

**MODELO PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE CONTROL
AUTOMÁTICO DE TEMPERATURA PARA UNA PLANTA DE PASTEURIZACIÓN**

JESÚS EMIRO VILLAMIZAR CÁCERES

LEYDI YARITZA MARTÍNEZ PARDO

UNIVERSIDAD SIMON BOLIVAR SEDE CUCUTA

FACULTAD DE INGENIERÍA DE SISTEMAS

SAN JOSÉ CÚCUTA

2017

**MODELO PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE CONTROL
AUTOMÁTICO DE TEMPERATURA PARA UNA PLANTA DE PASTEURIZACIÓN**

JESÚS EMIRO VILLAMIZAR CÁCERES

LEYDI YARITZA MARTÍNEZ PARDO

ING. FRANK SAENZ

Tutor

UNIVERSIDAD SIMON BOLIVAR SEDE CUCUTA

FACULTAD DE INGENIERÍA DE SISTEMAS

SAN JOSÉ CÚCUTA

2017

CONTENIDO

1. INTRODUCCIÓN	1
2. PROBLEMA.....	3
2.1. Título	3
2.2. Planteamiento Del Problema	3
2.3. Formulación Del Problema.....	5
3. OBJETIVOS	6
3.1. Objetivo General.....	6
3.2. Objetivos Específicos	6
4. JUSTIFICACIÓN	7
5. MARCO REFERENCIAL.....	8
5.1. Antecedentes.....	8
5.2. Marco Teórico	10
5.4. Marco Legal.....	16
6. METODOLOGÍA	18
6.2. Enfoque de la Investigación	18
6.4. Tipo de investigación.....	19
6.5. Técnicas e instrumentos de recolección de datos	20
7. DESARROLLO	22
7.1. Capitulo 1.....	22

7.2. Capítulo 2	43
7.3. Capítulo 3	78
CONCLUSIONES	81
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	82

LISTA DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1: Componente Hardware	22
Figura 2: Interfaz gráfica	23
Figura 3: Fluido del Producto	77
Figura 4: Calentamiento del Producto	77
Figura 5: Enfriamiento del Proceso	78

1. INTRODUCCIÓN

Hablar de un modelo de implementación para una empresa de pasteurización lleva a revisar como todos estos procesos de fabricación continuamente avanzan hacia mejorar la velocidad de producción, asegurando alta calidad de los productos. Este avance se logra desde llegar a armar un proceso de control, en calidad, de ayuda y de producción para así conocer características que son susceptibles de cambio o mejora. *“Este proceso asegura que el producto que se trate sea consumible por parte del ser humano, sin que pierda sus propiedades nutritivas”* (Sánchez, 2015, p, 23).

Es necesario recordar que un proceso de pasteurización eleva la temperatura del producto a temperaturas donde los agentes patógenos que afectan la salud humana no pueden sobrevivir. Después se enfría para crear una brecha térmica obteniendo un producto consumible y apto para el almacenamiento. El tiempo al que el producto se expone a alta temperatura es propio del producto que se va a tratar. Este tiempo no puede ser muy alto por cuanto las características propias del producto cómo nutrientes o vitaminas pueden desaparecer, ni tampoco muy bajo por cuanto los agentes patógenos no desaparecerán del producto.

Actualmente existen mapas conceptuales de proyectos que enmarca un posible proceso de pasteurización con la cual se analiza dicha acción para desarrollar la pasteurización de productos a temperaturas en el rango 62 y 64°C y mantenerla a esta temperatura durante 30 minutos.

Este proceso o prueba personal se da desde un control OPTOMUX que abre una válvula de aire triple que conmuta cuando el producto ha alcanzado la temperatura de pasteurización. Este actúa además sobre una válvula proporcional que controla el flujo de vapor que conmuta según un bloque PID disponga.

La disposición de una planta hace que con el control del vapor controle también la temperatura del producto a pasteurizar. Esto presenta un comportamiento no lineal que se puede desglosar en varios segmentos. Para la obtención de los segmentos lineales del modelo, se aproximan los datos obtenidos con la respuesta de primer orden de un sistema, para así obtener los modelos matemáticos de dichos segmentos. El producto toma una mayor velocidad de aumento de temperatura para temperaturas bajas y según transcurre dicho aumento, la velocidad disminuye.

Con esta implementación del diseño se apunta a reducir el tiempo de pasteurización, a la vez tener una calidad de producto igual o mejor a la obtenida anteriormente, este diseño está sujeto a mejoras que pueden realizarse en trabajos posteriores donde se puedan cambiar los instrumentos actuales. La técnica es una estrategia para implementación de sistemas controlados, el cual regula utilización, servicios y plantas para mayor producción, por ello es vital llevar este proceso como guía en esta aplicación personal en pro de un futuro proceso para plantas pasteurizadoras cucuteñas.

2. PROBLEMA

2.1. Título

Modelo para la implementación de un sistema de control automático de temperatura para una planta de pasteurización.

2.2. Planteamiento Del Problema

Actualmente en el departamento Norte de Santander el proceso de pasteurización de leche, según Guerrero (2012) “consiste en llevar la leche a una temperatura de 62°C a 65°C para mantener dicho rango en un tiempo igual 30 minutos, para luego ser enfriada hasta una temperatura inferior a 10°C” (p.20). En dicho proceso los productores de lácteos norte santandereanos controlan la temperatura con un termómetro de mercurio, en liquido de manera repetida cada cierto tiempo durante todo el proceso de pasteurización, esta práctica puede ser perjudicial tanto para el productor como para el consumidor final. En el primer caso se corre el riesgo de que el instrumento de medida no se manipule adecuadamente y que haya errores en la medición de temperatura para obtener un resultado adecuado; mientras que para el caso del consumidor se puede ver afectado en el momento en que el instrumento se halle fuera de la leche este puede contaminarse e introducir nuevos agentes patógenos al líquido procesado.

Por otro lado, la agitación es otro factor importante para generar la homogenización de la leche que se está pasteurizando, donde en la mayoría de los casos se realiza usando cucharas de madera que se sumergen y extraen de la leche convirtiéndose en un posible contacto de infección, puesto que al igual que los termómetros si no se manipulan adecuadamente además de no realizarse una

buena pasteurización también pueden incurrir en afectaciones en la salud para el consumidor final. Así mismo, es importante resaltar que la evolución tecnológica en la que se encuentra el mundo actualmente ha sido diseñada para mejorar la calidad de vida de la comunidad; un ejemplo de ello es la automatización, para autores como Pérez (2016) esta se define como:

“Un sistema que utiliza elementos computarizados para controlar maquinarias y/o procesos industriales, por lo que es fundamental para la productividad de las fábricas y principalmente para conseguir la estandarización de la calidad del producto, sin olvidar la seguridad de las personas. (p.14)”

De esta manera, la automatización a nivel mundial ha contribuido en gran medida al incremento del tiempo libre y de los salarios reales de la mayoría de los trabajadores de los países industrializados, al mismo tiempo ha permitido incrementar la producción y reducir los costos, situando diferentes productos al alcance de todos, donde los países desarrollados son los pioneros en la utilización y mejoramiento de la automatización industrial aportando con nueva tecnología a los países en vías de desarrollo, los cuales para entrar en un mercado competitivo a nivel mundial tienden a automatizar sus industrias (Rouse,2102).

Paralelamente, al automatizar procesos existe el caso de considerar criterios erróneos como por ejemplo remplazar a la fuerza laboral de los trabajadores o la reducción del costo del trabajo; por el contrario, se debe tener en cuenta la calidad del producto y la reducción de los tiempos de producción lo que conlleva a un aumento de la productividad y ganancias para la empresa.

Por otra parte, en Colombia la automatización en las industrias se ha venido desarrollando paulatinamente, logrando que las fábricas que poseen sistemas automáticos sean más competitivas el mercado nacional, aun así, no son muchas las industrias colombianas que posean sistemas automáticos para mejorar su producción, por lo cual se ha visto necesario controlar ciertos procesos de manera automática y con esto utilizar las nuevas tecnologías para lograr una excelente producción y desarrollo de las industrias.

Aunque las plantas pasteurizadoras de San José de Cúcuta están en constante desarrollo tecnológico y mejora continua de sus procesos, aun no poseen todas sus áreas de producción automatizadas donde al llevar labores importantes en forma manual pueden llegar a ocasionar pérdidas en el tiempo de producción, así mismo un control manual de todos los equipos y máquinas utilizadas en estos procesos limita el crecimiento y producción de leche, donde al bajar la producción también baja la ganancia. Es por ello que surge la pregunta ¿Cómo crear un modelo para la implementación de un sistema de control automático de temperatura para una planta de pasteurización?

2.3.Formulación Del Problema

¿Cómo crear un modelo para la implementación de un sistema de control automático de temperatura para una planta de pasteurización?

3. OBJETIVOS

3.1. Objetivo General

- Crear un modelo para la implementación de control automático de temperatura para una planta pasteurizadora

3.2. Objetivos Específicos

- Identificar los métodos para el control predictivo de temperatura en los procesos pasteurización de la leche.
- Seleccionar los componentes de hardware para el diseño del modelo del sistema de control automatizado.
- Diseñar un prototipo que evidencie el modelo para el control automático de temperatura en el proceso de pasteurización de la leche.

4. JUSTIFICACIÓN

Actualmente la ciudad está pasando en su área comercial por su proceso de crisis por lo que es necesario aumentar la productividad de las empresas por lo cual se considera viable la automatización de sus procesos.

Por lo anterior se considera que el modelo para la implementación de un sistema de control automático de temperatura para una planta de pasteurización, se orienta a empresas cuyo proceso es primitivo, logrando disminuir el riesgo de contaminación del producto ya que las temperaturas obtenidas automáticamente son exactas y no se requiere de la utilización de utensilios contaminantes; a su vez el manejo de los grados centígrados requeridos para la pasteurización de la leche es el preciso para mejorar la calidad del producto permitiendo minimizar tiempos y aumentar la producción de la empresa.

