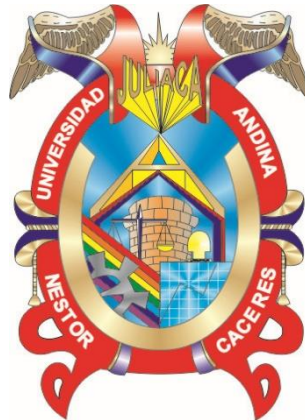




**UNIVERSIDAD ANDINA
NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA MECATRÓNICA**



**IMPLEMENTACIÓN DE UN CONTROL PARA EL MONITOREO
DE TEMPERATURA Y VELOCIDAD DE MOTORES
ELÉCTRICOS TRIFÁSICOS Y SISTEMAS
DE TRANSMISIONES MECÁNICAS**

**TESIS PRESENTADA POR:
Bach. EDWIN HUISA HANCCO**

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

JULIACA – PERÚ

2024



UNIVERSIDAD ANDINA

NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ

FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA MECATRÓNICA

**IMPLEMENTACIÓN DE UN CONTROL PARA EL MONITOREO
DE TEMPERATURA Y VELOCIDAD DE MOTORES
ELÉCTRICOS TRIFÁSICOS Y SISTEMAS
DE TRANSMISIONES MECÁNICAS**

TESIS PRESENTADA POR:

Bach. EDWIN HUISA HANCCO

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



"NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"

RESOLUCIÓN DECANAL N° 576-2024-D-FICP-UANCV

Juliaca, 24 de diciembre de 2024

VISTOS:

El **INFORME N° 013-2024-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°573-2024 de fecha 23 de diciembre de 2024 sobre la aprobación del Informe Final del trabajo de Investigación (tesis) titulado: **IMPLEMENTACIÓN DE UN CONTROL PARA EL MONITOREO DE TEMPERATURA Y VELOCIDAD DE MOTORES ELÉCTRICOS TRIFÁSICOS Y SISTEMAS DE TRANSMISIONES MECÁNICAS**; y el trámite solicitado por el Bachiller en **Ingeniería Mecatrónica** y;

CONSIDERANDO:

Que, el Bachiller: **EDWIN HUISA HANCCO**; ha solicitado fecha y hora para efectuar la sustentación del Informe Final del Trabajo de Investigación (tesis) titulado: **IMPLEMENTACIÓN DE UN CONTROL PARA EL MONITOREO DE TEMPERATURA Y VELOCIDAD DE MOTORES ELÉCTRICOS TRIFÁSICOS Y SISTEMAS DE TRANSMISIONES MECÁNICAS**, 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: **EDWIN HUISA HANCCO**; rendirá el Examen de Sustentación del Informe Final del Trabajo de Investigación (tesis) titulado **IMPLEMENTACIÓN DE UN CONTROL PARA EL MONITOREO DE TEMPERATURA Y VELOCIDAD DE MOTORES ELÉCTRICOS TRIFÁSICOS Y SISTEMAS DE TRANSMISIONES MECÁNICAS**, para optar el Título Profesional de **Ingeniero Mecatrónico** de acuerdo al siguiente detalle:

- * **FECHA** : viernes 27 de diciembre de 2024
- * **HORA** : 11:00 horas
- * **LUGAR** : Aula 205 - FICP

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

Regístrese, Comuníquese, Archívese.

C.c.
Arch. 2024
Interesado
Escuela Profesional

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

Dr. MILTHON QUISPE HUANCA
DECANO
CIP. 47790

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

Dr. EFRAIN PARILLO SOSA
SECRETARIO ACADÉMICO
CIP. 35531



RESOLUCIÓN DECANAL N° 573-2024-D-FICP-UANCV

Juliaca, 23 de diciembre de 2024

VISTOS:

El **INFORME N° 195-2024-D-UI-FICP-UANCV**, del Director Unidad de Investigación de la Facultad de Ingenierías y Ciencias, **INFORME N° 013-2024-UI-CI-EPIM-FICP-UANCV** del Presidente del Sub Comité de Evaluación de la Escuela Profesional de Ingeniería Mecatrónica, **RESOLUCIÓN DECANAL N° 011-2023-D-FICP-UANCV** que aprueba el Proyecto de Investigación el **06 de marzo de 2023** y el acta de revisión y calificación del Trabajo de Investigación (tesis) de fecha **16 de diciembre de 2024** para optar el Título Profesional de Ingeniero Mecatrónico, con el tema titulado: **IMPLEMENTACIÓN DE UN CONTROL PARA EL MONITOREO DE TEMPERATURA Y VELOCIDAD DE MOTORES ELÉCTRICOS TRIFÁSICOS Y SISTEMAS DE TRANSMISIONES MECÁNICAS.**

CONSIDERANDO:

Que, el (la) Bachiller: **EDWIN HUISA HANCCO**, ha presentado su Trabajo de Investigación (tesis) Titulado: **IMPLEMENTACIÓN DE UN CONTROL PARA EL MONITOREO DE TEMPERATURA Y VELOCIDAD DE MOTORES ELÉCTRICOS TRIFÁSICOS Y SISTEMAS DE TRANSMISIONES MECÁNICAS.**

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: **IMPLEMENTACIÓN DE UN CONTROL PARA EL MONITOREO DE TEMPERATURA Y VELOCIDAD DE MOTORES ELÉCTRICOS TRIFÁSICOS Y SISTEMAS DE TRANSMISIONES MECÁNICAS.**

Que, la Oficina de Investigación ha aprobado con el Dictamen N° 445-2024, la originalidad del trabajo de investigación (tesis) titulado: **IMPLEMENTACIÓN DE UN CONTROL PARA EL MONITOREO DE TEMPERATURA Y VELOCIDAD DE MOTORES ELÉCTRICOS TRIFÁSICOS Y SISTEMAS DE TRANSMISIONES MECÁNICAS.**

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: **EDWIN HUISA HANCCO**, para optar el Título Profesional de Ingeniero Mecatrónico, con el Tema Titulado: **IMPLEMENTACIÓN DE UN CONTROL PARA EL MONITOREO DE TEMPERATURA Y VELOCIDAD DE MOTORES ELÉCTRICOS TRIFÁSICOS Y SISTEMAS DE TRANSMISIONES MECÁNICAS.**

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,

C.e.
archivo 2/24
interesado



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

Dr. MILTON QUISEP HUANCA
DECANO
CIP. 47790



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

Dr. EFRAIN PARIJLO SOSA
SECRETARIO ACADEMICO
CIP. 95531



RESOLUCIÓN DECANAL N° 445-2024-D-FICP-UANCV

Juliaca, 16 de setiembre de 2024

VISTOS.-

El **OFICIO N° 022-2024-EPIM-UANCV-FP**, del Director de la Escuela Profesional de **Ingeniería Mecatrónica** y el proveído del Director de la Unidad de Investigación de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras, sobre el pedido de cambio de miembro (s) del sub comité de evaluación del **Proyecto de Investigación**, del Bachiller: **EDWIN HUISA HANCCO** para optar el Título Profesional de Ingeniero Mecatronico, con el tema titulado: **IMPLEMENTACIÓN DE UN CONTROL PARA EL MONITOREO DE TEMPERATURA Y VELOCIDAD DE MOTORES ELÉCTRICOS TRIFÁSICOS Y SISTEMAS DE TRANSMISIONES MECÁNICAS**, y;

CONSIDERANDO:

Que, el (la) Bachiller: **EDWIN HUISA HANCCO** ha solicitado cambio del **segundo miembro** de la terna del sub comité de evaluación del **Proyecto de Investigación**, titulado: **IMPLEMENTACIÓN DE UN CONTROL PARA EL MONITOREO DE TEMPERATURA Y VELOCIDAD DE MOTORES ELÉCTRICOS TRIFÁSICOS Y SISTEMAS DE TRANSMISIONES MECÁNICAS** aprobado con la **RESOLUCIÓN DECANAL N°011-2023-D-FICP-UANCV** de fecha 06 de marzo de 2023; conformado por los siguientes Docentes:

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

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

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

Estando, en la opinión favorable del Director de la Unidad de Investigación de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras, el Director y el responsable del Comité de Investigación de la escuela profesional de Ingeniería Mecatrónica, en concordancia al Reglamento de aseguramiento de calidad de trabajos de investigación, con fines de obtención de grados académicos y títulos profesionales de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras y en uso a las atribuciones, que le concede la ley Universitaria N° 30220, ley de creación de la UANCV N° 23738 y modificatoria N° 24661, y el Estatuto de la UANCV, el Decano de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras.

RESUELVE:

ARTICULO PRIMERO. - **APROBAR**, el cambio del **segundo miembro** de la Terna del sub comité de evaluación del **Proyecto de Investigación** presentado por el bachiller: **EDWIN HUISA HANCCO**, titulado: **IMPLEMENTACIÓN DE UN CONTROL PARA EL MONITOREO DE TEMPERATURA Y VELOCIDAD DE MOTORES ELÉCTRICOS TRIFÁSICOS Y SISTEMAS DE TRANSMISIONES MECÁNICAS**, 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. MILTON QUISPE HUANCA
DECANO
CIP. 47790



UNIVERSIDAD ANDINA NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CS. PURAS

Dr. EFRAIN VARELA SOSA
SECRETARIO ACADÉMICO
CIP. 47790



UNIVERSIDAD ANDINA
"NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"

RESOLUCIÓN DECANAL N° 011 2023-D-FICP-UANCV

Juliaca, 06 de marzo de 2023

VISTOS:

El INFORME N° 822-2022-D-UI-FICP-UANCV, del Director de la Unidad de Investigación de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras, INFORME DE OPINIÓN TÉCNICA N° 075-2022-UANCV-FICP-UI-CI del responsable del Comité de Investigación, la opinión técnica N° 039-2022-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 27 de diciembre de 2022, para optar el Título Profesional de Ingeniero Mecatrónico, con el tema titulado: IMPLEMENTACIÓN DE UN CONTROL PARA EL MONITOREO DE TEMPERATURA Y VELOCIDAD DE MOTORES ELÉCTRICOS TRIFÁSICOS Y SISTEMAS DE TRANSMISIONES MECÁNICAS.

CONSIDERANDO:

Que, el (la) Bachiller: EDWIN HUISA HANCCO, ha presentado su Proyecto de Investigación Titulado: IMPLEMENTACIÓN DE UN CONTROL PARA EL MONITOREO DE TEMPERATURA Y VELOCIDAD DE MOTORES ELÉCTRICOS TRIFÁSICOS Y SISTEMAS DE TRANSMISIONES MECÁNICAS, 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, nomino a la sub comisión de evaluación de Proyecto de Investigación, a los siguientes Docentes:

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

Que, la sub comisión de evaluación de Proyecto de Investigación aprobó su observación el proyecto de Investigación titulado: IMPLEMENTACIÓN DE UN CONTROL PARA EL MONITOREO DE TEMPERATURA Y VELOCIDAD DE MOTORES ELÉCTRICOS TRIFÁSICOS Y SISTEMAS DE TRANSMISIONES MECÁNICAS, correspondiente a la línea de investigación: TECNOLOGÍA DE LA INSTRUMENTACIÓN, 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, en el artículo 10 de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras.

RESUELVE:

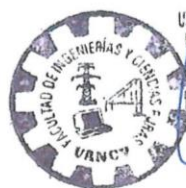
ARTÍCULO PRIMERO.- APROBAR el PROYECTO DE INVESTIGACIÓN presentado por el (la) Bachiller: EDWIN HUISA HANCCO, para optar el Título Profesional de Ingeniero Mecatrónico, con el Tema Titulado: IMPLEMENTACIÓN DE UN CONTROL PARA EL MONITOREO DE TEMPERATURA Y VELOCIDAD DE MOTORES ELÉCTRICOS TRIFÁSICOS Y SISTEMAS DE TRANSMISIONES MECÁNICAS.

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) tal 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 C. PURAS

Mgtr. MILTHON QUISPE HUANCA

DECANO
CIP. 47790



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

Dr. EFRAIN PARILLO SOSA
SECRETARIO ACADÉMICO
CIP. 99531

cc: archivo 2023
interesado: fa



IMPLEMENTACIÓN DE UN CONTROL PARA EL MONITOREO DE TEMPERATURA Y VELOCIDAD DE MOTORES ELÉCTRICOS TRIFÁSICOS Y SISTEMAS DE TRANSMISIONES MECÁNICAS

INFORME DE ORIGINALIDAD

19%

INDICE DE SIMILITUD

13%

FUENTES DE INTERNET

2%

PUBLICACIONES

12%

TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

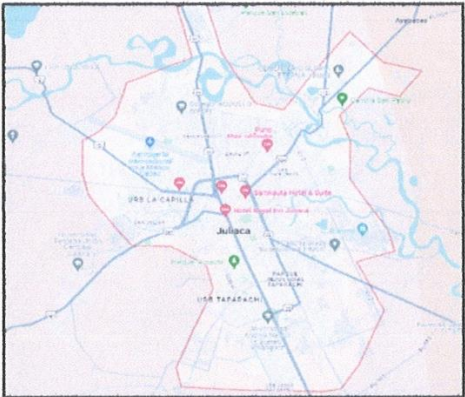
1	Submitted to Universidad Andina Nestor Caceres Velasquez Trabajo del estudiante	9%
2	hdl.handle.net Fuente de Internet	4%
3	repositorio.umsa.bo Fuente de Internet	1%
4	dspace.esPOCH.edu.ec Fuente de Internet	1%
5	repositorio.uancv.edu.pe Fuente de Internet	1%
6	alicia.concytec.gob.pe Fuente de Internet	1%
7	Submitted to Universidad Europea de Madrid Trabajo del estudiante	1%
8	www.coursehero.com Fuente de Internet	<1%



Metadatos Complementarios

TÍTULO DE LA TESIS	
IMPLEMENTACIÓN DE UN CONTROL PARA EL MONITOREO DE TEMPERATURA Y VELOCIDAD DE MOTORES ELÉCTRICOS TRIFÁSICOS Y SISTEMAS DE TRANSMISIONES MECÁNICAS	
Datos de autor	
Nombres y apellidos	EDWIN HUISA HANCCO
Tipo de documento	DNI
Número de documento de identidad	41343565
URL de ORCID	https://orcid.org/0009-0001-3465-1333
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	CARLOS ALEJANDRO CACERES VARGAS
Tipo de documento	DNI
Número de documento de identidad	29591476



Datos de investigación	
Línea de investigación	TECNOLOGÍA DE LA INSTRUMENTACIÓN – P21
Grupo de investigación	No aplica.
Agencia de financiamiento	Sin financiamiento
Ubicación geográfica de la investigación	<p>País: Perú Departamento: Puno Provincia: San Román Distrito: Juliaca Coordenadas: Latitud: 14° 54' 54,099" S Longitud: 70° 12' 5,982" W</p> <p>URL Maps https://maps.app.goo.gl/ej1wynEjv83NkGBQ7</p> 
Año o rango de años en que se realizó la investigación	Marzo 2023 – Diciembre 2024
URL de disciplinas OCDE https://concytec-pe.github.io/Peru-CRIS/vocabularios/ocde_ford.html - Librería	Ingeniería mecatrónica https://purl.org/pe-repo/ocde/ford#2.02.01 Sistemas de automatización, Sistemas de control https://purl.org/pe-repo/ocde/ford#2.02.03


UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS
Dr. Efraín Parillo Bosa
DIRECTOR
UNIDAD DE INVESTIGACIÓN



DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD Y RESPONSABILIDAD

Yo EDWIN HUISA HANCCO, identificado con DNI
Nro. 41343565 en mi condición de egresado de:

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

INGENIERÍA MECATRÓNICA

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

IMPLEMENTACIÓN DE UN CONTROL PARA EL MONITOREO DE TEMPERATURA

Y VELOCIDAD DE MOTORES ELÉCTRICOS TRIFÁSICOS Y SISTEMAS

DE TRANSMISIONES MECÁNICAS

Asesorado por: M.Sc. ABELARDO LEON MIRANDA

Es un tema original.

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

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

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

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

Juliaca _____ de _____ del 20__

Firma del Asesor
(obligatoria)

Firma del Estudiante
(obligatoria)



Huella



DEDICATORIA

En primer lugar, manifiesto mi agradecimiento y dedicación por este proyecto principalmente a Dios, quien me ha dado la oportunidad de llegar a este punto clave en mi formación profesional y también me ha proporcionado la fortaleza necesaria para seguir adelante.



AGRADECIMIENTO

Agradezco en primer lugar a mi tutor quien dedicó su tiempo y conocimiento para guiarme durante el desarrollo de este proyecto.

Quiero expresar también mi más sincero agradecimiento a mi familia quienes han sido el motor y motivo en donde me han dado la fortaleza durante este proceso de mi proyecto.



ÍNDICE GENERAL

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

CAPITULO I

ASPECTOS GENERALES

1. 1. Descripción del problema.....	1
1. 2. Formulación del problema.....	2
1. 2. 1. Problema general.....	2
1. 2. 2. Problemas específicos.....	2
1. 3. Objetivos de la investigación.....	3
1. 3. 1. Objetivo general.....	3
1. 3. 2. Objetivos específicos.....	3
1. 4. Justificación.....	3
1. 5. Hipótesis de la investigación.....	5
1. 5. 1. Hipótesis general.....	5
1. 5. 2. Hipótesis específicas.....	5
1. 6. Variables de investigación.....	6
1. 7. Operacionalización de variables.....	6

CAPITULO II

FUNDAMENTOS TEÓRICOS

2. 1. Antecedentes de la investigación.....	7
2.1.1. A nivel internacional.....	7
2.1.2. A nivel nacional.....	9
2. 2. Marco teórico.....	11
2. 2. 1. Motores de inducción trifásicos.....	11
2. 2. 2. Sensores de temperatura.....	13
2. 2. 3. Rtd.....	14
2. 2. 4. Termocuplas / Termopares.....	14
2. 2. 5. Sensores de velocidad.....	16
2. 2. 6. Variadores de velocidad.....	17
2. 2. 7. Supervisión y monitoreo.....	19
2. 2. 8. De la automatización.....	19



2. 2. 9. Adquisición y registro de datos	21
2. 2. 10. Registro de datos.....	24
2. 2. 11. Alarmas situaciones anómalas	26
2. 2. 12. Tipos de alarmas	27
2. 3. Sistemas de control	29
2. 2. 13. Tipos de señales y sistemas	30
2. 4. Sistemas combinacionales y secuenciales	32
2. 2. 14. Sistemas de control dinámico	33
2. 2. 15. Software HMI	34
2. 2. 16. Autómatas programables	35
2. 2. 17. Entradas – salidas	38
2. 2. 18. Motorreductor	38
2. 2. 19. Rodamientos.....	41
CAPITULO III	
METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN	
3. 2. Tipo de investigación	44
3. 3. Diseño de investigación.....	44
3. 4. Ámbito de la investigación	45
3. 5. Población y muestra	45
3. 6. Técnicas e instrumentos de recogida de información	45
3. 7. Recogida de datos.....	46
CAPITULO IV	
ANÁLISIS DE RESULTADO Y DISCUSION	
4. 1. Presentación.....	69
4. 2. Pruebas y resultado.....	69
4. 3. Análisis e interpretación de resultados	72
4. 4. Discusión de resultados.....	73
4. 5. Análisis de los resultados obtenidos	74
CONCLUSIONES.....	76
RECOMENDACIONES	78
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	79
ANEXO.....	83
ANEXO 1: Matriz de Consistencia	83
ANEXO 2: validación de Instrumentos.....	85
ANEXO 3: Instrumentos	85
ANEXO 4: Tratamiento de Datos.....	86



ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Motor trifásico de jaula de ardilla	13
Figura 2 Sensor De Temperatura Tipo Rtd	14
Figura 3 Encoders ópticos.....	17
Figura 4 Diagrama Electrónico del Variador de Velocidad.	18
Figura 5 Variador de frecuencia Sinamics V20.....	18
Figura 6 Fases fundamentales en un control y monitoreo	20
Figura 7 Autómata S7-1200 de SIEMENS	22
Figura 8 Interconectividad y comunicación industrial.	23
Figura 9 Muestreo de una señal analógica. Ts: intervalo de muestreo.	25
Figura 10 Definición de variables de proceso en CITECT	26
Figura 11 Alarma por superación de umbral absoluto (❶) y relativo (❷).....	28
Figura 12 Activación de alarma por velocidad de cambio (ROC)	29
Figura 13 Diagrama de un sistema de control	30
Figura 14 Señal analógica.....	31
Figura 15 Señal discreta en tiempo	31
Figura 16 Señal discreta en amplitud	32
Figura 17 Señal discreta en amplitud y tiempo	32
Figura 18 Diagrama de bloques de un sistema en lazo abierto.....	33
Figura 19 Diagrama de bloques de un sistema de control en lazo cerrado.....	33
Figura 20 Pantalla periférica HMI KTP700 Básico	34
Figura 21 PLC Simatic S7-1200	35
Figura 22 Módulo de salida analógica SM 1232.....	38
Figura 23 Motorreductor de tornillo sin fin trifásico de la marca WEG.....	40
Figura 24 Soporte de arboles	41
Figura 25 Soporte y rodamiento	42
Figura 26 Lubricantes para reductores de temperatura ambiente de: -10°C hasta + 60°C	43
Figura 27 Representación de sensor de corriente	49
Figura 28 Representación gráfica de sensor de temperatura.	50
Figura 29 PLC y módulo Analógico.	51
Figura 30 Comunicación PLC y HMI	52
Figura 31 Desarrollamos el HMI.....	52



Figura 32 Configuración de la conexión.....	53
Figura 33 Activar el HMI	53
Figura 34 Implementación de interfaz del control en HMI.	54
Figura 35 Tabla de Variables de entrada y salida	54
Figura 36 Inicio de programación en Tía Portal.....	55
Figura 37 Programación para lectura de encoder	55
Figura 38 Programación de entradas y salidas de enconder	56
Figura 39 Inicio de programación para sensores de temperatura	56
Figura 40 Configuración para control PID.....	57
Figura 41 Activación de “Mode” en PID	57
Figura 42 Ajuste de valores de entrada y salida.....	58
Figura 43 Visualización de valores reales de temperatura	58
Figura 44 Configuración de parámetros de PID y sintonización	59
Figura 45 Lenguaje de programación en TIA PORTAL S71200.....	60
Figura 46 Programación en TIA PORTAL S71200.	61
Figura 47 Implantación de HMI.....	62
Figura 48 Implantación de sistema de control PLC S71200.	62
Figura 49 Implantación de Encoder y sensores de temperatura.	63
Figura 50 Implantación de variador V20.	64
Figura 51 Implantación de variador V20.	64
Figura 52 Implementación de diagrama de bloques	65
Figura 53 Implementación de diagrama de Flujo.	66
Figura 54 Implementación de diagrama eléctrico y control.	67
Figura 55 Implementación de transmisión mecánica y montaje de motor reductor.	68
Figura 56 Implementación de Tablero eléctrico y control.....	68
Figura 57 Implementación del módulo y programación.....	68
Figura 58 Visualización de funcionamiento en HMI.	70
Figura 59 1° Prueba de funcionamiento y visualización en HMI.....	70
Figura 60 Visualización de comportamiento de temperatura	71
Figura 61 Visualización de parámetros de entrada, salida y setpoint.....	71
Figura 62 Comportamiento de las señales	72
Figura 63 Prueba de sintonización final con autotuning.....	72



ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Operacionalización de variables.....	6
Tabla 2 Técnicas e instrumentos.....	45
Tabla 3 Equipos y materiales.	69
Tabla 4 Características de los equipos y dispositivos usados.	48
Tabla 5 Tabla de registro de resultados de monitoreo y control	73



RESUMEN

El documento presenta un mecanismo de regulación que permite el monitoreo en tiempo real de las condiciones térmicas y la velocidad de motores eléctricos trifásicos. La importancia de este monitoreo radica en la prevención de fallos mecánicos y eléctricos, que pueden resultar costosos y peligrosos.

