



UNIVERSIDAD ANDINA

NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ

FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA MECATRÓNICA



**IMPLEMENTACION DE UN MODULO DE HORNO ELECTRICO
PARA EL CONTROL DE TEMPERATURA MEDIANTE UN
CONTROLADOR LOGICO PROGRAMABLE**

TESIS PRESENTADA POR:

Bach. JAIME CONDORI PARQUE

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

INGENIERO MECATRÓNICO

JULIACA – PERÚ

2024



UNIVERSIDAD ANDINA

NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ

FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA MECATRÓNICA

**IMPLEMENTACION DE UN MODULO DE HORNO ELECTRICO
PARA EL CONTROL DE TEMPERATURA MEDIANTE UN
CONTROLADOR LOGICO PROGRAMABLE**

TESIS PRESENTADA POR:

Bach. JAIME CONDORI PARQUE

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

INGENIERO MECATRÓNICO

APROBADA POR EL JURADO REVISOR:

PRESIDENTE

: 
Mgtr. SALVADOR TEODORO VALDIVIA CARDENAS

PRIMER MIEMBRO

: 
Ing. ADWAR RANULFO SANCHEZ CARREON

SEGUNDO MIEMBRO

: 
Mgtr. GIOVANNI JOSE HUACASI SUPO

ASESOR DE TESIS

: 
Ing. ABELARDO LEON MIRANDA

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN : TECNOLOGÍA DE LA INSTRUMENTACIÓN – P21



RESOLUCIÓN DECANAL N° 141-2024-D-FICP-UANCV

Juliaca, 25 de abril de 2024

VISTOS:

El **INFORME N° 001-2024-D-UI-FICP.UANCV**, del Director de la Escuela Profesional de **Ingeniería Mecatrónica** de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras y Resolución Decanal N°110-2024 de fecha 18 de abril de 2024 sobre la aprobación del Informe Final del trabajo de Investigación (tesis) titulado: **IMPLEMENTACION DE UN MODULO DE HORNO ELECTRICO PARA EL CONTROL DE TEMPERATURA MEDIANTE UN CONTROLADOR LOGICO PROGRAMABLE**; y el trámite solicitado por el Bachiller en **Ingeniería Mecatrónica** y;

CONSIDERANDO:

Que, el Bachiller: **JAIME CONDORI PARQUE**; ha solicitado fecha y hora para efectuar la sustentación del Informe Final del Trabajo de Investigación (tesis) titulado: **IMPLEMENTACION DE UN MODULO DE HORNO ELECTRICO PARA EL CONTROL DE TEMPERATURA MEDIANTE UN CONTROLADOR LOGICO PROGRAMABLE**, para rendir el examen de sustentación del trabajo de Investigación (tesis) y optar el Título Profesional de **Ingeniero Mecatrónico**, y;

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

* Presidente	:	Mgtr. SALVADOR TEODORO VALDIVIA CARDENAS
* 1er Miembro	:	Ing. ADWAR RANULFO SANCHEZ CARREON
* 2do Miembro	:	Mgtr. GIOVANNI JOSE PHUACASI SUPO
* Asesor	:	Ing. ABELARDO LEON MIRANDA

De conformidad al Reglamento de aseguramiento de calidad de trabajos de investigación, con fines de obtención de grados académicos y títulos profesionales de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras y en uso a las atribuciones, que le concede la ley Universitaria N° 30220, ley de creación de la UANCV N° 23738 y modificatoria N° 24661, y el Estatuto de la UANCV, el Decano de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras.

RESUELVE:

ARTICULO PRIMERO. - **APROBAR** Lugar, Día y Hora para que el (la) bachiller: **JAIME CONDORI PARQUE**; rendirá el Examen de Sustentación del Informe Final del Trabajo de Investigación (tesis) titulado **IMPLEMENTACION DE UN MODULO DE HORNO ELECTRICO PARA EL CONTROL DE TEMPERATURA MEDIANTE UN CONTROLADOR LOGICO PROGRAMABLE**, para optar el Título Profesional de **Ingeniero Mecatrónico** de acuerdo al siguiente detalle:

* FECHA	:	martes 30 de abril de 2024
* HORA	:	08:30
* LUGAR	:	Aula 303 - pabellón de hidráulica

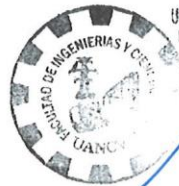
ARTICULO SEGUNDO. - La Unidad de Investigación de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras, el Director y el responsable del comité de investigación de la Escuela Profesional de **Ingeniería Mecatrónica**, quedan encargados del cumplimiento de la presente Resolución.

Regístrese, Comuníquese, Archívese.



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

.....
D. MILTHON QUISPE HUANCA
DECANO
CIP. 47790



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

.....
OSCARILLO SOSA
SECRETARIO ACADÉMICO
CIP. 95051

C.c. Arch. 2024
Interesado
Escuela Profesional



RESOLUCIÓN DECANAL N° 110-2024-D-FICP-UANCV

Juliaca, 18 de abril de 2024

VISTOS:

El **INFORME N° 051-2024-D-UI-FICP-UANCV**, del Director Unidad de Investigación de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Ingeniería Mecatrónica, **INFORME N° 003-2024-UI-CI-EPIM-FICP-UANCV** del Presidente del Sub Comité de Evaluación de la Escuela Profesional de Ingeniería Mecatrónica, **RESOLUCIÓN DECANAL N° 693-2023-D-FICP-UANCV** que aprueba el Proyecto de Investigación el **02 de agosto de 2023** y el acta de revisión y calificación del Trabajo de Investigación (tesis) de fecha **05 de abril de 2024** para optar el Título Profesional de Ingeniero Mecatrónico, con el tema titulado: **IMPLEMENTACION DE UN MODULO DE HORNO ELECTRICO PARA EL CONTROL DE TEMPERATURA MEDIANTE UN CONTROLADOR LOGICO PROGRAMABLE.**

CONSIDERANDO:

Que, el (la) Bachiller: **JAIME CONDORI PARQUE**, ha presentado su Trabajo de Investigación (tesis) Titulado: **IMPLEMENTACION DE UN MODULO DE HORNO ELECTRICO PARA EL CONTROL DE TEMPERATURA MEDIANTE UN CONTROLADOR LOGICO PROGRAMABLE.**

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

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

Que, el Sub Comité de evaluación ha aprobado en su integridad el Trabajo de Investigación (tesis) titulado: **IMPLEMENTACION DE UN MODULO DE HORNO ELECTRICO PARA EL CONTROL DE TEMPERATURA MEDIANTE UN CONTROLADOR LOGICO PROGRAMABLE.**

Que, la Oficina de Investigación ha aprobado con el Dictamen N° 204-2024, la originalidad del trabajo de investigación (tesis) titulado: **IMPLEMENTACION DE UN MODULO DE HORNO ELECTRICO PARA EL CONTROL DE TEMPERATURA MEDIANTE UN CONTROLADOR LOGICO PROGRAMABLE.**

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

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

RESUELVE:

ARTICULO PRIMERO.- APROBAR, el informe final de **TRABAJO DE INVESTIGACIÓN (Tesis)**, del Bachiller: **JAIME CONDORI PARQUE**, para optar el Título Profesional de Ingeniero Mecatrónico, con el Tema Titulado: **IMPLEMENTACION DE UN MODULO DE HORNO ELECTRICO PARA EL CONTROL DE TEMPERATURA MEDIANTE UN CONTROLADOR LOGICO PROGRAMABLE.**

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

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

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

Regístrese, Comuníquese, Archívese,


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


UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y Cs. PURAS
Dr. EFRAIN PARILLO SOSA
SECRETARIO ACADEMICO
CIP. 95531

cc
archivo 2024
interesado (a)



RESOLUCIÓN DECANAL N° 693-2023-D-FICP-UANCV

Juliaca, 02 de agosto 2023

VISTOS:

El, **INFORME N° 381-2023-D-UI-FICP.UANCV** del Director de la Unidad de Investigación de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras, **INFORME DE OPINIÓN TÉCNICA N° 009-2023-UANCV-FICP-UI-CI** del responsable del Comité de Investigación, la **opinión técnica N° 009-2023-UANCV-FICP-UI-CI** del presidente del sub comité de la Escuela Profesional de **Ingeniería Mecatrónica** y el **ACTA DE REGISTRO DE PROYECTO DE INVESTIGACIÓN** según reglamento interno de aseguramiento de la calidad de trabajos de investigación de fecha **22 de mayo de 2023**, para optar el Título Profesional de Ingeniero Mecatrónico, con el tema titulado: **IMPLEMENTACION DE UN MODULO DE HORNO ELECTRICO PARA EL CONTROL DE TEMPERATURA MEDIANTE UN CONTROLADOR LOGICO PROGRAMABLE.**

CONSIDERANDO:

Que, el (la) Bachiller: **JAIME CONDORI PARQUE**, ha presentado su Proyecto de Investigación Titulado: **IMPLEMENTACION DE UN MODULO DE HORNO ELECTRICO PARA EL CONTROL DE TEMPERATURA MEDIANTE UN CONTROLADOR LOGICO PROGRAMABLE**, para optar el Título Profesional de **Ingeniero Mecatrónico.**

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

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

Que, la sub comisión de evaluación ha concluido aprobar sin observación el Proyecto de Investigación titulado: **IMPLEMENTACION DE UN MODULO DE HORNO ELECTRICO PARA EL CONTROL DE TEMPERATURA MEDIANTE UN CONTROLADOR LOGICO PROGRAMABLE**, y;

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

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

RESUELVE:

ARTÍCULO PRIMERO.- APROBAR, el **PROYECTO DE INVESTIGACIÓN**, presentado por el (la) Bachiller: **JAIME CONDORI PARQUE**, para optar el Título Profesional de **Ingeniero Mecatrónico**, con el Tema Titulado: **IMPLEMENTACION DE UN MODULO DE HORNO ELECTRICO PARA EL CONTROL DE TEMPERATURA MEDIANTE UN CONTROLADOR LOGICO PROGRAMABLE.**

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

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

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

Regístrese, Comuníquese, Archívese.



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

Mgtr. MILTHON QUISPE HUANCA
DECANO
CIP. 47790



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

Dr. EFRAIN PARILLO SOSA
SECRETARIO ACADEMICO
CIP. 95531

cc.
archivo 2023
interesado (a)



IMPLEMENTACION DE UN MODULO DE HORAS EN EL CONTROL DE TEMPERATURA MEDIANTE UN CONTROLADOR LOGICO PROGRAMABLE

INFORME DE ORIGINALIDAD

16%

INDICE DE SIMILITUD

13%

FUENTES DE INTERNET

1%

PUBLICACIONES

9%

TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1	repositorio.uncp.edu.pe Fuente de Internet	7%
2	Submitted to Universidad Andina Nestor Caceres Velasquez Trabajo del estudiante	5%
3	hdl.handle.net Fuente de Internet	1%
4	repositorio.undac.edu.pe Fuente de Internet	<1%
5	dspace.ups.edu.ec Fuente de Internet	<1%
6	repositorio.utp.edu.co Fuente de Internet	<1%
7	alicia.concytec.gob.pe Fuente de Internet	<1%
8	Submitted to Universidad Nacional del Centro del Perú	<1%



Metadatos Complementarios

Título de la tesis	
IMPLEMENTACION DE UN MODULO DE HORNO ELECTRICO PARA EL CONTROL DE TEMPERATURA MEDIANTE UN CONTROLADOR LOGICO PROGRAMABLE	
Datos de autor	
Nombres y Apellidos	JAIME CONDORI PARQUE
Tipo de documento de identidad	DNI
Número de documento de identidad	44062119
URL de ORCID	https://orcid.org/0009-0005-1483-0886
Datos de asesor	
Apellidos y Nombres	ABELARDO LEON MIRANDA
Tipo de documento de identidad	DNI
Número de documento de identidad	40198643
URL de ORCID	https://orcid.org/0000-0001-8370-5660
Datos del jurado	
Presidente del jurado	
Apellidos y Nombres	SALVADOR TEODORO VALDIVIA CARDENAS
Tipo de documento	DNI
Número de documento de identidad	02383061
Miembro del jurado 1	
Apellidos y Nombres	ADWAR RANULFO SANCHEZ CARREON
Tipo de documento	DNI
Número de documento de identidad	02064066
Miembro del jurado 2	
Apellidos y Nombres	GIOVANNI JOSE HUACASI SUPO
Tipo de documento	DNI
Número de documento de identidad	40713810

Datos de investigación	
Línea de investigación	TECNOLOGÍA DE LA INSTRUMENTACIÓN – P21
Grupo de investigación	No aplica.
Agencia de financiamiento	Sin Financiamiento
Ubicación geográfica de la investigación	<p>País: Perú Departamento: Puno Provincia: San Román Distrito: Juliaca Latitud: -15.476171440334976 Longitud: -70.14091641691694</p> <p>https://maps.app.goo.gl/oTUNYGWonPsPu4ny7</p> 
Año o rango de años en que se realizó la investigación	Enero 2024 – Abril 2024
URL de disciplinas OCDE https://concytec-pe.github.io/Peru-CRIS/vocabularios/ocde_ford.html - Librería	<p>Ingeniería, Tecnología https://purl.org/pe-repo/ocde/ford#2.00.00</p> <p>Sistemas de automatización, Sistemas de control https://purl.org/pe-repo/ocde/ford#2.02.03</p>


UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO VICERRECTOR CACERES Y ROQUEZ
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS
Dr. Eirani Barillo Gosa
DIRECTOR
UNIDAD DE INVESTIGACIÓN



DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD Y RESPONSABILIDAD

Yo JAI ME CONSORI PARQUE, identificado con DNI Nro. 44062119, en mi condición de egresado de:

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

INGENIERIA MECATRONICA

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

" IMPLEMENTACION DE UN MODULO DE HORNO ELECTRICO PARA EL CONTROL DE TEMPERATURA MEDIANTE UN CONTROLADOR LOGICO PROGRAMABLE "

Asesorado por: ING. ABELARDO LEON MIRANDA

Es un tema original.

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

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

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

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

Juliaca 28 de Agosto del 2024

Firma del Asesor

Firma del Estudiante



Huella



DEDICATORIA

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



AGRADECIMIENTO

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



ÍNDICE GENERAL

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

CAPÍTULO I

ASPECTOS GENERALES

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



CAPÍTULO II

FUNDAMENTOS TEÓRICOS

2.1. Antecedentes de la investigación 5

 2.1.1. A nivel internacional..... 5

 2.1.2. A nivel nacional..... 6

2.2. Marco teórico 9

2.3. Definición de términos 29

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1. Método de investigación 31

3.2. Tipo de investigación 31

3.3. Diseño de investigación..... 31

3.4. Ámbito de la investigación 32

3.5. Población y muestra 32

3.6. Técnicas e instrumentos de recogida de información..... 32

3.7. Recogida de datos..... 33

CAPÍTULO IV

ANÁLISIS DE RESULTADO Y DISCUSIÓN

4.1. Presentación 34

4.2. Pruebas y resultado en el módulo - horno eléctrico 53

4.3. Análisis e interpretación de resultados..... 61

4.4. Discusión de resultados..... 64

CONCLUSIONES..... 66

RECOMENDACIONES 67



REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	68
ANEXOS.....	70



ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Operacionalización de variables	4
Tabla 2 Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	32
Tabla 3 Pruebas y resultado en el módulo - horno eléctrico prueba 1	53
Tabla 4 Pruebas y resultado en el módulo - horno eléctrico prueba 2	54
Tabla 5 Pruebas y resultado en el módulo - horno eléctrico prueba 3	56
Tabla 6 Pruebas y resultado en el módulo - horno eléctrico prueba 4	58
Tabla 7 Análisis de variación de datos	61
Tabla 8 Los registros obtenidos del horno eléctrico	62



ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Esquema de control de circuito cerrado con control	10
Figura 2 Respuesta teórica y efectiva del control proporcional a una entrada. 10	
Figura 3 Reacción de un controlador integral a un cambio escalonado.....	11
Figura 4 Reacción de un PII a una perturbación escalonada.....	12
Figura 5 La reacción de un (PD) ante una pendiente.....	14
Figura 6 Respuesta un controlador Proporcional-Derivativo (PD) frente a una pendiente.....	16
Figura 7 La respuesta del regulador PID a una pendiente.....	17
Figura 8 Elementos esenciales de un Controlador Lógico Programable	19
Figura 9 Ilustración de una entrada, salida y actuador en un PLC.....	20
Figura 10 Entradas y salidas analógicas en un Controlador Lógico Programable	21
Figura 11 Ilustración de un diagrama en escalera.....	21
Figura 12 Aplicaciones en programación STL, FBD Y LAD	22
Figura 13 Representación del PLC S7-1200.	23
Figura 14 Representación del Módulo de Señales.....	24
Figura 15 Representación de Conexiones.....	24
Figura 16 Ilustración de la interacción con una programadora.	25
Figura 17 Vista del Portal y Vista del Proyecto visualizadas.....	25
Figura 18 Termocupla tipo J	27
Figura 19 Sensor de temperatura RTD (3 hilos).....	27
Figura 20 Relé de Estado Sólido	28
Figura 21 Componentes de un Relé de Estado Sólido.....	29
Figura 22 Medidas del horno eléctrico.....	34



Figura 23 Características del comportamiento de sistemas de orden uno.	35
Figura 24 La reacción a la función de escalón de la planta en configuración de lazo abierto.	35
Figura 25 Obtención de L y T a partir de la respuesta al escalón de la planta en la configuración de lazo abierto.	35
Figura 26 Representación gráfica de la respuesta del horno eléctrico.	37
Figura 27 Sensor RTD PT100.....	37
Figura 28 Componentes del sistema de regulación de temperatura.....	38
Figura 29 La posición del punto objetivo y la de los ceros del controlador PID.	38
Figura 30 Esquema de control PID para la temperatura.	39
Figura 31 Ventana de visualización del portal para iniciar un nuevo proyecto.	39
Figura 32 Pantalla para establecer la configuración de dispositivos.....	40
Figura 33 Pantalla donde se elige los tipos de dispositivos que se desea.	40
Figura 34 Pantalla para elegir la CPU.	41
Figura 35 Vista del proyecto en la ventana.....	41
Figura 36 Pantalla que muestra los dispositivos que has seleccionado.	41
Figura 37 Pantalla del editor de programas.....	42
Figura 38 Ajuste de la escala de la entrada del sensor de temperatura.	42
Figura 39 Pantalla para elegir PID compact.	43
Figura 40 Configuración de entrada de 0 a 10 v en el software tía portal v16..	44
Figura 41 Programación para la lectura y escalamiento de la entrada analógica	44
Figura 42 Configuración de parámetros y escalar el variable analógica de temperatura	45
Figura 43 Programación y escalamiento de la salida del PID compact	45



Figura 44 Escalamiento a una variable entera y se asigna como Qw112.....	46
Figura 45 Configuración del PID compact de TIA PORTAL.....	46
Figura 46 Configuración de las entradas.....	47
Figura 47 Configuración el rango de nuestro sensor de temperatura.....	47
Figura 48 Estabilización del control PID.....	48
Figura 49 Control digital de la resistencia del horno.....	48
Figura 50 Control y monitoreo en el extractor de aire.....	49
Figura 51 Sintonización del controlador PID.....	49
Figura 52 Prueba grafica 1.....	50
Figura 53 Prueba grafica 2.....	50
Figura 54 Desarrollo del sistema del control mediante el HMI.....	51
Figura 55 Controles on off del sistema.....	51
Figura 56 Sistema para ingresar datos.....	52
Figura 57 Sensor de temperatura integrado en el horno eléctrico.....	52
Figura 58 Panel de control mediante HMI.....	53
Figura 59 Prueba 1 en el módulo - horno eléctrico.....	54
Figura 60 Prueba 2 en el módulo - horno eléctrico.....	55
Figura 61 Sensor de temperatura en el extractor de aire.....	55
Figura 62 Grafica del controlador.....	56
Figura 63 Prueba 3 en el módulo - horno eléctrico.....	57
Figura 64 Sensor en el extractor.....	57
Figura 65 Gráfica de estabilización a 40 grados.....	58
Figura 66 Prueba 4 en el módulo - horno eléctrico.....	59
Figura 67 Datos de extracción.....	59
Figura 68 Gráfica que genera en estabilizarse en 50 grados.....	60



Figura 69 Grafica de variación de referencia requerida tiempo de 40 a 30 grados Celsius.....	60
Figura 70 Grafica de variación de referencia requerida tiempo de 50 a 40 grados Celsius.....	60
Figura 71 Implementación de mi controlador PID.....	62
Figura 72 Después de pasar algunos minutos en el proceso.	63
Figura 73 Valor final donde la medición se iguala al punto de consigna.....	63



RESUMEN

Esta tesis de investigación aborda la implementación de un sistema de control de temperatura para un horno eléctrico mediante un (PLC). La meta principal consiste en aumentar la eficacia y la exactitud. en el proceso de control térmico en la operación del horno.