La unión de la ingeniería y el uso de las metodologías que se utilizaran para el modelo hace sobresaliente el trabajo que se realiza en esta investigación ya que en la actualidad son pocas las empresas que recurren a controles automáticos en procesos de pasteurización de leche.

Una empresa con aumento de producción y una excelente calidad en sus productos garantiza aumento en sus ganancias y sostenimiento en el mercado, por lo que la automatización es una excelente opción de implementación en sus procesos.

5. MARCO REFERENCIAL

5.1. Antecedentes

Torres Daniel y Suatunce Orlando, Ambato-Ecuador. “Automatización del Proceso de Producción de Queso para la Micro Empresa Quesera San José de Chanchalo”. Resume: En las conclusiones de su trabajo investigativo indican que los sistemas automáticos ayudan en gran parte a las empresas que los poseen o los llegan a implementar, debido a que se disminuyen las actividades no productivas de los procesos, llegando a reducir considerablemente los tiempos de producción que serán consideradas en el presente trabajo de investigación en la suma importancia de las pequeñas y medianas empresas para acceder a nuevas tecnología implementando el uso de un PLC, sensores, válvulas, actuadores.

Gustin D y Legarda N, Universidad de Nariño, Colombia, 2012. “Diseño de un prototipo aplicado a la automatización al proceso de pasteurización de la leche mediante el método discontinuo” Resumen: Este desarrollo se origina en la Universidad de Nariño en la facultad de ingeniería electrónica, Pasto-Colombia por iniciativa de los docentes de la asignatura de automatización, el objetivo es controlar de forma precisa las temperaturas, presiones, las alarmas y demás variables presentadas para la pasteurización de leche, con el objetivo de lograr una mayor calidad en los procesos de pasteurización. Específicamente se pensó en la pasteurización HTST. Se ha desarrollado inicialmente un sistema de control que consiste en el uso de sensores para temperatura en donde la leche es pasteurizada. Usando actuadores en tiempos reales en donde la acción que hace que la temperatura se eleve varié según su necesidad. En la parte de control con los algoritmos de control, fusiones gráficas de agradable y útil interfaz

a usuario mediante pantalla LCD gráfica y funciones de base de datos para posterior descarga y análisis de datos en PC.

Juan Mejía y Cristian Sánchez, universidad javeriana Bogotá, Colombia, 2010

“ingeniería para la automatización del proceso de pasteurización” resumen: en la facultad de ingeniería departamento de electrónica. El trabajo consiste en el estudio de la implementación de un sistema de control autónomo para dos variables físicas, temperatura y actuador ultrasónico a una pasteurizadora de leche materna con homogeneización por ultrasonido, que permita el tratamiento de la leche materna para eliminar casi el 100% de los microorganismos patógenos con la mínima intervención humana. El control de la temperatura se basa en el método Halder, 62,5 °C durante 30 minutos, los parámetros de control pueden ser modificados mediante pulsadores.

La automatización de todo el proceso está basada en un micro controlador de la gama media mejorada PIC16F1937, con la posibilidad de registrar en la memoria interna el control de la temperatura y enviar a una computadora con un formato sencillo para su registro y visualización.

5.2.Marco Teórico

Para seguir en el proceso de sistematización del proyecto es necesario destacar algunas bases teóricas, las cuales ayudaran al objeto de entender el procedimiento y por qué su utilización en un siglo XXI.

La primera teoría en la cual nos remontaremos es la pasteurización como técnica y adecuarla a la teoría, “esta dice que es el proceso térmico realizado en líquidos, generalmente alimentos con el objetivo de reducir la presencia de agentes patógenos “ciertas bacterias, protozoos, mohos, levaduras, que puedan contener” (Arcaizar, Johan proceso de reducción de bacterias año 2015). Uno de los objetivos del tratamiento térmico es una "esterilización parcial" de los alimentos líquidos, alterando lo menos posible su estructura física, sus componentes químicos y sus propiedades organolépticas es decir organismos que se anexan con cualquier circunstancia y menos si no hay control en temperaturas de calidad.

Teoría de la pasteurización, el proceso térmico más conocido al que se somete la leche se denomina pasteurización, en honor a Louis Pasteur (1822-1895), quien a mediados del siglo XIX probó que calentar ciertos alimentos y bebidas como la leche disminuía de manera sensible el número de microorganismos presentes.

A mediados del siglo XVII, gracias a la ayuda del microscopio, los científicos se percataron de la existencia de los microorganismos. Los encontraron en el agua y también en los alimentos en mal estado.

Pero en ese momento no se les ocurrió que éstos podían ser la causa de la putrefacción de los alimentos; pensaron que eran más bien una consecuencia de ésta. Quien sí se dio cuenta, dos siglos después, fue el químico francés Louis Pasteur, el padre de la Microbiología moderna.

Pasteur realizó un interesante experimento. Sabía que los extractos líquidos de levadura y azúcar se contaminaban si se los exponía al aire cargado de polvo. Entonces tomó 30 frascos, los llenó con el extracto y subió con ellos a los Alpes, hasta una altura de 1.500 metros. Allí, rodeado de aire puro, los abrió unos instantes y volvió a cerrarlos. De vuelta en su laboratorio, comprobó que el líquido no se había contaminado.

Con este descubrimiento, Pasteur pudo diseñar un método para eliminar los gérmenes del vino, la cerveza y la leche. Ésta fue la culminación de años de estudio de las “enfermedades” de distintos líquidos, causadas por bacterias suspendidas en el aire que, según aseguraba el científico, “afectaban la salud de la materia viva”. Lentamente, Pasteur fue perfeccionando su método. Algunos años más tarde el investigador respondió a un pedido del emperador Napoleón III, que solicitaba sus servicios para que intentara impedir que los prestigiosos vinos franceses se arruinaran. Pasteur tomó muestras, realizó minuciosos análisis y llegó a la conclusión de que si se calentaba el líquido a 55°C, los microorganismos desaparecían y la calidad del vino no se veía afectada. El científico aplicó después el mismo proceso a la leche para limpiarla de gérmenes. La técnica resultó tan útil que hoy en día se la sigue utilizando en la industria alimentaria con algunas modificaciones. Y, en honor a su autor, se la llamó pasteurización.

¿Cómo puede explicarse el proceso del vino al fermentarse; la masa dejada crecer; o agriarse la leche cortada; o convertirse en humus las hojas muertas y las plantas enterradas en el suelo? Debo de hecho confesar que mis investigaciones han estado imbuidas con intensidad por la idea de

que la estructura de las sustancias, desde el punto de vista siniestro y diestro (si todo lo demás es igual), desempeña una parte importante en las leyes más íntimas de la organización de los seres vivos, adentrándose en los más oscuros confines de su fisiología. (Louis Pasteur)

Teoría del calor “Dos sustancias deben tener diferentes temperaturas para que el calor de una fluya a la otra” (Guía de métodos novedosos. Metodología particular, tomo 2, 2014). El calor siempre fluye desde la sustancia más caliente hasta la más fría. El flujo de calor es rápido cuando la diferencia de temperatura es muy grande. Durante la transferencia de calor, la diferencia en temperatura es gradualmente reducida y la tasa de transferencia se vuelve más lenta, cesando hasta que las temperaturas son iguales. “El calor puede transferirse de tres maneras conducción, convección y radiación”. La conducción es la transferencia de energía térmica por medio de cuerpos sólidos y por capas de líquido en reposo (sin flujo físico o mezcla en la dirección de la transferencia). “La convección es la forma de transferencia de calor que ocurre cuando partículas que contienen altas cantidades de calor se mezclan con partículas frías y transfieren su calor a la superficie por conducción. La convección requiere mezclar las partículas” (IBID, año 2014. Página 22.).

5.3. Marco Conceptual

Para este proyecto es muy importante saber que métodos se emplean en la eliminación de agentes patógenos en los alimentos y sobre todo en la leche, uno de los procesos empleados es la pasteurización, por lo cual se hace vital saber está en que consiste y q temperaturas son requeridas para manejar nuestro modelo de automatización de modo que además de agilizar el proceso, asegure la calidad del producto y otros beneficios como lo es el rendimiento de las labores en la planta de pasteurizadora.

Por lo anterior la Pasteurización según el científico Louis Pasteur consiste en retirar los agentes patógenos de los alimentos sin que estos pierdan sus cualidades exponiendo los alimentos por un tiempo determinado a altas temperaturas, los agentes desaparecen y las características del mismo no cambiaban. La pasteurización se realiza transfiriendo calor al producto a tratar hasta cierta temperatura. Esta temperatura depende del producto ya que por las cualidades propias algunos son más propensos al crecimiento de patógenos indeseados. Una vez obtenida dicha temperatura se mantiene el producto en este estado por un tiempo corto. Este tiempo también es puntual para cada producto. Para almacenar un producto correctamente pasteurizado, es necesario que la temperatura de este baje, eliminando patógenos restantes.

Además, esta investigación busca definir un modelo de automatización por lo cual es importante tener claro que según la Real Academia de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales define la Automática como una Ciencia que trata de los métodos y procedimientos cuya finalidad es la

sustitución del operador humano por un operador artificial en la ejecución de una tarea, física o mental, previamente programada. Por lo tanto determinamos que la automatización industrial trata del uso de sistemas o elementos computarizados y electromecánicos para controlar maquinarias y/o procesos industriales sustituyendo a operadores humanos, es decir de una manera autónoma. La automatización como una disciplina de la ingeniería es más amplia que un mero sistema de control, abarca la instrumentación industrial, que incluye los sensores y 19 transmisores de campo, los sistemas de control y supervisión, los sistema de transmisión y recolección de datos y las aplicaciones de software en tiempo real para supervisar y controlar las operaciones de plantas o procesos industriales.

