

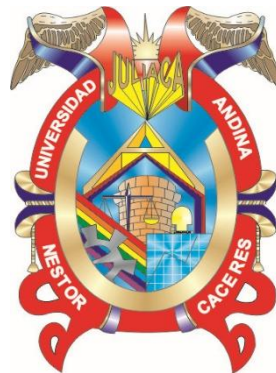


UNIVERSIDAD ANDINA

NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ

FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA MECATRÓNICA



**IMPLEMENTACIÓN DE UN MODULO DISPENSADOR
AUTOMATIZADO DE MEDICAMENTOS PARA
LAS FARMACIAS DE LA REGION PUNO**

TESIS PRESENTADA POR:

Bach. RODY WALDIR MAMANI MAMANI

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

INGENIERO MECATRÓNICO

JULIACA – PERÚ

2024



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

**IMPLEMENTACIÓN DE UN MODULO DISPENSADOR
AUTOMATIZADO DE MEDICAMENTOS PARA
LAS FARMACIAS DE LA REGION PUNO**


TESIS PRESENTADA POR:

Bach. RODY WALDIR MAMANI MAMANI

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:
INGENIERO MECATRÓNICO

APROBADA POR EL JURADO REVISOR:

PRESIDENTE


: _____
Mgtr. SALVADOR TEODORO VALDIVIA CARDENAS

PRIMER MIEMBRO


: _____
Ing. ADWAR RANÚLFO SANCHEZ CARREON

SEGUNDO MIEMBRO


: _____
Mgtr. ANGEL CLEMENTE MAMAMI LEONARDO

ASESOR DE TESIS


: _____
M.Sc. ABELARDO LEON MIRANDA

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN

: TECNOLOGÍA DE LA INSTRUMENTACIÓN - P21



RESOLUCIÓN DECANAL N° 338-2024-D-FICP-UANCV

Juliaca, 12 de julio de 2024

VISTOS:

El **INFORME N° 008-2024-D-FICP-UANCV-P** del Director de la Escuela Profesional de **Ingeniería Mecatrónica** de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras y Resolución Decanal N°321-2024 de fecha 10 de julio de 2024 sobre la aprobación del Informe Final del trabajo de Investigación (tesis) titulado: **IMPLEMENTACIÓN DE UN MODULO DISPENSADOR AUTOMATIZADO DE MEDICAMENTOS PARA LAS FARMACIAS DE LA REGION PUNO**; y el trámite solicitado por el Bachiller en **Ingeniería Mecatrónica** y;

CONSIDERANDO:

Que, el Bachiller: **RODY WALDIR MAMANI MAMANI**; ha solicitado fecha y hora para efectuar la sustentación del Informe Final del Trabajo de Investigación (tesis) titulado: **IMPLEMENTACIÓN DE UN MODULO DISPENSADOR AUTOMATIZADO DE MEDICAMENTOS PARA LAS FARMACIAS DE LA REGION PUNO**, para rendir el examen de sustentación del trabajo de Investigación (tesis) y optar el Título Profesional de **Ingeniero Mecatrónico**, y;

Que, los Jurados designados por el Director y el Responsable del Comité de Investigación de la Escuela Profesional de Ingeniería Mecatrónica, de la FICP, están integrados por los siguientes Docentes;

- * **Presidente** : **Mgr. SALVADOR TEODORO VALDIVIA CARDENAS**
- * **1er Miembro** : **Ing. ADWAR RANULFO SANCHEZ CARREON**
- * **2do Miembro** : **Mgr. ANGEL CLEMENTE MAMANI LEONARDO**
- * **Asesor** : **M.Sc. ABELARDO LEON MIRANDA**

De conformidad al Reglamento de aseguramiento de calidad de trabajos de investigación, con fines de obtención de grados académicos y títulos profesionales de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras 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 de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras.

RESUELVE:

ARTICULO PRIMERO. **APROBAR** Lugar, Día y Hora para que el (la) bachiller: **RODY WALDIR MAMANI MAMANI**; rendirá el Examen de Sustentación del Informe Final del Trabajo de Investigación (tesis) titulado **IMPLEMENTACIÓN DE UN MODULO DISPENSADOR AUTOMATIZADO DE MEDICAMENTOS PARA LAS FARMACIAS DE LA REGION PUNO**, para optar el Título Profesional de **Ingeniero Mecatrónico** de acuerdo al siguiente detalle:

- * **FECHA** : **lunes 15 de julio de 2024**
- * **HORA** : **14:00**
- * **LUGAR** : **Aula 205 - FICP**

ARTICULO SEGUNDO. - La Unidad de Investigación de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras, el Director y el responsable del comité de investigación 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
 C.I. 47790


 UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"
 FACULTAD DE INGENIERÍAS Y Cs. PURAS
 SECRETARIO ACADÉMICO
 C.I. 35531

07/15/2024 14:00
Milton Quispe Huanca



RESOLUCIÓN DECANAL N° 321-2024-D-FICP-UANCV

Juliaca, 10 de julio de 2024

VISTOS:

El **INFORME N° 123-2024-D-UI-FICP.UANCV**, del Director Unidad de Investigación de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Ingeniería Mecatrónica, **INFORME N° 008-2024-UI-CI-EPIM-FICP-UANCV** del Presidente del Sub Comité de Evaluación de la Escuela Profesional de Ingeniería Mecatrónica, **RESOLUCIÓN DECANAL N° 1081-2023-D-FICP-UANCV** que aprueba el Proyecto de Investigación el **06 de octubre de 2023** y el acta de revisión y calificación del Trabajo de Investigación (tesis) de fecha **08 de julio de 2024** para optar el Título Profesional de Ingeniero Mecatrónico, con el tema titulado: **IMPLEMENTACIÓN DE UN MODULO DISPENSADOR AUTOMATIZADO DE MEDICAMENTOS PARA LAS FARMACIAS DE LA REGION PUNO.**

CONSIDERANDO:

Que, el (la) Bachiller: **RODY WALDIR MAMANI MAMANI**, ha presentado su Trabajo de Investigación (tesis) Titulado: **IMPLEMENTACIÓN DE UN MODULO DISPENSADOR AUTOMATIZADO DE MEDICAMENTOS PARA LAS FARMACIAS DE LA REGION PUNO.**

Que, habiendo procedido de acuerdo al Reglamento de Aseguramiento de la Calidad de Trabajo de Investigación, con fines de la obtención de Grados Académicos de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras, el Director y el Responsable del Comité de Investigación de la Escuela Profesional de Ingeniería Mecatrónica, nominó a la sub comisión de evaluación de trabajo de investigación, a los siguientes Docentes:

- * **Presidente** : **Mgtr. SALVADOR TEODORO VALDIVIA CARDENAS**
- * **1er Miembro** : **Ing. ADWAR RANULFO SANCHEZ CARREON**
- * **2do Miembro** : **Mgtr. ANGEL CLEMENTE MAMANI LEONARDO**

Que, el Sub Comité de evaluación ha aprobado en su integridad el Trabajo de Investigación (tesis) titulado: **IMPLEMENTACIÓN DE UN MODULO DISPENSADOR AUTOMATIZADO DE MEDICAMENTOS PARA LAS FARMACIAS DE LA REGION PUNO.**

Que, la Oficina de Investigación ha aprobado con el Dictamen N° 412-2024, la originalidad del trabajo de investigación (tesis) titulado: **IMPLEMENTACIÓN DE UN MODULO DISPENSADOR AUTOMATIZADO DE MEDICAMENTOS PARA LAS FARMACIAS DE LA REGION PUNO.**

Estando, conforme a la **RESOLUCIÓN DECANAL N°064-2019-CF-FICP-UANCV** de fecha 02 de octubre de 2019 donde aprueba el reglamento de aseguramiento de calidad de trabajos de investigación, con fines de obtención de grados académicos y títulos profesionales a la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras, que consta de XI capítulos y 71 artículos, y;

Estando, en la opinión favorable del Director de la Unidad de Investigación y en concordancia al Reglamento de Aseguramiento de la Calidad de Trabajos de Investigación, con fines de obtención de Grados Académicos y Títulos Profesionales de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras, 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 de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras.

RESUELVE:

ARTICULO PRIMERO.- APROBAR, el informe final de **TRABAJO DE INVESTIGACIÓN (Tesis)**, del Bachiller: **RODY WALDIR MAMANI MAMANI**, para optar el Título Profesional de Ingeniero Mecatrónico, con el Tema Titulado: **IMPLEMENTACIÓN DE UN MODULO DISPENSADOR AUTOMATIZADO DE MEDICAMENTOS PARA LAS FARMACIAS DE LA REGION PUNO.**

La misma que deberá proceder a la impresión de su borrador de Trabajo de Investigación en limpio, de acuerdo a lo establecido en el Reglamento de Aseguramiento de la Calidad de Trabajos de Investigación, con fines de obtención de Grados Académicos y Títulos Profesionales de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras - Escuela Profesional de Ingeniería Mecatrónica.

ARTICULO SEGUNDO.- RECONOCER, como asesor del Trabajo de Investigación (tesis) al docente ordinario de la Escuela Profesional de Ingeniería Mecatrónica, de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras, al **M.Sc. ABELARDO LEON MIRANDA.**

ARTICULO TERCERO.- La Unidad de Investigación de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras, el Director y el responsable del comité de investigación 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

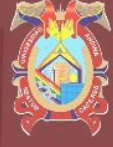
Dr. MILTHON QUISPE HUANCA
DECANO
CIP. 47790



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

Dr. MARILIO SOSA
SECRETARIO ACADÉMICO
CIP. 85631

cc
archivo 2024
interesado (a)



"NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"

RESOLUCIÓN DECANAL N° 289-2024-D-FICP-UANCV

Juliaca, 01 de julio de 2024

VISTOS.-

El **OFICIO N° 016-2024-EPIM-UANCV-FP**, del Director de la Escuela Profesional de **Ingeniería Mecatrónica** y el proveído del Director de la Unidad de Investigación de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras, sobre el pedido de cambio de miembro (s) del sub comité de evaluación del **Proyecto de Investigación**, del Bachiller: **RODY WALDIR MAMANI MAMANI** para optar el Título Profesional de Ingeniero Mecatronico, con el tema titulado: **IMPLEMENTACIÓN DE UN MODULO DISPENSADOR AUTOMATIZADO DE MEDICAMENTOS PARA LAS FARMACIAS DE LA REGION PUNO**, y;

CONSIDERANDO:

Que, el (la) Bachiller: **RODY WALDIR MAMANI MAMANI** ha solicitado cambio del **segundo miembro** de la terna del sub comité de evaluación del **Proyecto de Investigación**, titulado: **IMPLEMENTACIÓN DE UN MODULO DISPENSADOR AUTOMATIZADO DE MEDICAMENTOS PARA LAS FARMACIAS DE LA REGION PUNO** aprobado con la **RESOLUCIÓN DECANAL N° 1081-2023-D-FICP-UANCV** de fecha 06 de octubre de 2023; conformado por los siguientes Docentes:

- ❖ **Presidente** : Mgtr. SALVADOR TEODORO VALDIVIA CARDENAS
- ❖ **1er. Miembro** : Ing. ADWAR RANULFO SANCHEZ CARREON
- ❖ **2do. Miembro** : Mgtr. GIOVANNI JOSE HUACASI SUPO

Qué; el Director y el responsable del comité de investigación de la Escuela Profesional de **Ingeniería Mecatrónica** ha tomado conocimiento que él, **segundo miembro** no tiene vinculo laboral en la Escuela Profesional de **Ingeniería Mecatrónica**, por lo que ha determinado proceder con el sorteo para el cambio de la terna de la sub comisión de evaluación del **Proyecto de Investigación**, conforme lo establece el Reglamento de aseguramiento de calidad de trabajos de investigación, con fines de obtención de grados académicos y títulos profesionales de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras, y;

Estando, a los documentos de **VISTOS**, mediante el cual informa la designación de la nueva terna de la sub comisión de evaluación; el mismo que deberá actuar según el Reglamento de aseguramiento de calidad de trabajos de investigación, con fines de obtención de grados académicos y títulos profesionales de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras.

Estando, en la opinión favorable del Director de la Unidad de Investigación de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras, el Director y el responsable del Comité de Investigación de la escuela profesional de Ingeniería Mecatrónica, en concordancia al Reglamento de aseguramiento de calidad de trabajos de investigación, con fines de obtención de grados académicos y títulos profesionales de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras 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 de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras.

RESUELVE:

ARTICULO PRIMERO. - **APROBAR**, el cambio del **segundo miembro** de la Terna del sub comité de evaluación del **Proyecto de Investigación** presentado por el bachiller: **RODY WALDIR MAMANI MAMANI**, titulado: **IMPLEMENTACIÓN DE UN MODULO DISPENSADOR AUTOMATIZADO DE MEDICAMENTOS PARA LAS FARMACIAS DE LA REGION PUNO**, para optar el título profesional de **Ingeniero Mecatronico** quedando la conformación del sub comité de evaluación de la siguiente forma:

- ❖ **Presidente** : Mgtr. SALVADOR TEODORO VALDIVIA CARDENAS
- ❖ **1er. Miembro** : Ing. ADWAR RANULFO SANCHEZ CARREON
- ❖ **2do. Miembro** : Mgtr. ANGEL CLEMENTE MAMANI LEONARDO
- ❖ **Asesor (a)** : Ing. ABELARDO LEON MIRANDA

ARTICULO SEGUNDO. - **Disponer** a los miembros de la sub comisión de evaluación designados, dar continuidad al trámite de evaluación y calificación del proyecto de investigación, borrador de trabajo de investigación o sustentación del trabajo de investigación, según sea el caso que se encuentre cada expediente. Quedando valido en sus demás disposiciones la Resolución Decanal de aprobación de proyecto de investigación, que se mencionan en el considerando.

ARTICULO TERCERO. - La Unidad de Investigación de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras, el responsable de investigación y el Director de la Escuela Profesional de **Ingeniería Mecatrónica**, el Secretario Académico de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras, quedan encargados del cumplimiento de la presente Resolución.

Regístrese, Comuníquese, Archívese

CC. Archivo 2024 Interesado (a)



UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y Cs. PURAS
Dr. MILTHON QUISPE HUANCA
DECANO
C.I.P. 47790



UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y Cs. PURAS
Dr. EFRAÍN PARILLO SOSA
SECRETARIO ACADÉMICO
C.I.P. 96531



RESOLUCIÓN DECANAL N° 1081-2023-D-FICP-UANCV

Juliaca, 06 de octubre 2023

VISTOS:

El, **INFORME N° 649-2023-D-UI-FICP.UANCV** del Director de la Unidad de Investigación de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras, **INFORME DE OPINIÓN TÉCNICA N° 031-2023-UI-CI-EPIM-FICP-UANCV** del responsable del Comité de Investigación, la **opinión técnica N° 033-2023-UI-CI-EPIM-FICP-UANCV** del presidente del sub comité de la Escuela Profesional de **Ingeniería Mecatrónica** y el **ACTA DE REGISTRO DE PROYECTO DE INVESTIGACIÓN** según reglamento interno de aseguramiento de la calidad de trabajos de investigación de fecha **29 de agosto de 2023**, para optar el Título Profesional de Ingeniero Mecatrónico, con el tema titulado: **IMPLEMENTACIÓN DE UN MODULO DISPENSADOR AUTOMATIZADO DE MEDICAMENTOS PARA LAS FARMACIAS DE LA REGION PUNO.**

CONSIDERANDO:

Que, el (la) Bachiller: **RODY WALDIR MAMANI MAMANI**, ha presentado su Proyecto de Investigación Titulado: **IMPLEMENTACIÓN DE UN MODULO DISPENSADOR AUTOMATIZADO DE MEDICAMENTOS PARA LAS FARMACIAS DE LA REGION PUNO**, para optar el Título Profesional de **Ingeniero Mecatrónico.**

Que, al haberse cumplido con los requisitos exigidos por el Reglamento de Aseguramiento de la Calidad de Trabajos de Investigación, con fines de obtención de Grados Académicos y Títulos Profesionales y el Reglamento de Grados y Títulos de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras; el responsable del Comité de Investigación de la Escuela Profesional de **Ingeniería Mecatrónica**, Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras, nominó a la sub comisión de evaluación de Proyecto de Investigación, a los siguientes Docentes:

- * **Presidente** : **Mgtr. SALVADOR TEODORO VALDIVIA CARDENAS**
- * **1er Miembro** : **Ing. ADWAR RANULFO SANCHEZ CARREON**
- * **2do Miembro** : **Mgtr. GIOVANNI JOSE HUACASI SUPO**

Que, la sub comisión de evaluación ha concluido aprobar sin observación el Proyecto de Investigación titulado: **IMPLEMENTACIÓN DE UN MODULO DISPENSADOR AUTOMATIZADO DE MEDICAMENTOS PARA LAS FARMACIAS DE LA REGION PUNO**, y;

Que, es requisito indispensable contar con un Docente Ordinario y/o contratado de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras con un mínimo de cinco años de docencia, grado de magister y experiencia en la línea a investigar, que será el asesor de Proyecto de Investigación, y;

Estando, en la opinión favorable del Director de la Unidad de Investigación y en concordancia al Reglamento de Aseguramiento de la Calidad de Trabajos de Investigación, con fines de obtención de Grados Académicos y Títulos Profesionales y el Reglamento de Grados y Títulos de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras, 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 de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras.

RESUELVE:

ARTÍCULO PRIMERO.- APROBAR, el **PROYECTO DE INVESTIGACIÓN**, presentado por el (la) Bachiller: **RODY WALDIR MAMANI MAMANI**, para optar el Título Profesional de **Ingeniero Mecatrónico**, con el Tema Titulado: **IMPLEMENTACIÓN DE UN MODULO DISPENSADOR AUTOMATIZADO DE MEDICAMENTOS PARA LAS FARMACIAS DE LA REGION PUNO.**

La misma que deberá proceder con la ejecución del Proyecto de Investigación aprobado de acuerdo a lo establecido en el Reglamento de Aseguramiento de la Calidad de Trabajos de Investigación, con fines de obtención de Grados Académicos y Títulos Profesionales y el Reglamento de Grados y Títulos de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras.

ARTÍCULO SEGUNDO.- RECONOCER como **ASESOR DE INVESTIGACIÓN** al (a la) docente ordinario, de la Escuela Profesional de Ingeniería Mecatrónica de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras, **Ing. ABELARDO LEON MIRANDA.**

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

Mgtr. MILTHON QUISPE HUANCA
DECANO
CIP. 47790

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

Dr. EFRAÍN PARILO SOSA
SECRETARIO ACADÉMICO
CIP. 95531

cc.
archivo 2023
interesado (a)






12% Similitud general

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

Filtrado desde el informe

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

Fuentes principales

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

Marcas de integridad

N.º de alertas de integridad para revisión


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

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



Título de la tesis	
IMPLEMENTACIÓN DE UN MODULO DISPENSADOR AUTOMATIZADO DE MEDICAMENTOS PARA LAS FARMACIAS DE LA REGION PUNO	
Datos de autor	
Nombres y apellidos	RODY WALDIR MAMANI MAMANI
Tipo de documento de identidad	DNI
Número de documento de identidad	73503907
URL de ORCID	https://orcid.org/0009-0006-7259-8365
Datos de asesor	
Nombres y apellidos	ABELARDO LEON MIRANDA
Tipo de documento de identidad	DNI
Número de documento de identidad	40198643
URL de ORCID	https://orcid.org/0000-0001-8370-5660
Datos del jurado	
Presidente del jurado	
Nombres y apellidos	SALVADOR TEODORO VALDIVIA CARDENAS
Tipo de documento	DNI
Número de documento de identidad	02383061
Miembro del jurado 1	
Nombres y apellidos	ADWAR RANULFO SANCHEZ CARREON
Tipo de documento	DNI
Número de documento de identidad	02064066
Miembro del jurado 2	
Nombres y apellidos	ANGEL CLEMENTE MAMANI LEONARDO
Tipo de documento	DNI
Número de documento de identidad	45317605



Datos de investigación	
Línea de investigación	TECNOLOGÍA DE LA INSTRUMENTACIÓN – P21
Grupo de investigación	No aplica.
Agencia de financiamiento	Sin financiamiento
Ubicación geográfica de la investigación	<p>País: Perú Departamento: Puno Provincia: San Román Distrito: Juliaca</p> <p>Coordenadas: Latitud: -15.5014724 Longitud: -70.1319647</p> <p>https://maps.app.goo.gl/k3hMqT7r3uUnLScv8</p> 
Año o rango de años en que se realizó la investigación	Octubre 2023 - Julio 2024
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 ALTIPLANO "DORIS VELÁSQUEZ"
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS BÁSICAS

Dr. Fritz Willy Mamani Apaza
DIRECTOR
UNIDAD DE INVESTIGACIÓN

DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD Y RESPONSABILIDAD

Yo RODY WALDIR MAMANI MAMANI, identificado con DNI Nro. 73503907 en mi condición de egresado de:

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

MECATRÓNICA

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

IMPLEMENTACIÓN DE UN MODULO DISPENSADOR AUTOMATIZADO DE MEDICAMENTOS PARA LAS FARMACIAS DE LA REGION PUNO

Asesorado por: M.Sc. ABELARDO LEON MIRANDA

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_05__de Setiembre del 2025



Firma del Asesor
(obligatoria)



Firma del Estudiante
(obligatoria)



Huella



DEDICATORIA

Este trabajo está dedicado a mis padres, quienes me brindan su respaldo incondicional. Ellos me inculcaron normas y valores, al tiempo que me permitieron cierto grado de libertad. Sin embargo, lo más importante es que me impulsaron constantemente a perseguir y alcanzar mis sueños y aspiraciones.



AGRADECIMIENTO

A Dios por las bendiciones recibidas. A nuestros amados padres, quienes creyeron firmemente en nosotros, apostaron por nuestras capacidades y nos brindaron su apoyo e inspiración constante para seguir nuestros sueños y esforzarnos por ser mejores personas cada día.

También extendiendo un profundo agradecimiento a todas aquellas personas que, de una u otra manera, colaboraron y aportaron su grano de arena para que este proyecto pudiera concretarse exitosamente.

Estoy eternamente agradecido con todos ustedes. Gracias por acompañarme en este camino y hacer posible esta importante meta.



ÍNDICE GENERAL

DEDICATORIA.....	iii
AGRADECIMIENTO.....	iv
ÍNDICE GENERAL.....	v
ÍNDICE DE FIGURAS.....	ix
ÍNDICE DE TABLAS.....	xii
RESUMEN.....	xiii
ABSTRACT.....	xiv
INTRODUCCIÓN.....	xv

CAPÍTULO I

ASPECTOS GENERALES

1.1. DESCRIPCION DEL PROBLEMA.....	1
1.2. FORMULACION DEL PROBLEMA.....	1
1.2.1. Problema General.....	1
1.2.2. Problemas Específicos.....	2
1.3. JUSTIFICACION.....	2
1.4. OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN.....	3
1.4.1. Objetivo General.....	3
1.4.2. Objetivos Específicos.....	3
1.5. IMPORTANCIA.....	3
1.6. LIMITACIONES.....	4
1.7. HIPÓTESIS DE LA INVESTIGACIÓN.....	5
1.7.1. Hipótesis General.....	5
1.7.2. Hipótesis Especificas.....	5
1.8. VARIABLES DE INVESTIGACIÓN.....	5



1.8.1. Variable Independiente	5
1.8.2. Variable Dependiente.....	5
1.9. OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES.....	6
CAPÍTULO II	
FUNDAMENTOS TEÓRICOS	
2.1. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN.....	8
2.1.1. Nivel Internacional.....	8
2.1.2. Nivel Nacional	9
2.2. BASES TEÓRICAS	10
2.2.1. Farmacias En El Perú	10
2.2.2. Farmacias Hospitalarias En El Perú	11
2.3. GESTIÓN DE MEDICAMENTOS	12
2.3.1. Dispensadores Automáticos De Pastillas	13
2.3.2. Sistemas De Dispensación Automática	14
2.4. ROBÓTICA	17
2.4.1. Robótica Y Industrial Y Colaborativa	17
2.4.2. Estructura Mecánica	18
2.4.3. Efectores Finales	21
2.5. SISTEMAS CNC.....	26
2.6. ¿CÓMO FUNCIONA UNA MÁQUINA CNC?	27
2.6.1. Control De Movimiento.....	27
2.6.2. Componentes De Una Cnc	27
2.6.3. Huesillo De Bolas.....	28
2.7. SISTEMA ELÉCTRICO Y ELECTRÓNICO.....	29
2.7.1. Fuente De Poder.....	29



- 2.7.2. Motores paso a paso..... 30
- 2.7.3. Características motor paso a paso nema 17 31
- 2.7.4. Microcontrolador 32
- 2.7.5. Drivers 33
- 2.7.6. Servomotor SG 90 35
- 2.7.7. HMI 37
- 2.7.8. PLC 39

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

- 3.1. TIPO DE INVESTIGACION 43
- 3.2. DISEÑO DE INVESTIGACION..... 43
- 3.3. AMBITO DE LA INVESTIGACION 43
- 3.4. POBLACION Y MUESTRA..... 44
- 3.5. TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOGIDA DE INFORMACION ... 44
- 3.6. RECOGIDA DE DATOS 44
- 3.7. DESARROLLO DE LA INVESTIGACION 44
 - 3.7.1. Selección De Equipo Y/O Componentes..... 44
 - 3.7.2. circuito de control 45
 - 3.7.3. Modelamiento En Solidworks..... 52
 - 3.7.4. Impresión de mecanismos. 54
 - 3.7.5. IMPLEMENTACION DEL MOTOR PASO A PASO..... 58
 - 3.7.6. IMPLEMENTACION DEL SERVO MOTOR 67
- 3.8. PROGRACION DEL PROYECTO DE INVESTIGACION 72
 - 3.8.1. Configuración del PLC 72
 - 3.8.2. PROGRAMCION DEL PLC..... 79



CAPÍTULO IV

ANÁLISIS DE RESULTADO Y DISCUSIÓN

4.1. PRESENTACIÓN 83

4.2. IMPLEMENTACIÓN DE UN MODULO DISPENSADOR AUTOMATIZADO DE MEDICAMENTOS PARA LA FARMACIA..... 83

4.3. SE DESARROLLO EL PROGRAMA EN EL LENGUAJE SCL DEL ENTORNO TIA PORTAL V16. 83

4.4. PERMITE EL CONTROL REMOTO A TRAVÉS DE LA INTERFAZ HMI..... 84

4.5. PROGRAMACIÓN TEMPORIZADA DE SALIDAS PARA EL CONTROL DEL SERVO MOTOR EL “DESPLAZAMIENTO DE INICIO” 85

4.6. PROGRAMACIÓN TEMPORIZADA DE SALIDAS PARA EL CONTROL DEL SERVO MOTOR DEL “DESPLAZAMIENTO DE RETORNO” 86

4.7. PROGRAMACIÓN PARA EL CONTROL DE MOTORES PASO A PASO MEDIANTE OBJETOS TECNOLÓGICO DEL TIA PORTAL 87

4.8. DESARROLLO DE UNA INTERFAZ GRAFICA EN EL HMI TP 700..... 89

4.9. ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS 94

4.10. ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS OBTENIDOS 96

CONCLUSIONES..... 100

RECOMENDACIONES 101

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS..... 102

ANEXOS..... 107



ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Sistema de dispensación automático de tipo inclinado.....	15
Figura 2 Sistema de dispensación automática de orden caótico	16
Figura 3 Brazo humano vs Brazo robótico.....	19
Figura 4 Cinco tipos de articulaciones usadas en robótica industrial.....	20
Figura 5 Pinzas mecánicas de dos y tres dedos	23
Figura 6 Ventosa de vacío	24
Figura 7 Diagrama de bloques de una maquina CNC.....	26
Figura 8 Huesillo de bolas.....	28
Figura 9 Fuente de Poder	29
Figura 10 Estructura microcontrolador.....	33
Figura 11 Drivers para motores CNC.....	35
Figura 12 Servo Motor SG 90	37
Figura 13 Pantalla periférica HMI KTP 700 Básico	39
Figura 14 PLC SIMATIC S7-1200.....	42
Figura 15 Imagen de modelado en SolidWorks.....	55
Figura 16 Imagen de formato de guardado	55
Figura 17 Imagen de visualización del diseño	56
Figura 18 Imagen de configuración de Parámetros del diseño	57
Figura 19 Imagen real de impresión 3D de la pieza	58
Figura 20 Diagrama de Conexión del PLC	59
Figura 21 Diagrama real de Conexión del PLC	60
Figura 22 Conexión del HMI	60
Figura 23 Diagrama real de Conexión de HMI	61
Figura 24 Conexiones de Drivers para motores paso a paso.	61



Figura 25 Diagrama real de conexión de los Drivers DM 556 62

Figura 26 Conexión de motores paso a paso 63

Figura 27 Imagen real de conexión de los motores paso a paso 64

Figura 28 Imagen real de conexión de los motores paso a paso 64

Figura 29 Conexión del servomotor 66

Figura 30 Diagrama Eléctrico Del Proyecto 66

Figura 31 Diseño del circuito en Proteus 69

Figura 32 Diseño de la placa en Proteus 69

Figura 33 Grabado del circuito 70

Figura 34 Circuito grabado y terminado 71

Figura 35 Circuito implementado 71

Figura 36 Circuito electrónico 72

Figura 37 Configuración del PLC 73

Figura 38 Configuración la propiedad de generador de impulsos 74

Figura 39 Configuración de HMI en TIA PORTAL 76

Figura 40 Configuración de IP del HMI 77

Figura 41 Diseño de la interfaz del HMI 77

Figura 42 Comunicación a través de la Red configurada 78

Figura 43 Configuración de botones en el HMI 78

Figura 44 Selección de medicamentos 79

Figura 45 Habilita el control remoto desde el HMI 80

Figura 46 Secuencia temporizada de salidas para control del servo motor de “ida”
..... 80

Figura 47 Secuencia temporizada de salidas del retorno 80



Figura 48 Control de motores paso a paso mediante objetos tecnológico del TIA PORTAL 81

Figura 49 Implementación de un modulo dispensador automatizado de medicamentos 83

Figura 50 programa en el entorno del software TIA PORTAL en el lenguaje SCL 84

Figura 51 programa en la interface del software TIA PORTAL a través del HMI 85

Figura 52 programación del temporizador para el control del servo motor (desplazamiento de inicio) 85

Figura 53 programación del temporizada de salidas para el control del servo motor (desplazamiento de tetorno) 87

Figura 54 programación para el control de los motores paso a paso 88

Figura 55 Interfaz gráfica en el HMI TP 700 89

Figura 56 Interfaz grafica en el HMI TP 700 90

Figura 57 Funcionamiento y pruebas del módulo dispensador de medicamentos 91

Figura 58 Funcionamiento y pruebas del módulo dispensador de medicamentos 92

Figura 59 Funcionamiento y pruebas del módulo dispensador de medicamentos 93

Figura 60 Funcionamiento y pruebas del módulo dispensador de medicamentos 94



ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Variables independientes.....	6
Tabla 2 Variables dependientes.....	7
Tabla 3 Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	44
Tabla 4 Tabla de Datos del PLC S7 1200	45
Tabla 5 Fuente de Alimentación de 24V S7-1200, Modelo PM1207.....	46
Tabla 6 Tabla de Datos de HMI KTP700	47
Tabla 7 Tabla de Datos de DRIVER DM 556	48
Tabla 8 Tabla de Datos de Motor Paso a Paso (Nema 17).....	49
Tabla 9 Tabla de Datos de Servo Motor SG 90.....	50
Tabla 10 Tabla de Datos de una Fuente de Alimentación Conmutada.....	51
Tabla 11 Tabla de Datos de una Fuente de Energía Conmutada de 5V.	52
Tabla 12 <i>Tabla comparativa: Discusión de resultados entre ambas tesis</i>	98



RESUMEN

El objetivo de esta investigación es brindar una respuesta a la automatización de los pedidos en el canal de ventas de una farmacia que vende medicamentos. En este contexto, proponemos la incorporación automatizada de un dispensador para los medicamentos.

