



UNIVERSIDAD ANDINA

NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ

FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA MECATRÓNICA



**IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE CONTROL PARA EL
MONITOREO DE LA TEMPERATURA DE CALENTAMIENTO
EN UN MODULO DE TANQUE DE ALIMENTACIÓN
CONTINUA**

TESIS PRESENTADA POR:

Bach. MAX JHOSEP ORTEGA ZEVALLOS

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

INGENIERO MECATRÓNICO

JULIACA – PERÚ

2025



UNIVERSIDAD ANDINA

NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ

FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA MECATRÓNICA

**IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE CONTROL PARA EL
MONITOREO DE LA TEMPERATURA DE CALENTAMIENTO
EN UN MODULO DE TANQUE DE ALIMENTACIÓN
CONTINUA**

TESIS PRESENTADA POR:

Bach. MAX JHOSEP ORTEGA ZEVALLOS

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:
INGENIERO MECATRÓNICO

APROBADA POR EL JURADO REVISOR:

PRESIDENTE


: _____
Mgtr. SALVADOR TEODORO VALDIVIA CARDENAS

PRIMER MIEMBRO


: _____
M.Sc. ABELARDO LEON MIRANDA

SEGUNDO MIEMBRO


: _____
Ing. ADWAR RANULFO SANCHEZ CARREÓN

ASESOR DE TESIS


: _____
Dr. RICARDO ANIBAL MALDONADO MAMANI

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN

: TECNOLOGÍA DE LA INSTRUMENTACIÓN – P21



UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"

RESOLUCIÓN DECANAL N° 271-2025-D-UI-FICP-UANCV

Juliaca, 07 de mayo del 2025

VISTO: El expediente N° 2025- CU-1987 presentado por el (la) Bachiller: **MAX JHOSEP ORTEGA ZEVALLOS** estudiante de la Escuela Profesional de Ingeniería Mecatrónica de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras quien solicita **NOMINACIÓN DE JURADOS Y PROGRAMACIÓN DE FECHA Y HORA DE SUSTENTACIÓN**.

CONSIDERANDO:

Que, el (la) Bach. **MAX JHOSEP ORTEGA ZEVALLOS**, quien solicita **NOMINACIÓN DE JURADOS Y PROGRAMACIÓN DE FECHA Y HORA DE SUSTENTACIÓN** de la Tesis Titulado: **IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE CONTROL PARA EL MONITOREO DE LA TEMPERATURA DE CALENTAMIENTO EN UN MODULO DE TANQUE DE ALIMENTACIÓN CONTINUA**, la misma que pertenece a la línea de investigación **TECNOLOGÍA DE LA INSTRUMENTACIÓN** para optar el Título Profesional de Ingeniero Mecatrónico.

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

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

RESUELVE:

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

- * **Presidente** : Mgtr. SALVADOR TEODORO VALDIVIA CARDENAS
- * **1er Miembro** : M.Sc. ABELARDO LEON MIRANDA
- * **2do Miembro** : Ing. ADWAR RANULFO SANCHEZ CARREÓN

ARTICULO SEGUNDO. – **RECONOCER** como asesor de la investigación (tesis) de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras al (a la) docente, **Dr. RICARDO ANIBAL MALDONADO MAMANI**.

ARTICULO TERCERO. – **APROBAR**, la **FECHA Y HORA DE SUSTENTACIÓN DE LA TESIS** de el (la) bachiller: **MAX JHOSEP ORTEGA ZEVALLOS**; del informe final de la investigación (tesis) titulado: **IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE CONTROL PARA EL MONITOREO DE LA TEMPERATURA DE CALENTAMIENTO EN UN MODULO DE TANQUE DE ALIMENTACIÓN CONTINUA** para optar el Título Profesional de Ingeniero Mecatrónico. de acuerdo al siguiente detalle:

- * **FECHA** : Viernes 16 de mayo del 2025
- * **HORA** : 10:00 horas
- * **LUGAR** : Aula 204 - FICP

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

Regístrese, Comuníquese, Archívese.

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

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

cc.
Archivo
interesado (a)



**UNIVERSIDAD ANDINA
"NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"**

RESOLUCIÓN DECANAL N° 087-2024-D-UI-FICP-UANCV

Juliaca 19 de marzo del 2024

VISTO: El expediente N° 2023-CU-17331, presentado por el señor (a) **MAX JHOSEP ORTEGA ZEVALLOS** solicitando **APROBACIÓN DE LA PROPUESTA DE INVESTIGACIÓN** el **PROVEIDO - N° 288-2023-UI-FICP-UANCV/J**, y la **FICHA DE OPINIÓN DE LA PROPUESTA DE INVESTIGACIÓN** formato N° 005-2024 del integrante del comité de investigación **EPIM** de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras, según al reglamento interno de trabajos de investigación conducente a grados y títulos.

CONSIDERANDO:

Que, el (la) estudiante: **MAX JHOSEP ORTEGA ZEVALLOS** ha presentado su propuesta de investigación Titulado: **IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE CONTROL PARA EL MONITOREO DE LA TEMPERATURA DE CALENTAMIENTO EN UN MODULO DE TANQUE DE ALIMENTACIÓN CONTINUA**, para optar el Título Profesional de **Ingeniero Mecatrónico**.

Que, al haberse cumplido con los requisitos exigidos por el Reglamento Interno de Trabajo de Investigación Conducente a Grados y Títulos, con fines de obtención de Grados Académicos y Títulos Profesionales; el integrante del comité de investigación **Ing. Adwar Raulfo Sanchez Carreón** de la Escuela Profesional de Ingeniería Mecatrónica de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras, emitió la ficha de opinión de la propuesta de investigación formato N° 005-2024- aprobando la propuesta de investigación titulado: **IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE CONTROL PARA EL MONITOREO DE LA TEMPERATURA DE CALENTAMIENTO EN UN MODULO DE TANQUE DE ALIMENTACIÓN CONTINUA**.

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

Estando, con la opinión favorable de la propuesta de investigación del Comité de Investigación de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras y en concordancia al Reglamento Interno de Trabajos de Investigación Conducente a Grados y Títulos aprobado con Resolución N° 0294-2023 UANCV-CU-R. y en merito al Art. 25 del reglamento, con fines de obtención de Grados Académicos y Títulos Profesionales, y en uso a las atribuciones, que le concede la ley Universitaria N° 30220, ley de creación de la UANCV N° 23738 y modificatoria N° 24661, y el Estatuto de la UANCV, el Decano y el Director de la Unidad de Investigación de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras.

RESUELVE:

ARTÍCULO PRIMERO.- APROBAR, la **PROPUESTA DE INVESTIGACIÓN**, presentado por el o (la) Bachiller: **MAX JHOSEP ORTEGA ZEVALLOS**, para optar el Título Profesional de Ingeniero Mecatrónico, con el Tema Titulado: **IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE CONTROL PARA EL MONITOREO DE LA TEMPERATURA DE CALENTAMIENTO EN UN MODULO DE TANQUE DE ALIMENTACIÓN CONTINUA** correspondiente a la línea de investigación **TECNOLOGÍA DE LA INSTRUMENTACIÓN**.

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

ARTÍCULO SEGUNDO.- RECONOCER como **ASESOR DE INVESTIGACIÓN** de al (a) docente **M.Sc. MARIO ALEJANDRO RAMOS HERRERA**.

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

Regístrese, Comuníquese, Archívese.



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

Dr. **MILTHON QUISPE HUANCA**
DECANO
CIP. 47790



Dr. **Efraín Parillo Sosa**
DIRECTOR
UNIDAD DE INVESTIGACIÓN

cc.
Archivo 2024
Interesado (a)



**UNIVERSIDAD ANDINA
"NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"**

RESOLUCIÓN DECANAL N° 962-2024-D-UI-FICP-UANCV

Juliaca, 11 de setiembre del 2024

VISTO: El expediente N° 2024-CU - 1116 por el señor (a): **MAX JHOSEP ORTEGA ZEVALLOS** quien solicita **REVISIÓN DEL INFORME FINAL DE LA INVESTIGACIÓN (borrador de tesis)**, el PROVEIDO - N° 908- 2024-UI-FICP-UANCV/J, y la **FICHA DE OPINIÓN DEL INFORME FINAL DE LA INVESTIGACIÓN (BORRADOR DE TESIS)** formato N° 006 - 2024 del integrante del comité de investigación **EPIM** de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras, según al reglamento interno de trabajos de investigación conducente a grados y títulos.

CONSIDERANDO:

Que, el señor (a): **MAX JHOSEP ORTEGA ZEVALLOS**, ha presentado su informe final de la investigación (borrador de tesis) Titulado: **IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE CONTROL PARA EL MONITOREO DE LA TEMPERATURA DE CALENTAMIENTO EN UN MODULO DE TANQUE DE ALIMENTACIÓN CONTINUA**, para optar el Título Profesional de **Ingeniero Mecatrónico**.

Que, al haberse cumplido con los requisitos exigidos por el Reglamento Interno de Trabajo de Investigación Conducente a Grados y Títulos, con fines de obtención de Grados Académicos y Títulos Profesionales; el integrante del comité de investigación **Ing. Adwar Ranulfo Sanchez Carreón** de la Escuela Profesional de **Ingeniería Mecatrónica** de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras, emitió la ficha de opinión del informe final de la investigación (borrador de tesis) formato N° 006 - 2024 **aprobando** el informe final de la investigación (borrador de tesis) titulado: **IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE CONTROL PARA EL MONITOREO DE LA TEMPERATURA DE CALENTAMIENTO EN UN MODULO DE TANQUE DE ALIMENTACIÓN CONTINUA**, Correspondiente a la línea de investigación **TECNOLOGÍA DE LA INSTRUMENTACIÓN**.

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

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

RESUELVE:

ARTÍCULO PRIMERO.- APROBAR, el **INFORME FINAL DE LA INVESTIGACIÓN (BORRADOR DE TESIS)**, para la **REVISIÓN DE SIMILITUD TURNITIN**, presentado por el señor (a): **MAX JHOSEP ORTEGA ZEVALLOS**, para optar el Título Profesional de Ingeniero Mecatrónico, con el Tema Titulado: **IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE CONTROL PARA EL MONITOREO DE LA TEMPERATURA DE CALENTAMIENTO EN UN MODULO DE TANQUE DE ALIMENTACIÓN CONTINUA** correspondiente a la línea de investigación **TECNOLOGÍA DE LA INSTRUMENTACIÓN**, en virtud a los considerandos expuestos.

ARTÍCULO SEGUNDO.- RATIFICAR como **ASESOR DE INVESTIGACIÓN** al (a) **la), M.Sc. MARIO ALEJANDRO RAMOS HERRERA**.

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

Regístrese, Comuníquese, Archívese.



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

Dr. MILTHON QUISPE HUANCA
DECANO
CIP. 47790

cc.
Archivo
interesado (a)



UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS
DIRECTOR
Dr. Efraín Perillo Sosa
DIRECTOR
UNIDAD DE INVESTIGACIÓN



UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"

RESOLUCIÓN DECANAL N° 1937-2024-D-UI-FICP-UANCV

Juliaca, 31 de diciembre del 2024

VISTO: El expediente N° 2024-CU- 18207, presentado por el señor (a) **MAX JHOSEP ORTEGA ZEVALLOS** solicitando **CAMBIO DE ASESOR DE INVESTIGACIÓN**, el Proveído del Director de la Unidad de Investigación de la FICP, y la **RESOLUCIÓN DECANAL N° 087-2024-D-UI-FICP-UANCV** Aprobación de la **PROPUESTA DE INVESTIGACIÓN RESOLUCIÓN DECANAL N° 962 -2024-D-UI-FICP-UANCV** Aprobación del **INFORME FINAL DE LA INVESTIGACIÓN (BORRADOR DE TESIS)**, para optar el título profesional de Ingeniero Mecatrónico.

CONSIDERANDO:

Que, el señor (a): **MAX JHOSEP ORTEGA ZEVALLOS** ha presentado cambio de asesor de tesis del tema investigación Titulado: **IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE CONTROL PARA EL MONITOREO DE LA TEMPERATURA DE CALENTAMIENTO EN UN MODULO DE TANQUE DE ALIMENTACIÓN CONTINUA**, para optar el Título Profesional de **Ingeniero Mecatrónico**.

Que, el Director de la Unidad de Investigación de la FICP a tomado conocimiento que el asesor **Msc. MARIO ALEJANDRO RAMOS HERRERA** no tiene vínculo laboral en la facultad de ingenierías y ciencias puras y existiendo la **RESOLUCIÓN DECANAL N° 087-2024-D-UI-FICP-UANCV** Aprobación de la **PROPUESTA DE INVESTIGACIÓN RESOLUCIÓN DECANAL N° 962 -2024-D-UI-FICP-UANCV** Aprobación del **INFORME FINAL DE LA INVESTIGACIÓN (BORRADOR DE TESIS)**.

Estando, a la solicitud del ejecutante y en cumplimiento al reglamento al Reglamento Interno de Trabajo de Investigación Conducente a Grados y Títulos, con fines de obtención Grados Académicos y Títulos Profesionales; el director de la Unidad de Investigación **Dr. Efraín Parillo Sosa** de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras, emitió el proveído favorable del cambio de asesor de investigación del tema titulado: **IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE CONTROL PARA EL MONITOREO DE LA TEMPERATURA DE CALENTAMIENTO EN UN MODULO DE TANQUE DE ALIMENTACIÓN CONTINUA**.

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

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

RESUELVE:

ARTÍCULO PRIMERO.- APROBAR, el **CAMBIO DE ASESOR DE INVESTIGACION**, designado al señor (a): **MAX JHOSEP ORTEGA ZEVALLOS**, para optar el Título Profesional de Ingeniero Mecatrónico, con el Tema Titulado: **IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE CONTROL PARA EL MONITOREO DE LA TEMPERATURA DE CALENTAMIENTO EN UN MODULO DE TANQUE DE ALIMENTACIÓN CONTINUA** correspondiente a la línea de investigación **TECNOLOGÍA DE LA INSTRUMENTACIÓN**, se le asigna como:

ASESOR: Dr. RICARDO ANIBAL MALDONADO MAMANI

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

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

Regístrese, Comuníquese, Archívese.



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



UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y Cs. PURAS
Dr. Efraín Parillo Sosa
DIRECTOR
UNIDAD DE INVESTIGACIÓN

cc.
Archivo 2024
Interesado (a)



18% Similitud general

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

Filtrado desde el informe

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

Fuentes principales

- 13% Fuentes de Internet
- 2% Publicaciones
- 13% Trabajos entregados (trabajos del estudiante)

Marcas de integridad

N.º de alertas de integridad para revisión


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

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



Metadatos Complementarios

Título de la tesis	
IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE CONTROL PARA EL MONITOREO DE LA TEMPERATURA DE CALENTAMIENTO EN UN MODULO DE TANQUE DE ALIMENTACIÓN CONTINUA	
Datos de autor	
Nombres y apellidos	MAX JHOSEP ORTEGA ZEVALLOS
Tipo de documento de identidad	DNI
Número de documento de identidad	70171275
URL de ORCID	https://orcid.org/0009-0008-8437-9068
Datos de asesor	
Nombres y apellidos	RICARDO ANIBAL MALDONADO MAMANI
Tipo de documento de identidad	DNI
Número de documento de identidad	02429806
URL de ORCID	https://orcid.org/0009-0009-1482-3669
Datos del jurado	
Presidente del jurado	
Nombres y apellidos	SALVADOR TEODORO VALDIVIA CARDENAS
Tipo de documento	DNI
Número de documento de identidad	02383061
Miembro del jurado 1	
Nombres y apellidos	ABELARDO LEON MIRANDA
Tipo de documento	DNI
Número de documento de identidad	40198643
Miembro del jurado 2	
Nombres y apellidos	ADWAR RANULFO SANCHEZ CARREON
Tipo de documento	DNI
Número de documento de identidad	02064066

Datos de investigación	
Línea de investigación	Tecnología de la instrumentación – P21
Grupo de investigación	No aplica.
Agencia de financiamiento	Sin financiamiento
Ubicación geográfica de la investigación	País: Perú Departamento: Puno Provincia: San Román Distrito: Juliaca Longitud oeste: -15.481851250200059, - Latitud sur: -70.12075060454241
	 https://g00.su/q3M3iz0
Año o rango de años en que se realizó la investigación	Junio 2023 - diciembre 2024
URL de disciplinas OCDE https://concytec-pe.github.io/Peru-CRIS/vocabularios/ocde_ford.html - Librería	Ingeniería mecánica https://purl.org/pe-repo/ocde/ford#2.03.00 Mecánica aplicada https://purl.org/pe-repo/ocde/ford#2.03.02



UNIVERSIDAD ANDINA "NESTOR CERON PALACIOS"
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS
DIRECTOR
Dr. Fritz Wally Mamani Apaza
DIRECTOR
UNIDAD DE INVESTIGACIÓN



DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD Y RESPONSABILIDAD

Yo MAX JHOSEP ORTEGA ZEVALLOS, identificado con DNI Nro. 70171275 en mi condición de egresado de:

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

MECATRONICA

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

IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE CONTROL PARA EL MONITOREO DE LA TEMPERATURA DE CALENTAMIENTO EN UN MODULO DE TANQUE DE ALIMENTACIÓN CONTINUA

Asesorado por: Dr. RICARDO ANIBAL MALDONADO MAMANI

Es un tema original.