La labor inicia con un análisis minucioso de la literatura relacionada con sistemas de control de temperatura, PLCs y aplicaciones en hornos industriales. Se destacan las ventajas de la automatización mediante PLCs en comparación con métodos tradicionales.

La fase experimental involucra la selección y configuración de sensores de temperatura, así como la integración del PLC para el control del horno eléctrico. Se describen detalladamente los algoritmos de control implementados y se analiza su rendimiento en términos de estabilidad y precisión.

La interfaz hombre-máquina (HMI) se desarrolla para facilitar la supervisión y la interacción con el sistema. Se enfatiza la relevancia de la accesibilidad y facilidad de uso de la interfaz para los operadores del horno.

Los resultados obtenidos evidencian mejorías sustanciales en la uniformidad y estabilidad de la temperatura en comparación con los métodos convencionales. Se discuten posibles aplicaciones industriales se proponen posibles temas de investigación futura, tales como, como la integración de tecnologías emergentes.

En conclusión, la exitosa aplicación de un módulo de horno eléctrico con control de temperatura a través de un PLC presenta beneficios notables en términos de eficiencia y precisión, contribuyendo al avance de la automatización en procesos industriales.

Palabras Clave: Control, Temperatura, Horno Eléctrico, Modulo.



ABSTRACT

This research thesis addresses the implementation of a temperature control system for an electric furnace by means of a PLC. The main goal is to increase efficiency and accuracy. in the process of thermal control in furnace operation.

The work begins with a thorough analysis of the literature related to temperature control systems, PLCs and applications in industrial furnaces. The advantages of automation using PLCs compared to traditional methods are highlighted.

The experimental phase involves the selection and configuration of temperature sensors, as well as the integration of the PLC for the control of the electric furnace. The implemented control algorithms are described in detail and their performance is analysed in terms of stability and accuracy.

The human-machine interface (HMI) is developed to facilitate monitoring and interaction with the system. The relevance of the accessibility and ease of use of the interface for furnace operators is emphasized.

The results obtained show substantial improvements in temperature uniformity and stability compared to conventional methods. Possible topics for future research are proposed, such as the integration of emerging technologies.

In conclusion, the successful application of an electric furnace module with temperature control through a PLC presents remarkable benefits in terms of efficiency and accuracy, contributing to the advancement of automation in industrial processes.

Keywords: Control, temperature, electric oven, module.



INTRODUCCIÓN

La realización de un Módulo de Horno Eléctrico con Control de Temperatura mediante un PLC representa un avance significativo en la automatización y eficiencia de los procesos térmicos en entornos industriales. En la industria moderna, la búsqueda constante de mejorar la precisión y la estabilidad en el mantener la calidad y seguridad mediante la regulación de la temperatura es crucial en la eficiencia de la producción.

Este estudio se enfoca en la utilización de tecnologías avanzadas, específicamente el uso de PLCs, para el control térmico de hornos eléctricos. A medida que la demanda de procesos más eficientes y confiables aumenta, la automatización mediante PLCs emerge como una solución robusta y adaptable. El objetivo principal de este estudio es llevar a cabo el desarrollo., ejecutar y evaluar un sistema de control de temperatura que aproveche al máximo las capacidades de un PLC.

La introducción comprende un análisis de la literatura que resalta la importancia de la automatización en procesos industriales, así como los desafíos y beneficios asociados con la regulación de la temperatura en hornos eléctricos. Se abordan conceptos clave relacionados con la instrumentación, sensores de temperatura y la programación de PLCs.

A lo largo de esta investigación, se explorarán las etapas esenciales del proceso, desde la selección y configuración de sensores de temperatura hasta la programación y prueba del PLC. Se prestará especial atención a la creación de algoritmos de regulación que posibiliten el control precisa de la temperatura, garantizando la uniformidad y estabilidad en el proceso térmico.



Además, se diseñará un (HMI) intuitiva para facilitar la interacción y vigilancia por parte de los operadores. La usabilidad de esta interfaz será un elemento clave para asegurar una implementación efectiva y la adopción exitosa por parte del personal operativo.

En última instancia, esta investigación busca contribuir al avance de la automatización en la industria, ofreciendo una solución práctica y eficiente para el control de temperatura en hornos eléctricos mediante la aplicación de PLCs. Se espera que los resultados obtenidos no solo mejoren la calidad del producto final, sino que también optimicen los procesos productivos, destacando la relevancia de la innovación tecnológica en el sector industrial.



CAPÍTULO I

ASPECTOS GENERALES

1. 1. Descripción del problema

El proyecto que se expone enfrenta desafíos al buscar llevar a cabo un control de temperatura preciso, dado que actualmente no existe un módulo con estas capacidades en diversos sectores académicos. La propuesta consiste en integrar la conexión de un módulo a un sistema de control de temperatura de horno eléctrico, con el objetivo de lograr una regulación precisa de la temperatura a través del empleo de un PLC y la implementación de un control automático.

1. 2. Formulación del problema

1. 2. 1. Problema general

¿Cómo implementar un módulo horno eléctrico para el control de temperatura mediante un PLC?

1. 2. 2. Problemas específicos

- ¿Cómo se seleccionará los elementos y componentes necesarios para el módulo del horno eléctrico?
- ¿De qué manera se implementará el módulo horno eléctrico?



- ¿Cómo se realizará el sistema de control P&D a través del lenguaje de programación Ladder en el PLC?

1. 3. Justificación

Este estudio se lleva a cabo con el fin de contribuir al entendimiento acerca del uso de PLC en la regulación de la temperatura en hornos eléctricos. Las conclusiones obtenidas de esta investigación pueden ser estructurados en una propuesta con el argumento de que el uso de PLCs demuestra una mejora en el rendimiento térmico de los hornos en procesos de producción.

1. 4. Objetivos de la investigación

1. 4. 1. Objetivo general

Implementar un módulo de horno eléctrico para el control de temperatura mediante un Controlador Lógico Programable.

1. 4. 2. Objetivos específicos

- Seleccionar los elementos y componentes necesarios para el módulo del horno eléctrico.
- Implementar el módulo horno eléctrico.
- Realizar la interfaz hombre –maquina a través del HMI KTP 700 siemens.

1. 5. Hipótesis de la investigación

1. 5. 1. Hipótesis general

La implementación de un módulo de horno eléctrico permite el control de temperatura automático mediante un controlador lógico programable PLC.



1. 5. 2. Hipótesis específicas

- Mediante las especificaciones técnicas de los elementos y componentes necesarios permite su selección para el módulo del horno eléctrico.
- Mediante la realización de planos y diagramas nos permite implementar el módulo de horno eléctrico.
- Mediante la programación del software WinCC Siemens permite generar la pantalla gráfica del HMI KTP 700 para el control de la temperatura.

1. 6. Variables de investigación

Variable Independiente

- Controlador Lógico Programable

Variable Dependiente

- Temperatura del módulo horno eléctrico



1. 7. Operacionalización de variables

Tabla 1
Operacionalización de variables

TIPO DE					
VARIABLE	VARIABLES		DIMENSIONES	INDICADORES	
Variable Independiente	PLC		Configuración del PLC.	Parámetros de configuración del PLC.	de
Variable Dependiente	Temperatura del módulo eléctrico	horno	Precisión de Control Temperatura	de Tiempo de respuesta a cambios de consigna. (°C)	de a de

Nota. Elaboración propia



CAPÍTULO II

FUNDAMENTOS TEÓRICOS

2.1. Antecedentes de la investigación

2.1.1. *A nivel internacional*

Nogales & Tapia (2018) Menciona que en la investigación se realizó en la empresa MALEMEC S.A, situada en la zona del Beaterio al sur de Quito, específicamente en el ámbito de hornos eléctricos industriales. El propósito central era mejorar la eficiencia en el uso del tiempo y disminuir los gastos vinculados al uso de energía eléctrica, empleado para llevar el procedimiento de curado o secado del esmalte utilizado en los bobinados de máquinas eléctricas como motores, generadores y transformadores, se considera una herramienta esencial en este contexto laboral.

Para lograr los beneficios previamente indicados, se realizaron ajustes en los componentes de control y potencia, y se introdujo un (HMI) que posibilita el monitoreo y gestión del procedimiento de regulación de temperatura. Los datos provenientes del sensor de temperatura (termocupla) se transmiten desde la instalación hacia el controlador, el cual, mediante una programación basada en



la retroalimentación de estados, toma decisiones para dirigir las operaciones de la etapa de potencia. Estas decisiones se ejecutan teniendo en cuenta la variable de temperatura y duración predefinidos por el usuario.

Al llevar a cabo la descripción detallada de la instalación, se consigue conseguir, la curva distintiva que ilustra su respuesta a una entrada en forma de rampa. Este proceso permite la linealización de sus segmentos o intervalos operativos, simplificando de este modo la aplicación del controlador en el dominio de los estados de acuerdo con los criterios establecidos por la empresa.

Aguirre & Sánchez (2014) Menciona la empresa de Calzado CASS llevará a cabo este proyecto con el objetivo de elevar la excelencia en la fabricación de calzado y brindar un servicio superior al cliente final. La iniciativa abarca la planificación, diseño y automatización de un horno eléctrico. Asegurándose de que el diseño cumple con las regulaciones establecidas. El material que se calentará en este horno será el Polyol y el Prepolymer, los cuales se emplearán en la fabricación de las plantillas destinadas a diversos tipos de calzado.

El horno a desarrollar será de tipo eléctrico, utilizando resistencias eléctricas como fuente de calor. Se empleará una termocupla industrial de tipo J para la adquisición de datos, transmitiendo la información al controlador de temperatura. Después de implementar la automatización, se llevarán a realizar pruebas de terreno para evaluar la eficacia del horno en su proceso.

2.1.2. A nivel nacional

Sanchez & Sucasaire, (2021) Menciona en esta investigación se propone optimizar un horno eléctrico empleado en el procedimiento de secado de bobinas



de motores eléctricos de hasta 300 caballos de potencia. Para lograr esto, se implementa un control de temperatura con el objetivo de elevar la capacidad de aislamiento evaluada en gigaóhms. El enfoque metodológico sigue la propuesta de concepción de productos de Ulrich y Eppinger, destacando la relevancia de la evaluación conceptual y la comparativa. con equipos existentes, ya sea mediante la obtención de datos directos o la indagación de datos de proveedores.

La mejora, siendo una actividad fundamental en el diseño de productos, fue seleccionada como la metodología principal para este propósito. El proceso de optimización se inició mediante un estudio conceptual que evaluó tres posibles soluciones, las cuales se establecieron mediante valores objetivos para cada métrica relevante. relacionada con mejorar del horno. Posteriormente, se llevó a cabo una evaluación térmica del horno, representando la bobina como un cilindro con un diámetro máximo de 500 mm y una longitud de 700 mm. Se calcularon las condiciones

para dos alternativas de proceso de secado: una mediante radiación junto con convección natural, y la otra mediante convección forzada.

Posteriormente, se procedió a la optimización de la componente principal del horno, que se modeló de forma independiente como un marco empotrado. Esta optimización se llevó a cabo resolviendo las utilizando fórmulas de inclinación y desviación, y aplicando el criterio de diseño fundamentado en límites de esfuerzo aceptables. (ASD). la cuarta etapa de los resultados se centró en la optimización del sistema eléctrico, la cual incluyó la incorporación de un equipado con un dispositivo de control y la propuesta de un elaborar un esquema



para establecer el circuito de control. Este segmento se concluyó al calcular los valores eléctricos.

Se procedió con la elaboración del diseño de la estructura, así como la cubierta y los conductos, los cuales fueron representados en un plano destinado a la fabricación. Posteriormente, se llevaron a cabo pruebas utilizando motores de 4 hp y 20 hp en un modelo de horno producido.

En el transcurso de la fase de secado, se registraron la información sobre la temperatura de inicio y fin en esos puntos. que fueron utilizados en el cálculo térmico. Se llegó a la conclusión de que, al optimizar el horno en sus aspectos eléctricos, térmicos y estructurales, se consigue mejorar la cualidad del aislamiento de las bobinas de los motores eléctricos.

Solís (2019) Menciona que un componente fundamental en el procedimiento actividades de mantenimiento y reparación de motores de inducción es el horno eléctrico, desempeñando un papel esencial como instalación de secado, especialmente destinado al tratamiento de barniz aislante en los bobinados. En la actualidad, la entidad Wilcom Energy S. A. C. se dedica a este proceso.

La empresa hace uso de un horno eléctrico que está funcionando en condiciones de baja eficiencia. El sistema de control actual se fundamenta en la experiencia acumulada, lo cual conlleva riesgos potenciales para el bobinado debido a la inestabilidad térmica y un uso inapropiado de la energía.

Esto involucró la optimización del sistema de control automático, que incluye una regulación térmica a través de la técnica PID y la gestión de los ventiladores empleados en la recirculación del aire caliente. Con el objetivo de



garantizar el rendimiento efectivo y eficaz del sistema automatizado, se diseñó una interfaz hombre-máquina para supervisar el parámetro de proceso.

De este modo, el sistema automatizado de control del horno de calentamiento mediante resistencias ofrece beneficios cualitativos tales como su eficiencia operativa y la precisión en el proceso térmico. Asimismo, la interfaz creada posibilita la gestión y supervisión del sistema de forma eficaz y eficiente, cumpliendo así con las características previamente establecidas para su operatividad.

2.2. Marco teórico

2.2.1. Controladores

Dentro de un sistema de control, se definen diversas acciones fundamentales de control según la respuesta obtenida, las cuales pueden ser: proporcional, derivativa, integral o una combinación de estas (Chumbe, 2019).

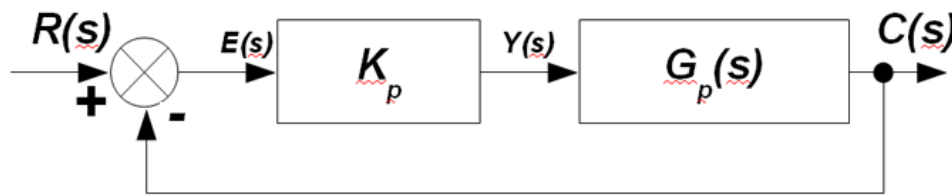
2.2.2. Controlador proporcional (P)

Según lo expresado por (Lewis & Yang, 1999). En estos tipos de controladores, la señal de control se encuentra en proporción directa a la señal de error del sistema. Se genera mediante la comparación entre la señal del valor requerido y el valor observado de la salida. Este controlador es el más básico y sencillo de todos, con una función de transferencia que se define por la vinculación entre la salida del controlador ($y(t)$) y la señal de error ($e(t)$).

$$y(t) = KP \cdot e(t) \quad (1)$$

Figura 1

Esquema de control de circuito cerrado con control

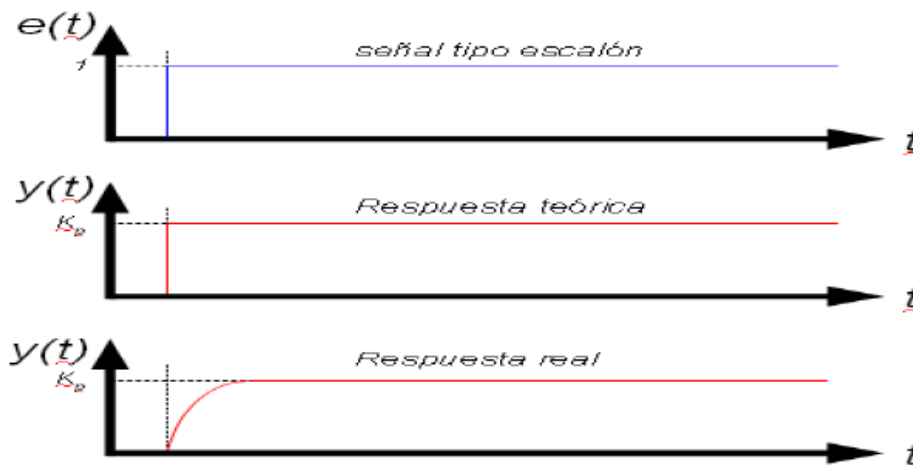


Nota. Extraído de (Lewis & Yang, 1999)

En este tipo de control, en teoría, si la discrepancia de señal es cero, la salida del controlador también lo será. Sin embargo, si la señal de entrada experimenta cambios muy rápidos, el controlador no puede seguir dichos cambios, resultando en un recorrido de tipo exponencial hasta lograr la salida requerida. (Lewis & Yang, 1999, pág. 278).

Figura 2

Respuesta teórica y efectiva del control proporcional a una entrada.



Nota. Extraído de (Lewis & Yang, 1999)

El control (P) exhiben consistentemente una respuesta que incluye algún nivel de error, lo que significa que operan con un ajuste de la posición del punto de control, es decir, operan dentro de un rango de control.

2.2.2.1. Controlador Integral

Emplean la integración de la señal de error, lo que resulta en que la acción lleva la salida al punto de control deseado (Chumbe, 2019).

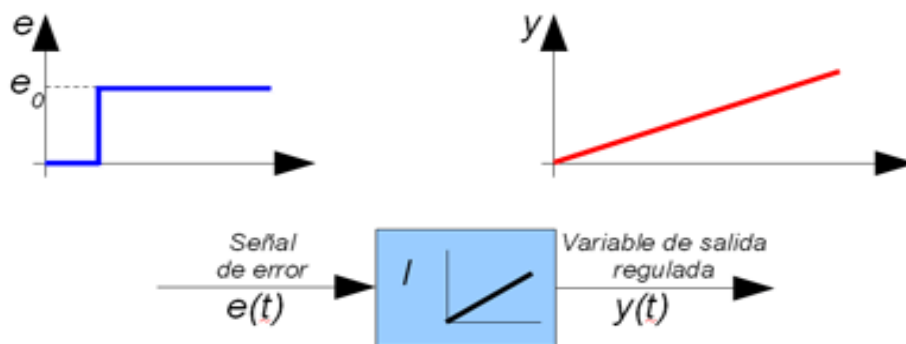
- ✓ $y(t)$ = Señal de control
- ✓ $e(t)$ = Señal Error
- ✓ T_i = Tiempo integral

La salida del controlador es:

$$y(t) = 1/T_i \int e(t). dt \quad (3)$$

Figura 3

Reacción de un controlador integral a un cambio escalonado.



Nota. Extraído de (Chumbe, 2019)

La rapidez con la que responde el controlador integral está determinada por el parámetro $1/T_i$. Sin embargo, su función principal es eliminar la desviación inherente al controlador proporcional.

2.2.2.2. Controlador proporcional integral (PI)

(Chumbe, 2019) No funcionan de manera independiente; deben combinarse con controladores proporcionales, que actúan inicialmente. Mientras el controlador proporcional está activo en un intervalo de tiempo, el controlador

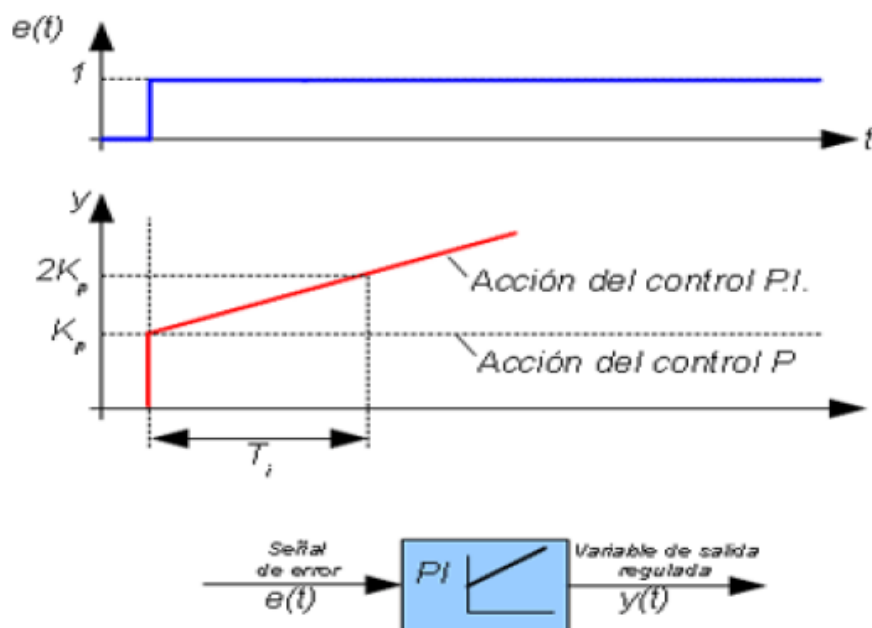
integral opera simultáneamente, suprimiendo la discrepancia generada por la acción proporcional (donde T_i representa el tiempo integral). La conexión entre la salida del regulador y la señal de error se expresa:

$$Y(S) = K_P (1 + 1/T_i S) (5)$$

Los parámetros K_p y T_i , ajustables en un controlador PI, se modifican según las necesidades específicas del sistema. Estos ajustes están destinados a mejorar el comportamiento en condición estacionaria del sistema.