Esto permitirá la automatización de las ventas, brindando a los vendedores una visión clara de sus ventas. El objetivo principal de este enfoque es ahorrar tiempo, para que los vendedores puedan dedicarlo a impulsar aún más las ventas. Además, esta automatización hará que sea más fácil expandirse hacia otras áreas del mercado que actualmente tienen una cobertura limitada o ingresar a nuevos territorios, sin necesidad de realizar cambios significativos en los procesos y con el respaldo del equipo de ventas.

Palabras clave: Modulo Dispensador, Automatización, Robot Cartesiano.



ABSTRACT

The objective of this research is to provide an answer to the automation of orders in the sales channel of a pharmacy that sells medications. In this context, we propose the automated incorporation of a medication dispenser.

This will enable sales automation, giving sellers a clear view of their sales. The main goal of this approach is to save time, so that salespeople can spend it driving sales even more. In addition, this automation will make it easier to expand into other areas of the market that currently have limited coverage or enter new territories, without the need to make significant changes to the processes and with the support of the sales team.

Keywords: Dispenser Module, Automation, Cartesian Robot.



INTRODUCCIÓN

Es una idea común pensar que las farmacias se limitan simplemente a dar medicamentos, pero esta perspectiva no es completamente exacta. Si bien es cierto que la función principal de las farmacias es proporcionar medicamentos a los pacientes, ya sea a través de una receta médica emitida por un profesional de la salud o medicamentos de venta libre que no requieren receta, el farmacéutico tiene la capacidad de recomendarlos si lo considera apropiado. Sin embargo, en la mayoría de las situaciones mencionadas, la entrega de medicamentos normalmente va acompañada de información y consejos por parte del farmacéutico. Incluso cuando los medicamentos son recetados, como se explica más adelante, existen diferentes tipos de recetas, cada una con sus propias características. Es responsabilidad del profesional asegurarse de que todos los datos estén registrados en la receta y de que la dispensación se realice según lo recetado, siguiendo los procedimientos establecidos para cada tipo de medicamento, ya que, como se menciona en este capítulo, cada caso es único y diferente.



CAPÍTULO I

ASPECTOS GENERALES

1.1. DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA

En el contexto epidemiológico global provocado por la pandemia de COVID-19, la organización funcional y una gestión rigurosa son elementos fundamentales en los sistemas de salud. Estas prácticas permiten mantener un stock permanente de medicamentos y materiales renovables de calidad, reducir costos, optimizar tiempos y maximizar la eficiencia del personal. Además, facilitan la gestión y evaluación continua del consumo de medicamentos y materiales en las farmacias hospitalarias.

Si bien la clasificación de los medicamentos en la farmacia suele realizarse según su acción terapéutica, en la práctica se recomienda organizarlos por vía de administración y orden alfabético. Esta metodología contribuye a simplificar la gestión y los procedimientos asociados.

1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

1.2.1. Problema General

¿Cómo automatizar y dispensar los medicamentos para las farmacias en la región Puno?



1.2.2. Problemas Específicos

PE1: ¿Como implementar un módulo para la automatización y dispensación de medicamentos?

PE2: ¿De qué manera se realizará la programación para el control del módulo?

PE3: ¿Por qué implementar una interfaz gráfica de usuario?

1.3. JUSTIFICACIÓN

La justificación de la investigación sobre la implementación de módulos dispensadores automáticos de medicamentos en farmacias

La presente investigación se enfoca en la implementación de módulos dispensadores automáticos de medicamentos en farmacias, con el objetivo de mejorar la eficiencia, la calidad de atención y la optimización del tiempo en estos establecimientos. A continuación, se presentan algunas razones que respaldan la importancia de realizar este estudio:

En primer lugar, la optimización del tiempo y los recursos es un factor crucial en el ámbito farmacéutico. La automatización del proceso de dispensación puede agilizar las tareas relacionadas con la entrega de medicamentos, lo que permite ahorrar tiempo y recursos, traduciéndose en una atención médica más eficiente y un mejor aprovechamiento de los recursos disponibles.

En síntesis, esta busca abordar las necesidades actuales de las farmacias, mediante la implementación de tecnología automatizada que permita optimizar los procesos, mejorar la calidad de atención y maximizar la eficiencia en la dispensación de medicamentos, aspectos fundamentales para garantizar una atención médica de calidad. y satisfacer las necesidades de los pacientes.



Finalmente, un mejor control de atención a los ciclos de pedidos es esencial. Al brindar una atención más eficiente a estos ciclos, se puede lograr una mayor satisfacción del cliente, evitar retrasos o faltantes de medicamentos, reducir errores y optimizar los recursos empleados. Además, puede contribuir a mejorar la calidad del servicio y la reputación de la entidad encargada de la dispensación de medicamentos.

1.4. OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN

1.4.1. Objetivo General

Implementar un módulo dispensador automatizado de medicamentos para las farmacias de la región Puno

1.4.2. Objetivos Específicos

OE1: Implementar un módulo para la automatización y dispensación de medicamentos.

OE2: Programar el control del módulo dispensador de medicamentos.

OE3: Realizar una interfaz gráfica en el HMI.

1.5. IMPORTANCIA

La presente tesis, enfocada en la implementación de un módulo dispensador automatizado de medicamentos, tiene gran relevancia en el contexto de las farmacias de la región Puno, donde aún se presentan desafíos en la eficiencia y control de los procesos de dispensación. Esta propuesta tecnológica busca automatizar la entrega de medicamentos, con el objetivo de reducir errores humanos, mejorar la organización interna y optimizar los tiempos de atención al usuario.



Su importancia también radica en que permite llevar un mejor control del inventario, facilitando el seguimiento de los medicamentos disponibles, despachados y próximos a vencer. Esto contribuye a una gestión más eficiente de los recursos farmacéuticos, a la vez que se garantiza mayor seguridad para el paciente.

Además, al tratarse de una región donde la implementación de tecnologías automatizadas aún es limitada, el proyecto impulsa la modernización del sistema de salud, haciendo uso de soluciones accesibles y adaptables al contexto local. Por su diseño, el sistema puede ser replicado en otras farmacias o centros de salud de la región o el país, mostrando así su potencial de escalabilidad y sostenibilidad a mediano y largo plazo.

1.6. LIMITACIONES

El módulo dispensador automatizado presenta algunas limitaciones importantes. Su capacidad de almacenamiento es limitada, lo que restringe la cantidad y variedad de medicamentos que puede manejar. Además, requiere condiciones ambientales controladas para preservar la calidad de los fármacos.

El hardware utilizado tiene restricciones en procesamiento y velocidad, lo que puede afectar la eficiencia del sistema. La interfaz puede no ser completamente intuitiva para todos los usuarios, dificultando su operación en algunos casos.

El proyecto está diseñado para farmacias de la región Puno, por lo que su implementación en otros lugares podría requerir adaptaciones. Finalmente, el sistema no está integrado con bases de datos externas, limitando la actualización automática de inventarios y reportes en tiempo real.



1.7. HIPÓTESIS DE LA INVESTIGACIÓN

1.7.1. Hipótesis General

La automatización del módulo permite realizar la dispensación de los medicamentos en la farmacia de estudio.

1.7.2. Hipótesis Específicas

HE1: La implementación del módulo mejora la dispensación de medicamentos.

HE2: La programación del controlador PLC S7 1200, a través del software TIA Portal, permitirá realizar un control preciso del módulo mediante la configuración detallada y específica del sistema en dicho programa.

HE3: Se desarrollará una interfaz gráfica de control, facilita la asignación del proceso de dispensación de medicamentos. Esta interfaz gráfica ofrecerá la capacidad de monitorear en tiempo real la distribución de fármacos.

1.8. VARIABLES DE INVESTIGACIÓN

1.8.1. Variable Independiente

Implementación de un módulo dispensador Automatizado

1.8.2. Variable Dependiente

Dispensador de medicamentos para las farmacias.



1.9. OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

Tabla 1

Variables independientes.

Operacionalización de variables				
Variable independiente” Implementación de un módulo dispensador Automatizado”				
Conceptualización	Definición conceptual	Dimensiones	Indicadores	Unidades
Implementación de un módulo dispensador Automatizado.	la implementación de un módulo dispensador	Selección y búsqueda de bases de datos de diseño de componentes y/o equipos	Catálogo de equipos y componentes	Pruebas de operatividad en el PLC.
	mediante la utilización de actuadores eléctricos, electrónicos y controlados mediante PLC s7 1200 y sistemas HMI.	Dibujo y proyección en softwares de Diseño mecánico.	Se realiza el proyecto en software de SolidWorks	Eficiencia de productividad.
		Instrumentación tecnológica de actuadores	Con PLCSS7 1200, HMI TP700 Siemens y drivers para motores	
		Programación y configuración del sistema dosificador.	Utilizando el software de TIA PORTAL V16.	

Nota: Operacionalización de variables independientes.

Tabla 2

Variables dependientes.

Operacionalización de variables				
Variable dependiente” Dispensador de medicamentos para las farmacias”				
Conceptualización	Definición conceptual	Dimensiones	Indicadores	Unidades
		implementación de los sistemas mecánicos y eléctricos.	Implementación mediante V-slots e impresión 3D	Tiempo. La medición cuantitativa del ciclo de trabajo.
Dispensador de medicamentos para las farmacias.	medicamentos para las farmacias se debe considerar la robustez y fiabilidad con el que ejecuta cada receta.	programación y selección de medicamentos mediante recetas. ejecución de pruebas en el módulo dosificador de medicamento	Controlador lógico programables PLC S7 1200 Mediante sistemas HMI KTP y S7 1200 siemens.	

Nota: Operacionalización de variables dependientes.



CAPÍTULO II

FUNDAMENTOS TEÓRICOS

2.1. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN

2.1.1. Nivel Internacional

(Negrin, 2020) El prototipo de dispensador automatizado de medicamentos utiliza una Raspberry-Pi para gestionar la administración precisa de dosis según prescripciones. Incluye una interfaz gráfica accesible vía SSH para configuración médica y admite hasta dos usuarios. La autenticación se realiza mediante pulsera RFID y pulsador, garantizando una administración segura. Este proyecto combina diseño mecánico, electrónica y programación para optimizar la adherencia al tratamiento y la seguridad del paciente.

(Echeguia, Farolini, & Quinelli, 2021) El proyecto analiza las operaciones logísticas en la farmacia hospitalaria del Hospital Pasteur, enfocándose en la robótica aplicada para reducir los tiempos de espera. Tras evaluar la gestión de inventarios, se propone un sistema de reposición automatizado y un dispensador automático para optimizar la entrega de medicamentos, mejorando la eficiencia y precisión. Las soluciones mejoran la eficiencia y liberan personal, adaptándose a las necesidades del hospital.

(Velandia & Roncancio, 2020) El prototipo de dispensador automático de medicamentos está diseñado para adultos mayores que enfrentan problemas



cognitivos y físicos. Utiliza sistemas mecánicos y software para automatizar la entrega de pastillas y envía alertas recordando la toma de medicamentos, asegurando así una administración precisa y eficaz. Este dispositivo ayuda a superar las dificultades de memoria y adherencia al tratamiento en personas de la tercera edad.

2.1.2. Nivel Nacional

(Cordova & Davila, 2020) En el marco de la presente tesis, se propone la implementación de un sistema automatizado para el proceso de ventas en una distribuidora de medicamentos. Esta iniciativa tiene como objetivo primordial solucionar las limitaciones de la gestión manual de pedidos, optimizando la eficiencia y eficacia de las operaciones comerciales.

(Chevez & Adrianzen, 2019) Se diseñó e implementó una máquina expendedora de pastelillos en Chiclayo para aprovechar la demanda insatisfecha de productos frescos y accesibles, especialmente para personas con horarios laborales extensos o acceso limitado a comercios tradicionales. Se identificaron y especificaron los requisitos mecánicos, los materiales y los principios de funcionamiento necesarios. El diseño incluyó una garra robótica, una estructura para almacenar 12 pastelillos y los componentes electrónicos esenciales. Tras pruebas y ajustes, el prototipo demostró ser eficiente y satisfactorio en la dispensación de pastelillos para su uso comercial.

(Macha, 2021) El proyecto se estructura en cuatro capítulos: el primero define el problema de obtención de material educativo, establece objetivos; el segundo revisa investigaciones previas y tecnologías consideradas; el tercero desarrolla la solución con detalles de funcionalidades del ruteador, diseño y ensamblaje; y el cuarto examina los resultados y conclusiones del proyecto.



2.2. BASES TEÓRICAS

2.2.1. Farmacias En El Perú

De acuerdo con la normativa vigente, los establecimientos dedicados a la fabricación, importación, distribución, dispensación o expendio de productos farmacéuticos, dietéticos, edulcorantes, recursos terapéuticos naturales, insumos médico-quirúrgicos u odontológicos estériles, productos sanitarios estériles, y productos cosméticos, deben cumplir con una serie de condiciones técnicas y sanitarias establecidas en el Reglamento correspondiente. A las condiciones técnicas y sanitarias mencionadas anteriormente, se suma la obligatoriedad de cumplir con las Buenas Prácticas de Manufactura, Laboratorio, Almacenamiento y Dispensación establecidas por el Ministerio de Salud. Estas Buenas Prácticas, que se ajustan a las actividades específicas de cada establecimiento, tienen como objetivo garantizar la calidad, seguridad y eficacia de los productos manejados. (Peru, 2021)

La normativa vigente establece una clasificación para los establecimientos farmacéuticos, agrupándolos en cuatro categorías principales:

- a) Farmacias o boticas.
- b) Botiquines.
- c) Droguerías.
- d) Laboratorios farmacéuticos.

Deben cumplir condiciones técnicas y sanitarias según el Reglamento correspondiente.

Las Buenas Prácticas de Manufactura, Laboratorio, Almacenamiento y Dispensación del Ministerio de Salud son obligatorias.



Se clasifican en farmacias, botiquines, droguerías y laboratorios farmacéuticos.

Las empresas importadoras y distribuidoras deben tener una sección de droguería regulada por el Título Cuarto del Reglamento.

Los servicios de farmacia en establecimientos de salud se rigen por las normas de farmacias, boticas o botiquines, según corresponda.

El cumplimiento de estas regulaciones garantiza la calidad, seguridad y eficacia de los productos y servicios relacionados con la salud. (Peru, 2021).

2.2.2. Farmacias Hospitalarias En El Perú

Sin duda, el importante avance en la farmacia hospitalaria en Perú comenzó con la introducción del sistema de dosis unitaria en los hospitales. La farmacia convencional, reconocida por la fabricación de medicamentos y que experimentó un auge significativo en las décadas de 1950 y 1960, aún se refleja en la presencia de amplios espacios de preparación en los grandes hospitales. Este enfoque estaba vinculado al farmacéutico, quien supervisaba dicho proceso y, naturalmente, se encargaba de la dispensación, siguiendo un modelo de dispensación global por servicio en esos años. (M. Viñas , 2022)

La dosis unitaria transformó el rol del farmacéutico en el ámbito hospitalario:

- Eliminó la necesidad de un conocimiento médico profundo del paciente.
- Lo convirtió en un experto en farmacología y farmacoterapia.
- Lo integró al equipo asistencial y optimizó la atención al paciente.
- Promovió la colaboración interprofesional y redujo errores médicos.
- Enfocó al farmacéutico en aspectos fisiopatológicos y necesidades específicas.



Contexto histórico:

- Primer proyecto en Perú: Hospital Edgardo Rebagliati Martins (1994).
- Primera tesis de investigación: Hospital Naval (1995).

Impacto:

- Impulsó la investigación y adopción de modelos de atención centrados en el paciente.

Importancia para la tesis:

- Aporta contexto sobre el rol del farmacéutico y la dosis unitaria.
- Resalta la importancia de la investigación en la práctica farmacéutica.
(Sánchez González, 2016)

2.3. GESTIÓN DE MEDICAMENTOS

La presente investigación busca demostrar que la implementación de un "sistema de control interno operativo" en almacenes optimiza la gestión de inventarios. Se espera que este sistema mejore el control de stocks, reduzca costos y optimice la atención al cliente. Los resultados de esta investigación resultan beneficiosos para las organizaciones que desean mejorar la administración de sus inventarios y, en consecuencia, optimizar la utilización de sus recursos. Este tema es de gran importancia ya que se trata de asegurar los activos y controlar los aspectos empresariales, ya que estos deben proporcionar información de alta calidad sobre activos, compras y controles de los distintos departamentos que conforman la empresa. Para llevar a cabo este estudio, en una primera etapa, se organizó la totalidad de las provisiones con una ubicación clara para realizar un inventario físico de los almacenes. Posteriormente, se procedió a examinar las pautas de ingreso y salida, así como a revisar el KARDEX. Como consecuencia de esta investigación, se realizará el inventario

físico y la distribución de la totalidad de los insumos junto con sus ubicaciones e ingresos al sistema, con el fin de mantener un control y orden adecuados. (Jara H., 2018)

Una técnica comúnmente utilizada es la clasificación ABC, que se basa en el principio de Pareto. Este principio afirma que la porción más relevante de un conjunto se compone de un reducido número de elementos. (Macías Acosta, León Resendiz, & Limón Lozano, 2019);

La clasificación ABC es un método para categorizar artículos en función de su importancia en el inventario. Se caracteriza por un número reducido de artículos "significativos" y un mayor número de artículos "insignificantes". El criterio de clasificación puede variar, siendo común la rotación de artículos para optimizar el picking o el valor en inventario para la gestión general.

Pasos para implementar la clasificación ABC:

- Definir el criterio de clasificación.
- Ordenar los artículos según el criterio elegido.
- Calcular la contribución de cada artículo.
- Determinar el porcentaje acumulado.
- Clasificar los artículos en A, B o C. (Ó. P. Gutiérrez,2021)

2.3.1. Dispensadores Automáticos De Pastillas

El presente apartado se centra en la descripción de los dispensadores automáticos de pastillas disponibles en el mercado, tanto en el ámbito comercial como en el doméstico. El objetivo es conocer las características y especificaciones de estos dispositivos para comprender mejor su funcionamiento y aplicaciones.

Definiciones

Las definiciones proporcionadas facilitan la comprensión de los términos clave en el documento:

- **Pastilla:** También conocida como tableta o comprimido, es una porción de pasta consistente destinada para fines medicinales, con diversas formas, tamaños y pesos.
- **Cápsula:** Envoltura soluble, a menudo compuesta por dos partes, que contiene un medicamento específico.
- **Organizadores de pastillas:** También llamados pastilleros, son cajas con compartimentos para guardar pastillas, disponibles en varios tipos, incluidos los electrónicos con alertas sonoras.
- **Dispensador:** Máquina o dispositivo que proporciona un objeto o producto según las necesidades del usuario, pudiendo ser automático y operar de forma autónoma con una programación preestablecida o activada por un actuador.

En particular, los dispensadores de pastillas son dispositivos inteligentes que no solo emiten alertas individualmente, sino que ahora se integran con aplicaciones móviles para configurar alarmas, facilitando al usuario el seguimiento de horarios y dosis de medicamentos de manera más eficiente. (Vasconez & Benavidez, 2021)

2.3.2. Sistemas De Dispensación Automática

Dispensadores automáticos de productos en la industria farmacéutica: sistemas con cabinas y un manipulador central gestionado por computadora. Automatizan distribución, administración y control de medicamentos, incluyendo

carga, selección, gestión de vencimientos y reposiciones automáticas para optimizar el proceso. (J. Garriga Jiménez, 2008).

La implementación de sistemas de dispensación automática en farmacias ofrece múltiples ventajas. Optimiza el espacio de almacenamiento, agiliza las tareas del personal eliminando actividades repetitivas, mejora la gestión de inventarios y controla las fechas de vencimiento. Estos sistemas garantizan seguridad con funciones de emergencia y continuidad operativa incluso ante cortes de energía.

Figura 1

Sistema de dispensación automático de tipo inclinado



Nota. Sistema de dispensación automático de tipo inclinado. Fuente: (Oliinyk, Fedorchenko, Stepanenko, Rud, & Goncharenko, 2021)

Almacenamiento en sistemas de orden caótico a diferencia de los sistemas de orden fijo, en los sistemas de orden caótico las cajas se almacenan en estantes, permitiendo la ubicación de diferentes medicamentos uno detrás del otro. Este tipo de sistema se caracteriza por la automatización de los procesos de carga y descarga, llevados a cabo por un único robot.

Figura 2*Sistema de dispensación automática de orden caótico*

Nota: Sistema de dispensación automático de orden caótico. Fuente: (Pharmathek, 2024).

La selección entre sistemas de canaletas inclinadas y sistemas de almacenamiento caótico para la gestión de medicamentos en farmacias depende de las características específicas del establecimiento y los objetivos de optimización.

Sistemas de canaletas inclinadas:

- Ventajas: Mayor organización, proceso de picking simple, menor riesgo de errores.
- Desventajas: Menor aprovechamiento del espacio, menor flexibilidad, mayor inversión inicial.

Sistemas de orden caótico:

- Ventajas: Mayor aprovechamiento del espacio, mayor flexibilidad, menor inversión inicial.
- Desventajas: Menor organización, proceso de picking más complejo, mayor probabilidad de errores.

Los sistemas de almacenamiento con canaletas inclinadas ofrecen dispensación rápida (4 segundos por unidad) y siguen el principio FIFO (First In, First Out). Son económicos, pero presentan limitaciones: rigidez ante cambios en el tamaño de las cajas y baja eficiencia en el almacenamiento de productos de baja rotación. La elección de este sistema debe considerarse en función de las necesidades específicas de la farmacia. Los sistemas de orden caótico optimizan el espacio de almacenamiento sin limitaciones de referencias, pero la dispensación es más lenta (14 segundos vs 4 segundos en sistemas de canaletas inclinadas) debido a la reorganización previa. La elección entre ambos depende del análisis de las necesidades específicas de cada caso, considerando factores como el volumen de dispensaciones, el surtido de medicamentos y la prioridad asignada a la optimización del espacio o la velocidad de dispensación. (Drug dispensing goes digital,2021)

2.4. ROBÓTICA

En esta parte, se abordarán los fundamentos esenciales de la robótica industrial y se destacarán las distinciones entre la robótica industrial y la colaborativa. A continuación, se expondrán los sistemas de uso frecuente que resultan relevantes para el caso de estudio.

2.4.1. Robótica Y Industrial Y Colaborativa

La norma UNE EN ISO 8373:2012 define al robot como:

Un robot se define como un mecanismo programable con dos o más ejes, capaz de operar de forma autónoma en su entorno para realizar tareas específicas. Incluye tanto el sistema de control como su interfaz. Los robots industriales son manipuladores con tres o más ejes, con control automático y capacidad de reprogramación, utilizados en automatización industrial, tanto



móviles como estacionarios. Los robots colaborativos están diseñados para interactuar directamente con humanos. (Robots and robotic,2012)

Desde sus inicios, la robótica industrial ha experimentado un considerable progreso. Gracias a la investigación y los avances tecnológicos, en la actualidad, es posible hallar robots desempeñando funciones en prácticamente todas las áreas de producción y en diversos sectores industriales, relevando a los humanos tanto en labores desafiantes y exigentes como en tareas repetitivas. (A. Barrientos,2007)

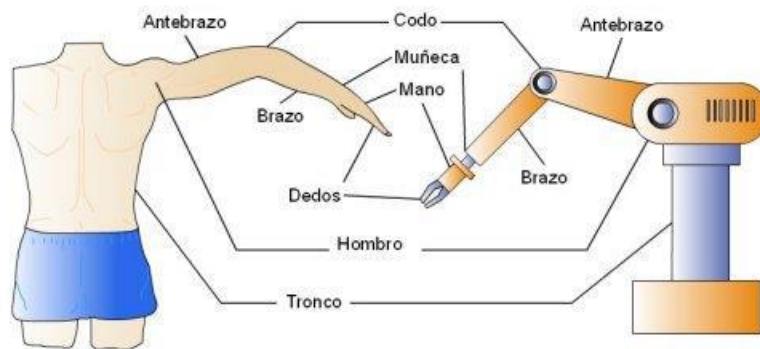
En el ámbito de la robótica, se ha observado un marcado énfasis en el desarrollo de robots con mayor autonomía, lo que se traduce en avances en su movilidad, destreza e interacción con los humanos. Esta tendencia podría interpretarse como una transición de la robótica industrial tradicional hacia un paradigma de robótica colaborativa. Sin embargo, como se destaca acertadamente, ambas soluciones no deben considerarse como enfoques excluyentes, sino más bien como alternativas complementarias cuya elección dependerá de las necesidades y objetivos específicos del proceso en cuestión. (Robots colaborativos vs robots industriales,2021).

2.4.2. Estructura Mecánica

Un robot se define como un mecanismo programable con dos o más ejes, capaz de operar de forma autónoma en su entorno para realizar tareas específicas. Incluye tanto el sistema de control como su interfaz. Los robots industriales son manipuladores con tres o más ejes, con control automático y capacidad de reprogramación, utilizados en automatización industrial, tanto móviles como estacionarios. Los robots colaborativos están diseñados para interactuar directamente con humanos. (J. Torres Sánchez,2015)

Figura 3

Brazo humano vs Brazo robótico.



Nota. Modelación y Análisis de un Brazo humano vs Brazo robótico. Fuente: (Granja Oramas, Modelacion y Analisis de la Cinematica Directa e Inversa del Manipulador STANFORD de Seis Grados de Libertad, 2014).

Clasificación de los movimientos articulares:

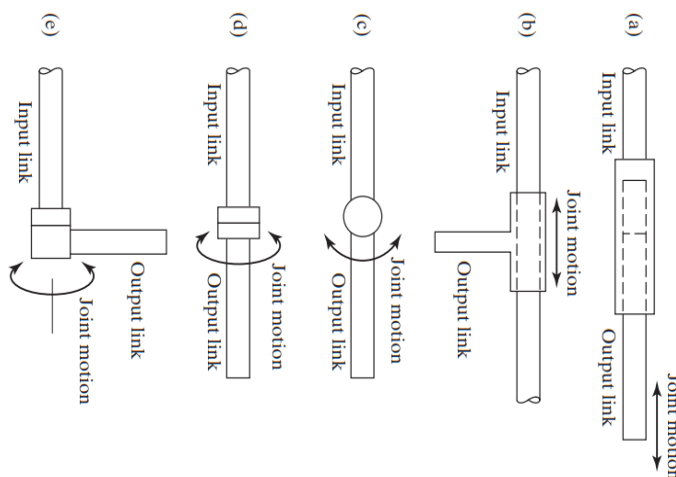
Los movimientos articulares se clasifican en función del tipo de desplazamiento relativo entre las partes unidas por la articulación:

- a) **Movimiento lineal:** Los movimientos lineales articulares se caracterizan por un deslizamiento entre las partes articuladas, con ejes paralelos. Se observan en articulaciones como la prono-supinación del antebrazo y el deslizamiento de los carpos.
- b) **Movimiento ortogonal:** El movimiento ortogonal articular consiste en un deslizamiento con ejes perpendiculares entre las partes. Se observa en la articulación glenohumeral, permitiendo flexión, extensión, abducción y aducción del brazo.
- c) **Movimiento rotacional:** El movimiento rotacional articular implica un giro alrededor de un eje perpendicular a las partes. Se observa en la articulación del codo, permitiendo la flexión y extensión del antebrazo.

- d) **Movimiento de torsión:** El movimiento de torsión articular consiste en un giro alrededor de un eje paralelo a las partes. Se observa en la articulación radiocubital distal, permitiendo la pronosupinación del antebrazo, es decir, la rotación del antebrazo sobre su propio eje.
- e) **Movimiento giratorio:** El movimiento giratorio articular se caracteriza porque el eje de una parte es paralelo al de rotación, mientras que el de la otra es perpendicular. Un ejemplo es la articulación atlantoaxial, que permite rotar la cabeza sobre el atlas.

Figura 4

Cinco tipos de articulaciones usadas en robótica industrial



Nota. El grafico representa cinco tipos de articulaciones usadas en robótica industrial. Fuente:(AMIESTUDYCIRCLE, 2019).

Los robots cartesianos operan en un espacio tridimensional definido por ejes ortogonales (X, Y, Z), permitiendo un posicionamiento preciso. Cada eje tiene un actuador lineal independiente para movimiento controlado. Utilizan un origen de coordenadas absoluto (0,0,0) para programación coherente, con cinemática directa e inversa simplificada. Ofrecen alta precisión y repetibilidad en aplicaciones que requieren exactitud submilimétrica. (Craig, 2018)

Los robots cartesianos tienen una estructura con tres articulaciones prismáticas ortogonales (X, Y, Z). Una base fija sostiene una viga horizontal móvil (eje X), sobre la cual se desplaza un carro (eje Y). Este carro soporta un mecanismo vertical de elevación (eje Z) para controlar la altura del efector final. Esta configuración permite un control preciso y directo de la posición en el espacio tridimensional, facilitando la implementación de algoritmos de control y la programación de trayectorias. (Siciliano & Khatib, 2016)

Aplicaciones: Los robots cartesianos son ampliamente empleados en sectores industriales y de investigación debido a su precisión y versatilidad. En manufactura, se utilizan para ensamblaje, manipulación de materiales y pick and place. Son ideales para impresoras 3D y máquinas CNC, permitiendo fresado, taladrado y corte precisos. También se usan en laboratorios para automatización de procesos y en la industria de semiconductores para manipular componentes electrónicos y obleas. (Groover, 2019)

2.4.3. Efectores Finales

Los efectores finales, también conocidos como herramientas de extremo de brazo (EOAT), son la interfaz física entre un robot y su entorno. Son dispositivos que se conectan al extremo del brazo robótico y le permiten interactuar con objetos, realizar tareas y manipular materiales.

La norma UNE EN ISO 8373:2012 define al efector final como el elemento terminal de un brazo robótico que permite la interacción con el entorno. En otras palabras, es la "mano" del robot, la parte que le da la capacidad de realizar acciones específicas.

Existen diversos tipos de efectores finales, cada uno diseñado para una tarea o aplicación particular. Algunos ejemplos comunes incluyen:



- Pinzas: para agarrar y manipular objetos pequeños.
- Ventosas: para sujetar objetos lisos o irregulares.
- Herramientas de soldadura: para soldar metal.
- Herramientas de corte: para cortar materiales.
- Herramientas de pintura: para pintar superficies.
- Dispensadores: para dispensar líquidos o gases. (Robots and robotic devices)

"Objeto unido a la interfase mecánica dispuesta en el extremo del robot, para dotarle a éste de la funcionalidad necesaria para realizar su tarea. Se incluyen pinzas, herramientas y dispositivos para facilitar la conexión con otros elementos."

Los efectores finales, o herramientas de extremo de brazo (EOAT), son componentes cruciales para la robótica, ya que permiten la interacción física del robot con su entorno. Su diseño varía según la tarea específica, clasificándose principalmente en dos grupos: elementos de sujeción (pinzas, ventosas) y herramientas (soldadura, corte, pintura). La elección del efector final adecuado depende de la forma, tamaño, textura y tarea a realizar, asegurando precisión, eficiencia y seguridad en la operación..

