

UNIVERSIDAD TÉCNICA FEDERICO SANTA MARÍA

SEDE VIÑA DEL MAR – JOSÉ MIGUEL CARRERA

**CONTROL Y MONITOREO DE TEMPERATURA EN PROCESO DE SECADO DE
ALIMENTOS**

Trabajo de Titulación para optar al
Título Profesional de Ingeniero de
Ejecución en CONTROL E
INSTRUMENTACIÓN INDUSTRIAL

Alumno:

Giovanni Gastón Llermaly Zamora

Profesor Guía:

Martin García Gutiérrez.

2024

RESUMEN

KEYWORDS: TEMPERATURA, AUTOMATIZACIÓN, CONTROL.

En la industria alimentaria se exigen ciertas normativas para asegurar un protocolo de calidad. El control de temperatura en las distintas etapas del proceso es una de las numerosas exigencias necesarias. La Industria IPAK, perteneciente a la empresa KNOP, enfrenta el desafío de controlar la variable temperatura para cumplir con la normativa vigente y lograr crecer en el mercado.

En el diagrama de Ishikawa se identifican los problemas más importantes que presenta esta falta de control, siendo los más relevantes la seguridad y la calidad de sus productos. Aunque este proyecto de automatización del control de temperatura de la planta de sólidos generará un gran impacto económico inicial, se anticipa que, en términos generales, traerá más beneficios que pérdidas.

La conclusión incluye un análisis financiero en el que se destacan los beneficios tanto económicos como productivos que este diseño podría lograr y, además, permite estimar en cuánto tiempo podrían obtenerse estas utilidades.

ÍNDICE

INTRODUCCIÓN	1
CAPÍTULO I	2
DESCRIPCIÓN SITUACIÓN ACTUAL	2
1. ANTECEDENTES GENERALES:	3
1.1 IPAK:	3
1.2 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA:	3
1.3 PROBLEMA PRINCIPAL:	3
1.3.1 Ausencia de monitoreo de la variable:	4
1.3.2 Control de la variable:	4
1.4 PROBLEMAS SECUNDARIOS:	5
1.4.1 Exigencias en auditorias de clientes:	5
1.4.2 Poca efectividad y tiempo de respuesta más lento en los procesos:	6
1.4.3 Pérdidas de materias primas:	6
1.5 IMPORTANCIA DE RESOLVERLO	6
1.5.1 Involucrados:	7
1.6 DIAGRAMA DE ISHIKAWA:	8
1.7 SOLUCIÓN DEL PROBLEMA:	9
1.7.1 Requerimientos:	9
1.8 ALTERNATIVAS DE SOLUCIÓN:	10
1.8.1 Control y monitoreo de la variable temperatura por medio de un sistema automatizado:	11
1.8.2 Contratar a un operador que realice esta labor:	12
1.8.3 Monitorear variables y generar sistemas de alarmas:	13
1.9 ALTERNATIVA SELECCIONADA:	15
1.10 OBJETIVOS:	17
1.10.1 Objetivo general:	17
1.10.2 Objetivos específicos:	17
CAPÍTULO II	18

DISEÑO PROPUESTO DE AUTOMATIZACIÓN	18
2 INTRODUCCIÓN AL DESARROLLO DEL TRABAJO EN BASE A LA ELECCIÓN ELEGIDA	19
2.1 AUTOMATIZACIÓN INDUSTRIAL	19
2.2 DESARROLLO DEL DISEÑO PARA LA AUTOMATIZACIÓN	19
2.3 DIAGRAMA DE BLOQUE DE LOS COMPONENTES:	23
2.4 FUNCIONAMIENTO DEL SISTEMA:	24
2.4.1 Pretratamiento:	24
2.4.2 Tratamiento:	24
2.4.3 Monitorización:	25
2.5 DIAGRAMA DE FLUJO DEL TRATAMIENTO:	26
2.6 ESTRUCTURA DEL CONTROL AUTOMATIZADO DE LA TEMPERATURA:	27
2.7 SELECCIÓN DE EQUIPOS PARA EL DESARROLLO DEL PROYECTO	29
2.7.1 Controladores Lógicos Programables:	29
2.7.2 Panel HMI (Human – Machine – Interface):	29
2.7.3 Chiller o enfriador de agua:	30
2.7.4 Bomba de circulación de agua:	30
2.7.5 Electroválvula NC:	30
2.7.6 Transmisor de temperatura y humedad:	30
2.8 CARACTERÍSTICAS DE LOS DISPOSITIVOS PARA DISEÑO DE AUTOMATIZACIÓN ..	31
2.8.1 PLC Siemens S7 – 1200 6es72111ae400xb0:	31
2.8.2 Panel HMI Siemens ktp700 basic touch:	32
2.8.3 Air Cooled modular chiller Midea model MCSS130/rn1l:	33
2.8.4 Bomba de agua Pentax CHT 350:	34
2.8.5 Válvula solenoide 2 vías NC Jeffersnon Mod S6831507:	35
2.8.6 Válvula solenoide 2 vías NC Mod EVV32E 2 - indirecto - 0.5 – 15:	35
2.8.6 Transmisor de temperatura y humedad RHT WM 4-20 mA:	36
CAPÍTULO III	38
ESTUDIO ECONÓMICO DEL PROYECTO	38
3 INTRODUCCIÓN	39
3.1 MONEDA A UTILIZAR:	39

3.2	COSTOS DEL PROYECTO:.....	39
3.3	COSTOS DE MATERIALES:.....	40
3.4	COSTOS MANO DE OBRA:.....	41
3.5	COSTOS DE DISEÑO:.....	42
3.6	COSTOS ASOCIADOS:	43
3.7	COSTO TOTAL DEL PROYECTO	44
3.8	ESTUDIO DE LA INVERSION:.....	44
3.9	CUADRO DE FLUJO DE CAJA:.....	46
3.9.1	Ingresos:	47
3.9.2	Costos fijos:.....	47
3.9.3	Costos variables:.....	47
3.9.4	Pérdidas por ventas no efectuadas:	47
3.9.5	Impuestos:	47
3.9.6	Inversión inicial:.....	47
3.10	ESTUDIO DE LA SENSIBILIDAD DEL PROYECTO:	51
3.11	ANÁLISIS DEL PROYECTO	51
	CONCLUSIÓN Y OBSERVACIONES	53
	BIBLIOGRAFÍA	54

ANEXOS

Anexo A	: Programación del sistema de control automatizado	55
Anexo B	: Pantalla HMI KTP 700 Siemens	59
Anexo C	: PLC S7-1200 Siemens	65

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1-1	Bodega de planta de secado	5
Figura 1-2	Diagrama Ishikawa	8
Figura 1-3	Instrumento de medición actual	11
Figura 2-1	Diseño del Sistema de control temperatura actual	21
Figura 2-2	Diagrama P&ID diseño automatización del Sistema	22
Figura 2-3	Diagrama en Bloques de Componentes del Sistema	23
Figura 2-4	Sistema de monitorización	26
Figura 2-5	Diagrama de Flujo del tratamiento	27
Figura 2-6	PLC S7 – 1200	31
Figura 2-7	Panel HMI KTP 700 Basic Touch	32
Figura 2-8	Conexión de Chiller con termostato y pc	33
Figura 2-9	Chiller climatización y refrigeración	34
Figura 2-10	Bomba de recirculación de agua	34
Figura 2-11	Electroválvula 2 vías	35
Figura 2-12	Electroválvula NC	36
Figura 2-13	Transmisor RHT WM 4 – 20 [mA].	37
Figura 3-1	Carta Gantt del proyecto	41
Figura 3-2	Flujo de caja en UF proyectado a 1 año Planta de Solidos KNOP	49
Figura 3-3	Cuadro de sensibilidad del proyecto	50

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1-1	Escala de calificación de las alternativas	15
Tabla 1-2	Evaluación	15
Tabla 2-1	Parámetros de temperaturas de trabajo	20
Tabla 3-1	Costos de materiales	40
Tabla 3-2	Costos mano de obra	42
Tabla 3-3	Costos del diseño	43
Tabla 3-4	Costos asociados	43
Tabla 3-5	Costo total del proyecto	44
Tabla 3-6	Valoración de gastos actuales	45
Tabla 3-7	Valoración de gastos del proyecto	45
Tabla 3-8	Valoración de ganancias proyectados anuales	46

SIGLAS Y SIMBOLOGÍA

A. SIGLAS

IPAK	:	Industria procesadora de alimentos Knop
ISO	:	Internacional Organization for Standardization
CDC	:	Control de calidad
HH	:	Horas Hombre
GMP	:	Good Manufacturing Practices
MP	:	Materia prima
UMA	:	Unidades manejadoras de aire
PLC	:	Controlador lógico programable
HMI	:	human – machine interface
SP	:	Set point
LCD	:	Liquid Crystal Display
JP	:	jefe de producción
TIA	:	Totally Integrated Automation
VAN	:	Valor Actual Neto
TIR	:	Tasa Interna de Retorno
TMAR	:	Tasa Mínima Aceptable de Retorno
IVA	:	Impuesto al Valor Agregado
NC	:	Normalmente cerrado
UF	:	Unidad de Fomento

B. SIMBOLOGÍA

A	:	Amperios
mA	:	Miliamperios
W	:	Watt
V	:	Voltios
HP	:	Caballos de fuerza
mca	:	Metros columna de agua
l/min	:	Litros por minutos

m³ : Metros Cúbicos

°C : Grados Celsius

INTRODUCCIÓN

La industria de alimentos IPAK, industria procesadora de alimentos Knop, se destaca por el compromiso con la calidad y seguridad de sus productos hacia las personas. En este escenario, el control de temperatura emerge como un factor crítico en diversas etapas de los procesos.

En este proyecto nos centraremos en el control de la temperatura ambiente particularmente en la planta de sólidos, lugar donde se almacenan, fabrican y envasan distintos productos del tipo comprimidos y cápsulas. La temperatura ambiente juega un papel fundamental en la preservación de la calidad de las materias primas y productos terminados, asegurando así su eficacia y seguridad.

En este proyecto, se aborda la importancia del control de la temperatura en la industria alimenticia, centrándose en la optimización de los procesos relacionados con los sólidos (polvos encapsulados, granulados y cápsulas). Se propone la implementación de un sistema automatizado que, aprovechando los recursos disponibles, permita monitorear y controlar la temperatura de manera precisa y eficiente, con el fin de garantizar la calidad de los productos entregados.

El propósito fundamental de este proyecto es mejorar la eficiencia operativa, asegurar la calidad del producto y cumplir con las normas establecidas, incluidos las normas ISO (estándares reconocidos internacionalmente que fueron creados con el objetivo de garantizar que las empresas sigan un criterio homogéneo en la gestión de su actividad), lo que no solo facilitará la apertura de nuevos mercados, sino que también fortalecerá la reputación de la empresa en términos de seguridad y calidad. Además, al anticipar y prevenir posibles problemas relacionados con el aseguramiento de la calidad, este proyecto contribuirá significativamente a la excelencia operativa y la satisfacción del cliente en la industria farmacéutica

CAPÍTULO I

DESCRIPCIÓN SITUACIÓN ACTUAL

1. ANTECEDENTES GENERALES:

En los últimos años se ha experimentado muchas normativas y requisitos para las industrias alimenticias, lo que genera realizar cambios en las actuales formas de trabajo, requisitos y características a emplear para realizar ciertas labores. Entre las que se encuentran el control de temperatura de almacenamiento de las materias primas a utilizar en las distintas etapas de producción. Las empresas en la industria alimentarias se enfrentan al desafío de adaptar sus procesos y protocolos para cumplir con las nuevas exigencias normativas. Esto implica implementar un sistema de monitoreo y control de temperatura más sofisticado. Este proyecto de mejora se desea implementar en la industria de alimentos IPAK.

1.1 IPAK:

Debido a la necesidad de expandir el mercado, la planta farmacéutica se ve en la Necesidad de crear en el año 2006 una nueva planta, pero ahora de alimentos “Industria Procesadora de alimentos Knop Limitada (IPAK).”

1.2 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA:

Al producir esta segunda planta productiva (IPAK), la empresa necesita controlar ciertas variables, como la Temperatura y la Humedad. En este proyecto, se abordara únicamente la primera variable del proceso “La temperatura” .Se dejara abierta la posibilidad para lograr controlar en un proyecto posterior la Humedad Relativa.

1.3 PROBLEMA PRINCIPAL:

La serie de problemas que se presenta en la industria de alimentos reside en la necesidad de mantener temperaturas controladas en el proceso de almacenamiento de ciertas materias primas. Este proceso es necesario para poder tener la certeza de que dichas materias primas conserven las condiciones necesarias para su posterior fabricación de

productos y suplementos alimenticios. El no contar con un sistema de monitoreo y control de esta variable origina una serie de problemas que enfrenta esta industria en la actualidad.

1.3.1 Ausencia de monitoreo de la variable:

La falta de la capacidad de poder vigilar de manera continua la temperatura, genera una serie de problemas, entre ellas y una de las más importante es la cierta incertidumbre acerca de que los valores se encuentran dentro de lo especificado y/o necesario, para las distintas etapas de producción. Esta constante duda acerca de la calidad de las materias primas afecta en la toma de decisiones, generando interrogantes sobre si están adecuadas para su incorporación en los distintos procesos de fabricación.

1.3.2 Control de la variable:

La planta de alimentos en general presenta esta carencia de no controlar la temperatura en las distintas secciones, pero es en la bodega de la planta de secado (figura 1-1) donde se genera con mayor intensidad esta problemática, al carecer de un sistema de control adecuado para esta variable crucial. La falta de este control apropiado impide llevar a cabo las labores de producción de manera eficiente y segura. Lo que genera como consecuencia realizar un segundo análisis al momento de utilizar esta materia prima por parte del departamento de control de calidad (CDC), lo que resulta en un consumo innecesario de horas hombre (HH) al momento de repetir esta labor.



Fuente: Elaboración propia en base a fotografía bodega planta de secado

Figura 1-1 Bodega de planta de secado.

1.4 PROBLEMAS SECUNDARIOS:

Esta situación crítica afecta la operación de las instalaciones, lo cual ha funcionado así desde sus inicios (2006), utilizando métodos y prácticas poco eficiente para la gran exigencia de este período actual. Debido a la evolución de las demandas y estándares actuales en la industria alimenticia se plantea la necesidad de un cambio inmediato del modo de trabajo actual. Este cambio es fundamental y necesario para poder llegar a más clientes y garantizar la calidad de los productos fabricados bajo las normativas establecidas GMP (Buenas prácticas de manufactura) e ISO 9001.

1.4.1 Exigencias en auditorias de clientes:

Una situación difícil de enfrentar son la Auditorias y Evaluaciones realizadas por partes de futuros clientes. En las inspecciones realizadas siempre se destaca el problema

que se presenta con el poco foco que se le entrega a la variable temperatura en los distintos procesos de producción. Esta deficiencia da como resultado pérdidas de potenciales consumidores, no logrando expandir el mercado hacia diferentes países.

1.4.2 Poca efectividad y tiempo de respuesta más lento en los procesos:

La falta de seguridad para poder realizar distintas labores de los operarios con respecto al tema de materias primas genera tiempos muertos y la necesidad de llevar a cabo un segundo análisis de dichos componentes por medio del departamento de CDC. Este doble trabajo hace que se reduzca la efectividad de las labores realizadas y alarga los tiempos de respuesta de las distintas tareas del departamento de producción.

1.4.3 Pérdidas de materias primas:

Al realizar el segundo análisis por químicos del departamento de CDC, en reiteradas ocasiones se tiene que hacer eliminación de estas materias primas debido a que no se encuentran en 100 % operativas para utilizar.

Estas pérdidas generan costos monetarios gigantescos e innecesarios para la empresa, lo que se podría controlar realizando cambios en los equipamientos de trabajo.