Figura 4

Reacción de un PII a una perturbación escalonada.



Nota. Extraído de (Chumbe, 2019)

El controlador derivativo anticipa los cambios en la variable de entrada, lo cual resulta beneficioso para responder rápidamente a las variaciones repentinas (Chumbe, 2019). Consideraciones:

- ✓ $y(t)$ = la variable de salida.



- ✓ $e(t)$ = Señal error
- ✓ T_d = Tiempo derivativo.

La respuesta del regulador derivativo es:

$$y(t) = t_d \frac{de(t)}{dt} \quad (5)$$

Al expresar la ecuación previa en términos de la variable 's', se obtiene el siguiente resultado:

$$Y(S) = T_d \cdot S \cdot E(S) \quad (6)$$

Y la relación entre salida y entrada es:

$$G(S) = Y(S)/E(S) = T_d \cdot S \quad (7)$$

El controlador derivativo no funciona de manera independiente, sino que trabaja en conjunto con un controlador proporcional P, y la vinculación entre la salida de ambos se verifica mediante:

$$y(t) = K_P \cdot t_d \cdot \frac{de(t)}{dt} + K_P \cdot e(t) \quad (8)$$

K_p y T_d son dos variables que se ajustan de acuerdo con los requisitos específicos del sistema. T_d se refiere al tiempo derivativo. Al expresar la ecuación previa en términos de la variable s, se obtiene:

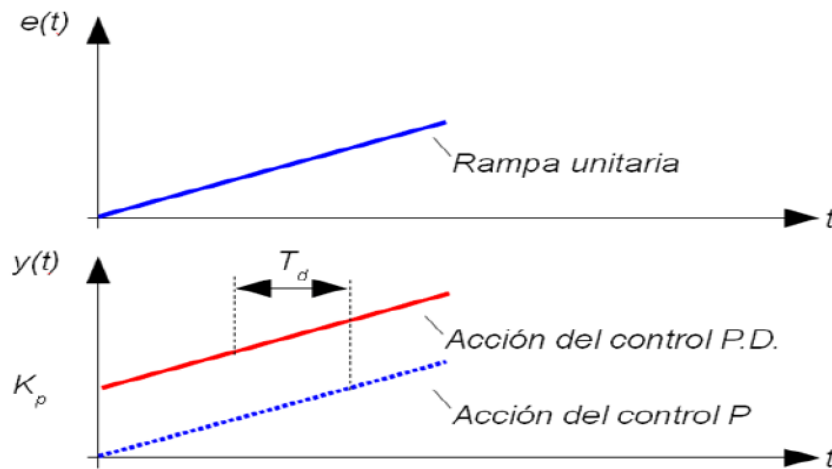
$$Y(S) = K_P \cdot T_d \cdot S \cdot E(S) + K_P \cdot E(S) \quad (9)$$

La expresión que describe la relación entre la entrada y la salida del controlador PD es:

$$G(S) = Y(S)/E(S) = K_P \cdot T_d \cdot S + K_P \quad (10)$$

Figura 5

La reacción de un (PD) ante una pendiente.



Nota. Extraído de (Chumbe, 2019)

Este controlador, cuando la señal de error es un paso, su derivada es cero, lo que lleva a estudiar la respuesta de la salida del regulador cuando la entrada consiste en una pendiente unitaria. Al trabajar en conjunto con un controlador proporcional, el controlador derivativo aumenta significativamente la velocidad de respuesta del sistema, aunque esto conlleva una pérdida exactitud en la producción de la salida durante la operación del control derivativo. Su función principal es mejorar la respuesta transitoria del sistema (Chumbe, 2019).

2.2.2.3. Controlador proporcional derivativo (PD)

Anticipa las desviaciones en la variable de entrada, lo que resulta beneficioso para responder con prontitud a la rapidez con la que estas desviaciones ocurren.

Consideraciones:

- ✓ $y(t)$ = la variable de salida.
- ✓ $e(t)$ = Señal error
- ✓ T_d = Tiempo derivativo.



El resultado es:

$$y(t) = Td \cdot \frac{de(t)}{dt} (11)$$

Al expresar la ecuación previa en términos de la variable 's', se obtiene la siguiente expresión matemática:

$$Y(S) = Td \cdot S \cdot E(S) (12)$$

Y las relaciones de salidas y entradas son:

$$G(S) = Y(S)/E(S) = Td \cdot S (13)$$

El controlador derivativo no funciona de manera independiente, sino que trabaja en conjunto con un controlador proporcional P, y la relación entre la salida de ambos se verifica mediante:

$$y(t) = K_P \cdot Td \cdot \frac{de(t)}{dt} + K_P \cdot e(t) (14)$$

Kp y Td son dos variables que pueden ser modificadas de acuerdo con requisitos específicos del sistema. Td representa el tiempo derivativo. Al expresar la ecuación previa en términos de la variable 's', se obtiene:

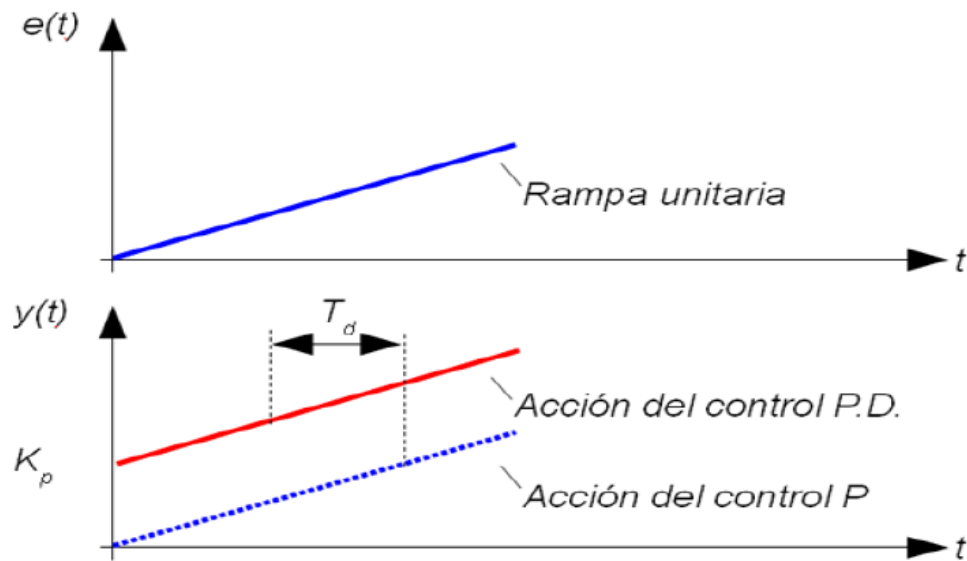
$$Y(S) = K_P \cdot Td \cdot S \cdot E(S) + K_P \cdot E(S) (15)$$

La expresión de transferencia del controlador Proporcional-Derivativo (PD) es:

$$G(S) = Y(S)/E(S) = K_P \cdot Td \cdot S + K_P (16)$$

Figura 6

Respuesta un controlador Proporcional-Derivativo (PD) frente a una pendiente.



Nota. Extraído de (Chumbe, 2019)

En este sistema de control, si la señal de error es un escalón, su derivada es igual a nula, por lo que se analiza la respuesta de la salida del regulador cuando la entrada es una pendiente unitaria. Colaborando en conjunto con un controlador proporcional, el controlador derivativo mejora significativamente la velocidad de respuesta del sistema. No obstante, esto conlleva una pérdida de exactitud en la producción de la salida a lo largo del tiempo de operación del control derivativo. Su función principal es mejorar la respuesta transitoria del sistema (Chumbe, 2019).

2.2.2.4. Controlador proporcional integral derivativo (PID)

Presenta ventajas tanto en la mejora de la respuesta transitoria como en el régimen en estado estacionario. Sin embargo, su desventaja radica en la necesidad de ajustar tres parámetros, lo cual demanda más esfuerzo y dedicación para lograrlo. La salida del controlador se expresa mediante la siguiente ecuación (Chumbe, 2019):

$$y(t) = K_P e(t) + K_P \cdot t_d \cdot \frac{de(t)}{dt} + K_P \cdot \frac{1}{T_i} \int e(t) dt \quad (17)$$

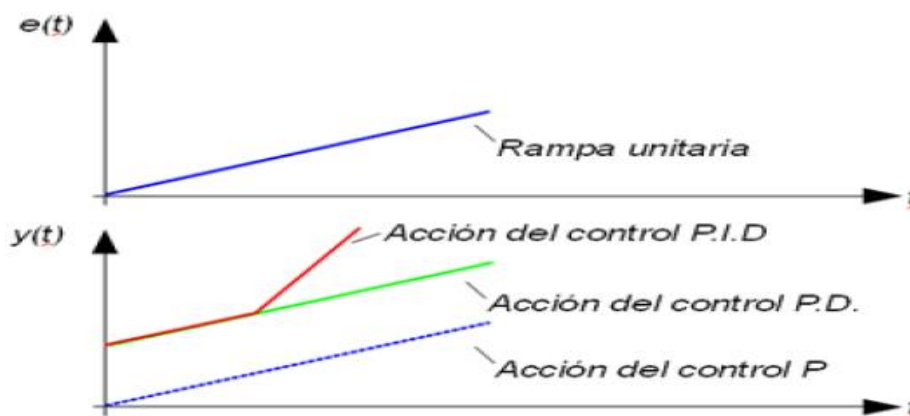
Expresando la ecuación 2.31 en términos de la variable 's', obtenemos:

$$Y(S) = K_P \cdot E(S) + K_P \cdot T_D \cdot S E(S) + K_P \cdot \frac{1}{S} \cdot E(S) \quad (18)$$

Los valores de K_p , T_i y T_d se adaptan según los requisitos específicos para con el propósito de alcanzar las metas de diseño del sistema. La representación temporal de la respuesta del regulador PID se muestra en la siguiente imagen:

Figura 7

La respuesta del regulador PID a una pendiente.



Nota. Extraído de (Chumbe, 2019)

2.2.3. Controlador lógico programable.

(Ricon, 2009) Conocido como controlador programable, utilizado en el ámbito comercial e industrial para el control de sistemas. Los PLC se distinguen por las características específicas tanto de hardware como de software requeridas para llevar a cabo sus funciones. Aunque sus aplicaciones varían considerablemente, La mayoría de PLCs manejan las entradas y otros valores variables, adoptan determinaciones, fundamentadas en un programa



almacenado y regulan las salidas con el fin de automatizar un proceso o sistema dentro de una planta industrial (p.3).

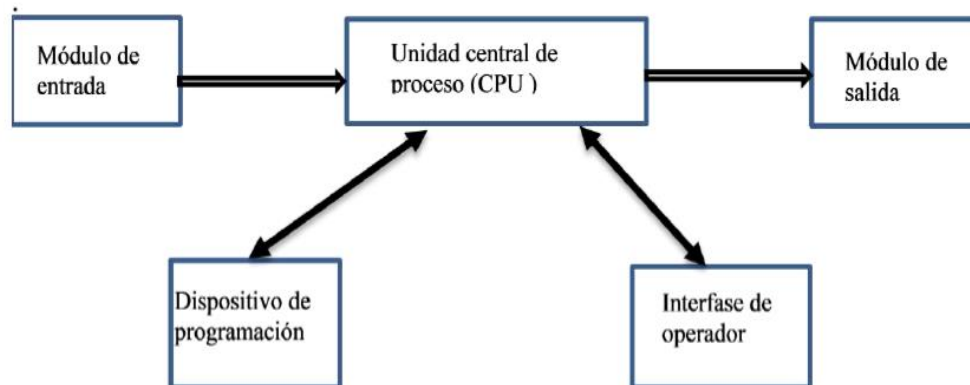
2.2.3.1. Funcionamiento básico del PLC

Según lo expresado por Ricon (2009) Las partes fundamentales de un PLC consisten en la unidad de entrada, la unidad central de procesamiento, la unidad de salida y un componente de programación, tal cual se ilustra en la imagen.

El dispositivo de entrada que un PLC utiliza depende de los módulos de entrada con los que opera. Algunos de estos módulos están diseñados para responder a señales de entrada digitales, las cuales son de tipo encendido o apagado. Mientras que otros módulos requieren señales de entrada analógicas. Estas señales analógicas configuran información proveniente de una planta o proceso específico y pueden estar relacionadas con señales eléctricas, como voltaje o corriente.

El propósito fundamental de la unidad de entrada en un PLC es transformar las señales provenientes de diversos interruptores y sensores se convierten en señales digitales que puedan ser interpretadas por el (CPU).

Se utiliza el módulo de programación para elaborar o ajustar el programa del PLC, o bien, para ajustar o cambiar los programas ya almacenados. En el momento en que se carga el programa junto con las variables correspondientes, se almacenan en el (CPU). Asimismo, este módulo tiene la capacidad de recibir un dispositivo de interfaz de usuario para facilitar la supervisión del rendimiento de la instalación o procedimiento. (p. 4).

Figura 8*Elementos esenciales de un Controlador Lógico Programable*

Nota. Extraído de (Chumbe, 2019)

2.2.3.2. Ventajas del PLC

Ricon (2009) Los Controladores Lógicos Programables (PLC) son versátiles para una variedad de aplicaciones, sustituyendo la necesidad de control mediante cableado convencional. El programa de un PLC y sus medios de comunicación reducen significativamente la dependencia de los cables empleados en los sistemas de lógica cableada tradicionales. Por lo tanto, el cableado necesario con los PLC es mínimo. Esta característica simplifica la rectificación de errores y la implementación de innovaciones en diversas aplicaciones.

2.2.3.3. Terminología usada Controladores Lógicos Programables

Ricon (2009) Para comprender los Controladores Lógicos Programables, es necesario tener conocimiento de algunos términos específicos. Entre los términos habituales asociados a los PLC, se encuentran:

✓ Sensores

Se trata de dispositivos que transforman una medida física en una señal eléctrica destinada a ser interpretado por un controlador lógico programable.

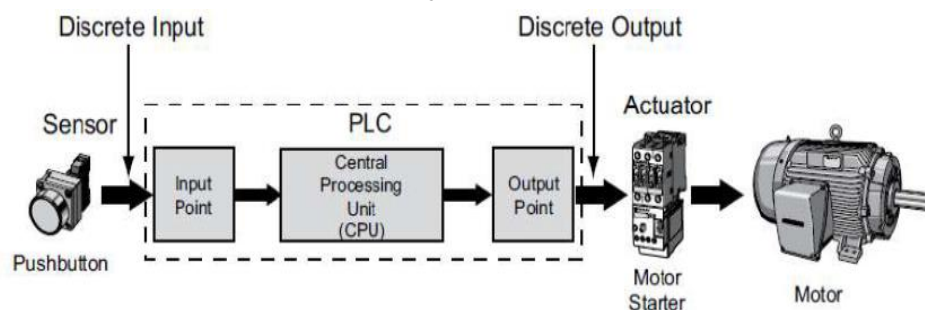
Estos dispositivos se vinculan a las entradas de un PLC. Un sensor común es representado por un botón a una entrada específica en un PLC.

✓ **Actuadores**

Son elementos que transforman una señal eléctrica procedente de un controlador, como un PLC, en una acción física. Estos se enlazan a las salidas de un controlador lógico programable.

Figura 9

Ilustración de una entrada, salida y actuador en un PLC



Nota. Extraído de (Ricon, 2009)

✓ **Entradas y Salidas Discretas**

Ricon (2009) afirma: Conocidas como Entradas y Salidas Digitales, operan en dos estados: encendido o apagado se conectan a las entradas discretas de un PLC. Cuando una entrada o salida discreta está en estado "encendido", Se registra internamente en el PLC como un valor lógico de 1, mientras que en estado "apagado" se representa como un 0 lógico (p.12).

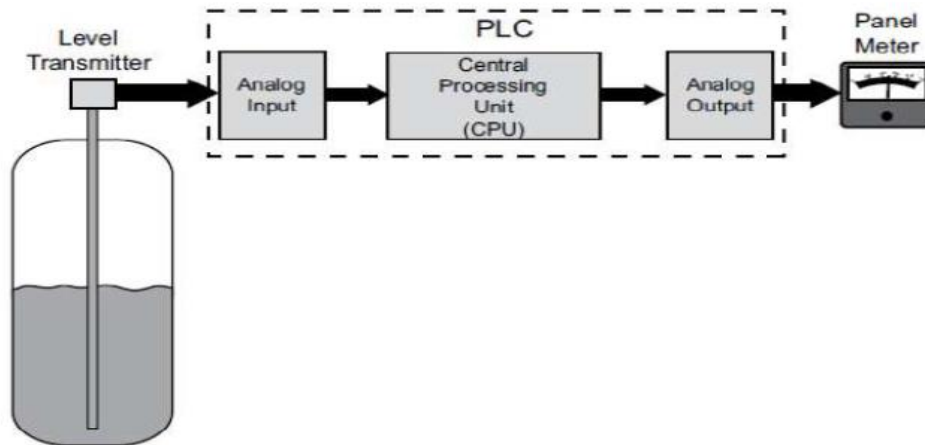
– **Entradas y Salidas Analógicas**

Consisten en señales que son continuas y varían en su magnitud de manera gradual.

Las señales analógicas comunes varían en rangos como 0 a 20 miliamperios, de 4 a 20 miliamperios o de 0 a 10 voltios.

Figura 10

Entradas y salidas analógicas en un Controlador Lógico Programable



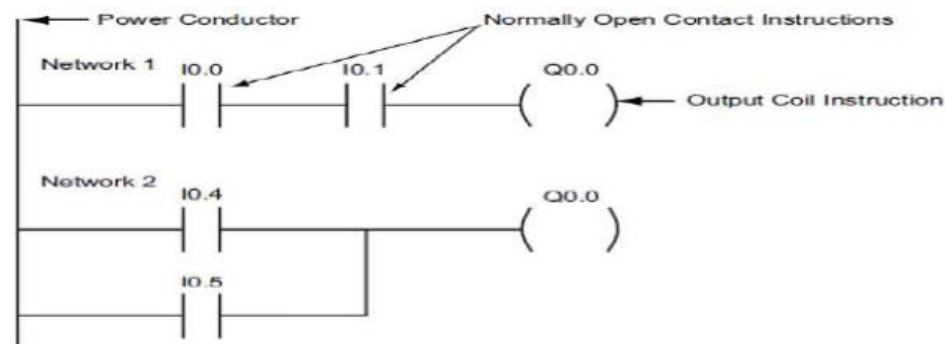
Nota. Extraído de (Ricon, 2009)

– Programación Lógica en Escalera (LAD)

Ricon (2009) afirma: Está compuesto por un conjunto de instrucciones destinadas a llevar a cabo tareas específicas. La complejidad de un programa de Control Lógico Programable varía según la complejidad del problema en cuestión, la cantidad y variedad de dispositivos de entrada y salida involucrados, así como las variedades de instrucciones empleadas.