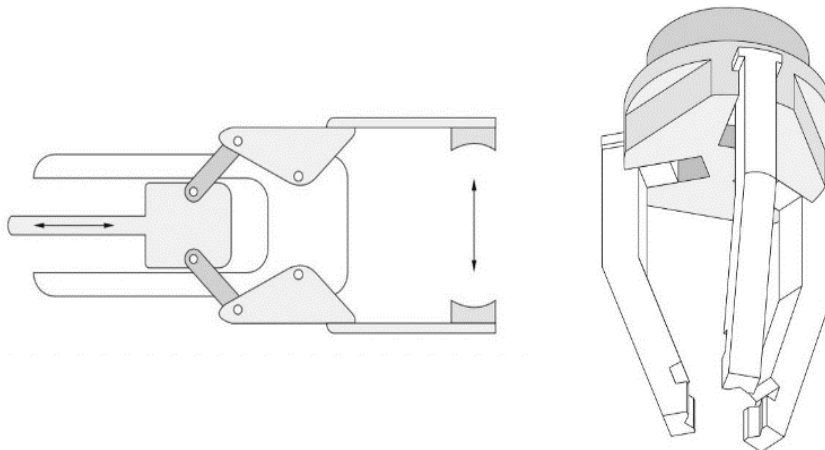
Los elementos de sujeción, también conocidos como efectores finales de agarre, son componentes esenciales en la robótica, ya que permiten manipular y agarrar piezas de trabajo con precisión y seguridad. Su diseño varía considerablemente debido a la amplia diversidad de tamaños, pesos, materiales y formas de las piezas que se manipulan. En este contexto, la clasificación de los elementos de sujeción según su sistema de funcionamiento resulta fundamental para comprender sus características y aplicaciones específicas: (M. Groover,2015)

- Pinzas mecánicas.
- Ventosas de vacío.
- Dispositivos magnetizados.
- Dispositivos adhesivos.
- Dispositivos mecánicos simples.

Las pinzas mecánicas, comunes en robótica, se componen de dedos articulados que manipulan piezas de trabajo. Su selección depende de las características del objeto (tamaño, peso, material) y del diseño de la pinza (número de dedos, tipo de movimiento, fuerza, tiempo de respuesta). Las pinzas de dos dedos utilizan motores neumáticos, hidráulicos o eléctricos, siendo el neumático el más común y el hidráulico ideal para objetos pesados por su mayor fuerza de agarre. (M. Groover,2015)

Figura 5

Pinzas mecánicas de dos y tres dedos



Nota. Descripción grafica de Pinzas mecánicas de dos y tres dedos.

Fuente:(Mihelj, y otros, 2019).

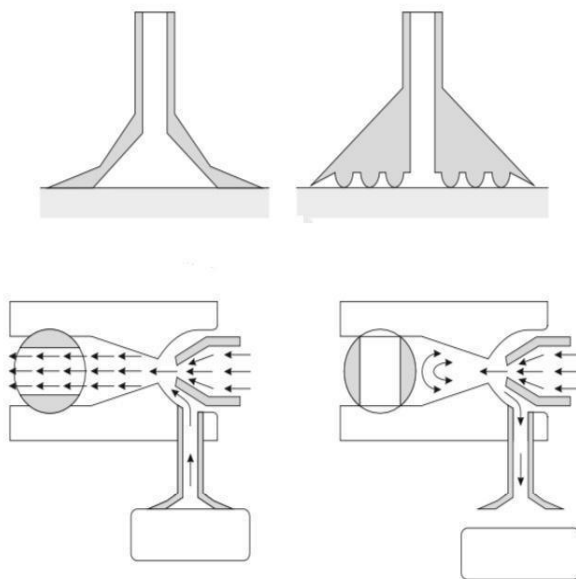
Además, la selección del material adecuado para los dedos es crucial. En el caso de objetos livianos y frágiles, se pueden emplear pinzas con dedos

elásticos, limitando así la fuerza máxima de agarre y facilitando la apertura y cierre de los dedos de manera sencilla.

Por otra parte, las ventosas de vacío son ideales para sujetar objetos planos y poco porosos, siendo apropiadas para la sujeción de materiales como cristal, plástico, vidrio y madera.

Figura 6

Ventosa de vacío



Nota. El grafico mostrado representa ventosas de vacío. Fuente:(ROBOTS, 2024).

En situaciones donde un robot necesita manipular piezas diversas en términos de material, tamaño o peso, se utilizan sistemas que permiten al robot llevar varios elementos de sujeción para intercambiarlos según las necesidades de cada pieza. Este intercambio puede ser manual o automático.

Para tareas que implican operaciones de procesamiento como pintura, corte, ensamblaje o soldadura, el robot utiliza herramientas específicas conocidas como efector final. Para más detalles y ejemplos de estas herramientas, se recomienda consultar el capítulo 10 de (A. Barrientos,2007).



Dispensadores como efectores finales en robots cartesianos:

Los dispensadores son un tipo de efector final comúnmente utilizado en robots cartesianos para aplicaciones que requieren la dosificación precisa de líquidos, adhesivos, sellantes u otros materiales.

Características principales:

1. Función: Permiten la aplicación controlada y precisa de materiales en puntos específicos o a lo largo de trayectorias predefinidas.

2. Tipos de dispensadores:

- ✓ Dispensadores de jeringa: Para pequeños volúmenes de material.
- ✓ Dispensadores de válvula: Para flujos continuos o volúmenes mayores.
- ✓ Dispensadores de spray: Para aplicaciones de recubrimiento.

3. Control de dosificación:

- ✓ Control volumétrico: Mide la cantidad exacta de material dispensado.
- ✓ Control de tiempo-presión: Controla el flujo basado en el tiempo de apertura y la presión aplicada.

4. Integración con robots cartesianos:

- ✓ Aprovecha la precisión de movimiento del robot para una aplicación exacta.
- ✓ Permite programar patrones complejos de dispensación.

5. Integración con robots cartesianos:

- ✓ Industria electrónica: Aplicación de adhesivos y sellantes en PCBs.
- ✓ Manufactura: Dispensación de lubricantes o pinturas.
- ✓ Industria médica: Dosificación precisa de reactivos o muestras.

6. Integración con robots cartesianos:

- ✓ Alta precisión en la cantidad y ubicación del material dispensado.
- ✓ Repetibilidad en procesos de producción en serie.

- ✓ Reducción de desperdicios de material.

7. Integración con robots cartesianos:

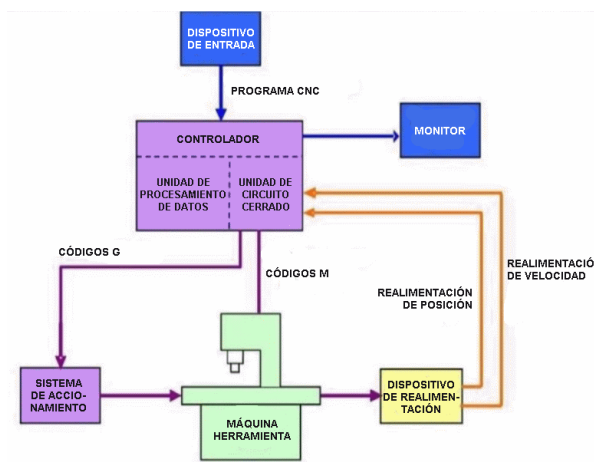
- ✓ Compatibilidad con el material a dispensar.
- ✓ Requisitos de limpieza y mantenimiento.
- ✓ Velocidad de dispensación y tiempo de curado (si aplica), (pham & yeo, 1991).

2.5. SISTEMAS CNC

El control numérico por computador (CNC) es una tecnología que permite controlar maquinaria con precisión mediante instrucciones alfanuméricas. Se utiliza en diversas aplicaciones como fresado, torneado, corte láser y robótica. El CNC ofrece mayor precisión, flexibilidad, eficiencia, reducción de costos y seguridad en la manufactura moderna, convirtiéndose en una herramienta indispensable para la creación de piezas complejas. (Mecanizados Sinc., 2023)

Figura 7

Diagrama de bloques de una máquina CNC



Nota. Ilustración estructural del diagrama de bloques en una máquina CNC.

Fuente: (Cnc-control-y-automatizacion-industrial, Diagrama de bloques de una máquina CNC típica., 2024).

2.6. ¿CÓMO FUNCIONA UNA MÁQUINA CNC?

El controlador CNC interpreta comandos de la computadora, los traduce en señales eléctricas y controla motores y accionamientos para mover la máquina herramienta con precisión, asegurando la fabricación precisa de piezas complejas. (De Máquinas y Herramientas., 2023)

2.6.1. Control De Movimiento

Las máquinas CNC, controladas por computadora, utilizan motores para mover la herramienta o pieza de trabajo con precisión. Un código G define las instrucciones, interpretadas por un controlador CNC. Los ejes, lineales o rotativos, permiten movimientos precisos en 3D. La cantidad y configuración de ejes determinan la complejidad de la máquina y las piezas que puede mecanizar. Las máquinas CNC son comunes en la manufactura moderna por su precisión, flexibilidad y eficiencia. (De Máquinas y Herramientas., 2023)

2.6.2. Componentes De Una Cnc

Las máquinas CNC poseen un sistema mecánico robusto con estructura, ejes, transmisiones y motores que permiten movimientos precisos. Sensores como encoders e interruptores de límite monitorean y controlan el sistema. La cantidad y tipo de componentes varían según el tamaño, función y aplicación de la máquina. (Cieszal, 2023)

a) Estructura

la estructura de una máquina CNC juega un papel fundamental en el soporte, la rigidez y el rendimiento general de la máquina. La selección del material adecuado para la estructura depende de diversos factores, como las fuerzas involucradas, la precisión requerida, el peso y las características de la aplicación. (Cieszal, 2023).

b) sistemas de desplazamiento

El sistema de movimiento CNC soporta cargas y permite el movimiento lineal de ejes. Se compone de guías lineales (rieles de precisión) y rodamientos (elementos para movimiento suave). El costo depende de la precisión y eficiencia que ofrecen los componentes. (Cieszal, 2023)

c) Transmisión

El actuador es la parte de la máquina responsable de convertir el movimiento giratorio del motor en movimiento lineal. Existen varios tipos de transmisiones. (Cieszal, 2023)

2.6.3. Huesillo De Bolas

El husillo de bolas convierte el movimiento giratorio en movimiento lineal con mínima fricción y alta precisión. Aunque es costoso y puede doblarse en máquinas largas, afectando la precisión, sigue siendo preferido por su rendimiento superior en aplicaciones donde se requiere alta precisión y eficiencia en la conversión de movimiento. (Cieszal, 2023)

Figura 8

Huesillo de bolas



Nota. Ilustración del tornillo de potencia para convertir movimiento rotacional en lineal. Fuente: (Hiwin, 2024).

2.7. SISTEMA ELÉCTRICO Y ELECTRÓNICO

Las piezas eléctricas y electrónicas convierten las máquinas. Entre las principales piezas se encuentran la unidad de control, motores, drivers, sensores, panel de control y software CNC. Estas piezas trabajan juntas para interpretar instrucciones, controlar motores, monitorear el proceso y garantizar la precisión.

2.7.1. Fuente De Poder

la fuente de alimentación es un componente esencial en las máquinas que proporciona la energía eléctrica necesaria para el funcionamiento de todos los componentes electrónicos y eléctricos. La elección de la fuente de alimentación adecuada es crucial para garantizar el rendimiento, la precisión y la confiabilidad de la máquina.

Figura 9

Fuente de Poder



Nota. Ilustración de una fuente de alimentación conmutada. Fuente: (Naylamp M. , Fuente de alimentación conmutada AC/DC 250W 24V 10A WODE, 2024).

2.7.2. MOTORES PASO A PASO

2.7.2.1. Introducción Al Motor Paso A Paso Nema 17

El motor paso a paso NEMA 17 es un actuador versátil y preciso que se utiliza en una amplia gama de aplicaciones que requieren un control preciso del movimiento angular. Su robustez, bajo mantenimiento y eficiencia lo convierten en una opción popular para aplicaciones industriales y de automatización. Pertenece a la categoría de motores síncronos de imán permanente y se clasifica dentro de la familia de actuadores de posicionamiento discreto. La denominación "NEMA 17" se refiere al estándar de montaje definido por la National Electrical Manufacturers Association (NEMA), donde el número 17 indica que la brida del motor tiene un tamaño de 1.7 pulgadas (aproximadamente 42 mm) de lado. (Acarney, 2002)

2.7.2.2. Principio de funcionamiento básico

El funcionamiento del motor NEMA 17 se basa en la interacción electromagnética entre un estator, que contiene bobinados eléctricos, y un rotor, que típicamente es un imán permanente o un núcleo de hierro dentado. Al energizar secuencialmente los bobinados del estator, se genera un campo magnético rotatorio que interactúa con el rotor, provocando su movimiento en pasos angulares discretos. (Hughes & Drury, 2019)

1.3 Características distintivas

- Resolución angular: Típicamente ofrece una resolución de 1.8° por paso (200 pasos por revolución), aunque existen variantes con resoluciones de hasta 0.9° (400 pasos por revolución).
- Control preciso: Permite un control de posición altamente preciso sin necesidad de retroalimentación en muchas aplicaciones.

- Torque de retención: Mantiene su posición cuando está energizado, incluso sin movimiento, lo que es útil en aplicaciones que requieren mantener una posición bajo carga.
- Reversibilidad: Puede cambiar la dirección de rotación simplemente invirtiendo la secuencia de excitación de las bobinas. (Morar, 2003)

2.7.2.3. Contextualización en la mecatrónica

En el campo de la mecatrónica, el motor NEMA 17 representa una confluencia ideal entre los dominios mecánico, eléctrico y de control. Su capacidad para traducir señales digitales en movimientos mecánicos precisos lo convierte en un componente fundamental en sistemas que requieren un control de posición exacto, como impresoras 3D, máquinas CNC de pequeña escala, y diversos sistemas de automatización y robótica. (Acarnley, 2002)

2.7.2.4. Relevancia en la ingeniería moderna

La popularidad del NEMA 17 en aplicaciones de ingeniería se debe a su equilibrio entre tamaño compacto, precisión, y capacidad de torque. Su estandarización facilita la intercambiabilidad y el diseño modular, aspectos cruciales en el desarrollo de prototipos y en la fabricación a escala. (Hughes & Drury, 2019)

2.7.3. CARACTERÍSTICAS MOTOR PASO A PASO NEMA 17

2.7.3.1. Dimensiones Y Estructura Externa

El motor NEMA 17 se caracteriza por sus dimensiones estandarizadas, que facilitan su integración en diversos sistemas mecatrónicos:

- a) Tamaño de la brida: 42.3 mm x 42.3 mm (1.66" x 1.66")
- b) Longitud del cuerpo: Variable, típicamente entre 34 mm y 48 mm

c) Diámetro del eje: Usualmente 5 mm, con una longitud que sobresale de 20-25 mm

d) Peso: Varía según el modelo, generalmente entre 200 y 350 gramos

La estructura externa incluye una carcasa de aluminio que proporciona protección y facilita la disipación de calor (Niedermayr, Alberti, Bolognani, & Abl, 2020)

2.7.3.2. Componentes Internos

El motor NEMA 17 consta de los siguientes componentes internos principales:

a) Estator:

- Material: Generalmente acero laminado de silicio
- Configuración: 8 polos (en la mayoría de los modelos)
- Bobinados: Dos fases, cada una con dos bobinas

b) Rotor:

- Tipo: Imán permanente (generalmente de neodimio) o hierro suave dentado
- Número de dientes: Típicamente 50, lo que resulta en un ángulo de paso de 1.8°

c) Cojinetes:

- Tipo: Usualmente dos rodamientos de bolas sellados
- Ubicación: En ambos extremos del eje del rotor (Takashi & Sugawara, 1995).

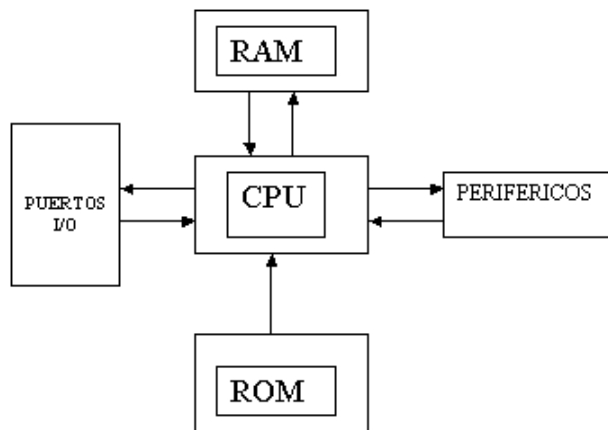
2.7.4. MICROCONTROLADOR

Es un chip altamente integrado que incluye todos los componentes esenciales de una computadora. Sin embargo, sus capacidades son limitadas y generalmente solo se usan para controlar una función específica. Su memoria contiene solo un programa que monitorea y controla el funcionamiento de una

tarea en particular. Sus conexiones de entrada y salida están vinculadas a los sensores y actuadores finales del dispositivo que se controla. Debido a su pequeño tamaño, a menudo se integra directamente en el dispositivo para su control. (EcuRed, 2023)

Figura 10

Estructura microcontrolador



Nota. Representación gráfica de la estructura de un microcontrolador. Fuente: (PIC micro® MCU, 2024).

2.7.5. DRIVERS

El DM 555 es un driver de motor paso a paso diseñado para controlar motores bipolares. Está orientado a aplicaciones que requieren un control preciso del movimiento en sistemas automatizados.

Este componente se encarga de recibir señales de pulso del microcontrolador, interpretarlas y transmitir instrucciones de movimiento al motor. Como resultado, se requiere un controlador para cada motor y, aunque algunas placas incluyen controladores integrados.

2.7.5.1. Características técnicas:

- ✓ Voltaje de Alimentación: 20V a 50V DC.
- ✓ Corriente de Salida: 1.0A a 5.5A.



- ✓ **Microstepping:** Soporta resoluciones de hasta 256 micro pasos por paso completo.
- ✓ **Protección:** Incluye protección contra sobre corriente, sobrevoltaje y sobrecalentamiento. (LeadShine, 2024)

2.7.5.2. Principio De Funcionamiento

El control de microstepping con DM555 divide los pasos del motor en micropasos para un movimiento más suave y preciso. Funciona usando dos temporizadores del circuito DM555. Se utiliza en impresoras 3D, máquinas CNC, robots y dispositivos de automatización para mejorar la precisión y el rendimiento.

Modulación de Corriente: Utiliza modulación de corriente para optimizar el rendimiento del motor, ajustando la corriente suministrada en función de la carga y velocidad.

Entradas de Control: El driver recibe señales de paso y dirección de un controlador (como un microcontrolador o una computadora), determinando así la posición y velocidad del motor. (Jones & Smith, 2018)

2.7.5.3. Aplicaciones del driver dm 555.

✓ **Automatización Industrial:**

Se utiliza en máquinas CNC, impresoras 3D y otros sistemas de automatización donde se requiere un control preciso del movimiento.

- **Robótica:** Control de motores paso a paso en robots para movimientos precisos y repetitivos.
- **Sistemas de Posicionamiento:** Aplicaciones en sistemas de posicionamiento lineal y rotativo, controlan con precisión el movimiento de objetos. (Kumar & Li, 2019)

2.7.5.4. Metodologías Para El Control Del Dm 556

Conexión y Configuración: Conexiones Básicas: Alimentación, motor, y señales de control (paso y dirección).

Configuración de Microstepping: Ajuste de los DIP switches en el driver para seleccionar la resolución de microstepping deseada.

Protección y Enfriamiento: Implementación de mecanismos de protección y sistemas de enfriamiento para asegurar un funcionamiento seguro y eficiente.

(Leadshine Technology Co., 2016).

Figura 11

Drivers para motores CNC.



Nota. Representación gráfica del driver DM 556 para manejar motores paso a paso bipolares. Fuente: (Naylamp M. , 2024).

2.7.6. SERVOMOTOR SG 90

El SG90 es un servomotor de tamaño micro, ampliamente utilizado en proyectos de robótica, electrónica y modelismo. Es conocido por su pequeño tamaño, bajo costo y facilidad de uso.



2.7.6.1. Especificaciones técnicas:

- Voltaje de operación: 4.9V a 6V (nominal 5V)
- Corriente de operación: 100mA - 240mA
- Velocidad sin carga: 0.1 seg/60° (a 4.8V)
- Torque: 1.8 kg*cm
- Ángulo de rotación: ~180° (90° en cada dirección)
- Ancho de pulso: 1ms - 2ms nominalmente
- Frecuencia de actualización: 50Hz

2.7.6.2. CARACTERÍSTICAS FÍSICAS:

- Peso: 9.1 gramos
- Dimensiones: 22.1 x 11.9 x 32 mm
- Longitud del cable: ~140mm

2.7.6.3. Principio de funcionamiento:

El SG90 utiliza un motor DC, un conjunto de engranajes y un circuito de control.

La posición se controla mediante señales PWM (Modulación por Ancho de Pulsos). La duración del pulso determina la posición del eje:

- 1ms: -90°
- 1.5ms: 0° (posición central)
- 2ms: +90°

Figura 12

Servo Motor SG 90



Nota. Representación gráfica del micro servomotor. Fuente: (Naylamp M. , Micro Servo SG90, 2024).

2.7.7. HMI

El SIMATIC HMI KTP 700 Basic es un panel de operador con pantalla táctil de 7 pulgadas, perteneciente a la serie de paneles básicos de Siemens. Está diseñado para aplicaciones HMI (Human-Machine Interface) de nivel básico a medio en entornos industriales. Este dispositivo combina control táctil con teclas de función físicas, ofreciendo flexibilidad en la interacción del operador.

2.7.7.1. Características clave:

- Pantalla widescreen de 7" con 65,536 colores
- Interfaz táctil resistiva analógica
- 8 teclas de función programables
- Diseñado para uso en ambientes industriales
- Integración sencilla con controladores Siemens SIMATIC
- Configurable mediante el software SIMATIC WinCC en el entorno TIA Portal

El KTP 700 Basic es adecuado para una variedad de aplicaciones, desde el control de máquinas individuales hasta la supervisión de procesos más complejos en plantas de producción pequeñas a medianas. (siemens, siemens , 2024)

2.7.7.2. Características técnicas

- Tamaño de pantalla: 7 pulgadas (17.8 cm)
- Resolución: 800 x 480 píxeles
- Tipo de pantalla: TFT, 65,536 colores
- Tecnología táctil: Resistiva analógica
- Teclas de función: 8 teclas táctiles

(siemens, siemens, 2024)

2.7.7.3. Interfaces de comunicación

- PROFINET (Ethernet)
- PROFIBUS (en modelos KTP700 Basic DP)

(portal, 2024)

2.7.7.4. Características de software

- Compatible con SIMATIC WinCC (TIA Portal)
- Soporte para alarmas, recetas, logging
- Capacidad de scripts VB

(siemens, siemens, 2024)

2.7.7.5. Aplicaciones

- Control y monitoreo de máquinas
- Visualización de procesos industriales
- Interfaces de operador en líneas de producción

(siemens, siemens, 2024)

Figura 13

Pantalla periférica HMI KTP 700 Básico



Nota. Representación gráfica del HMI KTP 700 básico. Fuente: (Global, 2024).

2.7.8. PLC

Un Controlador Lógico Programable (PLC, por sus siglas en inglés) es un dispositivo electrónico digital diseñado para controlar y automatizar procesos industriales o maquinaria (Pretruzella, 2016). Es esencialmente una computadora industrial robusta que recibe señales de entrada de diversos sensores, procesa esas señales de acuerdo con un programa previamente almacenado, y genera señales de salida que controlan actuadores como motores, válvulas, luces, entre otros.

El funcionamiento básico de un PLC implica un ciclo continuo de cuatro etapas principales (Bolton, 2015)

- Lectura de entradas: El PLC lee el estado actual de todas las entradas (sensores) conectadas.
- Ejecución del programa: El PLC ejecuta el programa de control lógico secuencial, tomando decisiones basadas en las entradas y el estado interno.



- Actualización de salidas: El PLC actualiza el estado de las salidas (actuadores) de acuerdo con los resultados del programa.
- Diagnóstico y comunicación: El PLC realiza tareas de diagnóstico y comunicación con otros dispositivos o sistemas. (Bolton, 2015)

2.7.8.1. Ventajas y beneficios de utilizar PLC en sistemas de automatización:

Los PLC ofrecen varias ventajas y beneficios en comparación con los sistemas de control tradicionales: (Bolton, 2015)

- ✓ Flexibilidad: Pueden ser reprogramados fácilmente para adaptarse a cambios en los requisitos del proceso o la maquinaria.
- ✓ Confiabilidad: Diseño sólido y ausencia de partes móviles, lo que aumenta su confiabilidad y vida útil.
- ✓ Diagnóstico y mantenimiento: Facilitan el diagnóstico de fallas y el mantenimiento preventivo gracias a sus capacidades de monitoreo y registro de datos.
- ✓ Precisión: Ofrecen un control preciso y consistente de los procesos industriales.
- ✓ Reducción de costos: A pesar de la inversión inicial, pueden reducir los costos a largo plazo al simplificar el cableado y la instalación. (Bolton, 2015)

2.7.8.2. Familia de PLC SIMATIC S7-1200

La familia SIMATIC S7-1200 es una línea de controladores lógicos programables (PLC) compactos y modulares diseñados por Siemens para aplicaciones de automatización de pequeño a mediano tamaño. Estos PLC ofrecen un alto rendimiento, flexibilidad y facilidad de uso, convirtiéndolos en una solución popular en diversos sectores industriales.



- Potente CPU con memoria de trabajo de hasta 150 KB y memoria de carga de hasta 4 MB.
- Amplia gama de modelos con diferentes capacidades de entradas/salidas digitales y analógicas.
- Comunicación integrada a través de PROFINET, PROFIBUS, Modbus, entre otros protocolos industriales.
- Capacidad de expansión mediante módulos de señales y comunicación adicionales.
- Funciones de seguridad integradas y certificaciones industriales.
- Diseño compacto y robusto para entornos industriales exigentes.

2.7.8.3. PLC SIMATIC S7-1200 1214C DC/DC/DC:

Especificaciones técnicas detalladas:

- CPU 1214C DC/DC/DC con memoria de trabajo de 75 KB y memoria de carga de 4 MB.
- 14 entradas digitales (24 V DC) y 10 salidas digitales (24 V DC) integradas.
- 2 entradas analógicas (0 - 10 V DC) integradas.
- Tres fuentes de alimentación separadas (DC/DC/DC) de 24 V DC.
- Puertos PROFINET y PROFIBUS integrados para comunicación industrial.
- Soporta protocolos adicionales como Modbus, TCP/IP, entre otros.

Arquitectura de hardware y diseño modular:

- Diseño compacto y robusto con carcasa plástica resistente.
- Módulos de expansión opcionales para añadir más entradas/salidas digitales y analógicas.
- Módulos de comunicación adicionales para conectividad con otros sistemas.
- Rango de temperatura de operación de -20 °C a 60 °C.

Fuentes de alimentación separadas (DC/DC/DC) y su importancia en aplicaciones industriales:

- Tres fuentes de alimentación de 24 V DC separadas para el CPU, entradas y salidas.
- Proporciona aislamiento eléctrico y mayor seguridad en entornos industriales.
- Permite la separación de circuitos y la protección contra fallas eléctricas.
- Aumenta la confiabilidad y la capacidad de resistir picos de tensión.

Capacidades de comunicación (PROFINET, PROFIBUS, protocolos industriales):

- Comunicación PROFINET integrada para redes Ethernet industriales.
- Interfaz PROFIBUS para conectividad con dispositivos y sistemas legacy.
- Soporte para protocolos como Modbus RTU, Modbus TCP/IP, entre otros.
- Posibilidad de integración con sistemas SCADA, HMI y otros equipos industriales.

Figura 14

PLC SIMATIC S7-1200



Nota. Representación gráfica de un controlador lógico programable (PLC SIMATIC S7-1200). Fuente: (Indutor, 2024).



CAPÍTULO III

METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1. TIPO DE INVESTIGACION

La investigación propuesta en este proyecto será de carácter aplicado, puesto que se centra en resolver problemas prácticos de mejora y en la recopilación de datos relevantes para el proceso de dispensación.

3.2. DISEÑO DE INVESTIGACION

El diseño de investigación utilizado en este proyecto es de tipo experimental, con el objetivo de implementar un módulo dispensador automatizado de medicamentos para la farmacia.

3.3. AMBITO DE LA INVESTIGACION

Dimensión espacial: El desarrollo del proyecto se llevará a cabo en un entorno de pruebas farmacéuticas, ya sea en un laboratorio especializado o en una farmacia específica. Este entorno podrá estar ubicado dentro de un centro de investigación. La extensión geográfica del proyecto estará limitada a esta ubicación específica.

Dimensión temporal: el tiempo requerido para implementar y evaluar la implementación de modulo y el sistema de automatización será definido en el plan del proyecto, adaptándose conforme a los objetivos y recursos disponibles.

3.4. POBLACION Y MUESTRA

En la investigación, se tendrán en cuenta los parámetros operativos con la implementación del módulo dispensador automatizado, tal como se detalla en la sección de teorías relacionadas con el tema.

3.5. TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOGIDA DE INFORMACION

Tabla 3

Técnicas e instrumentos de recolección de datos

1. TECNICAS	2. INSTRUMENTO	3. VALIDACION
Observación:		Por asesor especialista

Nota: Elaboración propia

3.6. RECOGIDA DE DATOS

3.7. DESARROLLO DE LA INVESTIGACION

Para el avance en el proyecto de control de motores DC, es esencial elegir los elementos correctos. Es por ello, que es imprescindible tener un diagrama de control que oriente el procedimiento. Una vez que contemos en esquema, podremos llevar a cabo la implementación de todos los componentes elegidos. Se ejecutará la implementación siguiendo el plan de control del módulo.

3.7.1. Selección De Equipo Y/O Componentes

Estos componentes y dispositivos son elegidos específicamente para el módulo de control avanzado, que incluye la instalación del sistema de control. El propósito es controlar la posición usando motores paso a paso y un servomotor.

3.7.2. circuito de control

Se trata de una serie de componentes electrónicos creadas para dirigir el funcionamiento del módulo de acuerdo con las instrucciones programadas en el autómatas, el cual tiene la función de controlar los motores. Además, posibilita la observación de cómo opera el módulo. Este sistema consta de un autómatas y una interfaz hombre-máquina.

- **Autómata.**

Se elige el controlador lógico programable (PLC) semicompacto modular SIMATIC S7-1200 de Siemens por su programación sencilla y resistencia. Sus atributos facilitarán una mayor comprensión y uso eficiente del PLC.

Tabla 4

Tabla de Datos del PLC S7 1200

DESCRIPCION	PARAMETROS
asignación del CPU, tipo de producto.	S7-1200 1214 DC/DC/DC.
Version de firmware	V4.4
Fuente de alimentación	24V DC.
Frecuencia	100 kHz
Memoria de trabajo	75 KB a 50 KB.
Area de datos marcas	8KB
Area de datos locales	16KB
Área de direccionamiento E/S	1KB
Entradas digitales	14
Salidas digitales	10
Salidas rápidas PWM	4
Entradas analógicas	2 (0-10V)
Interfaz	PROFINET Ethernet

Lenguaje de programación	KOP/FUT/SCL
Dimensiones	130/100/75

Nota: Elaboración propia

• Fuente de Alimentación

la fuente de alimentación PM 1207 es utilizada para proporcionar la energía necesaria de forma estable y confiable a los componentes del PLC SIMATIC S7-1200 en entornos industriales, asegurando un funcionamiento adecuado y seguro del sistema de automatización.

