

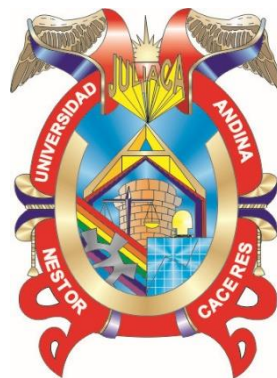


UNIVERSIDAD ANDINA

NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ

FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA MECATRÓNICA



**IMPLEMENTACION DE UN SISTEMA DE POSICIONAMIENTO
AUTOMATICO PARA OPERACIONES DE CORTE
DE TUBO METALICO**

TESIS PRESENTADA POR:

Bach. MAX ANTHONY CABALLERO ZUÑIGA

**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

**IMPLEMENTACION DE UN SISTEMA DE POSICIONAMIENTO
AUTOMATICO PARA OPERACIONES DE CORTE
DE TUBO METALICO**

TESIS PRESENTADA POR:

Bach. MAX ANTHONY CABALLERO ZUÑIGA

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:
INGENIERO MECATRÓNICO

APROBADA POR EL JURADO REVISOR:

PRESIDENTE

: 
Mgtr. SALVADOR TEODORO VALDIVIA CARDENAS

PRIMER MIEMBRO

: 
Ing. ADWAR RANULFO SANCHEZ CARREON

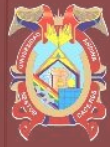
SEGUNDO MIEMBRO

: 
Ing. CARLOS ALEJANDRO CACERES VARGAS

ASESOR DE TESIS

: 
M.Sc. ABELARDO LEON MIRANDA

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN : TECNOLOGÍA DE LA INSTRUMENTACIÓN – P21



RESOLUCIÓN DECANAL N° 467-2024-D-FICP-UANCV

Juliaca, 09 de octubre de 2024

VISTOS:

El **INFORME N° 009-2024-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°412-2024 de fecha 27 de agosto de 2024 sobre la aprobación del Informe Final del trabajo de Investigación (tesis) titulado: **IMPLEMENTACION DE UN SISTEMA DE POSICIONAMIENTO AUTOMATICO PARA OPERACIONES DE CORTE DE TUBO METALICO**; y el trámite solicitado por el Bachiller en **Ingeniería Mecatrónica** y;

CONSIDERANDO:

Que, el Bachiller: **MAX ANTHONY CABALLERO ZUÑIGA**; ha solicitado fecha y hora para efectuar la sustentación del Informe Final del Trabajo de Investigación (tesis) titulado: **IMPLEMENTACION DE UN SISTEMA DE POSICIONAMIENTO AUTOMATICO PARA OPERACIONES DE CORTE DE TUBO METALICO**, 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** : **Mgtr. SALVADOR TEODORO VALDIVIA CARDENAS**
- * **1er Miembro** : **Ing. ADWAR RANULFO SANCHEZ CARREON**
- * **2do Miembro** : **Ing. CARLOS ALEJANDRO CACERES VARGAS**
- * **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: **MAX ANTHONY CABALLERO ZUÑIGA**; rendirá el Examen de Sustentación del Informe Final del Trabajo de Investigación (tesis) titulado **IMPLEMENTACION DE UN SISTEMA DE POSICIONAMIENTO AUTOMATICO PARA OPERACIONES DE CORTE DE TUBO METALICO**, para optar el Título Profesional de **Ingeniero Mecatrónico** de acuerdo al siguiente detalle:

- * **FECHA** : viernes 11 de octubre de 2024
- * **HORA** : 10:00
- * **LUGAR** : Aula 204 - 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.

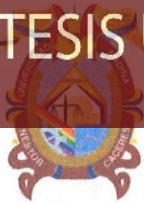


UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"
FACULTAD DE INGENIERIAS Y CIENCIAS PURAS
Dr. MILTHON QUISPE HUANCA
DECANO
CIP. 47790



UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"
FACULTAD DE INGENIERIAS Y CIENCIAS PURAS
Dr. EFRAIN PARILLO SOSA
SECRETARIO ACADÉMICO
CIP. 90831

C.c.
Arch. 2024
Interesado
Escuela Profesional



"NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"

RESOLUCIÓN DECANAL N° 412-2024-D-FICP-UANCV

Juliaca, 27 de agosto de 2024

VISTOS:

El **INFORME N° 154-2024-D-EPIC-FICP-UANCV-J**, del Director Unidad de Investigación de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Ingeniería Mecatrónica, **INFORME N° 010-2024-UI-CI-EPIC-FICP-UANCV** del Presidente del Sub Comité de Evaluación de la Escuela Profesional de Ingeniería Mecatrónica, **RESOLUCIÓN DECANAL N° 685-2023-D-FICP-UANCV** que aprueba el Proyecto de Investigación el **02 de agosto de 2023** y el acta de revisión y calificación del Trabajo de Investigación (tesis) de fecha **12 de agosto de 2024** para optar el Título Profesional de Ingeniero Mecatrónico, con el tema titulado: **IMPLEMENTACION DE UN SISTEMA DE POSICIONAMIENTO AUTOMATICO PARA OPERACIONES DE CORTE DE TUBO METALICO.**

CONSIDERANDO:

Que, el (la) Bachiller: **MAX ANTHONY CABALLERO ZUÑIGA**, ha presentado su Trabajo de Investigación (tesis) Titulado: **IMPLEMENTACION DE UN SISTEMA DE POSICIONAMIENTO AUTOMATICO PARA OPERACIONES DE CORTE DE TUBO METALICO.**

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** : **Ing. CARLOS ALEJANDRO CACERES VARGAS**

Que, el Sub Comité de evaluación ha aprobado en su integridad el Trabajo de Investigación (tesis) titulado: **IMPLEMENTACION DE UN SISTEMA DE POSICIONAMIENTO AUTOMATICO PARA OPERACIONES DE CORTE DE TUBO METALICO.**

Que, la Oficina de Investigación ha aprobado con el Dictamen N° 485-2024, la originalidad del trabajo de investigación (tesis) titulado: **IMPLEMENTACION DE UN SISTEMA DE POSICIONAMIENTO AUTOMATICO PARA OPERACIONES DE CORTE DE TUBO METALICO.**

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: **MAX ANTHONY CABALLERO ZUÑIGA**, para optar el Título Profesional de Ingeniero Mecatrónico, con el Tema Titulado: **IMPLEMENTACION DE UN SISTEMA DE POSICIONAMIENTO AUTOMATICO PARA OPERACIONES DE CORTE DE TUBO METALICO.**

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 QUISEP HUANCA
DECANO
CIP. 47790



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

Dr. EFRAIN PARILLO SOSA
SECRETARIO ACADÉMICO
CIP. 95531

archivo_2024
interesado.ta)



RESOLUCIÓN DECANAL N° 363-2024-D-FICP-UANCV

Juliaca, 26 de julio de 2024

VISTOS.-

El OFICIO N° 015-2024-EPIM-UANCV-PP, 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: **MAX ANTHONY CABALLERO ZUÑIGA** para optar el Título Profesional de Ingeniero Mecatronico, con el tema titulado: **IMPLEMENTACION DE UN SISTEMA DE POSICIONAMIENTO AUTOMATICO PARA OPERACIONES DE CORTE DE TUBO METALICO**, y;

CONSIDERANDO:

Que, el (la) Bachiller: **MAX ANTHONY CABALLERO ZUÑIGA** ha solicitado cambio del segundo miembro de la terna del sub comité de evaluación del Proyecto de Investigación, titulado: **IMPLEMENTACION DE UN SISTEMA DE POSICIONAMIENTO AUTOMATICO PARA OPERACIONES DE CORTE DE TUBO METALICO** aprobado con la RESOLUCIÓN DECANAL N°685-2023-D-FICP-UANCV de fecha 02 de agosto 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

Que; el Director y el responsable del comité de investigación de la Escuela Profesional de Ingeniería Mecatrónica ha tomado conocimiento que el **segundo miembro** no tiene vínculo 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: **MAX ANTHONY CABALLERO ZUÑIGA**, titulado: **IMPLEMENTACION DE UN SISTEMA DE POSICIONAMIENTO AUTOMATICO PARA OPERACIONES DE CORTE DE TUBO METALICO**, 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** : Ing. CARLOS ALEJANDRO CACERES VARGAS
- ❖ **Asesor (a)** : M.Sc. 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

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. 95531



RESOLUCIÓN DECANAL N° 685-2023-D-FICP-UANCV

Juliaca, 02 de agosto 2023

VISTOS:

El, **INFORME N° 389-2023-D-UI-FICP.UANCV** del Director de la Unidad de Investigación de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras, **INFORME DE OPINIÓN TÉCNICA N° 017-2023-UANCV-FICP-UI-CI** del responsable del Comité de Investigación, la **opinión técnica N° 017-2023-UANCV-FICP-UI-CI** 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 **26 de mayo de 2023**, para optar el Título Profesional de Ingeniero Mecatrónico, con el tema titulado: **IMPLEMENTACION DE UN SISTEMA DE POSICIONAMIENTO AUTOMATICO PARA OPERACIONES DE CORTE DE TUBO METALICO.**

CONSIDERANDO:

Que, el (la) Bachiller: **MAX ANTHONY CABALLERO ZUÑIGA**, ha presentado su Proyecto de Investigación Titulado: **IMPLEMENTACION DE UN SISTEMA DE POSICIONAMIENTO AUTOMATICO PARA OPERACIONES DE CORTE DE TUBO METALICO**, 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: **IMPLEMENTACION DE UN SISTEMA DE POSICIONAMIENTO AUTOMATICO PARA OPERACIONES DE CORTE DE TUBO METALICO**, 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: **MAX ANTHONY CABALLERO ZUÑIGA**, para optar el Título Profesional de **Ingeniero Mecatrónico**, con el Tema Titulado: **IMPLEMENTACION DE UN SISTEMA DE POSICIONAMIENTO AUTOMATICO PARA OPERACIONES DE CORTE DE TUBO METALICO.**

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 CIENCIAS PURAS

Mgtr. MILTHON QUISPE HUANCA
DECANO
CIP. 47790



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

Dr. EFRAIN PARILLO SOSA
SECRETARIO ACADÉMICO
CIP 95531

cc.
archivo 2023
interesado (a)



IMPLEMENTACION DE UN SISTEMA DE POSICIONAMIENTO AUTOMATICO PARA OPERACIONES DE CORTE DE TUBO METALICO

INFORME DE ORIGINALIDAD

22%

INDICE DE SIMILITUD

16%

FUENTES DE INTERNET

2%

PUBLICACIONES

10%

TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1	Submitted to Universidad Andina Nestor Caceres Velasquez Trabajo del estudiante	9%
2	repositorio.ucsg.edu.ec Fuente de Internet	5%
3	ri.ues.edu.sv Fuente de Internet	4%
4	repositorio.upao.edu.pe Fuente de Internet	1%
5	repositorio.unu.edu.pe Fuente de Internet	<1%
6	es.scribd.com Fuente de Internet	<1%
7	prezi.com Fuente de Internet	<1%
8	repositorio.continental.edu.pe Fuente de Internet	<1%



METADATOS COMPLEMENTARIOS

IMPLEMENTACION DE UN SISTEMA DE POSICIONAMIENTO AUTOMATICO PARA OPERACIONES DE CORTE DE TUBO METALICO	
Datos de autor	
Nombres y apellidos	MAX ANTHONY CABALLERO ZUÑIGA
Tipo de documento de identidad	DNI
Número de documento de identidad	70381822
URL de ORCID	https://orcid.org/0009-0002-2741-0328
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	GIOVANNI JOSE HUACASI SUPO
Tipo de documento	DNI
Número de documento de identidad	40713810
Datos de investigación	



Línea de investigación	TECNOLOGÍA DE LA INSTRUMENTACION - P21
Grupo de investigación	No aplica
Agencia de financiamiento	Sin financiamiento
Ubicación geográfica de la investigación	<p>País: Perú Departamento: Puno Provincia: Puno Distrito: Puno Coordenadas:</p> <p>Latitud: -15.832362668093916 Longitud: -70.02468716817067</p> <p>https://maps.app.goo.gl/7CpxfMDbakBoh1QKA</p> 
Año o rango de años en que se realizó la investigación	Marzo 2024 – Octubre 2024
URL de disciplinas OCDE	<p>Ingeniería mecánica</p> <p>https://purl.org/pe-repo/ocde/ford#2.03.00</p> <p>Sistemas de automatización, Sistemas de control</p> <p>https://purl.org/pe-repo/ocde/ford#2.02.03</p>



UNIVERSIDAD NACIONAL DEL CAJON VALLE DE HUAYAS
FACULTAD DE INGENIERIAS Y CIENCIAS EXACTAS
DIRECTOR
Dr. Efraim Parillo Sosa
DIRECTOR
UNIDAD DE INVESTIGACIÓN



DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD Y RESPONSABILIDAD

Yo MAX ANTHONY CABALLERO ZUÑIGA, identificado con DNI Nro. 70381822 en mi condición de egresado de:

- [x] Escuela Profesional
[] Programa de Segunda Especialidad,
[] Programa de Maestría o Doctorado

INGENIERÍA MECATRÓNICA

informo que he elaborado el/la [x] Tesis o [] Trabajo de Investigación, [] Trabajo Académico denominada: IMPLEMENTACION DE UN SISTEMA DE POSICIONAMIENTO AUTOMATICO PARA OPERACIONES DE CORTE DE TUBO METALICO

Asesorado por: Ing. 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.

