TESIS UANCV
VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN
"OFICINA DE INVESTIGACIÓN"

UNIVERSIDAD ANDINA

NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ

FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA MECATRÓNICA

IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE CONTROL AUTOMÁTICO PARA UN DOSIFICADOR Y MEZCLADOR DE LÍQUIDOS EN LA REGIÓN DE PUNO - 2025

TESIS PRESENTADA POR:

Bach. WILLIAN RONALD RAMOS ALATA

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

INGENIERO MECATRÓNICO

JULIACA – PERÚ

2025

OFICINA DE INVESTIGACIÓN
Tesis Publicada con autorización del autor
http://repositorio.uancv.edu.pe/

TESIS UANCV

VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN
"OFICINA DE INVESTIGACIÓN"

UNIVERSIDAD ANDINA

NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ

FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA MECATRÓNICA

IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE CONTROL AUTOMÁTICO PARA UN DOSIFICADOR Y MEZCLADOR DE LÍQUIDOS EN LA REGIÓN DE PUNO - 2025

TESIS PRESENTADA POR:

Bach. WILLIAN RONALD RAMOS ALATA

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

INGENIERO MECATRÓNICO

APROBADA POR EL JURADO REVISOR:

PRESIDENTE : _____
Dr. BENJAMIN CHUQUIMAMANI QUINTO

PRIMER MIEMBRO : _____
Ing. CARLOS ALEJANDRO CACERES VARGAS

SEGUNDO MIEMBRO : _____
Ing. ADWAR RANULFO SANCHEZ CARREÓN

ASESOR DE TESIS : _____
M. Sc. JESUS ESTEBAN CASTILLO MACHACA

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN : TECNOLOGÍA DE LA INSTRUMENTACIÓN – P21

OFICINA DE INVESTIGACIÓN
Tesis Publicada con autorización del autor
http://repositorio.uancv.edu.pe/

TESIS UANCV
VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN
"OFICINA DE INVESTIGACIÓN"

UNIVERSIDAD ANDINA
NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ

RESOLUCIÓN DECANAL N° 1607-2025-D-UI-FICP-UANCV

Juliaca, 26 de noviembre del 2025

VISTO: El expediente **N° 2025 - CU - 12504** presentado por el (la) Bachiller: **WILLIAN RONALD RAMOS ALATA** 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. **WILLIAN RONALD RAMOS ALATA,** quien solicita **NOMINACIÓN DE JURADOS Y PROGRAMACIÓN DE FECHA Y HORA DE SUSTENTACIÓN** de la Tesis Titulada: **IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE CONTROL AUTOMÁTICO PARA UN DOSIFICADOR Y MEZCLADOR DE LÍQUIDOS EN LA REGIÓN DE PUNO - 2025**, la misma que pertenece a la línea de investigación **TECNOLOGÍA DE LA INSTRUMENTACIÓN** para optar el Título Profesional de **Ingeniero Mecatrónico.**

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

De conformidad al Reglamento Interno de Trabajos de Investigación Conducente a Grados y Títulos aprobado con Resolución N° 0294-2023 UANCV-CU-R. y en merito 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** : Dr. BENJAMIN CHUQUIMAMANI QUINTO
* **1er Miembro** : Ing. CARLOS ALEJANDRO CACERES VARGAS
* **2do Miembro** : Ing. ADWAR RANULFO SANCHEZ CARREÓN

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: **WILLIAN RONALD RAMOS ALATA;** del informe final de la investigación (tesis) titulada: **IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE CONTROL AUTOMÁTICO PARA UN DOSIFICADOR Y MEZCLADOR DE LÍQUIDOS EN LA REGIÓN DE PUNO - 2025** para optar el Título Profesional de **Ingeniero Mecatrónico.** de acuerdo al siguiente detalle:

* **FECHA** : jueves 04 de diciembre del 2025
* **HORA** : 09:30 horas
* **LUGAR** : Aula 204 - FICP

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

Regístrese, Comuníquese, Archívese.

UNIVERSIDAD ANDINA NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CS. PURAS
Dr. OSCAR V. VIAMONTE CALLA
DECANO (e)
CIP. 32730

UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS
DIRECTOR
Dr. César G. Camargo Nájar
DIRECTOR
UNIDAD DE INVESTIGACIÓN

cc.
Archivo
Interesado (a)

OFICINA DE INVESTIGACIÓN
Tesis Publicada con autorización del autor
http://repositorio.uancv.edu.pe/

TESIS UANCV
VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN
"OFICINA DE INVESTIGACIÓN"

RESOLUCIÓN DECANAL N° 1258-2025-D-UI-FICP-UANCV

Juliaca, 09 de octubre del 2025

VISTO: El expediente **N° 2025-CU-8800** por el señor (a): **WILLIAN RONALD RAMOS ALATA** quien solicita **REVISIÓN DEL INFORME FINAL DE LA INVESTIGACIÓN (borrador de tesis)**, el PROVEIDO – **N° 918-2025**-UI-FICP-UANCV/J, y la **FICHA DE OPINIÓN DEL INFORME FINAL DE LA INVESTIGACION (BORRADOR DE TESIS)** formato **N° 016 - 2025** del integrante del comité de investigación **1258** 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): **WILLIAN RONALD RAMOS ALATA,** ha presentado su informe final de la investigación (borrador de tesis) Titulada: **IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE CONTROL AUTOMÁTICO PARA UN DOSIFICADOR Y MEZCLADOR DE LÍQUIDOS EN LA REGIÓN DE PUNO - 2025**, para optar el Título Profesional de **Ingeniero Mecatrónico.**

Que, al haberse cumplido con los requisitos exigidos por el Reglamento Interno de Trabajo de Investigación Conducente a Grados y Títulos, con fines de obtención de Grados Académicos y Títulos Profesionales; el integrante del comité de investigación **Ing. Adwar 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° 016 - 2025 **aprobando** el informe final de la investigación (borrador de tesis) titulado: **IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE CONTROL AUTOMÁTICO PARA UN DOSIFICADOR Y MEZCLADOR DE LÍQUIDOS EN LA REGIÓN DE PUNO - 2025**, Correspondiente a la línea de investigación **TECNOLOGÍA DE LA INSTRUMENTACIÓN.**

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

Estando, con la opinión favorable del Comité de Investigación de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras y en concordancia al Reglamento Interno de Trabajos de Investigación Conducente a Grados y Títulos aprobado con Resolución N° 0294-2023 UANCV-CU-R. y en 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): **WILLIAN RONALD RAMOS ALATA,** para optar el Título Profesional de Ingeniero Mecatrónico, con el Tema Titulada: **IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE CONTROL AUTOMÁTICO PARA UN DOSIFICADOR Y MEZCLADOR DE LÍQUIDOS EN LA REGIÓN DE PUNO - 2025** correspondiente a la línea de investigación **TECNOLOGÍA DE LA INSTRUMENTACIÓN,** en virtud a los considerandos expuestos.

ARTÍCULO SEGUNDO.- RATIFICAR como **ASESOR DE INVESTIGACIÓN** al (a la), **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. PURAS
Dr. OSCAR V. VIAMONTE CALLA
DECANO (e)
CIP. 32730

UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS
DIRECTOR
Dr. Fritz Willy Mamani Apaza
DIRECTOR
UNIDAD DE INVESTIGACIÓN

cc.
Archivo
interesado (a)

OFICINA DE INVESTIGACIÓN
Tesis Publicada con autorización del autor
http://repositorio.uancv.edu.pe/

TESIS UANCV

RESOLUCIÓN DECANAL N° 431-2025-D-UI-FICP-UANCV

Juliaca, 11 de junio del 2025

VISTO: El expediente N° 2025-CU- 3202, presentado por el señor (a) WILLIAN RONALD RAMOS ALATA solicitando APROBACIÓN DE LA PROPUESTA DE INVESTIGACIÓN el PROVEIDO – N° 294-2025-UI-FICP-UANCV/J, y la FICHA DE OPINIÓN DE LA PROPUESTA DE INVESTIGACIÓN formato N° 015-2025 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): WILLIAN RONALD RAMOS ALATA ha presentado su propuesta de investigación Titulada: IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE CONTROL AUTOMÁTICO PARA UN DOSIFICADOR Y MEZCLADOR DE LÍQUIDOS EN LA REGIÓN DE PUNO - 2025, para optar el Título Profesional de Ingeniero Mecatrónico.

Que, al haberse cumplido con los requisitos exigidos por el Reglamento Interno de Trabajo de Investigación Conducente a Grados y Títulos, con fines de obtención de Grados Académicos y Títulos Profesionales; el integrante del comité de investigación Ing. Adwar 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° 015-2025- aprobando la propuesta de investigación titulada: IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE CONTROL AUTOMÁTICO PARA UN DOSIFICADOR Y MEZCLADOR DE LÍQUIDOS EN LA REGIÓN DE PUNO - 2025.

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

Estando, con la opinión favorable de la propuesta de investigación del Comité de Investigación de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras y en concordancia al Reglamento Interno de Trabajos de Investigación Conducente a Grados y Títulos aprobado con Resolución N° 0294-2023 UANCV-CU-R. y en 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): WILLIAN RONALD RAMOS ALATA, para optar el Título Profesional de Ingeniero Mecatrónico, con el Tema Titulada: IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE CONTROL AUTOMÁTICO PARA UN DOSIFICADOR Y MEZCLADOR DE LÍQUIDOS EN LA REGIÓN DE PUNO - 2025 correspondiente a la línea de investigación TECNOLOGÍA DE LA INSTRUMENTACIÓN.

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

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

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

Regístrese, Comuníquese, Archívese.

UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y Cs. PURAS

Dr. OSCAR V. VIAMONTE CALLA
DECANO (e)
CIP. 32730

UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS
DIRECTOR
Dr. Erik Wilo Mamani Apaza
DIRECTOR
UNIDAD DE INVESTIGACIÓN

cc.
Archivo 2025
Interesado (a)

OFICINA DE INVESTIGACIÓN
Tesis Publicada con autorización del autor
http://repositorio.uancv.edu.pe/

TESIS UANCV
turnitin Página 1 de 134 - Portada Identificador de la entrega trn:oid:::13016:604070732
VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN
"OFICINA DE INVESTIGACIÓN"

WILLIAN RONALD RAMOS ALATA

IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE CONTROL AUTOMÁTICO PARA UN DOSIFICADOR Y MEZCLADOR DE LÍ...

Trabajos de tesis para ingreso a repositorio

Detalles del documento

Identificador de la entrega
trn:oid:::13016:604070732

Fecha de entrega
1 jul 2026, 16:07 GMT-5

Fecha de descarga
2 jul 2026, 21:39 GMT-5

Nombre del archivo
T036_45139363_T.docx

Tamaño del archivo
11.3 MB

128 páginas

16.641 palabras

93.301 caracteres

turnitin Página 1 de 134 - Portada Identificador de la entrega trn:oid:::13016:604070732

OFICINA DE INVESTIGACIÓN
Tesis Publicada con autorización del autor
http://repositorio.uancv.edu.pe/

TESIS UANCV

VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN
"OFICINA DE INVESTIGACIÓN"

10% Similitud general

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

Filtrado desde el informe

- Bibliografía
- Coincidencias menores (menos de 10 palabras)

Fuentes principales

8%	Fuentes de Internet
1%	Publicaciones
7%	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.

OFICINA DE INVESTIGACIÓN
Tesis Publicada con autorización del autor
http://repositorio.uancv.edu.pe/

Metadatos complementarios - UANCV

Título de la Tesis	
IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE CONTROL AUTOMÁTICO PARA UN DOSIFICADOR Y MEZCLADOR DE LÍQUIDOS EN LA REGIÓN DE PUNO - 2025	
Datos de autor	
Nombres y apellidos	WILLIAN RONALD RAMOS ALATA
Tipo de documento de identidad	DNI
Número de documento de identidad	45139363
URL de ORCID	https://orcid.org/0009-0009-0274-8331
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	BENJAMIN CHUQUIMAMANI QUINTO
Tipo de documento	DNI
Número de documento de identidad	02406088
Miembro del jurado 1	
Nombres y apellidos	CARLOS ALEJANDRO CACERES VARGAS
Tipo de documento	DNI
Número de documento de identidad	29591476
Miembro del jurado 2	
Nombres y apellidos	ADWAR RANULFO SÁNCHEZ CARREÓN
Tipo de documento	DNI
Número de documento de identidad	02064066

Datos de investigación	
Línea de investigación	TECNOLOGÍA DE LA INSTRUMENTACIÓN – P21
Grupo de investigación	No aplica.
Agencia de financiamiento	Sin financiamiento.
Ubicación geográfica de la investigación	Departamento: PUNO Provincia: PUNO Distrito: PUNO Longitud oeste: -15.840416, Latitud sur: -70.021866  **URL:** https://maps.app.goo.gl/rrWgs5gdRTcr2QQM7
Año o rango de años en que se realizó la investigación	AGOSTO 2024 – AGOSTO 2025
URL de disciplinas OCDE https://concytec-pe.github.io/Peru-CRIS/vocabularios/ocde_ford.html - Librería	Ingeniería mecánica https://purl.org/pe-repo/ocde/ford#2.03.00 Mecánica aplicada https://purl.org/pe-repo/ocde/ford#2.03.02

UNIVERSIDAD ANDINA NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ – FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS – JULIACA – DIRECTOR

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

Dr. Fritz Willy Mamani Apaza
DIRECTOR
UNIDAD DE INVESTIGACIÓN

TESIS UANCV
VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN
"OFICINA DE INVESTIGACIÓN"

DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD Y RESPONSABILIDAD

Yo WILLIAN RONALD RAMOS ALATA, identificado con DNI Nro. 45139363 , 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 AUTOMÁTICO PARA UN DOSIFICADOR Y MEZCLADOR DE LÍQUIDOS EN LA REGIÓN DE PUNO – 2025

Asesorado por: M.Sc. JESUS ESTEBAN CASTILLO MACHACA

Es un tema original.

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

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

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

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

Juliaca 10 de ABRIL del 2026

Firma del Asesor
(obligatoria)

Firma del Estudiante
(obligatoria)

Huella

OFICINA DE INVESTIGACIÓN
Tesis Publicada con autorización del autor
http://repositorio.uancv.edu.pe/

OFICINA DE INVESTIGACIÓN
Tesis Publicada con autorización del autor
http://repositorio.uancv.edu.pe/

TESIS UANCV
VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN
"OFICINA DE INVESTIGACIÓN"

DEDICATORIA

Esta tesis la dedico a mi madre Paula Genara quien siempre me ha apoyado incondicional y moralmente en todo momento con sus consejos y sobre todo mucha paciencia, todo lo que hoy soy es gracias a ella.

A mi amada hija Oriana Daniela quien es mi motivación para seguir adelante y superarme más en la vida, ser un ejemplo para ella y darle un futuro mejor.

OFICINA DE INVESTIGACIÓN
Tesis Publicada con autorización del autor
http://repositorio.uancv.edu.pe/

AGRADECIMIENTO

Quisiera agradecer a la UANCV, por permitirme ser una persona profesional.

A mis docentes, por impartir su experiencia y darme la motivación de seguir adelante para culminar mis estudios.

A mis compañeros y amigos que durante estos cinco años compartieron sus conocimientos, me apoyaron y lograron que este sueño se haga realidad.

ÍNDICE DE GENERAL

DEDICATORIA i

AGRADECIMIENTO ii

ÍNDICE DE GENERAL iii

ÍNDICE DE FIGURAS vii

ÍNDICE DE TABLAS x

RESUMEN xi

ABSTRACT xii

CAPITULO I

ASPECTOS GENERALES

1. 1 Descripción del problema. 14

1. 2 Formulación del problema 15

1. 2. 1 Problema general 15

1. 2. 2 Problemas específicos 15

1. 3 Justificación 16

1. 4 Objetivos de la investigación 17

1. 4. 1 Objetivo general 17

1. 4. 2 Objetivos específicos 17

1. 5 Importancia 17

1. 6 Limitación de la investigación 18

1. 7 Hipótesis de la investigación 19

1. 7. 1 Hipótesis general 19

1. 7. 2 Hipótesis especificas 19

1. 8 Variables de investigación 20

1. 9 Operacionalización de variables 20

CAPITULO II

MARCO TEÓRICO

2. 1 Antecedentes de la investigación 21

2. 2 Marco Teórico 26

2. 2. 1 Mezcla 26

2. 2. 2 Mezcladores 26

2. 2. 3 Mezclado de Solidos 27

2. 2. 4 Tipos de mezclas y segregación 27

2. 2. 5 Homogenización de mezclado 28

2. 2. 6 Aplicaciones de mezclas en Líquido 29

2. 2. 7 Historia de las dosificadoras 29

2. 2. 8 Bomba dosificadora 30

2. 2. 9 Dosificación 30

2. 2. 10 Proceso de dosificación 31

2. 2. 11 Precisión de los Dosificadores. 32

2. 2. 12 Tipos de dosificadores 32

2. 2. 13 Tipos de dosificadores por volumen 33

2. 2. 14 Fluidos 39

2. 2. 15 Propiedades de los líquidos 41

2. 2. 16 Dosificadores para líquidos 41

2. 2. 17 Aplicaciones de los dosificadores de líquidos 42

2. 2. 18 Fundamentos de automatismos y PLC´s. 43

2. 2. 19 Secuencia de Operaciones en un PLC. 43
2. 2. 20 Funciones Adicionales 44
2. 2. 21 PLC 45
2. 2. 22 PLC tipo Modular:..... 46
2. 2. 23 Direccionamiento de Entradas y Salidas. 46
2. 2. 24 Módulos de Expansión E/S Analógicos. 47
2. 2. 25 Sistema de control..... 48
2. 2. 26 Tipos de sistema de control 49
2. 2. 27 Dispositivos de control para fluidos 50
2. 2. 28 Componentes y elementos electro neumáticos..... 52
2. 2. 29 Modos de control en instrumentación..... 52
2. 2. 30 Tipos de control..... 53
2. 2. 31 Sensores y Actuadores 60
2. 2. 32 Tipos de Sensores 60
2. 2. 33 Celdas de carga. 67

CAPITULO III

METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

3. 1 Método de investigación..... 70
3. 2 Tipo de investigación..... 70
3. 3 Nivel de investigación..... 71
3. 4 Ámbito de la investigación..... 71
3. 5 Población y muestra 71
3. 6 Técnicas e instrumentos..... 72
3. 7 Recogida de datos 73

CAPITULO IV

ANÁLISIS DE RESULTADO Y DISCUSION

4. 1 Presentación 75

4. 1. 1 Selección de sensores 76

4. 1. 2 Programación del sistema de control. 78

4. 1. 3 Resumen general del funcionamiento del programa 84

4. 1. 4 Ciclo de funcionamiento por etapas 84

4. 1. 5 Ventajas del sistema 87

4. 2 Programación del sistema de monitoreo 87

4. 3 Pruebas y resultados 93

4. 4 Análisis de los resultados obtenidos 99

4. 5 Discusión de resultados 100

CONCLUSIONES 103

RECOMENDACIONES 104

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS 105

ANEXOS 109

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Mezcla Posterior al Mezclado, Etapas a lo largo del tiempo. 28

Figura 2 Dosificador volumétrico de tornillo doble y simple. 33

Figura 3 Dosificador peristáltico 34

Figura 4 Partes principales de la bomba peristáltica 35

Figura 5 Dosificador de tornillo 36

Figura 6 Dosificador de pistón 36

Figura 7 Dosificadores de banda por pérdida de peso. 37

Figura 8 Dosificador gravimétrico de libre flujo de materiales a granel. 38

Figura 9 Representación de un fluido newtoniano 40

Figura 10 Curvas de fluidez y de viscosidad para un fluido Newtoniano. 40

Figura 11 Dispensador para cargar jeringas 42

Figura 12 Barrido o escaneo de E/S y programa en ejecución 44

Figura 13 PLC Compacto Siemens. 45

Figura 14 Direccionamiento de E/S 46

Figura 15 La salida del sistema se debe 48

Figura 16 Sistema de lazo abierto 49

Figura 17 Diagrama de bloques 50

Figura 18 Partes de la Electroválvula 51

Figura 19 Modo on-off 53

Figura 20 Modo Proporcional 55

Figura 21 Teoría de control proporcional o acción proporcional. 57

Figura 22 Mo do proporcional + Integral 58

Figura 23 Registro de un circuito de flujo 59

Figura 24 Funcionamiento de un sensor 60
Figura 25 Sensor Inductivo 61
Figura 26 Principio De Funcionamiento Del Sensor Capacitivo 63
Figura 27 Sensor Fotoeléctrico Directo 65
Figura 28 Sensor Fotoeléctrico Unidireccional 66
Figura 29 Sensor Fotoeléctrico Con Fibra Óptica 67
Figura 30 Celda de carga 67
Figura 31 Imagen del proyecto realizado 75
Figura 32 Programación de las entradas de las variables 78
Figura 33 Escalamiento de las variables 79
Figura 34 Activación de la bomba 79
Figura 35 Cálculo proporcional para obtener un valor 79
Figura 36 Control de válvulas de apertura y cierre 80
Figura 37 Segundo cálculo proporcional de llenado 81
Figura 38 Activación de bomba1 81
Figura 39 Comparación de tiempos 82
Figura 40 Control del agitador 83
Figura 41 Activación del control del agitador 84
Figura 42 Programación del sistema de monitoreo 87
Figura 43 Visualización del sistema de dosificado HMI 88
Figura 44 Pruebas de componentes utilizados 88
Figura 45 Ajuste de componentes 89
Figura 46 Sistema de dosificado 89
Figura 47 Medición del nivel a través del sensor capacitivo 90
Figura 48 Medición del nivel a través del sensor celda de carga 90

Figura 49 Sistema de mezclado 91

Figura 50 Programación del sistema 91

Figura 51 Ingreso de valores para las pruebas 92

Figura 52 Pruebas de funcionamiento 92

Figura 53 Primera prueba llenado de 2 litros (sensor digital) 93

Figura 54 Tiempo de llenado (1litro) 15 seg. 93

Figura 55 Tiempo de vaciado (1litro) 8 seg. 94

Figura 56 Segunda prueba llenado de 3 litros (sensor capacitivo) 94

Figura 57 Tiempo de llenado (1litro) 15 seg. 95

Figura 58 Tiempo de vaciado (1litro) 8 seg. 95

Figura 59 Primera prueba llenado de 1 litro (sensor analógico) 96

Figura 60 Tiempo de llenado (1litro) 16 seg. 96

Figura 61 Tiempo de vaciado (1litro) 8 seg 97

Figura 62 Segunda prueba de llenado de 2 litros (sensor analógico) 97

Figura 63 Tiempo de llenado (1 litro) 16 seg. 98

Figura 64 Tiempo de vaciado (1 litro) 8seg. 98

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Operacionalización de variables 20

Tabla 2 Tecinas e instrumentos 72

Tabla 3 Recogida de datos 73

Tabla 4 Característica del sensor capacitivo 76

Tabla 5 Características del sensor celda de carga 77

Tabla 6 Resultados técnicos de pruebas del sistema 100

Tabla 7 Discusión de resultados 102

RESUMEN

En esta investigación se implementa un sistema de control automático para un sistema de dosificación y mezcla de líquidos, utilizando en el año 2025 en entornos industriales de la región Puno. El objetivo principal fue crear un método preciso y eficaz que permitiera la automatización de la dosificación y mezcla de líquidos, reduciendo la cantidad de intervención humana manteniendo el calibre del producto terminado.