La automatización incluye:

- Herramientas automáticas para procesar partes.
- Máquinas de montaje automático.
- Manejo automático de material y sistemas de almacenamiento.
- Sistemas de inspección automática para control de calidad.
- Control de reaprovechamiento y control de proceso por computadora.
- Sistemas por computadora para planear colecta de datos y toma de decisiones para apoyar las actividades.

Ahora bien, nuestro diseño cuenta con intercambiadores de calor, es decir, con dispositivos los cuales verifican el calor desde un fluido caliente a un fluido frío separados por una pared sólida. Los dos fluidos pueden ser un líquido, un gas, un vapor condensante o un líquido en ebullición. En

el caso del proceso de pasteurización se Utilizan como dispositivos para el calentamiento y enfriamiento de la leche.

Siendo este un sistema de control automático para implementar en una planta pasteurizadora cabe resaltar que estos controles tienen una larga historia que comenzó por el deseo primordial de los seres humanos de dominar los materiales y las fuerzas de la naturaleza en su provecho, como por ejemplo: obtener productos de mayor calidad, minimizar los desperdicios, protección del medio ambiente, mayores márgenes de seguridad, etc. "El control automático es el mantenimiento de un valor deseado para una cantidad o condición física, midiendo su valor actual, comparándolo con el valor referencia, y utilizando la diferencia para proceder a reducirla mediante una acción correctiva.

Por último y no menos importante tomamos en cuenta el concepto Inteligencia artificial como un conjunto de técnicas, que se aplican en el diseño de programas de computador que tengan la capacidad de razonar, en el sentido de inferir nueva información, y que por la dificultad del problema a resolver requieren una solución con un grado de inteligencia.

5.4. Marco Legal

La Legislación colombiana tiene como objetivo determinar las condiciones completas de todos los procesos industriales donde tengan lugar alimentos que son vendidos al público, por lo tanto, tomamos en cuenta la siguiente ley y el decreto

5.4.1. La ley 9 de 24 de enero de 1979. “por la cual se dictan las medidas sanitarias”

esta ley reglamentó cuales son las medidas necesarias para el correcto funcionamiento de una planta de alimentos. Se dictaminan las condiciones para la higiene de la misma y cuáles son las características para la operatividad de la planta. Estas características están encaminadas a la salud ocupacional de los trabajadores de la planta.

Después de los preliminares concernientes a estas características de las plantas de procesamiento, en el título se establecen las normas específicas que deberán aplicarse a los alimentos, aditivos o bebidas que sean vendidos al público. Este título es el más largo de las secciones de la ley. Primero reconoce a la pasteurización como el procedimiento por el cual son retirados de alimentos crudos, agentes patógenos que afectan la salud humana.

5.4.2. Decreto número 616 de 2006. 28 de febrero de 2006. “Por el cual se expide el Reglamento Técnico sobre los requisitos que debe cumplir la leche para el consumo humano que se obtenga, procese, envase, transporte, comercializa, expendi, importe o exporte en el país” es estrictamente necesario asegurarse que el producto que está llevando al mercado cumpla con los parámetros exigidos para el consumo humano, no solo porque una ley lo disponga o los

organismos lo exija, se basa en los principios éticos para beneficio mutuo tanto el consumidor como del productor, sin afectar la seguridad y la salud de quienes consumen en este caso la leche. Por lo tanto, se debe verificar que los procesos sean llevados a cabalidad de manera estricta sin bajar los índices de producción.

6. METODOLOGÍA

6.1. Paradigma de la Investigación

La investigación se puede definir como investigación positivista debido a que para llegar al diseño del control automático de temperatura se han tomado mediante revisión documental datos ya existentes de procesos actuales para incorporar nuevas tecnologías sin alterar el resultado del producto final. tal como plantea Martínez (1999) en su obra *La nueva ciencia, su desafío, lógica y método* Desde esa óptica, ser objetivo permite extraer exactamente la realidad sin alterarla, de tal forma que la certeza está dada por la autenticidad

6.2. Enfoque de la Investigación

Sampieri 2007, establece que se utiliza secundariamente la recolección de datos fundamentada en la medición, de este modo se lleva a cabo el análisis de los datos y se contestan las preguntas de investigación mediante revisión documental e investigaciones establecidas mediante varios medios, se prueban las hipótesis iniciales al plantear el proyecto, tales como;? ¿Es posible controlar manual y automáticamente la maquinaria utilizada para el proceso de producción de modo que en las plantas pasteurizadoras se minimicen los tiempos de producción establecidos sin alterar la calidad de la leche?

6.3. Diseño de la Investigación

Esta investigación es de diseño no experimental de nivel proyectivo en el cual se propone un modelo operativo de automatización en la pasteurización de la leche sin construir una situación específica, sino observando las ya existentes, este lleva a cabo en varios pasos sucesivos:

1. Organizarse como el equipo de mejora del proceso de pasteurización en el cual se toman en cuenta los tiempos establecidos por las plantas pasteurizadoras en general
2. Establecer una visión general del proceso, preliminar del mismo.
3. someter el proceso a su evaluación en función de las necesidades, expectativas y experiencias de cualquier planta pasteurizadora
4. Estudiar la valoración conjuntamente con la visión del proceso que tienen los distintos miembros del equipo. Establecer puntos críticos, prioridad y mejoras
5. Realizar las mejoras para una futura implementación.

6.4. Tipo de investigación

La investigación se lleva a cabo mediante investigación documental, Arias (1997) señala que la investigación documental "es aquella que se basa en la obtención y análisis de datos provenientes de materiales impresos u otros tipos de documentos", en donde el propósito es profundizar en el tema del proceso de pasteurización sin tener acceso a aplicaciones prácticas en una planta pasteurizadora. Por lo tanto se han tomado en cuenta fuentes documentales impresas y no impresas, con el fin de recoger información, organizarla e interpretarla de acuerdo a la objetividad del resultado.

6.5. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Las técnicas de recolección de información son procedimientos especiales utilizados para obtener y evaluar las evidencias necesarias, suficientes y competentes que le permitan formar un juicio profesional y objetivo, que facilite la calificación de los hallazgos detectados en la materia examinada. En este caso debe seleccionar la técnica más apropiada, es el sondeo de opinión, para examinar cualquier operación, actividad, área, programa, proyecto o transacción en este mismo sentido se sustenta los conocimientos que se producen mediante la manipulación de la información previamente elaborada por diferentes autores para distinguir entre las pasteurizadoras o posibles clientes el proceso de optimo desempeño aplicar.

Nivel: En la investigación se interpretan realidades de hecho haciendo énfasis en conclusiones extraídas de la revisión documental, por lo tanto, es de nivel descriptivo, Arias (1997) señala que este nivel de investigación consiste en la caracterización de un hecho, fenómeno o grupo con el fin de establecer su estructura o comportamiento.

Modalidad: Proyecto especial, ya que este proyecto está destinado a la creación de un modelo para la implementación de un sistema de control automático de temperatura para una planta pasteurizadora con el fin de solucionar deficiencias evidenciadas en cuando al rendimiento de la producción de leche, la UPEL (2002) define los proyectos especiales como trabajos que llevan a creaciones tangibles, susceptibles de ser utilizadas como soluciones a problemas demostrados o que responden a necesidades e intereses de tipo cultural. Es de suma importancia mejorar en

cualquier empresa los procesos de producción de modo que se garanticen menores tiempos y buena calidad del producto para mejorar su índice de ganancias y crecimiento empresarial, por esto se diseña el modelo automatizado para plantas pasteurizadoras proyectado a minimizar tiempos y riesgos en la pasteurización de la leche sin perder la calidad del producto.

Técnica Se han registrado los datos relevantes obtenidos en la revisión documental autónoma y en las diferentes etapas de la investigación en formatos llamados fichas mixtas, las cuales de manera ordenada y debidamente elaboradas contienen gran parte de la información recopilada.

7. DESARROLLO

7.1. Capítulo 1



Figura 1. Componente Hardware

Fuente: Diseño Propio

Antes de escoger los componentes de hardware daremos una breve introducción de las ventajas de la automatización.

- Requerimientos de un aumento en la producción y mejora en la calidad de los productos.
- Necesidad de bajar los costos de producción.
- Escasez de energía
- Encarecimiento de la materia prima.
- Necesidad de protección ambiental.
- Desarrollo de nueva tecnología.

Se conforman de dos partes:

- Partes de mando: Es la estación central de control o autómeta. Es el elemento principal de los sistemas encargado de la supervisión manejo corrección de errores comunicación.
1. Elementos de control: son los elementos de cálculo y control que gobiernan el proceso se denomina autómeta y conforman la unidad de control.
 2. Interfaz hombre maquina: permite la comunicación entre el operario y el proceso puede ser una interfaz gráfica de computadora.

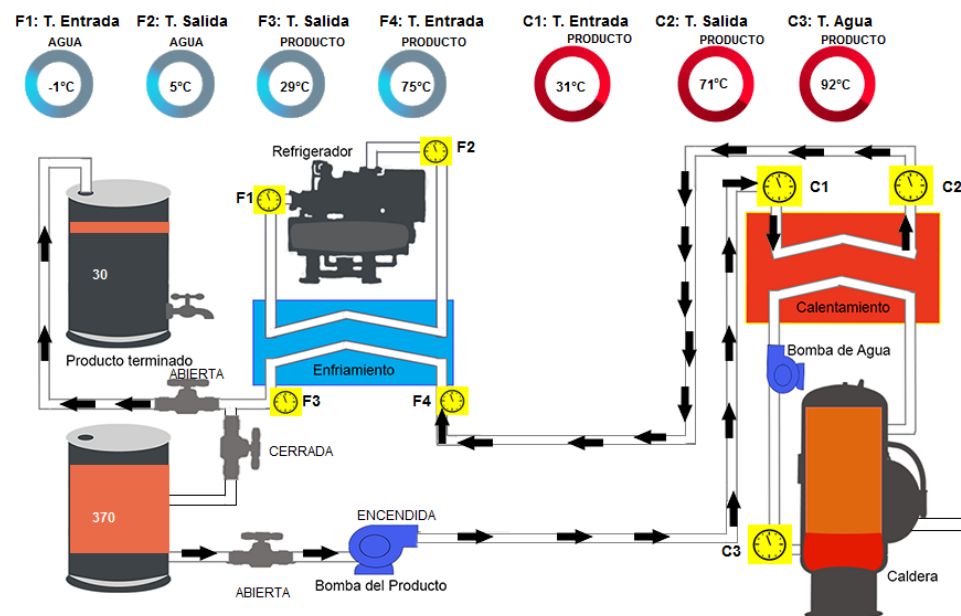


Figura 2. Interfaz grafica

Fuente: Partes del Diseño

- Partes operativas: Es la parte que actúa directamente sobre la maquinas. Son los elementos que hacen que las maquina se mueva y realice las acciones son sensores actuadores motores cilindros.