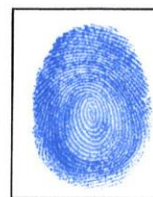
Juliana 18 de DICIEMBRE del 2024

[Signature]

Firma del Asesor (obligatoria)

[Signature]

FIRMA (obligatoria)



Huella



DEDICATORIA

Expreso mi más profundo agradecimiento a mi madre Karina dedicándole este trabajo de investigación quien fue el más grande motivo en mi vida para yo ser profesional, sin olvidarme el amor, cariño que me dio a lo largo de mi vida; también me apoyo económicamente, igualmente me dio una educación de calidad, hasta convertirme en la persona profesional. Decirle que su sacrificio no fue en vano, gracias, Madre linda por creer siempre en mí, te prometo que seguiré creciendo como profesional y seré el hombre de bien que siempre has deseado.

Para culminar agradecer a mi Papá, mi abuela Flavia y mis tíos abuelos Ana y Leandro, que gracias a todos ellos este sueño de ser un profesional se está haciendo realidad, mil gracias a todos mis seres amados antes mencionados por creer siempre en mí y nunca desampararme de ninguna forma.

¡GRACIAS POR TODO LOS AMO MUCHO!



AGRADECIMIENTO

Doy gracias a Dios, en especial al Señor Qoyllurrit'i por tenerme con vida, haber hecho de mi un hombre fuerte, con decisiones buenas, por nunca dejarme desamparado en ningún momento, siempre me hiciste caminar por el camino del bien y por todo ello. ¡GRACIAS DIOS!

A la Universidad Andina Néstor Cáceres Velázquez, quien es mi alma mater de estudio superior, agradezco a cada uno de mis docentes los cuales hicieron parte de mi formación académica, en especial mención al director de carrera el cual supo apoyarme y orientarme en los momentos más difíciles dentro de los semestres académicos.

También a mi Mamá y Papá los cuales fueron los principales arquitectos de mi vida, que sin el apoyo incondicional de ellos no estaría redactando este documento en mención, mil gracias por ser como son, espero nunca cambien y siempre sigan siendo los mejores padres que he podido pedir a dios.

Abuela Flavia, gracias por enseñarme que siempre en la vida el que la lucha la consigue.

Tía Ana, gracias por siempre consentirme y engreírme cuando más lo necesitada y darme esa alegría como tú lo sabes hacer.

Tío Leandro, gracias por ser un gran referente en mi vida como una persona de carácter y sabiduría dentro de nuestro núcleo familiar.

Señora Elena, gracias por ser parte de este sueño que se hace realidad y acompañarme en los momentos menos esperados.

Finalmente expreso mi gratitud hacia todos mis compañeros de salón con quienes compartimos buenos momentos, Agradezco el compañerismo, la amistad y el apoyo moral que he podido recibir, me dieron las fuerzas de seguir adelante y nunca rendirme en el camino. ¡A todas las personas antes mencionadas siempre los tendré presente!



ÍNDICE DE GENERAL

DEDICATORIA.....	iii
AGRADECIMIENTO.....	iv
INDICE DE GENERAL.....	v
ÍNDICE DE FIGURAS	viii
ÍNDICE DE TABLAS.....	ix
RESUMEN.....	x
ABSTRACT	xi
INTRODUCCIÓN.....	xii

CAPÍTULO I

ASPECTOS GENERALES

1.1. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	1
1.2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	1
1.2.1. Problema general.....	1
1.2.2. Problemas específicos.....	1
1.3. OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN	2
1.3.1. Objetivo general.....	2
1.3.2. Objetivos específicos	2
1.4. Justificación de estudio.....	2
1.5. Limitación de la investigación.....	3
1.6. HIPÓTESIS DE LA INVESTIGACIÓN.....	3
1.6.1. Hipótesis general.....	3
1.6.2. Hipótesis específicas.....	3
1.7. VARIABLES DE INVESTIGACIÓN.....	3
1.8. OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES	4



CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN..... 5

 2.1.1. Nivel internacional 5

 2.1.2. Nivel nacional..... 7

2.2. BASES TEÓRICAS 9

 2.2.1. Procedimiento de cortar metales mediante la eliminación de material en forma de virutas 9

 2.2.2. Tipos de corte por arranque de viruta 10

 2.2.3. Corte de metales por serrado 11

 2.2.4. Máquinas semiautomáticas para realizar cortes en materiales metálicos 12

 2.2.5. Variables de corte para metales mediante el proceso de remoción de virutas. 16

 2.2.6. Sistema de posicionamiento automático 17

 2.2.7. Sistemas mecánicos, eléctricos y de control..... 18

 2.2.8. Simatic S7-1200 PLC..... 19

 2.2.9. Elección del plc según requerimientos..... 20

 2.2.10. Módulo PM1207..... 22

 2.2.11. Simatic HMI KTP-700 Basic..... 23

 2.2.12. Sensores 27

 2.2.13. Relé estado sólido 28

 2.2.14. Drivers..... 30

 2.2.15. Motores paso a paso..... 31



CAPÍTULO III

METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1. MÉTODO DE INVESTIGACIÓN 37

 3.1.1. TIPO DE INVESTIGACIÓN 37

 3.1.2. DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN 37

 3.1.3. AMBITO DE LA INVESTIGACION 38

 3.1.4. POBLACION Y MUESTRA..... 38

 3.1.5. TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOGIDA DE INFORMACIÓN
..... 38

CAPÍTULO IV

ANÁLISIS DE RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. PRESENTACION SISTEMA AUTOMATICO DE CORTE 40

4.2. ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS..... 46

4.3. DISCUSIÓN DE RESULTADOS..... 51

CONCLUSIONES 52

RECOMENDACIONES 53

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS 54

ANEXOS 57



ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 PLC simatic S7-1200 22

Figura 2 Fuente de alimentación..... 23

Figura 3 HMI con pantalla táctil Siemens KTP serie 700 26

Figura 4 Conexión PROFINET PLC'S 26

Figura 5 Electroimán 27

Figura 6 Relé estado sólido 29

Figura 7 Relé de estado sólido 30

Figura 8 Driver HY-DIV268N-5a 30

Figura 9 Motores paso a paso de imán permanente. a) una fase. b) dos fases32

Figura 10 Motor de paso NEMA 23 (conjunto) 35

Figura 11 Dimensiones y alambrado del motor paso a paso NEMA 23..... 35

Figura 12 Conexión del motor e identificación del alambrado..... 35

Figura 13 Tornillo de potencia THSL 36

Figura 14 Imagen del sistema de corte de tubo..... 41

Figura 15 Estructura de la base fija y desplazable 43

Figura 16 Rieles de recorrido..... 43

Figura 17 Amoladora angular..... 44

Figura 18 Representación en forma de diagrama de bloques de la función 46

Figura 19 Tablero de control 47

Figura 20 Funcionamiento de la cortadora 48

Figura 21 Realización de las pruebas de operación..... 50

Figura 22 Representación virtual del sistema de control..... 50



ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Operacionalización de variables	4
Tabla 2 Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	38
Tabla 3 Resultados de pruebas de funcionamiento	49



RESUMEN

El estudio Implementación de un Sistema de Posicionamiento Automático para Operaciones de Corte de Tubo Metálico se centra en la introducción de un sistema automatizado para mejorar la precisión y eficiencia en el proceso de corte de tubos metálicos. Para esto, se exploran diferentes elementos de automatización, como actuadores y sensores, y se emplea el software TIA PORTAL para la programación del PLC. La implementación de este sistema se espera que reduzca errores humanos, aumente la velocidad de producción, mejore la precisión del corte y aumente la seguridad en el lugar de trabajo al minimizar la intervención humana en áreas peligrosas.

Palabras Clave: Posicionamiento, Sistema de control, Automatización.



ABSTRACT

The study "Implementation of an Automatic Positioning System for Metal Tube Cutting Operations" focuses on the introduction of an automated system to improve accuracy and efficiency in the metal tube cutting process. To this end, different automation elements such as actuators and sensors are explored and the TIA PORTAL software is used for PLC programming.

The implementation of this system is expected to reduce human error, increase production speed, improve cutting accuracy, and increase workplace safety by minimizing human intervention in hazardous areas.

Keywords: Positioning, Control system, Automation.



INTRODUCCIÓN

El desarrollo de la investigación se dirige hacia la aplicación de un Sistema Automatizado de Posicionamiento para las Operaciones de Corte. de Tubo Metálico. Esta propuesta surge en respuesta al progresivo requerimiento de sistemas que faciliten la optimización del procedimiento de corte, minimizando errores y tiempos de producción.

El propósito fundamental de esta investigación es examinar, planificar y ejecutar. un sistema que permita posicionar con precisión los tubos metálicos durante el proceso de corte. Para lograr este propósito, se explorarán diversos elementos de automatización, tales como actuadores y sensores, así como el uso del software TIA PORTAL para la programación del (PLC).

La implementación de este sistema se espera que no solo mejore La exactitud y la efectividad del procedimiento de corte, sino que también contribuya a disminuir las fallas humanas, incrementar la rapidez en la producción y elevar la calidad de producción y acrecentar la seguridad en el lugar de trabajo al minimizar la intervención humana en áreas de riesgo.

Durante este estudio, se explorarán aspectos teóricos y prácticos asociados con la automatización en el corte de tubos metálicos, se detallarán los elementos y el modo de operación del sistema de posicionamiento automático propuesto, y se evaluará su desempeño mediante pruebas experimentales y análisis comparativos.



CAPÍTULO I

ASPECTOS GENERALES

1.1. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

Actualmente, numerosas compañías en el ámbito metal-mecánico enfrentan obstáculos, como la carencia de recursos y la dificultad para cumplir con los niveles de producción y estándares de calidad establecidos. Muchas de estas empresas operan sus maquinarias de forma manual, lo que conlleva problemas como el desperdicio de materiales debido a cortes poco precisos, una gran cantidad de personal dedicado a labores manuales y demoras en la entrega del producto final, entre otros desafíos. Por consiguiente, resulta evidente la necesidad de automatizar todos los procedimientos relacionados con el corte de tubos metálicos.

1.2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.2.1. Problema general

P.G. ¿Como implementar un sistema de posicionamiento automático para operaciones de corte de tubo metálico?

1.2.2. Problemas específicos

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



PE2: ¿Como realizar la programación del sistema de posicionamiento automático para operaciones de corte de tubo metálico?

PE3: ¿De qué manera se desarrolla la interfaz gráfica del sistema de posicionamiento automático para operaciones de corte de tubo metálico?

1.3. OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN

1.3.1. Objetivo general

OG: Implementar un sistema de posicionamiento automático para operaciones de corte de tubo metálico.

1.3.2. Objetivos específicos

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

OE2: Realiza la programación del sistema de posicionamiento automático para operaciones de corte de tubo metálico

OE3: Desarrollar la interfaz gráfica del sistema de posicionamiento automático para operaciones de corte de tubo metálico.

1.4. Justificación de estudio

Es crucial avanzar en el desarrollo de sistemas que anteriormente se llevaban a cabo manualmente, pero que ahora, gracias al progreso tecnológico, pueden automatizarse. Esto permite alcanzar una mayor rentabilidad y competitividad.

Durante el proceso de corte la falta de precisión por parte del personal a cargo del corte de tubos resulta en un notable desperdicio de materia prima. Por ello, este proyecto tiene como objetivo mejorar el proceso de corte mediante la implementación de un sistema de posicionamiento automático que garantice una mayor precisión en el corte del tubo



1.5. Limitación de la investigación

Una limitación potencial en la automatización de la operación de corte de tuberías metálicas se encuentra en la necesidad de disponer de controladores lógicos programables y una interfaz gráfica. La falta de estos dispositivos podría constituir un obstáculo importante durante la implementación del sistema de corte automatizado.

1.6. HIPÓTESIS DE LA INVESTIGACIÓN

1.6.1. Hipótesis general

HG: La implementación de un sistema de posicionamiento automático para operaciones de corte de tubo incrementa la exactitud y la efectividad. y la seguridad del sistema de corte, lo que resulta en mayor velocidad de producción y una calidad superior.

1.6.2. Hipótesis específicas

HE1: Según la elección de componentes de automatización, se podrá identificar los actuadores y sensores que se utilizan en el sistema de posicionamiento automático para las operaciones de corte de tubo metálico

HE2: Mediante el empleo del software TIA PORTAL, es posible llevar a cabo la programación en el Controlador Lógico Programable destinado al sistema de posicionamiento automático utilizado en las operaciones de corte de tubo metálico.

HE3: Mediante la interfaz gráfica permite la visualización en tiempo real del posicionamiento automático y corte de tubo metálico.

1.7. VARIABLES DE INVESTIGACIÓN

Variable dependiente

- Operaciones de corte de tubo metálico



Variable independiente

- Sistema de posicionamiento automático

1.8. OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

Tabla 1

Operacionalización de variables

TIPO	DE			
VARIABLE	VARIABLES	DIMENSION	INDICADORES	UNIDADES
Variable Independiente	Sistema de posicionamiento automático	deDesplazamiento	Distancia	mm
Variable Dependiente	Operaciones de corte de tubos metálicos	deGenerar	Tiempo de ciclo de corte	Seg.

