

Instituto de Educación Superior Tecnológico Público "De las Fuerzas Armadas"



TRABAJO DE APLICACIÓN PROFESIONAL

DISEÑO DE PROTOTIPO DE UN SISTEMA AUTOMATIZADO CON CONTROLADOR DE TEMPERATURA PARA EL PASTEURIZADO MULTIFUNCIONAL DE BEBIDAS

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL TÉCNICO EN
ELECTRÓNICA INDUSTRIAL**

PRESENTADO POR:

FLORES MORILLO, Manuel Elias

LIMA-PERÚ

2024

A Dios, que es fuente de amor y guía de mi camino que ilumina y sostiene mi fe inquebrantable.

A mis padres, quienes me enseñaron el valor del sacrificio y el amor incondicional son mi fuente de fortaleza y mi ejemplo de vida.

A mis hermanos que me enseñaron que estarán conmigo en los momentos sombríos del camino.

A las personas que confiaron en mí, cuya camaradería es un tesoro invaluable.

Les dedico mi gratitud y mi camino porque ustedes son el verdadero significado de amor y la amistad.

Agradecimientos

A Dios por ser motivo de fe y esperanza, cuya presencia y amor infinito me sostienen en mi camino y cada paso doy.

A mi madre Martina Morillo Chinchayhuara, que me enseñó el significado de esfuerzo y sacrificio, con un amor incondicional que no tiene precio.

A mi padre Segundo Eusebio Flores Nuñez, que me enseñó que cada sacrificio tiene su recompensa.

Al glorioso Ejército del Perú, que es gracias a mi instrucción militar que puedo dar este paso importante en mi vida.

Al Instituto de Educación Superior Tecnológica Pública de las Fuerzas Armadas, por brindarme la oportunidad de aprender en un centro de educación de prestigio.

A mis docentes de la carrera de Electrónica Industrial que se esforzaron por brindarme sus conocimientos e inculcarme hasta dominar cada tema.

A la empresa. Soluciones de Ingeniería Electro Mecánica Perú S.A.C. (Soliem Perú S.A.C), que es gracias a su gerente Pelayo Macha Escobedo, que se pudo realizar este proyecto.

Índice

Caratula	
Dedicatoria	
Agradecimientos	
Índice	
Índice de figuras	
Resumen	
Abstract	
Capítulo I Definición del problema	
1.1 Formulación del problema.	11
1.1.1 Problema general	12
1.1.2 Problemas específicos.....	12
1.2 Objetivos	13
1.2.1 Objetivo general.....	13
1.2.2 Objetivos específicos	13
1.3 Justificación.....	13
Capítulo II Marco teórico	
2.1 Estado del Arte	16
2.1.1 Antecedentes Internacionales	16
2.1.2 Antecedentes Nacionales.....	17
2.2 Bases teóricas	18
2.2.1 Concepto de diseño	18
2.2.2 Concepto de prototipo	18
2.2.3 Automatización	19
2.2.4 Sistema de pasteurización	21
2.2.5 Autodesk Inventor	25
2.2.6 Definición de acero inoxidable AISI 304.....	25
2.2.7 Intercambiador de calor.....	26
2.2.8 Banco de resistencias para calentar de agua.....	28
2.2.9 Interruptor termomagnético.....	28
2.2.10 Interruptor diferencial	29
2.2.11 Contactor	29
2.2.12 Relé encapsulado.....	31
2.2.13 Fuente de alimentación 220v AC – 24v DC.....	32
2.2.14 Controlador de temperatura.....	33
2.2.15 Electroválvulas	36

2.2.16	Bomba centrífuga Leo ABK50D.....	38
2.2.17	Sensor de temperatura RTD Pt100.....	39
2.2.18	Temporizador analógico.....	40
Capítulo III Desarrollo del trabajo		
3.1	Finalidad.....	42
3.2	Propósito	42
3.3	Componentes.....	42
3.4	Actividades.....	45
	Primera etapa.....	45
	Segunda etapa Fabricación de la estructura del pasteurizador	46
	Tercera etapa Diseño, Instalación e Implementación del Sistema Eléctrico.....	48
	Cuarta etapa Funcionamiento, Pruebas y Mejoras	50
3.5	Limitaciones.....	51
Capítulo IV Resultados		
	Resultados	55
Capítulo V Conclusiones y Recomendaciones		
	Conclusiones	58
	Recomendaciones.....	59
	Referencias bibliográficas	60
Apéndices		
	Apéndice A Cronograma de actividades.....	66
	Apéndice B Cronograma de Presupuesto.....	68
	Apéndice C Manual de Usuario	70

Índice de figuras

Figura 1	Proceso de pasteurización HTST	23
Figura 2	Proceso de pasteurización UHT	23
Figura 3	Proceso de pasteurización VAT	24
Figura 4	Software Autodesk Inventor.....	25
Figura 5	Dibujo de Intercambiador de calor.....	27
Figura 6	Resistencia Eléctricas de agua.....	28
Figura 7	Relevador encapsulado.....	32
Figura 8	Fuente de alimentación 220 a 24V	33
Figura 9	Controlador de temperatura Hanyoung	35
Figura 10	Controlador de temperatura Autonics	36
Figura 11	Electroválvula.....	37
Figura 12	Bomba centrífuga	38
Figura 13	Sensor de temperatura	39
Figura 14	Temporizador	40
Figura 15	Dibujo en Autodesk Inventor de prototipo.....	45
Figura 16	Fabricación de la base del prototipo.....	46
Figura 17	Pre ensamblaje del prototipo del sistema pasteurizado automatizado	47
Figura 18	Prototipo acabado, soldado con soldadura tic y limpiado con un acabado brillante	47
Figura 19	Diseño del sistema eléctrico de control, realizado en CADe_SIMU	48
Figura 20	Diseño del sistema de fuerza del prototipo, realizado en CADe_SIMU.....	49
Figura 21	Selección y presentación de componentes eléctricos en tablero del prototipo de pasterizado multifuncional.....	49
Figura 22	Cableado y acondicionamiento del tablero de control y fuerza	50
Figura 23	Acondicionamiento de los desfogues en parte inferior de ambos depósitos de la estructura.	50
Figura 24	Pruebas con un pirómetro externo para medir la temperatura del producto	51

Resumen

El presente trabajo de investigación se muestra cómo se desarrolla un prototipo de sistema automatizado para realizar pasteurización que sea capaz de procesar diversos tipos de bebidas, optimizando el control de temperatura en el prototipo, así mismo muestra que al realizar el pasteurizado de bebidas de manera convencional se presentan limitaciones significativas en términos de facilidad de realizarlo, especialmente cuando se trata de pasteurizar diversos tipos de bebidas.

El objetivo de este prototipo es lograr el proceso de pasteurización para líquidos como leche, cerveza y néctares de frutas, mejorando la calidad y su eficiencia al pasteurizar, que resultan ser beneficiosas en las industrias de alimentación.

Para controlar la temperatura se utilizó controladores de temperatura con sensores pt100 RTD, utilizando el método experimental, para el proceso se utilizó 2 recipientes con capacidad de 20 litros, una resistencia eléctrica, electroválvulas, electrobombas, intercambiador de calor, elementos con los cuales es posible desarrollar de manera automatizada todo el proceso, para considerar el producto final de excelente calidad.

Una vez realizado el prototipo se realizaron pruebas con el propósito de contribuir a mejorar la calidad de los productos que son bebibles, con fin de ayudar a reducir enfermedades como infecciones, neumonía, enfermedades hepáticas, entre otros.

Palabras clave: Pasteurizadora automatizada, pasteurizadora multifuncional, pasteurizadora con resistencia eléctrica, pasteurizadora con controladores de temperatura, sensor de temperatura, intercambiador de calor.

Abstract

This research work demonstrates how a prototype of an automated system for pasteurization is developed, capable of processing various types of beverages while optimizing temperature control in the prototype. It also shows that when performing conventional pasteurization of beverages, significant limitations arise in terms of ease of execution, especially when it comes to pasteurizing different types of beverages.

The objective of this prototype is to achieve the pasteurization process for liquids such as milk, beer, and fruit nectars, improving quality and efficiency in pasteurization, which prove to be beneficial in the food industries.

To control the temperature, temperature controllers with PT100 RTD sensors were used, employing the experimental method. For the process, two containers with a capacity of 20 liters were used, along with an electric heating element, solenoid valves, electric pumps, and a heat exchanger. These components made it possible to develop the entire process in an automated manner, ensuring a final product of excellent quality.

Once the prototype was completed, tests were conducted with the purpose of contributing to the improvement of the quality of drinkable products, with the aim of helping to reduce diseases such as infections, pneumonia, liver diseases, among others.

Keywords: Automated pasteurizer, multifunctional pasteurizer, pasteurizer with electric heating element, pasteurizer with temperature controllers, temperature sensor, heat exchanger.

Capítulo I
Definición del problema

1.1 Formulación del problema.

(Citrofrut, 2024) indicó que la pasteurización es un proceso indispensable para la producción de jugos, permitiendo que los consumidores disfruten de un producto, que además de ser delicioso, cuenta con garantías higiénicas y sanitarias para cuidar su salud de enfermedades, infecciones o intoxicaciones.

El estudio realizado por el laboratorio de prácticas profesionales de bacteriología en la Escuela de Bioanálisis, Facultad de Ciencias de la Salud, Universidad de Carabobo, Venezuela 2013, la evaluación de la calidad higiénico-sanitaria de leche cruda y pasteurizada de las cuales fueron analizadas 100 muestras de leche pasteurizada y 40 de leche cruda, los resultados encontrados por la Universidad demostraron que es necesario que las autoridades de salud, implementen medidas más estrictas en el control sanitario de la leche ya que fueron identificados microorganismos patógenos perjudiciales para el consumo.

(The Food Tech, 2024) describió que la pasteurización representa una fase crítica en el aseguramiento de la calidad y seguridad del producto. Este proceso, que implica el calentamiento del líquido a una temperatura específica para eliminar microorganismos patógenos, es fundamental para prolongar la vida útil de alimentos y bebidas sin alterar sus cualidades organolépticas.

(Guevara, 2018) explicó en el estudio realizado de la Evaluación Físico-Química e Higiénica de la producción de leche fresca en el distrito de Socotá, Cutervo, Cajamarca, 2015 realizado por la Facultad de Ciencias Biológicas. Universidad Nacional de Trujillo-Perú tuvo como objetivo evaluar la calidad físico-química e higiénica de la producción de leche fresca de los establos ubicados en el distrito de Socotá, Cutervo, Cajamarca en el año 2015. Recolectaron 32 muestras de leche pasteurizada para proceder y realizar evaluaciones. Demostraron que los resultados de la evaluación fisicoquímica e higiénica si cumple con los parámetros establecidos, y que la leche tiene una buena calidad fisicoquímica e higiénica y se encuentra en buenas condiciones para el consumo humano.

El método de pasteurización de leche u otras bebidas, generalmente al consumirla se encuentran con bacterias que al ingerirlas estamos perjudicando la salud del consumidor; por ende, al llegar a este punto de la problemática, se observa en distintos puntos a nivel nacional; por ese motivo, se acude a este ejemplo para diseñar y desarrollar un prototipo de un sistema automatizado con controlador de temperatura para el pasteurizado multifuncional de bebidas.

1.1.1 Problema general

¿Cómo se diseña un prototipo de un sistema automatizado con controladores de temperatura para el pasteurizado multifuncional de bebidas, con el fin de mejorar la seguridad alimentaria?

1.1.2 Problemas específicos

¿Cómo se diseña una estructura para automatizar el pasteurizado multifuncional de bebidas, con el fin de mejorar la seguridad alimentaria?

¿Cómo se diseña y se parametriza el sistema automatizado con controladores de temperatura para el pasteurizado multifuncional de bebidas, con el fin de mejorar la seguridad alimentaria?

¿Cómo se implementa el sistema y la instalación de sensores en la estructura para el pasteurizado multifuncional de bebidas, con el fin de mejorar la seguridad alimentaria?

