

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL CALLAO
FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA Y DE ENERGÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA MECÁNICA




**PROTOTIPO DE PASTEURIZADOR PORTÁTIL
PARA OBTENER LECHE INOCUA EN PEQUEÑAS
GANADERÍAS**

**TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE
INGENIERO MECÁNICO**

AUTOR:

DICK WALTER CABRERA ROJAS


Dick Walter Cabrera Rojas

Callao, Diciembre 2018

PERÚ



Document Information

Analyzed document	INFORME DE TESIS - Cabrera Rojas Dick.pdf (D44649582)
Submitted	2018-11-27 22:58:00 UTC+01:00
Submitted by	
Submitter email	investigacion.fime@unac.pe
Similarity	0%
Analysis address	investigacion.fime.unac@analysis.arkund.com

Sources included in the report

Entire Document

1 UNIVERSIDAD NACIONAL DEL CALLAO FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA – ENERGÍA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA MECÁNICA TESIS PROTOTIPO DE PASTEURIZADOR PORTATIL PARA OBTENER LECHE INOCUA EN PEQUEÑAS GANADERÍAS PARA OPTAR EL TITULO PROFESIONAL DE INGENIERO MECÁNICO DICK WALTER CABRERA ROJAS Callao, noviembre, 2018 PERÚ

2
3 DEDICATORIA A mis padres por todo el apoyo que recibí en mi etapa académica y por sobretodo inculcarme los valores desde temprana edad que fueron base para mi formación personal y profesional.
4 AGRADECIMIENTO A Dios todo poderoso por darme las facultades para el desarrollo del presente trabajo. A mis familiares que me apoyaron de manera moral, apoyo muy necesario durante mi etapa académica. A mis compañeros de aula, cuya vivencia universitaria resultó beneficiosa en cuanto a intercambios de conocimientos. A mis profesores por la formación académica profesional que me permite desenvolverme en el ámbito laboral.

5

6 ÍNDICE Pgna. INTRODUCCIÓN.....	6 PLANTEAMIENTO DEL						
PROBLEMA.....	7 1.1.- Descripción de la realidad problemática.....	7 1.2.- Formulación del problema.....					
7 1.3.- Objetivos.....	8 1.4.- Limitación de la investigación.....	8 1.5.- Justificación	8 MARCO				
TEÓRICO.....	9 2.1.- Antecedentes.....	9 2.2.- Marco teórico y conceptual.....	13 2.2.1.-Marco teórico.....	13 2.2.2.- Marco conceptual.....			
14 2.3.- Definición de términos básicos.....	24 HIPÓTESIS Y VARIABLES.....	26 3.1.- Hipótesis.....	26 3.1.1.- Hipótesis general.....	26 3.1.2.- Hipótesis específicas.....	26 3.2.- Definición de variables.....	26 3.3.- Operacionalización de variables.....	27 METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN.....
29 4.1.- Tipo y diseño de investigación.....	29 4.1.1.- Parámetros de diseño.....	29 4.1.2.- Etapas de diseño.....	29				

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS

En el auditorio Ausberto Rojas Saldaña de la Facultad de Ingeniería Mecánica y de Energía, sito Av. Juan Pablo II N° 306, Bellavista - Callao, siendo las 4.24 del día jueves 13 de diciembre de 2018, se reunieron los miembros del Jurado Evaluador del I Ciclo de Tesis - Titulación por la modalidad de Tesis con Ciclo de Tesis - de la Facultad de Ingeniería Mecánica y de Energía de la Universidad Nacional del Callao.

- Dr. Ing. Oscar Teodoro Tacza Casallo : Presidente
- Dr. Ing. Napoleón Jáuregui Nongrados : Secretario
- Dr. Ing. Pablo Mamani Calla : Vocal
- Mg. Ing. Yasser Hipólito Yarin Achachagua : Suplente

Designados por Resolución de Consejo de Facultad N° 155-2018-CF-FIME de fecha 24 de noviembre de 2018 y Resolución de Consejo de Facultad N° 162-2018-CF-FIME a fin de proceder al acto de evaluación de la Tesis titulada: **"PROTOTIPO DE PASTEURIZADOR PORTÁTIL PARA OBTENER LECHE INDICUA EN PEQUEÑAS GANADERÍAS"**, presentada por el señor Bachiller **CABRERA ROJAS DICK WALTER**.

Contando con la presencia del Supervisor General, Decano de la Facultad de Ciencias Administrativas Dr. Hernán Ávila Morales, Supervisor de la FIME, Dr. José Hugo Tezén Campos y el representante de la Comisión de Grados y Títulos Ing. Juan Adolfo Bravo Felix.

A continuación, se dio inicio a la sustentación de la Tesis de acuerdo a lo normado en los numerales del 10.1 al 10.4 del capítulo X de la Directiva para la Titulación Profesional por la modalidad de Tesis con Ciclo de Tesis en la Universidad Nacional del Callao, aprobada por Resolución Rectoral N° 754-2013-R del 21 de agosto de 2013, modificada por la Resolución Rectoral N° 777-2013-R de fecha 29 de agosto de 2013 y la Resolución Rectoral N° 281-2014-R del 14 de abril de 2014 con la que se modifica el Art. 4.5 del capítulo IV de la organización del Ciclo de Tesis, así como lo normado en el Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad Nacional del Callao, aprobado por Resolución de Consejo Universitario N° 245-2018-CU de fecha 30 de octubre de 2018.

Culminado el acto de sustentación, los señores miembros del Jurado Evaluador procedieron a formular las preguntas al indicado bachiller.

Luego de un cuarto de intermedio, para la deliberación en privado del Jurado respecto a la evaluación de la Tesis, se **ACORDÓ: CALIFICAR** la tesis sustentada por el señor bachiller **CABRERA ROJAS DICK WALTER**, para optar el Título Profesional de Ingeniero Mecánico por la modalidad de Tesis con Ciclo de Tesis, según la puntuación cuantitativa y cualitativa que a continuación se indica:

CALIFICACIÓN CUANTITATIVA	CALIFICACIÓN CUALITATIVA
<u>14</u>	<u>Buena</u>

Finalmente, se procedió a leer en público el acta de sustentación.

Siendo las 4.52 del día jueves trece de diciembre del dos mil dieciocho, el señor Presidente del Jurado Evaluador dio por concluido el acto de sustentación de Tesis.

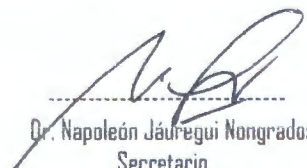
En señal de conformidad con lo actuado, se levanta la presente acta.



Dr. Oscar Teodoro Tacza Casallo
Presidente



Dr. Pablo Mamani Calla
Vocal



Dr. Napoleón Jáuregui Nongrados
Secretario



Mg. Yasser Hipólito Yarin Achachagua
Suplente

INFORME


Visto, el ejemplar de la Tesis, titulada: "PROTOTIPO DE PASTEURIZADOR PORTÁTIL PARA OBTENER LECHE INDCUA EN PEQUEÑAS GANADERÍAS", presentada por el bachiller en Ingeniería Mecánica, CABRERA ROJAS, DICK WALTER.

A QUIEN CORRESPONDA:

El *Presidente del Jurado Evaluador de Sustentación de Tesis*, del I Ciclo Taller de Tesis FIME 2018, manifiesta que la sustentación de Tesis, se realizó el día jueves 13 de diciembre de 2018 y habiéndose levantado las observaciones realizadas en dicha tesis, la misma que en su oportunidad fue cuidadosamente evaluada por cada uno de los miembros del Jurado, *se da conformidad* para su trámite correspondiente.

Se emite el presente informe favorable para los fines pertinentes.

Bellavista, 01 de mayo de 2020


.....
Dr. Oscar Teodoro Tacza Casallo
Presidente del Jurado Evaluador
I Ciclo Taller de Tesis FIME 2018

DEDICATORIA

A mis padres por todo el apoyo que recibí en mi etapa académica y por sobretodo inculcarme los valores desde temprana edad que fueron base para mi formación personal y profesional.

AGRADECIMIENTO

A Dios todo poderoso por darme las facultades para el desarrollo del presente trabajo.

A mis Padres, por el apoyo incondicional que recibí durante toda mi etapa académica y personal.

A mis familiares que me apoyaron de manera moral, apoyo muy necesario durante mi etapa académica.

A mis profesores por la formación académica profesional que me permite desenvolverme en el ámbito laboral.

A mis compañeros de aula, cuya vivencia universitaria resultó beneficiosa en cuanto a intercambios de conocimientos.

ÍNDICE

	Pgna.
INTRODUCCIÓN_____	6
I.- PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA _____	7
1.1.- Descripción de la realidad problemática_____	7
1.2.- Formulación del problema_____	7
1.3.- Objetivos_____	7
1.4.- Limitación de la investigación_____	8
1.5.- Justificación_____	8
II.- MARCO TEÓRICO _____	9
2.1.- Antecedentes_____	9
2.2.- Marco teórico y conceptual_____	13
2.2.1.-Marco teórico_____	13
2.2.2.- Marco conceptual_____	14
2.3.- Definición de términos básicos_____	27
III.- HIPÓTESIS Y VARIABLES _____	29
3.1.- Hipótesis_____	29
3.1.1.- Hipótesis general_____	29
3.1.2.- Hipótesis específicas_____	29
3.2.- Definición de variables_____	29
3.3.- Operacionalización de variables_____	29
IV.- METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN _____	32
4.1.- Tipo y diseño de investigación_____	32
4.1.1.- Parámetros de diseño_____	32
4.1.2.- Etapas de diseño_____	32
4.1.3.- Ingeniería de detalle_____	32
4.1.4.- Análisis de costo_____	44
4.2.- Población y muestra_____	45
4.3.- Técnicas e instrumentos de recolección de la información documental____	45
4.4.- Técnicas e instrumentos para la recolección de la información de campo_	46

4.5.- Análisis y procesamiento de datos	46
V.- RESULTADOS	47
VI.- DISCUSIÓN DE SULTADOS	48
6.1.- Contrastación de la hipótesis	48
6.2.- Contrastación de los resultados con estudios similares	48
6.3.- Responsabilidad ética	49
CONCLUSIONES	50
RECOMENDACIONES	51
REFERENCIAS BLIOGRÁFICAS	52
ANEXOS	53
PLANOS	57
MATRIZ DE CONSISTENCIA	63

TABLAS DE CONTENIDO

Figura Nro. 2.1 transferencia de calor por convección	23
Figura Nro. 2.2 Primera Ley de Kirchoft	26
Figura Nro. 2.3 Segunda ley de kirchoft	26
Cuadro 3.1 Operacionalización de variables	29
Cuadro 3.2 Operacionalización de variable independiente	30
Cuadro 3.3 Operacionalización de la variable dependiente	30
Figura Nro 4.1 Cambio de temperatura en la tubería de refrigeración	32
Figura Nro. 4.2 Cuba ó recipiente de la leche	33
Figura Nro. 4.3 Tubería de refrigeración para enfriamiento del producto	34
Figura Nro. 4.4 Espesor de aislamiento térmico para la cuba ó recipiente	35
Figura Nro. 4.5 Circuito comparador mediante un transistor simple y un amplificador operacional	37
Figura Nro. 4.6 Amplificador operacional: lm741cn	38
Figura Nro. 4.7 Transistor npn: bc547c	38
Figura Nro. 4.8 LED: L53SGD	39
Figura Nro. 4.9 DIODO: 1N4148	39
Figura Nro. 4.10 Circuito básico comparador de tensiones	40
Figura Nro. 4.11 Circuito comparador de tensiones	41
Figura Nro. 4.12 Amplificador operacional conectado a termistor	42
Figura Nro. 4.13 Circuito básico comparador de tensiones nodo negativo	44
Tabla 1: Propiedades del agua líquida a presión atmosférica	52
Tabla 2: Datasheet del transistor BC547C	52
Tabla 3: Datasheet diodo 1N4148	53
Tabla 4: Datasheet LED L53SGD	53
Tabla 5: Datasheet termistor NTC	54
Tabla 6: Resumen de correlaciones de convección para flujo en un tubo circular	55

RESUMEN

El presente trabajo comprende el diseño de un prototipo de pasteurizador portátil para pequeñas ganaderías, para ello se trabajó en base a 20L de leche el cual fue pasteurizada sometiéndola a un proceso termodinámico de calentamiento y enfriamiento. Dicho pasteurizador consta de: un recipiente ó cuba, tubería de refrigeración, bomba de agua, condensador, aislante térmico, agitador, depósito de agua refrigerante, termostato, estufa a gas. Y trabaja de la siguiente manera: la leche es depositada en la cuba, se calienta el producto hasta la temperatura de 65°C a través de una estufa a gas, a los 65°C se emite una señal audible y visible proveniente del termostato, luego el producto permanece durante 30 minutos a dicha temperatura ó 2°C menos, luego la leche es enfriada a través de una tubería de refrigeración que rodea la cuba, por la tubería circula agua helada impulsada por una bomba, el agua helada es producto del enfriamiento a través de un condensador. De esta manera se logra enfriar le producto hasta los 8°C, durante todo el proceso se hace uso de un agitador que hace que la leche se caliente de manera uniforme.

ABSTRACT

This work includes the design of a prototype portable pasteurizer for small farms, for this work was based on 20L of milk which must be pasteurized by subjecting it to a thermodynamic heating and cooling process. Said pasteurizer consists of: vessel or tank, refrigeration pipe, water pump, condenser, thermal insulator, agitator, cooling water tank, thermostat, gas stove. And it works in the following way: the milk is deposited in the tank, the product is heated up to a temperature of 65 ° C through a gas stove, at 65 ° C an audible and visible signal is emitted from the thermostat, then the product remains for 30 minutes at said temperature or 2°C less, then the milk is cooled through a cooling pipe that surrounds the tank, the ice pump driven by a pump circulates through the pipe, the ice water is the product of cooling through a condenser . In this way it is possible to cool the product to 8°C, during the whole process it is used an agitator that makes the milk to warm up in a uniform way.

INTRODUCCIÓN

El presente trabajo de investigación tiene como principal propósito diseñar un prototipo de pasteurizador portátil de leche, esto frente a la problemática que tienen los pequeños ganaderos en el aspecto económico y tecnológico. Cabe mencionar que ya se han desarrollado estudios sobre el diseño y desarrollo de pasteurizadores portátiles, pero a diferencia del resto, el diseño que se presenta, varía en cuanto al aspecto técnico, ya que utiliza un sistema diferente de intercambio de calor.

El proyecto está dirigido, como ya se mencionó, a pequeños ganaderos, que con un poco de inversión puedan adquirir un pasteurizador portátil, y así puedan darle un valor agregado a sus productos, además les ayudaría en la elaboración de los derivados lácteos pasteurizados; de este modo, todo el planteamiento y desarrollo de este proyecto de tesis se fundamenta en una interrogante ¿Cómo podemos diseñar un prototipo de pasteurizador portátil que sea económico y práctico? Gracias al desarrollo de la presente investigación, los pequeños establos serán beneficiados.

CAPÍTULO I

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1 Descripción de la realidad problemática

En el Perú, la leche fresca es abastecida en su gran mayoría por pequeños ganaderos quienes representan el 60% del total según cifras del Ministerio Nacional de Agricultura, el problema surge a raíz de que las pequeñas ganaderías comercializan la leche cruda, algunos los venden a industrias lácteas las cuales imponen su propio precio aminorando costos. Otras ganaderías las venden directamente al público como tal, es decir, como leche cruda, obteniendo ingresos poco rentables. Adicional a ello en otros países sudamericanos como en Argentina ya se prohíbe la venta de leche cruda por los riesgos que ésta representa al ser consumida directamente.

En ocasiones, surge la necesidad de asociarse entre pequeños establos para adquirir un pasteurizador, ya que la producción de leche de un solo ganadero es muy poca como para adquirir un pasteurizador industrial, ante todo esto, surge la interrogante ¿cómo pasteurizar la leche a pequeña escala, es decir, que se adapte a la producción de los pequeños ganaderos y de esta forma darle un valor agregado a su producción?

1.2.- Formulación del problema

1.2.1 Problema general:

¿Cómo diseñar un prototipo de pasteurizador portátil que permita obtener leche inocua en pequeñas ganaderías?

1.2.2 Problemas específicos

¿Cómo determinar los parámetros básicos para realizar el diseño del prototipo de pasteurizador portátil?

¿Cómo diseñar y seleccionar los componentes del prototipo de pasteurizador portátil?

1.3 Objetivos

1.3.1.- Objetivo general

Diseñar un prototipo de pasteurizador para obtener leche inocua en pequeñas ganaderías.

1.3.2.- Objetivos específicos

- Determinar los parámetros básicos para realizar el prototipo de pasteurizador portátil
- Diseñar y seleccionar los componentes del prototipo de pasteurizador portátil.

1.4.- Limitación de la investigación

El presente proyecto se limita a la producción de pequeños ganaderos (menos de 10 cabezas de ganado)

1.5.- Justificación

El desarrollo de este trabajo busca resolver la problemática referente a los pequeños ganaderos en cuanto a la comercialización de sus productos beneficiándose económicamente al darle un valor agregado.