Nota: tabla de operación de las variables, Fuente: Elaboración propia



CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN

2.1.1. Nivel internacional

(Jacho, 2018) en la investigación menciona El presente proyecto de titulación se enfoca en crear y aplicar un sistema automatizado de posicionamiento para llevar a cabo cortes transversales, específicamente dirigido al sector de producción de tuberías de PVC Para lograr esto, se realizaron investigaciones bibliográficas se optó por aplicar este tipo de controlador, basado en los principios básicos y las características de los PLC en el ámbito industrial para supervisar todas las funciones del sistema. La estructura del trabajo se divide en dos secciones: una parte teórica y otra que detalla la concepción y ejecución del sistema automatizado. En la etapa inicial, se lleva a cabo una investigación donde se explican conceptos básicos necesarios para la concepción del sistema de control, junto con los componentes utilizados en el mismo. En la segunda parte, se detallan las contribuciones realizadas, que incluyen la representación de las compuertas lógicas en la programación, la supervisión de planos que muestran la creación de la estructura mecánica y los diagramas de cableado, y por último, se describen las pruebas de rendimiento del sistema instalado.



(Alvear & Llumiquinga, 2018) en su tesis menciona la empresa Ambiente Modular mayormente utiliza dispositivos para la realización de cortes en madera en la fabricación de sus muebles modulares. Estas máquinas están equipadas con un sistema operado manualmente para ajustar verticalmente los dispositivos de corte y determinar la altura de trabajo, así como con guías que posicionan el tablero según la medida de corte requerida. La meta principal de esta iniciativa técnica es automatizar el desplazamiento de la guía de corte. Esto se logra mediante un mecanismo de engranajes y cremallera conectado a dos motores paso a paso, lo que mejora su precisión. Se han incorporado elementos de sujeción neumáticos en la sección móvil de la superficie de trabajo para evitar golpes o retrocesos bruscos de los tableros. Además, el mecanismo incluye un panel de control que permite al operador ajustar y modificar la distancia de la longitud de corte requerida, supervisarla y recibir alertas preventivas, entre otras funciones. Para garantizar la seguridad del personal, se ha implementado un sistema que controla el movimiento de vuelta de la guía de corte y desactiva la sierra cuando sea necesario. Esta medida se toma para proteger la salud y el bienestar físico de todos los trabajadores de la compañía.

(Zapata, 2017) en su tesis menciona El objetivo de este proyecto de titulación es desarrollar un sistema parcialmente automatizado para la colocación y corte de secciones metálicas, evaluación de la mejora de los ajustes de corte mediante serrado, específicamente diseñado para la empresa "INDUSTRIA METÁLICA COTOPAXI". En lo que respecta al diseño, se incluye tanto la configuración física de la máquina como el sistema de control relacionado. Dentro de la configuración, se integrará un sistema automático para la alimentación y la disposición precisa del material, además de otro para la



extracción una vez completado en lo que concierne al proceso de corte, referente a la entrada de materiales y su colocación, el perfil metálico se colocará y sujetará a la durante el corte a la medida necesaria de manera automatizada. Asimismo, por medio de un panel sistema de control utilizando una interfaz gráfica HMI, se podrá introducir la cantidad de cortes a efectuar y la medida entre ellos, siempre y cuando haya los materiales disponibles, el proceso de corte continuará hasta completar el número de piezas requeridas, a menos que ocurran situaciones como agotamiento de material, daño significativo en el dispositivo, o fallo en el sistema. En cuanto al controlador, se empleará un PLC que satisfaga los requisitos necesarios para supervisar eficientemente el desarrollo de corte, basándose en un análisis la configuración anticipada de los ajustes de corte mediante serrado, tales como el dispositivo a emplear, los períodos de procesamiento y el ritmo de corte, y otros aspectos.

2.1.2. Nivel nacional

(Alfaro & Llontop, 2023) en su tesis menciona el propósito principal de este estudio consistió en plantear un sistema de regulación PID. automatizado para educir la incidencia de errores durante el proceso de corte de tubos de acero en el sector industrial. de carrocerías Trujillo Metalval. se utilizó una metodología tecnológica no experimental con un enfoque descriptivo. La muestra comprendió 20 cortes de tubos. utilizados en la unión de elementos para crear estructuras para autobuses en la empresa Metalval. Los resultados revelaron un incremento importante para la producción, con un nivel o indicador que pasó de 0.15 a 0.9. Se confirmó La eficacia de la simulación del sistema PID fue confirmada y se comprobó la hipótesis expuesta. Las conclusiones enfatizan la importancia de realizar un análisis exhaustivo de las vibraciones durante el proceso de corte



utilizando sensores y técnicas de procesamiento de señales. Se recomienda también explorar tecnologías alternativas de corte, como el láser o la guillotina, y se sugiere llevar a cabo investigaciones adicionales para minimizar el uso de material empleado mediante algoritmos genéticos u optimización.

(Bohórquez & Contreras, 2019) menciona en esta investigación la concepción de un prototipo mecatrónico destinado a la automatización del posicionamiento y apilamiento de recipientes plásticos de cuatro litros, empleando tecnología de visión artificial para reconocer la disposición y configuración de los recipientes en el entorno de la fabricación. El objetivo es disminuir los gastos de fabricación, elevar los estándares de calidad e incrementar la competitividad se utilizaron las metodologías VDI-2206, VDI-2221 y VDI-2225 en el diseño del sistema para estos productos. El estudio de investigación cálculos, elección y modelado de elementos en los campos mecánico, eléctrico, electrónico y de procesamiento de datos. Para lograr el posicionarlo y apilarlo de forma automática, se desarrolló un sistema servocontrolado mediante microcontrolador y PLC, así como un sistema trinquete con Ganchos, muelles y actuadores neumáticos. La detección del posicionamiento de los recipientes se realizó usando el enfoque de comparación de superficies, validando el sistema de visión con un modelo a escala 1:2.85 que superó satisfactoriamente las 80 pruebas de un total de 80, logrando una tasa de éxito del 100 %. La incorporación del sistema de visión al controlador PLC se llevó a cabo a través de un servidor OPC en un pc, empleando el protocolo de comunicación PROFINET. Esto permitió el control satisfactorio del sistema a través de paneles de control gráfico HMI y GUI creadas en MATLAB.



(Crispin, 2018) en su tesis menciona La tesis actual abarca el diseño de un dispositivo de sujeción para motores, cuyo objetivo primordial es mejorar el tiempo de arreglo y disminuir los peligros de incidentes.

El propósito general es desarrollar un dispositivo de sujeción para motores con el propósito de aumentar la efectividad en las reparaciones y disminuir los riesgos de accidentes. Los objetivos específicos comprenden el diseño del dispositivo siguiendo la metodología de la (VDI), la selección de componentes adecuados, la simulación del comportamiento mediante software CAD para comprobar la seguridad y los desplazamientos máximos, y el análisis comparativo de períodos de arreglo y riesgos de incidentes o percances entre el método tradicional y el uso del nuevo dispositivo. La metodología adoptada sigue las pautas de la VDI para el diseño en Ingeniería Mecánica, desde la identificación de requisitos desde el reconocimiento de requisitos hasta la elección de partes, garantizando así la efectividad del diseño del dispositivo. Los resultados demuestran una reducción del tiempo de reparación de aproximadamente un 50% con el nuevo diseño en comparación con el método tradicional.

2.2. BASES TEÓRICAS

2.2.1. Procedimiento de cortar metales mediante la eliminación de material en forma de virutas

Zapata (2017) El proceso de corte de metales implica analizar las técnicas para remover material mediante operaciones de mecanizado, siendo los métodos más comunes como el proceso de corte por viruta y el desgaste abrasivo. se fundamenta en:



a. Generación de virutas durante la formación del material:

Está asociado directamente con la separación del material debido a las fuerzas de corte, lo que resulta en la formación de diferentes tipos de virutas, como espirales, fragmentadas o continuas en forma de cinta, dependiendo de los materiales y parámetros específicos.

b. Aspectos físicos que ocurren durante el proceso de corte:

Estos surgen directamente debido a las fuerzas de corte, incluyendo el aumento de la dureza superficial que está influenciado por las características y propiedades de los materiales.

c. Consideraciones de temperatura durante el proceso de corte.

Dentro de la región relacionado con el corte, se experimenta un aumento de calor generado por la ley de conservación de la energía. La mayor parte de este incremento térmico se concentra en la viruta (75%), lo que puede resultar en alteraciones en su estructura y color. La herramienta de corte absorbe aproximadamente el 20% del calor generado, lo que justifica el uso de refrigerantes para prolongar su vida útil. El calor restante se distribuye en menor medida entre la superficie de corte (un 4%) y el entorno circundante (1%). (Zapata, 2017, pág. 7)

2.2.2. Tipos de corte por arranque de viruta

Zapata (2017) En el sector de la metalurgia y la mecánica, el proceso de corte de materiales metálicos es esencial y ampliamente utilizado hasta el día de hoy. Sin embargo, a causa del crecimiento la demanda continua de productos, ha surgido la urgencia de introducir máquinas-herramienta que ofrezcan mayores beneficios durante la ejecución de este procedimiento. (pág. 7)



A continuación, se enumeran los procesos y operaciones más comunes en la industria relacionados con el arranque de viruta:

Claro, aquí tienes una lista de diferentes procesos de mecanizado:

- Torneado
- Taladrado
- Serrado o Aserrado (según varios autores)

Entre otros.

2.2.3. Corte de metales por serrado

Zapata (2017) Se trata de una tarea de eliminación de material, este proceso facilita la remoción rápida de material de una pieza. Esta técnica emplea instrumentos como serruchos manuales, que consisten en un marco con una cuchilla, y su uso principal se encuentra en la industria maderera, aunque también se aplica en la metal-mecánica. Es importante resaltar los diferentes modos de operación de la sierra, que pueden variar según el contexto. (pág. 8)

- Operación a mano
- Operación manual con asistencia mecánica
- Semiautomática
- Automatizada (Control Numérico Computarizado)

Un componente fundamental es un mecanismo de activación ubicado en la herramienta de la máquina, el cual puede tener diferentes configuraciones.

- Exclusivamente manual
- Manual con componente mecánico
- Utilizando sistemas hidráulicos
- Utilizando sistemas neumáticos
- Funcionando con electricidad



- Combinando diferentes métodos

Zapata (2017) La conexión entre los sistemas de activación y el método de funcionamiento se refleja en el grado de tecnología, los beneficios y las limitaciones, así como los gastos operativos; además, inciden directamente en la fabricación y en la calidad de los productos, la duración del proceso de operación, la eficiencia en la utilización de los recursos materiales y los beneficios asociados al personal. (pág. 8)

2.2.4. Máquinas semiautomáticas para realizar cortes en materiales metálicos

Zapata (2017) En la metalurgia y la mecánica industrial, el proceso de cortar metales es una de las acciones fundamentales llevadas a cabo dentro de los procedimientos de manufactura subsiguientes, especialmente para obtener piezas de repuesto, ensamblajes y otros componentes. Anteriormente, esta tarea se llevaba a cabo manualmente utilizando máquinas herramienta, (pág. 8)

Lo que implicaba diversas limitaciones y problemas, tales como:

- Producto de calidad inferior.
- Riesgos para la seguridad del operador.
- Falta de comodidad ergonómica.
- Posibilidad de generar enfermedades profesionales en el operador.
- Uso ineficiente de materiales y mano de obra.
- Restricción en la capacidad de producción.
- Procesos prolongados.

Zapata (2017) Dada la amplia utilización y el incremento en la solicitud de productos industriales, se hizo imprescindible introducir máquinas capaces de



realizar el mecanizado de manera eficiente, minimizando las restricciones y dificultades que surgían durante dicho procedimiento, con el objetivo de optimizar los recursos disponibles. (pág. 9)

Hoy en día, se utilizan máquinas semiautomáticas y automáticas debido a las ventajas que ofrecen en el proceso de corte. Dentro las más destacadas se incluyen las siguientes:

- Cizallas
- Oxícorte
- Pulidoras
- Sierras
- Entre otras

Máquinas de corte por serrado

Zapata (2017) La modalidad de corte utilizando serrado es una subdivisión de las técnicas de corte por remoción de virutas, a veces también denominada como aserrado por algunos autores. A continuación, se enumeran algunas de las máquinas herramientas más comúnmente empleadas en la industria para realizar operaciones de mecanizado y corte mediante remoción de virutas. (pág. 10)

Entre ellas tenemos:

- Tornos
- Fresadoras
- Taladros
- Sierras
- Entre otras



Entre las máquinas previamente referidas, aquellas empleadas para cortar perfiles metálicos incluyen:

- Herramientas de corte, como sierras
- Equipos para pulir, que emplean discos de corte
- Máquinas tronzadoras

Dado que el proyecto está asociado con el proceso de corte utilizando discos de corte, las herramientas utilizadas son las sierras, las cuales se pueden categorizar en:

- Sierras de vaivén
- Sierras de corte horizontal
- o Sierras de corte vertical
- Sierras circulares
- Sierras de cinta, también conocidas como sierras sin fin o de banda

Máquinas de corte vertical.