Basándonos en la investigación para logra el primer objetivo que es Identificar los métodos para el control predictivo de temperatura en los procesos pasteurización de la leche. Hemos realizado las siguientes fichas:

Tipos de fichas (mixta)	Proceso VAT “Lenta”
Datos de la referencia bibliográfica	• Canu, Héctor. Christian. (2015, 11 ,17). Automatización y monitoreo de una planta para pasteurización de leche. http://repositorio.unsa.edu.pe/bitstream/handle/UNSA/270/B2-M-18507.pdf?sequence=1 Industria alimentaria (octubre 29, 2012), Métodos de pasteurización. http://tareasuniversitarias.com/metodos-de-pasteurizacion.html

	• https://es.wikihow.com/pasteurizar-la-leche
Historia	Los intentos de esterilizar la comida en contenedores sellados se atribuyó históricamente al inventor francés Nicholas Appert en sus trabajos de investigación realizados en el siglo XVIII. No obstante algunas investigaciones demuestran que con anterioridad ya se había intentado esterilizar recipientes sellados de alimentos. Hacia fines de siglo XIX, los químicos alemanes trasladaron este procedimiento a la leche cruda, y ya por entonces (antes de Pasteur) empezaron a “sospechar” que los tratamientos térmicos resultaban eficaces para destruir las bacterias presentes en ella. De este modo, dieron origen no sólo a un importante método de conservación, sino también a una medida higiénica fundamental para cuidar la salud de los consumidores y conservar la calidad de los alimentos. Estos trabajos sentaron las bases de lo que Pasteur posteriormente descubriría y explicara científicamente. Algunos de los contemporáneos de Pasteur, incluido el eminente químico alemán Justus von Liebig, insistían en que la fermentación era un proceso puramente químico y que no requería en absoluto de la intervención de ningún organismo vivo (es decir, suponían que era un proceso puramente inorgánico).

	En el año 1864, a instancias del emperador Napoleón III, Pasteur investigó la causa por la que el vino y la cerveza se agriaban con el paso del tiempo, causando grandes pérdidas económicas a las empresas francesas debido a lo perecedero de estas mercancías. Pasteur regresó al pueblo de su infancia, Arbois, con el objetivo de resolver el problema definitivamente; allí estudió el problema que afectaba a las viñas. Con ayuda de un microscopio, descubrió que, en realidad, intervenían dos tipos de organismos, dos variedades de levaduras de la familia Acetobacter, que eran la clave del proceso de fermentación. Uno producía alcohol y el otro, ácido láctico que agriaba el vino produciendo el vinagre. Con posterioridad, Charles North aplicó con éxito el mismo método de Pasteur a la leche en el año 1907.
Definición de pasteurización vat(lenta)	• Fue el primer método de pasteurización, aunque la industria alimenticia lo ha ido renovando por otros sistemas más eficaces. El proceso consiste en calentar grandes volúmenes de leche en un recipiente estanco a 63 °c durante 30 minutos, para luego dejar enfriar lentamente. Debe pasar mucho tiempo para continuar con el proceso de envasado del producto, a veces más de 24 horas.(Cuno,2015,p12) • es la más usada en quesería porque se obtienen quesos con mejor calidad y no se produce ningún sabor a cocido, sin

	embargo si está muy contaminada por bacterias resistentes al calor, éstas se siguen desarrollando. Cuide que su leche no se contamine con alimentos ensilados, en donde abundan esas bacterias. Para esta pasteurización se requieren 63°C durante 30 minutos. Esto es, cuando la leche haya llegado a los 63°C, manténgala así durante 30 minutos. En la práctica con 20 o 40 litros, puede usted calentarla a baño María, hasta que alcance los 65°C, y apagar la hornilla, tapar la olla y esperar media hora, al cabo de ese tiempo tendrá 62°C y con eso queda pasteurizada. Inmediatamente después, introduzca esa olla en una pila con agua fría.(Industria alimentaria, 2012)
Ventajas de método de pasteurización vat	• Obtener productos de buen sabor y aroma. • Destruir el 90% de las bacterias productoras de enfermedades. • Producir productos de la misma calidad durante todo el año. • Mantener la leche a temperatura fresca y no fría, que es más costoso. • Obtener leche de más larga duración.
desventajas de método de pasteurización vat	• Eliminación de bacterias lácticas benéficas.

	• Sobreviven las bacterias patógenas que toleran altas temperaturas. • No destruye todas las bacterias indeseables cuando la leche se encuentra muy contaminada. • La temperatura deseada no es 100% correcta. • Si se retrasa el tiempo para llegar a la temperatura de pasteurización, se llega a acidificar y cuajar la leche. • Ligera modificación de la leche, obteniéndose cuajado más suave. • Pérdida de tiempo y costo para las empresas. • Productos de menor calidad.
Materiales para la pasteurización vat	• 2 cacerolas • agua • hornilla • cucharón de madera • termómetro flotante o con gancho • hielo

	• lavabo con tapón, tina o cubeta grande • contenedores de leche limpios
Formas de pasteurización vat Casera de la leche	1. Coloca las ollas para crear un baño maría. Llena una cacerola grande con agua hasta alcanzar de 7,5 a 10 cm (3 a 4 pulgadas) de altura. Introduce una cacerola un poco más pequeña. Lo ideal es que las bases no se toquen, ya que de esta manera evitarás el riesgo de que los alimentos adquieran un sabor a quemado. 2. Introduce un termómetro en la cacerola pequeña. Tendrás que verificar la temperatura constantemente, así que un termómetro flotante para lácteos o uno de repostería que se sujete con gancho puede funcionar muy bien. Lava el termómetro en un contenedor con agua caliente y jabón antes de usarlo. Lo mejor es desinfectarlo con un pañito de alcohol desechable y volver a enjuagarlo. • Si tu termómetro no flota o no tiene un gancho para sujetarlo al borde de la cacerola, tendrás que introducirlo manualmente con bastante frecuencia a lo largo del proceso de pasteurización. Trabaja cerca de

	un lavadero de tal manera que puedas limpiar y desinfectar el termómetro cada vez que midas la temperatura. 3. Prepara un baño de hielo. Mientras más rápido enfríes la leche después de pasteurizarla, más segura para el consumo y agradable quedará. Llena un lavadero o una tina grande con agua fría y hielo de antemano para estar listo. Una máquina de helado antigua es bastante efectiva para este propósito. Introduce hielo y sal en el compartimento externo como lo harías normalmente. Termina de leer las instrucciones que se indican a continuación antes de empezar a hacer los preparativos. Después de leer, debes decidir si usarás el proceso de pasteurización largo, en cuyo caso tendrás que mantener el hielo en el congelador por media hora más. 4. Vierte la leche cruda en la cacerola más pequeña. Vacíala a través de un colador si es que no la has colado desde que salió del animal del que proviene. En el caso de cantidades pequeñas para consumo en casa, es más fácil pasteurizar 4 litros (1 galón) por vez.
--	---

	5. Calienta mientras revuelves. Coloca tus cacerolas para baño maría en fuego medio. Mueve la leche frecuentemente para ayudar a igualar la temperatura y evitar que se pegue al fondo. 6. Revisa la temperatura atentamente. Asegúrate de que el sensor del termómetro no toque el fondo o los lados de la cacerola, ya que de lo contrario las medidas que tomes estarán equivocadas. Una vez que la leche se acerque a las temperaturas indicadas a continuación, revuelve constantemente y trae la leche del fondo hacia arriba para homogenizar la temperatura. Lleva la temperatura a 60 °C (145 °F). Mantén la leche a esta temperatura por 30 minutos. Vuelve a empezar el conteo si la temperatura baja a menos de 60 °C (145 °F). Retira del fuego. 7. Enfría la leche rápido en el baño de hielo. Mientras más rápido enfríes la leche, mejor será su sabor. Sumerge la cacerola en el baño de hielo y revuelve la leche para liberar el calor. Luego de unos minutos, retira un poco del agua que se ha calentado y replázala con hielo o más agua fría. Repite este proceso cada vez que el agua se caliente; mientras más seguido lo hagas, mejor será. Una vez que la temperatura llegue a 5 °C (40 °F), la leche estará lista. Esto puede demorar hasta 40 minutos en un baño de hielo o 20 minutos en una máquina para hacer
--	---

	helados. Si la leche no alcanza los 5 °C (40 °F) en 4 horas como máximo, lo más probable es que se haya vuelto a contaminar. En este caso, tendrás que pasteurizarla nuevamente y enfriarla más rápido.
--	--

Tipo de ficha (mixta)	Proceso HTST(Tiempo corto de alta temperatura)
Datos de la referencia bibliográfica	• http://biblioteca.udenar.edu.co:8085/atenea/biblioteca/85847.pdf • http://www.innovacion.gob.sv/inventa/attachments/article/3372/Pasteurizacion%20Marzo.pdf • http://tareasuniversitarias.com/manual/pasteurizacion-de-la-leche/ • http://www.laanunciataikerketa.com/trabajos/yogur/pasteurizacion.pdf

