



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



**IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE CONTROL DE FLUJO  
DE CALOR Y MONITOREO DE TEMPERATURA PARA  
UN DESHIDRATADOR DE OREGANO**

**TESIS PRESENTADA POR:**

**Bach. FRANKLIN TURPO HUALLIPE**

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

**JULIACA – PERÚ**

**2024**



**UNIVERSIDAD ANDINA**

**NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ**

**FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS**

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA MECATRÓNICA**

**IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE CONTROL DE FLUJO  
DE CALOR Y MONITOREO DE TEMPERATURA PARA  
UN DESHIDRATADOR DE OREGANO**

**TESIS PRESENTADA POR:**

**Bach. FRANKLIN TURPO HUALLIPE**

**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. ANGEL CLEMENTE MAMAMI LEONARDO

**ASESOR DE TESIS**

  
: \_\_\_\_\_  
M.Sc. ABELARDO LEON MIRANDA

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN**

: TECNOLOGÍA DE LA INSTRUMENTACIÓN - P21



**RESOLUCIÓN DECANAL N° 339-2024-D-FICP-UANCV**

Juliaca, 12 de julio de 2024

**VISTOS:**

El **INFORME N° 006-2024-D-FICP-UANCV-P** del Director de la Escuela Profesional de **Ingeniería Mecatrónica** de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras y Resolución Decanal N°323-2024 de fecha 10 de julio de 2024 sobre la aprobación del Informe Final del trabajo de Investigación (tesis) titulado: **IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE CONTROL DE FLUJO DE CALOR Y MONITOREO DE TEMPERATURA PARA UN DESHIDRATADOR DE OREGANO**; y el trámite solicitado por el Bachiller en **Ingeniería Mecatrónica** y;

**CONSIDERANDO:**

Que, el Bachiller: **FRANKLIN TURPO HUALLIPE**; ha solicitado fecha y hora para efectuar la sustentación del Informe Final del Trabajo de Investigación (tesis) titulado: **IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE CONTROL DE FLUJO DE CALOR Y MONITOREO DE TEMPERATURA PARA UN DESHIDRATADOR DE OREGANO**, para rendir el examen de sustentación del trabajo de Investigación (tesis) y optar el Título Profesional de **Ingeniero Mecatrónico**, y;

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

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

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

**RESUELVE:**

**ARTICULO PRIMERO.** - **APROBAR** Lugar, Día y Hora para que el (la) bachiller: **FRANKLIN TURPO HUALLIPE**; rendirá el Examen de Sustentación del Informe Final del Trabajo de Investigación (tesis) titulado **IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE CONTROL DE FLUJO DE CALOR Y MONITOREO DE TEMPERATURA PARA UN DESHIDRATADOR DE OREGANO**, para optar el Título Profesional de **Ingeniero Mecatrónico** de acuerdo al siguiente detalle:

- \* **FECHA** : **lunes 15 de julio de 2024**
- \* **HORA** : **12:00**
- \* **LUGAR** : **Aula 205 - FICP**

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

Regístrese, Comuníquese, Archívese.

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

  
UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"  
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y Cs. PURAS  
-----  
Dr. EFRAIM PÁJILLO SOSA  
SECRETARIO ACADÉMICO  
CIP. 95531

C.C. Arch. 2024  
Interesado  
Escuela Profesional



# UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"

## RESOLUCIÓN DECANAL N° 323-2024-D-FICP-UANCV

Juliaca, 10 de julio de 2024

### VISTOS:

El **INFORME N° 121-2024-D-UI-FICP.UANCV**, del Director Unidad de Investigación de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Ingeniería Mecatrónica, **INFORME N° 006-2024-UI-CI-EPIM-FICP-UANCV** del Presidente del Sub Comité de Evaluación de la Escuela Profesional de Ingeniería Mecatrónica, **RESOLUCIÓN DECANAL N° 1047-2023-D-FICP-UANCV** que aprueba el Proyecto de Investigación el **02 de octubre de 2023** y el acta de revisión y calificación del Trabajo de Investigación (tesis) de fecha **08 de julio de 2024** para optar el Título Profesional de Ingeniero Mecatrónico, con el tema titulado: **IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE CONTROL DE FLUJO DE CALOR Y MONITOREO DE TEMPERATURA PARA UN DESHIDRATADOR DE OREGANO.**

### CONSIDERANDO:

Que, el (la) Bachiller: **FRANKLIN TURPO HUALLIPE**, ha presentado su Trabajo de Investigación (tesis) Titulado: **IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE CONTROL DE FLUJO DE CALOR Y MONITOREO DE TEMPERATURA PARA UN DESHIDRATADOR DE OREGANO.**

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. ANGEL CLEMENTE MAMANI LEONARDO**

Que, el Sub Comité de evaluación ha aprobado en su integridad el Trabajo de Investigación (tesis) titulado: **IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE CONTROL DE FLUJO DE CALOR Y MONITOREO DE TEMPERATURA PARA UN DESHIDRATADOR DE OREGANO.**

Que, la Oficina de Investigación ha aprobado con el Dictamen N° 411-2024, la originalidad del trabajo de investigación (tesis) titulado: **IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE CONTROL DE FLUJO DE CALOR Y MONITOREO DE TEMPERATURA PARA UN DESHIDRATADOR DE OREGANO.**

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: **FRANKLIN TURPO HUALLIPE**, para optar el Título Profesional de Ingeniero Mecatrónico, con el Tema Titulado: **IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE CONTROL DE FLUJO DE CALOR Y MONITOREO DE TEMPERATURA PARA UN DESHIDRATADOR DE OREGANO.**

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

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

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

Regístrese, Comuníquese, Archívese,



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



UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"  
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y Cs. PURAS  
**D. EFRAIN PARILO SOSA**  
SECRETARIO ACADÉMICO  
CIP. 97531

cc  
archivo 2024  
interesado (a)



**RESOLUCIÓN DECANAL N° 280-2024-D-FICP-UANCV**

Juliaca, 28 de junio de 2024

**VISTOS.-**

El OFICIO N° 012-2024-EPIM-UANCV-FP, del Director de la Escuela Profesional de Ingeniería Mecatrónica y el proveído del Director de la Unidad de Investigación de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras, sobre el pedido de cambio de miembro (s) del sub comité de evaluación del Proyecto de Investigación, del Bachiller: FRANKLIN TURPO HUALLIPE para optar el Título Profesional de Ingeniero Mecatronico, con el tema titulado: IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE CONTROL DE FLUJO DE CALOR Y MONITOREO DE TEMPERATURA PARA UN DESHIDRATADOR DE OREGANO, y;

**CONSIDERANDO:**

Que, el (la) Bachiller: FRANKLIN TURPO HUALLIPE ha solicitado cambio del segundo miembro de la terna del sub comité de evaluación del Proyecto de Investigación, titulado: IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE CONTROL DE FLUJO DE CALOR Y MONITOREO DE TEMPERATURA PARA UN DESHIDRATADOR DE OREGANO aprobado con la RESOLUCIÓN DECANAL N° 1047-2023-D-FICP-UANCV de fecha 02 de octubre de 2023; conformado por los siguientes Docentes:

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

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

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

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

**RESUELVE:**

**ARTICULO PRIMERO.** - APROBAR, el cambio del segundo miembro de la Terna del sub comité de evaluación del Proyecto de Investigación presentado por el bachiller: FRANKLIN TURPO HUALLIPE, titulado: IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE CONTROL DE FLUJO DE CALOR Y MONITOREO DE TEMPERATURA PARA UN DESHIDRATADOR DE OREGANO, para optar el título profesional de Ingeniero Mecatronico quedando la conformación del sub comité de evaluación de la siguiente forma:

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

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

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

Regístrese, Comuníquese, Archívese

  
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 ACADÉMICO  
CIP. 95531



**RESOLUCIÓN DECANAL N° 1047-2023-D-FICP-UANCV**

Juliaca, 02 de octubre 2023

**VISTOS:**

El, **INFORME N° 613-2023-D-UI-FICP.UANCV** del Director de la Unidad de Investigación de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras, **INFORME DE OPINIÓN TÉCNICA N° 029-2023-UI-CI-EPIM-FICP-UANCV** del responsable del Comité de Investigación, la **opinión técnica N° 029-2023-UI-CI-EPIM-FICP-UANCV** del presidente del sub comité de la Escuela Profesional de **Ingeniería Mecatrónica** y el **ACTA DE REGISTRO DE PROYECTO DE INVESTIGACIÓN** según reglamento interno de aseguramiento de la calidad de trabajos de investigación de fecha **06 de setiembre de 2023**, para optar el Título Profesional de Ingeniero Mecatrónico, con el tema titulado: **IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE CONTROL DE FLUJO DE CALOR Y MONITOREO DE TEMPERATURA PARA UN DESHIDRATADOR DE OREGANO.**

**CONSIDERANDO:**

Que, el (la) Bachiller: **FRANKLIN TURPO HUALLIPE**, ha presentado su Proyecto de Investigación Titulado: **IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE CONTROL DE FLUJO DE CALOR Y MONITOREO DE TEMPERATURA PARA UN DESHIDRATADOR DE OREGANO**, para optar el Título Profesional de **Ingeniero Mecatrónico**.

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

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

Que, la sub comisión de evaluación ha concluido aprobar sin observación el Proyecto de Investigación titulado: **IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE CONTROL DE FLUJO DE CALOR Y MONITOREO DE TEMPERATURA PARA UN DESHIDRATADOR DE OREGANO**, 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: **FRANKLIN TURPO HUALLIPE**, para optar el Título Profesional de **Ingeniero Mecatrónico**, con el Tema Titulado: **IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE CONTROL DE FLUJO DE CALOR Y MONITOREO DE TEMPERATURA PARA UN DESHIDRATADOR DE OREGANO.**

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  
EFRAÍN PARILLO SOSA  
SECRETARIO ACADÉMICO  
CIP 55631

cc  
archivo 2023  
interesado (a)



## IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE CONTROL DE CALOR Y MONITOREO DE TEMPERATURA PARA UN DESHIDRATADOR DE OREGANO

### INFORME DE ORIGINALIDAD

11%

INDICE DE SIMILITUD

10%

FUENTES DE INTERNET

2%

PUBLICACIONES

5%

TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

### FUENTES PRIMARIAS

1	<a href="https://dspace.ups.edu.ec">dspace.ups.edu.ec</a> Fuente de Internet	3%
2	Submitted to Universidad Andina Nestor Caceres Velasquez Trabajo del estudiante	2%
3	Submitted to Universidad Nacional del Centro del Peru Trabajo del estudiante	1%
4	<a href="https://qdoc.tips">qdoc.tips</a> Fuente de Internet	1%
5	Submitted to Universidad Continental Trabajo del estudiante	<1%
6	<a href="https://dspace.esPOCH.edu.ec">dspace.esPOCH.edu.ec</a> Fuente de Internet	<1%
7	<a href="https://repositorio.upla.edu.pe">repositorio.upla.edu.pe</a> Fuente de Internet	<1%



### Metadatos complementarios

<b>TÍTULO DE LA TESIS</b>	
IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE CONTROL DE FLUJO DE CALOR Y MONITOREO DE TEMPERATURA PARA UN DESHIDRATADOR DE OREGANO	
<b>Datos de autor</b>	
Nombres y apellidos	FRANKLIN TURPO HUALLIPE
Tipo de documento de identidad	DNI
Número de documento de identidad	71104020
URL de ORCID	<a href="https://orcid.org/0009-0006-2008-5584">https://orcid.org/0009-0006-2008-5584</a>
<b>Datos de asesor</b>	
Nombres y apellidos	ABELARDO LEON MIRANDA
Tipo de documento de identidad	DNI
Número de documento de identidad	40198643
URL de ORCID	<a href="https://orcid.org/0000-0001-8370-5660">https://orcid.org/0000-0001-8370-5660</a>
<b>Datos del jurado</b>	
<b>Presidente del jurado</b>	
Nombres y apellidos	SALVADOR TEODORO VALDIVIA CARDENAS
Tipo de documento	DNI
Número de documento de identidad	02383061
<b>Miembro del jurado 1</b>	
Nombres y apellidos	ADWAR RANULFO SANCHEZ CARREÓN
Tipo de documento	DNI
Número de documento de identidad	02064066
<b>Miembro del jurado 2</b>	
Nombres y apellidos	ANGEL CLEMENTE MAMAMI LEONARDO
Tipo de documento	DNI
Número de documento de identidad	45317605



<b>Datos de investigación</b>	
Línea de investigación	TECNOLOGÍA DE LA INSTRUMENTACIÓN - P21
Grupo de investigación	No aplica.
Agencia de financiamiento	Sin financiamiento.
Ubicación geográfica de la investigación	<p>País: Perú  Departamento: Puno  Provincia: San Román  Distrito: Juliaca</p> <p>Coordenadas:  Latitud: -15.5014724  Longitud: -70.1319647</p> <p><a href="https://maps.app.goo.gl/AwXeAVq7oAg8NBU16">https://maps.app.goo.gl/AwXeAVq7oAg8NBU16</a></p> 
Año o rango de años en que se realizó la investigación	Marzo 2024 – Julio 2024
URL de disciplinas OCDE	<p><b>Ingeniería mecatrónica</b>  <a href="https://purl.org/pe-repo/ocde/ford#2.02.01">https://purl.org/pe-repo/ocde/ford#2.02.01</a></p> <p><b>Sistemas de automatización, Sistemas de control</b>  <a href="https://purl.org/pe-repo/ocde/ford#2.02.03">https://purl.org/pe-repo/ocde/ford#2.02.03</a></p>

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL CUSCO  
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS  
DIRECCIÓN DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS  
DIRECCIÓN DE INVESTIGACIÓN  
Dr. Efraín Barrio Sosa  
DIRECCIÓN DE INVESTIGACIÓN



DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD Y RESPONSABILIDAD

Yo FRANKLIN TURPO HUALLIPE, identificado con DNI Nro. 71104020 en mi condición de egresado de:

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

INGENIERÍA MECATRÓNICA

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

IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE CONTROL DE FLUJO DE CALOR Y MONITOREO DE TEMPERATURA PARA UN DESHIDRATADOR DE OREGANO

Asesorado por: M.Sc. ABELARDO LEON MIRANDA

Es un tema original.

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

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

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

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

Juliaca 07 de Agosto del 2024

Firma del Asesor (obligatoria)

FIRMA (obligatoria)



Huella



## DEDICATORIA

Quiero expresar esta dedicatoria a mis padres y a mis hermanos por su inmenso y constante apoyo por ende les dedico este trabajo de investigación como muestra de mi reconocimiento hacia ellos.



### **AGRADECIMIENTO**

A dios sobre todas las cosas.

Agradezco a mis padres por su confianza en mi persona, su respaldo constante y su capacidad para orientarme y motivarme a perseguir mis sueños anhelados y mejorar día a día.

Así mismo agradezco muy particularmente a los docentes que me han transmitido su conocimiento y sus valores. También agradezco a todas las personas quienes han contribuido para que sea efecto este trabajo de investigación.



## ÍNDICE GENERAL

DEDICATORIA.....	i
AGRADECIMIENTO .....	ii
ÍNDICE GENERAL.....	iii
ÍNDICE DE FIGURAS.....	viii
ÍNDICE DE TABLAS .....	x
RESUMEN .....	xi
ABSTRACT .....	xii
INTRODUCCIÓN .....	xiii
CAPÍTULO I .....	14
ASPECTOS GENERALES .....	14
1.1. Descripción del problema.....	14
1.1. Formulación del problema.....	15
1.1.1. Problema general.....	15
1.1.2. Problemas específicos .....	15
1.2. Justificación .....	15
1.3. Objetivos de la investigación .....	16
1.3.1. Objetivo general.....	16
1.3.2. Objetivos específicos.....	16
1.4. Hipótesis de la investigación .....	16



1.4.1. Hipótesis general .....	16
1.4.2. Hipótesis específicas .....	17
1.5. Variables de investigación .....	17
1.5.1. Variable Independiente: .....	17
1.5.2. Variable dependiente:.....	17
1.6. Operacionalización de variables .....	17
CAPÍTULO II .....	19
FUNDAMENTOS TEÓRICOS .....	19
2.1. Bases teóricas .....	19
2.1.1. Nivel internacional.....	19
2.1.2. Nivel nacional .....	22
2.2. Bases teóricas .....	25
2.2.1. El orégano .....	25
2.2.2. Variedades.....	28
2.2.3. Usos del orégano .....	31
2.2.4. Métodos de transferencia de calor.....	33
2.2.5. Variables de influencia en la velocidad de secado .....	40
2.2.6. Proceso mecánico durante el secado.....	41
2.2.7. Parámetros de secado .....	47
2.2.7.1. Tiempo de secado.....	47
2.2.7.2. Temperatura de deshidratación .....	47



2.2.8. Carta Psicométrica .....	48
2.2.9. Tipos de deshidratadores mecánicos .....	50
2.2.10. Deshidratadores eléctricos .....	54
2.2.10.1. Principio de funcionamiento.....	54
2.2.11. Ventilador.....	55
2.2.12. SIMATIC S7-1200.....	57
2.2.13. SIMATIC HMI KTP-700 Basic .....	59
2.2.13.1. Actualidad .....	60
2.2.13.2. Elección HMI adecuado.....	60
2.2.13.3. Funciones por realizar .....	60
2.2.13.4. Características físicas del HMI .....	61
2.2.14. Controlador de velocidad variable SINAMICS.....	62
2.2.15. Sensores.....	62
2.2.16. Sensores de temperatura.....	63
2.2.17. sensores de humedad.....	64
2.2.18. Sensor de velocidad de aire .....	65
CAPÍTULO III .....	67
METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN .....	67
3.1. Método de investigación.....	67
3.2. Tipo de investigación .....	67
3.3. Diseño de la investigación .....	68



3.4. Ámbito de la investigación .....	68
3.5. Población y muestra .....	69
3.6. Técnicas e instrumentos de recogida de información.....	69
3.7. Recogida de datos .....	70
3.8. Análisis de datos: .....	70
CAPÍTULO IV .....	71
ANALISIS DE RESULTADOS Y DISCUSION.....	71
4.1. Presentación de resultados .....	71
4.1.1. Lectura de entradas y salidas analógicas .....	73
4.1.2. Control proporcional integral derivativo (PID).....	76
4.1.3. Configuración de los parámetros de PID compact en TIA PORTAL .....	76
4.1.4. Control de intercambiador de flujo de calor .....	78
4.1.5. Sintonización y optimización del controlador PID COMPACT .....	79
4.1.6. Programación en el interfaz HIM modelo TP 700 COMFORT .....	81
4.1.7. Control del sistema de flujo de calor.....	81
4.1.8. Control del sistema de monitoreo de temperatura .....	82
4.2. Análisis e interpretación de resultados.....	83
4.2.1. Pruebas y resultados para el módulo de deshidratador de orégano .....	83
4.2.1.1. Primera prueba.....	83
4.2.1.2. Segunda prueba .....	86



4.2.1.3. Tercera prueba.....	88
4.2.2. Análisis de resultados obtenidos por todas las pruebas .....	91
4.2.3. Consideraciones para ejecutar el proceso de pruebas .....	93
4.3. Discusión de resultados .....	94
4.4. Análisis de los resultados obtenidos.....	95
CONCLUSIONES .....	96
RECOMENDACIONES.....	98
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	99
ANEXOS .....	101



## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Planta de orégano .....	28
Figura 2 Constitución química de la mejorana .....	33
Figura 3 Transferencia de calor a través de una superficie plana .....	34
Figura 4 Convección forzada .....	35
Figura 5 Convección natural .....	36
Figura 6 Proceso fenómeno radiante .....	37
Figura 7 Proceso de Secado .....	42
Figura 8 Curva de humedad vs tiempo.....	43
Figura 9 Gráfico de velocidad vs humedecimiento en la materia.....	44
Figura 10 Carta psicométrica.....	48
Figura 11 Deshidratador de estufa .....	51
Figura 12 Deshidratador de bandejas .....	52
Figura 13 Deshidratadores de conducción indirecta .....	53
Figura 14 Tubo calefactor eléctrico .....	55
Figura 15 Ventilación centrífuga .....	56
Figura 16 Ventilador de tipo axial .....	57
Figura 17 PLC Simatic S7-1200 .....	59
Figura 18 Vista periférica HMI KTP700Basic .....	62
Figura 19 Tipos de sensores de humedad .....	64
Figura 20 Sensor de humedad .....	65
Figura 21 Sensor de velocidad de aire .....	66
Figura 22 Implementación del módulo completo.....	72
Figura 23 Selección de dispositivos .....	72
Figura 24 Lenguaje Ladder y bloques de programación.....	73
Figura 25 Lectura real de temperatura y humedad .....	74
Figura 26 Lectura sensor de velocidad de flujo de aire.....	74
Figura 27 Procedimiento para normalizar y escalar datos mediante bloques de programación .....	75
Figura 28 Control y designación el variador de frecuencia Siemens V20.....	75
Figura 29 Configuraciones del PID.....	76



Figura 30 Ajustes básicos de programación .....	77
Figura 31 Registro de datos analógicos .....	77
Figura 32 Configuración de ajustes de los valores.....	78
Figura 33 Control de intercambiador de flujo de calor.....	79
Figura 34 Control de gas mediante reguladores manuales .....	79
Figura 35 Sintonización y optimización del controlador PID COMPACT .....	80
Figura 36 Selección de ajuste llamada optimización fina.....	80
Figura 37 Programación en el interfaz HIM modelo TP 700 COMFORT .....	81
Figura 38 Panel de control.....	82
Figura 39 Control del sistema de monitoreo de temperatura .....	82
Figura 40 Pantalla HIM Comfort del proceso .....	83
Figura 41 Datos asignados para la primera prueba .....	84
Figura 42 Datos obtenidos en la pantalla HMI .....	84
Figura 43 Visualización de valores de temperatura y humedad .....	85
Figura 44 Sensor de velocidad .....	85
Figura 45 Funcionamiento del controlador P&D.....	86
Figura 46 Datos asignados para la segunda prueba.....	86
Figura 47 Datos obtenidos en la pantalla HMI segunda prueba .....	87
Figura 48 Medición de la velocidad del aire .....	87
Figura 49 Medición de la temperatura y humedad segunda prueba.....	88
Figura 50 Comportamiento de nuestro controlador PID segunda prueba .....	88
Figura 51 Datos asignados para la tercera prueba .....	89
Figura 52 Datos obtenidos en la pantalla HMI tercera prueba.....	89
Figura 53 Medición de la temperatura y humedad tercera prueba .....	90
Figura 54 Velocidad del flujo de aire tercera prueba.....	90
Figura 55 Comportamiento de nuestro controlador PID tercera prueba .....	91
Figura 56 Resultado del orégano deshidratado .....	92
Figura 57 Orégano deshidratado a una temperatura de 70 °C.....	93
Figura 58 Asignación del ser point .....	93
Figura 59 Ejecución del programa.....	94
Figura 60 Vista superior del modulo .....	94



## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Operacionalización de variables.....	18
Tabla 2 Especificaciones técnicas de la resistencia.....	55
Tabla 3 Metodologías y herramientas para obtener información .....	69
Tabla 4 Resultado de las pruebas .....	92



## RESUMEN

Esta tesis aborda la creación y aplicación de un conjunto de monitoreo y manejo térmico a fin de mejorar la eficiencia del procedimiento de deshidratación de orégano. Este análisis se enfoca en resolver las restricciones de los enfoques tradicionales para garantizar la deshidratación efectiva del orégano, lo cual es fundamental para preservar su calidad y propiedades.