“Tienen una mesa y emplean una sierra de banda continua o sin fin colocada sobre dos o tres ruedas superpuestas en un plano vertical para efectuar cortes perpendiculares. El material se desplaza hacia la sierra”. (Zapata, 2017, pág. 11)

Máquinas de corte horizontal:

Zapata (2017) Principalmente se emplean para el corte de perfiles, tanto si son huecos como sólidos, independientemente de su geometría. La alimentación y elevación de la cinta puede ser realizada mecánicamente, manualmente o automáticamente. La sierra se desplaza hacia el material en un movimiento horizontal. (pág. 11)

Estas sierras se clasifican en dos tipos:



Sierras de pivote, que tienen un extremo fijo de apoyo,

Sierras de doble columna, que se apoyan en dos columnas y se desplazan a lo largo de ellas.

Máquinas de corte angular: (Zapata, 2017) indica que permiten ajustar los grados de inclinación del marco de la sierra o de su base, lo que facilita realizar cortes en ángulos específicos. Estas sierras suelen ser de tipo pivotante o, en algunos casos, cuentan con una mesa de posicionamiento angular.

Es posible ajustar los ángulos de inclinación tanto del marco de la sierra como de su base, permitiendo realizar cortes en ángulos específicos. Estas sierras suelen ser de tipo pivote o en ocasiones cuentan con una mesa para ajustes angulares. (pág. 11)

Máquina de corte horizontal semi automática

Zapata (2017) En el contexto de sierras, las máquinas de corte horizontal se clasifican en dos principales categorías: sierras de pivote y sierras de doble columna. Para el propósito de este proyecto, se empleará una sierra de pivote que posee componentes y especificaciones técnicas claramente establecidas. El aspecto más destacado se relaciona con el proceso de corte, en el cual la pieza a cortar permanece fija (estática), mientras que la sierra (la herramienta) se desplaza hacia adelante para efectuar el corte del material.

El movimiento ascendente y descendente de la sierra, junto con la alimentación y la sujeción del material, en una máquina semiautomática se realiza mediante actuadores hidráulicos. Estos actuadores, controlados por electroválvulas, ofrecen un nivel de tecnología que permite llevar a cabo la operación de manera más eficiente, veloz y segura. (pág. 11)



2.2.5. Variables de corte para metales mediante el proceso de remoción de virutas.

(Zapata, 2017) El objetivo principal de este proceso es obtener piezas con las especificaciones deseadas, mediante la eliminación controlada de material utilizando herramientas y máquinas adecuadas. Estas herramientas y máquinas deben seleccionarse según la cantidad, forma y tamaños requeridos para el proceso de corte. (pág. 13)

Los aspectos y variables relacionados con el corte de metales abarcan:

Sobrante de metal (viruta): Este término se refiere al material que se desprende de la pieza en estado bruto durante la operación de corte. Idealmente, se busca minimizar la cuantía de este material.

Profundidad de corte (t): Se refiere a la dimensión de la capa de material eliminada de la superficie en un solo movimiento de la herramienta de corte. Por lo general, se indica en milímetros (mm).

Velocidad de avance (s):

Es la rapidez con la que la herramienta se mueve en comparación con la pieza, o viceversa, durante un período de tiempo específico. Se cuantifica en milímetros por revolución (mm/rev) y, en ocasiones en milímetros por minuto (mm/min).

Velocidad de corte:

Se define como la velocidad tangencial de un punto específico en el borde circular de la herramienta de corte. También puede entenderse como la distancia que el filo de corte de la herramienta avanza en la dirección del movimiento principal (o de corte) con respecto a la superficie en la que se está trabajando.



Velocidad de rotación de la herramienta: Se indica en unidades de velocidad angular, como revoluciones por minuto (rpm).

Avance por diente: Es la distancia desplazada en la dirección y sentido del avance mientras un diente de la herramienta completa una revolución completa durante un intervalo de tiempo determinado.

2.2.6. Sistema de posicionamiento automático

Zapata (2017) Desempeña un papel crucial en la ejecución de un proceso, especialmente en sistemas o máquinas-herramienta donde la manipulación de materiales es esencial. Por lo tanto, cualquier sistema de posicionamiento debe asegurar una disminución en el tiempo de manipulación de materiales y garantizar resultados satisfactorios del proceso. (pág. 14)

Esto se vuelve especialmente relevante en los contextos de:

1. Reducir el tiempo dedicado a recopilar el material.
2. Emplear maquinaria automatizada en el transcurso del mecanizado.
3. Optimiza al máximo en el uso de las instalaciones disponibles.
4. Manejar los materiales con atención y precisión.
5. Realizar el transporte del material de manera eficaz y exacta.
6. Ofrecer resultados eficaces del procedimiento.
7. Garantizar la seguridad del operador durante la ejecución.
8. Simplificar la tarea del trabajador y disminuir la probabilidad de errores humanos durante el procedimiento.

Zapata (2017) Un sistema de posicionamiento comprende dispositivos con cierto grado de automatización, como PLC, variadores de frecuencia, motores, correas, sensores, encoders y otros componentes. Su propósito es supervisar y



controlar el movimiento, traslado y posición del material en una máquina o sistema de herramientas. (pág. 15)

2.2.7. Sistemas mecánicos, eléctricos y de control

Zapata (2017) Todos los sistemas que incorporan algún nivel de automatización utilizan actuadores, ya sean neumáticos o eléctricos. Estos actuadores están enlazados a una estructura mecánica que soporta todos los sistemas y controla su funcionamiento a través de elementos de control. Se proporcionará una descripción breve de los actuadores empleados en la ejecución del sistema para posicionamiento y alimentación. (pág. 15)

a. Sistemas mecánicos

Zapata (2017) Está constituido directamente por la estructura básica del sistema o de la máquina-herramienta. La viabilidad de integrar módulos adicionales, garantizar estabilidad, solidez, automatización e incorporación de dispositivos depende directamente de este sistema.

En máquinas operadas manualmente, este sistema consiste en mecanismos que generan el movimiento durante su funcionamiento. En máquinas con un nivel más alto de automatización, Además, puede ser ajustado para satisfacer los objetivos predefinidos, manteniendo en consideración su relevancia y función originales antes de cualquier modificación. Entre los componentes susceptibles de modificación se encuentran los elementos de transmisión mecánica, entre otros. (pág. 15)

b. Sistemas eléctricos y de control

Zapata (2017) Estos conjuntos consisten en elementos que operan con alimentación eléctrica y convierten la electricidad en trabajo. Además, son encargados de transferir las señales de control que reciben de sensores (como



finales de carrera, sensores inductivos, infrarrojos, entre otros) a dispositivos de control como PLC (Controladores Lógicos Programables). Este controlador recibe las señales de entrada y envía señales de control a los actuadores para activar dispositivos eléctricos de control, como relés, electroválvulas (solenoides), motores, entre otros.

La automatización de una máquina-herramienta depende directamente de este conjunto, dado que se encarga de ejecutar las tareas típicamente realizadas por el operador de forma manual. Para realizar y poner en práctica este sistema de manera efectiva, es crucial conocer y seleccionar los dispositivos adecuados, teniendo en cuenta factores como el costo y el espacio físico teniendo en cuenta parámetros como costos, espacio físico, nivel de automatización, tiempo, entre otros.

Es importante resaltar el diseño de todos los sistemas debe ser abordado de forma integral para garantizar un diseño óptimo con el mínimo de incidencias de errores durante su puesta en marcha. (pág. 17)

2.2.8. Simatic S7-1200 PLC

Cares & Andrades (2022) Es un dispositivo pequeño que facilita la realización de actividades de producción fundamentales con gran exactitud. Su diseño es escalable y adaptable, con cinco unidades de procesamiento central (CPU) que reducen las necesidades de espacio en el panel de control. Debido a su versatilidad y capacidad de ajuste, el software es intuitivo y accesible, con una interfaz fácil de usar gracias a la uniformidad de símbolos y menús en todas las interfaces.

Los controladores S7-1200 ofrecen una solución compacta, escalable y flexible para tareas productivas. Este hardware se encuentra disponible en



versiones convencionales y de seguridad, y puede ser ajustado en cuanto a su desempeño y equipamiento. Con características incorporadas como IOS, interfaz incorporada, PROFINET para programar y conectar a HMI, IOS distribuidas y estructuras de unidades distribuidas, este controlador puede adaptarse fácilmente a las necesidades específicas de los procesos. Esto se logra mediante módulos de señal enchufables y módulos de comunicación. (pág. 12)

Principales características del S7-1200

Cares & Andrades (2022) Menciona dentro de las características principales:

- Gran capacidad de procesamiento con cálculos de 64 bits.
- Integración de interfaz Ethernet / PROFINET.
- Adición de entradas analógicas.
- Empleo de bloques de función para la gestión de ejes conforme a los estándares PLCopen.
- Programación mediante la herramienta de software TIA PORTAL, que facilita configurar y programar no solo del S7-1200, sino también de manera integral con los paneles de la línea Simatic Basic Panels.

2.2.9. Elección del plc según requerimientos

Cares & Andrades (2022) Todos los controladores SIMATIC, además de su capacidad de escalamiento, proporcionan características que simplifican la flexibilidad en el diseño o la personalización de soluciones automatizadas para los procesos.

Una de los beneficios de emplear estos dispositivos de control es su capacidad para mantener los datos almacenados de manera continua en una biblioteca inteligente, lo cual simplifica la utilización de características estándar.



Adicionalmente, se disminuyen los períodos de inactividad en la producción de manera significativa y rápida gracias al diagnóstico integrado del sistema, que proporciona una resolución de problemas y un análisis de fallos eficaz.

Es fundamental destacar que cada controlador tiene la capacidad de ser conectado mediante cables y tener una configuración de manera distinta con el fin de proporcionar el más alto nivel de integración, lo que a su vez garantiza protección mediante un sistema automatizado convencional resistente a fallos. En este sentido, la línea SIMATIC ofrece una variedad de PLCs en categorías como básicos, avanzados, distribuidos y de software, los cuales posibilitan una sorprendente integración de funciones. Con el uso del Portal de Automatización Totalmente Integrado (TIA Portal), es posible encontrar soluciones automatizadas ideales para cada situación específica.

Los Plc avanzados tienen la capacidad de automatizar no solamente instalaciones industriales completas, sino también aplicaciones que requieren una mayor capacidad de conexiones en red, rendimiento y adaptabilidad. La (CPU) permite la ejecución de tareas de control de movimiento más complejas.

Por último, los PLC se utilizan en situaciones donde se necesita un máximo de velocidad y precisión. Operan de forma independiente del sistema operativo y, al igual que todos los controladores SIMATIC, poseen una seguridad integrada. (pág. 13)

Figura 1

PLC simatic S7-1200



Nota. Controlador lógico programable, Fuente: (Cares & Andrades, 2022)

2.2.10. Módulo PM1207

La PM1207 ofrece una corriente continua estable mediante su fuente de alimentación y opera como una fuente conmutada en la etapa primaria. Su forma, similar al del controlador, garantiza una tensión estable y confiable gracias a su protección electrónica ante cortocircuitos.

Figura 2*Fuente de alimentación*

Nota. Fuente de alimentación 220V a 24V, Fuente: (Cares & Andrades, 2022)

2.2.11. Simatic HMI KTP-700 Basic

Cares & Andrade (2022) Un dispositivo electrónico que actúa como mediador para monitorear y interactuar con un proceso industrial en tiempo real. En la actualidad, este tipo de dispositivo es esencial, Dado que el control y la supervisión de los procesos industriales son tan esenciales como el propio proceso, han progresado desde meros medios de comunicación entre el operador y el proceso hasta convertirse en elementos inteligentes de control y vigilancia.

La integración de interfaces HMI se realiza abarcando desde las tareas más sencillas en todos los niveles de automatización, desde las aplicaciones más simples hasta los procesos más sofisticados, utilizando interfaz gráfica. Además, la tendencia es que estas interfaces puedan establecer comunicación con los principales protocolos. Además, las nuevas variantes de HMI incluyen funciones que anteriormente solo se encontraban en dispositivos de control y automatización como los PLC. (pág. 18)



Selección HMI

Cares & Andrade (2022) Menciona dada la extensa diversidad de marcas y modelos disponibles en la actualidad, seleccionar el HMI adecuado para un proyecto específico puede resultar complicado. Para facilitar esta elección, se recomienda identificar los siguientes puntos clave.

– Funciones por realizar

Antes de comenzar el proceso de selección, es recomendable comprender el propósito para el cual se necesita un HMI.

La implementación de un sistema de registro de datos, siempre estará limitado por la capacidad de la pantalla, ya que el HMI no posee la capacidad de registro de un SCADA.

Envío de alarmas.

Envío de registros

– HMI Características

Cares & Andrade (2022) En relación a las dimensiones y la calidad de la imagen, la elección está determinada por las necesidades específicas de la aplicación. Se debe considerar el volumen de datos que se mostrarán en la pantalla y los comandos que se ejecutarán. Basándonos en esto, podemos determinar las dimensiones de la pantalla a emplear, siendo los tamaños más usados entre 4" y 19" (aunque existen otras opciones menos frecuentes). Además, se debe decidir si se requiere la incorporación de un teclado o si solamente la pantalla táctil es adecuada.