Al tratarse de un prototipo, los resultados de este trabajo servirán de base para el desarrollo de nuevos pasteurizadores a mayor escala.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1.- Antecedentes del estudio

2.1.1.- Internacional

En la Escuela Agroindustrial Nro. 139 VIALE, ubicada en la provincia de Entre Ríos, país de Argentina, en el año 2005 se desarrolló un artefacto similar llamado “**Pasteurizadora portátil**” cuyo autor es el Ing. Hugo Chiardola quien ayudó a su comunidad a resolver un problema haciendo que los establos ofrezcan un producto de mayor calidad al público y cumpliendo con las exigencias que el estado exige.

El problema de partida se dio debido a que pequeños ganaderos (tamboreros) comercializan leche cruda a bajo costo, las grandes empresas recolectoras determinan muchas veces el precio, además el comercio de leche cruda está prohibido según el capítulo VIII del código alimentario argentino. Algunos hierven la leche pero pierde sus propiedades nutricionales. El objetivo fue Diseñar un artefacto que permita al ganadero seguir realizando su trabajo pero dando un valor agregado a sus productos y cumplir con los estándares que el estado exige. La mayor parte de los componentes del artefacto eran reciclables y usaba como fuente de energía para el calentamiento de la leche una resistencia eléctrica. Sus resultados fueron satisfactorios al pasteurizar leche con su prototipo, Se concluye que al ser un pasteurizador fabricado prácticamente con elementos reciclables, su diseño permite adaptarse a otros requerimientos, por ejemplo, la fuente de energía de dicho pasteurizador es una resistencia eléctrica, sin embargo, en otros países como el nuestro la fuente de energía podría ser el gas natural por el costo que representa.

En la biblioteca virtual del Instituto Nacional de Educación Tecnológica – Argentina; se encuentra el trabajo de investigación denominado “ENFRIADOR INSTANTÁNEO” cuyo autor es el Ing. Carlos Echevarría, desarrollado en el año 2016, dicho trabajo tuvo como objetivo principal el enfriamiento de bebidas en poco tiempo, para ser más específicos, obtener una bebida a 8°C en 3 minutos. El proyecto consiste en un artefacto de chapa galvanizada y caño estructural, que

utiliza un sistema de refrigeración, consta de un compresor, un condensador, un dispositivo de expansión y un evaporador, en dicho artefacto se introducen los envases de bebida a temperatura ambiente ya sea en botella plástica, de vidrio o latas de aluminio, y al estar en contacto directo con el líquido refrigerante el enfriamiento es en cuestión de minutos. El diseño es portátil y utiliza como voltaje 220VAC ó 12VDC por lo que se puede utilizar en un vehículo. Como Resultado se pudo enfriar hasta tres envases de 250 ml a 8°C en 3 minutos. Se puede concluir que bajo el mismo principio de enfriamiento, el diseño se puede adaptar para enfriar otros productos, sólo es cuestión de determinar las capacidades de los componentes.

En el Instituto de Educación Técnica Dr. Juan G. Pujol, Argentina, se encuentra el trabajo de investigación titulado “ENFRIADOR INSTANTÁNEO” cuyos autores son los alumnos: Acevedo Francisco y Andrés Ibarra Brian, el objetivo fue Mejorar un artefacto que permita enfriar de forma instantánea líquidos bebibles. El enfriador instantáneo consistió en un artefacto de chapa galvanizada y caño estructural, que utilizó un sistema de refrigeración, por lo cual no requirió la utilización de hielo, esto implica que no se modificó la consistencia o el sabor de la bebida,

Además otra ventaja importante fue que la temperatura alcanzada por el líquido, con este sistema baja a los 8 ° c en solo tres minutos.

El proceso inicia al introducir las bebidas (en botellas plásticas, de vidrio o en lata) a temperatura ambiente dentro del prototipo, que a sólo minutos se retiran frías y listas para ser ingerida. Este sistema permitió que las botellas estén en contacto directo con el líquido refrigerante, por lo cual, la transmisión del frío es directa e instantánea. Este modelo por su tamaño permite ser transportado fácilmente, para ser utilizado en todo lugar, al ser práctico, liviano y con la ventaja de que para su funcionamiento se puede utilizar tanto en corriente alterna 220 volt ac (energía eléctrica) y corriente continua 12 volt dc (batería de vehículos) lo cual evidencia una importante alternativa para refrigerar bebidas. Para ello se desarrolló un circuito de refrigeración (evaporador, compresor, condensador, válvula de expansión) compacto que permita ser transportable en vehículos. Una

vez fijado todos los elementos y comprobado que el equipo funciona correctamente, se procedió a experimentar con diferentes sustancias líquidas para que actuaran como refrigerante. En una primera instancia se utilizó un líquido refrigerante para

motor de vehículos, este no cumplió con los parámetros esperados, debido a que no era posible obtener el frío deseado ya que el refrigerante necesitaba de una temperatura menor al que se proponía llegar.

En segunda instancia procedimos a ensayar con alcohol de quemar; los resultados no fueron los esperados, porque el alcohol como el anterior líquido probado (refrigerante) necesitaba niveles aún más bajo de frío para cumplir con el objetivo, además al ser evaporable, inflamable y volátil no permitió obtener resultados positivos.

En el tercer intento se llevó adelante con ciclamato de sodio, en este ensayo se pudo

lograr bajar la temperatura a niveles deseados, con lo cual se decidió adosarlo para la utilización en el prototipo.

En la biblioteca virtual de la universidad de Nariño en Colombia, se encuentra la tesis titulada “DISEÑO DE UN PROTOTIPO APLICADO A LA AUTOMATIZACIÓN DEL PROCESO DE PASTEURIZACIÓN DE LA LECHE MEDIANTE EL MÉTODO DISCONTINUO” cuyos autores son David Hernán Gustín Guerrero y Nancy Cristina Legarda López quienes presentaron y sustentaron para obtener el grado de Ingenieros electrónicos en el año 2012, el objetivo del presente trabajo de investigación consiste en pasteurizar mediante el método discontinuo 20L de leche a través de un sistema ON OFF, que active y desactive el sistema de calentamiento y enfriamiento, se utiliza como fuente de energía para el calentamiento de la leche una resistencia eléctrica y como fuente de enfriamiento, agua helada, la cual es almacenada en un recipiente y que a través de una bomba es impulsada hasta la **camiseta** de la **marmita** enfriando de esta forma la leche hasta una temperatura menor a 10°C, los resultados fueron gratificantes logrando pasteurizar la leche y comprobándolo mediante análisis físico químicos y microbiológicos que el producto cumplía con los niveles de microorganismos permitidos.

2.1.2.- Nacional

En el repositorio institucional de la Universidad de Trujillo UNITRU, se encuentra la tesis titulada “DISEÑO Y MONTAJE DE UN PASTEURIZADOR SOLAR Y EVALUACION EN EL TRATAMIENTO DE LECHE DE CABRA” cuyos autores son: Antonio Omar Saldaña Carranza y Diego Antonio Sánchez Samora quienes presentaron y sustentaron para obtener el grado de Ingeniería Agroindustrial en el año 2015, El objetivo del trabajo fue pasteurizar leche de cabra utilizando como fuente la energía solar y a su vez como fuente auxiliar el gas propano, para ello se utilizó un colector solar de 2m², un tanque acumulador intercambiador de calor provisto de un serpentín de acero inoxidable, un taque receptor de leche pasteurizada, un tanque alimentador de leche, el control de temperatura a través de 3 sensores LM35 acoplados a una tarjeta arduino y a un ordenador, como resultado se pudo calentar el agua hasta los 53°C haciendo uso del colector solar, luego de allí se recurrió a la fuente de energía auxiliar, es decir el gas propano, para calentar el agua hasta los 78°C quien transfirió el calor a la leche de cabra haciendo que ésta se eleve su temperatura hasta los 73°C y manteniéndose así por 15 segundos por lo que se consiguió pasteurizarla. Se puede concluir que la pasteurización se logra. Se tiene que calentar el agua por un tiempo de 6 horas haciendo uso del colector solar y media hora utilizando la estufa a gas propano.

En la Universidad Nacional Agraria la Molina, se encuentra la tesis titulada “PROPUESTA DE UN PLAN HACCP PARA LA LÍNEA DE YOGURT DE LA PLANTA PILOTO DE LECHE ABC” cuyo autor es la ingeniera Cecilia Lissete Contreras Del Águila quien presentó y sustentó para obtener el grado de Ingeniero en industrias alimentarias en el año 2017, el objetivo del trabajo fue diseñar un sistema HACCP para la línea de yogurt de la planta de leche de la empresa ABC, para ello se realizó el diagnóstico de la planta de leche de la empresa ABC, aplicando la lista de verificación de los requisitos de higiene en planta y herramientas de calidad. Inicialmente se aplicó la lista de verificación de los requisitos de higiene en plantas para ver cuál es la situación actual de la empresa, donde se evaluó las instalaciones, personal, controles y documentación. Luego se identificaron una serie de problemas que se presentan durante la

producción, a través de una lluvia de ideas realizada por el equipo HACCP los cuales fueron agrupados por tener temas en común en seis categorías, y donde se identificó el problema principal a través de la matriz de selección, para lo cual se elaboró una escala de calificación con la que cada miembro del equipo realizó su votación, obteniendo como problema principal al de mayor puntaje. De acuerdo con los resultados obtenidos, se procedió a plantear la propuesta de mejora y revisión de la documentación. Después se realizó la descripción del diagrama de flujo, el cual se verificó in situ por el equipo HACCP, análisis de peligros de la materia prima y de cada etapa del proceso, identificación de los puntos críticos de control, desarrollo de un sistema de vigilancia y verificación, con el propósito de comprobar que este sistema es eficiente. Durante el presente trabajo se fueron implementando mejoras en la infraestructura y equipos de la planta ABC, y así se fueron reduciendo los puntos críticos de control.

2.2.- Marco teórico y conceptual.

2.2.1.- Marco teórico

La pasteurización es un proceso termodinámico en donde se calienta el producto a una determinada temperatura, se mantiene por un tiempo y se enfría bruscamente, es decir, se realiza un choque térmico, por lo que para desarrollar el presente proyecto se tuvo que recurrir a teorías sobre calorimetría, transferencia de calor, termodinámica, dinámica de fluidos.

En el enfriamiento se recurrirá a conocimientos de transferencia de calor y dinámica de fluidos puesto que se debe determinar el caudal propicio de agua refrigerante para que la transferencia de calor sea eficiente.

Recurriremos a la calorimetría en cuanto a que se necesita saber la capacidad del condensador quien realizará el enfriamiento de la leche, es decir, qué cantidad de calor se debe extraer para que un determinado volumen de leche que está a una temperatura elevada, sea enfriado en el menor tiempo posible.

El prototipo de pasteurizador portátil debe contar con elementos mecánicos como por ejemplo el agitador que sirve para que la leche no permanezca en reposo y ésta se pueda elevar su temperatura de manera uniforme sin que se llegue a su

cambio de estado, es decir, sin que se llegue a calcinar, es por ello que se tendrá que recurrir a conocimientos sobre diseño de elementos de máquinas.

Debe contar con un termostato que determine diversos puntos de temperatura, el termostato es un componente electrónico, por lo que se recurrirá a conocimientos circuitos electrónicos.

2.2.2.-Maco conceptual

Pasteurización

La Federación Internacional de Lechería (FIL) (SDT, 1983: p99) define la pasteurización como:

Un tratamiento que se aplica a un producto con la finalidad de reducir al máximo el posible riesgo de salud de los consumidores, destruyendo los microorganismos patógenos que puede contener la leche, mediante un tratamiento térmico que produzca los mínimos cambios químicos, físicos y organolépticos en el producto.

Un producto pasteurizado, según la definición de la FIL (SDT, 1983: p.99) es:

Un producto que ha sido sometido a un tratamiento de pasteurización; que si se vende como tal, ha sido enfriado inmediatamente después del tratamiento y a continuación se ha envasado en las condiciones adecuadas para evitar su contaminación.

La pasteurización o pasterización es un proceso térmico que es realizado en líquidos (generalmente alimentos, como por ejemplo la leche), con la intención de reducir la presencia de agentes patógenos (como por ejemplo ciertas bacterias, protozoos, mohos, levaduras, etcétera) que puedan contener. Debido a las altas temperaturas (80 grados) la gran mayoría de los agentes bacterianos mueren. Proceso descubierto por el científico químico francés Louis Pasteur, junto a Claude Bernard, el 20 de abril de 1864.

Uno de los motivos del tratamiento térmico es un método de control de microorganismos de los alimentos líquidos, alterando lo menos posible su estructura física, sus componentes químicos y sus propiedades organolépticas. Tras la operación de pasteurización, los productos tratados se enfrían rápidamente y se sellan herméticamente con fines de seguridad alimentaria; por esta razón, es básico en la pasteurización el conocimiento del mecanismo de la transferencia de calor en los alimentos. A diferencia de la esterilización, la pasteurización no

destruye completamente las esporas de los microorganismos, ni elimina todas las células de microorganismos termófilos.

Louis Pasteur mejoró la calidad de vida al hacer posible que productos alimenticios básicos, como la leche, se pudieran transportar largas distancias sin ser afectados por la descomposición.² En la pasteurización, el objetivo primordial no es la «eliminación completa de los agentes patógenos» sino la disminución sustancial de sus poblaciones, reduciéndolas a niveles que no causen intoxicaciones alimentarias a los humanos (siempre que el producto pasteurizado se mantenga refrigerado correctamente y que se consuma antes de la fecha de caducidad indicada). (*Enciclopedia virtual Wikipedia*)

Tipos de Pasteurización:

***Pasteurización lenta o discontinua**

Es cuando la leche se trata térmicamente por lotes en cubas o en tanques, según la normativa de 1923, se exige un calentamiento a no menos de 62.8°C y no más de 65.6°C durante un tiempo mínimo de 30 minutos, por lo tanto se trata de una pasteurización a baja temperatura durante un tiempo largo (*Low temperatura Long Time*, LTLT) en condiciones que, por supuesto, son suficientes para la destrucción de *Mycobacterium tuberculosis*. Este tratamiento no produce cambios apreciables en las características organolépticas de la leche y tampoco hay una reducción importante en la reducción de la línea de la nata de la leche, aspecto que consumidores consideraban como un índice de calidad cuando toda la leche pasteurizada se comercializaba sin homogenizar. (*Tecnología de los Productos Lácteos, Ralph Early, 1998*)

***Pasteurización continua.**

En este tipo de pasteurización, la leche recibe un tratamiento térmico a altas temperaturas durante un tiempo corto (high temperatura, short time; HTST) en condiciones de al menos 71.1°C durante 15 segundos (o tratamientos equivalentes) y la leche debe dar un resultado negativo a la prueba de la fosfatasa alcalina, pero positivo a la peroxidasa. (*Tecnología de los Productos Lácteos, Ralph Early, 1998*)

La pasteurización no mata todos los microorganismos, pero los reduce en número. (Rogelio Soto Pasco, 2001). En la pasteurización lenta, luego de calentar la leche

hasta los 63°C y mantenerla durante 30 minutos, se debe enfriarla hasta una temperatura de entre 4 a 10°C

La combinación de temperatura y tiempo de mantenimiento es muy importante, porque determina la intensidad del tratamiento térmico. Cuanto mayor sea la temperatura del tratamiento menor tiempo se necesitará para conseguir los objetivos. Sin embargo, un calentamiento fuerte produce cambios en el sabor (primero a cocido y luego a quemado), valor nutritivo y apariencia del producto; además las proteínas de la leche son desnaturalizadas a altas temperaturas. La elección de la combinación tiempo-temperatura debe ser optimizada para reducir la carga microbiana a un nivel aceptable sin afectar la calidad del producto. La destrucción de las bacterias por el calor permite prolongar significativamente el tiempo de conservación del producto. (Larousse 1999).

La leche, después de pasteurizar, debe ser enfriada en el menor tiempo posible a 4°C – 10°C La leche pasteurizada a estas temperaturas no produce el sabor desagradable de leche cocida y afecta muy poco su valor nutritivo. La leche pasteurizada no está estéril, de manera que es preciso enfriarla rápidamente después de la pasteurización a fin de prevenir la multiplicación de las bacterias sobrevivientes.

El presente proyecto se basó en la pasteurización lenta, 65°C durante 30 minutos y enfriada hasta los 8°C.

Ultrapasteurización o uperización

Es un proceso térmico que se utiliza para reducir en gran medida el número de microorganismos presentes en alimentos como la leche o los zumos, cambiando su sabor y sus propiedades nutricionales en mayor o menor medida, dependiendo del alimento.

A diferencia de la pasteurización tradicional, en la ultrapasteurización se aplica más calor aunque durante un tiempo menor al alimento.