1.5 IMPORTANCIA DE RESOLVERLO

El control de la variable temperatura generará una serie de beneficios para la empresa generaría crecimiento y expansión para la industria, además de esto al generar un proceso más seguro generaría bienestar y satisfacción para los trabajadores, lo que a su vez generaría mayor índice de productividad y permitiría a la empresa posicionarse de una manera más sólida en el mercado.

1.5.1 Involucrados:

En este apartado son varias las partes involucradas dentro y fuera de la empresa. Por un lado, se encuentran los dueños que se enfrentan a la inquietud de no poder asegurar que la calidad de los productos alimenticios producidos.

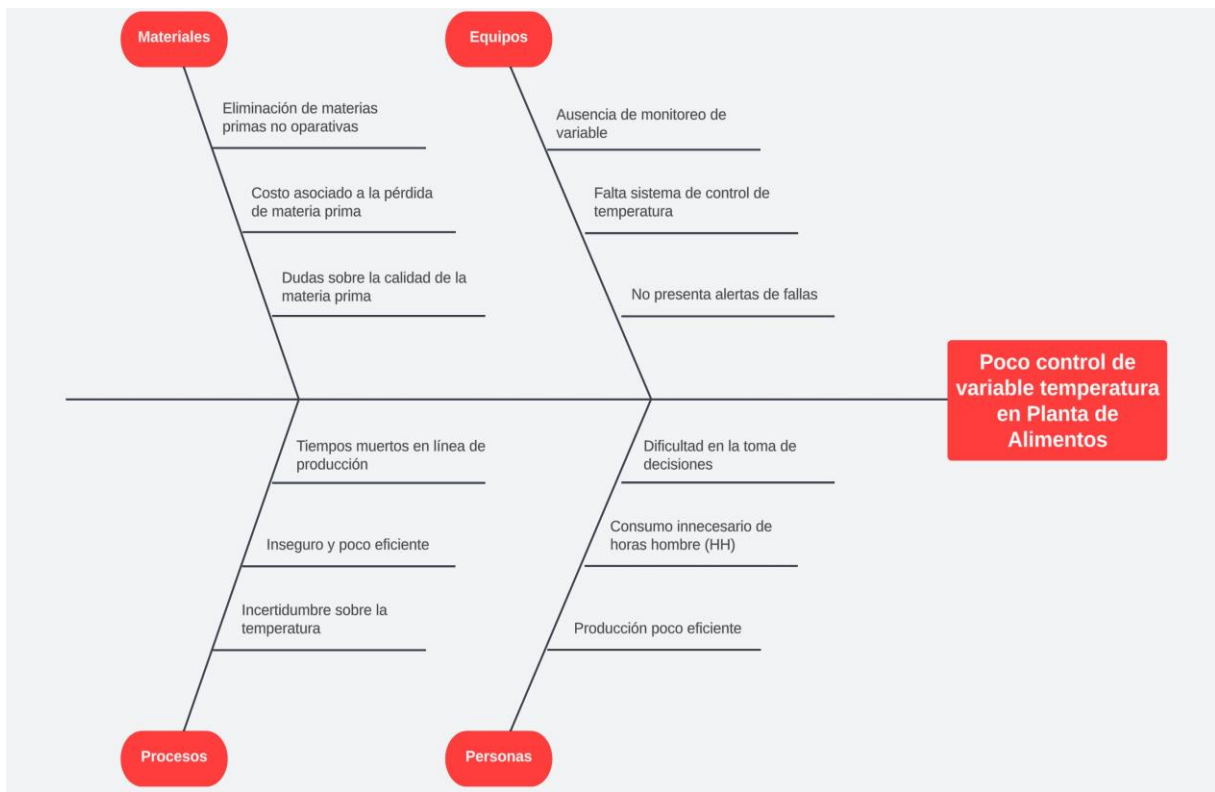
Los colaboradores o trabajadores también se ven afectados por otro lado debido a que experimentan ciertas inseguridades al generar ciertas funciones diarias en su labor en el área de producción. Esto a su vez genera una baja en la eficiencia de la producción debido a tiempos muertos presentes en la línea de producción. Esto a su vez puede impactar negativamente en el bienestar del operario.

Además de esto también los clientes se ven involucrados al ver la poca importancia que se le da a la seguridad alimentaria, esto reduce las posibles oportunidades de crecimiento y desarrollo en otros mercados.

1.6 DIAGRAMA DE ISHIKAWA:

A continuación, se presenta un DIAGRAMA DE ISHIKAWA (figura 1-2), esta herramienta es muy útil para poder resolver el análisis de causa raíz, lo que permite ver con mayor claridad el problema a resolver.

Es una herramienta valiosa para poder tomar decisiones efectivas y soluciones que mejoren la calidad de los procesos.



Fuente: Elaboración propia en base a la aplicación programa lucid

Figura 1-2 Diagrama ISHIKAWA.

1.7 SOLUCIÓN DEL PROBLEMA:

La solución al problema planteado es la siguiente, se necesita realizar la implementación de un sistema de monitoreo continuo y remoto de la TEMPERATURA, además se debe agregar un control de este mismo cambiante para poder mantener la variable dentro de los parámetros requeridos y establecidos para garantizar la calidad del producto.

1.7.1 Requerimientos:

El monitoreo y control de la variable temperatura es de suma importancia ya que su implementación trae una serie de mejoras para la industria.

Entre los beneficios que se obtienen son los siguiente:

Garantía de calidad:

El control de temperatura asegura que las materias primas se mantengan en condiciones adecuadas para su uso, elevando así los estándares de calidad y asegurando un proceso de calidad.

Optimización de la producción:

Al mantener la temperatura controlada, los tiempos de respuesta en la línea de producción disminuirán logrando así poder generar mayor eficiencia en los procesos.

Bienestar del trabajador:

Al manejar esta variable, el trabajador puede trabajar con mayor seguridad y no perder tanto tiempo en dudas acerca de generar las tareas al realizar los procesos y lograr así satisfacción del personal.

Cumplimiento de requisitos de clientes:

La empresa puede cumplir las exigencias generadas por los clientes, así estos a su vez quedan conformes y se transforman en futuros consumidores. Además, esto ayuda a retener a clientes existentes.

Expansión de mercado:

La capacidad de garantizar la calidad de los productos fabricados genera mayor facilidad al expandirse hacia nuevos mercados y ampliar la gama de clientes.

Mantenimiento de certificaciones:

El trabajar bajo rangos de temperatura controlados permite seguir manteniendo y asegurando las certificaciones obtenidas de calidad.

En conclusión, es una necesidad crítica para poder posicionar y dar sostenibilidad a la empresa en este mercado tan competitivo.

1.8 ALTERNATIVAS DE SOLUCIÓN:

Para solucionar el problema presente con la Variable Temperatura se describirán 3 alternativas para dar solución al problema presente.

El instrumento utilizado en la actualidad (figura 1-3) no cumple con ningún valor agregado más que entregar el valor en forma inmediata de la medida.

Las alternativas a considerar son las siguientes



Fuente: Elaboración propia tomada en lugar de trabajo

Figura 1-3 Instrumento de medición actual

1.8.1 Alternativa 1: Control y monitoreo de la variable temperatura por medio de un sistema automatizado:

Es recomendable implementar un sistema de control y monitoreo de la temperatura, para realizar esta labor se ocupará una serie de equipamiento y instrumentos necesarios para poder generar esta tarea de manera completamente automática.

Este sistema automático, generara una serie de beneficios y mejoras para la empresa.

Precisión y consistencia:

La automatización entrega precisión y exactitud en el monitoreo y control de la temperatura, esto evita los errores humanos y variaciones no deseadas del sistema.

Eficiencia operativa:

Se reduce tiempos de respuesta al prescindir de manipulación manual, evita los tiempos muertos en los procesos de control de la variable.

Reducción de costos:

Si bien genera un costo mayor a corto plazo, esto se verá beneficiado a largo plazo debido a que se debe realizar menos análisis y tareas repetitivas, a su vez no abra materia prima que se tenga que desechar ya que no se encuentra dentro de parámetros operativos para poder utilizar.

Seguridad:

La automatización en si disminuye los errores producidos por la intervención humana, lo que aporta a la seguridad general de las operaciones y de los trabajadores en sí.

1.8.2 Alternativa 2: Contratar a un operador que realice esta labor:

Otra alternativa sería la posibilidad de la contratación o asignación de un operador específico para realizar esta labor. Cabe destacar que además de un operador se necesita la implementación de válvulas manuales que permitan controlar tanto el proceso de enfriado como el de calentamiento.

Esta alternativa genera ciertos beneficios para la industria destacando los siguientes:

Especialización y responsabilidad:

Designar y capacitar a uno o 2 operadores específicos para cierta función, asegura en cierto modo tener personas expertas en el área. Lo que es una gran ventaja, pero a la vez también esto incorpora las pérdidas de HH en actividades que podrían ser realizadas de forma automática.

Control preciso:

La incorporación de válvulas manuales permite un control más óptimo y preciso de la variable, lo que proporciona flexibilidad en el control de la temperatura. Cabe destacar que esta práctica de abrir y cerrar válvulas necesita cierta experiencia para poder realizar esta tarea de manera óptima.

Reducción de costos:

A diferencia de un sistema automatizado este tiene una inversión inicial menor, lo que podría ser un fuerte punto de análisis desde el punto de vista financiero.

Aunque por otro lado el hecho de tener personas especializadas en ese cargo genera un costo mayor a largo plazo, debido al sueldo que se le debe pagar al personal en forma mensual y continua debido a la obligación de tener operadores adicionales para operar y controlar el sistema.

Mantenimiento y supervisión constante:

Esto permite tomar medidas inmediatas en caso de fallo y lograr así realizar ajustes inmediatos si se detectan desviaciones de la temperatura.

Esta acción también presenta limitaciones como dependencia del operador y capacitaciones constante de él.

1.8.3 Alternativa 3: Monitorear variables y generar sistemas de alarmas:

Otra alternativa es la de instalar un sistema de monitoreo remoto de la temperatura e implementar alarmas cuando este se encuentre fuera de parámetros, así el operador podrá tomar acción para resolver esta medida, cabe destacar que esta alternativa también debe incluir la implementación de válvulas manuales para el proceso de enfriamiento y calentamiento.

Alertas tempranas:

Al recibir el proceso de alerta y alarmas al instante hace que se tome acción en el momento del problema y no con tiempo de retardo. Esto facilita la toma de medidas correctivas de manera inmediata.

Optimización de recursos:

La implementación de alarmas y alertas puede reducir la labor de estar constantemente monitoreando el sistema lo que reduce los tiempos muertos de la línea de producción, solo se atiende cuando no está en rangos establecidos. Cabe destacar que la acción de mantener un monitoreo constante requiere ciertas acciones correctivas, como verificación y calibración de instrumentos además de mantención preventivas y operativas.

Cumplimiento de estándares de calidad:

Facilita el cumplimiento de las normas ISO 9001 y normas GMP, ya que se tiene más control de la variable del proceso. Esto siempre que los operarios le den la importancia necesaria para poder trabajar en óptimas condiciones.

Reducción de tiempos muertos:

Al no ser necesario que el Departamento de CDC no deba realizar un segundo análisis de la materia prima, esto permite una mejor optimización de los tiempos siendo más eficientes ambos procesos: PRODUCIR Y CONTROLAR, tarea que realizan ambos departamentos en conjunto.

1.9 ALTERNATIVA SELECCIONADA:

Se llevará a cabo un análisis de viabilidad de las soluciones propuestas, utilizando criterios que serán evaluados en una escala del 1 al 5, donde 1 indica una ejecución "Muy deficiente" y 5 representa una calificación "Óptima". Cada alternativa será evaluada según estos criterios, como se detalla en la Tabla 1-1 de la escala de calificaciones.

La suma de los puntajes de cada criterio determinará la puntuación total de cada opción, y la solución con la puntuación más alta será la elegida para su implementación.

Tabla. 1-1 Escala de calificación de las alternativas.

Tabla de Puntuación de Alternativas de Solución

Muy deficiente Deficiente Aceptable Bueno Óptimo

1	2	3	4	5
---	---	---	---	---

Fuente: Evaluación propia en base a escala de evaluación

Tabla. 1-2 Evaluación de criterios

Característica/Alternativa	Alternativa 1	Alternativa 2	Alternativa 3
Costos	3	4	4
Innovación	5	4	3
Beneficio	5	3	4
Factibilidad	5	3	3
Puntuación total	18	14	14

Fuente: Evaluación propia en base a comparación de alternativas

La alternativa ganadora es la número 1, como lo muestra la Tabla 2-2, esta respuesta se basa en que es la única opción que da una respuesta integral al problema del monitoreo y control de la temperatura que es tan perjudicial para las materias primas de la planta de alimentos. Aunque esta alternativa no es la más económica en tema de costos al implementarla, se considera que a largo plazo sea menos costoso debido a que se evita capacitar a un operario para realizar el control de temperatura de forma manual. Además de ser la más factible para la empresa en este momento actual.

Los beneficios que se obtendrán al implementar esta opción son muchos, entre ellos y uno de los más importantes es garantizar la seguridad de los diferentes procesos y de los trabajadores.

Esta acción ayudará además a que la empresa conserve sus certificaciones actuales de calidad y cumplir con los estándares que se exigen. Esto le permitirá mantener la reputación a la empresa y poder ampliarse a otros mercados.

Se reducirá las HH, debido a la necesidad de realizar segundos análisis a las materias primas y disminuirá los tiempos muertos en la línea de producción debido a la inseguridad de realizar un proceso por parte del operador.

También la elección de esta alternativa permitirá a la empresa comenzar con una renovación tecnología en donde se abordarán máquinas más automatizadas y la robótica.

1.10 OBJETIVOS:**1.10.1 Objetivo general:**

El objetivo general es poder monitorear y controlar la variable temperatura en la planta de solidos para asegurar los procesos de la planta de alimentos. Logrando así trabajar de manera eficiente cumpliendo con los protocolos de calidad.

1.10.2 Objetivos específicos:

Para cumplir la meta impuesta en el objetivo general, se deben cumplir los siguientes objetivos específicos:

- Analizar el sistema actual.
- Diseñar sistema automatizado de monitoreo de la temperatura.
- Realizar evaluación económica del proyecto.

CAPÍTULO II

DISEÑO PROPUESTO DE AUTOMATIZACIÓN

2 INTRODUCCIÓN AL DESARROLLO DEL TRABAJO EN BASE A LA ELECCIÓN ELEGIDA

El capítulo I propone una solución crucial para abordar el problema: diseñar un sistema automatizado para controlar y monitorear la temperatura.

Este proyecto implica un desafío significativo que requiere una consideración meticulosa y una resolución cuidadosa. La implementación de este sistema no solo promete beneficios tangibles, como el crecimiento y la expansión de la industria, sino que también asegura un proceso más seguro, aumentando así el bienestar y la satisfacción de los trabajadores. Este enfoque integral hacia la gestión de la temperatura no solo mejorará la productividad, sino que también fortalecerá la posición de la empresa en el mercado, proporcionando una base sólida para el éxito continuo en el tiempo y consolidando una permanente satisfacción al cliente.

2.1 AUTOMATIZACIÓN INDUSTRIAL

La automatización industrial, que engloba sistemas computarizados y electromecánicos, se presenta como una disciplina crucial en ingeniería, a llevar desde la instrumentación industrial hasta la supervisión y control de operaciones. Este enfoque incluye sensores, transmisores, sistemas de control y aplicaciones de software en tiempo real para optimizar procesos industriales.

2.2 DESARROLLO DEL DISEÑO PARA LA AUTOMATIZACIÓN

En la Tabla 2-1 se presentan los datos esenciales para mantener los parámetros de temperatura requeridos en distintos puntos de la planta, asegurando así la realización segura y continua de diversas tareas.