Mayormente las pantallas disponibles en la actualidad son a color, es necesario considerar que existen opciones monocromáticas. La elección entre uno u otro tipo depende de diversos factores, como el aspecto económico o el



uso previsto para la pantalla. Por ejemplo, Si se trata de una aplicación simple que no necesita una representación gráfica extensa, podría ser suficiente utilizar un equipo gráfico/alfanumérico monocromático o a color. Sin embargo, si se necesitan muchos detalles y una presentación de alta calidad, sería más apropiado optar por una pantalla táctil a color. (pág. 19)

– **Ambiente de trabajo**

Cares & Andrades (2022) Las condiciones ambientales juegan un papel crucial al determinar las características externas en las que operará el dispositivo, como la temperatura, el sector industrial, la presencia de ambientes corrosivos, así como en entornos altamente explosivos.

Para garantizar que el HMI seleccionado sea el requerido, es importante prestar atención a las especificaciones proporcionadas por el fabricante, verificar que la gama seleccionada sea la apropiada nos asegurará una elección más segura del HMI. (pág. 19)

Interacción para comunicación con autómatas

“Es necesario que la interfaz hombre-máquina cuente con los controladores de comunicación necesarios para conectar con el PLC deseado” (Cares & Andrades, 2022, pág. 19)

Figura 3

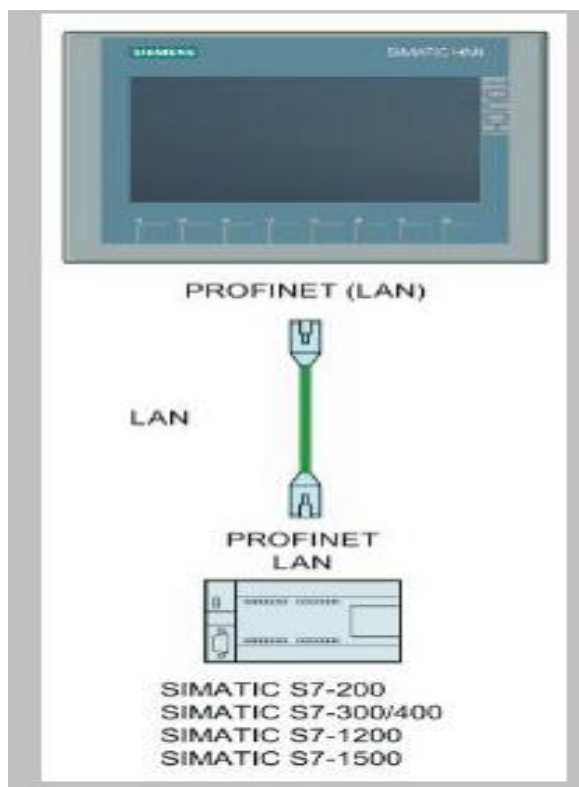
HMI con pantalla táctil Siemens KTP serie 700



Nota. Interfaz humano-máquina, Fuente: <https://www.rs-online.id/p/hmi-ktp700-basic-dp/>

Figura 4

Conexión PROFINET PLC'S



Nota. Protocolo de comunicación profinet, Fuente: (Cares & Andrades, 2022)

2.2.12. Sensores

– Electroimán

(Conceptualista, 2024) Un electroimán es un imán artificial que se crea mediante el paso de corriente eléctrica. Está compuesto por un núcleo de hierro dulce o ferromagnético y una bobina de alambre enrollada alrededor de dicho núcleo. Cuando la corriente eléctrica atraviesa la bobina, se produce un campo magnético en el núcleo de hierro.

Figura 5

Electroimán



Nota. Electroimán de 24V, Fuente: (Conceptualista, 2024)

– Operatividad de un electroimán

(Conceptualista, 2024) Indica el principio de funcionamiento de un electroimán se fundamenta en el electromagnetismo. Al circular corriente eléctrica por la bobina de alambre, se origina un campo magnético alrededor del núcleo de hierro. El campo magnético puede cambiar rápidamente al ajustar la corriente eléctrica que pasa a través de la bobina.

El campo magnético producido por un electroimán es temporal y desaparece cuando se interrumpe el flujo de corriente eléctrica. Esto significa que un electroimán solo exhibe características magnéticas cuando está conectado a una fuente de energía eléctrica. Cuando la corriente cesa, el campo magnético se disipa y el electroimán pierde su magnetismo.



– Usos de los electroimanes

(Conceptualista, 2024) Los electroimanes Se utilizan en una amplia gama de sectores y áreas, siendo algunas de las aplicaciones más comunes las siguientes:

En grúas: Se emplean para elevar y trasladar objetos metálicos pesados. El control del campo magnético otorga a las grúas la capacidad de manipular objetos, con precisión y seguridad, sujetándolos y soltándolos cuando sea necesario.

En interruptores eléctricos: Los electroimanes se emplean en interruptores eléctricos para abrir y cerrar circuitos. Al activar el campo magnético, se cierra el circuito y se permite el paso de corriente eléctrica. Al desactivarlo, se abre el circuito y se interrumpe el flujo de corriente.

En motores eléctricos: Los motores eléctricos emplean electroimanes para inducir movimiento, manipulando la activación y desactivación del campo magnético, de manera secuencial, se induce el giro del rotor del motor, generando así movimiento.

2.2.13. Relé estado sólido

(Kuphaldt, 2024) A pesar de la versatilidad inherente a los relés electromecánicos, estos enfrentan numerosas limitaciones. Entre estas se incluyen costos de construcción elevados, una vida útil limitada en términos de ciclos de contacto, un considerable requisito de espacio y una velocidad de respuesta más lenta en contraste con los dispositivos semiconductores contemporáneos. Estas restricciones son particularmente pronunciadas en el caso de los relés de contactores de alta potencia. Para hacer frente a estos desafíos, muchas empresas fabricantes de relés proporcionan opciones de

"estado sólido", las cuales emplean dispositivos como SCR, TRIAC o transistores en lugar de los tradicionales contactos mecánicos para controlar la potencia. En estos relés, el componente de salida (SCR, TRIAC o transistor) está ópticamente conectado a una fuente de luz LED ubicada dentro del propio relé. La activación del relé se produce mediante la energización de este LED, comúnmente mediante una alimentación de corriente continua de bajo voltaje. Esta separación óptica entre la entrada y la salida proporciona una solución que rivaliza con las características más destacadas de los relés electromecánicos.

Figura 6

Relé estado sólido

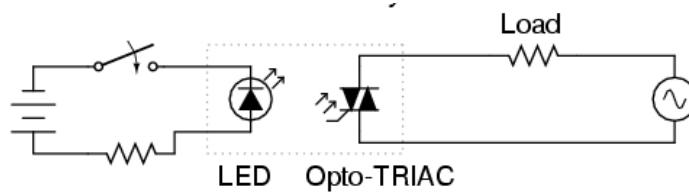


Nota. Relé estado sólido de 220V, Fuente: (Kuphaldt, 2024)

Los dispositivos de estado sólido no poseen componentes que se muevan, que puedan desgastarse, lo que les permite encenderse y apagarse considerablemente más veloz que el mecanismo de relé mecánico. No se generan chispas entre los contactos y no se enfrentan a problemas de corrosión por contacto. No obstante, la fabricación de relés de estado sólido sigue siendo costosa para clasificaciones de corriente muy elevadas, lo que mantiene la relevancia de los contactores electromecánicos. como la opción dominante en esa aplicación dentro de la industria en la actualidad.

Figura 7

Relé de estado sólido



Nota. Simbología del relé de estado sólido, Fuente: (Kuphaldt, 2024)

2.2.14. Drivers

“Este controlador regula los motores paso a paso según su amperaje, enviando señales de activación de acuerdo a las necesidades del usuario. La figura 8 ilustra un ejemplo de este tipo de control” (Carrillo & Carvajal, 2018, pág. 44)

Figura 8

Driver HY-DIV268N-5a



Nota. Driver para 24V, Fuente: (Carrillo & Carvajal, 2018)

(Carrillo & Carvajal, 2018) Menciona el componente de accionamiento o driver empleado en este módulo educativo se encargará de recibir los impulsos enviados por el PLC y de procesarlos para producir la secuencia requerida que permita controlar la posición, velocidad y dirección del motor paso a paso.



Además, este dispositivo suministrará la potencia necesaria para que funcione el motor.

2.2.15. Motores paso a paso

Artiga y otros (2015) Es un dispositivo electromagnético incremental que convierte impulsos eléctricos en movimientos angulares de un eje. Funciona como un conversor digital-analógico al transformar una señal eléctrica digital en un desplazamiento angular del rotor. Estas características garantizan precisión, constancia y repetibilidad en el movimiento, lo que lo hace ideal para aplicaciones que necesitan una precisa regulación de velocidad, distancia y orientación.

Su principal virtud radica en que el único error sistemático que presenta es el error de paso, el cual suele ser inferior al 5% del valor del paso. Además, este fallo no está influenciado por la distancia total recorrida ni por la frecuencia de repeticiones de la posición final.

Por lo general, el motor paso a paso se controla mediante una fuente de corriente continua y un circuito lógico (driver), los cuales son componentes clave para su rendimiento óptimo. (pág. 84)

Motores paso a paso de imán permanente

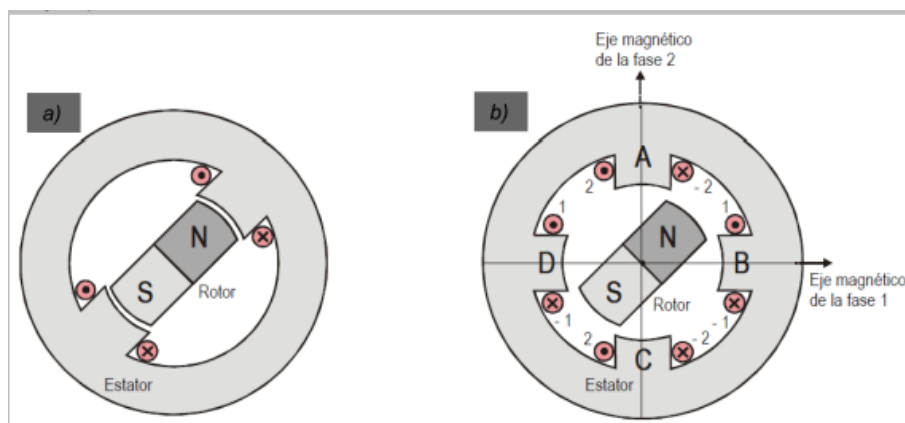
Artiga y otros (2015) En los motores paso a paso de imán permanente, el rotor consiste en un imán permanente. Opera basado en el principio fundamental del magnetismo: los polos de igual polaridad se repelen, mientras que los polos de polaridad opuesta se atraen. En un estator con una sola fase, compuesto por uno o dos bobinados, al cambiar la corriente en el bobinado, se invierte la polaridad, lo que provoca que el rotor gire 180°. Sin embargo, no es posible

determinar previamente la dirección de giro. Por otro lado, si el estator está compuesto por dos fases, esta incertidumbre se suprime.

En los rotores de imanes permanentes, generalmente se mecaniza un número limitado de dientes debido a su estructura física. La presencia de estos dientes asegura que su posicionamiento no cambie incluso cuando cesa la excitación, lo que proporciona una mayor precisión. (pág. 88)

Figura 9

Motores paso a paso de imán permanente. a) una fase. b) dos fases



Nota. Polaridad de los motores paso a paso, Fuente: (Artiga y otros, 2015)

Características de los motores paso a paso

Artiga y otros (2015) Menciona desde una perspectiva mecánica, resulta fundamental comprender algunas de las características:

- El par dinámico, también conocido como par de trabajo (Working Torque), está determinado por sus propiedades dinámicas y representa el máximo momento que el motor puede generar sin perder pasos, es decir, sin dejar de responder a los impulsos de excitación del estator, y obviamente depende de la carga. Por lo general, los fabricantes proporcionan curvas de arranque sin error (pull-in) que muestran la relación entre el par y el número de pasos por segundo.



- Par de retención (Holding Torque): se refiere al par necesario para desplazar el rotor un paso cuando se encuentra en una posición estable bajo excitación continua. Este par es mayor que el par dinámico y actúa como un freno para mantener el rotor en una posición estable específica.
- Par de retención (Detent Torque): es un tipo de par de frenado característico de los motores de imán permanente, que se produce cuando los devanados del estator están desactivados y es causado por la acción del rotor.

Aplicación de motores paso a paso

Artiga y otros (2015) Cada vez que se emplea, es necesario realizar un análisis meticuloso. Se deben considerar las siguientes pautas:

- No es posible alcanzar una precisión de posicionamiento mayor a la especificada para el motor cuando está en funcionamiento sin carga (usualmente alrededor del 6% del paso).
- Al elegir el par de retención, es esencial considerar que, si el sistema accionado experimenta una fricción significativa, el rotor puede no alcanzar la posición teórica de reposo.
- La carga debe ser claramente definida y se debe tener al menos un conocimiento aproximado de su inercia.
- Es necesario considerar el comportamiento dinámico del conjunto, incluyendo las velocidades de trabajo, aceleración y desaceleración.
- Seleccionar una fuente de alimentación capaz de suministrar la corriente máxima requerida por el motor a la máxima tensión posibilita el uso de resistencias externas de alto valor, lo que mejora la constante de tiempo del sistema.