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

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

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

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

Juliaca_07_de julio del 2025

[Handwritten signature of the advisor]

Firma del Asesor (obligatoria)

[Handwritten signature of the student]

Firma del Estudiante (obligatoria)



Huella



DEDICATORIA

A mis padres Wilber y Nelly, por su amor incondicional, su apoyo inquebrantable, incluso en los momentos más difíciles de mi vida siempre fueron y son mi pilar mi motivo para continuar en esta etapa de mi vida. También dedicar este logro en mi vida a mi hermanito Paul que con cada palabra de ánimo fueron mi mejor aliciente para mejorar y poder ser así su mejor ejemplo a seguir.



AGRADECIMIENTO

Mi más profundo agradecimiento al Dr. Adwar, cuya orientación y sabiduría han sido invaluableles en cada etapa de este proyecto. Quiero también agradecer a todas las personas que formaron parte de este proceso los cuales fueron de gran ayuda para poder culminar satisfactoriamente mi proyecto de Tesis



INDICE DE GENERAL

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

CAPITULO I

ASPECTOS GENERALES

1. 2. 1 Problema general.....	2
1. 2. 2 Problemas específicos.....	2
1. 3 Objetivos de la investigación.....	2
1. 3. 1 Objetivo general.....	2
1. 4 Justificación de estudio.....	2
1. 6 Hipótesis de la investigación.....	4
1. 6. 1 Hipótesis general.....	4
1. 6. 2 Hipótesis específicas.....	4
1. 7 Variables de investigación.....	4
1. 8 Operacionalización de variables.....	5

CAPITULO II

MARCO TEÓRICO

2. 1 Antecedentes de la investigación.....	6
2. 1. 1 Nivel internacional.....	6
2. 1. 2 A nivel nacional.....	9
2. 2 Bases teóricas.....	11

CAPITULO III

METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

3. 1 Método de investigación.....	41
3. 2 Tipo de investigación.....	41

CAPITULO IV

ANÁLISIS DE RESULTADO Y DISCUSIÓN

CONCLUSIONES.....	56
RECOMENDACIONES.....	57
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	58
ANEXOS.....	63



ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Partes operativas y de mando de un sistema automatizado..... 12

Figura 2 Sistema de control de temperatura a lazo abierto..... 14

Figura 3 Diagrama en bloques de un sistema de control de bucle abierto..... 15

Figura 4 Sistema de control térmico en lazo cerrado 16

Figura 5 Diagrama en bloques de un sistema de control a lazo cerrado. 16

Figura 6 Diagrama de un sistema convencional de control en lazo cerrado 17

Figura 7 Señal PRBS en función del tiempo. 19

Figura 8 Método de curva de reacción o de Ziegler & Nichols en lazo abierto. 20

Figura 9 Clases de CPUs S7-1200. Siemens, sf..... 20

Figura 10 cualidades de CPUs S7-1200 21

Figura 11 Número de módulos ampliables para la CPU S7-1200..... 22

Figura 12 Unidad de expansión SM para CPU S7-1200..... 22

Figura 13 Modulo de entradas analógicas siemens 23

Figura 14 Paneles de gama Comfort de Simatic HMI. Siemens 24

Figura 15 Vista trasera de un Panel de la gama Comfort de Simatic HMI 25

Figura 16 Diagrama de comunicación a través de servidores OPC..... 26

Figura 17 Arquitectura Cliente/Servidor OPC..... 27

Figura 18 Ciclo de trabajo de una señal PWM 28

Figura 19 Software Tia portal V16..... 29

Figura 20 La conexión entre el área y el sensor establecida a partir de la experiencia..... 31

Figura 21 Relación entre el valor real de la resistencia y el que se obtiene a través de la fórmula 32

Figura 22 Características de sondas de resistencia..... 32

Figura 23 Pt100 es una clase específica de RTD 33

Figura 24 Método sencillo para determinar la temperatura 34

Figura 25 PT100 Sensor de temperatura industrial..... 34

Figura 26 Clasificación de circuitos de puente de Wheatstone para sondas de resistencia..... 35

Figura 27 Transmisor de temperatura de 4-20mA para PT100, 24V 35

Figura 28 Relé de estado solido..... 36

Figura 29 Resistencias eléctricas de inmersión 37



Figura 30	Variador de velocidad Sinamics V20.....	38
Figura 31	Electrobomba	39
Figura 32	Iniciador del programa Simatic Tia Portal	44
Figura 33	Interfaz de elección de dispositivos.....	44
Figura 34	Elección de dispositivos	45
Figura 35	Visualización del dispositivo y de los módulos añadidos.	45
Figura 36	Código de programación para iniciar el sistema	46
Figura 37	Código de programación de entradas analógicas	46
Figura 38	Secuencia de programación de mecanismo	47
Figura 39	Elección de la pantalla HMI.....	47
Figura 40	Visión de redes del proyecto	48
Figura 41	Visualización del dispositivo y módulos A/I añadidos.....	48
Figura 42	Vista del dispositivo y módulos de entrada/salida agregados	48
Figura 43	Interfaz de entradas, salidas del proyecto.....	49
Figura 44	Línea de configuración de señales de entrada analógicas	49
Figura 45	Fila de programación para el inicio del sistema	50
Figura 46	Fila de programación de modo AUT/MAN	50
Figura 47	Fila de programación de control manual	50
Figura 48	Fila de programación de set point.....	51
Figura 49	Fila de programación PWM.....	51
Figura 50	Fila de programación Reset	51
Figura 51	Fila de programación de PWM.....	51
Figura 52	Fila de programación para control HMI	52
Figura 53	Fila de programación para control HMI	52
Figura 54	Fila de programación para control PID.....	52
Figura 55	Panel de parámetros PID	52
Figura 56	Panel de valores de entrada para el control PID.....	53
Figura 57	Panel de valores de salida para el actuador	53
Figura 58	Configuración de HMI con PLC.....	53
Figura 59	Prueba de tanque de calentamiento a 35°	54
Figura 60	Prueba de tanque de calentamiento a 32°C	55



ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Operacionalización de variables	5
Tabla 2 Técnicas e instrumentos de recogida de información	42
Tabla 3 Recogida de datos	43



RESUMEN

La creación y aplicación de un mecanismo de supervisión para maximizar el proceso de calentamiento en un depósito con suministro ininterrumpido es el foco de esta tesis. En muchos sectores, regular la temperatura es fundamental para asegurar tanto la eficacia operativa como la calidad del producto acabado en diversas industrias.

El propósito del estudio era crear un sistema que permitiera un control preciso de la temperatura y un monitoreo continuo dentro del tanque. Para lograr esto, se emplearon sensores de temperatura que proporcionan datos en tiempo real, y un controlador lógico programable (PLC) procesó los datos. El procedimiento se puede automatizar con este dispositivo, permitiendo cambios rápidos de temperatura cuando sea necesario.

Para controlar con éxito la temperatura del sistema, se pusieron en marcha algoritmos de control. La capacidad del mecanismo para adaptarse a las variaciones la carga y a las circunstancias externas se evaluó mediante simulaciones y experimentos controlados.

Los resultados mostraron una reducción notable en el tiempo de calentamiento y la capacidad de mantener la temperatura dentro de un rango deseable, lo que mejoró la efectividad del proceso y redujo el uso de energía. Además, hubo una mejora en la uniformidad del producto final, que es crucial para aplicaciones industriales.

Palabras clave: Control, monitoreo, temperatura, alimentación continua.



ABSTRACT

The creation and application of a control system to maximize the heating process in a continuous feed tank is the focus of this thesis. In many industries, temperature control is essential to ensure both operational efficiency and finished product quality in various industries.

The purpose of the study was to create a system that enabled precise temperature control and continuous monitoring within the tank. To achieve this, temperature sensors providing real-time data were used, and a programmable logic controller (PLC) processed the data. The procedure can be automated with this device, allowing for rapid temperature changes when needed.

To successfully control the temperature of the system, control algorithms were put in place. The system's ability to react to changes in load and external circumstances was evaluated using simulations and controlled experiments.

The results showed a noticeable reduction in heating time and the ability to maintain the temperature within a desirable range, which improved the effectiveness of the process and reduced energy use. Additionally, there was an improvement in the uniformity of the final product, which is crucial for industrial applications.

Keywords: Control, monitoring, temperature, continuous feeding.



INTRODUCCIÓN

En este momento, el sector se enfrenta al desafío constante de aumentar la efectividad de sus procesos de fabricación, reducir gastos y maximizar la calidad del producto. El control la temperatura es uno de los factores más importantes en muchas aplicaciones industriales, especialmente en sistemas de calefacción donde la precisión y la velocidad son necesarias para asegurar que la homogeneidad del producto final y las cualidades deseables.

Además de influir en el valor del producto, el calentamiento adecuado de los componentes en un tanque de alimentación continua también afecta el uso de energía y la sostenibilidad del proceso. Las variaciones de temperatura pueden dar lugar a ineficiencias, productos defectuosos y mayores costes energéticos, lo que pone de manifiesto la urgencia de implementar mecanismos de control más eficaces.

La creación y puesta en marcha de un sistema de control automatizado para la supervisión de temperatura en un módulo de tanque de alimentación continua es el enfoque central de esta tesis. Utilizando tecnología de vanguardia como sensores de temperatura y controladores lógicos programables (PLC), este sistema está hecho para modificarse en tiempo real para mejorar el proceso de calentamiento y garantizar que la temperatura se mantenga dentro de un cierto rango mientras se adapta a las condiciones operativas cambiantes.

La organización de esta tesis se clasifica en varias secciones. Inicialmente, se introduce un marco teórico que abarca las tecnologías y los fundamentos de la regulación de la temperatura. A continuación, se describe la técnica utilizada para construir el sistema, incluida la selección, puesta en marcha y programación del equipo. En última instancia, se lleva a cabo un análisis de los logros y se destacan las ramificaciones industriales del trabajo y las recomendaciones de la investigación.



CAPITULO I

ASPECTOS GENERALES

1. 1 Formulación del problema

Para asegurar la excelencia del producto y la eficiencia operativa, el calentamiento de materiales en un tanque de alimentación continua es un procedimiento crucial que requiere una gestión exacta. Sin embargo, la falta de automatización y supervisión en tiempo real en muchos sistemas modernos da lugar a serias limitaciones. Estos defectos pueden dar lugar a fluctuaciones de temperatura que perjudiquen la efectividad del procedimiento y la excelencia del producto final.

La ausencia de un sistema de monitoreo continuo hace que sea imposible detectar cambios de temperatura temprano, lo que puede causar retrasos en los tiempos de reacción y, en última instancia, resultar en la fabricación de productos defectuosos.

Ante esta circunstancia, se debe desarrollar un mecanismo de supervisión que facilite la monitorización y control exacto de la temperatura en un tanque de alimentación continua. Con el fin de optimizar la eficiencia del sistema y la excelencia del producto, este sistema debe ser capaz de ajustarse en tiempo real a las fluctuaciones del proceso y mantener la temperatura dentro de un rango ideal.



1. 2 Planteamiento del problema

1. 2. 1 Problema general

Como Implementar un sistema de control para el monitoreo de la temperatura de calentamiento en un módulo de tanque de alimentación continua.

1. 2. 2 Problemas específicos

¿De qué manera se realiza la selección de sensores y actuadores para el módulo tanque de alimentación continua?

¿Como se desarrolla la programación del PLC para el control de la temperatura de calentamiento en el módulo de tanque de alimentación continua?

¿De qué manera se realiza el monitoreo de la temperatura de calentamiento en el módulo de tanque de alimentación continua?

1. 3 Objetivos de la investigación

1. 3. 1 Objetivo general

Implementar un sistema de control para el monitoreo de la temperatura de calentamiento en un módulo de tanque de alimentación continua.

1. 3. 2 Objetivos específicos

OE1. Seleccionar los sensores y actuadores para el módulo tanque de alimentación continua.

OE2. Desarrollar la programación del PLC para el control de la temperatura de calentamiento en el módulo de tanque de alimentación continua.

OE3. Realizar el monitoreo de la temperatura de calentamiento en el módulo de tanque de alimentación continua.

1. 4 Justificación de estudio

El control de la temperatura es un componente crucial de la industria que influye de manera directa en la eficacia de los procesos y la calidad de los productos terminados. Preservar una temperatura adecuada en el depósito de alimentación es vital para evitar fluctuaciones que puedan poner en peligro las



características químicas y físicas del material. La regulación y modificación precisas de la temperatura son posibles gracias a un sistema de control eficaz, que reduce la posibilidad de errores operativos y, al mismo tiempo, mejora la calidad del producto.

Además, la incorporación de un sistema de monitoreo continuo asiste a prevenir fallas en los equipos. El sobrecalentamiento o las fluctuaciones inesperadas de temperatura pueden provocar daños considerables en los equipos, lo que provoca costosas interrupciones de la producción y reparaciones. Con un sistema de control, las anomalías se pueden identificar y corregir en tiempo real, garantizando así la seguridad operativa y la continuidad del proceso.

Económicamente hablando, este sistema ayuda en la optimización de recursos. Esto reduce los gastos operativos al reducir el uso de energía y el desperdicio de materias primas a través de un control de temperatura más efectivo.

1. 5 Limitación de la investigación

La aplicación del sistema de control puede verse limitada por la disponibilidad de tecnologías apropiadas. Si no se puede acceder a los sensores o software necesarios, esto afectará la calidad y la precisión del control de la temperatura.

Esto incluye la comprensión de la programación del controlador y el manejo de los dispositivos de monitoreo, lo que podría dificultar la implementación y optimización adecuadas del sistema.

Puede ser difícil evaluar la eficacia de un sistema cuando hay una falta de datos históricos para validar su rendimiento. Sin datos anteriores, es difícil establecer estándares y comparaciones significativas.



1. 6 Hipótesis de la investigación

1. 6. 1 Hipótesis general

La implementación de un sistema de control para el monitoreo de la temperatura en el módulo de tanque de alimentación continua permitirá mantener la temperatura dentro de los rangos óptimos de operación, mejorando así la eficiencia del proceso y reduciendo el riesgo de sobrecalentamiento.

1. 6. 2 Hipótesis específicas

La selección adecuada de sensores y actuadores para el módulo de tanque de alimentación continua permitirá un control más eficiente del proceso, garantizando mediciones precisas y respuestas rápidas a las variaciones en las condiciones del sistema.

El desarrollo de una programación adecuada en el PLC para el control de la temperatura en el módulo de tanque de alimentación continua mejorará la precisión en la regulación de la temperatura deseada.

El monitoreo continuo de la temperatura de calentamiento en el módulo de tanque de alimentación continua permitirá detectar y corregir desviaciones en tiempo real, mejorando la estabilidad del proceso y evitando fallos en el sistema.

1. 7 Variables de investigación

Variable Independiente: Sistema de control

Variable dependiente: Temperatura de calentamiento del tanque



1. 8 Operacionalización de variables

Tabla 1

Operacionalización de variables

TIPO DE				
VARIABLE	VARIABLES	DIMENSIONES	INDICADORES	UNIDAD
Variable Independiente	Sistema de control	Procesamiento de señales	Tiempo de respuesta	Seg.
Variable Dependiente	Temperatura de calentamiento del tanque.	Medición de temperatura	Temperatura del tanque	°C

Nota: Elaboración propia



CAPITULO II MARCO TEÓRICO

2. 1 Antecedentes de la investigación

2. 1. 1 Nivel internacional

(Viñan & Alvarado, 2018) Al mejorar una instalación actual y acercarla a un procedimiento industrial verdadero, el proyecto que se está llevando a cabo en el centro de automatización industrial de la Universidad Politécnica Salesiana se tiene como objetivo crear un nuevo recurso educativo para los futuros estudiantes. Para conseguirlo, se ha colocado una resistencia de 1000W accionada por 120V para favorecer la transmisión de calor y conseguir la temperatura adecuada, así como un detector ultrasónico con el fin de evaluar el grado de uno de los depósitos en tiempo real. También se incluyen el sensor de temperatura PT100 y el TP700 Comfort HMI, que tiene instalado un sistema SCADA.

Se utilizó Simulink para crear entradas y documentar la reacción de los dos sistemas, mientras que la plataforma LabVIEW se utilizó a fin de procesar la recopilación de datos de entrada y salida. Además, los controladores se programaron a través del PLC utilizando TIA Portal V13. Utilizando servidores OPC, estas tres plataformas operaron al unísono. La función IDENT del programa



MATLAB ayudó a identificar los enfoques matemáticos para los procedimientos de temperatura y nivel del mecanismo. Se utilizó el enfoque de Ziegler & Nichols para determinar los parámetros de un control PID que se aplicó para el control automático de ambas operaciones.

(Suarez & Torres, 2017) Los factores que afectan a muchos procesos industriales deben ser rastreados y gestionados. Los estudiantes de ingeniería de control han trabajado en la facultad tecnológica de la instalación de Proceso Análogo (PPA) de la Universidad Distrital Francisco José de Caldas durante varios años como parte de su educación formal para obtener una mejor comprensión de estos procesos. Los actuadores, transmisores y controladores lógicos programables (PLC), que facilitan el manejo de estas variables controladores lógicos programables (PLC) que permiten gestionar estas variables, se encuentran entre los equipos industriales más utilizados en esta planta.

