



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO
FACULTAD DE MECÁNICA
CARRERA MANTENIMIENTO INDUSTRIAL

**“DESARROLLO Y CONTROL DE UN CONTENEDOR
FRIGORÍFICO PARA EL TRANSPORTE DE ALIMENTOS EN
VEHÍCULOS LIVIANOS”**

Trabajo de Integración Curricular

Tipo: Proyecto Técnico

Presentado para optar al grado académico de:

INGENIERO EN MANTENIMIENTO INDUSTRIAL

AUTOR:

DENNYS RENÉ GAVILÁNEZ RODRÍGUEZ

Riobamba – Ecuador

2022



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO
FACULTAD DE MECÁNICA
CARRERA MANTENIMIENTO INDUSTRIAL

**“DESARROLLO Y CONTROL DE UN CONTENEDOR
FRIGORÍFICO PARA EL TRANSPORTE DE ALIMENTOS EN
VEHÍCULOS LIVIANOS”**

Trabajo de Integración Curricular

Tipo: Proyecto Técnico

Presentado para optar al grado académico de:

INGENIERO EN MANTENIMIENTO INDUSTRIAL

AUTOR: DENNYS RENÉ GAVILÁNEZ RODRÍGUEZ

DIRECTOR: Ing. PABLO ERNESTO MONTALVO JARAMILLO

Riobamba – Ecuador

2022

© 2022, **Dennys René Gavilánez Rodríguez.**

Se autoriza la reproducción total o parcial, con fines académicos, por cualquier medio o procedimiento, incluyendo cita bibliográfica del documento, siempre y cuando se reconozca el Derecho del Autor.

Yo, DENNYS RENÉ GAVILÁNEZ RODRÍGUEZ, declaro que el presente Trabajo de Integración Curricular es de mi autoría y los resultados de este son auténticos. Los textos en el documento que provienen de otras fuentes están debidamente citados y referenciados.

Como autor asumo la responsabilidad legal y académica de los contenidos de este Trabajo de Integración Curricular; el patrimonio intelectual pertenece a la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.

Riobamba, 20 de julio del 2022



Dennys René Gavilánez Rodríguez.

C.I: 060412278-8

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO
FACULTAD DE MECÁNICA
CARRERA MANTENIMIENTO INDUSTRIAL

El Tribunal del Trabajo de Integración Curricular certifica que: El Trabajo de Integración Curricular; Tipo: Proyecto Técnico, “**DESARROLLO Y CONTROL DE UN CONTENEDOR FRIGORÍFICO PARA EL TRANSPORTE DE ALIMENTOS EN VEHÍCULOS LIVIANOS**” realizado por el señor: **DENNYS RENÉ GAVILÁNEZ RODRÍGUEZ**, ha sido minuciosamente revisado por los Miembros del Trabajo de Integración Curricular, el mismo que cumple con los requisitos científicos, técnicos, legales, en tal virtud el Tribunal Autoriza su presentación.

| | FIRMA | FECHA |
|--|--|--------------|
| Ing. Julio Eduardo Cajamarca Villa PRESIDENTE DEL TRIBUNAL |  | 2022-07-20 |
| Ing. Pablo Ernesto Montalvo Jaramillo DIRECTOR DEL TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR |  | 2022-07-20 |
| Ing. Edison Fernando Calderón Freire MIEMBRO DEL TRIBUNAL |  | 2022-07-20 |

DEDICATORIA

Este proyecto de Integración curricular, se lo dedico principalmente a Dios, por darme salud y vida, por ser mi guía y fortaleza para cumplir mis sueños y metas.

A mis padres, por sacrificarse constantemente para brindarme su apoyo en mi formación profesional y permitirme llegar lejos durante mi carrera.

Al distinguido Ing. Hernán Samaniego, quien fue mi profesor en la carrera y mi mentor al haber compartido conmigo sus experiencias y enseñanzas en el ámbito profesional, brindándome la oportunidad de adentrarme en la prestigiosa labor de la docencia como su ayudante de cátedra en una de las asignaturas que dictaba durante su estadía dentro de la institución.

A los distinguidos docentes de la Facultad y de la carrera por haber compartido sus sabios conocimientos durante mi formación.

Dennys

AGRADECIMIENTO

Agradezco en primer lugar a Dios, por brindarme la sabiduría y la bendición de tener una familia quien me ha permitido lograr esta meta en mi vida profesional.

A la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, por abrirme las puertas de su templo de sabiduría, permitiéndome obtener tan importante título el cual ejerceré con orgullo.

A mis padres por ser el pilar fundamental y quienes me permitieron obtener este logro tan anhelado, gracias a su apoyo brindado durante mi formación. Dándome sus consejos y las herramientas necesarias para luchar por mis sueños, guiándome por el camino correcto para nunca defraudarlos y así convertirme en un hombre de bien.

A mi querida carrera y a sus docentes quienes, con su rectitud, exigencia y dedicación, inculcaron en mí los conocimientos necesarios en el área de la ingeniería, para desarrollarlos y llevarlos a cabo al servicio de la comunidad.

Al Ing. Pablo Montalvo por su valiosa colaboración en el asesoramiento como director principal del presente proyecto de Integración curricular.

Al Ing. Edison Calderón por la valiosa aportación de sus conocimientos y por ser miembro del proyecto.

Dennys

ÍNDICE DE CONTENIDO

| | |
|------------------------------|------|
| ÍNDICE DE TABLAS..... | xii |
| ÍNDICE DE ILUSTRACIONES..... | xiii |
| ÍNDICE DE ANEXOS | xv |
| RESUMEN..... | xvi |
| SUMMARY | xvii |
| INTRODUCCIÓN | 1 |

CAPÍTULO I

| | |
|--|----------|
| 1. DIAGNÓSTICO DEL PROBLEMA | 2 |
| 1.1 Antecedentes..... | 2 |
| 1.2 Definición del problema | 3 |
| 1.3 Justificación y actualidad..... | 4 |
| 1.4 Objetivos..... | 4 |
| 1.4.1 <i>Objetivo general</i> | 4 |
| 1.4.2 <i>Objetivos específicos</i> | 5 |

CAPÍTULO II

| | |
|--|-----------|
| 2. MARCO TEÓRICO..... | 6 |
| 2.1. Transportación de alimentos a domicilio..... | 6 |
| 2.1.1. <i>Medios de transporte utilizados</i> | 6 |
| 2.1.1.1. <i>Selección de vehículos para el transporte de alimentos</i> | 7 |
| 2.2. Conservación de alimentos..... | 7 |
| 2.2.1. <i>Factores físicos</i> | 7 |
| 2.2.2. <i>Factores biológicos</i> | 7 |
| 2.2.3. <i>Factores químicos</i> | 8 |
| 2.2.4. <i>Métodos para la conservación de los alimentos</i> | 8 |
| 2.2.4.1. <i>Conservación por frío</i> | 9 |
| 2.2.4.2. <i>Refrigeración</i> | 9 |
| 2.2.4.3. <i>Congelación</i> | 9 |
| 2.3. Frigorífico..... | 10 |
| 2.4. Sistema de enfriamiento | 10 |
| 2.4.1. <i>Placa Peltier</i> | 10 |

| | | |
|----------|--|----|
| 2.4.1.1. | <i>Funcionamiento de la placa Peltier</i> | 10 |
| 2.4.2. | Disipador de calor | 11 |
| 2.4.2.1. | <i>Por conducción</i> | 12 |
| 2.4.2.2. | <i>Por radiación</i> | 12 |
| 2.4.2.3. | <i>Funcionamiento de un disipador de calor</i> | 12 |
| 2.4.2.4. | <i>Tipos de disipadores</i> | 13 |
| 2.4.2.5. | <i>Tipos de disipadores por proceso de manufactura</i> | 13 |
| 2.5. | Enfriamiento en el área alimenticia | 14 |
| 2.5.1. | <i>Rangos de enfriamiento para cada tipo de productos alimenticios</i> | 15 |
| 2.6. | Sistema eléctrico vehicular | 15 |
| 2.7. | Comparación entre el sistema eléctrico de un auto y el de una moto | 16 |
| 2.7.1. | <i>Vehículo más adecuado para la transportación de alimentos a domicilio</i> | 16 |
| 2.8. | Control y Automatización | 17 |
| 2.8.1. | Control automático de temperatura | 17 |
| 2.8.1.1. | <i>Control discreto o por histéresis</i> | 17 |
| 2.8.1.2. | <i>Control PID</i> | 17 |
| 2.8.2. | Microcontrolador | 17 |
| 2.8.2.1. | <i>Programación de microcontroladores</i> | 18 |
| 2.8.2.2. | <i>Lenguaje C</i> | 18 |
| 2.9. | Dispositivos de monitoreo | 18 |
| 2.9.1. | LCD | 18 |
| 2.9.1.1. | <i>Funcionamiento de la pantalla LCD</i> | 19 |
| 2.10. | Plan de mantenimiento | 19 |
| 2.11. | Mantenimiento preventivo | 19 |
| 2.11.1. | <i>Tareas de mantenimiento preventivo</i> | 19 |
| 2.12. | Mantenimiento correctivo | 20 |
| 2.12.1. | <i>Tareas de mantenimiento correctivo</i> | 20 |
| 2.13. | Mantenimiento basado en la condición | 20 |
| 2.14. | Codificación de equipos | 20 |

CAPÍTULO III

| | | |
|--------|--|----|
| 3. | MARCO METODOLÓGICO | 21 |
| 3.1. | Análisis y determinación de las necesidades frigoríficas de los diferentes tipos de alimentos | 21 |
| 3.2. | Diseño y construcción del contenedor frigorífico | 22 |
| 3.2.1. | <i>Proceso de diseño del contenedor</i> | 22 |

| | | |
|----------|---|----|
| 3.2.1.1. | <i>Materiales de construcción</i> | 23 |
| 3.2.1.2. | <i>Capacidad de almacenaje</i> | 23 |
| 3.2.1.3. | <i>Hermeticidad</i> | 24 |
| 3.2.1.4. | <i>Tiempo de vida útil del contenedor</i> | 24 |
| 3.2.2. | <i>Construcción del contenedor</i> | 24 |
| 3.2.2.1. | <i>Análisis para la selección del material de construcción</i> | 24 |
| 3.2.2.2. | <i>Cálculo de esfuerzo y deformación del acero inoxidable y acero galvanizado</i> | 24 |
| 3.2.2.3. | <i>Proceso de fabricación del contenedor</i> | 29 |
| 3.3. | Desarrollo e implementación del sistema de control de temperatura | 30 |
| 3.3.1. | <i>Diseño e instalación del control automática del frigorífico</i> | 30 |
| 3.3.1.1. | <i>Estructuración del circuito de mando</i> | 30 |
| 3.3.1.2. | <i>Programación y automatización</i> | 31 |
| 3.3.1.3. | <i>Diagrama de programación</i> | 31 |
| 3.3.1.4. | <i>Estructuración del circuito de potencia</i> | 32 |
| 3.3.2. | <i>Dispositivos requeridos para el sistema de enfriamiento</i> | 33 |
| 3.3.2.1. | <i>Tarjeta de mando</i> | 34 |
| 3.3.3. | <i>Dispositivos de monitoreo</i> | 34 |
| 3.3.3.1. | <i>Pantalla emisora y receptora de datos</i> | 35 |
| 3.3.3.2. | <i>Controlador manual</i> | 35 |
| 3.3.4. | <i>Dispositivos de potencia</i> | 36 |
| 3.3.4.1. | <i>Tarjeta de potencia</i> | 36 |
| 3.3.4.2. | <i>Elementos térmicos</i> | 37 |
| 3.3.4.3. | <i>Descripción técnica de la placa de enfriamiento</i> | 38 |
| 3.3.4.4. | <i>Funcionamiento de los disipadores térmicos</i> | 38 |
| 3.3.4.5. | <i>Medidor de temperatura</i> | 39 |
| 3.3.4.6. | <i>Aislantes térmicos</i> | 39 |
| 3.3.5. | <i>Reconocimiento de caracteres y variables de programación</i> | 40 |
| 3.3.5.1. | <i>Librerías de la programación</i> | 40 |
| 3.3.5.2. | <i>Variables de programación</i> | 40 |
| 3.4. | Análisis termodinámico para la instalación de placas Peltier | 41 |
| 3.4.1. | <i>Instalación de la placa Peltier en el disipador de temperatura</i> | 45 |
| 3.4.1.1. | <i>Proceso de instalación de la placa Peltier en el disipador de temperatura</i> | 45 |
| 3.5. | Funcionamiento del sistema de refrigeración | 46 |
| 3.5.1. | <i>Prueba de funcionamiento en el sistema de control</i> | 46 |
| 3.5.2. | <i>Prueba de funcionamiento del sistema de potencia</i> | 47 |
| 3.6. | Selección del vehículo que va a transportar al contenedor frigorífico | 48 |
| 3.6.1. | <i>Sistema de anclaje</i> | 48 |