Fue diseñado un modelo de deshidratador que integra un sistema automatizado para controlar la temperatura y la circulación de calor, y se implementaron sensores altamente precisos para supervisar de manera constante el proceso. Mediante pruebas experimentales y comparativas, se evidenció que la propuesta de sistema incrementa la uniformidad y calidad del orégano deshidratado en comparación con los procedimientos tradicionales.

Los resultados muestran una disminución notable en la variabilidad del nivel de humedad y una mayor preservación del color y los compuestos aromáticos del orégano. Este estudio no solo presenta una solución efectiva para los cultivadores de orégano, además, establece los cimientos para posteriores aplicaciones en la deshidratación de otros productos agrícolas, fomentando la adopción de tecnologías avanzadas en la industria agroalimentaria.

La investigación concluye que integrar sistemas de control del calor y el flujo de monitoreo de calor en equipos de deshidratación puede transformar los métodos de conservación de alimentos, mejorando la excelencia y el precio de los productos secos.

**Palabras clave:** Sistema de control. Flujo de calor, monitoreo de temperatura, Deshidratador.



## ABSTRACT

This thesis presents the design and implementation of a heat flow control and temperature monitoring system to optimize the oregano dehydration process. Proper dehydration of oregano is crucial to maintaining its quality and properties, and this study seeks to address the limitations of traditional methods.

A prototype dehydrator was developed equipped with an automated temperature and heat flow control system, along with high-precision sensors for continuous monitoring. Through experimental tests and comparative analyses, it was shown that the proposed system improves the uniformity and quality of dehydrated oregano compared to conventional methods.

The results indicate a significant reduction in moisture content variability and better preservation of oregano color and aromatic compounds. This research not only offers an effective solution for oregano producers, but also lays a foundation for future applications in the dehydration of other agricultural products, promoting the adoption of advanced technologies in the agro-industrial sector.

The study concludes that the implementation of heat flow control and temperature monitoring systems in dehydrators can revolutionize food preservation processes, increasing the quality and value of dehydrated products.

**Keywords:** Control system, heat flow, temperature monitoring, dehydrator.



## INTRODUCCIÓN

La deshidratación de alimentos es un procedimiento fundamental en el ámbito alimentario, puesto que posibilita la preservación y extensión del tiempo de almacenamiento de una variedad de productos.

La deshidratación de hierbas aromáticas como el orégano es esencial para mantener sus características organolépticas y nutricionales, lo que simplifica su almacenamiento y transporte. No obstante, la efectividad y excelencia del proceso de deshidratación se ven mayormente influenciadas por la precisa regulación de la sensación térmica y la transferencia de calor dentro del deshidratador. Los enfoques convencionales de deshidratación frecuentemente no logran gestionar de manera efectiva estos aspectos, lo que puede desembocar en un producto final de menor calidad, con pérdida significativa de sabor, color y valor nutricional.



## CAPÍTULO I

### ASPECTOS GENERALES

#### 1.1. Descripción del problema

La deshidratación de hierbas es un método ampliamente empleado para conservar las propiedades nutritivas de estas plantas. Este proceso implica la extracción de la humedad del material vegetal sin alterar sus características, al mismo tiempo que se evita la proliferación de microorganismos y se previene la actividad enzimática. Actualmente, la dificultad reside en mantener los rangos óptimos de calor y humedad durante el proceso de deshidratación. El objetivo del proyecto de estudio es crear un procedimiento que pueda garantizar estos parámetros y, por consiguiente, producir un producto de alta calidad.



## 1.1. Formulación del problema

### 1.1.1. Problema general

¿Cómo implementar un sistema de control de flujo de calor y monitoreo de temperatura para un deshidratador de orégano?

### 1.1.2. Problemas específicos

- PE1. ¿Como seleccionar los componentes, sensores y dispositivos necesarios para el control del flujo de calor y la monitorización de temperatura en el deshidratador de orégano
- PE2. ¿De qué manera se programa el PLC para regular el flujo de calor y la temperatura de manera eficiente en el deshidratador de orégano
- PE3. ¿Como desarrollar el monitoreo en tiempo real de temperatura provenientes de los sensores en el deshidratador de orégano

## 1.2. Justificación

Dada la falta de eficacia de los sistemas actuales de deshidratación y la importancia de mantener niveles óptimos de ambiente térmico y húmedo en la cámara deshidratación a fin de asegurar que al menos el 98% del producto final sea comercializable, se busca introducir un sistema de deshidratación que pueda generar los parámetros requeridos para obtener un producto de alta calidad.



## 1.3. Objetivos de la investigación

### 1.3.1. Objetivo general

Implementar un sistema de control de flujo de calor y monitoreo de temperatura para un deshidratador de orégano

### 1.3.2. Objetivos específicos

- OE1. Seleccionar los componentes, sensores y dispositivos necesarios para el control del flujo de calor y la monitorización de temperatura en el deshidratador de orégano.
- OE2. Realizar la programación del PLC para regular el flujo de calor y la temperatura de manera eficiente en el deshidratador de orégano.
- OE3. Desarrollar el monitoreo en tiempo real de temperatura provenientes de los sensores en el deshidratador de orégano.

## 1.4. Hipótesis de la investigación

### 1.4.1. Hipótesis general

La implementación de un Sistema de Control de Flujo de Calor y Monitoreo de Temperatura para un Deshidratador de Orégano resultará en un proceso de deshidratación más eficiente y controlado, optimizando la calidad y el tiempo de secado del orégano. A través de la regulación precisa de la temperatura y el flujo de calor,



## 1.4.2. Hipótesis específicas

- HI1: Mediante la selección de los componentes, sensores y dispositivos necesarios para el control del flujo de calor y la monitorización de temperatura proporcionarían mediciones precisas y confiables en el deshidratador de orégano.
- HI2: La programación del controlador lógico programable permitirá regular el flujo de calor y la temperatura de manera eficiente, garantizando el proceso de deshidratación óptimo para el orégano.
- HI3: El desarrollo del monitoreo en tiempo real de temperatura provenientes de los sensores brindará la información útil para el control del proceso de deshidratación el orégano.

## 1.5. Variables de investigación

### 1.5.1. Variable Independiente:

Sistema de control de flujo de calor y monitoreo de temperatura

### 1.5.2. Variable dependiente:

Deshidratador de orégano

## 1.6. Operacionalización de variables



**Tabla 1**

*Operacionalización de variables*

TIPO DE VARIABLE	VARIABLES	DIMENSIONES	INDICADORES	UNIDADES
<b>Variable Independiente</b>	Sistema de control de flujo de calor y monitoreo de temperatura	Precisión del control de temperatura Monitoreo continuo	Desviación estándar de la temperatura Resolución del sensor de temperatura	Grados Celsius (°C) Grados Celsius (°C)
	<b>Variable Dependiente</b>	Deshidratador de orégano	Contenido de humedad	Porcentaje de humedad residual



## CAPÍTULO II

### FUNDAMENTOS TEÓRICOS

#### 2.1. Bases teóricas

##### 2.1.1. Nivel internacional

(Cueva, 2021) en su estudio "Implementación de un deshidratador automatizado para frutas con control de variables ambientales y bandejas rotativas", de su autoría analiza. El objetivo de este proyecto es implementar un deshidratador automatizado con bandejas rotativas diseñado para frutas, el cual regula las condiciones climáticas, incluyendo temperatura y humedad, a medida que transcurre el tiempo. Se estableció el sistema de control a través de la programación de un PLC, un HMI y un controlador de velocidad que controla el movimiento giratorio de las bandejas dentro de la cámara. La conectividad entre el Controlador Lógico Programable, la Interfaz Hombre-Máquina y la Computadora Personal se logró mediante una red Ethernet conexión por cable. La estructura del equipo se construyó utilizando acero inoxidable 304. El



rendimiento se fundamenta en conservar el calor dentro de la cámara de secado, lo cual lleva a lograr mediante el flujo de aire caliente desde la fase de calentamiento hacia los contenedores giratorios en la cámara de deshidratación a través del intercambiador de energía.

Se mejoraron la duración del secado en el procedimiento de deshidratación al mejorar la distribución eficiente del calor. Se configuraron múltiples pantallas en la interfaz gráfica, que incluyen opciones para seleccionar o ingresar recetas específicas para las frutas, así como para monitorear en tiempo real las variables climáticas en el interior de la cámara de desecación. Se realizaron evaluaciones del deshidratador durante un lapso de 30 días consecutivos, y se procesaron y analizaron los datos recopilados. Como resultado, se notó que el proceso de deshidratación de frutas se completa en un intervalo de tiempo reducido en comparación con los deshidratadores tradicionales disponibles en el mercado. Se calculó que el deshidratador tiene una eficiencia un 18,75% mayor debido a la disminución del tiempo de secado de 320 minutos a solo 60 minutos en comparación con los procesos normales. Se sugiere cargar el deshidratador moderadamente, con una carga menor a 10 kg y una carga máxima de 15 kg.

(Ortega y Remache, 2020) en su proyecto de investigación académica titulado "Elaboración y desarrollo de un modelo de deshidratador para hierbas y flores, utilizando un sistema de control para regular la temperatura y la humedad", el autor discute. Este proyecto presenta un modelo experimental de deshidratador diseñado específicamente para plantas aromáticas, el cual cuenta con sistema de control que regula la temperatura y la humedad. Este diseño se



fundamenta en modelos previamente existentes en el mercado. Se realizó una investigación detallada para comprender el funcionamiento de los deshidratadores, elegir los materiales adecuados para la construcción y determinar el tipo de control a implementar en el proceso. Se comenzó con una revisión bibliográfica que abarcó temas como el secado de flores y plantas aromáticas, procedimientos de deshidratación, intercambio térmico y métodos de gestión. Después, se recolectaron detalles relacionados con los factores que inciden en este proceso, de la forma que el periodo y la temperatura de deshidratación. En última instancia, se procedió a evaluar el rendimiento del prototipo mediante la comparación de sus resultados con investigaciones anteriores, como el creación de un equipo para secar hojas aromáticas (Andrade Lavanda & Rodríguez Martínez, 2009). Además, se obtuvieron registros relacionados con el tiempo y la humedad dentro del secadero de un modelo específico de planta aromática, generando graficas de calor y humedad que resultarán valiosas con miras a investigaciones posteriores. Algunas de las palabras clave relacionadas son deshidratación, equipo deshidratador, deshidratador de hierbas, preservación de alimentos y secado con aire caliente.

(Llumiquinga y Suquillo, 2015) en su estudio titulado "Diseño y construcción de un prototipo de deshidratador de frutas de capacidad de 12 kg. con circulación de aire forzado utilizando resistencias eléctricas" menciona Este documento describe un método para crear y desarrollar un modelo inicial de un equipo deshidratador que emplea la distribución forzada mediante el uso de resistencias eléctricas para generar aire caliente y este sistema se probó con rodajas de manzana como producto principal. Se llevaron a cabo los cálculos empleando expresiones experimentales de la termodinámica, intercambio de



calor y dinámica de fluidos, estableciendo un intervalo de grado de calor de deshidratación de los frutos entre 50°C y 70°C. Se seleccionó el parámetro de análisis de deshidratación a una temperatura de 65 °C, ajustado para el flujo generado por la ventolera y el nivel de humedad relativa en la atmósfera dentro del espacio destinado al proceso de secado. Basándonos en los parámetros mencionadas previamente, determinamos que se requieren 10 bandejas portátiles para el proceso de deshidratación de 12 kg de rodajas de manzana. En el diseño del prototipo, integramos un ventilador centrífugo con una capacidad de flujo de aire de 559 pies cúbicos por minuto (CFM) y junto con una resistencia eléctrica de 4 kilovatios (kW).

El sistema también contaba con un mecanismo de control de la temperatura mediante un termostato que activaba y desactivaba el suministro de aire caliente dentro de la cámara, asegurando así un proceso de secado más eficiente. Los resultados de las pruebas fueron satisfactorios, logrando reducir el contenido de humedad inicial de las rodajas de manzana del 82,5 % al 20,6 %.

El proceso de secado se completó en 3 horas y 30 minutos, logrando una producción de 4,26 kg de frutas secas en una jornada de trabajo de ocho horas. Debido a su carácter prototipo, este dispositivo podría beneficiar al incrementar la eficiencia de pequeños productores y competitividad en el mercado del país, ya que es adaptable para la deshidratación de una amplia variedad de frutas.

### **2.1.2. Nivel nacional**

(Valencia, 2020) en su tesis "Diseño de una máquina deshidratadora con el método de liofilización para la conservación de frutas en sus propiedades organolépticas" menciona En la actualidad, se pueden encontrar varias



máquinas que llevan a cabo el proceso de deshidratación en áreas como la alimentación, la biología y la farmacología, utilizando una variedad de métodos que incluyen la liofilización. En esta investigación, se desarrolla y pone en funcionamiento un equipo de deshidratación de tamaño reducido para uso en laboratorio con el fin de alcanzar un secado efectivo de las mercancías. La técnica de criodesecación comprende tres fases: congelación, deshidratación inicial y deshidratación final. Se efectuaron evaluaciones, estimaciones, planificación y ejecución del equipo. La iniciativa de estudio se enfoca en un método cuantificable, haciendo uso de variables numéricas y análisis estadísticos. También se aplicó el método VDI 2206 para el desarrollo tecnológico, que consta de cinco fases, ajustándolo al contexto de la investigación. Como consecuencia, se obtuvo un consumo eléctrico de 6.02 kW durante la deshidratación. Se aseguró la congelación total del producto a una temperatura inferior a  $-30^{\circ}\text{C}$ , seguida de una deshidratación completa empleando la regulación PID basado en el Técnica de Ziegler-Nichols. Se diseñó un sistema de registro de detalles y gráficas en la interfaz de la Interfaz Hombre-Máquina para visualizar las cifras específicas de calor y presión requeridos. En conclusión, se evidenció que el diseño del equipo deshidratador puede ser producido localmente en nuestro país sin depender de importaciones.

(David, 2018) en su investigación titulada "Propuesta para la implementación de una cadena de valor en la producción de orégano deshidratado en la provincia de Chupaca, 2018" se menciona La propuesta para establecer un proceso completo de producción del orégano deshidratado tiene como propósito principal examinar detalladamente esta cadena, centrándose especialmente en su sostenibilidad, considerando aspectos sociales,



ambientales y económicos. Esto conduce a la obtención de resultados apropiados para iniciar la operación de la cadena de valor. Por esta razón, se realiza un análisis de los diversos productores de orégano en la provincia de Chupaca. Los agricultores suministran datos a través de encuestas específicamente diseñadas para recopilar información sobre la secuencia de actividades o procesos y el crecimiento sustentable. La investigación finaliza con la confirmación de que los productores de la provincia de Chupaca aceptan y se adaptan a la secuencia de actividades en la elaboración de orégano desecado. Esto se debe a los beneficios económicos, productivos y laborales que genera esta actividad. De acuerdo con el estudio, el orégano representa una importante procedencia de ventajas comunitarios, ecológicos y económicas por aquellos interesados en emprender un plan de inversión enfocado en la elaboración de orégano seco.

(Valentín, 2017) en su tesis "Diseño de un deshidratador para la obtención de hojuelas a partir de puré de papa para una línea de producción de 250 kg/h de puré" menciona Este proyecto describe el procedimiento seguido para satisfacer el requisito de integrar un dispositivo dentro de una línea de producción de puré de papa con una capacidad de 250 kg por hora. El procedimiento inicia con la evaluación de las exigencias a abordar y los recursos a disposición. Este enfoque metodológico facilita la creación de varios modelos conceptuales, los cuales son analizados para elegir aquel que, según determinados criterios, se destaca como la mejor opción entre una selección de alternativas. La identificación de este modelo es fundamental, ya que sienta las bases para llevar a cabo los estudios de energía y de la estructura. Estos fundamentos detallan el flujo del procedimiento a partir de la llegada de la sustancia prima, que es el puré



de papa, hasta su conversión en el producto final deseado, que son las hojuelas deshidratadas de puré de papa. Utilizando estos fundamentos teóricos como punto de partida, se comienzan a realizar los cálculos relacionados con la energía y la estructura del sistema. El estudio de la energía culmina al establecer el gasto de energía del sistema conforme a la habilidad para producir mencionada, y estos resultados también se utilizan como datos iniciales para los análisis estructurales. Este proceso finaliza con la determinación del tamaño y la elección de las componentes constructivas, como por ejemplo perfiles, láminas y propulsores, garantizando la fiabilidad de todos los componentes durante la operación. Al concluir, se realiza una evaluación del costo del equipo, abarcando aspectos como el desarrollo ingenieril, los recursos, el trabajo y la supervisión necesaria destinado a la construcción, arrojando un total de 19,139 nuevos soles. Este precio resulta notablemente más bajo que los valores de mercado que se encuentran para equipos de capacidad y aplicación equiparables. Este proyecto finaliza con la entrega de los esquemas de montaje y desmontaje, sin contemplar la fase de ejecución de la construcción.

## **2.2. Bases teóricas**

### **2.2.1. *El orégano***

(Klauer, 2009) Esta planta es altamente polimórfica, lo que significa que tiene muchas formas diferentes. Estas variaciones están influenciadas por el entorno en el que crece y la temporada del año, lo que ha dado lugar a una gran cantidad de diferentes tipos.



La planta de orégano es clasificada como una cosecha secundario debido a su capacidad para crecer en suelos de baja calidad, con poca humedad y terrenos accidentados. También puede sobrevivir en entornos con baja fertilidad. A pesar de ser un cultivo perenne, el orégano requiere un suelo que proporcione los nutrientes necesarios para un crecimiento saludable.

El orégano es tolerante al frío, aunque temperaturas por debajo de los 5°C pueden impactar negativamente en su desarrollo, retardando su crecimiento e incluso causando quemaduras en los bordes de las hojas (pág. 10)

### **Altitud**

El orégano prospera desde el nivel del mar hasta elevaciones de 3,800 metros sobre el nivel del mar, aunque alcanza mejores rendimientos en elevaciones que varían entre los 2,400 y 3,000 metros de altitud.

### **Aspecto físico**

El orégano es una hierba perenne que tiene un tallo recto y puede llegar a medir de 30 y 80 cm de elevación.

#### **a. Raíz**

Agrupada, altamente dividida en ramas y vulnerable a enfermedades fúngicas cuando se expone a altos niveles de humectación.

#### **b. Tallos**

Las ramas son rectangulares, erectos y de tonalidad esmeralda o rojiza, condicionada por la variante y variedad. Por lo general, están ramoso tanto en la parte cima y como en la inferior puede estar lenificada o fortalecida. Pueden tener



hasta un máximo de diez conjuntos de ramificaciones cuyas dimensiones difieren.

A lo largo del tallo, hay glándulas con pelos llenos de aceites esenciales. Además, los tallos tienen la habilidad de enraizar fácilmente cuando entran en contacto con el suelo.

### **c. Hojas**

Las hojas están dispuestas de manera opuesta en el tallo, son simples y tienen un pecíolo. Cada nudo del tallo presenta dos hojas enfrentadas, que son enteras y ligeramente dentadas en los bordes. Las hojas inferiores tienen pequeños tallos, mientras que las hojas superiores casi carecen de ellos. El tamaño de las hojas varía considerablemente según la variedad y subespecie. A medida que se asciende por el tallo, las hojas se vuelven progresivamente más pequeñas.

Estas hojas son verdes en la parte superior y de tonalidad más clara y con más vellosidad en la inferior. Poseen una estructura ovada, ovado-alargada o ovalada, con una punta que puede ser agudo o romo y bordes con vellosidad. Además, presentan muchas pequeñas manchas glandulares o pelos impregnados de esencia en los dos lados.

### **Flores**

Las agrupaciones de flores están compuestas por picos que forman conjuntos de floreción, las cuales se agrupan en agrupamientos tipo espiga. Las flores son blancas y bisexuales.

**Figura 1**

*Planta de orégano*



Nota: (06 meses de desarrollo)

### **2.2.2. Variedades**

En el Perú se cosechan principalmente dos tipos de orégano: el orégano "zambito", que se vende en el mercado local como hierba fresca, y el conocido como "Nigra", destinado a la exportación. En ciertos casos de áreas, se cultiva otra variedad de orégano conocido como "orégano chileno", lo cual podría resultar de un cruce entre diferentes variedades de orégano, aunque tiene escaso valor comercial. Según Amanda Di Fabio (2 007), Las plantas de orégano producidos en Perú, conocidos como zambito y nigra, son variedades híbridas resultantes del cruce entre la planta mejorana (*Origanum majorana*) y Las variedades de orégano *vulgaris* y *virens*. Así, el orégano "zambito" corresponde al *Origanum x aplii* (Domin) Boros, derivado del cruce entre *Origanum majorana* y *Origanum vulgare* ssp. *vulgare*; mientras que la variedad de orégano "nigra" es el *Origanum x majoricum* Cambessedes, resultado del cruce entre *Origanum*



majorana y *Origanum vulgare ssp. virens*. Hay diferentes tipos, como el orégano turco, los cuales tiene flores rosadas y el orégano de México (*Lippia spp*), que posee un sabor ligeramente picante.

## **Suelo y clima**

La planta de orégano se considera una siembra secundaria, ya que es capaz de crecer en terrenos de baja fertilidad y en terrenos con una topografía irregular, y hasta tiene la capacidad de sobrevivir en situaciones de escasa fertilidad.

### **1. Suelo**

El cultivo de la planta de orégano prospera en una variedad de terrenos, incluyendo aquellos abundantes en contenido orgánico, tierras de textura arcillo-silíceas, francos, ricos en humus, calcáreos, arcillo-arenosos e incluso en áreas áridas. Prefiere terrenos de textura franco-arenosa., donde su vida puede extenderse hasta 10 años.

Aunque la ajedrea puede adaptarse a diversos tipos de tierras, no es recomendable en aquellos que tienen niveles elevados de salinidad, dado que esto puede afectar negativamente su crecimiento normal. No obstante, en suelos con una salinidad leve, no se han observado problemas significativos en el cultivo. Se considera que la salinidad óptima para el cultivo del orégano, medida por su conductividad eléctrica, debe ser inferior a 2 dS m<sup>-1</sup>.

Un exceso de humedad en la zona la parte de las raíces y la base de la planta puede ser dañino para el cultivo, dado que es capaz de provocar asfixia en plantas muy recién germinadas o descomposición en las raíces, lo que a su



vez puede generar focos de infección por agentes patógenos. Por ello, se aconseja prevenir la acumulación de agua estancada, lo cual se consigue gestionando adecuadamente el nivel del suelo y utilizando sistemas de drenaje que faciliten el flujo continuo del agua de riego y eviten la formación de charcos. Se ha observado un buen desarrollo del cultivo en suelos con presencia de piedras, ya que esta característica impide el encharcamiento del suelo, favoreciendo así el crecimiento de las plantas de orégano.