La tesis comienza con una revisión de la teoría relacionada con los motores eléctricos trifásicos, describiendo su funcionamiento, componentes principales y la relación entre la temperatura y el rendimiento. Se exploran también los sistemas de transmisión mecánica que acoplan estos motores a diferentes maquinarias.

Se detallan los métodos utilizados para la implementación del control, que incluyen sensores de temperatura y dispositivos de medición de velocidad. Estos componentes se integran en un sistema centralizado que permite la recopilación de información y el análisis de las condiciones operativas del motor.

Además, se discute la programación del software necesario para el procesamiento de la información recolectada, así como la creación de una interfaz gráfica que facilita el acceso a los datos para los operadores. Esto no solo mejora la visibilidad del estado del motor, sino que también permite la elección de alternativas informadas respecto al mantenimiento y la operación de los sistemas.

Por último, la tesis incluye una evaluación de los resultados alcanzados después de la implementación del sistema mostrando una mejora significativa en la eficiencia de los motores y una reducción en los costos de mantenimiento, validando así la efectividad del control propuesto.

Palabras clave: sistema automatizado, control para monitoreo temperatura y velocidad



ABSTRACT

The document presents a regulation mechanism that enables real-time monitoring of the thermal conditions and speed of three-phase electric motors. The importance of this monitoring lies in preventing mechanical and electrical failures, which can be both costly and hazardous.

The thesis begins with a review of the theory related to three-phase electric motors, describing their operation, main components, and the relationship between temperature and performance. It also explores the mechanical transmission systems that couple these motors to various machinery.

The methods used for control implementation are detailed, including temperature sensors and speed measurement devices. These components are integrated into a centralized system that enables data collection and analysis of the motor's operational conditions.

Additionally, the programming of the necessary software for processing the collected data is discussed, along with the creation of a graphical interface that facilitates data access for operators. This not only improves visibility into the motor's condition but also allows for informed decision-making regarding system maintenance and operation.

Finally, the thesis includes an evaluation of the results obtained after implementing the system, demonstrating a significant improvement in motor efficiency and a reduction in maintenance costs, thereby validating the effectiveness of the proposed control.

Keywords: Automated system, control for temperature and speed monitoring.



INTRODUCCIÓN

En la actualidad, los motores eléctricos trifásicos son componentes esenciales en diversas aplicaciones industriales, abarcando desde la automatización de procesos hasta la maquinaria pesada. Su eficiencia y rendimiento son fundamentales para el correcto funcionamiento de sistemas productivos, lo que hace necesario implementar estrategias que aseguren su óptima operatividad. Sin embargo, el funcionamiento de estos motores puede verse afectado por diversas condiciones operativas, como el incremento de la temperatura y variaciones en la velocidad, que pueden derivar en fallos mecánicos, pérdidas económicas y riesgos operativos.

El monitoreo continuo de la temperatura y la velocidad de los motores es una práctica que permite detectar anomalías y prevenir daños, optimizando así su rendimiento y prolongando su vida útil. La puesta en marcha de un sistema de control eficiente que integre sensores y tecnologías de comunicación puede proporcionar a los operadores información crítica en tiempo real, facilitando la toma de decisiones adecuadas en el mantenimiento y operación de estos equipos.

Esta tesis se propone desarrollar un sistema de control para el monitoreo de temperatura y velocidad de motores eléctricos trifásicos y sus sistemas de transmisión mecánica. Se abordarán aspectos teóricos y prácticos relacionados con el funcionamiento de estos motores, así como la integración de tecnologías para la recolección y análisis de datos. Al final, se espera demostrar que la implementación de este sistema no solo optimiza la eficiencia operativa, sino que también reduce costos vinculados al mantenimiento y paradas no programadas.



A través de esta investigación, se busca contribuir al campo de la Ingeniería Mecatrónica y ofrecer soluciones prácticas para los desafíos que enfrentan las industrias en el control de sus sistemas motrices



CAPITULO I

ASPECTOS GENERALES

1. 1. Descripción del problema

Los motores eléctricos trifásicos son cruciales en la gran parte de los procesos industriales, ya que alimentan una amplia gama de maquinaria y equipos. Sin embargo, su funcionamiento no está exento de riesgos. La variabilidad en los parámetros de funcionamiento, tales como el aumento de la temperatura y las fluctuaciones en la velocidad, puede ocasionar fallos prematuros, ineficiencia energética y, en algunos casos, accidentes laborales.

Uno de los problemas más significativos es el sobrecalentamiento, que puede resultar de una carga excesiva, un mal funcionamiento del sistema de refrigeración o un diseño inadecuado de la instalación eléctrica. Cuando la temperatura de un motor excede sus límites operativos, se pueden dañar componentes esenciales, como bobinas y rodamientos, lo que conlleva paradas no programadas y altos costos de mantenimiento.

Adicionalmente, las variaciones en la velocidad de operación, que pueden ser causadas por problemas en el abastecimiento de energía eléctrica o en el sistema de transmisión mecánica, afectan no solo el rendimiento del motor, sino también la calidad del producto final en procesos



industriales. Esto puede llevar a un aumento en el desperdicio de materiales y a la insatisfacción del cliente.

La falta una plataforma de monitoreo instantáneo que proporcione datos precisos sobre la temperatura y la velocidad de los motores dificulta la identificación temprana de estas problemáticas. Sin un control adecuado, los operadores se ven obligados a depender de inspecciones manuales y reactivas, lo que no solo es ineficiente, sino que también aumenta el riesgo de fallos catastróficos.

Por lo tanto, es imperativo crear y poner en marcha un sistema de control que propicie el control continuo de estas variables críticas, con el objetivo de mejorar la operatividad y la seguridad de los motores eléctricos trifásicos, así como optimizar el rendimiento de las instalaciones industriales en las que se utilizan.

1. 2. Formulación del problema

1. 2. 1. Problema general

¿Cómo implementar un sistema de control para el monitoreo en tiempo real de la temperatura y velocidad de motores eléctricos trifásicos y sistemas de transmisiones mecánicas, con el fin de optimizar su rendimiento y prevenir fallos?

1. 2. 2. Problemas específicos

- ¿Cómo seleccionar los sensores de temperatura y velocidad adecuados para los motores eléctricos y sistemas de transmisiones mecánicas?
- ¿De qué manera se realizar la programación del control de los sensores de temperatura y velocidad?



- ¿Cómo realizar el monitoreo de la temperatura y velocidad de motores eléctricos trifásicos y sistemas de transmisiones mecánicas?

1. 3. Objetivos de la investigación

1. 3. 1. Objetivo general

Implementar un sistema de control para el monitoreo en tiempo real de la temperatura y velocidad de motores eléctricos trifásicos y sistemas de transmisiones mecánicas, con el fin de optimizar su rendimiento y prevenir fallos.

1. 3. 2. Objetivos específicos

- Seleccionar sensores de temperatura y velocidad adecuados para los motores eléctricos y sistemas de transmisiones mecánicas.
- Realizar la programación en el controlador lógico programable para el control de temperatura y velocidad de los motores eléctricos y sistemas de transmisiones mecánicas.
- Realizar el monitoreo de la temperatura y velocidad de motores eléctricos trifásicos y sistemas de transmisiones mecánicas.

1. 4. Justificación

En La implementación de un sistema de control de monitoreo de la temperatura y velocidad de motores eléctricos trifásicos y transmisiones mecánicas es fundamental por diversas razones, que abarcan aspectos económicos, operativos y de seguridad.



En primer lugar, la eficiencia económica es una de las principales motivaciones para este estudio. Las fallas en motores eléctricos pueden resultar en costosas paradas no programadas, lo que impacta directamente en la productividad de las empresas. Sin embargo, al contar con sistema de monitoreo que detecte anomalías en tiempo real, se pueden llevar a cabo mantenimientos preventivos y predictivos, evitando así costosos tiempos de inactividad y extendiendo la duración de los equipos.

Desde el punto de vista operativo, el monitoreo continuo de la temperatura y la velocidad permite a los operadores realizar ajustes instantáneos en el funcionamiento de los motores, asegurando que estos operen dentro de los parámetros óptimos. Esto no solo mejora la eficiencia del sistema, sino que también garantiza la calidad del producto final, reduciendo el desperdicio y aumentando la satisfacción del cliente.

Además, la seguridad es un aspecto crítico en entornos industriales. Los motores que operan a temperaturas elevadas pueden provocar incendios o explosiones, comprometiendo la seguridad de los trabajadores y las instalaciones. Un sistema de monitoreo eficaz puede alertar sobre condiciones peligrosas antes de que se transformen en problemas graves, contribuyendo a crear un ambiente de trabajo más seguro.

Por último, esta investigación también busca contribuir al progreso tecnológico en el ámbito de la ingeniería mecatrónica. La integración de nuevas tecnologías de sensores y sistemas de control no solo es relevante para la industria actual, sino que también sienta las bases para futuras innovaciones en la automatización y el monitoreo industrial.



1. 5. Hipótesis de la investigación

1. 5. 1. Hipótesis general

La implementación de un sistema de control para el monitoreo en tiempo real de la temperatura y velocidad de motores eléctricos trifásicos y sistemas de transmisiones mecánicas mejorará significativamente su rendimiento y reducirá la incidencia de fallos operativos, en comparación con los métodos tradicionales de monitoreo.

1. 5. 2. Hipótesis específicas

- Si se seleccionan sensores de temperatura y velocidad adecuados para los motores eléctricos y sistemas de transmisión, se obtendrá un monitoreo preciso y confiable, lo que mejorará el rendimiento y reducirá los fallos del sistema.
- La implementación del sistema control para el monitoreo de temperatura y velocidad en motores eléctricos trifásicos y transmisiones mecánicas permitirá un desarrollo tangible en la productividad de diferentes procesos de producción, reduciendo el tiempo total de procesamiento y los errores asociados en el funcionamiento manual, en comparación con los métodos actuales.
- Si se realiza un monitoreo constante de la temperatura y velocidad de los motores eléctricos trifásicos y sistemas de transmisiones mecánicas, entonces se podrán detectar de manera temprana posibles anomalías, lo que permitirá tomar acciones correctivas oportunas para evitar fallos y optimizar el rendimiento de los sistemas.



1. 6. Variables de investigación

Variable independiente

- La implementación del control para el monitoreo

Variable dependiente

- La temperatura y velocidad de los motores eléctricos y sistemas de transmisiones mecánicas.

1. 7. Operacionalización de variables

Tabla 1

Operacionalización de variables

TIPO DE VARIABLE	VARIABLES	DIMENSIONES	INDICADORES	UNIDAD
Variable Independiente	Control del monitoreo:	Precisión	Desviación estándar de las mediciones	°C y RPM
Variable Dependiente	La temperatura y velocidad de los motores eléctricos y sistemas de transmisiones mecánicas	Niveles de temperatura	Temperatura promedio	°C
		Niveles de velocidad	Velocidad promedio	RPM

Nota. Elaboración propia



CAPITULO II

FUNDAMENTOS TEÓRICOS

2. 1. Antecedentes de la investigación

2.1.1. A nivel internacional

(Arias, 2023) El objetivo de este estudio fue el monitoreo del aceite mineral Gearbox 320 Extreme Pressure en una caja de cambios de engranajes. Para analizar los resultados del aceite se utilizó el enfoque SACODE, que implica una investigación de la salud, la contaminación y la degradación del lubricante. En la primera fase se completó la caracterización y formulación del nuevo aceite, seguida de una evaluación del deterioro en relación con el tiempo de uso y la ejecución de un programa de lubricación en la segunda fase.

Seis aceites usados y un aceite virgen se encontraban entre las siete muestras que se examinaron. Estos análisis utilizaron el análisis elemental para evaluar atributos como la viscosidad, la constante dieléctrica, los ácidos totales, la formulación del aceite y el código ISO de limpieza, así como los aditivos, las impurezas y los componentes de desgaste. Los límites críticos de cada variable se determinaron utilizando valores estadísticos, porcentuales y numéricos. Para el estudio de degradación se emplearon gráficas con los



límites calculados, tomando como guía la línea base del nuevo petróleo y el comportamiento de cada variable.

(Ausay & Estrada, 2020) El propósito central de este proyecto consistió en desarrollar un de pruebas destinado al análisis de la lubricación en rodamientos, El cual se conforma por un sistema de potencia, transmisión, componentes eléctricos, hidráulicos y un sistema de pruebas, Con el objetivo de facilitar la caracterización de fallas incipientes en los rodamientos, tomando como base los cálculos relacionados con la cantidad y tipo de grasa, así como la carga aplicada. Posteriormente, se efectuaron mediciones bajo condiciones normales utilizando el analizador de ultrasonido ULTRAPROBE 15000, se utilizó el analizador de vibraciones VIBRACHECK 200 y el medidor de tendencias inteligente TPI 9080, estableciéndose como línea base para el ultrasonido un valor inferior a -47 dB, mientras que para las vibraciones se determinó un rango de 0 a 50 BDU, Estos valores sirvieron como referencia para monitorear el estado de los 15 rodamientos bajo diferentes condiciones: funcionamiento normal, cantidad calculada de grasa, exceso de grasa y escasez de grasa. Se logró identificar las condiciones de falla, estableciendo para ultrasonido valores superiores a -25 dB y para vibraciones, valores mayores a 100 BDU. Al completar las mediciones en los 15 rodamientos, se obtuvieron 15 valores que se analizaron utilizando la prueba de normalidad paramétrica Shapiro-Wilk se determinó que dos de las tres condiciones no siguen una distribución normal, por lo que se empleó la prueba no paramétrica de Wilcoxon Mann-Whitney, concluyendo que los tiempos de falla varían dependiendo de si el rodamiento presenta escasez de grasa, exceso de grasa o condiciones normales de lubricación.



(Mayta, 2011) Este trabajo presenta un sistema de control de temperatura, diseñado para ajustar la velocidad de un motor de inducción trifásico, según la temperatura establecida, en función del sensor de temperatura. Para el modo de operación, se utiliza un sensor de temperatura, como el termistor NTC (Coeficiente de Temperatura Negativo) la temperatura se muestra en un LCD, permitiendo monitorear constantemente si hay un aumento o disminución excesiva de la misma. El circuito de control está compuesto por un microcontrolador PIC, que gestionará tanto el arranque suave del motor trifásico como la dirección de su giro, mediante el uso de un variador de frecuencia alimentado por tensión monofásica de 220 VAC, que regulará el funcionamiento de un motor trifásico. El control de la velocidad puede ser proporcional directa o inversamente a la temperatura, según la configuración del divisor de tensión que se presenta en el marco teórico. El control de velocidad del motor se realiza mediante un divisor de tensión, compuesto por una resistencia y el termistor NTC, conectado a la entrada analógica de tensión del variador de frecuencia.

2.1.2. A nivel nacional

(Huaranga, 2020) El presente trabajo de tesis tiene el propósito de diseñar un sistema de control para el monitoreo de la temperatura de un motor de bomba de agua de 0.75 kW. Para el desarrollo se planteó la siguiente metodología: el método de investigación es científico, el nivel de investigación es aplicativo y el tipo de investigación es tecnológico. Dentro del alcance, se planteó diseñar e implementar el sistema de control, lo cual llevó plantear un diseño del tipo experimental; la muestra y la población de este estudio es el motor de 0.75 kW, comúnmente llamado electrobomba. Se llegó a presentar



como resultado, un diagrama de flujo del sistema de control, se seleccionó un adecuado sensor y actuador apropiados, y se desarrolló un software de interfaz entre el usuario y el sistema de control para implementar el sistema, permitiendo así el monitoreo de la temperatura de un motor de bomba de agua de 0.75 kW.

(Quispe, 2017) Este trabajo de investigación presenta una propuesta para implementar el análisis de lubricante, con el fin de mejorar el monitoreo de la condición del aceite en las unidades hidráulicas y cajas reductoras de la empresa Opp Film. En este contexto, el objetivo principal de este trabajo es implementar el análisis de lubricante como una herramienta de mejora para el monitoreo de la condición del aceite en unidades hidráulicas y cajas reductoras en la empresa Opp Film durante el año 2017, Con el propósito de reducir el consumo asociado al cambio de aceite. En cuanto a los objetivos específicos, se incluyó la elaboración del mapa del proceso actual para el monitoreo de la condición del lubricante, Examinar el proceso actual de monitoreo de la condición del lubricante, detallar los procedimientos y costos asociados a la implementación del análisis de lubricante para optimizar el monitoreo de la condición del aceite, y llevar a cabo un análisis costo/beneficio de la propuesta para implementar el análisis de lubricante en el monitoreo de la condición del aceite en unidades hidráulicas y cajas reductoras de la empresa Opp Film. Para la implementación de la propuesta de análisis del lubricante, se llevó a cabo la identificación de los equipos y la toma de muestras de aceite, lo que incluyó la selección de puertos de muestreo, Dispositivos empleados, procedimientos para la recolección de muestras, determinación de frecuencias, envío de muestras y entrega de los resultados



del análisis, así como el costo de implementar la propuesta de análisis de lubricante.

(Alvarez, 2013) Este trabajo de investigación propone darle mayor relevancia al conocimiento oportuno del rendimiento de la máquina eléctrica, desde la perspectiva del calentamiento este conocimiento tiene una influencia crucial en los criterios técnico-económicos para seleccionar la máquina eléctrica a adquirir, así como en su vida útil. El proyecto de tesis se llevó a cabo a través de una investigación bibliográfica, analítica y deductiva. Esta investigación se ha basado en gráficos y bibliografía actualizada. Para facilitar la comprensión de la tesis, se ha estructurado en cuatro capítulos: La primera parte incluye las bases metodológicas, el planteamiento y el objetivo de nuestra investigación. La segunda parte contiene el marco teórico, en el cual se presenta la teoría general de las máquinas eléctricas, esencial para el adecuado entendimiento de la investigación. En la tercera parte se presentan los datos y la recopilación de información sobre el calentamiento de las máquinas eléctricas, los cuales nos serán útiles para verificar la hipótesis. La última parte presenta un caso de aplicación y los resultados obtenidos de la investigación.

2. 2. Marco teórico

2. 2. 1. Motores de inducción trifásicos

(Rockwell Automation, 2010) El tipo de motor eléctrico más popular en entornos industriales se trata del motor de inducción de tres fases, a veces denominado motor asíncrono. Esto es especialmente cierto en el caso del motor de rotor de tipo jaula de ardilla.



Un marco fijo o estator, un devanado trifásico conectado a una red eléctrica trifásica y un rotor en movimiento forman un motor de inducción trifásico. El estator y el rotor no tienen una conexión eléctrica directa. A través del espacio de aire, el estator induce corrientes en el rotor. Una lámina central de material altamente magnetizable forma el estator y el rotor, lo que reduce la histéresis y las pérdidas ocasionadas por las corrientes de Foucault.

Estator

Tres devanados separados que se superponen y están desplazados entre sí por un ángulo eléctrico de 120° componen el devanado del estator. El estator es magnetizado primero por la corriente al momento de conectarse a la fuente de alimentación de alimentación. Un campo magnético en rotación generado por esta corriente de magnetización gira a velocidad de sincronización.

El rotor

El rotor de los motores de inducción de rotor de jaula de ardilla está formado por un bloque laminar de núcleo cilíndrico ranurado. Las barras de aluminio de este bloque están unidas en ambos extremos por anillos para crear una jaula cerrada.

El rotor de los motores de inducción de corriente trifásica con frecuencia se denomina simplemente "rotor". El diseño en forma de ancla de los rotores en los primeros equipos eléctricos es la fuente de este nombre. En los equipos eléctricos, el campo magnético induce el devanado del rotor, pero en los motores trifásicos, los rotores realizan esta función.

Figura 1. Motor trifásico de jaula de ardilla



Nota: https://www.google.com/search?sca_esv

2. 2. 2. Sensores de temperatura

(Del Valle Gutiérrez & Iturralde, 2017) Un termómetro se puede usar para medir la temperatura, una cantidad que se asocia con las percepciones comunes de calor, calor o frío. De acuerdo con el primer principio de la termodinámica, se considera en física como una cantidad escalar que se asocia con la energía interna del sistema termodinámico. En particular, está vinculado a la energía interna que es equivalente a la "energía cinética", que está conectada a los movimientos de las partículas en el sistema, ya sean vibraciones, desplazamiento rotacional o desplazamiento lineal.

Un sistema tiende a "calentarse" más a medida que aumenta su energía cinética, lo que indica una temperatura más alta. La precisión, la velocidad a la que se registra la temperatura y la distancia entre el mismo sensor y el dispositivo receptor y la clase de instrumento de indicación, registro o controlador necesario para cada aplicación son los factores que determinan las limitaciones del sistema de medición.

