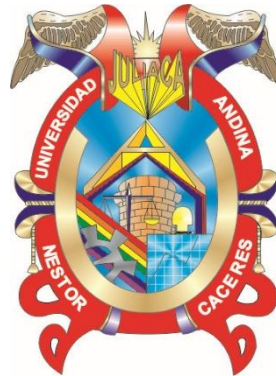




UNIVERSIDAD ANDINA
NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA MECATRÓNICA



**DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA AUTOMATIZADO
DE DOSIFICACIÓN PARA MEJORAR EL PROCESO
DE DESPEDRADO DE QUINUA**

TESIS PRESENTADA POR:

Bach. CRISTIAN JHORDY CHIPANA QUISPE

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

JULIACA – PERÚ

2025



UNIVERSIDAD ANDINA

NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ

FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA MECATRÓNICA

**DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA AUTOMATIZADO
DE DOSIFICACIÓN PARA MEJORAR EL PROCESO
DE DESPEDRADO DE QUINUA**

TESIS PRESENTADA POR:

Bach. CRISTIAN JHORDY CHIPANA QUISPE

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

APROBADA POR EL JURADO REVISOR:

PRESIDENTE

:

Mgtr. SALVADOR TEODORO VALDIVIA CARDENAS

PRIMER MIEMBRO

:

M.Sc. ABELARDO LEON MIRANDA

SEGUNDO MIEMBRO

:

Ing. ADWAR RANULFO SANCHEZ CARREÓN

ASESOR DE TESIS

:

Dr. RICARDO ANIBAL MALDONADO MAMANI

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN : TECNOLOGÍA DE LA INSTRUMENTACIÓN - P21



"NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"

RESOLUCIÓN DECANAL N° 301-2025-D-UI-FICP-UANCV

Juliaca, 14 de mayo del 2025

VISTO: El expediente N° 2025- CU-2560 presentado por el (la) Bachiller: **CRISTIAN JHORDY CHIPANA QUISPE** 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. **CRISTIAN JHORDY CHIPANA QUISPE**, quien solicita **NOMINACIÓN DE JURADOS Y PROGRAMACIÓN DE FECHA Y HORA DE SUSTENTACIÓN** de la Tesis Titulado: **DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA AUTOMATIZADO DE DOSIFICACIÓN PARA MEJORAR EL PROCESO DE DESPEDRADO DE QUINUA**, la misma que pertenece a la línea de investigación **TECNOLOGÍA DE LA INSTRUMENTACIÓN** para optar el Título Profesional de Ingeniero Mecatrónico.

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

De conformidad al Reglamento Interno de Trabajos de Investigación Conducente a Grados y Títulos aprobado con Resolución N° 0294-2023 UANCV-CU-R. y en mérito al Art. 24, Art. 28 del reglamento, con fines de obtención de Grados Académicos y Títulos Profesionales, y en uso a las atribuciones, que le concede la ley Universitaria N° 30220, ley de creación de la UANCV N° 23738 y modificatoria N° 24661, y el Estatuto de la UANCV, el Decano y el Director de la Unidad de Investigación de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras.

RESUELVE:

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

- * **Presidente** : Mgtr. SALVADOR TEODORO VALDIVIA CARDENAS
- * **1er Miembro** : M.Sc. ABELARDO LEON MIRANDA
- * **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, **Dr. RICARDO ANIBAL MALDONADO MAMANI**.

ARTICULO TERCERO . - **APROBAR**, la **FECHA Y HORA DE SUSTENTACIÓN DE LA TESIS** de el (la) bachiller: **CRISTIAN JHORDY CHIPANA QUISPE**; del informe final de la investigación (tesis) titulado: **DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA AUTOMATIZADO DE DOSIFICACIÓN PARA MEJORAR EL PROCESO DE DESPEDRADO DE QUINUA** para optar el Título Profesional de Ingeniero Mecatrónico. de acuerdo al siguiente detalle:

- * **FECHA** : jueves 22 de mayo del 2025
- * **HORA** : 08:30 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 CIENCIAS PURAS

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



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

Dr. Fritz Willy Mamani Apaza
DIRECTOR
UNIDAD DE INVESTIGACIÓN

cc.
Archivo
interesado (s)



UNIVERSIDAD ANDINA

"NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"

RESOLUCIÓN DECANAL N° 005-2025-D-UI-FICP-UANCV

Juliaca, 06 de enero del 2025

VISTO: El expediente N° 2024-CU - 19589 por el señor (a): **CRISTIAN JHORDY CHIPANA QUISPE** quien solicita **REVISIÓN DEL INFORME FINAL DE LA INVESTIGACIÓN (borrador de tesis)**, el PROVEIDO - N° 023 - 2025-UI-FICP-UANCV/J, y la **FICHA DE OPINIÓN DEL INFORME FINAL DE LA INVESTIGACION (BORRADOR DE TESIS)** formato N° 020-2024 del integrante del comité de investigación **EPIM** de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras, según al reglamento interno de trabajos de investigación conducente a grados y títulos.

CONSIDERANDO:

Que, el señor (a): **CRISTIAN JHORDY CHIPANA QUISPE**, ha presentado su informe final de la investigación (borrador de tesis) Titulado: **DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA AUTOMATIZADO DE DOSIFICACIÓN PARA MEJORAR EL PROCESO DE DESPEDRADO DE QUINUA**, 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° 020-2024 **aprobando** el informe final de la investigación (borrador de tesis) titulado: **DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA AUTOMATIZADO DE DOSIFICACIÓN PARA MEJORAR EL PROCESO DE DESPEDRADO DE QUINUA**, Correspondiente a la línea de investigación **TECNOLOGÍA DE LA INSTRUMENTACIÓN**.

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

Estando, con la opinión favorable del Comité de Investigación de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras y en concordancia al Reglamento Interno de Trabajos de Investigación Conducente a Grados y Títulos aprobado con Resolución N° 0294-2023 UANCV-CU-R. y en mérito al Art. 27 del reglamento, con fines de obtención de Grados Académicos y Títulos Profesionales, y en uso a las atribuciones, que le concede la ley Universitaria N° 30220, ley de creación de la UANCV N° 23738 y modificatoria N° 24661, y el Estatuto de la UANCV, el Decano y el Director de la Unidad de Investigación de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras.

RESUELVE:

ARTÍCULO PRIMERO.- APROBAR, el **INFORME FINAL DE LA INVESTIGACIÓN (BORRADOR DE TESIS)**, para la **REVISIÓN DE SIMILITUD TURNITIN**, presentado por el señor (a): **CRISTIAN JHORDY CHIPANA QUISPE**, para optar el Título Profesional de Ingeniero Mecatrónico, con el Tema Titulado: **DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA AUTOMATIZADO DE DOSIFICACIÓN PARA MEJORAR EL PROCESO DE DESPEDRADO DE QUINUA** correspondiente a la línea de investigación **TECNOLOGÍA DE LA INSTRUMENTACIÓN**, en virtud a los considerandos expuestos.

ARTÍCULO SEGUNDO.- RATIFICAR como **ASESOR DE INVESTIGACIÓN** al (a) la), **Dr. RICARDO ANIBAL MALDONADO MAMANI**.

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

Regístrese, Comuníquese, Archívese.



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

Dr. MILTHON QUISPE HUANCA
DECANO
CIP. 47790



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

Dr. Efraín Parillo Sosa
DIRECTOR
UNIDAD DE INVESTIGACIÓN

cc.
Archivo
intermedio (a)



“NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ”

RESOLUCIÓN DECANAL N° 1579-2024-D-UI-FICP-UANCV

Juliaca, 25 de noviembre del 2024

VISTO: El expediente N° 2024-CU- 17036, presentado el señor (a) CRISTIAN JHORDY CHIPANA QUISPE solicitando APROBACIÓN DE LA PROPUESTA DE INVESTIGACIÓN el PROVEIDO - N° 1390-2024-UI-FICP-UANCV/J, y la FICHA DE OPINIÓN DE LA PROPUESTA DE INVESTIGACIÓN formato N° 040-2024 del integrante del comité de investigación EPIM de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras, según al reglamento interno de trabajos de investigación conducente a grados y títulos.

CONSIDERANDO:

Que, el señor (a): CRISTIAN JHORDY CHIPANA QUISPE ha presentado su propuesta de investigación Titulado: DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA AUTOMATIZADO DE DOSIFICACIÓN PARA MEJORAR EL PROCESO DE DESPEDRADO DE QUINUA, 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° 040-2024- aprobando la propuesta de investigación titulado: DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA AUTOMATIZADO DE DOSIFICACIÓN PARA MEJORAR EL PROCESO DE DESPEDRADO DE QUINUA.

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): CRISTIAN JHORDY CHIPANA QUISPE, para optar el Título Profesional de Ingeniero Mecatrónico, con el Tema Titulado: DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA AUTOMATIZADO DE DOSIFICACIÓN PARA MEJORAR EL PROCESO DE DESPEDRADO DE QUINUA correspondiente a la línea de investigación TECNOLOGÍA DE LA INSTRUMENTACIÓN.

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

ARTÍCULO SEGUNDO.- RECONOCER como ASESOR DE INVESTIGACIÓN de al (a la) docente Dr. RICARDO ANIBAL MALDONADO MAMANI.

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

Regístrese, Comuníquese, Archívese.

Signature of Dr. Milton Quispe Huanca, Decano, CIP. 47790

Signature of Dr. Efraín Pajillo Sosa, Director, Unidad de Investigación

cc, Archivo 2024 Interesado (a)



DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE AUTOMATIZACIÓN DE DOSIFICACIÓN PARA MEJORAR EL PROCESO DE DESPEDRADO DE QUINUA

INFORME DE ORIGINALIDAD

24%

INDICE DE SIMILITUD

19%

FUENTES DE INTERNET

3%

PUBLICACIONES

11%

TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1	Submitted to Universidad Andina Nestor Caceres Velasquez Trabajo del estudiante	6%
2	bibdigital.epn.edu.ec Fuente de Internet	6%
3	repositorio.uta.edu.ec Fuente de Internet	2%
4	Submitted to Escuela Politecnica Nacional Trabajo del estudiante	1%
5	dspace.ups.edu.ec Fuente de Internet	1%
6	www.coursehero.com Fuente de Internet	1%
7	repositorio.uancv.edu.pe Fuente de Internet	1%
8	hdl.handle.net Fuente de Internet	1%



Metadatos complementarios



TÍTULO DE LA TESIS	
DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA AUTOMATIZADO DE DOSIFICACIÓN PARA MEJORAR EL PROCESO DE DESPEDRADO DE QUINUA	
Datos de autor	
Nombres y apellidos	CRISTIAN JHORDY CHIPANA QUISPE
Tipo de documento de identidad	DNI
Número de documento de identidad	76791617
URL de ORCID	https://orcid.org/0009-0007-0069-8567
Datos de asesor	
Nombres y apellidos	RICARDO ANIBAL MALDONADO MAMANI
Tipo de documento de identidad	DNI
Número de documento de identidad	02429806
URL de ORCID	https://orcid.org/0009-0009-1482-3669
Datos del jurado	
Presidente del jurado	
Nombres y apellidos	SALVADOR TEODORO VALDIVIA CARDENAS
Tipo de documento	DNI
Número de documento de identidad	02383061
Miembro del jurado 1	
Nombres y apellidos	ABELARDO LEON MIRANDA
Tipo de documento	DNI
Número de documento de identidad	40198643
Miembro del jurado 2	
Nombres y apellidos	ADWAR RANULFO SANCHEZ 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	<p>País: Perú Departamento: Puno Provincia: San Román Distrito: San Miguel</p> <p>Coordenadas: Latitud: -15.5014724 Longitud: -70.1319647</p> <p>https://maps.app.goo.gl/g7Xsizr41SQXg8VdM7</p> 
Año o rango de años en que se realizó la investigación	Octubre 2024 – Mayo 2025
URL de disciplinas OCDE	<p>Ingeniería mecánica https://purl.org/pe-repo/ocde/ford#2.03.00</p> <p>Sistemas de automatización, Sistemas de control https://purl.org/pe-repo/ocde/ford#2.02.03</p>



UNIVERSIDAD NACIONAL DEL CUSCO
 VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN
 FACULTAD DE INGENIERÍA Y CIENCIAS PURAS
 Dr. Fritz Willy Mamani Apaca
 DIRECTOR
 UNIDAD DE INVESTIGACIÓN



DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD Y RESPONSABILIDAD

Yo CRISTIAN JHORDY CHIPANA QUISPE, identificado con DNI Nro. 76791617 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:

DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA AUTOMATIZADO DE DOSIFICACIÓN PARA MEJORAR EL PROCESO DE DESPEDRADO DE QUINUA

Asesorado por: Dr. RICARDO ANIBAL MALDONADO MAMANI

Es un tema original.

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

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

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

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

Juliaca 09 de JUNIO del 2025

[Signature]

Firma del Asesor (obligatoria)

[Signature]

FIRMA (obligatoria)



Huella



DEDICATORIA

Primero que todo, expresamos nuestro agradecimiento y dedicamos este trabajo a Dios, quien nos ha permitido alcanzar este momento crucial en nuestra formación profesional y nos ha brindado la fortaleza para continuar avanzando.



AGRADECIMIENTO

Agradezco a mis padres y hermanos por su afecto incondicional y por haberme guiado con su ejemplo.



ÍNDICE GENERAL

DEDICATORIA..... iii

AGRADECIMIENTO..... iv

ÍNDICE GENERAL v

ÍNDICE DE TABLASviii

ÍNDICE DE FIGURAS ix

RESUMEN..... xi

ABSTRACTxii

INTRODUCCIÓNxiii

CAPÍTULO I

ASPECTOS GENERALES

1.1. DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA 1

1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA..... 2

 1.2.1. Problema general 2

 1.2.2. Problemas específicos..... 2

1.3. JUSTIFICACIÓN 3

1.4. OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN 3

 1.4.1. Objetivo general..... 3

 1.4.2. Objetivos específicos..... 3

1.5. HIPÓTESIS DE LA INVESTIGACIÓN 4

 1.5.1. Hipótesis general 4

 1.5.2. Hipótesis específicas 4

1.6. VARIABLES DE INVESTIGACIÓN 4

1.7. OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES 5



CAPÍTULO II

FUNDAMENTOS TEÓRICOS

2.1. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN 6

 2.1.1. A nivel internacional..... 6

 2.1.2. A nivel nacional..... 8

2.2. MARCO TEÓRICO 11

 2.2.1. Sistemas de Dosificación..... 11

 2.2.2. Factores clave y modalidades de dosificación 11

 2.2.3. Dosificadores con accionamiento eléctrico. 13

 2.2.3.1. Ventajas de dosificadores con bombeo peristáltico 18

 2.2.4. Dosificadores de solidos..... 19

 2.2.5. Dosificadores volumétricos de solidos 20

 2.2.6. Componentes de un sistema de dosificación 22

 2.2.7. Equipos de dosificación en seco 24

2.3. LA AUTOMATIZACIÓN 29

2.4. SISTEMAS DE CONTROL..... 29

 2.4.1. Sistemas de control en lazo cerrado 29

 2.4.2. Sistemas de control en lazo abierto 30

2.5. SIMATIC HMI KTP-700 BASIC 30

2.6. CONTROLADOR LÓGICO PROGRAMABLE 32

2.7. ARQUITECTURA DE LOS AUTÓMATAS PROGRAMABLES..... 34

2.8. SIEMENS PLC S7-1200..... 34

2.9. UNIDADES DE ENTRADA Y SALIDA ANALÓGICAS..... 35

2.10. VARIADORES DE VELOCIDAD 37

2.11. MOTORREDUCTORES 41



CAPÍTULO III

METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1. MÉTODO DE INVESTIGACIÓN 43

3.2. TIPO DE INVESTIGACIÓN 43

3.3. DISEÑO DE INVESTIGACIÓN 43

3.4. ÁMBITO DE LA INVESTIGACIÓN 44

3.5. POBLACIÓN Y MUESTRA 44

3.6. TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOGIDA DE INFORMACIÓN.. 44

3.7. RECOGIDA DE DATOS..... 45

CAPÍTULO IV

ANÁLISIS DE RESULTADO Y DISCUSION

4.1. PRESENTACIÓN 46

4.2. MODELAR EL SISTEMA DE DOSIFICACIÓN UTILIZANDO UN SOFTWARE DE DISEÑO ASISTIDO POR COMPUTADORA (CAD). 47

 4.2.1. Programación del control para el sistema de dosificación 51

4.3. PRUEBAS Y RESULTADO 55

4.4. ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS 58

4.5. DISCUSIÓN DE RESULTADOS 61

CONCLUSIONES..... 63

RECOMENDACIONES 64

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS..... 65

ANEXOS..... 68



ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Operacionalización de variables 5

Tabla 2 Técnicas e instrumentos 44

Tabla 3 Registro de pruebas 59



ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Dosificador-Descador 15

Figura 2 Dosificador de líquido con control microprocesador..... 16

Figura 3 Dosificador de sólidos.....21

Figura 4 Partes de un dosificador23

Figura 5 Dosificador volumétrico.....25

Figura 6 Dosificador por tornillo sin fin vertical25

Figura 7 Dosificador por tornillo sin fin horizontal26

Figura 8 Dosificador por vibración27

Figura 9 Dosificador por compuerta lineal28

Figura 10 Dosificación circular28

Figura 11 Vista periférica HMI KTP700Basic.....32

Figura 12 Arquitectura básica de un PLC34

Figura 13 Controlador programable S7-120035

Figura 14 Módulo de entradas analógicas siemens36

Figura 15 Variador de velocidad Sinamics V2039

Figura 16 Motor Eléctrico Trifásico41

Figura 17 Motorreductor.....42

Figura 18 Sistema de dosificación automatizado46

Figura 19 Modelamiento completo del sistema de dosificación en el software SOLID WORKS47

Figura 20 Modelamiento del sistema de dosificación en el software SOLID WORKS48

Figura 21 Modelamiento de la estructura de soporte y la tolva del sistema de dosificación en el software SOLID WORKS48



Figura 22 Tolva del sistema de dosificación	49
Figura 23 Estructura de soporte del sistema de dosificación	49
Figura 24 Planos de la tolva y la estructura de soporte del sistema de dosificación	50
Figura 25 Planos del sistema de dosificación	50
Figura 26 Programación del control	51
Figura 27 Desarrollo del HMI	52
Figura 28 Selección del HMI requerido	52
Figura 29 Configuración de la conexión	53
Figura 30 Activar el HMI	53
Figura 31 Pantalla HMI generada	54
Figura 32 Pantalla de visualización del proceso de dosificación	55
Figura 33 Primera prueba	56
Figura 34 Segunda prueba	56
Figura 35 La tercera prueba	57
Figura 36 Pruebas realizadas del sistema de dosificación	57
Figura 37 Registro de la primera prueba	59
Figura 38 Registro de la segunda prueba	60
Figura 39 Registro de la tercera prueba	60



RESUMEN

La quinua es un grano con un gran contenido nutricional, cuya calidad y precio en el mercado están estrechamente ligados a la eficiencia de su procesamiento. En particular, el proceso de despedrado, encargado de eliminar las pequeñas piedras, es esencial para lograr un producto de alta calidad. Históricamente, Este procedimiento se ha realizado de manera manual o semi-automatizada, lo que puede generar inconsistencias en la dosificación y alteraciones en la calidad del producto final.