La unidad central de procesamiento del sistema era un controlador lógico programable (PLC), combinando válvulas solenoides, bombas eléctricas y sensores. El volumen dosificado y los tiempos de mezcla se controlaron mediante bucles de control en tiempo real, asegurando un funcionamiento consistente, seguro y confiable.

Para facilitar la monitorización, también se creó una interfaz hombre-máquina (HMI), configuración y monitorización de procesos, Permitir cambios en parámetros importantes, incluidas secuencias de operaciones, volúmenes y plazos. Como validación se emplearon estudios funcionales que demostraron el alto nivel de precisión y reproducibilidad del sistema en la dosificación y mezcla de líquidos.

Los resultados muestran que el método de control automático sugerido es exitoso, destacando su relevancia para las operaciones industriales regionales, su potencial de escalabilidad y su papel en el avance tecnológico regional.

Palabras claves: Sistema de control automático, dosificador, mesclador de líquidos.

ABSTRACT

This thesis addresses the design and implementation of an automatic control system for a liquid dosing and mixing device, intended for industrial applications in the Puno region in the year 2025. The main objective was to develop an efficient and precise system capable of automating the dosing and mixing processes, minimizing human intervention and ensuring the quality of the final product.

The system was developed using a Programmable Logic Controller (PLC) as the central processing unit, integrating sensors, solenoid valves, and electric pumps. Real-time control loops were implemented to regulate the dosed volume and mixing times, ensuring continuous, safe, and reliable operation.

Additionally, a Human-Machine Interface (HMI) was designed to facilitate monitoring, configuration, and supervision of the process, allowing key parameters such as times, volumes, and operation sequences to be adjusted. The system was validated through functional tests, which demonstrated a high degree of precision and repeatability in the dosing and mixing of liquids.

The results highlight the effectiveness of the proposed automatic control system, emphasizing its applicability in local industrial processes, its scalability potential, and its contribution to regional technological development.

Keywords: Automatic control system, dosing device, liquid mixer.

INTRODUCCIÓN

Hoy en día, los procesos industriales necesitan cada vez más tecnologías automatizadas para aumentar la productividad, precisión y seguridad en la fabricación. Especialmente, en muchas industrias, incluidas la culinaria, la farmacéutica, la química y la agroindustrial, la dosificación y mezcla de líquidos es un paso crucial, donde la fabricación continua y la estricta adherencia a los estándares de calidad son esenciales.

Un gran número de estas tareas todavía se realizan de forma manual o hasta cierto punto automática en la región Puno, Esto provoca variaciones en la calidad del producto final, riesgos elevados para los operadores y el uso de recursos. Ante este problema, Se hace necesaria la implementación de tecnología que permita la automatización de estos procedimientos, Mejorar la competitividad de las industrias locales y la eficiencia de los recursos.

El propósito de esta investigación es implementar un sistema de control automático para un sistema que mezcla y dosifica líquidos, empleando controladores lógicos programables (PLC) y otras tecnologías de automatización, Actuadores industriales, sensores y una HMI (interfaz hombre-máquina). La arquitectura versátil y escalable del sistema facilitó su integración en entornos de producción reales.

El progreso de este proyecto no se limita a satisfacer una necesidad tecnológica específica, si no también apoyar el avance técnico regional, fomentar la implementación local de sistemas de control contemporáneos. Además, Se prevé que la futura investigación y desarrollo en automatización industrial se basen en esta implementación.

TESIS UANCV
VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN
"OFICINA DE INVESTIGACIÓN"

CAPITULO I

ASPECTOS GENERALES

1. 1 Descripción del problema.

En diversos procesos industriales de la región de Puno, la dosificación y mezcla de líquidos se sigue realizando de manera manual o mediante sistemas semiautomáticos poco eficientes, lo que genera imprecisión en las cantidades dosificadas, variaciones en la calidad del producto final, incremento del desperdicio de insumos y mayor dependencia de la intervención humana.

Esta situación limita la estandarización de los procesos, impacta en la producción y aumenta los gastos de funcionamiento. Asimismo, la falta de automatización conlleva riesgos para los operarios al estar expuestos a líquidos potencialmente peligrosos o contaminantes.

Frente a este escenario, La necesidad de crear un sistema de control automático que permita gestionar de forma precisa y eficiente la dosificación y mezcla de líquidos, según las circunstancias económicas y técnicas locales. Este sistema debe ser confiable, seguro, escalable y fácil de operar.

OFICINA DE INVESTIGACIÓN
Tesis Publicada con autorización del autor
http://repositorio.uancv.edu.pe/

1. 2 Formulación del problema

En el departamento de Puno, muchas pequeñas y medianas industrias aún emplean métodos manuales o semiautomáticos para la dosificación y mezcla de líquidos en sus procesos productivos. Estas prácticas no solo limitan la precisión y la uniformidad del producto final, sino que también incrementan el margen de error humano, el desperdicio de materia prima, la duración de la producción y los riesgos laborales.

La no existencia de un sistema de control automático impide alcanzar niveles óptimos de eficiencia y calidad, lo cual representa una desventaja competitiva frente a industrias más tecnificadas. Además, los sistemas existentes suelen ser costosos, poco adaptables a las condiciones locales o requieren conocimientos técnicos avanzados para su operación y mantenimiento.

En este contexto, se plantea la necesidad de desarrollar e implementar un sistema de control automático capaz de gestionar de manera eficiente los procesos de dosificación y mezcla de líquidos, que sea adaptable a las realidades económicas y tecnológicas de la región. Este sistema debe estar basado en componentes confiables y accesibles, como sensores industriales, actuadores, un PLC, y debe incluir una interfaz fácil de usar que permite la supervisión y configuración del proceso.

1. 2. 1 Problema general

¿Cómo implementar un sistema de control automático para un dosificador y mezclador de líquidos en la región de Puno - 2025?

1. 2. 2 Problemas específicos

PE1 ¿Como seleccionar los sensores necesarios para la recolección y procesamiento de datos?

PE2 ¿De qué manera se implementa el sistema de control para un dosificador y mezclador de líquidos con un autómata programable?

PE3 ¿Cómo desarrollar el sistema de monitoreo de control para un dosificador y mezclador de líquidos?

1. 3 Justificación

Para aumentar la eficiencia, cada vez se utilizan más tecnologías de automatización en las operaciones industriales, El calibre de las empresas y su competitividad. Dentro del área de Puno, La adopción de sistemas automatizados se ve obstaculizada por restricciones tecnológicas y financieras en muchas empresas, especialmente las pequeñas y medianas, Su sostenibilidad y producción se ven directamente impactadas.

En primer lugar, la necesidad de modernizar procedimientos cruciales como la mezcla y dosificación de líquidos justifica esta investigación, que son típicos en campos como el tratamiento de agua, la producción de alimentos y la agroindustria, y producción química. El uso de un sistema de control automático para automatizar estos procedimientos aumenta enormemente la precisión, menos desperdicio de insumos y mayor seguridad operacional, lo que mejora la calidad del producto final.

Este estudio avanza en el desarrollo y uso de soluciones basadas en controladores lógicos programables (PLC) desde un punto de vista técnico. La automatización industrial comúnmente utiliza tecnología como sensores, actuadores e interfaces HMI. La incorporación de estos componentes a un sistema de trabajo, tanto la comunidad académica como el sector productivo se benefician mucho de ser flexibles y reproducibles.

Además, el estudio tiene relevancia regional y social porque ofrece una respuesta viable y adaptable a las circunstancias reales de la región Puno, contribuir al avance de la tecnología local y proporcionar un sustituto competitivo para los costosos sistemas comerciales.

Por último, este estudio alienta a los expertos e instituciones locales a mejorar sus capacidades tecnológicas, Fomentar el uso de tecnología para el control autónomo y servirá como base para los próximos estudios y avances en automatización.

1. 4 Objetivos de la investigación

1. 4. 1 Objetivo general

Implementar un sistema de control automático para un dosificador y mezclador de líquidos en la región de Puno - 2025

1. 4. 2 Objetivos específicos

OE1 - Seleccionar los sensores necesarios para la recolección y procesamiento de datos.

OE2 - Implementar el sistema de control para un dosificador y mezclador de líquidos con un autómata programable.

OE3 - Desarrollar el sistema de monitoreo de control para un dosificador y mezclador de líquidos.

1. 5 Importancia

En este caso, surge una innovación que permite la mejora de la precisión, eficiencia y confiabilidad en los procesos industriales de dosificación y mezcla. Mediante la aplicación de la Automatización industrial y el Control automático, se logra reducir la intervención humana, minimizar errores y optimizar el uso de

recursos. Esto ayuda a elevar la calidad del producto terminado., disminuir costos operativos y aumentar la productividad, siendo aplicable en diversas industrias como la alimentaria, química y de tratamiento de agua.

1. 6 Limitación de la investigación

El objetivo de este estudio fue diseñar e instalar un sistema de control automatizado para la dosificación y mezcla de líquidos en la región Puno; Sin embargo, su alcance y resultados se ven afectados por algunas limitaciones.

Primero, Las circunstancias tecnológicas y económicas propias de la región Puno fueron el único objeto de la investigación, Esto impide que el sistema se aplique directamente en otras áreas o situaciones con características industriales o ambientales específicas. Además, en función de los recursos disponibles se eligió el equipo, esto sugiere la ausencia de tecnología avanzada, lo que puede haber afectado la precisión y el rendimiento del sistema.

La tecnología fue diseñada para trabajar con propiedades físicas y químicas particulares de los líquidos, principalmente aquellos que suponen poco riesgo para el organismo o el medio ambiente. Por tanto, no existe garantía de su funcionalidad ni de su seguridad a la hora de manipular sustancias corrosivas, su uso en varias industrias está restringido porque son excesivamente viscosos o combustibles.

De manera similar, aunque el diseño tiene en cuenta la escalabilidad del sistema, no se realizaron experimentos en líneas de producción a gran escala, como resultado, no se puede garantizar su mejor rendimiento en procesos industriales a gran escala. La interfaz hombre-máquina creada realiza tareas rutinarias de monitorización y control, pero carece de capacidades sofisticadas

como el acceso remoto, integración con sistemas de comunicación industrial más complejos o la preservación de datos históricos.

Finalmente, Se dispuso de tiempo limitado para el desarrollo y prueba del proyecto, limitó el número de situaciones y circunstancias en las que se podía probar el sistema.

Aunque estas restricciones limitan hasta cierto punto el alcance de la investigación, representan áreas que podrían mejorarse, así como oportunidades para avances futuros que permitirían que el método sugerido se utilizara de manera más eficaz y amplia.

1. 7 Hipótesis de la investigación

1. 7. 1 Hipótesis general

La implementación de un sistema de control automático basado en un autómata programable mejorará significativamente la precisión, eficiencia y confiabilidad del dosificador y mezclador de líquidos en la región de Puno – 2025.

1. 7. 2 Hipótesis especificas

H.E.1 - La adecuada selección de sensores permitirá una recolección y procesamiento de datos preciso y eficiente para el sistema de dosificación y mezclado de líquidos.

H.E.2 - La implementación del sistema de control con un autómata programable optimizará el proceso de dosificación y mezclado de líquidos, reduciendo errores humanos y aumentando la productividad.

H.E.3 - El desarrollo de un sistema de monitoreo de control facilitará la supervisión en tiempo real del dosificador y mezclador, permitiendo detectar fallas y mejorar la toma de decisiones operativas.

1. 8 Variables de investigación

Variable Independiente

- Sistema de control automático

Variable Dependiente

- Proceso de dosificación y mezclado de líquidos

1. 9 Operacionalización de variables

Tabla 1

Operacionalización de variables

TIPO DE VARIABLE	VARIABLES	DIMENSIONES	INDICADORES	UNIDAD
Variable Independiente	Sistema de control automático	Configuración del controlador	Kp, Ki, Kd	Adimensional, 1/s, s
		Señales de control	Set point	L, cm, L/min
		Instrumentación	Precisión del sensor	%
Variable Dependiente	Proceso de dosificación y mezclado de líquidos	Precisión de dosificación	Error de dosificación	%
		Calidad de mezcla	Proporción de mezcla	%
		Dinámica del sistema	Tiempo de estabilización	Seg.

Nota: Elaboración propia

CAPITULO II

MARCO TEÓRICO

2. 1 Antecedentes de la investigación

2. 1. 1 Antecedentes a nivel internacional

(García & De La Cruz, 2022). En diversas industrias, la dosificación de líquidos es una práctica habitual. No existen muchas alternativas de medición automática de líquidos disponibles en el mercado ecuatoriano en estos momentos, Requiere ajustes manuales de volumen. El objetivo de este proyecto era crear un dosificador automático de líquidos con tres grifos, es posible utilizar una interfaz HMI para alterar con precisión el volumen utilizando un medidor de flujo para determinar el volumen. Una empresa de Guayaquil, especializada en productos detergentes líquidos, mandó realizar este diseño.

Primero se eligió el medidor de caudal y el diseño mecánico vino a continuación en el proceso de desarrollo, teniendo en cuenta las especificaciones del fabricante.

El volumen de producto que pasaba por la tolva se midió utilizando un mecanismo de succión y pulverización, y el líquido se dirigía hacia la última boquilla mediante un sistema de desplazamiento vertical. Para controlar la automatización

se utilizaron el PLC y el HMI vinculados al TIA Portal, y todas estas partes se modelaron en Inventor.

Como resultado, desarrollamos un dispositivo que podía cambiar el volumen entre 0,5 y 4 litros utilizando tres boquillas dosificadoras, con menos de 15 segundos por litro de dosificación y una precisión de ±5%. También se incluyó un monitor incorporado en la máquina para almacenar la configuración del volumen.

Mejorar la eficiencia de fabricación fue el objetivo principal de este equipo de dosificación, evitar paradas en la línea de envasado debido a calibraciones de capacidad inexactas y reducir los tiempos de llenado.

(Montenegro, 2020) Debido a que no existía un sistema de dosificación de líquidos que garantizara la precisión requerida y detuviera las pérdidas de líquido mediante el uso de una bomba dosificadora, nació esta idea. Las bebidas funcionales se producen mediante bombas dosificadoras, es decir, individuos que tienen la capacidad de elevar el nivel de vida de los clientes o satisfacer requerimientos fisiológicos particulares. Sin embargo, existen muchos usos industriales para este trabajo, los ejemplos incluyen la combinación de productos químicos para fabricar productos específicos o la combinación de componentes para fabricar fertilizantes.

Se utiliza una interfaz hombre-máquina (HMI) para elegir la bebida funcional preferida por el usuario al inicio del procedimiento de dosificación. El microcontrolador Arduino ATmega 2560 recibe y procesa la señal generada. La (PWM) es la señal de salida que genera este dispositivo para iniciar la dosificación a través de la bomba dosificadora de la bebida elegida. Para programar se utilizan tanto el entorno de desarrollo ARDUINO IDE para microcontroladores como el

NEXION EDITOR para el desarrollo de interfaces hombre-máquina. Se pueden transferir datos entre Arduino y la pantalla táctil Nexion mediante comunicación serial, Esto le permite ejecutar comandos de programa y encender la bomba peristáltica de acuerdo con los requisitos particulares del producto.

(Guevara, 2019) La meta principal de este proyecto de fin de carrera es instalar un sistema de control automatizado para un dispensador de líquidos, el laboratorio de la carrera de Ingeniería de Mantenimiento Eléctrico incorporará esto. Promover la educación y la mejora de las habilidades en el campo de control industrial y automatización es el objetivo principal del proyecto, en un intento de satisfacer las demandas de los alumnos que buscan formación vocacional. Para lograr esto se ha creado un prototipo accesible desde distintos dispositivos y fácil de entender. Su diseño también incluye un marco totalmente desmontable y algo portátil, permitiendo su uso en una variedad de procedimientos o escenarios.

Un panel del diseño se puede desmontar por completo y volver a utilizar en un procedimiento relacionado o comparable. Este panel satisface todas las métricas de seguridad, señalización y operación necesarias. El módulo se encuentra en excelentes condiciones para su uso por parte de estudiantes de grado, según una batería de pruebas funcionales realizadas para asegurar su eficacia. Es importante recordar que, a pesar de estar expresamente realizado para replicar y crear bebidas isotónicas, el diseño de este módulo permite la ejecución de pruebas e investigaciones adicionales.

2. 1. 2 Antecedentes a nivel nacional

(Polo, 2022) La automatización de procesos ha evolucionado hacia una tendencia importante en diversas industrias, Inspirado en elementos como proteger el entorno y la seguridad del personal, e impulsado por los avances tecnológicos.

Las políticas que han implementado las empresas muestran esta tendencia. Como resultado, en este estudio se ha construido un dispositivo automatizado para mezclar y dosificar hipoclorito de calcio en las refinerías en la planta de tratamiento de aguas residuales de Iquitos a un ritmo de hasta 5 litros por hora. Este diseño incorpora elementos eléctricos y mecánicos.

Este estudio utilizará metodologías de investigación tanto aplicadas como explicativas para lograr su objetivo, identificar los orígenes y efectos de la exposición prolongada al hipoclorito de calcio. una vez puesto en práctica este informe, debería simplificar los procedimientos de dosificación y preparación, limitar la exposición de los empleados al hipoclorito de calcio. Para ello, sería necesario rellenar la tolva con el producto cada nueve meses y cambiar la preparación cada tres días. Además, se planifican inspecciones semanales del sistema con el fin de obtener aguas residuales finales libres de contaminantes.

Las consecuencias de la exposición a compuestos peligrosos varían dependiendo de una serie de parámetros, incluida la dosis y la duración, según la ATSDR (Registro de Toxicología y Enfermedades), comportamientos y rasgos individuales, el tipo de exposición y la posible existencia de otras sustancias químicas. Por lo tanto, en este artículo se enfatiza la importancia de integrar la automatización, al ser humano y la sostenibilidad.

(Guerrero, 2021) El propósito principal de este informe es desarrollar y fabricar máquinas dosificadoras de solventes de viscosidad para microempresas del sector agroindustrial. Dadas las circunstancias, los fabricantes utilizan una técnica manual ineficaz, lo que produce contaminación y retrasos, la implementación de este proyecto busca prevenir posibles derrames de petróleo y automatizar el procedimiento. Se propusieron varias opciones de distribución para

el diseño del sistema, tras un examen de criterios de calidad, se eligió un distribuidor de pistón, luego de cuantificar la cantidad máxima (1,89 L) para cada estación, se calculó la cantidad correspondiente. Para desarrollar el sistema, primero determinaron la fuerza mínima que el pistón debe aplicar a la cámara para extraer el líquido viscoso de la tolva y dirigirlo hacia la boquilla de descarga. El flujo también se ha redirigido en función del estado de la dosificación utilizando un sistema de 4 barras, ya sea la cámara a la boquilla o la cámara a la tolva. Todos estos componentes y subsistemas están soportados por acero estructural. Finalmente se creó un sistema electromecánico basado en relés, una válvula solenoide, un sensor magnético. La máquina dosificó 53 kg de material de construcción, hasta 200 kg de peso del producto y cubetas de 1,89 L en 5 y 7 segundos para los líquidos viscosos de prueba (algarroba y miel). La tolva funciona a 220 V y funciona entre 4,5 y 6 psi de presión.

(Montero, 2019) Como propósito es optimizar el proceso de tratamiento de aguas residuales en la zona PAMA de Proteicos Concentrados S.A.C. mediante la implementación de sistemas de distribución de productos químicos. Como no ha visto ninguna mejora en el rendimiento desde su fundación, la empresa busca mejorar sus operaciones.

Método: Como parte de esta evaluación, se administró una encuesta a 51 empleados y se consultó a numerosos proveedores que suministraban los bienes requeridos. Estos productos fueron elegidos depende de varios factores, como la relación calidad-precio, la sostenibilidad, la facilidad de uso, la eficiencia y la utilidad.

Resultados: Parece que la mayoría de los empleados están a favor del sistema sugerido, en la región PAMA, al comparar indicadores específicos.

Recomendaciones: Tras el examen de la información recopilada y la confirmación de la hipótesis, Se determinó que la efectividad del tratamiento de aguas residuales en Concentrados de Proteínas se mejora con la instalación de sistemas de distribución de productos químicos. Como resultado, la cantidad de productos químicos utilizados y la concentración de oxígeno disuelto disminuyeron, así como una caída en la demanda bioquímica de oxígeno, que disminuyó de 204 mgO2/l a 118 mgO2/l, de 490 mgO2/l a 320 mgO2/l

2. 2 Marco Teórico

2. 2. 1 Mezcla

La mezcla es esencial en muchas áreas industriales diferentes, incluida la industria alimentaria, fabricación de caucho, papel, plásticos, cerámica y medicamentos. Como resultado, cuando se examina globalmente, la cantidad de dinero gastada en equipos y gastos operativos relacionados con las operaciones de mezcla es significativa. (N y otros, 1997, p. 1).