| | | |
|----------|--|----|
| 3.6.1.1. | <i>Diseño del sistema de anclaje</i> | 48 |
| 3.6.1.2. | <i>Cálculo de resistencia</i> | 49 |
| 3.7. | Características técnicas del contenedor frigorífico | 51 |
| 3.8. | Desglose jerárquico del sistema frigorífico para la elaboración del plan de mantenimiento | 51 |
| 3.8.1. | <i>Orden jerárquico según la norma UNE-EN 13306</i> | 52 |
| 3.8.2. | <i>Tareas de mantenimiento del contenedor frigorífico</i> | 52 |
| 3.8.3. | <i>Estructura de codificación</i> | 53 |

CAPÍTULO IV

| | | |
|----------|---|----|
| 4. | DESARROLLO Y CONSTRUCCIÓN | 54 |
| 4.1. | Definición de las necesidades frigoríficas de los diferentes tipos de alimentos | 54 |
| 4.2. | Obtención del contenedor frigorífico para el transporte de alimentos en vehículos livianos | 54 |
| 4.2.1. | <i>Obtención bajo diseño mecánico del contenedor</i> | 54 |
| 4.2.2. | <i>Mecanizado en material de construcción seleccionado</i> | 55 |
| 4.2.3. | <i>Selección del material de construcción del contenedor</i> | 56 |
| 4.2.3.1. | <i>Análisis para la selección del material de construcción</i> | 56 |
| 4.2.3.2. | <i>Análisis de costos para la selección del material de construcción</i> | 57 |
| 4.2.3.3. | <i>Cálculo del costo unitario por metro cuadrado en acero inoxidable</i> | 58 |
| 4.2.3.4. | <i>Cálculo del costo unitario por metro cuadrado en lámina galvanizada</i> | 59 |
| 4.2.3.5. | <i>Resultados de los costos de inversión</i> | 60 |
| 4.3. | Acoplamiento del sistema de enfriamiento al sistema eléctrico del vehículo | 60 |
| 4.3.1. | <i>Tipo de corriente que utiliza el vehículo para su funcionamiento</i> | 60 |
| 4.3.1.1. | <i>Amperaje del sistema frigorífico</i> | 61 |
| 4.3.1.2. | <i>Análisis de corriente del sistema de refrigeración</i> | 63 |
| 4.3.1.3. | <i>Resultados de la inspección eléctrica para el amperaje del sistema de refrigeración</i> | 64 |
| 4.3.2. | <i>Tensión de la fuente de energía</i> | 65 |
| 4.3.2.1. | <i>Descripción técnica técnicas del regulador de voltaje</i> | 65 |
| 4.4. | Desarrollo del sistema de control de temperatura | 65 |
| 4.4.1. | <i>Obtención del circuito de control</i> | 65 |
| 4.4.2. | <i>Obtención del circuito de potencia</i> | 66 |
| 4.5. | Desarrollo del plan de mantenimiento del sistema de refrigeración | 67 |
| 4.5.1. | <i>Determinación de las tareas de mantenimiento en el sistema</i> | 67 |
| 4.5.1.1. | <i>Tareas de mantenimiento para del contenedor frigorífico</i> | 67 |
| 4.5.2. | <i>Registro del plan de mantenimiento del sistema frigorífico</i> | 68 |

| | |
|------------------------------|----|
| CONCLUSIONES | 71 |
| RECOMENDACIONES | 72 |
| BIBLIOGRAFÍA | |
| ANEXOS | |

ÍNDICE DE TABLAS

| | | |
|-------------------|---|----|
| Tabla 1-3: | Carga frigorífica para distintos tipos de alimentos..... | 21 |
| Tabla 2-3: | Esfuerzo de flexión para el acero galvanizado según la norma ASTM..... | 25 |
| Tabla 3-3: | Datos termodinámicos..... | 41 |
| Tabla 4-3: | Ficha técnica del contenedor frigorífico..... | 51 |
| Tabla 1-4: | Cargas frigoríficas según el producto alimenticio..... | 54 |
| Tabla 2-4: | Valores de pliegue en cada chapa metálica según el tipo de acero. | 56 |
| Tabla 3-4: | Costos de adquisición para cada plancha metálica..... | 58 |
| Tabla 4-4: | Costos resultantes por metro cuadrado de cada material..... | 60 |
| Tabla 5-4: | Amperaje del sistema de refrigeración..... | 64 |
| Tabla 6-4: | Ficha técnica del regulador 7812..... | 65 |
| Tabla 7-4: | Codificación de activos según la norma UNE-EN 13306..... | 69 |
| Tabla 8-4: | Plan de mantenimiento del sistema de refrigeración según la norma UNE-EN 13306..... | 70 |

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

| | | |
|--------------------------|---|----|
| Ilustración 1-2: | Medios de transporte para entrega a domicilio | 6 |
| Ilustración 2-2: | Factores que aceleran la descomposición de alimentos al no ser refrigerados | 8 |
| Ilustración 3-2: | Métodos de conservación alimenticia | 8 |
| Ilustración 4-2: | Conservación de alimentos por refrigeración..... | 9 |
| Ilustración 5-2: | Congelación de alimentos para su conservación..... | 10 |
| Ilustración 6-2: | Placa Peltier..... | 10 |
| Ilustración 7-2: | Efecto Peltier | 11 |
| Ilustración 8-2: | Disipador de calor. | 12 |
| Ilustración 9-2: | Rangos de enfriamiento para cada tipo de alimentos. | 15 |
| Ilustración 10-2: | Esquema del controlador PID. | 17 |
| Ilustración 11-2: | Pantalla LCD 20x4..... | 19 |
| Ilustración 12-2: | Estructura de codificación..... | 20 |
| Ilustración 1-3: | Croquizado y modelado de piezas..... | 22 |
| Ilustración 2-3: | Jerarquización de la gestión de materiales | 23 |
| Ilustración 3-3: | Calibres y espesores de acero galvanizado..... | 26 |
| Ilustración 4-3: | Calibres y espesores de acero inoxidable. | 27 |
| Ilustración 5-3: | Esfuerzo de flexión para el acero inoxidable según la norma AISI. | 28 |
| Ilustración 6-3: | Estructura del circuito de mando..... | 31 |
| Ilustración 7-3: | Diagrama de flujo de programación para el sistema de control automático | 32 |
| Ilustración 8-3: | Estructuración del circuito de potencia. | 33 |
| Ilustración 9-3: | Tarjeta de mando del microcontrolador | 34 |
| Ilustración 10-3: | Pantalla LCD de 20 x4 pixeles..... | 35 |
| Ilustración 11-3: | Teclado de control manual | 36 |
| Ilustración 12-3: | Tarjeta de potencia | 37 |
| Ilustración 13-3: | Placa de enfriamiento | 37 |
| Ilustración 14-3: | Ficha técnica de la placa Peltier. | 38 |
| Ilustración 15-3: | Disipador de temperatura | 38 |
| Ilustración 16-3: | Sensor de temperatura tipo sonda LM35..... | 39 |
| Ilustración 17-3: | Aislantes térmicos del circuito de potencia..... | 39 |
| Ilustración 18-3: | Datos técnicos del ventilador interno de disipación..... | 44 |
| Ilustración 19-3: | Prueba de funcionamiento del sistema de mando | 46 |
| Ilustración 20-3: | Prueba de navegación..... | 47 |
| Ilustración 21-3: | Prueba de navegación..... | 47 |
| Ilustración 22-3: | Diseño del sistema de anclaje..... | 48 |

| | | |
|--------------------------|--|----|
| Ilustración 23-3: | Estructura de codificación jerárquica | 53 |
| Ilustración 1-4: | Ensamblaje del contenedor frigorífico. | 55 |
| Ilustración 2-4: | Planos del cuerpo del contenedor para su fabricación..... | 55 |
| Ilustración 3-4: | Contenedor mecanizado y ensamblado | 56 |
| Ilustración 4-4: | Diagrama de bloques del sistema de refrigeración..... | 61 |
| Ilustración 5-4: | Pico de corriente en la inspección eléctrica..... | 61 |
| Ilustración 6-4: | Corriente nominal del sistema sin carga..... | 62 |
| Ilustración 7-4: | Corriente nominal del sistema con carga. | 62 |
| Ilustración 8-4: | Amperaje de cada ventilador disipador externo según características placa. | 63 |
| Ilustración 9-4: | Control de temperatura del sistema de refrigeración..... | 66 |
| Ilustración 10-4: | Tarjeta de potencia del sistema de refrigeración | 66 |
| Ilustración 11-4: | Optoacopladores 4N35 para el circuito de potencia..... | 67 |

ÍNDICE DE ANEXOS

- ANEXO A:** PROGRAMACIÓN DEL SISTEMA AUTÓMATA
- ANEXO B:** MECANIZADO COMPLETO DEL CONTENEDOR
- ANEXO C:** AISLAMIENTO Y HERMETIZACIÓN TÉRMICO DEL CONTENEDOR
- ANEXO D:** CONSTRUCCIÓN DEL SISTEMA ELECTRÓNICO DEL SISTEMA DE REFRIGERACIÓN.
- ANEXO E:** SISTEMA FRIGORÍFICO COMPLETO
- ANEXO F:** PRUEBA DE FUNCIONAMIENTO DEL SISTEMA DE REFRIGERACIÓN
- ANEXO G:** CÁLCULO DEL NUEVO VOLUMEN DEL CONTENEDOR
- ANEXO H:** LISTA DE MATERIALES QUE CONFORMAN EL CONTENEDOR FRIGORÍFICO
- ANEXO I:** CONTENEDOR FRIGORÍFICO ENSAMBLADO
- ANEXO J:** PUERTA DEL CONTENEDOR
- ANEXO K:** TABLERO DE CONTROL
- ANEXO L:** CUERPO DEL CONTENEDOR
- ANEXO M:** LISTA DE MATERIALES
- ANEXO N:** REDISEÑO DEL CONTENEDOR FRIGORÍFICO

RESUMEN

El presente trabajo tuvo como objetivo desarrollar un contenedor frigorífico para el transporte de alimentos en vehículos livianos y controlar la temperatura, de acuerdo a las necesidades frigoríficas para los diferentes tipos de alimentos transportados. Se inicia con el análisis de los equipos de refrigeración que utilizan los repartidores de alimentos para el transporte y entrega de pedidos. En la fase de diseño se establece la capacidad del contenedor, se eligen los materiales adecuados para su construcción y se elabora el plano con ayuda de un software de diseño. En la etapa de construcción se ejecuta el trazado, pliegue y ensamblaje del contenedor cuidando detalles de hermeticidad, acabado superficial y aislamiento térmico. Para el control de temperatura se utiliza un microcontrolador y una programación en el software Arduino con lenguaje C, se aplica una fuente de alimentación de 12 voltios de corriente continua. Como resultado se obtiene el funcionamiento del contenedor frigorífico con placas Peltier, para el transporte de alimentos, con un rendimiento y eficiencia considerablemente bajos debido a que se requiere un importante consumo de energía para el trabajo de los disipadores por convección forzada. La alta carga que se requiere para el funcionamiento del sistema provocaría el desgaste prematuro de la batería del vehículo. Se recomienda realizar mayor experimentación para mejorar el rendimiento del sistema de refrigeración por celdas Peltier.