Esta tesis propone la planificación y ejecución de un sistema automatizado de dosificación con el propósito de mejorar el proceso de despedrado de la quinua. El sistema propuesto emplea tecnología avanzada con el propósito de medir y controlar con exactitud el volumen de quinua procesada, se traduce una mayor uniformidad y eficiencia en la eliminación de piedras. Se analizan los componentes fundamentales del sistema, que incluyen dispositivos sensores y actuadores utilizando un sistema de control programable.

Los resultados indican que la automatización no solo incrementa la precisión en la dosificación, además optimiza el proceso de despedrado, disminuyendo el tiempo de procesamiento y los costos relacionados. Esta investigación presenta una solución innovadora para la industria de la quinua, brindando un enfoque más moderno y eficiente para el procesamiento de este cereal tan valioso.

Palabras Claves: Sistema automatizado, dosificación proceso de despedrado.



ABSTRACT

Quinoa is a grain with a high nutritional content, whose quality and price in the market are closely linked to the efficiency of its processing. In particular, the stoning process, responsible for removing small stones, is essential to achieve a high-quality product. Historically, this procedure has been performed in a way. manual or semi-automated, which can generate inconsistencies in dosing and alterations in the quality of the final product.

This thesis proposes the planning and execution of an automated dosing system with the purpose of improving the quinoa stoning process. The proposed system uses advanced technology in order to accurately measure and control the volume of quinoa processed, resulting in greater uniformity and efficiency in the removal of stones. The fundamental components of the system, including sensor devices and actuators, are analyzed using a programmable control system.

The results indicate that automation not only increases dosing accuracy, but also optimizes the de-stoning process, reducing processing time and related costs. This research presents an innovative solution for the quinoa industry, providing a more modern and efficient approach to the processing of this highly valuable cereal.

Keywords: Automated system, dosing, destoning process.



INTRODUCCIÓN

La quinua (*Chenopodium quinoa*) ha obtenido reconocimiento mundial debido a su valor nutricional y su amplia utilidad en la alimentación. No obstante, uno de los obstáculos más destacados en la producción de quinua de calidad superior es el proceso de despedrado, que consiste en eliminar las pequeñas piedras presentes. Este paso es crucial para garantizar que el grano sea apto para el consumo y su calidad influye directamente en el valor comercial del producto.

Tradicionalmente, el despedrado de la quinua se ha realizado utilizando métodos manuales o semi-automatizados, los cuales suelen tener limitaciones en cuanto a precisión y eficiencia. La inconsistencia en la dosificación y el procesamiento puede generar un producto final con fluctuaciones en la calidad, además de provocar la pérdida de quinua valiosa.

En este ámbito, se establece la necesidad de desarrollar soluciones tecnológicas que optimicen el proceso de despedrado. Esta tesis se dedica al diseño y la implementación de un sistema automatizado de dosificación, cuyo objetivo es aumentar la precisión y eficiencia en la eliminación de piedras durante el procesamiento de la quinua. El sistema propuesto utiliza tecnologías avanzadas de medición y control para asegurar una dosificación precisa y un funcionamiento más uniforme durante el proceso.

El propósito central de esta investigación es evidenciar que la automatización puede superar las desventajas de los métodos tradicionales, facilitando un proceso más eficiente y rentable, esta tesis busca proponer una solución innovadora que contribuya a optimizar la calidad del producto y a ser más competitivo en la industria de la quinua.



CAPÍTULO I

ASPECTOS GENERALES

1.1. DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA

La quinua es un grano muy apreciado por su elevado valor nutricional y sus cualidades saludables. No obstante, el proceso de eliminación de piedras en la quinua, que implica la eliminación de diminutas impurezas y fragmentos de cáscara, es una fase esencial en el proceso de preparación de este. Granó para su consumo. Históricamente, Este procedimiento se ha realizado de manera manual o con maquinaria semi-automatizada, lo que puede ocasionar una dosificación imprecisa y generar inconsistencias en la calidad del producto resultante

El procedimiento. manual de despedrado tiene varias desventajas: es exigente en mano de obra, lento y susceptible a errores humanos. La dosificación irregular de los agentes de limpieza y la variabilidad en la ejecución del proceso pueden provocar inconsistencias en la calidad de la quinua una vez despedrada.

Además, los métodos actuales frecuentemente no alcanzan los niveles de eficiencia y precisión necesarios para la producción a gran escala, lo que puede impactar de manera negativa la competitividad y rentabilidad de los productores.

El desafío principal se encuentra en la obligación de instaurar un sistema que asegure una dosificación exacta y automatizada a lo largo del proceso de



despedrado, con el objetivo de aumentar la eficiencia y la excelencia de la productividad final. El establecer un sistema automatizado de dosificación podría solucionar estos inconvenientes al ofrecer una gestión más detallada sobre la aplicación y el uso de los agentes de limpieza, disminuyendo el tiempo de procesamiento y reduciendo el desperdicio. Asimismo, un sistema automatizado garantizaría la homogeneidad en la calidad del producto y aumentaría la capacidad de ajustarse a distintas escalas de producción.

La tesis sugiere la creación e implementación de un sistema automatizado de dosificación que mejore el procedimiento de despedrado de quinua, abordando las limitaciones de los métodos actuales y proporcionando una solución más eficiente y precisa que satisfaga las necesidades del mercado y de los productores.

1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

1.2.1. Problema general

¿Cómo diseñar e implementar un sistema automatizado de dosificación para mejorar el proceso de despedrado de quinua?

1.2.2. Problemas específicos

- ¿Cómo modelar el sistema de dosificación utilizando un software de diseño asistido por computadora (CAD)?
- ¿De qué manera se Analizar la resistencia mecánica de los componentes del sistema de dosificación mediante el método de elementos finitos (FEM)?
- ¿Cómo se realizará el desarrollar la programación de control en un PLC para automatizar el funcionamiento del sistema de dosificación?



1.3. JUSTIFICACIÓN

El proceso de despedrado de quinua es fundamental para garantizar la calidad y seguridad del grano antes de su venta y consumo. No obstante, los métodos tradicionales empleados en esta etapa tienen diversas limitaciones que impactan tanto el rendimiento como la excelencia del producto final. En particular, la dosificación manual de los productos de limpieza y la variabilidad en la ejecución del proceso generan resultados inconsistentes y un aumento en el desperdicio de material, lo que afecta de manera adversa la rentabilidad y la capacidad competitiva de los productores de quinua.

La adopción de un sistema de dosificación automatizado facilitará el incremento de la eficiencia en el proceso de eliminación de piedras. Este tipo de sistema puede funcionar de manera continua y uniforme, lo que reduce considerablemente el tiempo de procesamiento y el esfuerzo necesario en comparación con los métodos manuales. Como consecuencia, se logra una mayor cantidad de producción y una optimización en el uso de recursos.

1.4. OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN

1.4.1. Objetivo general

Diseñar e implementar un sistema automatizado de dosificación para mejorar el proceso de despedrado de quinua.

1.4.2. Objetivos específicos

- Modelar el sistema de dosificación utilizando un software de diseño asistido por computadora (CAD).
- Analizar la resistencia mecánica de los componentes del sistema de dosificación mediante el método de elementos finitos (FEM).



- Desarrollar la programación de control en un PLC para automatizar el funcionamiento del sistema de dosificación.

1.5. HIPÓTESIS DE LA INVESTIGACIÓN

1.5.1. Hipótesis general

La implementación de un sistema automatizado de dosificación en el proceso de despedrado de quinua mejora significativamente la eficiencia, precisión y calidad del producto final en comparación con los métodos tradicionales de dosificación manual y semi-automatizada.

1.5.2. Hipótesis específicas

- Si se emplea un software de diseño asistido por computadora (CAD), entonces será posible representar de manera precisa y funcional el sistema de dosificación, permitiendo la integración adecuada de sus componentes mecánicos.
- Si se aplica el método de elementos finitos (FEM) a los modelos CAD del sistema de dosificación, entonces se podrá predecir con precisión el comportamiento mecánico de sus componentes bajo condiciones de carga específicas, identificando posibles fallos estructurales.
- La programación del sistema automatizado de dosificación, al integrar algoritmos avanzados de control y monitoreo, mejorará la precisión de la dosificación y permitirá un ajuste en tiempo real del proceso de despedrado de quinua, superando las capacidades de los métodos de programación tradicionales.

1.6. VARIABLES DE INVESTIGACIÓN

Variable Independiente

- Sistema automatizado de dosificación



Variable Dependiente

- Eficiencia y Calidad del Proceso de Despedrado de Quinoa

1.7. OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

Tabla 1

Operacionalización de variables

TIPO DE VARIABLE	VARIABLES	DIMENSIONES	INDICADORES	UNIDAD
Variable Independiente	Sistema automatizado de dosificación	Diseño del Sistema	Capacidad de Procesamiento	(kg/h)
Variable Dependiente	Eficiencia y Calidad del Proceso de Despedrado de Quinoa	Tiempo de Procesamiento	Tiempo Total de Despedrado	Horas (h)

Nota: Elaboración propia



CAPÍTULO II

FUNDAMENTOS TEÓRICOS

2.1. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN

2.1.1. A nivel internacional

(Salmerón, 2022) En su investigación "Diseño de una máquina de alimentación, dosificadora de alimentos semisólidos" Se lleva a cabo un análisis de mercado, basado en el cual se seleccionó un diseño que incluye un contenedor de carga y un transportador de tornillo, un sistema dosificación junto con un sistema de vacío. Primeramente, el material será descargado por la tolva hacia el transportador de tornillo, el cual es responsable de transportar el producto de manera controlada hacia el sistema de dosificación. Luego, el tubo de precarga y el recipiente dosificador mantendrán el producto en su interior hasta que el sistema de vacío lo comprima. Esta presión garantizará una dosificación constante a lo largo de todo el proceso. Después de la presión, un cilindro neumático mueve el vaso dosificador, dividiendo la porción y dejándolo listo para dosificar el producto en el recipiente. Cuando el depósito alcanza el punto de descarga, se inyecta aire comprimido en la zona superior para facilitar la dosificación del alimento en el recipiente de manera más sencilla, y luego el proceso se reinicia.



(Monsalve, 2019) En el estudio titulado "Diseño y automatización de una dosificadora de grano", se expone un proyecto en particular de una máquina dosificadora semiautomática que funciona mediante caída gravitacional, en el que la variable evaluada se expresa en unidades de masa. La función de la máquina de medición permite que el producto descienda desde la tolva principal hacia la cinta de transporte, esta cinta transportadora traslada el producto de manera uniforme hasta la tolva de medición; la cinta transportadora es operada por un motor reductor de corriente continua, el motor funciona recibiendo voltaje modulado por pulsos mediante un lazo de control gestionado por un autómata programable, el módulo encargado de generar el PWM es un controlador PID, el cual regula la variable de masa capturada por la celda de carga una vez que se alcance la medida de masa programada a través de un set point, el resultado se refleja en una pantalla HMI. Se abre la tolva con otro motor reductor, diseñado para funcionar como un pistón el sistema cuenta con dos extremos de carrera, uno al principio y otro final, que permiten la activación y desactivación del motor, garantizando la conclusión del proceso

(Chadán, 2011) Partiendo de la necesidad de facilitar la operación del molino de piedra ubicada en la Parroquia de Quisapincha. Se realizó estudios del problema que tenía dicha máquina; con la observación se pudo sacar varias conclusiones del cual se optó por una de ellas, como es la implementación de un mecanismo automático de dosificación de granos en la tolva del molino.

Se realizó el diseño del mecanismo que se implementó, como son los cálculos y los planos, para luego proceder a la construcción del implemento de dosificado de granos.



El implemento consiste en un sistema de control que facilita la operación de la máquina, tal implementación consta de un PLC FlexiLogics, el cual consta de ocho entradas un común también ocho salidas con dos comunes, este controla al motor del molino y al motor que ayuda a la apertura y cierre de la compuerta, esto por medio de dispositivos eléctricos como son relés, rectificadores, estabilizadores y dos transformadores veinte y cuatro voltios, uno a un amperio el cual alimenta a los circuitos y al PLC, el otro a tres Amperios el cual activa al contactor.

Con la implementación automática de dosificación de granos, se facilitó la operación ya que con solo oprimir un pulsador la máquina se enciende y se regula al producto que se desea procesar.

2.1.2. A nivel nacional

(Muro, 2020) El presente estudio titulado "Diseño de una máquina limpiadora y seleccionadora de grano de maíz (*Zea mays*) para optimizar la producción de 25 qq/h en el distrito de Mórrope," se enfoca en desarrollar una máquina que mejore la eficiencia en la limpieza y selección del maíz, aumentando así la producción en la región, dado que no había una técnica efectiva para procesar este cereal, por lo que se tomó la siguiente acción el diseño de la máquina con el objetivo de optimizar la producción a través de métodos de análisis y deducción se evaluaron las dificultades y se concluyó el diseño utilizando conocimientos adquiridos durante la formación académica, así como las opiniones de docentes con experiencia. esto permitió establecer los criterios de diseño mediante el uso de encuestas y directrices de reconocimiento, se determinó que la capacidad de la máquina sería de 25 qq/día, con el fin de atender las limitaciones de los agricultores en el distrito de Mórrope Se buscó



culminar el propósito de evaluar y diseñar una máquina para limpiar y seleccionar granos de maíz. así como validar el resultado mediante el uso del software CAE, Si se desea utilizar la máquina para procesar más volúmenes del producto se recomienda revisar el proceso de limpieza y selección. ajustándolo para nuevas necesidades.

(Suárez, 2019) La presente tesis "Ingeniería inversa y diseño de automatización de un dosificador de polvos, utilizando celda de carga a través de microcontrolador atmega para la empresa Jacs" presento el análisis y rediseño de una dosificadora de polvos, aplicando técnicas de ingeniería inversa y automatización. Para comprender la técnica de ingeniería inversa, se consideraron las técnicas utilizadas y documentados por otros profesionales. A partir de estos métodos, se desarrolló un proceso para implementar la ingeniería inversa, con el fin de. estudiar una dosificadora de origen internacional. Tras seleccionar un método y proceso para implementar la ingeniería inversa, se llevaron a cabo el análisis de sistemas relacionados con la finalidad de la investigación, comenzaron con la operación, el análisis físico, análisis electrónico, se evaluaron los beneficios y los inconvenientes de cada uno. Posteriormente, se inició el rediseño del dosificador utilizando los datos recopilados durante el proceso de ingeniería inversa, basándose en las recomendaciones y posibles mejoras. identificadas. Durante el diseño, se tomó en cuenta cada uno de los mecanismos utilizados, aplicando sugerencias y comentarios de forma individual En cada caso, se llevó a cabo un rediseño electrónico y mecánico, así como el desarrollar del programa adecuado. Una vez finalizado el procedimiento de rediseño, se creó un prototipo que funciono como



un modelo del programa y sus partes. Se realizaron pruebas para comprobar el funcionamiento.

(Velasco, 2019) El sector de alimentos balanceados en Perú. tiene una amplia trayectoria operativa, cumpliendo con el importante objetivo de alimentar a distintas especies de animales estos alimentos, a su vez, constituyen la base de la dieta humana, lo que implica que las prácticas de asepsia e inocuidad deben ser extremadamente rigurosas, esto es fundamental para salvaguardar la salud humana de forma indirecta y garantizar la seguridad de alimentos que constituyen la fuente de la alimentación de forma directa Esta industria requiere procesar alimentos de origen nacional e internacional para la producción de alimentos balanceados, cumpliendo con los más altos estándares de exigencia y eficiencia, Esto se refleja en mejorar tanto en la calidad del producto que se produce como en la reducción del consumo de energía eléctrica. Cuando se trata de los molinos de maíz, es crucial optimizar su suministro, Es decir, se buscó lograr una distribución de dosificación lo más uniforme que se pueda realizar, evitando picos de carga que puedan provocar atascos y obstrucciones, que a su vez podría resultar en sobrecargas en los equipos de alimentación, esto, provoca sobreesfuerzos, fatiga y posibles roturas de los componentes de la máquina. Los usos de controles lógicos programables posibilitan automatizar el proceso de alimentación, lo que No solo reduce la demanda de mano de obra, sino que también mejora la consistencia de la operación esto logra ajustar los criterios de velocidad, flujo másico, presión y frecuencia de cambio, según las necesidades del proceso y del producto a obtener. Esta optimización resultará en un producto de mayor calidad, que permitirá obtener un precio de venta más competitivo. Además, se traducirá en reducción de los gastos de mantenimiento de las



máquinas y equipos. reducción de costos de mayor confiabilidad en la operación y eficiencia energética.

2.2. MARCO TEÓRICO

2.2.1. Sistemas de Dosificación

"Las maquinas modernas, que son automáticas, emplean dosificadores diferentes según el producto a procesar. La función del dosificador es distribuir el producto en las cantidades exactas necesarias para la mezcla de forma precisa y automática." (Álvarez & Calderón, 2014)

2.2.2. Factores clave y modalidades de dosificación

(Rivera, 2002) El dosificar es un elemento fundamental de la vida cotidiana y se encuentra en casi. todas las actividades que llevamos a cabo o que nos envuelven. Se puede abordar desde dos enfoques.