Tabla 5

Fuente de Alimentación de 24V S7-1200, Modelo PM1207

DESCRIPCION	PARAMETROS
Tipo de producto designado	PM1207
Función principal	Proporcionar una tensión de salida estable de 24V DC para el PLC SIMATIC S7-1200 y sus módulos periféricos.
Versión de firmware	V4.4
Tensión de Entrada	120/230V AC (Rango: 85-264V AC)
Frecuencia de Entrada	50/60 Hz
Tensión de Salida	24V DC $\pm 3\%$
Corriente de Salida	Máximo 2.5A
Eficiencia	$\geq 85\%$
Protección contra Sobrecarga	Integrada, desconexión automática en caso de sobrecarga
Protección contra Cortocircuitos	Integrada, desconexión automática en caso de cortocircuito
Dimensiones	100 mm (ancho) x 110 mm (alto) x 75 mm (profundidad)
Peso	Aproximadamente 0.5 kg
Indicadores led	Indicadores de estado para: - Alimentación - Sobrecarga
Normativas de Compatibilidad Electromagnética (EMC)	Cumple con IEC/EN 61131-2 (compatibilidad electromagnética de equipos de automatización industrial)

Temperatura de operación -20 a +70 °C

Nota: Elaboración propia

- **Interfaz Hombre Maquina**

La investigación eligió la interfaz humano-máquina (HMI) KTP 700 de SIEMENS para monitorear el módulo de control avanzado. Esta selección se basa en su compatibilidad con el controlador SIMATIC S7-1200 y su conexión mediante ProfiNet. La HMI KTP 700 ofrece datos precisos y transparentes al usuario, lo cual es crucial para el análisis y la toma de decisiones en el proyecto.

Tabla 6

Tabla de Datos de HMI KTP700

DESCRIPCION	PARAMETROS
Tipo de producto designado	KTP 700 Basic
Tipo de display	Pantalla TFT panorámica
Fuente de alimentación	24V DC
Compatibilidad	PLC SIMATIC S7-1200
Comunicación	ProfiNet
Conexión	Cable ethernet
Dimensión de la pantalla	7 pulgadas (17.8 cm)
Resolución de pantalla	800 x 480 píxeles (WVGA)
Interfaz de usuario	Simatic WinCC (TIA Portal)
Memoria de usuario	10 MB
Puertos de comunicación	Ethernet 1 x RJ45 USB 1 x USB 2.0
Protocolos Soportados	ProfiNet: Sí MPI/DP: No Modbus TCP: Sí
Fuente de alimentación	24V DC (Rango: 19.2V - 28.8V)
Temperatura de operación	0°C a +50°C
Peso	Aproximadamente 0.8 kg

Lenguaje de programación

KOP/FUT/SCL

Nota: Elaboración propia

- **Drivers**

El DM556 es un elemento clave en sistemas CNC y automatización industrial, ofreciendo un control fiable y exacto de motores paso a paso con avanzadas funciones de protección y control para asegurar un rendimiento óptimo en diferentes usos.

Tabla 7*Tabla de Datos de DRIVER DM 556*

DESCRIPCION	PARAMETROS
Producto designado	DM 556
Alimentación	20V DC-50V DC
Corriente de salida	1.0A-5.6A por fase (ajustable)
Modos de control	Pulse/Dir. CW/CCW
Protección	Sobre corriente, sobrevoltaje, cortocircuito.
Configuración	Interruptores DIP para la configuración de corriente y pasos.
Indicadores led	Estado de funcionamiento y diagnóstico de fallos
Dimensiones	118mm (largo)x75mm (ancho)x34mm (alto)
Peso	0.3kg
Temperatura de operación	0°C a +50°C

Nota: Elaboración propia

- **Motor Paso a Paso**

El motor de pasos Sanyo Denki 103H548-0440 es un componente de alta precisión y confiabilidad, ideal para aplicaciones que necesitan un control angular preciso, tales como máquinas CNC, robots y sistemas de automatización industrial.

Tabla 8

Tabla de Datos de Motor Paso a Paso (Nema 17)

DESCRIPCION	PARAMETROS
Producto designado	sanyo denki 103H548-0440
Tipo de motor	paso a paso unipolar
Numero de fases	2
Numero de pasos	200
Angulo de paso	1.8° grados
Voltaje nominal	3.6 V DC
Corriente nominal	2 amperios
Conexión	4 cables
Peso	0.5 kg

Nota: Elaboración propia

- **Servo Motor**

el servomotor SG90 es apreciado por su tamaño compacto, peso ligero, alta precisión en el control de posición angular, y su capacidad para realizar movimientos suaves y precisos en una amplia gama de aplicaciones de robótica, modelismo y automatización.

Tabla 9*Tabla de Datos de Servo Motor SG 90*

DESCRIPCION	PARAMETROS
Producto designado	SG 90
Tipo de motor	Motor de CC sin escobillas
Engranajes	Nylon
Rango de rotación	180 grados (90 grados en cada dirección)
Torque	2.5 kg/cm
Tiempo de respuesta	0.12 Segundos/60 grados
Voltaje de funcionamiento	4.8V a 6V DC, típico 5V
Temperatura de trabajo	-30°C a +60°C
Compatibilidad	Tarjetas electrónicas con microcontroladores (Arduino, Raspberry Pi, etc.)
Aplicaciones	Robótica, Automatización.
Dimensiones	22.8mm x 12.3mm x 22.5mm
Peso	13 g

Nota: Elaboración propia

- **Fuente de Alimentación Conmutada**

La tesis emplea una fuente de alimentación conmutada que transforma 220V CA a 24V CC, entregando 21A y 504W. Esta fuente ofrece protección contra sobretensiones, sobrecargas y cortocircuitos. Es ideal para aplicaciones electrónicas en interiores que requieren una fuente de alimentación estable y confiable, gracias a sus características y mecanismos de protección.

Tabla 10*Tabla de Datos de una Fuente de Alimentación Conmutada*

DESCRIPCION	PARAMETROS
Producto designado	Fuente de alimentación conmutada
Voltaje de entrada	220 V AC
Voltaje de salida	24 V DC
Corriente de salida	21 amperios (21)
Potencia de salida	504W
Protecciones	Contra sobretensiones, sobrecarga y coroto circuitos.
Aplicaciones	Motores CC, luces led de alta potencia, tarjetas o módulos Arduino, sensores y actuadores, circuitos integrados, CNC, drivers.
Temperatura de trabajo	-10°C a + 50°C
Peso	629g
Dimensiones	20x11x5cm

Nota: Elaboración propia**• Fuente de Alimentación 5v**

Las fuentes de energía conmutada de 5V son herramientas polivalentes que posibilitan la alimentación de diversos dispositivos electrónicos con una salida de corriente de 5V y 3A. Estas unidades presentan características de seguridad incorporadas y un diseño compacto, lo que las hace apropiadas para una gran variedad de aplicaciones en ingeniería electrónica.

Tabla 11

Tabla de Datos de una Fuente de Energía Conmutada de 5V.

DESCRIPCION	PARAMETROS
Producto designado	EP-TA50JWE
Voltaje de entrada	AC 100-240,50/60Hz
Voltaje de salida	5V
Corriente de salida	3A
Potencia	15W
Peso	60g
Dimensiones	50x35x25mm
Temperatura de trabajo	20°C a 50°C
Aplicaciones	Carga de dispositivos móviles, motores CC, drivers, circuitos integrados,

Nota: Elaboración propia

3.7.3. Modelamiento En Solidworks

El modelado en SolidWorks es el proceso de crear representaciones digitales en 3D de piezas y ensamblajes utilizando el software CAD SolidWorks. Este proceso utiliza diversas técnicas y herramientas que permiten a diseñadores e ingenieros desarrollar modelos precisos y detallados, adecuados para la fabricación, simulación y análisis.

Falta el diseño completo del proyecto

3.7.3.1. Dibujo Y Modelamiento Del Sistema

Visualiza un mapa gráfico que ilustra nuestro sistema de gestión, similar a un rompecabezas en el que todas las piezas se ensamblan con precisión. En el medio, observe el PLC siendo el centro de control, rodeado de varias cajas conectadas entre sí, cada una cumpliendo su propósito. Es similar a las distintas partes de nuestro cuerpo colaborando hacia un mismo fin. En la era digital actual,



todos los elementos cobran vida: el PLC funciona como un dispositivo inteligente en miniatura, los módulos son contenedores con cables que se enchufan y desenchufan, y los motores son máquinas pequeñas en funcionamiento. Imagina la comunicación entre los sensores y el PLC, que envía instrucciones a los motores, como si estuvieran teniendo una conversación entre ellos.

3.7.3.2. Análisis De Elementos Finitos (Solidword A Motores)

La aplicación del análisis por elementos finitos en SolidWorks implica dividir un modelo en elementos más pequeños y utilizar ecuaciones matemáticas para predecir su comportamiento bajo diversas condiciones de carga, restricciones y temperaturas.

Procedimiento:

- **Modelo de Preparación:** El modelo 3D se prepara en SolidWorks mediante la creación o importación.
- **Ajustes de la Evaluación:** Los parámetros del análisis se modifican, incluyendo las características del material y las condiciones de carga.
- **Creación de la Rejilla:** El modelo se fragmenta en elementos finitos, conocidos como "malla", empleando el creador de malla de SolidWorks.
- **Resultado del Análisis:** Se solucionan las ecuaciones matemáticas que explican cómo se comporta el modelo en las condiciones de carga y restricciones indicadas.
- **Visualización de los datos obtenidos:** Los resultados del análisis son mostrados, pudiendo contener deformaciones, tensiones, desplazamientos, frecuencias naturales y distribución de temperaturas. SolidWorks ofrece herramientas para observar los resultados de forma visual y en formato de tabla.



- **Resultado Interpretación:** Los resultados son examinados para valorar el desempeño y la solidez estructural del modelo. Se hacen decisiones de diseño conforme a los resultados del análisis.
- **Principales Atributos:** Evaluación de deformación y tensiones en el modelo bajo cargas estáticas: Análisis Estático. Determinación de las frecuencias naturales de vibración y los modos de vibración asociados mediante el análisis de Frecuencia Modal.
- **Análisis Térmico:** Determina la temperatura en el modelo y analiza su respuesta ante variaciones térmicas.
- **Beneficios:** Conexión directa con el ambiente de diseño de SolidWorks. Una interfaz que es fácil de entender y utilizar. Facilita la realización de análisis estructurales y térmicos sin requerir software adicional. Ofrece resultados precisos y rápidos para evaluar el desempeño del diseño.
- **Restricciones:** Se puede necesitar un nivel avanzado de conocimientos para interpretar de forma adecuada los resultados del análisis.

La complejidad del modelo y la exactitud de la malla generada pueden impactar en el rendimiento del análisis.

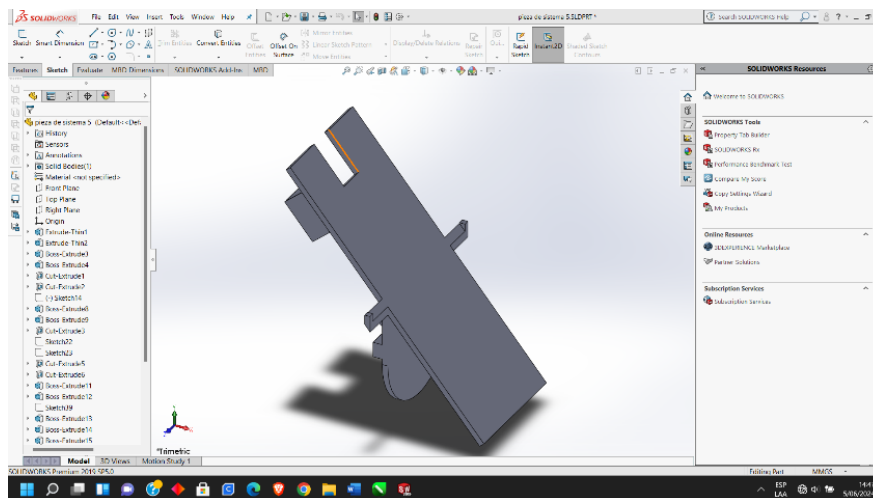
3.7.4. Impresión de mecanismos.

3.7.4.1. Modelamiento en SolidWorks

El Modelado de la pieza fue creado utilizando el programa SolidWorks 2019. Este modelado se llevó a cabo siguiendo las dimensiones específicas de mi sistema de dispensación y considerando el ángulo de sujeción necesario para asegurar la caja de almacenamiento. La finalidad de este diseño es facilitar el almacenamiento y la dispensación de las cajas de medicamentos que se utilizarán en el módulo.

Figura 15

Imagen de modelado en SolidWorks

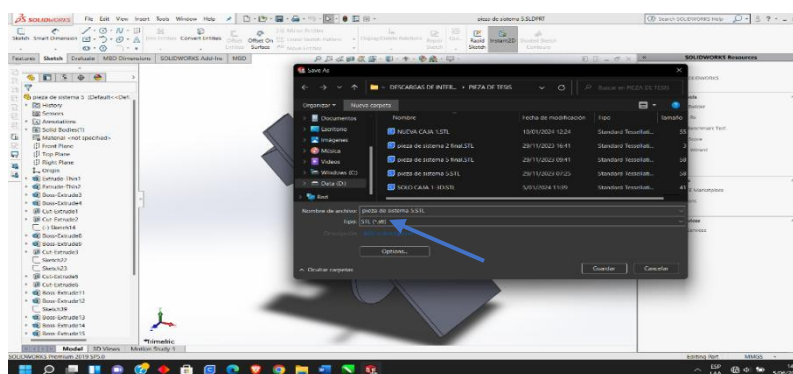


Nota: Elaboración propia

Y se seleccionó el formato de guardado de acuerdo con las características del trabajo. El formato fue elegido según las especificaciones del programa Cura, lo que permitió visualizar el modelado y realizar los ajustes necesarios en sus parámetros.

Figura 16

Imagen de formato de guardado



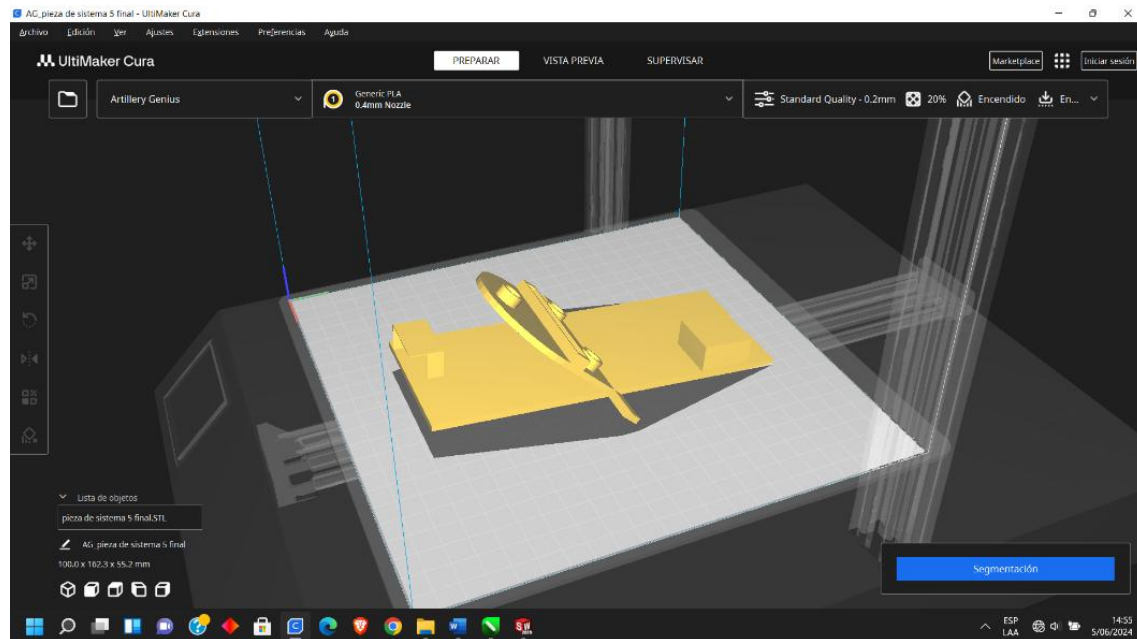
Nota: Elaboración propia

Abrimos el archivo del modelado en SolidWorks que guardamos en el formato STL, compatible con el programa Cura. Una vez en Cura, visualizamos

y posicionamos la pieza para realizar los ajustes necesarios antes de la impresión.

Figura 17

Imagen de visualización del diseño

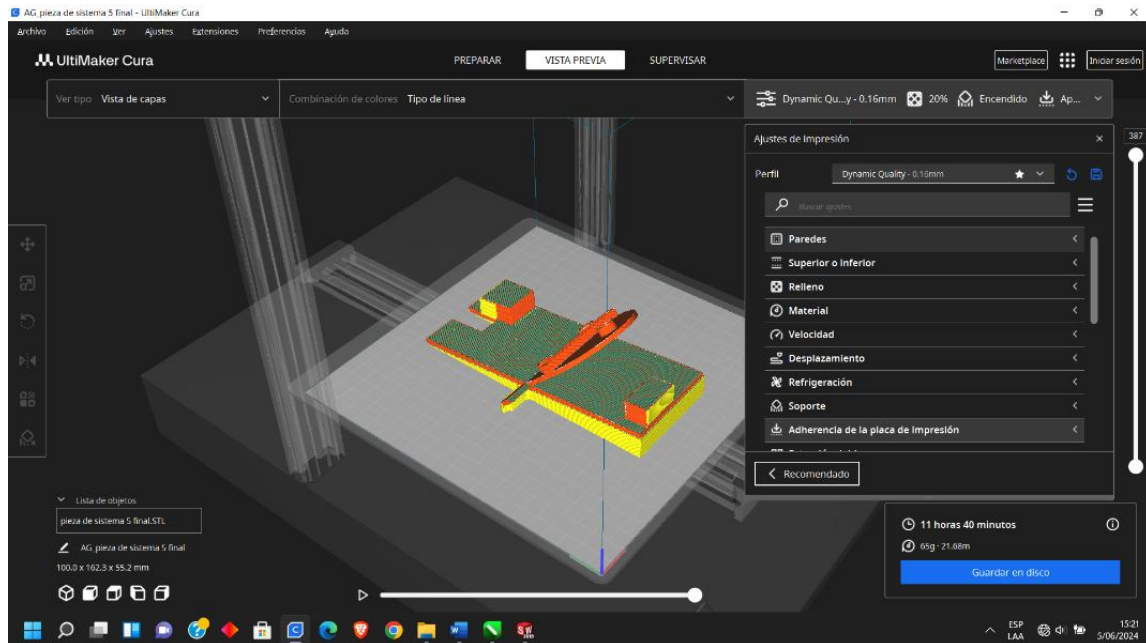


Nota: Elaboración propia

Configuramos los parámetros de impresión de acuerdo con nuestras necesidades específicas para la pieza. Es importante considerar las características angulares de la pieza al ajustar los siguientes parámetros: calidad de impresión, densidad de relleno, soporte y adherencia a la placa de la impresora 3D. Esto asegura que la pieza se imprima correctamente y con la calidad deseada.

Figura 18

Imagen de configuración de Parámetros del diseño

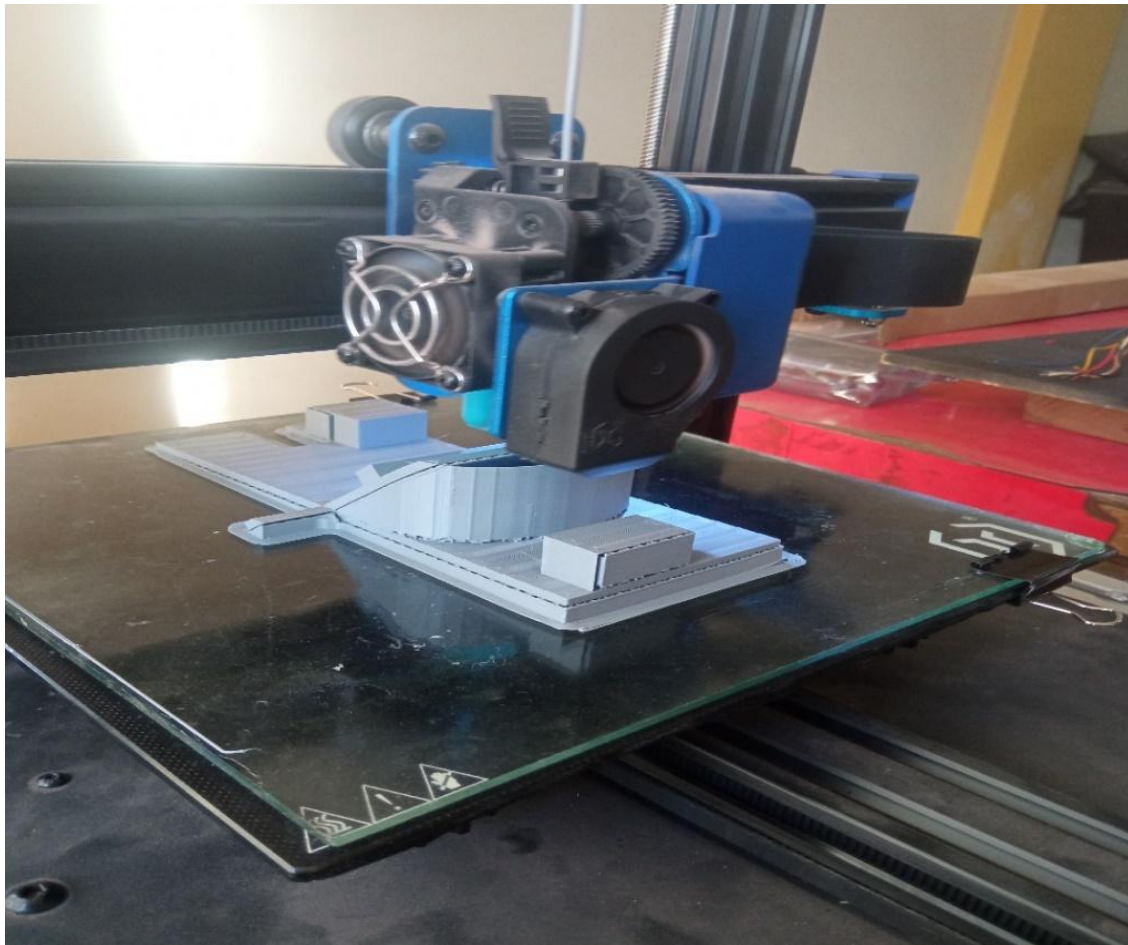


Nota: Elaboración propia

Como se puede observar en la foto, una vez que terminamos de configurar todos los detalles de la pieza, comenzamos con la impresión 3D. Esta imagen muestra el resultado final después de haber ajustado parámetros como la calidad de impresión, densidad de relleno, soporte y adherencia a la placa.

Figura 19

Imagen real de impresión 3D de la pieza



Nota: Elaboración propia

3.7.5. IMPLEMENTACION DEL MOTOR PASO A PASO

Integrar motores paso a paso con un PLC permite controlar con precisión los movimientos en un sistema automatizado.

- Selección del Motor Paso a Paso y PLC: En primer lugar, seleccionamos el motor paso a paso adecuado para nuestras necesidades, considerando el torque, la velocidad y la precisión requeridos. También elegimos el PLC que mejor se adapte a nuestro sistema.
- Diseño del Circuito de Control: Luego, diseñamos un circuito de control que conecte el motor paso a paso al PLC. Este circuito es como el sistema

nervioso que conecta el cerebro (el PLC) con los músculos (los motores) para coordinar los movimientos.

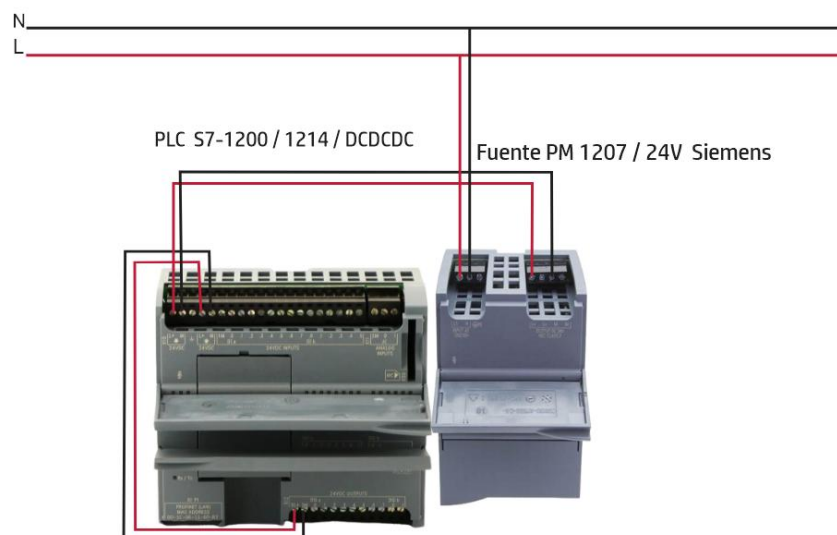
- Integración en el Sistema Automatizado: Finalmente, integramos el control del motor paso a paso en el sistema automatizado más grande en el que se utilizará el PLC. Esto puede implicar la conexión con otros dispositivos para lograr un control completo del sistema.

3.7.5.1. CONTROLADORES(PLC)

En la imagen se puede visualizar un PLC S7-1200 CPU 1214/DC/DC/DC de la marca Siemens y su fuente de alimentación PM 1207 de 24V, también de Siemens. La imagen muestra cómo están conectados estos elementos, permitiendo observar la configuración y la disposición de los componentes para su funcionamiento adecuado.

Figura 20

Diagrama de Conexión del PLC



Nota: Elaboración propia

Figura 21

Diagrama real de Conexión del PLC



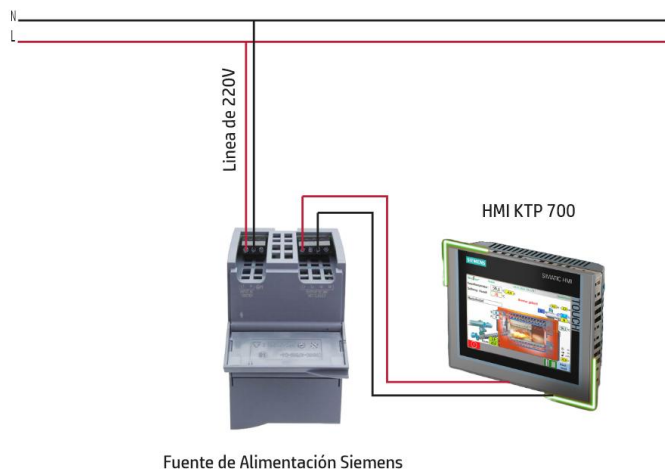
Nota: Elaboración propia

3.7.5.2. HMI

En la imagen se puede observar un HMI KTP 700 de Siemens y una fuente de alimentación PM 1207 de 24V, también de Siemens. La imagen muestra claramente cómo se han conectado estos elementos, lo que permite apreciar la configuración del sistema y la integración de los componentes para asegurar su correcto funcionamiento.

Figura 22

Conexión del HMI



Nota: Elaboración propia

Figura 23

Diagrama real de Conexión de HMI



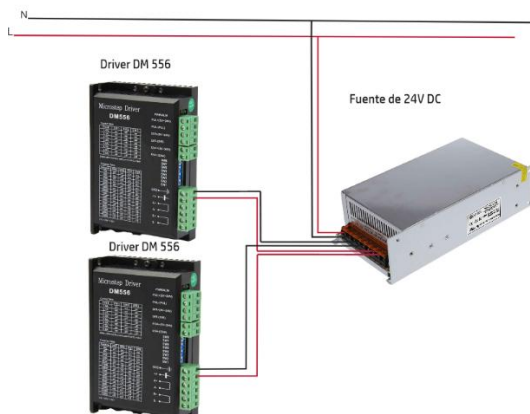
Nota: Elaboración propia

3.7.5.3. DRIVERS DM556

En la imagen se pueden observar componentes electrónicos, como un driver DM 556 y una fuente de alimentación conmutada de 220V a 24V / 3A. La imagen muestra claramente cómo se han realizado las conexiones de estos elementos, permitiendo apreciar la configuración y disposición de los componentes para su correcto funcionamiento.

Figura 24

Conexiones de Drivers para motores paso a paso.



Nota: Elaboración propia

Figura 25

Diagrama real de conexión de los Drivers DM 556



Nota: Elaboración propia

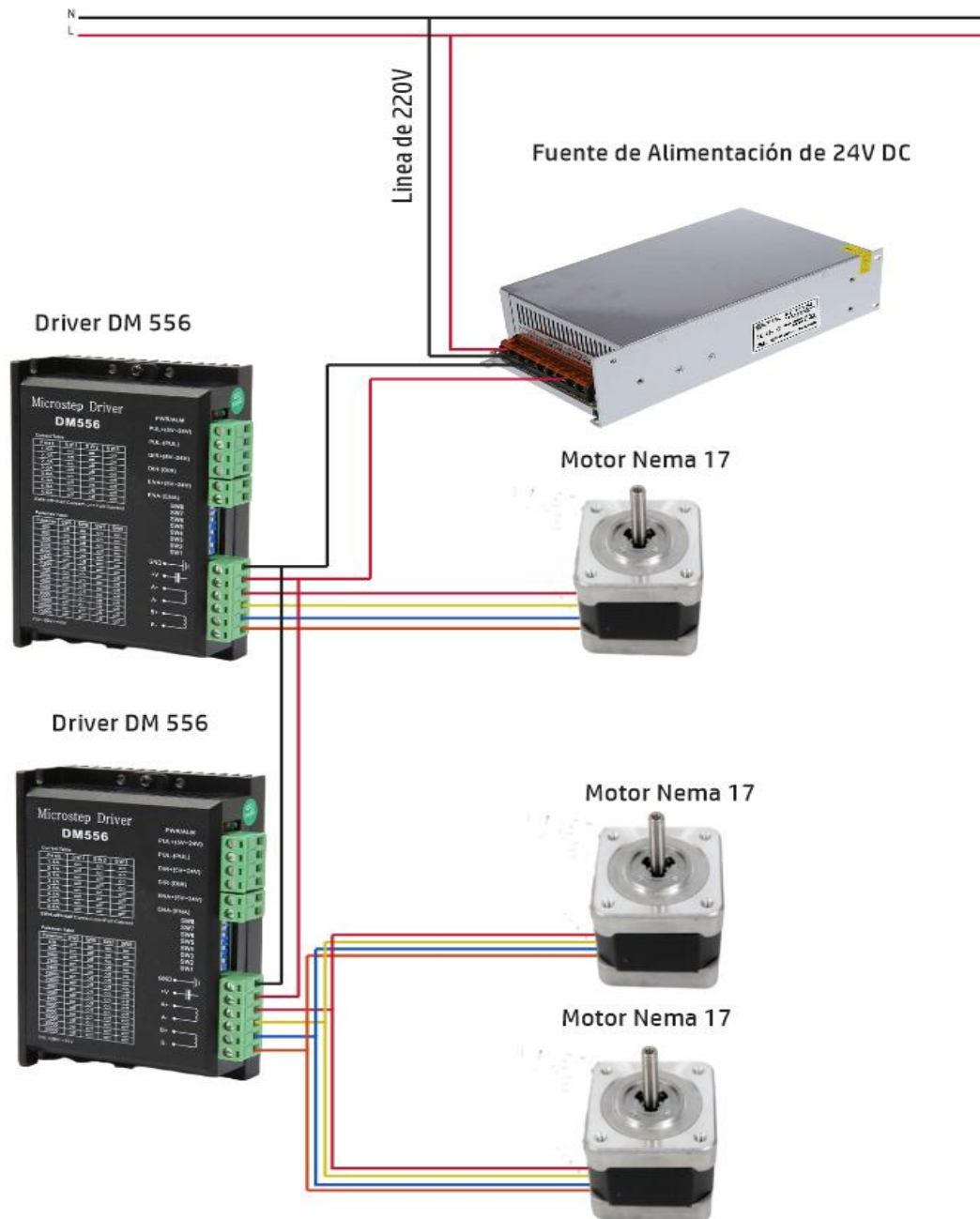
El Driver DM556 es un dispositivo utilizado para controlar motores paso a paso en aplicaciones de automatización industrial y robótica. Este driver es particularmente conocido por su capacidad para proporcionar un control preciso y eficiente de motores paso a paso en una amplia gama de aplicaciones.