Figura 11

Ilustración de un diagrama en escalera



Nota. Extraído de (Ricon, 2009)

– Lista de Instrucciones y Diagramas de Funciones

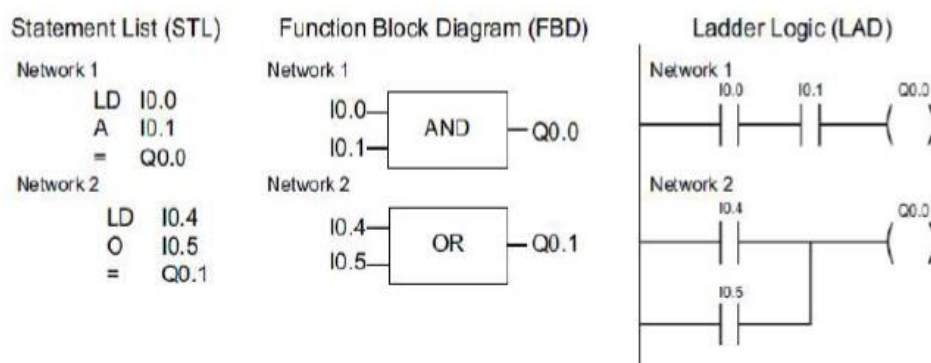
A pesar de que los programas basados en lógica de escalera siguen siendo ampliamente utilizados, existen numerosas alternativas para programar el PLC.

- Lista de Instrucciones (STL)
- Diagramas de Bloques de Función (FBD)

En el caso ilustrado en la imagen 12, En la representación, se exhiben fragmentos del código. que desempeñan la función idéntica utilizando estas distintas metodologías de programación.

Figura 12

Aplicaciones en programación STL, FBD Y LAD



Nota. Extraído de (Ricon, 2009)

2.2.3.4. Simatic S7-1200

(Siemens, 2023) Cuenta con una Interfaz Profinet incorporada que simplifica la conexión en red y la interacción entre el sistema de ingeniería, el controlador y el (HMI). Esta interfaz posibilita la conexión de los paneles Paneles Básicos Simatic HMI para propósitos de visualizar.

Este sistema integra funciones incorporadas para tareas tecnológicas desafiantes, como conteo, mediciones, regulaciones y gestión de movimientos.

Cuenta con un procesador de mayor velocidad y una capacidad de memoria más extensa, flexible en su asignación entre datos de programación y aplicaciones.

El Simatic S7-1200 muestra versatilidad en su implementación. Apropiado para la automatización eficaz de máquinas pequeñas y sistemas de transporte. y distintos equipos de manipulación, así como para sistemas de regulación distribuida dentro de jerarquías más amplias (p.19-21).

Figura 13

Representación del PLC S7-1200.



Nota. Extraído de (Siemens, 2023)

2.2.3.5. Módulo de señales

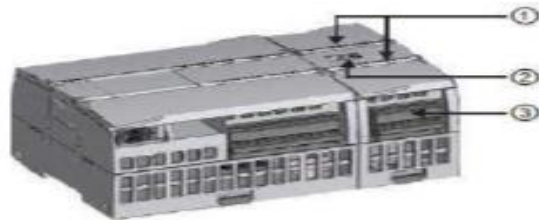
(Siemens, 2023) indica: La serie S7-1200 ofrece módulos de comunicación (CMs) que añaden funcionalidades extras al sistema. Dentro de estas opciones, se encuentran dos módulos de comunicación específicos: RS232 y RS485.

- ✓ La CPU es compatible con hasta tres módulos de comunicación como máximo.

- ✓ Cada módulo de comunicación se conecta en el lado izquierdo de la CPU o en el lado izquierdo de otro módulo de comunicación (p. 24).

Figura 14

Representación del Módulo de Señales.



- (1) LEDs de estado para E/S del módulo de señales
- (2) Conector de bus
- (3) Conector extraíble para el cableado de usuario

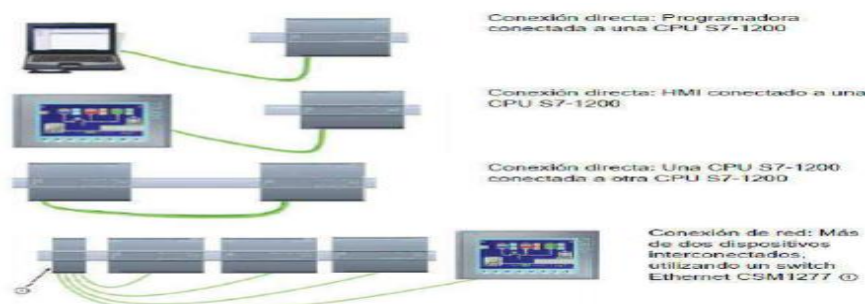
Nota. Extraído de (Siemens, 2023)

2.2.3.6. Profinet

(Siemens, 2023) La CPU S7-1200 está equipada con un puerto PROFINET que es compatible con los estándares Ethernet y la comunicación basada en TCP/IP.

Figura 15

Representación de Conexiones.



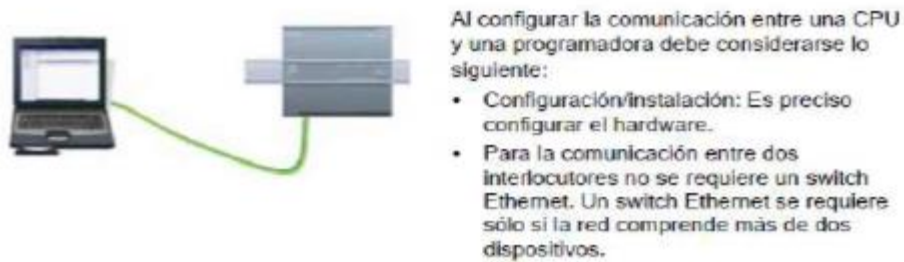
Nota: Extraído de (Siemens, 2023)

2.2.3.7. Intercambio de datos con un dispositivo de programación.

La figura ilustra la comunicación de la CPU con la programadora utilizando TIA PORTAL en una red.

Figura 16

Ilustración de la interacción con una programadora.



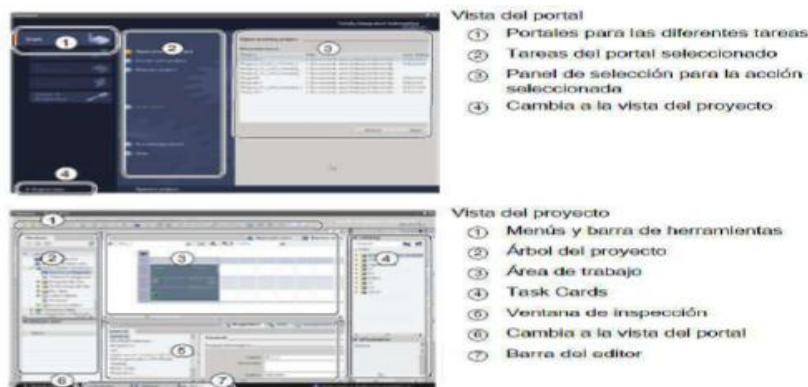
Nota. Extraído de (Siemens, 2023)

2.2.3.8. Tia portal

(Siemens, 2023) Presenta un entorno de programación intuitivo que facilita la configuración del controlador, el diseño de la interfaz HMI y la definición de la comunicación en red. Para mejorar la eficiencia, TIA PORTAL propone dos perspectivas distintas del proyecto: un portal organizado por tareas y funciones de las herramientas o una vista centrada en los elementos del proyecto. Esto permite al usuario elegir la perspectiva más adecuada para su trabajo y alternar fácilmente entre ellas con un solo clic.

Figura 17

Vista del Portal y Vista del Proyecto visualizadas.



Nota. Extraído de (Siemens, 2023)

Ya que todos estos elementos se encuentran centralizados en una única ubicación, resulta fácil acceder a cada sección del proyecto. En caso de que se seleccionen múltiples objetos, la pantalla de inspección despliega las



propiedades que son configurables. Además, esta ventana posee pestañas que proporcionan datos de diagnóstico y otros mensajes relevantes. (p. 29).

2.2.4. Sensores de temperatura

La temperatura es una magnitud física ampliamente medida en diversas aplicaciones. Hay diversos tipos de sensores de temperatura que son empleados dependiendo de los usos, entre los más frecuentes se encuentran:

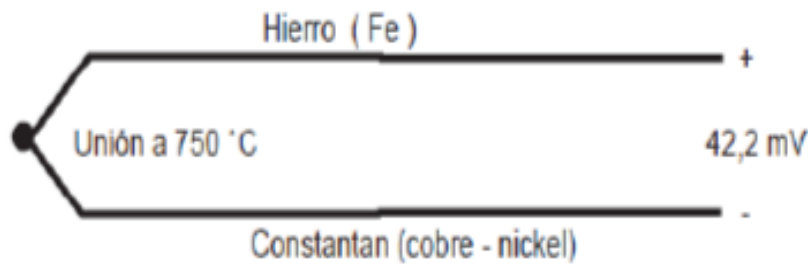
- **Termopar**

Un termopar está constituido por la unión de dos conductores distintos, los cuales generan una corriente eléctrica cuando se encuentran a diversas temperaturas. Este dispositivo genera un voltaje que varía según la temperatura gracias al efecto termoeléctrico, permitiendo así la medición de la temperatura.

(Mayné, 2003) menciona, por su asequibilidad y durabilidad, presentan una consistencia notable a lo largo de su vida útil. Gracias a su tamaño reducido, tienen una capacidad de respuesta rápida ante variaciones de temperatura. Funcionan bien en rangos de temperaturas bajas y muestran una razonable linealidad y precisión. La generación de una diferencia de potencial debido a la variación de electrones libres en dos metales isotérmicos distintos se puede observar como una función predecible de la temperatura, según se ilustra en la imagen. (p. 2).

Figura 18

Termocupla tipo J



Nota. Extraído de (Mayné, 2003)

- **Resistivos**

Arian (2014) afirma: Un sensor de temperatura conocido como Pt100 consiste en un alambre de platino que, a una temperatura de 0 °C, tiene una resistencia de 100 ohmios. A medida que la temperatura se eleva, su resistencia eléctrica también se incrementa. A pesar de que este incremento en la resistencia no es lineal, muestra un aumento gradual y característico del platino. Esto permite, mediante el uso de tablas, determinar la temperatura exacta correspondiente. En aplicaciones industriales, las Pt100 suelen encontrarse encapsuladas de manera similar a las termocuplas,

Figura 19

Sensor de temperatura RTD (3 hilos)



Nota. Extraído de Arian (2014)

Las bondades de los Pt100, aunque ligeramente de mayor precio y menos rígidos mecánicamente en comparación con las termocuplas, los hacen

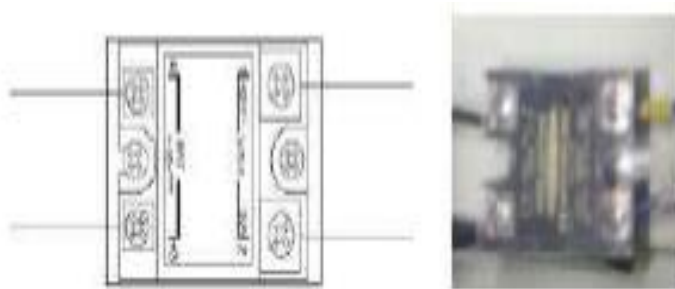
especialmente útiles en situaciones donde se requieren bajas temperaturas (desde -100 a 200 °C). Los Pt100 consiguen ofrecer precisión hasta de una décima de grado. Además, a diferencia de las termocuplas que pueden descomponerse gradualmente y producir lecturas erróneas, los Pt100 suelen abrirse en caso de falla, lo que permite que el dispositivo medidor detecte de inmediato el problema y emita una alerta (p. 2).

Entre estas dos variedades de sensores térmicos, optamos por el RTD Pt100 debido a que este dispositivo actúa como transductor, decimos, convierte la variable de temperatura en una señal eléctrica, específicamente en voltaje.

2.2.4.1. Relé de estado sólido

Figura 20

Relé de Estado Sólido



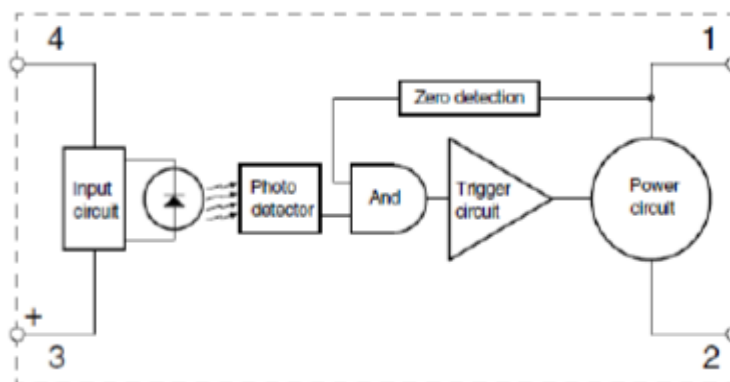
Nota. Extraído de Omega (2017)

Omega (2017) menciona: Se emplean para gestionar calentadores de alta resistencia en conjunto con reguladores de temperatura. Estos son dispositivos SPST (Single Pole Single Throw, en inglés), que se encuentran normalmente abiertos y carecen de componentes móviles, siendo capaces de llevar a cabo millones de ciclos de operación. Al aplicar una señal de control, un SSR (Solid State Relay) activa la corriente de carga de CA, de manera similar a como lo harían los contactos desplazables en un contactor mecánico. La activación o

"conmutación" posee una posición en el punto de transición de tensión cero del ciclo de C.A. Debido a esta operación, no se produce ningún ruido electrónico notable, lo que hace que los SSR sean adecuados para contextos con dispositivos sensibles a las interferencias electromagnéticas (RFI, por sus siglas en inglés) (p. 111).

Figura 21

Componentes de un Relé de Estado Sólido



Nota. Extraído de Omega (2017)

2.3. Definición de términos

Horno Eléctrico:

Definición: Dispositivo que utiliza resistencias eléctricas para generar calor con el propósito de realizar procesos térmicos, como el secado o curado de materiales.

(PLC):

Definición: Utilizado para controlar procesos industriales y automatizar máquinas. Está diseñado para realizar funciones lógicas y secuenciales basadas en la programación del usuario.



Automatización:

Definición: Implementación de sistemas y procesos que operan automáticamente, reduciendo o eliminando la intervención humana directa. En el contexto de la tesis, implica la aplicación del PLC para controlar el horno eléctrico.

Temperatura:

Definición: Medida de la intensidad del calor presente en un objeto o sustancia, crucial en el control de procesos térmicos en el horno eléctrico.

(HMI):

Definición: Sistema que permite la interacción entre el operador humano y la maquinaria o sistema automatizado. En este caso, facilita el monitoreo y control del proceso del horno eléctrico,

Secado:

Definición: Proceso que implica la eliminación de la humedad de un material mediante la aplicación de calor controlado. En la tesis, se refiere al proceso aplicado a bobinados de motores eléctricos en el horno eléctrico.

Termocupla:

Definición: Dispositivo de medición de temperatura que utiliza la variación de voltaje o resistencia en dos conductores diferentes. Se emplea para evaluar la temperatura dentro del horno eléctrico.



CAPÍTULO III

METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1. Método de investigación

La perspectiva metodológica aplicado en este caso es el científico. En cuanto a los enfoques de investigación empleadas en esta investigación, se basaron en la revisión de textos, revistas, manuales y otras fuentes documentales relevantes.

3.2. Tipo de investigación

La tesis en análisis cumple con los requisitos metodológicos de una investigación aplicada. Estos conocimientos se aplicaron específicamente en el en el sistema de regulación térmica de un horno eléctrico mediante el uso de un PLC.

3.3. Diseño de investigación

Dado el nivel y la naturaleza de la investigación, este estudio presenta los atributos típicos de un estudio descriptivo. Se aborda de manera sistemática la descripción de las particularidades del PLC y su aplicación en el controlador PID, basándose en una hipótesis que se verifica al final del proceso de investigación. Es importante destacar que, a diferencia de las investigaciones descriptivas, este enfoque no busca explicar las razones subyacentes de los fenómenos



observados; se concentra exclusivamente en describir los hechos sin buscar interpretaciones o razonamientos. En términos de diseño de investigación, se clasifica como transeccional descriptivo, ya que la recopilación de datos se realiza en un solo momento.

3.4. **Ámbito de la investigación**

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

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

3.5. **Población y muestra**

Los elementos contemplados en la investigación abarcan los valores de funcionamiento del sistema de control de temperatura de un módulo de horno eléctrico, tal como se detalla en la sección de teorías asociadas al tema.

3.6. **Técnicas e instrumentos de recogida de información**

Tabla 2

Técnicas e instrumentos de recolección de datos

1. TÉCNICAS	2. INSTRUMENTO	3. VALIDACIÓN
Observación: Se emplearon dispositivos de medición de temperatura como PT100, un relé de estado sólido y un PLC. La obtención de datos temporales se realizó a través de una interfaz gráfica diseñada para supervisar y controlar las variaciones de temperatura	Ficha de observación	Por asesor Especialista

Nota. Elaboración propia



3.7. Recogida de datos

Durante la fase de recopilación de información en la implementación (horno eléctrico), se llevaron a cabo registros de medidas correspondientes con el objetivo de realizar su función de transferencia. En cuanto al sensor, se utilizó un PT100 y un resistor de 500 ohmios, con un módulo de transmisor que actúa como una entrada de voltaje al P.L.C., permitiendo la interacción con el controlador PID. Para la implementación del control PID, se empleó un controlador lógico programable, integrando los parámetros identificados de K_p , T_i y T_d , El componente actuador utilizado fue el relé de estado sólido que se encuentra enlazado a la salida del controlador lógico programable.

Al concluir, se documentaron todos los datos obtenidos para ser analizados en una fase posterior.

CAPÍTULO IV

ANÁLISIS DE RESULTADO Y DISCUSIÓN

4.1. Presentación

4.1.1. La Planta

En el proyecto propuesto, se tiene el propósito es regular la temperatura. en un horno eléctrico con las medidas mostradas en la siguiente imagen:

Figura 22

Medidas del horno eléctrico



Nota. Extraído de (Chumbe, 2019)

El horno eléctrico tiene una forma rectangular en su sección transversal, tal como se exhibe en la en la imagen. Las resistencias eléctricas, por otro lado, están dispuestas en su interior, ubicadas en la parte de abajo, con el propósito de sostener un nivel de temperatura uniforme en su interior y así disminuir el gasto de electricidad.

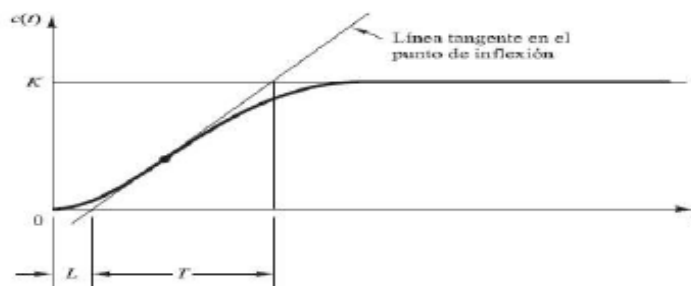
4.1.2. Respuesta al escalón de la planta en lazo abierto

El intervalo de espera (L) y el tiempo constante (T) son parámetros clave. Es posible aproximar la función de transferencia del sistema utilizando una función de primer orden con una ganancia estática (K), un tiempo constante (T) y un tiempo de retraso (L), tal como se expresa en la siguiente manera:

$$C(s)/U(s) = Ke^{-Ls}/Ts + 1$$

Figura 23

Características del comportamiento de sistemas de orden uno.

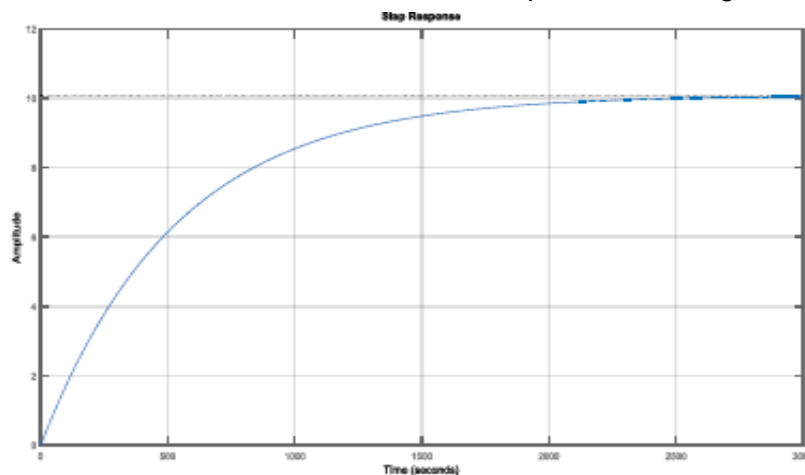


Nota. Extraído de (Chumbe, 2019)

La representación de la respuesta se presenta en el gráfico a continuación:

Figura 24

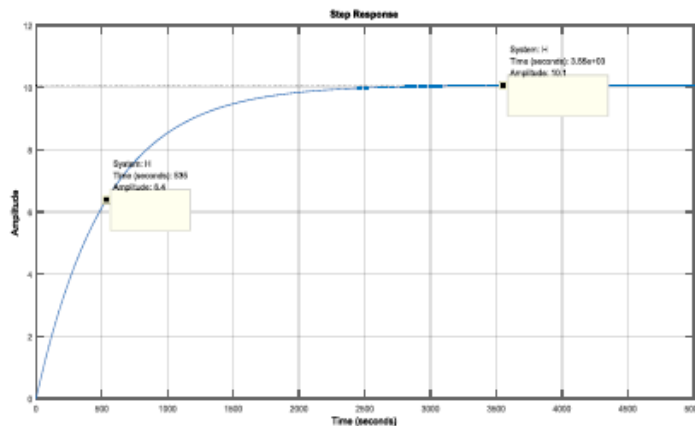
La reacción a la función de escalón de la planta en configuración de lazo abierto.