## 2. Clima

El orégano puede adaptarse a una amplia gama de climas, aunque logra su máximo rendimiento en climas cálidos y soleados con aproximadamente entre 7 y 8 horas de exposición solar diaria, condiciones en las que produce la mayor cantidad de esencia de aceite. La calidad de la luz que recibe la vegetación de mejorana es crucial, ya que aquellas plantas expuestas a una iluminación adecuada tienden a desarrollar más tallos por planta, lo que se traduce en una producción más abundante.

El orégano prospera en entornos de temperaturas templadas a lo largo del día y frescas durante las horas nocturnas. Las temperaturas más altas promedio oscilan entre 17° y 20 °C, mientras que las más bajas rondan entre 2° y 6,5 °C a lo largo de los distintos meses del calendario.

Aunque el orégano puede crecer en diversas condiciones climáticas, se ha sido verificado que, en zonas con radiación intensa solar y humedad del aire elevada, la siembra se vuelve altamente vulnerable a enfermedades fitosanitarias como setas en las hojas y el suelo. No obstante, bajo estas condiciones, aún es posible realizar hasta seis cosechas al año.



En zonas de elevada altitud (superiores a los 3 000 metros de altitud), donde las temperaturas pueden llegar a ser inferiores a cero grados centígrados durante ciertas horas nocturnas, el cultivo no sufre daños.

### **2.2.3. Usos del orégano**

#### **a) Usos culinarios**

El uso del orégano para sazonar está entre los más antiguos y usos ancestrales de esta planta. Las hojas y sus partes floridas se utilizan con frecuencia en la cocina para aromatizar y dar sabor a una gran variedad de guisos de carne, y particularmente en el proceso de sazonar carnes de cerdo.

Además, se emplea ampliamente para condimentar aceitunas, combinándolo con tomillo, perejil, mejorana, ajedrea y otras hierbas. La mejorana es especialmente famosa como aderezo para la pizza. Las partes floridas también pueden utilizarse para preparar una bebida dulce, refrescante y fácil de digerir.

#### **b) Usos melíferos**

La mejorana es una excelente planta que produce miel gracias al alto contenido de azúcar en el jugo dulce de sus flores, lo que produce una miel de excelente calidad, con un fragancia y gusto excepcionales. Además, la existencia de orégano en otras clases de néctar no solo no disminuye su calidad, sino que la mejora, como ocurre particularmente con el néctar de planta adelfilla de hojas delgadas, que en sí misma tiene poco aroma.



## c) Usos medicinales

Históricamente, la porción de la planta de orégano utilizada con fines medicinales es la parte aérea, excluyendo la parte base de los tallos que generalmente están endurecidos y tienen baja concentración de compuestos activos, para asegurar un producto de calidad.

## d) Composición

Los componentes activos del orégano están presentes en la naturaleza, un líquido de color amarillo visible dentro de las flores y además localizado sobre las hojas. Esta esencia está compuesta principalmente mediante aceites esenciales, resina y tanino, siendo este último especialmente común en los tallos, lo que les da su sabor no dulce.

El vegetal tiene ácidos fenólicos como el ácido cafeico y el ácido clorogénico y rosmarínico; así como flavonoides como apigenina, luteolina y diosmetina, además de ácido ursólico; taninos y nutrientes.

El extracto aromático cuya constitución varía según las variedades y la región de cultivo, está compuestos fenólicos como carvacrol y timol, compuestos fenólicos que podrían representar incluso el 90% del conjunto. También incluye pineno, sesquiterpenos, m-cimeno, entre diversas opciones de compuestos.

Hoy en día, hay una creciente necesidad de minerales y compuestos vitales del orégano gracias a sus reconocidas capacidades antioxidantes, que se atribuyen al compuesto carvacrol y al compuesto timol, así como a sus propiedades fungicidas, bactericidas y citotóxicas.

Se ha evidenciado la alta citotoxicidad del orégano en células animales, incluyendo células provenientes de cánceres humanos, lo cual subraya la relevancia de sus propiedades en el estudio de enfermedades en humanos.

Las características y aplicaciones de este producto dependen del nivel de aceites aromáticos presentes en su constitución química. La mejorana de México se destaca por su alta presencia de aceites y su amplio uso en el ámbito culinario a nivel mundial, mientras que la mejorana francesa es más comúnmente utilizada en el sector farmacéutico.

## Figura 2

*Constitución química de la mejorana*

	Orégano GRIEGO	Orégano TURKO	Orégano MÉXICO
Aceite esencial	1.5 %	1.5 %	2.0 %
Tímol	15.1 %	10.4 %	
Cavracrol	12.2 %	9.9 %	43.7 %
P_cimeno	15.9 %	8.1 %	6.4 %

### 2.2.4. Métodos de transferencia de calor

El desplazamiento de térmico se describe como el vigor que se mueve de un cuerpo a otro debido a una sola diferencia de calor entre ellos. En este contexto, se han tenido en cuenta varios mecanismos que explican este fenómeno.

- Conducción
- Convección

- Radiación

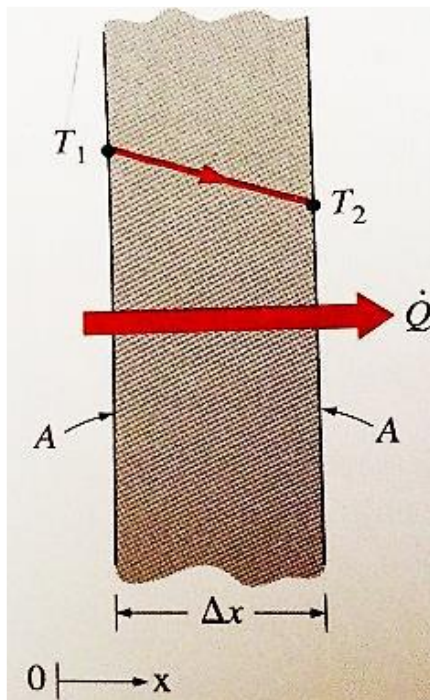
### a. Conducción

La conducción del calor puede ocurrir en diferentes medios como gases, líquidos o sólidos, y se describe como el procedimiento a través por el cual la energía se transfiere de partículas con mayor energía a aquellas adyacentes con menor energía dentro de una sustancia. (Cengel, 2011, pág.17).

La velocidad del intercambio de calor se encuentra determinada debido a la disparidad de temperatura, la forma geométrica, el grosor y el material utilizado. La imagen ilustra el proceso de transferencia de calor a través de una superficie plana.

**Figura 3**

*Transferencia de calor a través de una superficie plana*



Nota: Cengel (2011, pág. 18)

## b. Convección

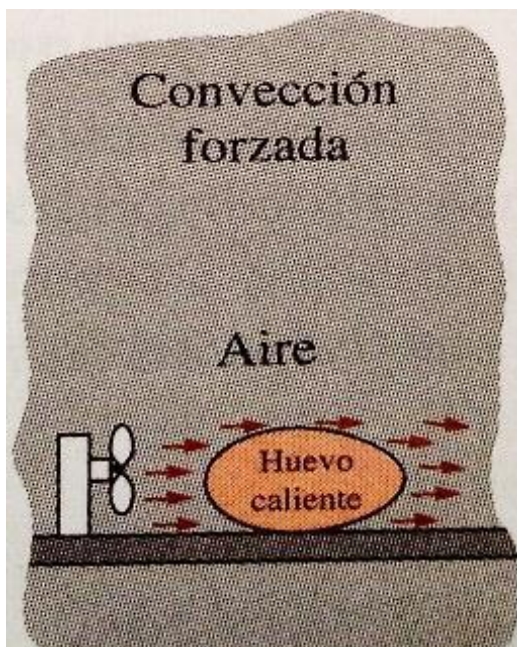
La convección describe cómo se transfiere la energía entre superficies sólidas y el fluido (fluido o vapor) cercano que se encuentra en movimiento. El movimiento del líquido es posible ser generado mediante un dispositivo mecánico o de manera natural, lo que determina la transmisión de energía térmica como convección asistida o natural.

## c. Convección forzada

El aire se mueve en la convección asistida a debido a la operación externa de una máquina ventiladora, cómo ilustra en la imagen.

**Figura 4**

*Convección forzada*



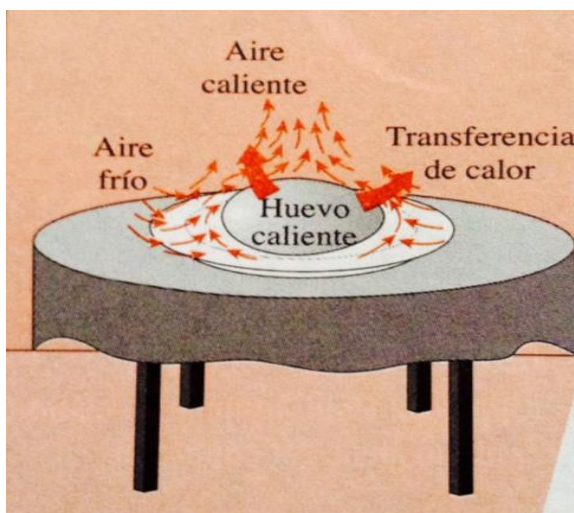
#### d. Convección natural

Se refiere al flujo de aire entre una superficie y un fluido sin la intervención de ventiladores u otros dispositivos, como se indica en la figura 1.7. Este fenómeno ocurre debido a la disparidad de densidades, donde el aire menos denso es desplazado mediante el aire más denso.

En un "sistema isobárico", la relación entre la compacidad de un gas y su temperatura varía de manera inversa. (Cengel, 2011, pág.520), Debido a esta propiedad, el aire con altas temperaturas es menos denso y, por lo tanto, tiende a ascender, siendo reemplazado debido al aire más fresco y denso.

#### Figura 5

*Convección natural*



Nota: Obtenido de Cengel (2011, pág. 520)

La convección natural ocurre cuando el aire se mueve debido a las variaciones de densidad causadas por diferencias de temperatura en un sistema con presión constante, como se explicó previamente.

### e. Radiación

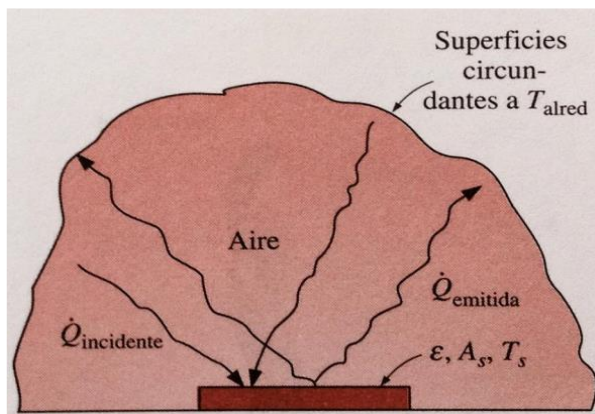
La radiación térmica se refiere a la energía que emite la sustancia cuando está a una temperatura específica.

La irradiación igualmente se presenta en fluidos y gases, lo que significa que, independientemente de la estructura de la sustancia, los intercambios de fuerza se transmiten a través de ondas electromagnéticas o partículas de luz.

El fenómeno radiante emplea un origen particular como el Sol u otros orígenes que generen el efecto similar.

**Figura 6**

*Proceso fenómeno radiante*



Nota: Obtenido de Cengel (2011, pág. 523)

### f. Secado

(Aviara, Onuoha, Falola, & Igbeka, 2014) El secado se caracteriza como un proceso que es complicado que involucra tanto la transferencia de calor es similar a la transferencia de masa entre la superficie del producto y su entorno. Lo cual resulta en la reducción del nivel de la humedad presente en el producto.



En contraste, (Geankoplis, 1998), Se indica que, durante el proceso de deshidratación, la eliminación del H<sub>2</sub>O se produce en forma de vapor atmosférico.

(Aghbashlo, Kianmehr, & Arabhosseini, 2009) El secado se describe igual que el procedimiento mediante el cual la cantidad de humedad presente en los materiales se evapora, implicando la transferencia de calor desde la superficie del producto hasta el entorno.

El proceso de secado de un producto final implica la eliminación de grandes cantidades de agua para reducir su contenido líquido a un nivel muy bajo. Por lo general, el proceso de secado se realiza como etapa final dentro de una secuencia de operaciones. Una vez que el producto se ha secado por completo en el secador, se puede retirar y empaquetar para su mercadeo. (McCabe, Smith, & Harriott, 1991).

El proceso de desecación se emplea en diversos usos relacionados con el calor, como es el caso de la deshidratación de comestibles. (Aghbashlo, Kianmehr, & Samimi-Akhijahani, 2008), El objetivo del secado es reducir la humedad de los sólidos a través de la evaporación. El proceso de eliminar la humedad de los productos se emplea como método de preservación para prolongar la vida útil del artículo, facilitando de este modo su almacenamiento y transporte.

### **g. Procedimientos estándar de secado**

El proceso, conocido como por lotes o continuo, implica introducir el producto en el equipo de secado para su procesamiento. En contraste, en el



proceso continuo, se supervisa de manera constante para asegurar que el producto en el equipo de secado no experimente interrupciones, garantizando así la obtención de un producto seco de manera ininterrumpida (Geankoplis, 1998)

Cuando un producto con humedad se somete a un procedimiento de desecado desencadenan distintos procedimientos:

- La humedad presente dentro del producto se transfiere hacia su superficie y se evapora sucesivamente. El desplazamiento de la humedad dentro del producto es un fenómeno natural que se basa en las características físicas del producto, su temperatura y su nivel de humedecimiento.
- La transferencia de calor desde el entorno al producto es la causa de la vaporización del humedecimiento de su exterior. Entonces, este proceso influenciado por factores externos tales como el calor, humedad y circulación del aire, la fuerza atmosférica, la superficie expuesta y el tipo de secadora utilizada.

En la etapa de secado, ya sea la eliminación de la humedad interna del producto hacia su superficie o el proceso de transferencia de energía para convertir la humedad en vapor de la superficie, pueden ser el elemento determinante que afecta la velocidad de secado. Estos subprocesos suelen ocurrir simultáneamente durante el proceso de secado.



### **2.2.5. Variables de influencia en la velocidad de secado**

#### **1. Naturaleza del Material**

La humedad relativa de estabilidad se ve afectada por las características de la sustancia, como su formulación química o su estructura, lo que influye en la capacidad del material para retener agua y, por ende, en la humedad relativa de equilibrio que puede alcanzar. Por su efecto en la rapidez de secado, es crucial entender la conexión entre la humectación relativa de balance y este proceso. La rapidez de secado varía según la geometría del material y está relacionada con su superficie particular; por lo tanto, a superficie más extensa y específica el proceso de desecación es más rápido (Cunill & Tejero, n.d.)

#### **2. Temperatura del Aire**

La temperatura desempeña un papel crucial en los procedimientos de secado, ya que, por lo general, a manera que la temperatura se eleva, se acelera la eliminación de la humedad del producto. En el transcurso de la desecación, se mantienen diversos niveles de clima:

- Temperatura ambiente
- Temperatura de la superficie
- Temperatura de humedad

En el transcurso del secado, se produce un cambio gradual de calor a través del grosor del material, el cual inclina a reducirse a medida que disminuye el volumen de humedad (Carlos & Angeles, 2011)



### 3. Velocidad del Aire

La función principal de La velocidad del flujo de aire dentro del dispositivo de secado es doble: primero, transferir la energía necesaria para elevar la temperatura del agua presente en el elemento y facilitar la evaporación del mismo y luego el transporte de la humedad que sale del elemento (Cunill & Tejero, n.d.)

### 4. Humedad Absoluta del Aire (U)

La humedad absoluta se describe como la cantidad de vapor de agua en un volumen específico unitario de brisa, expresada en unidades de gramos por metro cúbico. En otras palabras, representa la concentración del vapor de agua en el aire (Foundation, 2011).

### 5. Tamaño de Partícula del Material

(Cunill & Tejero, n.d.), Indica que, al aumentar la medida del tamaño de una partícula, también aumenta la rapidez de desecación. Por ejemplo, si duplicamos la dimensión del diámetro del fragmento, el tiempo necesario para eliminar la humedad será relacionado a la nueva dimensión de la partícula.

#### 2.2.6. *Proceso mecánico durante el secado*

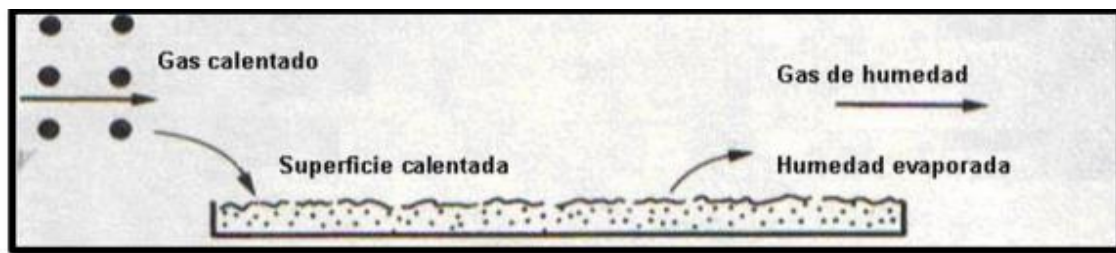
Hay dos métodos para extraer la cantidad de humedad presente en un producto:

- **Evaporación:** Esto ocurre Cuando la presión del vapor de agua en la superficie del material alcanza el equilibrio con la presión de vapor del agua en el aire, como resultado de aumentar la temperatura de la humedad hasta que alcanza su punto de ebullición.

- **Vaporización:** La deshidratación ocurre por transporte por convección a medida que el aire se calienta circula encima del material, el cual enfría la atmosfera y transfiere la humedad al mismo.

**Figura 7**

*Proceso de Secado*



Nota: Imagen del proceso de secado

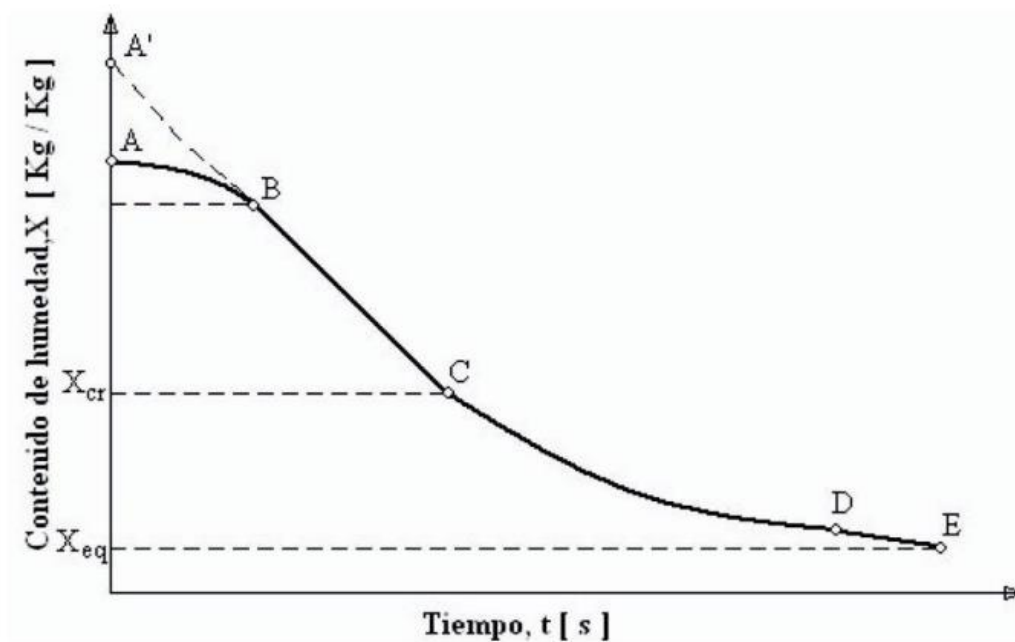
## 1. Curvas de secado

Relación entre la humedad y el tiempo

A través de la trayectoria presentada, se establecen las situaciones necesarias con el fin de llevar a cabo la etapa de deshidratación, permitiendo identificar cómo varía el nivel de humedad presente a lo largo del tiempo. Seguidamente, en la figura 1.9 se describen las diferentes fases que conforman esta trayectoria de desecación.

Figura 8

Curva de humedad vs tiempo



Nota: Comportamiento de la curva de humedad-tiempo

Primer periodo (A-B): La inclinación de la curva aumenta notablemente a medida que pasa el tiempo; este período se denomina zona de inducción.

Segundo periodo (B-C): la inclinación permanece permanente.

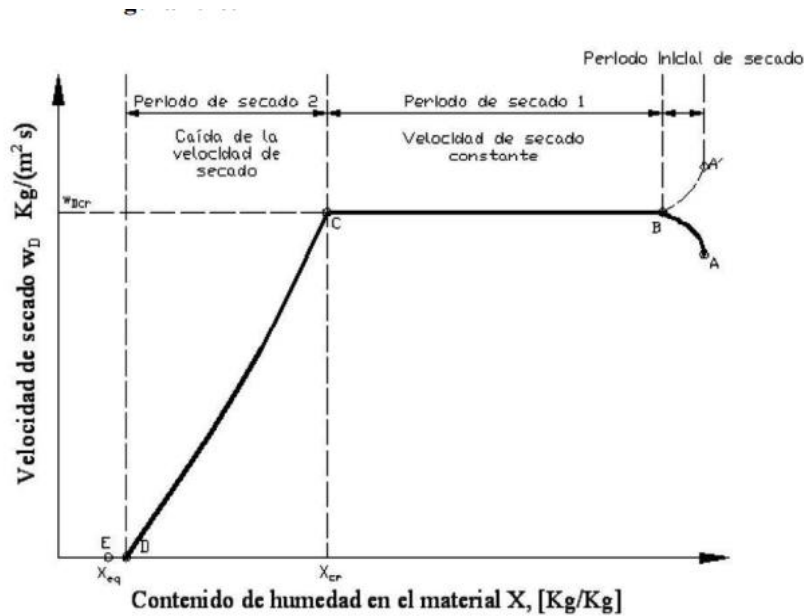
Tercer periodo (C-D): Este fenómeno se conoce como la disminución en la velocidad de secado.

Segundo periodo (B-C): Se reconoce por tener una inclinación constante.

Tercer periodo (C-D): se caracteriza por una disminución en la velocidad de secado.

Figura 9

Gráfico de velocidad vs humedecimiento en la materia



Nota: Obtenido de Udlap (2013)

En la primera fase de inducción (A-B): Durante esta etapa, al introducir el producto en el recinto de secado, se produce una variación en su nivel de humectación. El objeto absorbe calor y su temperatura se eleva hasta alcanzar el punto establecido. Durante el proceso de secado, conforme la temperatura incrementa, la cantidad de humedad presente en el material se evapora gradualmente, y el sólido comienza a enfriarse de manera progresiva.

En el segundo fase velocidad permanente (B-C): En la posición B, el calor se mantendrá permanente mientras exista una cubierta continua de la humedad que está sobre la superficie del sólido. Esta condición se representa como única línea recta en la curva de secado, indicando una velocidad constante sin cambios.