2. 2. 3. Rtd

Un sensor conocido como RTD (detector de temperatura resistiva) utiliza el cambio en la resistencia de un conductor con variación térmica para determinar la temperatura. Está compuesto por una aleación metálica que incluye molibdeno, cobre, níquel y platino. La idea básica detrás de esto es que cuando la temperatura aumenta, el metal sufre más agitación térmica, lo que intensifica la dispersión de electrones y reduce su velocidad promedio, lo que finalmente lleva a un incremento de la resistencia. En otras palabras, tanto la agitación como la resistencia crecen con la temperatura.

Figura 2. *Sensor De Temperatura Tipo Rtd*



Nota: Imagen fotográfica

2. 2. 4. Termocuplas / Termopares

Se trata de sensores de temperatura eléctricos de uso industrial. Funciona uniendo dos hebras de diferentes materiales en un extremo; Cuando se agrega temperatura a la unión metálica, se genera un voltaje extremadamente bajo (medido en milivoltios) y este voltaje aumenta en proporción directa a la temperatura.

- Están cerrados para proporcionar defensa contra entornos hostiles.



- La distancia afecta a la señal eléctrica que producen estos transductores.
- Para garantizar que la señal se transmita sin interrupciones, se deben utilizar cables compensados.

TIPOS

- Tipo K: (Cromo/Aluminio) tiene se produce un voltaje muy bajo (expresado en milivoltios) aproximada de $41 \mu\text{V}/^\circ\text{C}$. Es ampliamente utilizado en muchas aplicaciones diferentes.
- Tipo E: (Constantán/Cromo) Tienen una sensibilidad de aproximadamente $68 \mu\text{V}/^\circ\text{C}$ y son perfectos para su uso en situaciones frías porque no tienen ninguna cualidad magnética.
- Tipo J: (Constantan/Hierro) Solo puede soportar temperaturas entre -40°C y $+750^\circ\text{C}$.
- Tipo N: Nisil/Nicrosil Con una modesta sensibilidad de unos $10 \mu\text{V}/^\circ\text{C}$, es estable y resistente a la oxidación en condiciones térmicas intensas, lo que lo hace apropiado para mediciones a alta temperatura.
- Tipo B: Rodio/Platino A temperaturas mayores a 1.800°C , funcionan bien.
- Tipo R: (Rodio/Platino) A pesar de tener una modesta sensibilidad de unos $10 \mu\text{V}/^\circ\text{C}$, pueden soportar temperaturas de hasta 1.600°C .



- Tipo S: (Rodio/Platino) Tienen una sensibilidad modesta de unos 10 $\mu\text{V}/^\circ\text{C}$ pero tienen una excelente estabilidad, lo que los hace perfectos para temperaturas elevadas de hasta 1.600 $^\circ\text{C}$.

2. 2. 5. Sensores de velocidad

Un componente clave de muchos sistemas industriales que requieren control dinámico es la medición de velocidad. Por lo general, los transductores de velocidad se dividen en dos categorías:

1. Analógicos: Utilizan dinamos taquimétricos o generadores de corriente continua.

2. Digital: Funcionan detectando la tasa de un generador de pulsos, como un codificador u otros dispositivos similares.

En pocas palabras, la dinamo tacómetro es un generador de corriente continua que es excitada por imanes permanentes. Este tipo de sensor ha suplantado a los generadores de tacómetros convencionales en numerosas aplicaciones debido a su durabilidad, compatibilidad superior con sistemas de control digital y una relación costo/precisión ventajosa.

Encoders ópticos: Los codificadores ópticos se denominan codificadores incrementales porque proporcionan una señal de salida incremental. Los codificadores ópticos giratorios con el número correcto de pulsos proporcionan procesos de posicionamiento o ajuste con una precisión y repetibilidad que pocas tecnologías de sensores pueden igualar, lo que los hace perfectos para aplicaciones que requieren alta precisión y repetibilidad en la medición de velocidad y determinación de posición.

Figura 3. Encoders ópticos



Nota:

<https://www.google.com/search?q>

2. 2. 6. Variadores de velocidad

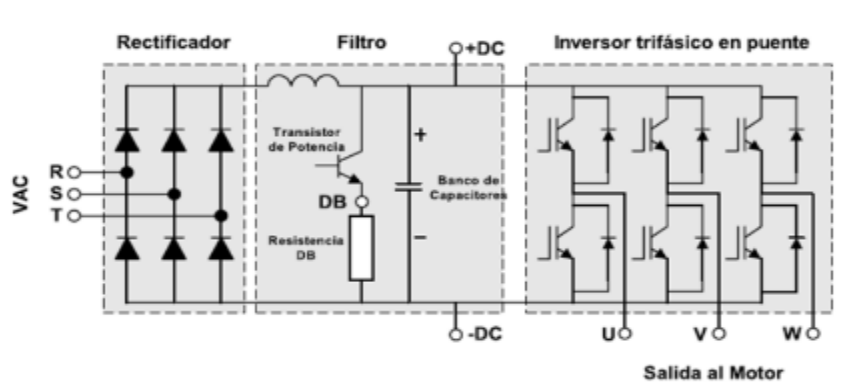
Un variador de frecuencia es un dispositivo que ajusta tipo específico de variador de velocidad. Los variadores de velocidad son equipos electrónicos que facilitan modificar tanto la rapidez como el par de los motores asíncronos trifásicos, transformando las cantidades constantes de frecuencia y voltaje de la red cantidades variables.

- Control torque y velocidad
- Ajuste suave sin impacto mecánico
- Desplazamientos precisos y complicados
- Manejo de sistemas mecánicos delicados

Los variadores de velocidad que rectifican la corriente alternan de la red (monofásica o trifásica) utilizan seis transistores que funcionan en modulación de ancho de pulsos (PWM) para generar una corriente trifásica de frecuencia y voltaje variables. Además, un transistor adicional, conocido como transistor De frenado, facilita que la energía recuperada por el motor durante

el frenado regenerativo se redirija hacia una resistencia externa. A continuación, se presenta un diagrama electrónico típico.

Figura 4. Diagrama Electrónico del Variador de Velocidad.



Nota: <http://www.schneider-electric.com.ar>

Un microcontrolador que emplea un algoritmo de gestión de flujo vectorial para maximizar el rendimiento del motor en todo su rango de velocidad controla la estrategia de activación de los transistores del inversor. Este algoritmo permite un control exacto del flujo magnético en el motor, manteniéndolo constante sin importar la frecuencia de funcionamiento mediante el monitoreo de las características del motor y los factores operativos (como voltaje, corriente, frecuencia, etc.).

Figura 5. Variador de frecuencia Sinamics V20



Nota: Imagen fotográfica del variador



2. 2. 7. Supervisión y monitoreo

El objetivo de la supervisión y monitoreo es automatizar estas tareas actividades utilizando toda la información y conocimiento disponibles sobre los procesos. La diversidad de los procesos actuales y los diversos tipos de conocimiento que se tienen sobre ellos dan cuenta de la complejidad de estos sistemas. Actualmente, cerrar el ciclo de supervisión sin la asistencia de un operador humano no es factible debido a estos y otros desafíos.

2. 2. 8. De la automatización

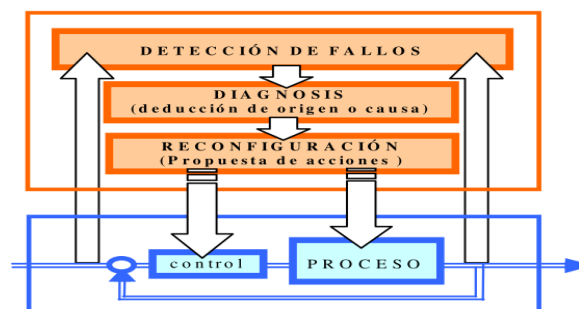
Con el fin de cumplir con las pautas predeterminadas, la automatización se utiliza como una técnica de organización mediante la secuenciación automática de tareas y el control de variables. Incluso en caso de interrupciones imprevistas en el proceso automatizado, el seguimiento tiene como objetivo garantizar que se cumpla este pedido. Debido a esto, la función principal de monitoreo se encuentra en un nivel jerárquico superior a la automatización.

(Colomer y otros, 2000) La evaluación automatizada, constante y en tiempo real del proceso de manera objetiva se ve facilitada por el uso adecuado del conocimiento y la información actualmente disponible sobre el mismo. Esto asegura la consistencia en la toma de decisiones y el desapego de las opiniones personales.

Los sistemas de monitoreo disminuyen el costo de la capacitación del equipo de trabajo en el sitio. Debido a la relación gráfica y espacial entre la representación visual y el proceso real, las interfaces gráficas facilitan el entendimiento rápido del proceso y permiten la ubicación y reconocimiento de equipos o componentes del proceso. Esto asegura una interacción fácil

mediante pantallas táctiles y controles deslizantes manejo intuitivo. La aptitud de ajustar De manera rápida al personal, y preservar la coherencia en las opciones y disminuir los problemas relacionados con circunstancias imprevistas como vacaciones, bajas por enfermedad o cambios de turno es otra ventaja de los sistemas de supervisión vigentes en la actualidad.

Figura 6 Fases fundamentales en un control y monitoreo



Nota: https://www.google.com/search?sca_esv.

Los procesos inflexibles y estáticos han sido reemplazados por sistemas versátiles y ajustables que pueden ajustarse continuamente a las necesidades del mercado en la industria actual. Sin embargo, es un desafío controlar el proceso de producción y hacerlo adaptable debido a la complejidad de los procedimientos y las interdependencias entre las muchas fases. Los requisitos actuales para la calidad completa del producto, la eliminación de inventario y la reducción del margen de error hacen que este desafío sea aún más desafiante. Con el proceso encargado de aceptar las tolerancias en el producto de entrada, siempre respetando los límites establecidos, para asegurar la uniformidad en la salida final, la rivalidad por los mejores precios en la oferta choca con la necesidad de mantener su continuidad.



2. 2. 9. Adquisición y registro de datos

A través de ampliaciones de bus y tableros eficientes que proporcionan acceso a representaciones eléctricas de los parámetros del proceso, las computadoras han evolucionado hacia sistemas más flexibles y modulares lo que ha facilitado la relación entre el proceso y los sistemas de monitoreo. El control de procesos ahora no es solo un componente de gestión, sino también una verdadera interfaz para acceder al proceso gracias a los PLC programables, los sistemas de regulación distribuido (DCS) y las computadoras industriales (IPC). Además, se han desarrollado sensores y actuadores para proporcionar una conexión directa, y las comunicaciones industriales han progresado para permitir este enlace.

Desde el punto de vista de la supervisión, el propósito es centralizar toda la información del proceso en una sola computadora o red de computadoras. Como resultado, la aplicación o aplicaciones de monitoreo deben guiar la elección de estos dispositivos. Dispositivos para la adquisición de datos

Seguido de esto, se enumeran las opciones tecnológicas más populares para recopilar datos para llevar a cabo el monitoreo.

Los autómatas sirven como interfaces entre el ordenador y los sensores de la planta, llevando a cabo de forma independiente su propio programa basado en la condición de las entradas y salidas, tanto analógicas como digitales, que controlan. El ordenador, a su vez, obtiene los estados de los autómatas y opera a un nivel más alto (supervisión), permitiendo, entre otras cosas, la modificación de la estructura de control, la coordinación de

procesos y el análisis de tendencias y la alteración de las opciones de producción. De esta manera, la computadora asume la responsabilidad de la supervisión del proceso mientras que el autómata se encarga de las tareas de control.

Figura 7 *Autómata S7-1200 de SIEMENS*



Nota: <https://catecvn.com/plc-siemens-s7-1200.html>

Se puede optar debido a la comunicación directa entre estos dispositivos y el ordenador cuando las necesidades de control no requieren de un autómata porque pueden ser satisfechas por dispositivos de panel (reguladores autónomos, pantallas, etc.) o cuando las variables gestionadas por el autómata son limitadas y además se aspira visualizarlas en dispositivos de panel. Para lograr esto, es necesario verificar que la computadora y el instrumento tengan la interfaz adecuada (módulos de transmisión en serie).

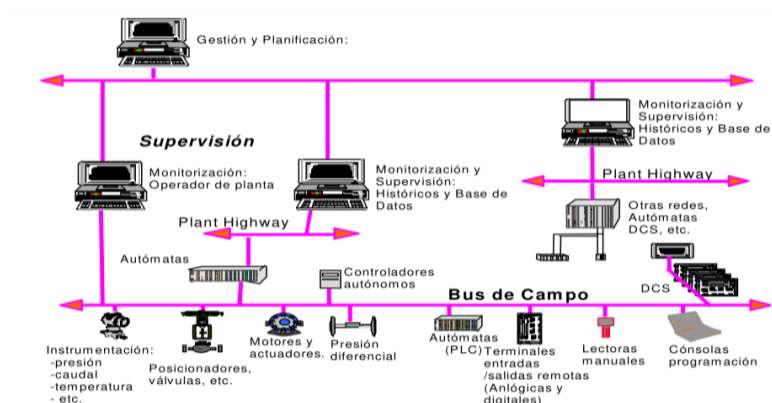
Las tarjetas de expansión de bus y las interfaces permiten la gestión de cientos de entradas en sistemas de entrada/salida distribuidos, lo que aumenta la cantidad de entradas y salidas en instalaciones a gran escala. Debido a la rápida velocidad de transferencia, estos arreglos proporcionan control y monitoreo directos de la planta. Los buses de campo con transmisión

en serie son cada vez más populares en los sistemas de distribución a medida que crece la cantidad de entradas y salidas y las distancias.

Como su nombre indica, las redes de campo son la tecnología de comunicaciones más próximas al proceso. Facilitan la interconexión de varios Equipos de campo (como sensores, actuadores, reguladores y controladores) a través de un bus serie. Este sistema utiliza una línea de datos de transmisión semidúplex. (RS-485), donde los dispositivos conectados se disponen en una estructura de tipo maestro/esclavo. El protocolo empleado varía según el fabricante.

Mientras que algunos buses, como ProfiBus o FieldBus, son el producto de consorcios de marcas que se adhieren a las reglas establecidas por sus respectivos comités, otros, como ModBus o DH+, están controlados por un solo fabricante. Aunque también están disponibles versiones coaxiales y de fibra óptica, el bus suele ser un par trenzado y blindado a nivel físico. A través de un dispositivo (como un autómatas) que está conectado al bus, o directamente conectando la computadora al bus, se puede conectar la computadora de monitoreo.

Figura 8 Interconectividad y comunicación industrial.



Nota: <https://programacion Siemens.com/s7-1200>



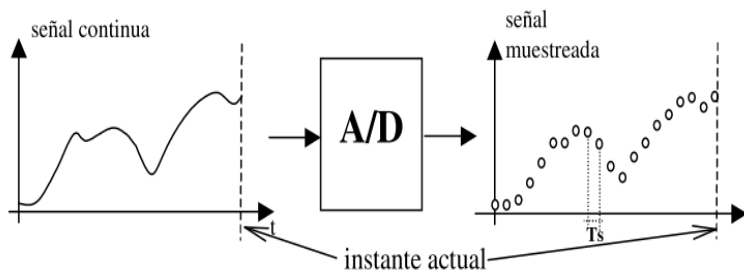
Las grandes instalaciones se benefician del uso de buses de campo, ya que elimina la necesidad de cableado de instrumentos separado. Esto permite la distribución más práctica de los instrumentos y dispositivos de control. Los sistemas de control descentralizado (DCS), que cuentan con unidades o componentes de entrada y salida remotos que se conectan con los dispositivos de control y conexión entre sí, son equivalentes a este método. Significa la distribución de responsabilidades de control y supervisión, además de la distribución física real de los dispositivos. En este caso, la computadora sirve como un elemento adicional, sirviendo como el único conducto entre el operador de la planta y el proceso.

Se requieren redes de comunicación más sofisticadas (en términos de velocidad, protocolos, etc.) a medida que crece el tamaño de la planta, la cantidad de datos que contiene y la necesidad de conectar varios departamentos. En este sentido, existen gadgets hechos para garantizar que las redes estén conectadas.

2. 2. 10. Registro de datos

Todos ellos se someten a un procedimiento de digitalización de señales, independientemente del sistema de adquisición que se utilice para construir el sistema de monitoreo. Para decirlo de otra manera, la señal analógica se convierte en digital, produciendo una serie de ejemplares representadas numéricamente de la señal original.

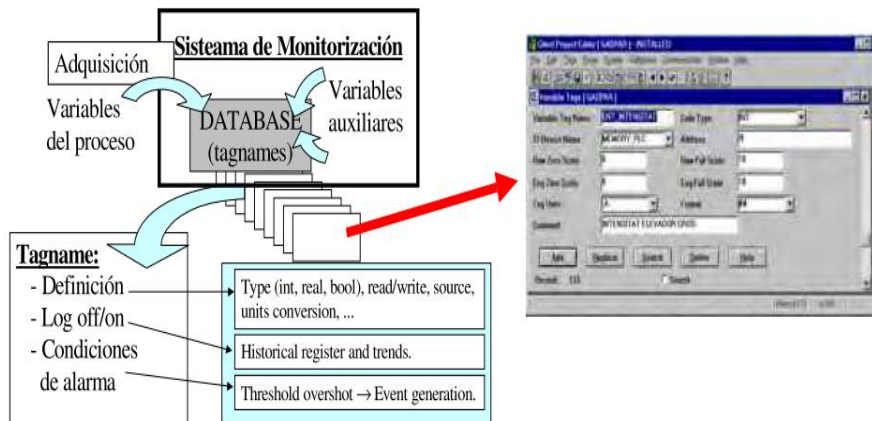
Figura 9 Muestreo de una señal analógica. T_s : intervalo de muestreo.



Nota: https://www.google.com/search?q=se%C3%B1al+continua+anal%C3%B3gica+A%2FDy+muestreo+y&sca_esv

Cuando se trata de señales digitales o binarias, que tienen Dos posibles estados: 1 o 0, encendido/apagado, presencia/ausencia, son suficientes expresarlas mediante un valor binario o bit. Una secuencia compuesta por varios bits. (normalmente 8, 12, 16 o 32 bits) se utiliza para señales analógicas o continuas (como temperaturas, lujos, presiones, etc., que se representan mediante señales eléctricas de 0-24 V, 0-10V, 4-20 mA, entre otras). El rango de valores de esta palabra depende de la cantidad de bits, de acuerdo con la relación 2^N , donde N es la cantidad de bits. El convertidor y el microcontrolador del sistema de adquisición determinan cuántos bits se utilizan en el renderizado.

Las variables del proceso se muestran mediante Etiquetas desde la perspectiva de del entorno de supervisión Esto permite definir cada variable en función de si es continua (analógica) o discreta (binaria), tener áreas de ingeniería y tener otras características que sean útiles para el monitoreo, Como el equipo de adquisición, alarmas, registros, etc. Las bases de datos dentro de los entornos de monitorización se utilizan para organizar todas las variables, tanto internas como adquiridas.

Figura 10 Definición de variables de proceso en CITECT

Nota: https://www.google.com/search?q=sistema+de+monitoreo&sca_esv

Los parámetros del proceso se identifican mediante etiquetas desde la perspectiva del sistema de monitoreo. Estas etiquetas permiten definir cada parámetro en función de su tipo (continua o analógica, discreta o binaria), darle un nombre, definir el intervalo de valores posibles, establecer los elementos de medida, y establecer otras características pertinentes para su supervisión, como el equipo de adquisición, alertas, registros, etc. Las bases de datos dentro de los sistemas de monitorización se utilizan para gestionar todas las variables, tanto internas como adquiridas.

2. 2. 11. Alarmas situaciones anómalas

(Colomer y otros, 2000) En los sistemas de monitoreo, las variaciones en el valor de una variable que superan los umbrales predeterminados se consideran alertas. Estas alertas están destinadas a notificar al operador. La fecha se anota, se muestra, se guarda o se imprime tan pronto como se activa la alarma. El monitoreo de procesos se puede automatizar mediante el uso de alarmas, que permiten detectar casos de actividad inusual. Las



alarmas y el momento preciso en que ocurrieron se registran para ayudar en estudios futuros.

2. 2. 12. Tipos de alarmas

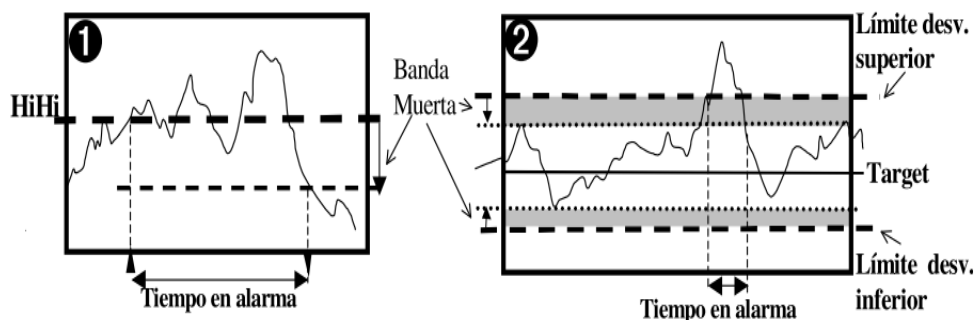
A partir de las variables a las que se aplican, se puede construir una taxonomía básica de los distintos tipos de alarmas. Esto hace una distinción entre alarmas para variables continuas o umbral y notificaciones de alerta para variables discretas.

Las alarmas discretas señalan Una alteración binaria en el estado de la variable que representa. El estado de un sistema (por ejemplo, encendido/apagado, manual/automático), la presencia o falta de material, el término del viaje, la percepción de pasajes, etc., se pueden definir mediante una variable discreta. El orden de las tareas en la automatización de sistemas se beneficia enormemente de esta información. Mediante el empleo de señales directas de sensores todo/nada (como el interruptor de límite, por ejemplo) u otros tipos especializados, como una señal de circuito abierto en módulos de adquisición de señales analógicas de 4-20 mA, también se puede utilizar para notificar al operador según sea necesario.

Para determinar los límites dentro de los cuales una variable continua debe funcionar normalmente, se emplean umbrales numéricos. Al elegir estos umbrales se tiene en cuenta el valor físico de la variable y sus límites que garantizan el correcto el desempeño del proceso. Estos criterios de funcionamiento pueden definirse de varias maneras utilizando los sistemas de monitorización contemporáneos.

- **Umbrales de alarmas absolutos:** Un valor numérico que supera la alerta define un umbral. Pueden ser descendentes (inferiores) o ascendentes (superiores), y la definición de varios niveles da lugar a distintos niveles de atención cuando se activan las alarmas. Cuando hay dos niveles de alarma, los límites superiores suelen designarse como *Alto* y *HiHi*, y los límites inferiores suelen designarse como *Bajo* y *Alto*. Para evitar que las alarmas suenen y se enciendan repetidamente, es una práctica habitual establecer una banda muerta (o histéresis) como un porcentaje del valor umbral. Por lo tanto, para desactivar la alarma cuando se cruza el umbral, la variable debe volver a una zona de mayor seguridad (normalidad).