Para administrar mejor el nivel y la temperatura en estos contenedores, así como para recopilar y analizar datos de los procesos involucrados, es necesario agregar componentes adicionales a dos de las cisternas de ASF, el tanque de combinación y el depósito de agua caliente. Esta es la razón por la que se está desarrollando y poniendo en uso un sistema SCADA destinado al control PID de la temperatura y el nivel por separado para cada tanque. Después de que un diagnóstico de la planta revelara la exigencia de implementar equipos y infraestructuras específicas (tales como tuberías y cables) para permitir que esta actividad se realizará de forma eficiente, también se ha creado una interfaz HMI para el operador.



La aplicación CODESYS se ejecuta en el entorno de progreso Raspberry PI 2-Model B, que se utilizó para integrar los indicadores adicionales dentro del sistema de control existente. Mediante el uso de un microcontrolador PSoC 5, esta plataforma recopila datos (tanto señales digitales como analógicas) y utiliza el protocolo EtherNet/IP para enviarlos al PLC actual.

Los sistemas de nivel y temperatura se identificaron utilizando las cajas de herramientas del software MATLAB para el diseño del controlador PID digital. Esto se hizo además de las técnicas experimentales y el diseño empleando la técnica del "ubicación geométrica de las raíces". Los controladores que se produjeron se convirtieron en "pseudocódigo" que el PLC 1769-L23E de Allen Bradley podía usar. Además, la HMI PANELVIEW PLUS 600 de la misma empresa complementa el sistema SCADA.

Se anticipa que este proyecto ayudará a la comunidad académica de la universidad a través de la creación de procedimientos que permitan a los estudiantes reforzar los conocimientos que han aprendido en los diversos temas de la carrera y hacer ajustes para maximizarlos.

(Álvarez & Arango, 2013) El objetivo es elaborar un sistema de regulación de temperatura para la salida del serpentín en el sistema de abastecimiento de agua del Hospital Pablo Tobón Uribe en Medellín. En primer lugar, se analiza la temperatura del proceso y el método de control manual de esta variable. Después de evaluar varias opciones de diseño que se ajusten al financiamiento del hospital, se pone en práctica la mejor. Para confirmar el cumplimiento de los parámetros de diseño, se analiza finalmente el sistema para regular la temperatura y se analizan los datos.



2. 1. 2 A nivel nacional

(Alviz, 2022) Enfrentar y solucionar las dificultades que aparecen en la gestión de procedimientos industriales es el objetivo de esta tesis. Hoy en día, los sistemas de control deben optimizarse, lo que crea una demanda de expertos en campos relacionados con la ingeniería electrónica, como la instrumentación, la automatización y la gestión de procedimientos. Se sugiere la creación y aplicación de un esquema de gestión de la temperatura de los tanques de agua en respuesta a la necesidad de módulos educativos que mejoren la formación de los estudiantes.

Dado que el modelado matemático indica que la temperatura del sistema dependería del volumen de agua en el depósito, es imperativo construir también un mecanismo de gestión de nivel a fin de lograr el ajuste correcta del calor del fluido. Al conectarse a programas de control avanzados, este módulo permitirá la aplicación de una variedad de técnicas de control y el análisis comparativo de varios tipos de controladores, incluido el controlador PI (Proporcional - Integral), PID (Proporcional - Integral - Derivativo) y el controlador PI en el contexto del PS (Predicador de Smith).

El controlador PI de la estructura PS se emplea comúnmente en sistemas con retrasos notables. Si bien en la actualidad se dispone de equipos de última generación disponibles localmente que satisfacen los requisitos para ser incorporados a una unidad de aprendizaje, su alto costo es un inconveniente. Por lo tanto, a la hora de elegir el equipo de instrumentación de este estudio, se tiene en cuenta el factor coste. En la configuración del sistema de gestión se utilizaron conexiones Simulink y Modbus TCP/IP. Además, se creó una interfaz para el usuario que permite la gestión de otras variables que impactan en la reacción del



sistema de control, así como la visualización de variables significativas y la dinámica de la variable de proceso.

(Sanchez & Goche, 2021) El sistema de control periférico descentralizado HART proporciona una solución de automatización que facilita la administración, visualización y gestión de las variables asociadas a la investigación realizada. Fue creado para regular la temperatura y el nivel de la instalación de depósitos en el laboratorio de supervisión de la Escuela Profesional de Ingeniería Electrónica. Para alcanzar este fin, se llevó a cabo una evaluación de la medición utilizando sensores industriales compatibles con HART y se adquirieron las herramientas necesarias para el proyecto.

El razonamiento de programación de la plataforma TIA PORTA se vinculó a una interfaz a través del software de visualización gráfica Factory I/O, lo que permitió al usuario realizar y cambiar modificaciones en el sistema. El método de automatización sugerido tenía como objetivo crear un sistema de control que cuenta con una periferia HART descentralizada que sea fiable y beneficioso para los estudiantes de ingeniería electrónica en sus ejercicios de instalación de investigación, según los resultados de la simulación del mecanismo de control PID.

(Fuertes, 2017) El clima industrial actual es muy competitivo debido a la urgencia de optimizar la calidad y la productividad del producto final. Debido a esto, las empresas siempre buscan mejorar el control de procesos, lo que requiere especialistas en instrumentación y control de procesos más capacitados. En respuesta a esta necesidad, varias empresas producen módulos didácticos que ayudan a las personas a crear las experiencias de control que necesitan para tener éxito en el despiadado mundo empresarial actual.



Sin embargo, teniendo en cuenta el importante costo de inversión, la mayoría de las instituciones educativas carecen de los medios financieros para comprar estos módulos. Por lo tanto, el objetivo de esta iniciativa es instalar un sistema económico para el control de temperatura en el módulo instructivo de regulación de nivel del Centro de Tecnologías de Fabricación Avanzada (CETAM).

En última instancia, este módulo ayudará en el desarrollo de conocimientos tanto teóricos como prácticos en los campos de control de procesos y manejo de equipos asociados. El criterio principal para seleccionar adecuadamente los componentes del módulo fue su costo de adquisición y funcionalidad. Después de la puesta en marcha, se desarrolló el modelo matemático de la planta y, debido a que el control PID se usa ampliamente en la industria, se creó un algoritmo para él.

El sistema fue capaz de gestionar eficazmente los vínculos de control en un nivel de temperatura de 25 °C a 36 °C, ya que este método se diseñó utilizando principios de control informático. Además, se creó una interfaz de usuario que simplifica el cambio de los parámetros del controlador que afectan directamente a la respuesta y facilita la visualización gráfica del comportamiento de las variables del sistema.

2. 2 Bases teóricas

2. 2. 1 Automatización

(Piedrafita, 2004) Los autómatas mecánicos del pasado han evolucionado hasta convertirse en los sistemas de automatización industrial de hoy. Una "máquina que simula la apariencia y los movimientos de un ser vivo" es lo que la Real Academia define como un autómeta.

Las metas de la automatización son:

2. 2. 2 El PLC en los Sistemas de Control

(Daneri, 2008) Al principio, los empleados se encargaban de organizar y llevar a cabo la producción que se les encomendaba, completando los trabajos de acuerdo con sus propios estándares. Al estandarizar y optimizar los procesos industriales, Frederick W. Taylor introdujo la idea de la especialización de tareas a finales del siglo XIX. Como resultado, el proceso se dividió en pequeñas células de trabajo, lo que permitió a los operadores ahorrar tiempo y mejorar su destreza al realizar algunas tareas repetidas todos los días.

Las operaciones repetitivas y el requisito de mantener diferentes cantidades, como temperatura y presión, dentro de rangos predeterminados son parte de la producción a gran escala. El aumento de los niveles de producción y un control más preciso de las cantidades físicas fueron posibles gracias a la automatización de estos procesos repetitivos, que fueron posibles gracias a la introducción de equipos mecatrónicos y eléctricos en el campo industrial. Los sistemas de control se utilizan principalmente para automatizar y controlar.

Sistemas de Control a Lazo Abierto y Cerrado

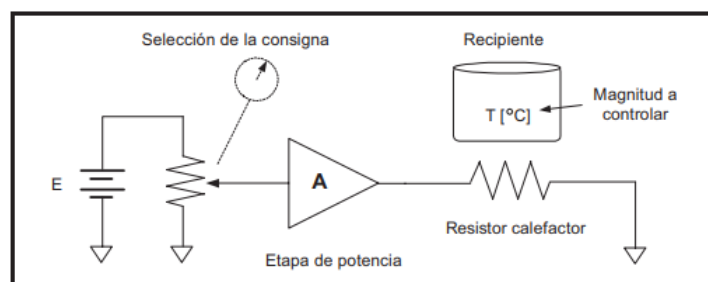
Un sistema de regulación es un grupo de partes destinadas a controlar o gobernar cómo responde una planta, o parte de un proceso, sin que el operador tenga que alterar directamente sus componentes de salida. El sistema de control se ocupa de implementar las modificaciones de energía en la planta a través de los dispositivos conectados a sus salidas, mientras que el operador simplemente modifica las magnitudes de baja potencia conocidas como puntos de ajuste.

La imagen siguiente presenta un sistema de control destinado a gestionar la temperatura dentro de un contenedor. El operador utiliza un potenciómetro (magnitud de punto de ajuste) para establecer la temperatura deseada. El

sistema de control utilizará su etapa de potencia para aumentar la corriente en la resistencia de calentamiento en función de la posición del potenciómetro. Como resultado, la temperatura dentro del contenedor aumenta debido al calentamiento adicional.

Figura 2

Sistema de control de temperatura a lazo abierto



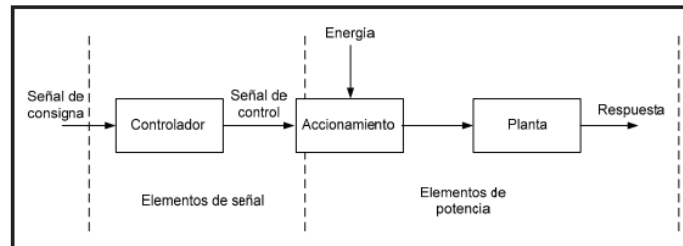
Nota: (Ogata, 1998)

Se requiere una calibración inicial para este sistema de control. Esto se logra midiendo la temperatura dentro del contenedor en varias ubicaciones de potenciómetros y etiquetando cada una con el valor de temperatura adecuado. De esta manera, el sistema de control proporcionará la energía requerida para alcanzar la magnitud del punto de ajuste, que es la temperatura deseada en el recipiente que el usuario puede elegir con el cursor.

Dado que el sistema de control antes mencionado no está informado del funcionamiento de la planta, se categoriza como un mecanismo de circuito abierto. Se dice que un sistema es de bucle abierto si la acción de control no está influenciada por las señales de salida; por ilustrar, este tipo de mecanismo no se ajustará a las variaciones en la temperatura del recipiente provocados por interrupciones externas, como cambios en la temperatura del aire circundante o la densidad del fluido. El sistema de control de lazo abierto se encuentra representado por el diagrama de bloques de la imagen 2.

Figura 3

Diagrama en bloques de un sistema de control de bucle abierto



Nota: (Ogata, 1998)

No obstante, es típico que el mecanismo de control tome decisiones basadas en ciertas características de la planta; Estos sistemas se denominan sistemas de control automático. Los sensores son necesarios para identificar el comportamiento de la planta y transmitir estos impulsos dirigidos a las entradas del sistema de control a través de interfaces adaptativas. La implementación de acciones correctivas caerá entonces bajo el ámbito del sistema de control.

Debido a su estructura, que consta de una secuencia directa y un retorno o retroalimentación, este tipo de sistema se conoce como circuito cerrado. Como resultado, una estructura de control de bucle cerrado es el que las señales de egreso influyen en actividad de control hasta cierto punto.

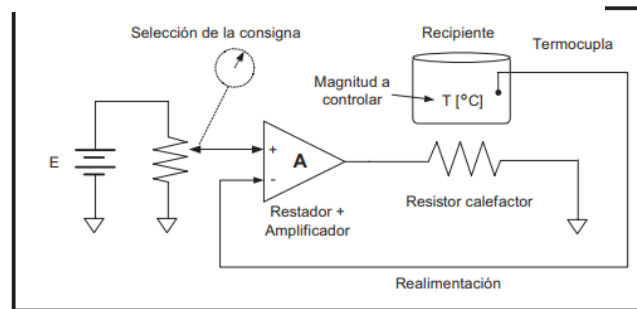
En la Fig. 1.3 se ilustra un sistema de control de calor de circuito restringido que utiliza un termopar como sensor. Este termopar produce una variación de potencial que es en relación con la temperatura observada y se resta de la magnitud del punto de ajuste en la entrada.

Como resultado, después de establecer el valor de referencia, en caso de que la temperatura del contenedor comienza a aumentar como resultado de una perturbación externa, el voltaje del termopar también aumentará, aumentando la cantidad que se debe restar y, en consecuencia, disminuyendo la corriente en la resistencia de calentamiento.

Como resultado, la temperatura descenderá, compensando el aumento provocado por la interrupción. Como resultado, el mecanismo de control mantuvo automáticamente el valor constante de la magnitud de salida.

Figura 4

Sistema de control térmico en lazo cerrado

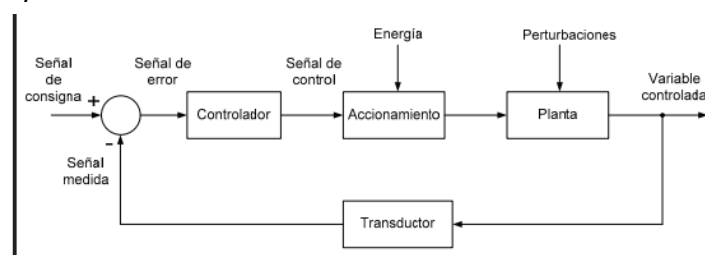


Nota: (Ogata, 1998)

Las diferentes etapas de un sistema de regulación de circuito restringido se representan en el esquema de bloques de la Figura 1.4. El bloque de control genera tanto la señal de error como la señal de control comparando el valor de salida real de la planta en comparación con el valor deseado o de referencia. La acción de control es el método por el cual el mecanismo de control genera este impulso de control.

Figura 5

Diagrama en bloques de un sistema de control a lazo cerrado.



Nota: (Ogata, 1998)

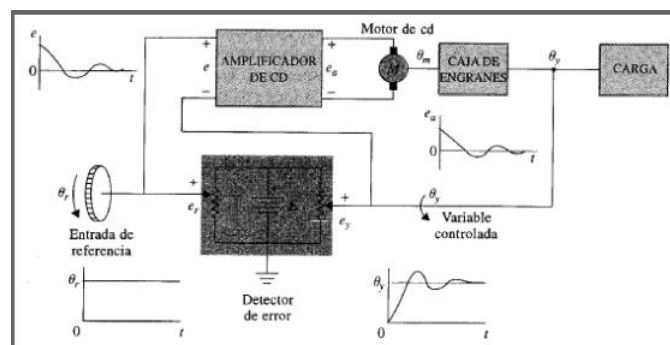
2. 2. 3 Control automático

En las operaciones industriales y de fabricación actuales, el control automático es esencial. Es esencial para muchas aplicaciones, incluido el control de flujo de procesos industriales, la temperatura, la presión y la viscosidad. Los

desarrollos en la teoría y la aplicación del control automático ofrecen instrumentos para conseguir el máximo rendimiento en sistemas variables, aumentar la eficiencia y minimizar el actividad manual, que puede ser repetitivo y convencional, entre otras actividades. (Ogata, 1998)

Figura 6

Diagrama de un sistema convencional de control en lazo cerrado



Nota: (Ogata, 1998)

Cuando se compara la producción real de una planta con la entrada deseada (valor objetivo), los controladores automáticos detectan la variación y proporcionan una señal de regulación que tiene como objetivo reducirla a cero o a un valor mínimo. La acción de control de un controlador automático es el proceso mediante el cual produce la señal de regulación requerida. (Ogata, 2010).

2. 2. 4 Controladores automáticos pid

Dentro de la familia de controladores PID se distinguen tres actividades distintas: derivada (D), integral (I) y proporcional (P). Los controladores industriales se dividen de la siguiente manera: manera a la luz de estas acciones:

Controles proporcionales

Controladores de dos niveles o de encendido y apagado

Controladores integrales

Controladores que son proporcionales-integrales

Controladores que son correspondientes -derivados

Controladores proporcionales, integrales y derivados

Teniendo en cuenta factores como el costo, la seguridad, la disponibilidad, la precisión, la confiabilidad, el peso y el tamaño, el tipo de controlador a emplear está determinado por las características de la planta y el entorno operativo.

Identificación de sistemas

La persistencia de la excitación es uno de los criterios requeridos previos básicos para las entradas en la identificación de sistemas. Esto implica que un número significativo de armónicos deben estar presentes en las entradas para estimular cada uno de los modos dinámicos del sistema. (Gómez, sf)

Señales de entrada más habituales:

Ruido blanco gaussiano filtrado (de banda restringida).

- Señales binarias aleatorias (RBS)
- Señales binarias pseudo aleatorias (PRBS)
- Suma de funciones sinusoidales
- Señales chirp o barrido
- Escalones

Señal binaria pseudo aleatoria (PRBS)

Una señal periódica común para la identificación del sistema, la señal PRBS solo acepta dos valores. Entre sus beneficios se encuentran:

Tiene una amplia gama de frecuencias y se asemeja al ruido blanco. Su influencia en el modelo que deseamos evaluar es reducida porque no se correlacionan con las interrupciones.