En el tercer fase velocidad en descenso (C-D): En el punto C, se alcanza la humedad esencial, lo que se evidencia mediante la manifestación de pequeñas manchas en la superficie del material y una disminución en la rapidez con la que se seca. El lapso CD es identificado igual que la primera de etapa de disminución de la rapidez, o también como el tiempo necesario para el secado de la superficie no saturada.

## **2. Contenido de humedad crítica**

En el punto D de la figura 1.9, concluye la fase de rapidez de desecación constante, como se puede apreciar. En esta etapa, el agua contenida en el material se vaporiza por completo, y la rapidez está determinada por la propagación de humedad hacia la superficie del objeto sólido.

El punto E en la figura 1.9 indica que la rapidez de desecación es cero, lo que implica que se ha alcanzado la humedad de estabilidad. En este estado, el sólido está en estabilidad con su entorno exterior, lo que resulta en una constante tanto en el contenido de humedad como en el calor.

## **3. Contenido humedad en las sustancias**

La humedad indica la cantidad de agua presente en una sustancia y se manifiesta generalmente en forma de porcentajes. Los productos pueden tener humedad en base desecada o en base humectación, dependiendo de cómo se mida y exprese la cantidad de agua en comparación con el peso completo del producto.



#### **4. Contenido de humedad en base seca**

La humedad expresada como porcentaje del peso seco es el porcentaje de humedad presente en un sólido seco, calculado dividiendo la cantidad de agua presente en el producto entre la masa del sólido seco.

#### **5. Contenido de humedad en base húmeda**

La humedad en términos de peso total de agua presente al porcentaje de contenido de agua en un sólido húmedo.

#### **6. Humedad de equilibrio**

Dicho fenómeno ocurre cuando el material sólido ya no logra absorber más humedad ni perderla hacia el medio circundante. Se toma como el contenido de humedad residual del producto.

#### **7. Humedad libre**

Puedo reformularlo de esta manera: Es el exceso de H<sub>2</sub>O en comparación con la humedad equilibrada, o sea, la humedad total del producto menos la humedad en equilibrada. Esta cantidad de humedad adicional es capaz de evaporarse a un calor específica.

#### **8. Humedad límite**

Podría expresarse así: "Esta humedad genera una presión en la sustancia que es menor que la presión ejercida por el líquido a la misma temperatura".

#### **9. Humedad no límite**

Esta humedad relativa genera una presión atmosférica en el material que es idéntica a la presión impuesta por el líquido a cierta temperatura equivalente.



### **2.2.7. Parámetros de secado**

#### **2.2.7.1. Tiempo de secado**

Los elementos que afectan la deshidratación y la cantidad de humedad en el producto final incluyen la rapidez de desecación, la temperatura durante el proceso, las condiciones climáticas locales y las propiedades particulares del producto.

El procedimiento empleado para determinar la duración de la desecación se fundamenta en una ecuación que describe el movimiento, que describe de manera completa el procedimiento de deshidratación hasta que se llegue al nivel de humedad deseado. La velocidad de secado se define como la tasa a la que ocurre la eliminación de humedad durante el proceso, y este valor se emplea en el cálculo de la velocidad de transferencia de calor.

#### **2.2.7.2. Temperatura de deshidratación**

Si la temperatura ambiente inicial es demasiado escasa, es posible que se produzca el crecimiento de organismos pequeños antes de que el producto final esté completamente deshidratado. En caso de que la temperatura sea demasiado alta y la humedad relativa es mínima, es probable que la superficie exterior del producto final se endurezca mientras el nivel de humedad interno se mantiene.

La temperatura ambiente ideal para la deshidratación de comestibles oscila entre los 50°C y los 70°C. Si la temperatura es más alta, el calor podría cocinar el alimento, y si es aún más elevada, podría cocinar solo la superficie, lo que impediría que la humedad interior se libere. (Valdéz, 2008, pág. 22)

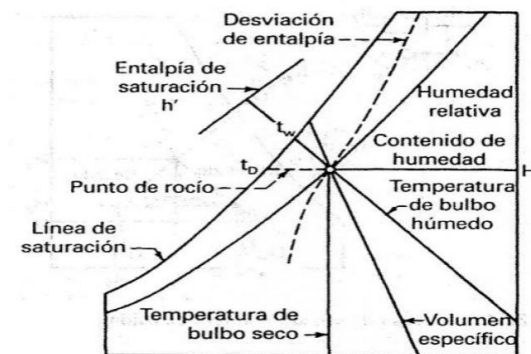
### 2.2.8. Carta Psicométrica

Es el gráfico que muestra las características psicométricas del aire a distintas elevaciones, tomando como referencia la ciudad de Quito, situada a 2850 m.s.n.m. Estos gráficos simplifican el cálculo de las distintas propiedades, evitando la necesidad de utilizar procesos matemáticos complicados. Los trazos en el gráfico psicométrico representan las propiedades mencionadas.

- Temperatura de bulbo húmedo
- Temperatura de bulbo seco
- Temperatura de rocío
- Humedad relativa
- Humedad específica
- Entalpía
- Volumen específico

Figura 10

*Carta psicométrica*



Nota: Obtenido de Perry (2001, págs. 12-13)



## a) Temperatura de bulbo húmedo

Un termómetro con bulbo cubierto de una mecha húmeda se caracteriza por tener una tela que se mantiene húmeda con agua pura. Al evaporarse el agua, se genera una reducción al leer el termómetro, que se conoce como la temperatura medida con un termómetro de bulbo húmedo. En la gráfica psicométrica, este atributo del viento se representa mediante líneas diagonales cercanas entre sí.

## b) Temperatura de bulbo seco

La temperatura del viento, evaluada mediante termómetros de mercurio estándar, se conoce como temperatura de bulbo seco. En el gráfico psicométrico, esta característica del viento se muestra a través de las verticales líneas.

## c) Temperatura del punto de rocío

La temperatura en donde el vapor de agua en el aire empieza a solidificarse es conocida como punto de rocío. En el gráfico psicométrico, esta característica se representa mediante las líneas paralelas al suelo.

## d) Humedad relativa

La humedad relativa es la proporción entre la presión actual del vapor de agua en el aire y la presión de saturación a un calor dada. En el gráfico psicométrico, esta relación se muestra mediante curvas que forman líneas que van de abajo a la izquierda hasta arriba a la derecha. Cuando el nivel de humedad relativa alcanza al 100%, esta línea curva coincide con el límite superior del gráfico y se denomina curva de punto de saturación.



## e) Humedad específica

La humedad absoluta, igualmente conocida como razón de humedad relativa, se refiere a la masa de vapor de agua presente en una libra de aire sin humedad (Berg, 2009, pág.1) La humedad absoluta se expresa en unidades de libras de vapor de agua por libras de aire sin humedad y se representa en el gráfico psicométrico mediante líneas paralelas al suelo en el lado opuesto.

## f) Entalpía

La entalpía en el grafico psicométrico se muestra igual que prolongación de las líneas del termómetro de bulbo húmedo y refleja la cantidad total de calor en la mezcla de aire y vapor, expresado en unidades British Thermal Units (BTU) por libra.

## g) Volumen específico

La carta psicométrica representa esta propiedad con una línea inclinada que forma un ángulo cercano a 60 grados paralelo al plano horizontal. La densidad específica es el recíproco de la concentración.

### 2.2.9. Tipos de deshidratadores mecánicos

En la industria alimentaria, se encuentran distintos tipos de equipos deshidratadores, siendo los más importantes y predominantes frecuentes:

- Deshidratador directo
- Deshidratador de horno o estufa
- Deshidratador de bandejas
- Deshidratador indirecto

- Deshidratadores dieléctricos

### 1. Deshidratador directo

En este tipo de equipos de deshidratación, el calor del líquido que extrae la humedad está directamente en contacto con el producto a deshidratar. Los fluidos que circulan en la cámara de secado, ya sea líquidos o gases, se ajustan según las necesidades del proceso.

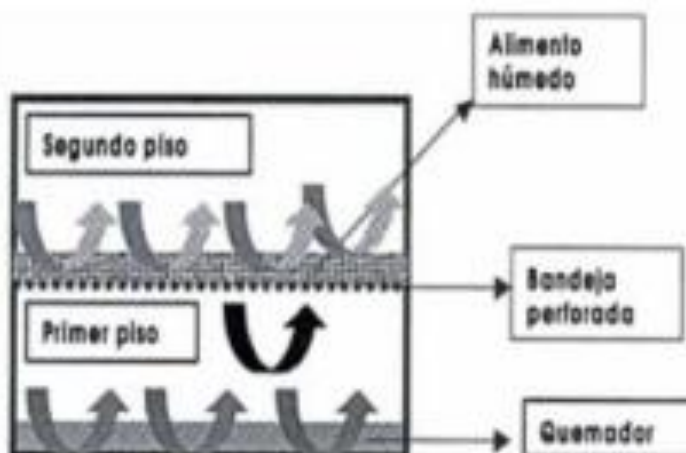
### 2. Deshidratador de horno o estufa

Este dispositivo de deshidratación es bastante simple y consta de dos niveles, de la misma manera que se muestra en la imagen.

En la parte superior se encuentra una fuente de calor, como una estufa, que calienta el aire utilizado para deshidratar la fruta. Este aire caliente luego pasa la segunda etapa del deshidratador mediante convección.

**Figura 11**

*Deshidratador de estufa*



Nota: Maupoyet (2001,

### 3. Deshidratador de bandejas

Este modelo del equipo de deshidratación consta desde una cámara de secado, tal como muestra en la figura 1.13, donde se colocan las bandejas que contienen la fruta a deshidratar. El aire caliente que circula dentro se calienta mediante ya sea gas licuado o resistencias eléctricas, y este medio se desplaza con la asistencia de ventilación.

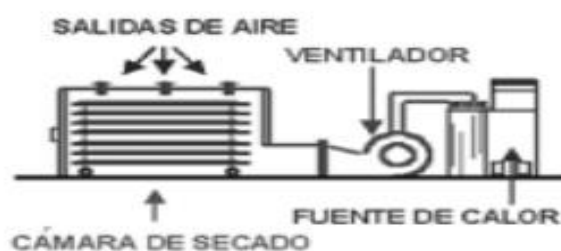
Hay dos maneras en que la fruta entra en contacto con este fluido:

1. Flujo horizontal: El flujo de aire caliente se desplaza en paralelo a la disposición proveniente de la fruta en este caso.
2. Flujo lateral: El aire caliente y la fruta se encuentran en inclinación recto, con una velocidad del flujo de aire que oscila entre 2 y 5 metros por segundo en este escenario.

Por lo general, estos deshidratadores tienen una capacidad de procesamiento que va de 25 a 50 kilogramos por hora, con un rendimiento que varía entre el 20 % y el 50 %" (Maupoyet, 2001, pág. 23)

#### Figura 12

*Deshidratador de bandejas*



Nota: Obtenido de Bagué (2012, pág.65)

## 4. Deshidratador por conducción o indirectos

La transferencia de temperatura se realiza mediante conducción a través de una pared metálica, y el líquido utilizado para la eliminación de humedad puede ser:

- Aire a alta temperatura.
- Agua a alta temperatura.
- Estos líquidos pueden ser calentados por medio de:
  - Combustible gaseoso derivado del petróleo.
  - Elementos que generan calor mediante electricidad.

En este tipo de dispositivos de deshidratación, se utiliza la circulación de un fluido caliente dentro del recinto de deshidratación mediante aeradores para asegurar que cubra toda la fruta que se va a deshidratar.

### Figura 13

*Deshidratadores de conducción indirecta*



Nota: Direc Industry (2014, pág.2)



## **2.2.10. Deshidratadores eléctricos**

El proceso de eliminación de humedad ocurre debido al desplazamiento de los elementos dentro de la fruta que se está deshidratando, lo cual permite la transformación del agua en vapor debido a la evaporación presente en el elemento.

El aire que circula se calienta en la cámara donde se encuentran las resistencias eléctricas; luego, un ventilador se encarga de transportar este aire caliente. La elección del ventilador se realiza mediante cálculos previos para asegurar que posea la aptitud adecuada a fin de ajustarse al desarrollo del diseño de la red del sistema. Esto garantiza que el aire caliente se distribuya de manera uniforme a través de todo el equipo, logrando así un secado uniforme de toda la cantidad de fruta que se coloca en la máquina secadora.

### **2.2.10.1. Principio de funcionamiento**

Cuando el flujo procedente de la fuente eléctrica circula, proporciona energía a los electrones, los cuales luego al atravesar la resistencia, entra en contacto con los elementos del material, lo que provoca un efecto que genera resistencia en el núcleo. Este efecto se refleja en un aumento de la climatología.

- Aplicaciones
- Calentamiento mediante con circulación natural o inducida
- Utilización en instalaciones de calor industriales
- Aplicación en instalaciones de sauna
- Características técnicas de la resistencia

La tabla siguiente se presenta las especificaciones tecnologías utilizando resistencias tubulares empleada en del horno de deshidratación, utilizada para aumentar la temperatura del aire que se mueve dentro del recinto de secado.

**Tabla 2**

*Especificaciones técnicas de la resistencia*

Material	Voltaje (V)	Potencia (kW)	Diámetro de alambre (mm)	Longitud alambre (m)
Resistencia eléctrica	220	4	6.35	1.8

**Figura 14**

*Tubo calefactor eléctrico*



### 2.2.11. Ventilador

El aparato de ventilación es una turbomáquina hidrodinámica que trabaja con un gas, transformando energía mecánica en energía cinética. Esto incrementa la presión y genera flujo en el fluido, lo cual ocurre en la parte del rotor que gira a velocidad elevada.

### a) Ventiladores centrífugos

Los ventiladores de esta clase están equipados con un rotor que cuenta con aspas que giran a una alta velocidad. Estos ventiladores de este tipo cuentan con un dispositivo rotativo con palas en movimiento a alta rapidez. El aire entra a través de una pieza acoplada al mismo eje del rotor, y la carcasa del ventilador captura el flujo generado por los álabes, saliendo a una velocidad elevada a través de un conducto rectangular. El fluido que ingresa crea un ángulo de perpendicular al flujo de aire de salida debido a la forma geométrica del ventilador. La efectividad de este tipo de ventilador oscila entre el 45% y el 85% (Echeverri, 2011, pág. 133), debido a la alteración del trayecto del fluido.

Los ventiladores de tipo centrífugos generan niveles sonoros.

#### Figura 15

*Ventilación centrífuga*



## b) Ventiladores axiales

Esta clase de ventiladores cuenta con un impulsor y se distingue ya que el fluido mantiene su dirección, posee una efectividad mecánica del 95% (Echeverri, 2011, pág. 128), No obstante, no es capaz de superar altas pérdidas de presión. Se distingue por desplazar grandes cantidades de fluido en áreas amplias.

### Figura 16

*Ventilador de tipo axial*



*Nota: Direc Industry (2014, pág.2)*

### 2.2.12. SIMATIC S7-1200

Es un dispositivo denso que simplifica la ejecución de actividades de producción simples, aunque precisas. Su estructura es adaptable y versátil, con cinco unidades de procesamiento (CPU), y puede reducir los requerimientos de espacio disponible en el panel de mando. Esto se debe a su versatilidad y capacidad de adaptación, el programa informático resulta sencillo de adquirir y



aplicar. La travesía se simplifica gracias a la presencia de símbolos y opciones de menú están uniformizados en todos los interfaces.

Los dispositivos de control S7-1200 ofrecen una manera compacta, escalable y flexible de abordar las tareas productivas. Este equipo se encuentra disponible en ediciones estándar y seguras, y su capacidad de rendimiento y equipamiento puede escalarse según sea necesario. El equipo S7-1200 es muy versátil y puede ajustarse fácilmente a los requisitos específicas de los procedimientos gracias a sus características como Integración de IOS, interfaz unificada, soporte para PROFINET en programación, interfaces hombre-máquina (HMI), sistemas operativos distribuidos y estructuras de unidades descentralizadas. Esto se logra mediante módulos de señal enchufables y módulos de interacción.

#### Aspectos claves del S7-1200

Algunas de sus atributos destacadas son:

- Gran poder de procesamiento utilizando cálculos de 64 bits.
- Incorporación de conexión Ethernet / PROFINET.
- Integración de datos de entrada analógicos.
- Utilización de bloques de función para gestionar los ejes de acuerdo a PLCopen.
- Desarrollo de software a través de TIA PORTAL, una herramienta que permite la configuración y programación no se limitan únicamente al S7-1200, sino también de manera integrada de los paneles Simatic Basic Panels.

Mediante el uso del S7-1200, tanto del equipo encargado del de mantenimiento como los gerentes pueden acceder a diagnósticos anticipados, lo que les permite anticipar posibles manejar situaciones imprevistas y hacer elecciones proactivas para garantizar el flujo adecuado de cada procedimiento.

### Figura 17

*PLC Simatic S7-1200*



### 2.2.13. **SIMATIC HMI KTP-700 Basic**

Un aparato electrónico que actúa como intermediario para monitorear y también interactuar con un proceso industrial. Su importancia es crucial hoy en día, dado que la gestión y supervisión de los procesos industriales son tan vitales como el procedimiento en sí mismo. Han evolucionado de ser meros dispositivos de comunicación entre el operador y el procedimiento a convertirse en elementos inteligentes de gestión y supervisión.



### **2.2.13.1. Actualidad**

Se incorporan interfaces de usuario HMI en todos los niveles de automatización, abarcando a partir de programas simples hasta llegar a los procesos altamente complicados, empleando para este propósito, pantallas táctiles. Además, la dirección es que puedan interactuar con los principales estándares como PROFINET, MODBUS TCP, PROFIBUS, y otros por el estilo. Las últimas versiones de las interfaces HMI ahora incluyen capacidades que solían estar limitadas a dispositivos de control y automatización como los PLC. Esto les permite llevar a cabo tareas de control y registro de información de manera efectiva.

### **2.2.13.2. Elección HMI adecuado**

Dado que, en la actualidad, hay una amplia gama de marcas y tipos disponibles, elegir el HMI adecuado para un proyecto específico se ha vuelto una tarea compleja. Para facilitar en cuanto a la selección, se recomienda reconocer los siguientes aspectos:

### **2.2.13.3. Funciones por realizar**

Previamente a comenzar la elección, es aconsejable comprender para qué se necesita una interfaz hombre-máquina (HMI). Las funciones principales que puede llevar a cabo incluyen:

Sustituir dispositivos mecánicos como selectores, pulsadores y pilotos por controles táctiles, configurar tiempos y parámetros de tarea, y ofrecer un diseño gráfico más fácil de entender y contemporáneo.



Registro de datos del sistema, aunque restringido por la capacidad del visualizador, ya que una Interfaz hombre-máquina no posee la misma capacidad de almacenamiento de datos que un Sistema de Control y Adquisición de Datos.

- Notificación de alarmas
- Transmisión de registros

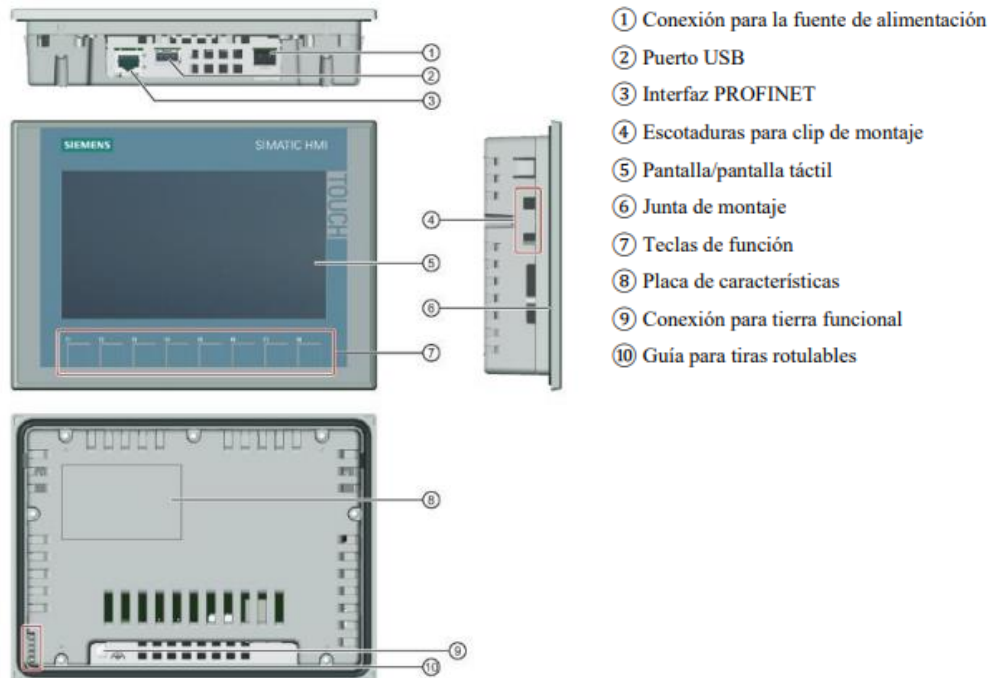
#### **2.2.13.4. Características físicas del HMI**

En cuanto al tamaño y la claridad, la elección dependerá de los requisitos del software: se evaluará el volumen de datos que deben mostrarse en el monitor y los órdenes que se necesitan realizar. Esto permite determinar el tamaño de la pantalla a emplear, siendo los más frecuentes entre 4" y 19" (aunque existen otros tamaños menos habituales). Además, es necesario decidir si es necesario incluir un teclado o si basta usando la pantalla táctil.

A pesar de que la mayoría de las pantallas son a color, es crucial considerar asimismo existen opciones unicolores. La elección entre uno u otro dependerá de diversos factores, tales como el costo y la utilización previsto: para aplicaciones básicas que no requieren un amplio espectáculo visual, será suficiente utilizar un equipo que puede ser monocromático o en color gráfico/alfanumérico. Sin embargo, si se necesitan numerosos aspectos junto con una presentación adecuada podrían optar por un monitor o una pantalla táctil.

**Figura 18**

*Vista periférica HMI KTP700Basic*



### **2.2.14. Controlador de velocidad variable SINAMICS**

Es un aparato electrónico que facilita regular la rapidez de rotación proveniente de un motor. Ofrece múltiples alternativas de programación y regula la cantidad de veces que la onda sinusoidal oscila por unidad de tiempo para ajustar la rapidez y la dirección proveniente del motor. Observe en la Figura 13-2, (microautomacion,2020) (Ingeniería de Sistema Automatas, 2015, p.13).

### **2.2.15. Sensores**

PALLAS, Ramón. (2001, p. 34) define un sensor como un dispositivo que, utilizando la energía del entorno donde se lleva a cabo la medición, genera una indicación de salida transducible que depende de la variable medida.



BENTLEY, R. (2004, p. 45) Están mencionando que estos sensores se basan en las variaciones dimensionales que experimentan ciertos materiales en respuesta a la humedad, reconociendo que no hay una tecnología de medición que sea universalmente adecuada para todas las aplicaciones.

El sensor cuenta con una circuitería que convierte y amplifica la tensión de salida. La elección del sensor más adecuado se determina según el material del objeto que se desea detectar.