¿Cómo realizar la prueba de funcionamiento del sistema automatizado con controladores de temperatura para el pasteurizado multifuncional de bebidas, con el fin de mejorar la producción y garantizar la seguridad alimentaria?

1.2 Objetivos

1.2.1 Objetivo general

Diseñar el prototipo de un sistema automatizado con controlador de temperatura para el pasteurizado multifuncional de bebidas, con el fin de garantizar la seguridad alimentaria.

1.2.2 Objetivos específicos

Diseñar el prototipo de una estructura para automatizar el pasteurizado multifuncional de bebidas, con el fin de mejorar la producción y garantizar la seguridad alimentaria.

Diseñar y parametrizar el sistema automatizado con controladores de temperatura para el pasteurizado multifuncional de bebidas, con el fin de mejorar la producción y garantizar la seguridad.

Instalar el sistema y sensores en la estructura para el pasteurizado multifuncional de bebidas, con el fin de mejorar la producción y garantizar la seguridad alimentaria.

Realizar las pruebas de funcionamiento del sistema automatizado con controladores de temperatura para el pasteurizado multifuncional de bebidas, con el fin de mejorar la producción y garantizar la seguridad alimentaria.

1.3 Justificación

La pasteurización de bebidas garantiza más seguridad y calidad de las bebidas, ya que este proceso garantiza eliminar los microorganismos patógenos que son perjudiciales para la salud del ser humano ya que, al consumir las bebidas sin pasteurizar, se ingiere microorganismos perjudiciales al ser humano o bacterias que pueden llevar a enfermar al ser humano, por ello al realizarla de manera convencional, suele llevar a errores, inconsistencias y a la necesidad de una

supervisión constante.

Por ese motivo y por la demanda de colocar nuevos productos al mercado con diferentes tecnologías, mejorar y aumentar la eficiencia automatizada del pasteurizado de bebidas, garantizar la seguridad y calidad del producto; surge la necesidad de Diseñar el prototipo de un sistema automatizado de pasteurizado multifuncional de bebidas con controlador de temperatura, con el fin de mejorar la producción y garantizar la seguridad alimentaria.

Capítulo II
Marco teórico

2.1 Estado del Arte

2.1.1 Antecedentes Internacionales

Negri (2021), en su tesis titulada *Elaboración de zumos pasteurizados mediante tratamiento térmico convencional y calentamiento óhmico a partir de zanahoria de descartes*, para optar el título de doctorado en ciencias en la Universidad Nacional de Educación a Distancia (UNED), España. El objetivo de esta tesis es aplicar la tecnología de calentamiento óhmico a descartes de zanahoria para obtener un zumo pasteurizado, con propiedades fisicoquímicas, microbiológicas y sensoriales similares a las del zumo fresco y mejoradas en relación a las del zumo preparado por tratamiento térmico convencional, y adicionalmente, proponer una estrategia para valorizar y aprovechar el residuo de la elaboración de zumo de zanahoria. La metodología fue del tipo diseño experimental. Se tuvo como conclusión obtener un alimento microbiológicamente estable durante 60 días (con refrigeración a 4 °C) y con actividad enzimática inhibida.

Bernal (2022), en su tesis presentada con el título “*Efecto de la pasteurización por calentamiento óhmico en las características fisicoquímicas y microbiológicas de cerveza*”, para optar el título de Magister en ciencia y tecnología de los alimentos en la Universidad Nacional de Colombia, Colombia. Cuyo objetivo fue evaluar el efecto de la pasteurización por calentamiento óhmico en las características, fisicoquímicas y microbiológicas de cerveza. La metodología usada fue de investigación aplicada y tuvo como conclusión que la cerveza se almacenó durante 20 días, tiempo durante el cual se observó estabilidad microbiana, lo que indica que no hubo aumento de patogenicidad. Además, la estabilidad de la relación de acidez se mantuvo a un nivel aceptable, lo que indica que el tratamiento fue eficaz para preservar estas importantes características de calidad de la cerveza. Sin embargo, el factor decisivo al final de la vida de una cerveza fue el color, que tiene una característica única y exclusiva de la cerveza. Estos cambios de color, similar a la oxidación, son variables importantes que afectan la apariencia y la calidad del producto final. Por lo tanto, aunque la cerveza conserva buenas propiedades microbiológicas y acidez, el color distintivo es decisivo para determinar su vida útil.

González, (2023) en su tesis presentada con el título “*Procesos de pasteurización recomendados por la literatura científica entre 1975 y 2021: Revisión sistemática*”, para optar al título de ingeniero en alimentos en la Universidad de Chile, Chile. El objetivo Entregar una visión general sobre los procesos de pasteurización a través de un análisis sistemático y bibliométrico de las publicaciones científicas entre los años 1975 y 2021. Con la metodología de revisión sistemática y tuvo como conclusión donde la leche es rica en nutrientes, proporciona un entorno excelente para el crecimiento de los microbios, que se deterioran rápidamente si no se realiza un tratamiento adecuado para controlarlos. Por ese motivo, es importante tomar medidas de seguridad adicionales para evitar daños. Garantizar la seguridad y la calidad de la leche y los productos lácteos. Con el desarrollo de tecnologías de pasteurización que debe proporcionar soluciones rentables y sostenibles.

2.1.2 Antecedentes Nacionales

Adrianzén y Nole, (2022), tuvo como finalidad valorar los efectos de los ultrasonidos y la pasteurización sobre las características fisicoquímicas y microbiológicas de la leche de cabra de la raza Saanen. La metodología fue experimental con un enfoque cuantitativo. Las conclusiones determinan que existe diferencia estadística entre la leche fresca y la leche tratada; la leche con tratamiento pasteurizado estadísticamente es igual al tratamiento de ultrasonido, en su investigación indican que la leche fresca tiene en mayor cantidad de coliformes que en la leche tratada, es decir, mayor cantidad de bacterias.

Alberca et al. (2020), su objetivo fue ejecutar un cálculo de energía y multitud de la esterilización de la leche, con la metodología aplicada – cuantitativa y tuvo como conclusión, según las investigaciones, las características únicas de diseño de un calentador de agua utilizando un enfoque basado en la literatura. Así mismo indica que se necesitan 67,264.50 Btu/h para calentar 10 galones/min de agua, por otro lado, el diámetro óptimo lo desarrolló considerando las variaciones dinámicas del sistema, así como la presión de vapor del revestimiento y el caudal de agua

de la tubería además indica que es posible proponer a la industria lechera la aplicación de modelos matemáticos, para así, analizar la mayoría de parámetros y perturbaciones que interviene en el tratamiento de la leche, es decir, un cálculo calórico necesario para calentar agua.

Mera, (2022), con el título presentado, *Efecto del tiempo y temperatura de pasteurización en cinética de degradación de fenoles en el zumo de mora (rubus ulmifolius.)* para optar el título profesional de Ingeniero Agroindustrial y Comercio Exterior, en la Universidad Señor de Sipán, Pimentel, Perú. Con el objetivo de Evaluar el efecto de la pasteurización en cinética de degradación de fenoles del zumo de Mora. Utilizando la metodología experimental y tuvo como conclusión donde se determinó que durante el almacenamiento del zumo de mora pasteurizada a 10, 20 y 30 días, no existieron variaciones significantes en el día 10, es decir, mantuvo su calidad microbiológica (mohos y levaduras), sin embargo, superó los límites establecidos según la normativa nacional (1-10ufc/ml) en el día 20 y 30 de almacenamiento.

2.2 Bases teóricas

2.2.1 Concepto de diseño

Es una manera de interpretar objetos, facilitando la representación mental y detallarlo gráficamente, esto con el fin de, describirlo y detallar sus características, el cual se emplea en diferentes rubros permitiendo realizar los proyectos detalladamente (Pérez , 2021).

2.2.2 Concepto de prototipo

En la actualidad se realizan múltiples prototipos de diferentes tipos de sistemas, con el fin de, demostrar su utilidad experimental, puesto que, se utiliza para realizar pruebas, mejorar un diseño anterior, es un modelo a escala o una versión temprana, es decir, es una versión preliminar de un producto o sistema, el cual sirve como base para futuros sistemas, y evaluar antes de la producción en masa (Universidad Europea, 2024).

2.2.3 Automatización

La automatización consiste en usar la tecnología para realizar tareas con muy poca intervención humana. Se puede implementar en cualquier sector en el que se lleven a cabo tareas repetitivas. Sin embargo, es más común en aquellos relacionados con la fabricación, la robótica y los automóviles, así como en los sistemas de TI (Red Hat, 2024).

Por otro lado, un sistema automatizado consta de dos componentes que son muy importante en la automatización, hablamos de:

Sistema de control: El cual es el conjunto de componentes que gestionan, regulan y supervisan el proceso automatizado.

Sistema de fuerza: También conocido como sistema de potencia, es el conjunto de componentes que ejecutan las acciones físicas en el proceso.

2.2.3.1 Componentes para la automatización

Los sistemas de automatización integran diversos componentes que trabajan en conjunto para controlar y optimizar procesos.

Para automatizar un sistema se requiere de controladores, sensores, actuadores, dispositivos de emergencia y pueden categorizarse según su función en el proceso de control y el flujo de información.

a. Controladores

(SDI Industrial, 2022) afirmó un controlador es un dispositivo que actúa como el cerebro de todo un sistema, monitoreando y modificando los resultados; pueden ser programados con diferentes tipos de lógica y algoritmos o

lenguajes comunes entre este modo tenemos el lenguaje Ladder, GRAFCET, lenguajes de alto nivel; dependiendo del manual de fabricante y teniendo como:

- Entrada: Recibiendo información del sistema a controlar mediante sensores.
- Procesamiento: El cual se encarga de analizar la información y de acuerdo al resultado toma decisiones basadas al tipo de programación.
- Salida: Envía señales a los actuadores para ajustar el sistema.

b. Sensores

(National Institute of Biomedical Imaging and Bioengineering, 2022) expresó un sensor es un dispositivo que se encarga de detectar y responde a algún tipo de entrada del entorno físico, convirtiendo esta información en una señal que puede ser medida o interpretada, asimismo es la que se encarga de transformar las magnitudes de físicas a señales eléctricas que para que sen interpretadas por los controladores o sistemas electrónicos.

Entre los tipos de sensor tenemos, sensores según su variable de medición.

- Temperatura (termopares, termistores, RTD)
- Presión (piezoeléctricos, capacitivos)
- Posición (potenciómetros, encoders)
- Velocidad (tacómetros)
- Luz (fotocélulas, fotodiodos)
- Humedad (capacitivos, resistivos)
- Sonido (micrófonos)
- Proximidad (inductivos, capacitivos, ultrasónicos)

c. Actuadores

Un actuador es un dispositivo que convierte la energía en movimiento o que se utiliza para aplicar fuerza. El dispositivo toma energía de una determinada fuente (que puede ser energía creada por aire, líquido o electricidad) y la convierte en el movimiento deseado. Los dos tipos de movimiento básico deseados son lineal y rotativo, pero también es común el movimiento oscilatorio (Actuadores, 2021).

Los actuadores pueden operar mediante diversos principios, incluyendo eléctricos, hidráulicos, neumáticos o térmicos, y su selección depende de factores como la precisión requerida, la fuerza o par necesario, la velocidad de respuesta, y las condiciones ambientales de operación.

d. Dispositivos de seguridad

Elementos que garantizan la operación segura del sistema, como paradas de emergencia o sensores de seguridad, además son componentes críticos en los sistemas de automatización, diseñados para proteger a los operarios, el equipo y el entorno de trabajo (Pilz, 2024).

2.2.4 Sistema de pasteurización

La pasteurización consiste en el tratamiento del calor de un producto para matar todas las bacterias patógenas y reducir la actividad enzimática. El objetivo es hacer que los productos sean seguros para el consumo y que tengan una vida útil más prolongada (Tetra Park, 2024).