Su generación y diseño son tan sencillos que facilitan la excitación del proceso en la gama de frecuencia adecuado.

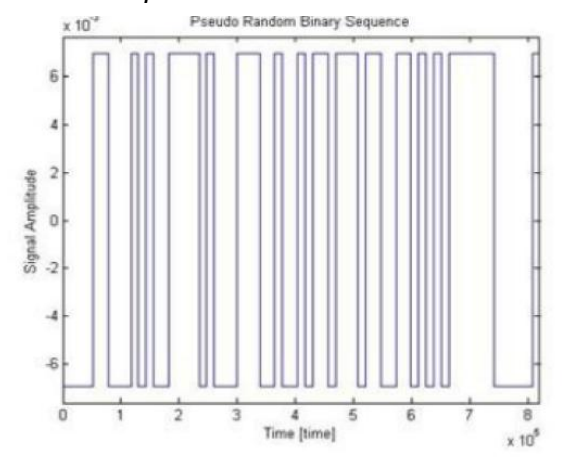
Se puede implementarlo previo a que el proceso se estabilice.

Ayuda a mantener el rango operativo del proceso.

Le permite adquirir modelos más precisos.

Figura 7

Señal PRBS en función del tiempo.



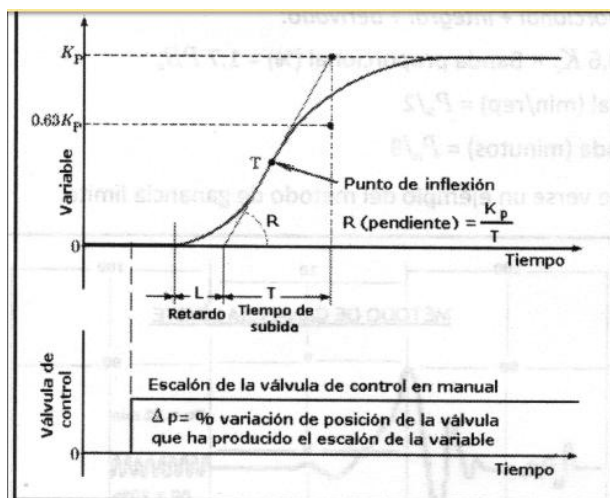
Nota: (Ogata, 1998)

2. 2. 5 Método de ziegler & nichols

Uno de los enfoques más populares para determinar los tres parámetros de calibración del controlador es el método de bucle abierto de Ziegler & Nichols. Para controlar manualmente el actuador y producir un cambio de paso en la entrada del proceso, el proceso comienza abriendo el bucle de control antes del actuador. Después de registrar y reproducir la respuesta de la planta, se forma una línea tangente en la ubicación de flexión de la curva. A partir de esto se derivan los valores de R y L.

Figura 8

Método de curva de reacción o de Ziegler & Nichols en lazo abierto



Nota: (Ogata, 1998)

2. 2. 6 Simatic S7 – 1200

El controlador segmentado SIMATIC S7-1200 de Siemens, que ofrece alta exactitud, potencia y versatilidad para gestionar una extensa gama de aparatos que satisfacen los requisitos de automatización, está en el corazón de la gama de productos de la empresa a fin de operaciones automáticas básicas. El S7-1200 es la alternativa perfecta para una gran variedad de aplicaciones de control debido a su pequeño tamaño, configuración adaptable y sólido conjunto de instrucciones. (Siemens, sf)

Figura 9

Clases de CPUs S7-1200. Siemens, sf.

SIMATIC S7-1200 CPUs	CPU 1211C	CPU 1212C	CPU 1214C
3 configuraciones por CPU	DC/DC/DC, AC/DC/RLY, DC/DC/RLY		
Dimensiones W x H x D (mm)	90 x 100 x 75	90 x 100 x 75	110 x 100 x 75

Nota: (Siemens, sf).

Características generales

Entre los muchos aspectos técnicos del Simatic S7-1200 se encuentran:

- Cálculos de 64 bits con una alta capacidad de procesamiento.
- Está integrada una interfaz Ethernet/PROFINET.
- Las entradas analógicas están incorporadas.
- Módulos de función para el control de ejes de acuerdo con el estándar PLCopen.
- Es posible programar y configurar los paneles de las series S7-1200 y Simatic Basic Panels utilizando el software Tia Portal v16.
- Para el sistema S7-1200 hay disponibles cinco versiones de CPU distintas: CPU 1211C, CPU 1212C, CPU 1214C, CPU 1215C y CPU 1217C, que son capaces de modificarse para satisfacer las exigencias de las máquinas.

Figura 10

Cualidades de CPUs S7-1200

<i>Integrated I/O</i>	<i>CPU 1211C</i>	<i>CPU 1212C</i>	<i>CPU 1214C</i>
<i>Integrated Digital I/O</i>	<i>6 / 4 salidas</i>	<i>8 entradas / 6 salidas</i>	<i>14 entradas / 10 salidas</i>
<i>Integrated Analog I/O</i>	<i>2 entradas</i>	<i>2 entradas</i>	<i>2 entradas</i>
<i>Max. Local I/O – Digital</i>	<i>14</i>	<i>82</i>	<i>284</i>
<i>Max. Local I/O – Analog</i>	<i>3</i>	<i>19</i>	<i>67</i>
<i>Tamaño de imagen de proceso</i>	<i>1024 Bytes for entradas / 1024 Bytes for salidas</i>		

Nota: (Siemens, sf)

El S7-1200 proporciona una amplia selección de módulos y tarjetas conectables que aumentan la funcionalidad de la CPU. Con su interfaz de conectividad y E/S adicionales, el S7-1200 se puede adaptar para satisfacer las necesidades de diferentes aplicaciones. (Siemens, sf).

Figura 11

Número de módulos ampliables para la CPU S7-1200.



Expansion CPU	CPU 1211C	CPU 1212C	CPU 1214C
Signal Module (SM)	ninguno	2	8
Communication Module (CM) o Communication Processor (CP)	3	3	3
Signal Board (SB) o Communication Board (CB)	1	1	1

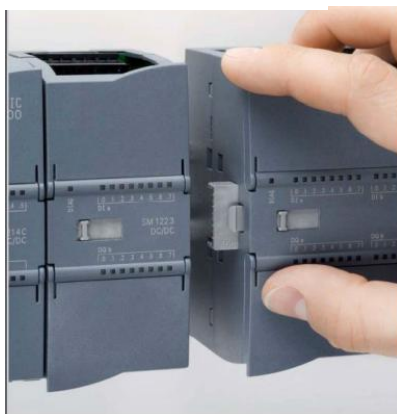
Nota: (Siemens, sf)

2. 2. 7 Módulos de señal (SM)

La unidad de señal de entrada/salida, tanto digitales como analógicos, se encuentran a la derecha de la CPU. La CPU 1212C puede manejar hasta dos unidades en tanto que las CPU 1214C, 1215C y 1217C permiten un máximo de ocho unidades de señal. (Siemens, sf)

Figura 12

Unidad de expansión SM para CPU S7-1200



Nota: (Siemens, sf)

Unidades de entrada y salida analógicas

En algunos casos, la integración de dispositivos analógicos de entrada y salida ha sido impulsada por los requisitos de gestión de los procesos industriales más complejos. El controlador programable puede enviar variables de salida

analógica a un actuador que las necesite y leer las variables del canal de entrada analógica de un sensor.

Dado que el controlador programable únicamente puede funcionar internamente por medio de señales discretas, es lógico que se utilicen dispositivos A/D para las entradas y dispositivos D/A para las salidas. Los multiplexores se emplean con frecuencia porque permiten que el software escale valores analógicos. Como resultado, un solo convertidor A/D que multiplexa los varios canales de entrada se encuentra con frecuencia en las placas de E/S analógicas. Los módulos con cuatro, ocho o dieciséis puntos de entrada y cuatro salidas son típicos. Los rangos analógicos más utilizados son 4-20 mA, 0/5 V, 0/10 V y -10/10 V.

Por otro lado, los dispositivos que necesitan una plataforma con un microprocesador para conectarse se incluyen en el periférico disperso. Parte de la periferia incorporada de un controlador programable son las unidades de entrada/salida digital y analógica que se utilizan comúnmente. Por el contrario, los dispositivos periféricos descentralizados incluyen unidades remotas de entrada/salida, unidades de programación externas y otros equipos industriales utilizados para la gestión de datos.

Figura 13

Módulo de entradas analógicas siemens



Nota: (Siemens, sf)

2. 2. 8 Paneles comfort

Entre otras cosas, el alto rendimiento de las pantallas de la serie SIMATIC HMI Comfort garantiza una alta frecuencia de actualización visual. Todos los aparatos incluyen documentos y diferentes visualizadores para ver la documentación de instalación y las páginas web, sin importar las dimensiones de la pantalla. Las capacidades de evaluación del sistema, que están integradas junto a los controladores SIMATIC, son una característica novedosa. En otras palabras, los datos de diagnóstico son proporcionados inmediatamente por el Comfort Panel, por lo que no necesita un programador para acceder a ellos. (Siemens, 2017)

Cada panel de confort de SIMATIC HMI incluye características de vanguardia en toda la gama. Debido a que pueden controlarse mediante tacto o teclado e incluyen pantallas de alta resolución y panorámicas que varían en tamaño de 4" a 22", son ideales para una variedad de aplicaciones.

Figura 14

Paneles de gama Comfort de Simatic HMI. Siemens



Nota: (Siemens, 2017)

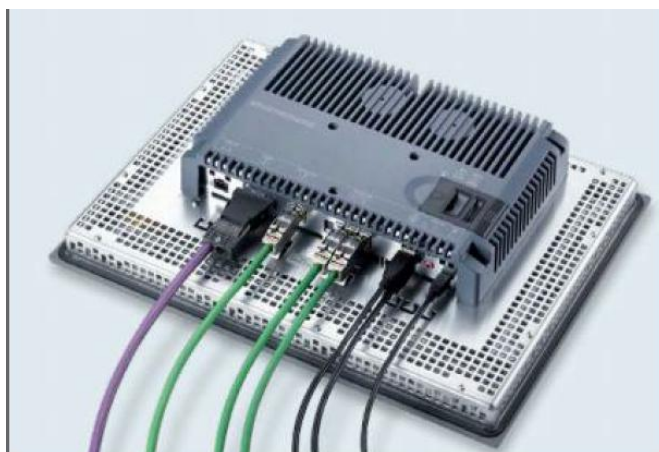
Los tableros Comfort son aptos para almacenar suficiente energía para completar de manera adecuada todos los archivos abiertos y generar una copia de respaldo RDB de sus datos en caso de un corte de energía. Esto garantiza

que todos los datos del archivo se conservarán sin necesidad de una serie de procesos de mantenimiento estrictos. (Siemens, 2017)

Durante los cortes de energía, los paneles Comfort pueden almacenar suficiente energía para terminar correctamente todos los archivos abiertos y crear una copia de seguridad RDB de sus datos. Esto garantiza la conservación de toda la información del archivo sin requerir una serie de rigurosos procedimientos de preservación. (Siemens, 2017).

Figura 15

Vista trasera de un Panel de la gama Comfort de Simatic HMI



Nota: (Siemens, 2017)

Los tableros de la serie SIMATIC HMI Comfort proporcionan una interfaz de dispositivo USB y son fáciles de incorporar a las redes PROFINET y PROFIBUS. Se incluye una interfaz PROFINET Gigabit con paneles de 15" o más, y los paneles de 7" o más tienen un conmutador Ethernet de 2 puertos.

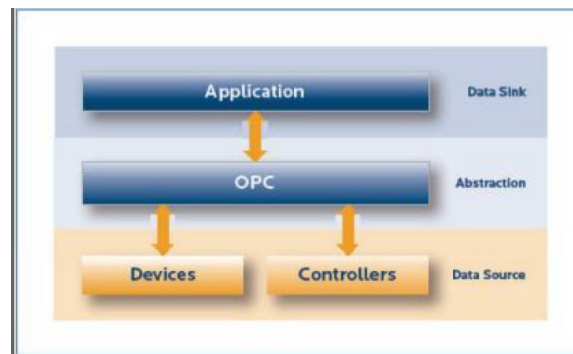
2. 2. 9 Servidores OPC

OPC es una tecnología de comunicación de información construida sobre los estándares internacionales más conocidos. Al evitar los problemas comunes con las conexiones que utilizan protocolos propietarios, se utiliza para resolver uno de los principales obstáculos de la automatización industrial: la comunicación entre reguladores, aparatos y software.

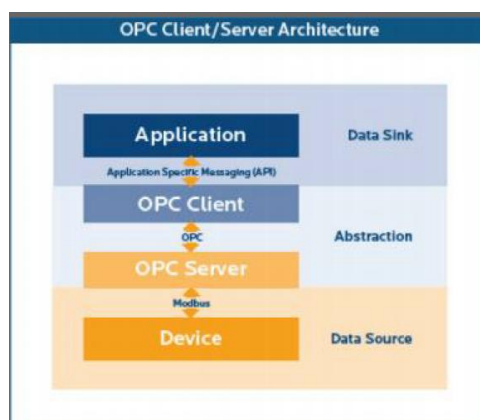
OPC es un estándar de conexión de datos que se fundamenta en un conjunto de parámetros OPC que son controlados por la Fundación OPC en lugar de ser considerados como un protocolo. OPC ofrece a los usuarios e integradores una comunicación libre y autónoma entre el productor del dispositivo y el creador de la aplicación usuario para el software que satisface estos requisitos. (KomineK, 2009)

Figura 16

Diagrama de comunicación a través de servidores



El cliente OPC y el servidor OPC son dos elementos especializados que se utilizan para lograr la "abstracción de dispositivos" en OPC. Es crucial recordar que la fuente de datos y el cliente de datos puedan intercambiar información a través de OPC no implica que OPC pueda reemplazar o reemplazar sus protocolos nativos. En la práctica, estos protocolos permanecerán en su lugar, pero solo podrán conectarse a un único componente de software OPC. Con el fin de facilitar la comunicación entre la aplicación y el dispositivo y evitar el intercambio directo de información entre los dos, estos componentes OPC intercambiarán información entre sí.

Figura 17*Arquitectura Cliente/Servidor OPC*

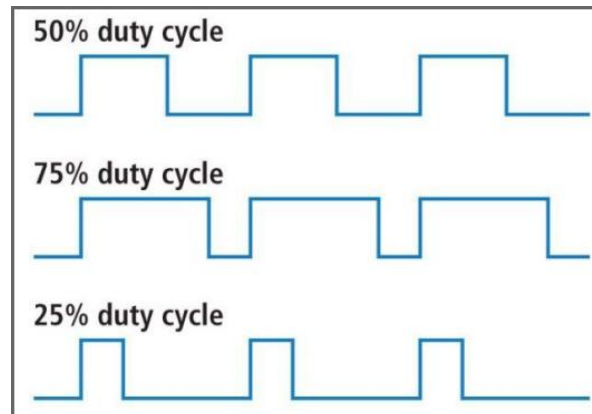
Modulación por ancho de pulso (PWM)

Al alterar la frecuencia y el ciclo operativo de una señal digital, una técnica conocida como modulación por ancho de pulso, o PWM, tiene como objetivo producir una salida con las mismas propiedades que una señal analógica a cualquier carga. (National Instruments, 2014)

El ciclo operativo de una señal PWM, que es una proporción de la duración total de la señal a lo largo de un ciclo completo, muestra cuánto tiempo permanece la señal en un nivel lógico alto. La velocidad de un ciclo está determinada por la frecuencia; por ejemplo, 100 Hz equivale a 100 ciclos por segundo, lo que establece el ritmo al que se alternan los estados lógicos bajo y alto. Cuando se aplica a un componente, la salida generalmente se comporta como una señal analógica constante cuando la señal pasa de un estado alto a uno bajo lo suficientemente rápido y con un cierto ciclo de trabajo. (National Instruments, 2014)

Figura 18

Ciclo de trabajo de una señal PWM



Se requiere un PWM con un ciclo de trabajo del 60%, si queremos producir un impulso de 3V y tener un suministro digital que puede ser alta (5V) o baja (0V). Esto solo produciría una señal de 5 V el 60% del tiempo. El voltaje medido en los extremos del dispositivo representará un promedio de la señal si alteramos el estado de la señal más rápidamente. Multiplicando el voltaje de estado lógico alto debido al ciclo de trabajo, o $5\text{ V} \times 0,6 = 3\text{ V}$, se obtiene el valor de voltaje promedio cuando el estado lógico bajo es 0 V. (National Instruments, 2014)

La transferencia de calor entre dispositivos o sistemas con tiempos de respuesta retrasados, que van de 10 a 100 Hz o más, es un uso de las señales PWM.

- Control de motor eléctrico de corriente continua, a menudo a frecuencias de 5 a 10 kHz o superiores.
- Amplificadores de audio o fuentes de alimentación que funcionen a frecuencias de 20 a 200 kHz o superiores.