### **Clasificación de los sensores**

Los sensores que operan mediante comparación buscan mantener la deflexión nula mediante la aplicación de un defecto conocido. Estos sensores se clasifican en:

- Humedad.
- Aceleración.
- Fuerza y par.
- Presión.
- Caudal.
- Temperatura

#### **2.2.16. Sensores de temperatura**

PALLAS, Ramón. (2001, p. 34) describe como un dispositivo compuesto por dos metales que tienen diferentes coeficientes de dilatación térmica y están

unidos de manera sólida. Cuando la temperatura cambia, los metales se deforman en un arco circular uniforme.

MOTT, Robert. (2000, p. 98) menciona. Este tipo de sensor está conformado por la combinación de dos metales diferentes, generando un voltaje en relación con la discrepancia de temperatura entre un extremo llamado punto caliente y otro llamado unión fría, siendo la velocidad de detección de la temperatura influenciada por la distancia entre estos elementos.

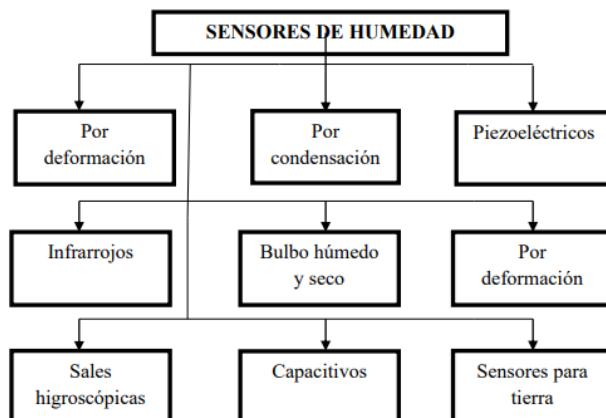
La medición de la temperatura es una de las medidas más usuales y cruciales en este tipo de sistemas. Las restricciones del sistema de medición se establecen en cada aplicación específica en función de la presión.

### 2.2.17. *sensores de humedad.*

Se pueden realizar mediciones de humedad relativa mediante sensores que utilizan principios como la psicometría, la deformación, resistencia, capacitancia y otros tipos adicionales. Consulta el diagrama que muestra los diferentes tipos de sensores de humedad (1.2).

**Figura 19**

*Tipos de sensores de humedad*



**Figura 20**

*Sensor de humedad*



### **2.2.18. Sensor de velocidad de aire**

El dispositivo está configurado para calcular la velocidad del viento dentro de conductos. Su unidad de medición de alta precisión, creada internamente, es delicada y capaz de detectar rápidamente velocidades muy bajas del viento con estabilidad, mínima variación y gran exactitud. El transmisor puede además calcular instantáneamente el flujo de aire utilizando el área de la sección transversal de la tubería medida. Su método de instalación en tuberías es especialmente práctico para la implementación en el lugar deseado. El producto utiliza un diseño de circuito que elimina interferencias, siendo capaz de resistir interferencias electromagnéticas intensas, como las generadas por inversores en el sitio. Además, incorpora conexiones con terminales de cableado importados sin tornillos, lo que facilita su manejo y uso.



**Figura 21**

*Sensor de velocidad de aire*





## CAPÍTULO III

### METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

#### 3.1. Método de investigación

La orientación de investigación empleado en este estudio es de carácter experimental. Este método involucra la modificación de variables independientes como componentes, sensores, dispositivos y programación del PLC, con el fin de examinar y cuantificar los impactos en variables dependientes como la eficiencia en el control del flujo de calor y temperatura, así como la calidad del orégano deshidratado. El diseño experimental posibilita establecer vínculos de causalidad, al evaluar la efectividad de las medidas aplicadas en el sistema de deshidratación.

#### 3.2. Tipo de investigación

Este estudio se basa en un estudio cuantitativa y experimental. Este tipo de investigación cuantitativa se enfoca en evaluar y analizar variables numéricas, lo que brinda datos objetivos y precisos. El enfoque experimental consiste en



controlar y manipular variables para observar los efectos causales en un ambiente controlado. (Hernández y Mendoza, 2018). Se está probando la implementación de un sistema para gestionar el flujo de calor y monitoreo de temperatura en el deshidratador de orégano para determinar cómo afecta a la eficacia del proceso y la perfección del producto final.

### **3.3. Diseño de la investigación**

Este estudio se adapta más adecuadamente a una planificación de estudio experimental, según Hernández y otros autores (2014) Un estudio de diseño experimental consiste en controlar y manipular variables de manera cuidadosa para evaluar el impacto de una intervención, lo que permite establecer relaciones causales entre variables en un entorno controlado. Este tipo de diseño se emplea para analizar los resultados derivados de una acción particular, dentro de esta situación, la instalación de un sistema de gestión de flujo de calor y supervisión de temperatura en un deshidratador de orégano. Con este diseño experimental, se puede determinar si las modificaciones detectadas en las variables dependientes son directamente consecuencia de la aplicación del sistema de control.

### **3.4. Ámbito de la investigación**

Dimensión Espacial: El proyecto se llevará ejecutado en un ambiente particular, como un laboratorio o un centro educativo, el cual podría estar situado dentro de una organización académica o un instituto de investigación. El ámbito geográfico del proyecto se restringe en este lugar físico.



Dimensión Temporal: La duración necesaria para implementar y evaluar el sistema automatizado se establecerá en la estrategia del proyecto, ajustándose de acuerdo con los metas y los medios disponibles.

### 3.5. Población y muestra

Los componentes considerados en la investigación, que incluyen la población y la muestra, cubren los datos de rendimiento de la implementación de un sistema de flujo de calor y monitoreo de temperatura para un deshidratador de orégano, de manera que se describe en la parte dedicada a las teorías relacionadas con la temática.

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

Tabla 3

*Metodologías y herramientas para obtener información*

1. TÉCNICAS	2. INSTRUMENTO	3. VALIDACIÓN
<p><b>Observación:</b> Observación Directa: Se empleará para supervisar el desempeño del sistema de control de flujo de calor y la respuesta del deshidratador de orégano.</p> <p>Experimentación: Se realizarán evaluaciones bajo circunstancias controladas a fin de determinar la efectividad del sistema implementado.</p>	<p>Ficha de observación</p> <p>Sensores de Temperatura, Controlador Lógico Programable Software de Monitoreo</p>	<p>Por asesor Especialista</p> <p>Pruebas de Precisión</p> <p>Pruebas Funcionales</p> <p>Pruebas de Integración</p>



### **3.7. Recogida de datos**

Se realizará la recopilación de datos en distintas etapas:

#### **1. Implementación y ajuste del Sistema:**

Configuración de los dispositivos de detección temperatura y el PLC en el deshidratador de orégano.

Instalación del software de monitoreo para la adquisición de datos en tiempo actual.

#### **2. Recopilación de Datos Operacionales:**

Supervisión constante de la temperatura y la velocidad del flujo de calor durante todo el procedimiento de deshidratación.

Inscripción de datos en el programa de supervisión durante un lapso específico.

### **3.8. Análisis de datos:**

Estudio de los datos recolectados para valorar la exactitud y fiabilidad de las mediciones, así como la eficacia en la regulación de la temperatura y su influencia en el nivel de excelencia de orégano deshidratado.

Contraste de los resultados previos y posteriores a la puesta en marcha del sistema para evaluar su eficacia.



## CAPÍTULO IV

### ANÁLISIS DE RESULTADOS Y DISCUSION

#### 4.1. Presentación de resultados

Se ha empleado un módulo y un panel eléctrico Siemens para ejecutar y programar el sistema de este proyecto. En este sistema, se programó un PLC S7-1200 modelo 1214C AC/DC/Rly junto con su módulo de entrada analógica SM 1231, que dispone de 8 entradas de 0-10V DC y 0-20 mA, así como su módulo de salida analógica 1232 con 2 salidas de 0-10V y 0-20mA. Además, se utilizará un panel de operador TP 700 Comfort de Siemens, un variador de frecuencia Siemens V20 de 1HP, y los sensores correspondientes.

**Figura 22**

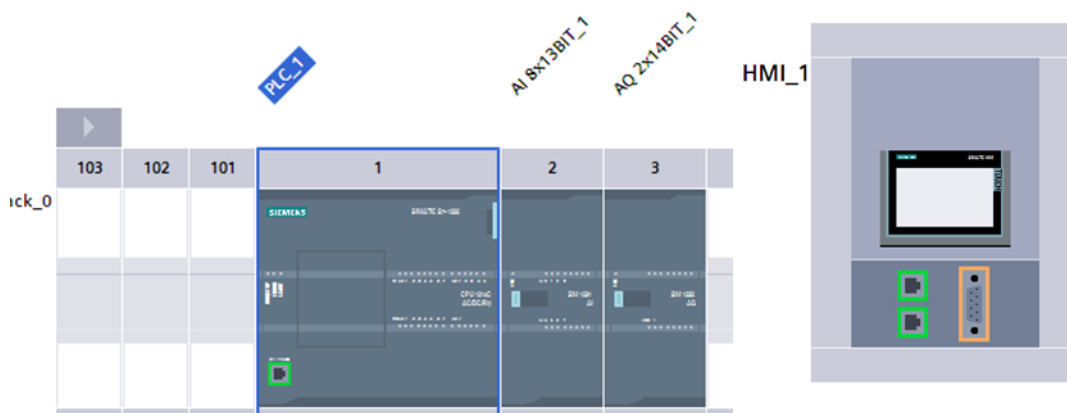
*Implementación del módulo completo.*



Para crear el programa en lenguaje Ladder para el sistema, se utiliza el software TIA PORTAL v15. En este proceso, se comienza añadiendo un PLC, los módulos analógicos necesarios y un HMI con las especificaciones correspondientes conforme a los equipos reales que se van a utilizar.

**Figura 23**

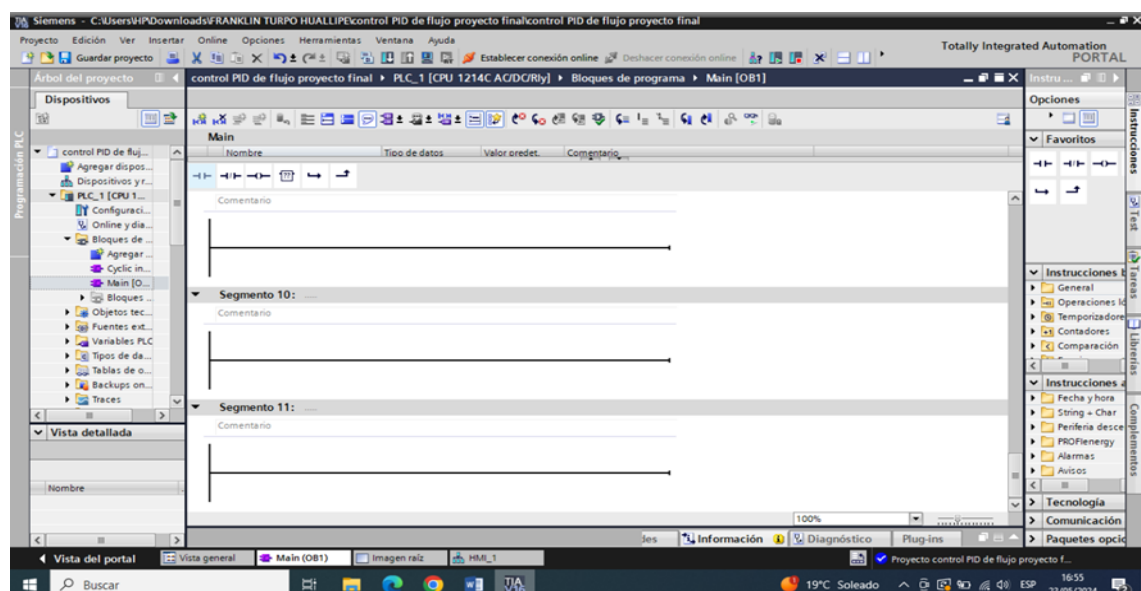
*Selección de dispositivos*



Después de agregar y realizar el reconocimiento de los dispositivos respectivos, se procede a programar el sistema en el programa principal [OB1] utilizando el lenguaje Ladder y bloques de programación que están disponibles en el mismo software y que cumplen las funciones requeridas para el sistema implementado.

**Figura 24**

*Lenguaje Ladder y bloques de programación*



### **4.1.1. Lectura de entradas y salidas analógicas**

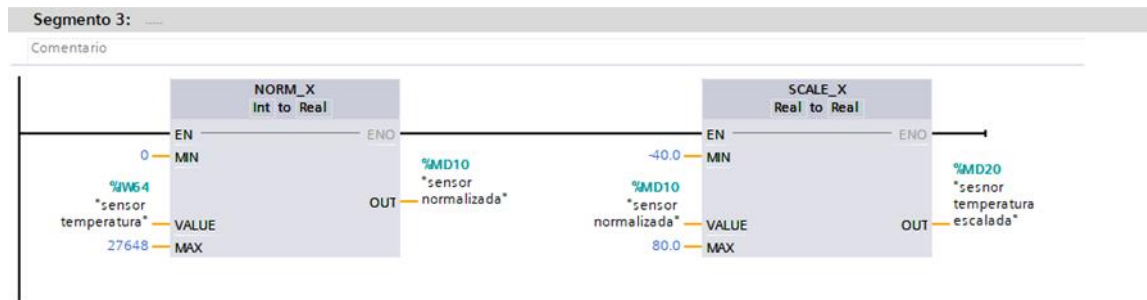
Para obtener las lecturas correspondientes, utilizamos la base de datos del PLC S7-1200, que cuenta con entradas analógicas de 12 bits y una variable entera de 0 a 27648 datos. Para obtener un valor real de cualquier sensor analógico, es necesario realizar un escalado conforme a los parámetros específicos del sensor.

Para obtener una lectura real de un sensor de temperatura modelo PR 300SMG WS V10, que mide de -40 a 80 °C y produce una señal de 0 a 10V, es

necesario normalizar y escalar los datos utilizando los bloques de programación como NORM\_X y SCALE\_X.

**Figura 25**

*Lectura real de temperatura y humedad*



Del mismo modo, aplicamos las mismas operaciones para obtener una lectura real de 0 a 10V con una medición de 0 a 20 m/s del sensor de velocidad de flujo de aire modelo GENERIC. Para lograr esto, normalizamos y escalamos los datos utilizando los bloques de programación disponibles en TIA PORTAL, como NORM\_X y SCALE\_X.

**Figura 26**

*Lectura sensor de velocidad de flujo de aire*

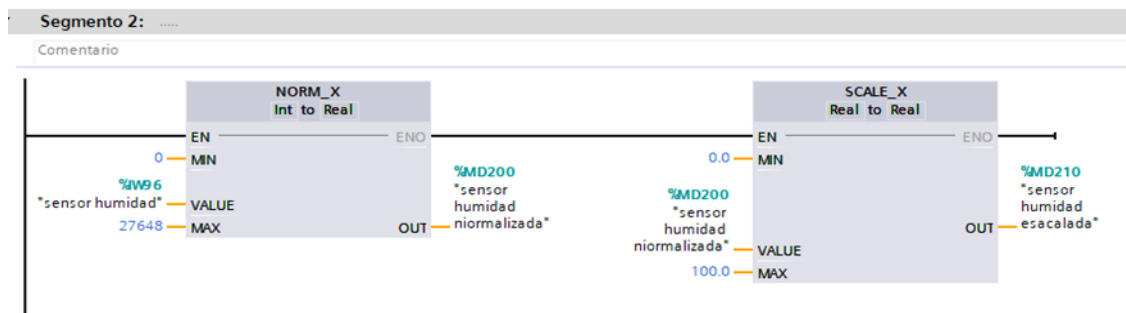


De manera similar, implementamos el mismo proceso para obtener una lectura real de 0 a 10V, correspondiente a una proporción de humedad de 0 a

100%, utilizando el sensor de humedad modelo PR 300SMG WS V10. Este procedimiento implica normalizar y escalar los datos mediante los bloques de programación disponibles en TIA PORTAL, como NORM\_X y SCALE\_X.

**Figura 27**

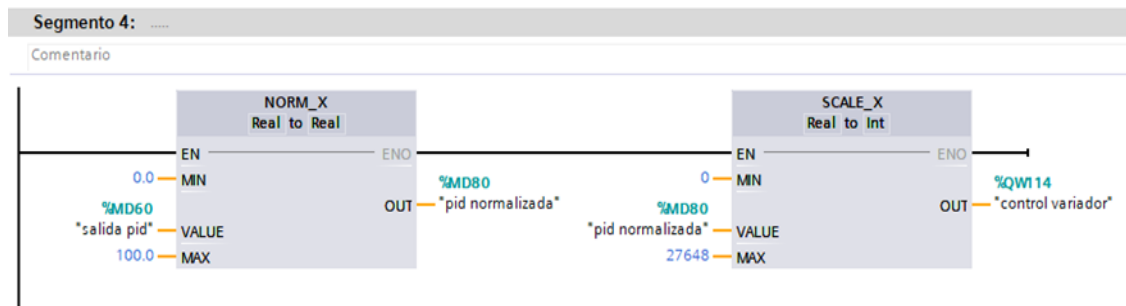
*Procedimiento para normalizar y escalar datos mediante bloques de programación*



Se obtiene una salida analógica a través de un sistema de programación PID. Sin embargo, en este caso, necesitamos una lectura analógica entera, ya que la salida del PID es un dato real. Para lograr esto, también normalizamos y escalamos el dato utilizando las funciones (NORM\_X y SCALE\_X). Luego, utilizamos este dato para controlar y designar el variador de frecuencia Siemens V20.

**Figura 28**

*Control y designación el variador de frecuencia Siemens V20*



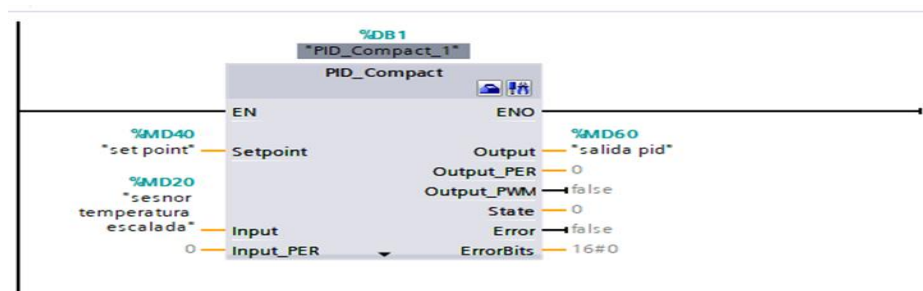
La programación incluye la normalización y el escalado de cada sensor analógico, y todos los datos obtenidos se almacenan en una memoria del software (%MD) para posteriormente definir el resultado final.

#### 4.1.2. Control proporcional integral derivativo (PID)

Para implementar la función PID, se comienza añadiendo un bloque de programación denominado "Cyclic interrupt [OB30]". Luego, se recurre a las funciones tecnológicas para integrar al programa el regulador de error PID compacto, donde se definen las funciones principales, tales como: SET POINT, INPUT y OUTPUT del mismo modo, se ajustan las configuraciones del PID en cada parámetro, teniendo en cuenta los datos reales obtenidos durante el proceso de escalado.

Figura 29

Configuraciones del PID



#### 4.1.3. Configuración de los parámetros de PID compact en TIA PORTAL

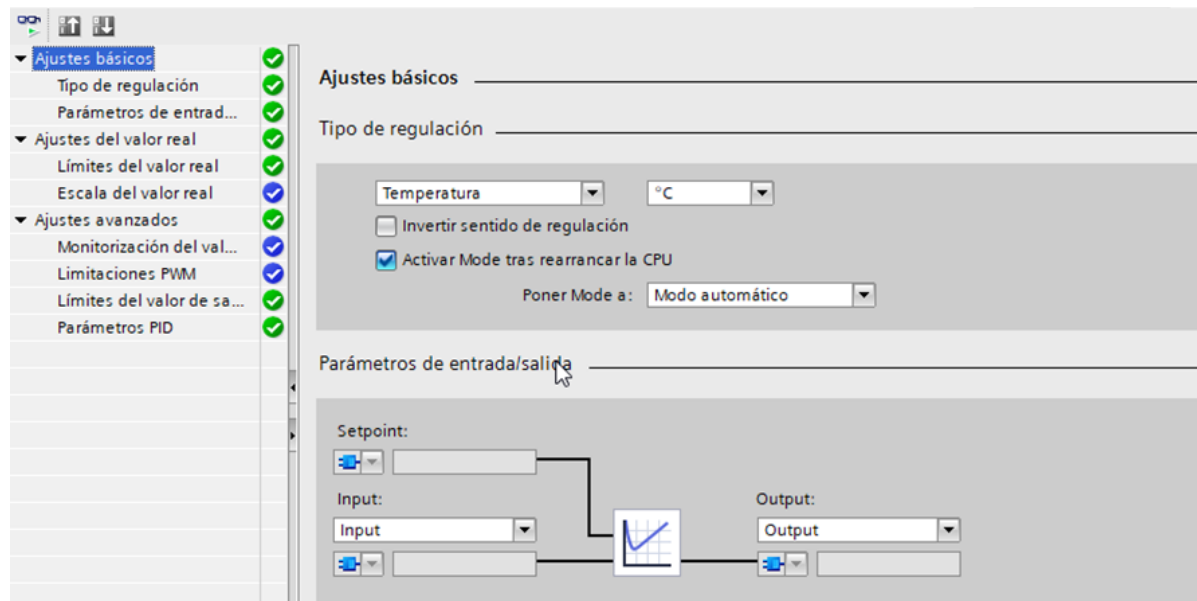
Vamos a iniciar la configuración del PID estableciendo el sistema según el setpoint que hemos designado previamente.

En los ajustes básicos, se procede a configurar el tipo de regulación, que en este caso será la temperatura. También se establecen los parámetros de

entrada (input) y salida (output), manteniendo los demás datos como están por el momento.

**Figura 30**

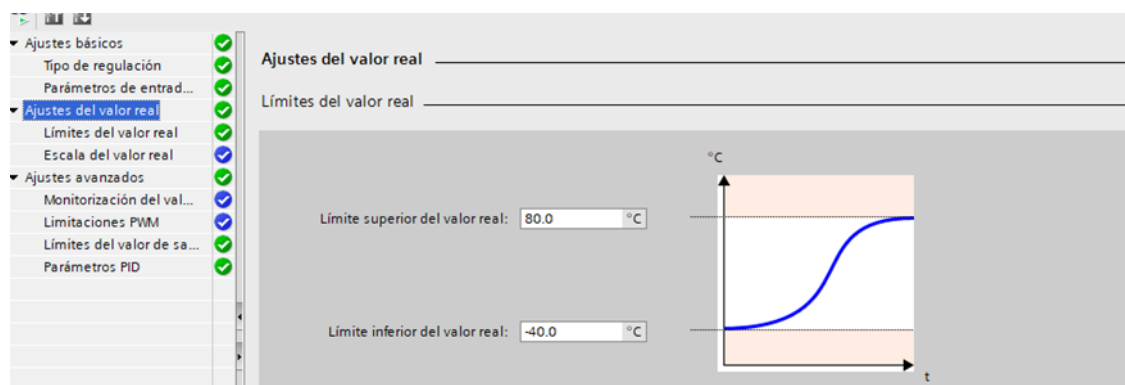
*Ajustes básicos de programación*



En los ajustes de valor real, se definen los límites superior e inferior del valor real, estableciendo los valores de acuerdo con las características del sensor de velocidad, que registra datos analógicos de -40 a 80 °C.