Nota. Extraído de (Chumbe, 2019)

Figura 25

Obtención de L y T a partir de la respuesta al escalón de la planta en la configuración de lazo abierto.



Nota. Extraído de (Chumbe, 2019)

Al final, la planta se expresa mediante la siguiente expresión:

$$T1(S)/Q(S) = 10.1 / 594 S + 1 \quad (3.15)$$

La representación gráfica en la imagen exhibe la evolución del horno eléctrico mediante la relación (3.12). Esta relación utiliza $q(s)$ como una entrada paso y muestra una constante de tiempo de 598 seg, que refleja el tiempo necesario para que el horno alcance el 62.3% de su valor en estado estacionario.

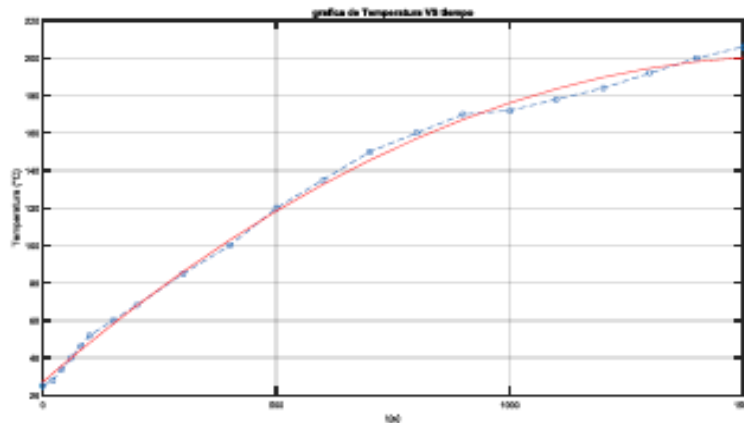
4.1.2.1. Datos registrados en el horno eléctrico.

Se han efectuado diversas mediciones de temperatura y tiempo bajo las siguientes condiciones: el horno eléctrico fue iniciado con una temperatura ambiente de 20 °C y consumiendo una potencia eléctrica de 2 kW. El proceso de calentar se llevó a cabo de manera lenta y gradual para evitar daños en los materiales refractarios y garantizar la durabilidad para la cual fue diseñado.

Las lecturas registradas son las que figuran a continuación:

Figura 26

Representación gráfica de la respuesta del horno eléctrico.



Nota. Elaboración propia

4.1.3. Sensor de Temperatura

Figura 27

Sensor RTD PT100



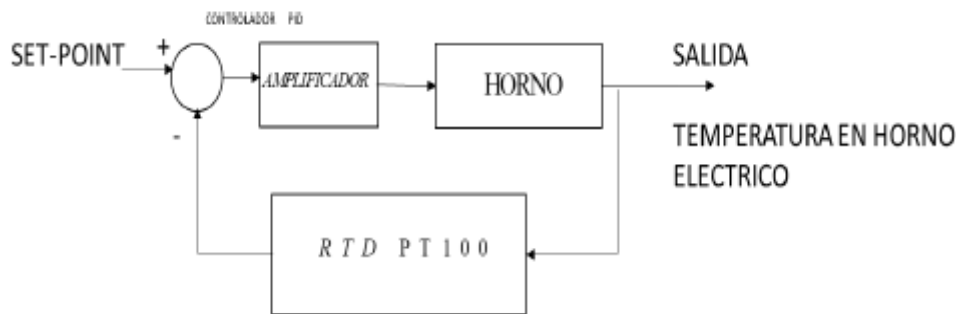
Nota. Extraído de (Chumbe, 2019)

4.1.4. Determinación de los parámetros para el controlador PID.

Para determinar los ajustes del controlador PID de temperatura, empleamos al sistema de control, los elementos, componentes de este método se exhiben detalladamente, dentro de la representación gráfica.

Figura 28

Componentes del sistema de regulación de temperatura

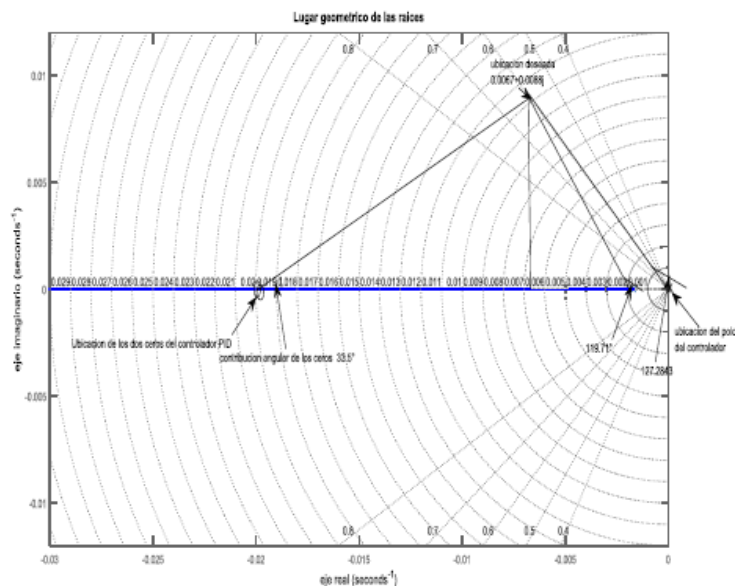


Nota. Extraído de (Chumbe, 2019)

El gráfico exhibe el controlador PID junto con el sensor, considerando este último como una constante ideal con una ganancia unitaria. Para determinar los parámetros del controlador PID del sistema, se establecen ciertas especificaciones que el sistema de bucle cerrado debe satisfacer.

Figura 29

La posición del punto objetivo y la de los ceros del controlador PID.



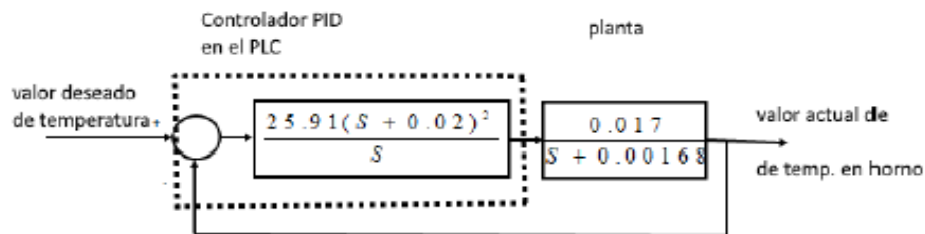
Nota. Elaboración propia

La ecuación previa proporciona la ubicación de los ceros del controlador, sin embargo, aún no se conoce la ganancia del controlador que satisface los requisitos del sistema. Para obtener el valor de K, la otra consideración, que es

la medida necesaria para que el punto objetivo sea atravesado por el lugar geométrico de las raíces.

Figura 30

Esquema de control PID para la temperatura.



Nota. Elaboración propia

Obtenemos los valores del controlador PID, según se muestra:

Kp 1.364
Ti 100
Td 25

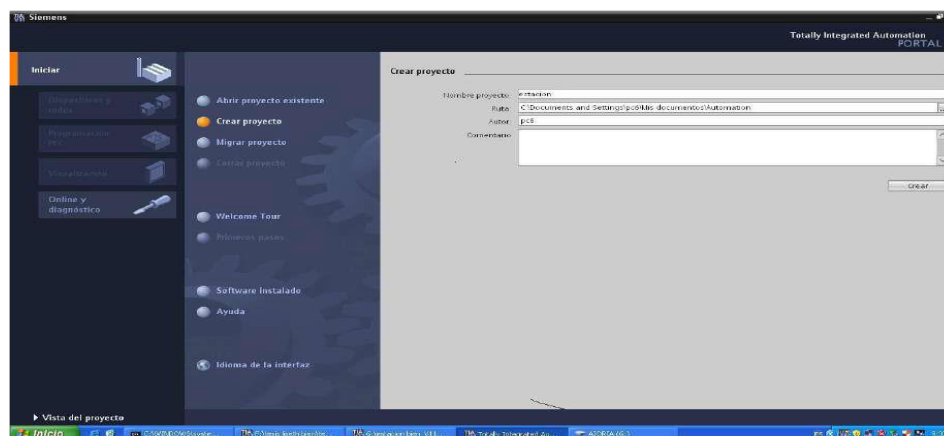
4.1.5. Programación en TIA PORTAL

4.1.5.1. Creación de un nuevo proyecto en TIA PORTAL.

Haz clic en el botón de inicio y busca la aplicación TIA PORTAL V16. Al abrir el programa, la ventana principal de TIA PORTAL se mostrará. Desde allí, procede a crear el proyecto según se ilustra.

Figura 31

Ventana de visualización del portal para iniciar un nuevo proyecto.

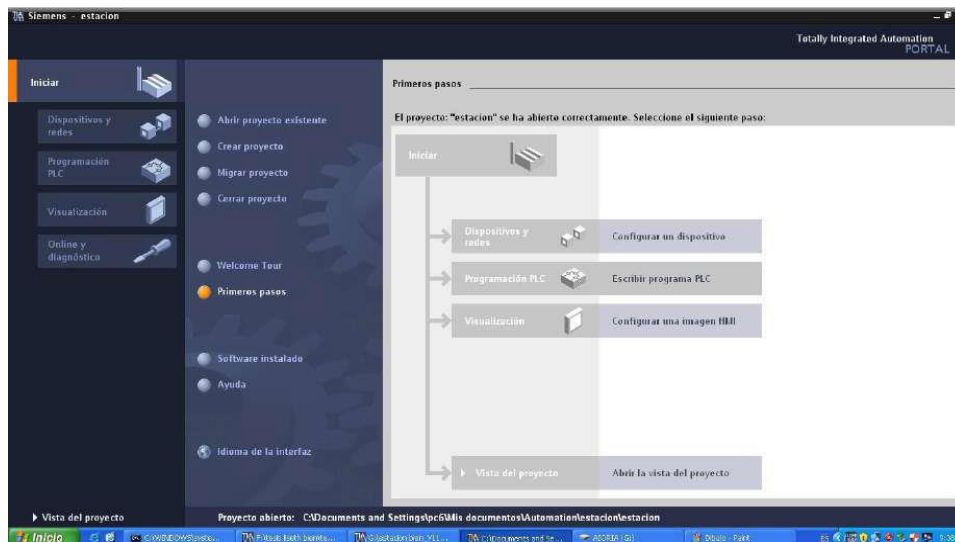


Nota. Elaboración propia

Selecciona la alternativa "Dispositivos y Redes" para iniciar los pasos iniciales del procedimiento.

Figura 32

Pantalla para establecer la configuración de dispositivos.

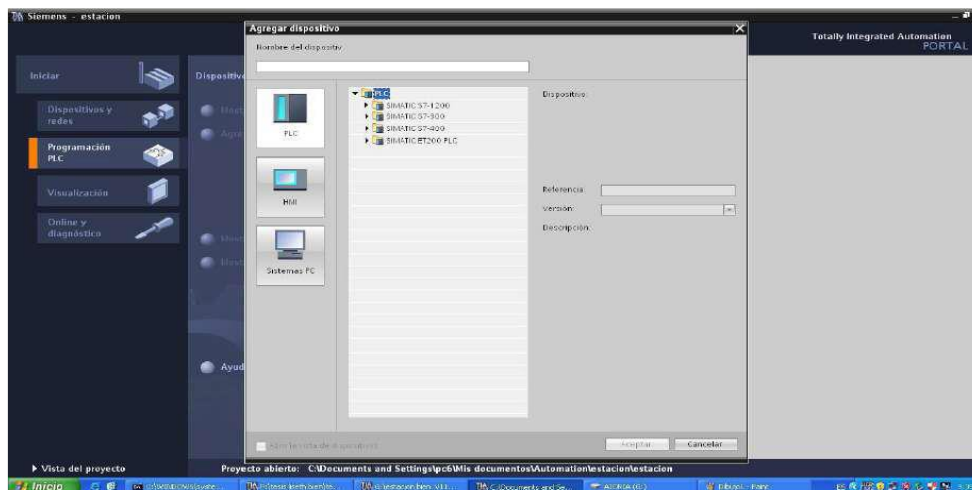


Nota. Elaboración propia

Seleccionar la opción de Añadir Dispositivo / PLC.

Figura 33

Pantalla donde se elige los tipos de dispositivos que se desea.

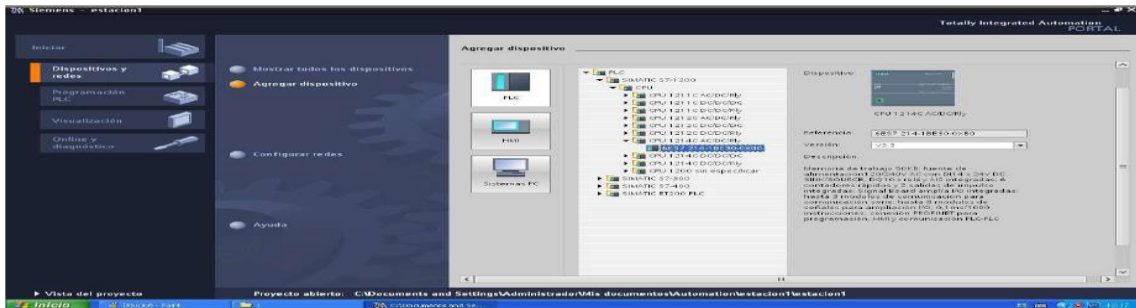


Nota. Elaboración propia

Luego, procedemos a elegir el tipo de unidad central de procesamiento (CPU) deseada.

Figura 34

Pantalla para elegir la CPU.

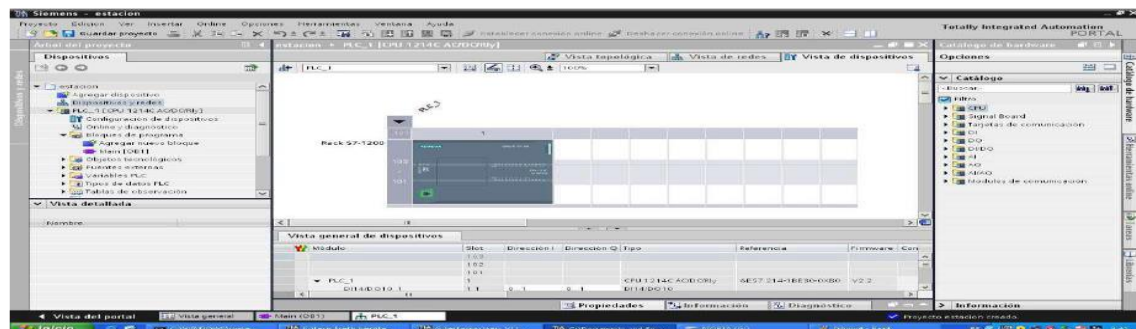


Nota. Elaboración propia

Selecciona "Acceder" en la CPU seleccionada para confirmar que corresponde a la CPU requerida.

Figura 35

Vista del proyecto en la ventana.

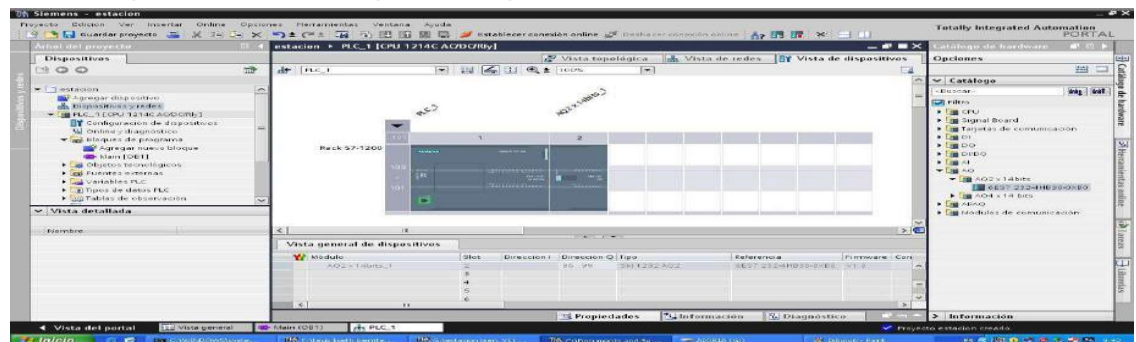


Nota. Elaboración propia

Luego, se elige el tipo de módulo de salidas analógicas. Haz clic en la opción AQ (Salida Analógica)

Figura 36

Pantalla que muestra los dispositivos que has seleccionado.

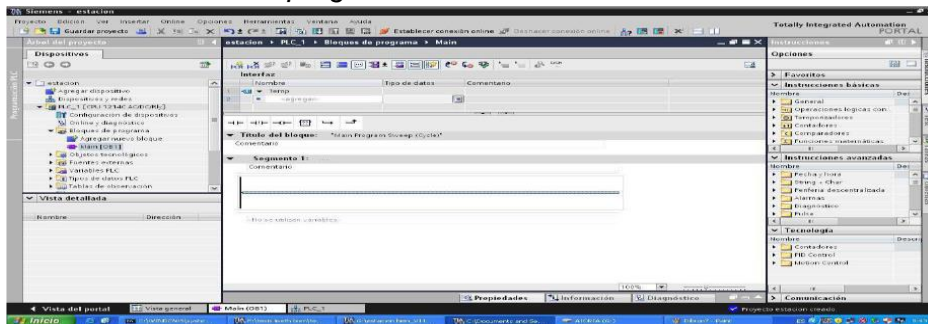


Nota. Elaboración propia

Selecciona la opción de Bloques de programa / Principal [OB1]

Figura 37

Pantalla del editor de programas.



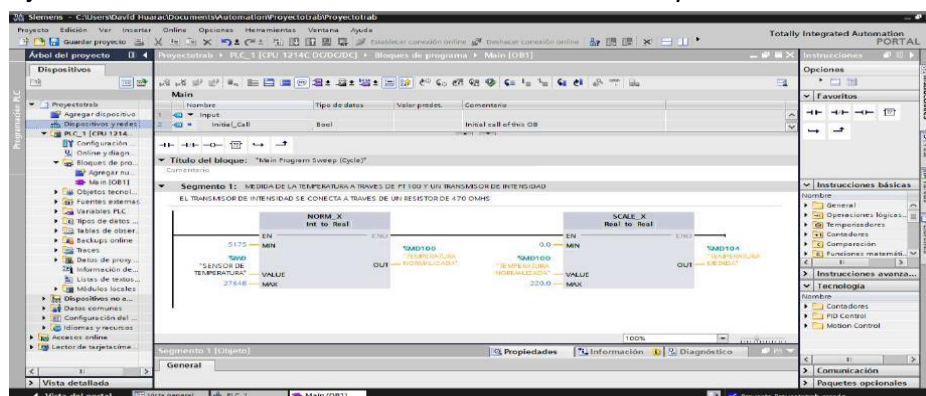
Nota. Elaboración propia

4.1.5.2. Escalamiento

Para ajustar el valor analógico del sensor de temperatura, utilizamos los conversores de escala y normalización utilizables en el menú de "Instrucciones" en (TIA Portal). Si el horno va a operar a una temperatura de 220 °C, este ajuste se puede visualizar en la imagen.

Figura 38

Ajuste de la escala de la entrada del sensor de temperatura.