Palabras clave: <EMPRENDIMIENTO>, <CARGA FRIGORÍFICA>, <CONSERVACIÓN DE ALIMENTOS>, <MICROCONTROLADOR>, <ARDUINO>, <PROGRAMACIÓN>, <CONTROL>, <AUTOMATIZACIÓN>

0601-DBRA-UPT-2023



SUMMARY

The objective of this work was to develop a refrigerated container for the food transportation in light vehicles and to control the temperature, according to the refrigeration needs for the different types of food transported food. It starts with the analysis of the refrigeration equipment used by food deliverers for the transport and orders delivery. In the design phase, the container capacity is established, the appropriate materials for its construction are chosen and the plan is drawn up with the help of design software. In the construction stage, the container is drawn, folded and assembled, taking care of details such as airtightness, surface finish and thermal insulation. A microcontroller and programming in Arduino software with C language are used for temperature control, and a 12Vdc power supply is applied. As a result, the operation of the refrigerated container with Peltier plates, for food transport, is obtained with considerably low performance and efficiency due to the fact that significant power consumption is required for the work of the forced convection heatsinks. The high load required to operate the system would cause premature wear of the vehicle battery. Further experimentation is recommended to improve the performance of the Peltier cell cooling system.

Keywords: <EMPLOYMENT>, <COOLING LOAD>, <FOOD CONSERVATION>, <MICROCONTROLLER>, <ARDUINO>, <PROGRAMMING>, <CONTROL>, <AUTOMATION>.



Lic. Sandra Paulina Porrás Pumalema Mgs

C.I: 0603357062

INTRODUCCIÓN

En el ámbito económico, el mundo entero ha tenido un déficit notable con la llegada de la pandemia. El gobierno ecuatoriano al verse obligado a restringir la salida de los pobladores de sus viviendas, el paro de actividades productivas impacta a la economía provocando así las pérdidas de empleos y el cierre de muchos negocios que no logran mantenerse en pie por falta de ingresos.

Dentro de estas causas, muchas personas afectadas laboralmente toman una alternativa para reactivarse económicamente, creando emprendimientos viables que dan ventajas para actividades de producción quienes permiten generar ingresos para solventar sus necesidades.

Muchos emprendimientos se basan en los pocos negocios que han logrado mantenerse durante la pandemia y estos son aquellos que se enfocan a la comercialización de los productos de primera necesidad, dentro de ellos están enfocados a la mercadería alimenticia y productos electrónicos.

El emprendimiento que destaca durante esta época de crisis es la mensajería o reparto de mercadería a domicilio. Dicho negocio está centrado directamente en la entrega de productos alimenticios, los mismos que requieren de una conservación adecuada hasta llegar a su destino.

Para este trabajo se proyecta la construcción de un contenedor frigorífico, para ofrecer una herramienta adecuada y moderna en la conservación alimenticia, el mismo que da una ventaja para el emprendimiento y de esta manera garantizar la calidad de los productos a transportarse.

Los frigoríficos que comúnmente se conocen y se usan en la vida cotidiana, funcionan con corriente alterna como fuente de energía. Este proyecto considera como fuente de energía al sistema eléctrico del vehículo que se utiliza para el transporte de la mercadería, tomando en cuenta que dicha fuente es de corriente continua.

Este frigorífico tiene como objetivo principal controlar automáticamente la temperatura de enfriamiento para distintos tipos de alimentos mediante el uso de un microcontrolador programable para regular la temperatura de enfriamiento.

CAPÍTULO I

1. DIAGNÓSTICO DEL PROBLEMA

1.1 Antecedentes

Sergio López Campos, en su trabajo de grado denominado SISTEMA DE CLIMATIZACIÓN BASADO EN CÉLULAS PELTIER en la Escuela Politécnica Superior CARLOS III DE MADRID, desarrolla un sistema de enfriamiento compuesto por varias células Peltier, disipadores, ventiladores y un sistema de control para enfriar urnas y controlar su temperatura de forma precisa y automática. Este proyecto está motivado por la necesidad de generar enfriamientos en pequeñas cámaras consiguiendo temperaturas de hasta $-15\text{ }^{\circ}\text{C}$ en recipientes muy aislados, utilizando una potencia de 70W, lo que abre una amplitud de posibilidades de aplicación en actividades cotidianas y otros sectores como el transporte de alimentos, medicinas u otros servicios. (Lopez, 2014)

De La Cruz De La Cruz Heber Dey y Solis Maza Yefer Javier, motivados por la necesidad de mantener bajas temperaturas para garantizar la efectividad de medicamentos termolábiles, desarrollan su tesis denominada ESTUDIO Y DISEÑO DE UN REFRIGERADOR UTILIZANDO CELDAS PELTIER Y ENERGÍA SOLAR PARA ALMACENAR MEDICAMENTOS TERMOLABILES en la escuela profesional de ingeniería electrónica de la faculta de Ciencias Físicas y Matemáticas de la Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo en Lambayeque – Perú. Este estudio busca lograr una temperatura entre 2° y 8° centígrados, necesaria para que medicamentos termolábiles no pierdan sus propiedades y sean administrados a los pacientes con efectividad y sin riesgos de reacciones adversas. En este proyecto se utilizan semiconductores de estado sólido denominados Celdas Peltier, que producen una diferencia de temperatura a partir de un flujo de corriente, conectando el lado frío a un contenedor térmicamente aislado y el lado caliente a un disipador al ambiente. En los resultados mencionan que alcanzaron temperaturas entre 4 y 8 grados centígrados con una potencia de 42W a 12V. (De La Cruz & Solis, 2019)

En el trabajo de grado EVALUACIÓN DE UNA CELDA DE PELTIER COMO DISIPADOR DE CALOR PARA UN SISTEMA FOTOVOLTAICO DE CONCENTRACIÓN, del Centro de Investigaciones del Concejo Nacional de Ciencia y Tecnología del gobierno de México, Jorge Daniel Moreno Gómez, desarrolla un análisis experimental para estudiar el comportamiento de una celda Peltier como sistema de enfriamiento para un sistema fotovoltaico de alta concentración. En este trabajo concluyen que: “Por medio del efecto termoeléctrico de la celda Peltier se logró una disminución de bajar la temperatura en el concentrador, pero a un costo alto, ya que tiene un

consumo eléctrico de 12V con 3A, lo que da una potencia de 36W, por lo que representa un alto consumo eléctrico.

Lo anterior representa un factor determinante para el uso de la celda Peltier en los sistemas fotovoltaicos de alta concentración, y en este caso uno de los objetivos es mantener la eficiencia de la HCPV (energía fotovoltaica de alta concentración), pero existe otro más importante que es la de producir la mayor cantidad de energía eléctrica para efectos de consumo tangible, eso quiere decir que cualquier cosa que consuma energía eléctrica y que no se haya contemplado para aprovechar la energía en un trabajo productivo se considera pérdida.

Esto sin contar que se tienen que disipar el calor por medio de una convección forzada que representa un consumo eléctrico adicional, entonces se puede decir que el desplazamiento de la energía térmica por medios convencionales no se anula.

Por lo tanto, el alto consumo eléctrico de la celda Peltier no representa un aumento de eficiencia a la HCPV, ya que la energía que se puede aprovechar es menor debido al consumo eléctrico que se utiliza para bajar la temperatura del sistema generador de electricidad.” (Moreno, 2020)

Con el confinamiento provocado por la pandemia Covid 19, se incrementó el servicio de entrega a domicilio de paquetes de diferente naturaleza, entre los que se encuentran con un alto porcentaje los referidos a alimentos. Estos servicios se realizan sin considerar los requerimientos de temperatura, por lo que en este proyecto se busca construir un contenedor frigorífico con control de temperatura, adaptable a un vehículo liviano para mejorar las condiciones de entrega de productos alimenticios.

1.2 Definición del problema

Los repartidores a domicilio, ante la necesidad de transportar los alimentos bien conservados y satisfacer las necesidades del cliente, han improvisado un sistema básico de refrigeración, el cual consiste en el uso de un contenedor convencional hermético, más conocido como cooler, en el que colocan una gran cantidad de hielo hasta que el contenedor adquiera y distribuya una temperatura adecuadamente baja en todo el volumen interior, para que se puedan ingresar los alimentos que van a ser transportados.

El problema principal, es que mantienen una temperatura constante para todos los productos alimenticios que se transportan en él y no se toma en cuenta que cada producto necesita una

cantidad de temperatura para su refrigeración muy distinta; es decir que la temperatura frigorífica debe variar según el producto que se esté transportando, esto es perjudicial, ya que, al no recibir la temperatura adecuada, se pone en riesgo las condiciones de los alimentos transportados.

La temperatura del frigorífico debe variar según el producto que se transporte en el momento. Esto se consigue en una lista de categorización frigorífica al que se somete cada producto alimenticio, para que el microcontrolador una vez programado con los datos obtenidos de la categorización, pueda identificarlo al recibir la información que se suministre desde el controlador, para que el autómatas haga efectiva la variación de la temperatura teniendo abordo el producto a transportarse.

1.3 Justificación y actualidad

El aumento de los requerimientos de entrega a domicilio de algunos productos que requieren cuidar la cadena de frío para mantener sus propiedades, hacen necesario que se estudie las características de construcción de un contenedor frigorífico, se establezca el principio de enfriamiento, se elijan los materiales, se dimensione y construya, dotándole además de un sistema de control de temperatura.

La idea del desarrollo de este proyecto es dar una solución que innovará la actualidad del emprendimiento del transporte de alimentos a domicilio.

El plan es desarrollar un contenedor frigorífico y controlar la temperatura, para el transporte de alimentos. Se hará el diseño y la construcción del frigorífico, el funcionamiento del sistema será totalmente eléctrico y el control de temperatura será electrónico para nivelar la escala de enfriamiento que debe recibir cada producto alimenticio a ser transportado.