La primera perspectiva entiende que dosificar implica combinar ciertos elementos en cantidades específicas, mientras que la segunda se refiere a obtener una dosis. determinada de un componente. Por ejemplo, en medicina, dosificar implica mezclar dosis de medicamentos y considerar sus efectos en el organismo; o también puede referirse a realizar acciones en pequeñas dosis, como dosificar.

Cuando se quiere medir dosis, se utilizan dosímetros; en cambio, para combinar cantidades, se emplea dosificadores.

Los dosificadores son tan variados al igual que los procesos industriales en los que se utilizan, y su campo de uso es bastante amplio. Por tanto, se clasifican según su tipo de combinación en dosificadores mecánicos, neumáticos y eléctricos.



Dosificadores mecanizados cuentan con un control manual y son bastante similares a los dosímetros, junto con la variación de esta última combinan componentes en dosis determinadas. generalmente, los dosificadores mecánicos son utilizados en el sector de salud, y los más habituales incluyen dispensadores de jabón y de detergente, entre otros. También están presentes en bares, donde se utilizan como dosificadores de licor y bebidas, permitiendo servir cantidades precisas de forma manual.

El dosificador neumático sin electricidad recibe su nombre porque opera sin el uso de eléctrica. El más frecuente se conecta a una red de aire y aprovecha la presión del aire como fuente de energía para funcionar. De este modo, el dosificador extrae el producto concentrado desde un contenedor, lo ajusta al porcentaje requerido y lo mezcla de manera uniforme en la cámara de mezcla con el aire de impulsión.

La mezcla resultante es luego expulsada. Una vez ajustado, el dispensador no necesita intervención ni supervisión externo, funcionando de manera autónoma. La cantidad de producto inyectado se mantiene constante y es estrictamente proporcional al volumen de agua que fluye por el dispensador, independientemente de las fluctuaciones de presión y caudal que puedan ocurrir. La gran exactitud en la dosificación elimina cualquier posibilidad de sobredosificación sus aplicaciones comunes incluyen productos para limpiar carrocerías, desincrustantes y desinfectantes alcalinos entre otros.

Los dispensadores eléctricos operan mediante potencia eléctrica, obteniendo los datos de sensores, y las determinaciones están gestionadas por microprocesadores Los elementos motrices son proporcionados de motores o



sistemas neumáticos, y puede haber intercambio de datos. Este tipo de dispensador es el objetivo principal del estudio.

Una particularidad de los dispensadores en la industria es que no solo realizan la función de dosificar, sino que también complementan el proceso. Esto significa que estos equipos no son específicos para una única tarea, ya que realizan dos o más funciones simultáneamente.

Un aspecto relevante a destacar es que, al combinar los dosificadores, crean lo que se conoce como GRUPOS DE DOSIFICACIÓN. Estos dispositivos suelen ser modulares y se suministran a industrias de diferentes sectores. Son elaborados de acuerdo con los requerimientos del proceso para facilitar la preparación y dosificación de los componentes. Generalmente abarcan uno o varios tanques sobre una estructura compartida, y están fabricados con materiales apropiados para dicho proceso." sus elementos generalmente incluyen bombas de dosificación, mezcladores, tuberías de conexión, sistemas de transporte, y dispositivos de control automático y monitoreo.

Estos dispositivos cubren una amplia variedad de utilización, ofreciendo métodos de dosificación que satisfacen necesidades específicas. En los campos de aplicación se encuentran la industria química en su conjunto., el sector petroquímico y la depuración del agua., la industria papelera y la producción de fertilizantes. Dado el ámbito de trabajo de las dosificadoras es extenso es importante señalar que se dispone de dosificadores para sólidos en grano, líquidos y polvos, que dependiendo de la técnica empleada varía según el elemento que se deba dosificar

2.2.3. Dosificadores con accionamiento eléctrico.

Son de gran relevancia y se pueden categorizar como:



- Volumétricos para sólidos, líquidos y polvos.
- Gravimétricos para sólidos y líquidos.

Mediante el temporizador utilizado en dosificaciones que son intermitentes en estas situaciones, se dosifica una cantidad exacta en un lapso específico por temporizador; su exactitud es limitada y se utiliza bajo situaciones flexibles.

Los sistemas de accionamiento para estos dosificadores comprenden motores de corriente continua, motores de pasos controlados, así como motores sincronizados y no sincronizados, tanto monofásicos como trifásicos. Se equipan de una amplia variedad de dispositivos de regulación, que van desde variadores de bajo costo hasta sistemas de control microprocesador con control de circuito abierto o cerrado

Los dosificadores y descargadores emplean un tornillo dosificador completo, ubicado en el interior de la cavidad del descargador, para proporcionar una dosificación constante incluso para los insumos más complejos de manejar como los polvos.

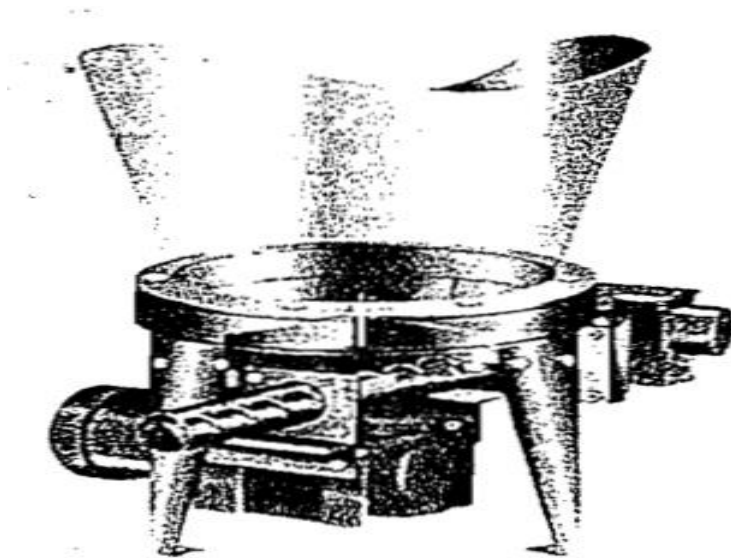
Por lo general, son componentes de un sistema gravimétrico conocido como "Weight-Loss Weigh", actuando como el sistema de dosificación. Proporcionan la dosificación correcta que es fundamental para mejorar el desempeño ideal de un sistema de dosificación gravimétrica

En estos dispositivos de dosificación, se utiliza una rejilla separadora que permite elegir hasta cuatro elementos, y se emplea un peso de equilibrio para determinar el volumen a dosificar., el procedimiento comienza y finaliza cuando se alcanza la cantidad seleccionada; posteriormente, el material comienza a ser retirado.

Los dosificadores y descargadores Acrison están disponibles con una entrada cuadrada o redonda, con bridas de tamaños estándar de 609, 762, 914, 1,291 y 1,524 milímetros. Por lo general, el tornillo dosificador se suministra con un motor de corriente alterna o continua (CC) de velocidad ajustable, lo que garantiza la exactitud en la cantidad dosificada, junto con un motor de velocidad fija que impulsa el tornillo evacuador.

Figura 1

Dosificador-Descador



Nota

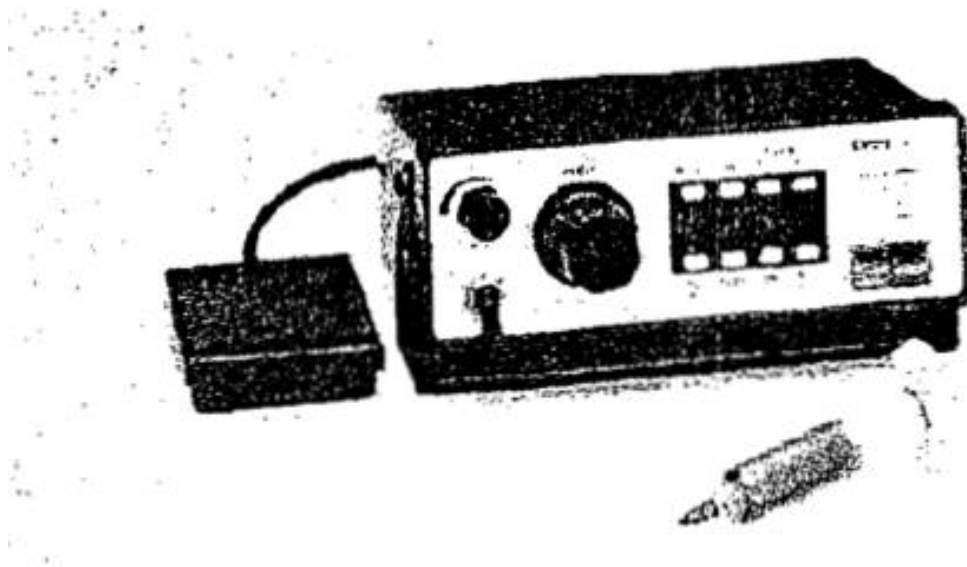
Dosificadores de líquidos

En la dosificación de líquidos, se emplean dos métodos. el primero consiste que los dispensadores de recipientes alimentan los tubos dosificadores según las capacidades seleccionadas., estos volúmenes son supervisados a través de sensores de nivel o presión y son eliminados por gravedad o por impulso. cuando se requieren volúmenes precisos, especialmente en la industria farmacéutica, se emplea una variante con sistemas de microprocesador que permite ajustar el tamaño del depósito

La segunda técnica utiliza bombas dosificadoras, que están acopladas a motores eléctricos, ya sea con variación de velocidad o sin ella. una dosificadora de líquidos se encuentra compuesta mediante un sistema de transporte, almacenamiento y una o más bombas. estas son. bombas las que nos suministran los volúmenes de líquidos necesarios para nuestro proceso las que. determinan las propiedades del dosificador. Entre los sistemas de dosificación para el transporte de fluidos se pueden mencionar: Las bombas dosificadoras de diafragma, las bombas de acoplamiento magnético y las bombas peristálticas son.

Figura 2

Dosificador de líquido con control microprocesador



Nota

Para ofrecer una mejor comprensión de estos dosificadores, se detalla el funcionamiento de un sistema automatizado para la dosificación de elementos con el objetivo de generar productos. este sistema es un dispositivo de dosificación por peso de alta precisión, utilizado en pinturas o tintas, y su



funcionamiento es bastante comparable a la planta de procesamiento de alimentos

Los fluidos que se dosifican se almacenan en contenedores, algunos de los cuales cuentan con mezcladores para garantizar la uniformidad de los líquidos.

La dosificación de los líquidos se realiza mediante válvulas de control operadas neumáticamente las cuales operan en dos modalidades: flujo constante o flujo por goteo. El sistema computarizado se ocupa de registrar el peso dosificado y emitir Instrucciones para abrir y cerrar las válvulas, asegurando así una dosificación precisa. Se utiliza un software de gestión para almacenar las fórmulas, registrar las cantidades que se pretenden dosificar., mantener los datos de dosificación y gestionar el registro, así como elaborar informes de producción del equipo.

Bombas dosificadoras de diafragma

Son bombas de alta capacidad y de acción bilateral que mueven un volumen específico de líquido en un tiempo específico, y también conocidas como bombas de volumen controlado. La impulsión de estas bombas es generalmente exterior y puede ser de velocidad fija o variable a través un motor eléctrico. La bomba cuenta con un diafragma flexible, que tiene un lado que está en contacto directo con el líquido del proceso, y su propulsión puede ser tanto hidráulica como mecánica. Este diafragma se llena de líquido para posteriormente ser evacuado, y se encuentra equipado con mecanismos de ajuste de carrera que posibilitan variar la capacidad de las bombas dosificadoras. Se utilizan en las siguientes situaciones:

- Para prevenir filtración o la contaminación cruzada entre el fluido bombeado y otros líquidos



- Para asegurar que el flujo no se vea afectado por las fluctuaciones en la presión de descarga
- Cuando se necesita alta precisión para regular la capacidad de salida.
- Para mantener la cámara de bombeo aislada del resto de la bomba

Bombas peristál

Constituye el soporte para los métodos de dosificadores peristálticos, que utilizan diferentes métodos de dosificación, incluyendo volumétricas y control de flujo, entre otras

Se proporcionan bombas con velocidad fija y variable, además de una grande variedad de cabezales de bombeo que permiten ajustar la oclusión. estos cabezales son adecuados para diferentes tubos, e incluso para diferentes tipos de tubos simultáneamente, y pueden operar con presiones variables o constantes. Los materiales utilizados incluyen silicona, neopreno, EPDM, butilo, PVC, vitón y teflón, Poliuretano, etc.

2.2.3.1. Ventajas de dosificadores con bombeo peristáltico

Resuelven complicaciones de transporte de líquidos en diversas manufacturas, como la química, alimentaria, farmacéutica, galvanoplastia, tratamiento de aguas, lecherías, laboratorios, y también en sectores de plásticos y cosméticos, entre otros.

Dado que el líquido solo entra en contacto con un tubo, en lugar de utilizar empaquetaduras, válvulas, pistones, retenes ni ninguna otra parte mecánica, se garantiza un bombeo sin contaminaciones.

Son perfectas para trabajar con sustancias corrosivos o abrasivos que podrían dañar las piezas mecánicas de otros tipos de bombas. Al elegir el tubo apropiado, es posible bombear ácidos, álcalis, disolventes y líquidos viscosos



calentados. Para dosificar productos farmacéuticos, simplemente se requiere esterilizar el conducto

En el mercado, se pueden encontrar bombas tanto individuales como en procedimientos de dosificación de diferentes tipos: Control proporcional de un flujo de agua (incorporando un medidor de caudal de turbina), adecuación mediante medición conductimétrica y control basado en mediciones piezométrica o mediante un totalizador con microprocesador

2.2.4. Dosificadores de solidos

En estado seco es una necesidad frecuente y crucial en diversas industrias. de hecho, en general de las aplicaciones, así como la calidad del producto terminado depende directamente con la precisión en la dosificación.

Hay varias técnicas de dosificación, las más destacadas se incluyen: volumétrica, gravimétrica, temporizada y de ciclo a ciclo.

Un dispensador volumétrico realiza la dosificación en función del volumen, siendo parte de un procedimiento en el que el volumen de flujo del producto fluctúa con el tiempo, por otro lado, un dosificador gravimétrico lleva a cabo la dosificación mediante el control de la cantidad del producto.

La selección entre un dosificador volumétrico y uno gravimétrico se basa en los parámetros clave de precisión que se necesiten. Los dosificadores volumétricos suelen ser preferidos debido a su menor precio y a su simpleza en el diseño. Un dosificador volumétrico utiliza un procedimiento particular para calcular y liberar la totalidad deseada de producto, operando dentro de un intervalo de caudales variables. Esta medición y descarga se logra ajustando la velocidad del tornillo dosificador.

2.2.5. Dosificadores volumétricos de sólidos

Se emplean en instalaciones de procesamiento de alimentos, donde los productos se introducen en la dosificadora y se almacenan en contenedores. Algunos de estos contenedores cuentan con agitadores para asegurar la homogenización y lograr una densidad aparente constante antes de que el material llegue al tornillo que regula la dosificación. La rapidez de rotación tanto del agitador como del tornillo dosificador es regulable y se controla a través de un variador mecánico.

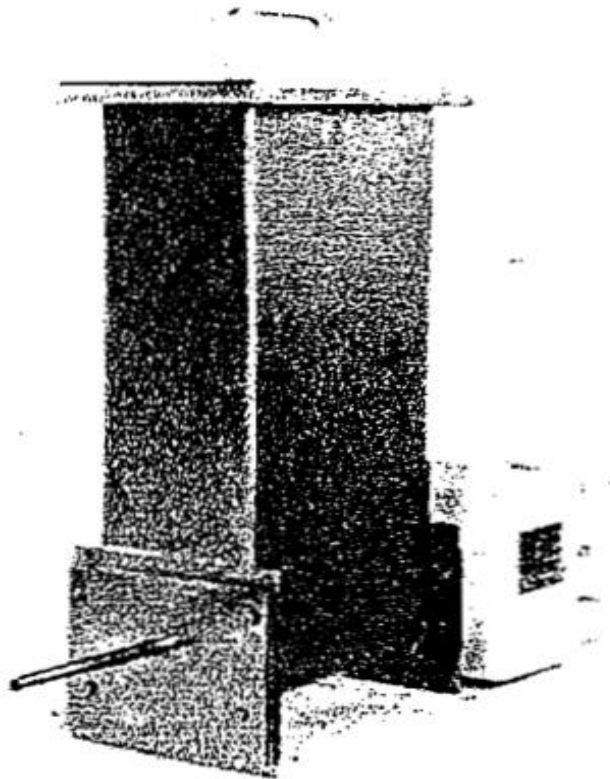
El tornillo transporta el producto desde la cámara de dosificación hacia el canal de salida, y la cantidad se descargada se determina por la rapidez de rotación del tornillo y el nexo en la caja de Norton.

Características de operación

Exactitud de Dosificación: Generalmente, los dosificadores de volumen ofrecen una exactitud en la dosificación que oscila entre ± 1 y 3%, o incluso menor en la mayoría de los casos relacionados con productos.

Accionamiento y regulación

- El sistema de accionamiento está compuesto por un motor, variador y reductor; la transmisión se efectúa a través de piñones y una doble cadena. Además, es posible ajustar el sistema mediante.
- Variador de velocidad con control manual o automático.
- Motor de corriente.
- Servomotor eléctrico, que también puede operar de manera automática mediante una señal.

Figura 3*Dosificador de solidos**Nota*

La dosificación y el pesaje son procesos fundamentales en las industrias alimentarias, farmacéuticas y químicas. el dosificador debe ser capaz de adaptarse a diversos tipos de materiales y, además, debe contar con un elevado nivel de precisión y eficacia, y facilitar la reserva del producto. Las Dosificadoras-Pesadoras son equipos diseñados para manejar una amplia gama de productos en polvo que, debido a sus propiedades, necesitan ser pesados con precisión.

En sectores como la siderurgia, la producción de cemento, las canteras, la fabricación de detergentes y la industria química, el dosificador debe ofrecer una gran capacidad y ser fácil de operar.