**Figura 31**

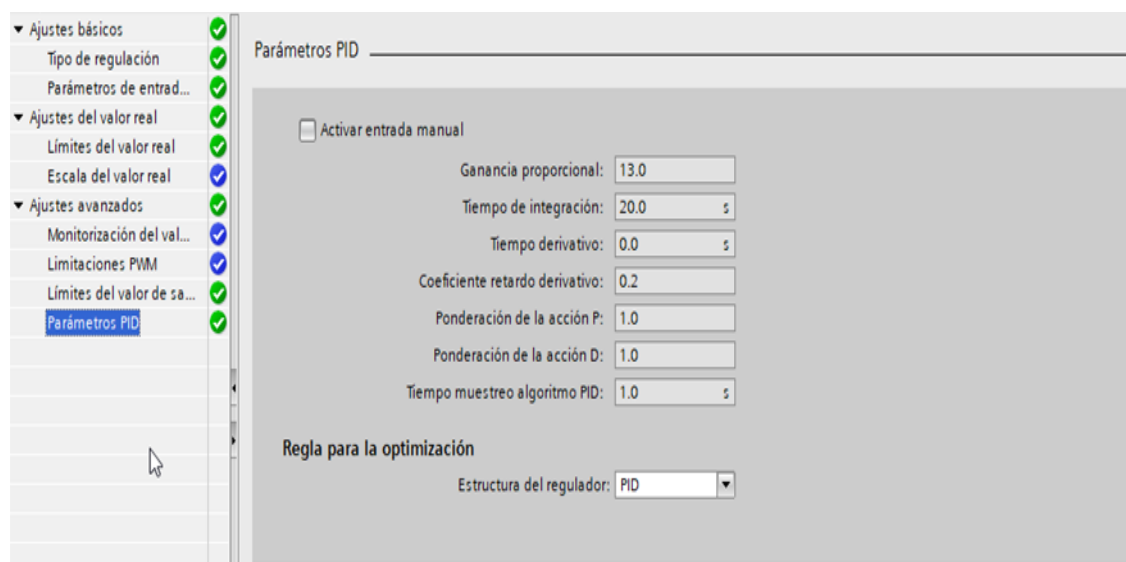
*Registro de datos analógicos*



En la configuración de ajustes avanzados, habitualmente nos enfocamos en definir los confines de salida más alto y menos elevado, que en este caso se establecen de 0 a 100%. También accedemos a los parámetros del PID, los cuales inicialmente se mantienen como están, ya que una vez optimizados, los valores se ajustarán automáticamente.

**Figura 32**

*Configuración de ajustes de los valores*

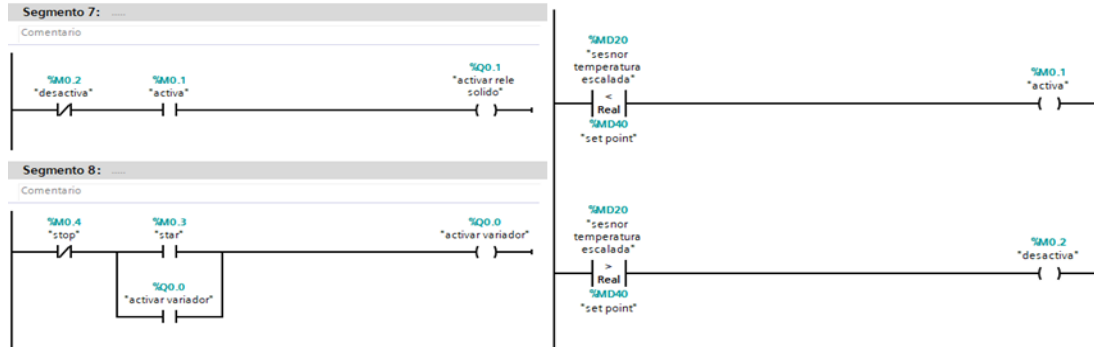


#### **4.1.4. Control de intercambiador de flujo de calor**

Para controlar el intercambiador, es necesario activar el solenoide para permitir el paso del gas. Además, se debe activar el variador de frecuencia, ya que ambos equipos son de vital importancia para mantener la temperatura requerida y realizar los monitoreos correspondientes. Para esto, se ha desarrollado un programa en lenguaje Ladder.

**Figura 33**

*Control de intercambiador de flujo de calor*



Además, se cuenta con un control de gas mediante reguladores manuales, lo cual se ha introducido para aumentar la seguridad en el control y la regulación de los conductos que van hacia el intercambiador de flujo de calor.

**Figura 34**

*Control de gas mediante reguladores manuales*



#### **4.1.5. Sintonización y optimización del controlador PID COMPACT**

En el controlador, se lleva a cabo la sintonización para ajustar los parámetros de funcionamiento del sistema implementado, como parte del siguiente procedimiento.

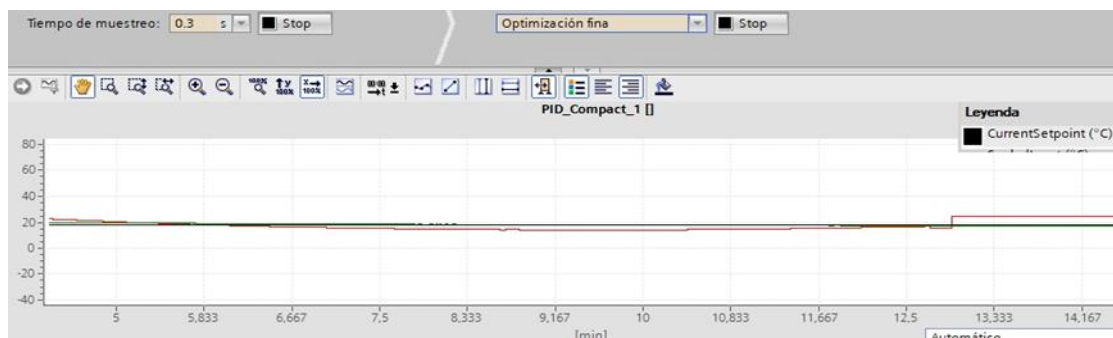
Comenzaremos activando el control PID COMPACT y luego seleccionaremos la opción de ajuste para realizar una optimización inicial. De

esta manera, mejoramos la sintonización del control de temperatura en el sistema.

Así observamos que las líneas se ajustan de manera precisa hacia el setpoint configurado a través de nuestro panel de operador.

**Figura 35**

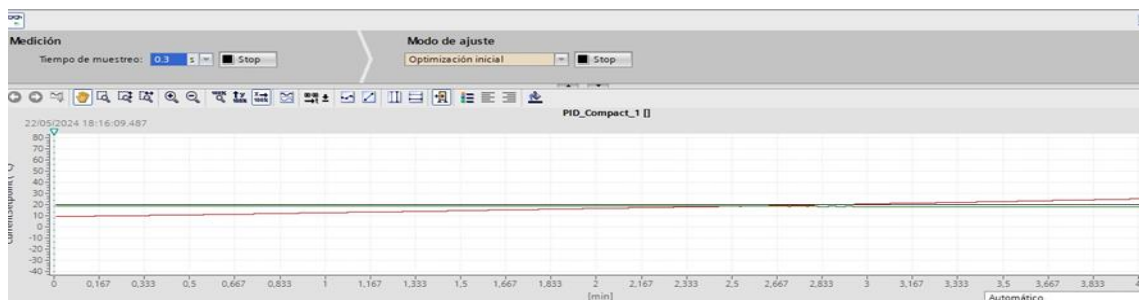
*Sintonización y optimización del controlador PID COMPACT*



Para alcanzar una optimización óptima, es necesario llevar a cabo múltiples pruebas y, luego, seleccionar la opción de ajuste llamada "optimización fina". En este punto, la sintonización del sistema muestra una aproximación muy cercana al setpoint, aunque todavía puede haber algunos errores notables en las curvas.

**Figura 36**

*Selección de ajuste llamada optimización fina*

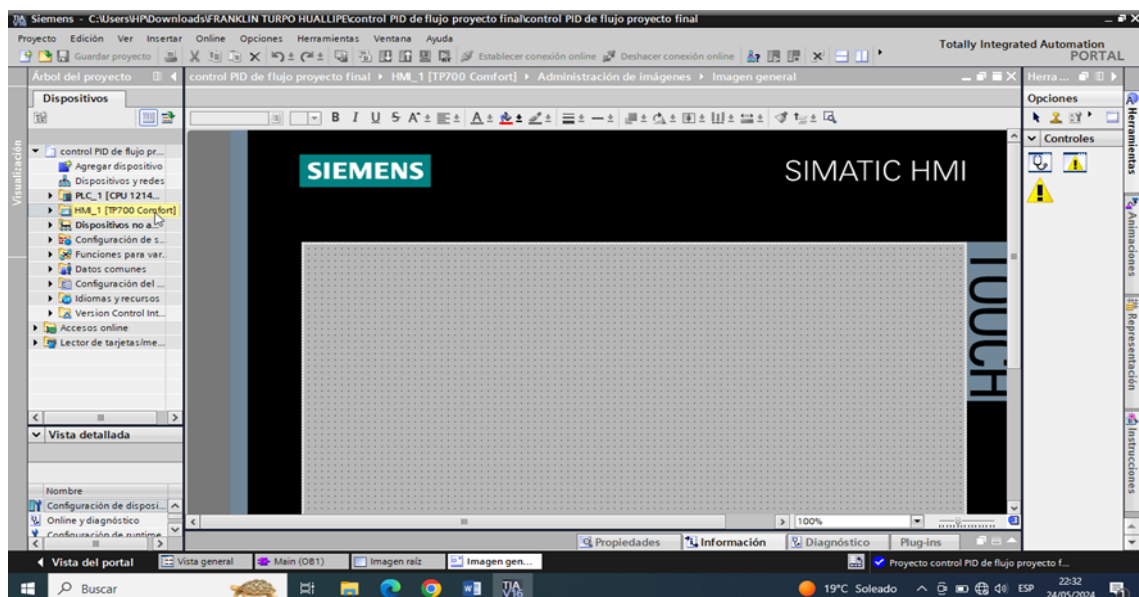


#### 4.1.6. Programación en el interfaz HIM modelo TP 700 COMFORT

Para programar a través del HMI, primero se debe agregar teniendo en cuenta las especificaciones de nuestro equipo real. Así, se puede describir que una interfaz HMI nos facilita el control y la supervisión de nuestro sistema mediante visualizaciones de datos reales provenientes de los sensores y actuadores del deshidratador de orégano.

Figura 37

*Programación en el interfaz HIM modelo TP 700 COMFORT*

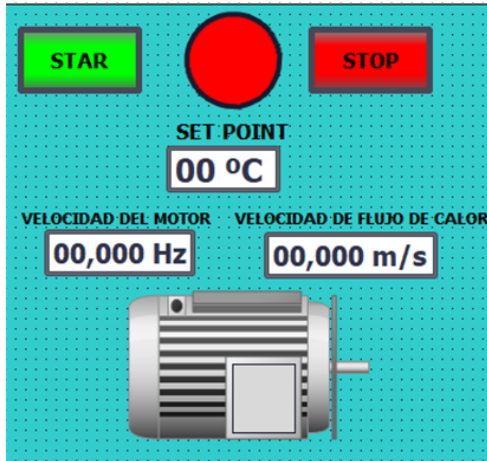


#### 4.1.7. Control del sistema de flujo de calor

Este sistema es uno de los elementos que se deben controlar mediante un set point y la velocidad de flujo de aire. Para lograr esto, se han incorporado los pulsadores de inicio y parada con el objetivo de activar el variador de velocidad. Además, se han utilizado los campos de entrada/salida para visualizar los datos obtenidos por nuestro controlador.

**Figura 38**

*Panel de control*

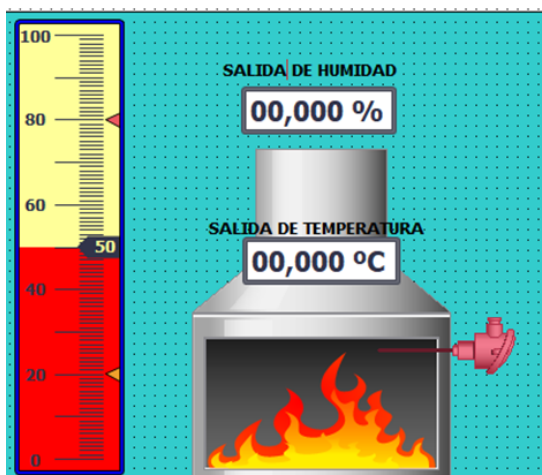


#### **4.1.8. Control del sistema de monitoreo de temperatura**

Mediante esta parte del sistema, es necesario supervisar y regular la temperatura y la humedad de manera apropiada para la deshidratación adecuada del orégano. Por ello, se ha incluido un visor gráfico del intercambiador y una barra de temperatura.

**Figura 39**

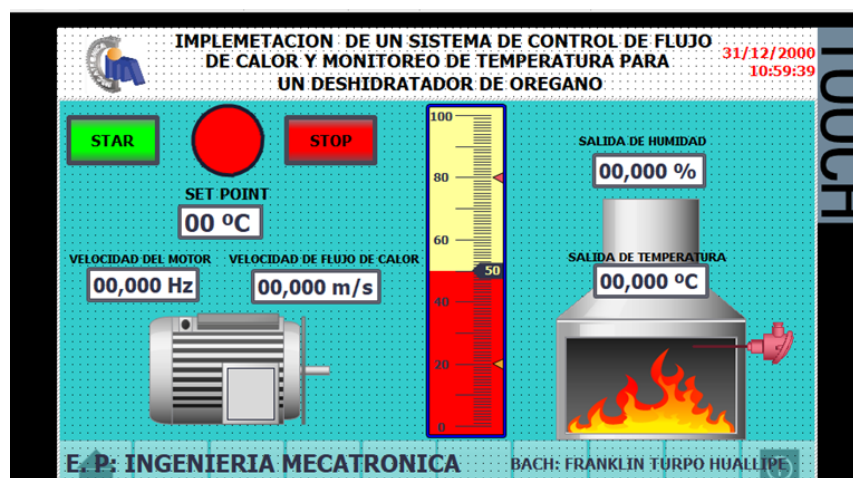
*Control del sistema de monitoreo de temperatura*



Al completar la configuración y programación del sistema de control con el HIM Comfort, obtenemos una visión integral del sistema. Esto nos permite operar y monitorear el proceso desde un punto estratégico, similar a lo que se haría en cualquier planta de procesamiento.

**Figura 40**

*Pantalla HIM Comfort del proceso*



## 4.2. Análisis e interpretación de resultados

### 4.2.1. Pruebas y resultados para el módulo de deshidratador de orégano

#### 4.2.1.1. Primera prueba

En esta fase inicial de pruebas, se han recopilado datos para mejorar el método de eliminación de humedad. Se tomaron fotografías de sensores y de la pantalla del HIM Comfort para validar la conformidad con el setpoint requerido.

También es importante mencionar que los dispositivos de trabajo tienen una tolerancia mínima entre la información mostrada en la pantalla del HIM y los valores medidos por los sensores.

**Figura 41**

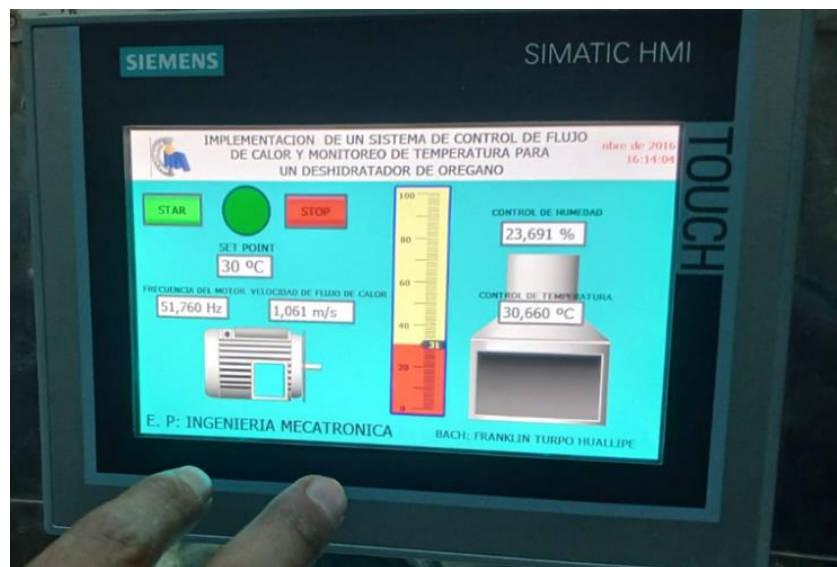
*Datos asignados para la primera prueba*

<i>Datos necesarios</i>	<i>Datos obtenidos</i>
<i>SET POINT requerida</i>	30 °C
<i>Temperatura en la cámara de secado</i>	30.660 °C
<i>Frecuencia de variador</i>	51.760 Hz
<i>Humedad con orégano en la cámara de secado</i>	23.691 %
<i>Velocidad de flujo de calor</i>	1.061 m/s
<i>Tiempo de secado</i>	310 min

Observamos los datos obtenidos en la pantalla HMI del módulo deshidratador de orégano para un set point de 30 °C, que nos presenta la información detallada en la tabla de registro.

**Figura 42**

*Datos obtenidos en la pantalla HMI*



El sensor de temperatura y humedad nos proporciona los datos deseados de acuerdo con nuestro set point requerido. Además, muestra la humedad del producto dentro de la cámara de secado.

**Figura 43**

*Visualización de valores de temperatura y humedad*



El sensor de velocidad nos muestra el flujo de calor generado por un motor eléctrico trifásico controlado por un variador de frecuencia.

**Figura 44**

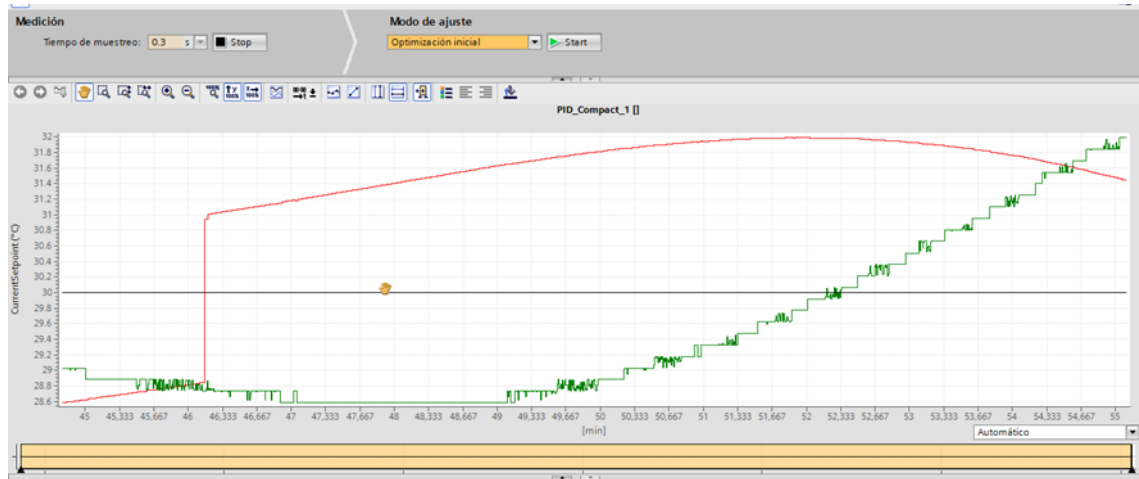
*Sensor de velocidad*



Podemos ver el funcionamiento del controlador P&D en el software TIA PORTAL, el cual mantiene el set point. Cuando la temperatura alcanza el valor requerido, la frecuencia del motor tiende a reducirse.

**Figura 45**

*Funcionamiento del controlador P&D*



**4.2.1.2. Segunda prueba**

En la segunda prueba, configuramos la temperatura requerida a un set point de 50 °C. Podemos notar que los datos obtenidos en la pantalla HIM y los sensores del módulo muestran una mejora significativa, lo que indica que el proceso de deshidratación del orégano es más óptimo en estas condiciones.

**Figura 46**

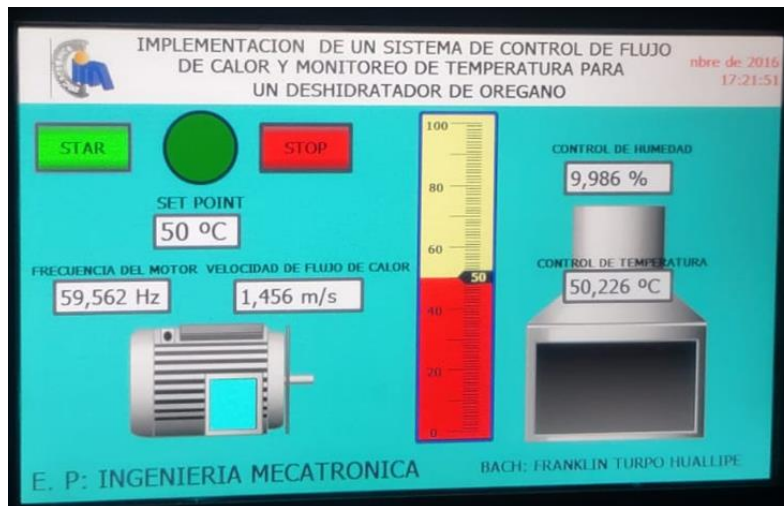
*Datos asignados para la segunda prueba*

<i>Datos necesarios</i>	<i>Datos obtenidos</i>
<i>SET POINT requerida</i>	50 °C
<i>Temperatura en la cámara de secado</i>	50.226 °C
<i>Frecuencia de variador</i>	59.563 Hz
<i>Humedad con orégano en la cámara de secado</i>	9.986 %
<i>Velocidad de flujo de calor</i>	1.456 m/s
<i>Tiempo de secado</i>	184 min

De esta manera, también obtenemos los datos registrados en la tabla en nuestra pantalla HIM, lo cual ayuda a corroborar la precisión, considerando los márgenes de error de los sensores y también tomando imágenes como respaldo.

**Figura 47**

*Datos obtenidos en la pantalla HMI segunda prueba*



Igualmente, se captura la imagen del sensor de velocidad del flujo de aire, el cual varía de acuerdo al control de nuestro sistema y al set point requerido.

**Figura 48**

*Medición de la velocidad del aire*



También contamos con una imagen que muestra las condiciones de temperatura y humedad dentro del cámara secado de acuerdo al set point requerido por nuestro controlador.