Con el método UHT (del inglés Ultra-High Temperature, temperatura ultra alta) no se consigue una completa esterilización (que es la ausencia total de microorganismos y de sus formas de resistencia), se consigue la denominada esterilización comercial, en la que se somete al alimento al calor suficiente para destruir las formas de resistencia de *Clostridium botulinum*, pero sí

existirán algunos microorganismos como los psicrófilos, que no crecen a temperatura ambiente. A los alimentos se aplica esterilidad comercial, ya que la esterilidad absoluta podría degradar de manera innecesaria la calidad del alimento. Consiste en exponer la leche durante un corto plazo (de 5 a 8 segundos) a una temperatura que oscila entre 150 y 200 °C y seguido de un rápido enfriamiento, no superior a 4 °C. Esto se hace de una forma continua y en recinto cerrado que garantiza que el producto no se contamine mediante el envasado aséptico. Este proceso aporta a la leche un suave sabor a cocción debido a una suave caramelización de la lactosa (azúcar de la leche). (*Enciclopedia virtual Wikipedia*)

Calorimetría

Los procesos termodinámicos (mezcla de agua fría con caliente, mezcla de dos líquidos, reacción química,...) se puede caracterizar a partir de las variaciones de energía producidas como resultado de la realización del proceso. Teniendo en cuenta que en la mayoría de los casos los procesos tienen lugar a presión constante, la función energética más adecuada para la medida experimental será la entalpía (H). En este sentido, la variación de entalpía de un proceso mide la cantidad de calor intercambiado entre el sistema y el entorno a presión constante

$$\Delta H = Q_p \quad \dots(1)$$

Ahora bien, la experiencia demuestra que el intercambio de calor se manifiesta con una modificación de la temperatura en el sistema. Esta modificación es función de la naturaleza de las materias que lo forman. Este hecho introduce la conveniencia de definir una magnitud que permita calificar a cada sustancia en términos de capacidad para intercambiar calor a presión constante. En este sentido, se define la Capacidad Calorífica Molar de una sustancia como la cantidad de calor que habrá de suministrarse a un mol de sustancia para incrementar en un grado su temperatura. Si el proceso tiene lugar a presión constante, la capacidad calorífica molar a presión constante, C_p , se puede expresar matemáticamente como:

$$C_p = \frac{dH}{dT} \quad \dots(2)$$

Si la unidad de masa es el gramo, la capacidad calorífica recibe el nombre de calor específico

De la expresión anterior se deduce:

$$dH = C_p dT \quad \dots(3)$$

y teniendo en cuenta que H es función de estado, al integrar entre dos estados de temperaturas T₂ y T₁, y la ΔH en un proceso finito a p = cte vendrá dada por:

$$\Delta H = H_2 - H_1 = \int_{T_1}^{T_2} C_p \times dT \quad \dots(4)$$

En general, la capacidad calorífica, C_p, es una función de la temperatura, por lo que se hace necesario conocer la función C = f (T) para poder resolver la ecuación (1). En el supuesto que C_p = cte (aproximación válida para incrementos de temperatura pequeños), la solución de la ecuación anterior permite concluir que

$$\Delta H = C_p \times \Delta T \quad \dots(5)$$

Siendo ΔT = T₂ – T₁

En base a la ecuación (5) se puede definir la calorimetría como el conjunto de técnicas y métodos que permiten la determinación de C_p de una sustancia o de la ΔH de un proceso a partir de la medida de los cambios de temperatura que experimenta el sistema como consecuencia de un intercambio de calor.

La ecuación (5) nos permite saber la energía que se pierde o se gana en un proceso termodinámico por unidad de masa.

$$\Delta H = C_p \times \Delta T \quad (\text{Kj/Kg})$$

$$m \times \Delta H = m \times C_p \times \Delta T$$

$$q = m \times C_p \times \Delta T \quad \dots(6)$$

Transferencia de energía por calor

La energía puede cruzar la frontera de un sistema cerrado en dos formas distintas-. Calor y trabajo. Es importante distinguir entre estas dos formas de energía, por lo

que primero se analizarán con el propósito de conformar una base sólida para el desarrollo de las leyes de la termodinámica.

La experiencia nos dice que si se deja una lata fría de bebida carbonatada, en algún momento alcanzará la temperatura ambiente, mientras que una papa horneada caliente se enfriará. Cuando un cuerpo se coloca en un medio que está a una temperatura diferente, la transferencia de energía tiene lugar entre el cuerpo y el medio hasta que se establece el equilibrio térmico, es decir, cuando ambos alcanzan la misma temperatura. La dirección de la transferencia de energía es siempre del cuerpo con mayor temperatura al de menor temperatura. Una vez establecida la igualdad de la temperatura, la transferencia termina. En este proceso se afirma que la energía se transfiere en forma de calor.

El **calor** está definido como la forma de energía que se transfiere entre dos sistemas (o entre un sistema y sus alrededores) debido a una diferencia de temperatura. Es decir, una interacción de energía es calor solo si ocurre debido a una diferencia de temperatura. Entonces se deduce que no puede haber ninguna transferencia de calor entre dos sistemas que se hallan a la misma temperatura.

Varias frases de uso común como flujo de calor, adición de calor, rechazo de calor, absorción de calor, remoción de calor, ganancia de calor, pérdida de calor, almacenamiento de calor, generación de calor, calentamiento eléctrico, calentamiento por resistencia, calentamiento por fricción, calentamiento por gas, calor de reacción, liberación de calor, calor específico, calor sensible, calor latente, calor de desecho, calor del cuerpo, calor de proceso, sumidero de calor y fuente de calor, no son congruentes con el estricto significado termodinámico de calor, termino cuyo uso se limita a la transferencia de energía térmica durante un proceso. Sin embargo estas frases tan arraigadas en el vocabulario de científicos y personas comunes generalmente no producen malentendidos, ya que por lo común son interpretadas apropiadamente y no de manera literal. (además, no existen alternativas aceptables para algunas de estas frases.) Por ejemplo, se entiende que “calor corporal” significa el *contenido de energía térmica* de un cuerpo. De igual modo “flujo de calor” se interpreta como la transferencia de energía térmica no como el flujo de una sustancia similar a un líquido llamada calor. Aunque incorrecta, esta última interpretación, fue la base de la teoría calórica, la cual dio

origen a la frase, así mismo la transferencia de calor hacia un sistema se conoce como adición de calor mientras que rechazo de calor es la transferencia hacia afuera. Hay razones termodinámicas para ser tan reacio para sustituir calor por energía térmica, el primero requiere menos tiempo y esfuerzo que el segundo para decirlo, escribirlo y entenderlo.

El calor es energía en transición y se reconoce sólo cuando cruza la frontera de un sistema. Considere otra vez la papa horneada caliente, la cual contiene energía que sólo es transferencia de calor cuando cruza la cáscara de la papa (la frontera del sistema) para llegar al aire, una vez en los alrededores, el calor transferido se vuelve parte de la energía interna de éstos. Así, en termodinámica el término calor significa simplemente transferencia de calor.

Un proceso durante el cual no hay transferencia de calor se denomina proceso adiabático. El término adiabático proviene de la palabra griega *adiabatos*, que significa “no pasar”. Hay dos maneras en que un proceso puede ser adiabático: el sistema está bien aislado de modo que sólo una cantidad insignificante de calor cruza la frontera, o bien, tanto el sistema como los alrededores están a la misma temperatura y por lo tanto no hay fuerza impulsora (diferencia de temperatura) para la transferencia de calor. Hay que distinguir entre un proceso adiabático y uno isotérmico: aunque no hay transferencia de calor durante un proceso adiabático, otros medios como el trabajo pueden cambiar el contenido de energía, y en consecuencia, la temperatura de un sistema. (*Termodinámica*, Yunus A. Cengel, Michael A. Boles, 2006)

La Transferencia de calor es la energía en tránsito debido a una diferencia de temperaturas en un cuerpo o entre cuerpos diferentes. Siempre que exista una diferencia de temperatura, la energía se transfiere de la región de mayor temperatura a la de menor temperatura. De acuerdo con los conceptos de la Termodinámica, la energía que se transfiere como resultado de una diferencia de temperatura es el calor. Las leyes de la termodinámica tratan de la transferencia de energía, pero sólo se aplican a sistemas que están en equilibrio (pueden utilizarse para predecir la cantidad de energía requerida para modificar un sistema de un estado de equilibrio a otro), pero no sirven para predecir la rapidez (tiempo) con que pueden producirse estos cambios. - La transferencia de calor, complementa

los principios termodinámicos, proporcionando métodos de análisis que permitan predecir esta velocidad de transferencia térmica. Ejemplo: El calentamiento de una barra de acero inmersa en agua caliente, los principios termodinámicos se pueden utilizar para predecir las temperaturas finales una vez los dos sistemas hayan alcanzado el equilibrio y la cantidad de energía transferida entre los estados de equilibrio inicial y final, pero nada nos dice respecto a la velocidad de la transferencia térmica o la temperatura de la barra al cabo de un cierto tiempo, o del tiempo que haya que esperar para obtener una temperatura determinada en una cierta posición de la barra. Realizando un análisis de la transmisión de calor, permite predecir la velocidad de la transferencia térmica del agua a la barra y de esta información se puede calcular la temperatura de la barra, así como la temperatura del agua en función del tiempo. (*texto universitario: Transferencia de calor, Alberto Emilio Panana, 2009*)

El calor se puede transferir de tres formas distintas: conducción, convección y radiación, todos los modos de transferencia de calor requiere que exista una diferencia de temperatura y todos pasan por el ámbito de alta temperatura a uno de menor temperatura.

Transferencia de calor por conducción:

La conducción es la transferencia de energía de las partículas más energéticas de una sustancia hacia las adyacentes menos energéticas como resultado de sus interacciones. La conducción puede ocurrir en sólidos, líquidos ó gases: en estos dos últimos la conducción se debe a la colisión de las moléculas durante su movimiento aleatorio, mientras que en los sólidos se debe a la combinación de la vibración de las moléculas en una red y el transporte de energía mediante electrones libres. Por ejemplo, una bebida enlatada fría que se halla en una habitación caliente, alcanza por conducción la temperatura de la habitación como resultado de la transferencia de calor de ésta a la bebida a través de la lata de aluminio. (*Termodinámica , Yunus A. Cengel, Michael A. Boles, 2006*)

La conducción, es el único mecanismo de transmisión de calor posible en los medios sólidos opacos, cuando en estos cuerpos existe un gradiente de temperatura. El calor se trasmite de la región de mayor temperatura a la de menor temperatura, debido al movimiento cinético o el impacto directo de las moléculas

como en el caso de los fluidos en reposo o por el arrastre de los electrones como sucede en los metales.

La transferencia de calor por conducción viene dada por la siguiente fórmula:

$$Q = K \cdot A \cdot \frac{T_1 - T_2}{L} \dots (7)$$

Donde:

Q = flujo de calor (W)

K = conductividad térmica (W/m°K)

T1 = temperatura de la superficie más elevada (K)

T2 = Temperatura de la superficie menos elevada. (K)

L = distancia perpendicular entre superficies. (m)

A = área de la superficie en contacto donde se produce la transferencia de calor. (m²)

La fórmula (7) se conoce como ley de Fourier de conducción de calor, e indica que la tasa de conducción de calor en una dirección es proporcional al gradiente de temperatura en esa misma dirección. El calor es conducido en la dirección de temperatura decreciente, y el gradiente de temperatura se vuelve negativo cuando la temperatura disminuye con L creciente por consiguiente se agrega un signo negativo en la ecuación (7) para hacer de la transferencia de calor en la dirección x positiva una cantidad positiva.

La temperatura es una medida de la energía cinética de las moléculas. En un líquido o gas, esta energía se debe al movimiento aleatorio de sus moléculas, así como a sus movimientos de vibración y rotación. Cuando colisionan dos moléculas que poseen energías cinéticas distintas, parte de esta energía proveniente de la molécula más energética (mayor temperatura) se transfiere a la de menor energía (menor temperatura), de forma muy similar a cuando colisionan dos bolas elásticas de igual masa a diferentes velocidades: parte de la energía cinética de la bola más rápida se transfiere a la bola más lenta.

En los sólidos, la conducción de calor se debe a dos efectos: a las ondas vibratorias de la red inducidas por los movimientos vibratorios de las moléculas situadas en una posición relativamente fija en una forma periódica llamada red cristalina, y la energía transportada a través del flujo libre de electrones en el

sólido. La conductividad térmica de un sólido se obtiene al sumar las componentes de la red y electrónicos. La conductividad térmica de los metales puros se debe sobre todo al componente electrónico, mientras que la de los no metales se debe más que nada al componente de la red cristalina. El componente de la red cristalina de la conductividad térmica depende en gran medida de la forma en que están dispuestos las moléculas: por ejemplo, la de un sólido cristalino altamente ordenado como el diamante es mucho mayor que la de los metales puros.

Transferencia de calor por convección:

La convección es el modo de transferencia de energía entre una superficie sólida y el líquido o gas adyacente que está en movimiento, y tiene que ver con los efectos combinados de *conducción y movimiento del fluido*: mientras más rápido sea este, mayor es la transferencia de calor por convección. En ausencia de cualquier movimiento en masa del fluido, la transferencia de calor entre una superficie sólida y el fluido adyacente es por conducción pura. La presencia de movimiento en masa del fluido incrementa la transferencia de calor entre la superficie sólida y el fluido, pero también complica la determinación de las tasas de transferencia de calor (*Termodinámica , Yunus A. Cengel, Michael A. Boles, 2006*)

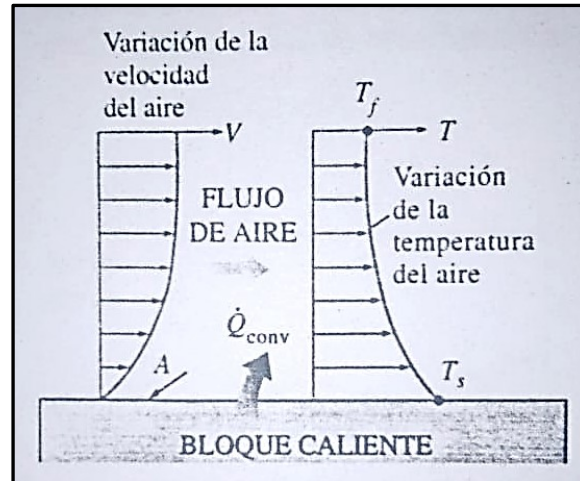
Cuando un fluido a TF se pone en contacto con un sólido cuya superficie de contacto está a una temperatura distinta TS, al proceso de intercambio de energía térmica se denomina CONVECCIÓN.

Existen dos tipos de convección:

Convección libre o natural, ocurre cuando la fuerza motriz procede de la variación de densidad en el fluido como consecuencia del contacto con una superficie a diferente temperatura, lo que da lugar a fuerzas ascensionales, el fluido próximo a la superficie adquiere una velocidad debida únicamente a esta diferencia de densidades, sin ninguna fuerza motriz exterior. Ejemplo: La convección en un tanque que contiene un líquido en reposo en el que se encuentra sumergida una bobina de calefacción.

Figura Nro. 2.1

TRANSFERENCIA DE CALOR POR CONVECCIÓN DESDE UNA SUPERFICIE CALIENTE HACIA EL AIRE



Fuente: Termodinámica , Yunus A. Cengel, Michael A. Boles, 2006

La convección libre ó natural se da si el movimiento del fluido es ocasionado por las fuerza de flotación inducidas por diferencias de densidad debidas a la variación de temperatura del fluido. Por ejemplo, en ausencia de un ventilador, la transferencia de calor desde la superficie del bloque caliente en la figura Nro. 01 será por convección natural puesto que en este caso, cualquier movimiento del aire se deberá al ascenso del aire más caliente (y por tanto más ligero) cercano a la superficie, y al descenso del aire más frío (por consiguiente más denso) para ocupar su lugar. La transferencia de calor entre el bloque y el aire circundante será por conducción si la diferencia de temperatura entre el aire el bloque no es demasiado grande para vencer la resistencia del aire a moverse y así iniciar las corrientes de convección natural.

Los procesos de transferencia de calor en los que hay un cambio de fase de un fluido se consideran también como convección debido al movimiento del fluido durante el proceso; por ejemplo, el ascenso de las burbujas de vapor durante la ebullición o el descenso de gotas de líquido durante la condensación.

Convección forzada, tiene lugar cuando una fuerza motriz exterior mueve un fluido con una velocidad (v), sobre una superficie que se encuentra a una temperatura T_s mayor o menor que la del fluido T_f , como la velocidad del fluido

en la convección forzada es mayor que en la convección natural, se transfiere por lo tanto, una mayor cantidad de calor para una determinada temperatura. Independiente de que la convección sea natural o forzada, la cantidad de calor transmitido Q_c , se puede escribir de la siguiente manera (Ley de enfriamiento de Newton)

$$Q_c = h A (T_s - T_f). \quad (8)$$

Donde:

h = Coeficiente de transmisión del calor por convección en la interface líquido – sólido ($W/m^2 \cdot K$)

A = Área superficial en contacto con el fluido (m^2)

La ecuación anterior sirve como definición de (h), su valor numérico se tiene que determinar analítica o experimentalmente.