2. 2. 2 Mezcladores

Aumentar la cantidad de interacción entre diferentes componentes es el objetivo principal de la mezcla, primero se dividen o combinan parcialmente y luego se dispersan equitativamente estos elementos. Cuando esto se logra se obtiene una situación teórica perfecta, esto implica que la integración ideal del resultado con el objetivo del proceso de combinación define hasta qué punto un individuo aspira a alcanzar este estado ideal. Para garantizar la estabilidad, por ejemplo, dos líquidos inmiscibles deben mezclarse adecuadamente antes de dispersarlos.

Pero cuando se utilizan lubricantes en la fabricación de tabletas, existe el riesgo de que se produzca una mezcla excesiva, esto puede provocar que una tableta frágil se descomponga más lentamente. (Pacha & Rodriguez, 2015).

2. 2. 3 Mezclado de Solidos

La industria alimentaria hace un uso extensivo de la acción unitaria de mezcla, que se logra mediante máquinas mecánicas. Se combinan varios ingredientes durante todo el proceso de mezcla para producir productos homogéneos con valor nutricional y calidad constantes en todos sus extractos y partes. (Quispe & Tacza , 2018).

2. 2. 4 Tipos de mezclas y segregación

A continuación, se describen las tres categorías de mezclas:

- ✓ **Mezcla ordenada:**

La interacción de dos tipos diferentes de partículas con tamaños variables da como resultado este fenómeno., porque las partículas más grandes actúan como transportadores cuando las más pequeñas se adhieren a ellas, No se dispersan aleatoriamente en la mezcla. Este tipo de mezclas requiere interacciones particulares.

- ✓ **Mezcla parcialmente aleatoria:**

La combinación líquida está formada por una variedad de partículas con distintos tamaños y formas.

- ✓ **Mezcla aleatoria:**

Esta característica sólo está presente en mezclas de partículas líquidas que son idénticas en tamaño, forma y densidad. Esta es la probabilidad de localizar una determinada partícula en cualquier lugar dentro de toda la mezcla.

Segregación Según Wong (2016), existe una propensión general a que todos los componentes de la mezcla se segreguen. Dependiendo de si la mezcla es líquida, gaseosa o sólida, este proceso de separación cambia. Las reacciones

químicas pueden ocurrir en una mezcla de un gas y un líquido. No se aplica a combinaciones sólido-sólido. Debido a su propensión a separarse debido a variaciones en el tamaño de partícula, esta última forma de combinación nunca logra una homogeneidad perfecta, tanto la densidad original como la mezcla final excesiva.

La fuerza que atrae las partículas entre sí está determinada por su tamaño y forma promedio, que son factores importantes. La cohesión entre las partículas aumenta con la fuerza de atracción, mayor probabilidad de formar una mezcla sólida uniforme. En particular, las superficies lisas y las partículas esféricas funcionan bien para crear una mezcla sólida homogénea.

Figura 1

Mezcla Posterior al Mezclado, Etapas a lo largo del tiempo.



Nota: (Wong, 2016).

2. 2. 5 Homogenización de mezclado

Afirman Quispe y Tacza (2018). Densidad y tamaño de partículas determinan el grado de homogeneidad alcanzado al concluir la combinación, Además, se observa que cuando los componentes comparten características comparables, como resultado, el proceso de mezcla se facilita y la mezcla se vuelve más consistente.

Factores que influyen en la regularidad de la mezcla

La homogeneidad de la mezcla puede verse afectada por varios factores,

donde se indica:

Sobrellenado de la batidora, características de los ingredientes y tiempo de mezcla inadecuado, Uso excesivo de la batidora, un sistema de mezcla bloqueado y un orden incorrecto de adición de ingredientes, Error en el pesaje, separación después de la mezcla y daños en el dispositivo de mezcla. (Quispe & Tacza , 2018)

2. 2. 6 Aplicaciones de mezclas en Líquido

Para (Pacha & Rodriguez, 2015) "Un sustituto del enfoque químico

(El método químico requiere el uso de productos químicos y con frecuencia da como resultado la eliminación costosa de desechos químicos)".

Aplicaciones en industrias:

- Industria Farmacéutica:

Purificación de vitaminas.

- Industria Química:

Separación de olefinas y parafinas, procesamiento de polímeros.

- Industria Metalúrgica:

Extracción de minerales metálicos.

- Industria Petrolera:

Separación de compuestos aromáticos y alifáticos.

2. 2. 7 Historia de las dosificadoras

La primera máquina dosificadora fue creada y patentada en 1872 por los hermanos John e Isaiah Hyatt, sin considerar los efectos que su idea tendrá en la sociedad y la industria.

Un pistón que contenía un derivado de celulosa fundido en una cámara constituía el primer aparato dosificador jamás construido y se operaba manualmente. El proceso utilizado en aquella época para fabricar piezas metálicas sirvió de base para este diseño. Pero después de varias décadas, se le atribuye

Foster Grant (1934) El beneficio de crear la primera llenadora hidráulica, que permitió una mayor eficiencia de producción, pero requirió moldes más fuertes (Beltran & Cepeda, 2008).

2. 2. 8 Bomba dosificadora

Se puede instalar una bomba dosificadora mecánica o electromagnética., Viene con una selección de niveles de potencia y presiones de funcionamiento. Las partes que componen esta bomba dosificadora siempre se muestran juntas, estructuralmente pequeño y preparado para su instalación en la posición preferida.

A estas bombas dosificadoras se les puede añadir un controlador proporcional integrado con microprocesador, ya sea directo o inverso., O bien, para ajustes PID (proporcional, integral y derivativo), pueden disponer de un controlador externo tipo PLC. (Arthos & Montenegro, 2012).

Tres componentes clave son:

- El dispositivo de accionamiento
- El conjunto mecánico
- El dosificador

2. 2. 9 Dosificación

Un mecanismo que proporciona una cantidad precisa de un material (que puede ser líquido, resina, polvo, gránulos, etc.) con el fin de mezclarlo con otros materiales para crear una mezcla particular se conoce como dispositivo dosificador.

Al proporcionar de forma más precisa y automática la cantidad de material necesaria, el dispositivo de dosificación pretende aumentar la eficiencia operativa y al mismo tiempo reducir (y en ocasiones incluso eliminar) la intervención humana.

Las líneas de producción suelen estar equipadas con dosificadores. Mediante una unidad de dosificación, La producción se realiza por segmentos y, una vez finalizado cada segmento y rellenado el dispositivo con el producto, la unidad dosificadora procesa el segmento siguiente.

El dosificador se utiliza principalmente en nuestra situación para dosificar líquidos, pero también puede funcionar con sólidos a granel y mezclas sólido-líquido o sólido-gas.

El proceso de dosificación implica determinar o definir cuánta cantidad de una sustancia química debe suministrarse en cada paso. Una planta de producción de hormigón es un ejemplo de dosificación., donde un camión hormigonera recibe una cantidad precisa de arena o cemento desde las torres metálicas de estas fábricas, que sirven como dosificadores (Arthos & Montenegro, 2012).

2. 2. 10 Proceso de dosificación

Los aditivos sólidos, como colorantes, solventes y resinas, son los ingredientes principales en la dosificación de líquidos. Para garantizar la calidad del producto final, este procedimiento de dosificación se lleva a cabo en cada etapa de la creación del producto y debe ser supervisado de cerca.

La receta es la parte más importante del procedimiento. Incluso cuando se utilizan cantidades precisas y un equipo impecable, Todo el trabajo es en vano si la fórmula es incorrecta. Por lo tanto, todo el proceso debe ajustarse a la técnica y seguir la fórmula al pie de la letra. Las fórmulas dependientes de la dosis están

sujetas a límites que establecen parámetros específicos, que sirven como brújula del proceso. Esto resalta lo crucial que es obtener la dosis correcta. (Pacha & Rodriguez, 2015).

2. 2. 11 Precisión de los Dosificadores.

La forma en que el diseño de un alimentador controla el flujo de materiales líquidos se conoce como precisión del alimentador. Si bien se puede utilizar para cualquier cosa, desde controlar materiales básicos hasta gestionar combinaciones extremadamente complicadas con varias alimentaciones y tuberías de producción, La precisión general está limitada por la precisión de cada alimentador. La precisión del dispensador se evalúa mediante tres estadísticas distintas. (Pacha & Rodriguez, 2015):

- Repetitividad
- Linealidad
- Estabilidad

La repetibilidad evalúa la consistencia con la que se descarga un dispensador, mientras que la linealidad evalúa la precisión del dispensador para cumplir con la tasa de descarga prevista, Además, la estabilidad demuestra el cumplimiento de la dosis a largo plazo.

2. 2. 12 Tipos de dosificadores

- **Dosificadores por volumen**

Se emplean principalmente para cuantificar la cantidad de productos similares en términos de sus atributos físicos, Incluye atributos como peso, tamaño, forma y viscosidad. Esto abarca líquidos viscosos, polvos y diversos tipos de cereales y granos. (Pinto & Durán, 2006).

Figura 2

Dosificador volumétrico de tornillo doble y simple.



Nota: (Pacha & Rodriguez, 2015)

Funcionamiento

La tolva superior del contenedor telescópico es donde el sistema de alimentación recoge el producto. Esta técnica se logra mediante el movimiento del propio contenedor, que puede ser redondo o lineal. El producto se transfiere al dispositivo de envasado adecuado a través de la abertura en la tapa después de caer en el contenedor. (Arthos & Montenegro, 2012).

Algunas desventajas del distribuidor volumétrico incluyen su intrincada estructura y su precio exorbitante.

2. 2. 13 Tipos de dosificadores por volumen

Según (Guerrero, 2021) los dosificadores por volumen se clasifican en:

- **Dosificador peristáltico**

Variando la velocidad del motor se gestiona el dosificador peristáltico, que garantiza un caudal constante de líquido. Es un componente necesario en sí mismo y, para garantizar la precisión tanto en la fabricación como en la operación, se

necesita un sofisticado proceso de vaporización durante toda la producción. Un rotor con alas para liberar líquidos a presión es una de sus partes. La estructura interior de cada dispensador afecta el caudal, que normalmente varía. Además, el dispositivo final puede modificarse. Su diseño ligero y compacto es una de sus ventajas.

Figura 3

Dosificador peristáltico



Nota: (Guerrero, 2021)

a) Los componentes principales y el mecanismo de funcionamiento de la bomba peristáltica

Entre los componentes básicos de una bomba peristáltica se encuentran los siguientes:

- Proteger y aislar la tubería y los rodillos para garantizar su correcto funcionamiento es la finalidad de la carcasa de la bomba, que es la cubierta exterior del dispositivo.

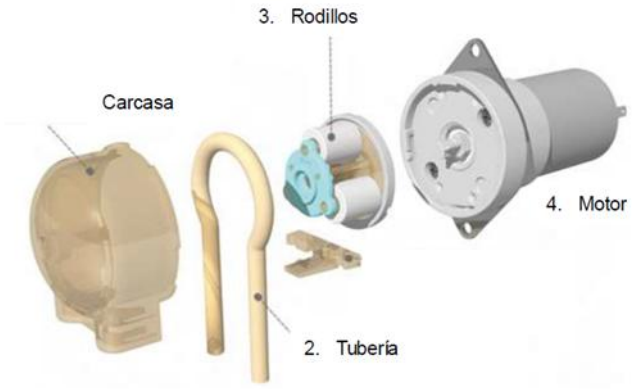
Tuberías: El carácter hueco y flexible de las tuberías permite que los fluidos sean transportados a través de la presión que aplican los rodillos. Entre los materiales disponibles para este tipo de mangueras se encuentran silicona, látex,

vinilo, polietileno y otros plásticos no tóxicos. Si bien la carcasa las protege, estas tuberías deben realizar algunas tareas específicas según las especificaciones a la que se aplican del proyecto, como:

- Temperatura de trabajo
- La presión
- Compatibilidad química de la sustancia o fluido a usar.
- Los rodillos móviles, que se encuentran en el rotor de la bomba en el punto de conexión del motor, son los encargados de producir la presión necesaria para que el líquido fluya. Corren a una velocidad determinada, de forma constante y sin resbalar. Normalmente se utiliza un motor de corriente continua, aunque en determinadas situaciones también se pueden utilizar motores paso a paso.

Figura 4

Partes principales de la bomba peristáltica



Nota: (Guerrero, 2021)

– **Dosificador de tornillo**

. Su capacidad de control se basa en cambiar el número de rotaciones y normalmente se muestra como la máquina completa.

Sus cuatro componentes básicos son un motor eléctrico, un reductor, Un tornillo y una manguera. El tornillo se fabrica frecuentemente como un solo componente integrado, y este sistema tiene la particularidad de ser bastante pesado.

Figura 5

Dosificador de tornillo



Nota: (Guerrero, 2021)

- **Dosificador de pistón**

El dispensador de pistón tiene un sistema de flujo alterno que alterna entre succión y dispensación. Dependiendo del recorrido del pistón se puede modificar el volumen almacenado en esta cámara. Este dispositivo utiliza conceptos que pueden llevar mucho tiempo, aunque no son excesivamente complicados. Este dispositivo utiliza conceptos que pueden llevar mucho tiempo, aunque no son excesivamente complicados.

Figura 6

Dosificador de pistón



Nota: (Guerrero, 2021)

- **Dosificadores por peso**

Este tipo de dispensador se utiliza cuando resulta difícil medir con precisión cantidades consistentes de un producto debido a su amplia gama de atributos físicos y apariencia. Los productos con una variedad de características diferentes, como patatas fritas, plátanos fritos, piezas y hamburguesas, normalmente se miden por peso. Al comparar estos dispensadores con la medición de volumen, el margen de error de peso neto para las cantidades medidas es menor. Para medir el peso se utiliza un sistema electrónico con una celda de carga como componente crucial. La señal eléctrica que se envía al sistema de control que supervisa el proceso de dosificación de la máquina es generada por esta celda a partir de la fuerza aplicada. Existen dos técnicas populares de control de peso en la industria: tanto los métodos estadísticos como los de aproximación. (Pinto & Durán, 2006).

"Se incluye una báscula para garantizar un llenado preciso y el contenedor se llena completamente por gravedad" (Arthos & Montenegro, 2012).

Figura 7

Dosificadores de banda por pérdida de peso.



Nota: (Pacha & Rodriguez, 2015)

Funcionamiento

Una bobina que rodea el núcleo, que está en el medio, crea un campo magnético que está siempre cambiando. Cuando una placa de metal se cuelga de una correa, es atraída por el campo magnético y evita el contacto con el núcleo La placa metálica se encuentra más cerca del núcleo, en el punto más intenso del campo magnético. El núcleo se encuentra en reposo en el instante inicial (t=0). El bastidor realiza este proceso 60 veces por segundo. El material dentro de una bandeja en forma de U se desliza hacia abajo si el conjunto se inclina mientras la bandeja está sobre la pieza de trabajo.

Dosificador Gravimétrico

Para proporcionar una dosificación más precisa, el alimentador de peso rastrea el flujo del material de acuerdo con su peso; por lo tanto, necesita estar equilibrado. Los alimentadores gravimétricos no solo aumentan la calidad del proceso, sino que también registran la cantidad de material en el producto terminado. Los alimentadores por peso con cinta transportadora son un ejemplo de este tipo de alimentadores, en donde el material colocado en una tolva se transfiere a una cinta transportadora que pasa sobre una plataforma de pesaje que está configurada para recoger el peso de la dosis prescrita. (Pacha & Rodriguez, 2015).

Figura 8

Dosificador gravimétrico de libre flujo de materiales a granel.



Nota: (Pacha & Rodriguez, 2015)

2. 2. 14 Fluidos

Las cualidades reológicas de los fluidos tienen un impacto importante en las características funcionales de algunas sustancias y en el proceso de desarrollo de productos industriales, son esenciales. Desde el comportamiento mecánico y el control de calidad hasta la planificación de procesos básicos como el bombeo, estas características afectan a muchos dominios diferentes, manteniendo la estabilidad y las características físicas del producto durante todo su consumo final, así como en su mezcla y envasado (Ramírez , 2006, p. 23).

Tipos de fluidos

Según (Ramírez , 2006) existen 3 tipos de fluidos:

- Newtoniano (cómo se relacionan el esfuerzo cortante y la velocidad de deformación es proporcional).
- No newtoniano (la tensión cortante y la velocidad de deformación no son proporcionales).
  - Viscoelástico significa que exhiben características tanto de líquidos como de sólidos.

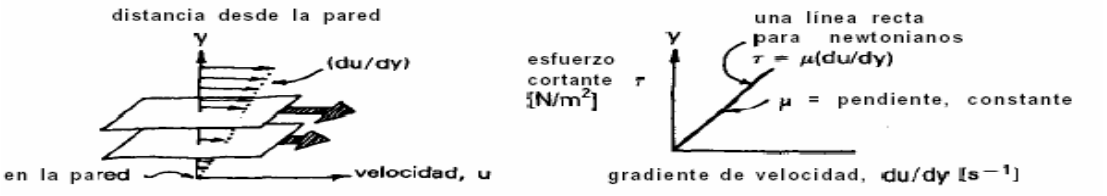
Fluidos Newtonianos

Seguir las reglas de Newton, que establecen que el esfuerzo cortante y la velocidad de deformación están precisamente relacionados, es lo que distingue a los fluidos newtonianos. La viscosidad de un fluido newtoniano no se ve afectada por la duración del estrés, pero sí por la presión y la temperatura a las que está expuesto. Para explicar este tipo de fluido se utilizan dos representaciones gráficas diferentes: la "curva de viscosidad" y la "curva de esfuerzo cortante". La viscosidad se muestra como una función de la tasa de deformación en la curva de viscosidad,

mientras que la tensión cortante se grafica como una función de la tasa de deformación (τ frente a D) en la curva de tensión cortante. (μ frente a D) (Ramírez , 2006, p. 1).

Figura 9

Representación de un fluido newtoniano



Nota: (Ramírez , 2006, p. 1)

Figura 10

Curvas de fluidez y de viscosidad para un fluido Newtoniano.



Nota: (Ramírez , 2006, p. 2)

Fluidos no newtonianos

La ley de viscosidad de Newton no se cumple en fluidos no newtonianos. Dado que la viscosidad de un fluido no newtoniano depende de la tensión cortante y no es una constante, no existe en sí misma (Martin y otros, 2011, p. 53).

Según Ramírez (2006) "En fluidos no newtonianos, la correlación entre el esfuerzo cortante y la velocidad de deformación no es lineal.

Estos fluidos se separan en dos categorías: dependientes del tiempo e independientes del tiempo" (p. 3).

Fluidos viscoelásticos

En los fluidos elastoméricos viscosos están presentes propiedades tanto viscosas como elásticas. La existencia de partículas sólidas o líquidas dispersas a

lo largo del líquido o de moléculas extremadamente largas y flexibles en su interior podría ser la causa de esta dualidad en sus características. La crema, la gelatina, la crema batida y otros líquidos similares son ejemplos de estas sustancias fluidas. (p. 16).

2. 2. 15 Propiedades de los líquidos

Las propiedades de los líquidos son:

- Forma: Adoptan la forma del recipiente que los contiene.
- Volumen: No varía.
- Compresibilidad: Son incompresibles.
- Fuerzas intermoleculares: Existe la misma cantidad de atracción y repulsión entre las moléculas de un líquido.

2. 2. 16 Dosificadores para líquidos

Es un aparato electromecánico que está destinado a proporcionar un volumen particular de líquido, que, para crear una mezcla específica, luego se combina con otras sustancias.

El propósito principal de un dispensador de líquido es administrar y regular la velocidad y el flujo de un líquido particular en un recipiente, También se utiliza para vaciar el contenido del contenedor. Al envasar líquidos y productos pastosos, estas herramientas son indispensables.

La producción de numerosos productos, incluyendo agua, champú, aceite, jabón, materiales cáusticos como ácido o cloro, detergentes, disolventes, ceras, geles y kétchup, se puede realizar con sistemas de dosificación de líquidos. (Arthos & Montenegro, 2012).

2. 2. 17 Aplicaciones de los dosificadores de líquidos

"El objetivo principal de los dispensadores de líquidos es dispensar líquidos y/o pastas en contenedores o en máquinas envasadoras." (Arthos & Montenegro, 2012).

Se usan en dos áreas:

- **Industria alimenticia**

"La máquina dispensadora es una pieza de maquinaria que frecuentemente es un componente necesario de una línea de fabricación. Se utiliza para envasar una amplia gama de artículos químicos o industriales líquidos, incluidas pinturas, pegamentos, salsas y salmueras" (Arthos & Montenegro, 2012).

- **Industria farmacéutica**

Para su uso en el campo médico se han creado especialmente métodos de dosificación de líquidos. Así lo demuestra el sistema de dosificación que llena jeringas con líquidos de baja viscosidad que pueden verterse directamente desde su envase original al recipiente presurizado del dispensador. La Figura 10 ilustra un dispositivo utilizado para cargar jeringas (Arthos & Montenegro, 2012).

Figura 11

Dispensador para cargar jeringas



Nota: (Arthos & Montenegro, 2012)

2. 2. 18 Fundamentos de automatismos y PLC´s.

Mandado y otros (2009) El PLC puede llevar a cabo una determinada tarea de control, es necesario crear una serie organizada de instrucciones. Esta secuencia crea el programa del controlador lógico programable y establece las relaciones entre las distintas variables lógicas (p. 103).