Figura 11 Alarma por superación de umbral absoluto (1) y relativo (2)



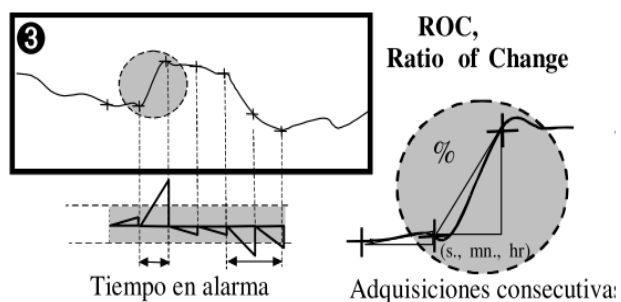
Nota: (Colomer y otros, 2000)

- **Umbrales de alarmas relativos:** Al igual que los umbrales absolutos, varios sistemas permiten la definición de alarmas basadas en límites establecidos alrededor de un valor predeterminado o deseado. En esta situación, es habitual habilitar valores asimétricos para estas limitaciones expresándolos como un porcentaje del valor de referencia u objetivo.

- **Umbrales de alarmas relativos ROC:** En lugar de depender del valor absoluto o de la distancia a un valor objetivo, un método frecuente para definir los disparadores de alarmas en una variable es observar su velocidad de cambio. En este caso, la velocidad de cambio de la variable (ROC) se puede calcular como la diferencia entre dos valores adquiridos sucesivamente. Se establecen nuevos escenarios de alarma estableciendo un umbral para esta nueva magnitud.

Este método es especialmente útil para comprender el comportamiento del proceso porque permite distinguir entre las variaciones de magnitud que son provocados por influencias externas y aquellos que son un componente natural de la historia del proceso. Un escenario de enfriamiento de horno es un ejemplo de esto; se puede utilizar un umbral ROC para identificar escenarios de ventilación forzada, como los que surgen cuando se abre una puerta.

Figura 12 Activación de alarma por velocidad de cambio (ROC)



Nota: <https://www.tecnicasdetrading.com/2021/11/indicador-tecnico-roc.html>

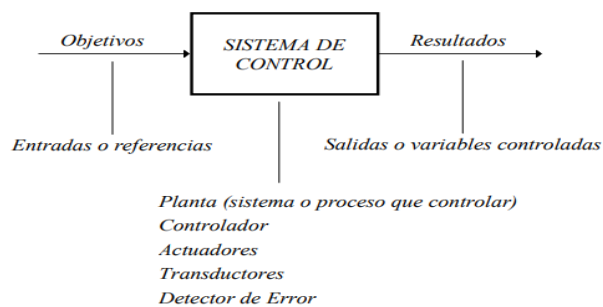
2. 3. Sistemas de control

(Gomáriz y otros, 2000) De acuerdo con la teoría de control, un proceso o sistema se compone de una serie de partes interconectadas que trabajan juntas para producir señales de resultado en respuesta a señales de entrada

o información. Es fundamental enfatizar que la descripción del sistema no requiere una comprensión de su funcionamiento interno o las intrincadas interacciones entre sus componentes.

Puede anticipar la reacción del sistema y elegir la acción de control más adecuada para maximizarla si tiene un conocimiento profundo e la interacción entre la entrada y la salida. De esta manera, el diseñador modificará la acción de supervisión para alcanzar el objetivo final mediante la comprensión de la dinámica deseada.

Figura 13 Diagrama de un sistema de control



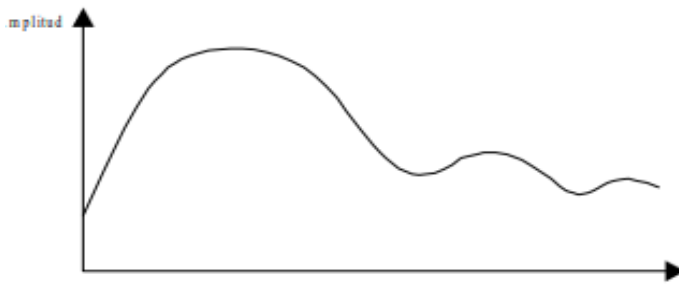
Nota: (Gomáriz y otros, 2000)

2. 2. 13. Tipos de señales y sistemas

Las señales se definirán como cambios en las entradas o salidas de un sistema a lo largo del tiempo. No hace falta decir que estas señales pueden ser de varios tipos, lo que sugiere que sus unidades físicas también pueden diferir. Podemos dividir estas señales en dos grupos principales en función de cómo cambian: señales discretas y señales analógicas.

Señales analógicas: Las señales que exhiben una variación continua de amplitud y tiempo se denominan señales analógicas. En otras palabras, son libres de abrazar cualquier valor real en cualquier momento.

Figura 14 Señal analógica

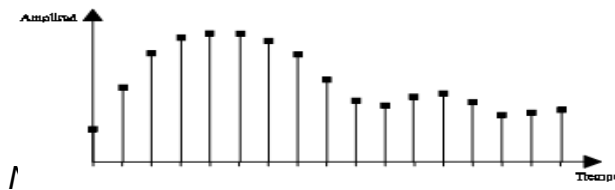


Nota: (Gomáriz y otros, 2000)

Señales discretas: La evolución de este tipo de señal está restringida a un rango finito de valores potenciales en lugar de exhibir una variación continua como las demás. Este conjunto de datos se puede clasificar como Señales discontinuas en el tiempo o señales discretas en amplitud.

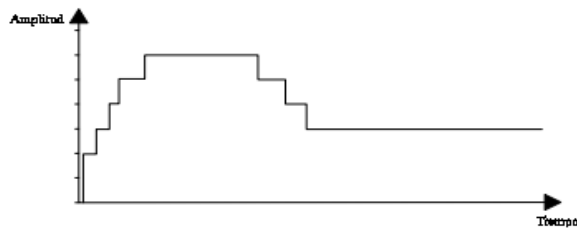
Las señales que son discretas en el tiempo solo son útiles en ciertos momentos predefinidos. El valor de la señal entre dos momentos consecutivos no está determinado, aunque su amplitud puede ser cualquier valor dentro del rango de los números reales.

Figura 15 Señal discreta en tiempo



Las señales que son discretas en magnitud tienen un valor en cada momento dado, pero su amplitud está restringida a un rango predeterminado de valores.

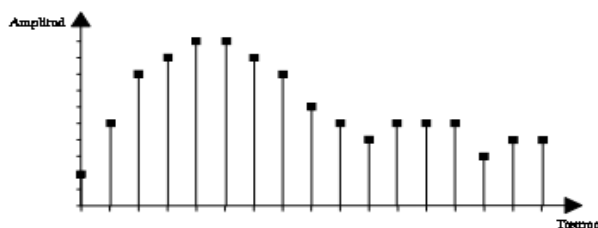
Figura 16 Señal discreta en amplitud



Nota: (Gomáriz y otros, 2000)

Señales discretas en amplitud y tiempo: Se trata de una mezcla de los dos tipos previamente mencionados, lo que implica que la señal solo podrá asumir valores específicos en momentos de tiempo establecidos previamente.

Figura 17 Señal discreta en amplitud y tiempo



Nota: (Gomáriz y otros, 2000)

2. 4. Sistemas combinacionales y secuenciales

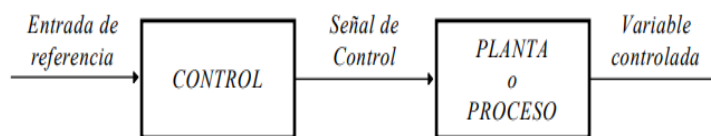
(Gomáriz y otros, 2000) Los sistemas combinacionales y secuenciales pueden ser considerados como sistemas de control que se fundamentan en instrucciones lógicas. Los datos de entrada y salida del sistema son binarios, lo que implica que los sensores pueden tener dos estados o valores posibles (por ejemplo, válvula abierta o cerrada, indicador encendido o apagado, o interruptor presionado o no). Las decisiones del sistema de control son del tipo encendido/apagado y dependen de las condiciones de los datos de entrada.

2. 2. 14. Sistemas de control dinámico

Sistemas en lazo abierto

(Gomáriz y otros, 2000) La salida En este tipo de sistema no posee absolutamente ningún impacto sobre la acción de control.

Figura 18 Diagrama de bloques de un sistema en lazo abierto



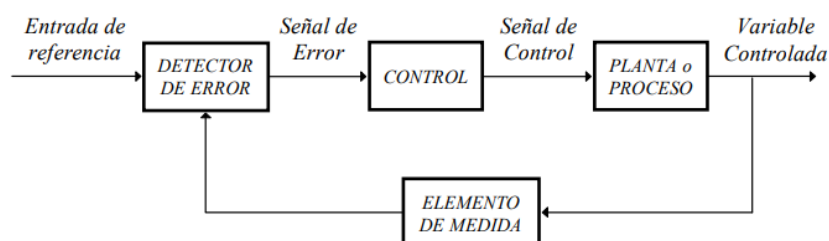
Nota: (Gomáriz y otros, 2000)

Como es de esperar, en cualquier etapa de la cadena, una perturbación externa puede sesgar la señal, dándonos un resultado diferente al que se pretendía.

Sistemas en lazo cerrado

(Gomáriz y otros, 2000) La señal de salida influye en la acción de control dentro de los sistemas de control. de bucle cerrado. A este fenómeno lo llamamos retroalimentación.

Figura 19 Diagrama de bloques de un sistema de control en lazo cerrado



Nota: (Gomáriz y otros, 2000)

La señal de salida afecta a La acción de control en los sistemas de control de lazo cerrado. A este fenómeno lo llamamos retroalimentación.

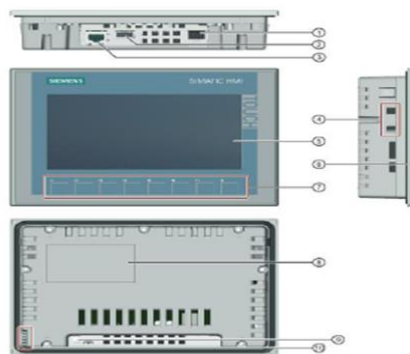
2. 2. 15. Software HMI

Entre otras cosas, estos programas proporcionan las siguientes tareas: proporcionar una interfaz gráfica de usuario para ver e interactuar con el proceso; captura de datos tanto en tiempo real como en el pasado; y el control de alertas. Casi todos los fabricantes ofrecen las otras dos capacidades, ya sea como opciones adicionales o como parte del mismo paquete, a pesar de que la función de interfaz gráfica es el elemento principal de una HMI.

Comunicación:

A través de la transferencia de datos a través de las interfaces de los dispositivos y PC, se produce la comunicación con las herramientas de las máquinas o procesos. Hoy en día, se utiliza un software llamado servidor de comunicaciones para manejar esta comunicación. Se encarga de crear la conexión entre los dispositivos y el programa de la aplicación. (como HMI) que sirve como cliente. Existen servidores y clientes OPC, ya que OPC (OLE para el control de procesos) es el método estandarizado actualmente.

Figura 20 Pantalla periférica HMI KTP700 Básico



Nota: (Gomáriz y otros, 2000)

2. 2. 16. Autómatas programables

Ahora se pueden controlar circuitos de automatización complejos con la ayuda del controlador lógico programable (PLC). Un PLC es esencialmente un dispositivo electrónico que sustituye a los circuitos de control o auxiliares en los sistemas automatizados. Este dispositivo se conecta tanto a sensores (como interruptores de límite, pulsadores, etc.) como a actuadores (como bobinas de contactores, LED, receptores diminutos, etc.).

Alrededor de 1960, los PLC se utilizaron por primera vez en la industria, principalmente para abordar el alto costo de sustituir los sistemas de control. clásicos fundados en relés y contactores.

De General Motors el protocolo MAP (Manufacturing Automation Protocol) se utilizó en un esfuerzo por estandarizar las comunicaciones en la década de 1980. Durante este tiempo, los PLC también podían hacerse más pequeños y pasar de los terminales de programación tradicionales a la programación simbólica a través de computadoras personales. El PLC más pequeño disponible en la actualidad tiene aproximadamente el tamaño de un relé básico.

Figura 21 PLC Simatic S7-1200



Nota: (Gomáriz y otros, 2000)



Ventajas e inconvenientes

Ventajas

- Disminución del tiempo del proyecto: Considerando que la capacidad de almacenamiento del módulo El uso de memoria generalmente es suficiente, por lo que No es imprescindible simplificar las ecuaciones lógicas ni redibujar el esquema de contacto.
- Reducción de la lista de materiales: La gestión de varios proveedores y la variación de los plazos de entrega se reducen al presupuestar.
- Fácil de hacer modificaciones: No se requieren nuevos cambios en el equipo o el cableado para realizar cambios.
- Requiere menos espacio: El autómata programable en el tablero requiere muy poco espacio para ser instalado.
- Disminución de los costos de mano de obra: Dado que la instalación requiere menos esfuerzo, los gastos relacionados disminuyen.
- Disminución de los costes de mantenimiento**: El sistema es más fiable y los autómatas son capaces de detectar e indicar problemas gracias a la eliminación de los contactos móviles.
- La capacidad de usar un solo autómata para controlar varias máquinas.
- Menor tiempo de inicio: Al reducir el tiempo de cableado, el proceso se inicia más rápidamente.



Inconveniencia

- El requisito de un programador, que requiere la formación de uno de los técnicos en esta área, es una de las desventajas. Se pueden tomar numerosos cursos, incluidos los impartidos por las universidades, para adquirir esta formación.
- El precio de venta.

Instrucciones para la operación

Las máquinas secuenciales conocidas como controladores lógicos programables (PLC) llevan a cabo las instrucciones de los programas del usuario guardadas en su memoria de forma continua. El PLC crea comandos o señales de control generadas a partir de las señales de entrada que recibe de la planta (aplicación). Hasta que se producen las señales de salida requeridas, el autómatas responde de acuerdo con lo especificado por el programa cuando se reconocen los cambios en las señales de entrada. Para mantener el sistema actualizado, este procedimiento se lleva a cabo repetidamente.

Se pueden distinguir tres fases primarias en la secuencia fundamental de operación del PLC:

- Se leen las señales de enlace de entrada.
- Las señales de control se producen mediante el procesamiento del programa.
- Las señales de salida se escriben en la interfaz adecuada.

2. 2. 17. Entradas – salidas

A través de su interfaz, la sección de entradas modifica y codifica las señales de los sensores o dispositivos de ingreso para que la CPU pueda comprenderlas. Las entradas vienen en dos variedades:

- Salidas digitales
- Salidas analógicas

Figura 22 *Módulo de salida analógica SM 1232*



Nota: Elaboración propia

2. 2. 18. Motorreductor

Se trata de dispositivos con engranajes que facilitan que los motores eléctricos funcionen a velocidades diferentes a las destinadas a las que estaban destinados. Son perfectos para alimentar una amplia gama de maquinaria y equipos industriales que necesitan una reducción segura y efectiva de la velocidad de operación. También se les conoce como motorreductores.

Muchos tipos de maquinaria y equipos de la industria que necesitan una reducción de velocidad precisa y eficiente pueden beneficiarse enormemente del uso de sistemas de reducción de velocidad. Los sistemas



de reducción de velocidad ofrecen una serie de beneficios significativos sobre las transmisiones de potencia que aún emplean cintas, cadenas o sistemas de engranajes, como los siguientes:

- Garantizan una uniformidad impecable en la potencia y la velocidad transferidas.
- Reducen los gastos de mantenimiento al mejorar la seguridad de la transmisión.
- Dan más rigidez durante el montaje y ocupan menos espacio. También tardan menos tiempo en instalarse.

Por lo general, los reductores de velocidad están equipados con un motor eléctrico estándar de tipo jaula de ardilla que está refrigerado por ventilador, completamente cerrado y fabricado para ser compatible con redes trifásicas de 220, 380 y 440 voltios que funcionan a 60 Hz. Con el propósito de resguardar adecuadamente el motor, es necesario un relé térmico para evitar sobrecargas y un mecanismo de protección que restrinja la corriente en la instalación de la caja de cambios.

Las placas de identificación del motor muestran los valores correspondientes a las corrientes nominales. Aunque se puede solicitar un mayor nivel de protección tanto para los motores como para las cajas de engranajes, la mayoría de los motores utilizados se adhieren a el nivel de protección IP-44 de la norma DIN 40050.

Funciones

- Reduzca la velocidad a la que opera la maquinaria comercial e industrial.

- Preservar y transmitir la energía. del motor de una manera altamente eficiente.
- Con el fin de ahorrar costos de mantenimiento, se debe mejorar la seguridad de la transmisión de energía.
- Se necesita menos espacio físico y ofrecen más rigidez cuando se ensamblan.
- La transmisión de la potencia generada gracias al motor es más eficiente.
- Para disminuir el número de horas de trabajo necesarias para las tareas de transporte de materiales.
- Minimice la cantidad de tiempo necesario para manipular materiales porque todo lo que se necesita es colocarlos en una máquina que tenga un motor eléctrico, un reductor de velocidad y una cadena de transmisión.

Figura 23 Motorreductor de tornillo sin fin trifásico de la marca WEG.



Nota: <https://www.bing.com/images/search?view=detailV2&ccid>

2. 2. 19. Rodamientos

(Diaz, 2011) Los árboles y los ejes son dos ejemplos de los componentes comúnmente utilizados en máquinas y sistemas que transmiten movimiento, particularmente movimiento giratorio.

1. Árbol Un par se transmite a través de los elementos mecánicos que están permanentemente montados, girando, y soportados sobre soportes por el eje, un componente dinámico de sección circular.
2. Eje: Uno o más elementos móviles giratorios están soportados por esta parte estática, que tiene una sección circular.

Los árboles giran apoyados en soportes ubicados en sus extremos, los cuales deben estar adecuadamente dimensionados para soportar de manera segura los esfuerzos que les transmiten.

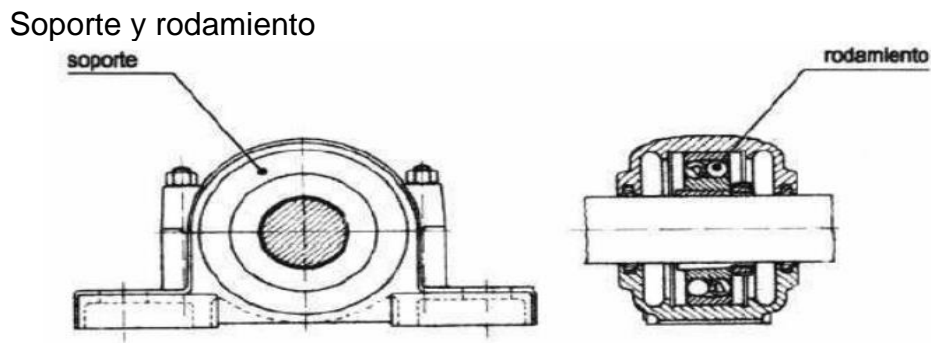
Figura 24 Soporte de arboles



Nota: <https://www.google.com/search?q>

Una parte intermedia llamada rodamiento se coloca entre el eje y el soporte para que no gire directamente sobre él. La fricción creada por la rotación del eje en este rodamiento no debe ser mayor de lo permitido, y una lubricación adecuada reduce esta fricción.

Figura 25 Soporte y rodamiento



Nota: Elaboración propia

Existen dos tipos de rodamientos:

- a) Cojinetes de deslizamiento (casquillos)
- b) Cojinetes de rodadura (rodamientos)


En comparación con la fricción de deslizamiento de los casquillos, la fricción de rodadura de los rodamientos es mucho menor. Cuando se emplean rodamientos en lugar de casquillos, esto crea una serie de beneficios, algunos de los cuales podemos enfatizar:

Cuando se emplean cojinetes en lugar de casquillos, existen varios beneficios, ya que la fricción de rodadura de los cojinetes es sustancialmente menor que la fricción de deslizamiento de los casquillos.

Entre estas ventajas se

Los productos lubricantes que han sido autorizados para los motorreductores WG20 se muestran en la siguiente tabla.

Figura 26 Lubricantes para reductores de temperatura ambiente de: -10°C hasta $+60^{\circ}\text{C}$

	ALPHA SP 220		Klüberoil GEM 1-220 N
	DEGOL BG 220		Mobilgear 600 XP 220
	Energol GR-XP 220		Omala S2 GX220
	Gear Oil 220 F		

(14°F hasta 140°F)



CAPITULO III METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

3. 1. Método de investigación

Se realizará la indagación experimental donde se probará un sistema de monitoreo en tiempo real que emplea sensores de temperatura y velocidad para verificar el funcionamiento del sistema.

La investigación se basa en la implementación y prueba de un sistema de monitoreo en tiempo real de los motores eléctricos trifásicos y sistemas de transmisiones mecánicas. Se utilizarán herramientas tecnológicas y dispositivos de medición para recolectar datos de los parámetros de temperatura y velocidad durante el funcionamiento de los equipos.

3. 2. Tipo de investigación

La investigación es de tipo aplicada y experimental, dado que su propósito es desarrollar y poner en práctica un sistema de control y supervisión en tiempo real que permita vigilar las condiciones de temperatura y velocidad de los motores eléctricos y las transmisiones mecánicas.

3. 3. Diseño de investigación

El diseño de esta investigación será cuasiexperimental, ya que se llevará a cabo en condiciones reales de operación, pero no se controlarán



todas las variables de manera aleatoria, lo que es común en entornos industriales donde no es posible manipular todos los factores. Se implementará un sistema de monitoreo en un conjunto de motores eléctricos y transmisiones mecánicas, y se medirán las variables (temperatura y velocidad) previo y posterior a la implementación del sistema de control.

3. 4. **Ámbito de la investigación**

La investigación se realizará en la región de Puno, enfocándose en los desafíos específicos de la ejecución de un control para la supervisión de la temperatura y velocidad de motores eléctricos trifásicos y sistemas de transmisiones mecánicas en ese entorno.

3. 5. **Población y muestra**

La población de la investigación está compuesta por los motores eléctricos trifásicos y sistemas de transmisiones mecánicas utilizados en esta investigación. La muestra será la misma que la población.