Tabla 2-1 Parámetros de temperaturas de trabajo

Área de planta de Sólidos	Temperatura mínima de trabajo	Temperatura máxima de trabajo
Entrada a Planta de Sólidos	18 ° C	23 ° C
Fabricación 1 sólidos	15 ° C	25 ° C
Fabricación 2 sólidos	15 ° C	25 ° C
Bodega sólidos MP	13 ° C	23° C
Bodega productos terminados sólidos	13 ° C	23 ° C

Fuente: Elaboración propia en base a parámetros de temperaturas de planta.

A continuación, en la figura 2-1 se observan los equipos y sistemas disponibles en la empresa. La intención de esta última es utilizar los recursos proporcionados por la caldera (vapor) y el Chiller de enfriamiento (agua fría), estos recursos están disponible en el sistema de forma continua, a fin de que, mediante la unidad manejadora de aire (UMA), se alcance la temperatura necesaria para las distintas etapas del proceso. De esta manera, se optimizará los recursos proporcionados por la empresa, y mediante la incorporación de distintos equipos y componentes, se logrará un proceso seguro durante todo el proceso.



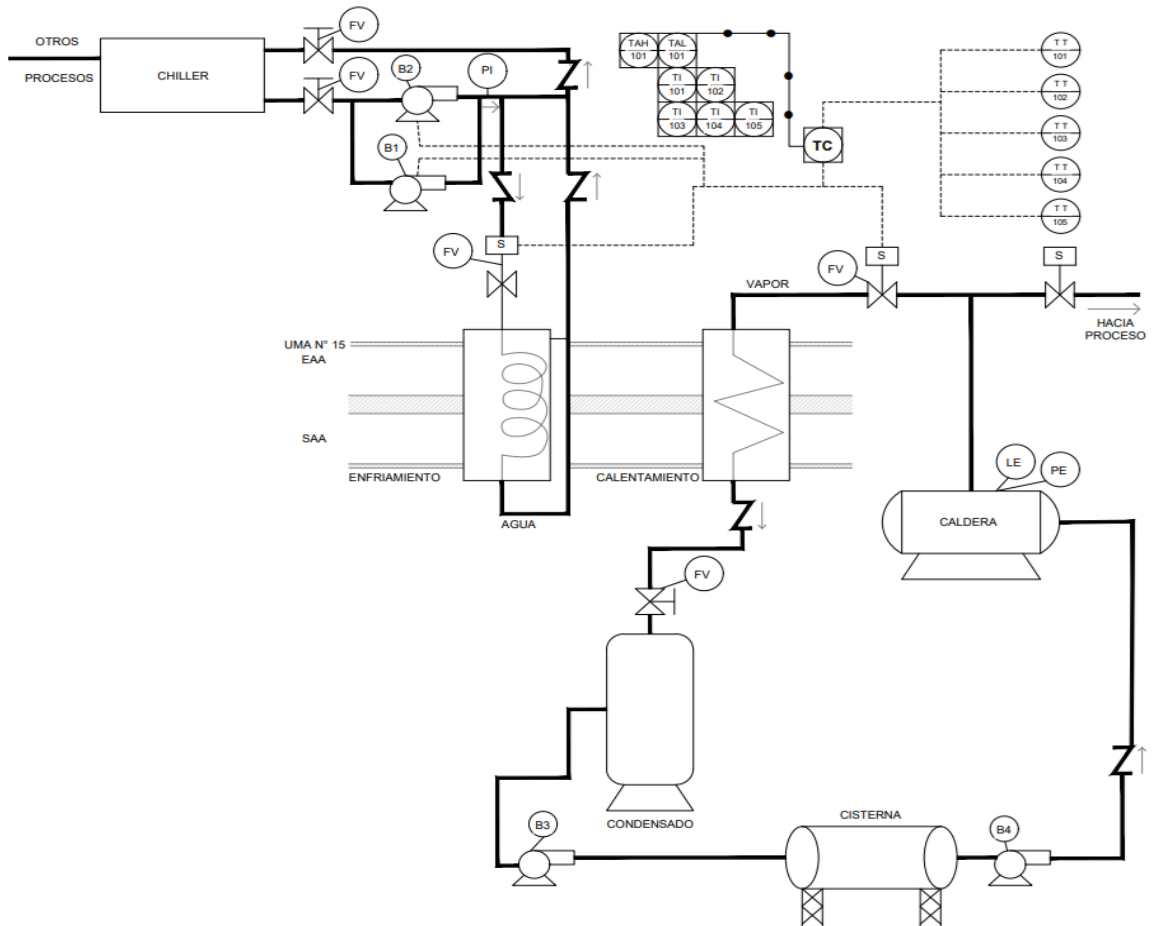
Fuente: Elaboración propia en base a diseño en software AutoCAD

Fig. 2-1 Recursos del diseño de sistema de temperatura actual

En la figura 2-2 se observa el sistema de control de temperatura automatizado. En este sistema se destaca la incorporación de dos bombas en configuración paralela con el propósito de aumentar la velocidad de circulación del agua. Ambas bombas operan en paralelo, de modo que, en caso de fallo de una, el sistema continúe funcionando mediante la otra bomba (denominadas como B1 y B2, respectivamente). Además, se ha integrado un serpentín de enfriamiento y otro de calentamiento en la unidad manejadora de aire (UMA). Estos serpentines se conectan a válvulas solenoides de 2 vías respectivamente, diseñadas para permitir el paso de vapor o agua según sea necesario. Es importante destacar que las válvulas de 2 vías están equipadas con sellos de nitrilo, capaces de soportar las altas temperaturas del vapor.

Además, lo mencionado, se han incorporado también transmisores de temperatura, los cuales envían señales al PLC (Controlador lógico programable). Este PLC, a su vez, activa la apertura o cierre de las diversas válvulas solenoides según lo necesite el proceso. Estos transmisores están ubicados en las distintas salas de proceso de la planta de sólidos, permitiendo así que el PLC por medio de un HMI (human – machine interface), lograr

monitorear los distintos valores de temperatura en los espacios de trabajo. Esto a su vez genera un proceso seguro y eficiente.



Fuente: Elaboración propia en base a diseño en software AutoCAD

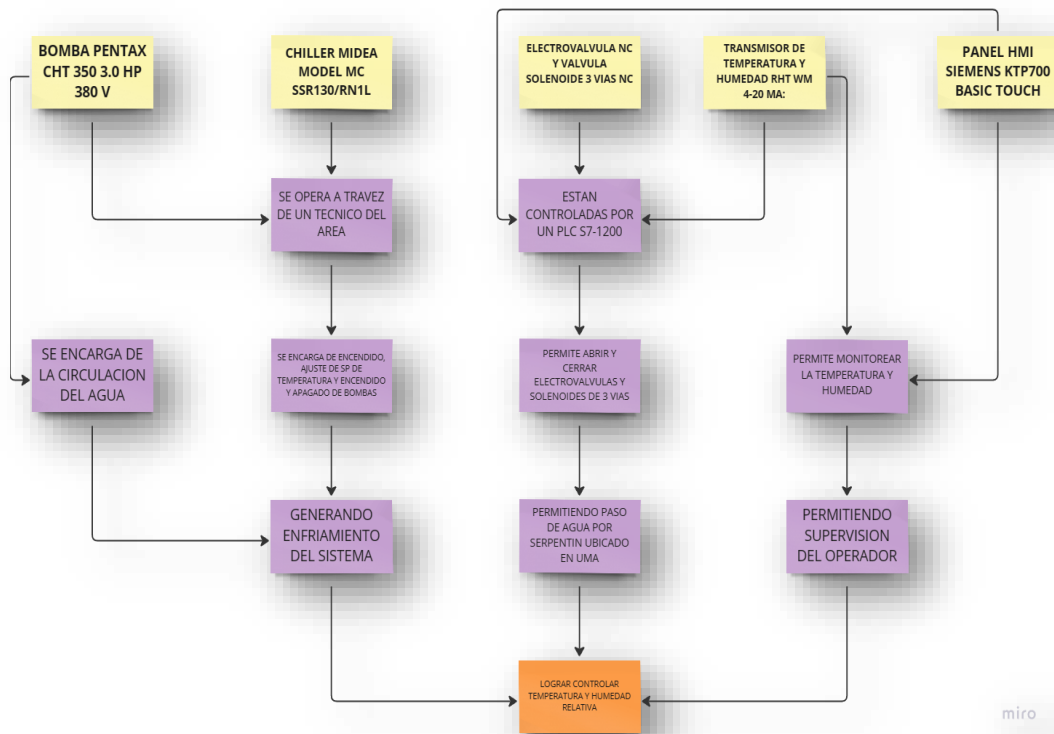
Fig. 2-2 Diagrama P&ID del diseño de automatizado de sistema de control de temperatura

2.3 DIAGRAMA DE BLOQUE DE LOS COMPONENTES:

El diagrama de bloques que se presenta a continuación ilustra cada uno de los componentes que forman este proyecto, así como la contribución individual de cada uno de ellos al sistema subsiguiente.

Este diagrama se muestra en la Figura 2-3.

DIAGRAMA DE BLOQUES DE COMPONENTES.



Fuente: Elaboración propia en base a software miro.com

Figura 2-3 Diagrama en Bloques de Componentes del Sistema.

2.4 FUNCIONAMIENTO DEL SISTEMA:

El desempeño del sistema consta de 3 etapas, denominadas pretratamiento, tratamiento y monitorización del sistema.

2.4.1 Pretratamiento:

Esta fase consta de 2 bombas conectadas en paralelo para alimentar el sistema, un CHILLER MIDEA MODEL MC SSR130/RN1L y su conexión. Este equipo está equipado con un termostato convencional que es operado por el técnico encargado del sistema de control de temperatura de la planta (Planta de Sólidos). El ajuste del set point (SP) se realiza de manera precisa para adaptarse a los requerimientos específicos del proceso bajo control. Es relevante destacar que este proceso se orienta al control de la temperatura ambiente y humedad relativa, lo que implica que los rangos de trabajo incorporen una tolerancia adecuada para las variaciones inherentes en los procesos.

Una vez que el CHILLER se encuentra en servicio, el operador procede a la segunda etapa del proceso.

2.4.2 Tratamiento:

Esta fase implica la participación de la unidad manejadora de aire (UMA N15), los conductos o piping del sistema de refrigeración, los serpentines de calentamiento y enfriamiento, así como las electroválvulas NC del sistema de calentamiento, el solenoide 3 vías del sistema de enfriamiento, el piping proveniente de la caldera para transportar vapor para el sistema. En este sistema, la totalidad del control es gestionada por un controlador lógico programable (PLC), que monitorea la temperatura y humedad relativa mediante sensores. Las funciones de apertura y cierre de válvulas solenoides del sistema, ya sea para permitir el flujo de agua fría con fines de enfriamiento o el paso de vapor durante la etapa de calentamiento, son ejecutadas por el PLC.

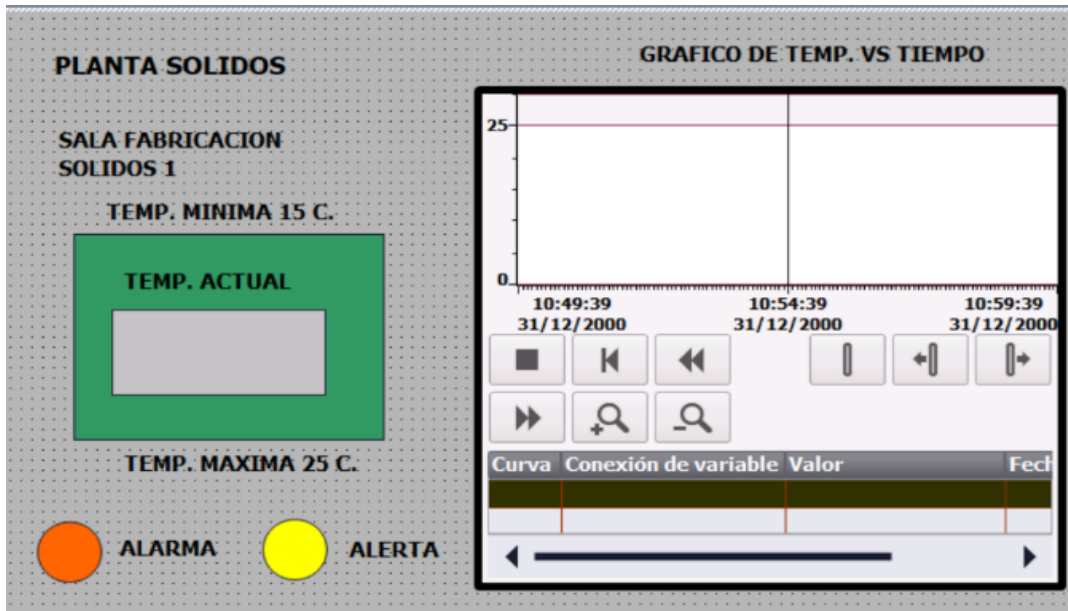
En esta etapa del proceso, la responsabilidad del operador se centra en la monitorización. El operador verifica que todos los parámetros se encuentren dentro de las normas preestablecidas y que no haya desviaciones activas. La función principal del operador es garantizar que el sistema opere en conformidad con los estándares definidos, interviniendo en caso de que se identifique anomalías o desviaciones significativas. Este enfoque proactivo asegura la integridad y estabilidad del proceso en todo momento.

2.4.3 Monitorización:

La tercera fase del proceso se ejecuta mediante un panel HMI SIEMENS KTP700 BASIC TOUCH, que es compatible y fácil de utilizar en conjunto con el PLC S7-1200 de Siemens. En esta etapa del proceso se debe verificar que el proceso tiene como función verificar que las variables se encuentren controladas, supervisando los valores de temperatura y humedad en las salas de fabricación y bodegas en la planta de Sólidos.

El Panel HMI, se instalará en un tablero eléctrico que almacena el PLC, fuentes de voltaje y otros componentes esenciales para el sistema. Este tablero eléctrico se localiza en el interior de la planta de sólidos, y solo el técnico en cargo del área tiene acceso a él. Es importante mencionar que el HMI, se conectará por medio de un adaptador de USB a HDMI para visualizar en un monitor LCD. De esta manera tanto el operador de fabricación como el de bodegas pueden acceder a la información sobre la temperatura y Humedad relativa, en tiempo real. En caso de cualquier falla en el sistema, este podrá avisar al jefe de Producción (JP).

A continuación, en la figura 2-4 se muestra una imagen de la etapa de monitorización de una de las salas de la planta de sólidos (sala fabricación sólidos 1). En esta pantalla se puede apreciar los valores mínimo y máximo de cada cubículo, además de un monitoreo en tiempo real de la temperatura vs el tiempo, este sistema constará con 2 led indicadores en pantalla con límite de alerta y límite de alarma, así se logrará mantener el proceso monitoreado y controlado. Estas mismas imágenes se tendrán para cada una de las salas a monitorear y controlar.