Este proyecto se llevará a cabo bajo la resolución (460. CP.2019), mediante las líneas institucionales de investigación de la carrera (PROCESOS TECNOLÓGICOS, ARTESANALES E INDUSTRIALES), aplicado al programa de (ELECTRÓNICA Y AUTOMATIZACIÓN).

1.4 Objetivos

1.4.1 Objetivo general

Desarrollar y controlar la temperatura de un contenedor frigorífico para el transporte de alimentos en vehículos livianos.

1.4.2 Objetivos específicos

Determinar las necesidades frigoríficas, para el transporte de diferentes tipos de alimentos.

Diseñar y construir el contenedor frigorífico, para el transporte de alimentos en un vehículo liviano.

Desarrollar el sistema de enfriamiento acoplado al sistema eléctrico de un vehículo liviano.

Desarrollar el sistema de control automático de temperatura.

Desarrollar el plan de mantenimiento.

CAPÍTULO II

2. MARCO TEÓRICO

2.1. *Transportación de alimentos a domicilio*

Este emprendimiento consiste en entregar mercadería alimenticia a quienes lo soliciten directamente en la puerta de su casa. Esto se logra mediante el trabajo que realizan las personas que actualmente se conoce como repartidor a domicilio.

En vista de las circunstancias que se está viviendo en la actualidad, muchas personas optaron por crear empresas de reparto y de la misma forma negocios que se reinventan a pesar de la pandemia, recurren a este método para poder entregar sus productos.

Este negocio se extiende cuando otra compañía contrata los servicios del repartidor, quien enfoca sus ventas bajo entregas para facilitar la llegada de estos a su destino. Esto se emplea con la ayuda de aplicaciones que ponen en contacto con la tienda de donde se quiere comprar el producto.

2.1.1. *Medios de transporte utilizados*

Los medios de transporte más utilizados en el área de la mensajería, entregas o reparto a domicilio son por lo general vehículos livianos los mismos que cumplen con características viables para que el emprendedor tenga un acceso conveniente, rápido y seguro para encaminarse de manera eficaz en las actividades de este tipo de emprendimiento.

Estos vehículos livianos pueden ser de dos tipos:

- Motorizados (Automóviles, motocicletas)
- Ecológicos (Bicicletas)



Ilustración 1-2: Medios de transporte para entrega a domicilio

Fuente: (KCROS Marketing Integrado, Sistema de Publicidad, 2020).

2.1.1.1. Selección de vehículos para el transporte de alimentos

En el proceso de selección, se debe tomar en cuenta las características de funcionamiento que tienen los diferentes tipos de vehículos que existen en el mercado, porque no todos ellos funcionan de la misma forma y poseen sistemas distintos.

Las condiciones más relevantes para considerar son:

- Tener un bajo nivel de consumo de combustible.
- Costo accesible.
- Existencia dentro del mercado, repuestos para su mantenimiento.
- Alto rendimiento y desempeño.
- Rentabilidad durante su uso.

2.2. Conservación de alimentos

La conservación alimenticia, es un conjunto de métodos que sirven como recursos para evitar la presencia de factores que aceleran su descomposición. Estos factores, son alteraciones inorgánicas causadas por la presencia de microorganismos que habitualmente utilizan los elementos nutritivos de los alimentos para su desarrollo. La descomposición de los alimentos, se presentan en tres factores:

- Factores físicos
- Factores biológicos
- Factores químicos

2.2.1. Factores físicos

Estos factores ocurren cuando los alimentos entran en contacto con objetos que pueden afectar su composición física y por supuesto la calidad del producto.

Son procedentes por prácticas inadecuadas durante la elaboración y generalmente se producen por la incorrecta manipulación de los instrumentos, aquellos que pueden provocar en ellos cortes, golpes o incrustaciones de materiales que llegan a contaminarlos. (Vito Villa, 2019).

2.2.2. Factores biológicos

Este factor se da por la presencia de parásitos, enzimas y todo tipo de bacterias dentro de la composición de los alimentos y son quienes consumen todos sus nutrientes para su desarrollo y así provocar una aceleración en el deterioro de los productos alimenticios. (Vito Villa, 2019).

2.2.3. Factores químicos

Es un agente de deterioro presente generalmente en el medio ambiente y es el resultado de la combinación de fenómenos que provocan la oxidación y la corrosión en la superficie de los alimentos, comúnmente por la presencia del oxígeno y agua. (Vito Villa, 2019).

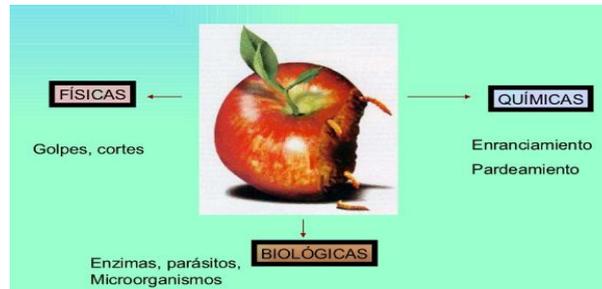


Ilustración 2-2: Factores que aceleran la descomposición de alimentos al no ser refrigerados

Fuente: (Rojas Aguilar, Norma, 2009)

2.2.4. Métodos para la conservación de los alimentos

Existen muchos factores que afectan la calidad de los alimentos y causan su deterioro como los que se mencionaron, pero para ello existen varios métodos de conservación los mismos que se clasifican y esquematiza de la siguiente manera:

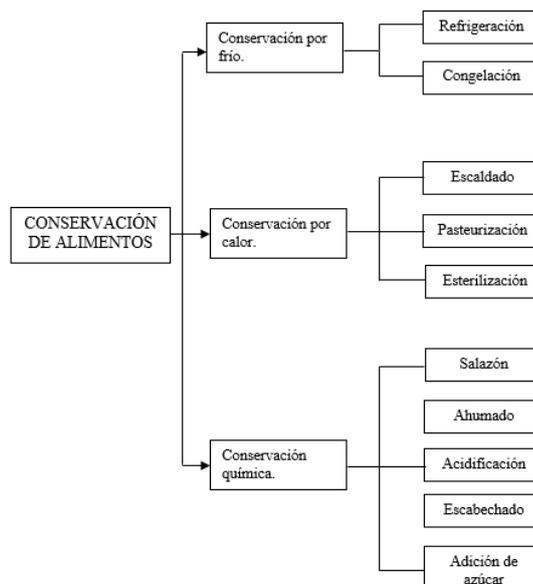


Ilustración 3-2: Métodos de conservación alimenticia

Fuente: (Webconsultas, 2020).

Realizado por: Gavilánez, D. 2022.

Para el estudio del presente proyecto, se habla de un método específico de conservación alimenticia, a quien se define de la siguiente manera:

2.2.4.1. *Conservación por frío*

Con este método se puede conservar a los alimentos mediante dos tipos de enfriamiento:

- Refrigeración
- Congelación

2.2.4.2. *Refrigeración*

Es un proceso que consiste en mantener o bajar el nivel de temperatura de un cuerpo. (Lasso Barrionuevo, 2015).

Este método permite conservar los alimentos con un descenso de temperatura, lo que reduce la velocidad de las reacciones químicas y proliferación de los microorganismos y de esta manera mantener los alimentos frescos y preservarlos por algún tiempo.



Ilustración 4-2: Conservación de alimentos por refrigeración

Fuente: (Acontecer Querétaro, 2019).

2.2.4.3. *Congelación*

Este método es aquel en donde la temperatura que se aplica es inferior a los 0°C, provocando que una parte del agua que reposa sobre el alimento se convierta en hielo, permitiendo que este se conserve por más tiempo.

Es importante efectuar la congelación en el menor tiempo y a una temperatura muy baja, para que la calidad del producto no se vea afectada.



Ilustración 5-2: Congelación de alimentos para su conservación

Fuente: (EXCELENCIAS Gourmet, 2009).

2.3. Frigorífico

Un frigorífico es un sistema de enfriamiento que está destinado al almacenamiento de alimentos y otros elementos, para conservarlos dentro del mismo y mantener su nivel térmico bajo.

2.4. Sistema de enfriamiento

Es un circuito que se basa en los principios de la termodinámica, está constituido por componentes mecánicos en su estructura, fluidos y otros dispositivos físicos que controlan la temperatura del sistema.

2.4.1. Placa Peltier

Es un dispositivo eléctrico, basado en el efecto Peltier, que utiliza un efecto térmico cuando una corriente eléctrica pasa a través de dos conductores con un voltaje aplicado entre los polos, creando un diferencial de temperatura entre las caras opuestas de la placa. (Fernandes, 2010).

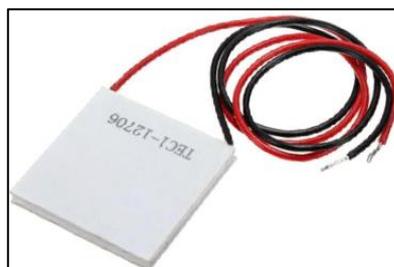


Ilustración 6-2: Placa Peltier

Fuente: (Llamas, 2016).

2.4.1.1. Funcionamiento de la placa Peltier

La placa Peltier mueve energía calorífica desde la cara fría de la placa, hasta la cara caliente por medio de la electricidad generada en ella desde una fuente. (Rubio Ramírez, et al., 2017).

Para el funcionamiento de este dispositivo, se aplica un voltaje y una corriente de tipo DC, una cara de la placa baja su temperatura y la otra la aumenta; en pocas palabras una se enfría y la otra caliente. Por lo general usan disipadores de calor para mejorar su rendimiento.

El principio de funcionamiento de este dispositivo está basado en tres efectos: Peltier, Seebeck y el efecto Thompson.

En el efecto Seebeck consiste en tener dos conductores de materiales diferentes unidos y aplicar calor a esta unión, para obtener un voltaje o diferencial de potencial en el extremo de estos, principio utilizado también en las termocuplas o sensores de temperatura.

El efecto Peltier ocurre cuando se hace pasar una corriente por un circuito compuesto de materiales diferentes cuyas uniones están a la misma temperatura, se produce el efecto inverso al Seebeck. En este caso, se absorbe calor en una unión y se desprende en la otra.

La ventaja de este efecto es que se puede invertir la polaridad de la corriente, para que la superficie que emitía calor ahora lo absorba y viceversa.

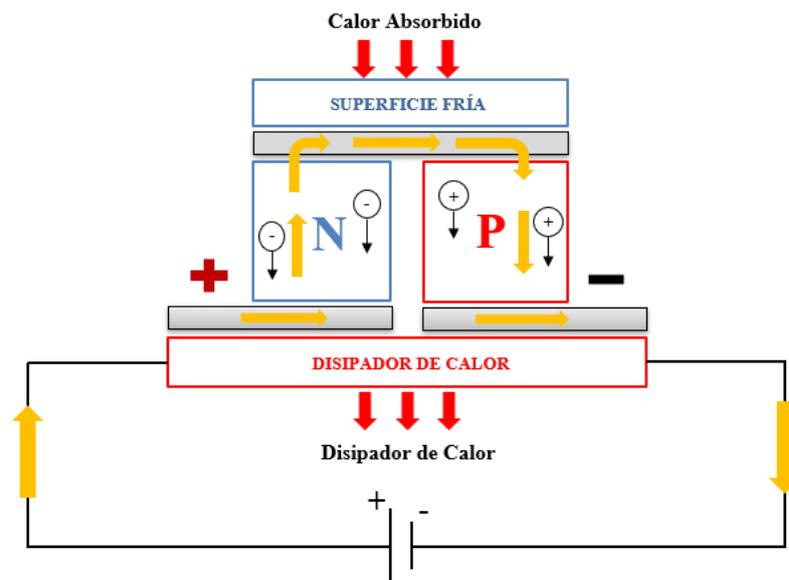


Ilustración 7-2: Efecto Peltier

Fuente: (Llamas, 2016)

Realizado por: Gavilánez, D. 2022.