3. 6. **Técnicas e instrumentos de recogida de información**

Tabla 2

Técnicas e instrumentos

1. TÉCNICAS	2. INSTRUMENTOS	3. VALIDACIÓN
Observación: observaciones directas en la implementación del control para el monitoreo de temperatura y velocidad de motores eléctricos trifásicos y sistemas de transmisiones mecánicas para	Realizar Ficha de observación Instrumentos sensores de temperatura y velocidad	Por asesor especialista



evaluar las condiciones en las que operan.

Medición: Mediciones de temperatura y velocidad.

Nota: Elaboración propia

3. 7. Recogida de datos

3. 7. 1 selección de componentes y dispositivos.

3. 7. 1. 1. Sistema de control.

Se realiza la búsqueda de dispositivos electrónicos, ya sea los controladores o sensores hacen posible para el monitoreo de temperatura y velocidad en los motores eléctricos trifásicos y transmisiones mecánicas, de acuerdo a la programación y algoritmo necesario que se implementa. • Autómata. Los autómatas son dispositivos o sistemas que ejecutan tareas de manera automática sin intervención humana directa. Estos sistemas utilizan diversos tipos de controladores y tecnologías para realizar sus funciones. Así es como selecciona al controlador lógico programable s7 1200 CPU 1215.

Tabla 3

Características del controlador s7 1200.

DESCRIPCION	PARAMETROS
Designación de CPU	1215C AC/DC/RELAY
Versión de firmware	V 4.4
Fuente de alimentación	220 230 VAC
Frecuencia	74 a 63 Hz
Memoria de trabajo	100 Kbyte
Área de datos marcas	8 Kbyte
Área de datos locales	16 Kbyte
Área de direccionamiento E/S.	1 Kbyte
Entradas digitales	14 (6 hsc)
Salidas digitales	10 a relé.
Entradas analógicas	2 (0 – 10v)
Interfaz	Ethernet

Nota: Elaboración propia

Módulo de entrada. Los módulos, así como las entradas y salidas, se seleccionan para ser compatibles con el PLC SIMATIC S7-1200. Esto garantiza la compatibilidad con el sistema existente. Además, se eligen los puertos necesarios para la conexión de los sensores, asegurando una integración eficaz.

Tabla 4

Parámetros de entrada Analógica SM1231

DESCRIPCION	PARAMETROS
Designación del tipo de producto	SM 1231, AI 8x13 bit
Versión de firmware	V4.4
Fuente de alimentación	24 voltios DC
Entradas analógicas	8 (Corriente y tensión)
Rango de entradas en tensión	± 10 V, ± 5 V, $\pm 2,5$ V
Rango de entradas en corriente	4 a 20 mA, 0 a 20 mA
Resolución de rango de rebase	12 bit
Señal de diagnóstico	LED
Temperatura mínima	-20 °C
Temperatura máxima	60 °C
Humedad relativa de aire	95%
Interfaz	PROFINET RJ45 Ethernet
Lenguaje de programación	KOP/FUT/SCL
Dimensiones	45mm/100mm/75mm
Peso	180g

Nota: Elaboración Propia

Módulo de Salida. El módulo de salida AQ es una parte integral del sistema PLC SIMATIC S7-1200, diseñado para proporcionar salidas analógicas de alta precisión.

Tabla 5

Parámetros entrada Analógica SM1232 AQ

DESCRIPCION	PARAMETROS
Designación del tipo de producto	SM 1231, AQ 8x14 bit
Versión de firmware	V4.4
Fuente de alimentación	24 voltios DC
Entradas analógicas	2 (Corriente y tensión)
Rango de entradas en tensión	± 10 V, ± 5 V, $\pm 2,5$ V
Rango de entradas en corriente	4 a 20 mA, 0 a 20 mA
Resolución de rango de rebase	14 bit
Señal de diagnóstico	LED
Temperatura mínima	-20 °C
Temperatura máxima	60 °C
Humedad relativa de aire	95%
Interfaz	PROFINET RJ45 Ethernet
Lenguaje de programación	KOP/FUT/SCL
Dimensiones	45mm/100mm/75mm
Peso	180g

Nota: Elaboración Propia.

Sensor de temperatura tipo K. Es utilizado en aplicaciones industriales por su amplio rango de temperatura (-200°C a 1260°C) y durabilidad, proporcionando mediciones precisas.

Tabla 6

Parámetros de sensor de temperatura tipo PT 100

DEFINICIÓN	ESPECIFICACIÓN
Sensor térmico	PT100
marca	TAPECHX
Intervalo de detección	0-100
Longitud de cable	3m
estrada	M12*1.5
material	304 acero inox
Uso	Industrial

Nota: Elaboración Propia.

3.7. 1. 2. Sistema de fuerza

Motorreductor

Se trata de dispositivos con engranajes que facilitan que los motores eléctricos funcionen a velocidades diferentes a las destinadas a las que estaban destinados. Son perfectos para alimentar una amplia gama de maquinaria y equipos industriales que necesitan una reducción segura y efectiva de la velocidad de operación. También se les conoce como motorreductores.

Tabla 7

Características del motor reductor

MOTOR ELECTRICO			
MOTOR	FR 444/5T	MARCA	WEG
TENSION	220/380VAC	DENOMINACION	MOTOR REDUCTOR
CORRIENTE	4.5A/2.6A	Altura	1000
FRECUENCIA	60HZ	F. P	0.81
POTENCIA	1.5 HP	IP	55
MODELO/SERIE	TE1BF0X0	EFICIENCIA	95.40%
RPM	1710	RODAMIENTO C1	6204- C3
		RODAMIENTO C2	6203- C3

Variador de velocidad.

Equipo electrónico que tiene la finalidad de reducir el consumo de corriente en los arranques y desaceleraciones también controla la velocidad del motor existen una serie de aplicaciones que se necesita controlar la velocidad.

Tabla 8

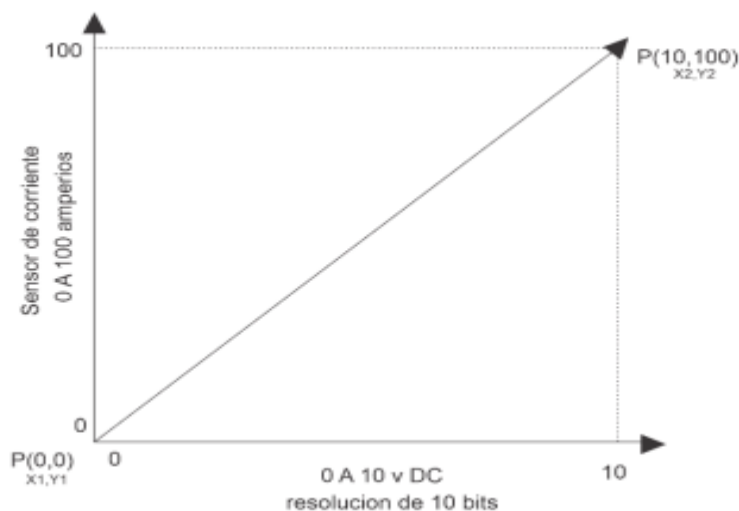
Características del variador

VARIADOR DE VELOCIDAD			
VARIADOR	SINAMICS V20	MARCA	SIEMENS
INPUT	220 - 240VAC	FRECUENCIA	47-63 HZ
CORRIENTE	14.7A	Altura	1000
OUPUT	0-599 HZ	CORRIENTE	6A
POTENCIA	1.5 HP	IP	20

3. 7. 2. Escalamiento de señal de los sensores

Se realiza el escalamiento de equivalencia de datos del sensor de 0 a 100A A 0 a 10v para ello se realiza un grafica representativa para poder ver el comportamiento de la señal analógica. Nota: Elaboración Propia
Remplazando los datos en la ecuación tendremos: $m = \frac{y2 - y1}{x2 - x1}$

Figura 27 Representación de sensor de corriente



Nota: Elaboración Propia

Remplazando los datos en la ecuación tendremos:

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

$$m = \frac{100 - 0}{10 - 0}$$

$$m = 10$$

Remplazando en la ecuación general:

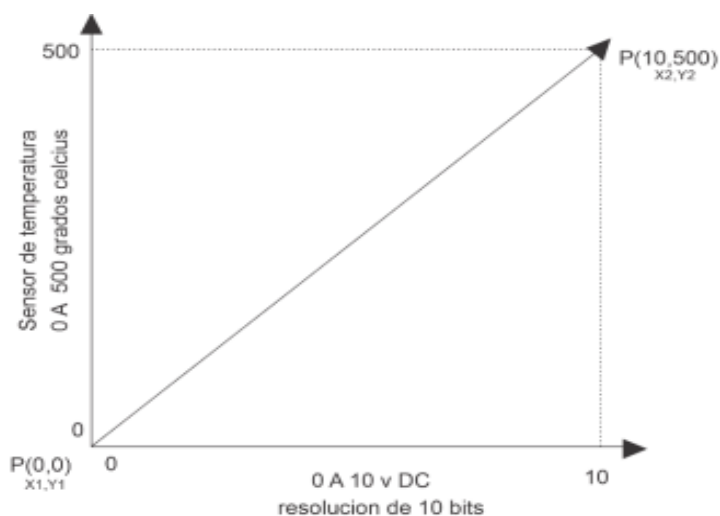
$$(y - y_1) = m(x - x_1)$$

$$(y - 0) = 10(x - 0)$$

$$y = 10x$$

De esta forma si tuviéramos un amperaje de 1 Amperios equivaldría a 5 v DC. Lo cual se obtiene remplazando en la ecuación. Para el sensor de temperatura se realiza de la misma forma un escalamiento de 0 a 100 c° en un voltaje de 0 a 10 v como se ve en la figura.

Figura 28 Representación gráfica de sensor de temperatura.



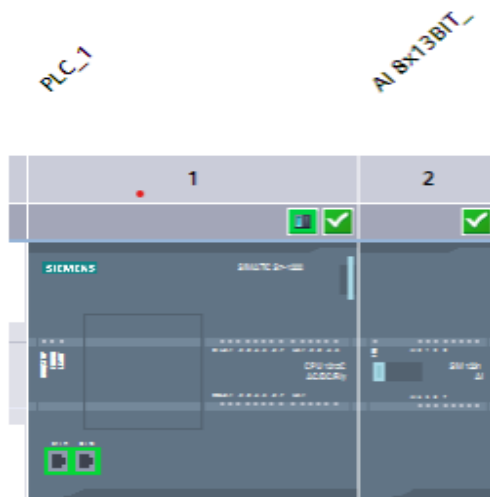
Nota: Elaboración Propia

3. 7. 3. Programación de PLC y HMI siemens.

3.7.3.1 Agregar PLC y módulos

Primeramente, los equipos modulares de siemens se programan con TIA PORTAL, en donde se selecciona el equipo PLC s7 1200 con CPU 1212, además se agregan de la misma forma los módulos de entrada analógicas y salida analógica. En el sistema cuando existe comunicación entre los módulos nos manda las aspapas verdes como se muestran en la imagen.

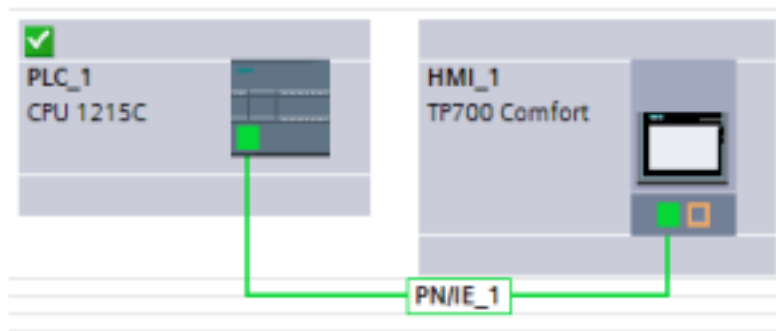
Figura 29 PLC y módulo Analógico.



Nota: Captura de pantalla.

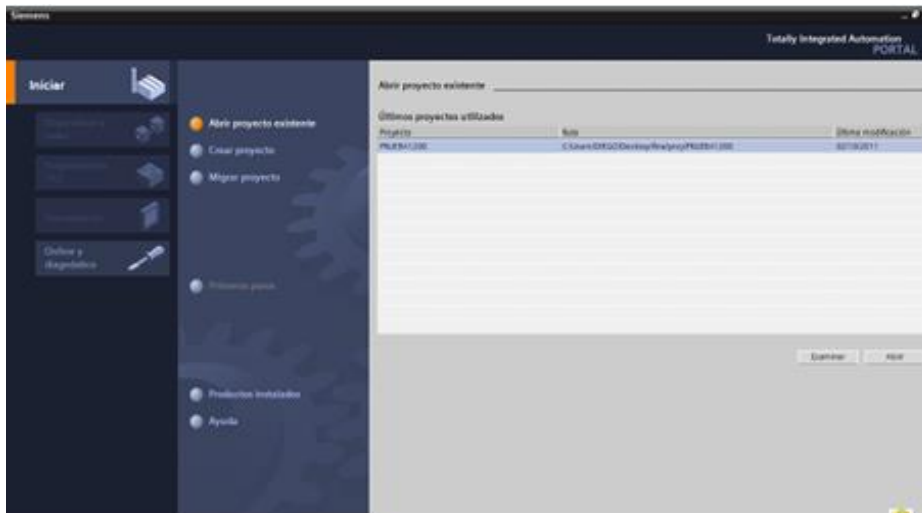
Cuando existe una comunicación correcta se remarcará con unas líneas verdes entre PLC y HMI como se muestra en la figura, si ocurriera que no existe esta comunicación, se debe restablecer el PLC a modo fabrica, en caso este error continúe existe la posibilidad de que el firmware no sea compatible.

Figura 30 Comunicación PLC y HMI



Nota: Captura de pantalla

Figura 31 Desarrollamos el HMI

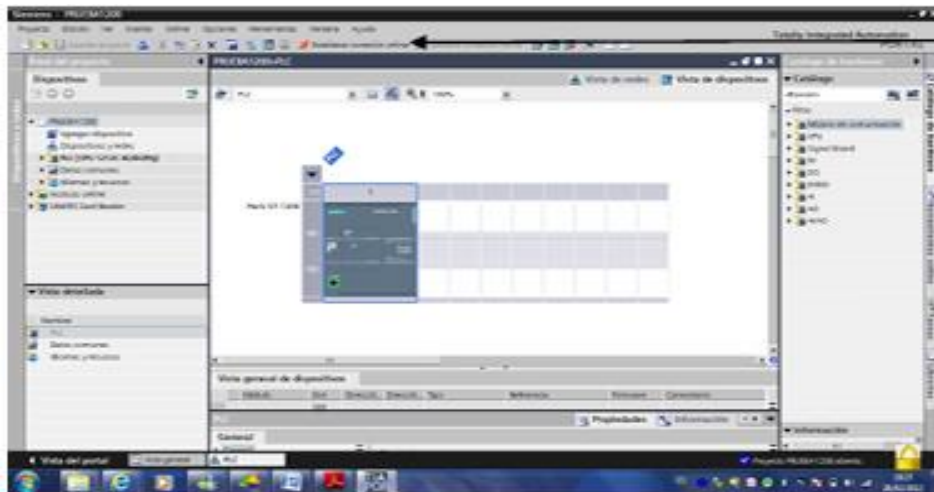


Nota: Captura de pantalla

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

y se establece una conexión de línea para que la aplicación TIA Portal pueda reconocer el PLC.

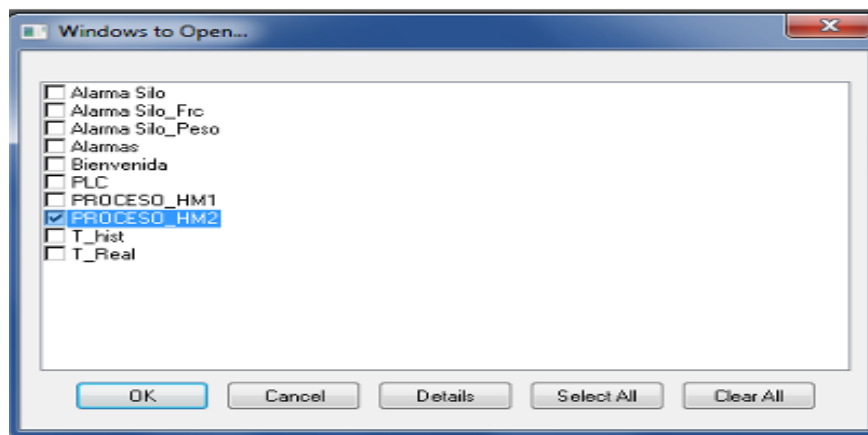
Figura 32 Configuración de la conexión



Nota: Captura de pantalla

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

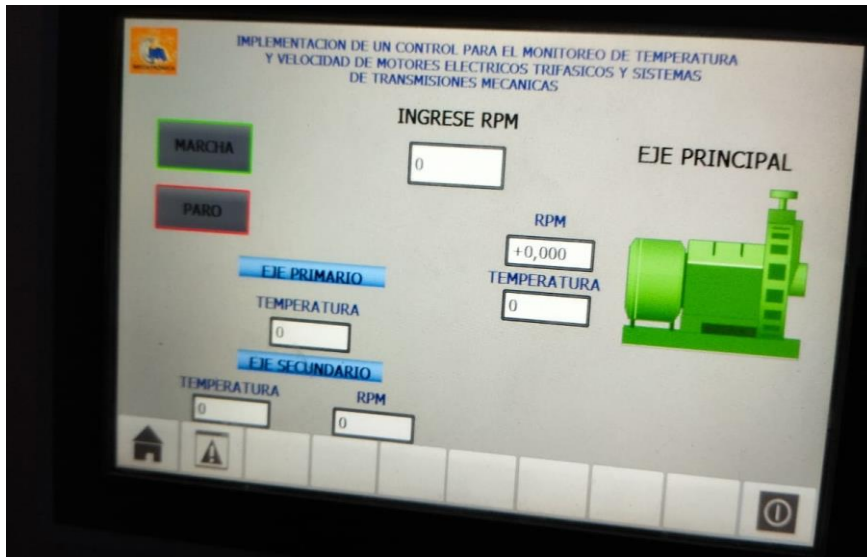
Figura 33 Activar el HMI



Nota: Captura de pantalla

En la pantalla HMI se visualiza en la pantalla ingresar variables de entrada y visualización de parámetros de RPM y temperatura.

Figura 34 Implementación de interfaz del control en HMI.



Nota: Captura de pantalla

3.7.4. Programación del sistema de monitoreo y control

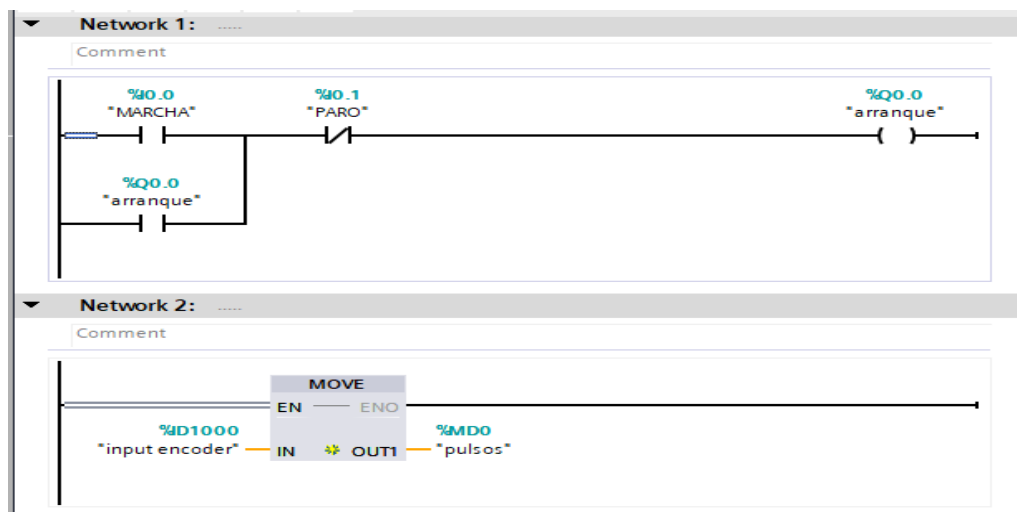
Se realiza la programación en el programa tia portal en donde generamos la tabla de variables para el encendido del sistema de control para el monitoreo

Figura 35 Tabla de Variables de entrada y salida

Name	Data type	Address	Retain	Acces...	Writa...	Visibl...
MARCHA	Bool	%I0.0	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
PARO	Bool	%I0.1	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
arranque	Bool	%Q0.0	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
input encoder	Aom_Ident	%ID1000	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
pulsos	Aom_Ident	%MD0	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
<Add new>			<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>

Nota: Captura de pantalla

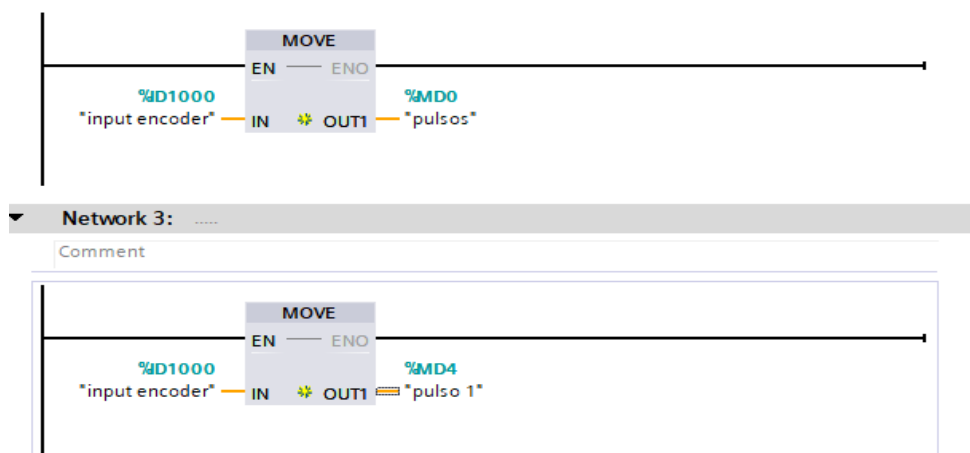
Figura 36 Inicio de programación en Tía Portal



Nota: Captura de pantalla

Seguidamente establece la programación de los encoders y poder visualizar en la pantalla HMI la lectura de RPM del motor

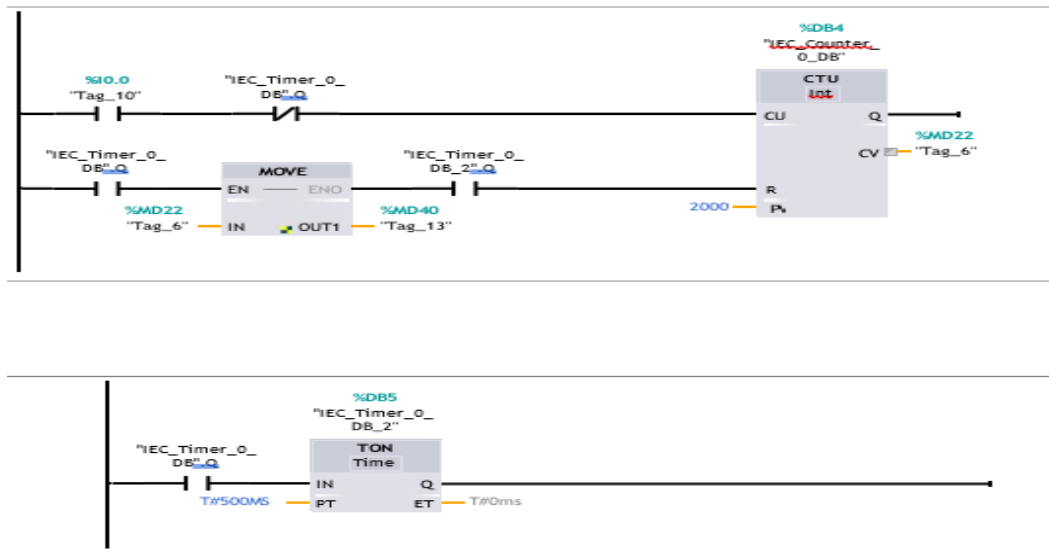
Figura 37 Programación para lectura de encoder



Nota: Captura de pantalla

Se realiza la programación para la salida de señal analógica que controlara al variador por la entrada analógica de variador V20. Y así poder controlar la velocidad requerida.