Los dispositivos empleados son dosificadores integradores y caudalímetros, diseñados específicamente para manejar productos granulados o en forma de polvo.

Para regular el flujo de combustibles en turbinas eléctricas generadoras de energía se requiere un dosificador conocido como GOVERNOR, que actúa como un componente responsable del control de la velocidad de la máquina.

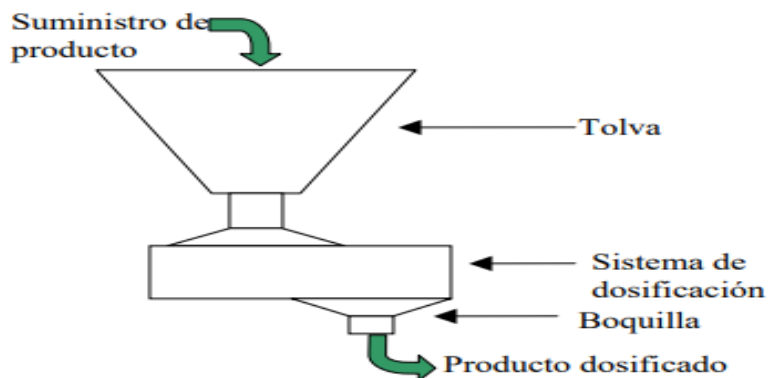
2.2.6. Componentes de un sistema de dosificación

El dosificador es un instrumento esencial en cualquier empresa o proceso de fabricación, ya que su objetivo principal es proporcionar o llenar un producto en una cantidad precisa dentro de un intervalo de tiempo específico.

Los dosificadores, en términos generales, se componen.

- Tolva de almacenamiento
- Sistema dosificador
- Boquilla o tubo de descarga.

Estos componentes logran tener diferentes diseños en función del producto a dosificar, así como de la manera en que se establece la dosis a liberar, ya sea por peso o por volumen, así como la cantidad total, de elementos que se debe dosificar.

Figura 4*Partes de un dosificador**Nota***Tolva**

La tolva almacena la carga proveniente de la línea de producción, ya sea a través de la cinta transportadora, un tornillo sinfín o mediante descarga manual. Su función principal consiste en mantener el producto en su interior.

Sistema dosificador

El sistema de dosificación es el componente más crucial del dosificador en su totalidad. Su responsabilidad es calcular y controlar la porción de producto que se extrae de la tolva para luego continuar con el proceso de empaclado. La medición puede llevarse a cabo de dos maneras: por volumen o por peso, dependiendo de las propiedades del producto y del nivel de precisión necesaria

Boquilla o tubo de descarga

Las boquillas o tubos de salida tienen la función de evitar que el producto dosificado se derrame, asegurando su correcto direccionamiento hacia la tolva del dosificación para que llegue de Además, estas boquillas previenen riesgos para el operario, evitando que esté en contacto directo con otras partes de la



máquina y el caso de productos muy volátiles, reduce la posibilidad de que el operario respire el producto

2.2.7. Equipos de dosificación en seco

Se utilizan para los sólidos y pueden ser volumétrico o gravimétrico. La selección del tipo de dosificador debe considerar la precisión necesaria, el tipo de producto a dosificar y el rango de operación que debe poseer el equipo, lo que está determinado por las cantidades máximas y mínimas requeridas, así como los caudales a manejar.

Dosificador Volumétricos

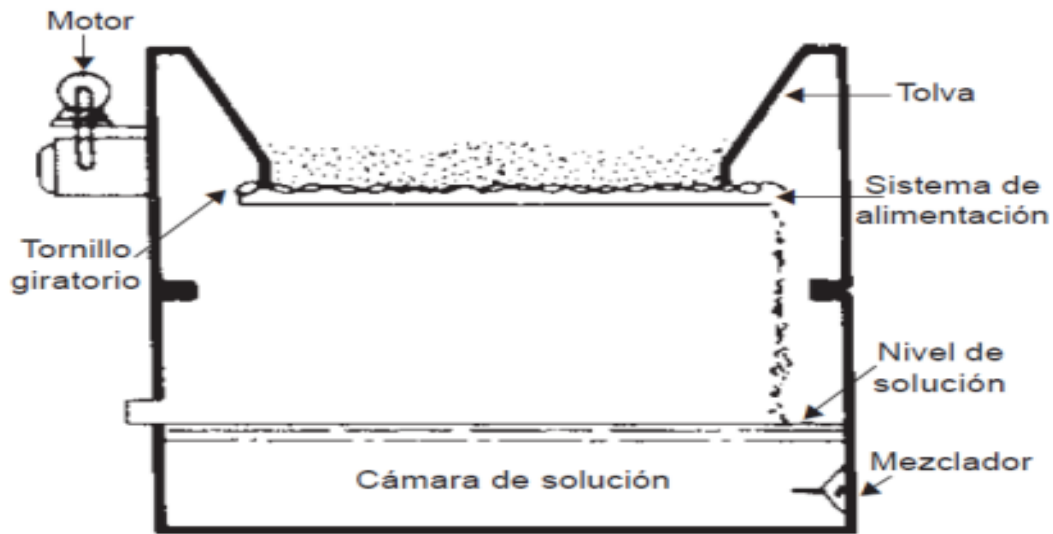
La cantidad se establece al medir el tamaño de material que se libera a través de una zona que se mueve a una velocidad continua. Los dosificadores de este modelo que se utilizan con mayor frecuencia en la práctica, incluyen la válvula rotativa, el disco giratorio y el cilindro rotativo, el plato variable y el de tornillo.

- La válvula de movimiento rotativa es un dosificador de baja exactitud que se utiliza en un intervalo de caudales de 0,5 a 1,0 m³/h.

El dosificador con disco giratorio consta de una base que, rota a velocidad constante, en la que una cuchilla con ángulo ajustable separa una porción del producto. Este producto se echa en un contenedor para preparar la solución que debe contar con un mezclador. La precisión de esta unidad es buena el motor puede funcionar a una velocidad fija o ajustable.

Figura 5

Dosificador volumétrico



Nota: <http://www.cavicchiimpianti.com/page.jsp?idPagina=566&idLingua=50>

Dosificador Tornillo sin fin

Son regulados por la velocidad de rotación del tornillo, la cual es ajustada por el actuador a través de la variación de la periodicidad. Estos logran aparecer en dos configuraciones como son: en posición vertical y en posición horizontal

Figura 6

Dosificador por tornillo sin fin vertical



La modificación de la dosificación en un tornillo sin fin vertical necesita una estructura de conexión del actuador en la parte superior del contenedor de almacenamiento, lo que complica la entrega del producto a la tolva

Figura 7

Dosificador por tornillo sin fin horizontal



Nota

Requiere una estructura compacta en esa parte del sistema, ya que está acoplado a la salida de la tolva de almacenamiento, y este, a su vez, está conectado al eje del actuador que se encuentra fuera del sistema de dosificación físico.

Ambas variaciones del tornillo sin aleta, tanto la vertical como la horizontal, es posible implementar un control a través de Arduino utilizando una señal PWM que admita regular la velocidad de distribución del grano.

Dosificadores por Vibración

Los dosificadores vibratorios funcionan con un depósito situado en la parte elevada, que utiliza un mecanismo de dispensación asociado a un elemento que

genera vibraciones en el conducto de transporte para facilitar la dosificación, como se ilustra.

Figura 8

Dosificador por vibración



Nota

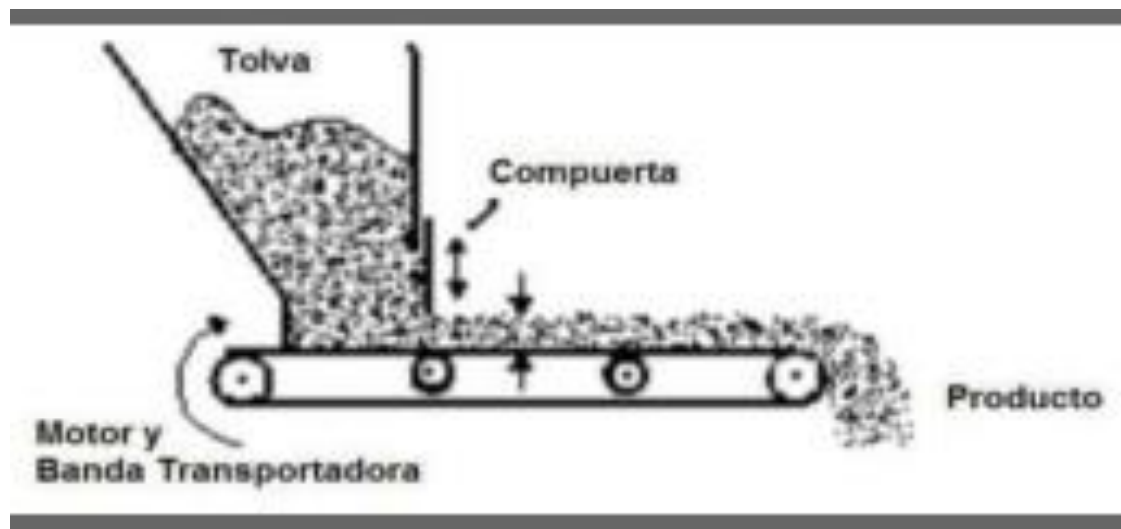
La vibración del canal de conducción puede generarse mediante actuadores de movimiento lineal, como los neumáticos, electromagnéticos, entre otros. Se emplea para la dosificación de una variedad de productos, incluyendo polvos, granos y elementos sólidos.

Dosificador tipo compuertas

Se presentan en dos variantes: compuerta lineal y compuerta rotativa.

Figura 9

Dosificador por compuerta lineal

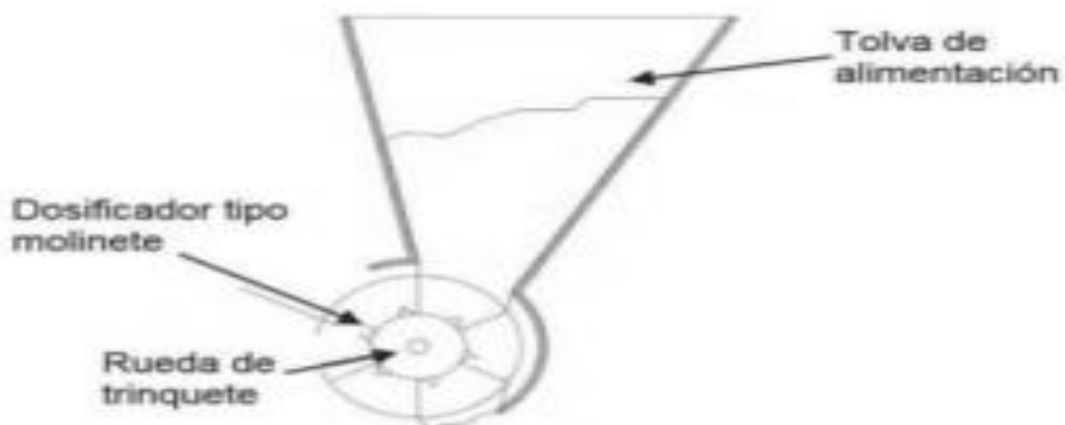


Nota

El manejo de la compuerta lineal ágil para interrumpir el flujo del producto; Sin embargo, la capacidad necesaria para llevar a cabo el cierre es considerablemente alta debido a la fuerza aplicada durante el proceso de dosificación.

Figura 10

Dosificación circular



Nota



2.3. LA AUTOMATIZACIÓN

(Duran, Martínez, Gámiz, Domingo, & Grau, 2009) Se trata del procedimiento de diseño, implementación y/o operación de sistemas que utilizan y fusionan la capacidad de las máquinas para llevar a cabo tareas y gestionar secuencias operativas sin la participación humana

La automatización combina la utilización coordinada de tecnologías eléctricas., electrónicas, neumáticas, hidráulicas y/o mecánicas para transformar una amplia variedad de procesos de fabricación. Su implementación en el ámbito industrial ayuda a reducir los costos de producción, eliminar labores repetitivas y requiere importantes recursos de capital que se traducen en nuevas infraestructuras y en la capacitación de personal técnico especializado. (pág. 7)

2.4. SISTEMAS DE CONTROL

Consiste en un conjunto de componentes que interactúan entre sí para alcanzar un objetivo específico. El control se refiere a una acción que se lleva a cabo en presencia de perturbaciones, tiene como objetivo minimizar la discrepancia entre la salida de un sistema y un ingreso de referencia, y continúa ajustándose en función de esta desigualdad.

Se clasifican en sistemas de lazo abierto y a lazo cerrado. Esta diferenciación se establece a través de el procedimiento de control, que activa el sistema para generar la salida. Dicha salida, según diversas variables y condiciones pueden definir a qué categoría pertenece.

2.4.1. Sistemas de control en lazo cerrado

Un método que establece una conexión definida entre la salida y la entrada de referencia, realizando una comparación y utilizando la desigualdad como



mecanismo de control, se conoce como sistema de mando realimentado o sistema de control en lazo cerrado.

El verificador recibe La señal de error de operación, que representa la diferencia entre la señal de entrada y la señal de retroalimentación. esto se hace con el objetivo de minimizar el error y ajustar la salida del sistema a un valor adecuado. El concepto de control en lazo cerrado continuamente conlleva la implementación de una acción de control retroalimentada para disminuir el fallo del sistema.

2.4.2. Sistemas de control en lazo abierto

Son sistemas en los que la salida no se cuantifica ni se retroalimenta para hacer una comparación con el ingreso. En un sistema de control de lazo abierto, la salida no se confronta con la entrada de referencia.

Por consiguiente, a cada entrada de referencia se asocia una condición operativa específica; como consecuencia, la exactitud del sistema está sujeta a la calibración Cuando se presentan perturbaciones, un sistema de control de lazo abierto no lleva a cabo la tarea esperada.

2.5. SIMATIC HMI KTP-700 BASIC

(Cares & Andrades, 2022) Funciona como un intermediario para la vigilancia y la interacción simultáneamente con el funcionamiento de un proceso industrial. Hoy en día, este dispositivo es fundamental, ya que el mando y la supervisión de procedimientos industriales son tan importantes como el propio proceso. sí, han cambiado de ser simples. los medios de comunicación entre el operario y su proceso han evolucionado de ser simples a convertirse en componentes integrales. La implementación de interfaces HMI se lleva a cabo en todos los niveles de automatización., a compartir desde sencillas aplicaciones



a través de procedimientos altamente complicados. Esto se consigue a través de la utilizando pantallas que son táctiles. También, hay una inclinación creciente hacia la posibilidad de comunicarse utilizando los principales protocolos como PROFINET, MODBUS TCP y PROFIBUS. Las nuevas generaciones de interfaz de usuario HMI además incorporan funciones que antes solo eran disponibles en sistemas de control y automatización, como los Controladores Lógicos Programables (PLC). Esto permite que estas pantallas lleven a cabo funciones de control y registro de datos relacionados con el control y monitoreo. (pág. 18)

Previo al comienzo del proceso de selección, es fundamental entender el motivo para el cual se requiere un HMI. Las labores principales que logran incluir:

Sustitución de mecanismos como selectores, botones y luces indicadoras, mediante controles, además de la distribución de temporizadores, el ajuste de parámetros del trabajo, junto con una representación visual más actual y automática

Implementación de un modelo de recolección de información, cuya capacidad está restringida por las limitaciones de la pantalla, ya que un HMI no dispone de las amplias capacidades de almacenamiento y registro de un SCADA.

Envío de alarmas.

Envío de registros.

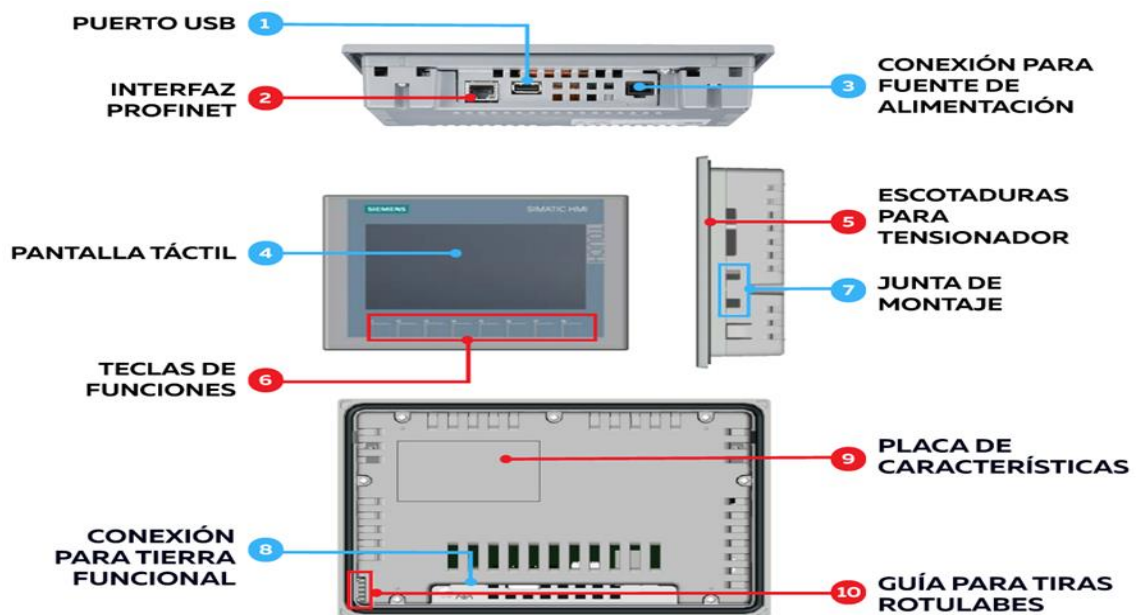
La elección del tamaño y la resolución del dispositivo depende de las necesidades particulares de la aplicación. Es fundamental evaluar tanto la cantidad de reporte que se presentará en el panel como los comandos que se ejecutarán. Este análisis permitirá definir el tamaño adecuado de la pantalla, que normalmente oscila entre 4" y 19", pero hay otras opciones disminuyen

frecuentes. Asimismo, será fundamental determinar si se requiere un teclado adicional junto con el panel táctil, o si esta última es adecuado por sí sola

Aunque la mayoría de las pantallas actualmente son en color, también existen alternativas monocromáticas. La opción entre ambos tipos necesita de varios elementos, como las restricciones económicas o el propósito específico de la pantalla. Por ejemplo, en aplicaciones básicas que no exigen un alto nivel gráfico, un equipo gráfico o alfanumérico monocromático o a color puede ser suficiente. No obstante, si se requiere mayor detalle y una presentación visual de alta calidad, una pantalla táctil a color sería. (pág. 19)

Figura 11

Vista periférica HMI KTP700Basic



Nota

2.6. CONTROLADOR LÓGICO PROGRAMABLE

(Automación Micromecánica s.a.i.c., 2002) Es un dispositivo digital electrónico con memoria que puede programarse para guardar instrucciones, lo que permite ejecutar funciones concretas como lógica, secuenciales,



temporización, cómputo, y operación aritmética, con el fin de supervisar tanto las máquinas como los procesos.