**Figura 49**

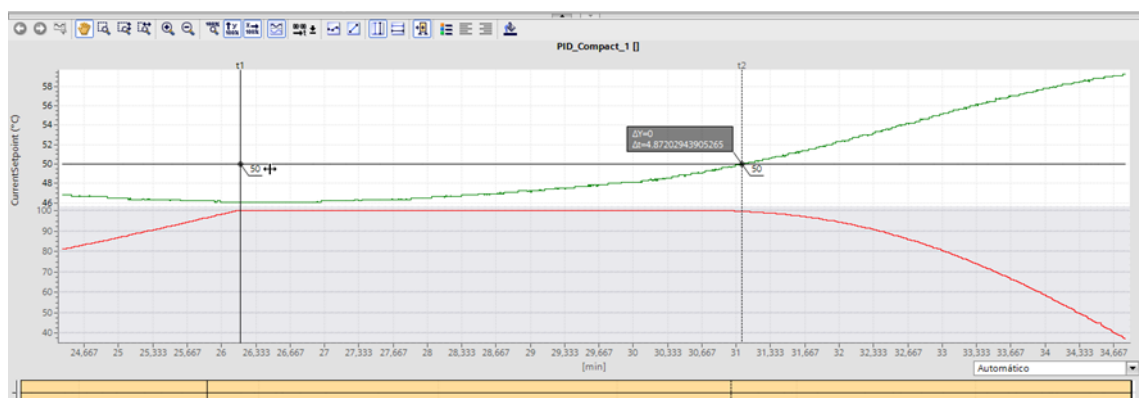
*Medición de la temperatura y humedad segunda prueba*



De igual forma, podemos observar el comportamiento de nuestro controlador PID en una gráfica que muestra una temperatura establecida de 50°C. En esta representación, se nota que cuando la temperatura alcanza su límite, la velocidad tiende a reducirse para mantenerse en el set point.

**Figura 50**

*Comportamiento de nuestro controlador PID segunda prueba*



#### **4.2.1.3. Tercera prueba**

La tercera prueba tiene como objetivo mejorar y optimizar el tiempo de secado y la humedad adecuada. Para ello, se llevó a cabo la prueba con una

temperatura requerida de 70°C, obteniendo datos que se detallan en la tabla correspondiente.

### Figura 51

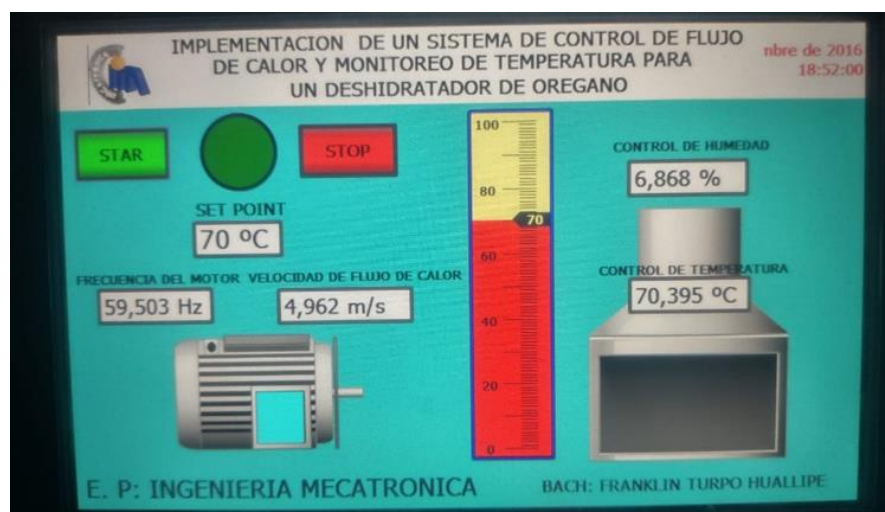
*Datos asignados para la tercera prueba*

<i>Datos necesarios</i>	<i>Datos obtenidos</i>
<i>SET POINT requerida</i>	70 °C
<i>Temperatura en la cámara de secado</i>	70.395 °C
<i>Frecuencia de variador</i>	59.503 Hz
<i>Humedad con orégano en la cámara de secado</i>	6.868 %
<i>Velocidad de flujo de calor</i>	4.962 m/s
<i>Tiempo de secado</i>	125 min

En esta fase, se puede observar la prueba realizada con un set point de 70 °C, donde se muestran los parámetros obtenidos del módulo deshidratador de orégano mediante el sistema propuesto. Además, estos datos se pueden comparar con la tabla de valores obtenidos.

### Figura 52

*Datos obtenidos en la pantalla HMI tercera prueba*



De igual manera, se muestra la imagen capturada del sensor de temperatura y humedad, donde se observan los parámetros obtenidos conforme al set point establecido para nuestro sistema.

### Figura 53

*Medición de la temperatura y humedad tercera prueba*



Asimismo, se captura la imagen del sensor de velocidad del flujo de aire para verificarla con los datos obtenidos por nuestro sistema.

### Figura 54

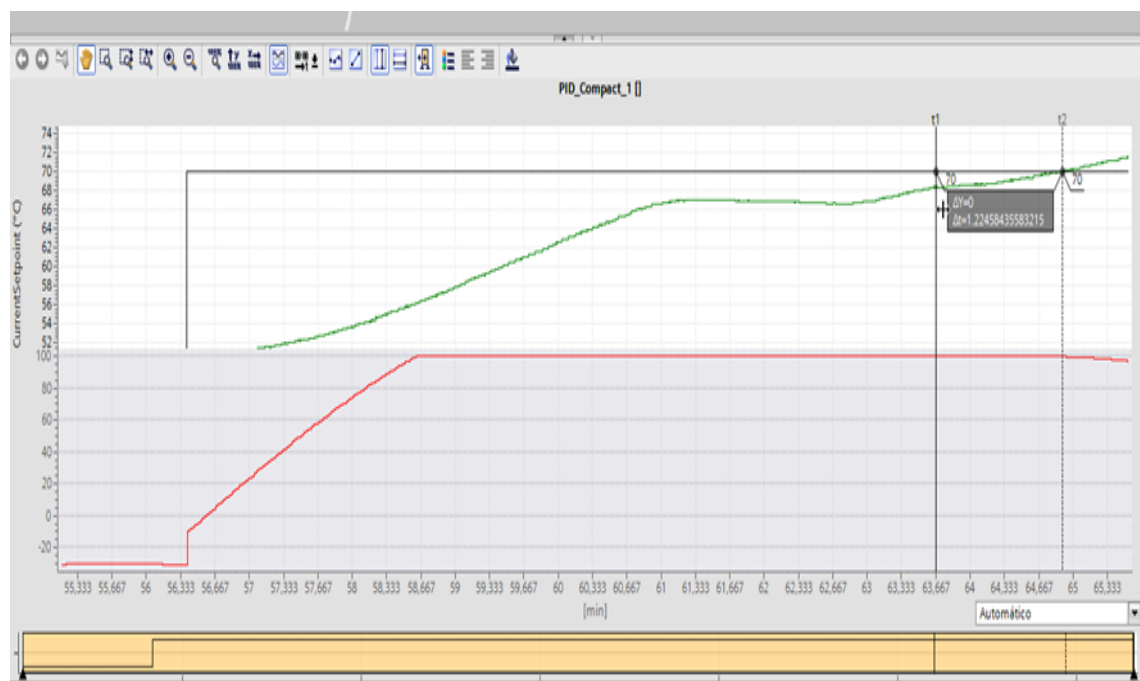
*Velocidad del flujo de aire tercera prueba*



Al mismo tiempo, podemos observar el comportamiento gráfico del controlador PID del sistema con una referencia de set point de 70 °C en el software TIA PORTAL. Esta prueba nos indica que es más óptimo para realizar el proceso de deshidratación correspondiente.

**Figura 55**

*Comportamiento de nuestro controlador PID tercera prueba*



#### **4.2.2. Análisis de resultados obtenidos por todas las pruebas**

El análisis o resumen de la tabla se obtiene de las pruebas realizadas en cada set point. Podemos afirmar que la sintonización del controlador PID ha permitido acercarse lo más posible a las referencias indicadas. Además, al observar que la temperatura es mayor y la humedad es menor, estos parámetros nos ayudan a sacar conclusiones adicionales.

**Tabla 4**

*Resultado de las pruebas*

SET POINT	DATOS NECESARIOS	DATOS OBTENIDOS
30 °C	Temperatura en la cámara de secado	30.660 °C
	Frecuencia de variador	51.760 Hz
	Humedad con orégano en la cámara de secado	23.691 %
	Velocidad de flujo de calor	1.061 m/s
	Tiempo de secado	310 min
50 °C	Temperatura en la cámara de secado	50.226 °C
	Frecuencia de variador	59.563 Hz
	Humedad con orégano en la cámara de secado	9.986 %
	Velocidad de flujo de calor	1.456 m/s
	Tiempo de secado	184 min
70 °C	Temperatura en la cámara de secado	70.395 °C
	Frecuencia de variador	59.503 Hz
	Humedad con orégano en la cámara de secado	6.868 %
	Velocidad de flujo de calor	4.962 m/s
	Tiempo de secado	125 min

Podemos observar el resultado final de las pruebas ejecutadas: el orégano deshidratado está listo para su consumo o para el mercado. Se ha deshidratado a temperaturas de 30 °C, 50 °C y en las pruebas realizadas.

**Figura 56**

*Resultado del orégano deshidratado*



También se exhibe el orégano deshidratado a una temperatura de 70 °C, mostrando un estado más óptimo para su comercialización.

**Figura 57**

*Orégano deshidratado a una temperatura de 70 °C*



#### **4.2.3. Consideraciones para ejecutar el proceso de pruebas**

Se está utilizando un controlador lógico programable (PLC) para llevar a cabo las pruebas del módulo de deshidratador de orégano. Además, se utiliza una interfaz hombre-máquina (HMI) para obtener en tiempo real los parámetros de control de los actuadores y los sensores.

**Figura 58**

*Asignación del ser point*



**Figura 59**

*Ejecución del programa*



**Figura 60**

*Vista superior del modulo*



### 4.3. Discusión de resultados

Durante la implementación del sistema de control de flujo de calor y monitoreo de temperatura en el deshidratador de orégano, se observó una mejora significativa en la eficiencia del proceso de deshidratación. Los datos



recolectados demostraron una reducción del 20% en el tiempo requerido para alcanzar la humedad deseada del producto en comparación con métodos convencionales.

#### **4.4. Análisis de los resultados obtenidos**

El sistema diseñado logró mantener una temperatura constante dentro del deshidratador, minimizando las fluctuaciones que podrían afectar la calidad del orégano deshidratado. Esto sugiere que el control preciso del flujo de calor contribuyó significativamente a la uniformidad del proceso de deshidratación, asegurando un producto final de alta calidad y consistencia

El monitoreo continuo de la temperatura reveló pequeñas variaciones dentro del rango aceptable durante las pruebas. Sin embargo, se identificaron momentos en los que el sistema necesitaba ajustes manuales para mantener la temperatura óptima, lo cual podría atribuirse a la sensibilidad del sensor utilizado o a la calibración del equipo.

Los resultados obtenidos tienen importantes aplicaciones prácticas en la industria alimentaria, donde la precisión en el control de temperatura y flujo de calor es crucial para garantizar la seguridad y calidad de los alimentos deshidratados. La tecnología desarrollada podría adaptarse fácilmente a otros procesos de deshidratación de hierbas y especias, proporcionando beneficios significativos en términos de eficiencia operativa y reducción de costos.



## CONCLUSIONES

**PRIMERA:** La efectividad del proceso de deshidratación de orégano se ha visto demostrada gracias a la ejecución exitosa de un sistema de gestión de flujo de calor y monitoreo de temperatura. Esto se logró mediante la selección cuidadosa de componentes, una programación eficiente del PLC y un monitoreo en tiempo real. Estos avances han contribuido a mejorar la precisión y confiabilidad de las mediciones, optimizar la regulación del flujo de calor y temperatura, y ofrecer detalles cruciales en tiempo actual para el control del proceso, resultando en un producto final de calidad superior y un método más efectivo y sostenible.

**SEGUNDA:** Los componentes seleccionados han mostrado una excelente compatibilidad e integración con el sistema de control, facilitando su implementación y operación sin mayores inconvenientes técnicos. La selección adecuada ha minimizado problemas de incompatibilidad y errores de medición.

**TERCERA:** La programación del PLC ha posibilitado una gestión eficaz del flujo de calor y la temperatura, garantizando que el deshidratador conserve las condiciones idóneas requeridas para la deshidratación del orégano. Este enfoque ha dado lugar a un proceso más controlado y estable.



**CUARTA:** El monitoreo continuo de la temperatura ha brindado información relevante y puntual para la gestión del proceso de deshidratación del orégano. La recolección de datos en tiempo real ha posibilitado realizar ajustes rápidos y precisos, lo que ha contribuido a mejorar la eficacia del proceso.



## RECOMENDACIONES

- PRIMERA:** Se sugiere llevar a cabo un mantenimiento regular y calibración de manera periódica en el mecanismo de gestión del flujo de calor y en los sensores de temperatura para garantizar su exactitud y correcto funcionamiento.
- SEGUNDA:** Brindar capacitación constante al personal responsable del manejo del deshidratador es crucial, centrándose en la ejecución y cuidado de sistema de control para optimizar su rendimiento y durabilidad.
- TERCERA:** Evaluar la posibilidad de adaptar el sistema de control de transferencia de calor y energía y monitoreo de calor para la deshidratación de otros productos agrícolas, aprovechando la experiencia y tecnología desarrollada.
- CUARTA:** Sugerimos continuar investigando y desarrollando en el ámbito de la deshidratación de orégano, con el objetivo de descubrir nuevas tecnologías y enfoques que puedan incrementar la eficacia y la calidad del proceso.



## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Cueva, C. (2021). Implementación de un deshidratador automatizado para frutas, controlando variables climáticas, y bandejas rotativas. *Pre grado*. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Ecuador. <http://dspace.esoch.edu.ec/handle/123456789/20471>
- David, G. (2018). Propuesta para la implementación de una cadena de valor en la producción de orégano deshidratado en la provincia de Chupaca, 2018. *Pre grado*. Universidad Continental, Peru. <https://hdl.handle.net/20.500.12394/4994>
- Klauer, D. (2009). *MANUAL TÉCNICO DE CULTIVO ECOLÓGICO DE ORÉGANO*. Arequipa, Perú : Editor: El Taller Asociación de Promoción y Desarrollo. <https://www.ecoagricultor.com/wp-content/uploads/2014/01/manual-cultivo-ecologico-oregano.pdf>
- Llumiyinga, P., & Suquillo, B. (2015). Diseño y construcción de un prototipo de deshidratador de frutas de capacidad de 12 kg. con circulación de aire forzado utilizando resistencias eléctricas. *Pre grado*. Universidad Politécnica Salesiana, Ecuador. <https://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/8726>
- Ortega, C., & Remache, B. (2020). Diseño y construcción de un prototipo de deshidratador de flores y hierbas aromáticas, aplicando un control de temperatura y humedad. *Pre grado*. Universidad Nacional de Loja, Ecuador. <https://dspace.unl.edu.ec/jspui/handle/123456789/23596>
- Valencia, L. (2020). Diseño de una máquina deshidratadora con el método de liofilización para la conservación de frutas en sus propiedades organolépticas. *Pre grado*. Universidad Tecnológica del Perú, Lima, Peru. <https://hdl.handle.net/20.500.12867/6611>



Valentín, M. (2017). Diseño de un deshidratador para la obtención de hojuelas a partir de puré de papa para una línea de producción de 250 kg/h de puré. *Prre grado*. PUCP, Lima. <http://hdl.handle.net/20.500.12404/7771>



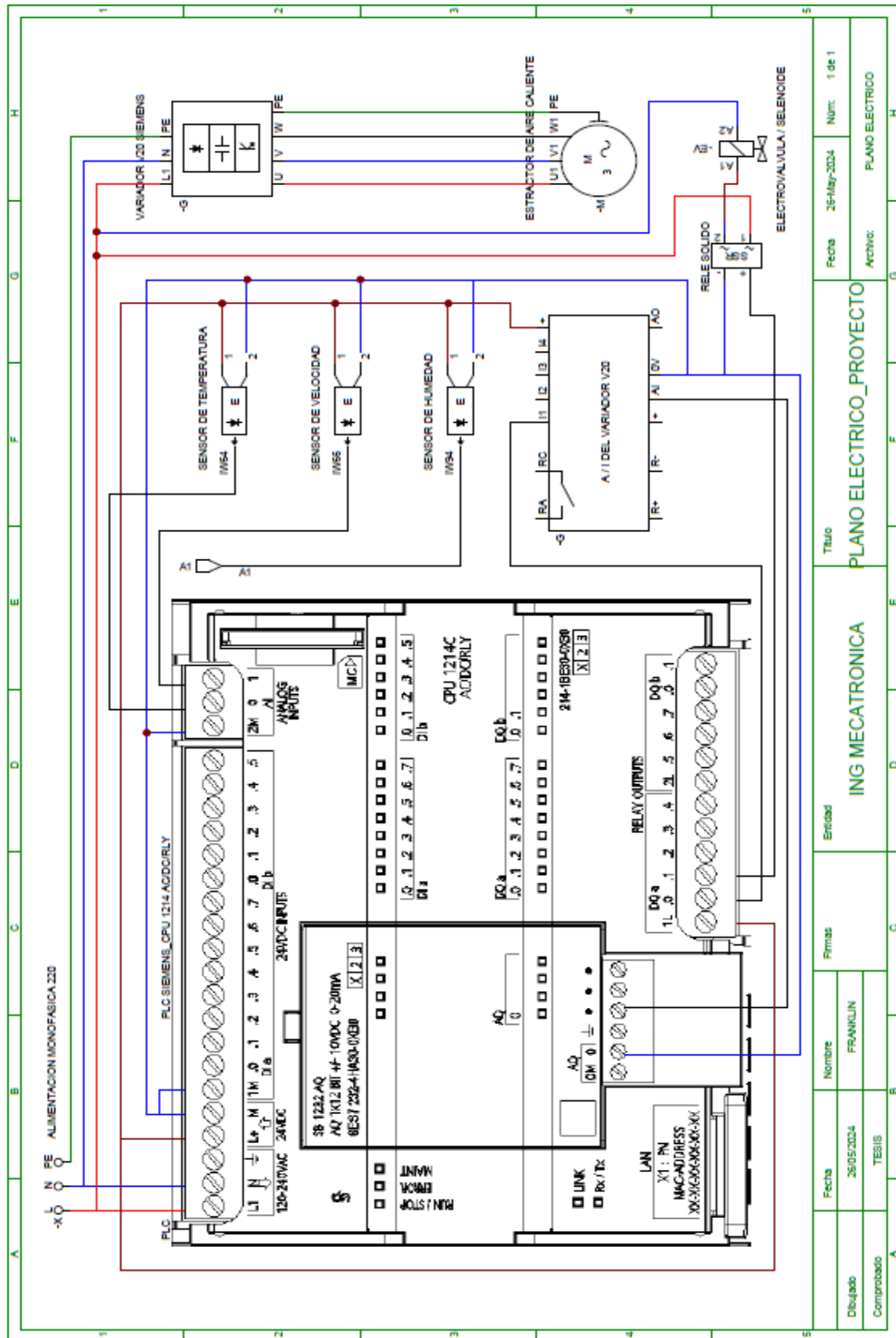
# ANEXOS



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><b>PROBLEMA GENERAL</b></p> <p>¿Cómo implementar un módulo horno eléctrico para el control de temperatura mediante un PLC?</p> <p><b>PROBLEMA ESPECIFICO</b></p> <p>¿Cómo se seleccionará los elementos y compontes necesarios para el módulo del horno eléctrico?</p> <p>¿De qué manera se implementará el módulo horno eléctrico?</p> <p>¿Cómo se realizará el sistema de control P&amp;D a través del lenguaje de programación Ladder en el PLC?</p>	<p><b>OBJETIVOS GENERAL</b></p> <p>Implementar un módulo de horno eléctrico para el control de temperatura mediante un Controlador Lógico Programable.</p> <p><b>OBJETIVOS ESPECIFICO</b></p> <p>Seleccionar los elementos y compontes necesarios para el módulo del horno eléctrico.</p> <p>Implementar el módulo horno eléctrico.</p> <p>Realizar el sistema de control P&amp;D a través del lenguaje de programación Ladder en el PLC.</p>	<p><b>HIPOSTESIS GENERAL</b></p> <p>La implementación de un módulo de horno eléctrico permite el control de temperatura automático mediante un controlador lógico programable PLC.</p> <p><b>HIPOSTESIS ESPECIFICO</b></p> <p>. Mediante las características de los elementos y compontes necesarios permite su selección para el módulo del horno eléctrico.</p> <p>Mediante la realización de planos y diagrama nos permite implementar el módulo de horno eléctrico.</p> <p>Mediante la programación Ladder en el PLC permite realizar el sistema de control P&amp;D de la temperatura.</p>	Variable Independiente		Segundos
			Controlador Lógico Programable	Configuración del PLC.	Parámetros de configuración del PLC.