3.7.5.4. MOTORES PASO A PASO

En la imagen se pueden apreciar elementos utilizados, como los motores paso a paso NEMA 17, junto con sus respectivos drivers y una fuente de alimentación. La imagen ilustra cómo se han llevado a cabo las conexiones entre estos componentes, ofreciendo una visualización clara de la configuración y disposición para garantizar un funcionamiento adecuado.

Figura 26

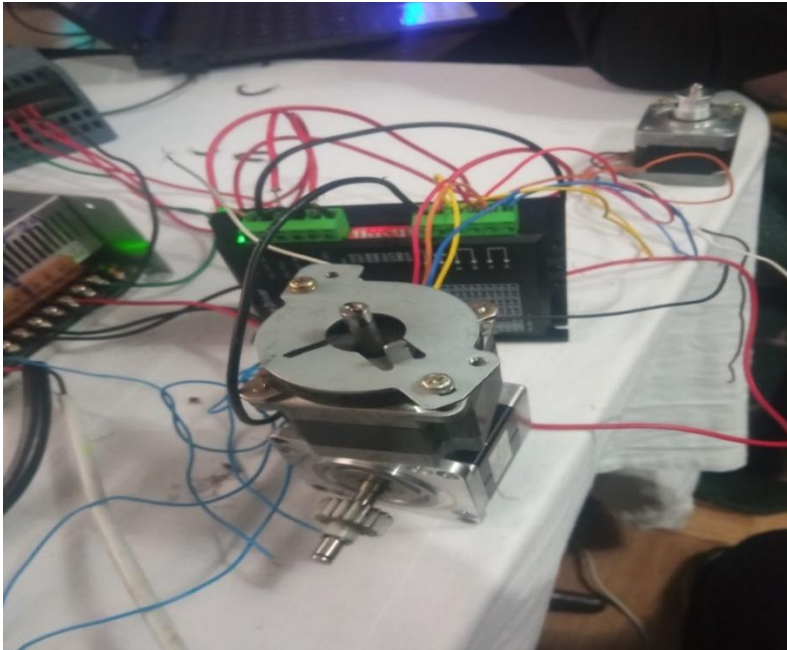
Conexión de motores paso a paso



Nota: Elaboración propia

Figura 27

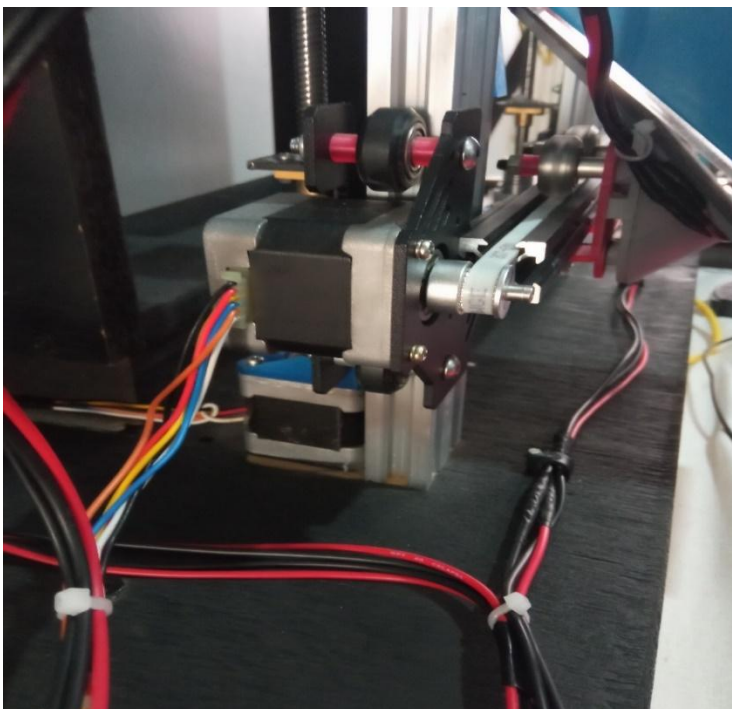
Imagen real de conexión de los motores paso a paso



Nota: Elaboración propia

Figura 28

Imagen real de conexión de los motores paso a paso



Nota: Elaboración propia

Los motores paso a paso se mueven en incrementos discretos conocidos como pasos. La precisión del movimiento está determinada por el número de pasos por revolución. Por ejemplo, un motor con 200 pasos por revolución tiene una resolución de 1.8 grados por paso.

El control de posición debido a su naturaleza incremental los motores paso a paso pueden posicionarse de manera más precisa sin la necesidad de retroalimentación, simplemente contando los pulsos de control.

Cuentan con modos de operación como:

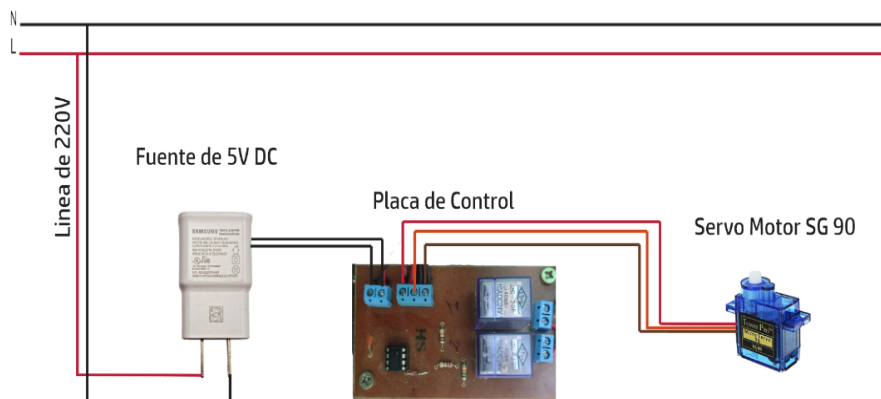
- Full step: movimientos en pasos completos, proporcionados el máximo torque.
- Half step: movimiento en medios pasos, mejorando la resolución y suavidad del movimiento.
- Microstepping: movimientos en fracciones de pasos, proporcionando una operación extremadamente suave y alta resolución.

3.7.5.5. SERVO MOTOR

La imagen exhibe los componentes empleados, incluyendo un servomotor SG90, una fuente conmutada de 5V - 3A y una placa de control destinada al manejo del servomotor. Este conjunto de elementos es esencial para el desarrollo y funcionamiento óptimo del proyecto en cuestión. La representación visual proporcionada en la imagen ofrece una visión detallada de cómo se han integrado y conectado estos componentes, lo que resulta fundamental para comprender la configuración y la operatividad del sistema en su totalidad.

Figura 29

Conexión del servomotor

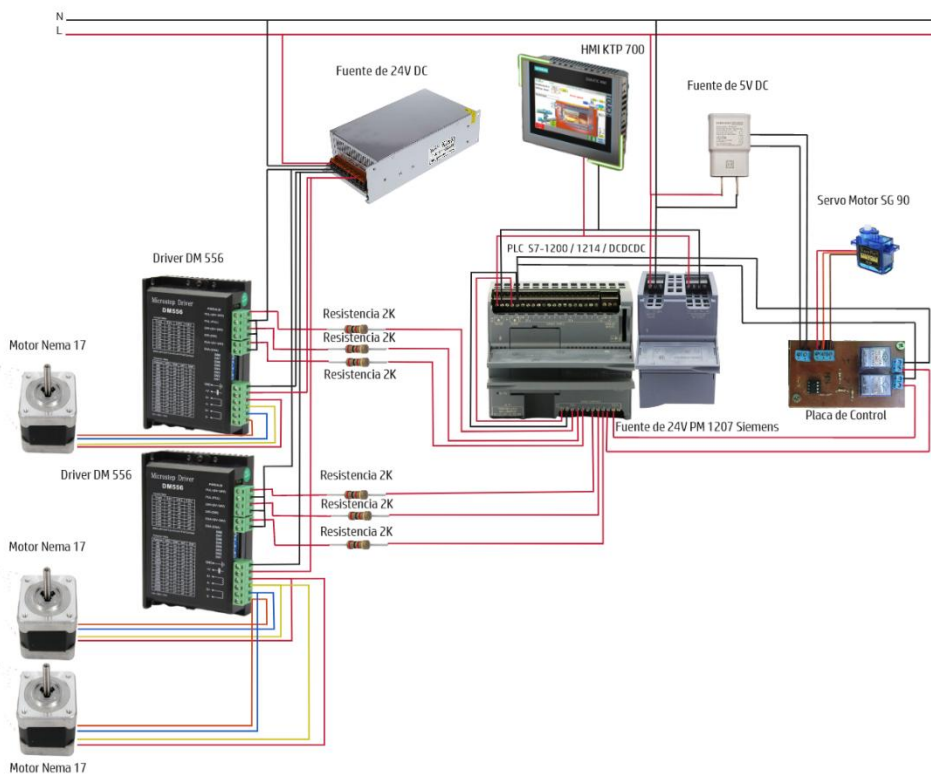


Nota: Elaboración propia

3.7.5.6. DIAGRAMA ELECTRICO

Figura 30

Diagrama Eléctrico Del Proyecto



Nota: Elaboración propia



3.7.6. IMPLEMENTACION DEL SERVO MOTOR

La integración de un servomotor en el sistema de dispensación de medicamentos implica la incorporación de este componente junto con una fuente de alimentación de 5V, placa de control del servomotor y controlados por un PLC S7-1200 CPU 1214 DC/DC/DC. El propósito principal del servomotor es facilitar el desplazamiento de las cajas de medicamentos hacia su área designada de recolección y transporte. Esta funcionalidad contribuye significativamente a mejorar la eficiencia y precisión del sistema en su conjunto, asegurando una distribución óptima y segura de los medicamentos.

3.7.6.1. ELABORACION DE LA PLACA EN PROTEUS.

La elaboración en el programa Proteus de la placa para el control del servomotor y su fuente de alimentación de 5V, controlados por el PLC S7-1200, implica la creación detallada del circuito electrónico que simule la interacción real de los componentes. Esto incluye la disposición precisa de elementos como el servomotor, el circuito integrado 555, los relés térmicos de 24V/DC/10A, el condensador cerámico, el diodo Zener, y varias resistencias de diferentes valores (2k ohmios, 56k ohmios, 10k ohmios y 220 ohmios), así como bornes de conexión.

Paso 1: Preparativos Iniciales

- Crear un nuevo proyecto: Abre Proteus y crea un nuevo proyecto seleccionando "New Project".

Paso 2: Agregar Componentes

- IC 555: Busca "555" o "Timer 555" en la biblioteca de componentes y añádelo.
- Relés: Busca "Relay" en la biblioteca y selecciona un modelo de relé adecuado.



- Condensador: Busca "Capacitor" en la biblioteca.
- Diodo Zener: Busca "Zener Diode" en la biblioteca.
- Resistencias: Busca "Resistor" en la biblioteca. Añade las resistencias con los valores especificados (2k ohmios, 56k ohmios, 10k ohmios y 220 ohmios).
- Servomotor: Busca "Servo Motor" en la biblioteca.

Paso 3: Conectar los Componentes

Conectar el IC 555:

- Conecta los pines del IC 555 según la configuración requerida.
- Conecta la resistencia de 10k ohmios y el condensador a los pines correspondientes.

Conectar los relés:

- Conecta las bobinas de los relés a la salida del IC 555.

Agregar el diodo Zener:

- Conecta el diodo Zener en paralelo con la carga que deseas proteger el servo motor.

Conectar las resistencias:

- Se coloca las resistencias de acuerdo al diseño del circuito.

Conectar el servomotor:

- Conecta el servomotor a la salida de los relés o directamente a la salida del IC 555 si la corriente es adecuada.

Paso 4: Configurar Valores de Componentes

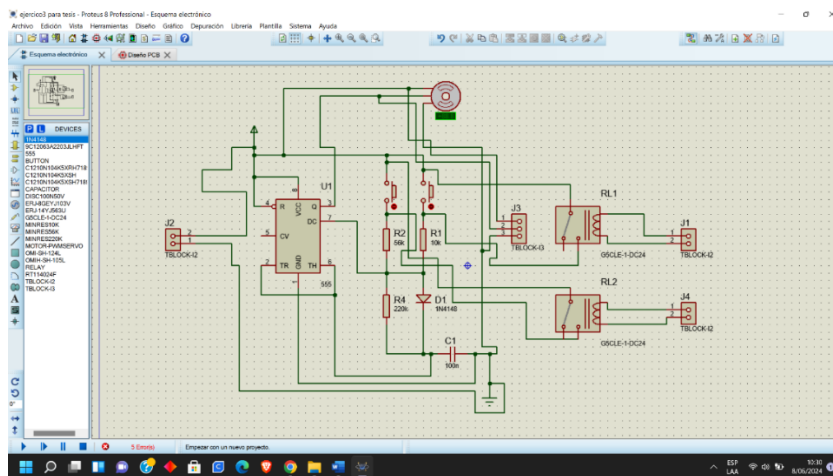
- Asignar valores a resistencias y condensador con doble clic en cada resistencia y asigna los valores (2k ohmios, 56k ohmios, 10k ohmios y 220 ohmios).
- Lo mismo para el condensador, asignándole el valor necesario (10 μ F).

Paso 5: Simulación

- Simular el circuito presionar en el botón de "Play" para iniciar la simulación.
 - Observa el comportamiento del circuito y verifica que el IC 555 esté funcionando correctamente y que los relés actúen como se espera.
- Asegúrate de que el servomotor se mueva según el diseño del circuito.

Figura 31

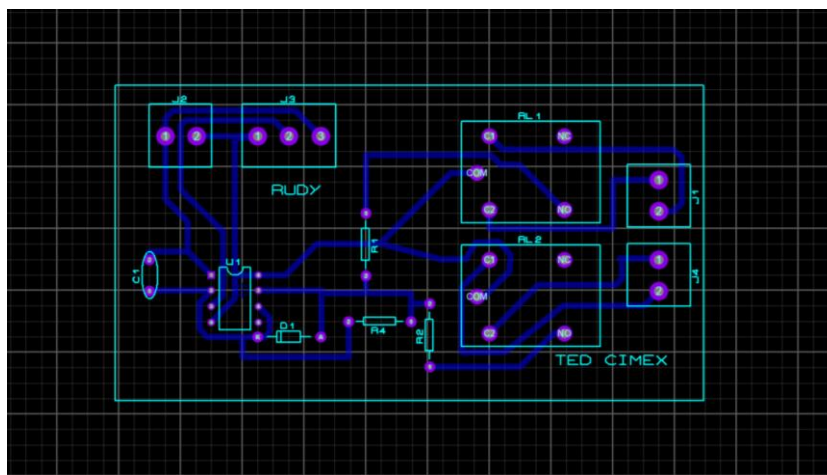
Diseño del circuito en Proteus



Nota: Elaboración propia

Figura 32

Diseño de la placa en Proteus



Nota: Elaboración propia

3.7.6.2. CONTRUCCION DE LA PLACA

La construcción de la placa requiere los siguientes elementos: un circuito eléctrico diseñado en Proteus, una placa de PCB nueva, papel cuche para la ilustración, ácido (cloruro férrico), y una plancha de calor. El proceso de fabricación se realiza de manera manual, comenzando por imprimir el diseño eléctrico de Proteus en papel cuche con una impresora láser. Luego, este diseño se transfiere a la placa de PCB nueva mediante la aplicación de calor y presión con una plancha. Posteriormente, la placa se sumerge en ácido férrico para grabar el circuito, lo que permite la corrosión del cobre no protegido. Este proceso quema la placa, dejando expuestas las rutas de cobre según el diseño impreso.

Figura 33

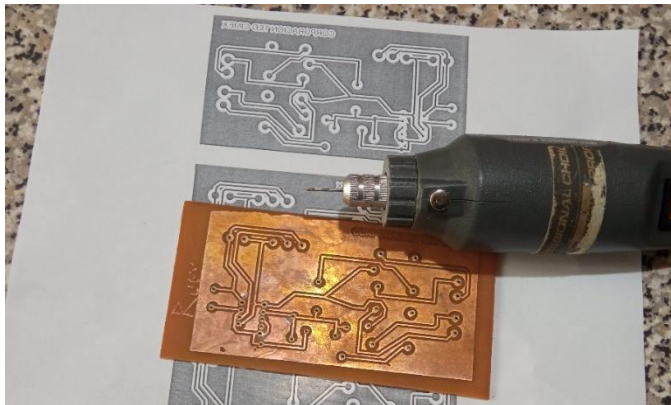
Grabado del circuito



Nota: Elaboración propia

Figura 34

Circuito grabado y terminado



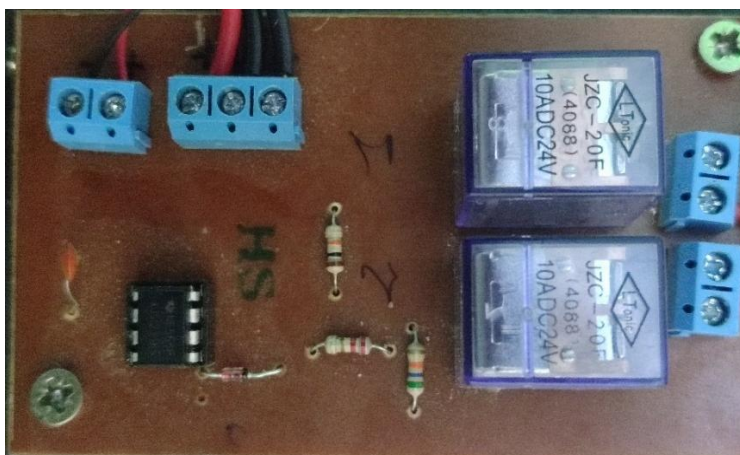
Nota: Elaboración propia

3.7.6.3. IMPLEMENTACION

Después de construir la placa de circuito impreso (PCB) siguiendo el proceso descrito, la implementación implica la instalación de los componentes electrónicos en la placa. Esto incluye el circuito integrado 555, los relés térmicos de 24V/DC/10A, el condensador cerámico, el diodo Zener y varias resistencias de diferentes valores (2k ohmios, 56k ohmios, 10k ohmios y 220 ohmios), así como bornes de conexión.

Figura 35

Circuito implementado

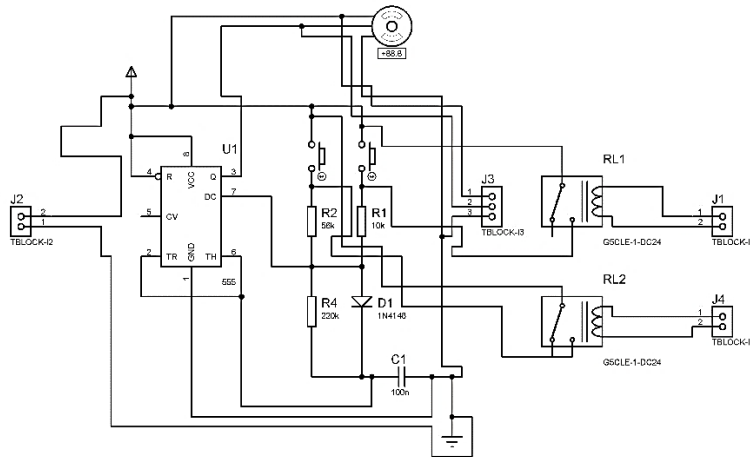


Nota: Elaboración propia

3.7.6.4. DIAGRAMA DEL CIRCUITO ELECTRONICO

Figura 36

Circuito electrónico



Nota: Elaboración propia

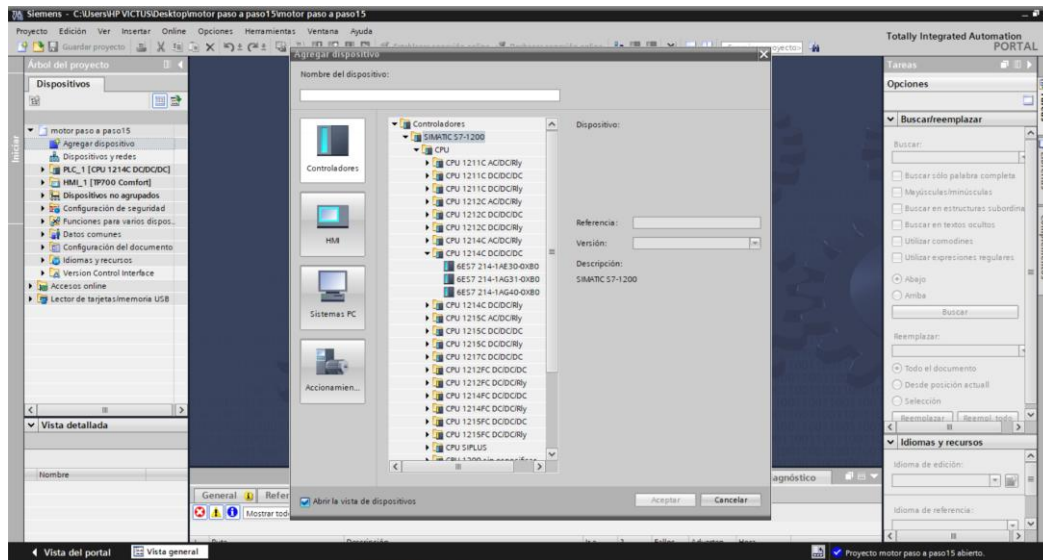
3.8. PROGRACION DEL PROYECTO DE INVESTIGACION

3.8.1. Configuración del PLC

Se ha optado por utilizar un PLC (Controlador Lógico Programable) Siemens S7-1200, específicamente el modelo CPU 1214 DC/DC/DC, debido a sus características adecuadas para este tipo de control. Las salidas de transistores pueden conmutar rápidamente, lo que permite generar señales PWM con alta precisión y frecuencias elevadas. El modelo DC/DC/DC indica que tanto la alimentación del PLC como las salidas son de corriente continua (DC), lo que es compatible con la mayoría de los actuadores y sistemas de control modernos que operan con señales de 24 V DC.

Figura 37

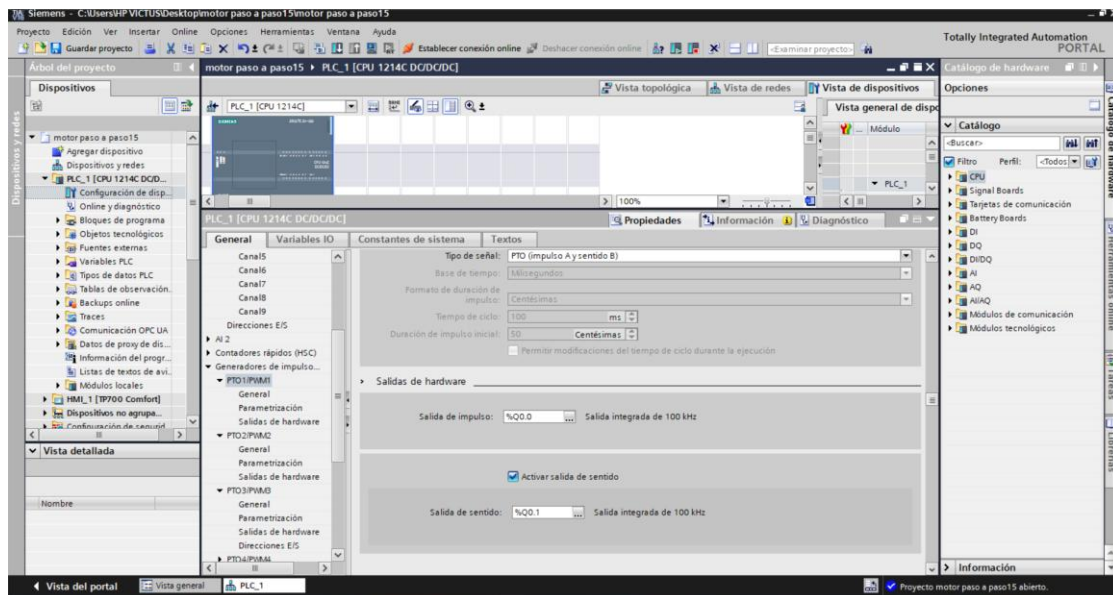
Configuración del PLC



Nota: Elaboración propia

Para la configuración y programación del control PWM utilizando el PLC Siemens S7-1200 CPU 1214 DC/DC/DC, es necesario seguir una serie de pasos dentro del entorno de desarrollo TIA Portal. A continuación, se detalla el procedimiento, incluyendo la adición del dispositivo específico y las características de su versión: en el menú principal, seleccionar "agregar dispositivo" se abrirá la ventana donde se listan todos los dispositivos compatibles. Navegar por las opciones hasta encontrar la serie S7 1200, elegir la opción "CPU 1214 DC/DC/DC" para especificar el modelo exacto del PLC. Asegurándose de seleccionar la versión correcta del firmware, en este caso V4.0.

Figura 38

Configuración la propiedad de generador de impulsos

Nota: Elaboración propia

Una vez que hemos agregado el dispositivo y configurado los módulos necesarios en TIA Portal, es importante explorar las características y propiedades del PLC Siemens S7-1200 CPU 1214 DC/DC/DC para ajustar correctamente el generador de impulsos (PWM).

Acceder al Dispositivo Añadido:

- Después de haber añadido el dispositivo "CPU 1214 DC/DC/DC V4.0" al proyecto, seleccione el nombre del PLC en el árbol de dispositivos que se encuentra en el panel izquierdo del TIA Portal.
- Esto abrirá una vista gráfica del PLC en la pantalla principal.

Ver las Características y Propiedades del PLC:

- Haga clic derecho sobre el icono del PLC o selecciónelo y busque en la parte inferior o lateral la pestaña de "Propiedades".
- En la sección de propiedades, seleccione "General" para acceder a una visión general de las características del PLC.



Configurar el Generador de Impulsos:

- Dentro de la pestaña "General", busque y seleccione la opción "Generador de Impulsos" o "Pulse Generator". Aquí es donde configuraremos el PWM.
- Verá detalles específicos como el tipo de señal PTO (Output Pulse Train) que se refiere a señales de tren de pulsos, incluyendo configuraciones de impulso A y sentido B.

Entender el Tipo de Señal PTO:

- Impulso A y Sentido B: Esta configuración se utiliza para controlar movimientos bidireccionales, es decir, en sentido horario y antihorario. En aplicaciones de motores, por ejemplo, el impulso A puede controlar la cantidad de pulsos (y por lo tanto la posición o velocidad), mientras que el sentido B determina la dirección del movimiento (horario o antihorario).

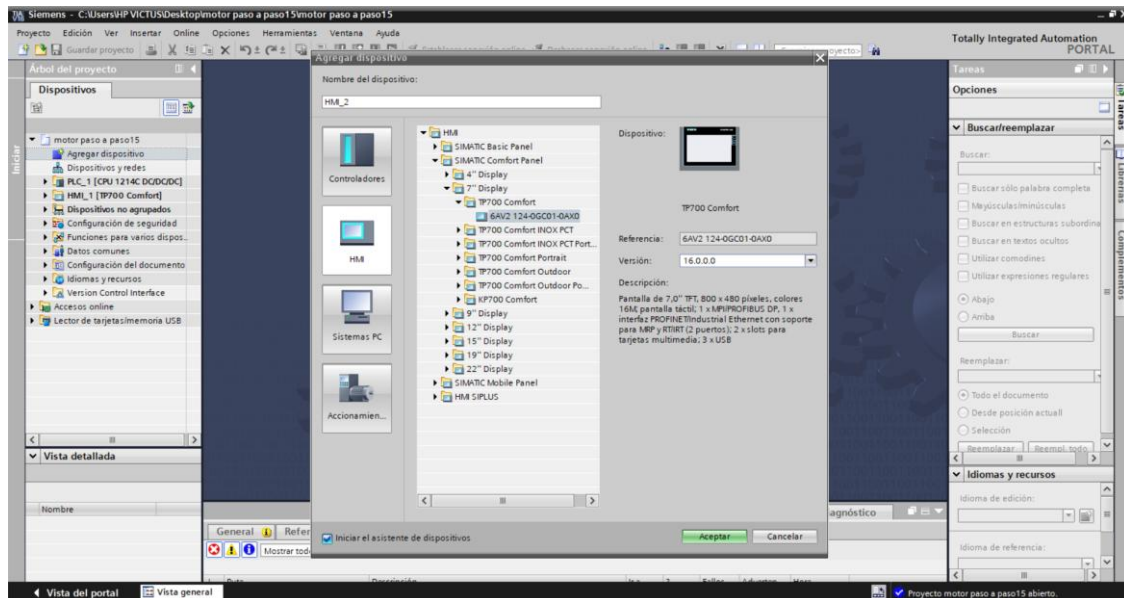
3.8.1.1. HMI

La integración de una interfaz HMI (Human-Machine Interface) con el PLC Siemens S7-1200 CPU 1214 DC/DC/DC permite monitorear y controlar el sistema de manera más intuitiva y eficiente. se detalla el proceso para configurar un HMI utilizando TIA Portal,

En TIA Portal, una vez que el PLC está configurado, haga clic en "Agregar dispositivo" nuevamente. Seleccionamos un HMI compatible, un panel HMI de la serie KTP 700 Comfort Panel de Siemens.

Figura 39

Configuración de HMI en TIA PORTAL



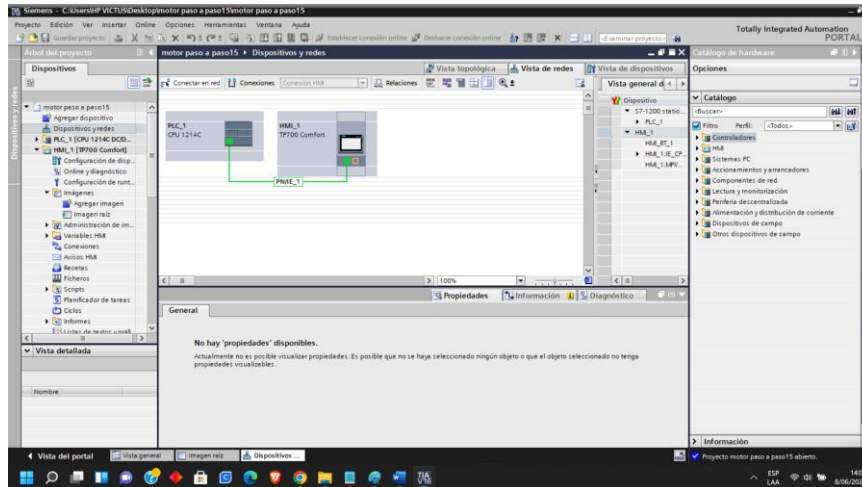
Nota: Elaboración propia

Configurar el HMI, en el árbol de dispositivos, seleccione el HMI añadido. Configurar las propiedades del HMI, como el tipo de comunicación (ethernet), y asegurarse de que este en la misma red que el PLC.

Configurar la comunicación entre HMI y PLC, en la configuración del HMI, vaya a "Connections" y agregue una nueva conexión, luego seleccione el PLC S7-1200 como el controlador y asegurarse de que las direcciones IP correspondan.

Figura 42

Comunicación a través de la Red configurada

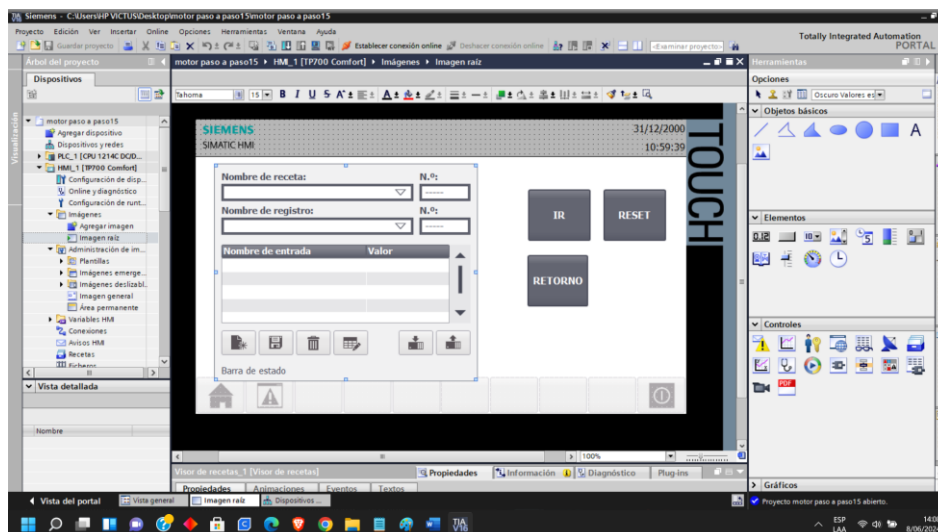


Nota: Elaboración propia

Pruebe los botones del HMI asegurarse de que se ajusten correctamente los parámetros del PWM en el PLC. Verificamos que los indicadores del HMI reflejan los valores actuales y correctos del PLC. Pulsamos los botones correspondientes para inicial el funcionamiento de nuestro control y que respondan correctamente.