Es posible describir como un dispositivo electrónico que lleva a cabo un proceso de manera periódica. La realización del programa logra detener temporalmente para llevar a cabo otras labores que se consideran más primordial; sin embargo, lo más crucial es asegurar la ejecución completa de la aplicación principal.

Estos supervisores se emplean en ambientes industriales en los que es necesario tomar elecciones y actividades. de manera rápida con el fin de reaccionar de Los PLC se emplean en contextos que exigen controles lógicos, secuenciales o una combinación de ambos. (pág. 8)

Campos de aplicación

(Automación Micromecánica s.a.i.c., 2002) El PLC Gracias a sus atributos de diseño. particulares, posee un ámbito de estudio muy amplio. La constante evolución del hardware y el software se expande continuamente este ámbito, permitiendo atender las necesidades que surgen dentro de sus medios reales.

Su uso se centra principalmente en sitios donde se requiere un procedimiento de operación, regulación y señalización. así, su utilización incluye desde los procesos de fabricación industrial de diversos tipos hasta modificación industriales y supervisión de instalaciones, etc.

La extensión compacta, la gran facilidad para ensamblarlo, la capacidad de conservar programas para. rápida reutilización, la posibilidad de modificarlos o alterarlos, logran que su eficacia se valore especialmente en operaciones donde surgen demandas como. (pág. 9):

- Área limitada

- Procesos de producción que varían periódicamente
- Procesos en serie
- Equipos para procesos variables
- Instalaciones de procesos complejos y amplios
- Revisión de la programación centralizada de las etapas del proceso

2.7. ARQUITECTURA DE LOS AUTÓMATAS PROGRAMABLES

(Barrientos & Gambao, 2014) Para satisfacer Dada la necesidad de una expansión sencilla y un mantenimiento eficiente, los controladores se han diseñado con una estructura modular. Los distintos módulos se instalan en bastidores, permitiendo que se añadan o sustituir con facilidad.

Los PLC cuentan con un diseño de computadora de aplicación específica emplea un modelo interno de conexión de bus para vincular las partes de la CPU con diversos elementos del interior. (pág. 108)

Figura 12

Arquitectura básica de un PLC



Nota. Estructura fundamental de un PLC: (Barrientos & Gambao, 2014)

2.8. SIEMENS PLC S7-1200

(Siemens, 2014) Ofrece versatilidad y capacidad para gestionar una amplia variedad de aparatos en diferentes Implementaciones de automatización. Su

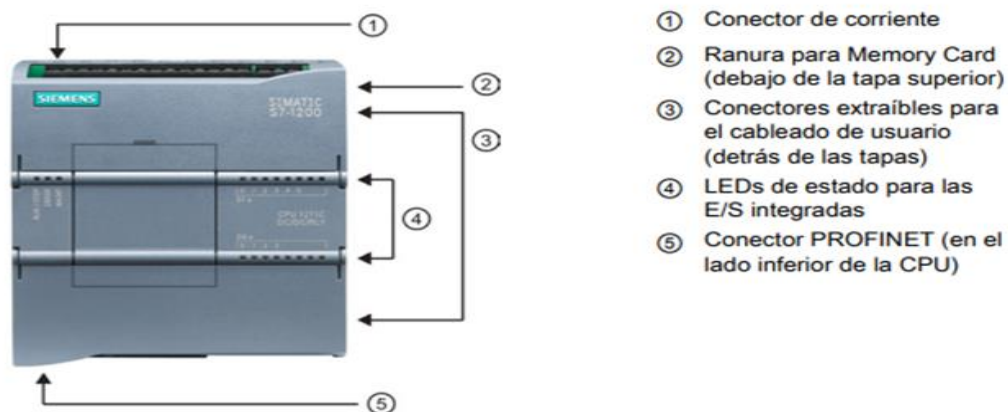
diseño reducido y disposición adaptable, junto con una extensa interfaz de línea de comandos, lo hacen apropiado para manejar una extensa variedad de tareas.

La CPU integra un microcontrolador, un suministro eléctrico, circuitos de entrada/salida, PROFINET, gestión avanzada de entrada/salida y conexiones analógicas, todo en un formato reducido, lo que la convierte en un dispositivo de control muy potente.

La CPU cuenta con un terminal PROFINET para la comunicación dentro de una red PROFINET. (pág. 23)

Figura 13

Controlador programable S7-1200



Nota. Imagen tomada: (Siemens, 2014)

2.9. UNIDADES DE ENTRADA Y SALIDA ANALÓGICAS

Las demandas de gestión en los procesos industriales más complicados han impulsado, en ciertos casos, la incorporación de dispositivos de entrada y salida analógicas. de este modo, el controlador programable puede leer variables de canales de entrada analógicos provenientes de un sensor y transmitir variables de salida analógicas a un actuador que las necesite. De forma lógica, el controlador programable únicamente puede funcionar internamente con señales digitales, lo que hace es necesario utilizar dispositivos A/D en las

entradas y D/A en las salidas. A menudo se emplean multiplexores, lo que permite escalar los valores analógicos mediante software. Así, es común que una placa de E/S analógicas cuente con un solo convertidor A/D, multiplexado los diversos canales de entrada. Lo habitual consiste en localizar módulos con 4, 8 o 16 puntos de entrada. y 4 salidas. Los rangos analógicos habituales son 0/5 V, 0/10 V, -10/10 V y 4-20 mA

Se conoce como periferia incorporada al grupo de dispositivos que se conectan al bus interno de la unidad central de procesamiento (colocados básicamente en el mismo bastidor), mientras que la periferia repartida se refiere a esos dispositivos que necesitan una plataforma con un microprocesador para su enlace

Los módulos de entrada/salida digitales y analógicos que se utilizan comúnmente es un controlador programable se consideran parte de la periferia incorporada en cambio, aparatos como las unidades de programación externas, las unidades de entrada/salida remota y otros equipos industriales. destinados a la gestión de datos se clasifican dentro de la periferia descentralizada.

Figura 14

Módulo de entradas analógicas siemens



Nota. Imagen tomada: (Siemens, 2014)



2.10. VARIADORES DE VELOCIDAD

Hay diversas maneras de regular la velocidad de los motores de tres fases no sincronizados, sea de manera progresivo, escalonada o constante. En este contexto, se enfocará en el control de la velocidad a través de modificación de la periodicidad

Sabemos que la velocidad asincrónica del rotor de un motor de inducción viene expresada por

$$N_a = f \cdot 120(1-d) / p$$

Donde:

N_a : Velocidad del motor síncrono

f : Frecuencia de la red.

p : #de polos.

d : Desviación

Si se toma en cuenta que la desviación es mínima, la velocidad de los motores asíncronos está aproximadamente determinada por la cantidad de polos y la periodicidad de suministro.

Se sabe que el voltaje varía de manera proporcional a la periodicidad, de tal forma que la tensión generada por ciclo se mantiene estable. esto se debe a que la magnitud de la corriente magnetizaste y el flujo en un motor de inducción son más o menos proporcionales a la tensión y en sentido inverso proporcionales a la periodicidad

La placa de especificaciones de los motores de jaula, construidos con el propósito de operar altas velocidades, incluye registrado el factor de voltaje por ciclo.



La técnica de cambio de frecuencia facilita que el motor funcione a velocidades mínimas e incluso el alcance tres veces su velocidad nominal; sin embargo, hay límites de frecuencia en los que el motor puede operar de manera efectiva.

Estas restricciones están definidas por las propiedades mecánicas de la máquina lo que incluye la tensión mecánica del rotor, la capacidad de disipar reducciones a altas velocidades, el engrase de los cojinetes, entre otros factores a bajas velocidades, el aparato de ventilación del motor no puede reducir el calor de manera automática generado por los desgastes; por otro lado, si el motor gira a alta velocidad, La fuerza centrífuga podría provocar dañarlo gravemente.

La técnica de modulación por ancho de pulso permite regular el período de la señal para modificar el voltaje eficaz. De esta manera, se logra controlar simultáneamente la tensión y la frecuencia de salida, ya que para cada frecuencia de salida es necesario una tensión específica.

El método PWM emplea como etapa intermedia la transformación del voltaje trifásico de entrada convertido en voltaje continuo (VDC) y a través de la alternancia del puente de transistores se obtiene la señal que regula la frecuencia. Los variadores de frecuencia más avanzados. incorporan técnica basada en microprocesadores, lo que posibilita la programación de su funcionamiento y diagnósticos, disminuyendo la necesidad de emplear múltiples tarjetas electrónicas.

Se puede configurar para diferentes categorías de cargas, como aquellas con variabilidad, voltaje ajustable y un extenso rango de velocidades. También se pueden configurar protecciones a través de alertas de fallas, incluyendo sobre

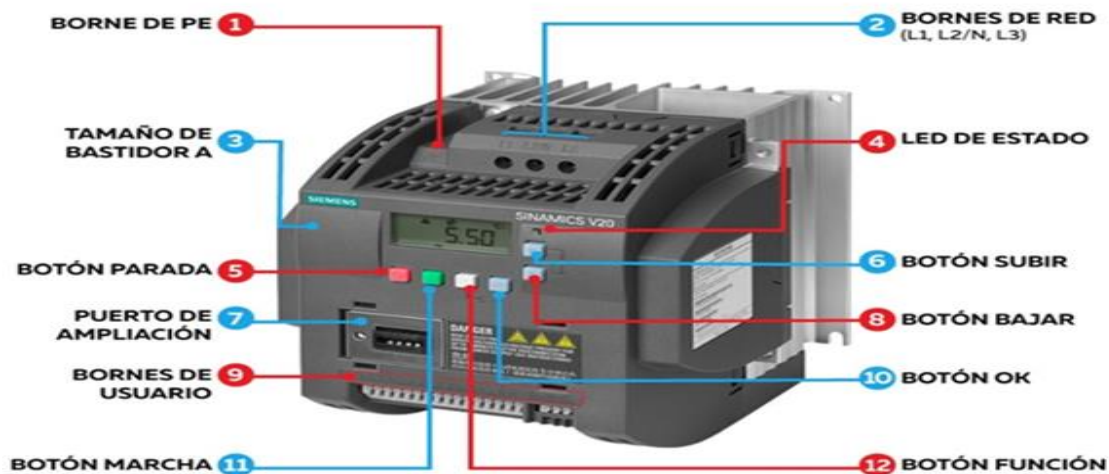
voltaje, sobre corriente, límite de corriente, bajo voltaje, sobrecalentamiento y errores en la CPU. entre otros.

Sinamics V20

(Siemens, 2014) Ofrece una solución de accionamiento sencilla y asequible para estas aplicaciones. Se distingue por su rápida activación, facilidad de manejo, durabilidad y eficiencia en términos de costos. Su diseño reducido lo hace una opción perfecta para diversos usos, con modelos que van desde 0,12 kW hasta 15 kW, aptos para tensiones de red monofásicas y trifásicas. Cada vez más instalaciones y fabricantes de maquinaria eligen automatizar procesos simples con requisitos versátiles, y el SINAMICS V20 se ajusta perfectamente a estas demandas

Figura 15

Variador de velocidad Sinamics V20



PLC Schneider Electric

Nota. Imagen tomada: (Siemens, 2014)

Motores eléctricos

Los componentes fundamentales que definen el motor trifásico se componen de un estator y un rotor. El estator se encuentra formado por bobinas

trifásicas ubicadas en ranuras separadas a 120 grados. La diferencia de fase entre los tres grupos de bobinas se define por el número de polos magnéticos de la máquina.

El funcionamiento básico del motor eléctrico trifásico se entiende mejor al analizar su estructura interna. Al proporcionar energía al estator a través de las tres fases del sistema trifásico, se generan campos magnéticos giratorios que están desfasados 120 grados entre sí. En el rotor, que puede recibir alimentación externa (rotor bobinado) o generar corriente inducida por los campos magnéticos del estator al pasar a través de sus bobinas (rotor en cortocircuito), se crea otro campo magnético giratorio en sentido opuesto. La interacción de estos campos magnéticos provoca el movimiento rotativo de la parte móvil de la máquina.

Partes de un motor trifásico

Un motor trifásico consta de dos componentes principales:

El rotor, que es la parte giratoria del motor, se conoce comúnmente como jaula de ardilla debido a su diseño, que consiste en una estructura circular de barras y anillos que se asemejan a una jaula, conectada a un eje.

El estator, que es la parte fija que induce el movimiento en el rotor, está formado por un anillo que contiene tres pares de bobinas distribuidas de manera uniforme alrededor del rotor.

Los motores trifásicos se distinguen por su gran robustez, coste relativamente bajo, compacidad, capacidad de arranque automático, salida más estable y necesidad mínima de mantenimiento a diferencia de los motores de fase única.

Figura 16*Motor Eléctrico Trifásico*

2.11. MOTORREDUCTORES

Los motores reductores son dispositivos que controlan la velocidad de los motores eléctricos limitando la velocidad a la que operan. Se componen de una secuencia de engranajes que constituyen la cadena cinemática, los cuales se montan en ejes giratorios.

Su función principal es disminuir la velocidad inicial, que suele ser alta, a una velocidad más baja para evitar daños al mecanismo. Aparte de esta función, el reductor también se encarga de ajustar la energía mecánica del sistema.

Según la disposición interna de los reductores, se puede establecer la siguiente clasificación

Planetarios

Sin-fin corona

Ejes paralelos



Figura 17

Motorreductor





CAPÍTULO III

METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1. MÉTODO DE INVESTIGACIÓN

Se clasifica como experimental. Este enfoque implica la alteración de variables autónomas, tales como partes, actuadores, dispositivos y la programación del PLC, con el propósito de analizar y medir los efectos en variables dependientes, incluyendo la eficiencia en la supervisión de e la velocidad de alimentación del dosificador. en variables dependientes, incluyendo la eficiencia en la supervisión de permite establecer relaciones de causalidad al analizar la eficacia de las acciones implementadas en la plataforma del sistema de dosificación.

3.2. TIPO DE INVESTIGACIÓN

La investigación que se realizará en el proyecto es de tipo tecnológico, ya que se observará y estudiará un fenómeno y se aplicará la tecnología para resolverlo. (Espinoza, 2014)

3.3. DISEÑO DE INVESTIGACIÓN

Se empleará un enfoque de investigación aplicada, incorporando elementos de investigación experimental. El estudio se enfocará en el diseño de un sistema automatizado de dosificación para mejorar la calidad del despedrado de la quinua. (Arias, 2012)



3.4. ÁMBITO DE LA INVESTIGACIÓN

La investigación se realizará en las áreas altiplánicas de la región de Puno, enfocándose en los desafíos específicos del sistema automatizado de dosificación para la alimentación de la máquina despedradora de quinua en ese entorno.

3.5. POBLACIÓN Y MUESTRA

En este caso, la población se refiere a todas las unidades implicadas en el proceso de despedradora de quinua, así como a los sistemas de dosificación actuales empleados en las plantas procesadoras de la región de Puno.

La muestra consistirá en una selección representativa de una planta procesadora que utilice el método de despedradora, con el fin de evaluar la eficacia del sistema automatizado de dosificación en la región de Puno.

3.6. TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOGIDA DE INFORMACIÓN

Tabla 2

Técnicas e instrumentos

1. TÉCNICAS	2. INSTRUMENTOS	3. VALIDACIÓN
Observación: Realizar observaciones directas en la maquina despedradora de quinua en la región Puno para evaluar las condiciones del sistema automatizado de dosificación.	Ficha de observación	Por asesor especialista
Medición: Mediciones de calidad de la quinua después del proceso de despedrado, para realizar evaluaciones cuantitativas de parámetros	Instrumento balanza de medición por gramos	



como la cantidad de piedrecillas extraídas después del proceso de despedrado.

Nota

3.7. RECOGIDA DE DATOS

Se utilizó características del software TIA PORTAL V16 para analizar los registros obtenidos de los actuadores, recopilando información a lo largo del tiempo generada por el control del sistema automatizado de dosificación.

ofreciendo registros en tiempo real a lo largo de las operaciones de la plataforma y desarrollado mediciones cuantitativas para evaluar la exactitud del sistema automatizado en relación con la dosificación y la calidad del producto.