Mediante el proceso del calentamiento se logra eliminar las bacterias que son perjudiciales para la salud, el proceso de pasteurizado se realiza desde un rango de 55 grados centígrados hasta 75 grados centígrados, y existen diferentes modos de realizar el proceso de pasteurización entre ellas tenemos:

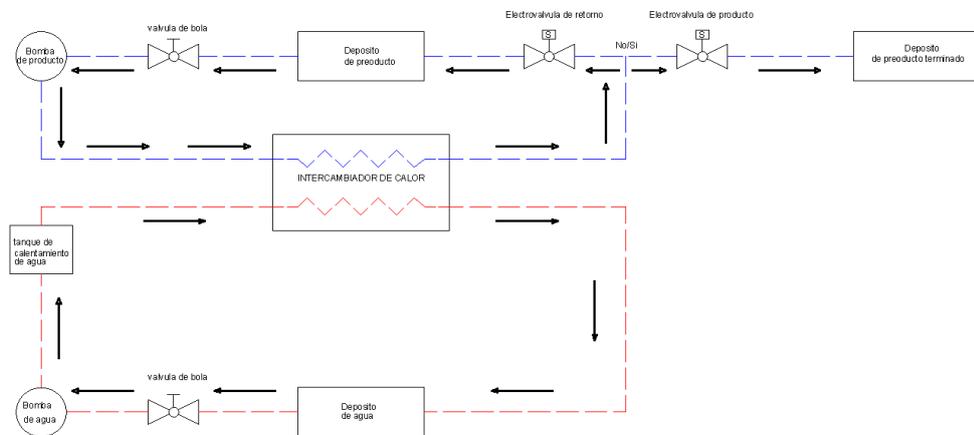
a. Proceso HTST

El proceso HTST sus siglas del inglés significa High Temperature Short Time traducido al español significa Alta Temperatura Corto Tiempo

La pasteurización HTST se eleva la temperatura a un rango de 72 - 78°C por un periodo de 15 segundos (Chicaza, 2020).

Para la pasteurización en este método existen dos métodos batch y el proceso de flujo continuo, en el primer caso consiste en calentar el producto en un recipiente estanco, en el caso del proceso de flujo continuo consiste necesariamente en circular el producto entre placas metálicas al cual se le conoce como un intercambiador de calor, actualmente es el más usado en las grandes empresas.

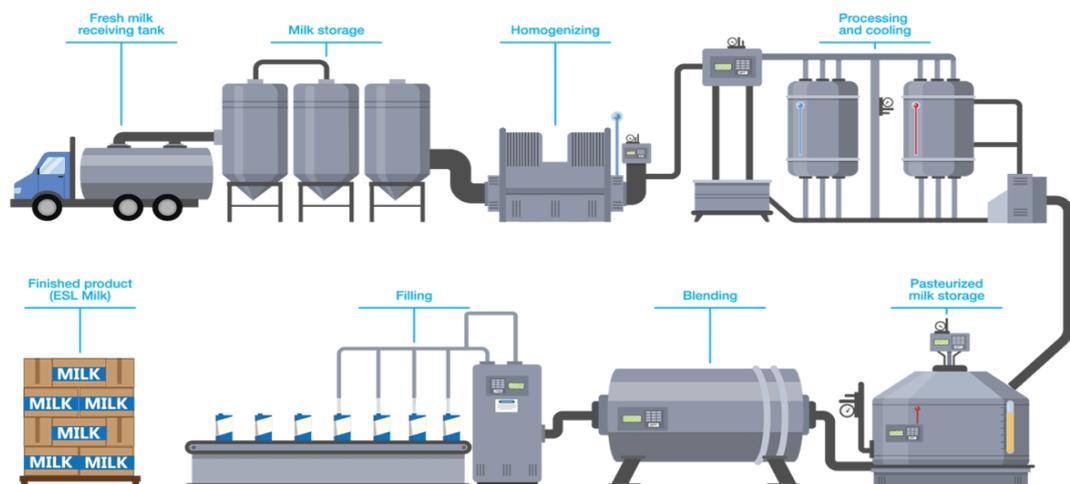
Figura 1
Proceso de pasteurización HTST



b. Proceso UHT

En este caso, se calienta la leche a una temperatura de 138°C durante dos segundos. Gracias al UHT el alimento no se degrada de forma significativa, por lo que es uno de los procesos más usados (Ceupe, 2024).

Figura 2
Proceso de pasteurización UHT



Nota. Adaptado de 3 razones por las que las pruebas microbiológicas rápidas son esenciales para los productos "lácteos" UHT frente a los ESL (Hygiene, 2024)

<https://www.hygiene.com/es/news/3-razones-por-las-que-las-pruebas-microbiologicas-rapidas-son-esenciales-para-los-productos>

c. Proceso VAT

También llamada pasteurización lenta, consiste en calentar grandes cantidades de líquido, específicamente leche, y fue el primer método utilizado. La leche se calienta en un gran recipiente a una temperatura de 63 C por un periodo de tiempo de treinta minutos. Luego se deja enfriar lentamente y se deben esperar unas 24 horas para continuar con el proceso de envasado.

Figura 3
Proceso de pasteurización VAT



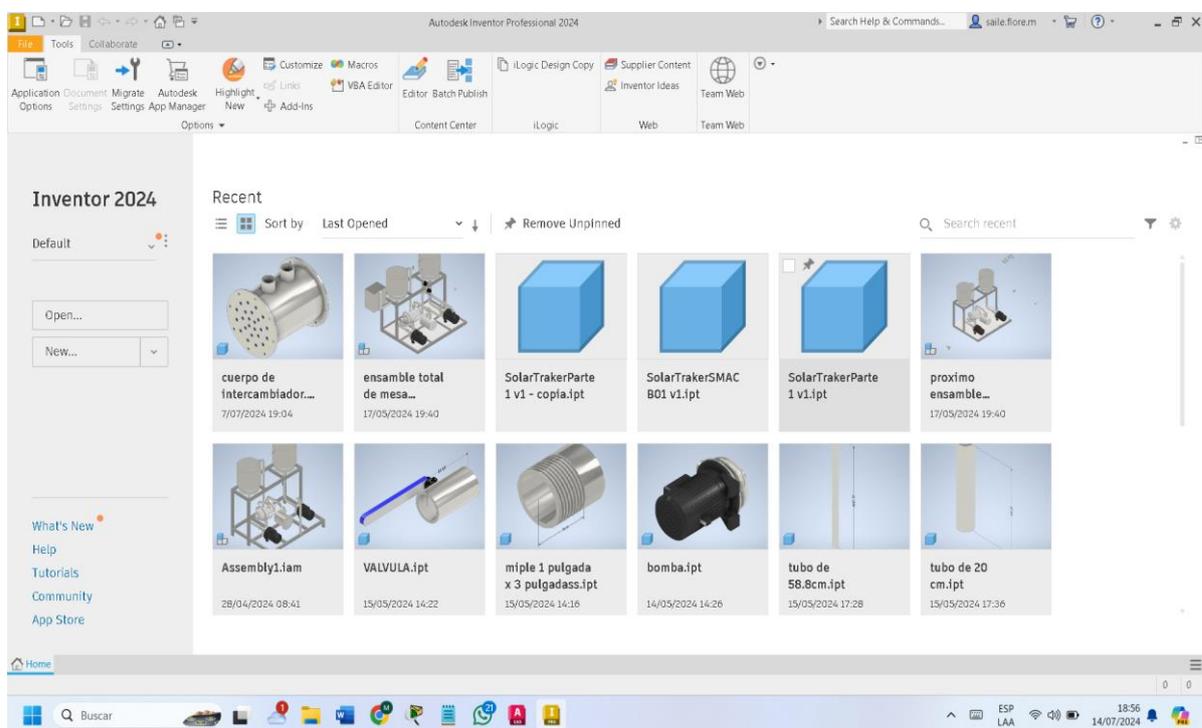
Nota. Adaptado de Pasteurización: Un Hito En El Camino De La Inocuidad De Los Alimentos

<https://infoalimentos.org.ar/temas/inocuidad-de-los-alimentos/419-pasteurizacion-un-hito-en-el-camino-de-la-inocuidad-de-los-alimentos>

2.2.5 Autodesk Inventor

Inventor es un software de modelado paramétrico de sólidos en 3D que también permite la integración en un mismo entorno de datos 2D y 3D, lo que facilita la edición rápida y directa sobre el diseño, simulación, visualización, ajuste y validación del diseño de producto (Deusto Formación, 2024).

Figura 4
Software Autodesk Inventor



2.2.6 Definición de acero inoxidable AISI 304

Una aleación baja en carbono con contenido de cromo, níquel y bajo carbono, fabricada a partir de acero inoxidable austenítico (son tipos de acero inoxidable con alto contenido de niveles de cromo y níquel y con bajos en niveles de carbono) (Ainox SAS, 2016).

Durable contra la corrosión. El proceso de soldadura por sí solo no requiere tratamiento.

Sus propiedades no son magnéticas ni endurecedoras, a pesar de su capacidad de embutición profunda. Se puede lograr fácilmente mediante trabajo en frío como también sus propiedades son invariables hasta 700° C.

Entre las actividades que se pueden realizar se encuentran doblar, laminar, embutir, etc., pero el material debe estar endurecido hasta cierto punto y el trabajo en frío es más desafiante que trabajar con aceros de baja aleación.

2.2.7 Intercambiador de calor

Un intercambiador de calor es un dispositivo que permite la transferencia de calor de un producto a otro sin la necesidad de mezclarse (Alfa Laval, 2024).

Existen diferentes tipos de intercambiadores de calor entre las más utilizadas tenemos:

a. Intercambiador de placas

Como su nombre lo indica es un intercambiador por placa según (Gargil, 2022), es un equipo que transfiere continuamente energía térmica de un medio a otro a través de unas placas de metal que están dispuestas en paralelo

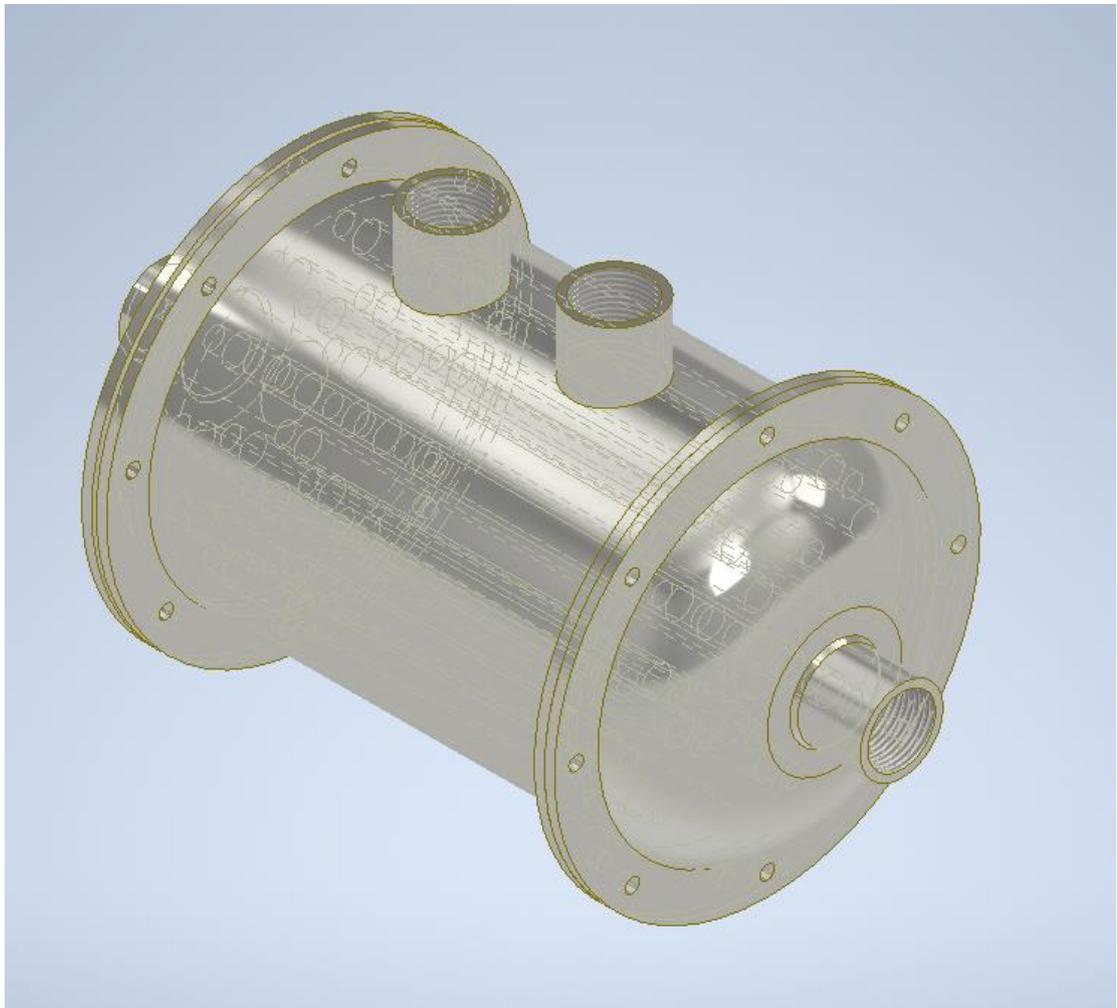
b. Intercambiador tubular

Un intercambiador de calor tubular, también conocido como intercambiador de carcasa y tubos, es un equipo diseñado para calentar o enfriar un producto mediante la transmisión térmica generada al cruzarse en el cruce de dos fluidos por diferentes

compartimentos (Sagafluid, 2024) .