Los sistemas de dosificación de líquidos son sólo uno de los muchos procedimientos automatizados que pueden utilizarlo. El PLC se encarga de vigilar las señales de entrada de los sensores analógicos y digitales del sistema de dosificación automatizado. En este sentido, el PLC puede regular el orden en el que opera el sistema eléctrico y, El sistema neumático de la dosificadora está controlado por este. Los componentes controlados por PLC de la dosificadora incluyen:

Contactos para el sistema, motor, actuador y electroválvula neumática

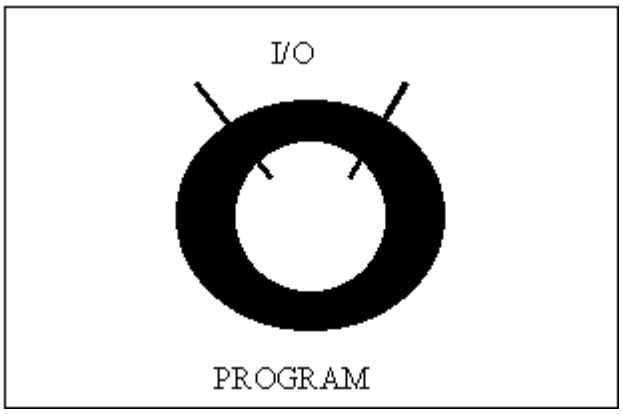
(De La Cruz & García, 2022).

2. 2. 19 Secuencia de Operaciones en un PLC.

- Al encenderse, el procesador desactiva las salidas y realiza una prueba de encendido. Regresa al funcionamiento normal.
- Coloca las entradas en una ubicación de memoria específica conocida como tabla de imagen de entrada después de leer su estado actual.
- El procesador modifica el estado de las salidas "copiando" el estado de la placa de imagen de salida a los módulos de salida, que son los encargados del estado de los módulos de salida del PLC., relé, triac, etc.).

Figura 12

Barrido o escaneo de E/S y programa en ejecución.



Nota: (Pacha & Rodriguez, 2015)

2. 2. 20 Funciones Adicionales

- ✓ El PLC verifica la funcionalidad del sistema en cada ciclo de escaneo y reporta los resultados como bits internos a los que la aplicación del usuario puede acceder. Esto se conoce como autocomprobación de errores.
- ✓ Inicialización: Los bits internos de la memoria del PLC también señalan cada patrón de arranque del microprocesador.
- ✓ Mantener el estado: Si un dispositivo falla o se corta la alimentación, es posible indicar al PLC el estado deseado de salidas específicas o variables internas. Esto es crucial para proteger dispositivos de salida externos.
- ✓ Modularidad: se pueden utilizar módulos de extensión para ampliar el sistema de acuerdo con el crecimiento del mismo, lo que es posible gracias al uso de un microprocesador. Se pueden agregar al sistema entradas y salidas de muchos tipos, incluidas digitales y analógicas, así

como dispositivos de comunicación y control remoto. (Pacha & Rodriguez, 2015).

2. 2. 21 PLC

Todos los componentes de este tipo de PLC están integrados en un único bloque, es decir, la CPU, la Nota de alimentación y los módulos de E/S están todos consolidados en un único módulo principal. Con la capacidad de soportar cientos de E/S, este tipo de PLC puede manejar una mayor cantidad de E/S: aproximadamente 500. En comparación con el Nano PLC, es más grande y puede incluir varios módulos únicos, entre ellos:

Entradas y salidas análogas.

- ✓ Módulos contadores rápidos.
- ✓ Módulos de comunicaciones.
- ✓ Interfaces de operador.
- ✓ Expansiones de I/O.

Figura 13

PLC Compacto Siemens.



Nota: (Pacha & Rodriguez, 2015)

2. 2. 22 PLC tipo Modular:

Un conjunto de piezas compone este tipo de PLC, que funciona como un controlador completo. Este tipo de PLC está compuesto por los siguientes módulos o secciones, como su nombre lo indica.:

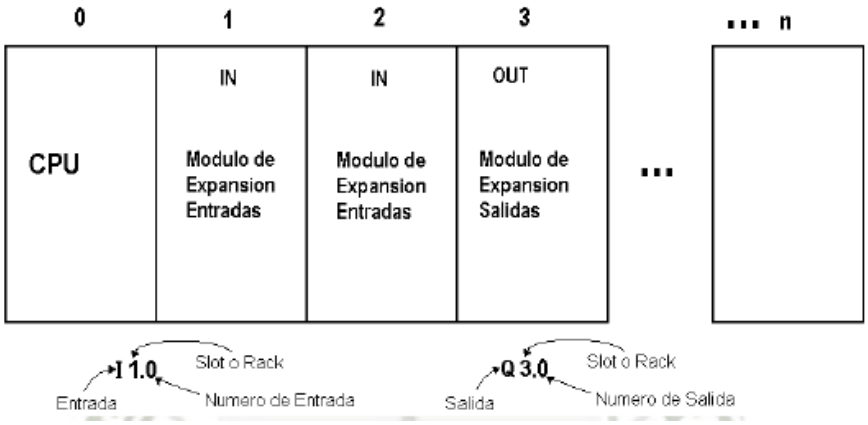
- ✓ Rack.
- ✓ Nota de Alimentación.
- ✓ CPU.
- ✓ Módulos de I/O.

2. 2. 23 Direccionamiento de Entradas y Salidas.

Debido a que hay muchas E/S que podrían distribuirse entre múltiples módulos, es fundamental definir con precisión la CPU., A través de nuestro programa, la ubicación precisa de la salida o entrada con la que queremos comunicarnos. El direccionamiento de entrada/salida es un método utilizado para identificar E/S en un PLC. (Pacha & Rodriguez, 2015).

Figura 14

Direccionamiento de E/S



Nota: (Pacha & Rodriguez, 2015)

2. 2. 24 Módulos de Expansión E/S Analógicos.

Debido a que puede haber una gran cantidad de E/S distribuidas entre diferentes módulos, es fundamental indicar cuidadosamente, mediante nuestro programa, donde se encuentra la entrada o salida que deseamos utilizar para conectarnos con la CPU. En un PLC, el direccionamiento de entrada/salida es el proceso utilizado para identificar E/S.

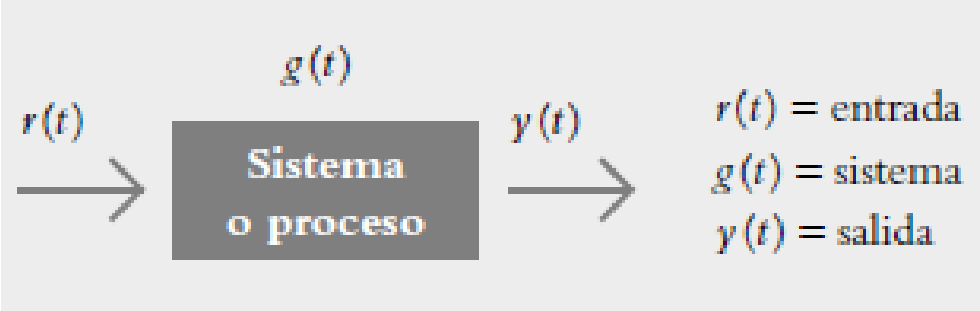
- ✓ **Resolución:** Depende de cuántos bits utilice el convertidor; En general, se necesita una resolución mínima de 10 bits.; para aplicaciones de alta precisión, normalmente se emplean 12 bits.
- ✓ **Tiempo de conversión:** Representa el tiempo que lleva transformar un valor analógico en su valor discreto correspondiente. El tipo de aplicación en la que se puede utilizar el módulo está determinado por este factor importante, el control de procesos, en general. La velocidad variable tarda aproximadamente un segundo en cambiar, Por lo tanto, los módulos analógicos no tienen requisitos de velocidad muy estrictos. Una tasa de conversión de milisegundos suele ser adecuada.
- ✓ **Número de canales:** Normalmente, se dividen en cuatro o más E/S, según la cantidad de entradas o salidas que pueda controlar el módulo. Además, algunas entradas y salidas se agrupan en un solo módulo.
- ✓ **Tipo de entrada:** representa el tipo de entrada que el módulo es capaz de manejar; puede ser corriente de entrada o salida, voltaje, 0-10 V, -10 - +10 V, 4-20 mA o 0-20 mA.

2. 2. 25 Sistema de control

Según Hernández (2010), Es una agrupación de componentes que se unen para crear un sistema, lo que permite que la configuración final sea autorregulada (p. 2).

Figura 15

La salida del sistema se debe



Nota: (Hernández, 2010, p. 2)

Según Gutiérrez & Iturralde (2017) Los siguientes criterios deben ser cumplidos por el sistema de control perfecto para que pueda cumplir su función:

Sobre todo, garantiza la estabilidad y la resistencia a fallos y perturbaciones del modelo.

La capacidad de incidir en el control de las variables de entrada para evitar comportamientos repentinos y no funcionales suele estar implícita en operar de manera óptima y de acuerdo con criterios previamente definidos.

Cómodo de usar en tiempo real y sencillo de construir.

Los componentes fundamentales que forman el sistema de control y permiten su funcionamiento son:

Sensores. - Gracias a ellos podemos determinar los valores de las variables medidas del sistema.

Controlador. - De acuerdo a una determinada estrategia, determina la acción a realizar para alterar las variables de control utilizando los valores establecidos por el sensor y el setpoint.

Actuador. - Este es el método mediante el cual el controlador puede cambiar las variables de control y llevar a cabo la acción que se calculó.

2. 2. 26 Tipos de sistema de control

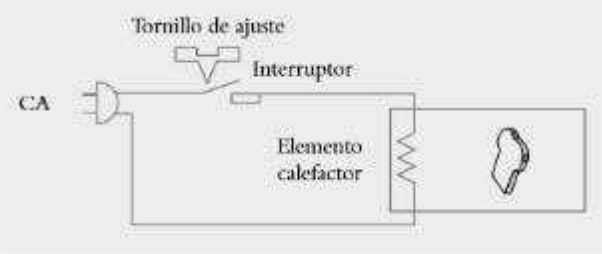
Sistema de control de lazo abierto

Es un sistema donde, en cierto sentido, la actividad dicta el resultado. Generalmente en este tipo de sistemas se utiliza un actuador o regulador para producir la reacción requerida.

La calibración de estos sistemas determina la precisión con la que pueden funcionar. Tostadoras, lavadoras automáticas, microondas y semáforos tradicionales son algunos ejemplos de estos sistemas.

Figura 16

Sistema de lazo abierto



Nota: (Hernández, 2010, p. 5)

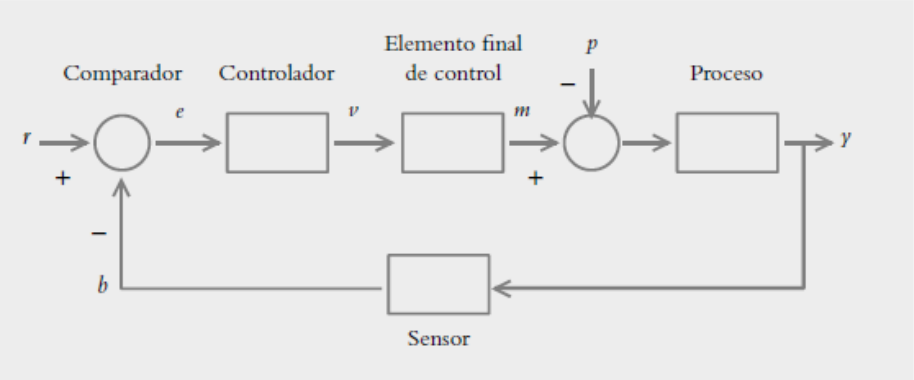
Sistema de control de lazo cerrado

La base de este sistema es que el resultado observado influye en la acción de control. Este método compara la respuesta real con la referencia de entrada una vez que un sensor la detecta. Estos sistemas de circuito cerrado se denominan

sistemas de retroalimentación debido a esto. La palabra "retroalimentación" sugiere comparación; en este caso, el comportamiento previsto se contrasta con el resultado real, lo que permite, si es necesario, tomar medidas correctivas en el proceso regulado. (Hernández, 2010, p. 6).

Figura 17

Diagrama de bloques



Nota: (Hernández, 2010, p. 6)

2. 2. 27 Dispositivos de control para fluidos

- **Válvulas**

Una válvula es un dispositivo que se utiliza para controlar o regular el flujo de un fluido. Su función es controlar, iniciar o detener el flujo de un líquido o gas. Para realizar esta función se incorpora a la válvula un componente móvil que puede abrir, sellar o bloquear uno o más conductos. (Arthos & Montenegro, 2012).

- **Tipos de válvulas**

"Al seleccionar un tipo de válvula, el tipo de fluido, la presión y la temperatura son los principales factores a tener en cuenta." (Arthos & Montenegro, 2012).

- **Electroválvulas**

Un tipo de válvula que destaca es la válvula solenoide, que funciona mediante corriente eléctrica que fluye a través de una bobina solenoide y tiene una

construcción electromecánica. La capacidad de iniciar, detener o controlar el flujo de líquido a través de un conducto es su función principal. (Arthos & Montenegro, 2012).

Clases de electroválvulas

- ✓ Normalmente cerrados: Se desactivan cuando se corta la alimentación.
- ✓ Normalmente abiertas: Permanecen activas en ausencia de energía.

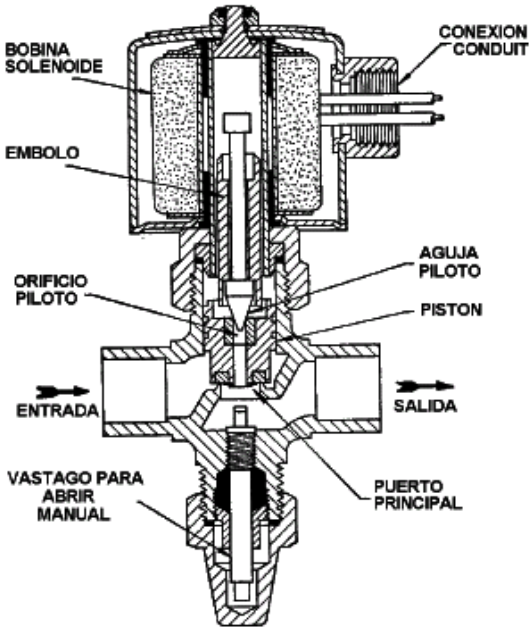
Partes de la electroválvula

"Los dos componentes principales de las válvulas solenoides son:

Cuerpo de la válvula y solenoide. El solenoide permite el funcionamiento de la válvula transformando la energía eléctrica en energía mecánica." (Arthos & Montenegro, 2012).

Figura 18

Partes de la Electroválvula



Nota: (Arthos & Montenegro, 2012)

2. 2. 28 Componentes y elementos electro neumáticos

El aire comprimido es una Nota de energía fácilmente disponible y controlable para piezas y máquinas móviles. Además de ser menos riesgosa que otras Notas de energía como la electricidad, el gas o los combustibles líquidos, su producción, almacenamiento y uso son rentables. (Guerrero, 2021).

2. 2. 29 Modos de control en instrumentación

El último actuador o unidad de control tiene múltiples opciones para realizar la calibración. (Gutiérrez & Iturralde, 2017):

- ✓ Se puede abrir o cerrar instantáneamente si es una válvula.
- ✓ Mientras la desviación se mantenga constante, puedes abrir o cerrar la válvula gradualmente.
- ✓ Cuanto más rápida sea la desviación, más podrás abrir la válvula.
- ✓ La válvula puede abrir un número fijo de rotaciones por cada unidad de desviación.

El controlador es quien realiza estos ajustes. Uno o una combinación de los siguientes sistemas de control se utilizan comúnmente en sistemas industriales:

- ✓ De dos posiciones, encendido o apagado (ON-OFF).
- ✓ Proporcional.
- ✓ Proporcional -Integral.
- ✓ Proporcional -Derivativo.
- ✓ Proporcional -Integral -Derivativo.

2. 2. 30 Tipos de control

a) Control on off

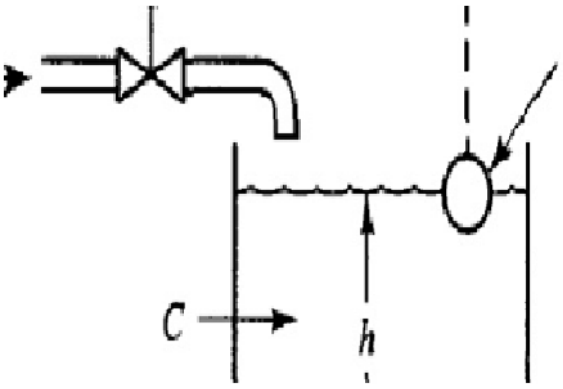
Dos acciones que son encendido/apagado o control de posición.

En un sistema de control de dos posiciones solo hay dos posiciones fijas para el actuador, que a menudo son solo encendido y apagado. En los sistemas de control tanto industriales como residenciales, el control de dos posiciones, a menudo conocido como control de encendido-apagado, se utiliza con frecuencia debido a su asequibilidad y facilidad de uso. (p. 110).

Generalmente, en esta situación se utiliza un dispositivo eléctrico, el regulador de dos posiciones, Existen varias aplicaciones para las válvulas solenoides accionadas por solenoide. Un controlador neumático proporcional de ganancia muy alta es otro tipo que funciona de manera similar a un controlador de dos posiciones y a veces se lo denomina controlador neumático de dos posiciones. Este es un ejemplo de un sistema de control de fluido que está sujeto a una acción reguladora. (Gutiérrez & Iturralde, 2017, p. 111).

Figura 19

Modo on-off



Nota: (Gutiérrez & Iturralde, 2017, p. 111)

b) Proporcional P

Acción en control proporcional Cuando un controlador tiene acción de control proporcional, la señal de error e(t) y la salida del controlador u(t) tienen la siguiente relación:

Ut = kpet, o U(s) = KpE(s) en términos de la transformada de Laplace, es la ecuación que caracteriza cómo opera el controlador proporcional, donde Kp Corresponde a la ganancia proporcional independiente de la mecánica subyacente y del mecanismo de potencia. El controlador proporcional funciona de manera similar a un amplificador ajustable. Con la excepción del controlador de dos estados mencionado anteriormente, este tipo de controlador es el más básico.

MT=M+KC*CR*RT-CR O MT=M+KC*ER

DONDE:

M(T) = Salida del controlador, psig o ma

R(T) = Punto de control, psig o ma

C(R) = La señal que se origina en el transmisor es una variable que se controla, ya sea en psig o mA.

E(R) = La diferencia entre la variable controlada y el punto de control se conoce como la señal de error, ya sea psi o ma.

KC = Ganancia del controlador, psi/psi ó ma/ma

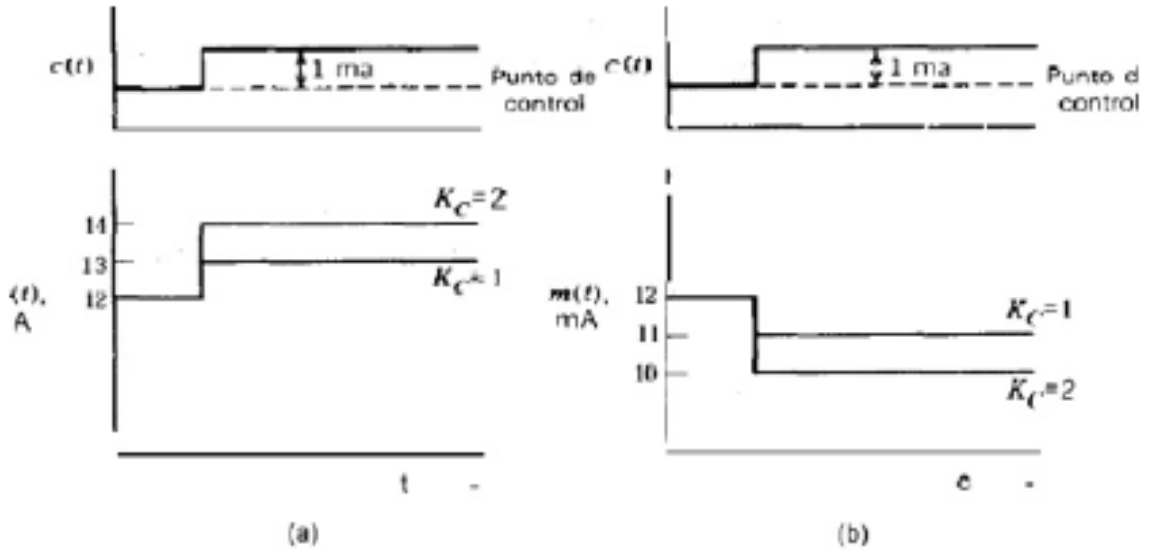
M = Valor base, psig o ma.

Cuando el error es cero, lo que ocurre a menudo durante la calibración del controlador, este valor representa la salida del controlador, escala promedio, se seleccionan 9 psig o 12 ma.

Es un controlador intrigante que actúa a la inversa, por lo que si la variable controlada, El error se vuelve negativo cuando c(f) aumenta por encima del punto de control, r(t), y la salida del controlador, m(t), caerá de acuerdo con la ecuación dada. La asignación de una ganancia de controlador negativa, kc, es una expresión matemática común para el controlador directo. En contraste, los sistemas de control industrial. Se utiliza un selector de avance/retroceso en lugar de una ganancia negativa. Al analizar matemáticamente los sistemas de control que necesitan un controlador de avance, se emplea la ganancia Kc negativa. El error entre el punto de control y la variable controlada es proporcional a la salida del controlador, como podemos ver. y la relación se establece mediante la ganancia del controlador, k. La sensibilidad de este controlador, que se refiere a la cantidad en que cambia la salida del controlador con un cambio específico en el error, se representa gráficamente. (Gutiérrez & Iturralde, 2017, p. 113).