Historia	Pasteur utilizó un nuevo método para eliminar los microorganismos que pudieran degradar al vino o la cerveza, después de almacenar el líquido en cubas bien selladas y elevando su temperatura hasta los 44 °C durante un breve periodo. Comprobó experimentalmente que las poblaciones de Acetobacter se reducían en extremo hasta quedar “casi esterilizado” el alimento. A pesar del horror inicial de la industria ante la idea de calentar el vino, un experimento controlado con lotes de vino calentado y sin calentar demostró de forma contundente la efectividad del procedimiento. Pasteur dio el primer paso en el que sería este nuevo método denominado posteriormente “pasteurización” en su honor, y lo fue aplicando a otros alimentos líquidos como la leche. El proceso se aplica hoy en día como una norma higiénica en los procesos básicos de la industria alimenticia y actualmente garantiza la seguridad de muchos productos alimenticios del mundo.
Definición de pasteurización HTST	HTST (High temperature short time). Esta pasteurización requiere que el producto se exponga a temperaturas de 70-75°C por tiempos de 15 a 30 segundos dependiendo de su tipo. Los estándares para esta pasteurización de leche se crearon en Estados Unidos en 1933 y definen que la temperatura debe ser de 71.7°C a 15 segundos para la reducción más eficiente de las bacterias(Gustin y Legarda,2012p25)

	Ultra pasteurización instantánea o High Temperature Short Time (HTST), este método consiste en someter el alimento a una temperatura cercana a los 79°C, durante un período de al menos 15 segundos. Se emplea en la pasteurización de líquidos a granel como leche, zumos de fruta, cerveza, etc. Presenta, entre otras ventajas, tiempos cortos de producción.(DICA,2015) Este método es el empleado en los líquidos a granel, como la leche, los zumos de fruta, la cerveza, etc. Por regla general, es el más conveniente, ya que expone al alimento a altas temperaturas durante un período breve y además se necesita poco equipamiento industrial para poder realizarlo, reduciendo de esta manera los costes de mantenimiento de equipos. Entre las desventajas del proceso está la necesidad de contar con personal altamente cualificado para la realización de este trabajo, que necesita controles estrictos durante todo el proceso de producción. Existen dos métodos distintos bajo la categoría de pasteurización HTST: en “batch” (o lotes) y en “flujo continuo”. Para ambos métodos la temperatura es la misma (72°C durante 15 segundos).
--	--

Ventajas de método de pasteurización HTST	• Pueden procesarse en forma continua grandes volúmenes de leche. • La automatización del proceso asegura una mejor pasteurización. • Es de fácil limpieza y requiere poco espacio. • Por ser de sistema cerrado se evitan contaminaciones. • Rapidez del proceso. • Mayor eficiencia energética
desventajas de método de pasteurización HTST	• No puede adaptarse al procesamiento de pequeñas cantidades de leche. • Las gomas que acoplan las placas son demasiado frágiles. • Es difícil un drenaje o desagote completo.
Pasos para la pasteurización HTST	1. Homogenizar, significa que la leche se hace pasar por un equipo llamado homogeneizador, que consiste en émbolos que generarán presión al paso de determinado volumen de leche y el efecto será que las partículas o grumos de grasa se fragmentarán en un tamaño conveniente y de manera

	uniforme, para que no se separen de la emulsión y cuando abrimos el tetrapak y vertemos a nuestro vaso, aparece como un líquido perfectamente homogéneo. 2. La pasteurización es un proceso que consiste en elevar la temperatura a 72°C, con un tiempo de sostenimiento de 15 segundos, y su efecto es destruir todos los microorganismos que mueren a esa temperatura, pero sobre todo los patógenos que es conocido mueren a los 56°C, he aquí la explicación de por qué las abuelitas decían que había que dejar que siguiera hirviendo la leche unos minutos más, después de que subía. A través de intercambiadores de calor, que en este caso se componen de múltiples placas metálicas onduladas o con nerviaciones, rectangulares o circulares de disposición generalmente vertical, unidas entre sí por juntas de goma y dispuestas en un bastidor, cuyo constituye a veces un reservorio de agua caliente. El espacio que separa cada dos placas consecutivas (de unos 3 o 4 mm) es recorrido por la leche; el elemento calefactor, agua o vapor a baja presión, circula a contracorriente por los espacios paralelos inmediatos. 3. Enfriamiento: Inmediatamente después del calentamiento, la leche se refrigera protegida de la atmósfera en refrigeradores
--	--

	tubulares o de placas cuyo fundamento es el mismo al de los pasteurizadores, ya que la única variación consiste en la sustitución del agua caliente por un fluido refrigerante. 4. Envasado: Para dar paso al envasado la leche ya pasteurizada y fría se vierte en un tanque perfectamente desinfectado, para almacenar suficiente producto y balancear el abasto a las envasadoras, éstas conducen la leche hasta la válvulas llenadas, mientras tanto el envase tetrapak se arma y se pegan los extremos correspondientes a través de aplicación de calor, una vez que está listo lo registra el sensor y abre la válvula para dejar caer la leche, de inmediato otro sensor indica al equipo que haga es doblado final y sellado térmico y ya tenemos un litro de leche listo, las cadenas transportadoras llevan el producto hasta las encajonadas, que disponen hasta 12 litros en las canastillas clásicas de plástico y una cadena transportadora final conduce a las canastillas al cuarto frío o de refrigeración, ahí permanecerá, sólo hasta que haya el lote suficiente para llevarla al punto de distribución o venta, los camiones que la transportan deberán contar con refrigeración, para mantener la temperatura a 4°C, para evitar crecimiento bacteriano que la pueda dañar, recuerden que la pasteurización no elimina a todos los microorganismos, por lo que es
--	--

	susceptible del crecimiento de los mismos al encontrarse en temperaturas favorables para su crecimiento. El fluido se somete a una alta temperatura, mayor que la de la pasteurización en un corto tiempo, esto es, entre los 130° y 150° C durante 1 a 5 segundos, previamente la leche cruda se somete al mismo proceso que la pasteurizada, sólo que cambian la temperatura y el tiempo, como ya se especificó.
--	--

Tipos de fichas (mixta)	Método(UHT) “Temperatura ultra alta”
Datos de la referencia bibliográfica	• http://www.innovacion.gob.sv/inventa/attachments/article/3372/Pasteurizacion%20Marzo.pdf • http://tareasuniversitarias.com/manual/pasteurizacion-de-la-leche/ • https://www.tetrapak.com/co/processing/uht-treatment

Historia	La historia de la esterilización de los alimentos fue revisada por Harold Burton. Los esterilizadores fueron patentados y construidos para calentar leche a temperaturas que van desde los 130 °C hasta los 140 °C antes del siglo XIX, curiosamente antes de que sus beneficios fueran entendidos. La leche esterilizada se desarrolló industrialmente en el año 1921, y el proceso de inyección de vapor fue desarrollado en 1927 por G. Grindrod en Estados Unidos. Sin embargo, las iniciativas más relevantes que dieron lugar a la comercialización del método UHT se empezaron a desarrollar a fines del decenio de 1940, debido a la técnica desarrollada en los esterilizadores de tubos concéntricos y de vapor de superización para los sistemas de producción de leche. Debe entenderse que los esfuerzos de aquella época fueron muy grandes en la industria para lograr empaquetar asépticamente la leche, hasta que finalmente se logró con éxito en el año 1961.
Definición de pasteurización UHT	El Proceso UHT en la industria láctea, como se dijo anteriormente, consiste en someter la leche a altas temperaturas por corto tiempo. Luego de este proceso la leche se debe de mantener en condiciones asépticas, para después pasar al proceso de llenado en envases previamente esterilizados. El Envasado Aséptico es la etapa posterior

	al proceso UHT, en ella se busca la inocuidad de la leche, con características nutritivas óptimas. El Envase larga vida (aséptico), puede ser de diferentes materiales, desde cartón laminado hasta envases plásticos con barreras protectoras contra el oxígeno y la luz. El proceso UHT es de flujo continuo y mantiene la leche a una temperatura superior más alta que la empleada en el proceso HTST, y puede rondar los 138 °C durante un período de al menos dos segundos. Debido a este muy breve periodo de exposición, se produce una mínima degradación del alimento. La leche cuando se etiqueta como “pasteurizada” generalmente se ha tratado con el proceso HTST, mientras que la leche etiquetada como “ultrapasteurizada” o simplemente “UHT”, se debe entender que ha sido tratada por el método UHT.
Ventajas	• Conserva los alimentos a mayor tiempo. • Rápido calentamiento y penetración. • Destrucción de bacterias y esporas en corto tiempo. • No deja residuos tóxicos. • Envasado más barato.