Otra manera de definir el coeficiente de convección (h) es a través de un parámetro adimensional denominado número de Nusselt que está definido como:

$$Nu = \frac{h \cdot L}{K} \dots (9)$$

Donde:

K : conductividad térmica del material. ($W/m^{\circ}K$)

L : Longitud característica del modelo (por ejemplo el diámetro de una tubería)

El coeficiente de transferencia de calor por convección h no es una propiedad del fluido, es un parámetro determinado de forma experimental cuyo valor depende de todas las variables que afectan la convección, como la configuración geométrica de la superficie, la naturaleza del movimiento del fluido, las propiedades del fluido y la velocidad volumétrica del fluido. Los valores representativos de h , en $W/m^2 \cdot K$ se encuentran en el intervalo entre 2 y 25 para la convección libre de gases, 50 y 1000 para la convección libre de líquidos, 25 y 250 para la convección forzada de gases, 50 a 20000 para la convección forzada de líquidos y 2500 a 100000 para la convección en procesos de ebullición y condensación.

Número de Reynolds

Es un número adimensional utilizado en la mecánica de fluidos y fenómenos de transporte para caracterizar el movimiento de un fluido; como todo número

adimensional es un cociente, una comparación. La importancia de este radica en que nos habla del régimen con que fluye un fluido, lo que es fundamental para el estudio del mismo.

Cuando un líquido fluye en un tubo y su velocidad es baja, fluye en líneas Paralelas a lo largo del eje del tubo; a este régimen se le conoce como “flujo Laminar”. Conforme aumenta la velocidad y se alcanza la llamada “velocidad Crítica”, el flujo se dispersa hasta que adquiere un movimiento de torbellino en el que se forman corrientes cruzadas y remolinos; a este régimen se le conoce como “flujo turbulento”. El paso de régimen laminar a turbulento no es inmediato, sino que existe un comportamiento intermedio indefinido que se conoce como “régimen de transición”. El número de Reynolds viene dada por la expresión:

$$Re = \frac{4 \cdot m}{\pi \cdot D \cdot \mu} \dots (10)$$

Donde:

Re = Numero de reynolds

m = flujo másico (kg/seg)

D = diámetro de la tubería. (m)

μ = viscosidad del líquido (Kg/m*seg)

En un flujo laminar el número de Reynolds viene dada por la expresión en función al número de Nusselt:

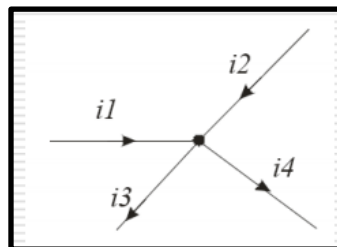
$$Re = \frac{64}{Nu} \dots (11)$$

Primera Ley de Kirchoft

La corriente que circula a un nodo o punto de derivación es igual a la suma de las corrientes que abandonan el nodo o derivación.

Figura Nro. 2.2

PRIMERA LEY DE KIRCHHOFT



Fuente: Fundamentos y aplicaciones de electrónica análoga, 2005

$$\Sigma i = 0 \dots (12)$$

$$i_1 + i_2 = i_3 + i_4$$

Segunda Ley de Kirchoft

El voltaje generado en un circuito se consume en las caídas de tensión que se producen en todas las resistencias conectadas en el mismo, ya que por la **ley de Ohm**, la tensión es igual al producto de la intensidad por la resistencia

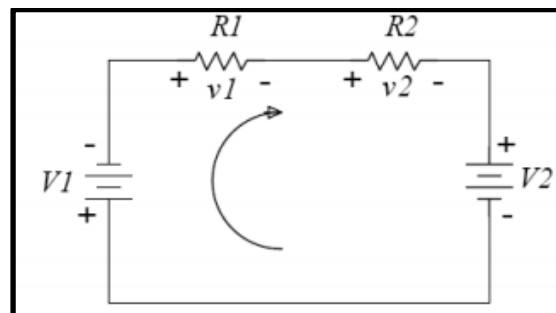
$$V = I \cdot R \dots (13)$$

La suma algebraica de las diferencias de potencial a lo largo de cualquier camino cerrado es cero.

La suma algebraica implica que se debe asignar un signo a los voltajes a lo largo del lazo.

Figura Nro. 2.3

SEGUNDA LEY DE KIRCHHOFT



Fuente: Fundamentos y aplicaciones de electrónica análoga, 2005

También conocido como regla de mallas.

$$\Sigma V_x = 0 \dots (14)$$

$$+V_1 + v_1 + v_2 + V_2 = 0$$

2.3.- Definiciones de términos básicos

Pasteurización:

Proceso por el cual se eliminan los microorganismos perjudiciales a la salud, sin alterar las propiedades nutricionales del alimento, en nuestro caso, la leche.

Cuba:

Recipiente donde se deposita la leche.

Agitador:

Dispositivo mecánico rotatorio que permitirá el constante movimiento de la leche al momento de elevar la temperatura, permite elevar la temperatura de la leche de manera continua.

Termostato:

Dispositivo electrónico que abre o sierra un circuito eléctrico en función de la temperatura.

Motorreductor

Conjunto de engranajes que permite reducir la velocidad rotatoria de un motor.

Termistor

Es un tipo de resistencia (componente electrónico) cuyo valor varía en función de la temperatura de una forma más acusada que una resistencia común. Su funcionamiento se basa en la variación de la resistividad que presenta un semiconductor con la temperatura.

Condensador

Un condensador es un cambiador de calor latente que convierte el vapor (en estado gaseoso) en vapor en estado líquido, también conocido como fase de transición.

Evaporador

Se conoce por evaporador al intercambiador de calor donde se produce la transferencia de energía térmica desde un medio a ser enfriado hacia el fluido refrigerante que circula en el interior del dispositivo.

CAPÍTULO III HIPÓTESIS Y VARIABLES

3.1.- Hipótesis

3.1.1.-Hipótesis General:

Si se diseña un prototipo de pasteurizador portátil se podrá obtener leche inocua en pequeñas ganaderías

3.1.2.-Hipótesis específicas

Si se determina adecuadamente los parámetros básicos, se podrá diseñar de manera más eficiente el prototipo de pasteurizador portátil.

Si se diseña y selecciona los componentes apropiados del prototipo de pasteurizador portátil se garantizará la obtención de leche inocua.

3.2.- Definición de variables

General:

VI: Prototipo de pasteurizador portátil

VD: Leche inocua

Específicas:

VI1: Determinación de parámetros básicos

VD1: Prototipo de pasteurizador portátil.

VI2: Diseño y selección de componentes del pasteurizador

VD2: Inocuidad de la leche

3.3.- Operacionalización de variables

Cuadro Nro. 3.1

OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

Problema	¿Cómo diseñar un Prototipo de Pasteurizador Portátil para obtener leche inocua en pequeñas ganaderías?	
	Independiente	Dependiente
Variables	Prototipo de Pasteurizador Portátil	Leche Inocua
Definición conceptual	Es el sistema que pasteuriza la leche a través de un proceso térmico. Sus dimensiones son: condensador, tubería refrigerante, aislamiento,	Producto que se obtiene luego del proceso de pasteurización. Dimensiones: temperatura

	termostato.	de calentamiento, tiempo de temperatura constante.
Definición operacional	Variable que expresa la capacidad del condensador, diámetro de tubería refrigerante, espesor del aislamiento y de la resistencia del termostato.	Variable que expresa la máxima temperatura que debe alcanzar y el tiempo en el cual debe permanecer.
Hipótesis	Para el diseño del Prototipo de Pasteurizador portátil se determinará la capacidad del condensador, se realizarán los cálculos para determinar el diámetro y longitud de tubería refrigerante que mejor se acomode al equipo, el material y espesor del aislamiento; se realizarán los cálculos para diseñar el termostato.	

Fuente: Elaboración Propia

3.3.1.- Operacionalización de la variable independiente

Cuadro Nro. 3.2

OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLE INDEPENDIENTE

Variable Independiente	Prototipo de Pasteurizador Portátil	
Dimensiones	Indicadores	Tratamiento
Condensador	Capacidad de refrigeración	A1: 18000 btu/hr A2: 12000 btu/hr
Tubería refrigerante	Diámetro y longitud	B1: 10m y 1” B2: 15m y 7/8”
Aislamiento	Espesor	C1: 2 cm C2: 4 cm
Termostato	Resistencia del termistor	D1: 150K ohm D2: 170K ohm

Fuente: Elaboración propia.

3.3.2.- Operacionalización de la variable dependiente

Cuadro Nro. 3.3

OPERACIONALIZACIÓN DE LA VARIABLE DEPENDIENTE

Variable dependiente	Leche inocua	
Dimensiones	Indicadores	Instrumento
Temperatura	Máxima temperatura de calentamiento	Termómetro (°C)
Tiempo	Tiempo de permanencia para un rango de temperatura	Cronómetro (minutos)

Fuente: Elaboración propia.

CAPÍTULO IV METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

4.1.- Tipo y diseño de la investigación

Tipo: Investigación tecnológica

Diseño: No experimental.

4.1.1.- Parámetros de diseño

Q: Capacidad de refrigeración del condensador.

D: diámetro de la tubería refrigerante.

L: Longitud de la tubería refrigerante

e: espesor de aislamiento.

R: Resistencia para el termostato

4.1.2.- Etapas del diseño

***Etapa I:** Recolección de datos.

De acuerdo a la bibliografía mencionada se obtuvo los datos con los cuales se trabajó el diseño:

Temperatura de calentamiento: 65°C

Temperatura de enfriamiento: 8°C

Volumen del prototipo: 20L

***Etapa II:** Procesamiento de la información.

Se realizaron los cálculos respectivos para el diseño del prototipo

***Etapa III:** Estudio de factibilidad

Los materiales empleados en el diseño del prototipo se encuentran en el mercado nacional, no existe la necesidad de importar material alguno.

El costo que representa su fabricación tiene un valor acorde para la adquisición de un pequeño ganadero.

4.1.3.- Ingeniería de detalle

El diseño del prototipo se calculó en base a 20Kg. de leche

Cálculo de la capacidad del condensador:

El condensador permitirá al producto reducir la temperatura de 65°C a 8°C

De la ecuación (6) se tiene:

$$q = m \cdot C_e \cdot \Delta T$$

Aplicado a 20Kg de leche se tiene:

$$m_{\text{leche}} = 20\text{Kg}$$

$$C_{e_{\text{leche}}} = 0.93 \text{ Kcal/Kg}^{\circ}\text{C}$$

$$\Delta T = 65^{\circ}\text{C} - 8^{\circ}\text{C}$$

$$q = 1060 \text{ Kcal.}$$

Es la energía necesaria para disminuir 20kg de leche de 65° a 8°C:

Si esta disminución se realiza en un tiempo $t = 20 \text{ min.} \simeq 1200 \text{ seg.}$

$$Q' = q/t$$

$$Q' = 0.88 \text{ Kcal/seg} \simeq 3.68 \text{ Kjoule/seg} \simeq 3.68\text{KW} \simeq 12556 \text{ btu/hr}$$

Es decir, la capacidad del condensador sería 12000 btu/hr por ser una capacidad comercial.

Cálculo del caudal del agua refrigerante:

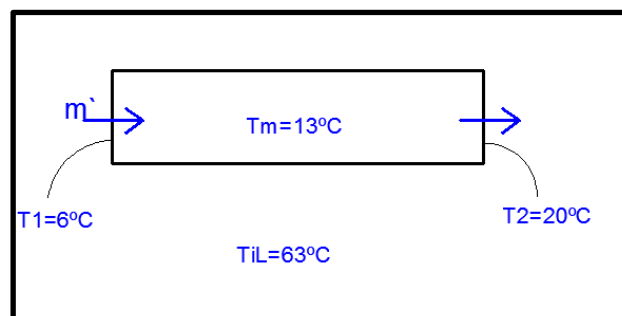
T_1 = temperatura de ingreso del agua refrigerante.

T_2 = temperatura de salida del agua refrigerante

T_m = temperatura media del agua refrigerante

Figura Nro 4.1

TUBERÍA DE REFRIGERACIÓN



Fuente: Elaboración propia.

$$T_m = (T_1 + T_2)/2$$

$$T_m = 13^{\circ}\text{C} \simeq 286^{\circ}\text{K}$$

De la tabla (4.5)

$$\text{A } 286^{\circ}\text{K } C_{e_{\text{agua}}} = 4.189 \text{ Kj/Kg}^{\circ}\text{K}$$

m' = flujo másico del agua refrigerante

T_{iL} = temperatura inicial de la leche = 63°C

De (6)

$$q = m' * C_e * \Delta T$$

$$Q' = m' \cdot C_e \cdot \Delta T$$

$$Q' = 3.68 \text{ Kjoule/seg.}$$

$$C_e = 4.189 \text{ Kj/Kg}^\circ\text{K}$$

$$\Delta T = T_2 - T_1 = 14^\circ\text{C} \sphericalangle 287^\circ\text{K}$$

Reemplazando datos:

$$m' = 2.9 \times 10^{-3} \text{ kg/seg}$$

de la tabla (4.5) a $T_m = 286^\circ\text{K}$ la densidad del agua viene dada por:

$$\rho = 1000 \text{ Kg/m}^3$$

$$\rho = \frac{m'}{v'}$$

V' : flujo volumétrico ó caudal.

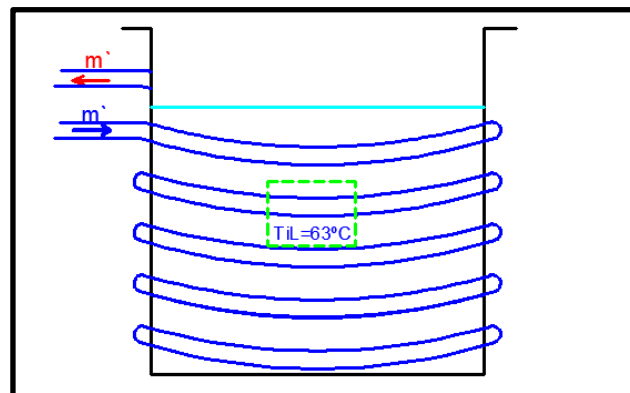
Reemplazando datos:

$$V' = 2.9 \times 10^{-6} \text{ m}^3/\text{seg} \sphericalangle 2.9 \times 10^{-3} \text{ L/seg} \text{ es el caudal del agua refrigerante.}$$

Cálculo del diámetro de la tubería refrigerante:

Figura Nro. 4.2

CUBA Ó RECIPIENTE DE LA LECHE

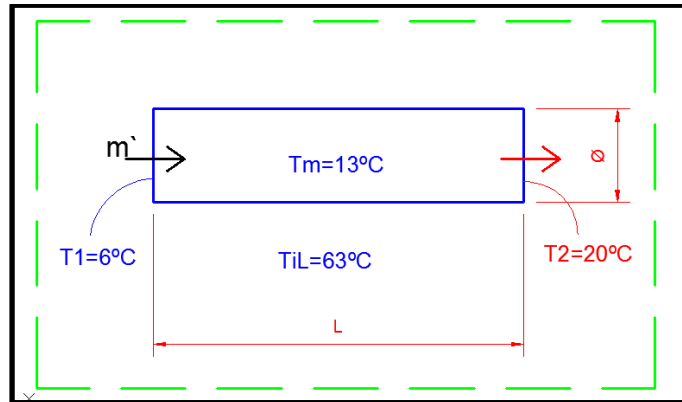


Fuente: Elaboración propia.

Establecemos un área de control para determinar los cálculos de la tubería refrigerante.

Figura Nro. 4.3

TUBERÍA DE REFRIGERACIÓN PARA ENFRIAMIENTO DEL PRODUCTO



Fuente: Elaboración propia.

De la ecuación (8):

$$Q' = h \cdot A \cdot \Delta T$$

$$\Delta T = 65 - 13 = 52^\circ\text{C} \Leftrightarrow 325^\circ\text{K}$$

$$Q' = 3.57 \text{ Kj/seg}$$

$$A = \pi \cdot \varnothing \cdot L / 2$$

h: coeficiente de convección forzada

de la ecuación (9):

$$h = K \cdot \text{Nu} / \varnothing$$

De Smith, Van Ness, Abbott. 2000 la conductividad térmica del agua con respecto a la temperatura se puede expresar como:

$$K = -3.838 \times 10^{-1} + 5.254 \times 10^{-3} T + 6.09 \times 10^{-6} T^2 \dots (10)$$

Donde:

K: es la conductividad térmica (W/mk)

T: es la temperatura en °K

Para nuestro caso, $T_m = 286^\circ\text{K}$, reemplazando en (10)

$$K = 1.62 \text{ W}/(\text{m}^\circ\text{K})$$

$$\text{De (11): } \text{Nu} = 64 / \text{Re}$$

De (10)

$$\text{Re} = \frac{4 \cdot m'}{\pi \cdot \varnothing \cdot u}$$

$$m' = 2.9 \times 10^{-3} \text{ Kg/seg}$$

de la tabla (4.5) a $T_m = 286^\circ\text{K}$

$$u = 1225 \times 10^{-6} \text{ Kg/m} \cdot \text{seg}$$

Reemplazando datos

$$Re = 3 \times \varnothing^{-1}$$

$$Nu = 21.33 \times \varnothing$$

$$h = 34.55 \text{ Kj/m}^2 \cdot \text{x}^\circ \text{K}$$

$$\varnothing \times L = 0.32$$

Teniendo en consideración para un recipiente de 20L, la longitud de tubería refrigerante: $L = 15\text{m}$

$$\varnothing = 0.020\text{m} \diamond 2 \text{ cm} \diamond 0.79''$$

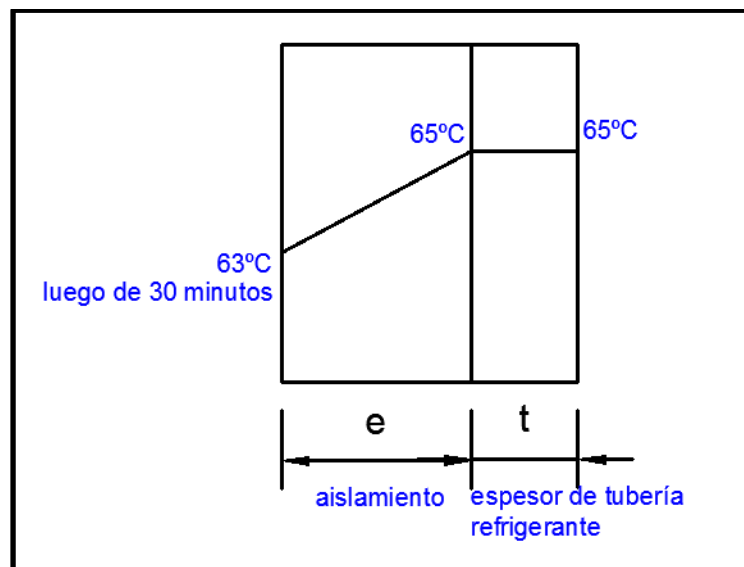
Para un diámetro de tubería comercial: $\varnothing = 7/8''$

Cálculo del espesor del aislante

Luego de calentar el producto a 65°C , se debe esperar 30 minutos y la temperatura no debe bajar a menos de 63°C , se considera que la pared de la tubería refrigerante se encuentra a la misma temperatura que la leche, es decir a 65°C

Figura Nro. 4.4

ESPESOR DE AISLAMIENTO TÉRMICO PARA LA CUBA Ó RECIPIENTE



Fuente: Elaboración propia.