Figura 20

Modo Proporcional



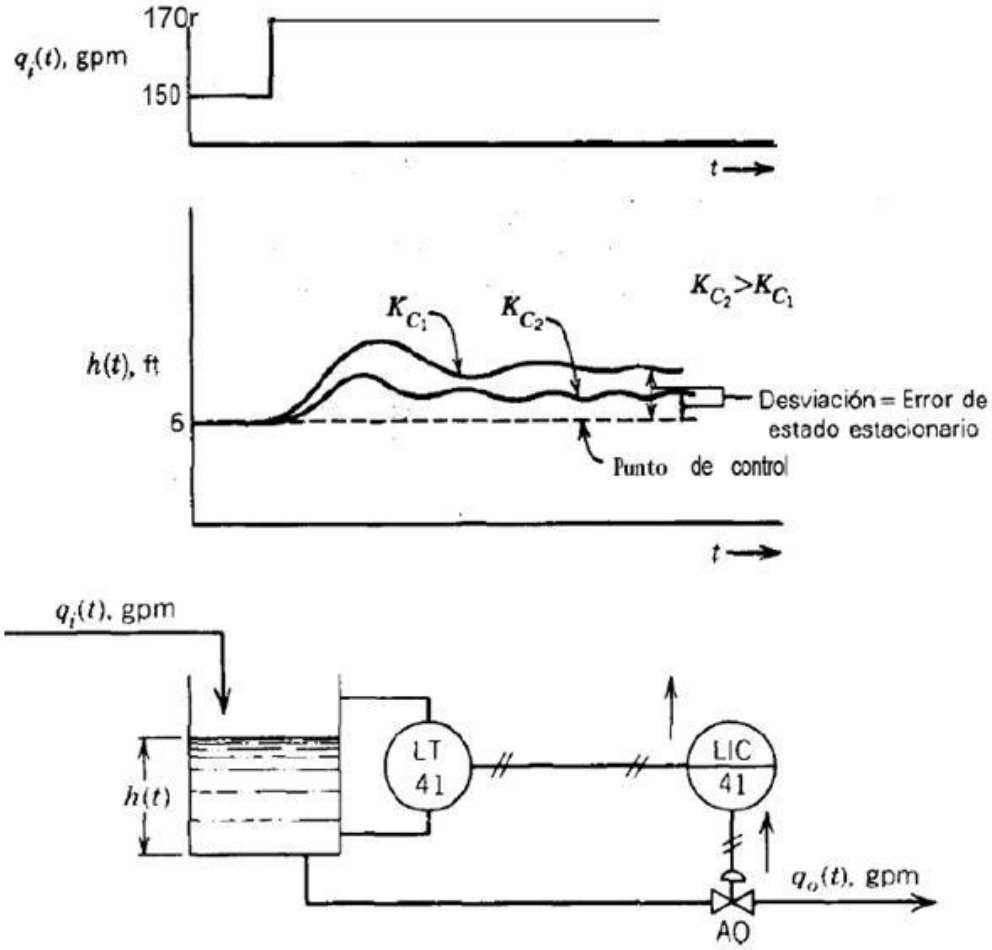
Nota: (Gutiérrez & Iturralde, 2017, p. 113)

Influencia de la salida del controlador en su ganancia. (A) Controlador para relés. Controlador de acción inversa (B). El beneficio de tener un único parámetro de ajuste lo proporciona el controlador únicamente proporcional; Sin embargo, pueden producirse "errores de estado estable" o desviaciones en la variable controlada si se utilizan controladores con ganancias negativas. Observe el circuito de control de nivel que se muestra en la Figura 82 para apreciar visualmente esta variación. Suponga que qi = qo = 150 gpm y h = 6 pies son los parámetros operativos de diseño. Además, supongamos que la presión del aire de salida debe ser de 9 psig para que pasen 150 gpm a través de la puerta. El sistema reaccionará según lo indicado al controlador proporcional si la velocidad de entrada (qi) aumenta.

El controlador restablece la variable a un valor constante, que puede ser o no el mismo que el punto de ajuste; Es la variación entre el punto de ajuste de la variable controlada y el valor en estado estacionario. Dos valores distintos del parámetro de ajuste Kc están representados por las dos curvas de respuesta se desprende que el sesgo disminuye a medida que Kc aumenta, a pesar de que la respuesta del proceso tiende a fluctuar más. Sin embargo, Kc tiene un valor máximo para la mayoría de los procesos; si excede este valor, el proceso se vuelve inestable. La Figura 21 refleja el error de estado estable causado por el sesgo de la señal y el cambio en Kc y kc1 en función del punto de control. (Gutiérrez & Iturralde, 2017, p. 114).

Figura 21

Teoría de control proporcional o acción proporcional.



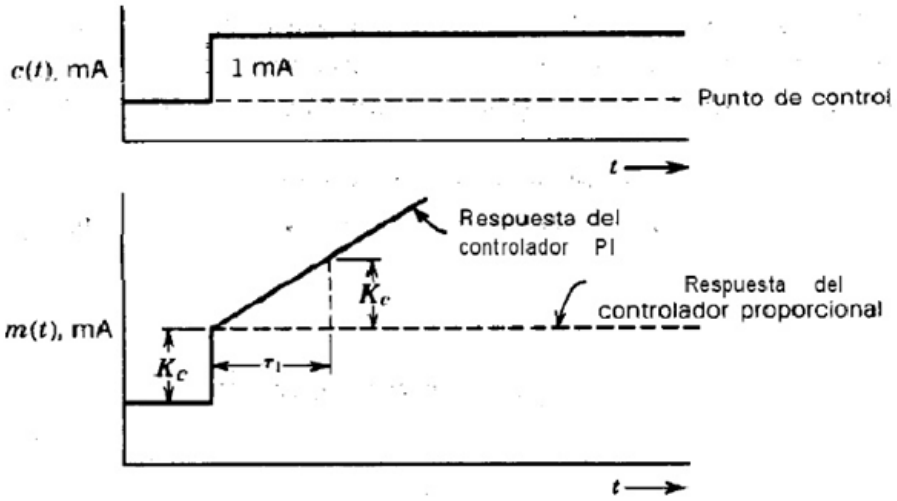
Nota: (Gutiérrez & Iturralde, 2017, p. 114)

c) Proporcional + integral.

La mayoría de los procesos no se pueden controlar mediante compensaciones de sesgo lo que sugiere que el puesto de control es donde deben ser regulados directamente. En estas circunstancias se debe agregar una función inteligente al controlador proporcional para eliminar cualquier discrepancia entre la variable controlada y el punto de ajuste. Este nuevo enfoque de control, que convierte al controlador en un controlador integral proporcional, se denomina acción integral o de reinicio. (PI) (Gutiérrez & Iturralde, 2017).

Figura 22

Mo do proporcional + Integral



Nota: (Gutiérrez & Iturralde, 2017, p. 116)

d) Proporcional + integral + derivativo.

Conocido como acción derivada o derivada de velocidad, ocasionalmente se agrega un tercer modo de control al controlador PI. Al monitorear la tasa de cambio del error, o su derivada, se utiliza principalmente para predecir el comportamiento del proceso. La descripción de este modo de control es la siguiente: (Gutiérrez & Iturralde, 2017):

MT=M+KC*ET+KC*TI*ET*DT+KC*TD*DT

DONDE:

Para establecer un control exitoso, el controlador PID requiere ajustes en tres parámetros: kp o pb, ti o tir y td. TD representa la tasa de cambio en minutos. Fundamentalmente, a diferencia de los otros parámetros que difieren de un fabricante a otro, el parámetro td de la acción derivada tiene las mismas unidades, minutos, en todas las configuraciones. Como se mencionó anteriormente, la acción derivativa permite al controlador "mirar hacia adelante" calculando la derivada del

error, que predice el comportamiento del proceso. La configuración del valor Td controla el alcance de esta capacidad.

Los procesos de constantes de tiempo largas utilizan controladores PID con acción derivativa, como el controlador PID Td Los circuitos de temperatura y los circuitos de concentración son ejemplos comunes.

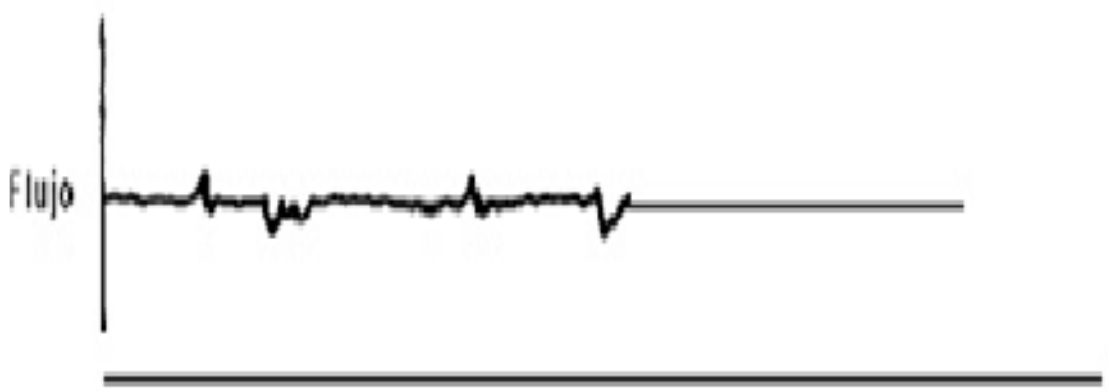
Sin embargo, la acción derivada es menos ventajosa para procesos rápidos que son propensos al ruido de proceso y tienen constantes de tiempo cortas.

Por ejemplo, Los procesos de constantes de tiempo cortas incluyen bucles de control de flujo de líquido y bucles de control de presión.

Es importante destacar que, si hay emisores de ruido, el ruido del proceso a veces puede incluso interrumpir un proceso con una constante de tiempo larga. Antes de emplear el método controlado en tales circunstancias, se deben abordar y resolver los problemas de emisión de ruido.

Figura 23

Registro de un circuito de flujo



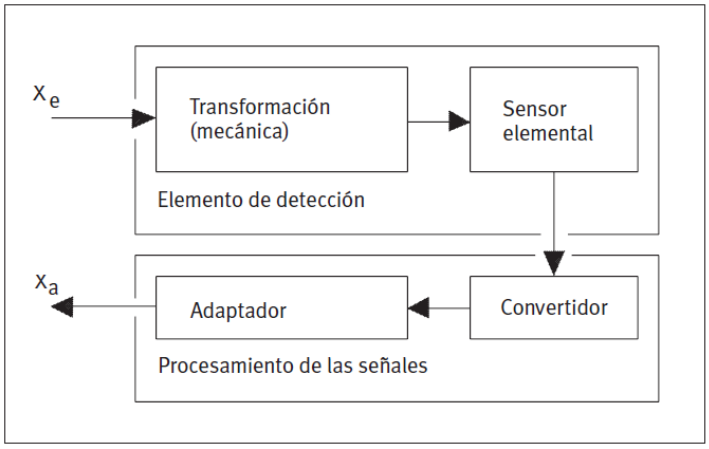
Nota: (Gutiérrez & Iturralde, 2017, p. 118)

2. 2. 31 Sensores y Actuadores

"Los sensores son dispositivos que traducen atributos físicos en señales eléctricas; el tipo de sensor a utilizar está determinado por el atributo físico que se debe medir". (Córdova, 2013).

Figura 24

Funcionamiento de un sensor



Nota: (Córdova, 2013)

La figura 26 ilustra un diagrama que describe el funcionamiento general de un sensor. En términos generales, antes de enviar los datos a un sistema de ejecución con actuadores, se necesita algún tipo de procesamiento de señales, también conocido como procesamiento front-end. Utilizando una variedad de principios físicos, la función principal del sensor es realizar la primera conversión de señal.

2. 2. 32 Tipos de Sensores

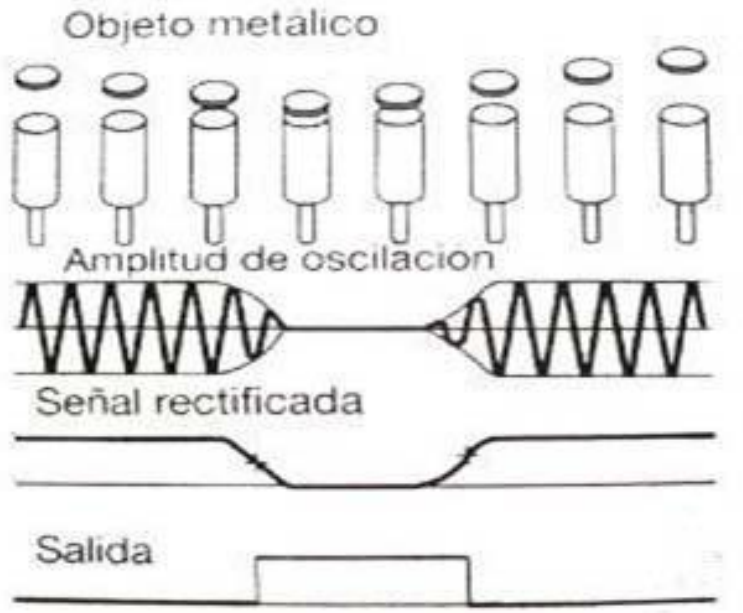
Se pueden utilizar varios tipos de sensores según la sustancia o el proceso que se quiera automatizar. Entre los muchos tipos diferentes de sensores disponibles en el mercado se encuentran:

- **Sensores Inductivos**

Tal como se representa en la Figura 27, Cuando se utiliza una cierta cantidad de corriente, el oscilador incorporado dentro del sensor de proximidad inductivo comienza a oscilar. Como consecuencia de ello se crea un campo alterno de alta frecuencia significativo. (Córdova, 2013).

Figura 25

Sensor Inductivo



Nota: (Córdova, 2013)

Cuando algo metálico entra en esta región (no tiene por qué ser ferromagnético), En el objeto que se opone al campo eléctrico, se forma una corriente eléctrica. En consecuencia, la cantidad de corriente utilizada disminuye. Al proporcionarnos información útil, esta caída de corriente nos permite realizar una serie de mediciones y controles, Por ejemplo, averiguar dónde está algo o calcular su velocidad y revoluciones.

Ventajas:

- ✓ El objeto no está en contacto.

- ✓ Están protegidos del desgaste.
- ✓ No requiere mantenimiento.
- ✓ El detector reacciona de manera rápida y clara.
- ✓ Insensibles a los golpes, a las vibraciones y al polvo.
- ✓ Adaptable a una amplia gama de sustancias.
- ✓ Son de tamaño pequeño.
- ✓ Es posible instalarlo en cualquier lugar.

Desventajas:

- ✓ Está limitado a medir distancias pequeñas.
- ✓ Está limitado a medir velocidades de hasta 50,000 rpm.

Usos:

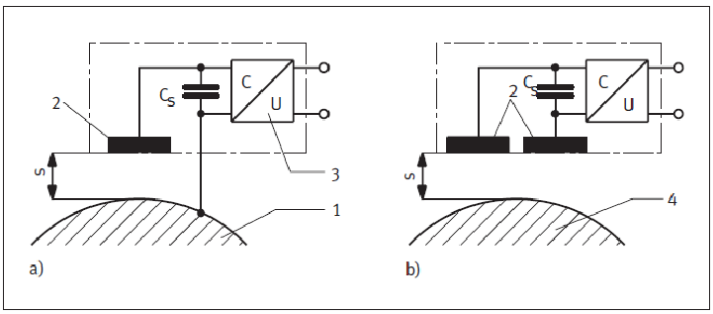
Debido a su durabilidad y adaptabilidad, los sistemas de fabricación automatizados son ideales para su utilización. Estos sensores son muy efectivos y requieren un mantenimiento mínimo. Para facilitar la instalación, normalmente vienen con un cable que mide cosas como la velocidad y la distancia. En el sector industrial, una línea de montaje de componentes metálicos puede ser un ejemplo potencial, donde se utilizan sensores táctiles para determinar si se recogió el objeto incorrecto o si falta algún componente. (Córdova, 2013).

- **Sensor Capacitivo**

"Es posible detectar objetos conductores o dieléctricos con sensores de proximidad capacitivos, que funcionan de manera similar a un condensador". (Córdova, 2013).

Figura 26

Principio De Funcionamiento Del Sensor Capacitivo



Nota: (Córdova, 2013)

La figura 26 proporciona una ilustración de cómo funcionan estos sensores.

En este caso, se mide la distancia "s". La distancia máxima de conmutación que estos sensores pueden alcanzar es de aproximadamente 60 mm. Los sensores capacitivos son especialmente útiles para medir el desplazamiento con precisión. Cuando se trata de sensores de construcción tubular, los desplazamientos detectables pueden alcanzar hasta dos metros.

Funcionamiento:

Tanto los materiales metálicos como los no metálicos, tanto líquidos como sólidos, pueden alterar el campo eléctrico en el área de detección, algo que los sensores capacitivos pueden detectar. La constante dieléctrica y la conductividad eléctrica de estos materiales son particulares. El sensor produce un campo eléctrico estático a través del oscilador detrás del electrodo base. Mediante la detección y análisis de los cambios de campo durante el ciclo de encendido y apagado de este oscilador, podemos obtener información precisa sobre el objeto en cuestión. (Córdova, 2013).

Ventajas:

- ✓ Alta estabilidad con respecto a la temperatura.

- ✓ Capacidades mejoradas de identificación de reservas funcionales.
- ✓ Inmunidad a choques, vibraciones, polvo e interferencias electromagnéticas (como las de un teléfono celular).
- ✓ Están protegidos del desgaste.
- ✓ El mantenimiento no es necesario.
- ✓ Resistentes a una variedad de productos químicos.
- ✓ Tienen un tamaño pequeño.
- ✓ Se puede instalar en cualquier lugar.

Desventajas:

La capacidad de identificar depósitos de humedad y suciedad en la cara del sensor es una desventaja del concepto capacitivo. Debido a que tienen un efecto aislante, la presencia de agua, aceite o polvo podría provocar errores. Una medición de la distancia total que sea menor que la distancia real podría ser el resultado de la inexactitud en tales circunstancias.

El uso de sensores capacitivos con electrodos compensadores resuelve este problema Esto generalmente evita cambios incorrectos

Aplicaciones:

Los sensores capacitivos son excelentes para su uso en sistemas de fabricación automatizados, al igual que los sensores táctiles. Estos detectores normalmente vienen acompañados de una rosca que facilita la instalación. Se emplean frecuentemente en procedimientos automatizados para encontrar niveles y/o presencia de líquidos. determinar si hay polvo en las cosas y detectar sólidos. Sensor de Proximidad Fotoeléctrico

Los sensores fotoeléctricos pueden utilizar luz infrarroja o del espectro visible para determinar la posición de un objeto. Dado que pueden detectar materiales como el vidrio, estos sensores son particularmente útiles para identificar cosas no metálicas entre muchos otros propósitos, como confirmar la presencia de piezas o verificar los niveles de llenado, y siempre se están desarrollando nuevas aplicaciones para estos dispositivos. (Córdova, 2013).

Sin embargo, hay que tener en cuenta que los sistemas ópticos son propensos a la humedad y la suciedad. Para ofrecer información sobre su estado operativo y capacidad de recepción, los detectores más sofisticados de este tipo están equipados con un sistema indicador de reserva operativa.

- **Sensores Fotoeléctricos Directos**

Como se ve en la figura 29, Junto con el receptor, el transmisor está integrado dentro del sensor y emite un flujo de luz modulado. Cuando un objeto se encuentra en el camino de esta luz, parte de la luz emitida se refleja en él y el sensor receptor registra parte de la luz reflejada. La cantidad de luz que un objeto refleja y capta depende de su color, superficie e intensidad. Analizando estos cambios, es posible determinar información específica sobre el objeto en cuestión. (Córdova, 2013).

Figura 27

Sensor Fotoeléctrico Directo



Nota: (Córdova, 2013)

– **Sensores Fotoeléctricos Unidireccionales**

La figura 30 ilustra cómo el transmisor y el receptor se posicionan independientemente en estos sensores. Un objeto colocado en el camino de la luz rompe la barrera creada por la proyección del haz de luz del emisor hacia el receptor. Esta arquitectura permite la detección precisa a largo alcance de objetos brillantes o reflectantes. Es posible ampliar enormemente el rango de detección si la Nota de luz es un láser.

Figura 28

Sensor Fotoeléctrico Unidireccional



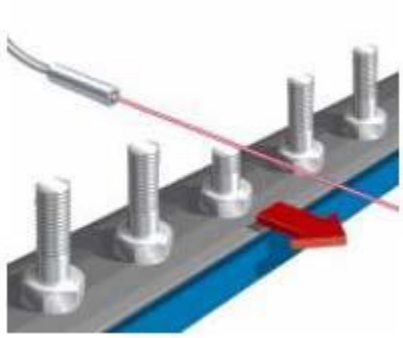
Nota: (Córdova, 2013)

- **Sensores Fotoeléctricos Con Fibra Óptica**

En lugares con espacio limitado, comúnmente se utilizan cables de fibra óptica como el único medio para montar sensores. Es posible operar estos sensores con controladores que utilizan fibras ópticas y polímeros. Para la detección de objetos pequeños, son muy recomendables, como se ve en la Figura.

Figura 29

Sensor Fotoeléctrico Con Fibra Óptica



Nota: (Córdova, 2013)

2. 2. 33 Celdas de carga.

La fuerza de impulso suministrada al sensor se convierte en una señal eléctrica variable y detectable mediante transductores, como celdas de carga. A pesar de la variedad de tipos de sensores, las celdas de carga son los sensores de fuerza variable más utilizados en las operaciones comerciales. (Mettler Toledo, 2023, pág. 2)

Los diseños de celdas de carga se pueden distinguir por el tipo de señal que proporcionan en la salida (eléctrica, neumática o hidráulica) o por cómo utilizan el sensor para detectar el peso (flexión, corte, compresión, tensión, etc.). (Mettler Toledo, 2023)

Figura 30

Celda de carga



Nota: https://www.liderbalancas.com.br/produtos/célula-de-carga-ca/.

2. 3 Definición de términos

Un conjunto de componentes mecánicos y eléctricos denominado sistema de control automático está diseñado para mantener las condiciones deseadas ajustando automáticamente las variables del proceso sin intervención humana continua.