- Optar por aumentos de movimiento del sistema que sean múltiplos precisos del paso del motor. Esto posibilita lograr la máxima precisión de posicionamiento y simplifica el problema de control.
- Obtener una adecuada relación entre la inercia del sistema y la inercia del rotor. Por lo general, las curvas "par-velocidad" Se alcanzan utilizando dinamómetros cuya inercia no excede el doble de la inercia del motor. Por consiguiente, en situaciones prácticas, se aconseja aproximarse a esta relación.

National Instruments ofrece una solución integral para el control de movimiento paso a paso, que incluye motores, unidades, controladores y software. Esta solución es fácil de instalar, configurar y programar. Los motores paso a paso disponibles de NI proporcionan alta torsión, precisión y una conectividad sencilla con las unidades de motor paso a paso. Gracias a su simplicidad de manejo, requisitos de control simplificados y la libertad de necesitar costosos sistemas de retroalimentación, los motores paso a paso son una excelente opción para aplicaciones como el control de máquinas, pruebas de fabricación, posicionamiento de semiconductores, dispositivos biomédicos y automatización de laboratorios.

Figura 10

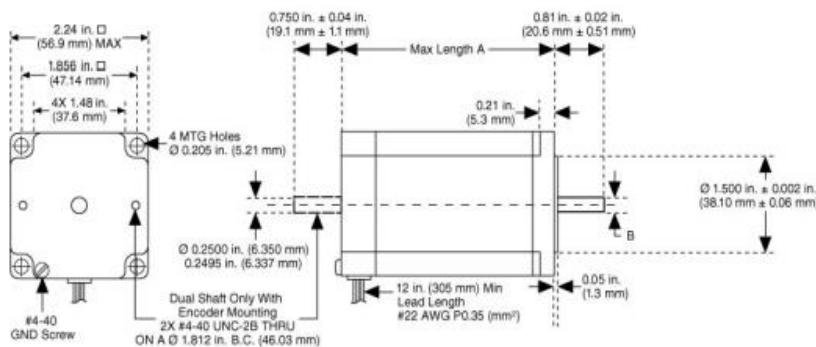
Motor de paso NEMA 23 (conjunto)



Nota. Driver y motor paso a paso, Fuente: (Artiga y otros, 2015)

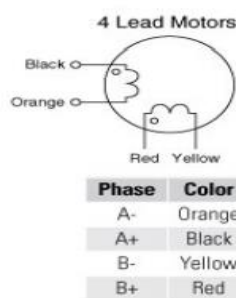
Figura 11

Dimensiones y alambrado del motor paso a paso NEMA 23



Nota. Dimensiones del motor paso a paso, Fuente: (Artiga y otros, 2015)

Figura 12 *Conexión del motor e identificación del alambrado*



Nota. Diagrama de conexionado del motor paso a paso, Fuente: (Artiga y otros, 2015)

SISTEMA DE DESPLAZAMIENTO LINEAL: HUSILLO DE BOLAS

(Gauna, 2019) Este dispositivo permite transformar el movimiento rotativo en movimiento lineal con mínimas pérdidas por fricción. La reducción de la fricción en los husillos de bola conduce a una eficiencia mecánica superior en comparación con otras opciones disponibles. Además, la ausencia de fricción de deslizamiento entre la tuerca y el tornillo contribuye a una vida útil prolongada.

Los tornillos de potencia, también conocidos como husillos de tipo métrico trapezoidal, se emplean en sistemas que convierten el movimiento rotacional en movimiento lineal. Al girar el tornillo impulsado por un motor, la tuerca se desplaza a lo largo del tornillo de manera lineal. (pág. 26)

Figura 13

Tornillo de potencia THSL



Nota. Tornillo para la transmisión de movimiento, Fuente: Imagen tomada de Naylamp Mechatronics, 2012



CAPÍTULO III

METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1. MÉTODO DE INVESTIGACIÓN

3.1.1. TIPO DE INVESTIGACIÓN

Considerando que el objetivo es implementar un sistema de posicionamiento automático, el tipo de investigación puede ser aplicada. Esto implica que la investigación se centra en resolver un problema práctico y aplicar los resultados directamente en la práctica industrial.

3.1.2. DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN

Se podría optar por un diseño de investigación experimental. En este caso, se implementaría el sistema de posicionamiento automático en un entorno controlado (por ejemplo, en una línea de producción o un taller) y se compararía su rendimiento con el método convencional de posicionamiento manual.

Además, dentro de este diseño experimental, se podrían incluir elementos de estudio de caso para analizar en detalle la implementación del sistema en un contexto específico de aplicación.

Sería beneficioso también incluir un grupo de control que no utilice el sistema de posicionamiento automático, para poder comparar adecuadamente los resultados y determinar la eficacia del sistema.



3.1.3. AMBITO DE LA INVESTIGACION

Dimensión Espacial: La ejecución del proyecto se realizará en un entorno específico, ya sea un laboratorio o un centro educativo, que puede ubicarse dentro de una institución educativa o un centro de investigación. El alcance geográfico se limita a esta ubicación física.

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

3.1.4. POBLACION Y MUESTRA

Los elementos contemplados en la investigación abarcan los valores de funcionamiento de la implementación de un sistema de posicionamiento automático para operaciones de corte de tubo metálico, tal como se detalla en la sección de teorías asociadas al tema.

3.1.5. TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOGIDA DE INFORMACION

Tabla 2

Técnicas e instrumentos de recolección de datos

1. TÉCNICAS	2. INSTRUMENTO	3. VALIDACIÓN
Observación: Se emplearon dispositivos de medición de distancia realizadas por la programación en el PLC. La obtención de datos temporales se realizó a través una interfaz gráfica diseñada para monitorear y controlar las distancias de corte.	Ficha de observación	Por asesor Especialista

Nota. Tabla de utilización de instrumentos de investigación, Fuente; Elaboración propia



RECOLECCIÓN DE DATOS:

Incluye la observación directa del proceso de corte de tubos tanto antes como después de la implementación del sistema, encuestas o entrevistas estructuradas con los operarios e ingenieros involucrados, y análisis de registros de producción y calidad.

ANÁLISIS DE DATOS:

Para el análisis de datos, se pueden emplear técnicas de observación para contrastar los resultados obtenidos previamente con los obtenidos posteriormente de la implementación del sistema, así como para identificar cualquier correlación entre variables y posibles elementos que contribuyen al logro o dificultades en la ejecución.



CAPÍTULO IV

ANÁLISIS DE RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. PRESENTACIÓN SISTEMA AUTOMÁTICO DE CORTE

La manufactura de tubos de metal enfrenta el desafío crucial de reducir los tiempos de producción, aunque las máquinas de operación manual ofrecen ciertas garantías, la falta de avances tecnológicos limita las oportunidades de mercado. Por esta razón, se ha optado por desarrollar un sistema de posicionamiento automático que dirija el tubo de metal hacia un punto específico y lo corte según las medidas requeridas por el usuario. Este sistema utiliza motores paso a paso para lograr una precisión óptima en el posicionamiento del tubo, lo que resulta en cortes más eficientes en un período de tiempo reducido.

Figura 14

Imagen del sistema de corte de tubo



Nota. Imagen completa del sistema de corte, Fuente: Elaboración propia

DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

Fundamentalmente, el proyecto se enfoca en la instalación de un sistema automatizado de posicionamiento para llevar a cabo operaciones de corte en tubos metálicos, desde su ingreso hasta su salida. Este sistema, que utiliza sensores y actuadores, tiene como objetivo cumplir con las medidas especificadas por el usuario durante el proceso de trabajo.

La implementación consta de una estructura principal de hierro, equipada con rieles que permiten el desplazamiento de una base de soporte sujeción móvil y, por consiguiente, del tubo metálico, gracias a la fuerza generada por un motor paso a paso. Una vez completado el recorrido, el tubo es sujetado por dos



mordazas para posicionarlo según la distancia requerida por el trabajador, y luego se efectúa el corte empleando un disco de corte integrada.

El proceso está supervisado por las acciones llevadas a cabo por el PLC, el cual está configurado con parámetros de control predefinidos para llevar a cabo las funciones requeridas.

Además, cuenta con una interfaz de usuario que permite iniciar los procesos del sistema mediante un botón de inicio y un indicador de estado. La longitud resultante está determinada por la posición del motor paso a paso. alcance según lo indicado por parte del operador, siempre y cuando se cumplan las restricciones del proyecto respecto a las dimensiones mínimas y máximas de corte.

ELEMENTOS QUE INTEGRAN EL SISTEMA DE CORTE

La energía para el proyecto se suministra a través de una fuente de alimentación de 220V CA y 24V CC, que alimenta la mayor parte de los elementos del sistema de posicionamiento. No obstante, se debe conectar a un compresor de aire para suministrar el fluido requerido a las electroválvulas que activan otros componentes neumáticos.

El proyecto actual está compuesto por una base principal de hierro, con dimensiones de 80 cm x 40 cm, en la que se montan todos los elementos que forman parte del sistema de posicionamiento. Además, incluye una disposición de rieles que sostienen dos bases: una fija y otra móvil (que se desplaza de izquierda a derecha). Estas bases están equipadas con mordazas ajustables que no solo sujetan el elemento durante las etapas de ingreso y salida, sino que también posibilitan el movimiento de la base móvil para alcanzar la colocación adecuada del objeto.

Figura 15

Estructura de la base fija y desplazable



Nota. Se muestra el acople del motor con el tornillo de transmisión, Fuente: Elaboración propia

Además, el movimiento de la base móvil se logra gracias a dos carriles que se desplazan a lo largo de dos rieles, lo que a su vez permite mover el elemento de entrada. Además, la base desplazable posee una disposición compacta que le otorga la capacidad de ajustarse al nivel de la base fija para asegurar el elemento a corte. Esta estructura está asegurada mediante dos tornillos de sujeción que sostienen las mordazas para sujetar.

Figura 16

Rieles de recorrido



Nota. Vista del corte de tubos, Fuente: Elaboración propia

La interfaz de usuario se ha desarrollado dentro del entorno PLC S7-1200, donde se han configurado adecuadamente las funciones del software para gestionar tanto las entradas como las salidas, tanto analógicas como digitales, con el objetivo de supervisar todos los procesos relacionados con el posicionamiento automático del elemento. Entre sus características, incluye 8 entradas digitales y 4 salidas de relé de 10A, con alimentación de 115 - 240V en corriente alterna o continua. Además, se utiliza una pantalla HMI para mostrar los cambios de estado del sistema durante su operación.

Finalmente, se ha hecho un montaje en la estructura principal para incorporar una herramienta que efectúe el corte del elemento. Dada la magnitud del proyecto y teniendo en cuenta las limitaciones correspondientes, se ha optado por utilizar una amoladora angular de 4-1/2", con una potencia de 500W, alimentación de 220V/60Hz y una velocidad sin carga de 11000 rpm. En esencia, este proceso representa la etapa final del presente trabajo de titulación, en la cual, según la distancia especificada por el operador, se lleva a cabo el corte del tubo a la medida indicada.

Figura 17

Amoladora angular



Nota. Base de la amoladora para el corte, Fuente: Elaboración propia



SISTEMA DE CONTROL

Se contempla el hardware, que abarca tanto la parte electromecánica como la de control. Por otro lado, se concentra en el análisis del software, cuyas operaciones son supervisadas por el controlador PLC S7-1200.

HARDWARE

Se refiere a todos los componentes físicos y conexiones que posibilitan la automatización de un proyecto específico. En este caso, el controlador utilizado es el PLC S7-1200, el cual dispone de 8 entradas digitales y 4 salidas digitales a través de relés. Se puede montar fácilmente en un riel estandarizado, incluye una interfaz para módulos de programa y un cable para conexión a la computadora. Este controlador admite hasta 200 bloques de programa y su implementación resulta sencilla.

De esta manera, el sistema de control desarrollado aprovecha el empleo de las siguientes entradas y salidas del PLC S7-1200.

La comunicación se establece mediante el cable PLC S7-1200 PC, mediante el protocolo profinet.

El sistema se alimenta con un voltaje de línea de 220V CA, el cual suministra energía a todos los componentes que integran el sistema de control. Es importante mencionar que los actuadores son gestionados mediante relés, mientras que la amoladora angular está vinculada a un relé de estado sólido, el cual se alimenta de la línea L1 y se activa mediante el selector de 2 posiciones (I1).

SOFTWARE

En cuanto al software, principalmente implica la programación del controlador (autómata) y detalla cómo se ejecutan las funciones del sistema.