Las operaciones que se utilizarán del programa incluirán el proceso de las evaluaciones obtenidas por los sensores durante las pruebas de dosificación. Se registrarán los resultados derivados de estas pruebas para compararlos con las metas establecidas, utilizando el control mediante el PLC S7-1200 y una interfaz ilustrada HMI que facilita la exhibición efectiva de la información de supervisión del sistema automatizado de ventilación, lo cual mejora la calidad del despulpe de la quinua en la región de Puno

CAPÍTULO IV

ANÁLISIS DE RESULTADO Y DISCUSIÓN

4.1. PRESENTACIÓN

Las pruebas realizadas se hicieron en una maquina despedradora de quinua en la cual se diseñó e implemento un sistema automatizado de dosificación para mejorar el proceso de despedrado de quinua

Figura 18

Sistema de dosificación automatizado



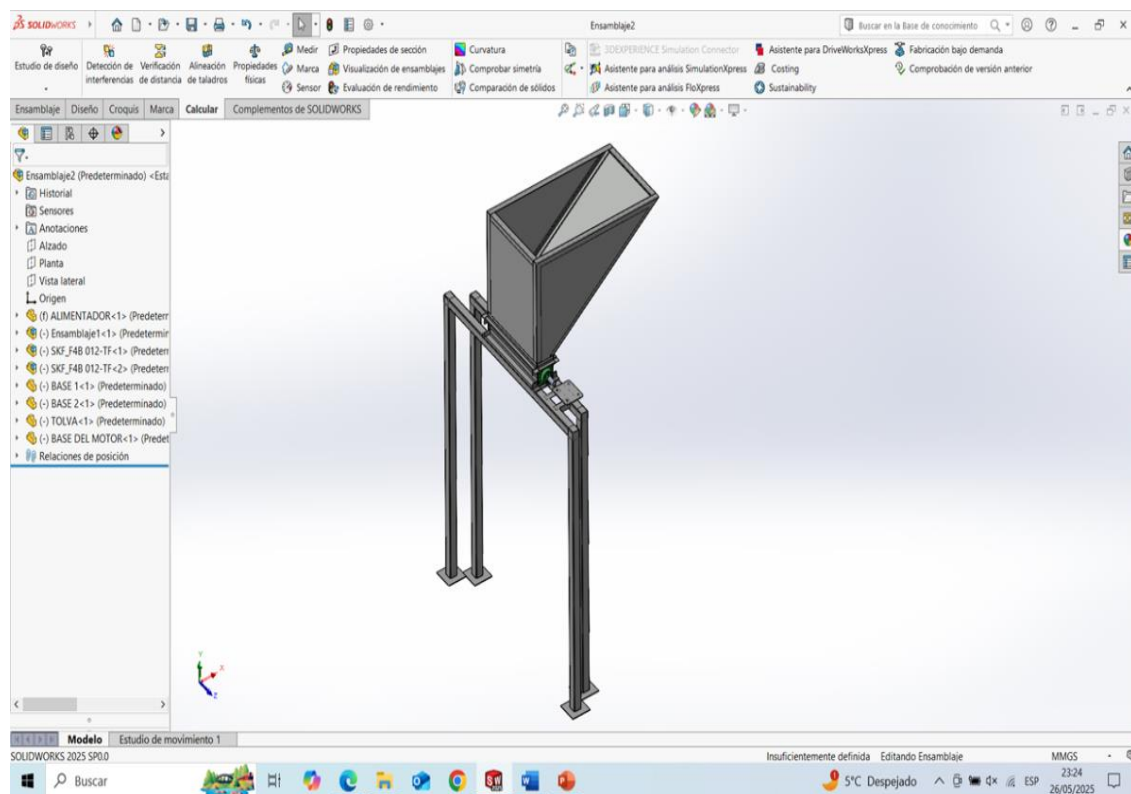
Nota: Elaboración propia

4.2. MODELAR EL SISTEMA DE DOSIFICACIÓN UTILIZANDO UN SOFTWARE DE DISEÑO ASISTIDO POR COMPUTADORA (CAD).

Este objetivo consiste en desarrollar un modelo tridimensional del sistema de dosificación mediante el uso de un software de diseño asistido por computadora SOLID WORKS. El modelado permitirá visualizar, definir y ajustar con precisión la geometría, dimensiones y disposición de los componentes del sistema. Además, este proceso servirá como base para las siguientes etapas del proyecto, como el análisis por elementos finitos y la automatización del sistema.

Figura 19

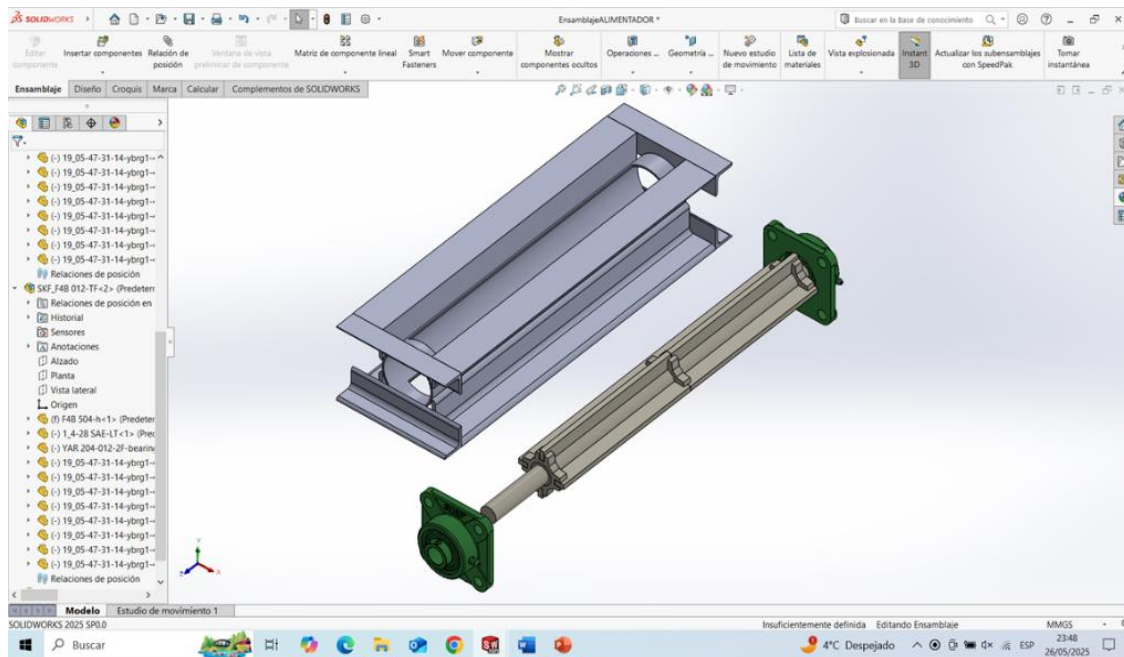
Modelamiento completo del sistema de dosificación en el software SOLID WORKS



Nota: Elaboración propia

Figura 20

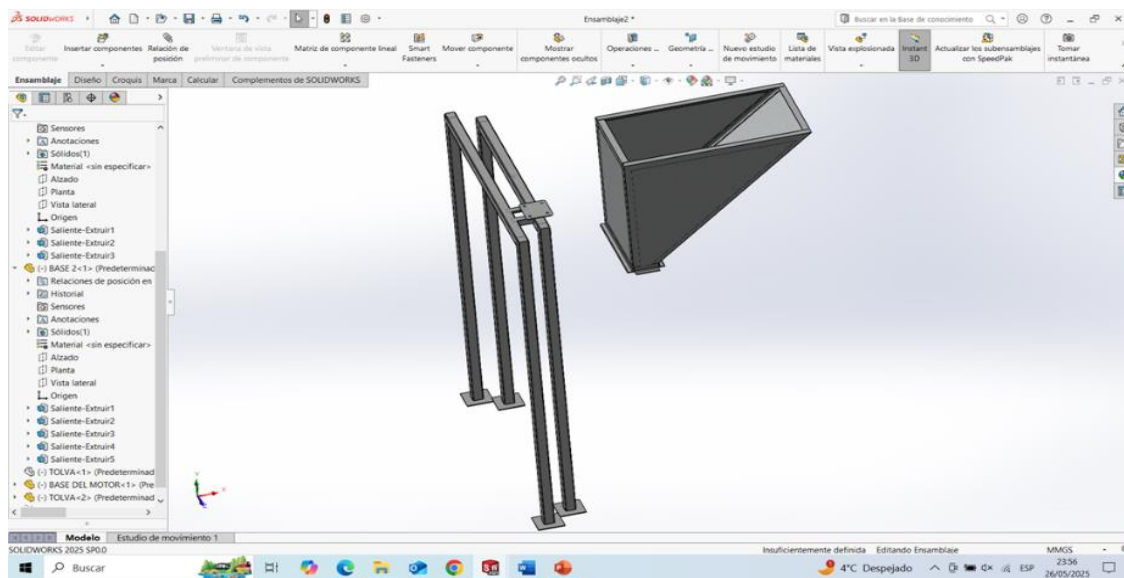
Modelamiento del sistema de dosificación en el software SOLID WORKS



Nota: Elaboración propia

Figura 21

Modelamiento de la estructura de soporte y la tolva del sistema de dosificación en el software SOLID WORKS

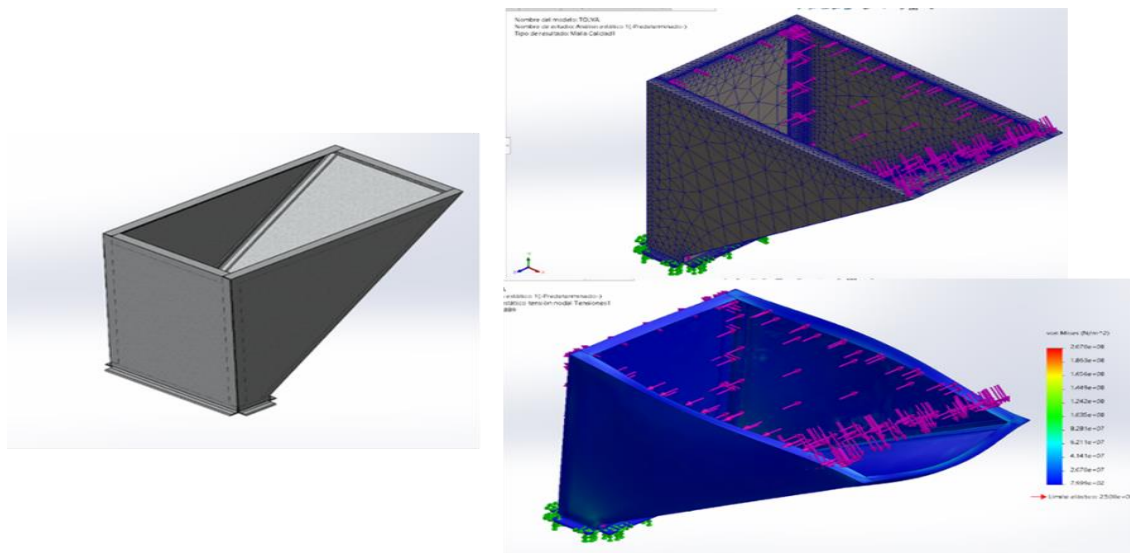


Nota: Elaboración propia

Análisis de la resistencia mecánica de los componentes del sistema de dosificación mediante el método de elementos finitos (FEM)

Figura 22

Tolva del sistema de dosificación

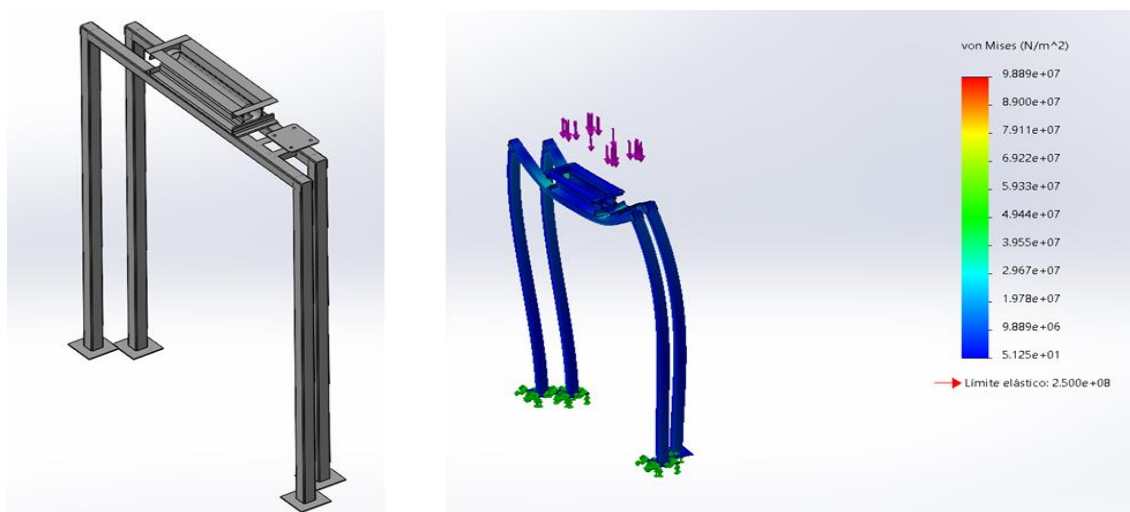


Nota: Elaboración propia

Análisis de la resistencia mecánica del soporte de la estructura del sistema de dosificación mediante el método de elementos finitos (FEM)

Figura 23

Estructura de soporte del sistema de dosificación



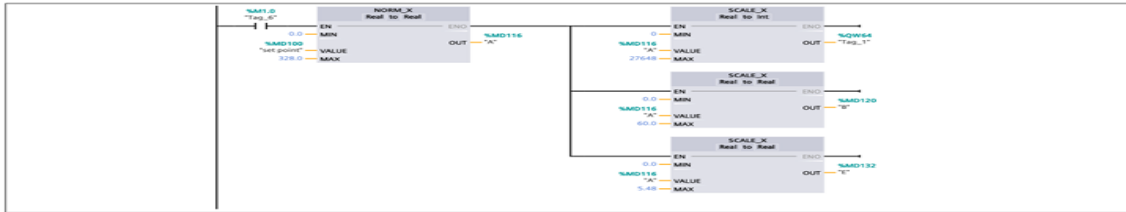
Nota: Elaboración propia

4.2.1. Programación del control para el sistema de dosificación

Figura 26

Programación del control

Segmento 1:



Segmento 2:



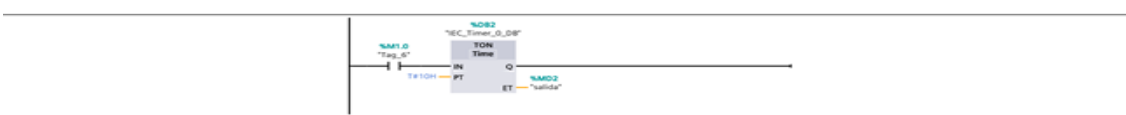
Segmento 3:



Segmento 5:



Segmento 6:



Segmento 7:



Segmento 8:



Segmento 9:



Segmento 10:

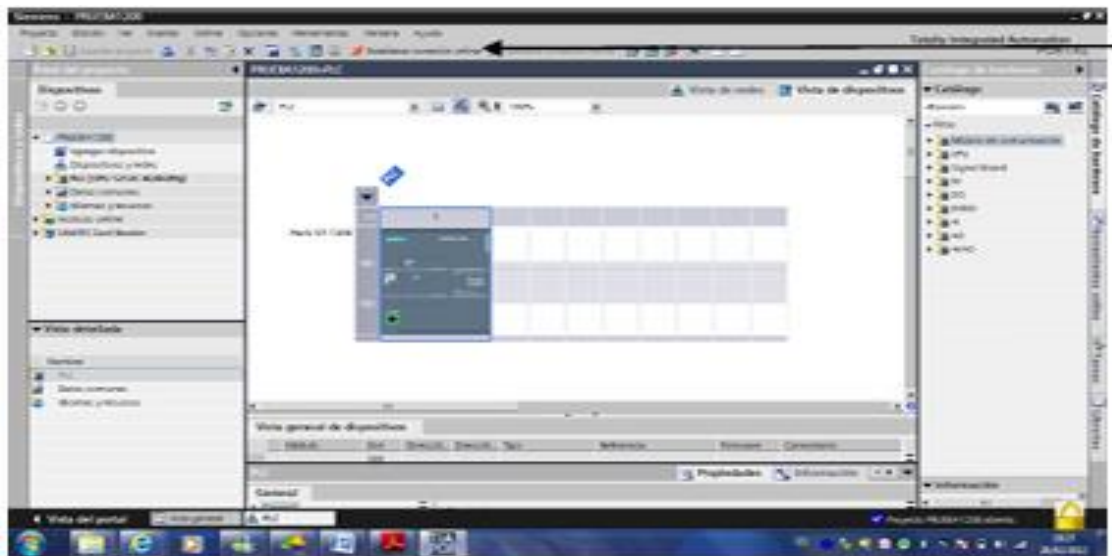


Nota: Elaboración propia

PROGRAMACION DEL INTERFAZ HMI

Figura 29

Configuración de la conexión

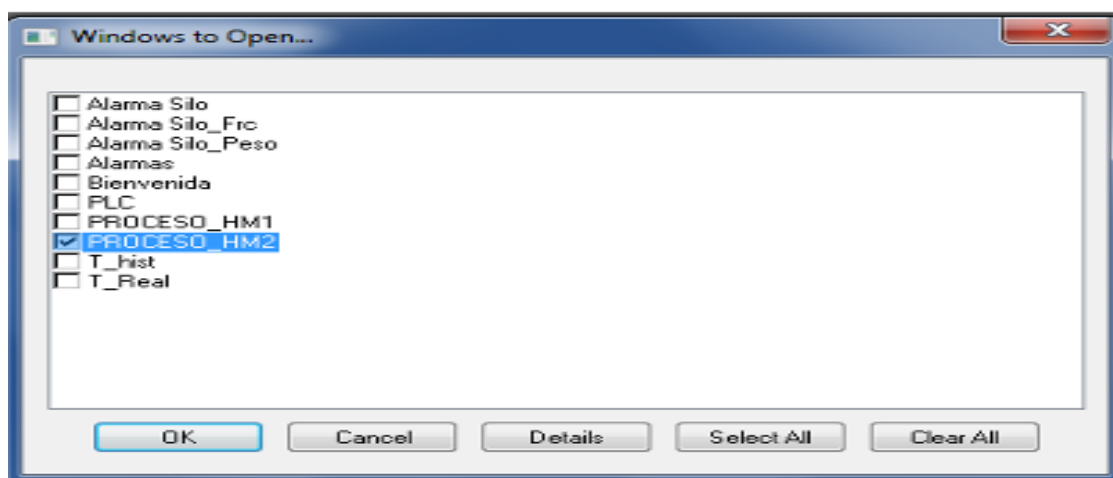


Nota: Elaboración propia

- l) Se puede verificar que todas las subrutinas se activan con indicadores verdes, lo que confirma que se han cargado correctamente en el equipo.
- m) Inicia la aplicación Intouch desde el escritorio y posteriormente localiza el HMI almacenado para el ejercicio a realizar.