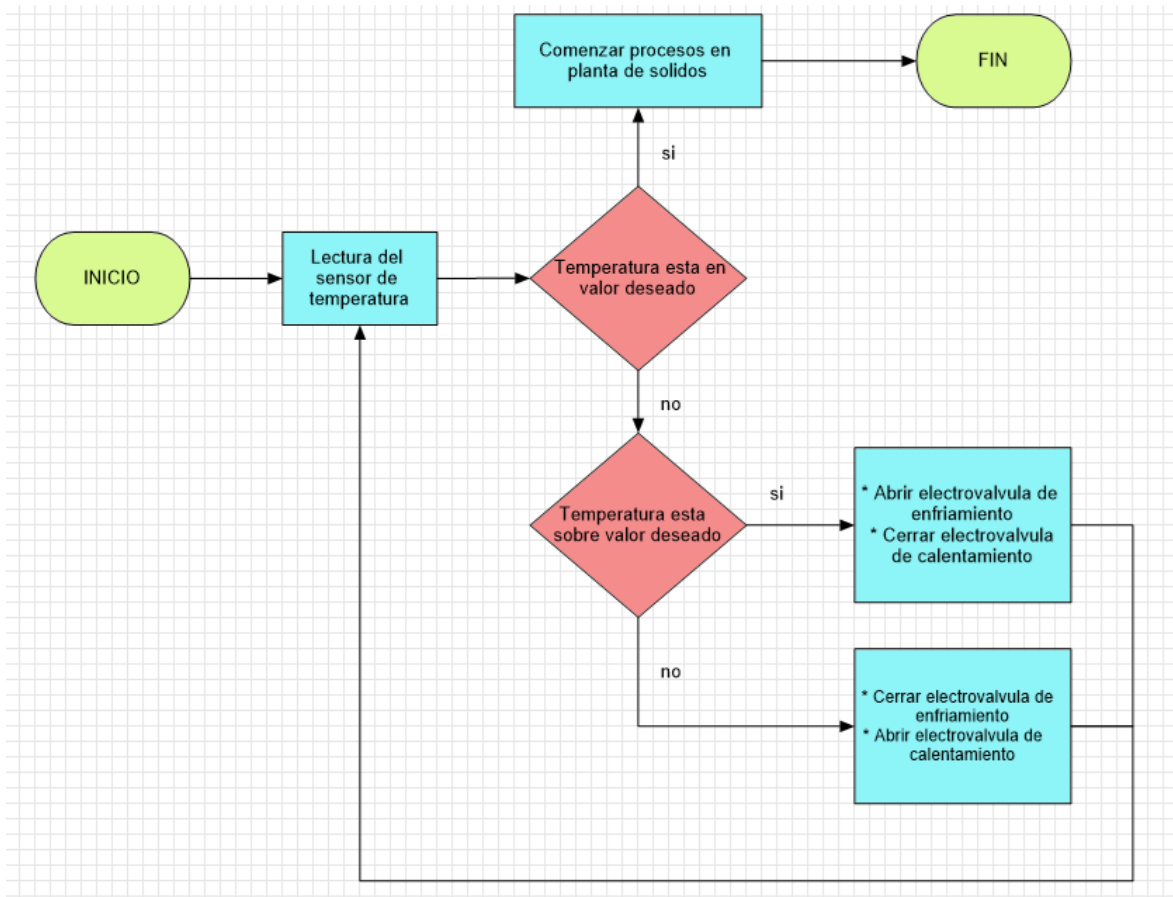
Fuente: Elaboración propia en bases a software Tia Portal v17.

Figura 2-4 Sistema de monitorización.

2.5 DIAGRAMA DE FLUJO DEL TRATAMIENTO:

En el presente diagrama de flujo, se ilustra el funcionamiento del sistema automatizado a ser implementado, donde se expone el algoritmo que facilitara la identificación precisa de los elementos a utilizar, así como la elaboración del programa del controlador lógico programable (PLC) para abordar la situación en cuestión.

Este diagrama se muestra en la figura 2-5



Fuente: Elaboración propia en base a software [ClickCharts](#)

Figura 2-5 Diagrama de Flujo del tratamiento.

2.6 ESTRUCTURA DEL CONTROL AUTOMATIZADO DE LA TEMPERATURA:

La comunicación de dato entre los PLC Siemens S7-1200 se puede lograr mediante varios métodos, dependiendo de la distancia entre los PLC y los requisitos específicos del sistema.

Configuración de hardware:

Se debe asegurar que ambos PLC estén conectados a la red adecuada, ya sea a través de Ethernet u otro medio de comunicación apropiado para su entorno.

Configuración de red:

Asignar direcciones IP únicas a cada PLC para que puedan identificarse en la red. Esto se realiza en la interfaz de configuración de red de cada PLC.

Configuración de comunicación:

Utilizar el software de programación TIA Portal (Totally Integrated Automation) para configurar la comunicación entre los tres PLC. Se abre el proyecto en TIA Portal.

Configuración del hardware de comunicación:

Conectar el hardware de comunicación necesario según el protocolo seleccionado. Puede ser a través de puertos Ethernet integrados, módulos de comunicación adicionales, o cualquier otro medio compatible.

Configuración de bloques de datos:

Definir los bloques de datos para intercambiar la información específica entre los PLC. Esto incluye datos que se enviarán y recibirán para la comunicación.

Programación:

Se diseña el programa de control en cada PLC para gestionar la comunicación. Esto define cómo se enviarán y recibirán los datos y cómo se deben manejar en cada extremo.

Pruebas:

Se deben realizar pruebas exhaustivas para asegurar que la comunicación funcione correctamente, monitorizando los datos transmitidos y recibidos para identificar posibles problemas y realizar los ajustes si es necesario.

La programación del diseño del programa de control de servicio automatizado, se realiza en TIA Portal Versión 16 de Siemens, la cual se adjunta en Anexo “A” de la programación del sistema de control automatizado.

2.7 SELECCIÓN DE EQUIPOS PARA EL DESARROLLO DEL PROYECTO**2.7.1 Controladores Lógicos Programables:**

Los PLC son Controladores Lógicos Programables capaz de automatizar rutinas repetitivas comúnmente dentro de ambientes industriales. Además de ser programable, es un dispositivo resistente, confiable y de alto rendimiento que interactúa, a través de sus entradas y salidas, con elementos externos para ejecutar las tareas que se le programan en su interior.

2.7.2 Panel HMI (Human – Machine – Interface):

Un panel HMI, es un dispositivo que permite al operador, visualizar y controlar un sistema automatizado. El HMI, puede ser desde un panel físico con botones y luces hasta una pantalla táctil con gráficos y Softwares dedicados.

En esta pantalla se traduce las variables de un proceso complejo, logrando así teniendo información útil a la vista y a manos del operario y supervisor.

2.7.3 Chiller o enfriador de agua:

Es un sistema de aire acondicionado que enfría agua para enviar aire a través de una UMA (Unidad manejadora de aire). Este calienta o enfría mediante el intercambio térmico, mantiene liquido refrigerado cuando está en función de frio o liquido caliente cuando se encuentra funcionando como bomba de calor.

2.7.4 Bomba de circulación de agua:

Electrobombas centrifugas para recirculación del agua de enfriamiento o calentamiento, estos equipos permiten lograr una recirculación a gran caudal.

2.7.5 Electroválvula NC:

Una electroválvula NC (normalmente cerrada) es un tipo de válvula controlada eléctricamente que se encuentra en un estado cerrado en condiciones normales, es decir, cuando no se aplica corriente eléctrica. Cuando se suministra energía eléctrica a la electroválvula, el mecanismo interno se activa y la válvula se abre, permitiendo que el fluido (como gas o líquido) fluya a través de la válvula.

2.7.6 Transmisor de temperatura y humedad:

Un transmisor de temperatura y humedad es un instrumento para medir y entregar información sobre la temperatura y humedad en un lugar específico.

2.8 CARACTERÍSTICAS DE LOS DISPOSITIVOS PARA EL DISEÑO DE AUTOMATIZACIÓN

2.8.1 PLC Siemens S7 – 1200 6es72111ae400xb0:

Este controlador de la marca Siemens, destaca como uno de los controladores más avanzados que la empresa ofrece. Este dispositivo destaca proporcionando un rendimiento óptimo en maquinarias de escala mediana a grande, mejorando así la comunicación, flexibilidad y funcionalidad tecnológica de dichos sistemas.

Se utiliza este dispositivo, ya que es una opción confiable y económica para el proyecto a realizar, como se muestra en la figura 2-6.



Fuente Elaboración propia en base a información página <https://cl.wiautomation.com>

Figura 2-6 PLC S7 – 1200.

2.8.2 Panel HMI Siemens ktp700 basic touch:

La elección de este Panel HMI Siemens KTP700 Basic Touch se debe a que este dispositivo es completamente compatible con el PLC S7-1200, además de ser un panel táctil, que no solo mejora la interfaz del usuario, sino que también resulta de mucha utilidad para facilitar la ejecución de las operaciones en el sistema SCADA.

Además de utilizar el mismo software TIA PORTAL para realizar la configuración de la pantalla.

El Panel HMI Siemens de la familia KTP700, se muestra en la siguiente figura 2-7.



Fuente: Elaboración propia en base a catálogo Panel HMI Siemens KTP700 Basic

Figura 2-7 Panel HMI KTP 700 Basic Touch.

2.8.3 Air Cooled modular chiller Midea model MCSS130/rn1l:

Este dispositivo se utilizará, ya que la potencia es de 130kW de capacidad de enfriamiento y 138 kW de capacidad de calefacción. Así que este cubre los requerimientos técnicos necesarios para mantener las temperaturas dentro de parámetros. Además, este equipo cuenta con un sistema de conexión a red. El sistema de red inteligente de la enfriadora se compone principalmente del convertidor RS485/232, capaz de conectar un máximo de 16 controladores con cable, donde cada controlador puede gestionar un máximo de 16 PCB. La puerta de enlace LONWORKS, ofrece 4 configuraciones para controlar los enfriadores, estas son: modo operación, temperatura del agua de salida, histéresis y alarmas. Además, ya se cuenta con este dispositivo instalado dentro de la planta de alimentos, así que se debe optimizar el proceso con este mismo dispositivo. En la Figura 2-8, se muestra la conexión del CHILLER con el termostato y el PC para monitorear temperaturas externas y entrada y salida del enfriador, en la figura 2-9, se muestra el equipo a utilizar.



Fuente: Elaboración propia en base a Manual De Instrucciones Chiller

Figura 2-8 Conexión de Chiller con termostato y Pc.



Fuente: Elaboración propia en base a Manual De Instrucciones Midea MC

Figura 2-9 Chiller climatización y refrigeración.

2.8.4 Bomba de agua Pentax CHT 350:

Se utiliza esta bomba debido a que ya se ha realizado un proyecto parecido en la planta de producción y este cumple con los protocolos y las características necesarias tanto en potencia, voltaje, presión y caudal (3 [HP], 380 [V], 10,5 – 26 [MCA], 100 – 600 [l/min]). Esto permite lograr el control de temperatura y humedad en el menor tiempo posible, teniendo una respuesta rápida del sistema, la bomba se muestra en la figura 2-10.



Fuente: Elaboración propia en base a catálogo de Bomba Pentax CHT 350 3,0HP 380V - Bombas proservices

Figura 2-10 Bomba de recirculación de agua.

2.8.5 Válvula solenoide 2 vías NC Jefferson Mod S6831507:

Se emplea esta válvula solenoide, como se muestra en la Figura 2-11, ya que posee diámetro de 2" y sus especificaciones técnicas la hacen convertirse en una elección ideal, ya que soporta una presión máxima de trabajo de 15 BAR. Este dispositivo opera con 24V, la cual la hace especialmente apropiada para su integración con controladores lógicos programables.



Fuente: Elaboración propia en base a catálogo de repuestos COMIND50310.pdf (veto.cl)

Figura 2-11 electroválvula 2 vías.

2.8.6 Válvula solenoide 2 vías NC Mod EVV32E 2 - indirecto - 0.5 – 15:

Una electroválvula NC (normalmente cerrada) es un tipo de válvula controlada eléctricamente que se encuentra en un estado cerrado en condiciones normales, es decir, cuando no se aplica corriente eléctrica. Cuando se suministra energía eléctrica a la electroválvula, el mecanismo interno se activa y la válvula se abre, permitiendo que el fluido

(como gas o líquido) fluya a través de la válvula. Esta válvula tiene conexión de 2 ". Además de presentar sellos de nitrilo lo que permite el paso de vapor y altas temperaturas.

La electroválvula a utilizar es la que se muestra en la figura 2-12



Fuente: Elaboración propia en base a catálogo de Electroválvulas para Vapor (danus.cl)

Figura 2-12 Electroválvula NC.

2.8.6 Transmisor de temperatura y humedad RHT WM 4-20 mA:

Se ha seleccionado el presente sensor con base en consideraciones específicas. La elección se fundamenta en su capacidad de operar con una corriente de 4-20 mA, lo cual constituye un formato idóneo para la implementación en entornos de laboratorio farmacéutico, caracterizados por requerimientos de precisión y limpieza. Además, la decisión de optar por este sensor se respalda en la confianza previa derivada de su uso en aplicaciones con anterioridad en el laboratorio. Este antecedente positivo refuerza la fiabilidad y eficacia demostrada por estos sensores en contextos similares, respaldando así su elección para el presente proyecto.

En la figura 2-13 se muestra el transmisor designado para el proyecto. Este dispositivo será utilizado para la medición de las distintas salas a controlar y/o monitorear.



Fuente: Elaboración propia en base a catálogo de Transmisores de Humedad y T° | Online Store | COMIND

Figura 2-11 Transmisor RHT WM 4 – 20 [mA].

CAPÍTULO III
ESTUDIO ECONÓMICO DEL PROYECTO

3 INTRODUCCIÓN

En el tercer capítulo, se evalúa la viabilidad del proyecto mediante un estudio detallado de sus costos, abarcando materiales, herramientas y mano de obra, incluyendo ingenieros, técnicos y maestros. Se resalta la importancia de capacitar al personal asignado, especialmente en los procedimientos de entrada y salida de la planta alimenticia. Además, se debe proporcionar formación a los operarios de la industria para el manejo del nuevo mecanismo, que puede generar incertidumbre al inicio de la operación.

Para llevar a cabo este análisis económico, se utilizarán índices como el Valor Actual Neto (VAN) y la Tasa Interna de Retorno (TIR). También se empleará la carta Gantt, una herramienta fundamental en la gestión de proyectos, para planificar y dar seguimiento eficiente a las actividades del proyecto.

3.1 MONEDA A UTILIZAR:

Para iniciar el análisis económico, resulta de suma importancia establecer una unidad monetaria distinta al peso chileno (CLP), evitando susceptibilidad a variables externas como la inflación o la deflación.

Para el siguiente estudio se ha determinado adoptar que la moneda a utilizar será la UF (Unidad de fomento), en donde se toma el valor de la siguiente manera: 1UF= 36.847 pesos chilenos (CLP), con fecha 7 de enero de 2024. (www.bolsadesantiago.com).

3.2 COSTOS DEL PROYECTO:

En esta sección, se abordarán de manera integral todos los costos inherentes al diseño del sistema automatizado de control de la temperatura en la planta de sólidos (fabricación y bodega). Estos costos están los relacionados con los requerimientos del sistema, los asociados a la mano de obra involucrada, los costos de diseño y otros gastos anexos. Este análisis exhaustivo permitirá una evaluación completa de los recursos financieros necesarios para llevar a cabo exitosamente la implementación del sistema de control de temperatura.

3.3 COSTOS DE MATERIALES:

En la tabla 3-1, se muestra los valores de los materiales para desarrollar el proyecto.