El propósito principal de un dispositivo dosificador es garantizar la precisión y repetibilidad en un proceso suministrando con precisión una cantidad específica de un líquido especificado.

Mezclador de Líquidos: Dispositivos para mezclar muchos líquidos para crear una combinación uniforme., ya sea utilizando técnicas automatizadas, inyección concurrente o agitación mecánica.

Automatización: Utilizar la tecnología para realizar operaciones con poca ayuda de los humanos, Aumentar la precisión, efectividad y seguridad de los sistemas industriales.

La automatización industrial utiliza PLC, que son dispositivos eléctricos. que utiliza programación lógica para proporcionar control de procesos. Se utiliza frecuentemente en sistemas de mezcla y dosificación.

Sensores: Herramientas para medir y detectar factores físicos, incluida la temperatura, la presión, el flujo y el nivel, y transformar estos datos en señales eléctricas que el sistema de control pueda utilizar.

Actuadores: Partes del sistema automatizado, como válvulas, que realizan acciones, en reacción a las entradas del controlador, como bombas o motores.

6. PLC (Controlador Lógico Programable):

Los sistemas de automatización industrial utilizan este dispositivo electrónico para utilizar programas lógicos para controlar procesos.

7. HMI (Interfaz Hombre-Máquina):

Software o hardware que permite la comunicación entre el sistema automatizado y su operador humano, Proporcionar información pertinente sobre el proceso y permitir el control sobre el mismo.

8. Automatización industrial:

Utilizar sistemas y tecnología automatizados para gestionar procesos y máquinas industriales con el fin de aumentar la productividad, la seguridad y la calidad.

9. Proceso de dosificación:

proceso controlado mediante el cual se suministran cantidades precisas de uno o más líquidos según pautas predeterminadas.

10. Interfaz de usuario:

El operador interactúa con esta parte del sistema para vigilar y gestionar el funcionamiento del dispensador y del mezclador.

CAPITULO III

METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

3. 1 Método de investigación

Este estudio empleó una metodología de investigación cuantitativa, porque su objetivo principal es medir los factores técnicos y físicos asociados a la dosificación y mezcla de líquidos mediante un sistema de control automatizado. De igual manera, debido a que su objetivo es construir e implementar una solución tecnológica para abordar una problemática particular del ámbito industrial de la región Puno, se considera como investigación aplicada.

Dado que se crea un prototipo funcional y se prueba para determinar su rendimiento en diversos entornos operativos, el método es experimental.

3. 2 Tipo de investigación

El estudio tiene como objetivo aplicar los conocimientos teóricos en un entorno del mundo real, lo que lo convierte en un tipo de investigación aplicada, llenar un vacío en las operaciones industriales o semiindustriales del área.

Además, se califica como investigación aplicada, En la región Puno, se pretende abordar una problemática práctica particular que enfrenta el sector, desarrollando una solución tecnológica concreta.

3. 3 Nivel de investigación

Debido a la manipulación intencional de variables independientes (como el caudal del líquido o la duración de la mezcla), el nivel de investigación es experimental para ver cómo se ven afectadas las variables dependientes (precisión de dosificación, homogeneidad de la mezcla, tiempos de operación, etc.).

3. 4 Ámbito de la investigación

Alcance geográfico: El estudio se realiza teniendo en cuenta las condiciones y características industriales de la región Puno, concentrándose en configuraciones de fabricación locales que requieren la mezcla y dosificación de líquidos.

Ámbito temporal: El año 2025 se utilizó para el desarrollo, implementación y certificación del sistema.

Ámbito social: El público objetivo son las pequeñas y medianas empresas locales que necesitan tecnología a precios razonables para mejorar sus procedimientos productivos en la dosificación y mezcla de líquidos, aplicables a sectores como el alimentario, el químico y el agroalimentario.

3. 5 Población y muestra

Población: Consiste en todos los procedimientos de dosificación y mezcla de líquidos que se realizan de forma manual o parcialmente automática en las pequeñas y medianas empresas (PYMES) del sector industrial de la región de Puno.

Muestra: Las pruebas del sistema de dosificación automatizado se realizarán en la misma área que la implementación empleada en este proyecto.

3. 6 Técnicas e instrumentos

La recolección de datos se realizó utilizando los siguientes métodos y herramientas:

Técnicas:

- Observación directa del proceso
- Pruebas de funcionamiento del sistema automatizado.
- Medición de variables técnicas (tiempo de mezcla, cantidad dosificada, precisión de sensores).

Instrumentos:

- Hojas de registro técnico.
- Cronómetro digital.
- Interfaz HMI
- Sensores capacitivos y celda de peso

Tabla 2

Tecinas e instrumentos

1. TÉCNICAS	2. INSTRUMENTOS	3. VALIDACIÓN
Observación: Realizar observaciones directas en la implementación de un sistema de control automático para un dosificador y mezclador de líquidos para evaluar las condiciones en las que operan.	Ficha de observación	Por asesor especialista
Medición: Mediciones de la dosificación.	Instrumentos sensores capacitivos y sensores de peso.	

Nota: Elaboración propia

3. 7 Recogida de datos

Para recopilar datos se utilizaron sensores de medición de nivel capacitivos y de celdas de carga que estaban vinculados al sistema de control automatizado. Como resultado, se pudo medir con precisión el volumen dosificado en cada ciclo. Mediante un temporizador digital integrado en el controlador, también se registraron los tiempos de operación de las etapas de dosificación y mezcla. Además, se realizaron pruebas de validación contrastando el sistema automatizado con un sistema manual, analizando métricas como el tiempo total de operación, la precisión del volumen dosificado y el recuento de errores del proceso.

Diagnóstico inicial: Observación y documentación del sistema.

La instalación de hardware (PLC, sensores, actuadores) y la programación del sistema son pasos en la implementación del sistema de control de automatización.

Pruebas y evaluación: Para monitorear los factores operacionales y recopilar datos cuantitativos que faciliten el proceso de automatización, se realizaron experimentos controlados.

Tabla 3

Recogida de datos

Variable	Tipo de dato	Unidad / Descripción
Volumen dosificado	Cuantitativo	mL L
Tiempo de mezcla	Cuantitativo	Segundos / minutos
Precisión del sistema	Cuantitativo	% de error respecto al volumen objetivo

Variable	Tipo de dato	Unidad / Descripción
Tipo de líquido mezclado	Cualitativo	Agua
Fallos del sistema	Cualitativo	Descripción de errores / fallos
Parámetros del controlador	Cuantitativo	Tiempos de respuesta

Nota: Elaboración propia

CAPITULO IV

ANÁLISIS DE RESULTADO Y DISCUSION

4. 1 Presentación

El propósito del programa es utilizar bombas, válvulas, temporizadores y fórmulas matemáticas para regular el llenado proporcional de un tanque o recipiente. Además, se controla un agitador que funciona según tiempos específicos. En el sistema se utilizan una bomba de medio hp y un motor de un cuarto de hp para mezclar, agitar y controlar la apertura y el cierre de las válvulas.

Figura 31

Imagen del proyecto realizado



Nota: Elaboración propia

4. 1. 1 Selección de sensores

Se eligió un sensor capacitivo de salida digital tipo PNP que fue montado externamente y alimentado por 24 V CC., Tiene un rango de detección de hasta 10 mm ya que puede identificar líquidos a través de las paredes plásticas del tanque del dispensador. Con su protección IP67, se garantiza que este sensor será confiable en entornos industriales y resistente a la humedad.

Tabla 4

Característica del sensor capacitivo

Característica	***Especificación***
Tipo de sensor	*Capacitivo de montaje externo*
Función	*Detección de nivel de líquido sin contacto directo*
Rango de detección	*Hasta 10 mm (a través de plástico)*
Tipo de salida	*Digital PNP (positivo)*
Voltaje de alimentación	*10 V – 30 V DC (típicamente 24 V DC)*
Tiempo de respuesta	*≤ 10 ms*
Protección	*IP65 o superior (resistente al agua y polvo)*
Temperatura de trabajo	*-10 °C a +60 °C*
Indicador visual	*LED de estado integrado*
Montaje	*Externo sobre superficies plásticas*
Ajuste de sensibilidad	*Manual o automático (según el modelo)*
Compatibilidad química	*Alta (sin contacto con el líquido)*

Nota: Elaboración propia

Para el sistema automático de dosificación y mezcla de líquidos se eligió una celda de carga tipo Single Point con una capacidad nominal de 20 kg, Esto permite pesar con precisión el recipiente y el líquido que contiene, incluyendo un tampón de seguridad. Esta decisión se tomó después de un examen técnico que tuvo en cuenta la precisión y la capacidad de carga, simplicidad de instalación y compatibilidad del sistema de control.

La variedad de punto único fue seleccionada debido a su pequeño tamaño, alta sensibilidad (2,0 mV/V), Fuerte estabilidad de medición estática y capacidad de mantener lecturas constantes incluso cuando el peso no está centrado correctamente. Además, su nivel de protección IP65 y su construcción en aluminio o acero inoxidable garantizan un funcionamiento confiable en situaciones propensas a derrames o humedad, típicas en los procedimientos de dosificación de líquidos.

El amplificador de señal HX711 y la celda de carga son compatibles desde la perspectiva de la integración electrónica, Facilita la comunicación con Arduino y otros microcontroladores, permitiendo que el sistema de control automático utilice señales de peso después de que hayan sido procesadas digitalmente.

Tabla 5

Características del sensor celda de carga

Parámetro	***Valor Recomendado***
Capacidad nominal	*20 kg*
Tipo de salida	*Señal analógica (mV/V)*
Sensibilidad	*~2.0 mV/V*
Voltaje de excitación	*5V a 12V DC (usualmente 5V o 10V, compatible con ADC o amplificador HX711)*
Precisión	*< ±0.03 % FS (full scale)*
Material	*Aluminio o acero inoxidable*
Grado de protección IP	*IP65 o superior*
Temperatura de operación	*-10 °C a +40 °C (puede variar)*
Dimensiones	*Compactas, según espacio disponible*
Montaje	*Con tornillos, sobre superficie plana*

Nota: Elaboración propia

4. 1. 2 Programación del sistema de control.

Descripción por bloques (segmentos)

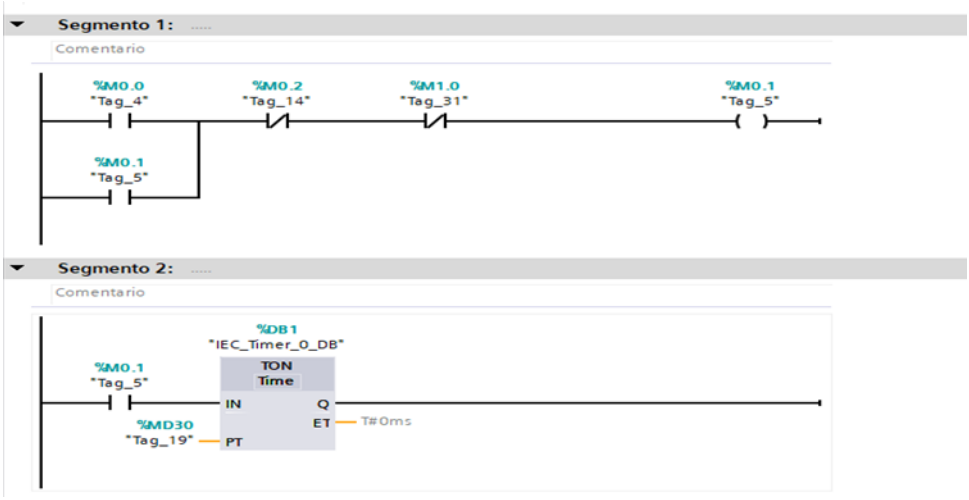
Segmentos 1–2: Entradas, variables y temporizador

• Se usan marcas como %M0.0, %M0.1... para activar funciones.

• Se activa un temporizador TON (IEC_Timer_0_DB) con %M0.1.

Figura 32

Programación de las entradas de las variables



Nota: Elaboración propia

Segmento 3: Escalado

• Para valores entre 0 y 32400, se realiza una conversión (SCALE_X) de valores enteros a valores reales.

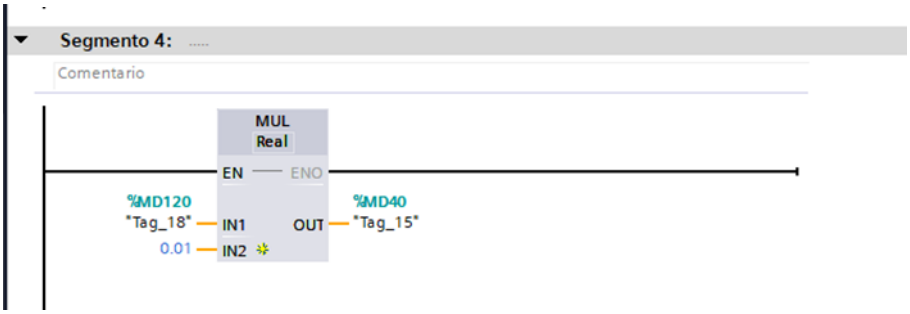
• El nivel de llenado, por ejemplo, está representado por este valor proporcional.

Segmento 4: Multiplicación

• El valor proporcional se escala multiplicando el resultado anterior por 0,01.

Figura 33

Escalamiento de las variables



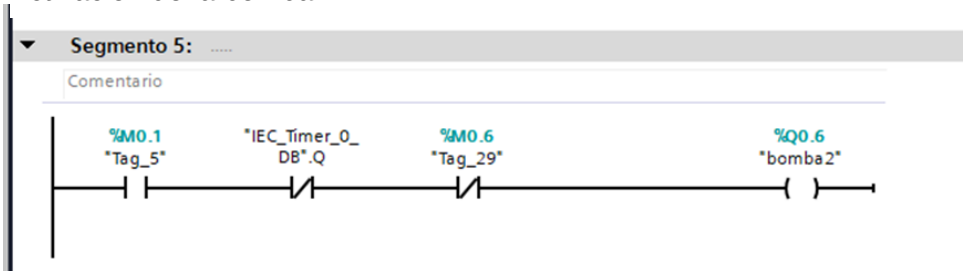
Nota: Elaboración propia

Segmento 5: Activación de bomba2

• El temporizador y %M0.1 deben cumplirse para que se active la Bomba2 (%Q0.6)

Figura 34

Activación de la bomba



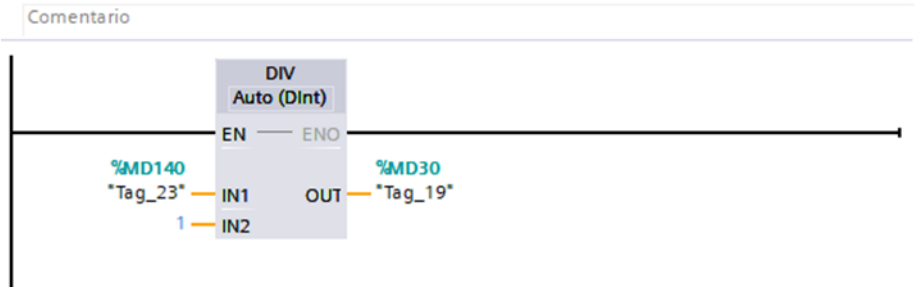
Nota: Elaboración propia

Segmento 6: División

• Calcular proporcionalmente para obtener un valor del resultado escalado y calcular un tiempo de ejecución basado en el porcentaje.

Figura 35

Cálculo proporcional para obtener un valor



Nota: Elaboración propia

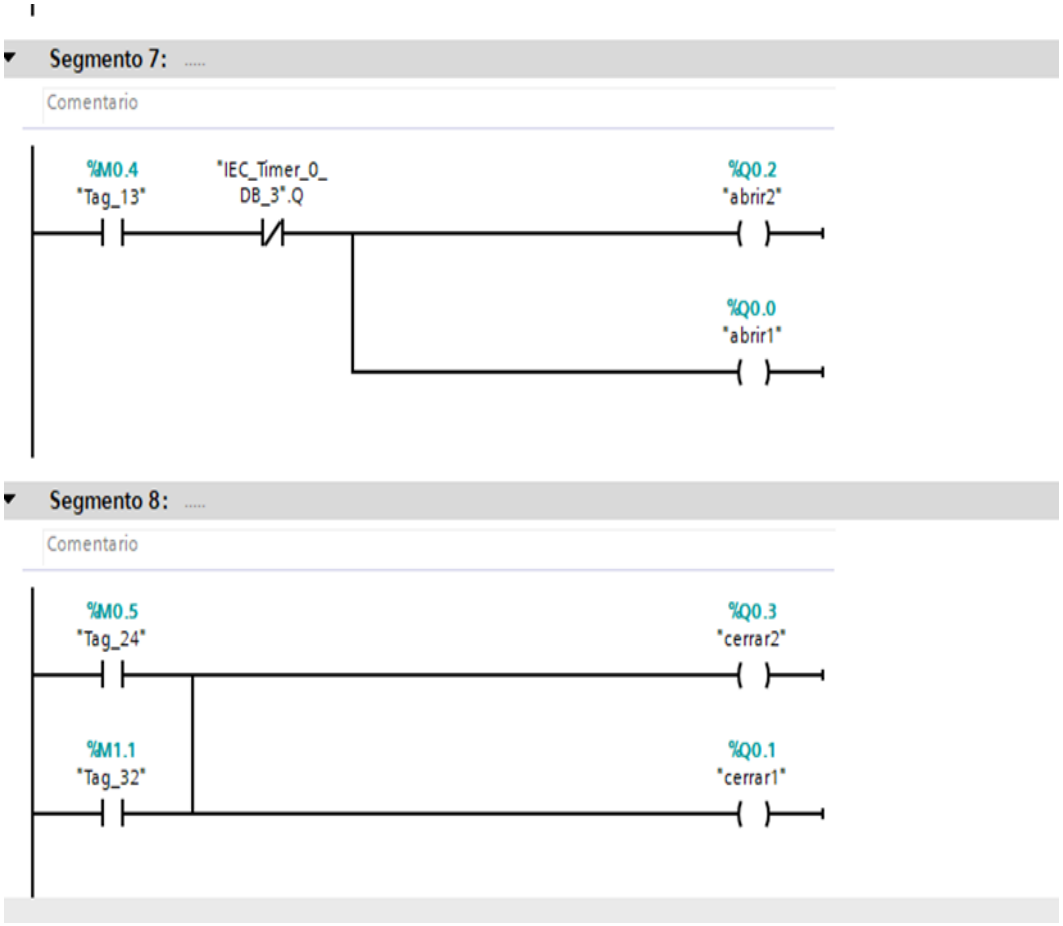
Segmentos 7–8: Válvulas

• Control de válvulas de apertura y cierre (abrir1, abrir2, cerrar1, cerrar2).

• Dependen de marcas internas (%M0.4, %M0.5, etc.).

Figura 36

Control de válvulas de apertura y cierre



Nota: Elaboración propia

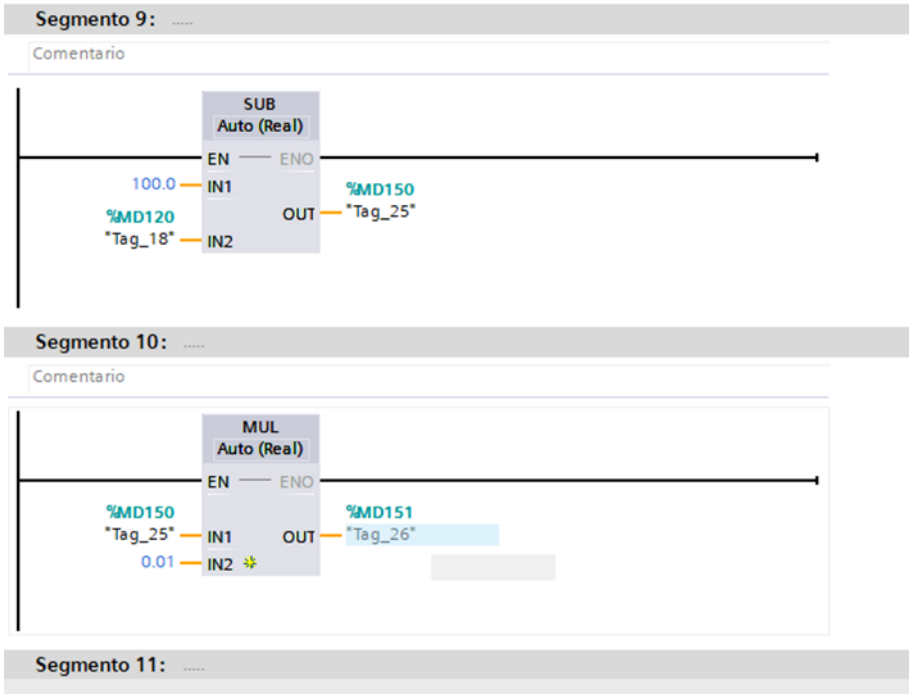
Segmentos 9–12: Segundo cálculo proporcional

• Se resta el valor de llenado (100 - nivel) para obtener lo que falta llenar.

• Se produce una segunda proporción para la bomba 1 después de que se escala y se divide una vez más.