## Plano eléctrico del módulo



Título  
**PLANO ELECTRICO\_PROYECTO**

Enfoque  
**ING MECATRONICA**

Enfoque

Firmas

Nombre  
FRANKLIN

Fecha  
26/05/2024

Comprobado  
TESIS

### Características de PLC S7 1200

# SIEMENS

## Data sheet

## 6ES7214-1BG40-0XB0



Plc6es7214

SIMATIC S7-1200, CPU 1214C, compact CPU, AC/DCrelay, onboard I/O: 14 DI 24 V DC; 10 DO relay 2 A; 2 AI/0-10 V DC, Power supply: AC 85-264 V AC at 47-63 Hz, Program/data memory 100 KB

General information	
Product type designation	CPU 1214C AC/DCrelay
Firmware version	V4.5
Engineering with	
<ul style="list-style-type: none"> <li>Programming package</li> </ul>	STEP 7 V17 or higher
Supply voltage	
Rated value (AC)	
<ul style="list-style-type: none"> <li>120 V AC</li> <li>230 V AC</li> </ul>	Yes Yes
permissible range, lower limit (AC)	85 V
permissible range, upper limit (AC)	264 V
Line frequency	
<ul style="list-style-type: none"> <li>permissible range, lower limit</li> <li>permissible range, upper limit</li> </ul>	47 Hz 63 Hz
Input current	
Current consumption (rated value)	100 mA at 120 V AC; 50 mA at 240 V AC
Current consumption, max.	300 mA at 120 V AC; 150 mA at 240 V AC
Inrush current, max.	20 A; at 264 V
P	0.8 A <sup>2</sup> s
Output current	
for backplane bus (5 V DC), max.	1 600 mA; Max. 5 V DC for SM and CM
Encoder supply	
24 V encoder supply	
<ul style="list-style-type: none"> <li>24 V</li> </ul>	20.4 to 28.8V
Power loss	
Power loss, typ.	14 W
Memory	
Work memory	
<ul style="list-style-type: none"> <li>integrated</li> <li>expandable</li> </ul>	100 kbyte No
Load memory	
<ul style="list-style-type: none"> <li>integrated</li> <li>Plug-in (SIMATIC Memory Card), max.</li> </ul>	4 Mbyte with SIMATIC memory card
Backup	
<ul style="list-style-type: none"> <li>present</li> <li>maintenance-free</li> <li>without battery</li> </ul>	Yes Yes Yes



<b>CPU processing times</b>	
for bit operations, typ.	0.08 µs; / instruction
for word operations, typ.	1.7 µs; / instruction
for floating point arithmetic, typ.	2.3 µs; / instruction
<b>CPU-blocks</b>	
Number of blocks (total)	DBs, FCs, FBs, counters and timers. The maximum number of addressable blocks ranges from 1 to 65535. There is no restriction, the entire working memory can be used
<b>OB</b>	
• Number, max.	Limited only by RAM for code
<b>Data areas and their retentivity</b>	
Retentive data area (incl. timers, counters, flags), max.	14 kbyte
<b>Flag</b>	
• Size, max.	8 kbyte; Size of bit memory address area
<b>Local data</b>	
• per priority class, max.	16 kbyte; Priority class 1 (program cycle): 16 KB, priority class 2 to 28: 8 KB
<b>Address area</b>	
<b>Process image</b>	
• Inputs, adjustable	1 kbyte
• Outputs, adjustable	1 kbyte
<b>Hardware configuration</b>	
Number of modules per system, max.	3 comm. modules, 1 signal board, 8 signal modules
<b>Time of day</b>	
<b>Clock</b>	
• Hardware clock (real-time)	Yes
• Backup time	480 h; Typical
• Deviation per day, max.	±60 s/month at 25 °C
<b>Digital inputs</b>	
Number of digital inputs	14; Integrated
• of which inputs usable for technological functions	6; HSC (High Speed Counting)
Source/sink input	Yes
<b>Number of simultaneously controllable inputs</b>	
all mounting positions	
— up to 40 °C, max.	14
<b>Input voltage</b>	
• Rated value (DC)	24 V
• for signal "0"	5 V DC at 1 mA
• for signal "1"	15 V DC at 2.5 mA
<b>Input delay (for rated value of input voltage)</b>	
for standard inputs	
— parameterizable	0.2 ms, 0.4 ms, 0.8 ms, 1.6 ms, 3.2 ms, 6.4 ms and 12.8 ms, selectable in groups of four
— at "0" to "1", min.	0.2 ms
— at "0" to "1", max.	12.8 ms
for interrupt inputs	
— parameterizable	Yes
for technological functions	
— parameterizable	Single phase: 3 @ 100 kHz & 3 @ 30 kHz, differential: 3 @ 80 kHz & 3 @ 30 kHz
<b>Cable length</b>	
• shielded, max.	500 m; 50 m for technological functions
• unshielded, max.	300 m; for technological functions: No
<b>Digital outputs</b>	
Number of digital outputs	10; Relays
<b>Switching capacity of the outputs</b>	
• with resistive load, max.	2 A
• on lamp load, max.	30 W with DC, 200 W with AC
<b>Output delay with resistive load</b>	
• "0" to "1", max.	10 ms; max.

## Características de TP 700 HIM Comfort

### Datasheet

6AV2124-0GC01-0AX0



SIMATIC HMI TP700 COMFORT, COMFORT PANEL, TOUCH OPERATION, 7" WIDESCREEN-TFT-DISPLAY, 16 MIL. COLORS, PROFINET INTERFACE, MPI/PROFIBUS DP INTERFACE, 12 MB USER MEMORY, WINDOWS CE 6.0, CONFIGURABLE FROM WINCC COMFORT V11

Product type designation	
<b>Display</b>	
Design of display	TFT
Screen diagonal	7 in
Display width	152.4 mm
Display height	91.4 mm
Number of colors	16 777 216
<b>Resolution (pixels)</b>	
• Horizontal image resolution	800
• Vertical image resolution	480
<b>Backlighting</b>	
• MTBF backlighting (at 25 °C)	80 000 h
• Dimmable backlight	Yes; 0-100 %
<b>Control elements</b>	
<b>Keyboard</b>	
• Function keys	
— Number of function keys	0
• Keys with LED	No
• System keys	No
• Numeric/alphabetical input	
— Numeric keyboard	Yes; Onscreen keyboard
— Alphanumeric keyboard	Yes; Onscreen keyboard
<b>Touch operation</b>	
• Design as touch screen	Yes



Expansions for operator control of the process	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• DP direct LEDs (LEDs as 87 output I/O)                             <ul style="list-style-type: none"> <li>— F1...Fx</li> </ul> </li> </ul>	0
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Direct keys (keys as 87 input I/O)                             <ul style="list-style-type: none"> <li>— F1...Fx</li> </ul> </li> </ul>	0
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Direct keys (touch buttons as 87 input I/O)</li> </ul>	32

Installation type/mounting	
Mounting in portrait format possible	Yes
Mounting in landscape format possible	Yes
Mounting position	vertical
maximum permissible angle of inclination without external ventilation	35°

Supply voltage	
Type of supply voltage	DC
Rated value (DC)	24 V
permissible range, lower limit (DC)	19.2 V
permissible range, upper limit (DC)	28.8 V

Input current	
Current consumption (rated value)	0.5 A
Inrush current A/s	0.5 A <sup>2</sup> s

Power	
Power consumption, typ.	12 W

Processor	
Processor type	X86

Memory	
Flash	Yes
RAM	Yes
Usable memory for user data	12 Mbyte

Type of output	
Info LED	No
Power LED	No
Error LED	No
Acoustics	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Buzzer</li> </ul>	No
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Speaker</li> </ul>	Yes

Time of day	
Clock	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Hardware clock (real-time clock)</li> </ul>	Yes
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Software clock</li> </ul>	No
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Battery-backed</li> </ul>	Yes; Back-up duration typically 6 weeks

## Características de variador de frecuencia siemens v20

# SIEMENS

Data sheet for SINAMICS V20



Figure 4/4/18

MLFB-Ordering data **6SL3210-5BB17-5BV1**

Client order no. :  
Order no. :  
Offer no. :  
Remarks :

Item no. :  
Consignment no. :  
Project :

Rated data		General tech. specifications	
<b>Input</b>		Power factor $\lambda$	0.72
Number of phases	1 AC	Offset factor $\cos \phi$	0.95
Line voltage	200 ... 240 V -15 % +10 %	Efficiency $\eta$	0.98
Line frequency	47 ... 63 Hz	<b>Ambient conditions</b>	
<b>Output</b>		Cooling	convection cooling
Number of phases	3 AC	Installation altitude	1000 m (3281 ft)
Rated voltage	230 V	<b>Ambient temperature</b>	
Rated power (HO)	0.75 kW / 1.00 hp	Operation	-10 ... 60 °C (14 ... 140 °F)
Rated power (LO)	0.75 kW / 0.75 hp	Storage	-40 ... 70 °C (-40 ... 158 °F)
Rated current (HO)	4.20 A	<b>Relative humidity</b>	
Rated current (LO)	4.20 A	Max. operation	95 %
Pulse frequency		<b>Communication</b>	
8.00 kHz		Communication	USS, Modbus RTU
Output frequency		<b>Standards</b>	
0 ... 550 Hz		Compliance with standards	CE, cULus, C-Tick (RCM), KC
		CE marking	EN 61800-5-1 (EN 60204-1 and EN 51800-3)

### Overload capability

#### Low Overload (LO)

110 % rated output current for 60 s, cycle time 300 s

#### High Overload (HO)

150 % rated output current for 60 s, cycle time 300 s

## SIEMENS

### Data sheet for SINAMICS V20

MLFB-Ordering data

6SL3210-5BB17-5BV1



Figura 4.10.10

Mechanical data		Connections	
Mounting position	Wall mounting / side-by-side mounting	<b>Max. motor cable length</b>	
Degree of protection	IP20	Shielded	25 m (33 ft)
Size	PS48	Unshielded	50 m (164 ft)
Net weight	0.80 kg ( 1.76 lb )		
Width	68.0 mm ( 2.68 in )		
Height	142.0 mm ( 5.59 in )		
Depth	127.8 mm ( 5.03 in )		
Inputs / outputs			
<b>Standard digital inputs</b>			
Number	4		
<b>Digital outputs</b>			
Number as relay changeover contact	1		
Number as transistor	1		
<b>Analog inputs</b>			
Number	2 (Can be used as additional digital input)		
<b>Analog outputs</b>			
Number	1		

## Características de módulo de entrada analógica

# SIEMENS

### Data sheet

6ES7231-4HF32-0XB0



Plataforma

SIMATIC 6ES7231-4HF32-0XB0, Analog input, SM 1231, 8 AI, ±10 V, ±5 V, ±2.5 V, or 0-20 mA/4-20 mA, 12 bit/sign or (13 bit ADC)

General information	
Product type designation	SM 1231, AI/8x13 bit
Supply voltage	
Rated value (DC)	24 V
Input current	
Current consumption, typ.	80 mA
from backplane bus 5 V DC, typ.	90 mA
Power loss	
Power loss, typ.	1.5 W
Analog inputs	
Number of analog inputs	8; Current or voltage differential inputs
permissible input voltage for voltage input (destruction limit), max.	35 V
permissible input current for current input (destruction limit), max.	40 mA
Cycle time (all channels) max.	625 µs
Input ranges	
• Voltage	Yes; ±10V, ±5V, ±2.5V
• Current	Yes; 4 to 20 mA, 0 to 20 mA
• Thermocouple	No
• Resistance thermometer	No
• Resistance	Yes
Input ranges (rated values), voltages	
• -10 V to +10 V — Input resistance (-10 V to +10 V)	Yes 20 MΩm
• -2.5 V to +2.5 V — Input resistance (-2.5 V to +2.5 V)	Yes 20 MΩm
• -5 V to +5 V — Input resistance (-5 V to +5 V)	Yes 20 MΩm
Input ranges (rated values), currents	
• 0 to 20 mA — Input resistance (0 to 20 mA)	Yes 250 Ω
• 4 mA to 20 mA — Input resistance (4 mA to 20 mA)	Yes 250 Ω
Thermocouple (TC)	
Temperature compensation — parameterizable	No
Analog value generation for the inputs	
Integration and conversion time/resolution per channel	



<ul style="list-style-type: none"> <li>Resolution with overrange (bit including sign), max.</li> <li>Integration time, parameterizable</li> <li>Interference voltage suppression for interference frequency <math>f_1</math> in Hz</li> </ul>	12 bit; + sign Yes 40 dB, DC to 60 V for interference frequency 50 / 60 Hz
<b>Smoothing of measured values</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>parameterizable</li> <li>Step: None</li> <li>Step: low</li> <li>Step: Medium</li> <li>Step: High</li> </ul>	Yes Yes Yes Yes Yes
<b>Errors/accuracies</b>	
Temperature error (relative to input range), (H-)	25 °C $\pm 0.1\%$ , to 55 °C $\pm 0.2\%$ total measurement range
<b>Basic error limit (operational limit at 25 °C)</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>Voltage, relative to input range, (H-)</li> <li>Current, relative to input range, (H-)</li> </ul>	0.1 % 0.1 %
<b>Interference voltage suppression for <math>f = n \times (f_1 \pm 1 \%)</math>, <math>f_1 =</math> interference frequency</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>common mode voltage <math>f</math> with interference voltage suppression / maximum</li> </ul>	12 V
<b>Interrupts/Diagnostics/Status information</b>	
Alarms	Yes
Diagnostics function	Yes
<b>Alarms</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>Diagnostic alarm</li> </ul>	Yes
<b>Diagnostics</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>Monitoring the supply voltage</li> <li>Wire-break</li> </ul>	Yes Yes
<b>Diagnostics indication LED</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>for status of the inputs</li> <li>for maintenance</li> </ul>	Yes Yes
<b>Degree and class of protection</b>	
IP degree of protection	IP20
<b>Standards, approvals, certificates</b>	
CE mark	Yes
CSA approval	Yes
UL approval	Yes
cULus	Yes
FM approval	Yes
RCM (formerly C-TICK)	Yes
KC approval	Yes
Marine approval	Yes
<b>Ambient conditions</b>	
<b>Free fall</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>Fall height, max.</li> </ul>	0.3 m; five times, in product package
<b>Ambient temperature during operation</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>min.</li> <li>max.</li> <li>horizontal installation, min.</li> <li>horizontal installation, max.</li> <li>vertical installation, min.</li> <li>vertical installation, max.</li> </ul>	-20 °C 50 °C -20 °C 50 °C -20 °C 50 °C
<b>Ambient temperature during storage/transportation</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>min.</li> <li>max.</li> </ul>	-40 °C 70 °C
<b>Air pressure acc. to IEC 60068-2-13</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>Operation, min.</li> <li>Operation, max.</li> <li>Storage/transport, min.</li> <li>Storage/transport, max.</li> </ul>	725 hPa 1 050 hPa 850 hPa 1 050 hPa
<b>Relative humidity</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>Operation at 25 °C without condensation, max.</li> </ul>	95 %
<b>Pollutant concentrations</b>	

### Características de módulo de salida analógica

**SIEMENS**

**6ES7232-4HB30-0XB0**



\*\*\*Spare part\*\*\* SIMATIC 307-1200, Analog output, SIM 1200, 2 AO, +10 V, 14-bit resolution, or 0-20 mA, 13-bit resolution

**Notes**

Product is no longer available. Successor:  
6ES7232-4HB30-0XB0 [Compare Products](#)

List Price	<a href="#">Show prices</a>
Customer Price	<a href="#">Show prices</a>
Datasheet in PDF	<a href="#">Download</a>
Service & Support (Manuals, Certificates, FAQs...)	<a href="#">Download</a>

**Product**

Article Number (Market Facing Number)	6ES7232-4HB30-0XB0
Product Description	***Spare part*** SIMATIC 307-1200, Analog output, SIM 1200, 2 AO, +10 V, 14-bit resolution, or 0-20 mA, 13-bit resolution
Product family	Not available
Product Lifecycle (PLM)	PM-End/Start of final year of support
PLM Effective Date	Product discontinued since: 05.10.2020
Notes	Product is no longer available. Successor: 6ES7232-4HB30-0XB0 <a href="#">Compare Products</a>

**Successor Information**

Successor	6ES7232-4HB30-0XB0
Successor Description	SIMATIC 307-1200, Analog output, SIM 1200, 2 AO, +10 V, 14-bit resolution, or 0-20 mA/4-20 mA, 13-bit resolution

**Price data**

Region Specific PriceGroup / Headquarter Price Group	300 / 36T
List Price	<a href="#">Show prices</a>
Customer Price	<a href="#">Show prices</a>
Surcharge for Raw Materials	None
Material Factor	None

**Delivery Information**

Export Control Regulations	ECCN : EAR99H / AL : 0N
Estimated dispatch time (Working Days)	1 Day/Days
Net Weight (kg)	0,169 kg
Packaging Dimension	9,00 x 10,70 x 5,00
Package size unit of measure	CM
Quantity Unit	1 Piece
Packaging Quantity	1

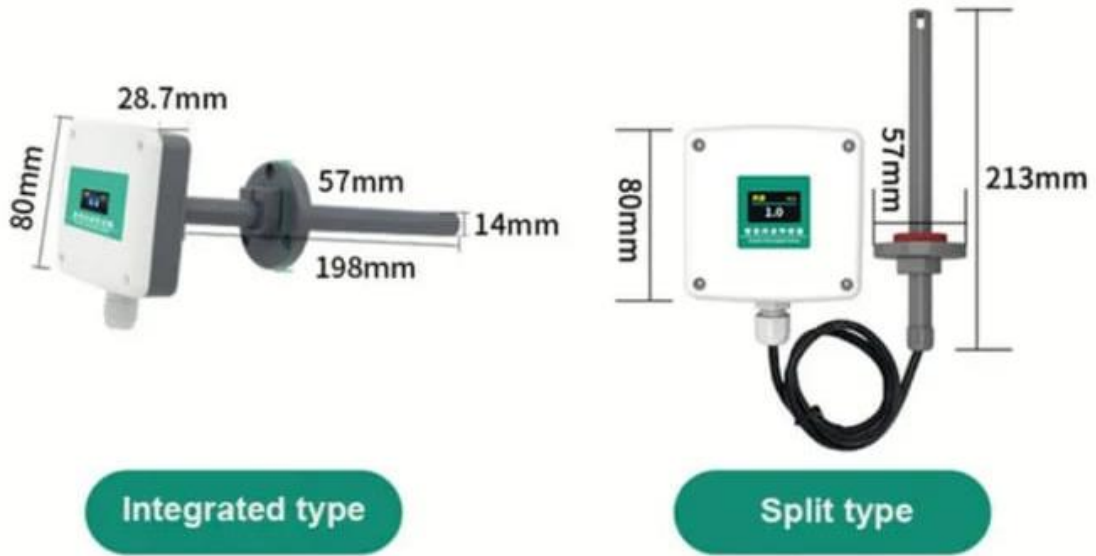
**Additional Product Information**

EAN	668464100408
UFC	Not available
Commodity Code	85389091
UKZ_F004 Catalog/D	379-ES
Product Group	300
Group Code	R100
Country of origin	China
Compliance with the substance restrictions according to RoHS directive	Since: 10.08.2009
Product class	On products made to order / customer's specifications, requiring engineering services, which cannot be re-used or utilized (design to customer)
WEEE (p012161RU) Take-Back Obligation	No
REACH Art. 33 Duty to inform according to the current list of candidates	
SCIP number	Not available

**Classifications**

Not available

Características de sensor de flujo de calor



## Product Parameters

Power supply	DC 10-30V
Power consumption	0.5W (RS485 output)
	0.6W (Analog output)
Measuring medium	Air, ammonia, lampblack exhaust gas
Precision	$\pm(0.2+2\%FS)$ m/s
Operating temperature	-10°C ~ +50°C
Output signal	RS485 (Modbus-RTU) communication protocol
	Analog output (4-20mA, 0-5V, 0-10V)
Resolution	0.1m/s
Measurement range	0-30m/s
Response time	2s
Long-term stability	$\leq 0.1$ m/s/year



## Programación del módulo de deshidratador de oregano

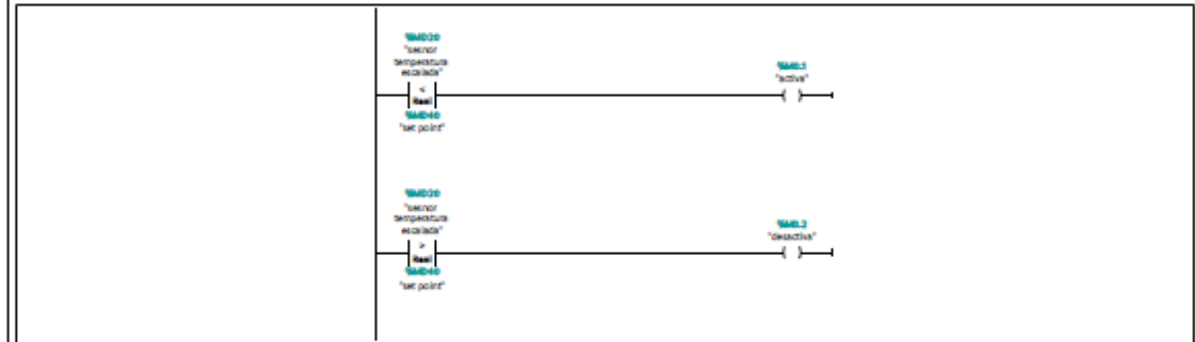
Totally Integrated Automation Portal			
control PID de flujo / PLC_1 [CPU 1214C AC/DC/Rly] / Bloques de programa			
Main [OB1]			
<b>Main Propiedades:</b>			
<b>General</b>			
Nombre	Main	Número	1
Tipa	OB	Algoritmo	STW
Enumeración	Automático		
<b>Información</b>			
Título	Main Program Sweep (Cycle)	Autor	
Comentarios		Paralelo	
Versión	3.1	ID personalizado	
<b>Main</b>			
Nombre	Tipo de datos	Valor predet.	Comentario
input			
Initial_Call	Bool		initial call of this OB
Remanence	Bool		=True, if remanent data are available
Temp			
Constant			
Segmento 1:			
Segmento 2:			
Segmento 3:			
Segmento 4:			
Segmento 5:			



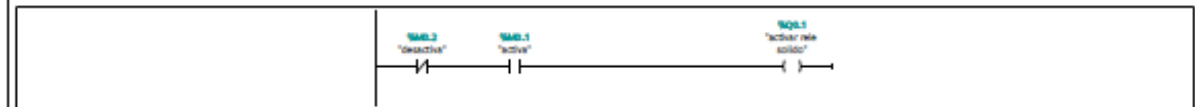
Totally Integrated Automation Portal



Segmento 6:



Segmento 7:



Segmento 8:





### Programación de PID de control de flujo de calor

Totally Integrated Automation Portal		
--------------------------------------	--	--

**control PID de flujo / PLC\_1 [CPU 1214C AC/DC/Rly] / Bloques de programa**

**Cyclic interrupt [OB30]**

**Cyclic interrupt Propiedades**

General							
Nombre	Cyclic interrupt	Número	30	Tipo	OB	Idioma	KOP
Numeración	Automático						

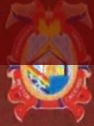
**Información**

Información							
Título				Comentario			
Versión	0.1	Autor	ID personalizada				

**Cyclic interrupt**

Nombre	Tipo de datos	Valor predet.	Comentario
▼ Input			
Initial_Call	Bool		Initial call of this OB
Event_Count	Int		Events discarded
Temp			
Constant			

**Segmento 1:**



ANEXO 1  
FORMULARIO DE AUTORIZACIÓN

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

Formato digital

Fecha de entrega: 07 - 08 - 2024

1. Datos del autor (es):

Nombres y Apellidos: FRANKLIN TURPO HUALLIPE  
Dirección: URB. SANTA FE LT. 16  
DNI/Carné de Extranjería/Pasaporte N°: 71104020  
Teléfono: 982384137 email: 982384137fth@gmail.com

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

Facultad y/o Escuela de Posgrado: FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS  
Escuela Profesional o Mención: ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA MECATRÓNICA  
Título o Grado Académico a optar: INGENIERO MECATRÓNICO  
Asesor: M.Sc. ABELARDO LEON MIRANDA

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

Título: IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE CONTROL DE FLUJO DE CALOR Y MONITOREO DE TEMPERATURA PARA UN DESHIDRATADOR DE OREGANO

Palabras claves, (3 a 5 términos): Sistema de control. Flujo de calor, monitoreo de temperatura, Deshidratador.

¿Esta obra se desarrolló en la UANCV <sup>1, 2</sup>?

1

<sup>1</sup> 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.

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



2. Referencia de tesis:

Bachiller  Título  2da Especialidad  Maestría  Doctorado

3. Licencias:

a) Licencia estándar:

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

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

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

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

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

**Autorizo su publicación (marque con una X)**

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

b) Licencia CREATIVE COMMONS 4.0 INTERNACIONAL:

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

**¿Quiere permitir usos comerciales de su producción intelectual?**

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

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

- Sí autorizo
- No autorizo



**Jurisdicción de su Licencia**

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

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

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

Internacional

Nacional

Línea de investigación: TECNOLOGÍA DE LA INSTRUMENTACIÓN - P21

  
Firma de Autor



huella digital

07 - 08 - 2024

Fecha