Tabla 3-1. Costos de Materiales

ITEM	CANTIDAD	VALOR	VALOR TOTAL
Panel HMI Siemens KTP700	1	13,32 UF	13,32 UF
PLC S7-1200 CPU 1211C	1	15,35 UF	15,35 UF
DC/DC/DC Siemens			
Transmisor RHT WM 4 – 20 mA.	5	4,02 UF	20,1 UF
Bomba Pentax CHT 350, 3.0 HP, 380V.	2	13,85 UF	27,70 UF
Módulo de expansión de IA mod: 6ES7231-4.	1	5,28 UF	5,28 UF
Válvula Solenoide 2 vías NC Jefferson	1	3,82 UF	3,82 UF
Electroválvula NC Danus mod: EVV32E 2	1	2,80 UF	2,80 UF
Varios (Imprevistos y accesorios para instalación)	1	7,44 UF	7,44 UF
TOTAL			65,88 UF

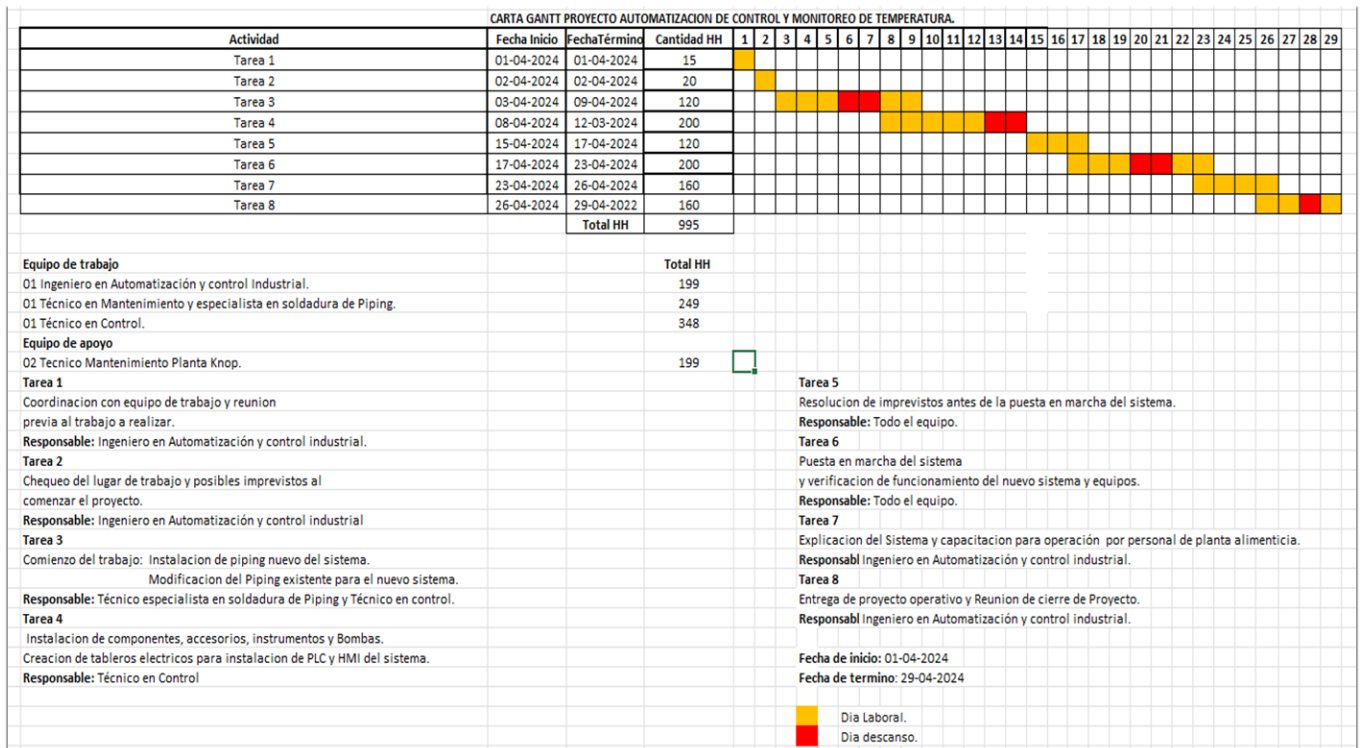
Fuente: Elaboración propia con proveedores en base a requerimiento del proyecto y presupuesto de empresa.

3.4 COSTOS MANO DE OBRA:

Para abordar esta siguiente tarea, resulta de suma importancia contar con una herramienta denominada carta Gantt o diagrama de Gantt.

En la figura 3-1. Se muestra la disposición de tareas y el tiempo necesario para ejecutar las siguientes labores.

En este diagrama se denomina los días trabajados considerando jornadas de 8 horas diarias de lunes a viernes considerando fines de semana como días de descanso para el equipo de trabajo.



Fuente: Elaboración propia en base a requerimiento del proyecto.

Figura 3-1. Carta Gantt del proyecto.

En base a la carta Gantt, podemos determinar el tiempo de mano de obra y cantidad de HH asociado a cada participante del proyecto, además de las fechas de inicio y termino de cada actividad a realizar, igualmente se presenta a continuación el desglose de los costos vinculados a la mano de obra del equipo de trabajo mostrado en la tabla 3-2.

Tabla 3-2. Costos de mano de obra.

CONCEPTO				VALOR POR PROYECTO
TÉCNICO	EN	MANTENIMIENTO	Y	25,80 UF
ESPECIALISTA SOLDADOR DE PIPING				
TÉCNICO	EN	CONTROL	E	24,07 UF
INSTRUMENTACIÓN				
INGENIERO	EN	AUTOMATIZACIÓN	Y	37,51 UF
CONTROL INDUSTRIAL				
COMBUSTIBLE				8,17 UF
IMPREVISTOS				21,9 UF
TOTAL				117,45 UF

Fuente: Elaboración propia en base a datos de carta Gantt y gastos imprevistos

3.5 COSTOS DE DISEÑO:

El costo se asocia al tiempo dedicado para investigar, recopilar información y diseñar los distintos sistemas para la solución a la problemática, muestra en la Tabla 3-3, la cantidad de HH que se utilizan para el diseño del sistema es de 450 HH. En esta labor se considera la participación de todo el equipo de trabajo debido a que cada participante agrega

experiencia y arduos conocimientos en las distintas materias involucradas en la solución del problema.

Tabla 3-3. Costos de diseño.

ITEM	VALOR
PROYECTO	96,63 UF
TOTAL	96,63 UF

Fuente: Elaboración propia en base a tiempo utilizado para la creación del modelo.

3.6 COSTOS ASOCIADOS:

Estos costos son los indicados en la Tabla 3-4, para la ejecución de estas tareas se utilizará el mismo equipo de trabajo.

Tabla 3-4. Costos asociados

TAREAS	VALOR
CAPACITACIÓN	10,72 UF
PUESTA EN MARCHA	18,56 UF
TOTAL	29,28 UF

Fuente: Elaboración propia en base a datos obtenidos del INE.

3.7 COSTO TOTAL DEL PROYECTO:

Estos costos son la suma de los costos anteriores más el impuesto determinado. En la tabla 3-5, se muestra los costos totales asociados al proyecto.

Tabla 3-5. Costo total del proyecto.

CONCEPTOS	VALOR
REQUERIMIENTOS	65,88 UF
MANO DE OBRA	117,45 UF
DISEÑO	96,63 UF
ASOCIADOS	29.28 UF
IMPREVISTOS	21.9 UF
IVA	57,99 UF
TOTAL	389,13 UF

Fuente: Elaboración propia en base a datos de costos del proyecto

3.8 ESTUDIO DE LA INVERSION:

En este ámbito, es importante llevar a cabo un examen detenido se contemplan los costos variables asociados a fallas del sistema actuales. Esta consideración se muestra en la tabla 3-6, la cual ilustra de manera detallada dichos costos. Además, es necesario proyectar los costos futuros cuando el sistema de monitoreo y control de temperatura se encuentre

plenamente automatizado, tal como se presenta en la tabla 3-7.

A nivel de estudio se puede ver una significativa disminución en el costo variable, como se refleja en la tabla 3-8. Este aspecto es de suma importancia ya que, al finalizar el período anual, el costo variable se transformará en un ingreso anual para la empresa.

Estos datos obtenidos en la tabla es el promedio de las fallas ocurridas durante los últimos 12 meses obteniendo un valor representativo de las pérdidas.

Tabla 3-6. Valoración de gastos actuales por fallas del sistema

GASTOS	VARIABLES	ANUALES	SIN	VALOR TOTAL UF
PROYECTO				
COSTOS DE OPERACIÓN SISTEMA ACTUAL				487,36
PÉRDIDAS MATERIAS PRIMAS				320,86
HH TRABAJADORES				21,21
HH MAQUINARIA Y EQUIPOS				72,18
PÉRDIDAS POR VENTAS NO EFECTUADAS				989,95
PÉRDIDAS EN MATERIALES POR DOBLE ANÁLISIS DEPARTAMENTO DE CONTROL DE CALIDAD.				81,84
TOTAL				1973,40

Fuente: Elaboración propia en base a Datos generados por libro de contabilidad empresa Knop.

Perdidas por ventas no efectuadas se refiere a los compromisos de ventas que no se logran efectuar debido a la gran cantidad de tiempo necesario para poder realizar estos productos debido a la poca seguridad de la materia prima a utilizar los operarios.

En el ítem pérdidas en materiales por doble análisis del departamento de control de calidad se obtiene sacando un promedio de los últimos 3 meses, cuanto fue la perdida efectuada

tanto en insumos y reactivos para los distintos análisis en el proceso de aprobación de materias primas.

Tabla 3-7. Valoración de gastos con el proyecto

GASTOS	VARIABLES	ANUALES	CON	VALOR TOTAL UF
PROYECTO				
COSTOS	VARIABLES	DE	OPERACIÓN	DE
				487,36
PLANTA				
TOTAL				487,36

Fuente: Elaboración propia basada en gastos después del proyecto.

Tabla 3-8. Valoración de ganancias anuales con el proyecto

GASTOS	VALOR TOTAL UF
GASTOS	
VARIABLES	
ANUALES	
SIN	1973,40
PROYECTO	
(-) GASTOS	
VARIABLES	
ANUALES	
SISTEMA	487,36
AUTOMATIZADO	
BENEFICIO DEL PROYECTO	
1486,04	

Fuente: Elaboración propia basada en ganancias después del proyecto.

3.9 CUADRO DE FLUJO DE CAJA:

Para llevar a cabo la elaboración del flujo de caja de la planta de sólidos, es necesario considerar diversos elementos fundamentales para poder utilizar herramientas como el valor actual neto (VAN) y la tasa interna de retorno (TIR) y poder evaluar la rentabilidad de nuestro proyecto.

Los ítems para considerar en la incorporación de dicho análisis son los siguientes:

3.9.1 Ingresos:

Ingresos de ventas relacionado con la planta de Sólidos: Se calcula un promedio de las ventas generadas los últimos 12 meses y se utiliza ese estimativo para cálculos.

3.9.2 Costos fijos:

En este ítem se consideran los siguientes costos:

Costos en remuneraciones del personal: Sueldo de personal permanente, operadores, técnicos en mantención, jefe de línea, jefe de producción.

Mantenimiento programado: Este costo está asociada a la mantención regular de equipos y accesorios, estos incluyen cambios de pieza, revisión de sensores, calibración de sensores etc. Además de mantención propias del uso continuo de componentes que necesitan prolongar durante el tiempo.

Servicios públicos: Pagos reglamentarios de servicios para el funcionamiento de la planta. Tales como agua, electricidad, software, servicios de destrucción de productos, etc.

3.9.3 Costos variables:

Pérdidas de materias primas: Costos por materias primas en mal estado que deben enviarse a destrucción (Bodega 19).

Costos variables de HH: Gastos relacionados con las horas extras, fallas de sistema que obligan a personal a realizar turnos de emergencias debido a imprevistos.

Costos en Materiales para análisis de productos: Gastos en reactivos, HH de equipos y instrumentos para realizar análisis y aprobación del producto a analizar (materias primas, producto semi terminado y producto terminado).

3.9.4 Pérdidas por ventas no efectuadas: Debido al poco control de la variable temperatura, clientes en auditoria han decidido desistir de una posible alianza con la empresa. Se realiza un supuesto de un 20% de pérdidas por no ventas.

3.9.5 Impuestos: Este impuesto se determina sobre la base de las utilidades liquidas de la empresa (ingresos percibidos – gastos) y pertenecen al 20% desde el año 2012.

3.9.6 Inversión inicial: Varía según el costo final del proyecto.

Una vez determinados estos elementos, se procede a elaborar un flujo de caja anual proyectado a un periodo de 3 años, tal como se muestra en la figura 3-2.

Con este siguiente recuadro se puede, determinar el VAN (Valor actual neto) y el TIR (tasa interna de retorno). Estos valores fueron cálculos promedios entregados por el departamento de contabilidad de la empresa.

Datos anuales sin inversión:

Ingresos por ventas:	13027,19 UF.
Costos fijos:	3908,10 UF.
Costos variables:	1973,40 UF.
Ingreso Total:	7145,69 UF.
IVA:	1357,68 UF.
Ingreso neto:	5788,01 UF.
Inversión:	sin inversión.

Datos anuales con proyecto:

Ingresos por ventas:	13027,19 UF.
** Ingresos por nuevas ventas:	2605,44 UF.
Costos fijos:	3908,10 UF.
* Costos variables:	487,36 UF.
Ingreso Total:	11237,17 UF.
IVA:	2140,37 UF.
Ingreso neto:	9096,80 UF.
Inversión:	389,13 UF.

* En este ítem se asegura mínimo que el proyecto mejore en un 50 % disminuyendo así los costos variables y generando un proceso más confiable.

Debido al realizar un proceso más confiable y seguro, se tendrá menores pérdidas en materias primas. Estos compuestos y/o sustancias que se envían a bodega 19 (destrucción) por no encontrarse dentro de los valores necesarios, se deben eliminar generando pérdidas económicas no menores.

Además, al tener inseguridad de que, si el producto se encuentra bajo los parámetros necesarios, los analistas de CDC realizan un segundo análisis para tener la certeza de que el producto a utilizar se encuentre en buenas condiciones. Esto a su vez provoca pérdidas en HH innecesarias por parte de los químicos y perdidas en distintos insumos utilizados cada vez que se revisa la materia prima.

Se debe agregar que el hecho de realizar las distintas labores de manera insegura provoca aumento en los tiempos de respuesta de las distintas labores de los operarios que también provocan un aumento de HH para lograr realizar la producción solicitada por la industria.

** En este ítem se considera un supuesto que mínimo las ventas aumentarían un 20%, según estudio realizado por el departamento de ventas de la empresa, logrando así nuevos clientes para expandirse a otros mercados.

FLUJO DE CAJA ANUAL CON EL PROYECTO			
Concepto	Año 0	Año 1	
Ingresos anuales en UF		15632,63	
Costos fijos en UF		3908,10	
Costos variables en UF		487,36	
Total Ingreso en UF		11237,17	
Inversion en UF	-389,13		
Total Mensual en UF		11237,17	
IVA		2140,37	
Flujo Neto Caja	-389,13	9096,80	
Flujo Caja Corregido		9096,80	
Flujo Caja Acumulado	-389,13	8707,67	
Periodos en años	0	1	
VAN		7191,54	> 0
TIR		2238%	> 20%
TMAR %		20%	
PAYBACK		Año 1	

Fuente: Elaboración propia en base a datos entregados por empresa KNOP Laboratorios.

Figura 3-2. Flujo de caja en UF proyectado a 1 año Planta de Solidos KNOP.

Utilizando cálculos financieros, se obtiene la siguiente información:

VAN : UF 7086,33 > 0

TIR : 2205 % > 20%

TMAR : 20%

nuevas oportunidades para generar ventas en otros mercados al cumplir normas establecidas dentro de parámetros necesarios para las distintas etapas del proceso.

- En la figura 3-3, se presenta el dibujo del cuadro de sensibilidad del proyecto y su comportamiento ante posibles cambios en variables como costos fijos y variables. Este análisis sirve para determinar el impacto de dichas variaciones en los resultados financieros, mostrando la solidez del proyecto frente a diversos escenarios.
- Además, mediante la automatización del monitoreo y control de la temperatura ambiente, se conseguirá la capacidad de expandir el alcance del mercado hacia nuevos clientes. Esta iniciativa no solo conlleva la reducción de los costos variables de la planta, sino que también genera la posibilidad de atraer potenciales compradores en el futuro, lo que contribuirá al incremento de los ingresos.

CONCLUSIÓN Y OBSERVACIONES

La automatización del monitoreo y control de la temperatura en el proceso industrial farmacéutico no solo permite expandir el mercado y atraer nuevos clientes, sino que también incrementa los ingresos y mejora la rentabilidad del proyecto mediante la reducción de costos operativos. La solución implementada, que integra un PLC y un panel HMI, asegura un control eficiente y en tiempo real de la temperatura y la humedad relativa.