Nota. Elaboración propia

4.1.6. Configuración del PID

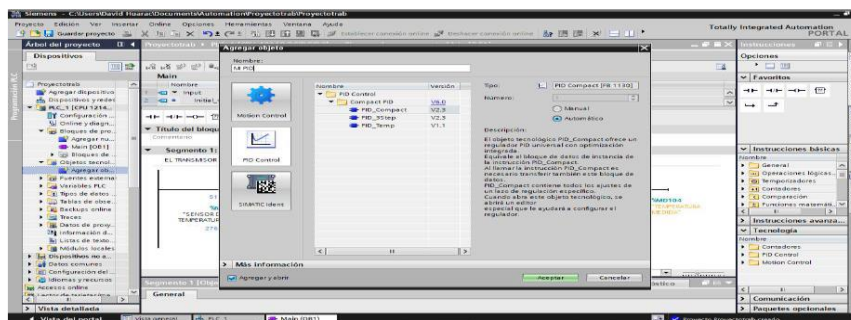
Para establecer la configuración del controlador PID, ingresamos a los objetos tecnológicos y elegimos la opción "añadir objeto", siguiendo el ejemplo visualizado en la imagen. Después de crear el nuevo bloque. Selecciona la barra

de instrucciones y haz clic en el icono "PID Control/Compact PID/PID Compact".

Esto abrirá una ventana con alternativas para seleccionar el tipo de PID que desees; se nombra al controlador como "MI PID" para continuar con los pasos subsiguientes en el ajuste.

Figura 39

Pantalla para elegir PID compact.



Nota. Elaboración propia

4.1.7. Desarrollo y programación del sistema

En esta etapa donde se implementa el tablero eléctrico de siemens S7 1200 con CPU 1215 AC/DC/RELAY con sus módulos de entrada analógica sm 1231 de 8 entradas de 0 10v DC y 0 a 20 mA y el módulo analógico sm 1232 de 2 salidas de 0 a 10v DC – 0 a 20 mA.

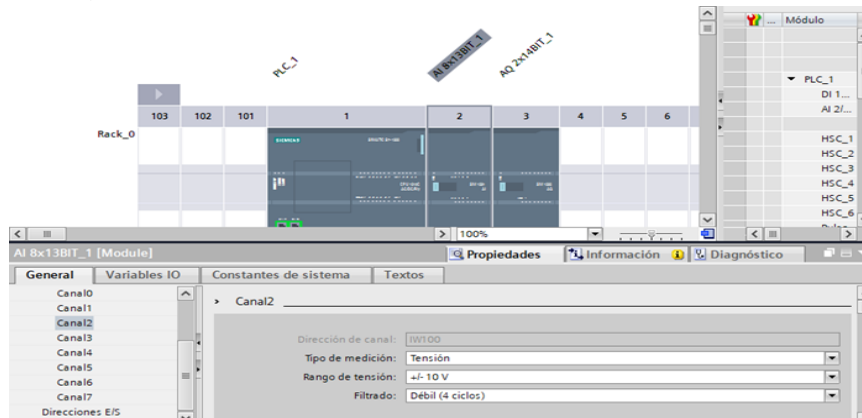
Lectura de entrada Analógica de Temperatura.

La lectura se desarrolla mediante el uso de módulo de entrada analógica siemens SM 1231 y con sensor PT100 mediante un amplificador de 0 a 10v de salida para lectura en el PLC S7 1200.

Se realiza la configuración de entrada de 0 a 10 v en el software TIA Portal V16, con el fin de configurar en una entrada de 0 a 10v. de esta manera realizamos la conexión avanzada.

Figura 40

Configuración de entrada de 0 a 10 v en el software tía portal v16

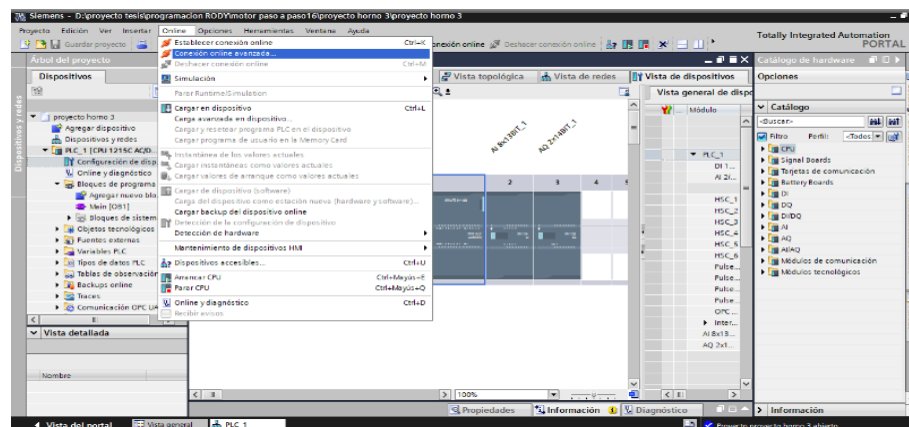


Nota. Elaboración propia

Una vez que se realiza el reconocimiento de los módulos procedemos con la programación para la lectura y escalamiento de la entrada analógica de acuerdo el uso de la hoja de datos de los sensores.

Figura 41

Programación para la lectura y escalamiento de la entrada analógica



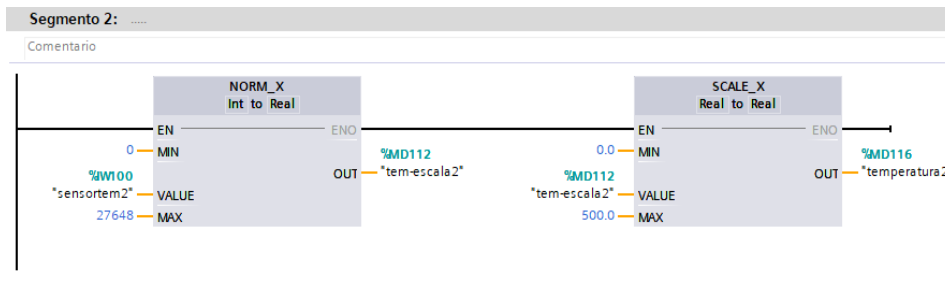
Nota. Elaboración propia

Desacuerdo al base de datos del PLC s7 1200 la entrada analógica es de 12 bits el cual es de 0 a 27648 datos de variable entera. Estos datos se escalan según La hoja de datos de la termocupla PT100 de 3 cables el cual es llevado a un convertidor de pt100 a salida analógica de 0 a 10v. con una medición de 0 a 500 grados Celsius.

De esta manera se logra lectura y escalar el variable analógica de temperatura y definir un nombre adecuado para usar marca con memoria de s7 1200.

Figura 42

Configuración de parámetros y escalar el variable analógica de temperatura



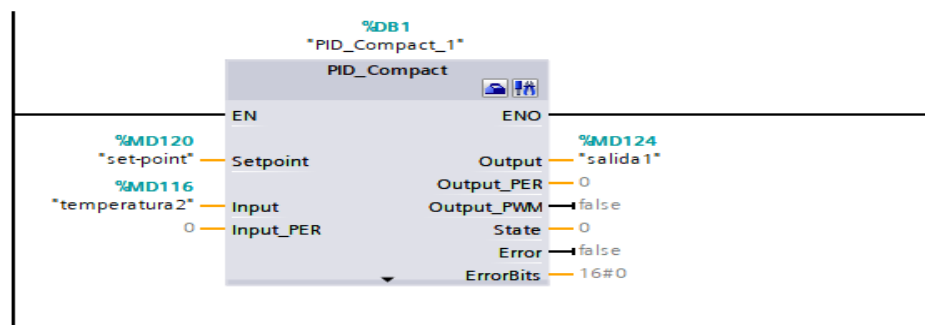
Nota. Elaboración propia

Uso del bloque PID compact en TIA PORTAL.

Es bloque tecnológico de PID compact se debe insertar como un interruptor de ciclo en donde se definirá el SET POINT de la misma manera se realiza la configuración y se define la entrada analógica, la salida analógica en el PID compact.

Figura 43

Programación y escalamiento de la salida del PID compact



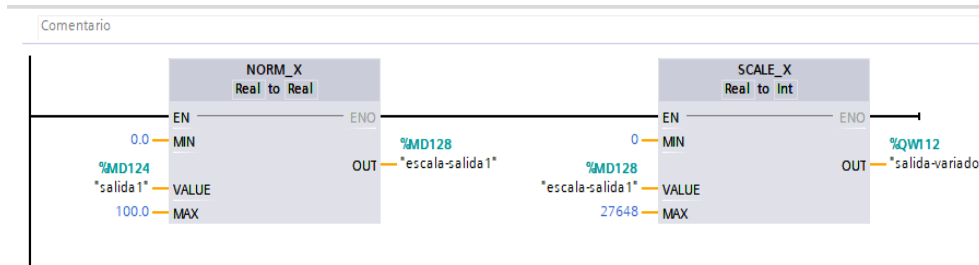
Nota. Elaboración propia

La salida analógica configurado como DM124 "salida 1", se normaliza de 0 a 100 y luego lo escalamos a 12 bits de 0 a 27648 y luego lo escalamos a una variable entera y lo asignamos como Qw112.

De esta manera se manda una señal analógica de 0 a 10 v para controlar el variador de velocidad de la marca siemens.

Figura 44

Escalamiento a una variable entera y se asigna como Qw112



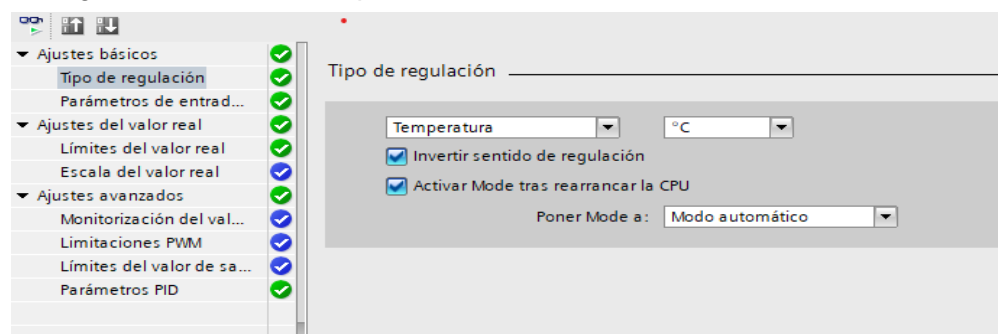
Nota. Elaboración propia

Configuración del PID compact de TIA PORTAL.

Vamos a realizar la configuración de PID, una vez creado el bloque de interrupción de ciclo. Y sobre este bloque ubicar el objeto tecnológico PID compact, para poder configurar inicialmente el sistema. En los ajustes básicos se realizará la configuración del tipo de regulación como temperatura y el control que se realiza invirtiendo el sentido de la regulación. Esto quiere decir que vez de controlar la resistencia. Se controlará el extractor de aire para el enfriamiento.

Figura 45

Configuración del PID compact de TIA PORTAL



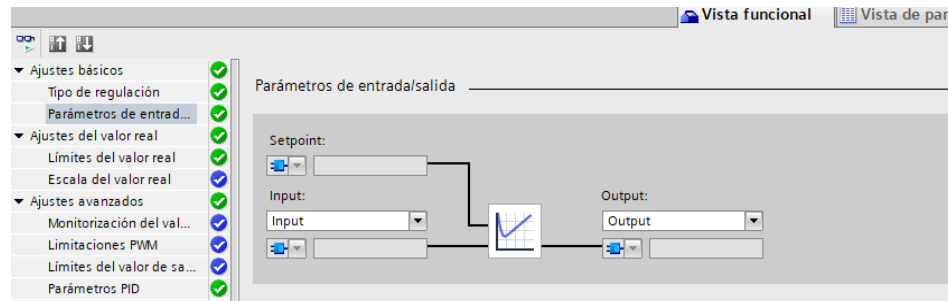
Nota. Elaboración propia

luego se realiza la configuración de las entradas, este caso se selecciona input para trabajar con variables reales, pero si quisiéramos trabajar con

variables enteros se seleccionaría la opción de input per, para ello se trabajaría con iw96 etc. Pero nosotros usaremos marcas reales para nuestro proyecto.

Figura 46

Configuración de las entradas

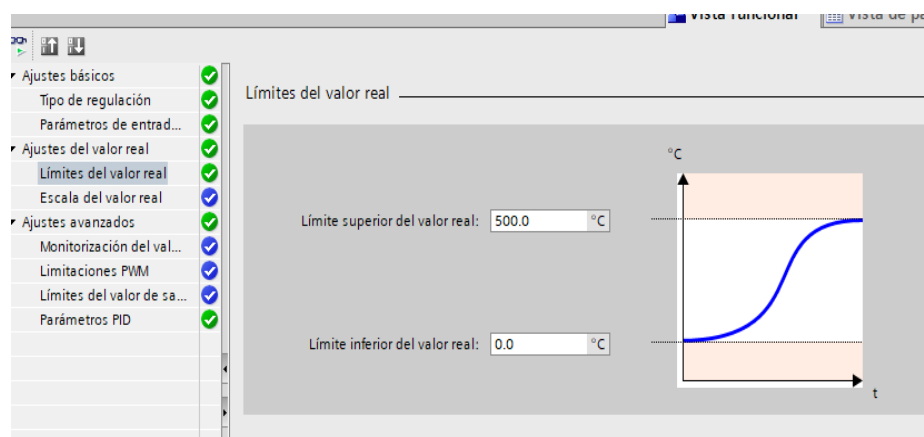


Nota. Elaboración propia

En esta parte nosotros configuraremos el rango de nuestro sensor de temperatura. Como nuestro amplificador de temperatura es de 0 a 500 grados, pero en nuestro prototipo para pruebas se realizarán con set point debajo de 100 grados.

Figura 47

Configuración el rango de nuestro sensor de temperatura



Nota. Elaboración propia

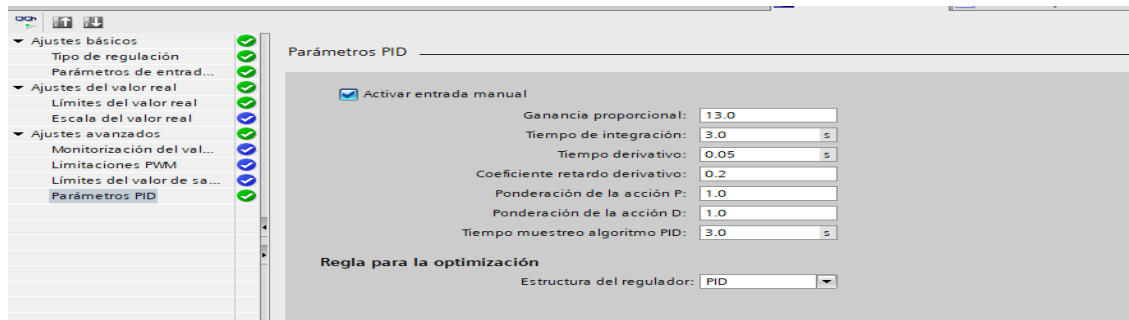
Estructuras del control PID

En este apartado se ajustará para lograr un control adecuado mediante el controlador PLC s7 1200 y mediante los objetos tecnológicos y la

autointoxicación. En la imagen se muestra la estabilización del control PID y los parámetros que el programa nos genera para el correcto funcionamiento del control PID.

Figura 48

Estabilización del control PID



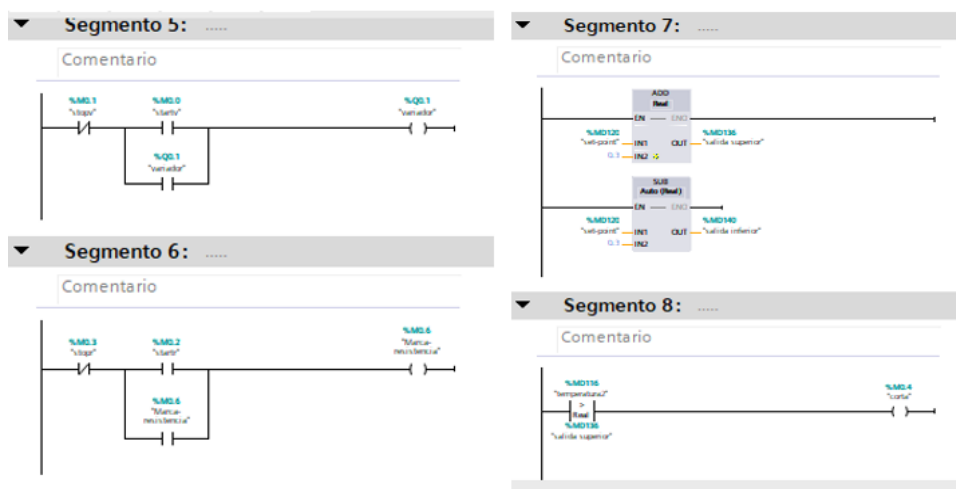
Nota. Elaboración propia

Control digital de la resistencia del horno

La sintonización del control PID, para llevar a cabo el control del horno con el PLC s7 1200 CPU 1215 con AC/DC/relay. Esto significa muy aparte de realizar el control PID del enfriador se va tener que controlar mediante salidas relays las resistencias del horno eléctrico.

Figura 49

Control digital de la resistencia del horno



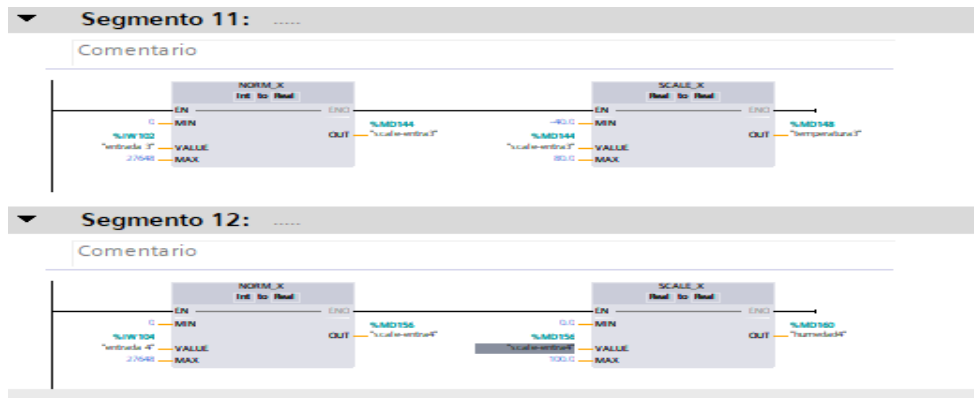
Nota. Elaboración propia

Control y monitoreo en el extractor de aire

Se han implementado un sistema de monitoreo para controlar y analizar la extracción de aire caliente en caso se necesario. y la lectura y escarmientos de los sensores es de la misma forma que el sensor principal en el sistema.

Figura 50

Control y monitoreo en el extractor de aire



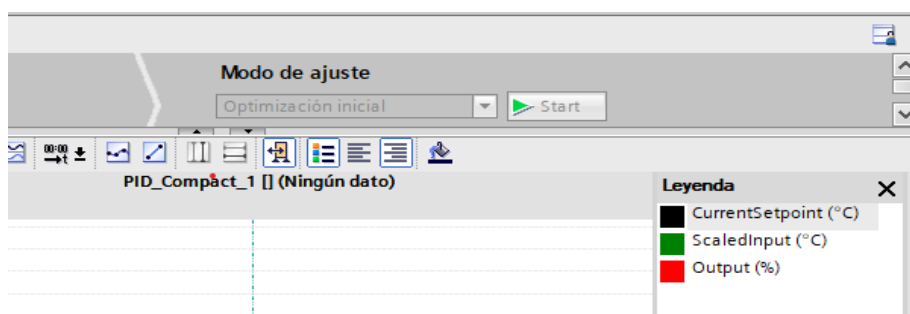
Nota. Elaboración propia

Sintonización del controlador PID

La sintonización se realiza mediante la "in situ" del controlador para ajustar los parámetros del sistema, así como se muestra en la figura. Primero se pondrá la puesta en marcha del control PID, luego en modo de ajuste, colocamos optimización inicial. De esta forma se mejora la sintonización del control PID. Papara el control de temperatura en los sistemas.