Como se muestra en la imagen, los extremos se conectan mediante tubos delgados con 2 aberturas para el ingreso y salida del producto mientras que en el punto medio se conecta para el ingreso y salida agua sin mezclarse con los extremos.

Figura 5
Dibujo de Intercambiador de calor



2.2.8 Banco de resistencias para calentar de agua

(Gnali Bocia SRL, 2021) explicó una resistencia eléctrica es un componente que transforma la energía eléctrica en energía calorífica.

Por lo cual se utilizó dos resistencias eléctricas, las cuales, al ponerse en contacto con el agua, el agua empieza a elevar su temperatura.

Figura 6
Resistencia Eléctricas de agua



Nota. Adaptado de Resistencias Eléctricas – Blaster Perú

<https://resistenciasblasterperu.com/resistencias.php#lg=1&slide=3>

2.2.9 Interruptor termomagnético

Según (Promart Homcenter, 2024) describió un interruptor termomagnético garantiza la seguridad del sistema eléctrico cortando automáticamente la corriente cuando se producen

sobrecargas o cortocircuitos elevados. También supervisa la corriente en tiempo real y evita falsas roturas.

Entre estos componentes podemos encontrar para diferentes tipos de voltaje entre las más utilizadas tenemos los interruptores termomagnéticos monofásicos, trifásicos y tetrafásicos de acuerdo a la aplicación que se requiera.

2.2.10 Interruptor diferencial

El interruptor diferencial también es conocido como disyuntor diferencial, por otro lado es un dispositivo que desconecta un circuito cuando detecta una fuga de corriente es decir una diferencia de corriente que ingresa y sale de un circuito, por ende tiende a tener una sensibilidad de 30 mA para protección personal y 300 mA para protección contra incendios, con tiempo de respuesta según el manual del fabricante, aunque comúnmente son de 30 milisegundos y la corriente que puede soportar varía según la aplicación donde se va a realizar podemos encontrar monofásico y tetrafásico, además este dispositivo te protege contra electrocución es decir son dispositivos que protegen a los usuarios (Haverland , 2020).

2.2.11 Contactor

Los contactores son dispositivos de conmutación eléctricos, similares a un relé. Los contactores pueden manejar niveles de corriente mucho más altos que los relés estándar, lo que los hace útiles para aplicaciones de equipos móviles (Nivihe SA, 2024).

Un contactor es un dispositivo de conmutación electromecánico diseñado para establecer o interrumpir la corriente en uno o más circuitos eléctricos de potencia y consta de las siguientes partes:

a. Bobina

Es el componente principal del contactor, compuesto por un núcleo móvil de hierro enrollado con alambre de cobre que cuando se aplica voltaje que puede ser en AC (alterna) o DC (continua), la corriente genera un campo magnético que atrae al núcleo móvil y a su vez los contactos se cierran o se abren dependiendo como se encuentre.

b. Contactos principales

Conducen y conmutan la corriente del circuito de potencia, estos contactos se encuentran abiertos y no permiten el paso de corriente siempre y cuando la bobina no se encuentre energizada.

c. Contactos auxiliares

Estos contactos al igual que los contactos principales conducen y conmutan la corriente para circuitos de control o señalización, además estos contactos se les puede encontrar abiertos o cerrados dependiendo del diseño y configuración del fabricante (NA O NC) que significan normalmente abierto y normalmente cerrado.

d. Mecanismo de accionamiento

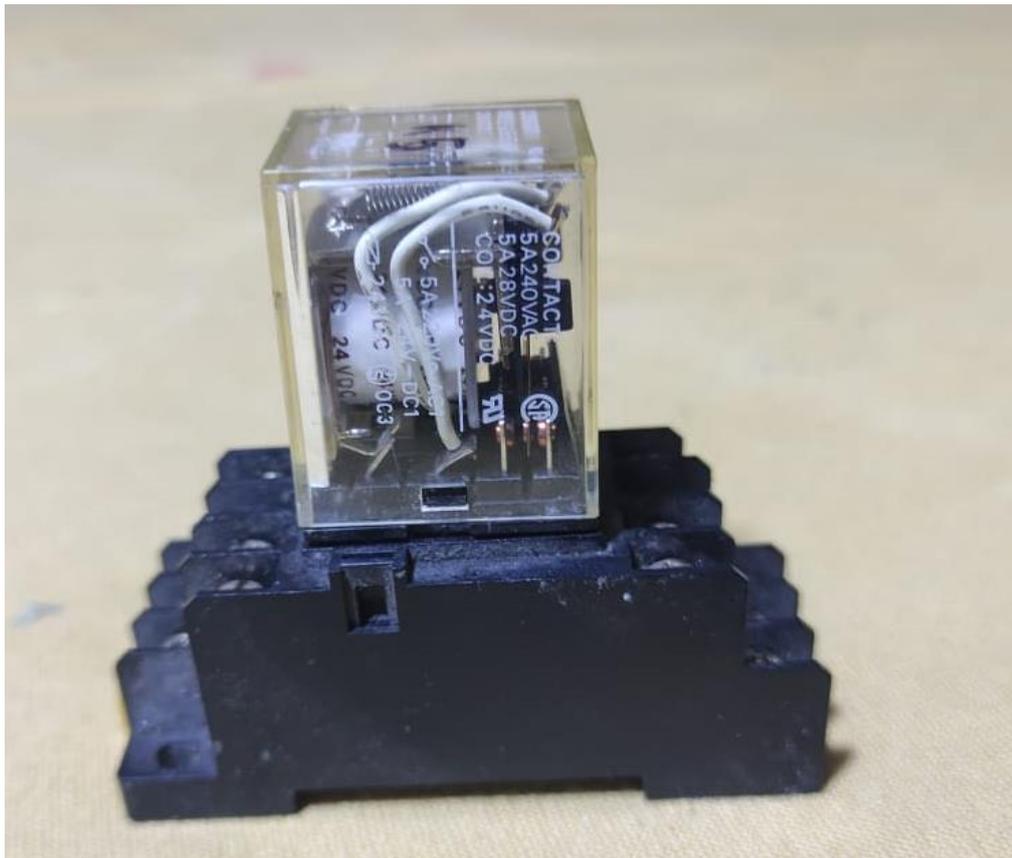
Transmite el movimiento a los contactos puede y tener un mecanismo de accionamiento manual el cual permite activar y desactivar el contactor manualmente mediante una palanca o botón; o automático que se activa mediante una señal eléctrica o electrónica procedente de un sistema de control.

2.2.12 Relé encapsulado

Un relé es un aparato eléctrico que funciona como un interruptor, abriendo y cerrando el paso de la corriente eléctrica, pero accionado eléctricamente. Permite abrir o cerrar contactos mediante un electroimán, por eso también se llaman relés electromagnéticos o relevadores (Vive Energía Eléctrica S.A, 2021).

Al igual que un contactor un relé encapsulado consta de una bobina y contactos capaces de soportar hasta 10 amperios por contacto, al igual que un contactor la bobina puede ser alimentada con voltaje en AC o DC dependiendo la aplicación que se realice. Los contactos vienen con la siguiente configuración, común, contacto abierto y contacto cerrado. Cuando la bobina no está energizada se encuentran conmutados el común con el contacto cerrado y cuando la bobina se energiza la común conmuta en el contacto abierto es decir cierran circuito.

Figura 7
Relevador encapsulado



2.2.13 Fuente de alimentación 220v AC – 24v DC

Fuentes de Poder con alimentación de entrada en 220V AC y voltaje de salida en 24V DC. Fuentes de tipo Switching conmutadas de tipo modulares o para riel DIN. Algunos modelos con opción de alimentación en 110VAC / 220VAC y la opción de regulación de voltaje hasta los 27V DC para su utilización como cargador de baterías.

Según (Westor, 2024) afirmó la fuente de alimentación switching 24V 5A, cuenta con protección contra sobre carga, sobrevoltaje y corto circuitos.

Regulador de tensión interno: Permite variar el voltaje de

salida de su valor nominal, brindando la máxima estabilidad de tensión de salida.

Esta fuente normalmente es utilizada para sistema de control y en casos de potencia para actuadores donde requiera de intervención del operario.

Figura 8
Fuente de alimentación 220 a 24V



Nota. Adaptado de Fuente de Alimentación 24V/200W (Makarex, 2024)

<https://makarex.es/es/electronica/476-fuente-de-alimentacion-24v200w.html>

2.2.14 Controlador de temperatura

Un controlador de temperatura es un dispositivo que te permite poder manipular la temperatura. El controlador de temperatura recibe una señal analógica en su control, en nuestro caso utilizamos las resistencias y las electroválvulas (Emac, 2021).

▪ **Controlador de temperatura AX4 Hanyoung**

(Hanyoung Nux, 2024), especificó un controlador de temperatura digital con las siguientes características.

- Entrada/salida múltiple
- Ciclo de muestreo de alta velocidad (0,1 s)
- Profundidad de instalación: 63 mm
- Salida de control seleccionable: operación inversa/operación directa
- Sintonización automática PID.
- Dimensión de 48mm x 48mm
- Contacto 1a, 3 A 240 V ac, 3 A 30 V dc (carga resistiva)
- Puede seleccionar máx. 3 salidas de relé y la salida de control de relé se emite como RLY1.
- Contactos de salida de alarma (AL1, AL2), salida de alarma de ruptura de bucle (LBA) asignada por el usuario entre RLY1, RLY2, RLY3.

Figura 9
Controlador de temperatura Hanyoung



Nota. Adaptado de AX4-1A - HANYOUNG - CONTROL DE TEMPERATURA DIGITAL (Security or Safety International, S.A., 2024)

<https://www.ssint.com.mx/control-de-temperatura-digital-hanyoung-ax4-1a>

- **Controlador de temperatura TCN4CS Autonics**

Los controladores de temperatura PID de doble pantalla serie TCN ofrecen un excelente rendimiento y rentabilidad. Los controladores presentan una alta velocidad de muestreo a 100 ms y una visualización del display de $\pm 0,5\%$. La salida de relevador y la salida del disco SSR son compatibles. Los modelos serien TCN pueden mostrar simultáneamente PV y SV. El display LED brillante muestra grande caracteres grandes para una lectura más clara y sencilla (Autonics, 2024).

Figura 10
Controlador de temperatura Autonics



Nota. Adaptado de TCN4S-24RAUTONICS (Electronic Components, 2024)

<https://www.tme.com/mx/es/details/tcn4s-24r/reguladores-de-temperatura/autonics/>

2.2.15 Electroválvulas

Las electroválvulas son dispositivos que responden a pulsos eléctricos. Gracias a la corriente que circula a través del solenoide es posible abrir o cerrar la válvula controlando, de esta forma, el flujo de fluidos (Distritec, 2020).

Cuando se aplica una corriente eléctrica a la bobina de la electroválvula, se genera un campo magnético que arrastra un

émbolo o pistón dentro de la válvula.