Se sabe de (6) que el calor que disipa el producto al bajar la temperatura de 65°C a 63°C viene dado por:

$$q = m \cdot C_e \cdot \Delta T$$

$$m_{\text{leche}} = 20\text{Kg}$$

$$C_{e_{\text{leche}}} = 0.93 \text{ Kcal/Kg}^{\circ}\text{C}$$

$$\Delta T = 65 - 63 = 2^{\circ}\text{C}$$

$$q_2 = 37.2 \text{ Kcal}$$

es el calor que perdería 20kg de leche al disminuir la temperatura de 65°C a 63°C este proceso debe ocurrir en un tiempo $t = 30$ minutos $\diamond 1800$ seg.

$$Q' = \frac{q}{t}$$

Reemplazando se tiene: $Q'_2 = 0.021 \text{ Kcal/seg} \diamond 0.088 \text{ Kj/seg} \diamond 0.088 \text{ Kw}$ es el flujo calorimétrico al enfriarse 20Kg de leche de 65 a 63°C

De (7) se tiene:

$$Q' = K * A * \Delta T / e$$

El material aislante es la espuma de poliuretano

$$K_{\text{poliuretano}} = 0.022 \text{ W/m}^{\circ}\text{K}$$

A: es el área de contacto entre la cuba y el aislamiento

$$A = \pi * D * h$$

$$D: \text{diámetro de la cuba} = 0.32 \text{ m}$$

$$h: \text{altura de la cuba} = 0.3 \text{ m}$$

$$A = 0.3 \text{ m}^2$$

$$\Delta T = 65^{\circ}\text{C} - 63^{\circ}\text{C} = 2^{\circ}\text{C}$$

Remplazando en (7):

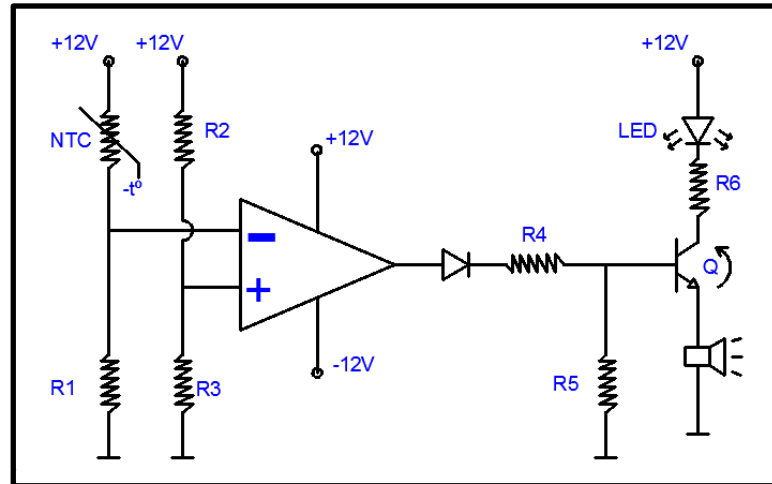
$e = 0.02 \text{ m} \diamond 2 \text{ cm}$ (debido a que el diámetro de la tubería refrigerante es $7/8''$, el espesor del aislamiento térmico será de 3cm de espesor.

Cálculo del circuito sensor de temperatura.

Se diseñó un circuito electrónico para que emita una señal audible y visible a las temperaturas de 65°C y a 8°C , se trató de un circuito comparador simple no inversor utilizando un amplificador operacional, se empleó un transistor NPN para activar un LED el cual depende de la comparación de voltajes tomada en el amplificador producto de la variación de resistencia de un termistor NTC.

Figura Nro. 4.5

CIRCUITO COMPARADOR MEDIANTE UN TRANSISTOR SIMPLE Y UN AMPLIFICADOR OPERACIONAL



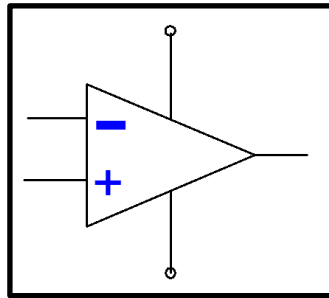
Fuente: Elaboración propia.

El circuito realizó una comparación de los niveles de tensión que el amplificador operacional posee en sus entradas e hizo que el transistor Q conduzca o no (encendiendo el LED o apagándolo y emitiendo la señal audible de la sirena) dependiendo de la salida. El amplificador dio una salida alternante entre los valores de aproximadamente +11V y -11V (V_{CC} y V_{EE} con un error de $\pm 1V$) no invertida dependiendo si el valor de referencia (entrada + o no inversora del amplificador) es mayor o menor, respectivamente, del valor proporcionado en la entrada de comparación (entrada - o inversora del amplificador). El valor de la entrada + se encuentra fijado por los valores de resistencias R2 y R3, pero el de la entrada - se halla conectado a un sensor resistivo de temperatura NTC (Negative Temperature Coefficient) ó también llamado thermistor. Este sensor NTC reduce su resistencia al aumentar su temperatura y viceversa, Por lo tanto, dependiendo de la temperatura que detecte el NTC, la resistencia aumenta o disminuye, haciendo que cambie la tensión en la entrada -, y que la comparación del amplificador conmute entre los valores $\pm 12V$. El diodo, en la temperatura deseada condujo, haciendo que al transistor Q le llegue una corriente de base para que conduzca (modo saturación). Al conducir, el LED se encendió y se escuchó la señal de la sirena.

Para diseñar el circuito se calcularon los valores R1, R2, R3, R4, R5, R6. Se cuentan con los datos del datasheet de cada componente electrónico los cuales son: amplificador operacional, transistor, LED y NTC.

Figura Nro. 4.6

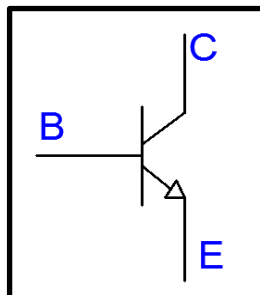
AMPLIFICADOR OPERACIONAL: LM741CN.



Fuente: Elaboración propia.

Figura Nro. 4.7

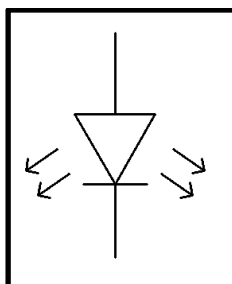
TRANSISTOR NPN: BC547C.



Fuente: Fundamentos y aplicaciones de electrónica analoga, 2005

Figura Nro. 4.8

LED: L53SGD



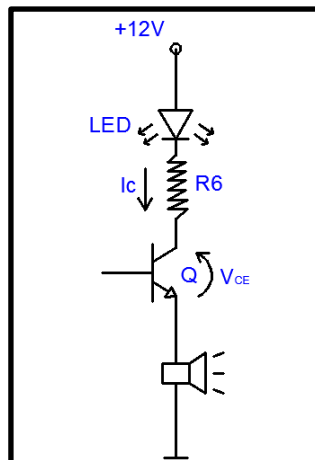
Fuente: Fundamentos y aplicaciones de electrónica analoga, 2005

- NTC: ND03 NTC Thermistor.

Se comenzó calculando el valor de R6 a partir de los valores proporcionados en el datasheet del LED (referencia comercial L53SGD) para que conduzca y se ilumine y la sirena se active. Esta situación ocurrió cuando el transistor Q entró en saturación y condujo. Según el datasheet del transistor BC547C, su tensión V_{CE} (tensión colector emisor) en saturación (V_{CEsat}) varía entre 0,2V y 0,6V en función del valor establecido para I_C . Para este caso, se asumió que existe una caída de $V_{CE} = 0,2V$, que es lo típico. El datasheet del LED informó sobre un valor máximo de 2,5V para la tensión directa (V_F), para un valor de 20mA de intensidad de corriente directa máxima (I_{Fmax}). Considerando unos valores para el LED de tensión directa de 2,2V e intensidad de corriente de 15mA (I_C) se pudo realizar el siguiente cálculo:

Figura Nro. 4.9

CIRCUITO BÁSICO COMPARADOR DE TENSIONES



Fuente: Fundamentos y aplicaciones de electrónica análoga, 2005

De la ecuación (14):

$$\Sigma V = 0$$

$$-12 + V_{LED} + I_C * R6 + V_{CE} = 0$$

$$I_C = 15 * 10^{-3} \text{ Amp}$$

$$-12 + 2.2 + 15 * 10^{-3} * R6 + 0.2 = 0$$

$$R6 = 640 \Omega$$

Seguidamente se calculó las resistencias R4 y R5 a partir de la corriente de base I_{BC} . Previamente, se calculó la corriente de base I_B , suponiendo que el transistor va a funcionar en modo saturación. Observando el datasheet del transistor

utilizado (BC547C), se determinó que la ganancia β varía entre 110 y 800 en función de I_C . Para el cálculo de I_B se consideró $\beta=300$, y se tomó I_B diez veces mayor para asegurar la saturación.

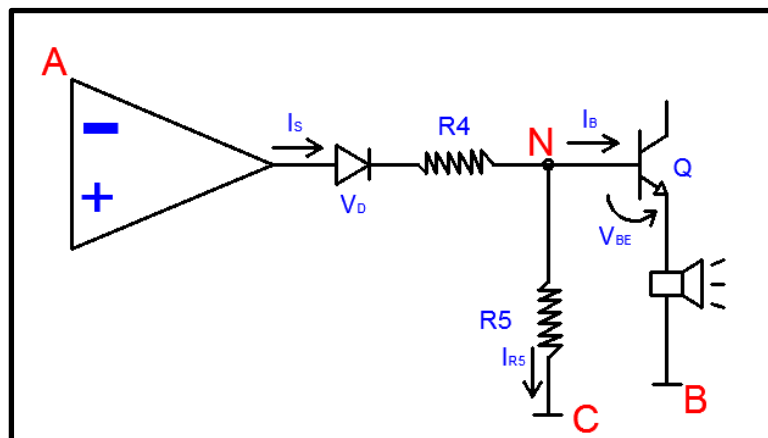
$$I_C < \beta I_B \rightarrow I_B > \frac{I_C}{\beta} = \frac{15 \cdot 10^{-3}}{300} = 0.05 \text{ mA}$$

$$I_B > 0.05 \text{ mA} \rightarrow I_B = 10 \cdot 0.05 \text{ mA}$$

Con el valor de I_B se calculó los valores de R_4 y R_5 . Para ello se planteó una corriente de salida del amplificador operacional de $I_S = 10 \cdot I_B$ regla típica de diseño utilizada para circuitos con transistores NPN con un divisor de tensión (R_4 y R_5), por lo tanto el valor de I_S se planteó con este valor para el diseño de este circuito. A partir de I_S se calculó el valor de I_{R5} , ya que se halló el valor de I_B . teniendo el valor de esta corriente, y sabiendo que el valor de V_{BE} en el transistor NPN en saturación es aproximadamente de 0,7V (véase el valor V_{BESAT} del datasheet del BC547C), se calculó el valor de R_5 . Además, el valor de R_4 se pudo computar sabiendo que la salida del amplificador, cuando el diodo conduce, es aproximadamente de +11V y que en el diodo hay una tensión $V_D = 1V$ según su datasheet. A continuación, se muestran los cálculos de R_4 y R_5 comentados en este párrafo:

Figura Nro. 4.10

CIRCUITO COMPARADOR DE TENSIONES



Fuente: Elaboración propia.

De la ecuación Nro. 12

En el nodo N:

$$I_S = I_{R5} + I_B$$

$$I_S = 10 \cdot I_B = 5 \text{ mA}$$

$$I_{R5} = I_S - I_B = 4.5 \text{ mA}$$

Aplicando la teoría de mallas 14 en malla AB

$$\Sigma V_{AB} = 0$$

$$-V_{SALIDA} + V_D + R4 \cdot I_S + V_{BE} = 0$$

$$-11 + 1 + R4 \cdot 5 \cdot 10^{-3} + 0.7$$

$$R4 = 1860 \ \Omega$$

Aplicando teoría de mallas (14) en CB

$$\Sigma V_{CB} = 0$$

$$-V_{BE} + R5 \cdot I_{R5} = 0$$

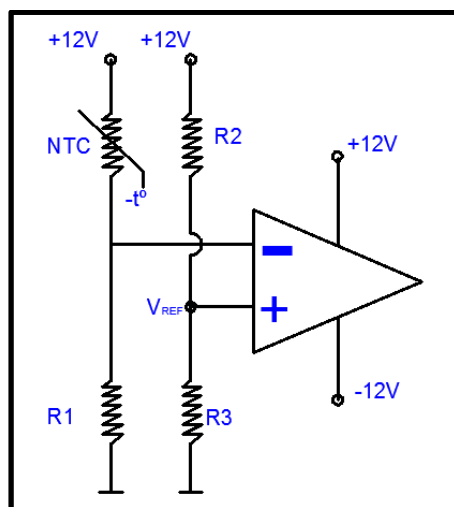
$$-0.7 + R5 \cdot 4.5 \cdot 10^{-3} = 0$$

$$R5 = 155.5 \ \Omega$$

Se calcularon la parte de la entrada del amplificador, donde se encontró el elemento de referencia NTC. En primer lugar, se va planteó un valor de V_{REF} en el nodo positivo de +6V, que es la mitad del valor proporcionado de +12V. Para ello, tan sólo es necesario que R2 y R3 tengan un mismo valor, por ejemplo de 1K Ω cada una, ya que por la entrada + del amplificador operacional no circula corriente.

Figura Nro. 4.11

AMPLIFICADOR OPERACIONAL CONECTADO A TERMISTOR



Fuente: Elaboración propia.

Aplicando divisor de tensiones se obtiene:

$$V_{ref} = \frac{R3}{R2+R3} * VCC$$

$$6 = \frac{R3}{R2+R3} * 12$$

$$R2 = R3 = 1K \Omega$$

Finalmente, se realizaron los cálculos pertinentes con la NTC, el circuito comparador detectó los cambios cuando la resistencia estuvo a 65°C o a 25°C. El cambio en la resistencia hizo que la entrada (-) del amplificador tenga un valor de voltaje diferente en cada temperatura. Para ello, en primer lugar se calculó el valor de la resistencia del NTC para ambas temperaturas y se comprobó que para esas temperaturas, la diferencia de voltaje es suficiente para la comparación en el circuito.