	• Hay un bajo deterioro de material expuesto.
Desventajas	• Es corrosivo sobre ciertos instrumentos metálicos. • No permite esterilizar soluciones que formen emulsione con agua. • Operarios más certificados. • Se necesita un equipo complejo para envasado aséptico.
Pasos para la pasteurización UHT	Utilizado para la esterilización de alimentos con bajo nivel de acidez, el tratamiento a temperaturas ultra-altas (UHT) consiste en calentar el producto a más de 135 °C (275 °F). Destruye todos los microorganismos, lo que hace que el producto final sea apto para la distribución a temperatura ambiente. El tratamiento a temperaturas ultra-altas (UHT, por sus siglas en inglés) requiere de un esterilizador y de una unidad aséptica (para el envasado del producto). Se utiliza para los productos con bajo nivel de acidez (pH superior a 4,6), como la leche UHT, la leche saborizada UHT, las cremas UHT, la leche de soja y otras alternativas lácteas. El mismo proceso también se utiliza para esterilizar alimentos

	preparados, como sopas, salsas, postres, preparaciones a base de tomate y frutas, y alimento para bebé. El tratamiento a altas temperaturas y el enlatado como una forma de preservar los alimentos surgieron en Francia a comienzos del siglo XIX. Hacia 1839, los contenedores de acero recubiertos de estaño eran muy usados. En la década de 1960, a partir de esta primera tecnología de conservación de alimentos, Tetra Pak introdujo su propio proceso UHT continuo y sus sistemas de envasado aséptico. Así, se impulsó el crecimiento del segmento de la leche UHT. En el tratamiento a temperaturas ultra-altas (Ultra High Temperature, UHT), el objetivo es maximizar la destrucción de microorganismos mientras se minimizan los cambios químicos en el producto. Esto implica encontrar la combinación ideal de temperatura y tiempo de procesado para los diferentes tipos de alimentos. Tetra Pak ofrece dos métodos alternativos de tratamiento a temperaturas ultra-altas (UHT): directo o indirecto. En el calentamiento a temperaturas ultra-altas (UHT) directo, el vapor se inyecta durante poco tiempo en el producto, proceso al que le sigue rápidamente una refrigeración instantánea. El poco tiempo que dura el tratamiento permite lograr una muy buena calidad de productos.
--	---

	No obstante, el proceso requiere un consumo de energía relativamente alto en comparación con el tratamiento a temperaturas ultra-altas (UHT) indirecto. Con el calentamiento indirecto, el producto no entra en contacto directo con la fuente de calor, sino que se calienta mediante intercambiadores de calor. La gran rentabilidad de este método se debe a la posibilidad de recuperar la mayor parte de la energía térmica.
--	--

7.2.Capítulo 2

“Seleccionar los componentes de hardware para el diseño del modelo del sistema de control automatizado.”

Para la elección de los dispositivos de hardware se tomaron en cuenta los aspectos de rango, precisión, resistencia, y otros factores que nos permita tener una mayor calidad en los procesos de pasteurización HTST.

Tanques de enfriamiento

Tipo de ficha (mixta)	Tanque de enfriamiento de leche (f1)
-----------------------	--------------------------------------

Modelo : DeLaval DXCEM	
Ventajas principales	• Dos ejes agitadores • Apropiado para salas de techo bajo • La tapa de la boca de inspección puede ser de plástico o de acero inoxidable. • La tecnología duradera del compresor de espiral refrigera más rápido y reduce el coste de refrigeración. • Las unidades condensadoras de DeLaval utilizan refrigerantes ecológicos y están diseñadas para ofrecer una refrigeración de la leche efectiva

Características	DeLaval satisface las necesidades de las ganaderías lecheras a medida que amplían su capacidad Este tanque extra grande surge como respuesta a la demanda de soluciones de refrigeración y/o almacenamiento de leche de gran capacidad. Cada tanque contiene cuatro evaporadores de placa horadada de DeLaval independientes que garantizan la refrigeración de la leche. Cuando se almacenan cantidades de leche que superan las 12 toneladas, se precisa un diseño alternativo al tanque de tamaño medio DeLaval DXCE. Este tanque está disponible en dos dimensiones. Ahora puede elegir la capacidad del tanque que mejor se ajuste a las necesidades de la granja y el tamaño adecuado para la lechería.
Tipo de ficha (mixta)	Tanque de enfriamiento de leche (f1)
Modelo : DeLaval cooling tank DXOC	

Ventajas principales	• 500 a 1950 Litros • Se suministra listo para conectar • El muelle neumático de la tapa principal simplifica el acceso • El tanque es fácil de limpiar • La forma redondeada de la tapa minimiza el riesgo de que se adhiera suciedad a su superficie • La información del tanque se maneja de forma sencilla y rápida utilizando la caja de control electrónica con pantalla digital
Características	Producción en cadena con ensamblaje final personalizado, conforme al tanque y la unidad condensadora. DeLaval DXOC se entrega listo para conectar, lo cual simplifica la instalación y minimiza los costes que conlleva.

	La espuma de poliuretano de alta densidad sin clorofluorocarbonos impide que la leche fría se caliente. Los aumentos de temperatura están limitados a menos de 1 °C a lo largo de un periodo de 12 horas (a una temperatura ambiente de 32 °C), de manera que la leche se mantiene a la mejor temperatura posible. El tanque está dotado de un evaporador de doble placa que facilita una transferencia de calor y una refrigeración eficientes. El compresor de espiral reduce el consumo energético. Se efectúa una agitación suave en el nivel más bajo de llenado del tanque utilizando hojas de agitador especiales. Esta agitación, junto con un mezclado a pocas r.p.m., mantiene la grasa láctea disuelta en la solución, e impide que flote en la capa superior. El agitador es completamente automático, lo cual garantiza el almacenamiento correcto de la leche. Con el recipiente de sumidero opcional, el tanque se vacía de manera progresiva y completa. El recipiente de sumidero también impide la entrada de aire cuando el tanque se vacía desde arriba.
--	--

	La caja de control DeLaval MTR50 se ocupa del funcionamiento diario del tanque de frío: desde la temperatura hasta los tiempos de agitación y refrigeración. La limpieza es sencilla gracias a que la carcasa de doble pared de acero inoxidable tiene un acabado de alta calidad. Por su forma redondeada, la tapa impide que se acumule agua sobre ella y minimiza el riesgo de que se adhiera suciedad a la superficie. La tapa principal lleva un muelle neumático que permite un acceso ergonómico, fácil y ligero a la leche. La resistente asa de varilla doble permite manipular la tapa con fuerza y seguridad.
Tipo de ficha (mixta)	Tanque de enfriamiento de leche (f1)

Modelo :

Cooling tank DXCE



Ventajas principales

- De 1150 a 12000 Litros
- Las hojas del agitador funcionan a una velocidad mínima
- La leche es cada vez más sensible al impacto mecánico, como los descensos de temperatura; por eso las hojas del agitador funcionan a una velocidad mínima. La distribución de las hojas se ha concebido especialmente para minimizar la entrada de aire y evitar la formación de ácido graso libre (FFA) en la leche. Refrigeración rápida: se tarda solo dos minutos en distribuir la temperatura fría generada en el fondo del tanque a toda la leche.

Características	Todos los tanques de esta gama tienen el fondo ovalado y una amplia superficie de refrigeración, por lo que pueden acoplarse a compresores de alta capacidad. Los tanques tienen una doble tapa giratoria que se abre tanto en vertical como en horizontal para facilitar el acceso a su interior. Por eso son particularmente apropiados para las lecherías de techo bajo. La gama DeLaval DXCE está disponible en cinco dimensiones diferentes. De este modo, podrá elegir la capacidad del tanque que mejor se ajuste a las necesidades de la granja y el tamaño adecuado para la lechería.
-----------------	--

Tipo de ficha (mixta)	Tanque de enfriamiento de leche (f1)
-----------------------	--------------------------------------

Modelo : Cooling tank DXCR	
Ventajas principales	• de 1100 a 6000 litros • Pre-box instalada en la parte trasera
Características	Está diseñado para proporcionar una refrigeración rápida minimizando el consumo energético y maximizando la rentabilidad. Está aislado con una tecnología de espumado muy efectiva. El interior se limpia automáticamente mediante una tecnología de válvula esférica pulverizadora de demostrada eficacia. Su superficie interior lisa ayuda a mantener el tanque interior en unas condiciones higiénicas óptimas, sin residuos, lo cual le confiere un elevado valor de recompra. Existen tanques DeLaval DXCR con volúmenes desde 1.100

	hasta 6.000 litros, y pueden equiparse con las unidades condensadoras que requieran. La tapa de la boca de inspección puede ser de plástico o de acero inoxidable. La tecnología duradera del compresor de espiral refrigera más rápido y reduce el coste de refrigeración. Las unidades condensadoras de DeLaval utilizan refrigerantes ecológicos y están diseñadas para ofrecer una refrigeración de la leche efectiva. Nuestra pre-box estándar simplifica la instalación y el mantenimiento.
--	--

Tanque de almacenamiento

Tipo de ficha (mixta)	Tanque de almacenamiento
Silo de leche cruda y pasteurizada (t1.t2)	
Ficha técnica	• Materiales del cuerpo del tanque: Hecho completamente de acero inoxidable SUS304-2B, vejiga interna: $\delta=3\text{mm}$, cobertura externa $\delta=2\text{mm}$ • Forma del cuerpo del tanque: cilindro vertical, superior cónica, con tapa de 15°; fondo inclinado con tapa de 5°. Una base se fija en la parte inferior.
Accesorios del cuerpo del tanque	• Un paso de hombre en el fondo del tanque • Una tapa de ventilación de seguridad en la parte superior con tubo de agua para conectar con el disco del agua

	• Un pulverizado doble tipo T en la parte superior • Un termómetro, con pantalla de temperatura entre 0°C a 100°C • Dos entradas y salidas de $\phi 63.5\text{mm}$ • Un sensor de presión (Entrada + salida) • Una escalera de acero inoxidable con barandilla en la parte superior del tanque • El volumen varía de 15000L a 20000L
Características	Material de preservación del calor: Espuma de poliuretano para preservación de calor con una anchura de 100mm para la preservación de calor en la parte superior, el fondo y en el cuerpo del tanque. Tamaño del cuerpo del tanque: dependiendo del volumen, 1/3 de la capa de cobertura de la parte más baja.