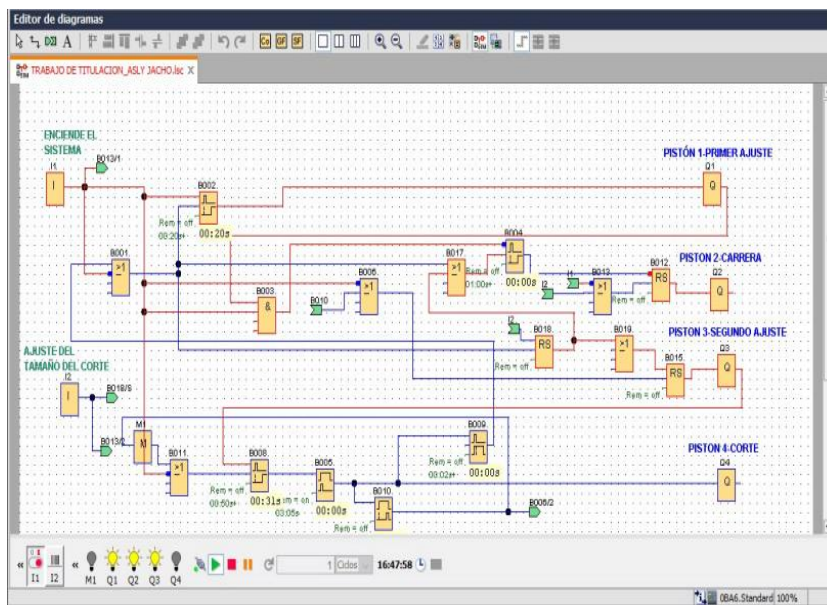
4.2. ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

PRUEBAS DE FUNCIONAMIENTO

Después de programar en el entorno PLC S7-1200 y simular en el editor de programas, se llevaron a cabo las pruebas necesarias en el sistema implementado.

Figura 18

Representación en forma de diagrama de bloques de la función



Nota. Diagrama de programación en el software Tia Portal, Fuente: Autoría propia

Figura 19

Tablero de control



Nota. Tablero de automatización Fuente: Elaboración propia

Realizando las pruebas iniciales de funcionamiento, se diseñó un diagrama de control con dos disyuntores que controlan tanto el PLC S7-1200 como el sistema. Sin embargo, al activar la amoladora angular, se concluyó que era necesario utilizar un relé de estado sólido (entrada: 90-280 VCA / carga: 40A - 480VCA) para controlar la cortadora, debido a su potencia de trabajo. Por lo tanto, El enlace directo se establece con el relé de estado sólido a 220VCA para la amoladora,

Figura 20 *Funcionamiento de la cortadora*



Nota. Prueba de corte del tubo metálico, Fuente: Elaboración propia

También, en cuanto a la precisión del corte del tubo de metal, se observó que al inicio del sistema siempre habrá una pérdida del corte inicial y final hasta que las funciones se establezcan.

Resultados

Precisión de corte

Ejemplo:

$$\%Error = \frac{|T - E|}{|T|} * 100\%$$

$$\%Error = \frac{|12 - 11,95|}{|12|} * 100 = 0,416\%$$



Tabla 3

Resultados de pruebas de funcionamiento

No.	Muestra	Longitud experimental (cm)	Longitud teórica (cm)	Error
1		21,95	22	0,42
2		22	22	0,00
3		11,95	22	1,67
4		22,00	22	0,00
5	Tubo de Metal	22,00	22	0,00
6		22,00	22	0,00
7		21,90	22	0,42
8		21,95	22	0,42
9		22,00	22	0,00
Media			22	0,37
Aritmética		11,96		

Nota. Se realizó diferentes pruebas de funcionamiento, Fuente: Elaboración propia

Según la cantidad de muestras utilizadas y los datos experimentales recopilados, se concluye a partir de los cálculos que la precisión de corte presenta un margen de error del 0,37%, según el promedio indicado en la tabla 2.

Seguidamente, se muestran algunas capturas que reflejan el progreso de las pruebas de funcionamiento del sistema.

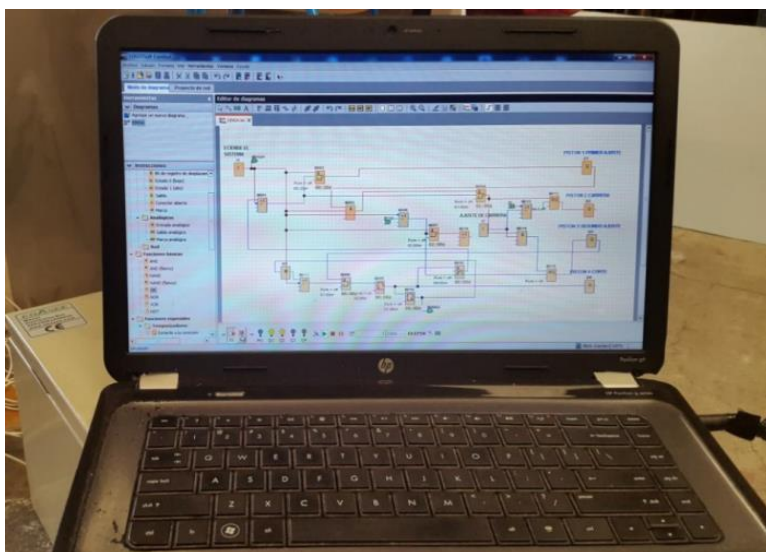
Figura 21

Realización de las pruebas de operación



Nota. Corte automático del tubo a través de la amoladora, Fuente: Elaboración propia

Figura 22 *Representación virtual del sistema de control*



Nota. Programación del proceso de corte, Fuente: Elaboración propia



4.3. DISCUSIÓN DE RESULTADOS

Durante las pruebas del sistema para determinar su capacidad para posicionar con precisión el tubo metálico antes del corte. Se comparan los datos obtenidos en la tabla 2 con los valores teóricos esperados y se analizan estos datos de corte que presentan un margen de error del 0,33%.

EL sistema de posicionamiento automático mejora la eficiencia de las operaciones de corte de tubo metálico en términos de tiempo, recursos y reducción de errores, en comparación con métodos manuales o sistemas tradicionales.

Se determina que el sistema de posicionamiento influye en la calidad del corte, incluida la precisión dimensional, la uniformidad del corte y la reducción de rebabas. mejorando la calidad del producto final.

El control que se implementó para el posicionamiento, permite medir y controlar la distancia del material a ser cortado. Se llevaron a cabo mediciones de la distancia, y al comparar los resultados con los valores proporcionados en la tabla 2, se pudo observar que alcanzar a tener un error del 0,37% aproximadamente. Esto indica que los parámetros del controlador tienen un impacto directo en la mejora y ajuste del sistema de posicionamiento, cumpliendo así con los objetivos establecidos para el sistema.



CONCLUSIONES

- PRIMERA:** La implementación del sistema de posicionamiento automático ha demostrado mejorar significativamente la eficiencia en las operaciones de corte de tubo metálico. Se ha reducido el tiempo de configuración y ajuste, lo que se traduce en una mayor productividad y menores tiempos de inactividad de la maquinaria.
- SEGUNDA:** El sistema de posicionamiento automático ha mejorado la precisión del corte, lo que ha llevado a una mayor calidad en los productos finales. Esto se refleja en una disminución de los desperdicios y mejorando la calidad de los acabados de los tubos cortados.
- TERCERA:** A pesar de que la instalación inicial del sistema puede demandar una inversión considerable, a largo plazo, se espera que se traduzca en una reducción de los costos operativos. La eficiencia mejorada, disminución de los períodos de inactividad. y la disminución de los desperdicios contribuyen a un menor costo por unidad producida.
- CUARTA:** La implementación de un HMI nos permite realizar el funcionamiento automático de la cortadora automática de tubos y poder interactuar con el PLC para fijar las distancias de corte a realizar en forma satisfactoria.



RECOMENDACIONES

- PRIMERA:** Es fundamental proporcionar la formación adecuada al personal encargado de operar y mantener el sistema de posicionamiento automático. Esto garantizará un uso eficiente del sistema y minimizará los errores operativos.
- SEGUNDA;** Se recomienda establecer un programa de mantenimiento regular para el sistema de ubicación automática con el propósito de asegurar su funcionamiento óptimo a lo largo del tiempo. Esto incluye la calibración periódica y la revisión de los componentes mecánicos y electrónicos.
- TERCERA:** Dado el rápido avance de la tecnología, se sugiere mantenerse al tanto de las nuevas innovaciones en sistemas de posicionamiento automático y considerar la actualización del sistema existente cuando sea necesario para mantener la competitividad y la eficiencia.
- CUARTA:** Es importante realizar una evaluación continua del desempeño del sistema de posicionamiento automático, recopilando datos sobre la productividad, la calidad del corte y los costos operativos. Esto posibilitará detectar áreas que requieran mejoras y realizar ajustes según sea necesario.



REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alfaro, M., & Llontop, L. (2023). Automatización del proceso de corte de tubos de acero orientado a la industria carrocera METALVAL de Trujillo. *Ingenierías*. Universidad Privada Antenor Orrego, Peru. Obtenido de <https://hdl.handle.net/20.500.12759/11130>
- Alvear, J., & Llumiquinga, J. (2018). Desarrollo de un sistema semi-automático de sujeción para corte longitudinal de aglomerado en una sierra circular de mesa para la empresa Ambiente Modular. *Ingenierías*. Universidad Politécnica Salesiana, Ecuador. Obtenido de <https://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/15947>
- Artiga, R., Bolaños, G., Martínez, A., & Reyes, E. (2015). Diseño y construcción de un sistema para corte por plasma, usando técnicas de control numérico computarizado. *Ingenierías*. Universidad Politecnica Nacional, El Salvador. Obtenido de <https://hdl.handle.net/20.500.14492/17526>
- Bohórquez, J., & Contreras, J. (2019). Prototipo de un sistema mecatrónico para el posicionamiento y apilamiento automático de envases plásticos de cuatro litros empleando visión artificial en el sector manufacturero. *Ingenierías*. Universidad Tecnológica del Perú, Peru. Obtenido de <https://hdl.handle.net/20.500.12867/2132>
- Cares, F., & Andrades, B. (2022). Implementación de PLC S7-1200 con pantalla HMI KTP700. *Ingenierías*. Universidad Técnica Federico Santa María, Chile. Obtenido de <https://hdl.handle.net/11673/54003>
- Carrillo, C., & Carvajal, R. (2018). Diseño y construcción de una máquina cortadora plasma CNC en la empresa mecánica industrial "MOYA HNOS".



Ingenierías. Universidad Técnica de Ambato, Ecuador. Obtenido de <http://repositorio.uta.edu.ec/jspui/handle/123456789/28764>

Conceptualista. (3 de marzo de 2024). Electroimán. Coceptualista. Obtenido de <https://conceptualista.com/electroiman/>

Crispin, P. (2018). Diseño de un sistema de desplazamiento vertical y posicionamiento de trabajo de un soporte sujetador para motores de combustión interna de capacidad máxima de 1300 kg. *Ingenierías*. Universidad Continental, Peru. Obtenido de <https://hdl.handle.net/20.500.12394/4648>

Denezhni, P. (1978). *Manual del Tornero*. Moscú - URSS: Editorial MIR. . Obtenido de https://www.ecured.cu/Teor%C3%ADa_del_corte_de_los_metales

Gauna, J. (2019). Diseño y montaje de router CNC para implementar al laboratorio del curso de procesos de manufactura para fines didácticos. *Ingenierías*. Universidad Nacional Jorge Basadre Grohmann, Peru. Obtenido de <http://repositorio.unjbg.edu.pe/handle/UNJBG/3851>

Jacho, A. (2018). Diseño e implementación de un sistema de posicionamiento automático para operaciones de corte transversal en máquinas de fabricación de tubos de pvc. *Ingenierías*. Universidad Católica de Santiago de Guayaquil, Colombia. Obtenido de <http://repositorio.ucsg.edu.ec/handle/3317/10289>

Kuphaldt, T. (22 de marzo de 2024). *Relés de estado sólido*. Obtenido de https://espanol.libretexts.org/Vocacional/Tecnolog%C3%ADa_Electr%C3%B3nica/Libro%3A_Circuitos_El%C3%A9ctricos_IV_-



[_Circuitos_Digitales_\(Kuphaldt\)/05%3A_Rel%C3%A9s_Electromec%C3%A1nicos/5.05%3A_Rel%C3%A9s_de_estado_s%3%B3lido](#)

Zapata, A. (2017). Diseño e implementación de un sistema semi automático para posicionamiento y corte de perfiles metálicos en base al análisis de optimización de los parámetros de corte por cerrado, para la empresa "INDUSTRIA METÁLICA COTOPAXI". *Ingenierías*. Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE, Ecuador. Obtenido de <http://repositorio.espe.edu.ec/handle/21000/13221>



ANEXOS



ANEXO 1: MATRIZ DE CONSISTENCIA

TÍTULO: IMPLEMENTACION DE UN SISTEMA DE POSICIONAMIENTO AUTOMATICO PARA OPERACIONES DE CORTE DE TUBO METALICO						
AUTOR: MAX ANTHONY CABALLERO ZUÑIGA						
PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPOSTESIS	VARIABLES E INDICADORES			
PROBLEMA GENERAL ¿Como implementar un sistema de posicionamiento automático para operaciones de corte de tubo metálico?	OBJETIVOS GENERAL Implementar un sistema de posicionamiento automático para operaciones de corte de tubo metálico.	HIPOSTESIS GENERAL La implementación de un sistema de posicionamiento automático para operaciones de corte de tubo incrementa la exactitud y la efectividad. y la seguridad del sistema de corte, lo que resulta en mayor velocidad de producción y una calidad superior.	Variables Variable dependiente - Operaciones de corte de tubo metálico	Dimensiones Desplazamiento	Indicadores Distancia	Unidades mm
PROBLEMA ESPECIFICO PE1: ¿Como seleccionar los sensores y actuadores necesarios para la recolección y procesamiento de datos? PE2: ¿Como realizar la programación del sistema de posicionamiento automático para operaciones de corte de tubo metálico? PE3: ¿De qué manera se desarrolla la interfaz gráfica del sistema de posicionamiento automático para operaciones de corte de tubo metálico?	OBJETIVOS ESPECIFICO OE1: Seleccionar los sensores y actuadores necesarios para la recolección y procesamiento de datos. OE2: Realiza la programación del sistema de posicionamiento automático para operaciones de corte de tubo metálico. OE3: Desarrollar la interfaz gráfica del sistema de posicionamiento automático para operaciones de corte de tubo metálico.	HIPOSTESIS ESPECIFICO HE1: Según la elección de componentes de automatización, se podrá identificar los actuadores y sensores que se utilizan en el sistema de posicionamiento automático para las operaciones de corte de tubo metálico HE2: Mediante el empleo del software TIA PORTAL, es posible llevar a cabo la programación en el Controlador Lógico Programable destinado al sistema de posicionamiento automático utilizado en las operaciones de corte de tubo metálico. HE3: Mediante la interfaz gráfica permite la visualización en tiempo real del posicionamiento automático y corte de tubo metálico.	Variable independiente - Sistema de posicionamiento automático	Generar ciclos de corte	Tiempo de ciclo de corte	seg.