Figura 37

Segundo cálculo proporcional de llenado



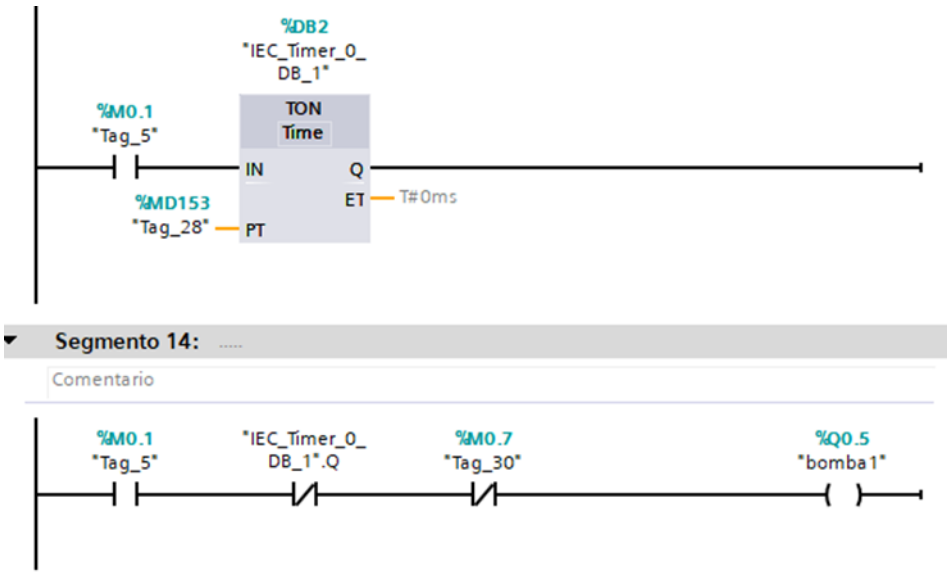
Nota: Elaboración propia

Segmentos 13–14: Activación de bomba1

• Activación de bomba1 (%Q0.5) si el temporizador lo permite.

Figura 38

Activación de bomba1



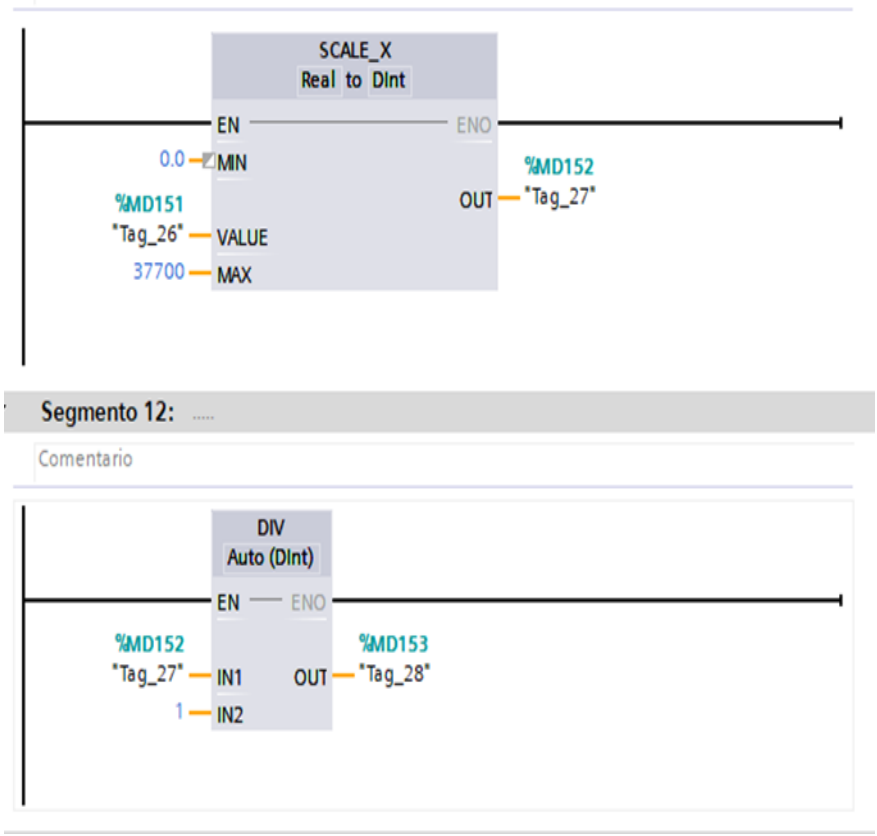
Nota: Elaboración propia

Segmentos 15–16: Comparación de tiempos

• Se comparan los tiempos generados (%MD30, %MD153) con tiempos definidos (T#3.30S, T#5.80S) para activar Tag_29 y Tag_30.

Figura 39

Comparación de tiempos



Nota: Elaboración propia

Segmentos 17–21: Control del agitador

• Se manejan varios temporizadores encadenados para:

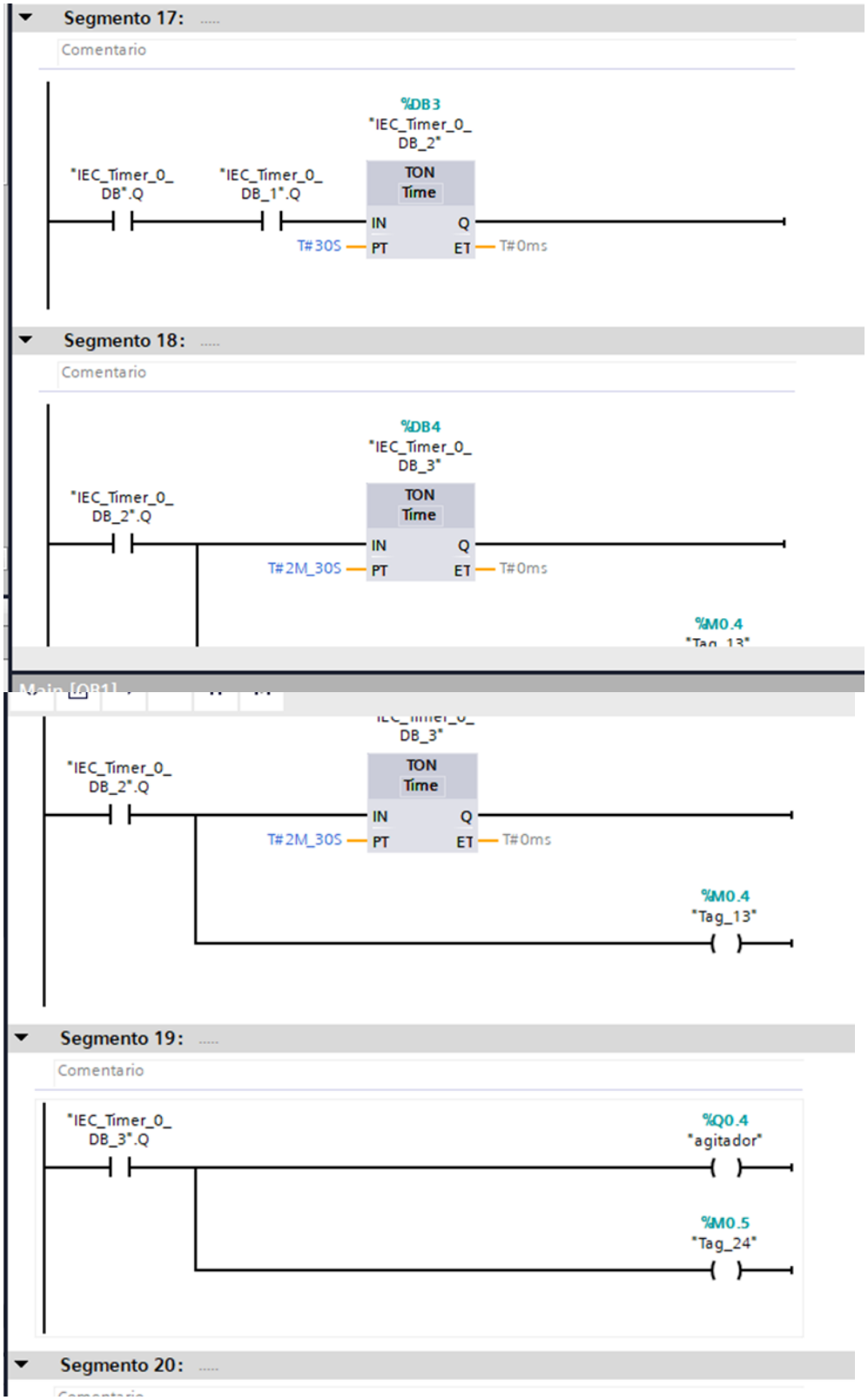
o Esperar 30 segundos.

o Luego, esperar 2 minutos y 30 segundos.

o Finalmente activar el agitador (%Q0.4) por 30 segundos.

Figura 40

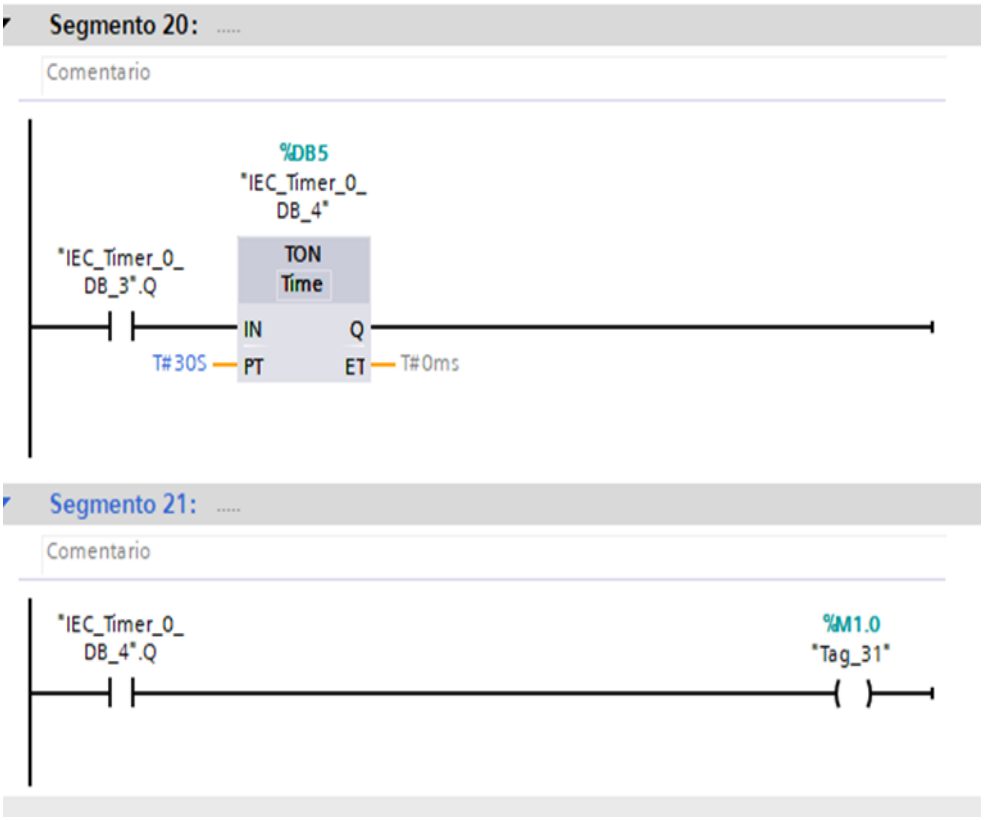
Control del agitador



Nota: Elaboración propia

Figura 41

Activación del control del agitador



Nota: Elaboración propia

4. 1. 3 Resumen general del funcionamiento del programa

Procedimiento cíclico (OB1), el software en cuestión está escrito en lenguaje KOP (ladder/LAD) del TIA Portal. Su objetivo es automatizar un sistema de llenado proporcional de dos bombas, temporizadores (TON), apertura y cierre de válvulas, cálculos matemáticos y comparaciones, además de controlar un agitador según secuencias de tiempo.

Todo el sistema está configurado para llenar un tanque según un cierto porcentaje, llenar y mezclar con precisión los dispositivos durante un tiempo predeterminado.

4. 1. 4 Ciclo de funcionamiento por etapas

a) Cálculo de llenado proporcional

El bloque SCALE_X se utiliza para convertir un valor proporcionado por la HMI en un valor real. Este bloque representa la cantidad de llenado deseada en mililitros.

Para ajustar el rango del sistema, esta cantidad se multiplica por 0,01.

Posteriormente, El tiempo de llenado proporcional se determina realizando una división. Un temporizador utiliza este resultado como entrada después de haberlo guardado. TON.

b) Activación de bomba2

IEC_Timer_0_DB. Q es el punto del temporizador principal si la condición de inicio (%M0.1) es verdadera. La bomba 2 está operativa, como lo indica el hecho de que está activa (%Q0.6) y qué %M0.6 está marcado (Tag_29).

c) Control de válvulas

Las siguientes marcas internas se utilizan para manejar dos señales de apertura de válvula (abrir1 y abrir2) y dos señales de cierre de válvula (cerrar1 y cerrar2): O, por ejemplo, Las válvulas se abren cuando %M0.4 y un temporizador designado están activos. Alternativamente, %M0.5 y %M1.1 se cierran si están activos.

d) Segundo cálculo proporcional (complementario)

Para obtener el 100% de relleno, el algoritmo determina qué falta.

Para determinar un nuevo tiempo proporcional, este nuevo valor se multiplica una vez más por 0,01 y luego se escala y se divide.

e) Con este tiempo actualizado se configura un segundo temporizador y luego se activan la bomba 1 (%Q0.5) y otra etiqueta (%M0.7 / Tag_30).

f) Comparaciones de tiempos

Se realiza una comparación si el tiempo calculado (de llenado) es menor o igual a valores fijos específicos (por ejemplo, 3,30 s, 5,80 s). En tal caso, la activación de las bombas es posible gracias a la activación de marcas como %M0.6 o %M0.7.

g) Control de agitación

Una vez que las bombas han operado:

1. Se inicia un temporizador de 30 segundos.

2. Luego un temporizador de 2 minutos y 30 segundos.

3. Finalmente, se activa el agitador (%Q0.4) por 30 segundos usando un nuevo temporizador.

Esto garantiza que, después del llenado, el contenido del tanque esté completamente mezclado.

Componentes clave

Nombre del Tag	Dirección	Función
bomba1	%Q0.5	Activa la bomba 1 (llenado complementario)
bomba2	%Q0.6	Activa la bomba 2 (llenado principal)
abrir1, abrir2	%Q0.0, %Q0.2	Válvulas para apertura
cerrar1, cerrar2	%Q0.1, %Q0.3	Válvulas para cierre
agitador	%Q0.4	Activa el agitador del tanque

IEC_Timer_0_DB ... DB5 %DB1 a %DB5 Temporizadores TON que controlan distintas fases

Tag_15, Tag_18, Tag_19, etc. %MD40, %MD120, %MD30, etc.

Cálculo de valores intermedios de tiempo y proporción

4. 1. 5 Ventajas del sistema

Permite llenar el tanque con precisión en proporción a la cantidad necesaria.

Usa dos bombas para distintos niveles o fases del llenado.

Controla válvulas de entrada y salida para el flujo de líquido.

Agita el contenido después del llenado, mejorando la mezcla del producto.

4. 2 Programación del sistema de monitoreo

Figura 42

Programación del sistema de monitoreo



Nota: Elaboración propia

Figura 43

Visualización del sistema de dosificado HMI



Nota: Elaboración propia

4. 2. 1 Pruebas de funcionamiento del sistema

Figura 44

Pruebas de componentes utilizados



Nota: Elaboración propia

Figura 45

Ajuste de componentes



Nota: Elaboración propia

Figura 46

Sistema de dosificado



Nota: Elaboración propia

Figura 47

Medición del nivel a través del sensor capacitivo



Nota: Elaboración propia

Figura 48

Medición del nivel a través del sensor celda de carga



Nota: Elaboración propia

Figura 49

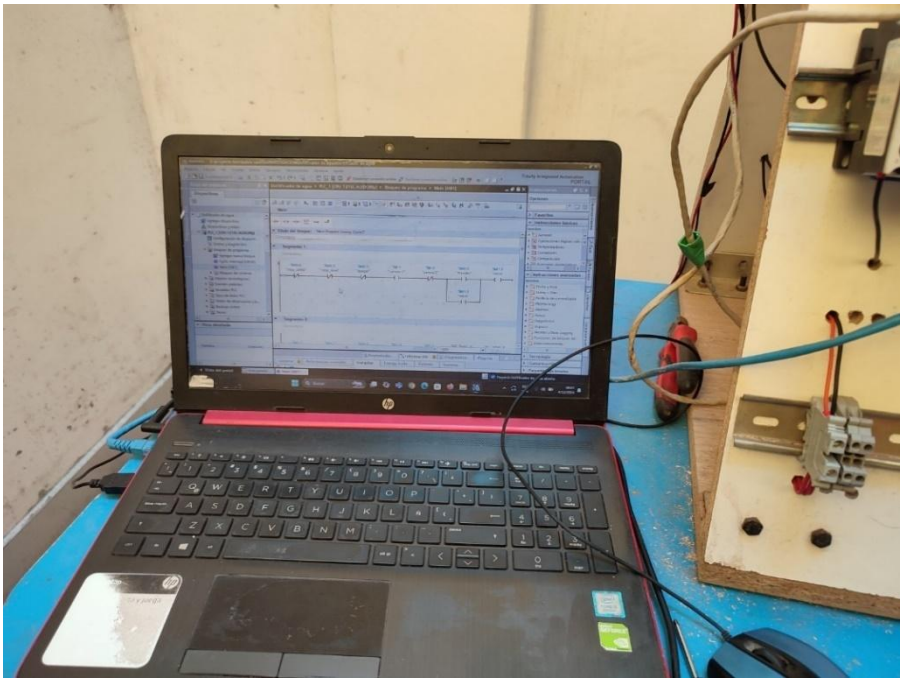
Sistema de mezclado



Nota: Elaboración propia

Figura 50

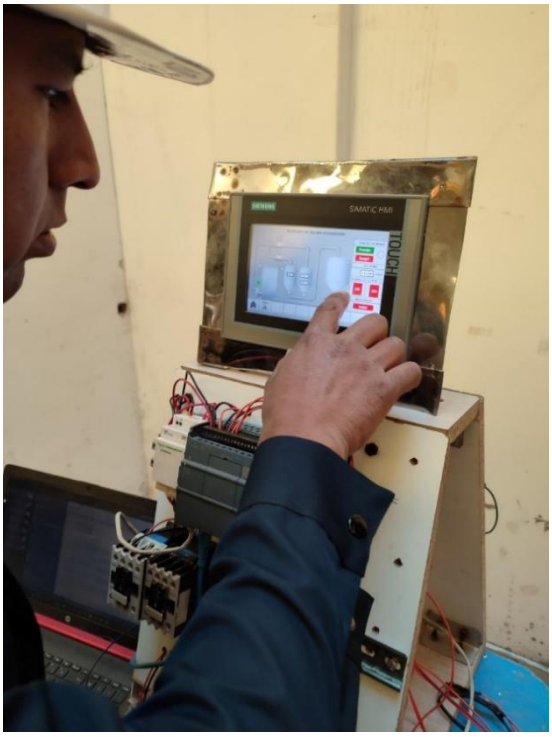
Programación del sistema



Nota: Elaboración propia

Figura 51

Ingreso de valores para las pruebas



Nota: Elaboración propia

Figura 52

Pruebas de funcionamiento



Nota: Elaboración propia

4. 3 Pruebas y resultados

- **Pruebas sensor capacitivo**

Figura 53

Primera prueba llenado de 2 litros (sensor digital)



Nota: Elaboración propia

Figura 54

Tiempo de llenado (1litro) 15 seg.



Nota: Elaboración propia

Figura 55

Tiempo de vaciado (1litro) 8 seg.



Nota: Elaboración propia

Figura 56

Segunda prueba llenado de 3 litros (sensor capacitivo)



Nota: Elaboración propia

Figura 57

Tiempo de llenado (1litro) 15 seg.



Nota: Elaboración propia

Figura 58

Tiempo de vaciado (1litro) 8 seg.



Nota: Elaboración propia

- **Pruebas con el sensor de celda de carga**

Figura 59

Primera prueba llenado de 1 litro (sensor analógico)



Nota: Elaboración propia

Figura 60

Tiempo de llenado (1litro) 16 seg.



Nota: Elaboración propia

Figura 61

Tiempo de vaciado (1litro) 8 seg



Nota: Elaboración propia

Figura 62

Segunda prueba de llenado de 2 litros (sensor analógico)



Nota: Elaboración propia

Figura 63

Tiempo de llenado (1 litro) 16 seg.



Nota: Elaboración propia

Figura 64

Tiempo de vaciado (1 litro) 8seg.



Nota: Elaboración propia

4. 4 Análisis de los resultados obtenidos

Para implementar los métodos indicados anteriormente, se utilizaron las siguientes herramientas:

Para el efecto de registrar los valores (tiempos, volúmenes, errores, etc.) obtenidos durante las pruebas, existen casas de registro técnico.

Cronómetro digital: Para calcular con precisión la duración de la mezcla y la dosificación

Sensores de nivel capacitivo: Para confirmar el contenido líquido del sistema tanto antes como después del procedimiento.

Sensores de celda de carga: Para confirmar el contenido líquido del sistema tanto antes como después del procedimiento.

La interfaz hombre-máquina, o HMI, se utiliza para registrar datos operativos y monitorear el sistema en tiempo real.

- **Resultados de las Pruebas Técnicas**

Utilizando volúmenes de líquido de 500 ml, 1000 ml y 1500 ml, se realizaron diez pruebas de dosificación y mezcla. A continuación, se muestra una sinopsis de los hallazgos.

Tabla 6

Resultados técnicos de pruebas del sistema

N.º	Volumen Programado (ml)	Volumen Real (ml)	Error (%)	Tiempo de Mezcla (s)	Observaciones
1	1000	995	0.50%	20	Funcionamiento estable
2	1000	990	1.00%	21	Pequeña variación
3	500	498	0.40%	15	Precisión aceptable
4	1500	1485	1.00%	25	Flujo constante
5	1000	1002	0.20%	20	Excelente precisión
6	1500	1490	0.67%	24	Sin incidencias
	...	...	...	...	...

Nota: Elaboración propia

El margen de error promedio del sistema es inferior al 1%, según los datos, lo que es adecuado para procedimientos de dosificación industriales. Dependiendo del volumen dosificado, el tiempo de mezcla varió ligeramente, pero en promedio tomó 20 segundos.