El cálculo del valor de la resistencia del NTC se realizó en base a una formulación matemática y con una serie de constantes características que facilita el datasheet del elemento (ND03 NTC Thermistor). El valor variable de la resistencia en un NTC se expresa con la siguiente ecuación exponencial:

$$R_T = R_0 * e^{B(1/T - 1/T_0)}$$

Donde R_0 es la resistencia a una temperatura de referencia, T_0 es dicha temperatura expresada en °K y el parámetro B es la denominada temperatura característica del material. En la hoja de características del NTC, existen diferentes rangos de cambio de resistencia dependiendo del material a escoger. Dentro del tipo ND/NE03, se toman los siguientes valores:

De la Tabla Nro 5

Part Number	Rn at 25°C (Ω)	Material Code	B (K) (B/B (1) ± 5% (2) ± 3%)	α at 25°C (%/°C)
N_03P00223 N_03P00333	22,000 33,000	P	4220 (2)	-4.7

Calculando el valor de la resistencia a 25°C y 65°C:

$$R_T = R_0 * e^{B(1/T_0 - 1/T)}$$

$$A 25^\circ C \diamond 298^{\circ}K$$

$$R_{NTC} = 33000 * e^{4220(1/298 - 1/298)}$$

$$R_{NTC} = 33 \text{ K } \Omega \text{ (a } 25^{\circ}\text{C)}$$

$$\text{A } 65^{\circ}\text{C} \Leftrightarrow 338^{\circ}\text{K}$$

$$R_{NTC} = R_0 * e^{B(1/T_0 - 1/T)}$$

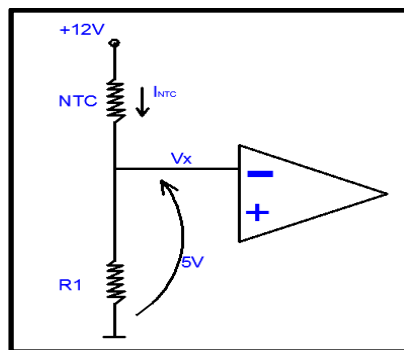
$$R_{NTC} = 33000 * e^{4220(1/338 - 1/298)}$$

$$R_{NTC} = 6.2 \text{ K } \Omega \text{ (a } 65^{\circ}\text{C)}$$

Con el valor de la resistencia calculada del NTC, se calculó el valor de R1. Para ello, se estableció un valor en la entrada (-) del amplificador (Vx) de 5V, un valor menor del establecido en la entrada + (6V), para el caso en el que la NTC se encuentra a 65°C (un valor resistivo de 6.2kΩ). En la entrada del amplificador, se consideró una corriente nula, por lo que el valor de R1 se calculó de la siguiente manera:

Figura Nro. 4.12

CIRCUITO BÁSICO COMPARADOR DE TENSIONES NODO NEGATIVO



Fuente: Elaboración propia.

De la ecuación Nro. 13

$$+12\text{V} - 5\text{V} = I_{NTC} * R_{NTC}$$

$$I_{NTC} = \frac{7}{6.2 * 1000}$$

$$I_{NTC} = 1.13\text{mA}$$

$$R1 = \frac{5}{1.13 * 10^{-3}}$$

$$R1 = 4.42 \text{ K } \Omega$$

4.1.4.- Análisis de costo

En el siguiente cuadro se muestra el costo del prototipo

Material	Precio unitario (S/.)	Nro. De unidades	P. sub total (S/.)
Recipiente ó cuba	200	2	400

Base estructural	400	1	400
Tubería de cobre	80	1	80
Bomba de agua de lavadora	40	1	40
Mangueras flexibles	4	1	4
Termistor	2	2	4
OPAM	2	1	2
Componentes electrónicos	5	1	5
Servomotor	30	1	30
Transformador	15	2	30
Recipiente para agua helada	10	1	10
Condensador + evaporador	825	1	825
Total soles (S/.)			1830
Total dólares (\$)			488

4.2.- Población y muestra

Por tratarse del diseño de un prototipo, la población y muestra coincide y son los componentes del prototipo de pasteurizador:

Cuba

Agitador

Termostato

Tubería refrigerante

Bomba de agua,

Condensador.

4.3.- Técnicas e instrumentos de recolección de la información

documental

Técnica: Análisis documental.

Instrumento: Análisis de contenido.

4.4.- Técnicas e instrumentos para la recolección de la información de campo.

Técnica empírica, pues se tendrá contacto directo con el objeto de estudio

Técnica de observación, debido a que se va acumular información del prototipo de pasteurizador portátil en su propio diseño.

Instrumentos: termómetro de bulbo seco, cronómetro, cámara fotográfica, wincha métrica, vernier, termómetro láser.

4.5.- Análisis y procesamiento de datos.

Al tratarse de una investigación tecnológica aplicada y al tener una muestra igual a la población, no amerita realizar un análisis de datos estadísticos, sino un análisis de resultados.

CAPITULO V

RESULTADOS

Resultados del cálculo de la capacidad del condensador:

De acuerdo a los cálculos, la capacidad del condensador fue de 12000 btu/hr.

Resultados del Cálculo del caudal del agua refrigerante:

El caudal de agua refrigerante resultó ser de: $V' = 2.9 \times 10^{-3}$ L/seg

Resultados de los Cálculos de la longitud y diámetro de la tubería refrigerante:

Longitud de tubería refrigerante: $L = 15$ m.

Diámetro de la tubería refrigerante: $\varnothing = 7/8$ "

Resultados de los cálculos en el circuito sensor de temperatura:

$$R1 = 4.42k \Omega$$

$$R2 = 1K \Omega$$

$$R3 = 1K \Omega$$

$$R4 = 1.86K \Omega$$

$$R5 = 155.5 \Omega$$

$$R6 = 640 \Omega$$

CAPÍTULO VI
DISCUSIÓN DE RESULTADOS

6.1.- Contrastación de la hipótesis.

HIPOTESIS GENERAL	RESULTADOS
Si se diseña un prototipo de pasteurizador portátil se podrá obtener leche inocua en pequeñas ganaderías.	Se logró diseñar un prototipo de pasteurizador con una capacidad de 20L utilizando condensador de 12000 btu/hr el cual permite obtener leche inocua.
HIPÓTESIS ESPECÍFICA	RESULTADOS
Si se determina adecuadamente los parámetros básicos, se podrá diseñar de manera más eficiente el prototipo de pasteurizador portátil.	Se lograron determinar los parámetros básicos obteniendo así un prototipo de pasteurizador eficiente en cuanto a costo y accesibilidad a los pequeños ganaderos.
Si se diseña y selecciona los componentes apropiados del prototipo de pasteurizador portátil se garantizará la obtención de leche inocua.	Se diseñaron y seleccionaron los componentes del prototipo para cumplir con el requerimiento de obtención de leche inocua.

6.2.- Contrastación de los resultados con estudios similares

RESULTADOS	RESULTADOS DE ESTUDIOS SIMILARES
Se logró diseñar un prototipo de pasteurizador con una capacidad de 20L utilizando un condensador de 12000 btu/hr el cual permite obtener leche inocua	Estudios similares diseñaron un pasteurizador cuya fuente de enfriamiento es agua helada depositada en un tanque.
Se lograron determinar los parámetros básicos obteniendo así	Estudios similares al utilizar una fuente de energía como la energía

un prototipo de pasteurizador eficiente en cuanto a costo y accesibilidad a los pequeños ganaderos.	solar, son beneficiosas en cuanto a costo de producción, mas no en cuanto al tiempo de producción.
Se diseñaron y seleccionaron los componentes del prototipo para cumplir con el requerimiento de obtención de leche inocua.	Los materiales empleados en estudios similares son acordes a la situación económica del país, por jemplo utilizan como fuente de calor una resistencia eléctrica.

6.3.- Responsabilidad ética

El desarrollo de la presente investigación tiene un compromiso en cuanto al bienestar de un grupo de personas que se dedican a una actividad, específicamente los pequeños ganaderos, permitiendo mejorar de alguna forma sus ingresos económicos.

CONCLUSIONES

De los resultados obtenidos en cuanto al diseño del prototipo, se concluye que es un artefacto que cumple con los requerimientos deseados en la obtención de leche inocua sin necesidad de recurrir a un artefacto industrial para los pequeños ganaderos.

De los resultados obtenidos en cuanto a los parámetros básicos se concluye que fueron determinantes para el diseño del prototipo de pasteurizador ya que nos permitió saber a ciencia cierta las dimensiones y capacidades de los componentes utilizados.

De los resultados obtenidos en cuanto a los componentes del prototipo del pasteurizador, se concluye que son componentes de fácil adquisición en el mercado local haciendo de este un prototipo al alcance de todos.

RECOMENDACIONES

El prototipo de pasteurizador permitirá la obtención de leche inocua, sin embargo, se deben realizar contrastaciones periódicas en cuanto al análisis de la leche para garantizar la funcionabilidad del artefacto.

El prototipo tiene una capacidad de 20L, si se desea aumentar la capacidad se deben realizar los cálculos partiendo de este volumen y seguir los procedimientos de cálculo descritos.

En cuanto a los componentes del pasteurizador, se recomienda realizar mantenimientos periódicos que consta básicamente en la limpieza.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- FUNDAMENTOS DE TRANSFERENCIA DE CALOR, Frank P. Incropera, David P. De Witt, cuarta edición; editorial Pearson.
- TRANSFERENCIA DE CALOR Y MASA, Yunus A. Cengel. Afshin J. Ghajar; cuarta edición; ; Editorial Mc Graw Hill.
- TERMODINÁMICA, Yunus A. Cengel, Michael A. Boles; quinta edición; Editorial Mc Graw Hill.
- PROBLEMAS DE MECÁNICA DE FLUIDOS, Oscar Miranda, Dante Campos; tercera edición; editorial Ingeniería.
- FÍSICA GENERAL; Juan Goñi Galarza; primera edición; editorial Ingeniería.
- DISEÑO EN INGENIERIA MECÁNICA DE SHIGLEY, Richard G. Budynas, J Keith Nisbett, Octava edición.
- FUNDAMENTOS Y APLICACIONES DE ELECTRÓNICA ANALÓGICA; Facultad de ingeniería eléctrica y electrónica de la UNI.
- TECNOLOGÍA DE LOS PRODUCTOS LÁCTEOS, Ralph Early; primera edición; Editorial Acribia S.A.

ANEXOS

Tabla Nro. 1

PROPIEDADES DEL AGUA LÍQUIDA A PRESIÓN ATMOSFÉRICA

T (°C)	ρ (kg/m ³)	c_p (kJ/kg·K)	$\mu \cdot 10^6$ (N·s/m ²)	$\nu \cdot 10^6$ (m ² /s)	$k \cdot 10^3$ (W/m·K)	$\alpha \cdot 10^6$ (m ² /s)	$\beta \cdot 10^3$ (1/K)	Pr
0.001	1005	4.213	1766	1.757	567.2	0.1339	-0.08021	13.12
5	1004	4.201	1506	1.500	574.8	0.1363	0.01135	11.00
10	1003	4.191	1300	1.297	583.0	0.1387	0.08744	9.348
15	1001	4.184	1135	1.134	591.4	0.1412	0.15230	8.033
20	999.5	4.180	1001	1.001	599.8	0.1436	0.20900	6.975
25	997.9	4.176	890.1	0.8920	608.0	0.1459	0.25940	6.114
30	996.2	4.175	797.6	0.8007	616.0	0.1481	0.3051	5.406
35	994.3	4.174	719.6	0.7238	623.6	0.1503	0.3470	4.817
40	992.4	4.174	653.3	0.6583	630.7	0.1523	0.3859	4.323
45	990.3	4.175	596.3	0.6022	637.4	0.1542	0.4225	3.906
50	988.1	4.177	547.1	0.5537	643.6	0.1559	0.4572	3.551
55	985.7	4.179	504.2	0.5115	649.3	0.1576	0.4903	3.245
60	983.2	4.182	466.6	0.4746	654.4	0.1592	0.5221	2.981
65	980.6	4.184	433.5	0.4420	659.1	0.1606	0.5528	2.752
70	977.9	4.188	404.1	0.4132	663.2	0.1620	0.5827	2.551
75	975.0	4.191	378.0	0.3877	666.9	0.1632	0.6118	2.375
80	971.9	4.195	354.6	0.3648	670.2	0.1644	0.6402	2.219
85	968.8	4.199	333.6	0.3443	673.0	0.1654	0.6682	2.081
90	965.5	4.204	314.6	0.3259	675.5	0.1664	0.6958	1.958
95	962.1	4.209	297.5	0.3092	677.5	0.1673	0.7230	1.848
100	958.5	4.214	281.9	0.2941	679.3	0.1682	0.7501	1.749

Fuente: S.A. Klein y F.L. Alvarado, "Engineering Equation Solver Software (EES)", Academia Versión 6.271 (20-07-2001).

Fuente: S.A. Klein y F.I. Alvarado, Engineering Equation Solver Software, 2002

Tabla Nro. 2:

DATASHEET DEL TRANSISTOR BC547C

Electrical Characteristics <small>T_a=25°C unless otherwise noted</small>							
Symbol	Parameter	Test Condition	Min.	Typ.	Max.	Units	
I _{CBO}	Collector Cut-off Current	V _{CB} =30V, I _E =0			15	nA	
h _{FE}	DC Current Gain	V _{CE} =5V, I _C =2mA	110		800		
V _{CE (sat)}	Collector-Emmitter Saturation Voltage	I _C =10mA, I _B =0.5mA I _C =100mA, I _B =5mA		90 200	250 600	mV mV	
V _{BE (sat)}	Base-Emmitter Saturation Voltage	I _C =10mA, I _B =0.5mA I _C =100mA, I _B =5mA		700 900		mV mV	
V _{BE (on)}	Base-Emmitter On Voltage	V _{CE} =5V, I _C =2mA V _{CE} =5V, I _C =10mA	580	660	700 720	mV mV	
f _T	Current Gain Bandwidth Product	V _{CE} =5V, I _C =10mA, f=100MHz		300		MHz	
C _{ob}	Output Capacitance	V _{CB} =10V, I _E =0, f=1MHz		3.5	6	pF	
C _{ib}	Input Capacitance	V _{EB} =0.5V, I _C =0, f=1MHz		9		pF	
NF	Noise Figure	BC546/547/548 BC549/550 BC549 BC550	V _{CE} =5V, I _C =200μA f=1kHz, R _G =2K V _{CE} =5V, I _C =200μA R _G =2K, f=30~15000MHz		2 1.2 1.4 1.4	10 4 4 3	dB dB dB dB

Fuente: www.alldatasheet.com

Tabla Nro. 3
DATASHEET DIODO 1N4148

ELECTRICAL CHARACTERISTICS					
T _j = 25 °C unless otherwise specified.					
SYMBOL	PARAMETER	CONDITIONS	MIN.	MAX.	UNIT
V _F	forward voltage	see Fig.3			
	1N4148	I _F = 10 mA	–	1	V
	1N4448	I _F = 5 mA	0.62	0.72	V
		I _F = 100 mA	–	1	V
I _R	reverse current	V _R = 20 V; see Fig.5		25	nA
		V _R = 20 V; T _j = 150 °C; see Fig.5	–	50	μA
I _R	reverse current; 1N4448	V _R = 20 V; T _j = 100 °C; see Fig.5	–	3	μA
C _d	diode capacitance	f = 1 MHz; V _R = 0 V; see Fig.6	–	4	pF
t _{rr}	reverse recovery time	when switched from I _F = 10 mA to I _R = 60 mA; R _L = 100 Ω; measured at I _R = 1 mA; see Fig.7	–	4	ns
V _{fr}	forward recovery voltage	when switched from I _F = 50 mA; t _r = 20 ns; see Fig.8	–	2.5	V

Fuente: www.alldatasheet.com

Tabla Nro. 4
DATASHEET LED L53SGD

Electrical / Optical Characteristics at T_A=25°C						
Symbol	Parameter	Device	Typ.	Max.	Units	Test Conditions
peak	Peak Wavelength	Super Bright Green	565		nm	I _F =20mA
D	Dominate Wavelength	Super Bright Green	568		nm	I _F =20mA
Δ 1/2	Spectral Line Half-width	Super Bright Green	30		nm	I _F =20mA
C	Capacitance	Super Bright Green	15		pF	V _F =0V;f=1MHz
V _F	Forward Voltage	Super Bright Green	2.2	2.5	V	I _F =20mA
I _R	Reverse Current	Super Bright Green		10	uA	V _R = 5V

Fuente: www.alldatasheet.com

Tabla Nro. 5:
DATASHEET TERMISTOR NTC

Part Number	Rn at 25°C (Ω)	Material Code	B (K) (B/B ⁽¹⁾ ± 5%) (2) ± 3%)	α at 25°C (%/°C)
N_03J00681 N_03J00102	680 1,000	J	3480 (2)	- 3.9
N_03K00152 N_03K00222	1,500 2,200	K	3630 (2)	- 4.0
N_03L00272 N_03L00332	2,700 3,300	L	3790 (2)	- 4.2
N_03M00472 N_03M00682	4,700 6,800	M	3950 (2)	- 4.4
N_03N00103 N_03N00153	10,000 15,000	N	4080 (2)	- 4.6
N_03P00223 N_03P00333	22,000 33,000	P	4220 (2)	- 4.7
N_03Q00473 N_03Q00683	47,000 68,000	Q	4300 (2)	- 4.7
N_03R00104 N_03R00154	100,000 150,000	R	4400 (2)	- 4.8
N_03S00224	220,000	S	4520 (2)	- 5.0
N_03T00334 N_03T00474	330,000 470,000	T	4630 (2)	- 5.1
N_03U00105	1,000,000	U	4840 (2)	- 5.3