Figura 43

Configuración de botones en el HMI



Nota: Elaboración propia

La integración de una HMI con el PLC Siemens S7-1200 CPU 1214 DC/DC/DC proporciona una interfaz amigable para el monitoreo y control del sistema PWM.

3.8.2. PROGRAMACION DEL PLC

Seleccionar el tipo medicamento que se va a dosificar, se hace con las recetas En software TIA PORTAL en donde, se programa un algoritmo de varias alternativas, el programa se desarrolló el en lenguaje SCL del entorno TIA PORTAL.

Figura 44

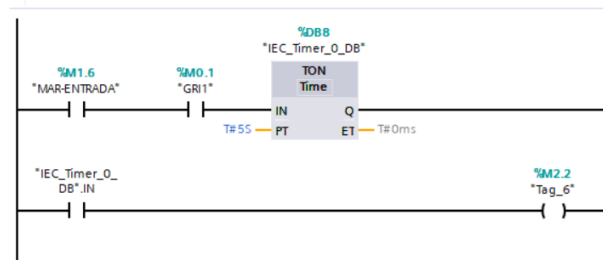
Selección de medicamentos

```
0001 IF "Gripe" = 1 AND "Tos" = 0 AND "Fiebre" = 0 AND "Dolor" = 0 AND "Inflamacion" = 0 AND "Infecciones" = 0 THEN
0002   #gripel:= 1;
0003   #"gripe-tosl" := 0;
0004   #"gripe-tos-dolor1" := 0;
0005   #infeccion1 := 0;
0006   #inflamacion1 := 0;
0007   #tos1 := 0;
0008   #fiebre1 := 0;
0009
0010 END_IF;
0011 IF "Gripe" = 1 AND "Tos" = 1 AND "Fiebre" = 0 AND "Dolor" = 0 AND "Inflamacion" = 0 AND "Infecciones" = 0 THEN
0012   #"gripe-tosl" := 1;
0013   #gripel := 0;
0014   #"gripe-tos-dolor1" := 0;
0015   #infeccion1 := 0;
0016   #inflamacion1 := 0;
0017   #tos1 := 0;
0018   #fiebre1 := 0;
0019 END_IF;
0020 IF "Gripe" = 1 AND "Tos" = 1 AND "Fiebre" = 0 AND "Dolor" = 1 AND "Inflamacion" = 0 AND "Infecciones" = 0 THEN
0021   #gripel := 0;
0022   #"gripe-tosl" := 0;
0023   #"gripe-tos-dolor1" := 1;
0024   #infeccion1 := 0;
0025   #inflamacion1 := 0;
0026   #tos1 := 0;
0027   #fiebre1 := 0;
0028 END_IF;
0029 IF "Gripe" = 0 AND "Tos" = 0 AND "Fiebre" = 0 AND "Dolor" = 0 AND "Inflamacion" = 0 AND "Infecciones" = 1 THEN
0030   #gripel := 0;
0031   #"gripe-tosl" := 0;
0032   #"gripe-tos-dolor1" := 0;
0033   #infeccion1 := 1;
0034   #inflamacion1 := 0;
0035   #tos1 := 0;
0036   #fiebre1 := 0;
0037 END_IF;
0038
0039 IF "Gripe" = 0 AND "Tos" = 0 AND "Fiebre" = 1 AND "Dolor" = 0 AND "Inflamacion" = 0 AND "Infecciones" = 0 THEN
0040   #gripel := 0;
0041   #"gripe-tosl" := 0;
0042   #"gripe-tos-dolor1" := 0;
0043   #infeccion1 := 0;
0044   #inflamacion1 := 0;
0045   #tos1 := 0;
0046   #fiebre1 := 1;
0047 END_IF;
0048 IF "Gripe" = 0 AND "Tos" = 1 AND "Fiebre" = 0 AND "Dolor" = 0 AND "Inflamacion" = 0 AND "Infecciones" = 0 THEN
```

Nota: Elaboración propia

Figura 45

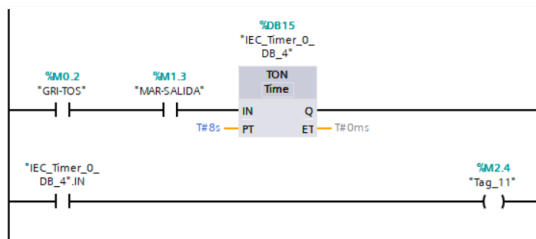
Habilita el control remoto desde el HMI



Nota: Elaboración propia

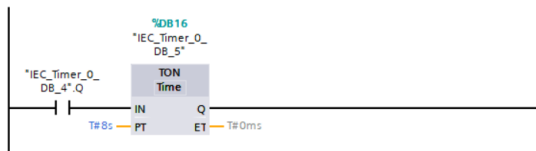
Figura 46

Secuencia temporizada de salidas para control del servo motor de "ida"



Segmento 15:

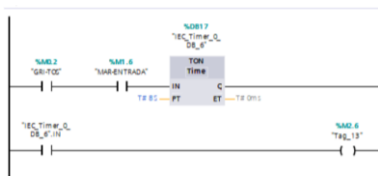
Comentario



Nota: Elaboración propia

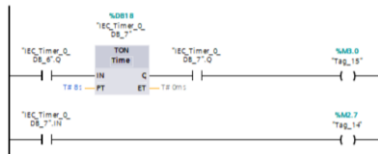
Figura 47

Secuencia temporizada de salidas del retorno



Segmento 17:

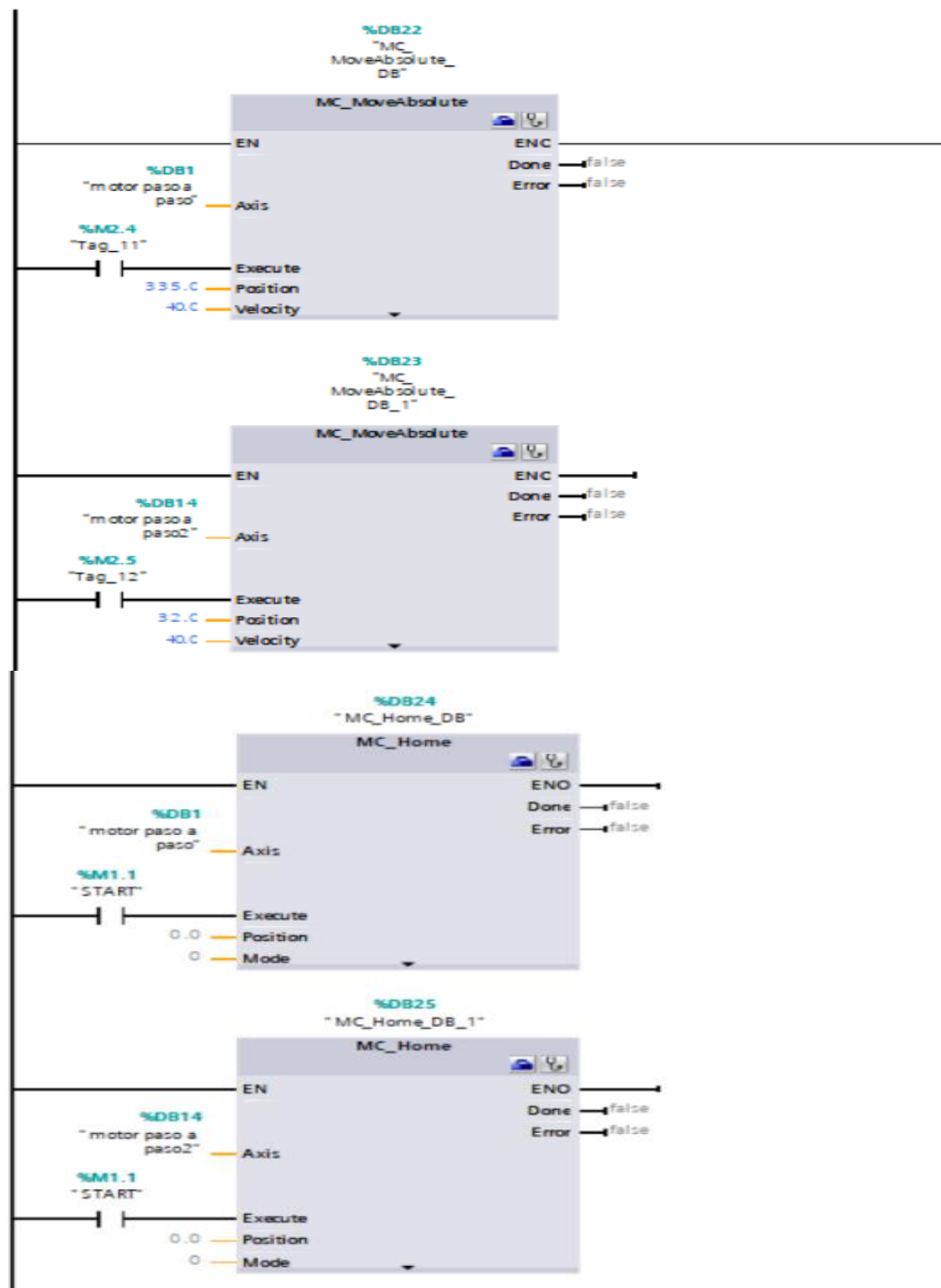
Comentario



Nota: Elaboración propia

Figura 48

Control de motores paso a paso mediante objetos tecnológico del TIA PORTAL



Nota: Elaboración propia



CAPÍTULO IV

ANÁLISIS DE RESULTADO Y DISCUSIÓN

Una vez que todos los componentes están correctamente instalados en la placa, se procede a realizar las conexiones eléctricas según lo indicado en el diseño del circuito. Luego, se carga el programa de control en el PLC S7-1200 para que pueda operar el servomotor de acuerdo con las necesidades del sistema de dispensación de medicamentos. Este programa puede incluir instrucciones para el movimiento del servomotor, así como lógica de control para coordinar el funcionamiento de los diferentes componentes.

Una vez que el programa está cargado y el sistema está alimentado, se realizan pruebas para verificar que el servomotor responda correctamente a las instrucciones del PLC y que el sistema funcione según lo esperado. Se pueden realizar ajustes y optimizaciones según sea necesario para garantizar un rendimiento óptimo del sistema de dispensación de medicamentos.

4.1. PRESENTACION

4.2. IMPLEMENTACION DE UN MODULO DISPENSADOR AUTOMATIZADO DE MEDICAMENTOS PARA LA FARMACIA

Figura 49

Implementación de un módulo dispensador automatizado de medicamentos



Nota: Elaboración propia

En la etapa de la implementación del módulo dispensador automatizado de medicamentos se implementa con el controlador de Siemens S7 1200 CPU 1214 DC/DC/DC y un sistema de visualización de HMI KTP 700 en la versión de TIA PORTAL de V16.

4.3. SE DESARROLLO EL PROGRAMA EN EL LENGUAJE SCL DEL ENTORNO TIA PORTAL V16.

Para seleccionar el tipo de medicamento que se va a dosificar, se utilizan las recetas en el software TIA PORTAL. En este entorno, se programa un algoritmo con el cual se desarrolló utilizando el lenguaje SCL (Structured Control Language). El algoritmo permite identificar y gestionar diferentes tipos de

medicamentos de acuerdo con las recetas ingresadas, asegurando un proceso de dosificación automatizado y preciso dentro del sistema.

Figura 50

programa en el entorno del software TIA PORTAL en el lenguaje SCL

```
0001 IF "Gripe" = 1 AND "Tos" = 0 AND "Fiebre" = 0 AND "Dolor" = 0 AND "Inflamacion" = 0 AND "Infecciones" = 0 THEN
0002 #gripe:= 1;
0003 #gripe-tos:= 0;
0004 #gripe-tos-dolor:= 0;
0005 #infeccion:= 0;
0006 #inflamacion:= 0;
0007 #tos:= 0;
0008 #fiebre:= 0;
0009
0010 END_IF;
0011 IF "Gripe" = 1 AND "Tos" = 1 AND "Fiebre" = 0 AND "Dolor" = 0 AND "Inflamacion" = 0 AND "Infecciones" = 0 THEN
0012 #gripe-tos:= 1;
0013 #gripe:= 0;
0014 #gripe-tos-dolor:= 0;
0015 #infeccion:= 0;
0016 #inflamacion:= 0;
0017 #tos:= 0;
0018 #fiebre:= 0;
0019 END_IF;
0020 IF "Gripe" = 1 AND "Tos" = 1 AND "Fiebre" = 0 AND "Dolor" = 1 AND "Inflamacion" = 0 AND "Infecciones" = 0 THEN
0021 #gripe:= 0;
0022 #gripe-tos:= 0;
0023 #gripe-tos-dolor:= 1;
0024 #infeccion:= 0;
0025 #inflamacion:= 0;
0026 #tos:= 0;
0027 #fiebre:= 0;
0028 END_IF;
0029 IF "Gripe" = 0 AND "Tos" = 0 AND "Fiebre" = 0 AND "Dolor" = 0 AND "Inflamacion" = 0 AND "Infecciones" = 1 THEN
0030 #gripe:= 0;
0031 #gripe-tos:= 0;
0032 #gripe-tos-dolor:= 0;
0033 #infeccion:= 1;
0034 #inflamacion:= 0;
0035 #tos:= 0;
0036 #fiebre:= 0;
0037 END_IF;
0038
0039 IF "Gripe" = 0 AND "Tos" = 0 AND "Fiebre" = 1 AND "Dolor" = 0 AND "Inflamacion" = 0 AND "Infecciones" = 0 THEN
0040 #gripe:= 0;
0041 #gripe-tos:= 0;
0042 #gripe-tos-dolor:= 0;
0043 #infeccion:= 0;
0044 #inflamacion:= 0;
0045 #tos:= 0;
0046 #fiebre:= 1;
0047 END_IF;
0048 IF "Gripe" = 0 AND "Tos" = 1 AND "Fiebre" = 0 AND "Dolor" = 0 AND "Inflamacion" = 0 AND "Infecciones" = 0 THEN
```

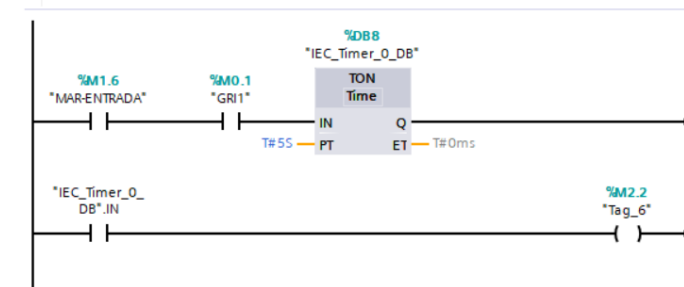
Nota: Elaboración propia

4.4. PERMITE EL CONTROL REMOTO A TRAVÉS DE LA INTERFAZ HMI.

Para habilitar el control remoto desde la interfaz HMI (Interfaz Hombre-Máquina), es esencial configurar correctamente el software TIA Portal. En este entorno, se programa el HMI para supervisar y controlar procesos automatizados de forma remota. Esto implica diseñar pantallas intuitivas que permiten a los operadores seleccionar y dosificar medicamentos según las recetas almacenadas. La comunicación entre el HMI y el sistema de control se establece mediante protocolos de red apropiados, asegurando una operación eficiente y segura del sistema automatizado.

Figura 51

programa en la interfaz del software TIA PORTAL a través del HMI



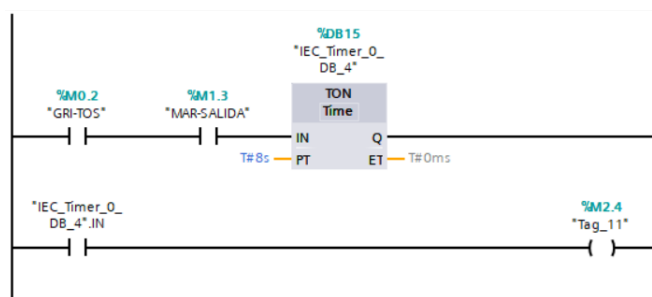
Nota: Elaboración propia

4.5. PROGRAMACIÓN TEMPORIZADA DE SALIDAS PARA EL CONTROL DEL SERVO MOTOR EL “DESPLAZAMIENTO DE INICIO”

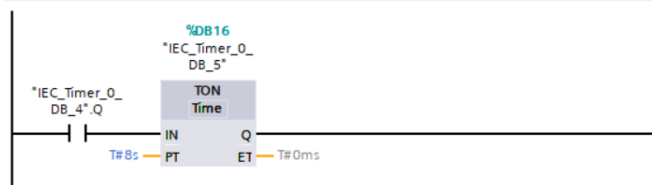
La programación temporizada de salidas para controlar un servo motor en desplazamiento implica la configuración de una serie de señales de salida que se activan en intervalos de tiempo precisos. Esta secuencia temporizada permite que el motor gire en sentido horario de manera controlada y suave.

Figura 52

programación del temporizador para el control del servo motor (desplazamiento de inicio)



Segmento 15:
Comentario



Nota: Elaboración propia



El proceso generalmente incluye los siguientes pasos:

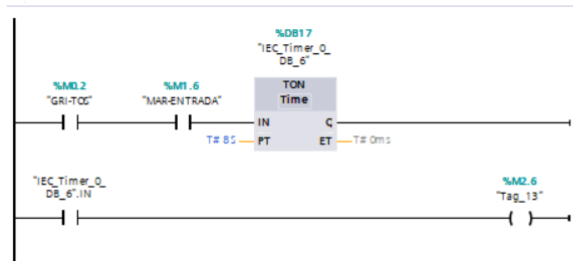
- a) Inicialización del Sistema: Configuración de las variables y parámetros iniciales del sistema.
- b) Activación de la Salida Inicial: Enviar la primera señal de control para iniciar el movimiento del motor.
- c) Secuencia de Temporización: Ajustar los tiempos de activación y desactivación de las señales de salida para mantener un movimiento constante y controlado en sentido horario.
- d) Control de Velocidad y Posición: Monitorear y ajustar la velocidad y posición del motor durante el desplazamiento.
- e) Finalización del Movimiento: Desactivar las señales de salida una vez que el motor haya alcanzado la posición deseada.

4.6. PROGRAMACIÓN TEMPORIZADA DE SALIDAS PARA EL CONTROL DEL SERVO MOTOR DEL “DESPLAZAMIENTO DE RETORNO”

Para programar el desplazamiento de retorno del servo motor de manera temporizada, se sigue una secuencia similar a la del desplazamiento de inicio, pero ajustada para el movimiento inverso.

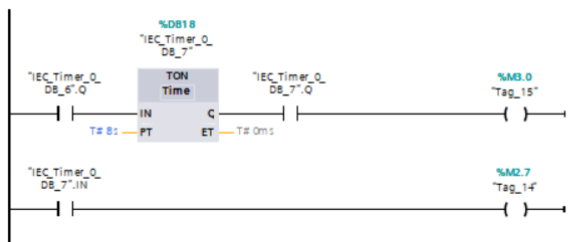
Figura 53

*programación del temporizada de salidas para el control del servo motor
(desplazamiento de tetorno)*



Segmento 17:

Comentario



Nota: Elaboración propia

Los pasos son los siguientes:

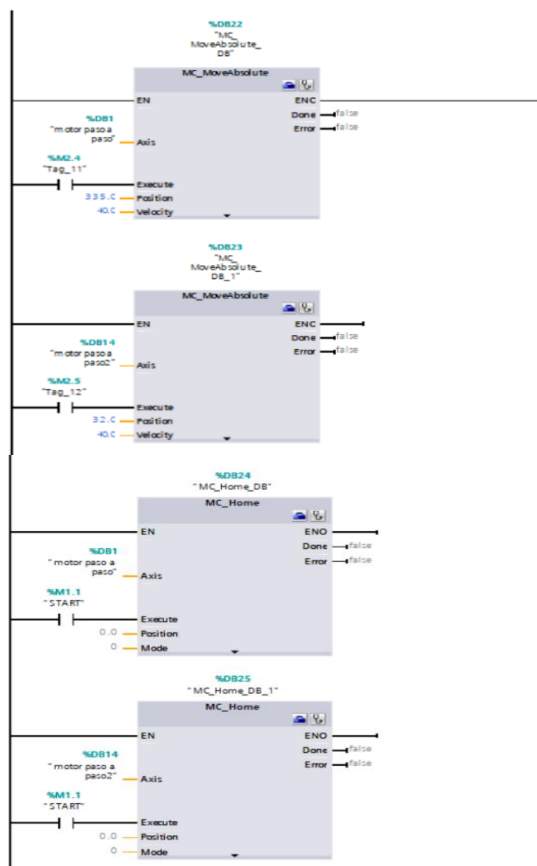
- Inicialización del Sistema: Configurar las variables y parámetros iniciales.
- Activación de la Salida Inicial: Enviar la señal de control para iniciar el movimiento de retorno del motor.
- Secuencia de Temporización: Ajustar los tiempos de activación y desactivación de las señales de salida para controlar el movimiento de retorno.
- Control de Velocidad y Posición: Monitorear y ajustar la velocidad y la posición del motor durante el desplazamiento de retorno.
- Finalización del Movimiento: Desactivar las señales de salida una vez que el motor haya regresado a la posición inicial.

4.7. PROGRAMACIÓN PARA EL CONTROL DE MOTORES PASO A PASO MEDIANTE OBJETOS TECNOLÓGICO DEL TIA PORTAL

La programación dirigida al control de motores paso a paso mediante recursos tecnológicos disponibles en el entorno del TIA Portal se enfoca en la utilización estratégica de herramientas específicas en el ámbito de desarrollo industrial.

Figura 54

programación para el control de los motores paso a paso



Nota: Elaboración propia

El TIA Portal permite programar, configurar y supervisar. motores paso a paso con alta precisión y eficiencia, aprovechando funcionalidades avanzadas para la definición meticulosa de secuencias de movimiento y la vigilancia constante de variables críticas como velocidad y posición. Además, permite la implementación de lógicas de control sofisticadas. Esta plataforma facilita una integración fluida entre el hardware y el software, lo cual optimiza

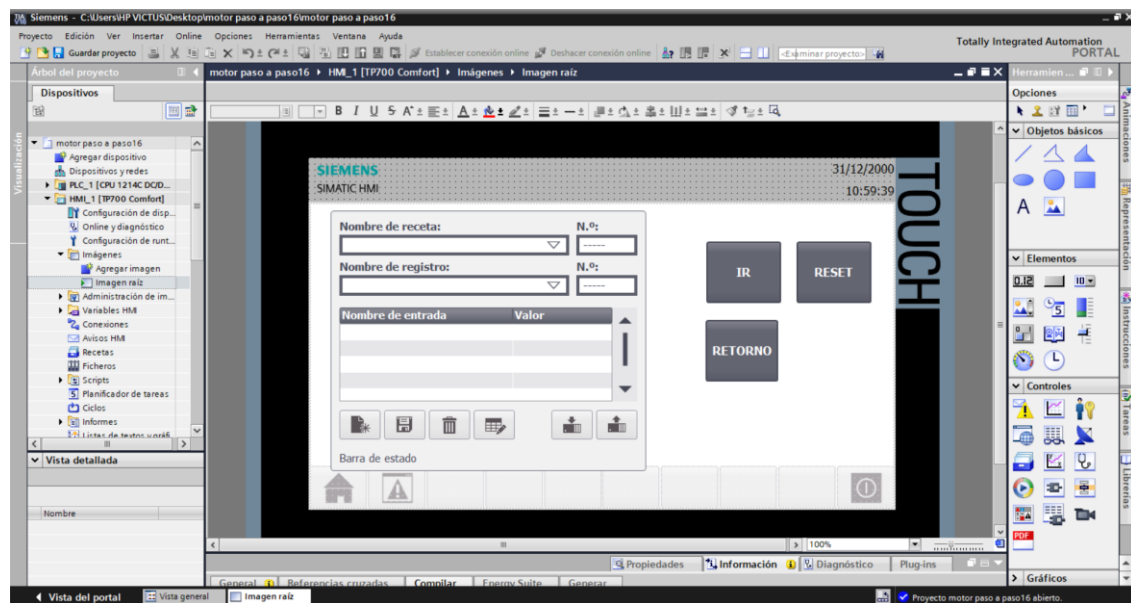
significativamente los procesos de automatización y eleva los estándares de fiabilidad y precisión en diversas aplicaciones industriales.

4.8. DESARROLLO DE UNA INTERFAZ GRAFICA EN EL HMI TP 700

El diseño del sistema HMI TP 700 está orientado al control y selección automatizada del dispensado de medicamentos, facilitando la entrada de una lista de condiciones médicas para determinar de manera automática los tipos específicos de medicamentos correspondientes a cada condición.

Figura 55

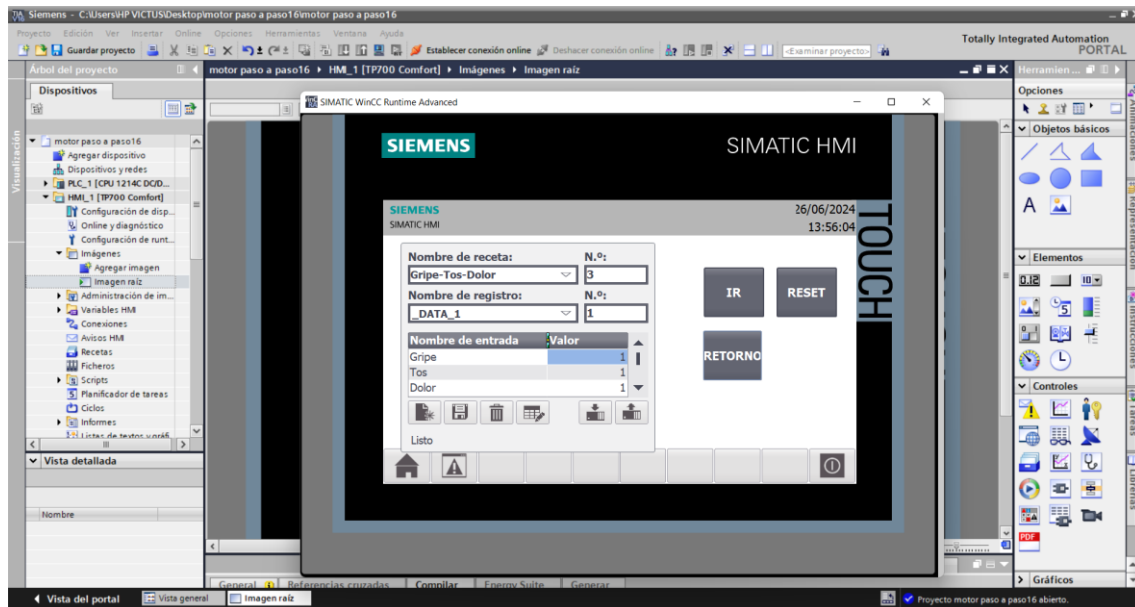
Interfaz gráfica en el HMI TP 700



Nota: Elaboración propia

El sistema incorpora diversas instrucciones que categorizan diferentes condiciones médicas junto con los medicamentos correspondientes, permitiendo la dispensación de una variedad de combinaciones: desde un solo medicamento hasta dos o tres tipos distintos en una misma orden, adaptándose así a diversas necesidades de tratamiento médico.

Figura 56

Interfaz grafica en el HMI TP 700*Nota: Elaboración propia*

Pruebas

Los procedimientos de evaluación y los resultados derivados de las pruebas efectuadas al módulo dispensador de medicamentos constituyen un componente fundamental en este estudio de tesis. Las pruebas han incluido la validación de la sincronización efectiva entre el programa PLC implementado a través del TIA Portal y las operaciones prácticas del dispensador. Los hallazgos obtenidos han demostrado la capacidad del sistema para gestionar con precisión la selección y dispensación de medicamentos conforme a las especificaciones predefinidas, subrayando la eficacia y fiabilidad del programa desarrollado en el TIA Portal en el contexto de aplicaciones médicas.

Figura 57

Funcionamiento y pruebas del módulo dispensador de medicamentos



Nota: Elaboración propia

Prueba 1: Consistió en verificar el funcionamiento del módulo dispensador de medicamentos utilizando únicamente un tipo de medicamento.

El desempeño del módulo se validó mediante la observación directa de su correcto funcionamiento en el proceso de dispensación de medicamentos, conforme a los objetivos establecidos. Además, se confirmó que la programación desarrollada satisfizo los requisitos necesarios para operar de manera efectiva el módulo dispensador.

Criterio de tiempo

Figura 58

Funcionamiento y pruebas del módulo dispensador de medicamentos



Nota: Elaboración propia

Prueba 2: Consistió en verificar el funcionamiento del módulo dispensador de medicamentos utilizando dos tipos distintos de medicamentos.

El funcionamiento del módulo fue evaluado mediante la observación directa durante el proceso de dispensación de dos tipos diferentes de medicamentos, logrando cumplir con los objetivos establecidos. Asimismo, se confirmó que la programación desarrollada satisfacía todos los requisitos necesarios para garantizar la efectividad operativa del dispensador de medicamentos.

Criterio de tiempo

Figura 59

Funcionamiento y pruebas del módulo dispensador de medicamentos



Nota: Elaboración propia

Prueba 3: Consistió en verificar el funcionamiento del módulo dispensador de medicamentos utilizando tres tipos distintos de medicamentos.

Se procedió a evaluar el desempeño del módulo mediante la observación directa durante el proceso de dispensación de tres tipos distintos de medicamentos, alcanzando así los objetivos establecidos. Además, se verificó que la programación implementada cumplía con todos los requisitos necesarios para asegurar la operatividad efectiva del dispensador de medicamentos.

Criterio de tiempo

Figura 60

Funcionamiento y pruebas del módulo dispensador de medicamentos



Nota: Elaboración propia

PRUEBAS	CANTIDAD	DISTANCIA	TIEMPO
Prueba 1	1	10cm	4segundos
Prueba 2	2	20cm	8segundos
Prueba 3	3	30cm	16segundos

4.9. ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

La implementación del módulo dispensador automatizado de medicamentos logró cumplir con los objetivos propuestos, permitiendo automatizar el proceso de entrega de medicamentos en una farmacia, lo que representa un avance significativo en la modernización del sistema farmacéutico



en la región Puno. A continuación, se detallan los principales resultados obtenidos y su interpretación.

En primer lugar, la selección y uso de materiales para la estructura del módulo fue un factor clave. El uso de aluminio para la estructura principal demostró ser adecuado debido a su resistencia, ligereza y durabilidad, lo que garantiza la estabilidad y la vida útil del sistema. Por otro lado, el uso de policarbonato para el estante de dispensación, aunque presentó dificultades en el proceso de manufactura por la precisión requerida en piezas pequeñas, resultó funcional y estéticamente adecuado para el módulo. Este resultado refleja una correcta elección de materiales en función de los requerimientos técnicos y económicos del proyecto.