2.4.2. *Disipador de calor*

Un disipador de calor es aquel que transmite el calor generado, desde el interior de un sistema hacia el exterior y de esta manera conseguir una refrigeración dentro del mismo. (Bernardín Ortíz & Silva, 2015).

El disipador está conformado por un conjunto de aletas, por donde se transporta el calor, para luego ser evacuado al ambiente de forma directa y en ocasiones asistida por un ventilador que hace más eficiente la disipación para una refrigeración de alto rendimiento.

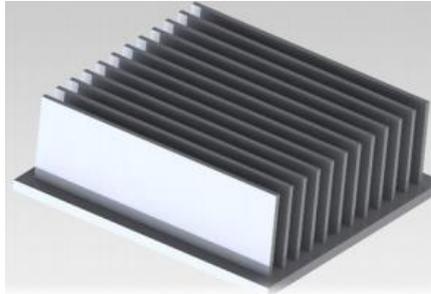


Ilustración 8-2: Disipador de calor.

Fuente: (Bernardín Ortíz & Silva, 2015).

La disipación de calor se puede realizar de dos formas:

2.4.2.1. Por conducción

Aquí el calor se transmite entre dos puntos, desde uno caliente hasta otro punto frío del disipador y así mantener una diferencia de temperatura en el mismo. (Martín Domingo, 2011).

2.4.2.2. Por radiación

Con la radiación el calor se libera de un cuerpo a otro medio, a través de la emisión de ondas, siempre y cuando exista una diferencia de temperatura entre ambos cuerpos. (Martín Domingo, 2011).

2.4.2.3. Funcionamiento de un disipador de calor

Su funcionamiento se basa en la ley cero de la termodinámica, transfiriendo el calor de la parte caliente que se desea disipar al aire. Este proceso se propicia haciendo circular el aire, permitiendo una eliminación más rápida del calor excedente.

Un disipador de temperatura transfiere la energía en forma de calor del componente que refrigera hacia el entorno, normalmente al aire.

Para esto se necesita una buena conducción térmica a través de este, por lo que se suelen fabricar de aluminio por su ligereza y por sus costos, pero también de cobre, cabe aclarar que el peso es importante ya que se requiere disipadores más ligeros y con eficiencia suficiente para la transferencia de energía por calor al ambiente o entorno.

2.4.2.4. *Tipos de disipadores*

Ya se trate del diseño de ordenadores, iluminación LED u otros equipos electrónicos, hay que pensar en disipadores. Los disipadores absorben y disipan el calor de estos equipos para evitar el sobrecalentamiento.

Todos los disipadores se pueden clasificar en dos categorías: activos y pasivos.

Disipadores activos:

Estos suelen tener un ventilador de alguna clase, siendo los de rodamientos y motor los más comunes. Su rendimiento es excelente, pero son más bien caros al tener partes móviles. (GABRIAN, 2016-2020).

Disipadores pasivos:

Estos no tienen componentes mecánicos, y emplean solo la convección para disipar la energía térmica. Al no tener partes móviles, son más fiables, pero es necesario que el aire circule por las aletas. (GABRIAN, 2016-2020).

2.4.2.5. *Tipos de disipadores por proceso de manufactura*

Cada proceso de manufactura de disipadores tiene sus ventajas e inconvenientes, y hay diferentes maneras de hacerlos. Examinemos seis tipos comunes. (GABRIAN, 2016-2020).

Disipadores extruidos

La mayoría de los disipadores son de aluminio extruido, un proceso adecuado para la mayoría de las aplicaciones. Los disipadores extruidos son económicos, y es sencillo manufacturar especificaciones a medida. El rendimiento de los disipadores extruidos varía de bajo a alto. Su principal inconveniente, sin embargo, es que las dimensiones quedan limitadas por la anchura máxima de extrusión. (GABRIAN, 2016-2020).

De aleta insertada

Estos suelen emplearse en aplicaciones que requieren disipadores de mayor tamaño.

Una de las ventajas es que el material de la base y las aletas puede ser distinto, y también pueden combinarse aletas de aluminio y de cobre en lugar de usar un solo material. Este permite mejorar

el rendimiento térmico añadiendo un mínimo de peso. Este tipo de disipadores suele ofrecer un rendimiento moderado a un precio alto. (GABRIAN, 2016-2020).

Disipadores Skived-fin

Los disipadores producidos por este método, a partir de un bloque macizo de metal, suelen ser de cobre. Ofrecen una gran flexibilidad de diseños, y logran una alta densidad de aletas, lo cual aumenta la superficie, favoreciendo la disipación del calor. Su rendimiento es entre medio y alto, y sus inconvenientes, el mayor peso y la sensibilidad direccional. (GABRIAN, 2016-2020).

Disipadores estampados

En este proceso, las aletas metálicas se estampan y se sueldan luego a la base. Suelen usarse en aplicaciones de bajo consumo. La ventaja de los disipadores estampados es su muy bajo coste, por lo sencillo que es automatizar la producción, y su mayor inconveniente, el bajo rendimiento. (GABRIAN, 2016-2020).

Disipadores forjados

Los disipadores forjados se hacen comprimiendo aluminio o cobre, la forja puede ser en caliente o en frío, y tienen muchas aplicaciones. Ofrecen un rendimiento mediano, y pueden fabricarse en gran cantidad a bajo coste. Las posibilidades de variar el diseño son limitadas, sin embargo. (GABRIAN, 2016-2020).

CNC Disipadores maquinados

Estos ofrecen una alta conductividad térmica, y con este proceso se pueden lograr las geometrías más complejas, lo cual permite una gran flexibilidad en el diseño. Resultan caros, sin embargo, y el tiempo de producción para cada pieza supone que no son ideales para cantidades grandes. (GABRIAN, 2016-2020).

2.5. Enfriamiento en el área alimenticia

El enfriamiento en el área alimenticia empieza por la evolución de la refrigeración lo que posibilita la creación de la cadena de frío. Esta cadena es un eslabón logístico para el transporte, manipulación, almacenamiento y la distribución de los alimentos perecederos, para que desde la producción hasta el consumo llegue en óptimas condiciones de conservación.

2.5.1. Rangos de enfriamiento para cada tipo de productos alimenticios

En este punto se determina la carga frigorífica al que se somete cada tipo de alimentos, ya que hay que tomar en cuenta, que no todos estos productos reciben la misma temperatura de refrigeración para su conservación, de esta manera indicaremos los niveles de refrigeración para cada alimento en la tabla de la ilustración 9-2.

| Temperaturas y tiempos de almacenamiento en refrigeración en algunos alimentos ¹ | | |
|---|------------------|----------------------------------|
| Alimento | Temperatura (°C) | Periodo máximo de almacenamiento |
| Lácteo | 12 a 4 | 5 días |
| Leche pasteurizada | 2 a 4 | 4 meses |
| Crema | 2 a 4 | 30 días |
| Queso | 4 | 2 meses |
| Mantequilla | | |
| Frutas y Verduras | 2 a 5 | 2 semanas |
| Manzanas | 5 a 12 | 10 días |
| Aguacates | 13 a 16 | 10 días |
| Plátanos | 2 a 5 | 3 semanas |
| Uvas | 0 a 2 | 7 días |
| Melones | 4 a 10 | 7 a 10 días |
| Tomates | 2 a 4 | 10 a 14 días |
| Espinacas | 4 a 7 | 4 a 5 meses |
| Zanahorias | 2 a 4 | 3 meses |
| Calabazas | 2 a 4 | 3 semanas |
| Coliflor | 10 a 16 | 6 meses |
| Cebollas | | |
| Carne y Derivados | 10 a 16 | 15 días |
| Tocino | 2 a 4 | 3 semanas |
| Carne de res | 1 a 3 | 2 semanas |
| Carne de cerdo | 1 a 3 | 15 días |
| Jamón | 0 | 10 días |
| Pollo | 2 a 4 | 7 días |
| Salchicha | | |
| Varios | 4 a 7 | 8 meses |
| Huevo | 4 a 7 | 8 meses |
| Frijol cocido | 2 a 4 | 4 a 8 días |
| Maíz cocido | | |

*Siempre y cuando el alimento en cuestión se encuentre en buen estado y fresco al inicio de su almacenamiento.

Ilustración 9-2: Rangos de enfriamiento para cada tipo de alimentos.

Fuente: (Priego, 2015)

2.6. Sistema eléctrico vehicular

Es el sistema encargado de distribuir toda la alimentación almacenada en una fuente de energía, hacia los demás componentes eléctricos que conforman al vehículo.

Este sistema se encarga principalmente de la puesta en marcha del motor y del control de monitoreo para un buen funcionamiento.

El sistema eléctrico vehicular, está constituido por varios subsistemas que cumplen una función, tomando como única fuente de energía a la batería del vehículo, la misma que posee un voltaje nominal de 12 Vcc.

Estos subsistemas se dividen de la siguiente manera:

- Sistema de encendido
- Sistema de arranque
- Sistema de inyección

- Sistema de generación
- Sistema de iluminación

2.7. Comparación entre el sistema eléctrico de un auto y el de una moto

El sistema eléctrico de un auto como el de una moto, tienen el mismo tipo de funcionamiento al poseer componentes eléctricos similares en su estructura, estos basan su funcionamiento a partir de una fuente de energía, que por lo general se hace el uso de la batería de 12Vcc.

La similitud existente en estos sistemas está en sus componentes eléctricos y subsistemas que hacen posible el funcionamiento de cada uno de estos dos tipos de vehículos.

La principal diferencia entre los dos vehículos está en su tamaño, por lo general un automóvil tiene una estructura en masa superior al de una moto y por supuesto en su peso.

Estos dos vehículos son considerados equipos livianos, a diferencia de los demás equipos móviles que se usan generalmente en obras civiles. En el caso del automóvil, éste tiene un peso superior al de una moto y por ende mayor consumo de combustible para su funcionamiento, especialmente para este tipo de trabajos en donde se requiere que el vehículo esté en funcionamiento un mayor tiempo determinado en el día, para cumplir con las entregas a domicilio.

Otra diferencia importante entre los dos vehículos está en el uso de la fuente de energía para poner en marcha a dichos medios de transporte, principalmente por su cantidad de corriente, en donde la batería de cada uno posee un voltaje de 12Vcc.

Las baterías tanto para el auto como para la moto también difieren en tamaño y esto se da por el número de placas electrolíticas que poseen para la generación eléctrica.

2.7.1. Vehículo más adecuado para la transportación de alimentos a domicilio

El vehículo más adecuado para el trabajo de entregas; por ende, debe ser uno conveniente y el más liviano posible. Es por eso que en este proyecto se determina que el uso de una moto es el vehículo con viabilidad de acceso para la implementación de un sistema frigorífico en el trabajo de entrega de alimentos a domicilio.