Figura 30

Activar el HMI



Nota: Elaboración propia

Para iniciar, es necesario ejecutar la aplicación con 'Runtime presionar la tecla START en el HMI. En la pantalla, se ingresan la información siguiente: la frecuencia, la duración de mezclado y el peso

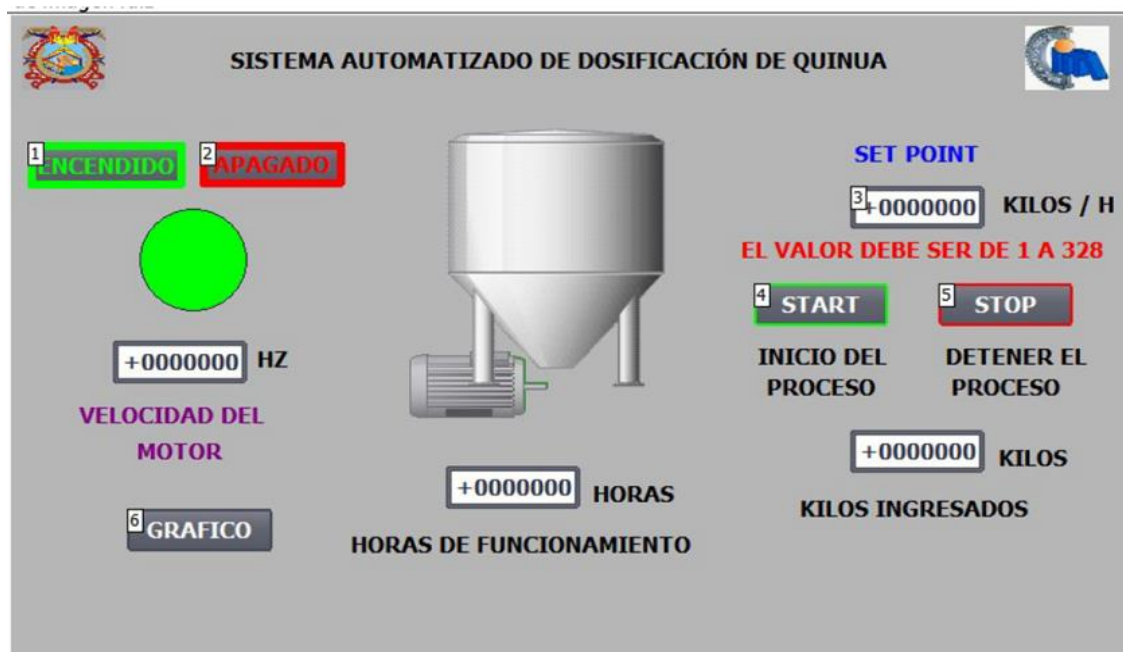
Control del sistema de dosificación mediante el HMI

Para el desarrollo del sistema de control mediante el HMI se desarrolló de manera gráfica. Se indica el título del proyecto y la escuela profesional.

La implementación de pulsadores de inicio y de parada para el control del sistema de extracción y del horno eléctrico. Mediante un sistema on – OFF.

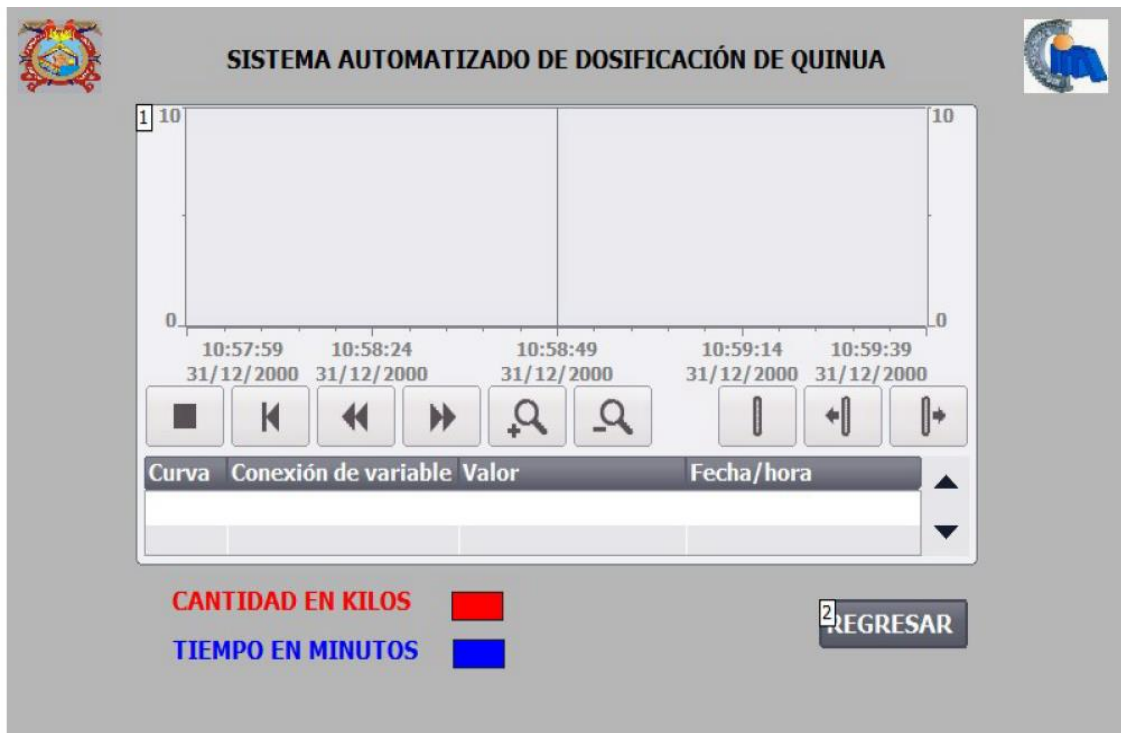
Figura 31

Pantalla HMI generada



Nota: Elaboración propia

En la pantalla HMI se implementa un sistema para ingresar datos y supervisar los datos en función del tiempo y de la cantidad de alimentación en kg para el sistema de dosificación.

Figura 32*Pantalla de visualización del proceso de dosificación*

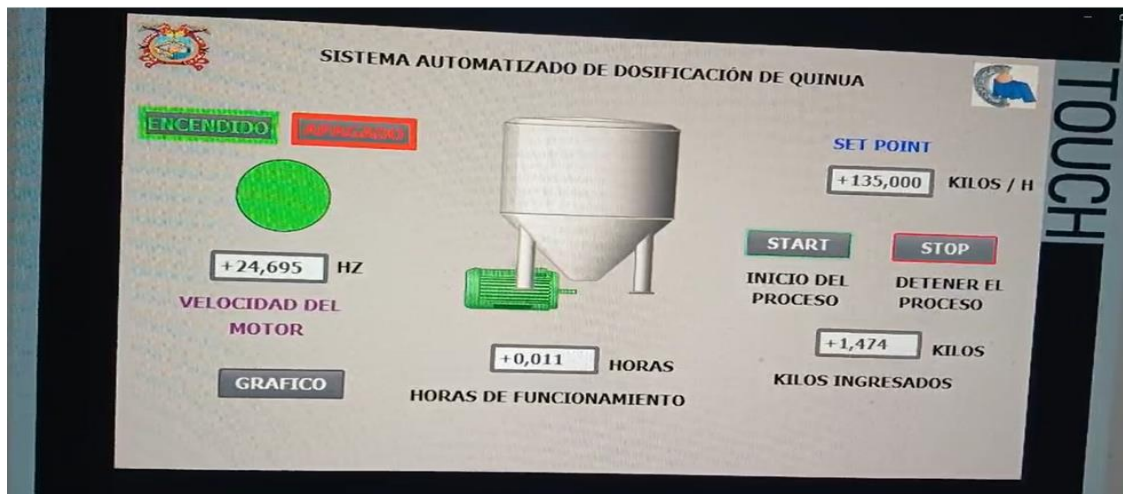
Nota: Elaboración propia

4.3. PRUEBAS Y RESULTADO

Se detalla las diversas pruebas que se llevaron a cabo en el sistema automatizado de dosificación para el equipo despedrado de quinua, tanto en el aspecto mecánico como en la conexión de sus componentes y la velocidad de reacción de estos en su operación efectiva utilizando el producto cereal quinua. Se realizaron tres pruebas, la primera se realizo con una capacidad de dosificación de 135kg/h como se indica en el set point en el cual la frecuencia a la que trabajo el motor de $\frac{1}{4}$ hp trifásico es de 24,695 como se muestra en la pantalla HMI.

Figura 33

Primera prueba

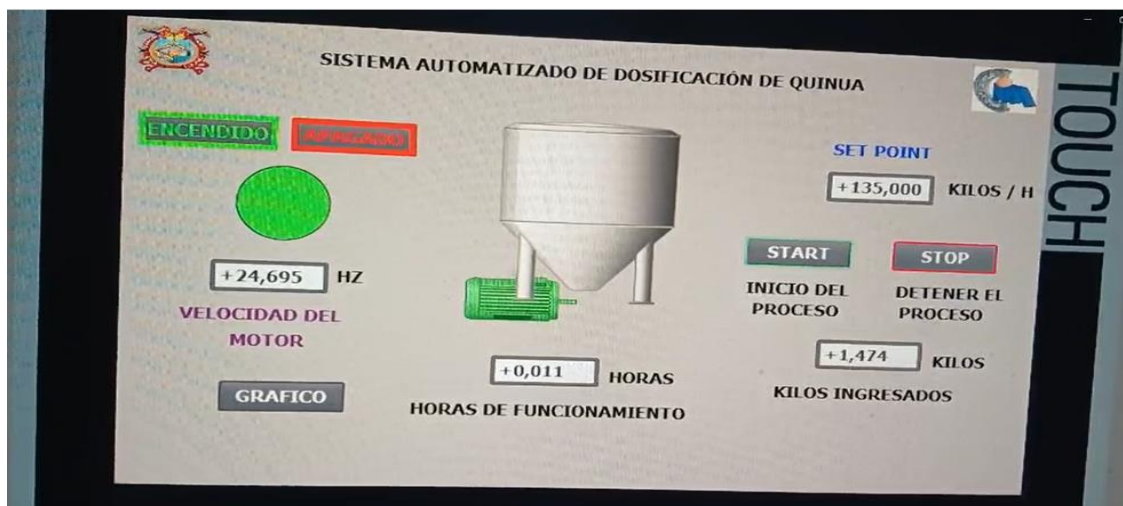


Nota: Elaboración propia

Segunda prueba, Se realizo con una capacidad de dosificación de 100kg/h como se indica en el set point en el cual la frecuencia a la que trabajo el motor de ¼ hp trifásico es de 18,293 como se muestra en la pantalla HMI.

Figura 34

Segunda prueba

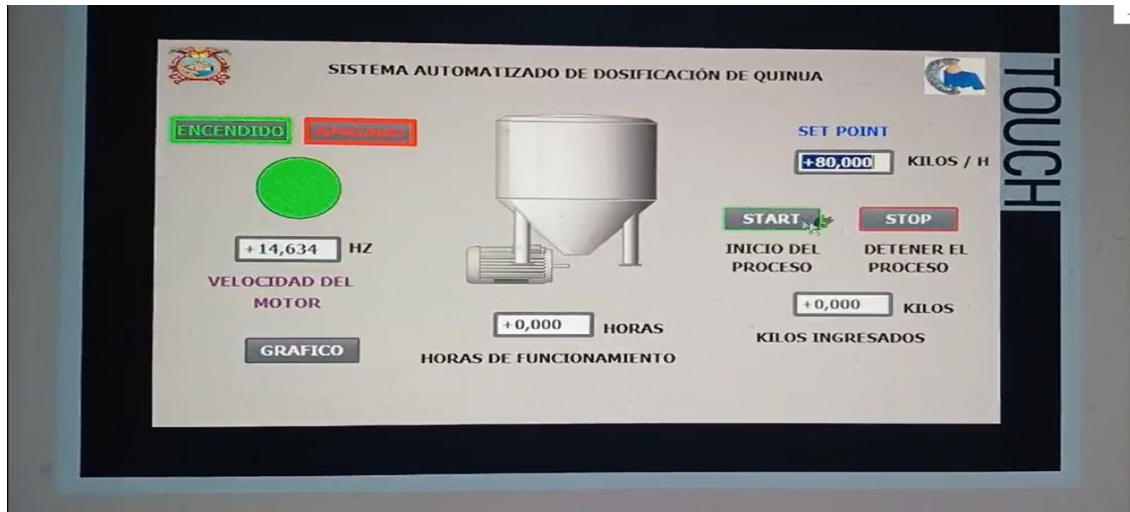


Nota: Elaboración propia

La tercera prueba, se realizó con una capacidad de dosificación de 80 kg/h como se indica en el set point en el cual la frecuencia a la que trabajo el motor de ¼ hp trifásico es de 14,634 como se muestra en la pantalla HMI.

Figura 35

La tercera prueba



Nota: Elaboración propia

Figura 36

Pruebas realizadas del sistema de dosificación



Nota: Elaboración propia



4.4. ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

Con el propósito central de incrementar la productividad de la máquina, se realizaron varias pruebas que lograron controlar la dosificación de la alimentación en un determinado periodo.

En primer lugar, el modelado en CAD permitió generar una representación tridimensional detallada del sistema de dosificación, optimizando el diseño para garantizar una correcta disposición de componentes, facilidad de ensamblaje, y compatibilidad con el espacio y entorno de trabajo. Esta etapa facilitó la anticipación de posibles interferencias mecánicas y permitió una integración eficiente con el sistema de despedrado.

Posteriormente, mediante el análisis por el método de elementos finitos (FEM), se evaluó la resistencia estructural de los principales componentes sometidos a cargas operativas, como tolvas, ejes y estructura. Los resultados mostraron que los esfuerzos máximos se mantuvieron por debajo del límite elástico de los materiales utilizados, confirmando la seguridad estructural del sistema y su capacidad para operar de forma continua sin riesgo de fallos mecánicos.

Complementando estos análisis, se realizaron tres pruebas experimentales del sistema automatizado para evaluar su desempeño funcional. Los registros obtenidos del procedimiento de dosificación, detallados en la siguiente Tabla, exponen las mediciones realizadas durante este intervalo específico.

Tabla 3

Registro de pruebas

	SET POINT KG/H	FRECUENCIA HZ	KILOS INGRESADOS	HORAS DE FUNCIONAMIENTO
PRUEBA UNO	135	24.695	1.475	0.011
PRUEBA DOS	100	18.293	5.519	0.055
PRUEBA TRES	80	14.634	4.21	0.042

Nota: Elaboración propia

De la primera prueba podemos observar en el grafico cómo va el incremento de la dosificación en kg en función del tiempo de operación.

Figura 37

Registro de la primera prueba

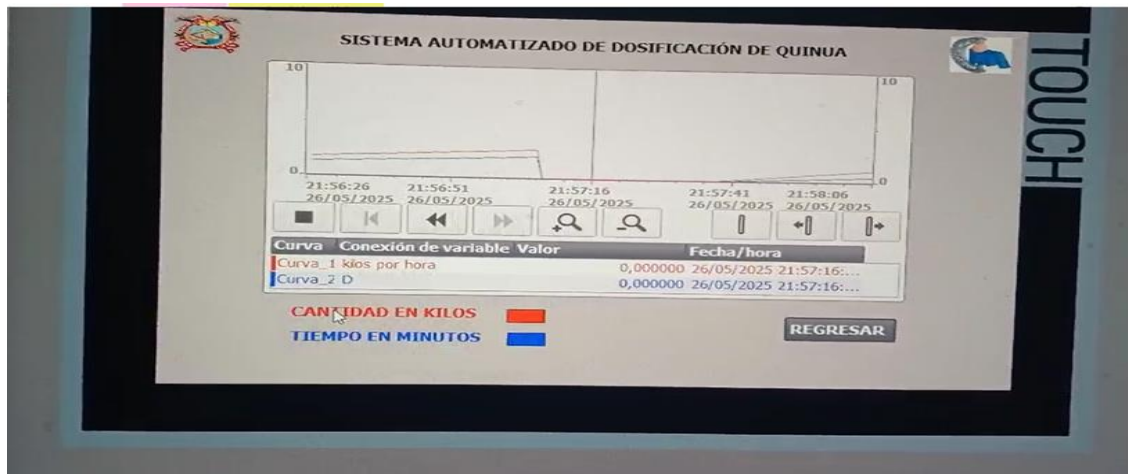


Nota: Elaboración propia

En la segunda prueba podemos observar en el grafico cuando se cambia el SET POINT cómo va el incremento de la dosificación en kg en función del tiempo de operación.

Figura 38

Registro de la segunda prueba

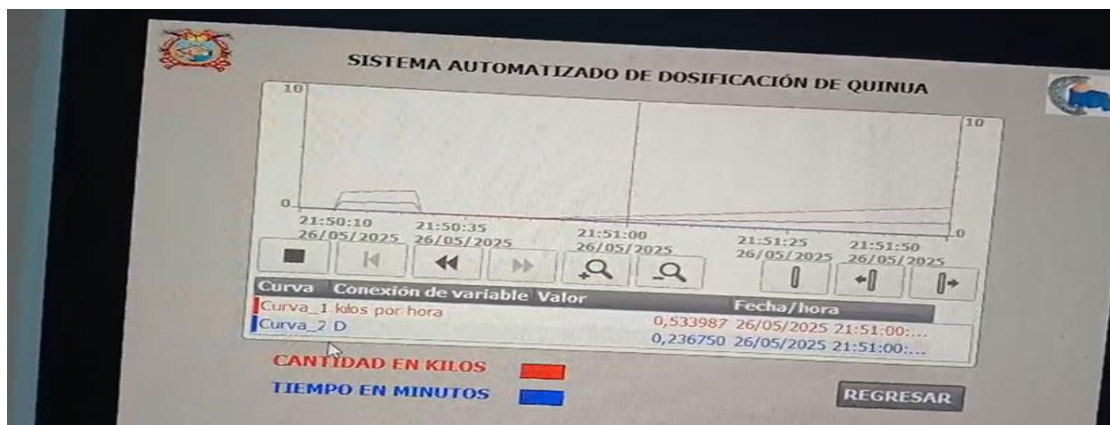


Nota: Elaboración propia

En tercera prueba podemos observar cuando se asigna el SET POINT el incremento de la dosificación en kg es proporcional en función del tiempo de operaciones.