Figura 51

Sintonización del controlador PID

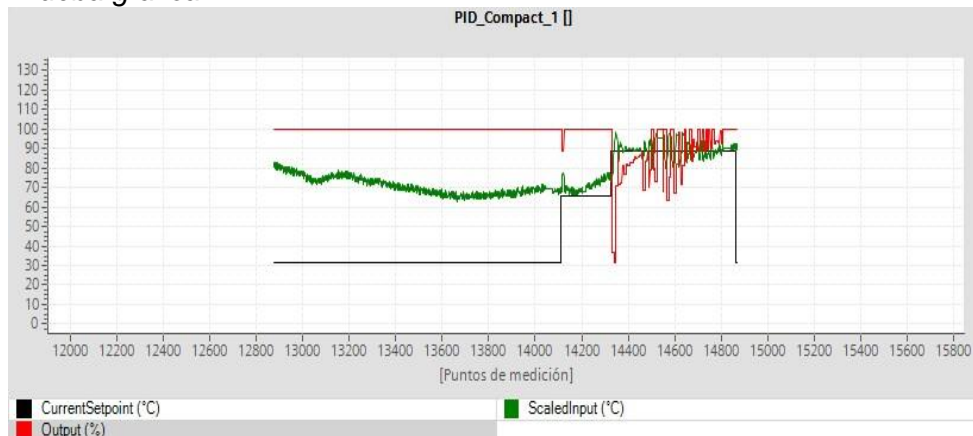


Nota. Elaboración propia

La sintonización de del sistema es una aproximación al optimo comportamiento del control. Pero se nota como se desarrolla gráficamente unas ciertas interferencias. A medida que se hacen muchas pruebas se mejora el comportamiento del sistema.

Figura 52

Prueba grafica 1

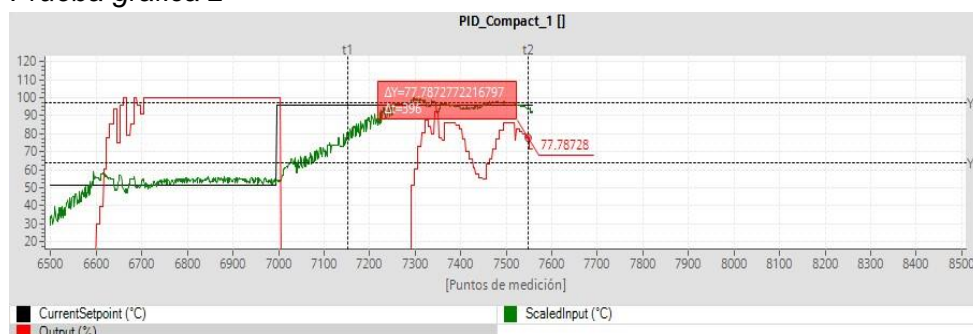


Nota. Elaboración propia

Con cada prueba se puede llegar a optimizar el comportamiento del controlador PID para el módulo del proyecto de investigación. A pesar del trabajo mediante un controlador de salida relay se puede optimizar el comportamiento del PID.

Figura 53

Prueba grafica 2



Nota. Elaboración propia

Desarrollo de sistemas HMI en TP 700 siemens

Para el desarrollo del sistema del control mediante el HMI ayuda a control y supervisión de manera grafica. De la misma forma se puede desarrollar una gráfica de presentación del título y la escuela profesional en donde se implementa este módulo de investigación.

Figura 54

Desarrollo del sistema del control mediante el HMI



Nota. Elaboración propia

Controles on off del sistema

La implementación de pulsadores de inicio y de parada para el control del sistema de extracción y del horno eléctrico. Mediante un sistema on – OFF Para que me ayude en la habilitación del sistema de control PID.

Figura 55

Controles on off del sistema

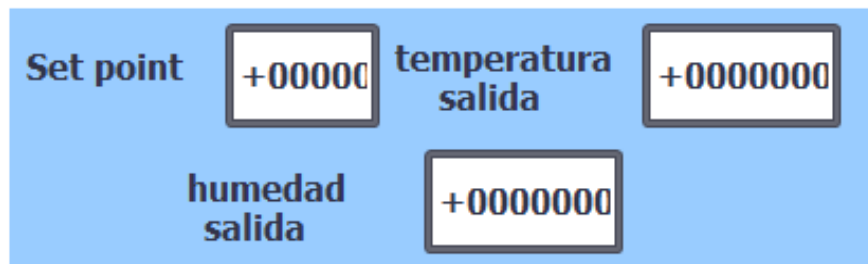


Nota. Elaboración propia

En la pantalla HMI se implementará un sistema para ingresar datos y supervisar los datos en la salida del extractor. Obtenidos datos para analizar y estructurar la programación para mejorar el sistema del control PID. Además, está integrado para cambiar el punto requerido (Set point).

Figura 56

Sistema para ingresar datos

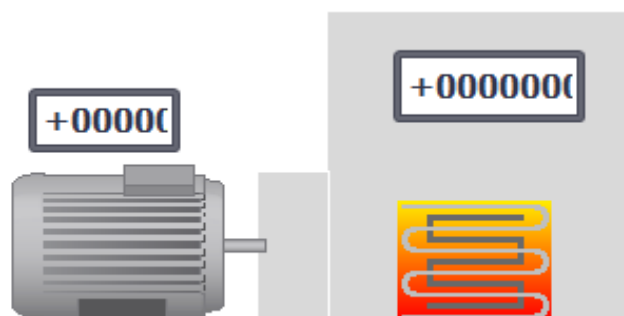


Nota. Elaboración propia

Se ha creado un interfaz gráfica para mejorar el monitoreo del sistema de control en donde se muestra la salida analógica salida para variador de velocidad en el sistema y de la misma la lectura del PT 100 sensor de temperatura integrado en el horno eléctrico. En la figura se puede ver si se habilita y deshabilita la resistencia a medida que le falta llegar al set point en el horno eléctrico.

Figura 57

Sensor de temperatura integrado en el horno eléctrico

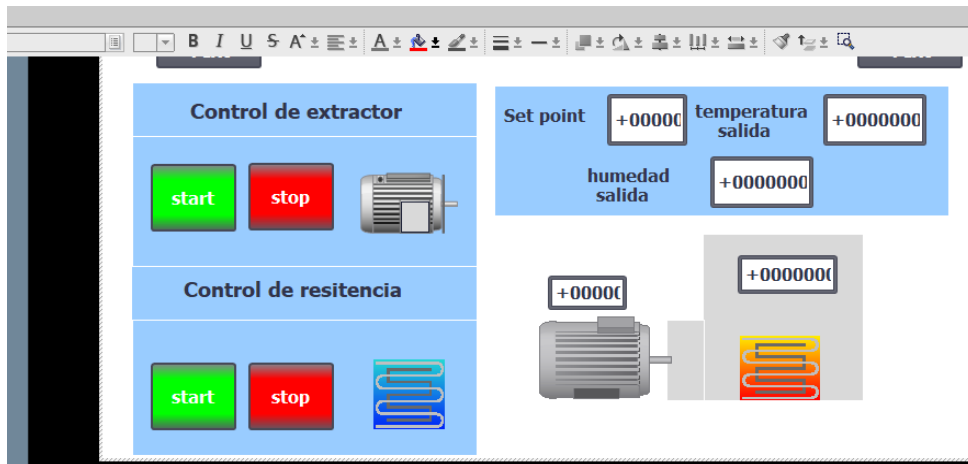


Nota. Elaboración propia

De esta forma se presenta el panel de control mediante HMI para monitorear y visualidad los datos en números en una pantalla general del sistema.

Figura 58

Panel de control mediante HMI



Nota. Elaboración propia

4.2. Pruebas y resultado en el módulo - horno eléctrico

Primera prueba:

En la primera prueba se realiza la comprobación de los instrumentos en donde se encuentra que existen una tolerancia entre instrumentos y el sensor.

De todas maneras, el instrumento es para validar las pruebas que se está realizando.

Tabla 3

Pruebas y resultado en el módulo - horno eléctrico prueba 1

Instrumentos	Medición
Multímetro	23 grados Celsius
Multímetro con laser	22.9
Termocupla horno	23.37

Nota. Elaboración propia

Figura 59

Prueba 1 en el módulo - horno eléctrico



Nota. Elaboración propia

Segunda prueba:

En la segunda prueba vamos a realizar las mediciones y registro de datos cuando el set point está en 30 grados, como es que se altera el sistema cuando se cambia de set point. Para ello se generará una tabla de datos.

Tabla 4

Pruebas y resultado en el módulo - horno eléctrico prueba 2

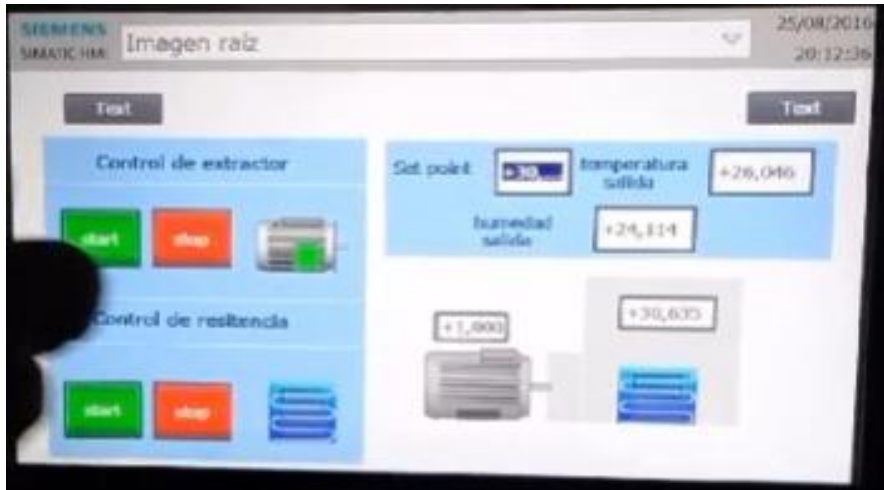
Sensores - actuadores	Datos necesarios
Temperatura en el horno	30.707 grados.
Velocidad de variador	0.48 %
Humedad en la salida del extractor	24.1%
Temperatura en la salida	26.046 grados
Referencia requerida (SET POINT)	30

Nota. Elaboración propia.

Datos en la pantalla HMI del módulo horno eléctrico en un set point de 30 grados Celsius. Nos muestra las temperaturas, humedad, set point, velocidad.

Figura 60

Prueba 2 en el módulo - horno eléctrico

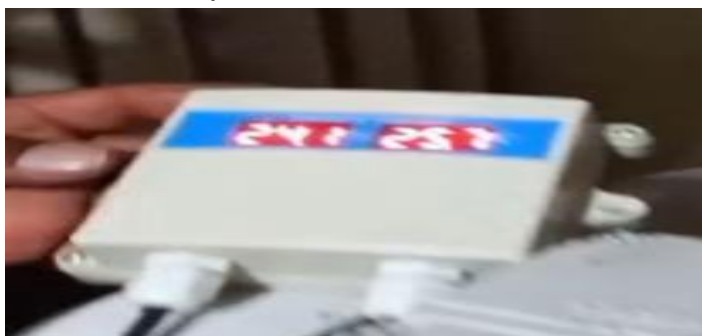


Nota. Elaboración propia

Sensor de temperatura en el extractor de aire. Para mantener una temperatura deseada. Se puede comprobar los datos en el HMI y el mismo sensor que tiene una pantalla que nos ayuda medir y corroborar la temperatura.

Figura 61

Sensor de temperatura en el extractor de aire

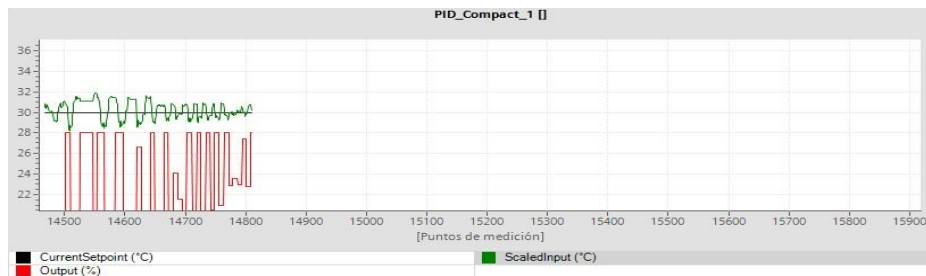


Nota. Elaboración propia

Como podemos Visualizar el controlador trabaja para sintonizarse mejor el control y mantener en la referencia requerida.

Figura 62

Grafica del controlador



Nota. Elaboración propia

Tercera prueba:

En la tercera prueba realizamos la prueba con una referencia requerida de 40 grados, y se visualizara y registrara los datos que varían en función al cambio del controlador.

Tabla 5

Pruebas y resultado en el módulo - horno eléctrico prueba 3

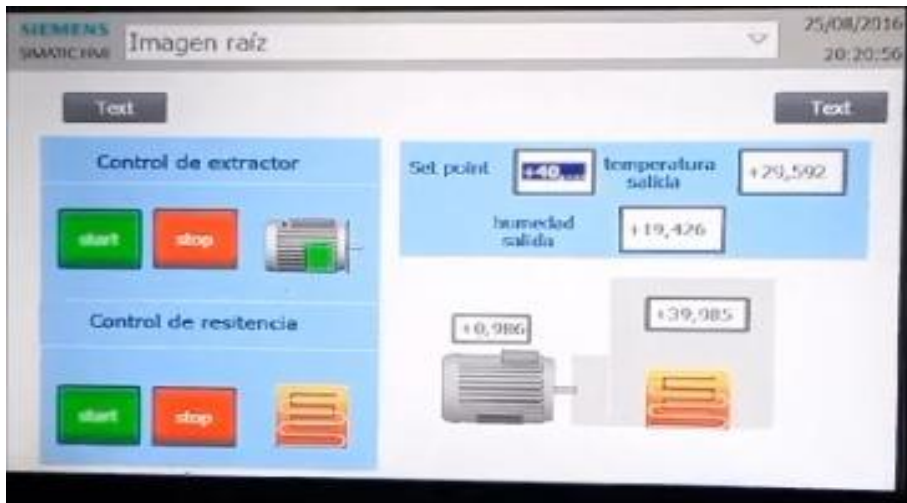
Sensores - actuadores	Datos necesarios
Temperatura en el horno	39.9 grados.
Velocidad de variador	0.986 %
Humedad en la salida del extractor	19.46%
Temperatura en la salida	29.5 grados
Referencia requerida (SET POINT)	40

Nota. Elaboración propia

De la misma manera se obtiene datos comparativos de la temperaturas y Humedades en control PID. En donde nos muestra como es el comportamiento en el horno eléctrico.

Figura 63

Prueba 3 en el módulo - horno eléctrico



Nota. Elaboración propia

De la misma forma tenemos nuestro sensor en el extractor que varía de acuerdo al set point requerido como se muestra en la figura.

Figura 64

Sensor en el extractor

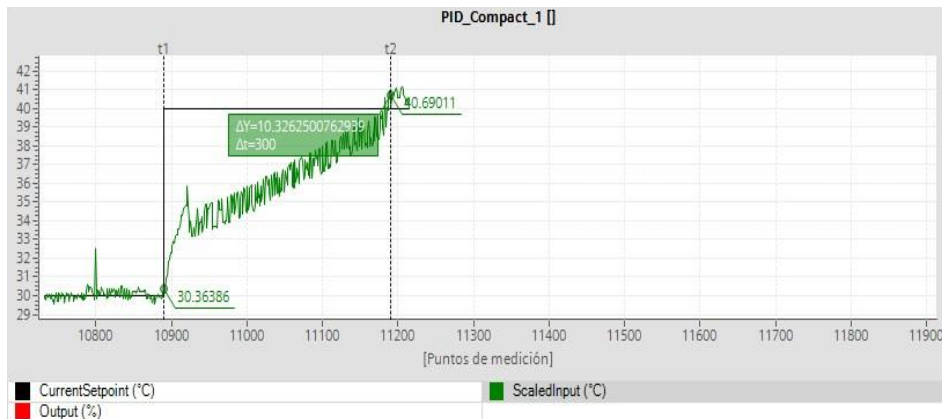


Nota. Elaboración propia

De la misma forma el sistema en una referencia requerida de 40 grados Celsius nos muestra una gráfica de estabilización y de cómo es el comportamiento de nuestro sistema.

Figura 65

Gráfica de estabilización a 40 grados



Nota. Elaboración propia

Cuarta prueba:

En esta cuarta Prueba se realiza la lectura de datos en una referencia requerida de 50 grados Celsius. En donde se visualiza como el sistema altera los parámetros en la salida.

Tabla 6

Pruebas y resultado en el módulo - horno eléctrico prueba 4

Sensores - actuadores	Datos necesarios
Temperatura en el horno	49.9grados.
Velocidad de variador	0.710%
Humedad en la salida del extractor	18.2%
Temperatura en la salida	31.5 grados
Referencia requerida (SET POINT)	50

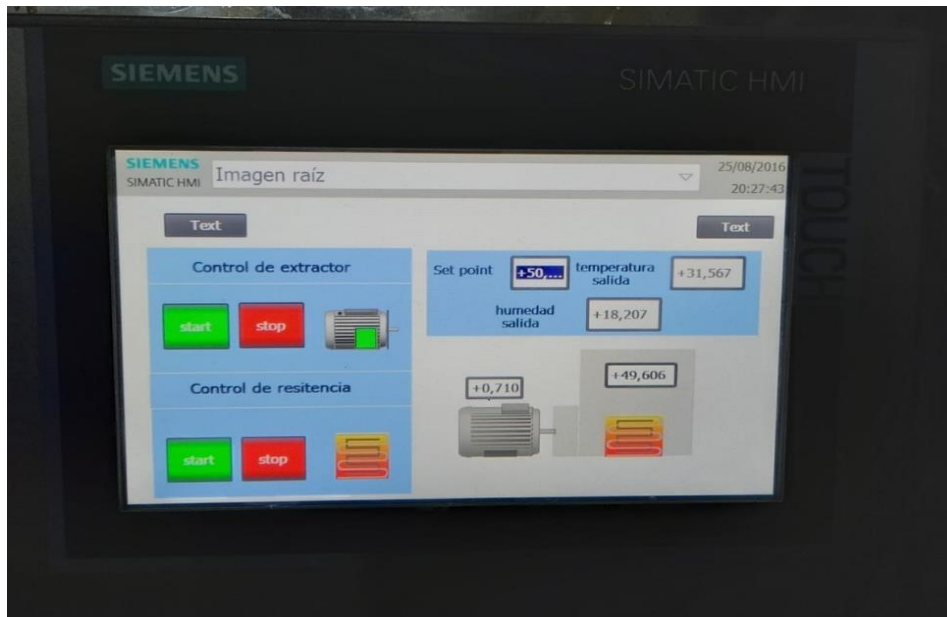
Nota.

Elaboración propia

Como es necesario, de la misma forma que las anteriores lecturas el sistema tiene la referencia requerida de 50 grados Celsius. Esto con el objetivo de realizar la comparación de datos en horno eléctrico.

Figura 66

Prueba 4 en el módulo - horno eléctrico



Nota. Elaboración propia

Los datos de extracción cuando se tiene una referencia requerida de 50 grados para ver la diferencia entre la variación de referencia.

Figura 67

Datos de extracción

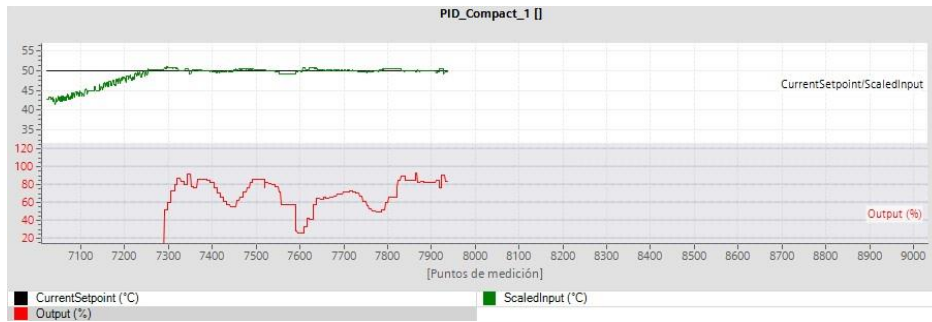


Nota. Elaboración propia

Se muestra que existen datos variados ahora visualizaremos la gráfica que genera en estabilizarse en 50 grados para ello se está utilizando el software de TIA PORTAL. Como se muestra en la figura.