En segundo lugar, la automatización del sistema fue posible gracias a la implementación de una arquitectura basada en un robot cartesiano, lo cual permitió un control preciso del movimiento en los ejes requeridos para la dispensación. Esta elección tecnológica demuestra un enfoque eficiente para resolver la problemática de distribución controlada de medicamentos.

Además, se logró desarrollar e integrar satisfactoriamente el sistema de control mediante un PLC S7-1200, empleando el software TIA Portal. El uso del módulo "Control Motion" y la función "Posicionamiento PTO" permitió una programación más eficiente y precisa, lo que se traduce en una operación fluida y confiable del módulo dispensador. Este aspecto evidencia un manejo adecuado de herramientas de automatización industrial y programación avanzada.

Finalmente, se integró exitosamente una interfaz gráfica HMI TP700, la cual permitió a los usuarios visualizar los medicamentos disponibles, realizar pedidos



y emitir comandos de forma intuitiva. Esta implementación mejora significativamente la interacción hombre-máquina y facilita el uso del sistema incluso por personal no técnico, lo que es crucial en un entorno farmacéutico.

En conjunto, los resultados obtenidos indican que la propuesta es técnicamente viable, funcionalmente eficiente y apropiada para su aplicación en las farmacias de la región Puno. Además, se evidencian beneficios potenciales como la reducción del tiempo de atención, mayor precisión en la entrega de medicamentos, y una mejor gestión del inventario.

4.10. ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS OBTENIDOS

En la presente investigación se implementó un módulo dispensador automatizado de medicamentos para las farmacias de la región Puno, con el objetivo de mejorar la eficiencia en la entrega de medicamentos, reducir errores humanos y optimizar el control de inventarios. Durante las pruebas realizadas, el sistema demostró ser capaz de operar de manera estable, dispensar medicamentos con precisión y mejorar los tiempos de atención al cliente, especialmente en entornos de alta demanda.

Al contrastar estos resultados con los obtenidos en la tesis "Prototipo dispensador automático de medicamentos para personas de la tercera edad", se pueden identificar similitudes y diferencias importantes, tanto en el enfoque como en los resultados funcionales.

Ambos proyectos tienen como finalidad principal la automatización del proceso de dispensación de medicamentos, sin embargo, cada uno responde a necesidades y contextos diferentes. Mientras la tesis orientada a personas de la tercera edad se enfoca en el uso doméstico y personal, priorizando la facilidad de uso, recordatorios automáticos y accesibilidad, el módulo desarrollado en esta



tesis está diseñado para el entorno institucional de farmacias, donde se requiere rapidez, organización y control de stock.

En cuanto a los resultados funcionales, el prototipo para adultos mayores mostró ser útil para facilitar la toma de medicamentos en los horarios adecuados, minimizando el riesgo de omisiones o duplicaciones en la dosis. Esto representa un gran aporte para la autonomía y seguridad del paciente. Sin embargo, su alcance es limitado a un entorno individual, con poca capacidad de almacenamiento y sin integración con sistemas externos.

Por otro lado, el módulo dispensador para farmacias demostró tener una mayor capacidad operativa, orientada a la atención simultánea de varios usuarios, con un sistema de control más robusto, orientado a la gestión farmacéutica profesional. Se evidenció también una mayor escalabilidad del sistema, ya que puede adaptarse a farmacias de diferentes tamaños e incluso integrarse con sistemas de inventario automatizados en el futuro.

En términos de impacto, el proyecto dirigido a personas de la tercera edad mejora la calidad de vida individual y fomenta el autocuidado, mientras que el proyecto para farmacias contribuye al fortalecimiento del sistema de salud local, mejorando la atención al público, reduciendo la carga de trabajo del personal y promoviendo la modernización del servicio farmacéutico.

Ambos proyectos demuestran que la tecnología aplicada a la salud tiene un potencial significativo para resolver problemas reales. La elección del enfoque depende del usuario final: uno está centrado en el paciente, y el otro en el establecimiento.



Tabla 12

Tabla comparativa: Discusión de resultados entre ambas tesis

	Tesis	Comparada Tu Tesis	Implementación
Criterio	Prototipo automático medicamentos personas de la tercera edad	dispensador de un módulo de automatizado para medicamentos de la tercera edad	de dispensador para las farmacias de la región Puno
Público objetivo	Personas de la tercera edad (uso doméstico)	Personal farmacéutico y clientes de farmacias (uso institucional)	
Finalidad principal	Facilitar la toma de medicamentos en casa, con recordatorios y dosificación automatizada	Optimizar la entrega de medicamentos en farmacias, reduciendo tiempos y errores	
Interacción con el usuario	Interfaz sencilla, orientada a facilidad de uso para adultos mayores	Interfaz orientada a operadores o personal capacitado	
Capacidad de almacenamiento	Limitada (uso personal, pocos medicamentos)	Mayor capacidad (adaptado a farmacias con múltiples productos)	
Control de inventario	No posee o es muy básico	Implementa control básico del stock y puede ampliarse	

	Tesis	Comparada Tu Tesis	Implementación
Criterio	Prototipo	dispensador de un módulo dispensador automático de automatizado de medicamentos para las personas de la tercera farmacias de la región edad	
Ambiente de funcionamiento	Entorno doméstico, sin condiciones complejas	Entorno farmacéutico, con técnicas integración	Entorno farmacéutico, con procesos comerciales y logísticos
Escalabilidad del sistema	Baja – diseñado para uso individual	Alta – puede adaptarse a distintos tamaños de farmacia	
Resultados obtenidos	Mejora la adherencia al tratamiento y la seguridad del paciente	Mejora la eficiencia operativa, reduce errores humanos y agiliza la atención	
Limitaciones principales	Capacidad limitada, sin conexión a red o sistemas externos	Requiere condiciones técnicas, espacio físico y capacitación mínima	
Impacto	A nivel personal y familiar (salud individual)	A nivel institucional (servicio farmacéutico, sistema de salud regional)	

Nota: Elaboración propia



CONCLUSIONES

PRIMERA: Se implementó un módulo dispensador automatizado de medicamentos para la farmacia, utilizando policarbonato para el módulo, un material que, aunque difícil de manipular para crear piezas pequeñas y precisas en el estante de dispensación, fue adecuado. Para la estructura, se utilizó aluminio, que resultó ser un material idóneo.

SEGUNDA: Se implementó el funcionamiento del módulo para la automatización y dispensación de medicamentos en una farmacia, construido con una estructura similar a la de un robot cartesiano. Los materiales utilizados, principalmente aluminio, fueron seleccionados por su calidad y resistencia, garantizando la durabilidad y eficacia del sistema.

TERCERA: Se consiguió llevar a cabo la programación en el PLC S7-1200 utilizando el software TIA Portal. El desarrollo del programa se benefició del uso del módulo "Control Motion" y, específicamente, de la función "Posicionamiento PTO," que permitió una programación más precisa y efectiva.

CUARTA: Se logró implementar una interfaz gráfica HMI TP 700 junto con el PLC S7-1200, lo que permitió visualizar y realizar pedidos, así como emitir comandos específicos para cada medicamento.



RECOMENDACIONES

- PRIMERA:** Se sugiere realizar ajustes adicionales en los parámetros del PLC para mejorar la eficiencia del sistema en diversas condiciones operativas.
- SEGUNDA:** Se anima a la investigación futura a explorar tecnologías emergentes con el objetivo de innovar y mejorar la eficiencia y capacidad de dispensación.
- TERCERA:** Se sugiere considerar una estructura de mayor tamaño para optimizar la operatividad del sistema en un entorno real adecuado. Esto implica realizar un estudio más detallado en la programación y la interfaz gráfica, dado que ambas áreas son cruciales para la implementación efectiva de funciones avanzadas del sistema.
- CUARTA:** Se recomienda una capacitación adecuada del personal para maximizar el uso eficiente del módulo dispensad.



REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Jara H., O. (2018). *La sistematización de experiencias*. Fundación Centro Internacional. Obtenido de <https://cepalforja.org/sistem/bvirtual/wp-content/uploads/2019/09/La-Sistematizaci%C3%B3n-de-Experiencias-pr%C3%A1ctica-y-teor%C3%ADa-para-otros-mundos-posibles.pdf>
- Niedermayr, P., Alberti, L., Bolognani, S., & Abl, R. (2020). Analysis and implementation of a sensorless technique for PMSM and stepping motors using Kalman filter. *IEEE Journal of Emerging and Selected Topics in Power Electronics*, 10(3), 3337-3344. doi:10.1109/JESTPE.2020.3041026
- Aarnley, P. (2002). *Stepping Motors: A Guide to Theory and Practice*. United Kingdom: Institution of Engineering and Technology. Obtenido de https://www.academia.edu/25552583/Stepping_Motors_a_guide_to_theory_and_practice_4th_edition
- AMIESTUDYCIRCLE. (2019). Robotics in Manufacturing. *MANUFACTURING AUTOMATION*, 1(1), 5-6. Obtenido de <https://amiestudycircle.com/free-samples/amie/chapters/Robotics%20in%20Manufacturing.pdf>
- Bolton, W. (2015). *Programmable Logic Controllers*. Newnes. Obtenido de <https://www.amazon.com/Programmable-Logic-Controllers-William-Bolton/dp/0128029293>
- Chevez, K., & Adrianzen, S. (2019). Diseño e implementación de prototipo de una máquina dispensadora de cupcakes para una actividad comercial en la ciudad de Chiclayo. *Ingenierías*. Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo, Lambayeque, Peru. Obtenido de <https://repositorio.unprg.edu.pe/handle/20.500.12893/5357>
- Cieszal. (25 de agosto de 2023). *Componentes mecánicos de una máquina CNC*. Obtenido de Componentes mecánicos de una máquina CNC: <https://cncdiyblog.wordpress.com/2017/04/09/primera-entrada-de-blog/Cnc-control-y-automatizacion-industrial>.
- Cnc-control-y-automatizacion-industrial. (27 de 06 de 2024). *cnc-control-y-automatizacion-industrial*. Obtenido de <https://cnc-control-y-automatizacion-industrial.webnode.es/news/cnc-como-funciona/>
- Cordova, L., & Davila, J. (2020). Propuesta tecnológica para la automatización del proceso de ventas estratégica de una distribuidora de medicamentos.



- Ingeniería*. UNIVERSIDA PERUANA DE CIENCIAS APLICADAS, Lima, Peru. Obtenido de <https://repositorioacademico.upc.edu.pe/handle/10757/654015>
- Craig, J. J. (2018). *Introduction to robotics: Mechanics and control*. Pearson.
- De Máquinas y Herramientas. (20 de agosto de 2023). *Introducción a la tecnología CNC*. Obtenido de *Introducción a la tecnología CNC*: <https://www.demaquinasyherramientas.com/mecanizado/introduccion-a-la-tecnologia-cnc>
- Echeguia, M., Farolini, S., & Quinelli, M. (2021). Optimizacion de Operaciones Logisticas en Farmacias Hospitalarias. *Ingenierias*. Universidad de la Republica, Departamento de Montevideo, Uruguay. Obtenido de <https://www.colibri.udelar.edu.uy/jspui/handle/20.500.12008/29734>
- EcuRed. (25 de agosto de 2023). *Microcontrolador "EcuRed"*. Obtenido de *Microcontrolador "EcuRed"*: <https://www.ecured.cu/Microcontrolador>
- Global, s. (27 de 06 de 2024). *Machine-level operator control and monitoring*. Obtenido de <https://www.siemens.com/global/en/products/automation/simatic-hmi/panels.html>
- Granja Oramas, M. (2014). Modelacion y Analisis de la Cinematica Directa e Inversa del Manipulador STANFORD de Seis Grados de Libertad. *Modelacion y Analisis de la Cinematica Directa e Inversa del Manipulador STANFORD de Seis Grados de Libertad*. Escuela Politecnica Nacional, Quito, Ecuador. Obtenido de <https://docplayer.es/6340192-Escuela-politecnica-nacional.html>
- Groover, M. P. (2019). *Automation, Production Systems, and Computer-Integrated Manufacturing*. Pearson. Obtenido de <https://www.amazon.com/Automation-Production-Systems-Computer-Integrated-Manufacturing/dp/0132393212>
- Hiwin. (27 de 06 de 2024). *Hiwin huesillo de bolas*. Obtenido de <http://linear.com.ua/manufacturers/hiwin.html>
- Hughes, A., & Drury, B. (2019). *Electric Motors and Drives*. United States: Fundamentals, Types and Applications. Obtenido de <https://archive.org/details/hughesa.druryb.electricmotorsanddrives.fundamentalstypesandapplications5ed2019/page/n3/mode/2up>



- Indutor. (27 de 06 de 2024). *CPU 1214C DC/DC/DC S7-1200*. Obtenido de <https://indutorperu.com/product/cpu-1214c-ac-dc-dc-s7-1200/>
- Jones, p., & Smith, A. (2018). *Microstepping Motor Driver Technology* . Journal of Advanced Motor Control Systems .
- Kumar, R., & Li, X. (2019). *Industrial Applications of Stepper Motor Drivers*. International Journal of Industrial Electronics and Automation.
- LeadShine. (25 de 06 de 2024). *DM Stepper Drivers*. Obtenido de DM Stepper Drivers:
<https://www.leadshine.com/productd/DM556E%20Stepper%20Drives-234-19.html>
- Leadshine Technology Co., L. (2016). *DM user manual*. Leadshine Technology Co., Ltd. Obtenido de <https://cdn.automationdirect.com/static/manuals/leadshinestepper/dm556e.pdf>
- M. Viñas , V. (2022). La farmacia hospitalaria en Perú. *Sefh* , 46(3). Obtenido de <https://www.revistafarmaciahospitalaria.es/>
- Macha, J. (2021). Diseño e Implemetacion de un Ruteador CNC de tres Ejes Para la Mejora en el Proceso de Desarrollo de Robots Educativos en la Empresa CIDIACCTEC. *Ingenierias*. Universidad Tecnologica del Peru, Lima, Peru. Obtenido de <https://repositorio.utp.edu.pe/handle/20.500.12867/4217>
- Macías Acosta, R., León Resendiz, A., & Limón Lozano, C. (2019). Análisis de la cadena de suministro por clasificación ABC: el caso de una empresa mexicana. *Revista Academia & Negocios*, 4(2), 83-94. Obtenido de <https://www.redalyc.org/journal/5608/560859050001/html/>
- Mihelj, M., Bajd, T., Ude, A., Lenarčič, J., Stanovnik, A., Munih, M., . . . Šlajpah, S. (2019). *Robot Environment*. Springer International Publishing. doi:DOI: 10.1007/978-3-319-72911-4_11
- Morar, A. (2003). Stepper Motor Model for Dynamic Simulation. *mures: Departament og Electrical Engineering*. Obtenido de https://ie.utcluj.ro/files/acta/2003/Number%202/Paper08_Morar.pdf
- Naylamp, M. (27 de 06 de 2024). *Driver PaP DM556 5.6A*. Obtenido de <https://naylampmechatronics.com/driver-pap-stepper/973-driver-pap-dm556-5a.html>



- Naylamp, M. (27 de 06 de 2024). *Fuente de alimentación conmutada AC/DC 250W 24V 10A WODE*. Obtenido de <https://naylampmechatronics.com/fuentes-switching-ac-dc/629-fuente-de-alimentacion-conmutada-acdc-250w-24v-10a-wode.html>
- Naylamp, M. (27 de 06 de 2024). *Micro Servo SG90*. Obtenido de <https://naylampmechatronics.com/servomotores/21-servo-sg90-1kg.html>
- Negrin, E. (2020). *Dispensador Automatizado de Medicamentos*. *Ingenieria*. UNIVERSIDAD DE MALAGA, Malaga, España. Obtenido de <https://riuma.uma.es/xmlui/bitstream/handle/10630/20720/Negrin%20Ruiz%20Elio%20Memoria.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Oliinyk, A., Fedorchenko, I., Stepanenko, A., Rud, M., & Goncharenko, D. (2021). *Implementation of Evolutionary Methods of Solving the Travelling Salesman Problem in a Robotic Warehouse*. Springer International Publishing. doi:DOI: 10.1007/978-3-030-43070-2_13
- Peru, M. d. (2021). *Decreto Supremo que modifica el Reglamento de Establecimientos Farmacéuticos*. *El Peruano*. Obtenido de <https://busquedas.elperuano.pe/dispositivo/NL/1918578-1>
- Pharmathek, P. M. (27 de 06 de 2024). *Pharmathek*. Obtenido de Pharmathek: <https://www.pharmathek.com/en/pharmacy-massa/>
- PIC micro® MCU, E. (27 de 06 de 2024). *Electronica Estudio*. Obtenido de <https://www.estudioelectronica.com/que-es-un-microcontrolador/>
- portal, S. (25 de 06 de 2024). *siemens*. Obtenido de siemens: <https://support.industry.siemens.com/cs/document/109744167/catalog-st-70-products-for-totally-integrated-automation-simatic?dti=0&dl=en&lc=es-ES>
- Pretruzella, F. D. (2016). *Programable Logic Controllers*. Mc Graw-Hill Education. Obtenido de <https://www.amazon.com/Programmable-Logic-Controllers-Frank-Petruszella/dp/0073373842>
- ROBOTS, R. D. (27 de 06 de 2024). Obtenido de Ventosas de vacío para aplicaciones : <https://revistaderobots.com/sistemas-de-vacio/ventosas-de-vacio-para-aplicaciones-industriales/>
- Sánchez González, E. (2016). *Qué sabe usted acerca de... sistemas de distribución*. Obtenido de <https://www.redalyc.org/pdf/579/57956609010.pdf>



- Siciliano, B., & Khatib, O. (2016). *Springer Handbook of Robotics*. Springer.
Obtenido de <https://link.springer.com/book/10.1007/978-3-319-32552-1>
- siemens. (25 de 06 de 2024). *siemens*. Obtenido de siemens:
<https://support.industry.siemens.com/cs/products/6av2123-2gb03-0ax0/simatic-hmi-ktp700-basic?pid=302298&mlfb=6AV2123-2GB03-0AX0&mfn=ps&lc=en-US>
- siemens. (25 de 06 de 2024). *siemens*. Obtenido de siemens:
<https://www.siemens.com/global/en/products/automation/simatic-hmi/software/wincc-tia-portal.html>
- siemens. (25 de 06 de 2024). *siemens*. Obtenido de siemens:
<https://www.siemens.com/global/en/products/automation/simatic-hmi/panels.html>
- siemens. (25 de 06 de 2024). *siemens* . Obtenido de siemens:
<https://mall.industry.siemens.com/mall/es/WW/Catalog/Product/6AV2123-2GB03-0AX0>
- Takashi, K., & Sugawara, A. (1995). *Stepping Motors and Their Microprocessor Controls*. Oxford University Press. doi:DOI: 10.1093/oso/9780198593867.001.0001
- Vasconez , P., & Benavidez, R. (2021). Diseño de un Dispensador Automatico de Pastillas. *DISEÑO DE UN DISPENSADOR AUTOMÁTICO DE PASTILLAS*. UNIVERSIDAD INTERNACIONAL DEL ECUADOR, D. M. Quito. Obtenido de <https://repositorio.uide.edu.ec/handle/37000/4520>
- Velandia, C., & Roncancio, A. (2020). PROTOTIPO DISPENSADOR AUTOMÁTICODE MEDICAMENTOS PARA PERSONAS DE LA TERCER EDAD. *Ingenierias*. Universidad del Bosque, Bogota, Colombia. Obtenido de <https://repositorio.unbosque.edu.co/handle/20.500.12495/3829>



ANEXOS



ANEXO 1. MATRIZ DE CONSISTENCIA

TÍTULO: IMPLEMENTACIÓN DE UN MODULO DISPENSADOR AUTOMATIZADO DE MEDICAMENTOS PARA LAS FARMACIAS DE LA REGION PUNO							
PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPOSTESIS	VARIABLES E INDICADORES				
PROBLEMA GENERAL ¿Como Automatizar y dispensar los medicamentos para las farmacias en la región Puno? PROBLEMA ESPECIFICO PE1: ¿Como implementar un módulo para la automatización y dispensación de medicamentos? PE2: ¿De qué manera se realizará la programación para	OBJETIVOS GENERAL Implementar un módulo dispensador automatizado de medicamentos para las farmacias de la región Puno OBJETIVOS ESPECIFICO OE1: Implementar un módulo para la automatización y dispensación de medicamentos. OE2: Programar el control del módulo	HIPOSTESIS GENERAL La automatización del módulo permite realizar la dispensación de los medicamentos en la farmacia de estudio. HIPOSTESIS ESPECIFICO HE1: La implementación del módulo mejora la dispensación de medicamentos. HE2: La programación del controlador PLC S7 1200, a través	Variables	Dimensiones	Indicadores	Unidades	
			Variable Independiente	Selección y búsqueda de bases de datos de diseño de los componentes y/o equipos. Dibujo y proyección en softwares de Diseño mecánico. Instrumentación tecnológica de actuadores	Catálogo de equipos y componentes. Se realiza el proyecto en software de SolidWorks. Con PLCSS7 1200, HMI TP700 Siemens y drivers para motores. Utilizando el software de TIA PORTAL V16.	Pruebas de operatividad en el PLC. Eficiencia de productividad. Tiempo, La medición cuantitativa del ciclo de trabajo	
			Implementación de un módulo dispensador Automatizado.	Diseño y programación y configuración del sistema dosificador.	Implementación		
			Variable Dependiente				



<p>el control del módulo? PE3: ¿Por qué implementar una interfaz gráfica de usuario?</p>	<p>dispensador de medicamentos. OE3: Realizar una interfaz gráfica en el HMI.</p>	<p>del software TIA Portal, permitirá realizar un control preciso del módulo mediante la configuración detallada y específica del sistema en dicho programa. HE3: Se desarrollará una interfaz gráfica de control, facilita la asignación del proceso de dispensación de medicamentos. Esta interfaz gráfica ofrecerá la capacidad de monitorear en tiempo real la distribución de fármacos.</p>	<p>Dispensador de medicamentos para las farmacias.</p>	<p>implementación de los sistemas mecánicos y eléctricos. programación y selección de medicamentos mediante recetas. ejecución de pruebas en el módulo dosificador de medicamentos.</p>	<p>mediante V-slots e impresión 3D. Controlador Lógico programables PLC S7 1200. Mediante sistemas HMI KTP y S7 1200 siemens.</p>	
--	---	--	--	---	---	--

ANEXO 2. PANEL FOTOGRÁFICO

Fotografía 1

Machine Translated by Google

DM556
Controlador de motor paso a paso



**Controlador digital
Modelo DM556**

Tecnología digital, máx. 50 VCC / 5,6 A. Descripción del producto: El DM556 es un versátil controlador paso a paso totalmente digital basado en un DSP con un algoritmo de control avanzado. El DM556 representa la nueva generación de controles digitales para motores paso a paso. Ofrece un nivel único de suavidad del sistema, proporcionando un par óptimo y eliminando las inestabilidades de rango medio. La tecnología de autodiagnóstico del motor y configuración automática de parámetros ofrece respuestas óptimas con diferentes motores y facilita su uso. Los motores accionados pueden funcionar con mucho menos ruido, generar menos calor y moverse con mayor suavidad que la mayoría de los controladores del mercado. Sus características únicas hacen del DM556 la solución ideal para aplicaciones que requieren suavidad a baja velocidad.

En comparación con el DM442, el DM556 ofrece un amplio rango de voltaje y una mayor corriente de salida para accionar una mayor variedad de motores paso a paso. Además, el DSP del DM556 puede accionar los motores a velocidades más altas (superiores a 3000 RPM), ofreciendo un rendimiento similar al de un servomotor.

Características:

- Antirresonancia, proporciona un par óptimo y anula las inestabilidades de rango medio • Voltaje de suministro de hasta +50 VCC (se recomienda no superar los 45 V debido a la fuerza contraelectromotriz) • Corriente de salida programable, de 0,5 A a 5,6 A • Reducción automática de la corriente de inactividad (en modo de parada) para reducir el calentamiento del motor; función conmutable (la tasa de reducción se puede
- Tecnología de autoprueba del motor y configuración automática de parámetros, ofrece respuestas óptimas con diferentes motores • Frecuencia de entrada de pulso de hasta 200 KHz
- Entrada compatible con TTL y aislada ópticamente • El multipaso permite que una entrada de paso de baja resolución produzca una salida de micropasos más alta para un rendimiento uniforme del sistema • Resoluciones de micropasos programables, desde paso completo hasta 102.400 pasos/rev
- Adecuado para motores bifásicos y tetrafásicos • Admite modos PUL/DIR y CW/CCW • Protecciones contra sobretensión, sobrecorriente y error de fase



Especificaciones eléctricas:

Parámetros	Mínimo	Típico	Máximo	Unidad
Corriente de salida	0.5	-	5.6 (4.0 RMS)	A
Tensión de alimentación	+20		+50	VCC
Corriente de señal lógica	7	10	16	mA
Frecuencia de entrada de pulsos	0	-	200	KHZ
Resistencia de aislamiento	500			MΩ

Especificaciones adicionales:

Parámetros	Mínimo	Típico	Máximo
Micropasos / 1,8°	Paso completo		102.400
Pulso/Dirección (PUL/DIR)		-	
Doble pulso (CW / CCW)		-	
Tamaños NEMA	17		34
Tipo de motor Mechatron	42BYGH-XXX		86BYGH-XXX

Se reserva el derecho de realizar modificaciones técnicas.
Technische Änderungen vorbehalten

1 22.10.2013

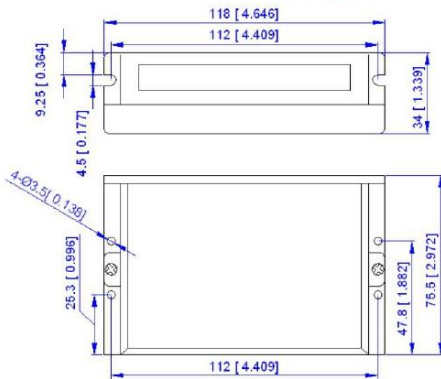
DM556

Controlador de motor paso a paso



Controlador digital
Modelo DM556

Especificaciones mecánicas:



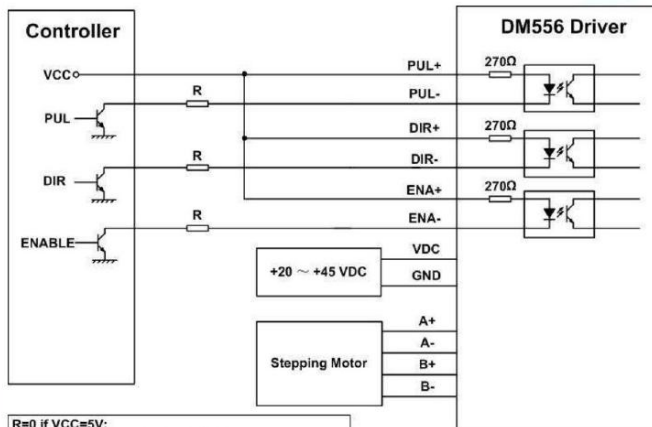
Unidad: mm [pulgada]

Aplicaciones:

Compatible con una amplia gama de motores paso a paso de tamaños NEMA 17, 23 y 34 (de 42 x 42 mm a 86 x 86 mm). Se puede utilizar en diversos tipos de máquinas, como mesas XY, máquinas de grabado, etiquetadoras, cortadoras láser, dispositivos de selección y colocación, etc. Especialmente adecuado para aplicaciones donde se desean bajos niveles de ruido, menor desarrollo de calor, alta velocidad y alta precisión.

Esquema de conexión típico:

Un sistema típico consta de un motor paso a paso, un controlador, una fuente de alimentación y un controlador. La siguiente imagen muestra un esquema de conexión típico:



R=0 if VCC=5V;
R=1K(Power>0.125W) if VCC=12V;
R=2K(Power>0.125W) if VCC=24V;
R must be connected to control signal terminal.

Se reserva el derecho de realizar modificaciones técnicas.

Technische Änderungen vorbehalten

22.10.2013

Fotografía 2

DATA SHEET

FUENTE DE PODER SWITCHING 24V/10A-240W

¡Atención! Si lo utiliza para un trabajo continuo (24 horas), la corriente nominal de la fuente debe ser inferior al 85 % de la corriente máxima.

Nuestros productos cumplen con todos los estándares de calidad.



CARACTERÍSTICAS GENERALES:	
Marca	PEPTEL
Modelo	PE-240-24
Tecnología	Fuente conmutada
Garantía	1 Año
Material	Aluminio
Tamaño	198 x 110 x 50mm
INGRESO:	
Ingreso	200V - 220V AC
Rango	100V - 240V AC
Conectores de Ingreso	Bornera Baquelita
Fase	Monofásico
Frecuencia	50 - 60 Hz
SALIDA:	
Potencia Real	240W
Salida	24V DC (100% Estabilizado)
Rango	+/- 1%
Amperaje	10 Amp
Conectores de salida	Bornera Baquelita
Eficiencia	≥ 85%
Distorsión de onda	Nula
Distorsión Armónica	<3%
CONDICIONES DE TRABAJO:	
Altitud	4800 m.s.m
Temperatura de Trabajo	0° ~ 60 °C
Humedad Relativa	0 ~ 95 % Sin condensación
RECOMENDACIÓN:	
➤ No utilice este equipo fuera de sus parámetros de trabajo ni lo sobre cargue.	

Fotografía 3

SIEMENS

hoja de datos del producto

6EP1332-1SH71



SIMATIC S7-1200 POWER MODUL PM1207 FUENTE ALIMENTACION ESTABILIZ. ENTRADA: AC 120/230 V SALIDA: DC 24 V/2,5 A

Datos técnicos

Producto	S7-1200 PM1207
Fuente de alimentación, tipo	24 V/2,5 A

Entrada

Entrada	AC monofásica
Tensión de alimentación/1/con AC/valor nominal	120 V
Tensión de alimentación/2/con AC/valor nominal	230 V
Rango de tensión/mín.	
• Observación	Cambio de rango automático
Tensión de entrada/1/con AC/valor inicial	85 ... 132 V
Tensión de entrada/2/con AC/valor inicial	176 ... 264 V
Entrada de rango amplio	No
Resistencia a sobretensiones	2,3 x U _e nom, 1,3 ms
Respaldo de red con la nom, mín.	20 ms
Respaldo de red	Con U _e = 93/187 V
Frecuencia nominal de red/1	50 / 60 Hz
Rango de frecuencia de red/mín.	47 ... 63 Hz
Intensidad de entrada/con valor nominal de la tensión de entrada 120 V/valor nominal	1,2 A
Intensidad de entrada/con valor nominal de la tensión de entrada 230 V/valor nominal	0,67 A

Fotografía 4

SIEMENS

hoja de datos del producto

6AV2123-2GB03-0AX0



SIMATIC HMI, KTP700 BASIC, BASIC PANEL,
MANDO POR TECLAS/TACTIL,
PANTALLA TFT 7" , 65536 COLORS,
INTERFAZ PROFINET,
CONFIGURABLE CON DESDE WINCC BASIC V13/ STEP7
BASIC V13,
CONTIENE SW OPEN SOURCE QUE SE CEDE
GRATUITAMENTE VER EN EL CD ADJUNTO

Display	
Tipo de display	Pantalla TFT panorámica, retroiluminación LED
Diagonal de pantalla	7 in
Achura del display	154,1 mm
Altura del display	85,9 mm
Nº de colores	65536
Resolución (píxeles)	
Resolución de imagen horizontal	800
Resolución de imagen vertical	480
Retroiluminación	
MTBF de la retroiluminación (con 25 °C)	20000 h
Retroiluminación variable	Sí
Elementos de mando	
Teclado	
Nº de teclas de función	8
Teclas con LED	No
Teclas del sistema	No
Teclado numérico/alfanumérico	
Teclado numérico	Sí ; Teclado en pantalla

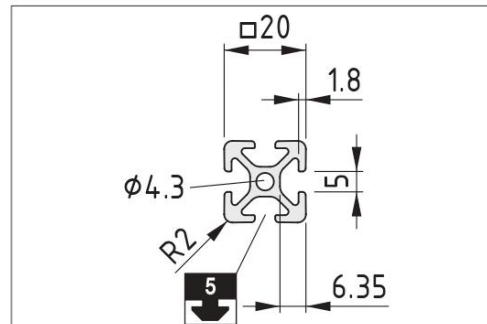
Fotografía 5

Perfil 5 20x20, natural



El perfil 5 20x20 es un perfil de construcción universal de aluminio anodizado de alta calidad en la dimensión modular de la serie 5. Este compacto perfil de aluminio, en su variante de diseño estándar de item, cuenta con cuatro ranuras de perfil de la serie 5 abiertas.

item



Volumen de suministro

Nota técnica

[0.0.370.03](#) Para más información, haga clic aquí.