A diferencia de un auto, la moto tiene ventajas que permite hacer de este emprendimiento un trabajo seguro y garantizado al momento de realizarlo. Dichas ventajas están enfocadas en el aspecto funcional, técnico y económico.

Cabe señalar que el objetivo de la selección de este vehículo es sin duda tomar como fuente de energía a la batería de la moto para poner en funcionamiento el sistema frigorífico.

2.8. Control y Automatización

El control y automatización es la aplicación de diferentes tecnologías para manipular y controlar un proceso industrial, el mismo que lleva a cabo funciones repetitivas, haciendo que opere automáticamente, reduciendo al mínimo la intervención humana, pudiendo conseguir que una empresa lleve a cabo su producción de manera óptima y más eficiente, minimizando sus costes de producción, pero manteniendo la calidad de sus productos finales.

2.8.1. Control automático de temperatura

Es un proceso de automatización programado, que permite detectar la temperatura en el interior del medio a enfriar según el rango de carga frigorífica del producto a refrigerar. (Vázquez Mouzo, 2017).

2.8.1.1. Control discreto o por histéresis

Este control se define como una diferencia de tiempos mediante una oscilación de dos puntos en el encendido y apagado de un controlador. (UDB, 2019).

2.8.1.2. Control PID

Es un mecanismo de control simultáneo por retroalimentación, el mismo que calcula la desviación o error entre una variable real y una variable a alcanzar.

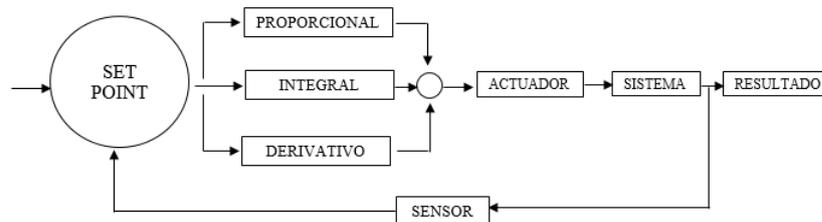


Ilustración 10-2: Esquema del controlador PID.

Realizado por: Gavilánez, D. 2022.

2.8.2. Microcontrolador

Es un procesador de computadora utilizado para complementar las funciones principales de un sistema. El microcontrolador puede realizar diversas operaciones, tales como aritmética de punto

flotante, gráficos, procesamiento de señales, procesamiento de cadenas de texto, encriptación o comunicación E/S con dispositivos periféricos.

Los microcontroladores pueden acelerar el rendimiento del sistema, ya que permiten descargar al procesador principal de aquellas tareas de cómputo que hacen un uso intensivo del mismo. (Guías Prácticas, 2017).

2.8.2.1. Programación de microcontroladores

La programación de microcontroladores es una secuencia de instrucciones que indica las acciones o tareas que han de ejecutarse para dar solución a un problema o para que un sistema cumpla una función determinada. (Rodríguez & Castañeda, 2014).

2.8.2.2. Lenguaje C

C es un lenguaje que proporciona una gran flexibilidad de programación de forma que el lenguaje deja bajo la responsabilidad del programador acciones que otros lenguajes realizan por sí mismos. (Bonet Esteban, 2018).

La programación C, consta de un conjunto de funciones, especialmente de la función “main”, la cual se ejecuta al iniciar el programa.

2.9. Dispositivos de monitoreo

Los sistemas de monitoreo son ampliamente utilizados en el control de procesos industriales, pues permiten mantener informado al operario sobre la situación actual del proceso en ejecución. (Cervantes, et al., 2017).

Por lo tanto, los dispositivos de monitoreo son componentes electrónicos que permiten el control de información del proceso de funcionamiento de equipos o sistemas, mediante la emisión y recepción de datos, directamente al operario.

Dichos procesos de monitoreo se lo pueden realizar con el uso de pantallas para la recepción de datos y la implementación de teclados o tableros de control para la emisión de estos.

2.9.1. LCD

Es un dispositivo formado por un determinado número de píxeles que se colocan delante de una fuente de luz. Este tipo de pantalla utiliza pequeñas cantidades de energía eléctrica y por eso las pantallas de LCD se utilizan en dispositivos con pilas o baterías.

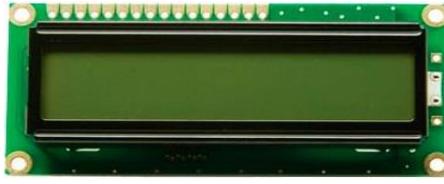


Ilustración 11-2: Pantalla LCD 20x4

Fuente: (OCTAVO BIT, 2021).

2.9.1.1. Funcionamiento de la pantalla LCD

El LCD modifica la luz que lo incide. Cuando un segmento recibe la tensión de polarización adecuada no reflejará la luz y aparecerá en la pantalla del dispositivo como un segmento oscuro.

El líquido de un LCD está entre dos placas de vidrio paralelas con una separación de unos micrones. Estas placas de vidrio tienen unos electrodos especiales que definen, con su forma, los símbolos, caracteres, etc. que se visualizarán.

La superficie del vidrio que hace contacto con el líquido es tratada de manera que induzca la alineación de los cristales en dirección paralela a las placas. Esta alineación permite el paso de la luz incidente sin ninguna alteración.

2.10. Plan de mantenimiento

Según la norma UNE-EN 13306, el plan de mantenimiento es un conjunto estructurado y documentado de tareas que incluyen las actividades, los procedimientos, los recursos y la duración necesaria para realizar el mantenimiento. (UNE-EN 13306, 2018).

2.11. Mantenimiento preventivo

Mantenimiento llevado a cabo para evaluar y/o mitigar la degradación y reducir la probabilidad de fallo de un elemento. (UNE-EN 13306, 2018).

2.11.1. Tareas de mantenimiento preventivo

Es un conjunto sistemático de tareas programadas periódicamente con el fin de evitar futuros fallos. (Vidal, 2021).

2.12. Mantenimiento correctivo

Mantenimiento que se realiza después del reconocimiento de una avería y que está destinado a poner a un elemento en un estado en que pueda realizar una función requerida. (UNE-EN 13306, 2018).

2.12.1. Tareas de mantenimiento correctivo

Según Francisco Vidal, son actuaciones técnicas que tienen el propósito de corregir averías que sobrevienen en el funcionamiento de un activo. (Vidal, 2021).

2.13. Mantenimiento basado en la condición

Mantenimiento preventivo que incluye una combinación de la evaluación de las condiciones físicas, el análisis y las posibles acciones de mantenimiento posteriores. (UNE-EN 13306, 2018).

2.14. Codificación de equipos

La codificación significa dar a las máquinas y equipos una dirección donde ubicarlas y un nombre para identificarlas. (Castro Alvarez, 2006).

Por lo tanto, es el proceso para dar una identificación única a un activo. La información proporcionada ayuda a controlar y conocer acerca de todas las instalaciones de una empresa u organización.

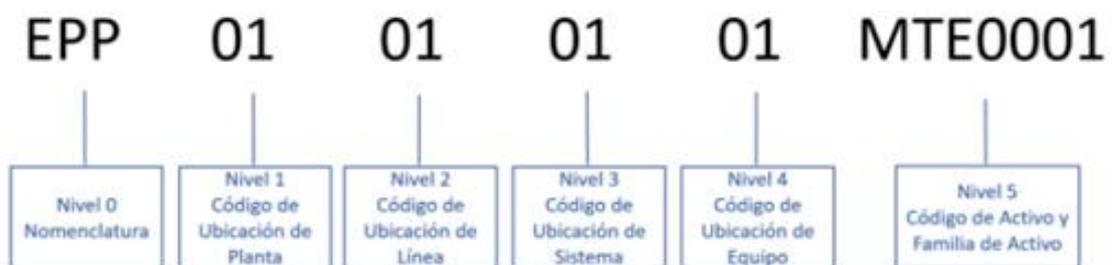


Ilustración 12-2: Estructura de codificación

Fuente: (SEDISA, 2021)

CAPÍTULO III

3. MARCO METODOLÓGICO

A continuación, se explicará la metodología con el que se llevará a cabo el desarrollo del presente proyecto, también los parámetros del diseño y construcción del sistema frigorífico, con el fin de cumplir con los objetivos planteados y dar a conocer los recursos utilizados bajo selección para la implementación de este.

3.1. Análisis y determinación de las necesidades frigoríficas de los diferentes tipos de alimentos

La carga frigorífica al que se somete cada producto difiere según la estructura de este; esto quiere decir que cada uno de ellos necesita cierto grado térmico para su conservación, para lo cual se tabula de forma general un conjunto de alimentos mayormente consumidos en un grupo específico de productos.

- Cárnicos
- Pescados y mariscos
- Hortalizas
- Huevos
- Bebidas
- Frutas
- Lácteos
- Productos elaborados

Tabla 1-3: Carga frigorífica para distintos tipos de alimentos

| TIPO DE PRODUCTO | ALIMENTOS | TEMPERATURA DE REFRIGERACIÓN (°C) | PORCENTAJE DE AGUA (%) | TEMPERATURA DE CONGELACIÓN (°C) | HUMEDAD RELATIVA (%) |
|------------------|---------------------------|-----------------------------------|------------------------|---------------------------------|----------------------|
| Hortalizas | Ajo | 0 °C | 78 - 92 | De -0.8 a -2.8 | 65 - 95 |
| | Apio | | | | |
| | Brocoli | | | | |
| | Cebolla | | | | |
| | Col | | | | |
| | Coliflor | | | | |
| | Lechugas | | | | |
| | Maíz | | | | |
| | Espinacas | | | | |
| | Zanahoria | | | | |
| Remolacha | | | | | |
| Frutas | Cerezas, fresas, ciruelas | De -1 a 0 | 87 - 95 | De -0.8 a -2.8 | 90 - 95 |
| | Limonas | De 11 a 15 | | | 86 - 88 |
| | Mandarinas | De 0 a 3 | | | 90 - 95 |
| | Manzanas | De -1 a -3 | | | 90 |
| | Melocotones | De -1 a 1 | | | 90 |
| Cárnicos | Carne de res | De 0 a 1 | 55 - 70 | De -1.7 a -2.2 | 90 - 95 |
| | Carne de cerdo | De 0 a 1 | | | 83 - 90 |
| | Tocino | De -4 a 1 | | | 85 |
| | Jamón | De -1 a 0 | | | 83 - 90 |
| | Pollo | De 0 a 1 | | | 83 - 90 |
| | Salchicha | De 0 a 4 | | | 85 - 90 |
| | Yogurt | De 5 a 10 | | | Baja |
| | Leche entera | De 7 a 13 | | | Baja |
| Lácteos | Queso | De 3 a 5 | 87 | -0.5 | 75 - 85 |
| | Mantequilla | De 0 a 4 | | | 80 - 85 |
| | Helados | De -20 a -25 | | | Baja |

Fuente: Oscar Río Martín; 2015.

Realizado por: Gavilánez, D. 2022.

3.2. Diseño y construcción del contenedor frigorífico

La construcción del contenedor frigorífico inicia por el desarrollo del diseño estructural del mismo con el objeto de tomar como referencia las magnitudes, dimensiones y la guía de ensamblaje.

3.2.1. Proceso de diseño del contenedor

El contenedor requiere de precisión dimensional, en donde se consiga un producto definido y una funcionalidad concreta con respecto al trabajo requerido para el que se diseña y se construye, lugar en dónde se trabaja con un ambiente térmico de refrigeración para la conservación de los alimentos.