4. 5 Discusión de resultados

Al comparar la tesis "Diseño y Simulación de un Dosificador y Mezclador Automático" de Isaac Nahaniel Silva Urbina con la presente investigación "Implementación de un sistema de control automático para un dosificador y mezclador de líquidos", se evidencian similitudes y diferencias relevantes en cuanto al alcance, metodología y resultados obtenidos. En primer lugar, la investigación

de Silva Urbina se centra en el diseño y simulación del sistema, lo cual permite validar teóricamente el comportamiento del dosificador y mezclador bajo condiciones ideales. En contraste, la presente tesis avanza hacia una implementación práctica, permitiendo evaluar el desempeño del sistema en condiciones reales de operación, lo cual representa un aporte significativo en términos de aplicabilidad industrial. Respecto a los resultados, en la simulación se espera un comportamiento ideal con errores mínimos; sin embargo, en la implementación real se evidencian pequeñas variaciones propias de factores físicos como fluctuaciones de caudal, precisión de sensores y tiempos de respuesta de actuadores. A pesar de ello, los resultados obtenidos muestran un margen de error promedio inferior al 1%, lo cual se considera altamente aceptable en procesos de dosificación industrial, validando la efectividad del sistema desarrollado. Asimismo, el tiempo de mezcla promedio de 20 segundos demuestra estabilidad en el proceso, con ligeras variaciones en función del volumen dosificado, lo cual coincide con el comportamiento esperado en sistemas dinámicos de mezcla. Este resultado confirma que el sistema implementado logra un equilibrio adecuado entre precisión y eficiencia operativa. Por otro lado, la integración de sensores capacitivos y celdas de carga permitió mejorar la confiabilidad del sistema en comparación con un modelo únicamente simulado, ya que se dispone de retroalimentación real para el control. Además, el uso de un PLC y una interfaz HMI permitió no solo automatizar el proceso, sino también facilitar el monitoreo en tiempo real, aspecto que no siempre se contempla en etapas de simulación. En ese sentido, se puede afirmar que mientras la tesis de diseño y simulación constituye una base teórica importante, la presente investigación valida experimentalmente dichos conceptos, demostrando que el sistema es viable, preciso y eficiente en un

entorno real. Esto refuerza la importancia de pasar de modelos simulados a implementaciones físicas para garantizar soluciones aplicables en la industria. Finalmente, los resultados obtenidos confirman que la automatización del proceso de dosificación y mezcla no solo reduce errores humanos, sino que también mejora la productividad y la calidad del producto final, consolidando el sistema como una alternativa tecnológica confiable para su aplicación en diversos sectores industriales.

Tabla 7

Discusión de resultados

Aspecto	Tesis de Isaac Nahaniel Silva Urbina (Diseño y Simulación)	Tu tesis (Implementación real)
Tipo de estudio	Simulación teórica	Implementación práctica
Condiciones de operación	Ideales (sin perturbaciones reales)	Reales (con variaciones físicas)
Precisión de dosificación	Alta (teórica, cercana a 0% error)	Alta (error < 1%)
Validación de resultados	Mediante software de simulación	Pruebas experimentales (10 ensayos)
Sensores utilizados	Modelados en simulación	Sensores capacitivos y celdas de carga
Control del sistema	Modelo simulado	PLC + HMI
Tiempo de mezcla	Estimado en simulación	Promedio de 20 segundos
Variabilidad del sistema	Nula o mínima	Baja (dependiente del volumen)
Aplicabilidad industrial	Referencial (teórica)	Alta (probada en campo)
Confiabilidad	Teórica	Alta (validada experimentalmente)

Nota: Elaboración propia

CONCLUSIONES

PRIMERO: El sistema de dosificación y mezcla de líquidos de la región Puno fue automatizado con precisión y eficiencia en el año 2025 gracias a la instalación de un sistema de control automático. Los sensores de nivel y peso permitieron un control confiable de la dosificación y la mezcla, lo que disminuyó los errores y aumentó la producción. La tecnología demostró ser una solución viable y reproducible para aplicaciones comparables en la zona después de ser modificada según los requisitos locales.

SEGUNDO: La selección de celdas de carga y sensores capacitivos se basó en sus atributos técnicos y su idoneidad para el sistema de control. Estos sensores permiten recopilar datos con precisión y fiabilidad, lo que garantiza que el procedimiento automatizado de dosificación y mezcla funcione según lo previsto.

TERCERO: Utilizando un controlador lógico programable (PLC), se puso en funcionamiento con éxito el sistema de control, automatizando los procesos de dosificación y mezcla de líquidos de manera segura y eficaz. El proceso funcionó de manera precisa y confiable gracias a la capacidad del PLC de integrar sensores y actuadores.

CUARTO: La integración de sensores se incorporó de manera efectiva al sistema de monitoreo y control, Una interfaz de usuario y componentes de procesamiento que permiten monitorear el proceso de dosificación y mezcla de líquidos en tiempo real. La operación es más sencilla y se requiere menos intervención manual gracias al control automatizado, preciso y eficiente del sistema.

RECOMENDACIONES

PRIMERO: Se recomienda evaluar la implementación de este sistema automatizado en otras instalaciones industriales de la región Puno, especialmente en campos que necesitan procedimientos de dosificación y mezcla de líquidos, como los artesanales o agroindustriales, Se recomienda incluir futuras mejoras como la monitorización remota a través de conexiones de Internet de las cosas o interfaces HMI, Mejorar la trazabilidad y el rendimiento del sistema aumentando el control y la supervisión en tiempo real.

SEGUNDO: Se aconseja que los sensores elegidos tengan calibración y mantenimiento rutinario para garantizar la precisión de la medición a lo largo del tiempo. Para mejorar la monitorización y trazabilidad de los procesos, también se recomienda evaluar la integración de sensores con comunicación digital o conectividad de Internet de las Cosas.

TERCERO: Se recomienda que el controlador lógico programable (PLC) esté programado para realizar tareas adicionales como monitoreo remoto, Control sobre configuraciones programables y registro de datos históricos. Además, Se recomienda evaluar la escalabilidad del sistema para poder ajustarlo a operaciones más complejas o de mayor capacidad en las futuras aplicaciones industriales.

CUARTO: El sistema de monitoreo debe optimizarse agregando funciones sofisticadas como alarmas de fallas, Registros de datos históricos y conectividad remota. Esto permitiría un monitoreo más exhaustivo, mejorar la toma de decisiones y facilitar el mantenimiento preventivo del sistema de control automatizado.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Arthos, H., & Montenegro, J. (2012). Diseño e implementación de un módulo didáctico dosificador de líquidos por diferencia de pesos. *Ingenierías.* SANGOLQUÍ, Ecuador. Obtenido de http://repositorio.espe.edu.ec/handle/21000/5681

BELTRAN, J., & CEPEDA, J. (2008). AUTOMATIZACIÓN DE UNA MÁQUINA DOSIFICADORA PARA DOSIS PEQUEÑAS DE LÍQUIDOS EN LA EMPRESA FULLER PINTO. *Ingenierías.* UNIVERSIDAD DE SAN BUENAVENTURA, BOGOTÁ, Colombia. Obtenido de chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/https://bibliotecadigital.usb.edu.co/server/api/core/bitstreams/9a777b90-5948-437e-9e66-c3964e962295/content

Córdova, J. (2013). Sistema de monitoreo y control para la dosificación y mezclado de líquidos de baja densidad basado en una plataforma de Microautomatización Siemens. *Ingenierías .* Universidad Nacional de San Agustín, Arequipa, Perú. Obtenido de http://repositorio.unsa.edu.pe/handle/UNSA/3135

De La Cruz, E., & García, J. (2022). Diseño de una dosificadora de líquidos automática con caudalímetros para el cálculo de volumen de envasado, controlado por un PLC y HMI. *Ingenierías .* Escuela Superior Politécnica del Litoral , Guayaquil, Ecuador. Obtenido de http://www.dspace.espol.edu.ec/handle/123456789/56141

Guerrero, F. (2021). Diseño y construcción de máquina dosificadora de fluidos viscosos para micro empresas del sector agroindustrial. *Ingenierías .*

Universidad Nacional de Piura , Piura, Perú . Obtenido de http://repositorio.unp.edu.pe/handle/20.500.12676/3273

Guevara, J. (2019). Implementación de un sistema de control automático para un dosificador de líquidos. *Ingenierías .* Universidad Técnica del Norte, Ibarra , Ecuador. Obtenido de http://repositorio.utn.edu.ec/handle/123456789/9567

Gutiérrez, M., & Iturralde, S. (2017). *Fundamentos Básicos de Instrumentación y Control.* Santa Elena, Ecuador: UPSE. Obtenido de https://incyt.upse.edu.ec/libros/index.php/upse/catalog/view/2/6/124-1

Hernández, R. (2010). *Conceptos, aplicación y simulación con Matlab.* Mexico : Pearson Educación de México, S.A. de C.V. Obtenido de chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/http://lcr.uns.edu.ar/fcr/images/Introduccion%20a%20Los%20Sistemas%20de%20Control.pdf

Mandado, E., Marcos, J., Fernández, C., & Armesto, J. (2009). *Autómatas Programables y Sistemas de Automatización.* Barcelona, España: MARCOMBO, S.A. Obtenido de http://library.lol/main/214DD769EDDA82962F43FEA8116F97A8

Martin, I., Salcedo, R., & Font, R. (2011). *Mecánica de Fluidos Tema 1. FLUJO INTERNO DE FLUIDOS INCOMPRESIBLES Y COMPRESIBLES.* California, EE. UU.: Universidad de Alicante. Obtenido de chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/https://rua.ua.es/dspace/bitstream/10045/20299/1/tema1_Flujo%20interno.pdf

Montenegro, J. (2020). Diseño e implementación de un prototipo dosificador mediante el control de bombas peristálticas por modulación por ancho de pulso para la preparación de bebidas funcionales. *Ingenierías .* Universidad

Católica de Santiago de Guayaquil, Guayaquil, Ecuador. Obtenido de http://repositorio.ucsg.edu.ec/handle/3317/14317

Montero, D. (2019). El dosificador químico y la mejora del tratamiento de efluentes en el área P.A.M.A. de la empresa proteicos concentrados S.A.C.- Pisco-Perú. *Ingenierías.* UNIVERSIDAD NACIONAL JOSÉ FAUSTINO SANCHEZ CARRIÓN, Huacho, Perú . Obtenido de http://hdl.handle.net/20.500.14067/4350

N , H., M, E., & A, N. (1997). *Mixing in the Process Industries.* Butterworth-Heinemann.

Pacha, D., & Rodriguez, R. (2015). Diseño e Implementación de un Sistema para Supervisión, Monitoreo y Control de un Dosificador-Mezclador Industrial de Líquidos de Viscosidad Intermedia Basado en Dispositivos para Automatización. *Ingenierías.* Universidad Católica de Santa María, Arequipa, Perú. Obtenido de https://repositorio.ucsm.edu.pe/handle/20.500.12920/3035

Pinto, C., & Durán, H. (2006). Diseño, modelamiento y simulación de máquina dosificadora de alimento granulado para animales. *Ingenierías.* Universidad de La Salle, Bogotá, Colombia. Obtenido de http://repositorio.unp.edu.pe/handle/20.500.12676/3273

Polo, M. (2022). Diseño de un equipo automatizado de mezcla y dosificador de hipoclorito de calcio de hasta 5lt/h para la planta de tratamiento de aguas residuales en refinerías. *Ingenierías.* Universidad Tecnológica del Perú, Lima, Perú . Obtenido de https://hdl.handle.net/20.500.12867/6256

Quispe, J., & Tacza , E. (2018). Influencia del tiempo y tamaño de partícula del maíz en la homogeneidad de alimentos balanceados para pollos en un mezclador

de cintas. *Ingenierías.* Universidad Nacional del Centro del Perú, Huancayo, Perú. Obtenido de http://hdl.handle.net/20.500.12894/4928

Ramírez , J. (2006). *Fundamentos de reología de alimentos.* Cali, Colombia: JSR e-books. Obtenido de chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/http://tarwi.lamolina.edu.pe/~dsa/Fundamentos%20de%20Reologia.pdf

sanchez, a. (2023). *Mantenimento.* JUliaca: Mgrill. Obtenido de https://cilindros-neumaticos.mx/

Vargas, W. (2014). *Automatización de una máquina dosificadora de líquidos GRONINGER DFV - 6001.* Universidad Técnica del Norte, Ibarra, Ecuador. Obtenido de http://repositorio.utn.edu.ec/handle/123456789/2909

Veintimilla, R. (2015). DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UNA BOMBA PERISTÁLTICA. *Ingenierías.* UNIVERSIDAD NACIONAL DE LOJA, Loja, Ecuador. Obtenido de https://dspace.unl.edu.ec/jspui/bitstream/123456789/11846/1/Ventimilla%20Toro%2C%20Ronny%20Oliver.pdf

Wong, A. (2016). INCIDENCIA DEL TIEMPO Y ADICION DE INSUMOS SOBRE LA HOMOGENEIDAD DE ALIMENTOS BALANCEADOS ELABORADOS EN MEZCLADORES DE CINTAS. *Ingenierías .* Universidad de San Ignacio de Loyola, Lima, Perú. Obtenido de chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/https://repositorio.usil.edu.pe/server/api/core/bitstreams/7414e7bb-0fd5-4585-94af-19d4fd4d0efe/content

ANEXOS

OFICINA DE INVESTIGACIÓN
Tesis Publicada con autorización del autor
http://repositorio.uancv.edu.pe/

TESIS UANCV
VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN
"OFICINA DE INVESTIGACIÓN"

Anexo 1. Matriz de consistencia

TÍTULO: IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE CONTROL AUTOMÁTICO PARA UN DOSIFICADOR Y MEZCLADOR DE LÍQUIDOS EN LA REGIÓN DE PUNO - 2025

AUTOR: WILLIAN RONALD RAMOS ALATA

PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPOSTESIS	VARIABLES E INDICADORES		
PROBLEMA GENERAL ¿Cómo implementar un sistema de control automático para un dosificador y mezclador de líquidos en la región de Puno - 2025? Problemas específicos PE1 ¿Como seleccionar los sensores necesarios para la recolección y procesamiento de datos? PE2 ¿De qué manera se implementa el sistema de control para un dosificador y mezclador de líquidos con un autómata programable? PE3 ¿Cómo desarrollar el sistema de monitoreo de control para un dosificador y mezclador de líquidos?	OBJETIVOS GENERAL Implementar un sistema de control automático para un dosificador y mezclador de líquidos en la región de Puno - 2025 Objetivos específicos OE1 - Seleccionar los sensores necesarios para la recolección y procesamiento de datos. OE2 - Implementar el sistema de control para un dosificador y mezclador de líquidos con un autómata programable. OE3 - Desarrollar el sistema de monitoreo de control para un dosificador y mezclador de líquidos.	HIPOSTESIS GENERAL La implementación de un sistema de control automático basado en un autómata programable mejorará significativamente la precisión, eficiencia y confiabilidad del dosificador y mezclador de líquidos en la región de Puno – 2025. Hipótesis especificas H.E.1 - La adecuada selección de sensores permitirá una recolección y procesamiento de datos preciso y eficiente para el sistema de dosificación y mezclado de líquidos. H.E.2 - La implementación del sistema de control con un autómata programable optimizará el proceso de dosificación y mezclado de líquidos, reduciendo errores humanos y aumentando la productividad. H.E.3 - El desarrollo de un sistema de monitoreo de control facilitará la supervisión en tiempo real del dosificador y mezclador, permitiendo detectar fallas y mejorar la toma de decisiones operativas.	Variable Independiente	Dimensiones	Indicador
			Variable Independiente: Sistema de control automático	Configuración del controlador Señales de control Instrumentación	Kp, Ki, Kd Set point Precisión del sensor
			Variable dependiente: Proceso de dosificación y mezclado de líquidos.	Precisión de dosificación Calidad de mezcla Dinámica del sistema	Error de dosificación Proporción de mezcla Tiempo de estabilización

OFICINA DE INVESTIGACIÓN
Tesis Publicada con autorización del autor
http://repositorio.uancv.edu.pe/

Apéndice2: Instrumentos.

Apéndice2: Instrumentos.

I.- Datos del experto

1.- Apellidos y nombres:..MAMANI....HUANCA.....JUAN..DENIS.....

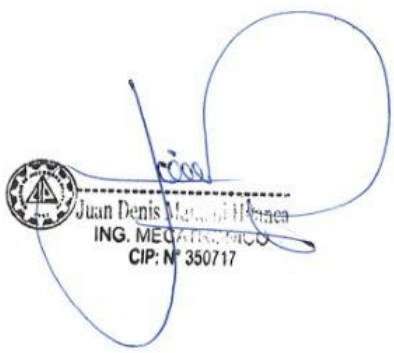
2.- Cargo e institución donde labora:..SUPERVISOR..MECATRONICO..-..EIMSUR. EIRL

Se realizan una lista de instrumentos electrónicos que se utilizaron para el proyecto "IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE CONTROL AUTOMÁTICO PARA UN DOSIFICADOR Y MEZCLADOR DE LÍQUIDOS EN LA REGIÓN DE PUNO - 2025", en donde se utilizaron los instrumentos de investigación de Observación directa y experimentación.

Tabla de instrumentos electrónicos.

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

Nota: Instrumentos electrónicos en la experimentación.



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
Multimetro Uni - T	CERTIFICADO
Pantalla HMI Siemens	Software de diagnóstico / PC
Controlador Lógico Programable S7 1200 Siemens	Simulador de señales / Multímetro
Variador de Velocidad Siemens	Tacómetro
Sensor capacitivo	Multímetro
Celda de carga	Pesas patrón / Indicador de peso

Nota: Se valida datos con instrumentos tecnológicos



Apéndice 4: Tratamiento de Datos.

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

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

Nota: El estudio y la validación de datos obtenidos.

Juan Denis Mamani Huanca
ING. MECATRONICO
CIP: N° 350717

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

Changes preserved
© Copyright Siemens AG

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	Sí
• 230 V AC	Sí
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^2t	0,8 $A^2 \cdot s$
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	Sí
• libre de mantenimiento	Sí
• sin pila	Sí
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 artitmética de coma flotante, típ.	2,3 µs; /instrucción

Sujeto a cambios
© Copyright Siemens

TESIS UANCV
VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN
"OFICINA DE INVESTIGACIÓN"

Anexo: 7 Modulo de entradas analógicas

SIEMENS

Hoja de datos **6ES7231-4HD32-0XB0**



SIMATIC S7-1200, módulo de entradas analógicas, SM 1231, 4 AI, +/-10V, +/-5V, +/-2,5V, o 0-20 mA/4-20 mA, 12 bits + signo (13 bits ADC)

Información general	
Designación del tipo de producto	SM 1231, AI 4x13 bit
Tensión de alimentación	
Valor nominal (DC)	24 V
Intensidad de entrada	
Consumo, típ.	45 mA
de bus de fondo 5 V DC, típ.	80 mA
Pérdidas	
Pérdidas, típ.	1,5 W
Entradas analógicas	
Nº de entradas analógicas	4; Entradas diferenciales tipo corriente o tensión
Tensión de entrada admisible para entrada de tensión (límite de destrucción), máx.	35 V
Intensidad de entrada admisible para entrada de corriente (límite de destrucción). máx	40 mA
Tiempo de ciclo (todos los canales), máx.	625 µs
Rangos de entrada	
• Tensión	Sí; ±10 V, ±5 V, ±2,5 V
• Intensidad	Sí; 4 a 20 mA, 0 a 20 mA
• Termopar	No
• Termorresistencias	No
• Resistencia	No
Rangos de entrada (valores nominales), tensiones	
• -10 V a +10 V	Sí
• -2,5 V a +2,5 V	Sí
• -5 V a +5 V	Sí
Rangos de entrada (valores nominales), intensidades	
• 0 a 20 mA	Sí
— Resistencia de entrada (0 a 20 mA)	280 Ω
• 4 mA a 20 mA	Sí
— Resistencia de entrada (4 mA a 20 mA)	280 Ω
Formación de valor analógico para entradas	
Tiempo de integración y conversión/resolución por canal	
• Resolución con rango de rebase (bits incl. signo), máx.	12 bit; + signo
• Tiempo de integración parametrizable	Sí
• Supresión de perturbaciones de tensión para frecuencia perturbadora f1 en Hz	40 dB, DC a 60 V para frecuencia de perturbación 50/60 Hz

Sujeto a cambios
© Copyright Siemens

OFICINA DE INVESTIGACIÓN
Tesis Publicada con autorización del autor
http://repositorio.uancv.edu.pe/

Anexo: 8 Variador de velocidad siemens

SIEMENS

SINAMICS V20: datos técnicos

0,12 a 15 kW

2



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

2

Encontrará la documentación técnica de SINAMICS V20 en:
siemens.com/sinamics-v20/documentation

2_09

TESIS UANCV
VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN
"OFICINA DE INVESTIGACIÓN"

ANEXO 1
FORMULARIO DE AUTORIZACIÓN

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

Formato digital [X] Fecha de entrega: 10/04/2026

1. Datos del autor (es):

Nombres y Apellidos: WILLIAN RONALD RAMOS ALATA
Dirección: El Mirador Mz L lote 7 - Puno
DNI/Carné de Extranjería/Pasaporte N°: 45139363
Teléfono: 940064027 email: willianramosalata@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 [X] Trabajo de Suficiencia Profesional [ ] Trabajo Académico [ ]
Título: IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE CONTROL AUTOMÁTICO PARA UN DOSIFICADOR Y MEZCLADOR DE LÍQUIDOS EN LA REGIÓN DE PUNO - 2025

Palabras claves, (3 a 5 términos): Sistema de control automático, dosificador, mesclador de líquidos.
¿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, entré 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.

OFICINA DE INVESTIGACIÓN
Tesis Publicada con autorización del autor
http://repositorio.uancv.edu.pe/

2. Referencia de tesis:

[ ] Bachiller [X] 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)

[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 comérciales 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.

[X] 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.

[X] Internacional

[ ] Nacional

Línea de investigación: TECNOLOGÍA DE LA INSTRUMENTACIÓN – P21



Firma de Autor	huella digital	10 de ABRIL del 2026
		Fecha