2. 2. 10 Tia portal V16

La herramienta técnica más sofisticada para la disposición y programación de los reguladores SIMATIC es el STEP 7 Professional. Siemens, s.f. El STEP 7 Professional tiene varios usos como, por ejemplo:

- Programación de PLC: ajuste y programación de controladores SIMATIC S7-1200, S7-1500, S7-300 y S7-400.
- Ajuste de redes y dispositivos: para cada elemento de control automático.
- Diagnóstico al instante: Durante el tiempo que dure el proyecto.
- Tecnología y desarrollo: se integran las funciones de PID y desarrollo.
- Visualización: se incluye SIMATIC WinCC Basic para aplicaciones sencillas de visualización del panel SIMATIC Basic.

Figura 19

Software Tia portal V16



Nota: (Siemens, 2017)

Los siguientes son algunas ventajas de aprovechar esta plataforma.:

- Menos tiempo dedicado debido a la ingeniería a los avances en la interfaz visual para el usuario, las funciones integradas y el procesamiento de voz.
- Implementación rápida porque el diagnóstico integrado del sistema y el seguimiento en tiempo real identifican eficazmente los problemas.
- Menos tiempo de inactividad porque ahora es posible el diagnóstico del servidor web y el teleservicio y el mantenimiento remoto.



- Seguridad de la inversión, posible gracias a la compatibilidad, el uso de bibliotecas y la reutilización de componentes.

facilita la resolución de tareas de ingeniería de forma intuitiva y eficaz. Conocido en inglés como Totally Integrated Automation Portal, se destaca en todas las etapas de tareas y codificación gracias debido a su transparencia, su asistencia optimizada para el usuario y sus operaciones simplificados.

Facilita la resolución de problemas técnicos de forma rápida e intuitiva. Conocido como el Portal de Automatización Totalmente Integrado, sobresale en todas las etapas de labores y programación gracias a su precisión, asistencia optimizada para el usuario y sus procesos optimizados. (Siemens, sf)

Los lenguajes de codificación IEC

Incluyen Contact Schema (KOP)

Structured Text (SCL).

Programación de secuencias (GRAPH)

Listas de instrucciones (AWL)

Diagramas de funciones (FUP)

2. 2. 11 Medición de temperatura

Una de las mediciones de temperatura más cruciales es la temperatura.

se usa comúnmente en operaciones industriales, dado que impacta a prácticamente todos los eventos físicos se realizan con una variedad de herramientas.

Las evaluaciones incluyen pirómetros de radiación, termómetros de vidrio, termopares, termómetros ultrasonido, termómetros de vidrio, termómetros de resistencia y termómetros de cristal de silicato de aluminio, entre otros.

Selección de un sensor de temperatura

Según Creus (2010) Numerosas consideraciones, como el nivel de temperatura, la exactitud, la rapidez de respuesta, la accesibilidad al lugar de relevancia, el contexto y la rentabilidad, afectarán la selección del sensor. A pesar de que un tipo particular de sensor es muy frecuente en un área en particular, esto no siempre implica que sea la mejor opción.

Una serie de parámetros, como el nivel de temperatura, la exactitud, la celeridad de respuesta, la accesibilidad a la ubicación de interés, el contexto y la rentabilidad, influirán en la selección del sensor. Incluso cuando un tipo particular de sensor se usa ampliamente en un campo en particular, esto no siempre significa que sea la mejor opción.

Figura 20

La conexión entre el área y el sensor establecida a partir de la experiencia

Campo	Sensores Tradicionales
Investigación Agrícola	Termistor, Termopar Tipo T, Semiconductor
Automóvil	Termistor, Pt100, Bimetálico
Procesos Químicos y de los Materiales	Pt100, Termopar
Criogénicos	Resistencia de Óxido de Metal
Investigación Ambiental	Termistor, Termopar Tipo T, Pt100, Semiconductor
Industria General	Pt100
Educación, Pasatiempos	Semiconductor, Termistor, Termopar Tipo T, Pintura
Calefacción, Ventilación y Aire Acondicionado	Ni1000, Termistor, Pt100, Pintura
En Productos Manufacturados	Semiconductor, Termistor, Pt100
Metalúrgica	Termopar Tipo K o N

Termómetros de resistencia

Las sondas de resistencia se utilizan para controlar la temperatura en función de cómo cambia esta resistencia con la temperatura. Creus (2010) El aparato está formado por un cable conductor en espiral que viaja mediante láminas recubiertas de sustancia aislante. (Creus, 2010)

El coeficiente de resistencia térmica del cable conductor, que muestra cómo cambia la impedancia en ohmios con cada unidad de temperatura de cambio de temperatura, es lo que lo define. (Creus, 2010)

El vínculo entre estos parámetros se muestra en la próxima expresión:

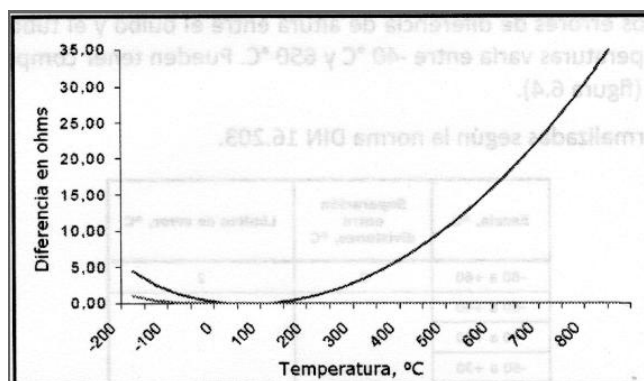
$$R_t = R_o (1 + \alpha t) \quad (1)$$

R_o : Impedancia en ohmios a 0 °C

R_t : Impedancia en ohmios a t °C α : Coeficiente de temperatura cuyo valor oscila entre 0 °C y 100 °C es de 0,003850Ω/(Ω/°C) en la Escala Internacional de Temperaturas Prácticas (IPTS-68).

Figura 21

Relación entre el valor real de la resistencia y el que se obtiene a través



Características de sensores de resistencia

Figura 22

Características de sondas de resistencia

Características de sondas de resistencia						
Elemento	Intervalo útil de temperaturas, °C	Resistencia básica	Sensibilidad (Ω/°C de 0° a 100 °C)	Coefficiente, Ω/Ω x °C	Ventajas	Desventajas
Platino	-260 a 850 °C (-436 a 1562 °F)	100 Ω a 0 °C 1000 Ω a 0 °C	0,39 3,90	0,0375 a 0,003927	Mayor intervalo Mejor estabilidad Buena linealidad	Coste
Cobre	-100 a 260 °C (-148 a 500 °F)	10 Ω a 25 °C	0,04	0,00427	Buena linealidad	Baja resistividad
Niquel	-100 a 260 °C (-148 a 500 °F)	100 Ω a 0 °C 120 Ω a 0 °C	0,62 0,81	0,00618 a 0,00672	Bajo coste Alta sensibilidad	Falta de linealidad, variaciones coeficiente de resistencia
Niquel-Hierro	-100 a 204 °C (-148 a 400 °F)	604 Ω a 0 °C 1000 Ω a 70 °F 1000 Ω a 70 °F	3,13 4,79 9,58	0,00518 a 0,00527	Bajo coste Muy alta sensibilidad	Relación reducida R_{100}/R_0

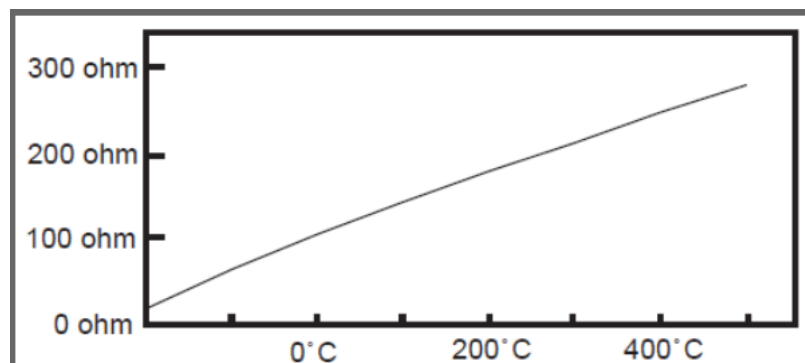
2. 2. 12 Sensor PT100

Un sensor para medir la temperatura es el Pt100. Se ha fabricado utilizando alambre conductor de platino que presenta una resistencia a 0 °C de 100 Ω . A medida que la temperatura se incrementa, esta resistencia igualmente crece.

Junto con las características del platino, la resistencia aumenta de manera constante en lugar de linealmente, lo que permite calcular con exactitud la temperatura relevante empleando tablas de consulta. (Arian Control & Instrumentación, sf)

Figura 23

Pt100 es una clase específica de RTD



Los Pt100 utilizados en la industria se compran frecuentemente encapsulados, es decir, al interior de un cilindro de acero inoxidable. La terminación eléctrica de los cables, que está protegida por una caja metálica circular, está en un extremo, mientras que el elemento sensible está en el otro. (Arian Control & Instrumentación, sf)

La manera más sencilla medir la temperatura de un proceso utilizando una sonda de resistencia implica hacer circular una corriente a través de ella, provocando una caída de voltaje. Esto genera calor en la sonda, elevando su temperatura y por lo tanto su resistencia. Asimismo, las resistencias de enlace

entre el medidor de polímero y la sonda pueden influir en la medición de la oposición de la sonda. (Creus, 2010).

Figura 24

Método sencillo para determinar la temperatura

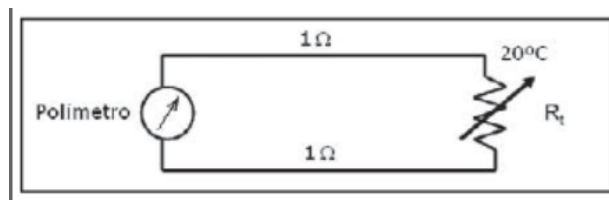
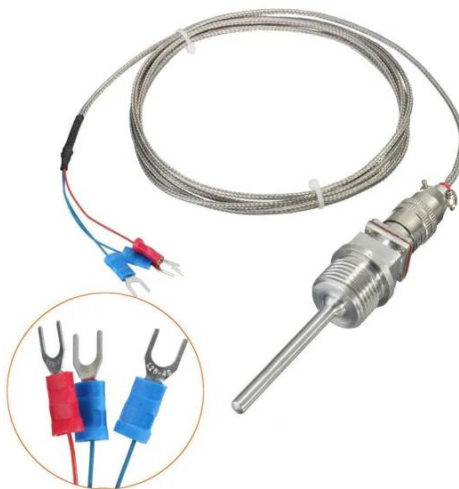


Figura 25

PT100 Sensor de temperatura industrial



Se utilizan circuitos digitales o puentes tradicionales de Wheatstone para enlazar las sondas de resistencia con el fin de medir la resistencia.

Un rectángulo de resistencias con sus extremos opuestos acoplados a un galvanómetro y una fuente de voltaje constante forma un puente de Wheatstone. Se dice que el puente está equilibrado cuando la variación de una resistencia (la que está en contacto con el proceso) hace que el galvanómetro registre corriente cero.

Dependiendo de cómo se conecten los cables de la sonda resistiva hacia el puente Wheatstone, se puede configurar en configuraciones de dos, tres o cuatro hilos. (Creus, 2010)

Figura 26

Clasificación de circuitos de puente de Wheatstone para sondas de resistencia.

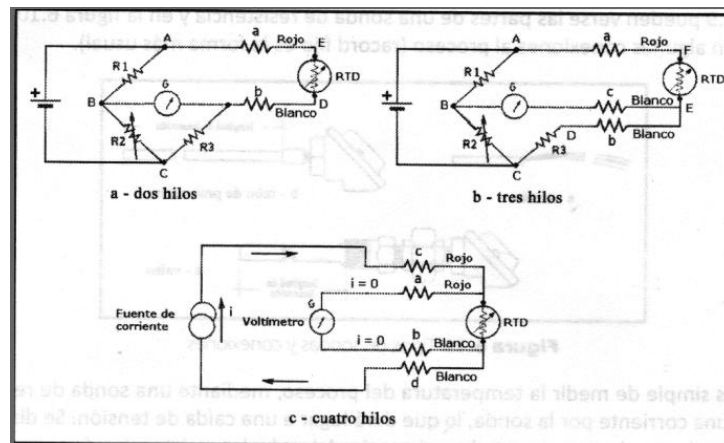


Figura 27

Transmisor de temperatura de 4-20mA para PT100,



2. 2. 13 Relé de estado solido

Se emplean junto con reguladores de temperatura para regular calentadores potentes. Debido a su diseño generalmente abierto y a la falta de partes móviles, estos aparatos SPST (Single Pole Single Throw) pueden funcionar durante millones de ciclos. Al igual que los conectores móviles en un interruptor mecánico, un SSR (relé de estado sólido) inicia la corriente de carga alterna en respuesta a una señal de control. En el momento de cambio de voltaje

ceros del proceso de CA, se produce la activación o "conmutación". Debido a la falta de ruido eléctrico notable producido por este modo de operación, los SSR son perfectos para entornos donde los componentes electrónicos son susceptibles a las interferencias electromagnéticas.

Figura 28

Relé de estado sólido



Resistencias eléctricas de inmersión

Las resistencias de inmersión eléctrica convierten la energía eléctrica en calor calentando líquidos, incluido el agua y diferentes productos químicos. Existen varios usos para este tipo de resistencia en el sector industrial, entre ellos:

- Los líquidos, como el agua, el aceite y las soluciones corrosivas, se calientan.
- La producción de vapor.
- Actividades en lugares designados ATEX.

Figura 29*Resistencias eléctricas de inmersión*

2. 2. 14 Variador de control de frecuencia

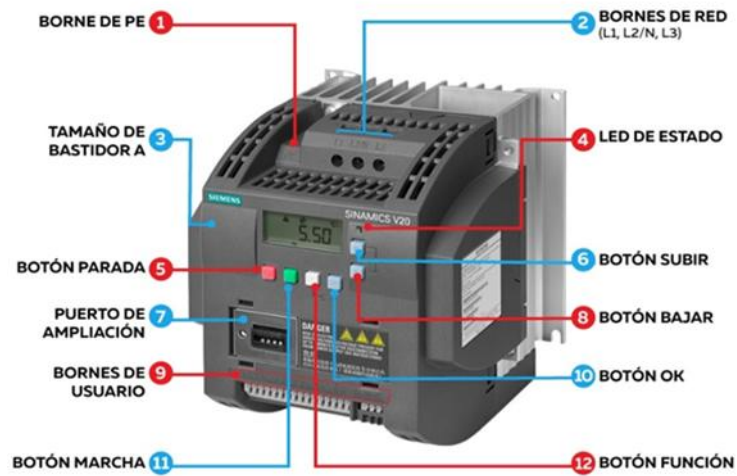
Los dispositivos electrónicos conocidos como variadores de velocidad cambian la velocidad alterando la frecuencia de acuerdo con el porcentaje requerido. El suministro de voltaje con el que funcionan estos variadores de frecuencia oscila entre 220 y 3800 V, así como entre 380 y 480 V. El variador de frecuencia facilita la modificación de la velocidad del motor al cambiar la frecuencia de la tensión aplicada.

SINAMICS V20

Para este tipo de aplicaciones, ofrece una solución de accionamiento sencilla y asequible. Se distingue por su rentabilidad, durabilidad, comodidad de uso y rápida instalación. Con modelos que van desde los 0,12 kW hasta los 15 kW y apropiados para tensiones de red monofásicas y trifásicas, su pequeño tamaño lo hace perfecto para una gran variedad de aplicaciones. El SINAMICS V20 es ideal para automatizar operaciones básicas con requisitos cambiantes, por lo que un número cada vez mayor de fabricantes de instalaciones y equipos están optando por hacerlo.

Figura 30

Variador de velocidad Sinamics V20



2. 2. 15 Electrobomba

Es uno de los sistemas de bombeo de agua más utilizados. Estas bombas accionadas por motor eléctrico ofrecen una forma versátil y eficaz de mover y recuperar agua para una variedad de usos. Están formados por una bomba centrífuga que crea la presión necesaria para el bombeo y un motor eléctrico. Estos grupos son capaces de extraer agua de muchas fuentes, incluyendo lagos, ríos, tanques de almacenamiento y pozos, y luego distribuirla según sea necesario.

Su adaptabilidad a diversas aplicaciones es otra cualidad destacable. Son apropiados tanto para aplicaciones comerciales como industriales, agrícolas y residenciales porque vienen en diferentes dimensiones y capacidades. Las bombas de agua eléctricas se utilizan para suministrar agua potable a hogares, regar cultivos y jardines, suministrar agua a procesos alimentarios e industriales.