Debido a la accesibilidad y facilidad de manejo, el software de diseño mecánico SolidWorks 2021, se usa para el modelado del contenedor.

El proceso de diseño mecánico se basa en un conjunto de pasos de modelación de cada pieza del contenedor, realizando un croquizado de piezas definiendo sus parámetros estructurales en cada uno para su posterior ensamblaje y representación de sus planos.

El modelado de cada pieza consiste en un proceso de diseño de chapa metálica, en el que permita modificar espesores del material para realizar pliegues. De esta manera en base al diseño, se logra facilitar una guía de construcción para la elaboración real del contenedor y así fijar los puntos en donde se debe sellar cada pieza y lograr un hermetismo del contenedor.

Al ser un diseño mecánico para la fabricación de un activo, se hace indispensable la proyección de planos que especifiquen las dimensiones de cada pieza para su construcción.

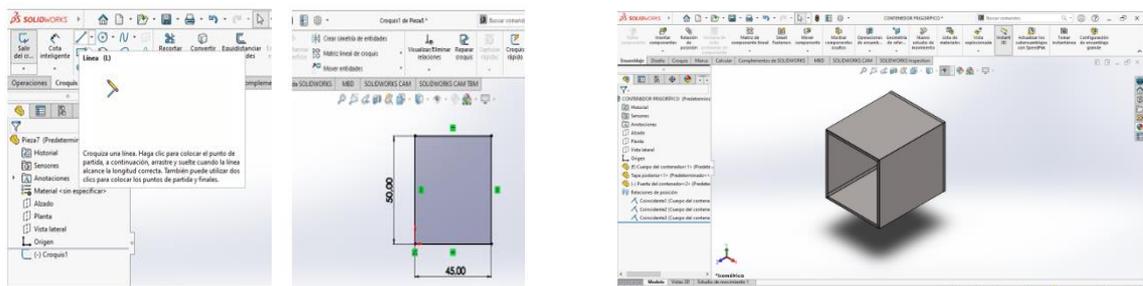


Ilustración 1-3: Croquizado y modelado de piezas.

Realizado por: Gavilánez, D. 2022.

El diseño establece los parámetros más importantes que requiere el frigorífico solicitadas por el usuario, para que éste pueda cumplir las condiciones de trabajo y de esta manera llevar a cabo su funcionamiento.

Los parámetros considerados durante el análisis son los siguientes:

- Materiales de construcción.
- Capacidad de almacenaje.
- Hermetismo
- Tiempo de vida útil del contenedor.
- Costos de inversión.

3.2.1.1. Materiales de construcción

Durante la selección se hace un estudio de las propiedades de los distintos posibles materiales para trabajar durante su mecanizado.

La selección se lleva a cabo con el manejo del método de la jerarquización de la gestión integral de materiales.

Este método presenta los siguientes puntos de gestión para el análisis de selección y así definir sus propiedades más adecuadas para la selección del material, mediante la siguiente jerarquía. (Ocampo, 2013).

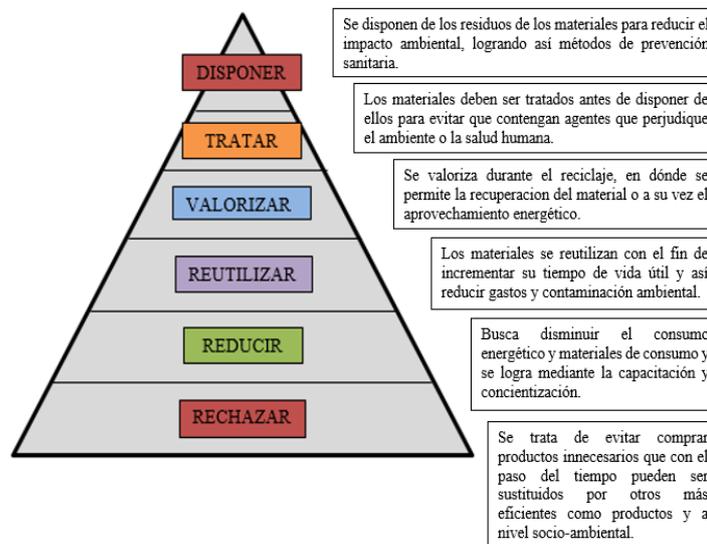


Ilustración 2-3: Jerarquización de la gestión de materiales

Fuente: (Ocampo, 2013).

3.2.1.2. Capacidad de almacenaje

En el diseño se estipula un volumen interno lo suficientemente amplio, para que abarque la cantidad necesaria de productos alimenticios para su transporte al domicilio correspondiente.

(Lasso Barrionuevo, 2015)

3.2.1.3. Hermeticidad

Durante la construcción, una hermetización correcta en el cierre del contenedor impide el paso de temperatura proveniente del exterior y preservar el ambiente frío en el interior del contenedor.

3.2.1.4. Tiempo de vida útil del contenedor

La vida útil de un activo, siempre se centra en la duración estructural de los materiales. En el caso de este contenedor, la conservación de su estructura depende siempre del ambiente al que se lo exponga, ya que para el trabajo que realiza en este emprendimiento el contenedor siempre va a estar en contacto con el aire libre de la ciudad en donde se trabaje porque su transportación se lo realiza con una moto, el mismo que no posee cubierta de protección durante la trayectoria de su recorrido.

Para este punto, es importante que el contenedor frigorífico, tenga un programa de mantenimiento para conservarlo y así mantener una disponibilidad prolongada, en donde el usuario no se vea afectado por posibles fallas o averías.

3.2.2. Construcción del contenedor

Aquí se procede a seguir los pasos del diseño y a tomar los materiales reales basados en el análisis de selección para la construcción del contenedor.

3.2.2.1. Análisis para la selección del material de construcción

Este punto analítico, especifica cuál de dos posibles materiales de preselección es el más adecuado para su adquisición, mecanizado y uso.

Para este análisis se desarrolla un cálculo de esfuerzo y deformación de los siguientes materiales:

- Acero inoxidable
- Acero galvanizado

3.2.2.2. Cálculo de esfuerzo y deformación del acero inoxidable y acero galvanizado

En base a tabulación del manual (AHMSA, 2013), el esfuerzo de fluencia del acero es de 2530 Kg/cm² (250 MPa, 36 ksi), según la norma ASTM. De esta manera se calcula la fuerza de torsión para el mecanizado de la lámina en toda su superficie estructural.

Acero galvanizado

Tabla 2-3: Esfuerzo de flexión para el acero galvanizado según la norma ASTM.

| Nomenclatura | | F _y (3) | | F _u (4) | |
|--------------|----------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|
| NMX (1) | ASTM (2) | MPa | kg/cm ² | MPa | kg/cm ² |
| B-254 | A36 | 250 | 2 530 | 400 a 550 | 4 080 a 5 620 |
| B-99 | A529 | 290 | 2 950 | 414 a 585 | 4 220 a 5 975 |
| B-282 | A242 | 290 | 2 950 | 435 | 4 430 |
| | | 320 | 3 235 | 460 | 4 710 |
| | | 345 | 3 515 | 485 | 4 920 |
| B-284 | A572 | 290 | 2 950 | 414 | 4 220 |
| | | 345 | 3 515 | 450 | 4 570 |
| | | 414 | 4 220 | 515 | 5 270 |
| | | 450 | 4 570 | 550 | 5 620 |
| | A992 | 345 | 3 515 | 450 a 620 | 4 570 a 6 330 |
| B-177 | A53 | 240 | 2 460 | 414 | 4 220 |
| B-199 | A500 (5) | 320 | 3 235 | 430 | 4 360 |
| B-200 | A501 | 250 | 2 530 | 400 | 4 080 |
| | A588 | 345 (6) | 3 515 (6) | 483 (6) | 4 920 (6) |
| | A913 | 345 a 483 (7) | 3 515 a 4 920 (7) | 448 a 620 (7) | 4 570 a 6 330 (7) |

Fuente: (AHMSA, 2013).

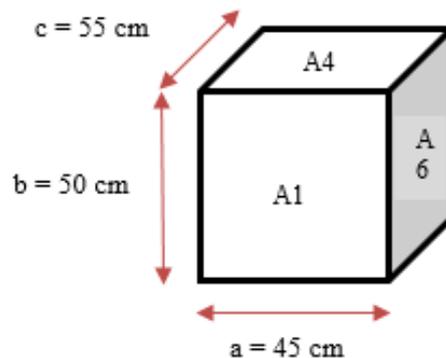
$$\sigma = \frac{F}{A}$$

Dónde:

σ = Flexión o esfuerzo máximo de fluencia del acero galvanizado.

F = Fuerza aplicada en el material.

A = Sección transversal del material.



En la determinación de la fuerza de pliegue aplicado en la lámina galvanizada de dicho material, hay que tomar en cuenta dos parámetros importantes que permiten realizar el plegado de la chapa, guiados de su respectiva tabulación según el calibre de la lámina galvanizada. Los parámetros para tomar en cuenta son.

- El ancho de pliegue de la lámina (a).
- El espesor de la lámina, según su calibre (e).

Acero galvanizado

| Producto | Calibre | Espesor-mm | Espesor-pulg | Medida-pulg | Medida-m | Area-m | Peso |
|--|---------|------------|--------------|-------------|--------------|--------|-------|
| Lamina Galvanizada 24 | | | | | | | |
|  Lamina Galvanizada 24-3x6 | 24 | 0.569 | 0.0224 | 3 x 6 | 0.914 x 1.83 | 1.672 | 8.32 |
|  Lamina Galvanizada 24-3x8 | 24 | 0.569 | 0.0224 | 3 x 8 | 0.914 x 2.44 | 2.230 | 11.10 |
|  Lamina Galvanizada 24-3x10 | 24 | 0.569 | 0.0224 | 3 x 10 | 0.914 x 3.05 | 2.788 | 13.88 |
|  Lamina Galvanizada 24-4x8 | 24 | 0.569 | 0.0224 | 4 x 8 | 1.22 x 2.44 | 2.977 | 14.81 |
|  Lamina Galvanizada 24-4x10 | 24 | 0.569 | 0.0224 | 4 x 10 | 1.22 x 3.05 | 3.721 | 18.51 |

Ilustración 3-3: Calibres y espesores de acero galvanizado.