ANEXO 2: Instrumentos.

Se realizan una lista de instrumentos electrónicos que se utilizaron para el proyecto "Implementación de un sistema de posicionamiento automático para operaciones de corte de tubo metálico", 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.
Electroimán	Corriente eléctrica continua
Relé estado sólido	Corriente eléctrica continua
Driver control motor paso a paso	Corriente eléctrica continua
Sensor de fin de carrera	voltaje

Nota: Instrumentos electrónicos en la experimentación.

Abelardo León Miranda
ING. ELECTRÓNICO
CIR. 99075



ANEXO 3: 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
Electroimán	Multímetro
Relé estado sólido	Multímetro
Driver control motor paso a paso	Multímetro
Sensor de fin de carrera	Multímetro

Nota: Se valida datos con instrumentos tecnológicos.


Abelardo León Miranda
ING. ELECTRÓNICO
CIR. 99075



ANEXO 4: Tratamiento de Datos.

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

INSTRUMENTOS DE ESTUDIO	INSTRUMENTOS ELECTRÓNICOS	PARÁMETROS	DATOS	VALIDACIÓN
Observación directa	Multimetro Uni - T Electroimán	0 a 24V	24V 27648	certificado Multimetro/ PLC
	Driver control motor paso a paso	0 a 24V Corriente(A) Pulsos	bits 24V (PTO/PWM)	Multimetro/ PLC
	Sensor de fin de carrera	Voltaje (V) Tensión nominal: 125/250	24V	Multimetro/

Nota: El estudio y la validación de datos obtenidos.


Abelardo León Miranda
 ING. ELECTRÓNICO
 CIR. 99075

ANEXO 5: HMI HTP 700 SIEMENS

SIEMENS

Data sheet

6AV2123-2GA03-0AX0

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



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

ANEXO 6: PLC S7 1200 SIEMENS

SIEMENS

Hoja de datos

6ES7215-1BG40-0XB0



SIMATIC S7-1200, CPU 1215C, CPU compacta, AC/DC/Relé, 2 puertos PROFINET, 8/8 integradas; 14 DI (24 V DC), 10 DO, relé 2 A, 2 AI 0-10 V DC, 2 AO 0-20 mA DC, alimentación: AC 85-264 V AC con 47-63 Hz, memoria de programas/datos 200 kB

Información general	
Designación del tipo de producto	CPU 1215C AC/DC/Relé
Versión de firmware	V4.6
Ingeniería con	<ul style="list-style-type: none"> Paquete de programación
	STEP 7 V18 o superior
Tensión de alimentación	
Valor nominal (AC)	
+ 120 V AC	Si
+ 230 V AC	Si
Rango admisible, límite inferior (AC)	85 V
Rango admisible, límite superior (AC)	265 V
Frecuencia de red	
+ Rango admisible, límite inferior	47 Hz
+ Rango admisible, límite superior	63 Hz
Intensidad de entrada	
Consumo (valor nominal)	100 mA con 120 V AC; 50 mA con 240 V AC
Consumo, máx.	300 mA con 120 V AC; 150 mA con 240 V AC
Intensidad de carga, máx.	20 A; con 204 V
Pf	0,8 A ² s
Intensidad de salida	
Para bus de fondo (5 V DC), máx.	1 600 mA; máx. 5 V DC para S11 y C1M
Alimentación de sensores	
Alimentación de sensores 24 V	
+ 24 V	20,4 a 28,8 V
Pérdidas	
Pérdidas, típ.	14 W
Memoria	
Memoria de trabajo	
+ integrada	200 Mbyte
Memoria de carga	
+ integrada	4 Mbyte
+ enchufete (SIMATIC Memory Card), máx.	con SIMATIC Memory Card
Respaldo	
+ existente	Si
+ libre de mantenimiento	Si
+ sin pila	Si
Tiempo de ejecución de la CPU	
para operaciones de bits, típ.	0,08 µs/instrucción
para operaciones a palabras, típ.	1,7 µs/instrucción
para aritmética de coma flotante, típ.	2,3 µs/instrucción

6ES72151BG400XB0
Página 1/6

11/4/2024

Sujeto a cambios
© Copyright Siemens

ANEXO 7: MODULO ANALOGICO SIEMENS

SIEMENS

Hoja de datos

6ES7232-4HB32-0XB0

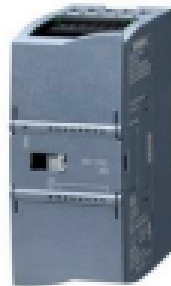


Figura 5016

SIMATIC 57-1200, Salida analógica, SM 1232, 2 AO, ±10V, Resolución de 14 bits, 0-20 mA/4-20 mA, Resolución de 13 bits

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

6ES72324HB320XB0
Página 1/2

13/3/2024

Sujeto a cambios
© Copyright Siemens

ANEXO 8: MOTOR PASO A PASO

END COVER COLOR: BLACK

SPECIFICATION	CONNECTION	BIPOLAR
AMPS/PHASE		5.00
RESISTANCE/PHASE(Ohms)@20°C		0.48±10%
INDUCTANCE/PHASE(mH)@1KHz		1.85±20%
HOLDING TORQUE(Nm)@b-h)		3.50 [31.00]
STEP ANGLE(°)		1.8±0.09
MAXIMUM RADIAL RUNOUT(mm)@LOAD 450g		0.025
MAXIMUM AXIAL RUNOUT(mm)@LOAD 920g		0.075
ROTOR INERTIA(g-cm ²)		900
WEIGHT(Kg)@lb)		—
TEMPERATURE RISE:MAX 80°C (MOTOR STANDSTILL;FOR 2PHASE ENERGIZED)		
OPERATION AMBIENT TEMPERATURE 0°C-50°C [32°F-122°F]		
INSULATION RESISTANCE 100 Mohm (UNDER NORMAL TEMPERATURE AND HUMIDITY)		
INSULATION CLASS B 130°C [266°F]		
DIELECTRIC STRENGTH 500VAC FOR 1MIN,BETWEEN THE MOTOR COILS AND THE MOTOR CASE)		

TYPE OF CONNECTION (EXTERN)	MOTOR
BIPOLAR	LEADS WINDING
1 A —	BLK A
2 A1 —	GRN A1
3 B —	RED B
4 B1 —	BLU B1

FULL STEP 2 PHASE-EX, WHEN FACING MOUNTING END (X)

STEP	A	B	A1	B1	CCW	CW
1	+	+	-	-	↑	↓
2	-	+	+	-	↓	↑
3	-	-	+	+	↑	↓
4	+	-	-	+	↓	↑

APVD: 7.12.2019
CHKD: _____
DRN: _____
SIGNATURE: _____
DATE: _____

STEPPER MOTOR
24HP39-5004S

SCALE: 1:1.5

ANEXO 9: TB6600 DRIVER

TB6600 DRIVER MANUAL

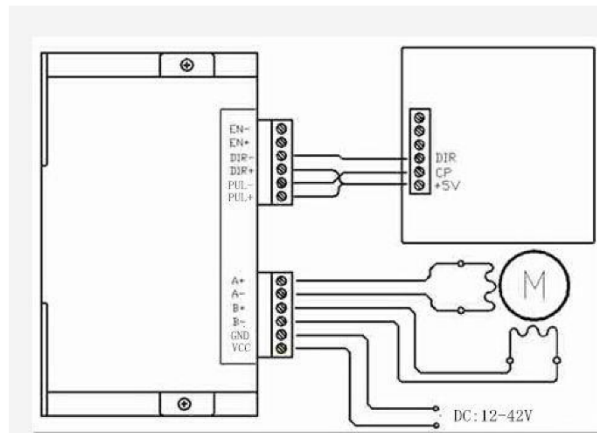
Special driver for stepping motor High performance, low cost



NOTES:

Please read the user manual carefully before using this product. Please keep this manual properly for future reference. The appearance pictures in this book are for reference only, please refer to the real object.

1. The driver is powered by DC power supply. Please confirm the positive and negative poles of the power supply before powering on.
2. Do not plug or unplug the connecting cable with electricity.
3. Do not mix with conductive foreign matters such as screws, metals, or combustible foreign matters, and pay attention to moisture prevention during storage or use.
4. The driver is a power device, and the working environment shall be kept cool and ventilated as far as possible.



Note: Please disconnect the power supply when wiring, and pay attention not to stagger the phase and short circuit between phases in order to avoid damaging the driver.

6. Dial switch setting subdivision and current

A. Microstep no. setting

The Microstep number is selected and set by the dial switch on the drive board. The user can set it according to the data in the Microstep selection table on the outer box of the drive (it is better to set it when the power is off). After subdivision, the step angle of the stepping motor shall be calculated as follows: $\text{step angle} = \text{inherent step angle of the motor} / \text{subdivision}$. For example, a stepping motor with an inherent step angle of 1.8° is subdivided by 4, and the step angle is $1.8^\circ / 4 = 0.45^\circ$. The dial switches 1, 2 and 3 on the drive board correspond to S1, S2 and S3 respectively.

Microstep	Pulse/revolution	S1 status	S2 status	S3 status
NC	NC	ON	ON	ON
1	200	ON	ON	OFF
2/A	400	ON	OFF	ON
2/B	400	OFF	ON	ON
4	800	ON	OFF	OFF
8	1600	OFF	ON	OFF
16	3200	OFF	OFF	ON
32	6400	OFF	OFF	OFF



ANEXO 1
FORMULARIO DE AUTORIZACIÓN

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

Formato digital

Fecha de entrega: 18 - 12 - 2024

1. Datos del autor (es):

Nombres y Apellidos: MAX ANTHONY CABALLERO ZUÑIGA

Dirección: APV. MOLLEMOCO MZ. O LT. 5

DNI/Carné de Extranjería/Pasaporte N°: 70381822

Teléfono: 966 999 838 email: maxanthony1104@gmail.com

Nombres y Apellidos: _____

Dirección: _____

DNI/Carné de Extranjería/Pasaporte N°: _____

Teléfono: _____ email: _____

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

Escuela Profesional o Mención: ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA MECATRÓNICA

Título o Grado Académico a optar: INGENIERO MECATRÓNICO

Asesor: Ing. ABELARDO LEON MIRANDA

Esta obra se encuentra dentro de las siguientes denominaciones:

Trabajo de Investigación Tesis Trabajo de Suficiencia Profesional Trabajo Académico

Título: IMPLEMENTACION DE UN SISTEMA DE POSICIONAMIENTO AUTOMATICO PARA OPERACIONES DE CORTE DE TUBO METALICO

Palabras claves, (3 a 5 términos): Posicionamiento, Sistema de control, Automatización.

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

1

¹ Indicar si su producción intelectual ha empleado recursos tales como, instalaciones, laboratorios, insumos, equipos, bases de datos, asesoría técnica por parte del personal de la UANCV, financiamiento, entre otros relacionados.

² Si su producción intelectual se desarrolló en la UANCV totalmente o parcialmente, deberá autorizar el depósito en el Repositorio de manera obligatoria.



2. Referencia de tesis:

Bachiller Título 2da Especialidad Maestría Doctorado

3. Licencias:

a) Licencia estándar:

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

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

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

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

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

Autorizo su publicación (marque con una X)

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

b) Licencia CREATIVE COMMONS 4.0 INTERNACIONAL:

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

¿Quiere permitir usos comerciales de su producción intelectual?

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

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

- Sí autorizo
- No autorizo



Jurisdicción de su Licencia

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

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

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

Internacional

Nacional

Línea de investigación: TECNOLOGÍA DE LA INSTRUMENTACIÓN - P21

Firma de Autor



huella digital

18 - 12 - 2024

Fecha