Figura 31*Electrobomba*

2. 3 Definición de términos

2. 3. 1 Señal analógica

Al igual que las variables tangibles de carácter natural, como la luz y el sonido, la temperatura y el tiempo, una señal analógica siempre están cambiando. Dado que hay valores ilimitados en un periodo de tiempo, el impulso eléctrico también puede alcanzar valores infinitos a lo largo de ese periodo. Estas indicaciones tienen varios valores momentáneos en cada fracción de periodo tomada en consideración. En pocas palabras, la magnitud física de la que se forma una señal eléctrica analógica se reflejará en ella. (Alcalde, 2014)

2. 3. 2 Señal digital

Dado que los datos se codifican y procesan en dos estados distintos, una señal digital es más fácil de entender que una analógica. Los dígitos 1 y 0 representan estos estados, también conocidos como niveles lógicos, que producen señales binarias o digitales. Dado que la base de la electrónica digital son los números, la información se guarda mediante estos números en lugar de mediante la estructura de la señal eléctrica. Una corriente eléctrica siempre se permite convertir en forma digital para su procesamiento y posterior recuperación. (Alcalde, 2014)



2. 3. 3 Transductor

Es el instrumento designado de evaluar continuamente los factores del proceso. Los transductores vienen en varias variedades, y todos están relacionados con el mismo tipo de variable que necesita ser medida, incluida la luz, la composición, el grado, la temperatura, el caudal y la presión, entre otros, así como los criterios de medición ideales, que incluyen proporcionalidad, precisión, precisión, rango térmico de funcionamiento y margen de medición. Podemos medir más variables combinando estas condiciones. (Smith, sf)

2. 3. 4 Función de transferencia

La relación entre la función de respuesta y la función de excitación, en condiciones de el supuesto de que todas las circunstancias de inicio están en cero, es la función de transferencia, que se define por medio de una ecuación diferencial lineal y constante en el tiempo. (Ogata, 1998)

2. 3. 5 Controlador

Se encarga de determinar el tipo de acción dirigida al actuador o dispositivo de control final. El controlador lleva a cabo dos tareas cruciales:

- Para determinar la diferencia entre los dos, compare la variable registrada junto con la variable de indicador prevista (punto de ajuste).
- Envía una señal al dispositivo de control final, ajustando su funcionamiento en la dirección correcta para reducir la desviación.



CAPITULO III

METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

3. 1 Método de investigación

La medición precisa de las variables y la recopilación de datos numéricos son posibles gracias al uso de una metodología cuantitativa. Este enfoque facilitará el análisis estadístico de los resultados de la instalación del sistema de regulación.

3. 2 Tipo de investigación

Dado que el impacto de la puesta en marcha del sistema de control en el monitoreo de la temperatura del tanque se examinará contrastando los efectos previos y posteriores a la intervención, el estudio será experimental.

3. 3 Diseño de la investigación

Habrà un equipo control y un equipo experimental en este diseño cuasi-experimental. Antes y después de poner en marcha el sistema, se tomarán lecturas de temperatura y otros datos cruciales para poder comparar los resultados.

3. 4 Ámbito de la Investigación

La investigación se llevará a cabo en un entorno industrial particular donde se empleen tanques de alimentación continua. Se analizará el sistema de control y monitoreo aplicado en este contexto.

3. 5 Población y muestra

Población: El tanque de alimentación continúa elegido constituirá la población y la muestra. Los componentes del sistema de regulación del tanque de alimentación constante se cubrirán en la muestra.

3. 6 Técnicas e instrumentos de recogida de información

Tabla 2

Técnicas e instrumentos de recogida de información

1. TÉCNICAS	2. INSTRUMENTO	3. VALIDACIÓN
Observación directa: Se llevará a cabo una observación directa del sistema en funcionamiento, anotando el comportamiento y rendimiento del control de temperatura del tanque de alimentación continua.	Ficha de Observación	Por asesor Especialista
Experimentos controlados: Se realizarán experimentos para evaluar el rendimiento del sistema en diferentes condiciones de control.	Sensores de temperatura	

Nota: Elaboración propia

3. 7 Recogida de datos

Los datos cuantitativos recogidos de los sensores de temperatura y procesados por el controlador lógico programable (PLC) se han analizado utilizando las características del software TIA PORTAL V16. Los datos de temperatura recopilados por los sensores del módulo de regulación térmica del depósito de alimentación continua, así como el tiempo de reacción del sistema a los pedidos y registros de eventos producidos durante el funcionamiento, son almacenados y examinados por el software de registro.

Los sensores vinculados al sistema de control se registran automáticamente para recibir lecturas continuas y automatizadas.



Observación directa: El investigador podrá observar cómo funciona el sistema y cómo los operadores interactúan con la HMI durante las pruebas.

La siguiente tabla se ha preparado para la recopilación de datos que abarca un lapso de tiempo suficientemente extenso para documentar las modificaciones en el rendimiento del sistema.

Tabla 3

Recogida de datos

Variable	Instrumento	Frecuencia de recogida	Método
Sistema de control	Controlador Lógico Programable (PLC)	Tiempo de respuesta: milisegundos	Registro automático
Temperatura de calentamiento del tanque	Resistencia eléctrica inmersión	Medición de temperatura	Registro automático

Nota: Elaboración propia

CAPITULO IV

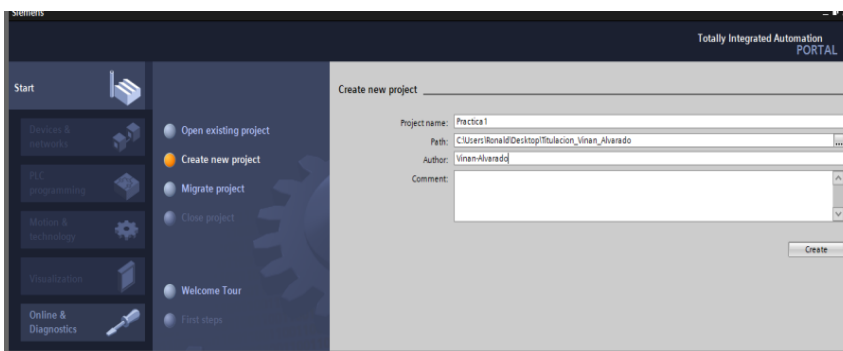
ANALISIS DE RESULTADO Y DISCUSION

4.1 4.1 Presentación

El primer paso es establecer un proyecto nuevo y ajustar nuestro PLC. S7-1200 en el programa Simatic TiaPortal. Esto incluye la instalación de la tarjeta de señal y la CPU y los módulos de entrada analógica.

Figura 32

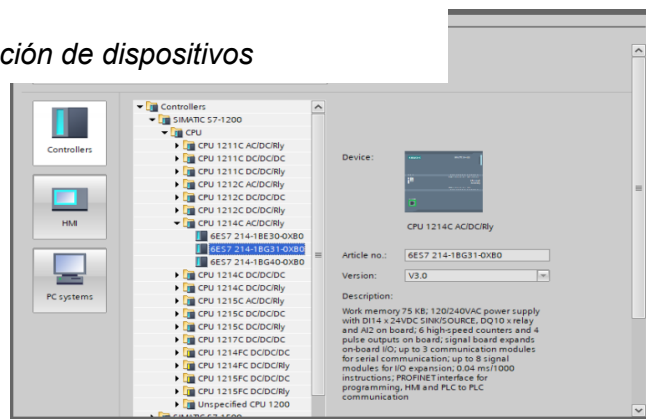
Iniciador del programa Simatic Tia Portal



Nota: Elaboración propia

Figura 33

Interfaz de elección de dispositivos

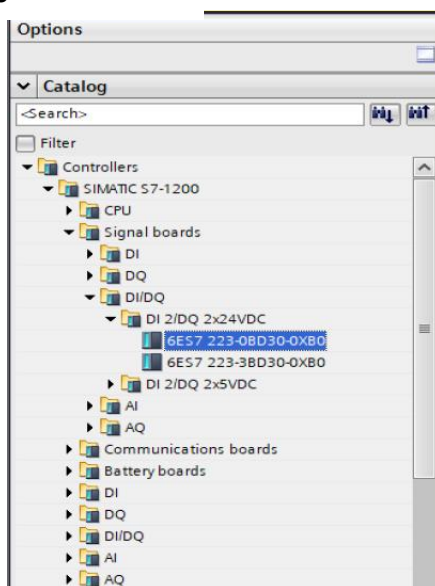


Nota: Elaboración propia

Incluir el módulo de entradas analógicas.

Figura 34

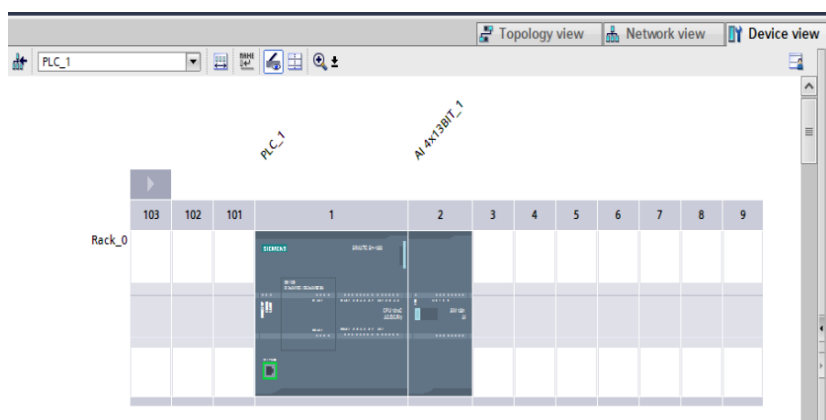
Elección de dispositivos



Nota: Elaboración propia

Figura 35

Visualización del dispositivo y de los módulos añadidos.

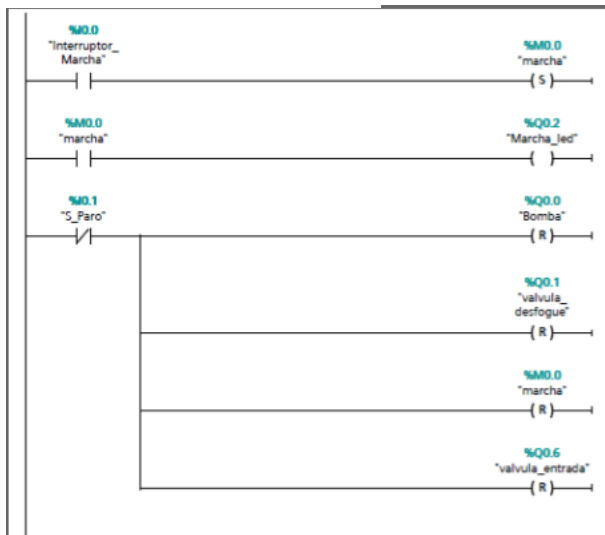


Nota: Elaboración propia

Monitoreo de variables de temperatura

Figura 36

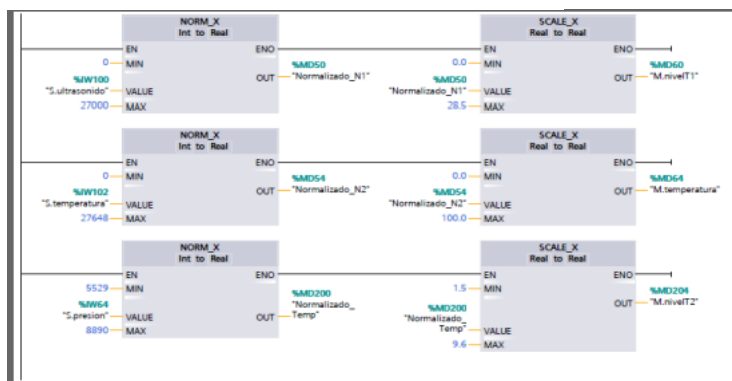
Código de programación para iniciar el



Nota: Elaboración propia

Figura 37

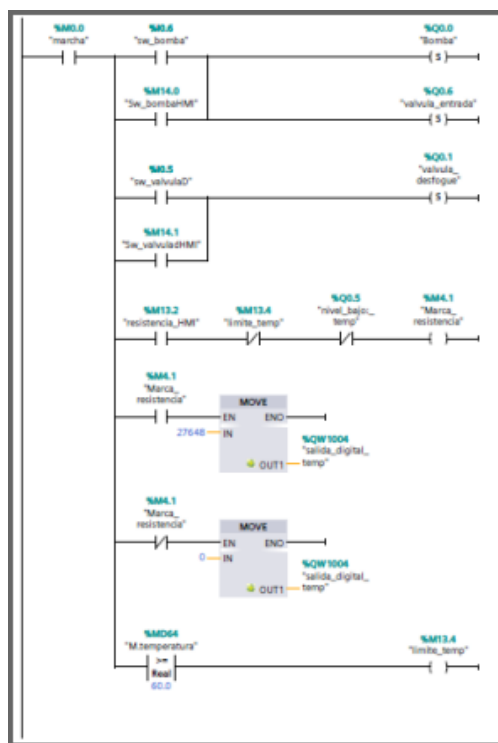
Código de programación de entradas analógicas



Nota: Elaboración propia

Figura 38

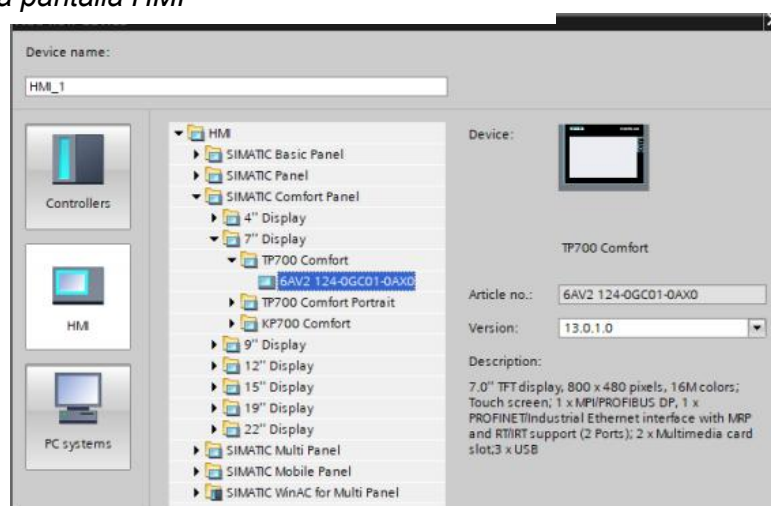
Secuencia de programación de



Nota: Elaboración propia

Figura 39

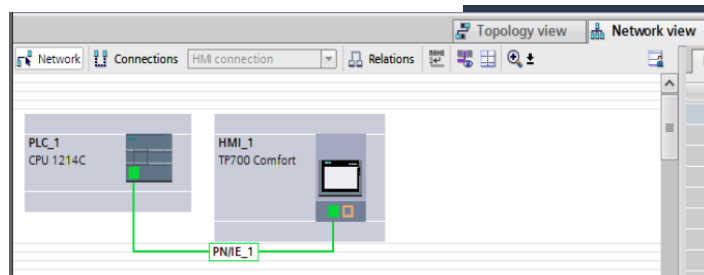
Elección de la pantalla HMI



Nota: Elaboración propia

Figura 40

Visión de redes del proyecto



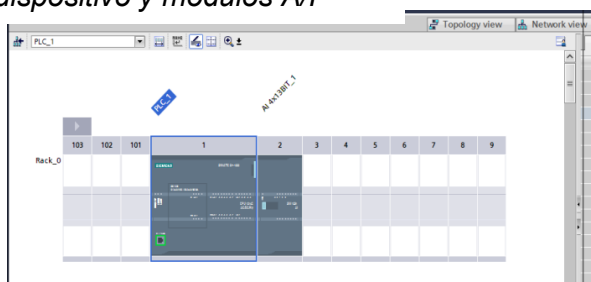
Nota: Elaboración propia

4. 1. 1 Control de temperatura

Ventana de inicio del programa Como paso inicial, es necesario comenzar un proyecto reciente y ajustar el PLC S7-1200 en el programa Simatic TiaPortal, incluyendo la CPU y las unidades de entrada analógica, así como la tarjeta de señales pertinente.

Figura 41

Visualización del dispositivo y módulos A/I



Nota: Elaboración propia

Figura 42

Vista del dispositivo y módulos de entrada/salida

Module	Slot	I address	Q address	Type	Article no.	Firmware	Comm
PLC_1	1			CPU 1214C AC/DC/RLY	6ES7 214-1BG31-0XB0	V3.0	
DI 14/DQ 10_1	1.1	0...1	0...1	DI 14/DQ 10			
AI 2_1	1.2	64...67		AI 2			
DI 2/DQ 2x24VDC_1	1.3	4	4	DI2/DQ2 signal board	6ES7 223-0BD30-0XB0	V1.0	
HSC_1	1.16	1000...1003		HSC			
HSC_2	1.17	1004...1007		HSC			
HSC_3	1.18	1008...1011		HSC			
HSC_4	1.19	1012...1015		HSC			
HSC_5	1.20	1016...1019		HSC			
HSC_6	1.21	1020...1023		HSC			
Pulse_1	1.32		1000...1001	Pulse generator (PTO/PWM)			
Pulse_2	1.33		1002...1003	Pulse generator (PTO/PWM)			
Pulse_3	1.34		1004...1005	Pulse generator (PTO/PWM)			
Pulse_4	1.35		1006...1007	Pulse generator (PTO/PWM)			
PROFINET interface_1	1.X1			PROFINET interface			
AI 4x13BIT_1	2	96...103		SM 1231 A4	6ES7 231-4HD32-0XB0	V2.0	
	3						

Nota: Elaboración propia

Especificar las entradas y salidas, tanto digitales como analógicas, para ser empleados, además de las marcas necesarias para el procedimiento.