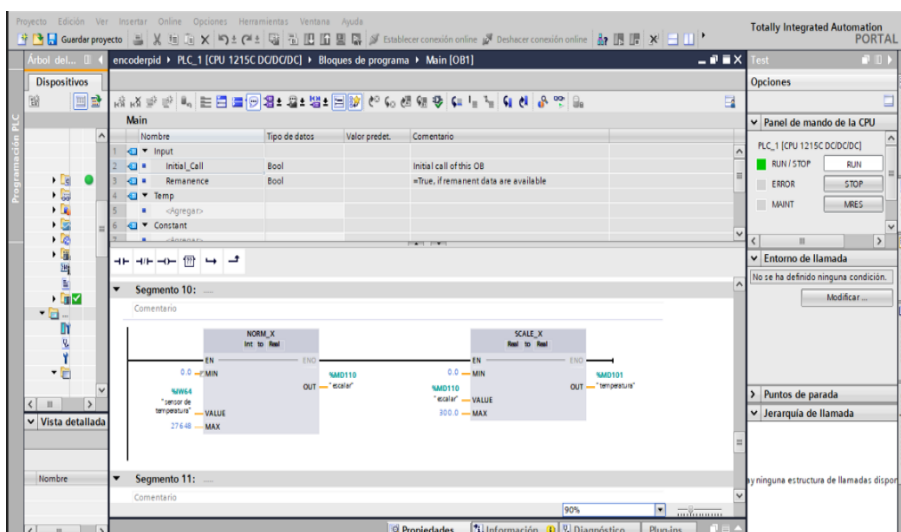
Figura 38 Programación de entradas y salidas de encoder



Nota: Captura de pantalla

Iniciamos con la programación la lectura de la señal analógica “temperatura”, configurando los parámetros de rango de medición y los bits de lectura, usamos bloque normalizado y escalado. La entrada analógica de declarar como parámetros de valor entero de 0 a 27648 y se realiza el escalamiento a una temperatura de 0 a 300 grados Celsius.

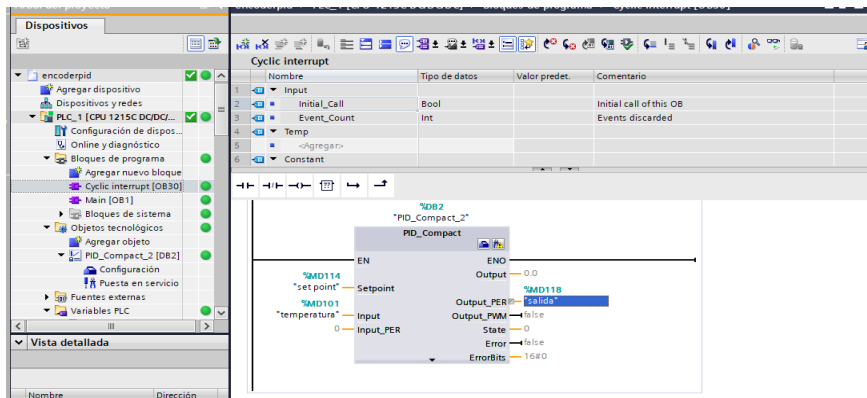
Figura 39 Inicio de programación para sensores de temperatura



Nota: Captura de pantalla

Implementamos el bloque de Cyclic interrupt en donde se creará el bloque de PID compact, de manera que se realiza la asignación de un set point, una referencia de entrada de valor real MD101 "temperatura", y una salida de MD118 como se muestra en la figura.

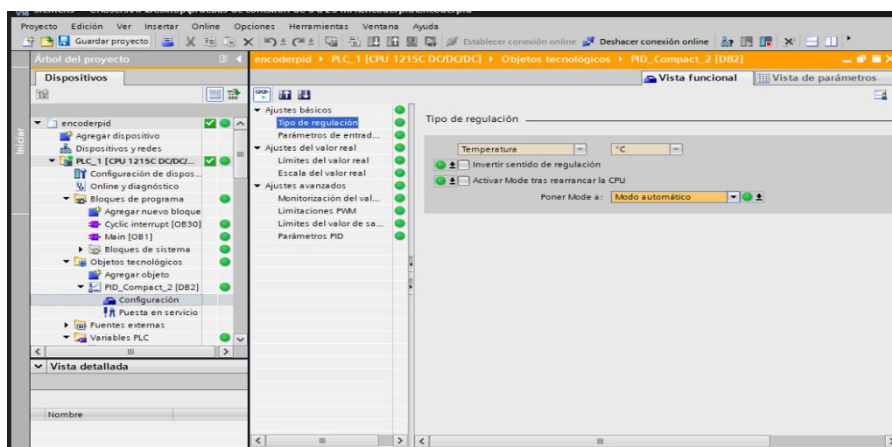
Figura 40 Configuración para control PID



Nota: Captura de pantalla

Se realiza ajustes de tipo de operación, se considera el control de temperatura, también se realiza la activación de "Mode", seleccionando el modo automático como se muestra en la figura.

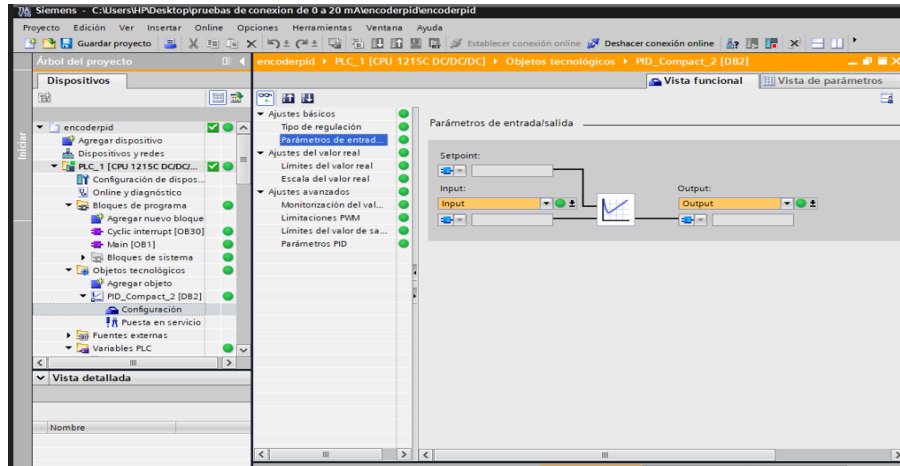
Figura 41 Activación de "Mode" en PID



Nota: Captura de pantalla

Realizamos ajuste de valores de la señal de entrada, seleccionado INPUT y OUTPUT que admiten señales de datos reales como se muestra en la figura.

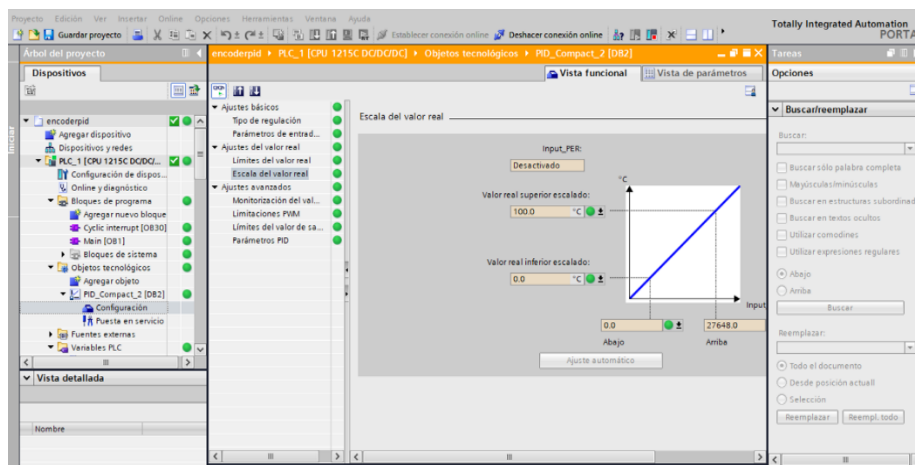
Figura 42 Ajuste de valores de entrada y salida



Nota: Captura de pantalla

Verificamos los valores reales en la imagen en donde se realiza el escalamiento de las señales de 0 a 100 grados Celsius, que se escala de 0 a 27648 que corresponde a 10 bits.

Figura 43 Visualización de valores reales de temperatura

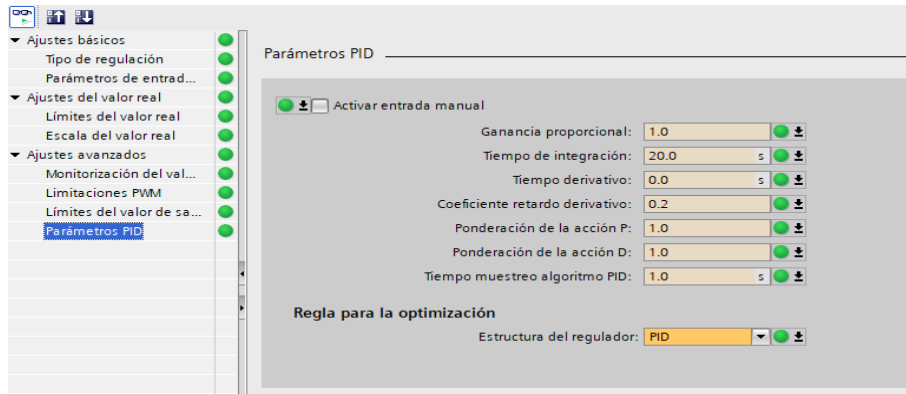


Nota: Captura de pantalla

Una vez que se ha realizado la configuración de control PID mediante la sintonización fina se genera los parámetros de control como son: la ganancia

proporcional, tiempo de integración, tiempo derivativo, como se muestra en la figura.

Figura 44 Configuración de parámetros de PID y sintonización



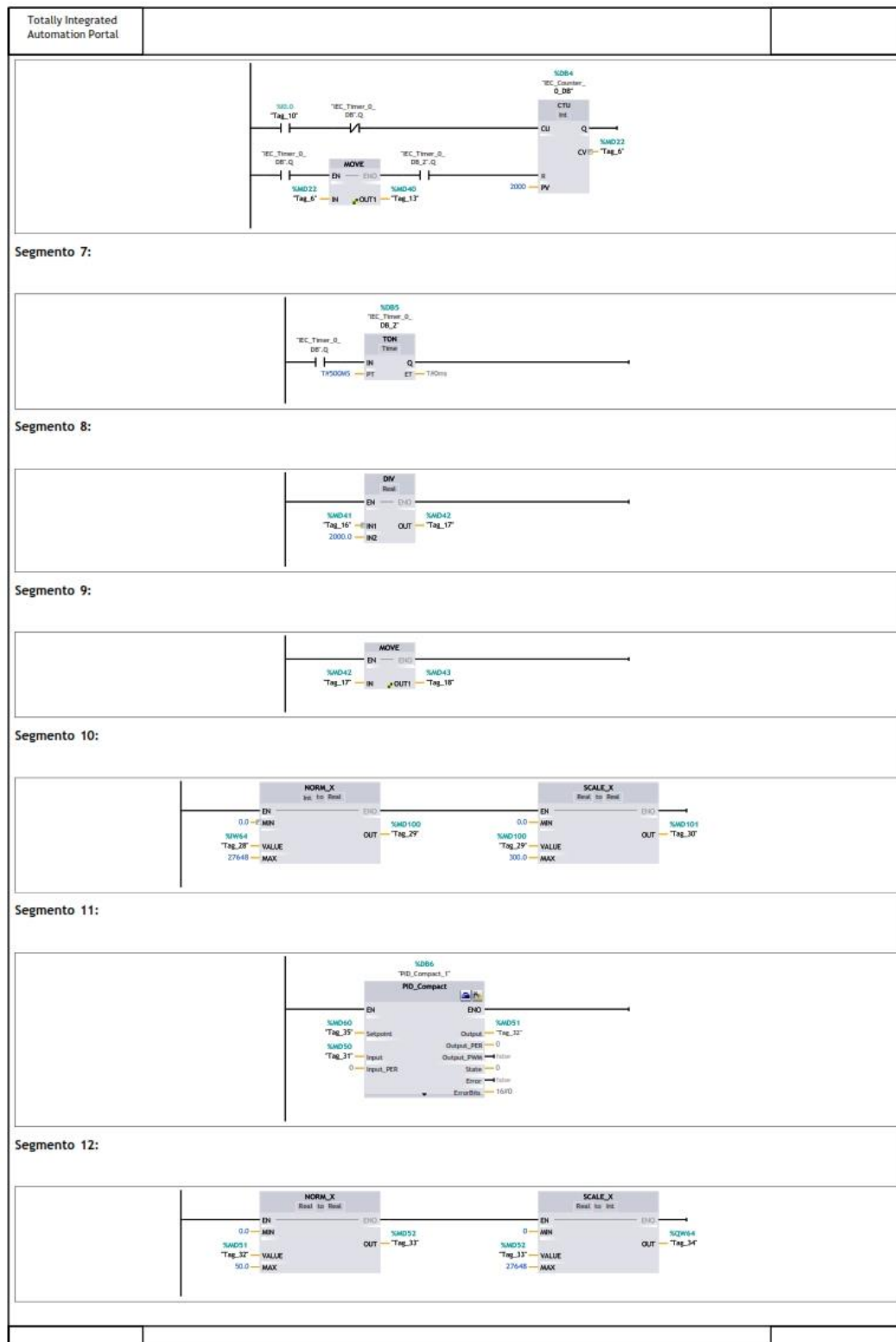
Nota: Captura de pantalla

Figura 45 Lenguaje de programación en TIA PORTAL S71200.

Totally Integrated Automation Portal			
encoderpid / PLC_1 [CPU 1215C DC/DC/DC] / Bloques de programa			
Main [OB1]			
Main Propiedades			
General			
Nombre	Main	Número	1
Numeración	Automático	Tipo	OB
		Idioma	KOP
Información			
Título	'Main Program Sweep (Cycle)'	Autor	
Versión	0.1	Comentario	
		ID personaliza-do	
Main			
Nombre		Tipo de datos	Valor predet.
▼ Input			
Initial_Call		Book	Initial call of this OB
Remanence		Book	=True, if remanent data are available
Temp			
Constant			
Segmento 1:			
Segmento 2:			
Segmento 3:			
Segmento 4:			
Segmento 5:			
Segmento 6:			

Nota: Captura de pantalla

Figura 46 Programación en TIA PORTAL S71200.



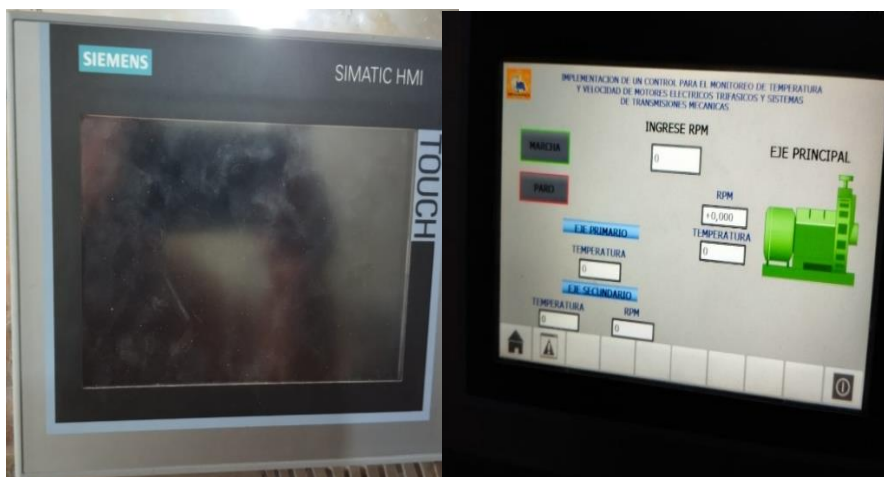
Nota: Captura de pantalla

3.7.5. Implementación e instrumentación.

3.7.5.1. Instrumentación del sistema de control.

El sistema de control se instrumenta buscando alternativas más eficientes en los sensores y actuadores que son controlados por un controlador PLC s7 1200 CPU 1215. El PLC s7 1200 se ha implementado con una fuente adicional para los módulos de entrada y salida. Además, se tienen una pantalla HMI en donde se puede modificar los parámetros necesarios.

Figura 47 *Implantación de HMI*



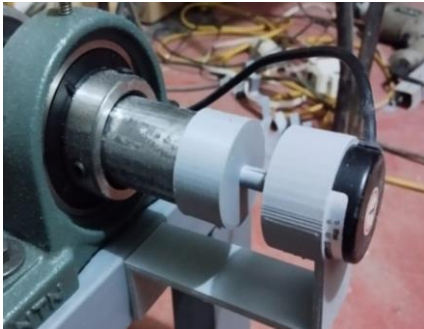

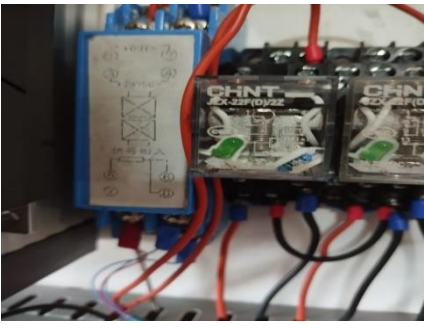
Nota: Montaje de pantalla HMI y prueba de funcionamiento

Figura 48 *Implantación de sistema de control PLC S71200.*



Nota: Fotografía de tablero de control

Figura 49 *Implantación de Encoder y sensores de temperatura.*

 <ul style="list-style-type: none">➤ Instalación de los encoders en las transmisiones mecánicas	 <ul style="list-style-type: none">➤ Instalación de los encoders en las moto reductor de 1.5 HP.
 <ul style="list-style-type: none">➤ Conexión de los sensores al módulo convertidor de señal analógico 0 a 20 m A.	 <ul style="list-style-type: none">➤ Instalación de los sensores en las chumaceras de transmisiones mecánicas
 <ul style="list-style-type: none">➤ Conexión de los sensores al módulo convertidor de señal analógico 0 a 10 v.	 <ul style="list-style-type: none">➤ Instalación de los sensor pt100 en el motor reductor de transmisiones mecánicas

Nota: Evidencias fotográficas de los sensores de temperatura.

3. 7. 5. 2. Instrumentación del sistema de fuerza.

El sistema de fuerza se instrumenta con un variador, una moto reductor de 1.5 HP y un sistema de transmisiones mecánicas Que está instalado en la parte inferior del tablero eléctrico de control.

Figura 50 *Implantación de variador V20.*



Nota: Evidencias fotográficas Variador V20.

Figura 51 *Implantación de variador V20.*

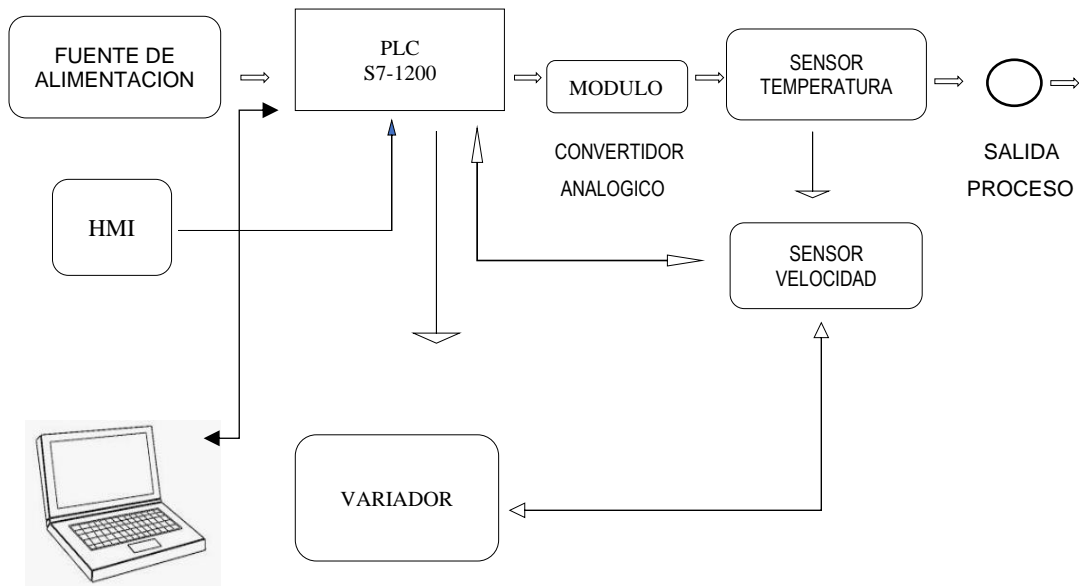


Nota: Evidencias fotográficas Variador V20.