La capacidad del chiller de Midea para enfriar y calentar actúa como respaldo ante posibles fallos en el sistema de calentamiento principal. La factibilidad técnica del proyecto se garantiza mediante la correcta selección e interconexión de los instrumentos, asegurando estabilidad y calidad en el proceso industrial.

Observaciones para Futuras Mejoras:

Integración de IoT y Big Data: Mejora la eficiencia y permite decisiones informadas mediante datos en tiempo real.

Algoritmos de Aprendizaje Automático: Optimiza el control del sistema, prediciendo y ajustando condiciones de temperatura de manera precisa.

Energías Renovables: Reducir la dependencia de la energía convencional y el impacto ambiental mediante el uso de energía solar.

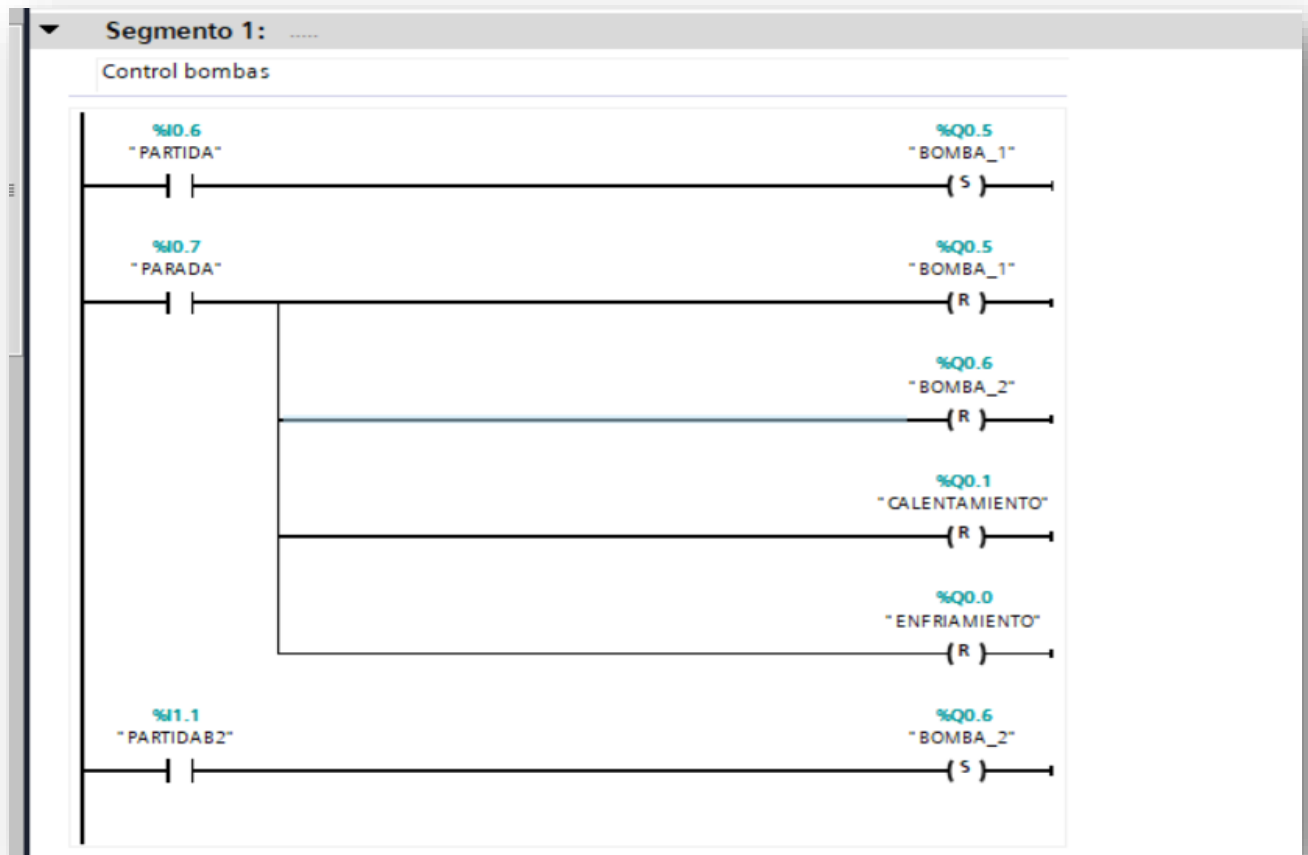
Mantenimiento Predictivo: Prevenir fallos y asegurar un funcionamiento continuo mediante análisis de datos históricos y en tiempo real.

BIBLIOGRAFÍA

SIEMENS.

<https://www.siemens.com/es/es/productos/automatizacion.html>

ANEXOS

Anexo A: Programación del sistema de control automatizado:**PROGRAMACIÓN DEL DISEÑO:****1.- Programa de control de bombas**

2.- Variables del PLC.

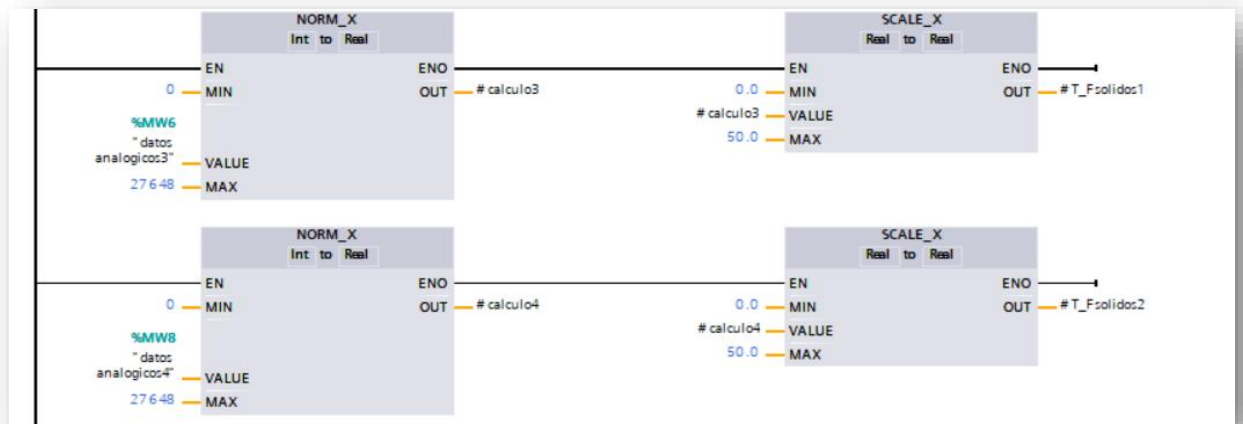
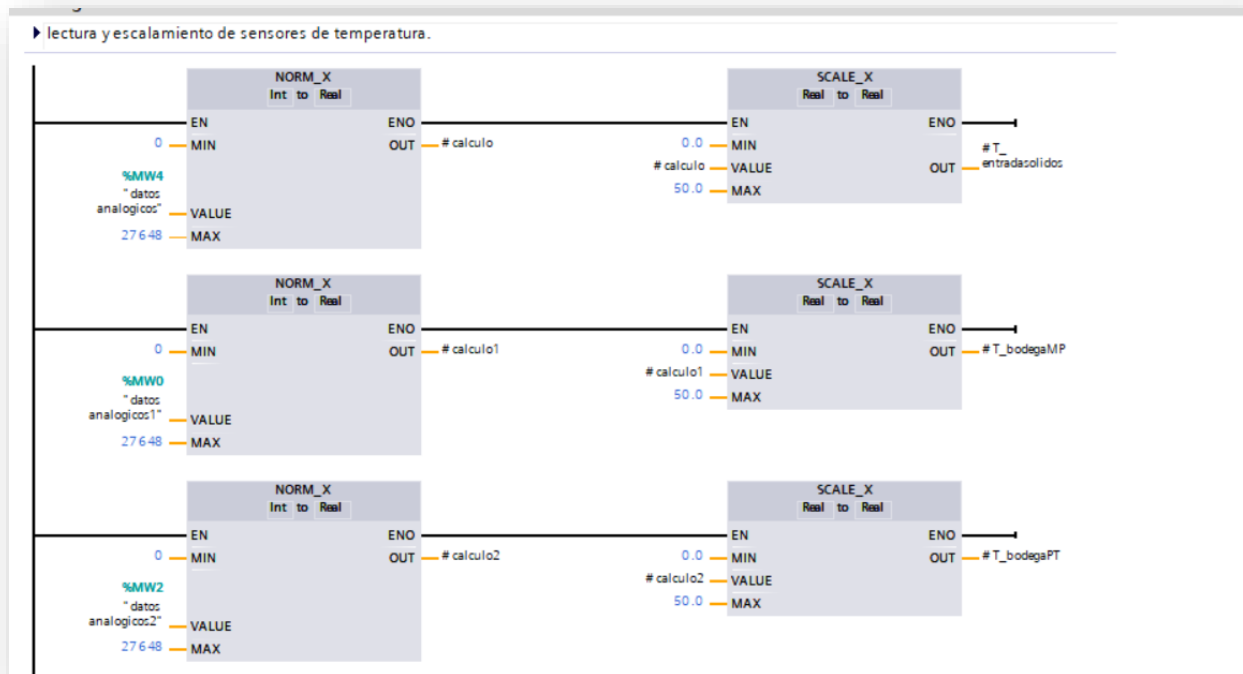
TRABAJO_TITULO > PLC_1 [CPU 1214C-2 DP] > Variables PLC

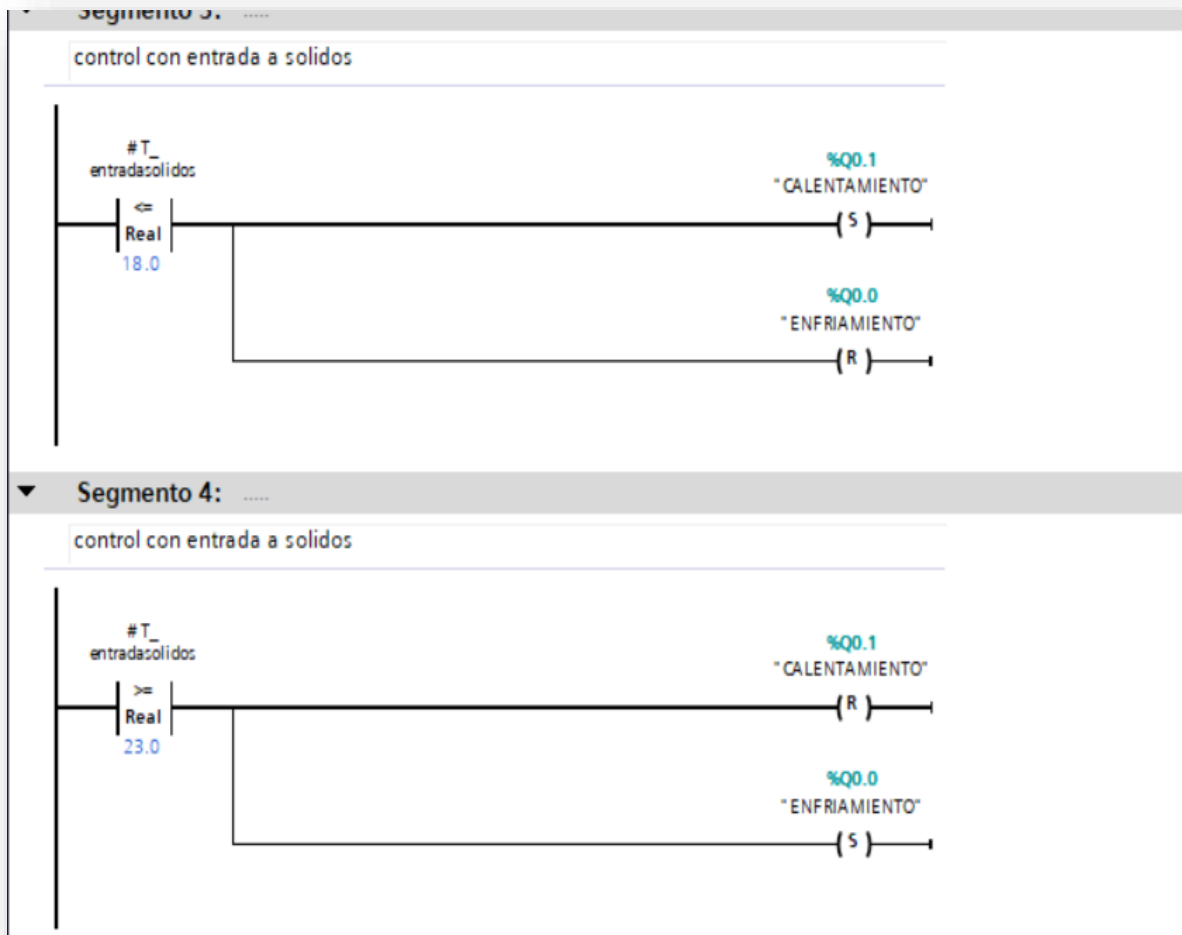
Variables Constantes de usuario Constantes de sistema