Tipo de ficha (mixta)	Tanque de almacenamiento
Modelo : Tanque de almacenamiento de una sola capa	
Ventajas principales	1. El tanque de almacenamiento de una sola capa puede ser utilizado como tanque de almacenamiento de líquidos, tanque mezclador, depósito temporal y el tanque de almacenamiento de agua etc. 2. Es apto para ser utilizado en alimentos, productos lácteos, jugos y bebidas, farmacéutica, química e ingeniería biológica, etc
Características	Estructura de acero inoxidable de una sola capa. Acero inoxidable sanitario se adopta como

	materia prima para la producción de nuestro tanque de almacenamiento. Está diseñado con la estructura sencilla y operación simple. La zona de transición del tanque está diseñado en forma de arco que garantiza máxima eficiencia sanitaria.
Configuraciones	Boca de inspección de rápida abertura Varios modelos de máquina de limpieza CIP Cubierta de respiración sanitaria anti moscas e insectos Trípode ajustable Materiales desmontables del tubo de alimentación Termómetro (De acuerdo con los requisitos de cliente) Escalera (De acuerdo con los requisitos de cliente) Paleta mezcladora Medidor de nivel de líquido y regulador de nivel (de acuerdo con los requisitos de cliente) Placa anti-vórtice

Tipo de ficha (mixta)	Tanque de almacenamiento
Modelo : Tanque de almacenamiento de doble capa	
Aplicaciones	El tanque de almacenamiento de doble capa puede ser utilizado como tanque de almacenamiento de líquidos, tanque de líquidos compuestos, tanque de almacenamiento temporal, y el tanque mezclador de líquidos etc. Es apto para ser utilizado en alimentos, productos lácteos, jugos y bebidas, farmacéutica, química e ingeniería biológica, etc

Características	El tanque de almacenamiento se compone de un tanque interno que es envuelto por el paquete externo, y materiales de la preservación del calor se llenan en el espacio entre el tanque interno y el paquete externo. Acero inoxidable sanitario es adoptado para la fabricación de este tanque de almacenamiento de doble capa. Está diseñado con la estructura sencilla y operación simple.. La zona de transición del tanque está diseñado en forma de arco que garantiza máxima eficiencia sanitaria.
Configuraciones	Boca de inspección de rápida abertura Varios modelos de máquina de limpieza CIP Cubierta de respiración sanitaria anti moscas e insectos Trípode ajustable Materiales desmontables del tubo de alimentación Termómetro (De acuerdo con los requisitos de cliente) Escalera (De acuerdo con los requisitos de cliente) Licuada lateral avanzada Medidor de nivel de líquido y regulador de nivel (de acuerdo con los requisitos de cliente) Placa anti-vórtice

Tanque de calentamiento de leche

Tipo de ficha (mixta)	Tanque de calentamiento de leche (c1)
Modelo : DeLaval CXCEM	

Ventajas principales	• Dos ejes agitadores • La tapa de la boca de inspección puede ser de plástico o de acero inoxidable. refrigerantes ecológicos y están diseñadas para ofrecer una calefacción de la leche efectiva
Características	DeLaval satisface las necesidades de las ganaderías lecheras a medida que amplían su capacidad Este tanque extra grande surge como respuesta a la demanda de soluciones de calefacción de leche de gran capacidad. Cada tanque contiene cuatro evaporadores de placa horadada de DeLaval independientes que garantizan la refrigeración de la leche. Cuando se almacenan cantidades de leche que superan las se precisa un diseño alternativo al tanque de tamaño medio DeLaval CXCE. Este tanque está disponible en dos dimensiones. Ahora puede elegir la capacidad del tanque que mejor se ajuste a las necesidades de la granja y el tamaño adecuado para la lechería.

Tipo de ficha (mixta)	Tanque de almacenamiento
Modelo : Tanque de calentamiento de tres capas vertical	
aplicaciones	el tanque de calentamiento de tres capas vertical es un sustituto ideal del tanque de mezcla convencional, tanque mezclador, tanque de preparación, depósito de fermentación, tanque de desinfección y tanque de

	fermentación, etc. Este tanque de acero inoxidable se utiliza comúnmente en campos tales como de alimentos, productos lácteos, jugos y bebidas, farmacéutica, química e ingeniería biológica, para nombrar unos pocos
Características	el tanque de calentamiento de tres capas vertical se compone de un tanque interno que es envuelto por el paquete externo y materiales de la preservación del calor se llenan en el espacio entre el tanque interno y el paquete externo. El acero inoxidable sanitario es adoptado para fabricar este tanque mezclador vertical. Está diseñado con la estructura sencilla y operación simple.. La zona de transición del tanque está diseñado en forma de arco que garantiza máxima eficiencia sanitaria.
Configuraciones	Diseñado con boca de inspección de rápida abertura, este tanque mezclador de acero inoxidable es conveniente para el mantenimiento. Varios modelos de máquina de limpieza CIP

	Cubierta de respiración sanitaria anti moscas e insectos Trípode ajustable Materiales desmontables del tubo de alimentación. Termómetro (De acuerdo con los requisitos de cliente) Escalera (De acuerdo con los requisitos de cliente) Licuada vertical Camisa (Tabla Miller, camisa hueca o camisa de tubo de bobinas están disponibles según los requisitos de cliente.) Medidor de nivel de líquido y regulador de nivel Placa anti-vórtice
--	---

Sensor de temperatura

Tipo de ficha (mixta)	Sensor de temperatura Pt100
-----------------------	-----------------------------

Modelo Pt100	
Características	• Son muy buenas en aplicaciones de bajas temperaturas -100 a 200°C, es decir que son las ideales para el proceso de pasteurización. • Pueden fácilmente entregar precisiones de una décima de grado con la ventaja que la Pt100 no se descompone gradualmente entregando lecturas erróneas, si no que normalmente se abre, con lo cual el dispositivo medidor detecta inmediatamente la falla del sensor y da aviso. • Puede ser colocada a cierta distancia del medidor sin mayor problema.
Criterios	• La temperaturas que se van a controlar fluctúan entre 60 y 100°C.

	• Deben ser químicamente resistentes a los ácidos de la leche. • Robustez para soportar el fluido de leche. • Producir una salida estable, debido a que el proceso que se va a controlar será lento. • Poseer una exactitud y precisión muy buenas debido a que la calidad de la leche pasteurizada depende mucho de este control. • Tener una adecuada respuesta a la variación de la temperatura. • Ser económicamente accesibles para un posterior mantenimiento o recambio. • Tomar muy en cuenta que va a ser acoplada directamente a un controlador de temperatura, para lo cual es necesario que venga integrada con su respectivo alambre de transmisión. Cabe destacar que la distancia del controlador a la ubicación del sensor de temperatura no es más de 2 metros.
--	---

Tipo de ficha (mixta)	Sensor de temperatura
Sonda de temperatura Pt100 WTR 110	
Características	Sonda de temperatura Pt100 de 3 hilos - Armadura protectora de acero inoxidable - Cabezal de acero inoxidable o aluminio - Alta precisión - Sonda de temperatura Pt100 clase A - Rango de medición: -50 ... +400 °C - Sensores disponibles con diferentes longitudes - Posibilidad de conexión al transductor KMU 100
Criterios	

	Carcasa Conexión: acero inoxidable o aluminio Armadura protectora: acero inoxidable, Ø 9 mm Tipo de Pt100 3 hilos Rango de medición -50 ... +400 °C Clase de precisión Clase A Longitud en mm50, 100, 160, 200, 250, 300
--	--

Tipo de ficha (mixta)	Sensor de temperatura
-----------------------	-----------------------

Controlador de temperatura OMRON E5CN	 The image shows an OMRON E5CN temperature controller. It is a black, rectangular unit with a digital display showing '87' in red (PV) and '73' in green (SV). Below the display are four buttons: a circular button, a button with a left arrow, a button with a right arrow, and a button with an up arrow. The OMRON logo is at the top left, and 'E5CN' is at the bottom right of the unit.
Características	• Tiempo de muestreo 250 ms. • Display PV con seteo de tres colores seteables. • Conexión a termocupla, infrarrojo, o RTD. • Detección de heater burnout de tres fases, disponibilidad de detección falla de SSR. • Salidas de Voltaje para control de calor y frío. • Salida de relé de larga vida, hasta 10x la vida útil del convencional. • Entrada Termocupla: Tipo K, J, T, L, E, U, N, R, S, B, W, o PL II. • Entrada RTD: Pt100 y JPt100. • Entrada de Voltaje: 0 - 50 mV. • Entrada Analógica de corriente: 4-20 mA, 0-20 mA. • Entrada Analógica de voltaje: 1-5 V, 0-5 V, 0-10 V. • Salida Relé: SPST-NO, 3 A 250 VAC.

	• 100,000 accionamientos eléctricos (estándar). • 1 millón accionamientos (relé híbrido larga vida). • Salida de Voltaje: 12 VDC +/- 15% para SSR, 21 mA carga máxima con protección de cortocircuito • Salida de pulsos de Voltaje para manejo de SSR externos. • Salida de Corriente: 4-20 mA DC/0-20 mA DC, carga: 600 ohm máxima, resolución aproximada 10,000.
--	---

Control lógico programable

Tipo de ficha (mixta)	PLC(Control Lógico Programable)
Modelo Pt100	

	C: Control: Es el PLC en su estado físico ya que se le puede considerar como lo que controla todo lo que se automatizara. L: Lógico: Cuando se programa se debe llevar una lógica para saber qué es lo primero que indicara el control que se debe hacer y que será lo siguiente (más adelante profundizaremos más en esto). P: Programable: Básicamente indica que puede ser programado una y otra vez a través de un código y siempre puede adaptarse a nuevas exigencias que se hagan
Características	• Maniobra de máquinas • Maquinaria industrial de plástico • Máquinas transfer • Maquinaria de embalajes • Maniobra de instalaciones: • Instalación de aire acondicionado, calefacción • Instalaciones de seguridad • Señalización y control • Chequeo de programas

	• Señalización del estado de procesos
--	---

Tipo de ficha (mixta)	PLC(Control Lógico Programable)
Modelo Pt300	
	El PLC300 es un robusto controlador lógico programable que concentra las funcionalidades de CLP y IHM. Compacto, configurable y de bajo costo, perfecto para atender sus necesidades en el control de máquinas y pequeños procesos industriales

Características	10 entradas digitales (2 rápidas), 9 salidas digitales (1 rápida), 1 entrada y 1 salida analógica incorporadas Hasta 02 módulos de expansión E/S centralizados Posibilidad de expansión de E/S digitales y analógicas vía red CANopen Entrada de encoder (100 kHz) incorporada IHM con display LCD de 4 líneas x 20 caracteres con backlight y teclado configurable Hasta 240 pantallas programadas por el usuario g USB para comunicación con computador (programación y monitoreo) Tarjeta de memoria tipo SD (Secure Device) para almacenamiento de datos, programas y log de eventos Interfaz de comunicación: Modbus-RTU y CANopen (Maestro/Esclavo), Ethernet - Modbus TCP / IP Memoria de programa de 512 KB
------------------------	---

Electroválvulas

Tipo de ficha (mixta)	Electroválvula de leche
CV-101	
criterios	• El fluido a controlar es leche, por lo tanto hay que seleccionar una electroválvula que no contamine el producto. • Las presiones a las cuales circula la leche fluctúan entre 40 y 50 psi. • La temperatura de la leche que estas electroválvulas van a controlar están entre 4 y 20°C.