3.7.6. Implementación de proceso

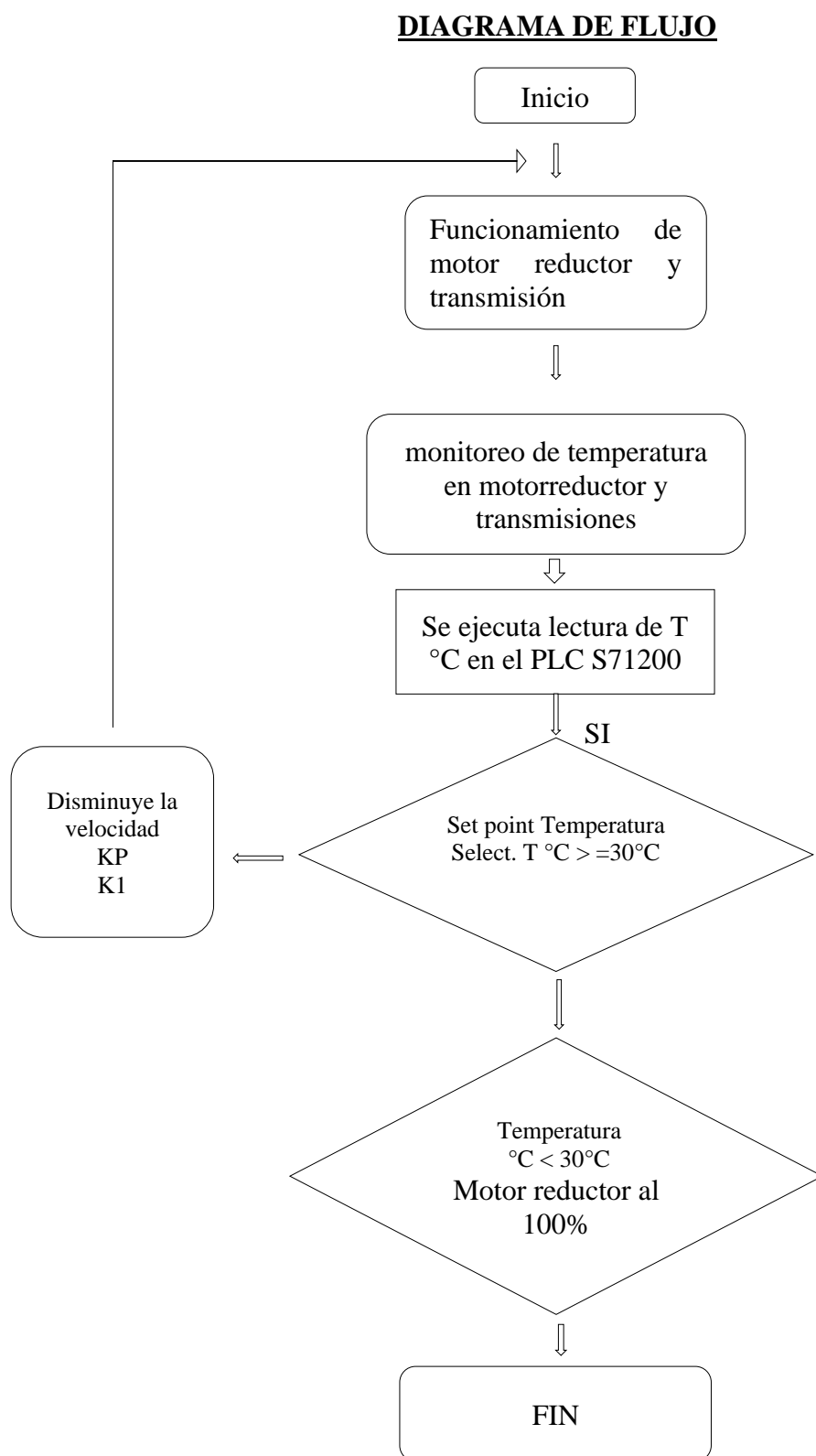
La implementación general se realiza de la siguiente manera:

Figura 52 Implementación de diagrama de bloques



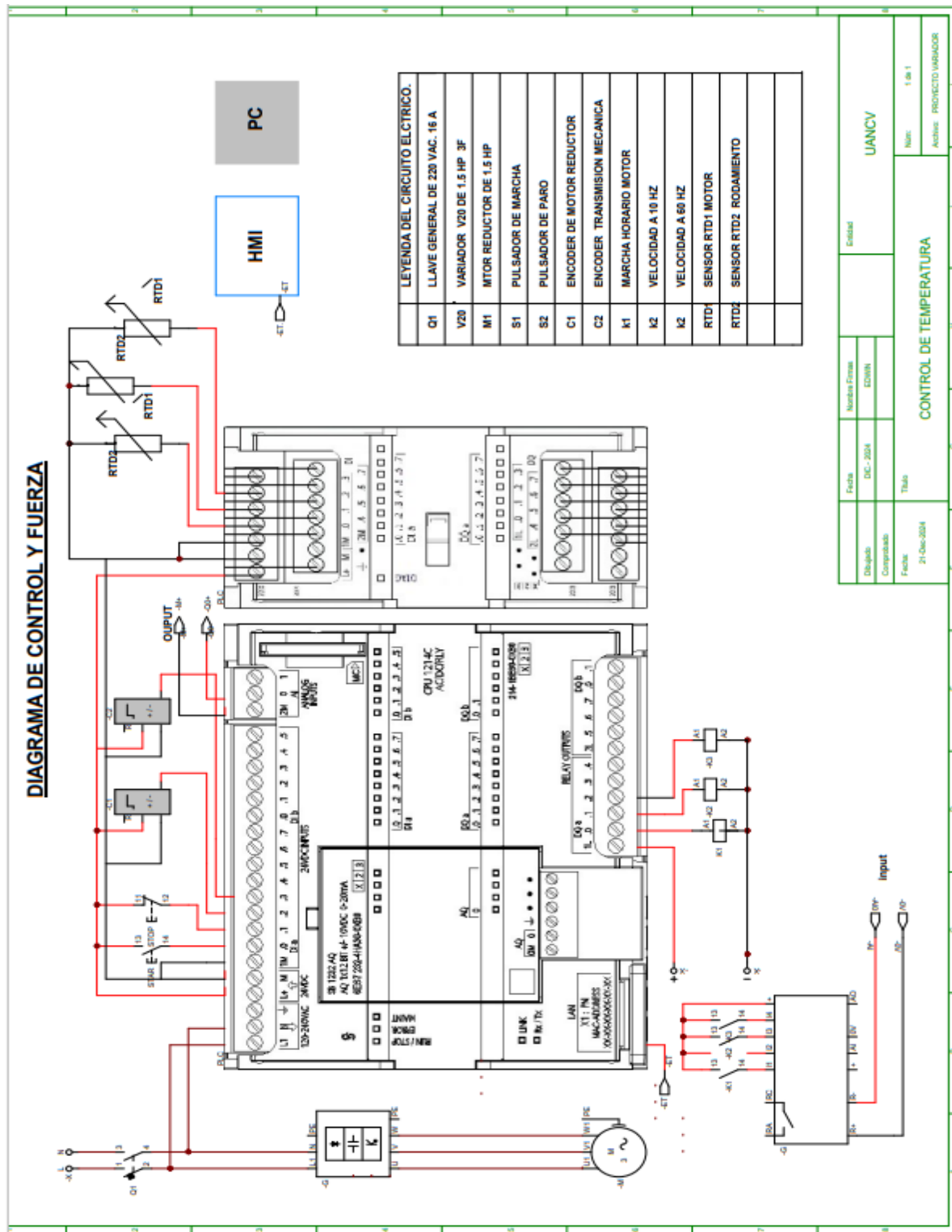
Nota: Elaboración propia

Figura 53 Implementación de diagrama de Flujo.



Nota: Elaboración propia

Figura 54 Implementación de diagrama eléctrico y control.



Nota: Elaboración propia

Figura 55 Implementación de transmisión mecánica y montaje de motor reductor.



Nota: Registro fotográfico

Figura 56 Implementación de Tablero eléctrico y control



Nota: Elaboración propia

Figura 57 Implementación del módulo y programación.



Nota: Elaboración propia



CAPITULO IV

ANALISIS DE RESULTADO Y DISCUSION

4. 1. Presentación

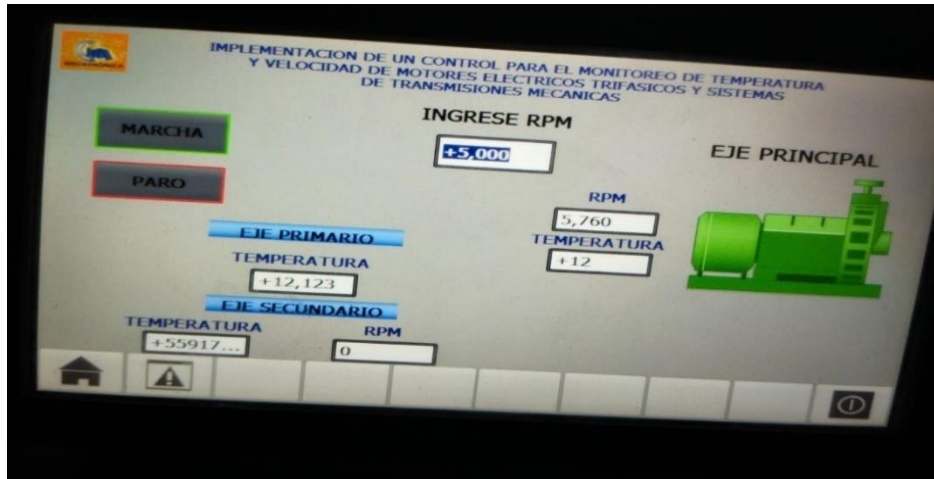
En la implementación de un control para el monitoreo de temperatura y velocidad se desarrolló un diagrama de bloques de lazo cerrado. En este sistema de monitoreo para entender la importancia de la implementación de este sistema de monitoreo y el comportamiento de los elementos que conforman y finalmente la respuesta eficiente frente a una posible anomalía en diferentes procesos.

4. 2. Pruebas y resultado

1° Prueba. En esta fase, se instalaron los sensores de temperatura y velocidad en los motores y transmisiones, asegurándose de que estén correctamente calibrados.

Se realizó ingreso de variable de entrada 5 rpm y se observa en la salida 5.7 rpm así como también los valores de temperatura 12°C, en el motorreductor 12.123°C en la transmisión mecánica.

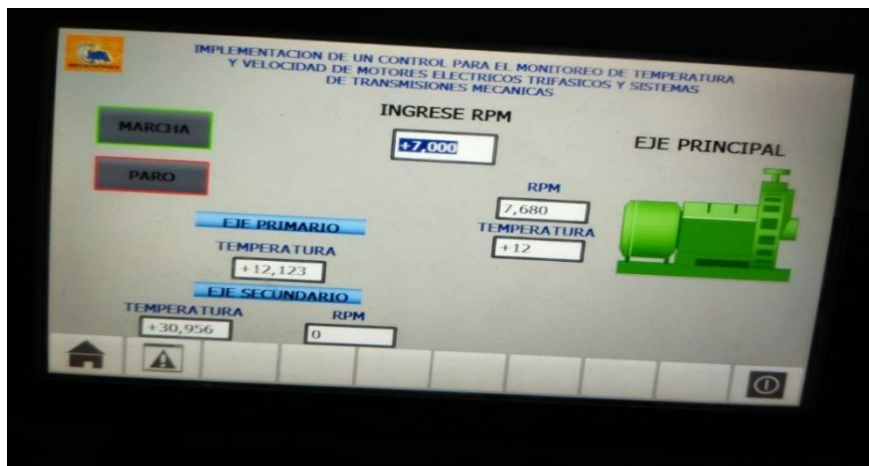
Figura 58 Visualización de funcionamiento en HMI.



Nota: Captura de pantalla

2° Prueba: En la siguiente prueba se realizó ingreso de variable de entrada 7 rpm y se observa en la salida 7.6 rpm así como también los valores de temperatura 17°C, en el motorreductor 17.123°C y 30°C en la transmisión mecánica.

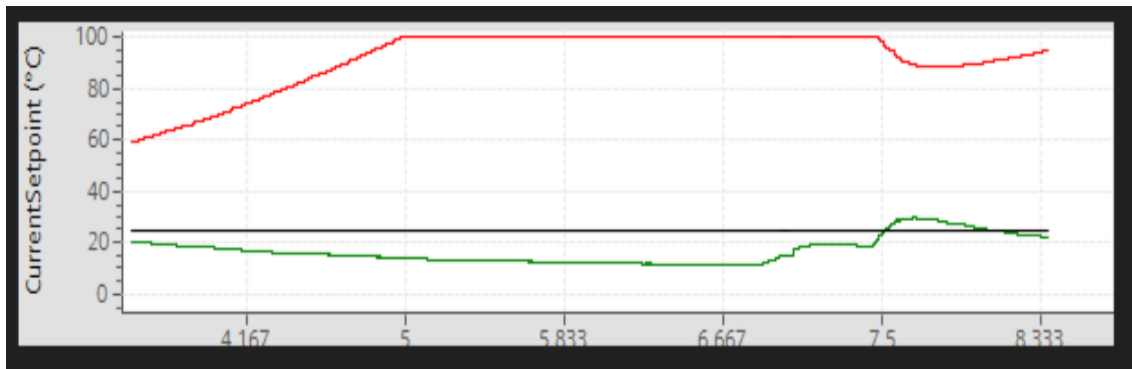
Figura 59 1° Prueba de funcionamiento y visualización en HMI.



Nota: Captura de pantalla

3° Prueba: A continuación se realizará las pruebas la sintonización de control PID, con el fin de tener una sintonización fina. Que pueda optimizar el control PID. En la imagen se muestra los valores durante el funcionamiento.

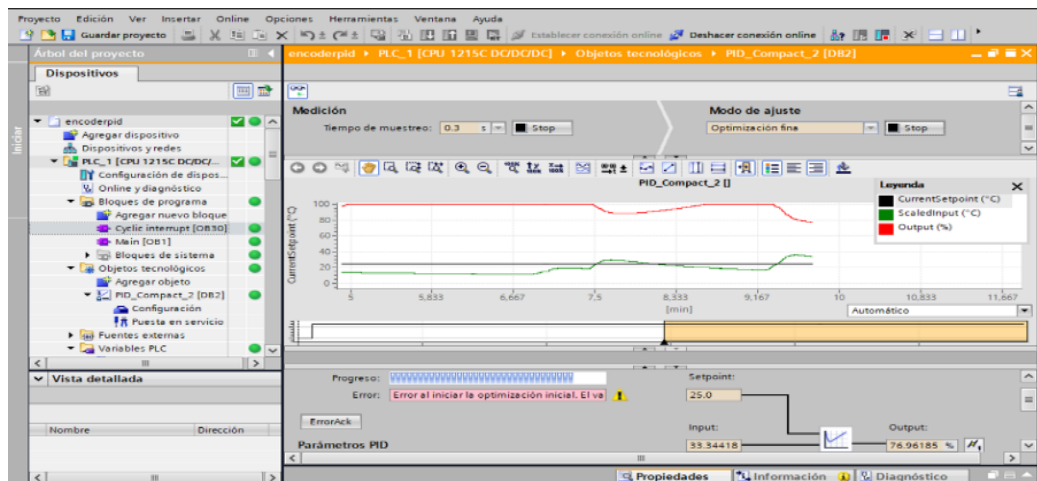
Figura 60 Visualización de comportamiento de temperatura



Nota: Captura de pantalla

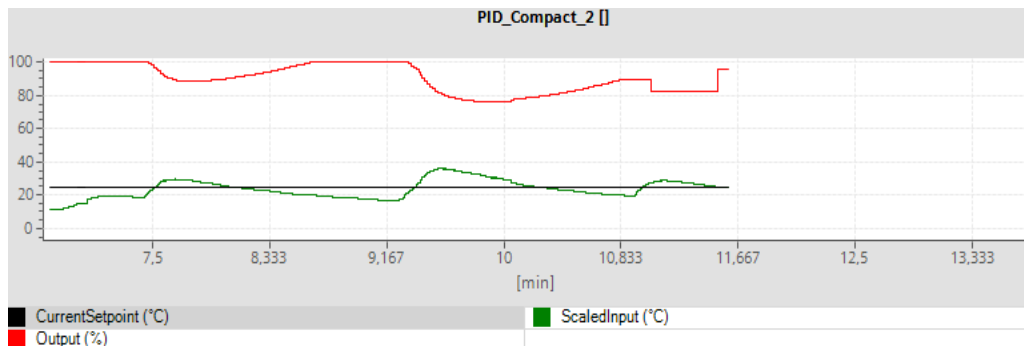
Se la sintonización fina “autotunig”: En el proyecto se visualiza que está cargando y generando los parámetros de control PID. En el proyecto se está forzando el funcionamiento y las pruebas de control ya que el sistema tiene tolerancia en tiempo por lo que mostrar una gráfica con muestras de menor tiempo es complicado.

Figura 61 Visualización de parámetros de entrada, salida y setpoint

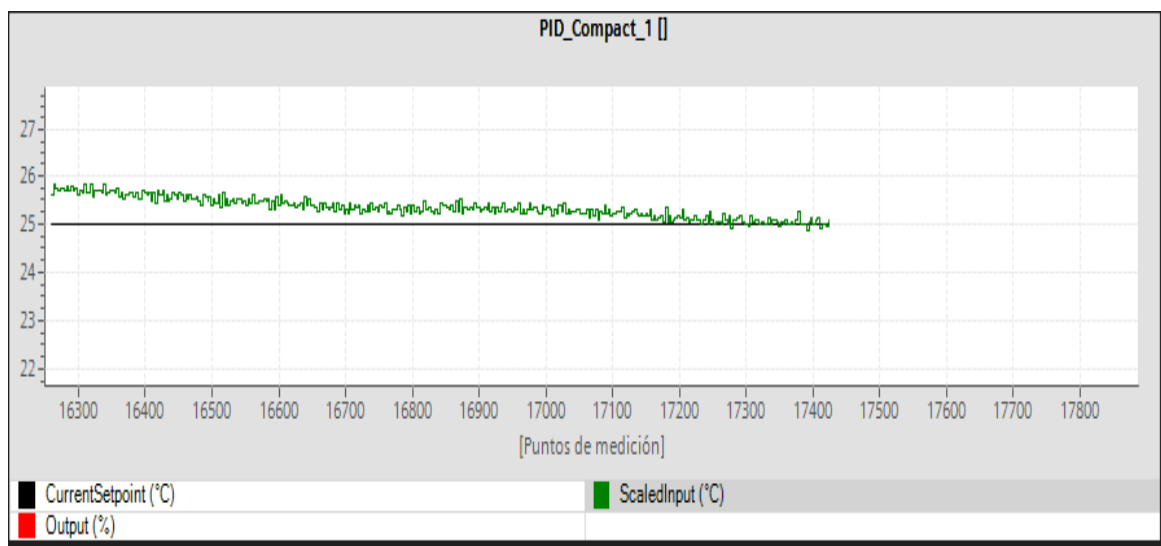


Nota: Captura de pantalla

En la imagen se observa el comportamiento de las señales analógicas. El color rojo representa el funcionamiento del variador de velocidad, y el color verde representa el sensor que es la temperatura en la caja reductora, el color negro representa el set point o la referencia requerida.

Figura 62 *Comportamiento de las señales*

En la prueba de funcionamiento se logró formar y mostrar el control de velocidad de motor eléctrico con la variación de la temperatura. En el sistema se logra visualizar la última prueba de control PID en TIA portal.

Figura 63 *Prueba de sintonización final con autotuning*

Nota: Captura de pantalla

4. 3. Análisis e interpretación de resultados

Comparación con los parámetros estándar: Los datos de temperatura y velocidad se compararon con los valores estándar recomendados por los fabricantes de los motores y las transmisiones mecánicas. Esto permitirá identificar cualquier desvío significativo que indique problemas en el funcionamiento de los equipos.

Detección de patrones anómalos: Se analizarán las mediciones para detectar patrones de anomalías, como aumentos inusuales de temperatura o caídas repentinas en la velocidad de los motores. Estos patrones podrían indicar fallas potenciales o condiciones operativas no óptimas.

Tabla 9

Tabla de registro de resultados de monitoreo y control

set point RPM	RPM MOTOR	HZ EN VARIADOR	T°C MOTOR	T°C EJE 1	T°C EJE 2
2	4.56	3.96	11.96	12.002	13.321
5	5.76	13	12	12.123	15.59
7	7.6	14	12.124	17.173	30.956
8	7.808	16	12	48	46

Nota: Elaboración propia

Como se observa se pudo obtener valores de temperatura y velocidad en la pantalla HMI.

Evaluación de la efectividad del sistema de monitoreo: Se evaluará la capacidad del sistema de monitoreo para detectar problemas a tiempo, mediante el análisis de cómo el sistema respondió ante las condiciones extremas o anómalas durante las pruebas.

4. 4. Discusión de resultados

Uno de los objetivos principales de este estudio era verificar la efectividad del sistema de monitoreo de temperatura y velocidad de los motores eléctricos trifásicos y transmisiones mecánicas, a través del empleo de sensores y un sistema de control automatizado.



Los resultados obtenidos muestran que el sistema fue capaz de registrar y supervisar las variables de temperatura y velocidad de manera continua durante las pruebas, tal y como se esperaba.

Además, el sistema de control respondió adecuadamente cuando las mediciones de temperatura excedieron los límites seguros establecidos, activando alarmas y realizando ajustes en la velocidad de los motores para evitar sobrecalentamientos. Esto demuestra que el sistema no solo supervisa las condiciones operativas, sino que también puede intervenir de manera preventiva para proteger los equipos.

4. 5. Análisis de los resultados obtenidos

Temperatura y velocidad de los motores: Los datos recolectados durante las pruebas de funcionamiento normal y bajo condiciones de sobrecarga muestran que, en general, la temperatura de los motores aumentó de manera proporcional al tiempo de operación y la carga aplicada, lo que es esperado en sistemas eléctricos. Sin embargo, es relevante notar que, en algunos motores, la temperatura alcanzó niveles cercanos al límite superior permitido, indicando que podría haber un desajuste entre las capacidades de enfriamiento del motor y las cargas de trabajo que se le asignan.