Figura 43

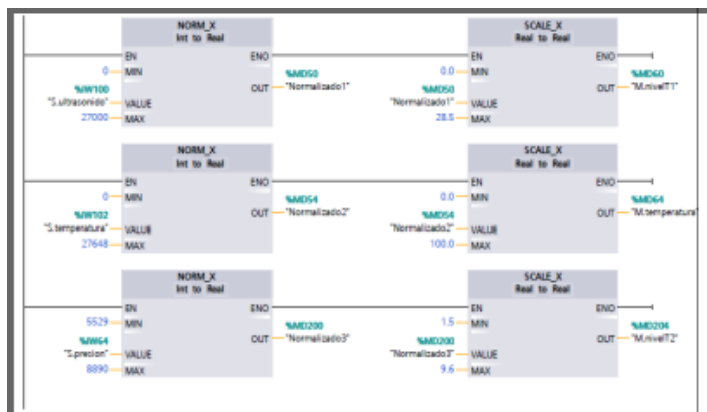
Interfaz de entradas, salidas del proyecto

PLC tags							
	Name	Tag table	Data type	Address	Retain	Visibl.	Acces...
1	Bomba	Default tag table	Bool	%Q0.0		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2	Bomba_HMI	Default tag table	Bool	%M12.0		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
3	count	Default tag table	Int	%IW158		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
4	HLTC-2	Default tag table	Bool	%Q0.4		<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
5	Interruptor_Marcha	Default tag table	Bool	%I0.0		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
6	limite_temp	Default tag table	Bool	%M13.4		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
7	MnivelT1	Default tag table	Real	%MD60		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
8	MnivelT1_hmi	Default tag table	Word	%MW250		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
9	MnivelT2	Default tag table	Real	%MD204		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
10	MnivelT2_hmi	Default tag table	Word	%MW254		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
11	Mtemperatura	Default tag table	Real	%MD64		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
12	Marca_resistencia	Default tag table	Bool	%M4.1		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
13	marcha	Default tag table	Bool	%M0.0		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
14	Marcha_HMI	Default tag table	Bool	%M12.1		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
15	Marcha_led	Default tag table	Bool	%Q0.2		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
16	modo_automatico	Default tag table	Bool	%M13.1		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
17	modo_manual	Default tag table	Bool	%M13.0		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
18	Nivel_Bajo	Default tag table	Bool	%I1.3		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
19	nivel_Bajo_temp	Default tag table	Bool	%Q0.5		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
20	P_emergencia_led	Default tag table	Bool	%Q0.3		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
21	Paro_HMI	Default tag table	Bool	%M12.2		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
22	Pwm_hmi_temp	Default tag table	Bool	%M4.2		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
23	Pwm_PD_nivel	Default tag table	Bool	%Q4.0		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
24	resistencia_HMI	Default tag table	Bool	%M13.2		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
25	S.presion	Default tag table	Word	%IW64		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>

Nota: Elaboración propia

Figura 44

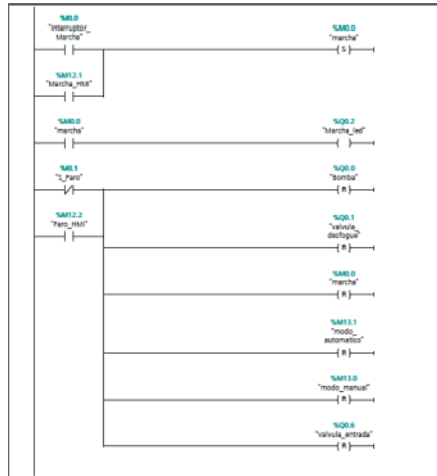
Línea de configuración de señales de entrada



Nota: Elaboración propia

Figura 45

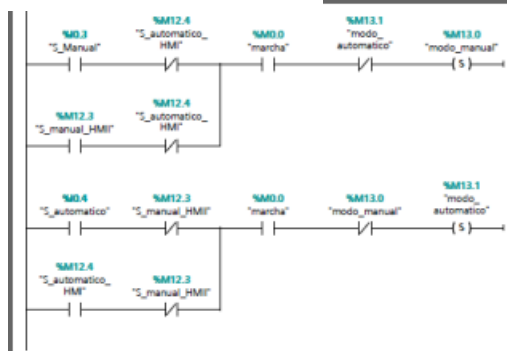
Fila de programación para el inicio del sistema



Nota: Elaboración propia

Figura 46

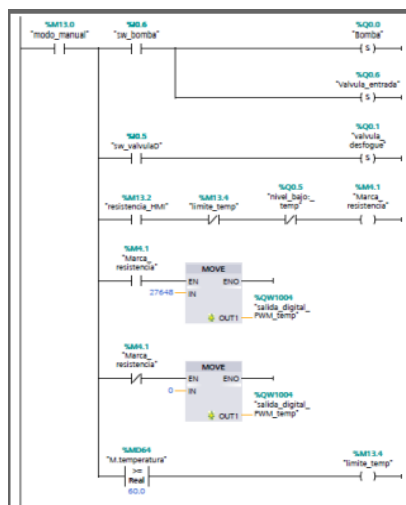
Fila de programación de modo AUT/MAN



Nota: Elaboración propia

Figura 47

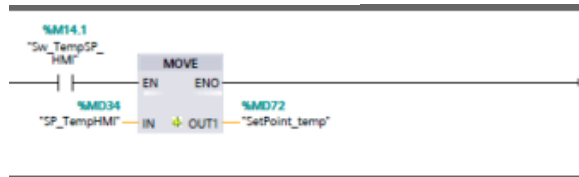
Fila de programación de control manual



Nota: Elaboración propia

Figura 48

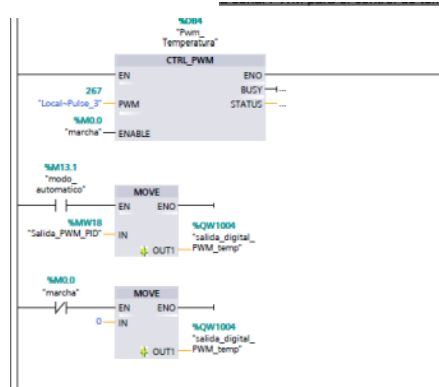
Fila de programación de set point



Nota: Elaboración propia

Figura 49

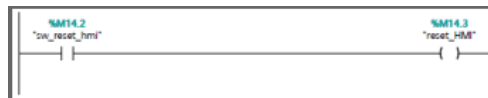
Fila de programación PWM



Nota: Elaboración propia

Figura 50

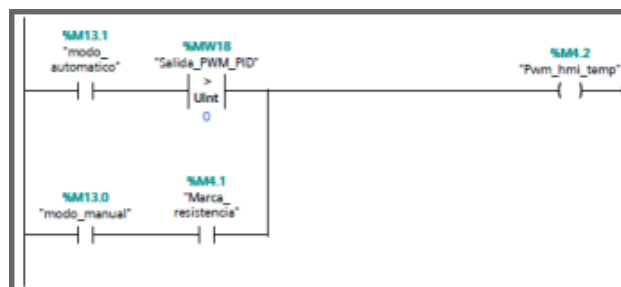
Fila de programación Reset



Nota: Elaboración propia

Figura 51

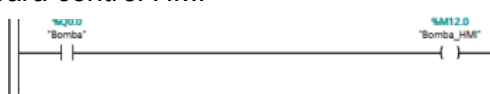
Fila de programación de PWM



Nota: Elaboración propia

Figura 52

Fila de programación para control HMI



Nota: Elaboración propia

Figura 53

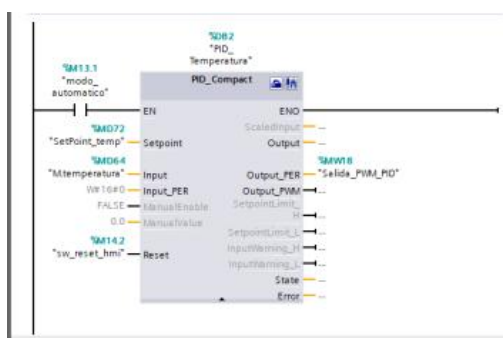
Fila de programación para control HMI



Nota: Elaboración propia

Figura 54

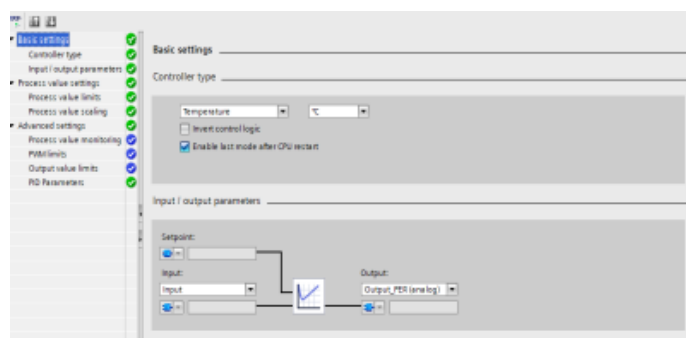
Fila de programación para control PID



Nota: Elaboración propia

Figura 55

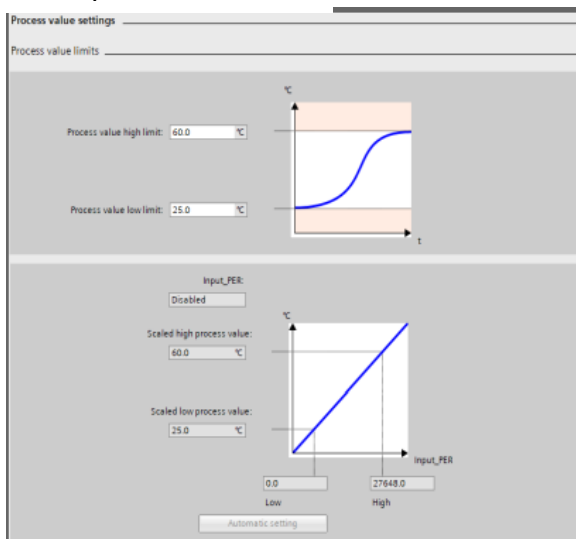
Panel de parámetros PID



Nota: Elaboración propia

Figura 56

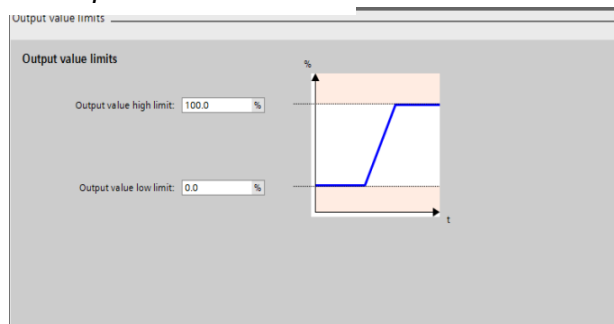
Panel de valores de entrada para el control



Nota: Elaboración propia

Figura 57

Panel de valores de salida para el actuador

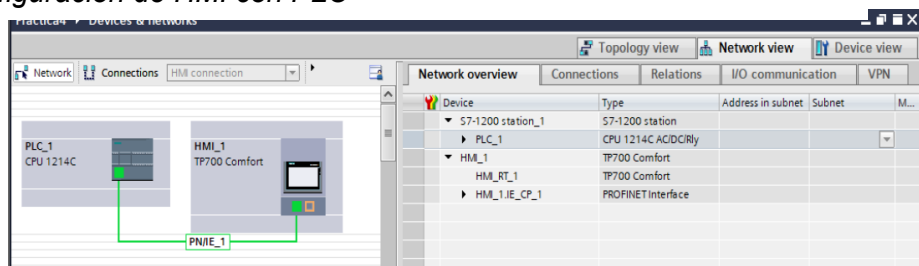


Nota: Elaboración propia

Agregue el panel HMI de la planta, la HMI TP700 Comfort, que tiene el código 6AV2 124-0GC01-0AX0. Utilice el protocolo PROFINET para conectar la HMI y el PLC.

Figura 58

Configuración de HMI con PLC



Nota: Elaboración propia

4. 2 Pruebas y resultado

La temperatura es una variable de gran relevancia, ya que en la industria hay procesos físicos y químicos que solo ocurren dentro de un rango específico de temperatura. Por ello, es crucial llevar a cabo un control adecuado de esta variable.

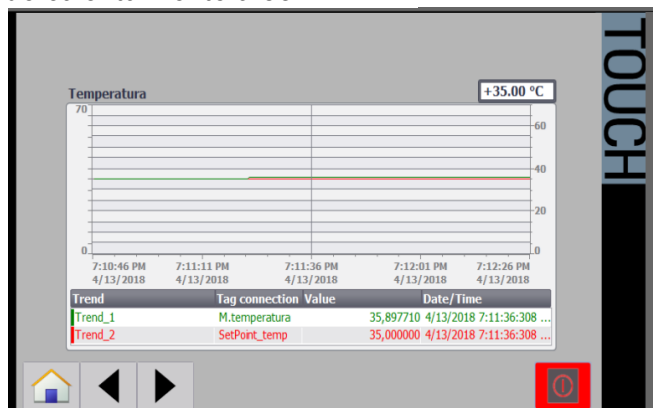
El módulo de control automático de temperatura ha sido desarrollado para brindar al estudiante la posibilidad de entender todas las variables y operaciones necesarias para realizar un proceso de control automático de la variable temperatura.

El equipo consta principalmente de dos tanques, uno en la parte inferior y otro en la parte superior, una red de tuberías y accesorios, una bomba centrífuga, una resistencia, sensores Pt100/transmisores de temperatura, válvulas de bola en posición y un supervisor-controlador HMI.

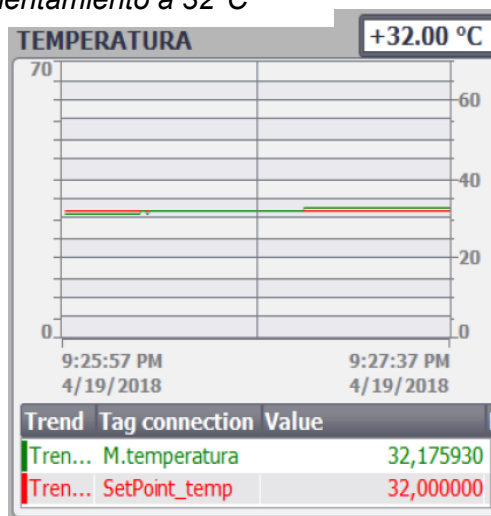
Se realizaron las pruebas de estabilidad del mecanismo en diversos requisitos de temperatura. Se llevó a cabo un monitoreo en tiempo real durante un período prolongado. Los datos obtenidos indicaron que el sistema mantenía la temperatura dentro del rango óptimo, con fluctuaciones menores al 2%.

Figura 59

Prueba de tanque de calentamiento a 35°



Nota: Elaboración propia

Figura 60*Prueba de tanque de calentamiento a 32°C**Nota: Elaboración propia*

4. 3 Análisis de los resultados obtenidos

Las conclusiones alcanzadas demuestran que la implementación del mecanismo de control ha sido efectiva. La exactitud en la medición de temperatura y la rapidez de respuesta aseguran un ambiente controlado que minimiza variaciones, lo que es fundamental para preservar la calidad del proceso.

4. 4 DISCUSIÓN DE RESULTADOS

La discusión de estos resultados sugiere que un sistema de control automatizado no solo incrementa el rendimiento operativo, sino que también tiene un impacto significativo en la calidad del producto final. No obstante, se detectaron áreas de mejora, como la necesidad de un sistema de alerta temprana para prevenir sobrecalentamientos. Además, se discutieron las implicaciones económicas de la implementación del sistema, que, aunque requiere inversión inicial, puede resultar en ahorros significativos a largo plazo.



CONCLUSIONES

La puesta en marcha del sistema de control para supervisar la temperatura en el módulo de tanque de alimentación continua ha demostrado ser fundamental para optimizar el proceso de calentamiento. Este sistema no solo garantiza un seguimiento preciso de las temperaturas, sino que también permite la identificación temprana de anomalías, mejorando así la eficiencia operativa y la seguridad del sistema. Los datos recolectados proporcionan datos importantes para la toma de decisiones y la optimización continua del proceso.

La selección adecuada de sensores y actuadores para el módulo de tanque de alimentación continua es fundamental para el rendimiento y la eficiencia del sistema, se ha logrado identificar los dispositivos más idóneos que garantizan un monitoreo preciso y un control efectivo de la variable temperatura.

El desarrollo de la configuración del PLC para el control de la Estado térmico de calentamiento en el módulo de tanque de alimentación continua ha sido fundamental para la automatización y optimización del proceso. La implementación de algoritmos específicos permite un monitoreo y control precisos de la temperatura.

El monitoreo de la temperatura de calentamiento en el módulo de tanque de alimentación continua ha demostrado ser un componente esencial para garantizar la efectividad y la seguridad del procedimiento. A través de un seguimiento constante y preciso de las temperaturas, se ha logrado identificar y corregir desviaciones en tiempo real, lo que permite mantener condiciones óptimas de operación.



RECOMENDACIONES

Se sugiere definir un plan integral de capacitación y mantenimiento ininterrumpido para el sistema de control de temperatura. Este plan debe incluir formación regular del personal sobre el uso y la gestión del sistema, así como protocolos de mantenimiento preventivo y correctivo, lo que a su vez optimiza la operación y mejora la calidad del proceso de calentamiento en el módulo de tanque de alimentación continua.

Se recomienda realizar una revisión exhaustiva y periódica de los sensores y actuadores seleccionados para el módulo de tanque de alimentación continua. Esto incluye evaluar su desempeño en condiciones operativas reales, asegurando que continúen cumpliendo con los requisitos de precisión y confiabilidad a lo largo del tiempo.