Figura 39

Registro de la tercera prueba



Nota: Elaboración propia

En la representación del TIA Portal, se muestra cómo opera el controlador de la dosificación. Se aprecian diversas las diferentes frecuencias de alimentación de la quinua que reflejan elementos concretos del proceso de



control: el set point se encuentra en la pantalla, y se fija en referencia del peso del producto. Después de algunos minutos en el proceso, se aprecia cómo la lectura obtenida de la frecuencia se aproxima progresivamente al set point, reflejando las acciones ejecutadas por el controlador para regular y mantener la velocidad de dosificación.

Esta relación progresiva entre la capacidad de dosificación y la frecuencia del motor evidencia una correcta implementación del sistema de control, validando el comportamiento dinámico del sistema modelado en CAD y su capacidad mecánica predicha por el análisis FEM. En conjunto, los resultados obtenidos confirman que el sistema diseñado es funcional, estructuralmente robusto y capaz de adaptarse a distintos niveles de producción de manera eficiente y segura, cumpliendo satisfactoriamente los dos primeros objetivos específicos.

4.5. DISCUSIÓN DE RESULTADOS

La implementación de la automatización en un proceso de despedrado de quinua, es fundamental considerando la exigencia del mercado.

El equipo de dosificación implementado demostró una precisión de alimentación, lo cual coincide con el objetivo de diseño planteado al comienzo del proyecto. Esta exactitud proporciona la mejora en la máquina despedradora de quinua que alcanzó automatizar el sistema de alimentación. el incremento en la productividad del proceso de dosificación al implementar el sistema automatizado. Los resultados muestran que a medida que el peso de la quinua dosificada aumenta, también lo hace la producción por hora, lo que indica una mejora en la eficiencia del proceso, y gracias al control automatizado, se logra



un mejor ajuste en la frecuencia de dosificación, permitiendo alcanzar un flujo constante y optimizado.

Los resultados muestran que, tras un tiempo de ajuste, la lectura de la frecuencia se estabiliza cerca del set point establecido para cada nivel de peso dosificado. Este comportamiento es clave para garantizar el funcionamiento eficiente del sistema sin sobrecargas o errores en la dosificación.

Puedes argumentar que el controlador programado en el TIA Portal muestra una capacidad robusta de autorregulación, ajustando la frecuencia para acercarse al set point de manera gradual y precisa. Esto minimiza variaciones bruscas en la dosificación y garantiza que el sistema mantenga la calidad del proceso durante largos periodos.



CONCLUSIONES

- PRIMERA:** La automatización del sistema de dosificación en el proceso de despedrado de quinua permitió un control preciso y constante del flujo del grano, mejorando la eficiencia operativa y la calidad del producto final. La reducción de la intervención manual minimizó errores y aseguró una alimentación uniforme al sistema de despedrado.
- SEGUNDA:** Se logró modelar de manera precisa el sistema de dosificación mediante software CAD, lo cual permitió optimizar el diseño estructural, facilitar su análisis técnico y prever posibles interferencias o fallos antes de su fabricación.
- TERCERA:** Mediante el análisis por elementos finitos (FEM), se evaluó la resistencia de los componentes sometidos a cargas operativas, validando que los materiales y geometrías seleccionadas soportan adecuadamente las solicitaciones mecánicas.
- CUARTA:** Se desarrolló la programación de control por PLC, logrando una automatización eficiente del sistema de dosificación. El sistema responde de manera estable a las señales de entrada y regula con precisión el flujo de quinua, mejorando el desempeño general del proceso y reduciendo la intervención manual



RECOMENDACIONES

- PRIMERA:** Se sugiere implementar un programa de mantenimiento preventivo y calibración periódica del sistema automatizado para garantizar su funcionamiento óptimo y prolongar su vida útil. Además, es recomendable capacitar al personal operativo en el manejo y supervisión del sistema.
- SEGUNDA:** Se recomienda continuar utilizando herramientas CAD para futuras modificaciones o mejoras del sistema, incorporando simulaciones cinemáticas o de ensamblaje que permitan evaluar la interacción dinámica entre componentes.
- TERCERA:** Se recomienda realizar una validación experimental mediante ensayos mecánicos controlados sobre prototipos físicos, complementados con técnicas de instrumentación como extensométrica o análisis de deformaciones.
- CUARTA:** Se sugiere implementar rutinas de diagnóstico y alarmas dentro del PLC para facilitar el mantenimiento preventivo y detectar fallos en tiempo real.



REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Álvarez, R., & Calderón, N. (2014). Diseño, construcción y pruebas de un prototipo automatizado para dosificación y mezclado de 4 componentes, tres de ellos a granel y uno líquido obteniendo como mezcla hasta 15 Kg/h para el laboratorio de automatización industrial, implementado por la tecn. *Pre grado*. Universidad Pontificia Bolivariana, Colombia. Obtenido de <http://hdl.handle.net/20.500.11912/1604>
- Automación Micromecánica s.a.i.c. (2002). *Controlador Lógico Programable (PLC)*. Argentina: Automación Micromecánica s.a.i.c. Obtenido de https://www.academia.edu/37928905/CONTROLADOR_L%C3%93GICO_PROGRAMABLE_PLC
- Barrientos, A., & Gambao, E. (2014). *Sistemas de Producción Automatizados*. Madrid, España: Dextra Editorial S.L. Obtenido de https://www.academia.edu/42657532/Sistemas_de_Producci%C3%B3n_Automatizados
- Cares, F., & Andrades, B. (2022). Implementación de PLC S7-1200 con pantalla HMI KTP700. *Pre grado*. Universidad Técnica Federico Santa María, Chile. Obtenido de <https://hdl.handle.net/11673/54003>
- Duran, J., Martínez, H., Gámiz, J., Domingo, j., & Grau, A. (2009). *Automatismos eléctricos e industriales*. España: Marcombo S.A.
- Monsalve, E. (2019). Diseño y automatización de una dosificadora de grano. *Pre grado*. Instituto Tecnológico Metropolitano, Colombia. Obtenido de <http://hdl.handle.net/20.500.12622/2046>
- Muro, C. (2020). Diseño de una maquina limpiadora y seleccionadora de grano de maíz (*Zea mays*) para optimizar la producción de 25qq/h en el distrito



- de Mórrope. *Pre grado*. Universidad Señor de Sipán, Peru. Obtenido de <https://hdl.handle.net/20.500.12802/7802>
- Rivera, C. (2002). Diseño y construcción de un dosificador de tres productos en forma secuencial. *Pre grado*. Escuela Politécnica Nacional, Ecuador. Obtenido de <http://bibdigital.epn.edu.ec/handle/15000/9278>
- Salmerón, M. (2022). Diseño de una maquina de alimentación, dosificadora de alimentos semisólidos. *Pre grado*. Universitat Politècnica de València, España. Obtenido de <https://riunet.upv.es/handle/10251/185473>
- Siemens. (2014). *Controlador programable S7-1200*. Nürnberg, Alemania: Industry Online Support. Obtenido de <https://support.industry.siemens.com/cs/search?t=all&search=SIPLUS%20S7%201200%20CP&type=Download&lc=es-WW>
- Suárez, W. (2019). Ingeniería inversa y diseño de la automatización de un dosificador de polvos, utilizando celda de carga a través de microcontrolador atmega para la empresa Jacs. *Pre grado*. Universidad Ricardo Palma, Peru. Obtenido de <https://hdl.handle.net/20.500.14138/2104>
- Toapanta, L., & Recalde, D. (2012). Diseño y construcción de un equipo didáctico de dosificación automatizada de granos pequeños para el laboratorio de la Universidad Politécnica Salesiana. *Pre grado*. Universidad Politécnica Salesiana, Ecuador. Obtenido de <https://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/3781>
- Velasco, J. (2019). Diseño de un sistema automatizado con controladores lógico programables para la alimentación de granos de maíz en un molino de



martillo. *Pre grado*. Universidad César Vallejo, Peru. Obtenido de
<https://hdl.handle.net/20.500.12692/40805>



ANEXOS



ANEXO 1 - MATRIZ DE CONSISTENCIA

TÍTULO: DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA AUTOMATIZADO DE DOSIFICACION PARA MEJORAR EL PROCESO DE DESPEDRADO DE QUINUA					
AUTOR: AUTOR: CRISTIAN JHORDY CHIPANA QUISPE					
PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPOSTESIS	VARIABLES E INDICADORES		
<p>PROBLEMA GENERAL</p> <p>¿Cómo diseñar e implementar un sistema automatizado de dosificación para mejorar el proceso de despedrado de quinua?</p> <p>PROBLEMA ESPECIFICO</p> <p>¿Cómo diseñar el sistema automatizado de dosificación del proceso de despedrado de quinua?</p> <p>¿De qué manera se Analizar la resistencia mecánica de los</p>	<p>OBJETIVOS GENERAL</p> <p>Diseñar e implementar un sistema automatizado de dosificación para mejorar el proceso de despedrado de quinua.</p> <p>OBJETIVOS ESPECIFICO</p> <p>Modelar el sistema de dosificación utilizando un software de diseño asistido por computadora (CAD). Analizar la resistencia mecánica de los componentes del sistema de dosificación mediante el método de elementos finitos (FEM)</p>	<p>HIPOSTESIS GENERAL</p> <p>La implementación de un sistema automatizado de dosificación en el proceso de despedrado de quinua mejora significativamente la eficiencia, precisión y calidad del producto final en comparación con los métodos tradicionales de dosificación manual y semi-automatizada.</p> <p>HIPOSTESIS ESPECIFICO</p> <p>Si se emplea un software de diseño asistido por computadora (CAD), entonces será posible representar de manera precisa y funcional el sistema de dosificación, permitiendo la integración adecuada de sus componentes mecánicos. Si se aplica el método de elementos finitos (FEM) a los modelos CAD del sistema de dosificación, entonces se podrá predecir con precisión el comportamiento mecánico de sus componentes bajo condiciones de</p>	Variable Independiente	Dimensiones	
			Indicadores		
			<p>Sistema automatizado de dosificación</p> <p>Variable Eficiencia y Calidad del Proceso de Despedrado de Quinua</p>	<p>Diseño del Sistema</p> <p>Tiempo de Procesamiento</p>	<p>Capacidad de Procesamiento</p> <p>Tiempo Total de Despedrado</p>



<p>componentes del sistema de dosificación mediante el método de elementos finitos (FEM)? ¿Cómo se realizará el desarrollo de la programación de control en un PLC para automatizar el funcionamiento del sistema de dosificación?</p>	<p>Desarrollar la programación de control en un PLC para automatizar el funcionamiento del sistema de dosificación</p>	<p>la carga específicas, identificando posibles fallos estructurales. La programación del sistema automatizado de dosificación, al integrar algoritmos avanzados de control y monitoreo, mejorará la precisión de la dosificación y permitirá un ajuste en tiempo real del proceso de despedrado de quinua, superando las capacidades de los métodos de programación tradicionales</p>			
--	--	--	--	--	--

ANEXO 2 - HMI HTP 700 SIEMENS

SIEMENS

Data sheet

6AV2123-2GA03-0AX0

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



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

ANEXO 3 - PLC S7 1200 SIEMENS

SIEMENS

Hoja de datos

6ES7215-1BG40-0XB0



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

Información general	
Designación del tipo de producto	CPU 1215C AC/DC/Relais
Versión de firmware	V4.6
Ingeniería con	
• Paquete de programación	STEP 7 V18 o superior
Tensión de alimentación	
Valor nominal (AC)	
• 120 V AC	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 _t	0,8 A ² ·s
Intensidad de salida	
Para bus de fondo (5 V DC), máx.	1 600 mA; máx. 5 V DC para SM y CM
Alimentación de sensores	
Alimentación de sensores 24 V	
• 24 V	20,4 a 28,8 V
Pérdidas	
Pérdidas, típ.	14 W
Memoria	
Memoria de trabajo	
• integrada	200 kbyte
Memoria de carga	
• integrada	4 Mbyte
• enchufable (SIMATIC Memory Card), máx.	con SIMATIC Memory Card
Respaldo	
• existente	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 aritmética de coma flotante, típ.	2,3 µs; /instrucción

ANEXO 4 - MODULO ANALOGICO SIEMENS

SIEMENS

Hoja de datos

6ES7232-4HB32-0XB0



Figura similar

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

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

ANEXO 5 - VARIADOR DE FRECUENCIA SIEMENS

SINAMICS V20: datos técnicos

SIEMENS

0,12 a 15 kW



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

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

2_09



depending on their temperature. In this case, the resistor is a small strip of platinum with a resistance of 100Ω at 0°C - that is why it is called PT100.

- Temperature: max. 250° Celsius
- 3-Wire
- Length: 1m (100cm, 3.37 inches)
- Grade: 2B
- Tolerance: 0.5

Why use an RTD type of sensor?

- A wide temperature range
- Precision and accuracy
- Long-term stability

For many years, these type of sensors have been used in industrial and laboratory conditions since they are considered to be more accurate and stable than most NTC/PTC thermistors. Also, platinum is an excellent choice since they are very stable and reusable, and are resistant to corrosion or oxidation.



Apéndice2: Instrumentos.

Apéndice2: Instrumentos.

I.- Datos del experto

1.- Apellidos y nombres:.....

2.- Cargo e institución donde labora:.....

Se realizan una lista de instrumentos electrónicos que se utilizaron para el proyecto "DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA AUTOMATIZADO DE DOSIFICACIÓN PARA MEJORAR EL PROCESO DE DESPEDRADO DE QUINUA", en donde se utilizaron los instrumentos de investigación de Observación directa y experimentación.

Tabla de instrumentos electrónicos.

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

Nota: Instrumentos electrónicos en la experimentación.



Dr. Ricardo A. Maldonado Mamani
INGENIERO INDUSTRIAL
C.I.P. 88118



Apéndice3: Validación de Instrumentos.

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

Validación de instrumentos Electrónicos

INSTRUMENTOS	VALIDACIÓN
Multímetro Uni - T	CERTIFICADO
Pantalla HMI Siemens	Multímetro
Controlador Lógico Programable S7 1200 Siemens	Multímetro
Variador de Velocidad Siemens	Multímetro

Nota: Se valida datos con instrumentos tecnológicos



Dr. Ricardo A. Maldonado Mamani
INGENIERO INDUSTRIAL
C.I.P. 88118

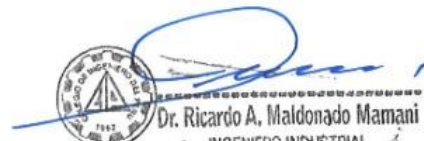


Apéndice 4: Tratamiento de Datos.

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

INSTRUMENTOS DE ESTUDIO	INSTRUMENTOS ELECTRÓNICOS	PARÁMETROS	DATOS	VALIDACIÓN
Observación directa	Multímetro Uni - T			Certificado
	Pirómetro			
	Pantalla HMI Siemens	Voltaje (V) 0 a 10V	0 a 27648 bits	Multímetro/ HMI
	Controlador Lógico Programable S7 1200 Siemens	Voltaje (V) 0 a 10V	0 a 27648 bits	Multímetro/ PLC
Experimentación	Variador de Velocidad Siemens	Voltaje (V) 0 a 10V	a 27648 bits	Multímetro/ Variador
	Regulación de la frecuencia	Frecuencia (Hz)	0 a 27648 bits	Multímetro/ PLC
		0 a 60vHz		

Nota: El estudio y la validación de datos obtenidos.



Dr. Ricardo A. Maldonado Mamani
INGENIERO INDUSTRIAL
C.I.P. 88118



ANEXO 1
FORMULARIO DE AUTORIZACIÓN

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

Formato digital

Fecha de entrega: 09 - 06 - 2025

1. Datos del autor (es):

Nombres y Apellidos: CRISTIAN JHORDY CHIPANA QUISPE
Dirección: URB. SAN CARLOS S/N MZB LT.8
DNI/Carné de Extranjería/Pasaporte N°: 76791617
Teléfono: 959301420 email: Jhordycq9@gmail.com

Nombres y Apellidos: _____
Dirección: _____
DNI/Carné de Extranjería/Pasaporte N°: _____
Teléfono: _____ email: _____

Facultad y/o Escuela de Posgrado: FACULTAD DE INGENIERÍA Y CIENCIAS PURAS
Escuela Profesional o Mención: ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA MECATRÓNICA
Título o Grado Académico a optar: INGENIERO MECATRÓNICO
Asesor: Dr. RICARDO ANIBAL MALDONADO MAMANI

Esta obra se encuentra dentro de las siguientes denominaciones:
Trabajo de Investigación Tesis Trabajo de Suficiencia Profesional Trabajo Académico

Título: DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA AUTOMATIZADO DE DOSIFICACIÓN PARA
MEJORAR EL PROCESO DE DESPEDRADO DE QUINUA

Palabras claves, (3 a 5 términos): Sistema automatizado, dosificación proceso de despedrado.

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

1

¹ Indicar si su producción intelectual ha empleado recursos tales como, instalaciones, laboratorios, insumos, equipos, bases de datos, asesoría técnica por parte del personal de la UANCV, financiamiento, entre otros relacionados.
² Si su producción intelectual se desarrolló en la UANCV totalmente o parcialmente, deberá autorizar el depósito en el Repositorio de manera obligatoria.



2. Referencia de tesis:

- Bachiller
- Titulo
- 2da Especialidad
- Maestría
- Doctorado

3. Licencias:

a) Licencia estándar:

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

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

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

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

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

Autorizo su publicación (marque con una X)

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

b) Licencia CREATIVE COMMONS 4.0 INTERNACIONAL:

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

¿Quiere permitir usos comerciales de su producción intelectual?

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

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

- Sí autorizo
- No autorizo



Jurisdicción de su Licencia

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

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

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

Internacional

Nacional

Línea de investigación: TECNOLOGÍA DE LA INSTRUMENTACIÓN - P21

Firma de Autor



huella digital

09 - 06 - 2025

Fecha