Cuando el émbolo se mueve, abre o cierra un mecanismo de válvula que permite bloquear el flujo de aire o fluido a través de la válvula.

La dirección del flujo viene determinada por la posición del mecanismo de la válvula, que puede configurarse para abrir o cerrar diferentes puertos dentro del cuerpo de la válvula.

Cuando se retira la corriente eléctrica de la bobina del solenoide, el campo magnético se disipa y el émbolo vuelve a su posición original, abriendo o cerrando la válvula según sea necesario (Seauto Seals Automoción SL, 2022).

Figura 11
Electroválvula



Nota. Adaptado de Válvula Solenoide Inox Airtac (Ferroválvulas Puma, 2017)

<https://www.ferrovalvulaspuma.com.pe/es/valvulas-bronce/274-valvula-solenoide-inox-airtac.html>

2.2.16 Bomba centrífuga Leo ABK50D

La bomba centrífuga de acero inoxidable AMS es adecuada para el suministro de agua doméstico, soporte de equipos, presurización de tuberías, riego de jardines, riego de vegetales en invernaderos, cría de peces y de aves, industria y minería, suministro de agua y drenaje de edificios de gran altura, aires acondicionados centrales y sistemas de calefacción central (Leo, 2024).

Según sus características esta bomba cuenta con impulsor y carcasa de acero inoxidable AISI 304, alimentación de 110V y 220V según la alimentación disponible y es capaz de bombear 30 L por min.

Figura 12
Bomba centrífuga



Nota. Adaptado de Bomba centrífuga de impulsor semiabierto de acero inoxidable ABK (Leo, 2024)

<http://pump-leo.com/1-3-5-3-stainless-steel-centrifugal-pump/>

2.2.17 Sensor de temperatura RTD Pt100

Las siglas RTD en español significan (detector de temperatura por resistencia), además nos PT100 nos indica que está fabricado por platino y tiene una resistencia de 100 ohmios, el cual la resistencia aumenta de manera lineal, conforme la temperatura va en aumento, podemos encontrar con distintos hilos de conexión (2, 3 y 4 hilos), de las cuales para tener una mayor precisión se emplea el de 4 hilos.

(Thermolaser, 2023) explicó el sensor de temperatura RTD PT100 es uno de los sensores de temperatura más precisos. No solo proporciona una buena precisión, también proporciona una excelente estabilidad y repetibilidad.

Figura 13
Sensor de temperatura



Nota. Adaptado de Fuente Sensor de Temperatura PT100 Cabezal Tornillo M6 (Ardobot, 2024)

<https://www.ardobot.co/sensor-de-temperatura-pt100-cabezal-tornillo-m6.html>

2.2.18 Temporizador analógico

Un temporizador analógico es un dispositivo electromecánico diseñado para controlar la duración de un evento o proceso utilizando componentes analógicos para medir el tiempo.

Una vez que se activa su bobina con una alimentación de 220V, empieza a realizar un conteo interno, lo que permite activarse o desactivarse en un determinado tiempo tenemos 2 tipos de temporizadores los determinados TON (temporizador retardo a la conexión) y TOF (temporizador retardo a la desconexión).

Figura 14
Temporizador



Capítulo III
Desarrollo del trabajo

3.1 Finalidad

El presente trabajo de aplicación profesional realizado tiene por finalidad desarrollar el diseño del prototipo y la fabricación de un sistema automatizado con Controladores de Temperatura para el pasteurizado multifuncional de bebidas, con el fin de garantizar la seguridad alimentaria y poder mejorar la eficiencia en producción de alimentos y bebidas. Este trabajo de aplicación profesional va dirigido a las empresas de las industrias alimentarias que buscan mejorar los procesos de pasteurización automatizado, a los emprendedores del sector de alimentos y bebidas que buscan ejecutar tecnologías avanzadas en el proceso de pasteurización automatizada, asimismo este proyecto proporciona una visión completa y práctica del diseño y fabricación del sistema de pasteurización automatizado, brindando un valor tanto desde una perspectiva técnica como de aplicación industrial.

3.2 Propósito

El propósito de este trabajo es diseñar, desarrollar y fabricar un prototipo de sistema automatizado con Controladores de Temperatura para el pasteurizado multifuncional de bebidas, con el fin de mejorar la producción y la seguridad alimentaria mediante un control preciso y consistente del proceso al pasteurizar, para evitar errores como la pérdida nutricional y mejorar el proceso mediante la automatización, reduciendo las quemaduras que se puedan ocasionar al pasteurizar de manera artesanal y reducir el impacto de la tala de árboles que se utiliza como fuente de calor en el método tradicional.

3.3 Componentes

Los componentes utilizados para el diseño y la fabricación del sistema automatizado multifuncional de bebidas, está constituida por los siguientes componentes:

- **Controlador de temperatura AX4 Hanyoung:** En este trabajo de

aplicación profesional se manejó el controlador de temperatura Ax4 de la marca Hanyoung, fue suministrado con Línea y Neutro 220 V AC que se utilizó para hacer el control del agua.

- **Controlador de temperatura TCN4CS Autonics:** Se empleó el controlador Autonics el modelo TCN4CS 220 V para hacer el control de temperatura del producto.
- **Resistencias Eléctricas:** Se utilizó dos resistencias eléctricas para realizar el calentamiento del agua se aplicó un suministro de 380v L-L monofásico.
- **Electrobomba Leo AB50D:** Se usó dos bombas centrifugas de 1/2 hp de 220V para realizar todo el proceso en el agua y en el producto.
- **Electroválvula:** Se emplearon dos electroválvulas para el control del producto, el retorno y el producto terminado.
- **Contactores:** Se empleó dos contactores de 220 V para realizar el control y fuerza en el sistema.
- **Relé encapsulado:** Para este componente se utilizaron tres relés encapsulados; dos de 220V para hacer control y fuerza; un relé encapsulado para control y fuerza de accionamiento de electroválvula de producto terminado.
- **Temporizador:** Se empleó un temporizador de 220 V el cual se encarga de reiniciar el proceso.
- **Interruptor termomagnético:** Se emplearon dos interruptores uno trifásico y el otro monofásico para el sistema de fuerza y control respectivamente.
- **Interruptor diferencial:** Se utilizó en el sistema de mando para indicar si existe alguna falla y protección para el operario.
- **Manómetro:** Se emplearon dos para ver en cuanta presión está trabajando el sistema de agua y el producto.
- **Fuente de alimentación 220V – 24 V:** se manejó para el accionamiento de las electroválvulas
- **Sensor de temperatura PT100:** Se emplearon en las entradas de los controladores para controlar las temperaturas del agua y el

producto.

- **Piloto verde:** Se utilizó para indicar el encendido del sistema.
- **Selector:** Se empleó para dar inicio al sistema.
- **Pulsadores:** se utilizaron 2 pulsadores NA y NC para el encendido y apagado del sistema respectivamente el color verde y rojo.
- **Acero inoxidable AISI 304:** En el acero se emplearon lo siguiente:

- Las tuberías tuvieron las siguientes medidas:

Tubo de diámetro 33mm x 1.65mm distribuido en piezas de diferentes longitudes.

Tubo de diámetro 152.4 mm x 2.11mm distribuidos en longitudes de 200mm acondicionado para el intercambiador de calor y el banco de resistencias.

- Codo de 33mm con altura y ancho de 64 mm distribuido en distintos puntos de la aplicación del prototipo.
- Miple de 1 ½ pulgada x 3 pulgada que se utilizó en distintos puntos del prototipo.
- Miple de ½ pulgada que se utilizó en diferentes puntos del prototipo.
- Válvula de bola de 1 ½ pulgada que se utilizó en la salida del tanque del producto y del tanque de agua del prototipo.
- Ferrul sanitario tri clamp de 1 ¼ pulgada con abrazaderas de 1 ½ de pulgada.
- Reducción de 3 pulgadas a 1 ½ de pulgada que se utilizó en los ingresos de las bombas eléctricas sanitarias.
- Unión de 1 ¼ de pulgada x 3pulgadas.
- Unión de ¼ de pulgada
- Ferrul hembra roscada de 1 ¼ de pulgada con abrazadera de 1 ½ de pulgada.
- Unión de ½ pulgada que se empleó para el desfogue del

Segunda etapa

Fabricación de la estructura del pasteurizador

Durante esta fase se llevó a cabo la fabricación de la estructura (base de la estructura, depósito de agua, depósito del producto, intercambiador de calor, tanque de resistencias y tubería en general) para después realizar un pre ensamblaje, después de la misma forma soldar con soldadura tic todo el sistema para darle un acabado brillante con jabón de acero, mota, trapo, amoladora y tur boneta.

Figura 16
Fabricación de la base del prototipo



Figura 17
Pre ensamblaje del prototipo del sistema pasteurizado automatizado



Figura 18
Prototipo acabado, soldado con soldadura tic y limpiado con un acabado brillante



Tercera etapa

Diseño, Instalación e Implementación del Sistema Eléctrico

En este proceso se realizó el diseño eléctrico y electrónico del prototipo de pasteurizado, comenzando con el diseño eléctrico con el software CADe_SIMU, después de haber realizado el diseño, se procedió con la selección de los componentes adecuados, incluyendo para el sistema de control y fuerza, para después realizar el cableado eléctrico, finalmente se acondiciono el sistema eléctrico al sistema mecánico es decir a la estructura.

Figura 19

Diseño del sistema eléctrico de control, realizado en CADe_SIMU

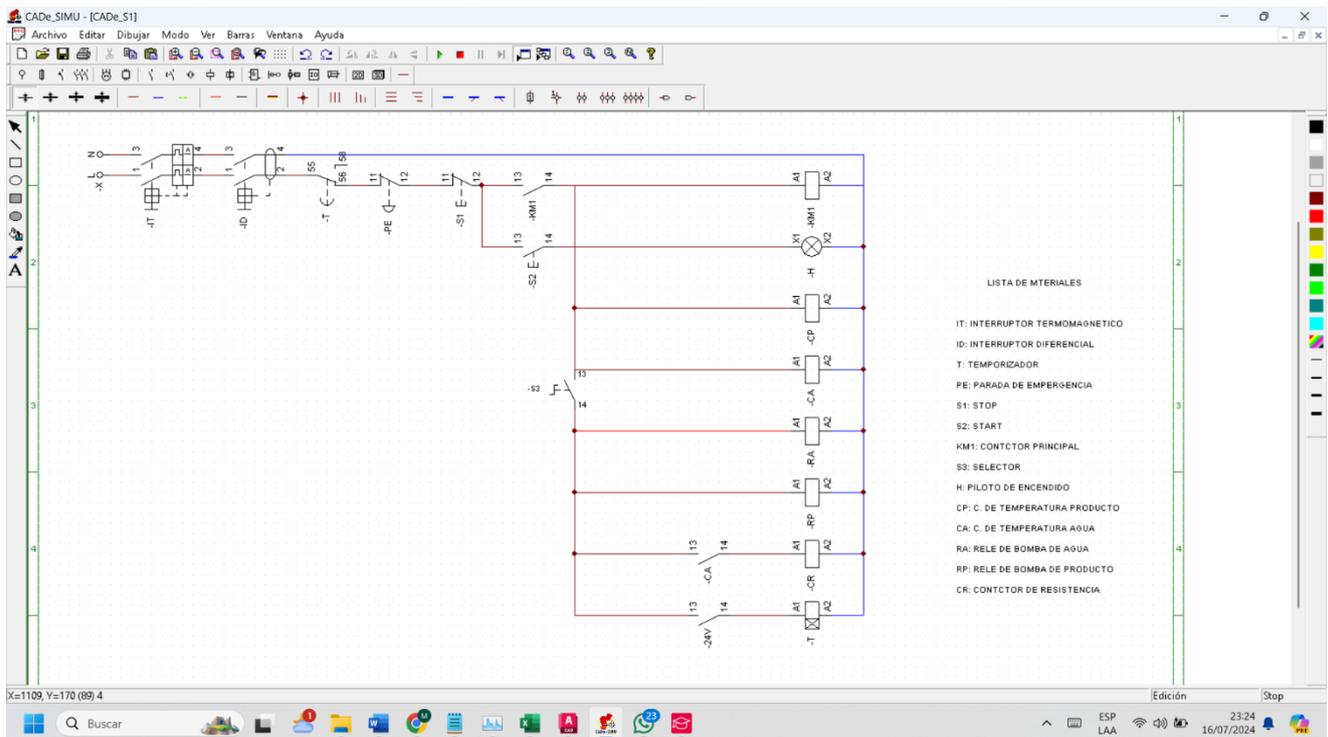


Figura 22
Cableado y acondicionamiento del tablero de control y fuerza



Cuarta etapa

Funcionamiento, Pruebas y Mejoras

En esta etapa se realizaron pruebas, y mejoras que se tuvo que realizar en el prototipo, por otro lado, cuando se hizo el funcionamiento observándose que no había como desfogar tanto el producto como la leche así que se acondicionó dos (02) válvulas de bola en la parte más baja del prototipo, tanto como para el depósito del producto y depósito del agua.