Se recomienda establecer un programa de pruebas y validación exhaustivo para la programación del PLC, que incluya simulaciones y pruebas en condiciones reales de operación. Esto asegurará que los algoritmos implementados funcionen de manera óptima y sean capaces de responder adecuadamente a diversas situaciones, como cambios bruscos en la temperatura o fallos en los sensores.

Se recomienda implementar un sistema de conservación preventivo y inspección regular de los equipos de monitoreo para garantizar su precisión y fiabilidad a largo plazo. Además, es aconsejable establecer protocolos de respuesta ante desviaciones de temperatura, incluyendo alarmas y procedimientos claros para la intervención del personal.



REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Montoya, J., Mina, J., & Patiño, C. (2019). Desarrollo de un brazo robótico Scara clasificador de objetos. *Ingenierías*. Institución Universitaria Antonio José Camacho, Cali, Colombia. <https://repositorio.uniajc.edu.co/handle/uniajc/732>
- Airtac. (20 de 09 de 2024). Brazo Neumático. Lima, Peru. <https://www.airtacperu.com.pe/brazo-neumatico/>
- AirTAC International Group. (23 de 10 de 2023). *Airtac.com*. AirTAC International Group: <https://global.airtac.com/>
- Alba, E. (2019). "Modelado y sintonización de un controlador PID de un robot tipo puma de tres grados de libertad utilizando lógica difusa". *Ingenierías*. Universidad Nacional del Callao, Callao, Perú. <http://hdl.handle.net/20.500.12952/3518>
- Álvarez, M. (2004). *Controladores Logicos*. Barcelona, España: Marcombo. <https://books.google.hn/books?id=uR19LQiBpDgC&printsec=frontcover#v=onepage&q&f=false>
- Álvarez, O., & Arango, J. (2013). Diseño e implementación de un sistema de control de temperatura en tanque esférico para el Hospital Pablo Tobón Uribe. *Pre grado*. Institución Universitaria Pascual Bravo, Medellín, Colombia. <https://repositorio.pascualbravo.edu.co/handle/pascualbravo/716>
- Alviz, E. (2022). Diseño e implementación de un módulo educativo para el control de temperatura, empleando controladores PI, PID y Predictor de SMITH. *Pre grado*. Universidad Católica de Santa María, Arequipa, Peru. <https://repositorio.ucsm.edu.pe/handle/20.500.12920/11611>
- Asencio, R. (2018). Diseño de un sistema automatizado para procesos electroneumáticos de lógica cableada. *Pre grado*. Universidad Jose Carlos Mariategui. <https://hdl.handle.net/20.500.12819/405>
- Barbado, J., Sierra, J., & Bravo, J. (2013). *Automatismos Industriales*. México, México: Alfaomega Grupo Editor S.A. <https://biblioteca.epn.edu.ec/cgi-bin/koha/opac-detail.pl?biblionumber=38545>
- Barcenas, J. (2020). Diseño de un sistema de sujeción para los elementos neumáticos fijos del laboratorio de neumática de la UAN. *Pre grado*.



- Universidad Antonio Nariño, Bogotá,, Colombia.
<http://repositorio.uan.edu.co/handle/123456789/2223>
- Cabrera, S. (16 de 10 de 2023). *Scribd*. Guía de Módulo Neumática y Oleohidráulica: <https://es.scribd.com/document/187817702/Guia-de-Modulo-Neumatica-y-Oleohidraulica>
- Caicay, J. (2019). Propuesta de un sistema de automatización en la etapa de paletizado en una empresa de alimento balanceado para incrementar la productividad. *Pre grado*. Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo, Chiclayo, Peru. <http://hdl.handle.net/20.500.12423/1993>
- Cayancela, J., & Colcha, E. (2015). Diseño y construcción de un módulo de automatización del proceso de ensamblaje usando ventosa neumática, controlado con PLC y pantalla táctil para la Facultad de Mecánica de la ESPOCH. *Pre grado*. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Exuador. <http://dspace.esPOCH.edu.ec/handle/123456789/4485>
- Chavez, R. (2022). Análisis de desempeño en simulación de un controlador adaptativo en el control de trayectoria de un manipulador robotico de 2 grados de libertad. *Ingenierías* . Universidad Católica de Santa María, Arequipa , Perú.
<https://repositorio.ucsm.edu.pe/handle/20.500.12920/12048>
- Creus, A. (2007). *Neumática e Hidráulica*. Madrid, España: MARCOMBO, S.A.
<https://es.b-ok.lat/book/2553210/845965>
- Daneri, P. (2008). *PLC. Automatización y control industrial*. Buenos Aires -, Argentina : Editorial Hispano Americana S.A. - H.A.S.A. <https://libros.ep-electropc.com/2018/06/plc-automatizacion-y-control-industrial.html?m=1>
- Dueñez, J. (2020). Brazo robótico clasificador de colores RGB controlado con FPGA. *Ingenierías*. Instituto Tecnológico Superior de Guanajuato, Guanajuato, México .
<https://rinacional.tecnm.mx/jspui/handle/TecNM/4303>
- Elizalde, J. (2019). Diseño y análisis de dispositivo de sujeción reconfigurable para uso con robot industrial. *Maestría*. Centro de Ingenierias y Desarrollo industrial, Mexico.
<http://cidesi.repositorioinstitucional.mx/jspui/handle/1024/450>



- Fuertes, Y. (2017). Diseño e implementación de un módulo educativo para el control de temperatura. *Pre grado*. Pontificia Universidad Católica del Perú, Lima, Peru. <http://hdl.handle.net/20.500.12404/8629>
- Galvez, C. (2023). Diseño de una herramienta electroneumática para la siembra automatizada de semillas de pequeñas dimensiones en bandejas de germinación. *Pre grado*. Universidad Cesar Vallejo, Trujillo, Peru. <https://hdl.handle.net/20.500.12692/126438>
- González, T., del Río, G., Tena, J., & Torres, B. (2011). *Circuitos de fluidos. Suspensión y dirección*. Editex. https://www.uniliber.com/ficha/circuitos-de-fluidos-suspension-y-direccion-vvaa-tdk642_107767767/
- Guadalupe, L. (2010). *Integración de celda didáctica de manufactura*. Guadalajara , México : FESTO PNEUMATICS. <https://es.scribd.com/document/224114993/CeldaDidacticaFestoUVM>
- Guayasamín, I., & López, N. (2007). Diseño y construcción de un tablero modular de formación profesional en la tecnología de automatización para el laboratorio de automatización industrial de procesos mecánicos de la Facultad de Mecánica de la EPN. *Ingenierías*. Escuela Politécnica Nacional, Quito, Ecuador . <http://bibdigital.epn.edu.ec/handle/15000/2002>
- Guillén, A. (1988). *Aplicaciones industriales de la neumática*. Barcelona, España: Marcombo S. A. <https://www.iplacex.cl/hubfs/pdf/mineduc/mecanica-industrial/maquinaria-industrial/aplicaciones-industriales-de-la-neumatica.pdf>
- Guillén, A. (1993). *Introducción a la neumática*. Barcelona, España: Marcombo, S.A. https://kupdf.net/download/introduccion-a-la-neumatica-antonio-guillen-salvador_5d1ad6d8e2b6f585064583f1_pdf
- Jaramillo, M. (2015). Diseño e implementación de un sistema de clasificación didáctico para supervisar un proceso industrial en el laboratorio de hidrónica y neutrónica. *Ingenierías*. Universidad de las Fuerzas Armadas - ESPE, Latacunga, Ecuador . <http://repositorio.espe.edu.ec/handle/21000/10049>
- Jose, V. (10 de setiembre de 2009). *Sensores en un PLC al detalle*. Lima , Lima , Peru.



- Luna, J. (2021). Sistema de seguridad adaptable para brazos robóticos. *Ingenierías*. Pontificia Universidad Católica del Perú, Lima, Perú. <http://hdl.handle.net/20.500.12404/21120>
- Mateo, M. (2022). Clasificación de piezas metálicas mediante una Red Neuronal Convolucional y Análisis de Componentes Principales. *Ingenierías*. Universidad Autónoma del estado de México, México, México. <http://hdl.handle.net/20.500.11799/137394>
- Piedrafita, R. (2004). *Ingeniería de la Automatización Industrial* (Segunda ed.). México : Alfaomega. <https://es.scribd.com/document/596377245/pdfcoffee-com-375800189-ingenieria-de-la-automatizacion-industrial-2-ed-pedro-piedrafitapdf-5-pdf-free>
- Portugal, S., & Vargas, E. (2020). Diseño e implementación de un módulo educativo de control neumático secuencial. *Pre gradp*. Universidad Católica de Santa María, Peru. <https://repositorio.ucsm.edu.pe/handle/20.500.12920/9783>
- Ramírez, J., & Palacios, C. (2016). Diseño de un efector final de ventosa por vacío. *Maestría*. Instituto Politécnico Nacional, México. <http://tesis.ipn.mx/handle/123456789/16156>
- Rodríguez, F., & Berenguel, M. (2004). *Control y Robótica en agricultura*. Almería, España: El Ejido. <https://books.google.com.ec/books?id=ccckBQAAQBAJ&printsec=copyright#v=onepage&q&f=false>
- Sanchez, K., & Goche, M. (2021). Implementación de un módulo con sistema de periferia descentralizada Hart, para el control de nivel y temperatura en la planta de tanques del Laboratorio de Control de la Escuela Profesional de Ingeniería Electrónica. *Pre grado*. Universidad Privada de Tacna, Tacna, Peru. <http://hdl.handle.net/20.500.12969/2104>
- Serrano, A. (2009). *Neumática Práctica*. Madrid, España: Paraninfo, S.A. https://books.google.com.pe/books/about/Neum%C3%A1tica_pr%C3%A1ctica.html?id=-IUVsZSC6GsC&redir_esc=y



- ShneiderElectric. (25 de 10 de 2023). *Se.com*. Interfaz Hombre Maquina:
<https://www.se.com/cr/es/product-category/2100-hmi-interfaz-hombre-m%C3%A1quina/>
- Somolinos, J. (2002). *Avances en robótica y visión por computador*. España: Univ. de Castilla La Mancha,.
https://books.google.com.pe/books/about/Avances_en_rob%C3%B3tica_y_visi%C3%B3n_por_compu.html?id=V-eXwzEIngQC&redir_esc=y
- Suarez, E., & Torres, P. (2017). Diseño e Implementación de un Sistema Scada para el Control PID de Nivel y Temperatura Independientes en Dos Tanques de la Planta de Procesos Análogos (PPA). *Pre grado*. Universidad Distrital Francisco José de Caldas, Bogotá, Colombia.
<http://hdl.handle.net/11349/7847>
- Viñan, C., & Alvarado, R. (2018). Diseño e implementación de un sistema de control de temperatura y nivel de agua en la planta de llenado de tanques del laboratorio de automatización industrial utilizando un algoritmo PID. *Pre grado*. Universidad Politécnica Salesiana, Quito, Ecuador.
<https://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/16060>



ANEXOS



ANEXO 01 MATRIZ DE CONCISTENCIA

TÍTULO: IMPLEMENTACION DE UN SISTEMA DE CONTROL PARA EL MONITOREO DE LA TEMPERATURA DE CALENTAMIENTO EN UN MODULO DE TANQUE DE ALIMENTACIÓN CONTINUA					
AUTOR: DENIS PAUL GOMEZ MIRANDA					
PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPOSTESIS	VARIABLES E INDICADORES		
<p>PROBLEMA GENERAL</p> <p>Como Implementar un sistema de control para el monitoreo de la temperatura de calentamiento en un módulo de tanque de alimentación continua.</p> <p>PROBLEMAS ESPECÍFICOS</p> <p>¿De qué manera se realiza la selección de sensores y actuadores para el módulo tanque de alimentación continua?</p> <p>¿Como se desarrolla la programación del PLC para el control de la temperatura de calentamiento en el módulo de tanque de alimentación continua?</p> <p>¿De qué manera se realiza el monitoreo de la temperatura de calentamiento en el módulo de tanque de alimentación continua?</p>	<p>OBJETIVOS GENERAL</p> <p>Implementar un sistema de control para el monitoreo de la temperatura de calentamiento en un módulo de tanque de alimentación continua.</p> <p>OBJETIVOS ESPECÍFICOS</p> <p>OE1. Seleccionar los sensores y actuadores para el módulo tanque de alimentación continua.</p> <p>OE2. Desarrollar la programación del PLC para el control de la temperatura de calentamiento en el módulo de tanque de alimentación continua.</p> <p>OE3. Realizar el monitoreo de la temperatura de calentamiento en el módulo de tanque de alimentación continua.</p>	<p>HIPOSTESIS GENERAL</p> <p>La implementación de un sistema de control para el monitoreo de la temperatura en el módulo de tanque de alimentación continua permitirá mantener la temperatura dentro de los rangos óptimos de operación, mejorando así la eficiencia del proceso y reduciendo el riesgo de sobrecalentamiento.</p> <p>HIPÓTESIS ESPECIFICAS</p> <p>La selección adecuada de sensores y actuadores para el módulo de tanque de alimentación continua permitirá un control más eficiente del proceso, garantizando mediciones precisas y respuestas rápidas a las variaciones en las condiciones del sistema.</p> <p>El desarrollo de una programación adecuada en el PLC para el control de la temperatura en el módulo de tanque de alimentación continua mejorará la precisión en la regulación de la temperatura deseada.</p> <p>El monitoreo continuo de la temperatura de calentamiento en el módulo de tanque de alimentación continua permitirá detectar y corregir desviaciones en tiempo real, mejorando la estabilidad del proceso y evitando fallos en el sistema.</p>	<p>Variable Independiente</p> <p>Variable Independiente: Sistema de control</p> <p>Variable dependiente: Temperatura de calentamiento del tanque.</p>	<p>Dimensiones</p> <p>Procesamiento de señales</p> <p>Medición de temperatura</p>	<p>Indicador</p> <p>Tiempo de respuesta</p> <p>Temperatura del tanque</p>

Anexo: 02 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: 03 PLC S7 1200 Siemens

SIEMENS

Hoja de datos

6ES7215-1BG40-0XB0



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

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

Anexo: 04 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



Apéndice2: Instrumentos.

Apéndice2: Instrumentos.

I.- Datos del experto

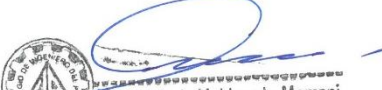
- 1.- Apellidos y nombres: MALDONADO MAMANI RICARDO RUIBAL
- 2.- Cargo e institución donde labora: DOCENTE - UANCV

Se realizan una lista de instrumentos electrónicos que se utilizaron para el proyecto "IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE CONTROL PARA EL MONITOREO DE LA TEMPERATURA DE CALENTAMIENTO EN UN MODULO DE TANQUE DE ALIMENTACIÓN CONTINUA", en donde se utilizaron los instrumentos de investigación de Observación directa y experimentación.

Tabla de instrumentos electrónicos.

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

Nota: Instrumentos electrónicos en la experimentación.



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



Anexo 5 VALIDACION DE INSTRUMENTO

Apéndice3: Validación de instrumentos.

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

Validación de instrumentos Electrónicos

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

Nota: Se valida datos con instrumentos tecnológicos



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



Apéndice 4: Tratamiento de Datos.

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

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

Nota: El estudio y la validación de datos obtenidos.



Dr. Ricardo A. Maldonado Mamani
INGENIERO INDUSTRIAL
C.I.P. 89118



ANEXO 1
FORMULARIO DE AUTORIZACIÓN

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

Formato digital

Fecha de entrega: 07/07/2025

1. Datos del autor (es):

Nombres y Apellidos: MAX JHOSEP ORTEGA ZEVALLOS

Dirección: Av. 28 de julio nro 107 - Yunguyo - Puno

DNI/Carné de Extranjería/Pasaporte N°: 70171275

Teléfono: 918 872 059 email: jhoseportega2018@gmail.com

Nombres y Apellidos: _____

Dirección: _____

DNI/Carné de Extranjería/Pasaporte N°: _____

Teléfono: _____ email: _____

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

Escuela Profesional o Mención: INGENIERÍA MECATRÓNICA

Título o Grado Académico a optar: INGENIERO MECATRÓNICO

Asesor: Dr. RICARDO ANIBAL MALDONADO MAMANI

Esta obra se encuentra dentro de las siguientes denominaciones:

Trabajo de Investigación Tesis Trabajo de Suficiencia Profesional Trabajo Académico

Título: IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE CONTROL PARA EL MONITOREO DE LA TEMPERATURA DE CALENTAMIENTO EN UN MODULO DE TANQUE DE ALIMENTACIÓN CONTINUA

Palabras claves, (3 a 5 términos): Control, monitoreo, temperatura, alimentación continua.

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

1

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

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

2. Referencia de tesis:

Bachiller Título 2da Especialidad Maestría Doctorado

3. Licencias:

a) Licencia estándar:

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

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

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

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

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

Autorizo su publicación (marque con una X)

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

b) Licencia CREATIVE COMMONS 4.0 INTERNACIONAL:

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

¿Quiere permitir usos comerciales de su producción intelectual?

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

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

- Sí autorizo
- No autorizo



Jurisdicción de su Licencia

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

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

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

- Internacional
- Nacional

Línea de investigación: **Tecnología de la Instrumentación – P21**

Firma de Autor



huella digital

07 de julio del 2025

Fecha