Características	
Número de artículo	0.0.370.03
Color	natural
Unidad de suministro	corte máx. 6000 mm
Peso	0,48 kg/m
Material	Al, anodizado
Sección transversal	1,80 cm ²
Momento de inercia, torsional	0,07 cm ⁴
Momento de inercia, eje x	0,72 cm ⁴
Momento de inercia, eje y	0,72 cm ⁴
Momento resistente, eje x	0,72 cm ³
Momento resistente, eje y	0,72 cm ³
Fuerza de extracción admisible de la ranura	500 N

Accesorios	
0.0.370.09	Tapeta 5 20x20, negro

item Industrietechnik GmbH
Friedenstrasse 107-109
42699 Solingen, Alemania

+49 212 6580 0
info@item24.com
item24.com

Gestión de calidad
DIN EN ISO 9001:2015
Solingen, 15.01.2019

Estado: 21.07.25

Fotografía 6

SIEMENS

Hoja de datos

6ES7215-1AG40-0XB0

Siemens
EcoTech



SIMATIC S7-1200, CPU 1215C, CPU compacta, DC/DC/DC, 2 puertos PROFINET, E/S integradas: 14 DI 24 V DC; 10 DO 24 V DC; 0,5 A; 2 AI 0-10 V DC; 2 AO 0-20 mA DC, alimentación: DC 20,4-28,8 V DC, memoria de programas/datos 200 kB



Figura similar

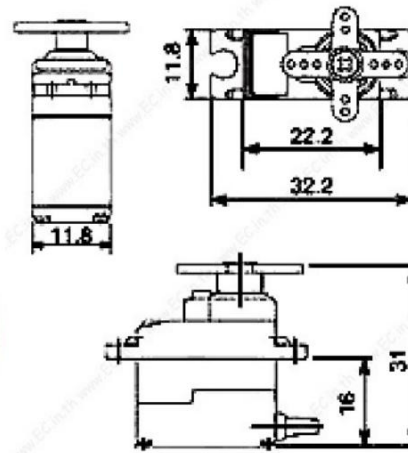
Información general	
Designación del tipo de producto	CPU 1215C DC/DC/DC
Versión de firmware	V4.6
Ingeniería con	
<ul style="list-style-type: none"> Paquete de programación 	STEP 7 V18 o superior
Tensión de alimentación	
Valor nominal (DC)	
<ul style="list-style-type: none"> 24 V DC 	Sí
Rango admisible, límite inferior (DC)	20,4 V
Rango admisible, límite superior (DC)	28,8 V
Protección contra inversión de polaridad	Sí
Tensión de carga L+	
<ul style="list-style-type: none"> Valor nominal (DC) Rango admisible, límite inferior (DC) Rango admisible, límite superior (DC) 	24 V 20,4 V 28,8 V
Intensidad de entrada	
Consumo (valor nominal)	500 mA; Solo CPU
Consumo, máx.	1 500 mA; CPU con todos los módulos de ampliación
Intensidad de cierre, máx.	12 A; con 28,8 V DC
I _t	0,5 A ² ·s
Intensidad de salida	
Para bus de fondo (5 V DC), máx.	1 600 mA; máx. 5 V DC para SM y CM
Alimentación de sensores	
Alimentación de sensores 24 V	
<ul style="list-style-type: none"> 24 V 	L+ menos 4 V DC mín.
Pérdidas	
Pérdidas, típ.	12 W
Memoria	
Memoria de trabajo	
<ul style="list-style-type: none"> integrada 	200 kbyte
Memoria de carga	
<ul style="list-style-type: none"> integrada enchufable (SIMATIC Memory Card), máx. 	4 Mbyte con SIMATIC Memory Card
Respaldo	
<ul style="list-style-type: none"> existente libre de mantenimiento 	Sí Sí

6ES72151AG400XB0
Página 1/7

18/12/2024

Sujeto a cambios
© Copyright Siemens

Fotografía 7

**SG90** Micro servo de 9 g

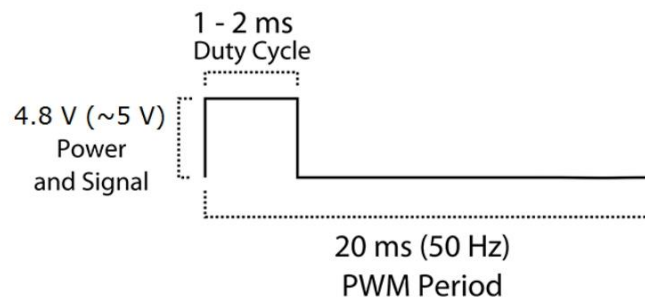
Pequeño y ligero, con alta potencia de salida. El servo puede girar aproximadamente 180 grados (90° en cada dirección) y funciona igual que los modelos estándar, pero...*menor* Puedes usar cualquier código, hardware o biblioteca de servos para controlarlos. Ideal para principiantes que quieran mover objetos sin tener que construir un controlador de motor con retroalimentación y reductor, especialmente porque cabe en espacios reducidos. Incluye 3 brazos y hardware.

ESPECIFICACIONES

- Peso: 9 g
- Dimensiones: 22,2 x 11,8 x 31 mm aprox.
- Par de calado: 1,8 kgf-centímetro
- Velocidad de funcionamiento: 0,1 s/60 grados
- Voltaje de funcionamiento: 4,8 V (~5 V)
- Ancho de banda muerta: 10 micras
- Rango de temperatura: 0 °C – 55 °C



PWM=Orange (⏏) 
Vcc = Red (+)
Ground=Brown (-) 



La posición "0" (pulso de 1,5 ms) es media, "90" (pulso de ~2 ms) está completamente a la derecha, "-90" (pulso de ~1 ms) está completamente a la izquierda.

Fotografía 8

Husillos de rosca trapezoidales

Husillo laminado de rosca trapezoidal

En el proceso de laminado, la superficie es robusta y uniforme, y la estructura interna natural del material no es interrumpida. Los husillos trapezoidales laminados son por lo tanto particularmente resistentes al rozamiento, la corrosión y el desgaste.

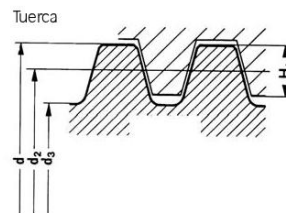
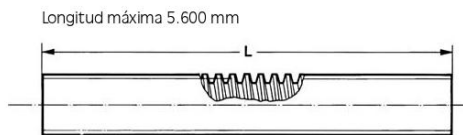
- Con tuercas de metal para velocidades bajas y medias

- Con tuercas de plástico para velocidades altas
- Los husillos trapezoidales de NEFF están disponibles en dos variantes:

Husillos laminados de rosca trapezoidal RTS
Husillos laminados de rosca trapezoidal de precisión RPTS

Tipo	RPTS	BR
Rosca	Rosca métrica trapezoidal ISO según DIN 103, 7e	Rosca métrica trapezoidal ISO según DIN 103, 9c
Diámetro	10 hasta 80 mm	15 hasta 60 mm
Paso	De 2 a 24mm	De 3 a 9 mm
Número de entradas	Hasta 6 entradas	Hasta tres entradas
Dirección de la rosca	Rosca derecha, entrada individual y rosca izquierda (con una entrada) bajo pedido.	Rosca derecha, rosca izquierda disponible bajo pedido
Longitud	Hasta 3000 mm para husillos hasta Tr 18x4, hasta 6000 mm desde Tr 20x4	Estándar: 5.600 mm
Material	1.0401 (acero C15 con tratamiento superficial), recocido, soldable.	F114 estándar, especial bajo pedido
Error de paso	50 a 300 µm/300 mm	300 µm/300 mm
Rectitud	0,1 a 0,5 mm/300 mm	1,5 mm/300 mm
Husillos con rosca derecha e izquierda	Para pasos de 3/4/5/6 mm	Bajo pedido
Tratamiento final	De acuerdo con las exigencias del cliente	Bajo pedido

Husillos de rosca trapezoidal por arranque de viruta



Dimensiones de la rosca según norma DIN103; clase de tolerancia 9c

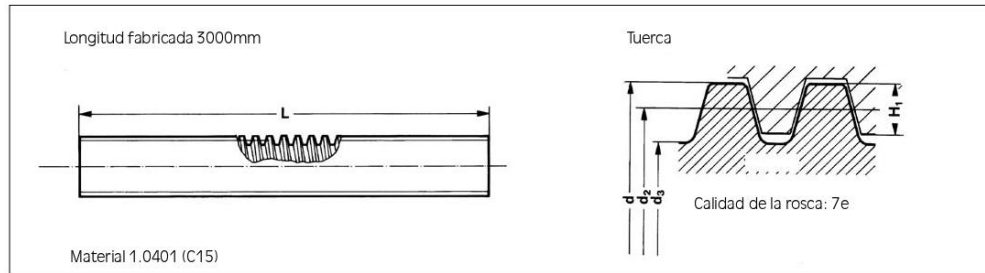
Tipo	d	Paso	d2	h1	Peso Kg/m
BR 15/3	15	3	11,7	1,5	1,20
BR 20/4	20	4	15,5	2	2,00
BR 25/5	25	5	19,5	2,5	3,30
BR 30/6	30	6	23,5	3	4,50

Sobre pedido podemos suministrar tipos especiales, con rosca derecha e izquierda, en acero inoxidable. Consultar.

4

Husillos trapezoidales

Husillos trapezoidales de precisión laminados RPTS



Tipo ¹⁾	Dimensiones					Precisión $\mu\text{m}/300\text{ mm}$	Rectitud $\mu\text{m}/300\text{ mm}$	2)	3)	Peso (kg/ml)	Momento de inercia polar (cm^4)	Momento de resistencia ⁴⁾ (cm^3)	Momento de inercia (kgm^2/ml)
	d	$d_{2\text{ min}}$	$d_{2\text{ max}}$	d_2 ⁷⁾	H_1								
RPTS Tr 10x2	10	8.739	8.929	6.89	1	300	0.5	4°2'	0.40	0.500	0.011	0.032	0.51.10 ⁻⁵
RPTS Tr 10x3	10	8.191	8.415	5.84	1.5	300	0.5	6°24'	0.51	0.466	0.0057	0.020	0.40.10 ⁻⁵
RPTS Tr 12x3	12	10.191	10.415	7.84	1.5	300	0.5	5°11'	0.46	0.746	0.019	0.047	1.03.10 ⁻⁵
RPTS Tr 12x6 P3	12	10.165	10.415	7.84	1.5	300	0.5	10°18'	0.62	0.746	0.019	0.047	1.03.10 ⁻⁵
RPTS Tr 14x3	14	12.191	12.415	9.84	1.5	300	0.5	4°22'	0.42	1.04	0.046	0.094	2.04.15 ⁻⁵
RPTS Tr 14x4	14	11.640	11.905	8.80	2	300	0.5	6°3'	0.50	0.888	0.029	0.067	1.60.10 ⁻⁵
RPTS Tr 16x4	16	13.640	13.905	10.80	2	50	0.1	5°11'	0.46	1.21	0.067	0.124	2.96.10 ⁻⁵
RPTS Tr 16x8 P4	16	13.608	13.905	10.80	2	300	0.3	10°18'	0.62	1.20	0.067	0.124	2.96.10 ⁻⁵
RPTS Tr 18x4	18	15.640	15.905	12.80	2	50	0.1	4°32'	0.43	1.58	0.132	0.206	5.05.10 ⁻⁵
RPTS Tr 20x4 ⁶⁾	20	17.640	17.905	14.8	2	50	0.1	4°2'	0.40	2.00	0.236	0.318	8.10.10 ⁻⁵
RPTS Tr 20x8 P4	20	17.608	17.905	14.8	2	200	0.2	8°3'	0.57	2.00	0.236	0.318	8.10.10 ⁻⁵
RPTS Tr 20x16 P4	20	17.608	17.905	14.8	2	200	0.2	15°47'	0.71	2.00	0.236	0.318	8.10.10 ⁻⁵
RPTS Tr 22x5	22	19.114	19.394	15.50	2.5	50	0.1	4°39'	0.43	2.23	0.283	0.366	1.00.10 ⁻⁴
RPTS Tr 22x24 P455 ⁵⁾	22	19.140	19.505	16.50	2.5	200	0.2	21°34'	0.75	2.23	0.364	0.411	1.00.10 ⁻⁴
RPTS Tr 24x5	24	21.094	21.394	17.50	2.5	50	0.1	4°14'	0.41	2.72	0.460	0.526	1.50.10 ⁻⁴
RPTS Tr 24x10P5	24	21.058	21.394	17.50	2.5	200	0.2	8°25'	0.58	2.72	0.460	0.526	1.50.10 ⁻⁴
RPTS Tr 26x5	26	23.094	23.394	19.50	2.5	50	0.1	3°52'	0.39	3.26	0.710	0.728	2.0.10 ⁻⁴
RPTS Tr 28x5	28	25.094	25.394	21.50	2.5	50	0.1	3°34'	0.37	3.85	1.05	0.976	3.0.10 ⁻⁴
RPTS Tr 30x6	30	26.547	26.882	21.90	3	50	0.1	4°2'	0.40	4.50	1.13	1.03	4.0.10 ⁻⁴
RPTS Tr 30x12 P6	30	26.507	26.882	21.90	3	200	0.2	8°3'	0.57	4.50	1.13	1.03	4.0.10 ⁻⁴
RPTS Tr 32x6	32	28.547	28.882	23.90	3	50	0.1	3°46'	0.38	5.18	1.60	1.34	5.0.10 ⁻⁴
RPTS Tr 36x6	36	32.547	32.882	27.90	3	50	0.1	3°18'	0.35	6.71	2.97	2.13	9.0.10 ⁻⁴
RPTS Tr 40x7	40	36.020	36.375	30.50	3.5	50	0.1	3°29'	0.37	8.00	4.25	2.79	1.3.10 ⁻³
RPTS Tr 40x14 P7	40	35.978	36.375	30.50	3.5	200	0.2	6°57'	0.53	8.00	4.25	2.79	1.3.10 ⁻³
RPTS Tr 44x7	44	40.020	40.275	34.50	3.5	50	0.1	3°8'	0.34	9.87	6.95	4.03	2.0.10 ⁻³
RPTS Tr 48x8	48	43.468	43.868	37.80	4	100	0.1	3°18'	0.35	12.0	10.0	5.30	2.9.10 ⁻³
RPTS Tr 50x8	50	45.468	45.868	39.30	4	100	0.1	3°10'	0.34	13.1	11.7	5.96	3.4.10 ⁻³
RPTS Tr 60x9	60	54.935	55.360	48.15	4.5	200	0.3	2°57'	0.33	18.0	26.4	11.0	6.9.10 ⁻³
RPTS Tr 70x10	70	64.425	64.850	57.00	5	200	0.3	2°48'	0.32	26.0	51.8	18.2	1.4.10 ⁻⁴
RPTS Tr 80x10	80	74.425	74.850	67.00	5	200	0.3	2°25'	0.29	34.7	98.9	29.5	2.4.10 ⁻³

¹⁾ Tr 20x4 significa: rosca trapezoidal con un diámetro exterior $d=20\text{mm}$, de una entrada, con paso de 4mm con rosca derecha o izquierda

Tr 20x8 P4 significa: rosca trapezoidal con un diámetro exterior $d=20\text{mm}$, de dos entradas, con paso de 8mm, con sólo rosca derecha

²⁾ Ángulo de inclinación de la rosca: ver fórmula pág.51

³⁾ El coeficiente teórico para convertir el movimiento rotativo a movimiento lineal con coeficiente de fricción $\mu=0.1$. Eficacia para otros coeficientes de fricción; ver fórmula pág.51

⁴⁾ El momento de inercia polar es el doble que el momento de inercia

⁵⁾ Perfil especial

⁶⁾ Hasta una longitud de 6000mm. Se realizan cortes según la medida deseada por el cliente

⁷⁾ El diámetro de fondo es según norma DIN 103

Fotografía 9

Tuercas Trapezoidales

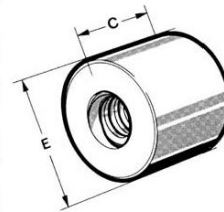
Tuercas trapeciales

Las tuercas trapecoidales son fabricadas con herramientas especiales según norma DIN 103, clase de tolerancia H7.

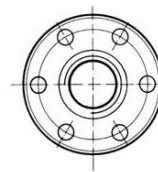
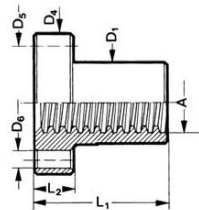
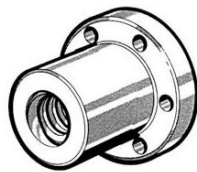
Casquillo de bronce. Tipo: CS

- Para transmisiones de movimiento en operación continua, con unas características de uso particularmente buenas.
- Apropriadadas para ser utilizadas como tuerca de seguridad
- Pueden ser utilizadas en combinación con husillos inox resistentes a la corrosión.

Tipo	C	E
CS 15/3	25	25
CS 20/4	30	30
CS 25/5	37	35
CS 30/6	45	45
CS 40/7	60	55
CS 50/8	75	65
CS 60/9	90	75



Tuerca de acero con casquillo de bronce. Tipo: TR



Material: acero F114 con casquillo de bronce encasquillado

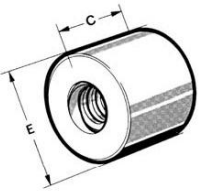
- La tuerca de acero con casquillo de bronce es apropiada en casos de fijación a elementos mediante el uso de la soldadura.
- Para transmisiones de movimiento en operación continua, con unas características de uso particularmente buenas.
- Apropriadadas para ser utilizadas como tuerca de seguridad.
- Pueden ser utilizadas en combinación con husillos inox resistentes a la corrosión.

Ref.	D1	D4	D5	D6	L1	L2
TR 15/3	38	60	50	3 x M6	25	10
TR 20/4	42	70	55	4 x M6	30	12
TR 25/5	52	80	65	4 x M6	37	12
TR 30/6	65	110	82	4 x M8	45	16
TR 40/7	75	110	93	6 x M8	60	16
TR 50/8	90	135	113	6 x M10	75	18
TR 60/9	105	155	129	6 x M12	90	22

Tuercas Trapezoidales

Tuerca larga cilíndrica LRM

- Para aplicaciones de velocidades lentas y medias, con ciclo de trabajo menos de 20%
- Tratamiento adicional: la rosca sirve como referencia para un proceso de fabricación y montaje preciso
- Puede ser utilizada en combinaciones con husillos de inox. resistentes a la corrosión
- Material: 2.1090 (G-CuSn 7 ZnPb (Rg7))



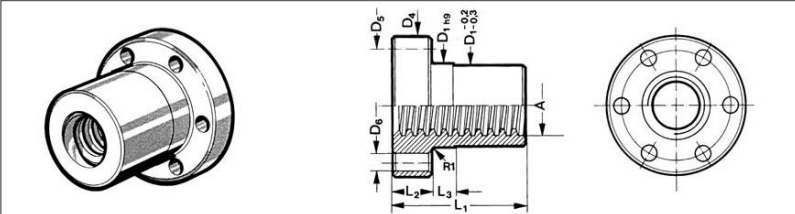
Tipo	E (mm)	C (mm)	Peso (kg)	Area (mm ²)	Tipo	E (mm)	c (mm)	Peso (kg)	Area (mm ²)
LRM Tr 10x2	22	20	0.056	200	LRM Tr 26x5	50	48	0.58	1240
LRM Tr 10x3	22	20	0.056	190	LRM Tr 28x5	60	60	1.2	1680
LRM Tr 12x3	26	24	0.092	280	LRM Tr 30x6	60	60	1.2	1780
LRM Tr 12x6 P3 ²⁾	26	24	0.092	280	LRM Tr 30x12 P6	60	60	1.2	1780
LRM Tr 14x3	30	28	0.14	380	LRM Tr 32x6	60	60	1.2	1910
LRM Tr 14x4	30	28	0.14	370	LRM Tr 36x6	75	72	2.2	2610
LRM Tr 16x4	36	32	0.25	490	LRM Tr 40x7	80	80	2.8	3210
LRM Tr 16x8 P4 ²⁾	36	32	0.25	490	LRM Tr 40x14 P7	80	80	2.8	3210
LRM Tr 18x4	40	36	0.34	630	LRM Tr 44x7	80	80	2.6	3560
LRM Tr 20x4	45	40	0.48	790	LRM Tr 48x8	90	100	4.3	4840
LRM Tr 20x8 P4 ²⁾	45	40	0.45	790	LRM Tr 50x8	90	100	4.2	5060
LRM Tr 22x5	45	40	0.46	850	LRM Tr 60x9	100	120	5.7	7320
LRM Tr 22x24 P4 ¹⁾	45	40	0.46	880	LRM Tr 70x10	110	140	7.6	10000
LRM Tr 24x5	50	48	0.69	1130	LRM Tr 80x10	120	160	9.7	13200
LRM Tr 24x10 P5 ²⁾	50	48	0.65	1130					

¹⁾ Rosca especial; diámetro 21,5

²⁾ P3: Paso 3, 2 entradas

Tuercas completas de bronce - EFM

- Para transmisiones de movimiento en operación continua, con unas características de uso particularmente buenas.
- Las tuercas EFM pueden ser montadas con los adaptadores KON y KAR.
- Apropriadadas para ser utilizadas como tuerca de seguridad
- Material: 2.1090(G-CuSn(Rg7))
- Pueden ser utilizadas en combinación con husillos inox. resistentes a la corrosión.



Tipo	Dimensiones (mm)							Peso (kg)	Area (mm ²)
	D ₁	D ₄	D ₅	6xD ₆	L ₁	L ₂	L ₃		
EFM Tr 16x4	28	48	38	6	44	12	8	0.25	670
EFM Tr 18x4	28	48	38	6	44	12	8	0.25	770
EFM Tr 20x4	32	55	45	7	44	12	8	0.30	870
EFM Tr 24x5	32	55	45	7	44	12	8	0.30	1040
EFM Tr 30x6	38	62	50	7	46	14	8	0.40	1370
EFM Tr 36x6	45	70	58	7	59	16	10	0.60	2140
EFM Tr 40x7	63	95	78	9	73	16	10	1.7	2930
EFM Tr 50x8	72	110	90	11	97	18	10	2.6	4900
EFM Tr 60x9	85	125	105	11	99	20	10	3.7	6040

8

Fotografía 10

2-phase stepping motors

H series

42mm

STEPSYN 242H

2-phase H series
42mm



General specifications

- Dielectric strength: 500 VAC
- Insulation resistance: 100 MΩ (500 VDC)
- Insulation type: B type
- Allowable radial load: 28N
- Allowable thrust load: 10N

* The load point is 1/3 from the axis end.

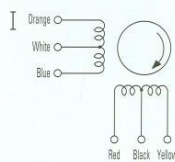
Specifications (unipolar windings)

Model	Axis	Basic step angle (°)	Voltage (V)	Current (A/phase)	Resistance (Ω/phase)	Inductance (mH/phase)	Holding torque N·m (kgf·cm)	Rotor inertia (x10 ⁻⁴ kg·m ²)	Mass (kg)	Connection cord
103H546-0440(0410)	One axis (both axes)	1.8	3.15	1	3.15	2.8	0.147(1.5)	0.03	0.2	I
103H548-0440(0410)			3.6	1.2	3	4.3	0.265(2.7)	0.053	0.28	
103H549-0440(0410)			3.96	1.2	3.3	3.8	0.315(3.2)	0.065	0.35	

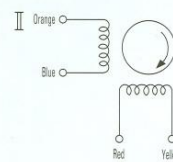
Specifications (bipolar windings)

Model	Axis	Basic step angle (°)	Voltage (V)	Current (A/phase)	Resistance (Ω/phase)	Inductance (mH/phase)	Holding torque N·m (kgf·cm)	Rotor inertia (x10 ⁻⁴ kg·m ²)	Mass (kg)	Connection cord
103H546-5040(5010)	One axis (both axes)	1.8	3.15	2	0.6	0.7	0.147(1.5)	0.03	0.2	I
103H548-5040(5010)			3.6	2	0.8	1.5	0.265(2.7)	0.053	0.28	

Motor inner connections and rotation direction (as viewed from the mounting base)

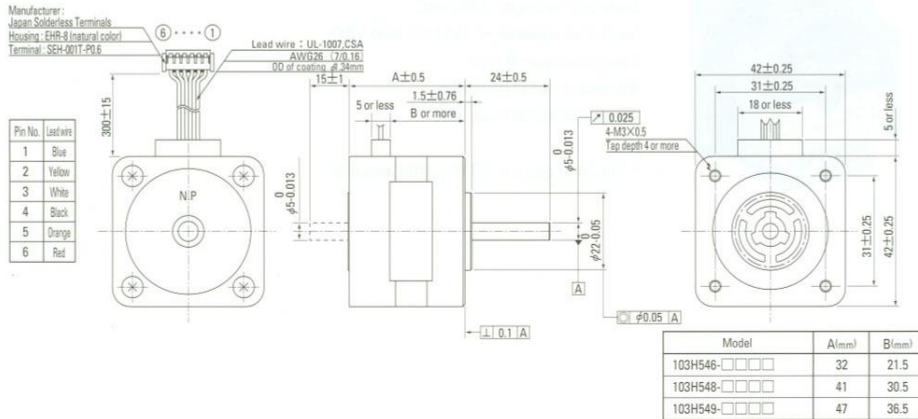


		Color of lead			
		Black and white	Red	Blue	Yellow
Step	1	⊕	⊖	⊖	
	2	⊕		⊖	
	3	⊕			⊖
	4	⊕	⊖		



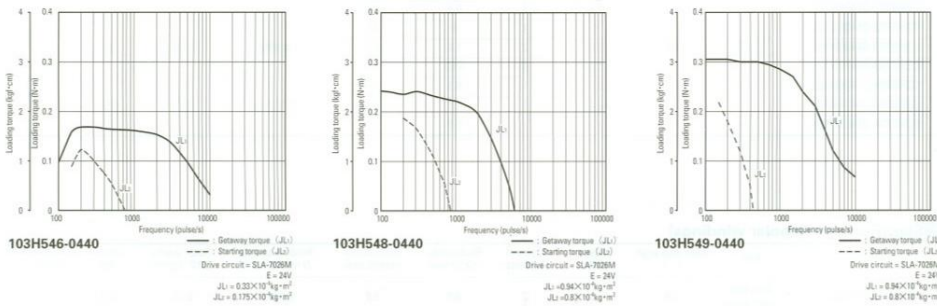
		Color of lead			
		Red	Blue	Yellow	Orange
Step	1	⊖	⊖	⊕	⊕
	2	⊕	⊕	⊖	⊖
	3	⊕	⊕	⊖	⊖
	4	⊖	⊕	⊕	⊖

Dimension (unipolar windings) [unit:mm]



*The bipolar windings consist only of lead wires.

Frequency-torque characteristics (2-phase excitation drive)



*The measured current is based on the specification.

2-phase H Series
42mm



ANEXO 3. VALIDACIÓN DE INSTRUMENTOS

Apéndice2: Instrumentos.

I.- Datos del experto

1.- Apellidos y Nombres: Dr. RICARDO DNIBAL MALDONADO MAMANI

2.- Cargo e institución donde labora: DOCENTE UANCV

Se realizan una lista de instrumentos electrónicos que se utilizaron para el proyecto "IMPLEMENTACIÓN DE UN MODULO DISPENSADOR AUTOMATIZADO DE MEDICAMENTOS PARA LAS FARMACIAS DE LA REGION PUNO", 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
Driver PAP DM 556 Leadshine	Voltaje
Fuente de Poder Yueqing wode Electrical co., Ltd	Voltaje
Servo Motor SG 90 Tower Pro	Voltaje
Motor Paso Paso Nema 17 Stepping Motor	Voltaje
Controlador Interface PLC, Servo Motor Elaboración Propia	Voltaje

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

Nota: Instrumentos electrónicos en la experimentación.



Apéndice3: Validación de instrumentos.

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

Validación de instrumentos Electrónicos

INSTRUMENTOS	VALIDACIÓN
Multímetro Uni - T	CERTIFICADO
Pantalla HMI Siemens	Multímetro
Controlador Lógico Programable S7 1200 Siemens	Multímetro
Driver PAP DM 556 Leadshine	Multímetro
Fuente de Poder Yueqing wode Electrical co., Ltd	Multímetro
Servo Motor SG 90 Tower Pro	Multímetro
Motor Paso Paso Nema 17 Stepping Motor	Multímetro
Controlador Interface PLC, Servo Motor	Multímetro
Elaboración Propia	

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			Multímetro/
	Pantalla HMI Siemens	Voltaje (V) 0 a 24V	0 a 27648 bits	HMI
	Controlador Lógico Programable S7 1200 Siemens	Voltaje (V) 0 a 24V	0 a 27648 bits	Multímetro/ PLC
	Driver PAP DM 556 Leadshine	Voltaje (V) 0 a 50V	9 a 15 bits	Multímetro/
	Fuente de Poder Yueqing wode Electrical co., Ltd	Voltaje (V) Input 0 a 220V Output 0 a 24V		Multímetro/
	Servo Motor SG 90 Tower Pro	Voltaje (V) 4 a 6V	16 bits	Multímetro/
	Motor Paso Paso Nema 17 Stepping Motor	Voltaje (V) 0 a 24V	8.6439 bits	Multímetro/
	Controlador Interface PLC, Servo Motor Elaboración Propia	Voltaje (V) 0 a 24V	9 bits	Multímetro/

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 [X]

Fecha de entrega: 05/09/2025

1. Datos del autor (es):

Formulario containing fields for author information: Nombres y Apellidos: RODY WALDIR MAMANI MAMANI, Dirección: Residencial Aeropuerto Mz: E Lt: 12, DNI/Carné de Extranjería/Pasaporte N°: 73503907, Teléfono: 961309709, email: rudykiritto2@gmail.com, Facultad y/o Escuela de Posgrado: INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS, Escuela Profesional o Mención: INGENIERÍA MECATRÓNICA, Título o Grado Académico a optar: INGENIERO MECATRÓNICO, Asesor: M.Sc. ABELARDO LEON MIRANDA, Título: IMPLEMENTACIÓN DE UN MODULO DISPENSADOR AUTOMATIZADO DE MEDICAMENTOS PARA LAS FARMACIAS DE LA REGION PUNO, Palabras claves: Modulo Dispensador, Automatización, Robot Cartesiano.



2. Referencia de tesis:

Bachiller Título 2da Especialidad Maestría Doctorado

3. Licencias:

a) Licencia estándar:

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

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

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

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

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

Autorizo su publicación (marque con una X)

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

b) Licencia CREATIVE COMMONS 4.0 INTERNACIONAL:

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

¿Quiere permitir usos comerciales de su producción intelectual?

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

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

- Sí autorizo
- No autorizo



Jurisdicción de su Licencia

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

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

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

Internacional

Nacional

Línea de investigación: **TECNOLOGÍA DE LA INSTRUMENTACIÓN – P21**

Firma de Autor



huella digital

05 de Setiembre del 2025

Fecha