Fuente: www.alldatasheet.com

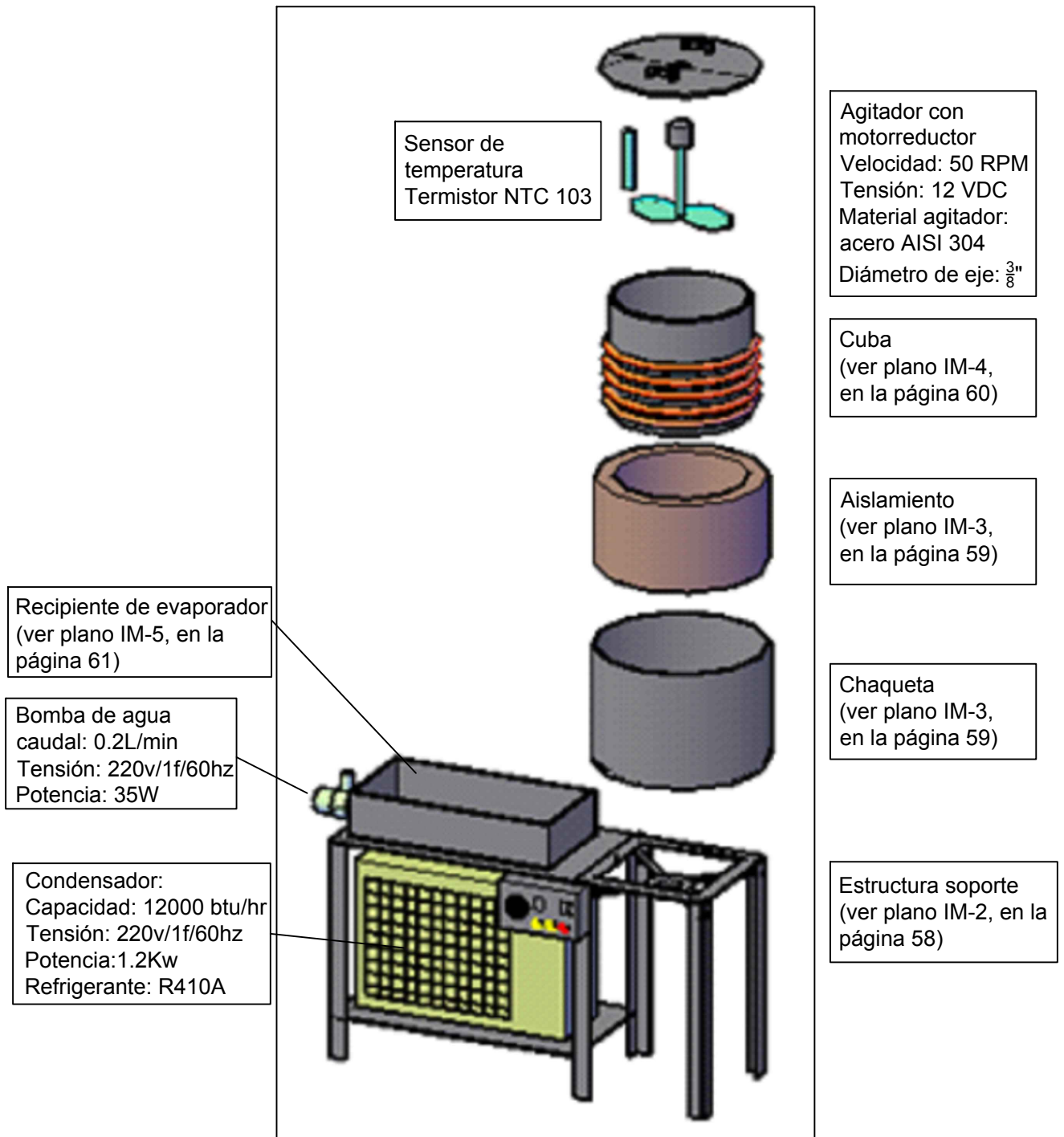
Tabla Nro. 6:
RESUMEN DE CORRELACIONES DE CONVECCIÓN PARA FLUJO EN UN
TUBO CIRCULAR.

Correlación		Condiciones
$f = 64/Re_D$	(8.19)	Laminar, completamente desarrollado
$Nu_D = 4.36$	(8.53)	Laminar, completamente desarrollado, q_s'' uniforme, $Pr \geq 0.6$
$Nu_D = 3.66$	(8.55)	Laminar, completamente desarrollado, T_s uniforme, $Pr \geq 0.6$
$\overline{Nu}_D = 3.66 + \frac{0.0668(D/L)Re_D Pr}{1 + 0.04[(D/L)Re_D Pr]^{2/3}}$	(8.56)	Laminar, longitud de entrada térmica ($Pr \gg 1$ o una longitud inicial no calentada), T_s uniforme
o		
$\overline{Nu}_D = 1.86 \left(\frac{Re_D Pr}{L/D} \right)^{1/3} \left(\frac{\mu}{\mu_s} \right)^{0.14}$	(8.57)	Laminar, longitud de entrada combinada $\{ [Re_D Pr / (L/D)]^{1/3} (\mu/\mu_s)^{0.14} \} \geq 2$, T_s uniforme, $0.48 < Pr < 16,700$, $0.0044 < (\mu/\mu_s) < 9.75$
$f = 0.316 Re_D^{-1/4}$	(8.20a) ^c	Turbulento, completamente desarrollado, $Re_D \leq 2 \times 10^4$
$f = 0.184 Re_D^{-1/5}$	(8.20b) ^c	Turbulento, completamente desarrollado, $Re_D \geq 2 \times 10^4$
o		
$f = (0.790 \ln Re_D - 1.64)^{-2}$	(8.21) ^c	Turbulento, completamente desarrollado, $3000 \leq Re_D \leq 5 \times 10^6$
$Nu_D = 0.023 Re_D^{4/5} Pr^n$	(8.60) ^d	Turbulento, completamente desarrollado, $0.6 \leq Pr \leq 160$, $Re_D \geq 10,000$, $(L/D) \geq 10$, $n = 0.4$ para $T_s > T_m$ y $n = 0.3$ para $T_s < T_m$
o		
$Nu_D = 0.027 Re_D^{4/5} Pr^{1/3} \left(\frac{\mu}{\mu_s} \right)^{0.14}$	(8.61) ^d	Turbulento, completamente desarrollado, $0.7 \leq Pr \leq 16,700$, $Re_D \geq 10,000$, $L/D \geq 10$
o		
$Nu_D = \frac{(f/8)(Re_D - 1000)Pr}{1 + 12.7(f/8)^{1/2}(Pr^{2/3} - 1)}$	(8.63) ^d	Turbulento, completamente desarrollado, $0.5 < Pr < 2000$, $3000 \leq Re_D \leq 5 \times 10^6$, $(L/D) \geq 10$
$Nu_D = 4.82 + 0.0185(Re_D Pr)^{0.827}$	(8.65)	Metales líquidos, turbulento, completamente desarrollado, q_s'' uniforme, $3.6 \times 10^3 < Re_D < 9.05 \times 10^5$, $10^2 < Pe_D < 10^4$
$Nu_D = 5.0 + 0.025(Re_D Pr)^{0.8}$	(8.66)	Metales líquidos, turbulento, completamente desarrollado, T_s uniforme, $Pe_D > 100$

Fuente: Termodinámica, Yunus A. Cengel, 2006

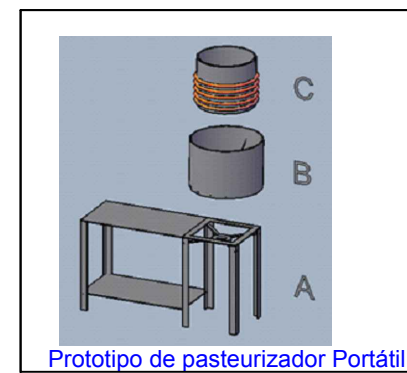
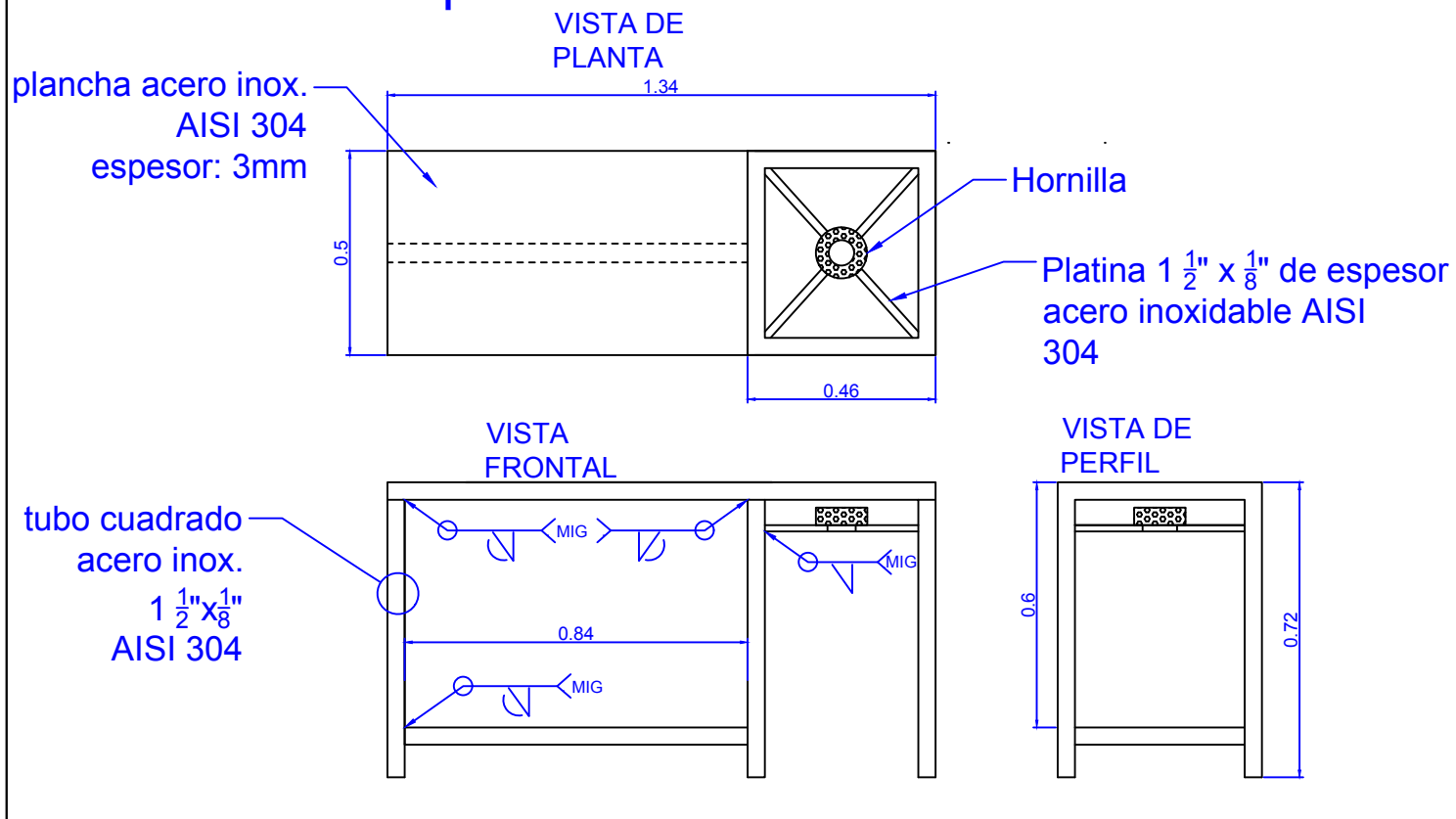
PLANOS:

DESPIECE PROTOTIPO PASTEURIZADOR PORTATIL



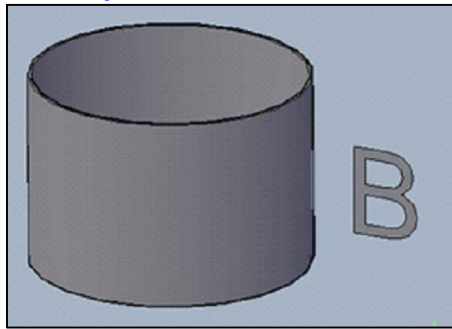
UNIVERSIDAD NACIONAL DEL CALLAO FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA Y ENERGÍA ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA MECÁNICA			
PROTOTIPO DE PASTEURIZADOR PORTÁTIL PARA OBTENER LECHE INOCUA EN PEQUEÑAS GANADERÍAS			
ESPECIALIDAD	INGENIERÍA MECÁNICA	DISEÑO	DCR
AUTOR	DICK WALTER CABRERA ROJAS	ESCALA	S/E
	PLANO DE DESPIECE	FECHA	noviembre 2018
			IM-1

A: Estructura soporte

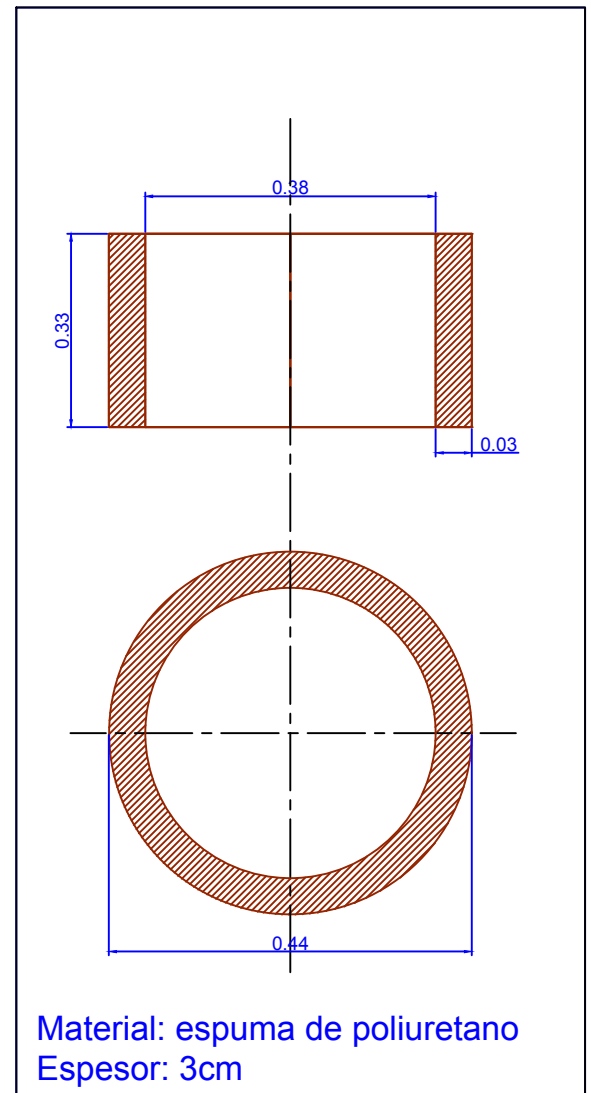
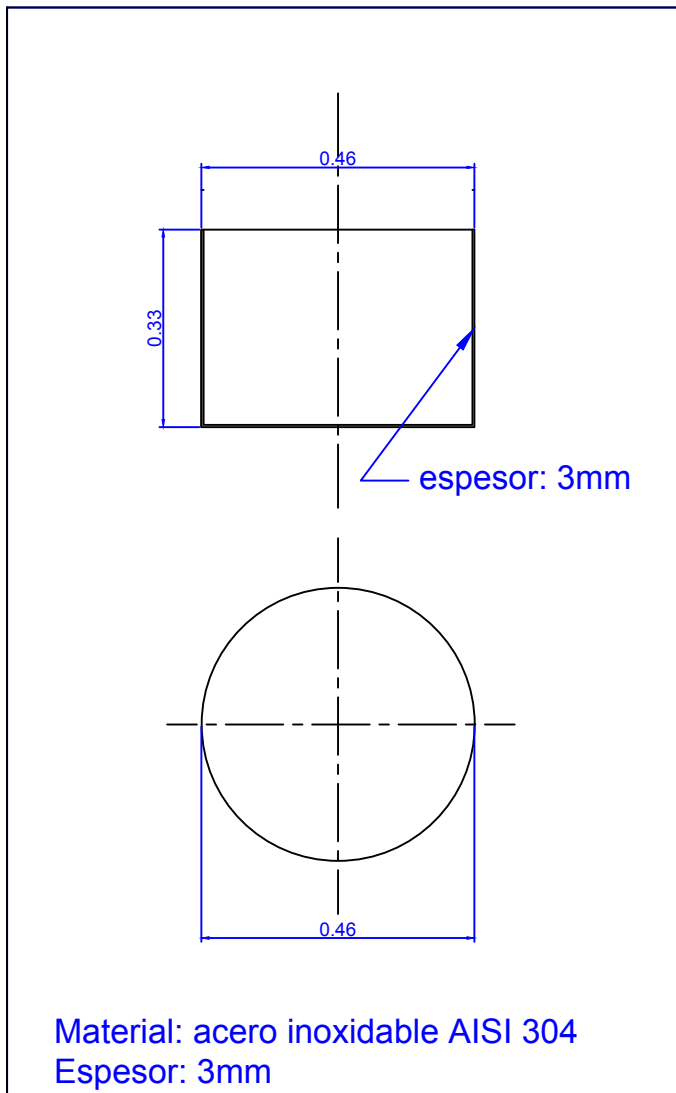
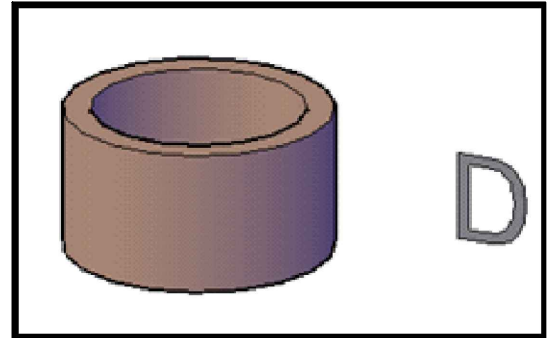