Figura 23
Acondicionamiento de los desfogues en parte inferior de ambos depósitos de la estructura.



Figura 24
Pruebas con un pirómetro externo para medir la temperatura del producto



Se observó que la diferencia de temperatura con el controlador de temperatura es mínima, 2 grados centígrados de diferencia.

3.5 Limitaciones

Limitaciones en presupuesto: Para la automatización, fabricación del proyecto; el costo de los componentes eléctricos y electrónicos, componentes mecánicos y herramientas especializadas para la fabricación y desarrollo del proyecto tuvieron una limitación significativa, esto es debido a su costo que es muy elevado.

Limitaciones por el diseño de la estructura: Cuando se diseñó el esquema de la estructura se tuvo retrasos por el dibujo puesto que se debía hacer mejoras y realizar un nuevo dibujo con los nuevos componentes

agregados

Limitaciones de diseño eléctrico: Se realizó el diseño de control y fuerza, fue un desafío ya que el diseño se probó en varias ocasiones puesto que se debía automatizar para que solo se apague el prototipo.

Limitaciones por tiempo: El tiempo disponible para completar este proyecto del prototipo de la pasteurizadora automatizada solo era los días domingo demasiado corto el tiempo ya que solo era un (01) día a la semana, y en ciertos periodos de tiempo debía ir de comisión realizar trabajos de la empresa en otros lugares.

Limitaciones por componentes: En el transcurso de la elaboración del proyecto; en ocasiones había la necesidad de adquirir nuevos componentes el cual no estaba presupuestado, pese a esto hubo retrasos en la fabricación del proyecto.

Limitaciones por falta de herramientas: Este es un caso muy especial puesto que en ocasiones hubo retrasos en el proyecto, dejamos de realizarlo por falta de soldadura teniendo retrasos en la fabricación, como también herramientas para darle el acabado al metal.

Limitaciones al momento de automatizar: Existieron limitaciones al momento de automatizar el sistema ya que los controladores de temperatura eran nuevos en el aprendizaje el cual fue asesorado de un docente para optimizar la automatización.

Limitaciones en el tiempo de calentado: En este proceso se tuvo limitaciones, por llegar a la temperatura programada en un menor tiempo posible.

Limitaciones por tipo de conductor: cuando hablamos del tipo de conductor se especifica al tipo de calibre del cable a usar ya que se desconocía el consumo inicial.

Limitaciones por tipo de alimentación: es una de las limitaciones de más tiempo porque el equipo puede funcionar con dos líneas de 380V+N y 220V.

Capítulo IV
Resultados

Resultados

- El diseño estructural realizado en el software Autodesk Inventor, se desarrolló de manera satisfactoria considerando una estructura adecuada para efectuar nuestro sistema pasteurizado.
- Tras finalizar la fabricación de la estructura se llevó a cabo la implementación exitosa del sistema de control y fuerza cumpliendo con todos los estándares requeridos para automatizar.
- Se logró el funcionamiento del sistema pasteurizado con una alimentación trifásica de 220V, monofásico de 380V + Neutro, monofásico 220V en paralelo y monofásico 220V en serie.
 - **Configuración trifásica 220V:** Se configuró con alimentación trifásica de 220V el cual el consumo en corriente era excesivo en una de sus líneas y en las otras 2 el consumo era regular, en esta configuración el proceso es lento, es decir, demora en calentar el agua.
 - **Configuración monofásica 380V + Neutro:** Un logro abismal ante la configuración de 220V el cual el proceso de calentamiento era mucho más rápido y el consumo es mucho menor.
 - **Configuración monofásica 220V en paralelo:** Se estableció el funcionamiento de 220V en paralelo (la resistencia) el cual funcionó sin restricciones con un alto consumo de amperaje.
 - **Configuración monofásica 220V en serie:** Al realizar esta configuración monofásica de 220V (la resistencia) el proceso demoraba más de 1 hora en realizarlo, el cual es demasiado lento.
- Una vez finalizado la implementación se procedió a realizar la configuración exitosa de los controladores de temperatura el cual es el cerebro de nuestro prototipo.
- Habiendo realizado todas las configuraciones y ajustes mecánicos se realizaron pruebas con un calentamiento que llega a la temperatura en el agua en 18 minutos y realiza el pasteurizado en 26 minutos.
- Tras haber verificado la primera prueba, el producto (leche pasteurizada) se dejó reposar junto con el producto sin pasteurizar (leche sin pasteurizar), se observó lo

siguiente:

- La leche pasteurizada podía estar mucho más tiempo en la intemperie; se observó 3 días y la leche pasteurizada no tuvo cambios, al cabo de pasar el 7mo día se presentó coágulos de leche, por otro lado, todo lo contrario con la leche sin pasteurizar, al primer día de haber adquirido la leche pasada 6 horas presentó cambios tanto en el sabor como en la textura de la leche.
 - La leche pasteurizada no perdió su sabor, caso contrario quien si perdió su sabor fue la leche sin pasteurizar.
-
- Con la leche que se tuvo en la intemperie se realizó otro pasteurizado de este pasteurizado se logró obtener queso pasteurizado una vez terminado la pasteurización no se tuvo que echar ningún otro agente cuajante para obtener el queso pasteurizado ya que el queso se juntó en la parte inferior del envase.

Capítulo V
Conclusiones y Recomendaciones

Conclusiones

- a) Se diseñó el prototipo de una estructura para automatizar el pasteurizado multifuncional de bebidas, con el fin de mejorar la producción y garantizar la seguridad alimentaria.
- b) Se logró diseñar y configurar el sistema automatizado con Controladores de Temperatura para el pasteurizado multifuncional de bebidas e implementación a la estructura.
- c) Se logró el funcionamiento con variaciones en la alimentación, es decir, con diferentes tipos de voltaje.
- d) Se automatizó e instaló el sistema y sensores en la estructura para el pasteurizado multifuncional de bebidas, con el fin de mejorar la producción y garantizar la seguridad alimentaria.
- e) Se realizaron pruebas de funcionamiento del sistema automatizado con Controladores de Temperatura para el pasteurizado multifuncional de bebidas, con el fin de descartar errores de configuración, cableado y componentes, para así tener un óptimo rendimiento en la automatización del prototipo de la pasteurizadora multifuncional.
- f) Se logró una mejor conservación del producto pasteurizado.
- g) Se logró realizar pruebas con leche fresca y leche en fermentada de un día, en el primer caso se obtuvo que después de haber realizado el pasteurizado, la leche se mantuvo sin fermentar por 7 días, después empezó a presentar coágulos de leche; por otro lado, con la leche en fermentación después de haber realizado el pasteurizado, al día siguiente se había formado suero y se formó queso en la parte inferior del recipiente.

Recomendaciones

- a) Capacitar al personal autorizado sobre el modo de uso, con instrucciones detalladas del sistema de control y realizar la supervisión constante al momento de pasteurizar bebidas.
- b) Realizar mantenimiento una vez que se haya terminado de pasteurizar todo el producto, con agua y detergente industrial, que no sean alcalinos.
- c) Cuando se realice el encendido de la pasteurizadora verificar que el selector se encuentre en la posición de apagado.
- d) Cubrir el tablero de control y motores al momento de realizar el mantenimiento.
- e) Verificar el equipo con el empleo de cable de tierra para su funcionamiento

Referencias bibliográficas

Actuadores. (2021). Todo sobre los actuadores. *Especificar*.

<https://especificarmag.com.mx/todo-sobre-los-actuadores-html/#:~:text=Los%20actuadores%20se%20categorizan%20seg%C3%BAAn,utilizan%201%C3%ADquido%20para%20generar%20movimiento>

Adrianzén, A y Nole, A (2022). *Efectos de ultrasonidos y pasteurización sobre las características fisicoquímicas y microbiológicas de la leche de cabra* [Tesis para optar el título profesional de Ingeniero de Industrias Alimentarias, Universidad Nacional de Frontera, Sullana, Perú]

<https://repositorio.unf.edu.pe/server/api/core/bitstreams/460ddf0a-a296-4766-9676-1feaaf414f04/content>

Ainox SAS. (2016). Aceros inoxidable Austeníticos . Todo relacionado con Acero Inoxidable

<https://www.ainoxsas.com/que-son-los-aceros-inoxidables-austeniticos/>

Alberca, A; Barrera, J; Granda, J y Rinza, W (2020). *Análisis fluido dinámico de un intercambiador de calor para la pasteurización de la leche* [Tesis para obtener el grado de Bachiller en Ingeniería Mecánica Eléctrica, Universidad Cesar Vallejo, Chiclayo, Perú]

https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/57308/B_Alberca_CA-Barrera_VJA-Granda_SJK-Rinza_DLCW-SD.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Alfa Laval. (2024). Intercambiador de calor - Definición, funcionamiento, tipos, aplicaciones y mucho más.

<https://www.alfalaval.es/productos-y-soluciones/transferencia-de-calor/intercambiadores-de-calor-de-placas/intercambiador-de-calor-definicion-funcionamiento-tipos-y-aplicaciones/>

Ardobot. (2024). Sensor de Temperatura PT100 Cabezal Tornillo M6.

<https://www.ardobot.co/sensor-de-temperatura-pt100-cabezal-tornillo-m6.html>

Autonics. (2024). Autonics Corporation. TCN

<https://www.autonics.com/series/3000393>

Bernal, O (2022), *Efecto de la pasteurización por calentamiento óhmico en las características fisicoquímicas y microbiológicas de cerveza* [Tesis para optar el título de magister en ciencia y tecnología de los alimentos, Universidad de Colombia, Colombia]

<https://repositorio.unal.edu.co/bitstream/handle/unal/83323/1026550532.2023.p>

[df.pdf?sequence=4&isAllowed=y](#)

Ceupe. (2024). Ceupe European Business School. Procesos de Pasteurización de Alimentos

<https://www.ceupe.mx/blog/procesos-de-pasteurizacion-de-alimentos.html>

Chicaza. (2020). *Diseño y Construcción de un Prototipo para Pasteurizar Leche con capacidad de 200 L/H*. [Tesis para optar el título de Ingeniero Mecánico, Universidad

Politécnica Salesiana

Sede Quito, Quito, Ecuador]

<https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/19273/1/UPS%20-%20TTS163.pdf>

Citrofrut. (2024). Importancia de la pasteurización en la elaboración de jugos.

<https://citrofrut.com/noticias/importancia-de-la-pasteurizacion-en-la-elaboracion-de-jugos/>

Deusto Formación. (2024). Autodesk Inventor en diseño de producto: qué es y para qué sirve

<https://www.deustoformacion.com/blog/disenio-arquitectonico/que-es-para-que-sirve-autodesk-inventor-diseno-producto>

Distritec. (2020). distritec hidraulica.neumatica. ¿Qué es una electroválvula y para qué sirve?

<https://www.distritec.com.ar/que-es-una-electrovalvula-y-para-que-sirve/>

Electronic Components. (2024). TCN4S-24R Autonics. Electronic Components

<https://www.tme.com/mx/es/details/tcn4s-24r/reguladores-de-temperatura/autonics/>

Emac. (2021). Controlador de temperatura.

https://emacstores.com/controlador-de-temperatura/?srsltid=AfmBOorlZwozu5og96TJy34O5BSfFtX_REhnQ6Dsb9MPrsoX6FTGPCa2

Ferroválvulas Puma. (2017). Válvula Solenoide Inox Airtac.