Figura 68

Gráfica que genera en estabilizarse en 50 grados



Nota. Elaboración propia

Figura 69

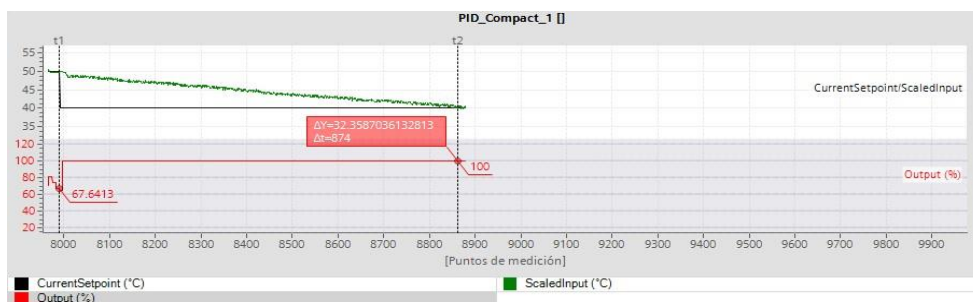
Gráfica de variación de referencia requerida tiempo de 40 a 30 grados Celsius



Nota. Elaboración propia

Figura 70

Gráfica de variación de referencia requerida tiempo de 50 a 40 grados Celsius



Nota. Elaboración propia



Tabla 7

Análisis de variación de datos

Sensores – actuadores	Datos necesarios
Temperatura en el horno	30.707 grados.
Velocidad de variador	0.48 %
Humedad en la salida del extractor	24.1%
Temperatura en la salida	26.046 grados
Referencia requerida (SET POINT)	30
Sensores – actuadores	Datos necesarios
Temperatura en el horno	39.9 grados.
Velocidad de variador	0.986 %
Humedad en la salida del extractor	19.46%
Temperatura en la salida	29.5 grados
Referencia requerida (SET POINT)	40
Sensores – actuadores	Datos necesarios
Temperatura en el horno	49.9grados.
Velocidad de variador	0.710%
Humedad en la salida del extractor	18.2%
Temperatura en la salida	31.5 grados
Referencia requerida (SET POINT)	50

Nota. Elaboración propia

La sintonización del set point tiene una tolerancia de 0.12 grados, la velocidad de extracción varía según lo requerido, la humedad a medida que baja, la temperatura sube. Esto indicando que seca a medida q la temperatura aumenta. Y a diferencia de la humedad la temperatura en la salida aumenta a medida que la humedad baja.

4.3. Análisis e interpretación de resultados

4.3.1. Datos experimentales tomados en el horno eléctrico

Los registros obtenidos del horno eléctrico durante el proceso de calentamiento, detallados en la Tabla 8, muestran los datos medidos durante este periodo específico.

Tabla 8

Los registros obtenidos del horno eléctrico

Temperatura en el horno eléctrico(°C)	Tiempo de calentamiento (s)
23	0
30	22
36	42

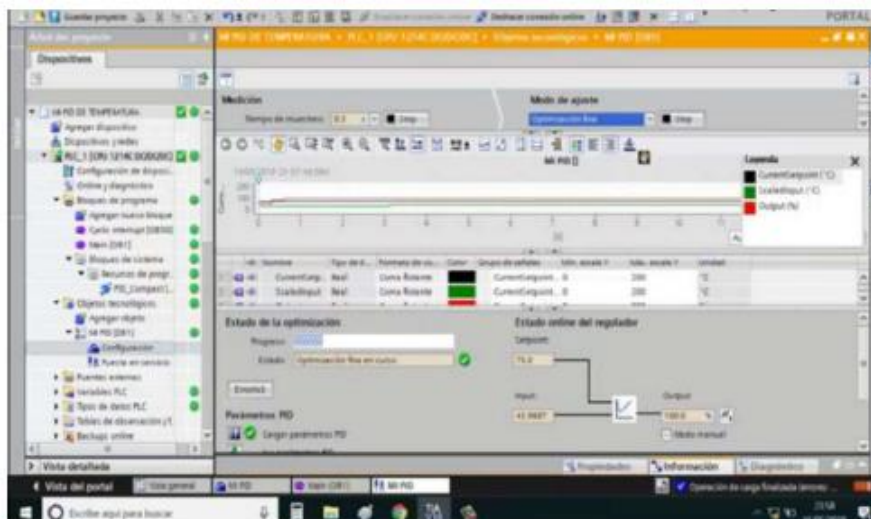
Nota. Elaboración propia

4.3.2. Resultado en el TIA portal 16.0

En la imagen del TIA Portal, se presenta el funcionamiento del controlador PID. Se observan distintos colores que representan elementos específicos del proceso de control: el set point se identifica con el color negro, se fija en referencia de 75 °C; el color verde corresponde a la entrada (valor medido), mientras que el color rojo indica la salida del PID. Después de transcurrir algunos minutos del proceso., se observa cómo la lectura registrada de temperatura se acerca gradualmente al set point, mostrando las acciones realizadas por el controlador para ajustar y mantener la temperatura.

Figura 71

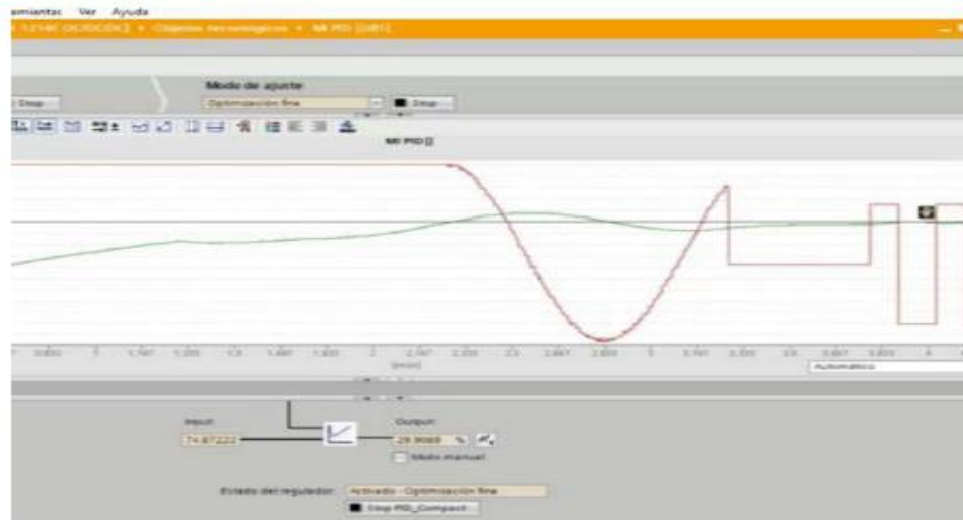
Implementación de mi controlador PID.



Nota. Elaboración propia

Figura 72

Después de pasar algunos minutos en el proceso.

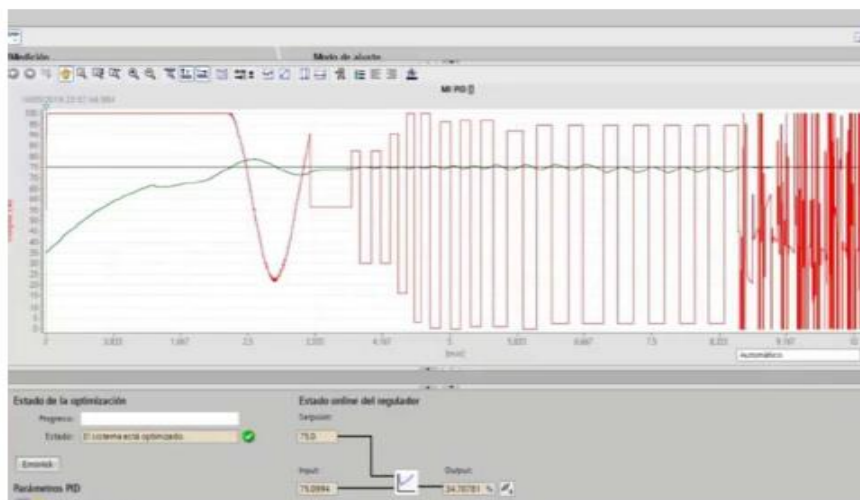


Nota. Elaboración Propia

Al final, el valor medido se estabiliza alrededor del set point después de aproximadamente cuatro minutos, se observa en la imagen

Figura 73

Valor final donde la medición se iguala al punto de consigna.



Nota. Elaboración propia



4.4. Discusión de resultados

Con el fin de generar el modelo matemático del horno, se utilizó el procedimiento del discernimiento, utilizando sistemas de ecuaciones diferenciales que gobiernan el comportamiento térmico del sistema, junto con leyes específicas del ámbito de aplicación. Después de realizar los cálculos pertinentes, se determinó que el sistema seguía un comportamiento de primer orden. El elemento calefactor y las paredes del horno, así como la resistencia térmica, para asegurar que el modelo matemático fuera preciso y confiable, resultando en una función de transferencia que se ajustaba eficazmente a la dinámica del horno.

Una vez que se derivó la función de transferencia, se definieron ciertos requerimientos para el control de temperatura, como un sobre impulso máximo del 20% y un tiempo necesario para alcanzar la estabilidad de 600 seg debido a la naturaleza lenta del sistema.

En conclusión, se notó que el sobre impulso fue un 14% inferior al indicado, y el tiempo requerido para alcanzar la estabilidad fue aproximadamente de 600 seg, cumpliendo con las expectativas de diseño establecidas.

Para presentar gráficamente los datos en la pantalla del TIA Portal, se estableció un punto de ajuste (set point) de 75°C y se introdujeron los parámetros del controlador PID (K_p , T_i y T_d) según los valores proporcionados. La respuesta obtenida coincidió con los valores requeridos.

El control PID se implementó para regular la temperatura del horno eléctrico, permitiendo medir y controlar la temperatura en tiempo real. Se llevaron a cabo mediciones de la temperatura del horno, y al comparar los resultados con



los valores proporcionados en la tabla 4.1, se pudo observar que alcanzar los 75°C requería aproximadamente 4.3 minutos (260 s). Esto indica que los parámetros del controlador tienen un impacto directo en la mejora y ajuste del control de la temperatura del horno, cumpliendo así con los objetivos establecidos para el sistema.



CONCLUSIONES

PRIMERA: La incorporación del módulo de horno eléctrico con control de temperatura mediante un controlador lógico programable PLC se ha demostrado mejoras significativas en la eficiencia operativa y la precisión del control de temperatura en comparación con métodos convencionales.

SEGUNDA: La selección de componentes y dispositivos es esencial y debe cumplir con las especificaciones requeridas para el módulo construido. Esta elección se realizará en concordancia con la información proporcionada en catálogos y manuales correspondientes.

TERCERA: La utilización del controlador lógico programable ha permitido una mayor flexibilidad y versatilidad en la administración de la temperatura del horno eléctrico, posibilitando un ajuste más preciso y rápido en respuesta a las variaciones de carga y condiciones ambientales.

CUARTA: La interfaz humano-máquina (HMI) implementada ha facilitado el monitoreo y la supervisión del sistema, proporcionando una mayor accesibilidad y control al operador al visualizar en tiempo real la temperatura.



RECOMENDACIONES

- PRIMERA:** Se sugiere realizar un seguimiento continuo del sistema implementado para evaluar su rendimiento a largo plazo y realizar ajustes según sean necesarios.
- SEGUNDA:** Tomar en cuenta la opción de expandir la aplicación de la tecnología PLC a otros procesos dentro de la planta, buscando oportunidades adicionales para la mejora de la automatización.
- TERCERA:** Realizar capacitaciones periódicas para el personal operativo encargado del manejo y mantenimiento del sistema, garantizando un uso eficiente y una respuesta efectiva ante posibles problemas.
- CUARTA:** Investigar y evaluar nuevas tecnologías o actualizaciones de hardware/software que puedan proporcionar mejoras adicionales en términos de eficiencia energética y control de temperatura.



REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aguirre, P., & Sánchez, B. (2014). Diseño, construcción y automatización de un horno eléctrico para el calentamiento de prepolymer y polyol en la elaboración de calzado para la empresa Calzado CASS. *Ingenierías*. Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE, Ecuador. <http://repositorio.espe.edu.ec/handle/21000/8300>
- Chumbe, E. (2019). Control de temperatura de un horno eléctrico utilizando controlador lógico programable para la línea de producción de panadería. *Ingenierías*. Universidad Nacional del Centro del Perú, Huancayo, Perú. <http://hdl.handle.net/20.500.12894/6628>
- Lewis, P., & Yang, C. (1999). *Sistemas de control en ingeniería*. España: Editorial Prentice Hall. <https://biblioteca.epn.edu.ec/cgi-bin/koha/opac-detail.pl?biblionumber=26652>
- Mayné, J. (2003). *Sensores acondicionadores y procesadores de señal*. SILICA. chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/http://arantxa.ii.uam.es/~gdrivera/robotica/h_datos/Sensores_Acond.pdf
- Nogales, V., & Tapia, F. (2018). Automatización de un horno eléctrico industrial para el secado y desprendimiento del barniz en bobinados para la empresa Malemec S.A. *Ingenierías*. Universidad Politécnica Salesiana, Ecuador. <https://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/15779>
- Ricon, R. (2009). *Fundamentos de los PLCs*. Ricon. chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/https://meyatres.files.wordpress.com/2014/03/meya-iii-plc.pdf



Sanchez, N., & Sucasaire, W. (2021). Optimización de un horno eléctrico con control de temperatura para mejorar el nivel de aislamiento en bobinas de motores eléctricos hasta 300 HP. *Ingenierías*. Universidad Cesar Vallejo, Peru. <https://hdl.handle.net/20.500.12692/96851>

Siemens. (16 de 12 de 2023). *Siemens Perú*. Siemens website: <https://www.siemens.com/pe/es.html>

Solís, M. (2019). Diseño de un sistema de control de temperatura de un horno, utilizado para el secado de barniz aislante. *Ingenierías*. Universidad Tecnológica del Peru, Peru. <https://hdl.handle.net/20.500.12867/2398>



ANEXOS



ANEXO 1 MATRIZ DE CONSISTENCIA

TÍTULO: IMPLEMENTACION DE UN MODULO DE HORNO ELECTRICO PARA EL CONTROL DE TEMPERATURA MEDIANTE UN CONTROLADOR LOGICO PROGRAMABLE AUTOR: JAIME CONDORI PARQUE					
PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPOSTESIS	VARIABLES E INDICADORES		
<p>PROBLEMA GENERAL ¿Cómo implementar un módulo horno eléctrico para el control de temperatura mediante un PLC?</p> <p>PROBLEMA ESPECIFICO ¿Cómo se seleccionará los elementos y compontes necesarios para el módulo del horno eléctrico? ¿De qué manera se implementará el módulo horno eléctrico? ¿Cómo se realizará el sistema de control P&D a través del lenguaje de programación Ladder en el PLC?</p>	<p>OBJETIVOS GENERAL Implementar un módulo de horno eléctrico para el control de temperatura mediante un Controlador Lógico Programable.</p> <p>OBJETIVOS ESPECIFICO Seleccionar los elementos y compontes necesarios para el módulo del horno eléctrico. Implementar el módulo horno eléctrico. Realizar el sistema de control P&D a través del lenguaje de programación Ladder en el PLC.</p>	<p>HIPOSTESIS GENERAL La implementación de un módulo de horno eléctrico permite el control de temperatura automático mediante un controlador lógico programable PLC.</p> <p>HIPOSTESIS ESPECIFICO Mediante las características de los elementos y compontes necesarios permite su selección para el módulo del horno eléctrico. Mediante la realización de planos y diagrama nos permite implementar el módulo de horno eléctrico. Mediante la programación Ladder en el PLC permite realizar el sistema de control P&D de la temperatura.</p>	Variable Independiente		Segundos
			Controlador Lógico Programable	Configuración del PLC.	Parámetros de configuración del PLC.
			Variable Dependiente Precisión de Control de Temperatura	Precisión de Control de Temperatura	Tiempo de respuesta a cambios de consigna. (°C)

ANEXO 2 HMI HTP 700 SIEMENS

SIEMENS

Data sheet

6AV2123-2GA03-0AX0

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



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

ANEXO 3 PLC S7 1200 SIEMENS

SIEMENS

Hoja de datos

6ES7215-1BG40-0XB0



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

Información general	
Designación del tipo de producto	CPU 1215C AC/DC/Relais
Versión de firmware	V4.6
Ingeniería con	<ul style="list-style-type: none"> Paquete de programación
	STEP 7 V18 o superior
Tensión de alimentación	
Valor nominal (AC)	
<ul style="list-style-type: none"> 120 V AC 230 V AC 	SI
Rango admisible, límite inferior (AC)	85 V
Rango admisible, límite superior (AC)	265 V
Frecuencia de red	
<ul style="list-style-type: none"> Rango admisible, límite inferior Rango admisible, límite superior 	47 Hz 63 Hz
Intensidad de entrada	
Consumo (valor nominal)	100 mA con 120 V AC; 50 mA con 240 V AC
Consumo, máx.	300 mA con 120 V AC; 150 mA con 240 V AC
Intensidad de cierre, máx.	20 A; con 264 V
Pt	0,8 A ² s
Intensidad de salida	
Para bus de fondo (5 V DC), máx.	1 600 mA; máx. 5 V DC para SM y CM
Alimentación de sensores	
Alimentación de sensores 24 V	
<ul style="list-style-type: none"> 24 V 	20,4 a 28,8 V
Pérdidas	
Pérdidas, típ.	14 W
Memoria	
Memoria de trabajo	
<ul style="list-style-type: none"> integrada 	200 kbyte
Memoria de carga	
<ul style="list-style-type: none"> integrada enchufable (SIMATIC Memory Card), máx. 	4 Mbyte con SIMATIC Memory Card
Respaldo	
<ul style="list-style-type: none"> existente libre de mantenimiento sin pila 	SI SI 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 4 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

ANEXO 5 VARIADOR DE FRECUENCIA SIEMENS

SINAMICS V20: datos técnicos

SIEMENS

0,12 a 15 kW



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

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

2_09

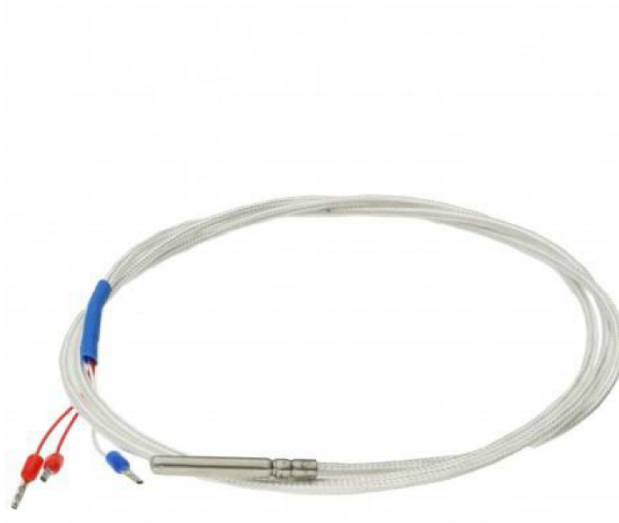
ANEXO 6 SENSOR DE TEMPERATURA PT100



PT100 3-wire temperature probe

PID: MIKROE-2885

Weight: 24 g

**Platinum resistance temperature sensor**

PT100 3-wire temperature probe is a type of RTD platinum probe used to measure temperatures up to 250°C. This type of probe can be used with [RTD click](#).

RTD sensors are basically thermosensitive resistors – materials that change the resistance depending on their temperature. In this case, the resistor is a small strip of platinum with a resistance of 100Ω at 0°C - that is why it is called PT100.

PT100 3-wire temperature probe is a type of RTD platinum probe used to measure temperatures up to 250°C. This type of probe can be used with [RTD click](#).

RTD sensors are basically thermosensitive resistors – materials that change the resistance



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

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

Why use an RTD type of sensor?

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

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



ANEXO 1
FORMULARIO DE AUTORIZACIÓN

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

Formato digital

Fecha de entrega: 28-08-2024

1. Datos del autor (es):

Nombres y Apellidos: JAIME CONDOZI PARQUE
 Dirección: JR. MARAÑÓN # 263 JULIACA - SAN ROMÁN
 DNI/Carné de Extranjería/Pasaporte N°: 44062119
 Teléfono: 912182685 email: jaime.12cp@gmail.com

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

Facultad y/o Escuela de Posgrado: INGENIERÍA Y CIENCIAS PURAS
 Escuela Profesional o Mención: INGENIERÍA MECATRONICA
 Título o Grado Académico a optar: INGENIERO MECATRONICO
 Asesor: ING. ABELARDO LEON MIRANDA

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

Título: IMPLEMENTACION DE UN MODULO DE HORNO ELECTRICO PARA EL
 CONTROL DE TEMPERATURA MEDIANTE UN CONTROLADOR LOGICO
 PROGRAMABLE

Palabras claves, (3 a 5 términos): Control, Temperatura, Horno eléctrico, modulo

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

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: TECNOLOGIA DE LA INSTRUMENTACIÓN - P 21

Firma de Autor



huella digital

28 de Agosto 2024

Fecha