UNIVERSIDAD NACIONAL DEL CALLAO FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA Y ENERGÍA ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA MECÁNICA			
PROTOTIPO DE PASTEURIZADOR PORTÁTIL PARA OBTENER LECHE INOCUA EN PEQUEÑAS GANADERÍAS			
ESPECIALIDAD	INGENIERÍA MECÁNICA	DISEÑO	DCR
AUTOR	DICK WALTER CABRERA ROJAS	ESCALA	1/25
		FECHA	noviembre 2018
			IM-2

Chaqueta

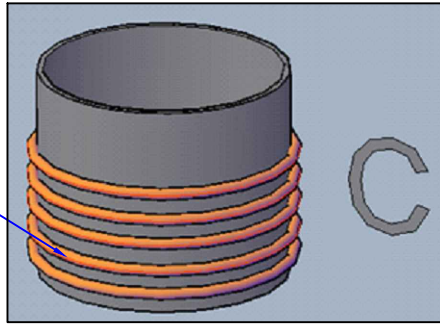


Aislamiento térmico:



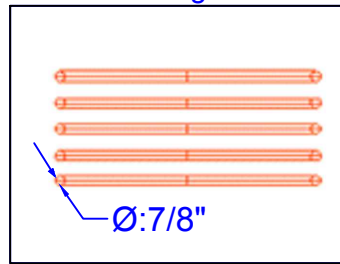
UNIVERSIDAD NACIONAL DEL CALLAO FACULTAD DE INGENIERIA MECÁNICA Y ENERGÍA <small>ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA MECÁNICA</small>			
PROTOTIPO DE PASTEURIZADOR PORTÁTIL PARA OBTENER LECHE INOCUA EN PEQUEÑAS GANADERÍAS			
ESPECIALIDAD	INGENIERÍA MECÁNICA	DISEÑO	DCR
AUTOR	DICK WALTER CABRERA ROJAS	ESCALA	1/25
		FECHA	noviembre 2018
			IM-3

Cuba (recipiente)

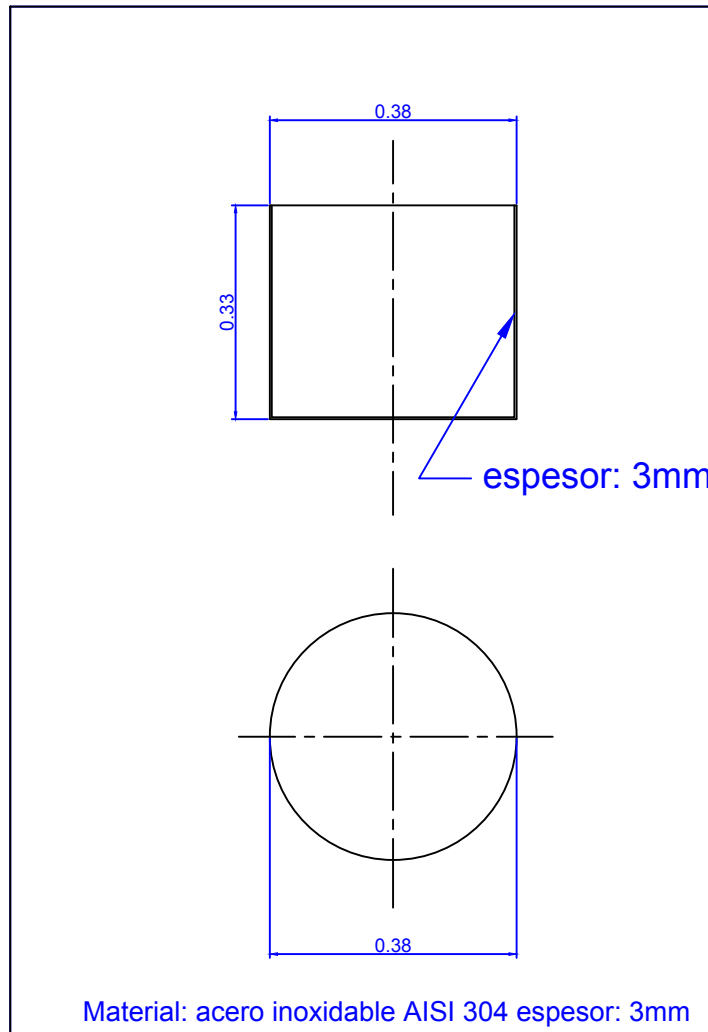


Tubería refrigerante

Tubería refrigerante



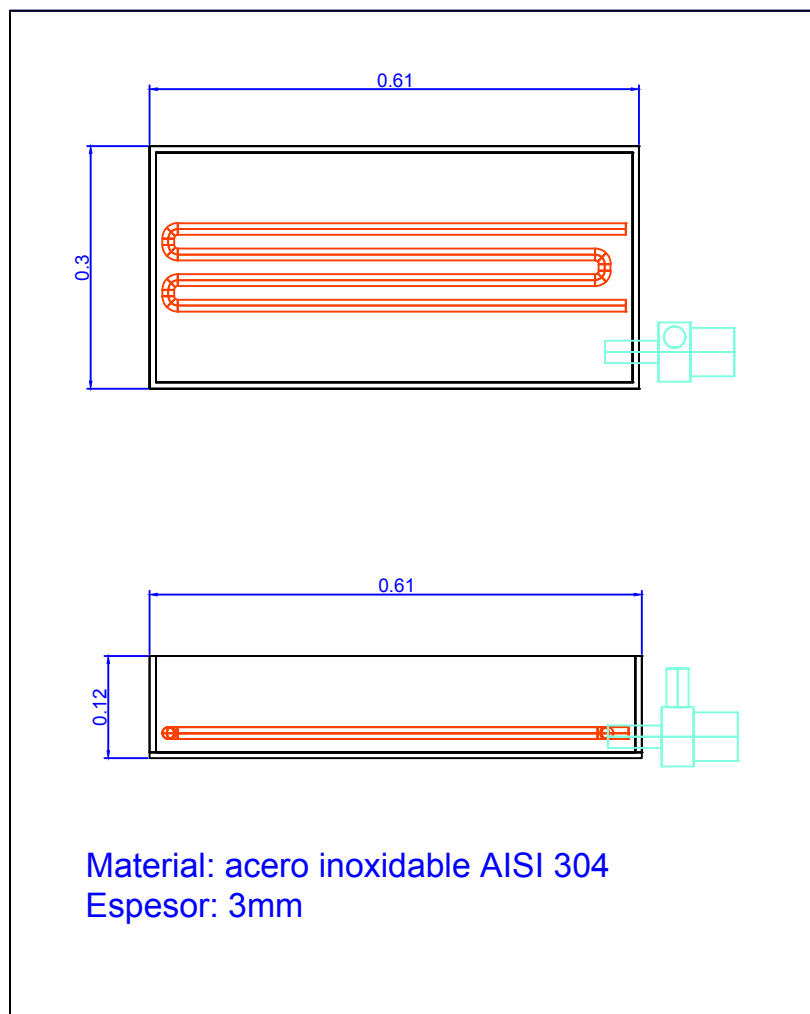
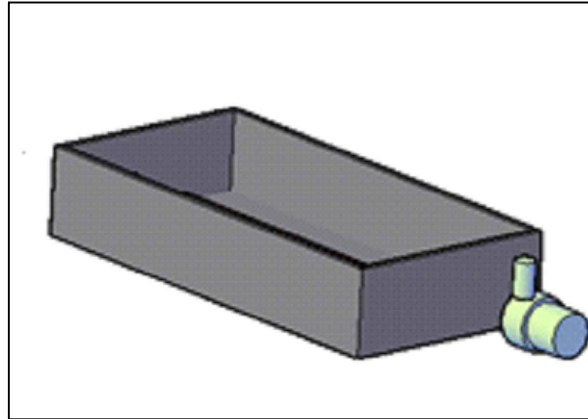
Tubería de cobre
 $\text{Ø}=7/8"$; $e=1.5\text{mm}$
 $L=15\text{m}$



UNIVERSIDAD NACIONAL DEL CALLAO FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA Y ENERGÍA ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA MECÁNICA		
PROTOTIPO DE PASTEURIZADOR PORTÁTIL PARA OBTENER LECHE INOCUA EN PEQUEÑAS GANADERÍAS		
ESPECIALIDAD	INGENIERÍA MECÁNICA	DISEÑO DCR
AUTOR	DICK WALTER CABRERA ROJAS	ESCALA 1/25
		FECHA noviembre 2018

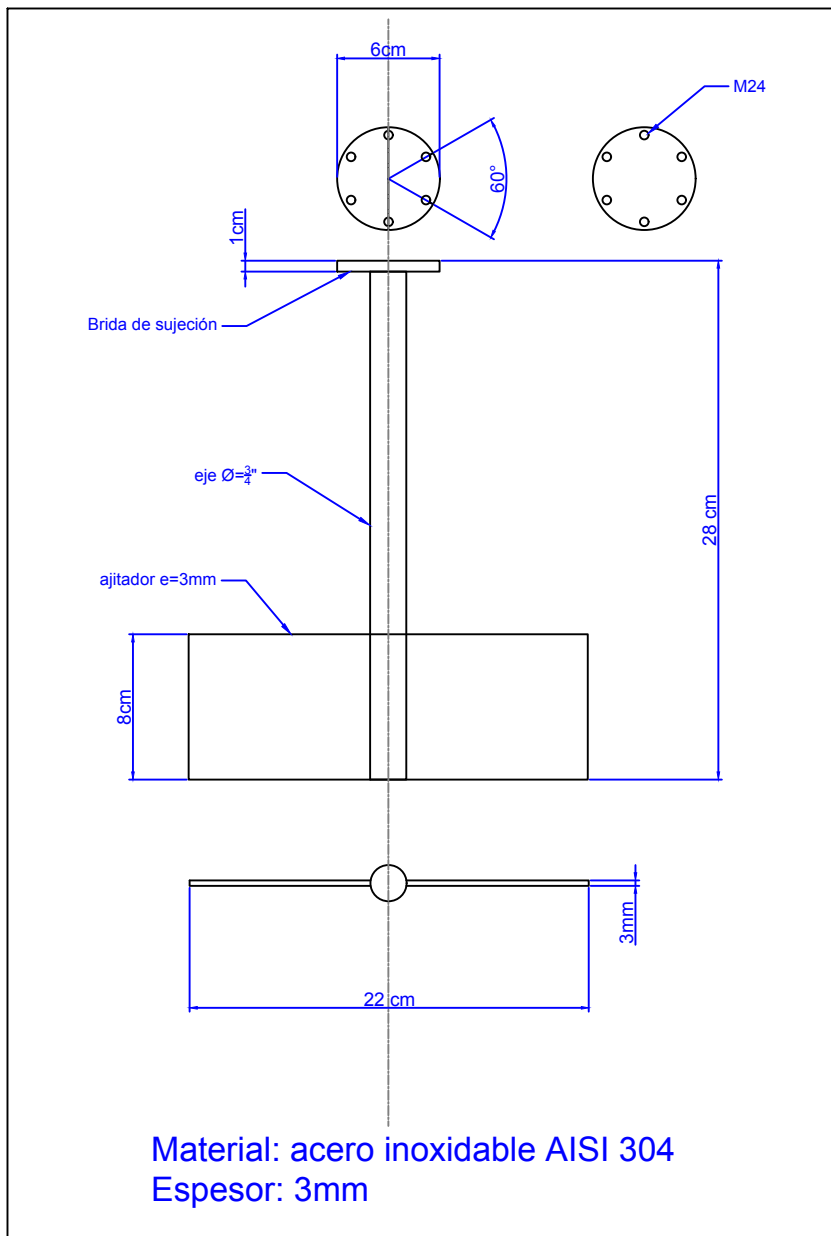
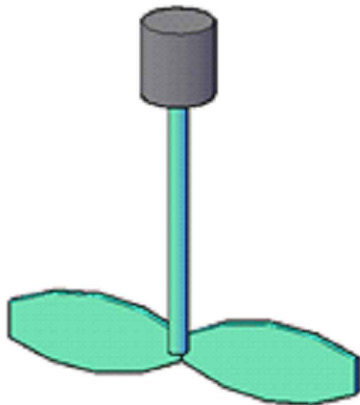
LÁMINA
IM-4

Recipiente - evaporador



UNIVERSIDAD NACIONAL DEL CALLAO FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA Y ENERGÍA ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA MECÁNICA			
PROTOTIPO DE PASTEURIZADOR PORTÁTIL PARA OBTENER LECHE INOCUA EN PEQUEÑAS GANADERÍAS			
ESPECIALIDAD	INGENIERÍA MECÁNICA	DISEÑO	DCR
AUTOR	DICK WALTER CABRERA ROJAS	ESCALA	1/25
		FECHA	noviembre 2018
			IM-5

Ajitador



UNIVERSIDAD NACIONAL DEL CALLAO FACULTAD DE INGENIERIA MECÁNICA Y ENERGÍA ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA MECÁNICA		
PROTOTIPO DE PASTEURIZADOR PORTÁTIL PARA OBTENER LECHE INOCUA EN PEQUEÑAS GANADERÍAS		
ESPECIALIDAD	INGENIERÍA MECÁNICA	DISEÑO DCR
AUTOR	DICK WALTER CABRERA ROJAS	ESCALA 1/25
		FECHA noviembre 2018
		IM-6

MATRIZ DE CONSISTENCIA

Título de la tesis: PROTOTIPO DE PASTEURIZADOR PORTÁTIL PARA OBTENER LECHE INOCUA EN PEQUEÑAS GANADERIAS								
Autor: Dick Walter Cabrera Rojas								
Planteamiento del problema			Variables e hipótesis		Técnicas e instrumentos de recolección de datos	Diseño metodológico		
Realidad problemática	Formulación del problema	Objetivos	Hipótesis	variables		Tipo y nivel de investigación	Método de investigación.	
El problema surge a raíz de que los pequeños ganaderos comercializan la leche sin pasteurizar, vendiéndolas en su mayoría a intermediarios, comercializadores y otras empresas, obteniendo ganancias relativamente menores, a comparación de que sí las obtuvieran si las comercializaran dándoles un valor agregado como pasteurizándola, además se obtendría una materia prima para producir sus derivados. Adicional a ello, en otros países ya se prohíbe la venta de leche cruda, ante ello surge la necesidad de crear un artefacto para los pequeños ganaderos que permita la pasteurización de la leche y que se adecúe a su producción.	Problema General	Objetivo General	Hipótesis general					
	Cómo diseñar un prototipo de pasteurizador portátil para obtener leche inocua en pequeñas ganaderías.	Diseñar un prototipo de pasteurizador portátil para obtener leche inocua en pequeñas ganaderías.	si se diseña un prototipo de pasteurizador portátil se podrá obtener leche inocua en pequeñas ganaderías	VI: Prototipo de pasteurizador portátil. VD: Leche inocua	-Visitas en campo. -Análisis microbiológico	Tipo: Investigación tecnológica , por los conocimientos científicos que se aplican, y además representa un aporte a la sociedad e innova a la investigación, Nivel: Aplicativo Diseño: Experimental , ya que se manipulan las variables en el prototipo.	Método de investigación cuantitativo , ya que para el objeto de estudio se recurren a leyes generales, principios teóricos; y para la recolección de datos se utilizan instrumentos de medición, estadísticas, etc.	
	Problemas específicos	Objetivos específicos	Hipótesis específicas					Población: Pequeños ganaderos. Muestra: hace referencia a 03 pequeñas ganaderías (Norte de Lima, sierra de Lima, sierra central)
	Problema específico 1	Objetivos específicos 1	Hipótesis específica 1	Sub variables			PARÁMETROS DE DISEÑO	
	cómo determinar los parámetros básicos para diseñar el prototipo de pasteurizador portátil	determinar los parámetros básicos para realizar el prototipo de pasteurizador portátil	Si se determina adecuadamente los parámetros básicos, se podrá diseñar el prototipo de pasteurizador portátil de manera más eficiente	Determinación de parámetros básicos . Prototipo de pasteurizador portátil	- Visitas en campo. - Normas de trabajo - Toma de mediciones	Los parámetros básicos que intervienen en el diseño del prototipo son capacidad del condensador, diámetro y longitud de tubería refrigerante, espesor de aislamiento, termostato		
	Problema específico 2	Objetivos específicos 2	Hipótesis específica 2					
	cómo diseñar y seleccionar los componentes del prototipo de pasteurizador portátil	diseñar y seleccionar los componentes del prototipo de pasteurizador portátil	- Si se diseña y selecciona los componentes apropiados del prototipo de pasteurizador portátil se garantizará la obtención de leche inocua.	Selección de componentes del pasteurizador inocuidad de la leche	- Ecuaciones de transferencia de calor - termómetro, - cronómetro.	Los parámetros de diseño en la selección de los componentes son: calor térmico a extraer, caudal de agua refrigerante,		