<https://www.ferrovalvulaspuma.com.pe/es/valvulas-bronce/274-valvula-solenoide-inox-airtac.html>

Gargil. (2022). Qué es un intercambiador de calor de placas y cómo funciona.

<https://gargil.es/que-es-un-intercambiador-de-calor-de-placas/#:~:text=Un%20intercambiador%20de%20calor%20de%20placas%20es%20un%20equipo%20que,que%20est%C3%A1n%20dispuestas%20en%20paralelo.>

Gnali Bocia SRL. (2021). Resistencias eléctricas para el calentamiento de agua.

<https://www.gnalibocia.es/blog-es/Resistencias-el%C3%A9ctricas-para-el-calentamiento-de-agua-118.html>

Gonzales. (2023), *Procesos de pasteurización recomendados por la literatura científica entre 1975 y 2021: revisión sistemática* {Tesis de titulación de Ingeniero en Alimentos en la Universidad de Chile, Chile}

<https://repositorio.uchile.cl/bitstream/handle/2250/195616/Procesos-de->

- [pasteurizacion-recomendados-por-la-literatura-cientifica.pdf?sequence=1&isAllowed=y](#)
- Guevara. (2018). *Evaluación Físico- Química e Higiénica de la Producción de Leche Fresca en el Distrito de Sócata, Cutervo, Cajamarca, 2015. Sagasteguiana, 2(2), 157-164.*
<https://revistas.unitru.edu.pe/index.php/REVSAGAS/article/view/1821>
- Hanyoung Nux. (2024). AX series Digital Temperature Controller. Hanyoung Nux
https://www.hynux.com/product/product_view.php?num=337&lcode=01&mcode=0102&pcode=2212100001&scode=0102001
- Haverland . (2020). *Qué es un interruptor diferencial y cómo funciona.* Haverland News
<https://haverland.com/2020/02/21/que-es-un-interruptor-diferencial-y-como-funciona/#:~:text=Se%20trata%20de%20dispositivos%20electromagn%C3%A9ticos,y%20de%20entrada%20de%20%C3%A9ste.>
- Hygiena. (2024). 3 razones por las que las pruebas microbiológicas rápidas son esenciales para los productos "lácteos" UHT frente a los ESL.
<https://www.hygiena.com/es/news/3-razones-por-las-que-las-pruebas-microbiologicas-rapidas-son-esenciales-para-los-productos>
- Industrias Asociadas. (2024). Industrias Asociadas . Instrumentacion para la industria
<https://www.industriasociadas.com/producto/controles-de-temperatura-digitales-serie-tcn4/>
- Leo. (2024). Bomba centrífuga de acero inoxidable AMS. LEO
<http://pump-leo.com/2-3-1-ams-stainless-steel-centrifugal-pump.html>
- Makarex. (2024). Fuente de Alimentación 24V/200W .
<https://makerex.es/es/electronica/476-fuente-de-alimentacion-24v200w.html>
- Mera, J (2022). *Efecto del tiempo y temperatura de pasteurización en cinética de degradación de fenoles en el zumo de mora (rubus ulmifolius.)* {Tesis para obtener el título profesional de Ingeniero Agroindustrial y Comercio Exterior, Universidad Señor de Sipán, Pimentel, Perú}
<https://repositorio.uss.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12802/10154/Mera%20Campos%20Jose%20Antony.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- National Institute of Biomedical Imaging and Bioengineering. (2022). Sensores.
<https://www.nibib.nih.gov/espanol/temas-cientificos/sensores#:~:text=Los%20sensores%20son%20herramientas%20que,cantidades%20y%20caracter%C3%ADsticas%20que%20detectan.>

- Negri, L (2021). *Elaboración de zumos pasteurizados mediante tratamiento térmico convencional y calentamiento óhmico a partir de zanahoria de descartes* {Tesis de titulación de doctorado en ciencias, Universidad Nacional de Educación a Distancia (UNED), España. }
<http://e-spacio.uned.es/fez/eserv/tesisuned:ED-Pg-Ciencias-Lmnegri/NEGRI RODRIGUEZ Livia Maria Tesis.pdf>
- Nivihe SA . (2024). Nivihe motores y accionamientos siemens. NIVIHE motores y accionamientos siemens
<https://motores-electricos.com.ar/contactores-que-son-y-para-que-sirven/#:~:text=Los%20contactores%20son%20dispositivos%20de,para%20aplicaciones%20de%20equipos%20m%C3%B3viles.>
- Nux, H. (2024). Hanyoung Nux. Obtenido de Hanyoung Nux.
https://www.hynux.com/product/product_view.php?num=337&lcode=01&mcode=0102&pcode=2212100001&scode=0102001
- Nux, Hanyoung. (s.f.). AX series Digital Temperature Controller. Hanyoung Nux:
https://www.hynux.com/product/product_view.php?num=337&lcode=01&mcode=0102&pcode=2212100001&scode=0102001
- Omega Engineering. (2023). Pt100 Introducción y tipos de sensores Pt100. Omega
<https://es.omega.com/prodinfo/pt100.html>
- Pérez . (2021). Diseño - Qué es, definición y concepto.
<https://definicion.de/disenio/>
- Pilz. (2024). Dispositivos de protección y de seguridad en máquinas e instalaciones. The Spirit of Safety
<https://www.pilz.com/es-MX/support/law-standards-norms/iso-standards/choosing-guards#:~:text=Los%20dispositivos%20de%20protecci%C3%B3n%20son,las%20partes%20m%C3%B3viles%20de%20las>
- Promart Homcenter. (2024). Interruptores termomagnéticos.
<https://www.promart.pe/electricidad/tableros-y-llaves-electricas/interruptores-termomagneticos>
- Red Hat. (2024). ¿Qué es la automatización?
<https://www.redhat.com/es/topics/automation#:~:text=La%20automatizaci%C3%B3n%20consiste%20en%20usar,lleven%20a%20cabo%20tareass%20repetitivas.>
- Sagafluid. (2024). Intercambiador de Calor Tubular: ¿Qué es y Cómo funciona?
<https://sagafluid.com/intercambiador-de-calor-tubular/>

SDI Industrial. (2022). Qué es un controlador industrial y cuál es el mejor.

<https://sdindustrial.com.mx/blog/que-es-un-controlador-industrial/>

Seauto Seals Automoción SL. (2022). Seauto Seals Automoción SL.

<https://www.seauto.es/como-funciona-una-electrovalvula-en-neumatica/>

Security or Safety International, S.A. (2024). AX4-1A - Hanyoung - Control de Temperatura Digital.

<https://www.ssint.com.mx/control-de-temperatura-digital-hanyoung-ax4-1a>

Tetra Park. (2024). Pasteurización. Tetra Park Protege lo Bueno

<https://www.tetrapak.com/es-pe/solutions/integrated-solutions-equipment/processing-equipment/pasteurization#:~:text=La%20pasteurizaci%C3%B3n%20consiste%20en%20el,una%20vida%20C3%BAtil%20m%C3%A1s%20prolongada.>

The Food Tech. (2024). Claves para una pasteurización efectiva y segura en la industria de bebidas.

<https://thefoodtech.com/seguridad-alimentaria/claves-para-una-pasteurizacion-efectiva-y-segura-en-la-industria-de-bebidas/>

Thermolaser. (2023). Termoresistencias RTDs PT100, PT1000. Thermolaser Perú

<https://www.thermolaser.pe/sensores/sensor-de-temperatura-pt100/>

Universidad Europea. (2024). ¿Qué es un prototipo y para qué sirve?

<https://creativecampus.universidadeuropea.com/blog/que-es-prototipo/>

Vive Energía Eléctrica S.A. (2021). ¿Qué es un relé y para qué sirve

<https://voltage.com/pages/que-es-rele#:~:text=Un%20rel%C3%A9%20es%20un%20aparato,llaman%20rel%C3%A9s%20electromagn%C3%A9ticos%20o%20relevadores>

Westor. (2024). Fuente de Alimentación Switching 24V 5A (YS-24-5) S-120-24 WESTOR.

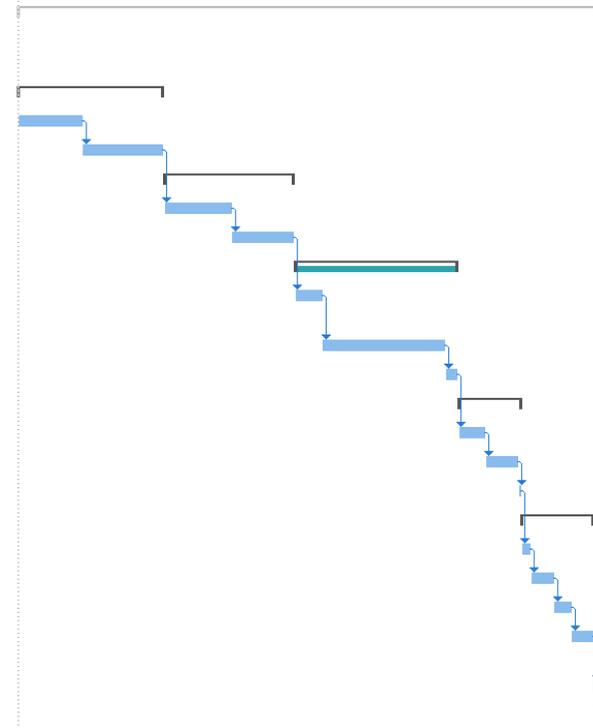
Fuentes de alimentación

<https://westor.pe/fuente-de-alimentacion-switching-24v-5a-s-120-24/#:~:text=Fuente%20de%20Alto%20Rendimiento%3A%20La,estabilidad%20de%20tensi%C3%B3n%20de%20salida>

Apéndices

Apéndice A Cronograma de actividades

☞	♦ DISEÑO DE PROTOTIPO DE UN SISTEMA AUTOMATIZADO CON CONTROLADOR DE TEMPERATURA PARA EL PASTEURIZADO MULTIFUNCIONAL DE BEBIDAS	318 días	vie 16/06/23	jue 20/06/24
☞	♦ Analisis de Proyecto	80 días	vie 16/06/23	sáb 16/09/23
☞	Observación de la problemática	35 días	vie 16/06/23	mié 26/07/23
☞	Recolección de datos e información	45 días	jue 27/07/23	sáb 16/09/23
☞	♦ Diseño	72 días	lun 18/09/23	sáb 9/12/23
☞	Diseño de la estructura	37 días	lun 18/09/23	lun 30/10/23
☞	Diseño eléctrico y electrónico	35 días	mar 31/10/23	sáb 9/12/23
☞	♦ Desarrollo	90 días	lun 11/12/23	sáb 23/03/24
☞	Acondicionamiento de materiales para la elaboración del prototipo	15 días	lun 11/12/23	mié 27/12/23
☞	Armado de la estructura	68 días	jue 28/12/23	vie 15/03/24
☞	Armado del tablero eléctrico	7 días	sáb 16/03/24	sáb 23/03/24
☞	♦ Configuraciones	35 días	lun 25/03/24	vie 3/05/24
☞	Parametrización de controladores	15 días	lun 25/03/24	mié 10/04/24
☞	Configuración del sistema automatizado	18 días	jue 11/04/24	mié 1/05/24
☞	Configuración del tiempo de apagado del prototipo	2 días	jue 2/05/24	vie 3/05/24
☞	♦ Implementación y pruebas	39 días	sáb 4/05/24	mar 18/06/24
☞	Implementación del tablero a la estructura	5 días	sáb 4/05/24	jue 9/05/24
☞	Prueba de rendimiento del prototipo 220 v monofasico	13 días	vie 10/05/24	vie 24/05/24
☞	Prueba de rendimiento del prototipo 220 v trifasico	9 días	sáb 25/05/24	mar 4/06/24
☞	Prueba de rendimiento del prototipo 380 monofasico más Neutro	12 días	mié 5/06/24	mar 18/06/24
☞	Traslado del taller a IESTPFFAA	1 día	mié 19/06/24	mié 19/06/24
☞	Aplicación	1 día	jue 20/06/24	jue 20/06/24