	• Las cañerías en las cuales estas electroválvulas van a ser acopladas son de acero inoxidable • Los voltajes de funcionamiento pueden ser de 110 o 220 AC. • Deben ser electroválvulas normalmente cerradas, que cuando se les aplique voltaje dejen pasar la leche.
Características	• Fabricada en acero inoxidable, la hace idónea para trabajar con productos alimenticios. • Posee un accionamiento eléctrico de unidad rotatoria. • La temperatura de trabajo está entre -20 y 180°C dependiendo de la presión, y tomando en cuenta que el actuador eléctrico solo soporta una temperatura de hasta 50°C. • Soporta y maneja presiones de hasta los 220 psi.

	• Existen en una gran variedad de tamaños, desde la ½’’ hasta las 12’’. • Los voltajes de funcionamiento están en 85-240 V AC.
Tipo de ficha (mixta)	Electroválvula de agua
CV-101	
Características	Esta electroválvula posee características similares a la electroválvula de leche, con la gran diferencia de que está fabricada en latón y es utilizada para fluidos no alimenticios.
Criterios	Para el proceso de control del pasteurizador se necesita una electroválvula para agua natural. Es importante destacar que los criterios de selección con respecto a las electroválvulas de leche son los

	mismos, teniendo en cuenta la diferencia de que el líquido que se va a controlar es agua de cisterna
--	--

Interruptores de nivel

Tipo de ficha (mixta)	Interruptor de nivel
Rosemount 2120	
criterios	El interruptor Rosemount 2110 se basa en la tecnología de horquilla corta vibrante, por lo que es apto para prácticamente todas las aplicaciones de líquidos. Contiene un rango completo de conexiones de proceso, amplias opciones de alojamientos y materiales de las piezas en contacto con el proceso, cinco funciones de conmutación

	diferente longitudes de horquilla extendidas, áreas clasificadas, funcionalidad de autoverificación básica y aprobaciones de sobrellenado. El interruptor Rosemount 2110 soporta temperaturas de hasta 150 °C y presiones de hasta 1.450 psig (100 barg). Esta combinación de características hacen que sea configurable para casi cualquier requisito
Características	Prácticamente no se ve afectado por el caudal, burbujas, turbulencias, espuma, vibración, contenido de sólidos, productos de revestimiento, propiedades del líquido y variaciones del producto No es necesario efectuar una calibración y requiere una instalación mínima Fácil acceso a los terminales y conexión con protecciones eléctricas No tiene piezas móviles ni hendiduras, por lo que prácticamente no requiere mantenimiento Monitorización de la condición y autoverificación básica de la electrónica LED parpadeante que muestra el estado del dispositivo

	Ajustable Demora del cambio para aplicaciones con turbulencias o salpicaduras Localización de prueba magnético local que facilita las pruebas de funcionamiento Tamaño pequeño y peso liviano Horquilla corta para una protrusión minimizada en las tuberías Longitudes extendidas hasta 157,5 pulg. (4 m) Diseño de horquilla de "goteo rápido que permite un tiempo de respuesta más rápido Opciones de área general, antideflagrante/incombustible e intrínsecamente segura
--	---

7.3. Capítulo 3

La construcción del prototipo que evidencia el modelo para el control automático de temperatura en el proceso de pasteurización de la leche, se realizó en el entorno de desarrollo NetBeans tiene código abierto y está basado en java, cuenta con gran cantidad de complementos y librerías para crear el software de manejo. se tomo como referencia inicial un silo de leche cruda (t1) que es donde se ingresa la leche para comenzar el proceso de pasteurización. Pasando por una ducto que es controlado por una válvula electromagnética que tiene como objetivo abrir y cerrar el paso de este fluido y a subes es controlada por el sistema de control automático al permitir el paso

del fluido este es recibido por una motobomba que le da mayor presión y succión al fluido transportado en el ducto con el objetivo de amentar su velocidad y altura.

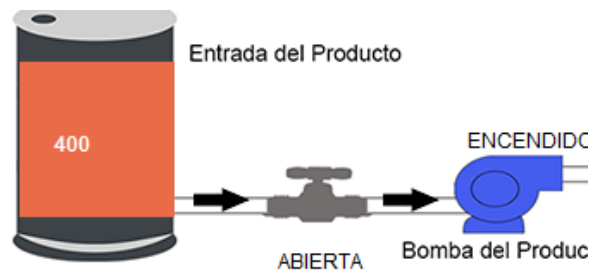


Figura 3. Fluido del Producto

Fuente: Diseño Propio

En esta segunda etapa se puede observar el proceso de calentamiento del agua que tiene como objetivo transmitir calor a la tubería que transporta la leche para lograr que llegue a una temperatura de 70 a 72 grados para su pasteurización.

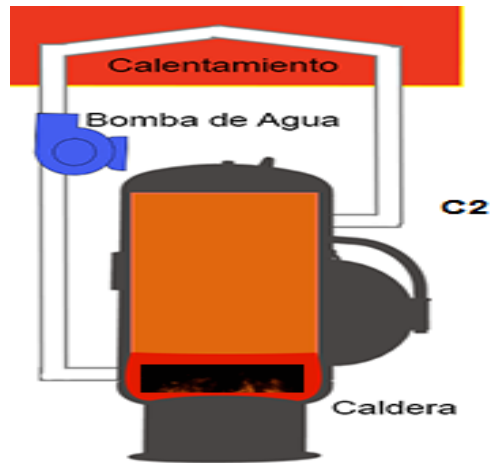


Figura 4. Calentamiento del Proceso

Fuente: Diseño Propio

Después de pasteurizada la leche pasa por un proceso de enfriamiento lo cual tiene el objetivo de bajar la temperatura de la leche procesada permitiendo el paso al silo de la leche pasteurizada

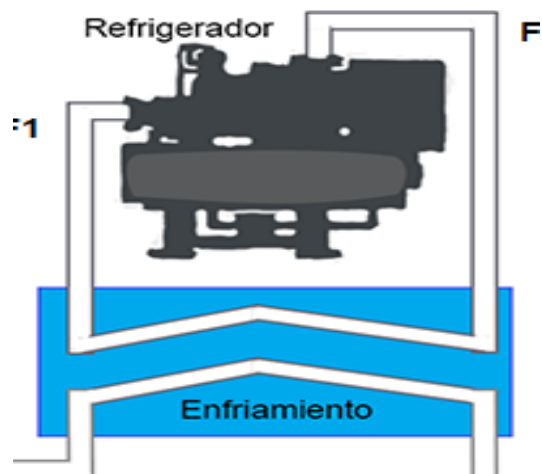


Figura 5. Enfriamiento del Proceso

Fuente: Diseño Propio

CONCLUSIONES

La productividad de las empresas pasteurizadoras tiende a mejorar cuando se incorpora la automatización en sus procesos.

Mediante el modelo implementado en este proyecto investigativo se da oportunidad al ingeniero de producción para la implementación del mismo de modo que le permita obtener mayor control de los procesos.

El modelo de control automático de temperatura presentado optimiza la pasteurización, cumpliendo con los estándares de regulación de temperaturas.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Alfaro, C., 2000. California Mastitis Test: Una Herramienta para su control. Boletín Técnico Agropecuario (Valencia) 10(6): 2-4.

Cabrera a y castaño j. (2003) “plan de mejoramiento del proceso productivo de Parmalat Colombia” (Bronowski, J. (1973/1979). “El ascenso del hombre (The Ascent of Man).

Christopher O. Gibernau L y Silvia N. “Control Automático para Pasteurizadora de Leche Materna con Homogeneizador por Ultrasonido” Universidad Nacional de Asunción, Facultad Politécnica. Pp146-151, 2013

Cañas J (2002) “Representación mental de los conceptos, objetos y personas implicados en una tarea realizada en una interfaz”. :<http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=92561613>

Correa A, Medina P Y Vélez S. (2017) “Mejoramiento del proceso de manufactura de poleas para hornos rotatorios” <<http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=84922622007>>

Clavijo, A. 1998. Importancia y Clasificación de las Bacterias Presentes en la Leche. Boletín Técnico Agropecuario 7(5): 10-11.

García D y Urdaneta A. (2010) “Modelo para el control de proyectos de automatización en la industria petrolera <<http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=78418410003>>

Margariños H.(2002) “producción higiénica de e la leche cruda”

Mejía J. (2010) “Ingeniería para la automatización del proceso de pasteurización batch en una planta procesadora de lácteos” [Tesis de Pre-Grado]. Pontificia Universidad Javeriana, Bogotá-Colombia.

Moreno J. (2013) “Modelamiento y control de planta Pasteurizadora”. [Tesis de Pre-Grado]. Pontificia Universidad Javeriana, Bogotá-Colombia.

Requena F. (1999). Factores que afectan la calidad de la leche. Boletín Técnico Agropecuario.

Villada O, Henao F (2017) “Diseño, construcción y simulación de la automatización de una máquina selectora de tuercas según su tamaño”
<<http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=84953103004>>