Variables PLC

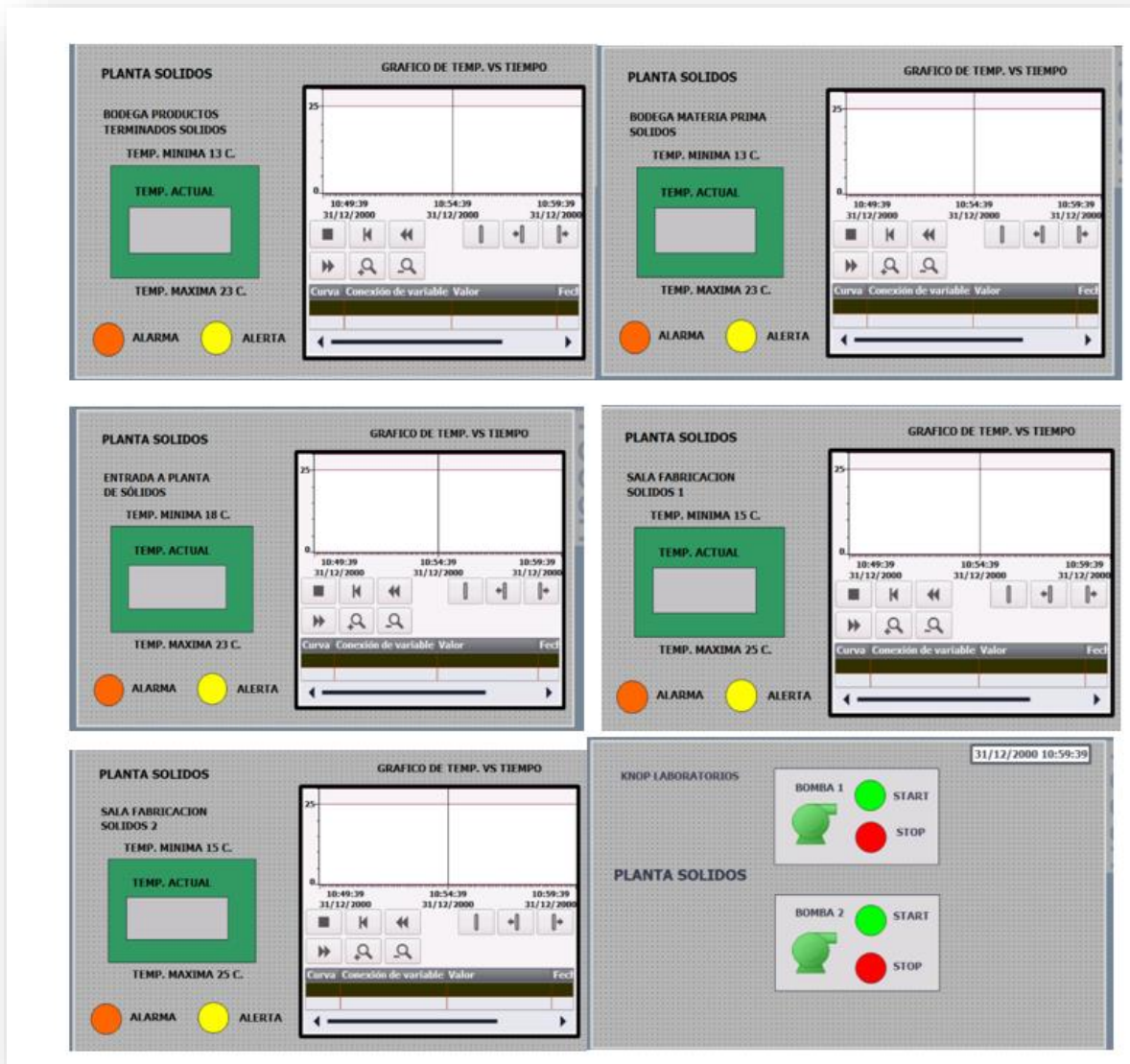
	Nombre	Tabla de variables	Tipo de datos	Dirección	Rema...	Acces...	Escrib...	Visibl...	Comentario
1	ENFRIAMIENTO	Tabla de variabl...	Bool	%Q0.0	☐	☒	☒	☒	
2	CALENTAMIENTO	Tabla de variables e..	Bool	%Q0.1	☐	☒	☒	☒	
3	T_FABRICACION1	Tabla de variables e..	Bool	%M0.0	☐	☒	☒	☒	
4	T_FABRICACION2	Tabla de variables e..	Bool	%M0.1	☐	☒	☒	☒	
5	T_BODEGAMP	Tabla de variables e..	Bool	%M0.2	☐	☒	☒	☒	
6	T_BODEGAPT	Tabla de variables e..	Bool	%M0.3	☐	☒	☒	☒	
7	T_ENTRADA_PLANTA	Tabla de variables e..	Bool	%M0.4	☐	☒	☒	☒	
8	PARTIDA	Tabla de variables e..	Bool	%I0.6	☐	☒	☒	☒	
9	BOMBA_1	Tabla de variables e..	Bool	%Q0.5	☐	☒	☒	☒	
10	datos analogicos	Tabla de variables e..	Int	%MW4	☐	☒	☒	☒	
11	datos analogicos1	Tabla de variables e..	Int	%MW0	☐	☒	☒	☒	
12	PARADA	Tabla de variables e..	Bool	%I0.7	☐	☒	☒	☒	
13	datos analogicos2	Tabla de variables e..	Int	%MW2	☐	☒	☒	☒	
14	BOMBA_2	Tabla de variables e..	Bool	%Q0.6	☐	☒	☒	☒	
15	PARTIDAB2	Tabla de variables e..	Bool	%I1.1	☐	☒	☒	☒	
16	datos analogicos3	Tabla de variables e..	Int	%MW6	☐	☒	☒	☒	
17	datos analogicos4	Tabla de variables e..	Int	%MW8	☐	☒	☒	☒	
18	<Agregar>				☐	☒	☒	☒	

3.- Lectura y escalamiento sensores de temperatura.



4.- Control de temperatura entrada sólidos.

5.- Imagen pantalla HMI para monitorización de temperatura y accionamiento de bombas.



Anexo B: HMI KTP 700 Siemens

Hoja de datos

6AV2123-2GB03-0AX0


SIMATIC HMI, KTP700 Basic, Basic Panel, Manejo con teclado/táctil, pantalla TFT de 7", 65536 colores, Interfaz PROFINET, configurable a partir de WinCC Basic V13/ STEP 7 Basic V13, incluye software Open Source, que se cede gratuitamente ver CD adjunto

Información general	
Designación del tipo de producto	KTP700 Basic color PN
Display	
Tipo de display	Pantalla TFT panorámica, retroiluminación LED
Diagonal de pantalla	7 in
Achura del display	154,1 mm
Altura del display	85,9 mm
Nº de colores	65 536
Resolución (píxeles)	
• Resolución de imagen horizontal	800 pixel
• Resolución de imagen vertical	480 pixel
Retroiluminación	
• MTBF de la retroiluminación (con 25 °C)	20 000 h
• Retroiluminación variable	Sí
Elementos de mando	
Fuentes de teclado	
• Teclas de función	
— Nº de teclas de función	8
— Nº de teclas de función con LED	0
• Teclas con LED	No
• Teclas del sistema	No
• Teclado numérico	Sí; Teclado en pantalla
• Teclado alfanumérico	Sí; Teclado en pantalla
Manejo táctil	
• Variante con pantalla táctil	Sí; Analógica resistiva
Diseño/montaje	
Posición de montaje	vertical
Montaje en pared/directo	No
Montaje vertical (formato retrato) posible	Sí
Montaje horizontal (formato apaisado) posible	Sí
Máx. ángulo de inclinación permitido sin ventilación externa	35°
Tensión de alimentación	
Tipo de tensión de la alimentación	DC
Valor nominal (DC)	24 V
Rango admisible, límite inferior (DC)	19,2 V
Rango admisible, límite superior (DC)	28,8 V
Intensidad de entrada	
Consumo (valor nominal)	230 mA
Intensidad transitoria de conexión I _{Pt}	0,2 A ² ·s
Potencia	

Consumo de potencia activa, típ.	5,5 W
Procesador	
Tipo de procesador	ARM
Memoria	
Flash	Sí
RAM	Sí
memoria usable para datos de usuario	10 Mbyte
Tipo de salida	
Acústica	
• Zumbador	Sí
• Altavoz	No
Hora	
Reloj	
• Reloj de hardware (en tiempo real)	Sí
• Reloj por software	Sí
• Respalddado	Sí; Duración del búfer típica: 6 semanas
• Sincronizable	Sí
Interfaces	
Nº de interfaces Industrial Ethernet	1
Nº de interfaces RS 485	0
Nº de interfaces RS 422	0
Nº de interfaces RS 232	0
Nº de interfaces USB	1; hasta máx. 16 GB
Nº de interfaces 20 mA (TTY)	0
Nº de interfaces paralelas	0
Nº de otras interfaces	0
Número de slot para tarjetas SD	0
Con interfaces a SW	No
Industrial Ethernet	
• LED de estado Industrial Ethernet	2
Protocolos	
PROFINET	Sí
Soporta protocolo para PROFINET IO	No
IRT	No
PROFIBUS	No
Soporta protocolo para EtherNet/IP	Sí
MPI	No
Protocolos (Ethernet)	
• TCP/IP	Sí
• DHCP	Sí
• SNMP	Sí
• DCP	Sí
• LLDP	Sí
Propiedades WEB	
• HTTP	No
• HTML	No
Funcionamiento redundante	
Redundancia del medio	
— MRP	No
Otros protocolos	
• CAN	No
• MODBUS	Sí; Modicon (MODBUS TCP/IP)
Alarmas/diagnósticos/información de estado	
Diagnósticos	
• Se puede leer la información de diagnóstico	No
CEM	
Emisión de radiointerferencias según EN 55 011	
• Clase de límite A, para aplicación en la industria	Sí
• Clase de límite B, para aplicación en el ámbito residencial	No
Grado de protección y clase de protección	

IP (frontal)	IP65
IP (lado posterior)	IP20
NEMA (frontal)	
• Enclosure Type 4 en el frente	Sí
• Enclosure Type 4x en el frente	Sí
Normas, homologaciones, certificados	
Marcado CE	Sí
cULus	Sí
RCM (anteriormente C-TICK)	Sí
Homologación KC	Sí
Uso en atmósfera potencialmente explosiva	
• ATEX zona 2	No
• ATEX zona 22	No
• IECEx Zone 2	No
• IECEx Zone 22	No
• cULus Class I zona 1	No
• cULus Class I zona 2, división 2	No
• FM Class I Division 2	No
Homologaciones navales	
• Germanischer Lloyd (GL)	Sí
• American Bureau of Shipping (ABS)	Sí
• Bureau Veritas (BV)	Sí
• Det Norske Veritas (DNV)	Sí
• Lloyds Register of Shipping (LRS)	Sí
• Nippon Kaiji Kyokai (Class NK)	Sí
• Polski Rejestr Statkow (PRS)	No
• Chinese Classification Society (CCS)	No
Condiciones ambientales	
Temperatura ambiente en servicio	
En servicio (montaje vertical)	
— en posición de montaje vertical, mín.	0 °C
— en posición de montaje vertical, máx.	50 °C
En servicio (máx. ángulo de inclinación)	
— con ángulo máx. de inclinación, mín.	0 °C
— con ángulo máx. de inclinación, máx.	40 °C
En servicio (montaje vertical, formato retrato)	
— en posición de montaje vertical, mín.	0 °C
— en posición de montaje vertical, máx.	40 °C
En servicio (máx. ángulo de inclinación, formato retrato)	
— con ángulo máx. de inclinación, mín.	0 °C
— con ángulo máx. de inclinación, máx.	35 °C
Temperatura ambiente en almacenaje/transporte	
• mín.	-20 °C
• máx.	60 °C
Humedad relativa del aire	
• En servicio máx.	90 %; sin condensación
Sistemas operativos	
propietarios	Sí
Sistema operativo preinstalado	
• Windows CE	No
configuración / título	
Ventana de avisos	Sí
Sistema de alarmas (con búfer y confirmación)	Sí
Representación de valores de proceso (salida)	Sí
Especificación de valores de proceso (entrada) posible	Sí
Administración de recetas	Sí
Software de configuración	
• STEP 7 Basic (TIA Portal)	Sí; vía WinCC Basic (TIA Portal) integrado
• STEP 7 Professional (TIA Portal)	Sí; vía WinCC Basic (TIA Portal) integrado
• WinCC flexible Compact	No

• WinCC flexible Standard	No
• WinCC flexible Advanced	No
• WinCC Basic (TIA Portal)	Si
• WinCC Comfort (TIA Portal)	Si
• WinCC Advanced (TIA Portal)	Si
• WinCC Professional (TIA Portal)	Si
Idiomas	
Idiomas online	
• Número de idiomas online/runtime	10
Idiomas	
• Idiomas por proyecto	32
Funcionalidad bajo WinCC (TIA Portal)	
Librerías	
Aplicaciones/opciones	
• Navegador web	Si
• SIMATIC WinCC Sm@rtServer	Si; Disponible con WinCC (TIA Portal) V14 o superior
Nº de scripts Visual Basic	No
Planificador de tareas	Si
• controlada por tiempo	No
• controlada por tarea	Si
Sistema de ayuda	Si
• Nº de caracteres por texto informativo	500
Sistema de avisos	
• Nº de clases de avisos	32
• Avisos de bit	
— Nº de avisos de bit	1 000
• Avisos analógicos	
— Nº de avisos analógicos	25
• Método de numeración de avisos S7	No
• Avisos del sistema HMI	Si
• avisos de sistema de otros (SIMATIC S7, SINUMERIK, SIMOTION, ...)	Si; Buffer de avisos del sistema SIMATIC S7-1200 y S7-1500
• Valores de caracteres por aviso	80
• Valores de proceso por aviso	8
• Grupos de confirmación	Si
• Indicador de avisos	Si
• Búfer de avisos	
— Nº de entradas	256
— Búfer circular	Si
— remanente	Si
— libre de mantenimiento	Si
Administración de recetas	
• Número de recetas	50
• Registros por receta	100
• Entradas por registro	100
• Tamaño de la memoria de recetas interna	256 kbyte
• Memoria de recetas ampliable	No
Variables	
• Nº de variables por equipo	800
• Nº de variables por sinóptico	100
• Valores límite	Si
• Multiplexar	Si
• Estructuras	No
• Matrices	Si
Imágenes	
• Número de imágenes configurables	250
• Ventana permanente/platilla	Si
• Imagen global	Si
• Imágenes emergentes	No
• Imágenes deslizables	No
• Selección de imagen vía PLC	Si

• N° de imagen en el PLC	Sí
Objetos gráficos	
• Número de objetos por imagen	100
• Campos de texto	Sí
• Campos de E/S	Sí
• Campos de E/S gráficos (lista de gráficos)	Sí
• Campos de E/S simbólicos (lista de textos)	Sí
• Campos de fecha/hora	Sí
• Interruptores	Sí
• Botones	Sí
• Visor de gráficos	Sí
• Iconos	Sí
• Objetos geométricos	Sí
Objetos gráficos complejos	
• Número de objetos complejos por imagen	10
• Visor de avisos	Sí
• Visor de curvas	Sí
• Visor de usuarios	Sí
• Estado/forzado	No
• Visor Sm@rtClient	No
• Visor de recetas	Sí
• Visor de curvas f(x)	No
• Visor de diagnóstico del sistema	Sí; Buffer de avisos del sistema SIMATIC S7-1200 y S7-1500
• Media Player	No
• Navegador HTML	Sí
• Visor de PDF	No
• Visor de cámara IP	No
• Barras	Sí
• Deslizadores	No
• Instrumentos de aguja	No
• Reloj analógico/digital	No
Listas	
• N° de listas de textos por proyecto	300
• N° de entradas por lista de textos	100
• N° de listas gráficas por proyecto	100
• N° de entradas por lista gráfica	100
Registro histórico	
• N° de archivos históricos por equipo	2; Un archivo de avisos y un archivo de valores del proceso
• N° de entradas por archivo histórico	10 000
• Archivo (registro histórico) de avisos	Sí
• Archivo de valor de proceso	Sí
• Métodos de archivado	
— Archivo secuencial	Sí
— Archivo cíclico	Sí
• Ubicación	
— Tarjeta de memoria	No
— Memoria USB	Sí
— Ethernet	No
• Formato de archivo de datos	
— CSV	No
— TXT	Sí
— RDB	No
Seguridad	
• Número de grupos de usuarios	50
• Número de derechos de usuario	32
• Número de usuarios	50
• Exportación/importación de contraseñas	Sí
• SIMATIC Logon	No
Juegos de caracteres	
• Fuentes de teclado	
— USA (Inglés)	Sí

Transferencia (carga/descarga)	
• MPI/PROFIBUS DP	No
• USB	No
• Ethernet	Sí
• mediante soporte de memoria externo	Sí
Acoplamiento al proceso	
• S7-1200	Sí
• S7-1500	Sí
• S7-200	Sí
• S7-300/400	Sí
• LOGO!	Sí
• Win AC	Sí
• SINUMERIK	Sí; No se puede acceder a datos NCK
• SIMOTION	Sí
• Allen Bradley (EtherNet/IP)	Sí
• Allen Bradley (DF1)	No
• Mitsubishi (MC TCP/IP)	Sí
• Mitsubishi (FX)	No
• OMRON (FINS TCP)	No
• OMRON (LINK/Multilink)	No
• Modicon (Modbus TCP/IP)	Sí
• Modicon (Modbus)	No
Herramientas/auxiliares para configuración	
• Backup/Restore	Sí
• Backup/Restore automáticos	No
• Simulación	Sí
• Conmutación de dispositivo	Sí
Periferia/Opciones	
Impresora	No
Tarjeta de memoria MM SIMATIC HMI: Multi Media Card	No
Tarjeta de memoria SD SIMATIC HMI: Tarjeta de memoria Secure Digital	No
Tarjeta de memoria CF SIMATIC HMI Tarjeta Compact Flash	No
Memoria USB	Sí
SIMATIC IPC USB-Flashdrive (lápiz USB)	Sí
Lápiz de memoria USB SIMATIC HMI (lápiz USB)	Sí
Elementos mecánicos/material	
Material de la caja (en el frente)	
• Plástico	Sí
• Aluminio	No
• Acero inoxidable	No
Dimensiones	
Ancho del frente de la caja	214 mm
Altura del frente de la caja	158 mm
Recorte para montaje, ancho	197 mm
Recorte para montaje, Altura	141 mm
Profundidad de montaje	39 mm
Pesos	
Peso (sin embalaje)	780 g
peso (con embalaje)	990 g
Última modificación:	
	11/9/2023 