Apéndice B
Cronograma de Presupuesto

ITEM	MATERIALES DE LA ESTRUCTURA	UNIDAD	CANTIDAD	P/U SOLES	PRECIO SOLES
1	TUBO DE ACERO INOX 1" 1/4"	metros	3	15	45
2	Recipientes de acero inox	Unidad	2	350	700
3	Codo de acero inox 1" 1/4"	Unidad	17	6	102
4	Ferrul inox 2 "	Unidad	16	25	400
5	TUBO DE ACERO INOX 6"	Centímetros / Unidad	30 / 2	30	60
6	Válvula de bola de 1" 1/4"	Unidad	2	20	40
7	Válvula de bola de 1/2"	Unidad	2	15	30
8	Unión de 1/2" inox	Unidad	2	3	6
9	Tapa de 6"	Unidad	2	15	30
10	TUBO DE ACERO INOX 9 mm	metros	12	45	540
11	Reducción de 2" a 1"1/4"	Unidad	2	5	10
12	Anillo de 200 mm exterior y 152mm interior	Unidad	4	28	112
13	Círculo cortado en láser con agujeros de 9mm	Unidad	2	85	170
14	Pernos de 1/4" por 1"	Unidad	16	1	16
15	Pernos de 3/16" por 1"	Unidad	8	1	8
16	Ruedas giratorias	Unidad	4	20	80
17	Plancha de acero inox 0.8mm	metros cuadrados	2	50	100
18	Tablero 30x25 de acero inox	unidad	1	80	80
19	Tubo cuadrado 24mm x 32mm	metros	12	10	120
20	Ángulo de 1" 1/4" x 30 cm	unidad	1	20	20
21	Manómetro	Unidad	2	45	90
22	T- clamp	Unidad	1	15	15
	Total				2774

ITEM	MATERIALES Del CIRCUITO ELÉCTRICO	UNIDAD	CANTIDAD	P/U SOLES	PRECIO SOLES
1	Interruptor Termomagnético Trifásico 16 A	Unidad	1	30	30
2	Interruptor Termomagnético monofásico 16 A	Unidad	1	25	25
3	Interruptor Diferencial monofásico 16A 20 mA	Unidad	1	55	55
4	Contactador 16A	Unidad	1	32	32
5	Contactador 32A	Unidad	1	140	140
6	Relé encapsulado 16 pines 220v	Unidad	2	15	30
7	Temporizador	Unidad	1	30	30
8	fuelle de 24V 5A	Unidad	1	50	50
9	Pulsador NC	Unidad	1	8	8
10	Pulsador NO	Unidad	1	8	8
11	Piloto verde	Unidad	1	8	8
12	Pulsador zeta	Unidad	1	15	15
13	Selector	Unidad	1	12	12
14	Controlador de temperatura Autonics	Unidad	1	190	190
15	Controlador de temperatura Ax4	Unidad	1	160	160
16	Electrobomba	Unidad	2	575	1150
17	Relé encapsulado 16 pines 24V	Unidad	1	15	15
18	Resistencia	Unidad	2	40	80
19	Electroválvula	Unidad	2	110	220
20	Sensor de temperatura pt100	Unidad	2	55	110
21	Cable AWG #16	Metros	20	1.5	30
22	Cable AWG #12	Metros	15	2	30
23	Cable vulcanizado AWG #12 x 4	Metros	5	5	25
	Total				2453

ITEM	MEDIOS DE CONSTRUCCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	P/U	PRECIO
					PARCIAL
1	Soldadura	alquilada	1	200	200
2	Mano de obra	personal	2	500	1000
3	Argón	metro cúbico	2	200	400
	Precio Total:				1600

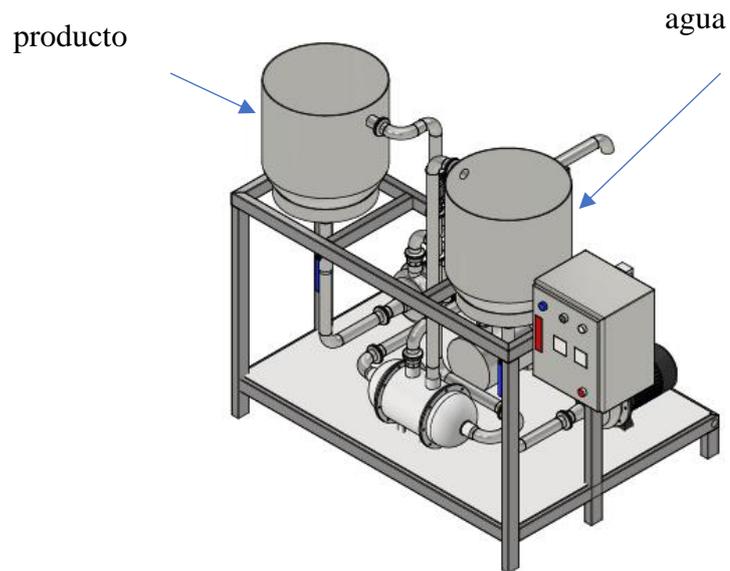
Apéndice C

Manual de Usuario

Como usar el prototipo de pasteurizador multifuncional

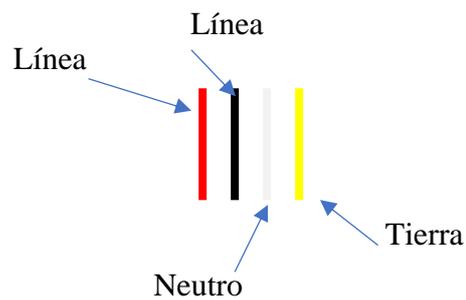
Paso 1

Asegúrese de que los depósitos de agua y del producto estén abastecidos



Paso 2

Conecte el prototipo de pasteurizado a una alimentación de 380V +N. Los cables rojo y negro son de 380V, cable blanco es Neutro y el cable amarillo de protección a Tierra.



Paso 3

El botón de encendido de la unidad está ubicado en la parte superior del lado derecho del tablero de control, se identifica con el color verde. Este es un interruptor que energiza todo el sistema, solo se le hace un clic y se encenderá el piloto de color verde indicando que el sistema esta energizado, el botón color rojo es para detener o apagar todo el sistema es decir des energizar el sistema.



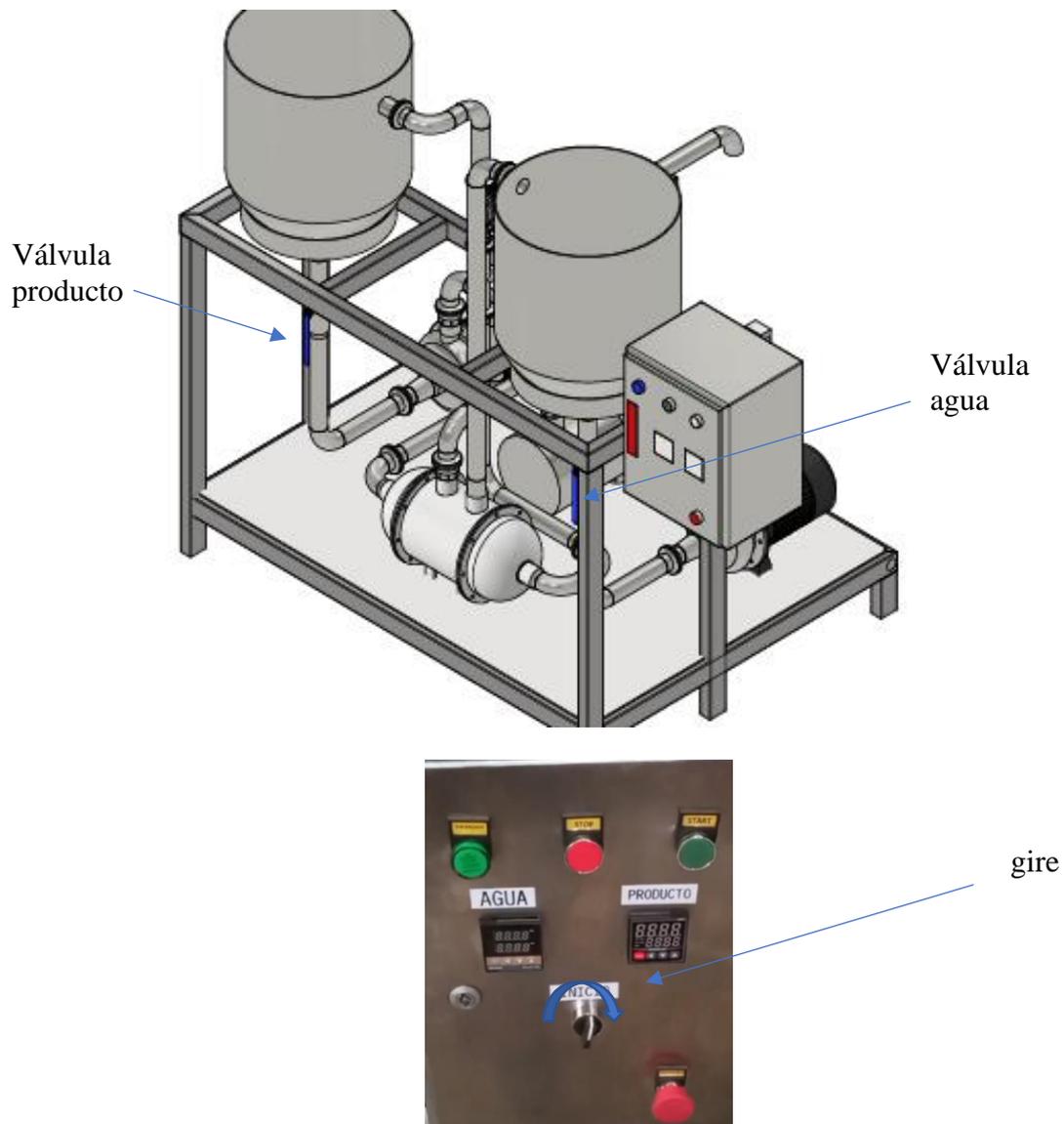
Paso 4

Configuración de la temperatura a pasteurizar, en los controladores de temperatura presionar por el botón con la flecha izquierda para modificar la temperatura y son los botones subir y bajar para seleccionar la temperatura, la temperatura del agua debe ser superior a la temperatura de la leche. En la parte inferior se mostrará la temperatura seleccionada y en la parte superior la temperatura actual.



Paso 5

Entrecierra la válvula del agua y el producto para después dar inicio al pasteurizado, con el selector de inicio; gire el selector suavemente a la derecha para iniciar el proceso de pasteurizado.



Limpieza del prototipo

Paso 1

Asegúrese de que los depósitos de agua y del producto estén abastecidos, ambos con detergente industrial que no sean corrosivos.

Paso 2

Conecte el prototipo de pasteurizado a una alimentación de 380V +N. Los cables rojo y negro son de 380V, cable blanco es Neutro y el cable amarillo de protección a Tierra.

Paso 3

El botón de encendido de la unidad está ubicado en la parte superior del lado derecho del tablero de control, se identifica con el color verde. Este es un interruptor que energiza todo el sistema, solo se le hace un clic y se encenderá el piloto de color verde indicando que el sistema esta energizado, el botón color rojo es para detener o apagar todo el sistema es decir des energizar el sistema.

Paso 4

Configuración de los controladores de temperatura, presionar por el botón con la flecha izquierda para modificar la temperatura y son los botones subir y bajar para seleccionar la temperatura, la temperatura del producto debe ser superior a la temperatura del agua. Después girar el selector inicio durante 10 minutos. Apagar el sistema y después abrir las válvulas en la parte inferior para drenar el agua que está en el sistema.

Paso 5

Enjuagar repetidas veces hasta quitar el detergente, repetir el enjuague con los pasos anteriores y después abrir las válvulas en la parte inferior para drenar el agua que esta en el sistema.