La velocidad de los motores también mostró comportamientos consistentes con las especificaciones, aunque en los casos de sobrecarga o temperaturas extremas, lo que podría estar relacionado con mecanismos de protección internos o con la reducción de la eficiencia del motor a altas temperaturas.



Este hallazgo es relevante, ya que refuerza la hipótesis de que la temperatura y la velocidad están correlacionadas, y que un aumento significativo en la temperatura podría tener efectos negativos sobre la velocidad de operación del motor.

Comparación entre temperaturas y velocidades: Al analizar la relación entre temperatura y velocidad, se determinó que, en la mayoría de las situaciones, cuando la temperatura aumentaba más allá de los 70°C, la velocidad del motor disminuía en un rango de 5-10%. Esto sugiere que, aunque los motores pueden operar a altas temperaturas, existe un umbral crítico en el que la eficiencia de la transmisión mecánica comienza a verse afectada, lo que podría llevar a una pérdida de rendimiento o, en el peor de los casos, a un fallo mecánico. Estos resultados subrayan la importancia de mantener las condiciones de temperatura dentro de un rango ideal para asegurar no solo el funcionamiento seguro de los motores, sino también la eficiencia del sistema en su totalidad.

Los resultados de los ensayos indican que el sistema de monitoreo implementado tiene el potencial de reducir significativamente los riesgos de fallos operativos en los motores eléctricos y las transmisiones mecánicas. La habilidad para identificar variaciones en las condiciones operativas en tiempo real permite una intervención temprana antes de que se alcancen niveles críticos de temperatura o velocidad, lo que puede prevenir daños en los equipos y optimizar los tiempos de mantenimiento.



CONCLUSIONES

PRIMERA: La aplicación de un sistema de control para monitorear en tiempo real la temperatura y velocidad de motores eléctricos trifásicos y transmisiones mecánicas permite optimizar su rendimiento, prevenir fallos y disminuir los costos de mantenimiento al identificar anomalías de forma temprana, se mejora la fiabilidad de los sistemas y se extiende su vida útil, asegurando un funcionamiento más eficiente y seguro.

SEGUNDA: La selección adecuada de sensores de temperatura y velocidad para los motores eléctricos y sistemas de transmisiones mecánicas es esencial para garantizar mediciones precisas y fiables. Esto permitirá un monitoreo eficaz de las condiciones operativas, contribuyendo a la optimización del rendimiento, la prevención de fallos y la prolongación de la vida útil de los sistemas.

TERCERA: La programación adecuada para el control de los sensores de temperatura y velocidad es fundamental para garantizar un monitoreo preciso y en tiempo real de las condiciones operativas de los motores eléctricos y sistemas de transmisión. Esta programación facilita la automatización del proceso de identificación de anomalías, optimizando la eficiencia en la toma de decisiones y la prevención de fallos en los sistemas monitoreados.

CUARTA: El monitoreo de la temperatura y velocidad de motores eléctricos trifásicos y sistemas de transmisiones mecánicas es crucial para asegurar un desempeño adecuado eficiente y seguro de estos



equipos. A través de la implementación de este sistema de monitoreo efectivo, se puede obtener Datos en tiempo real que posibilitan detectar anomalías, prevenir fallos y optimizar el rendimiento operativo, también contribuye a la disminución de los costos de mantenimiento y la extensión de la vida útil de los equipos.



RECOMENDACIONES

PRIMERA: Se recomienda capacitar al personal responsable de operar y mantener el sistema de monitoreo para garantizar su uso adecuado y la correcta interpretación de los datos. Además, es fundamental establecer un protocolo de acción ante la detección de anomalías para responder de manera eficiente y reducir tiempos de inactividad, asegurando así una mayor continuidad en la operación de los motores y sistemas mecánicos.

SEGUNDA: Se recomienda realizar pruebas periódicas de los sensores seleccionados para asegurar su precisión y considerar la integración de sensores con capacidades avanzadas para la detección temprana de fallos.

TERCERA: Se recomienda realizar actualizaciones periódicas y pruebas de la programación para asegurar su precisión y adaptabilidad a posibles cambios en las condiciones operativas. Además, es importante entrenar al personal en la operación y el mantenimiento del sistema de control para maximizar su efectividad en la detección de anomalías y la prevención de fallos.

CUARTA: Se recomienda implementar un sistema de monitoreo automatizado y en tiempo real, acompañado de un protocolo de mantenimiento anticipado, para asegurar la identificación precoz de fallos y optimizar el rendimiento de los equipos. Además, es fundamental realizar un análisis periódico de los datos obtenidos para ajustar los parámetros de operación y mejorar la eficiencia a largo plazo.



REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alvarez, e. (2013). Análisis técnico del calentamiento de las máquinas eléctricas según su prestación de servicio.
- Álvarez, R., & Calderón, N. (2014). Diseño, construcción y pruebas de un prototipo automatizado para dosificación y mezclado de 4 componentes, tres de ellos a granel y uno líquido obteniendo como mezcla hasta 15 Kg/h para el laboratorio de automatización industrial, implementado por la tecn. *Pre grado*. Universidad Pontificia Bolivariana, Colombia.
<http://hdl.handle.net/20.500.11912/1604>
- Arias, Y. (2023). Monitoreo de la degradación de un aceite lubricante GEARBOX 320 en un motorreductor. *Pre grado*. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Riobamba., Ecuador.
<http://dspace.esPOCH.edu.ec/handle/123456789/19203>
- Ausay, C., & Estrada, W. (2020). Análisis de modos y efectos de falla en rodamientos por defectos de lubricación a través de ultrasonido en un simulador electroneumático. *Pre grado*. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Riobamba, Ecuador.
<http://dspace.esPOCH.edu.ec/handle/123456789/14905>
- Automación Micromecánica s.a.i.c. (2002). *Controlador Lógico Programable (PLC)*. Argentina: Automación Micromecánica s.a.i.c.
https://www.academia.edu/37928905/CONTROLADOR_L%C3%93GICO_PROGRAMABLE_PLC
- Barrientos, A., & Gambao, E. (2014). *Sistemas de Producción Automatizados*. Madrid, España: Dextra Editorial S.L.



- https://www.academia.edu/42657532/Sistemas_de_Producci%C3%B3n_Automatizados
- Cares, F., & Andrades, B. (2022). Implementación de PLC S7-1200 con pantalla HMI KTP700. *Pre grado*. Universidad Técnica Federico Santa María, Chile. <https://hdl.handle.net/11673/54003>
- Colomer, J., Meléndez, J., & Ayza, J. (2000). *Sistemas de supervisión*. España: Editores: Barcelona : Cetisa Boixareu, 2000. https://www.academia.edu/63238195/Sistemas_de_supervisi%C3%B3n_introducci%C3%B3n_a_la_monitorizaci%C3%B3n_y_supervisi%C3%B3n_experta_de_procesos_m%C3%A9todos_y_herramientas
- Del Valle Gutiérrez, M., & Iturralde, S. (2017). *Fundamentos básicos de instrumentación y control*. Ecuador, Ecuador: Editorial UPSE. <http://repositorio.upse.edu.ec/handle/46000/4228>
- Díaz, F. (2011). Diseño de elementos de maquinas. *Pre grado*. Facultad de Estudios Superiores Cuautitlan, Mexico. http://olimpia.cuautitlan2.unam.mx/pagina_ingenieria/mecanica/mat/mat_mec/m1/diseño_elementos%20de%20maquinas.pdf
- Duran, J., Martínez, H., Gámiz, J., Domingo, J., & Grau, A. (2009). *Automatismos eléctricos e industriales*. España: Marcombo S.A.
- Garduño, O. (2015). Diseño de un reductor de velocidad de tornillo sinfin. *Pre grado*. Escuela Superior de Ingeniería Mecánica y Eléctrica, Mexico. <https://tesis.ipn.mx/jspui/bitstream/123456789/4538/1/DISENOTORNILLO.pdf>
- Gomáriz, S., Biel, D., Matas, J., & Reyes, M. (2000). *Teoría de control Diseño electrónico*. Barcelona, España: Alfa y Omega Edicions UPC,.



https://www.academia.edu/44266511/Teor%C3%ADa_de_control_Dise%C3%B1o_electr%C3%B3nico

Huaranga, R. (2020). Diseño de un sistema de control para el monitoreo de la temperatura de un motor de bomba de agua de 0.75 kW. *Pre grado*. Universidad Continental, Huancayo, Peru.
<https://repositorio.continental.edu.pe/handle/20.500.12394/7328>

Mayta, L. (2011). Sistema de control de temperatura variando la velocidad de un motor trifasico de induccion mediante un variador de frecuencia. *Pre grado*. Universidad Mayor de San Andrés, La Paz, Bolivia.
<http://repositorio.umsa.bo/xmlui/handle/123456789/15074>

Monsalve, E. (2019). Diseño y automatización de una dosificadora de grano. *Pre grado*. Instituto Tecnológico Metropolitano, Colombia.
<http://hdl.handle.net/20.500.12622/2046>

Muro, C. (2020). Diseño de una maquina limpiadora y seleccionadora de grano de maíz (Zea mays) para optimizar la producción de 25qq/h en el distrito de Mórrope. *Pre grado*. Universidad Señor de Sipán, Peru.
<https://hdl.handle.net/20.500.12802/7802>

Quispe, A. (2017). Implementación del análisis de lubricante como herramienta de mejora en el monitoreo de condición del aceite en unidades hidráulicas y cajas reductoras en la empresa OPP FILM para el año 2017. *Pre grado*. Universidad Privada del Norte, Lima, Peru.
<https://hdl.handle.net/11537/11209>

Rivera, C. (2002). Diseño y construcción de un dosificador de tres productos en forma secuencial. *Pre grado*. Escuela Politécnica Nacional, Ecuador.
<http://bibdigital.epn.edu.ec/handle/15000/9278>



- Rockwell Automation. (2010). *Conceptos básicos sobre el uso de los motores de inducción trifásicos*. Rockwell Automation. <https://www.yumpu.com/es/document/view/27004244/conceptos-basicos-sobre-el-uso-de-los-motores-de-induccion-trifasicos>
- Salmerón, M. (2022). Diseño de una maquina de alimentación, dosificadora de alimentos semisólidos. *Pre grado*. Universitat Politècnica de València, España. <https://riunet.upv.es/handle/10251/185473>
- Siemens. (2014). *Controlador programable S7-1200*. Nürnberg, Alemania: Industry Online Support. <https://support.industry.siemens.com/cs/search?t=all&search=SIPLUS%20S7%201200%20CP&type=Download&lc=es-WW>
- Suárez, W. (2019). Ingeniería inversa y diseño de la automatización de un dosificador de polvos, utilizando celda de carga a través de microcontrolador atmega para la empresa Jacs. *Pre grado*. Universidad Ricardo Palma, Peru. <https://hdl.handle.net/20.500.14138/2104>
- Toapanta, L., & Recalde, D. (2012). Diseño y construcción de un equipo didáctico de dosificación automatizada de granos pequeños para el laboratorio de la Universidad Politécnica Salesiana. *Pre grado*. Universidad Politécnica Salesiana, Ecuador. <https://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/3781>
- Velasco, J. (2019). Diseño de un sistema automatizado con controladores lógico programables para la alimentación de granos de maíz en un molino de martillo. *Pre grado*. Universidad César Vallejo, Peru. <https://hdl.handle.net/20.500.12692/40805>



ANEXO

ANEXO 1: Matriz de Consistencia

TÍTULO: IMPLEMENTACIÓN DE UN CONTROL PARA EL MONITOREO DE TEMPERATURA Y VELOCIDAD DE MOTORES ELÉCTRICOS TRIFÁSICOS Y SISTEMAS DE TRANSMISIONES MECÁNICAS					
AUTOR: EDWIN HUISA HANCCO					
PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPOSTESIS	VARIABLES E INDICADORES		
PROBLEMA GENERAL ¿Cómo implementar un sistema de control para el monitoreo en tiempo real de la temperatura y velocidad de motores eléctricos trifásicos y sistemas de transmisiones mecánicas, con el fin de optimizar su rendimiento y prevenir fallos?	OBJETIVOS GENERAL Implementar un sistema de control para el monitoreo en tiempo real de la temperatura y velocidad de motores eléctricos trifásicos y sistemas de transmisiones mecánicas, con el fin de optimizar su rendimiento y prevenir fallos. Objetivos específicos Seleccionar sensores de temperatura y velocidad adecuados para los motores eléctricos y sistemas de transmisiones mecánicas.	HIPOSTESIS GENERAL La implementación de un sistema de control para el monitoreo en tiempo real de la temperatura y velocidad de motores eléctricos trifásicos y sistemas de transmisiones mecánicas mejorará significativamente su rendimiento y reducirá la incidencia de fallos operativos, en comparación con los métodos tradicionales de monitoreo. Hipótesis específicas Si se seleccionan sensores de temperatura y velocidad adecuados para los motores eléctricos y sistemas de transmisión, se obtendrá un monitoreo preciso y confiable, lo que mejorará el rendimiento y reducirá los fallos del sistema.	Variables	Dimensiones	Indicadores
			Variable Independiente	Desviación estándar de las mediciones	°C y RPM
			Variable Dependiente	Temperatura promedio	°C
			La temperatura y velocidad de los motores eléctricos y sistemas de	Velocidad promedio	RPM



<p>Problemas específicos ¿Cómo seleccionar los sensores de temperatura y velocidad adecuados para los motores eléctricos y sistemas de transmisiones mecánicas? ¿De qué manera se realizar la programación del control de los sensores de temperatura y velocidad? ¿Cómo realizar el monitoreo de la temperatura y velocidad de motores eléctricos</p>	<p>Realizar la programación en el controlador lógico programable para el control de temperatura y velocidad de los motores eléctricos y sistemas de transmisiones mecánicas. Realizar el monitoreo de la temperatura y velocidad de los motores eléctricos trifásicos y sistemas de transmisiones mecánicas.</p>	<p>La implementación del sistema automatizado de monitoreo permitirá un desarrollo tangible en la productividad del proceso de producción, reduciendo el tiempo total de procesamiento y los errores asociados con la dosificación manual, en comparación con los métodos actuales. Si se realiza un monitoreo constante de la temperatura y velocidad de los motores eléctricos trifásicos y sistemas de transmisiones mecánicas, entonces se podrán detectar de manera temprana posibles anomalías, lo que permitirá tomar acciones correctivas oportunas para evitar fallos y optimizar el rendimiento de los sistemas.</p>	<p>transmisiones mecánicas</p>		
--	---	---	--------------------------------	--	--



ANEXO 2: validación de Instrumentos

Se realizan una lista de instrumentos electrónicos que se utilizaron para el proyecto “implementación de un sistema de control de temperatura para el rectificador de corriente en el proceso de electrólisis de minerales”, en donde se utilizaron los instrumentos de investigación de Observación directa y experimentación.

Tabla 10

Tabla de instrumentos electrónicos

INSTRUMENTOS ELECTRONICOS	DESCRIPCION
Multímetro	Para medir parámetros de tensión, corriente y homenaje.
Pirómetro	Temperatura
Termopar tipo K	Temperatura
Termómetro PT100	Temperatura
Sensor de corriente	Corriente eléctrica
Sensor de voltaje	Tensión eléctrica

Nota: Instrumento electrónicos en la experimentación.

ANEXO 3: Instrumentos

Tabla 11

Validación de instrumentos electrónicos

INSTRUMENTOS	VALIDACION
Multímetro	CERTIFICADO
Pirómetro	CERTIFICADO
Termopar tipo K	Termómetro patrón
Termómetro PT100	Termómetro patrón
Sensor de corriente	Multímetro
Sensor de voltaje	Multímetro

Nota: Se valida datos con instrumentos tecnológicos



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.

Tabla 12

Tratamiento de datos de estudio

INSTRUMENTOS DE ESTUDIO	INSTRUMENTOS ELECTRONICOS	PARAMETROS	DATOS	DESCRIPCION
Observación directa	Multímetro	Tensión (v)		CERTIFICADO
	Pirómetro			CERTIFICADO
Experimentación	Termopar tipo K	Resistencia (ohm) a V 0 a 10v		Multímetro/PLC
	Termómetro PT100			
	Sensor de corriente	Corriente(A) 4 a 20mA		Multímetro/PLC
	Sensor de voltaje	Voltaje (V) 0 a 10v		Multímetro/PLC

Nota: Se valida datos con instrumentos tecnológicos

ANEXO 5: HMI HTP 700 Siemens

SIEMENS

Data sheet

6AV2123-2GA03-0AX0

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



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

ANEXO 6: PLC S7 1200 Siemens

SIEMENS

Hoja de datos

6ES7215-1BG40-0XB0



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

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

6ES72151BG400XB0
Página 1/6

11/4/2024

Sujeto a cambios
© Copyright Siemens

ANEXO 7: MODULO ANALOGICO Siemens

SIEMENS

Hoja de datos

6ES7232-4HB32-0XB0



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

Figura similar

Información general	
Designación del tipo de producto	SM 1232, AQ 2x14 bit
Tensión de alimentación	
Valor nominal (DC)	24 V
Intensidad de entrada	
Consumo, típ.	45 mA
de bus de fondo 5 V DC, típ.	80 mA
Pérdidas	
Pérdidas, típ.	1,5 W
Salidas analógicas	
Nº de salidas analógicas	2; Tipo corriente o tensión
Rangos de salida, tensión	
• -10 V a +10 V	SI
Rangos de salida, intensidad	
• 0 a 20 mA	SI
Resistencia de carga (en rango nominal de la salida)	
• con salidas de tensión, mín.	1 000 Ω
• con salidas de intensidad, máx.	600 Ω
Longitud del cable	
• apantallado, máx.	100 m; apantallado, par trenzado
Formación de valor analógico para salidas	
Tiempo de integración y conversión/resolución por canal	
• Resolución con rango de rebase (bits incl. signo), máx.	14 bit; Tensión: 14 bits, Corriente: 13 bits
Error/precisiones	
Error de temperatura (referido al rango de salida), (+/-)	25 °C ±0,3 %, a 55 °C ±0,6 % todo el rango de medida
Límite de error básico (límite de error práctico a 25 °C)	
• Tensión, referida al rango de salida, (+/-)	0,3 %
• Intensidad, referida al rango de salida, (+/-)	0,3 %
Supresión de tensiones perturbadoras para (f1 +/- 1%), f1 = frecuencia perturbadora	
• Tensión en modo común, máx.	12 V
Alarmas/diagnósticos/información de estado	
Alarmas	SI
Función de diagnóstico	SI
Alarmas	
• Alarma de diagnóstico	SI
Diagnósticos	
• Vigilancia de la tensión de alimentación	SI
• Rotura de hilo	SI
• Cortocircuito	SI

6ES72324HB320XB0
Página 1/2

13/3/2024

Sujeto a cambios
© Copyright Siemens

ANEXO 8: VARIADOR DE FRECUENCIA Siemens

SINAMICS V20: datos técnicos

SIEMENS

0,12 a 15 kW



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

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

2_09

Apéndice 2: Instrumentos

Se realizan una lista de instrumentos electrónicos que se utilizaron para el proyecto "implementación de un sistema de control de temperatura para el rectificador de corriente en el proceso de electrólisis de minerales", en donde se utilizaron los instrumentos de investigación de Observación directa y experimentación.

Tabla 10

Tabla de instrumentos electrónicos

INSTRUMENTOS ELECTRONICOS	DESCRIPCION
Multímetro	Para medir parámetros de tensión, corriente y homenaje.
Pirómetro	Temperatura
Termopar tipo K	Temperatura
Termómetro PT100	Temperatura
Sensor de corriente	Corriente eléctrica
Sensor de voltaje	Tensión eléctrica

Nota: Instrumento electrónicos en la experimentación.

Apéndice 3: Instrumentos

Tabla 11

Validación de instrumentos electrónicos

INSTRUMENTOS	VALIDACION
Multímetro	CERTIFICADO
Pirómetro	CERTIFICADO
Termopar tipo K	Termómetro patrón
Termómetro PT100	Termómetro patrón
Sensor de corriente	Multímetro
Sensor de voltaje	Multímetro

Nota: Se valida datos con instrumentos tecnológicos


Abelardo León Miranda
ING. ELECTRÓNICO
CIP. 99075



Apéndice 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.

Tabla 12

Tratamiento de datos de estudio

INSTRUMENTOS DE ESTUDIO	INSTRUMENTOS ELECTRONICOS	PARAMETROS	DATOS	DESCRIPION
Observación directa	Multímetro	Tensión (v)		CERTIFICADO
	Pirómetro			CERTIFICADO
Experimentación	Termopar tipo K	Resistencia (ohm) a V 0 a 10v		Multímetro/PLC
	Termómetro PT100			
	Sensor de corriente	Corriente(A) 4 a 20mA		Multímetro/PLC
	Sensor de voltaje	Voltaje (V) 0 a 10v		Multímetro/PLC

Nota: Se valida datos con instrumentos tecnológicos


 Abelardo León Miranda
 ING. ELECTRÓNICO
 CIR. 99075



ANEXO 1
FORMULARIO DE AUTORIZACIÓN

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

Formato digital

Fecha de entrega: _____

1. Datos del autor (es):

Nombres y Apellidos: EDWIN HUISA HANCCO

Dirección: JR. SENEGAL D-12 URB. TAPARACHI / JULIACA

DNI/Carné de Extranjería/Pasaporte N°: 41343565

Teléfono: 995379001 email: huisaedwin1000@hotmail.com

Nombres y Apellidos: _____

Dirección: _____

DNI/Carné de Extranjería/Pasaporte N°: _____

Teléfono: _____ email: _____

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

Escuela Profesional o Mención: INGENIERÍA MECATRÓNICA

Título o Grado Académico a optar: INGENIERO MECATRÓNICO

Asesor: M.Sc. ABELARDO LEON MIRANDA

Esta obra se encuentra dentro de las siguientes denominaciones:

Trabajo de Investigación Tesis Trabajo de Suficiencia Profesional Trabajo Académico

Título: IMPLEMENTACIÓN DE UN CONTROL PARA EL MONITOREO DE TEMPERATURA

Y VELOCIDAD DE MOTORES ELÉCTRICOS TRIFÁSICOS Y SISTEMAS

DE TRANSMISIONES MECÁNICAS

Palabras claves, (3 a 5 términos): Sistema automatizado, monitoreo, control PID.

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

2

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

Juliaca 02 de enero 2025

Fecha