Anexo C : PLC S7-1200 Siemens

SIEMENS

Hoja de datos

6ES7214-1HG40-0XB0



Figura similar

SIMATIC S7-1200, CPU 1214C, CPU compacta, DC/DC/relé, E/S integradas: 14 DI 24 V DC; 10 DO, relé 2 A; 2 AI 0-10 V DC, alimentación: DC 20,4-28,8 V DC, memoria de programas/datos 150 KB

Información general	
Designación del tipo de producto	CPU 1214C DC/DC/Relais
Versión de firmware	V4.6
Ingeniería con	
• Paquete de programación	STEP 7 V18 o superior
Tensión de alimentación	
Valor nominal (DC)	
• 24 V DC	Sí
Rango admisible, límite inferior (DC)	20,4 V
Rango admisible, límite superior (DC)	28,8 V
Protección contra inversión de polaridad	Sí
Tensión de carga L+	
• Valor nominal (DC)	24 V
• Rango admisible, límite inferior (DC)	20,4 V
• Rango admisible, límite superior (DC)	28,8 V
Intensidad de entrada	
Consumo (valor nominal)	500 mA; Solo CPU
Consumo, máx.	1 500 mA; CPU con todos los módulos de ampliación
Intensidad de cierre, máx.	12 A; con 28,8 V
I _{pt}	0,8 A ² ·s
Intensidad de salida	
Para bus de fondo (5 V DC), máx.	1 600 mA; máx. 5 V DC para SM y CM
Alimentación de sensores	
Alimentación de sensores 24 V	
• 24 V	L+ menos 4 V DC mín.
Pérdidas	
Pérdidas, típ.	12 W
Memoria	
Memoria de trabajo	
• integrada	150 kbyte
Memoria de carga	
• integrada	4 Mbyte
• enchufable (SIMATIC Memory Card), máx.	con SIMATIC Memory Card
Respaldo	
• existente	Sí
• libre de mantenimiento	Sí
• sin pila	Sí
Tiempos de ejecución de la CPU	
para operaciones de bits, típ.	0,08 µs; /instrucción

para operaciones a palabras, típ.	1,7 µs; /instrucción
para aritmética de coma flotante, típ.	2,3 µs; /instrucción
CPU-bloques	
Nº de bloques (total)	DBs, FCs, FBs, contadores y temporizadores. El número máximo de bloques direccionables es de 1 a 65535. No hay ninguna restricción, uso de toda la memoria de trabajo
OB	
• Número, máx.	Limitada únicamente por la memoria de trabajo para código
Áreas de datos y su remanencia	
Área de datos remanentes (incl. temporizadores, contadores, marcas), máx.	14 kbyte
Marcas	
• Tamaño, máx.	8 kbyte; Tamaño del área de marcas
Datos locales	
• por cada prioridad, máx.	16 kbyte; Clase de prioridad 1 (ciclo de programa): 16 kbyte, clase de prioridad 2 a 26: 6 kbytes
Área de direcciones	
Imagen del proceso	
• Entradas, configurables	1 kbyte
• Salidas, configurables	1 kbyte
Configuración del hardware	
Nº de módulos por sistema, máx.	3 Communication Module, 1 Signal Board, 8 Signal Module
Hora	
Reloj	
• Reloj de hardware (en tiempo real)	SI
• Duración del respaldo	480 h; típicamente
• Desviación diaria, máx.	±60 s/mes a 25 °C
Entradas digitales	
Nº de entradas digitales	14; integrado
• De ellas, entradas usable para funciones tecnológicas	6; HSC (High Speed Counting)
Fuente/sumidero (M/P)	SI
Número de entradas atacables simultáneamente	
Todas las posiciones de montaje	
— hasta 40 °C, máx.	14
Tensión de entrada	
• Valor nominal (DC)	24 V
• para señal "0"	5 V DC, con 1 mA
• para señal "1"	15 V DC at 2,5 mA
Retardo a la entrada (a tensión nominal de entrada)	
para entradas estándar	
— parametrizable	0,2 ms, 0,4 ms, 0,8 ms, 1,6 ms, 3,2 ms, 6,4 ms y 12,8 ms, elegible en grupos de 4
— en transición "0" a "1", máx.	0,2 ms
— en transición "0" a "1", máx.	12,8 ms
para entradas de alarmas	
— parametrizable	SI
para funciones tecnológicas	
— parametrizable	Monofásica: 3 @ 100 kHz y 3 @ 30 kHz, Diferencial: 3 @ 80 kHz y 3 @ 30 kHz
Longitud del cable	
• apantallado, máx.	500 m; 50 m para funciones tecnológicas
• no apantallado, máx.	300 m; para funciones tecnológicas: No
Salidas digitales	
Número de salidas	10; Relé
Poder de corte de las salidas	
• con carga resistiva, máx.	2 A
• con carga tipo lámpara, máx.	30 W con DC, 200 W con AC
Retardo a la salida con carga resistiva	
• "0" a "1", máx.	10 ms; máx.
• "1" a "0", máx.	10 ms; máx.
Salidas de relé	
• Nº de salidas relé	10
• Número de ciclos de maniobra, máx.	mecánicos: 10 millones, con tensión nominal de carga: 100 000

Longitud del cable	
• apantallado, máx.	500 m
• no apantallado, máx.	150 m
Entradas analógicas	
Nº de entradas analógicas	2
Rangos de entrada	
• Tensión	SI
Rangos de entrada (valores nominales), tensiones	
• 0 a +10 V	SI
— Resistencia de entrada (0 a 10 V)	≥100 kohmios
Longitud del cable	
• apantallado, máx.	100 m; trenzado y apantallado
Salidas analógicas	
Nº de salidas analógicas	0
Formación de valor analógico para entradas	
Tiempo de integración y conversión/resolución por canal	
• Resolución con rango de rebase (bits incl. signo), máx.	10 bit
• Tiempo de integración parametrizable	SI
• Tiempo de conversión (por canal)	625 µs
Sensor	
Sensores compatibles	
• Sensor a 2 hilos	SI
1. Interfaz	
Tipo de interfaz	PROFINET
con aislamiento galvánico	SI
Detección automática de la velocidad de transferencia	SI
Autonegociación	SI
Autocrossing	SI
Física de la interfaz	
• RJ 45 (Ethernet)	SI
• Número de puertos	1
• Switch integrado	No
Protocolos	
• PROFINET IO-Controller	SI
• PROFINET IO-Device	SI
• Comunicación SIMATIC	SI
• Comunicación IE abierta	SI; También disponible cifrada
• Servidores web	SI
• Redundancia del medio	No
PROFINET IO-Controller	
• Velocidad de transferencia, máx.	100 Mbit/s
Servicios	
— Comunicación PG/OP	SI; cifrado preajustado mediante TLS V1.3
— Modo isócrono	No
— IRT	No
— PROFIenergy	No
— Arranque priorizado	SI
— Número de dispositivos IO con arranque preferente, máx.	16
— Nº de IO Devices que se pueden conectar en total, máx.	16
— Nº de IO-Devices conectables para RT, máx.	16
— de ellos, en línea, máx.	16
— Activar/desactivar IO Devices	SI
— Nº de IO-Devices activables/desactivables simultáneamente, máx.	8
— Tiempo de actualización	El valor mínimo del tiempo de actualización depende además del componentes para comunicación ajustado para PROFINET IO, del número de dispositivo IO y de la cantidad de datos de usuario configurados.
PROFINET IO-Device	
Servicios	
— Comunicación PG/OP	SI; cifrado preajustado mediante TLS V1.3

— Modo isócrono	No
— IRT	No
— PROFIenergy	Sí
— Shared Device	Sí
— N° de IO Controller con Shared Device, máx.	2
Protocolos	
Soporta protocolo para PROFINET IO	Sí
Soporta protocolo para PROFI-safe	No
PROFIBUS	Sí; Requiere CM 1243-5 (maestro) o CM 1242-5 (esclavo)
OPC UA	Sí; OPC UA Server
AS-Interface	Sí; Se requiere un CM 1243-2
Protocolos (Ethernet)	
• TCP/IP	Sí
• DHCP	No
• SNMP	Sí
• DCP	Sí
• LLDP	Sí
Funcionamiento redundante	
Redundancia del medio	
— MRP	No
— MRPD	No
Comunicación SIMATIC	
• S7-Routing	Sí
Comunicación IE abierta	
• TCP/IP	Sí
— Tamaño de datos, máx.	8 kbyte
• ISO-on-TCP (RFC1006)	Sí
— Tamaño de datos, máx.	8 kbyte
• UDP	Sí
— Tamaño de datos, máx.	1 472 byte
Servidores web	
• Soporta	Sí
• Páginas web definidas por el usuario	Sí
OPC UA	
• Requiere licencia runtime	Sí; licencia "Basic" necesaria
• OPC UA Server	Sí; acceso a datos (Read, Write, Subscribe), llamada de método, requiere licencia runtime
— Autenticación de aplicaciones	Políticas de seguridad disponibles: ninguna, Basic128Rsa15, Basic256Rsa15, Basic256Sha256
— Autenticación de usuarios	"Anónimo o mediante nombre de usuario y contraseña
— Número de sesiones, máx.	10
— Número de suscripciones por sesión, máx.	5
— Intervalo de muestreo, mín.	100 ms
— Intervalo de emisión, mín.	200 ms
— Número de métodos de servidor, máx.	20
— Número de elementos vigilados (monitored items), máx. recomendado	1 000
— Número de interfaces del servidor, máx.	2
— Número de nodos en interfaces del servidor definidas por el usuario, máx.	2 000
Otros protocolos	
• MODBUS	Sí
funciones de comunicación / título	
Comunicación S7	
• Soporta	Sí
• como servidor	Sí
• Como cliente	Sí
• Datos útiles por petición, máx.	ver la Ayuda online (S7 communication, User data size)
N° de conexiones	
• total	conexiones PG: 4 reservadas/4 máx.; conexiones HMI: 12 reservadas/18 máx.; conexiones S7: 8 reservadas/14 máx.; conexiones Open User: 8 reservadas/14 máx.; conexiones web: 2 reservadas/30 máx.; conexiones OPC UA: 0 reservadas/10 máx.; conexiones totales: 34 reservadas/64 máx.

Funciones de test y puesta en marcha	
Estado/forzado	
• Estado/forzado de variables	Sí
• Variables	Entradas/salidas, marcas, DB, E/S de periferia, tiempos, contadores
Forzado permanente	
• Forzado permanente	Sí
Búfer de diagnóstico	
• existente	Sí
Traces	
• Número de Traces configurables	2
• Tamaño de memoria por Trace, máx.	512 kbyte
Alarmas/diagnósticos/información de estado	
LED señalizador de diagnóstico	
• LED RUN/STOP	Sí
• LED ERROR	Sí
• LED MAINT	Sí
Funciones integradas	
Contadores	
• N° de contadores	6
• Frecuencia de conteo máx.	100 kHz
Medida de frecuencia	Sí
Posicionamiento en lazo abierto	Sí
Número de ejes de posicionamiento con regulación de posición, máx.	8
Número de ejes de posicionamiento mediante interfaz impulsos/sentido	hasta 4 con SB 1222
Regulador PID	Sí
N° de entradas de alarma	4
Aislamiento galvánico	
Aislamiento galvánico módulos de E digitales	
• Aislamiento galvánico módulos de E digitales	500 V AC durante 1 minuto
• entre los canales, en grupos de	1
Aislamiento galvánico módulos de S digitales	
• Aislamiento galvánico módulos de S digitales	Relé
• entre los canales	No
• entre los canales, en grupos de	2
CEM	
Inmunidad a perturbaciones por descargas de electricidad estática	
• Inmunidad a perturbaciones por descargas de electricidad estática IEC 61000-4-2	Sí
— Tensión de ensayo con descarga en aire	8 kV
— Tensión de ensayo para descarga por contacto	6 kV
Inmunidad a perturbaciones conducidas	
• Inmunidad a perturbaciones en cables de alimentación según IEC 61000-4-4	Sí
• Inmunidad a perturbaciones por cables de señales IEC 61000-4-4	Sí
Inmunidad a perturbaciones por tensiones de choque (sobretensión transitoria)	
• Inmunidad a perturbaciones en cables de alimentación según IEC 61000-4-5	Sí
Inmunidad a perturbaciones conducidas, inducidas mediante campos de alta frecuencia	
• Inmunidad a campos electromagnéticos radiados a frecuencias radioeléctricas según IEC 61000-4-6	Sí
Emisión de radiointerferencias según EN 55 011	
• Clase de límite A, para aplicación en la industria	Sí; Grupo 1
• Clase de límite B, para aplicación en el ámbito residencial	Sí; Si se garantiza mediante medidas oportunas que se cumplen los valores límite de la clase B según EN 55011
Grado de protección y clase de protección	
Grado de protección IP	IP20
Normas, homologaciones, certificados	
Marcado CE	Sí
Homologación UL	Sí
cULus	Sí

Homologación FM	Si
RCM (anteriormente C-TICK)	Si
Homologación KC	Si
Homologaciones navales	Si
Condiciones ambientales	
Caída libre	
• Altura de caída, máx.	0,3 m; Cinco veces, en embalaje de envío
Temperatura ambiente en servicio	
• mín.	-20 °C
• máx.	60 °C; N.º de entradas o salidas conectadas al mismo tiempo: 7 o 5 (sin puntos contiguos) con 60 °C en horizontal o 50 °C en vertical, 14 o 10 con 55 °C en horizontal o 45 °C en vertical
• Posición de montaje horizontal, mín.	-20 °C
• Posición de montaje horizontal, máx.	60 °C
• Posición de montaje vertical, mín.	-20 °C
• Posición de montaje vertical, máx.	50 °C
Temperatura ambiente en almacenaje/transporte	
• mín.	-40 °C
• máx.	70 °C
Presión atmosférica según IEC 60068-2-13	
• En servicio mín.	795 hPa
• En servicio máx.	1 080 hPa
• Almacenamiento/transporte, mín.	660 hPa
• Almacenamiento/transporte, máx.	1 080 hPa
Altitud en servicio referida al nivel del mar	
• Altitud de instalación, mín.	-1 000 m
• Altitud de instalación, máx.	5 000 m; Restricciones con alturas de instalación > 2 000 m, ver Manual
Humedad relativa del aire	
• En servicio máx.	95 %; sin condensación
Vibraciones	
• Resistencia a vibraciones durante el funcionamiento según IEC 60068-2-6	Montaje en pared 2 g (m/s²); perfil DIN 1 g (m/s²)
• En servicio, según DIN IEC 60068-2-6	Si
Ensayo de resistencia a choques	
• ensayado según DIN IEC 60068-2-27	Si; IEC 68, parte 2-27; semisinusoide: fuerza de choque 15 g (valor de cresta), duración 11 ms
Concentraciones de sustancias contaminantes	
• SO2 con HR < 60% sin condensación	SO2: < 0,5 ppm; H2S: < 0,1 ppm; HR < 60% sin condensación
configuración / título	
configuración / programación / título	
Lenguaje de programación	
— KOP	Si
— FUP	Si
— SCL	Si
Protección de know-how	
• Protección de programas de usuario/Protección por contraseña	Si
• Protección contra copia	Si
• Protección de bloques	Si
Protección de acceso	
• protección de los datos de configuración confidenciales	Si
• Nivel de protección: Protección contra escritura	Si
• Nivel de protección: Protección contra escritura/lectura	Si
• Nivel de protección: Protección completa	Si
programación / vigilancia de tiempo de ciclo / título	
• Configurable	Si
Dimensiones	
Ancho	110 mm
Altura	100 mm
Profundidad	75 mm
Pesos	
Peso, aprox.	435 g