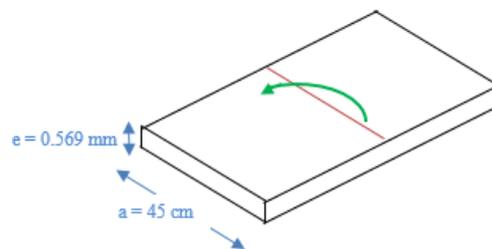
Fuente: (VIMAR, 2013).

$$A_1 = a \times e$$

$$A_1 = (45 \text{ cm}) (0.569 \text{ mm})$$

$$A_1 = (45 \text{ cm}) (0.569 \text{ mm}) \left(\frac{1 \text{ cm}}{10 \text{ mm}} \right)$$

$$A_1 = 2.560 \text{ cm}^2$$

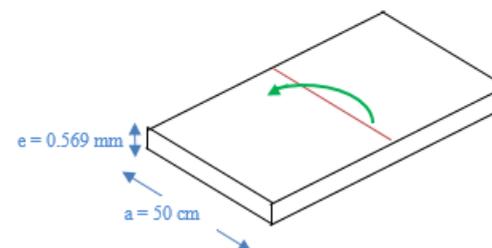


$$A_2 = a \times e$$

$$A_2 = (50 \text{ cm}) (0.569 \text{ mm})$$

$$A_2 = (50 \text{ cm}) (0.569 \text{ mm}) \left(\frac{1 \text{ cm}}{10 \text{ mm}} \right)$$

$$A_2 = 2.845 \text{ cm}^2$$

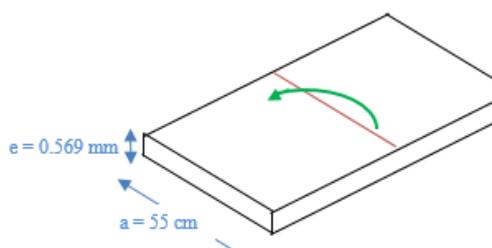


$$A_3 = a \times e$$

$$A_3 = (55 \text{ cm}) (0.569 \text{ mm})$$

$$A_3 = (55 \text{ cm}) (0.569 \text{ mm}) \left(\frac{1 \text{ cm}}{10 \text{ mm}} \right)$$

$$A_3 = 3.129 \text{ cm}^2$$



$$\sigma = \frac{F}{A}$$

$$F_1 = \sigma \times A_1$$

$$F_1 = (2530 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2})(2.560\text{cm}^2)$$

$$F_1 = 4526.7 \text{ kgf}$$

$$F_1 = 44.39 \text{ kN}$$

$$F_2 = \sigma \times A_2$$

$$F_2 = (2530 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2})(2.845\text{cm}^2)$$

$$F_2 = 51.47 \text{ kN}$$

$$F_3 = \sigma \times A_3$$

$$F_3 = (2530 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2})(3.129\text{cm}^2)$$

$$F_3 = 58.52 \text{ kN}$$

Acero inoxidable

La determinación de la fuerza de pliegue aplicado al acero inoxidable que distingue si es el más adecuado para el uso de la construcción del contenedor, a diferencia de la lámina galvanizada y así realizar la selección del material más adecuado.

La tabla indica los espesores del acero inoxidable según la norma AISI para la serie 304.

| | |
|----------|---|
| FA140275 | Acero Inoxidable - AISI 304L Hoja, Espesor:0,25 mm, Anchura del rollo:46 mm, Estado:recocido |
| FA140300 | Acero Inoxidable - AISI 304L Hoja, Espesor:0,3 mm, Estado:recocido |
| FA140350 | Acero Inoxidable - AISI 304L Hoja, Espesor:0,5 mm, Estado:recocido |
| FA140351 | Acero Inoxidable - AISI 304L Hoja, Espesor:0,5 mm, Estado:recocido, Condition:Aplanado |
| FA140450 | Acero Inoxidable - AISI 304L Hoja, Espesor:0,75 mm, Estado:recocido |

Ilustración 4-3: Calibres y espesores de acero inoxidable.

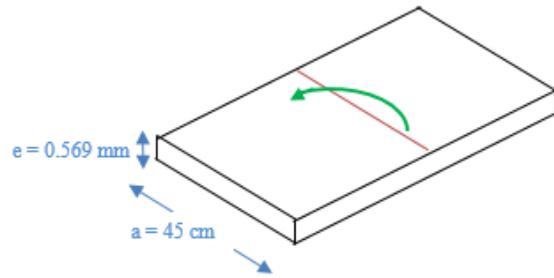
Fuente: (GoodFellow, 2008-2021)

$$A_1 = a \times e$$

$$A_1 = (45 \text{ cm}) (0.75 \text{ mm})$$

$$A_1 = (45 \text{ cm}) (0.75 \text{ mm}) \left(\frac{1 \text{ cm}}{10 \text{ mm}} \right)$$

$$A_1 = 3.375 \text{ cm}^2$$



$$A_2 = a \times e$$

$$A_2 = (50 \text{ cm}) (0.75 \text{ mm})$$

$$A_2 = (50 \text{ cm}) (0.75 \text{ mm}) \left(\frac{1 \text{ cm}}{10 \text{ mm}} \right)$$

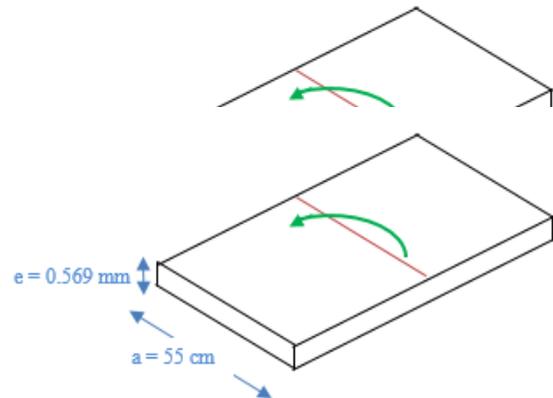
$$A_2 = 3.75 \text{ cm}^2$$

$$A_3 = a \times e$$

$$A_3 = (55 \text{ cm}) (0.75 \text{ mm})$$

$$A_3 = (55 \text{ cm}) (0.75 \text{ mm}) \left(\frac{1 \text{ cm}}{10 \text{ mm}} \right)$$

$$A_3 = 4.125 \text{ cm}^2$$



| FICHA TÉCNICA DEL ACERO INOXIDABLE | | | |
|--|--|--------------------------------------|-------------------------------------|
| TABLA DE CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DEL ACERO INOXIDABLE | | | SERIE |
| | | | Acero al Cromo - Níquel - Molibdeno |
| PROPIEDADES FÍSICAS | COEFICIENTE DE DILATACIÓN A 100C | (x 10 ⁶ C ⁻¹) | 16.02 - 16.5 |
| | INTERVALO DE FUSIÓN | (C) | 13711398 |
| PROPIEDADES ELÉCTRICAS | PERMEABILIDAD ELÉCTRICA EN ESTADO SOLUBLE RECOCIDO | | AMAGNÉTICO 1.008 |
| | CAPACIDAD DE RESISTENCIA ELÉCTRICA A 20C | (μΩm) | 0.73 - 0.74 |
| PROPIEDADES MECÁNICAS A 20C | DUREZA BRINELL RECOCIDO HRB/CON DEFORMACIÓN EN FRÍO | | 130185 / - |
| | DUREZA ROCKWELL RECOCIDO HRB/CON DEFORMACIÓN EN FRÍO | | 7085 / - |
| | RESISTENCIA A LA TRACCIÓN RECOCIDO / DEFORMACIÓN EN FRÍO | Rm (N/mm ²) | 540690 / - |
| | ELASTICIDAD RECOCIDO / CON DEFORMACIÓN EN FRÍO | Rp (N/mm ²) | 205410 / - |
| | ELONGACIÓN (A5) MIN | (%) | |
| | RESILIENCIA KCUL / KVL | (1/cm ²) | 160 / 180 |

* Son aceptables tolerancias de un 1%

| FICHA TÉCNICA DEL ACERO INOXIDABLE | | | |
|--|--|---|--------------------------------------|
| TABLA DE CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DEL ACERO INOXIDABLE | | | SERIE |
| | | | Acero al Cromo - Níquel - Molibdeno |
| PROPIEDADES MECÁNICAS EN CALIENTE | ELASTICIDAD | RP (0.2) A 300C/400C/500C | (N/mm ²) 140 / 125 / 105 |
| | | RP (1) A 300C/400C/500C | (N/mm ²) 166 / 147 / 127 |
| | LÍMITE DE FLUENCIA A 500C/600C/700C/800C | σ ₁ /10 ³ /t (N/mm ²) | 82 / 62 / 20 / 6.5 |
| TRATAMIENTOS TÉRMICOS | RECOCIDO COMPLETO / RECOCIDO INDUSTRIAL | (OC) | ENFR. RÁPIDO 10081120 |
| | TEMPLADO | | NO ES POSIBLE |
| | INTERVALO DE FORJA INICIAL / FINAL | (C) | 1200 / 925 |
| | FORMACIÓN DE CASCARILLA. SERVICIO CONTINUO / SERVICIO INTERMITENTE | | 925 / 840 |
| OTRAS PROPIEDADES | SOLDABILIDAD | | MUY BUENA |
| | MAQUINABILIDAD COMPARADO CON UN ACERO BESSEMER PARA a. B1112 | | 45% |
| | EMBUCCIÓN | | BUENA |

* Son aceptables tolerancias de un 1%

Ilustración 5-3: Esfuerzo de flexión para el acero inoxidable según la norma AISI.

Fuente: (IMPORT ACEROS, 2018)

$$\sigma = \frac{F}{A}$$

$$F_1 = \sigma x A_1$$

$$F_1 = (500 \times 10^5 \frac{N}{mm^2})(3.375 \text{ cm}^2) \left(\frac{1mm^2}{(10cm)^2} \right)$$

$$F_1 = 1687.5 \text{ kN}$$

$$F_2 = \sigma x A_2$$

$$F_2 = (500 \times 10^5 \frac{N}{mm^2})(3.75 \text{ cm}^2) \left(\frac{1mm^2}{(10cm)^2} \right)$$

$$F_2 = 1875000 \text{ N}$$

$$F_2 = 1875 \text{ kN}$$

$$F_3 = \sigma x A_3$$

$$F_3 = (500 \times 10^5 \frac{N}{mm^2})(4.125 \text{ cm}^2) \left(\frac{1mm^2}{(10cm)^2} \right)$$

$$F_3 = 2062.5 \text{ kN}$$

3.2.2.3. Proceso de fabricación del contenedor

Una vez analizado dichos puntos de selección, se toma la decisión de trabajar con acero galvanizado.

Esta lámina metálica posee propiedades mecánicas que brindan ciertas ventajas para la construcción del contenedor.

La propiedad más importante es la maleabilidad, pues esta permite modificar los espesores de sus capas hasta obtener pliegues que da forma a las piezas del contenedor.

Los pasos de fabricación son pasos sencillos de elaboración mecánica y entre ellos tenemos a los siguientes:

- Trazado
- Corte del material
- Proceso de pliegue
- Ensamble de piezas
- Acabado superficial
- Aislamiento térmico

3.3. Desarrollo e implementación del sistema de control de temperatura

Para lograr un control térmico, se ve la necesidad de diseñar e implementar un controlador para los niveles de carga térmica del frigorífico, teniendo en cuenta los siguientes parámetros de funcionamiento:

- Capacidad de trabajo
- Voltaje de funcionamiento
- Tipo de corriente
- Temperatura de convección

El sistema frigorífico está conformado por dos circuitos electrónicos:

- Circuito de control
- Circuito de potencia

3.3.1. Diseño e instalación del control automática del frigorífico

El proceso consiste en instalar y programar un circuito de control para la automatización, en donde dicha instalación se basa en un microcontrolador, que tiene como objetivo controlar la carga térmica de refrigeración automáticamente destinado a cada producto alimenticio.

3.3.1.1. Estructuración del circuito de mando

La estructura de conexión del circuito de control automático empieza desde las líneas de la fuente de alimentación con el que se activa todo el sistema del frigorífico, ingresando directamente a los pines de la tarjeta de mando.

Los componentes utilizados en este circuito son:

- Tarjeta de control Arduino UNO
- Teclado de tipo matricial
- Pantalla LCD de
- Encoder de 7 segmentos
- Cables de conexión

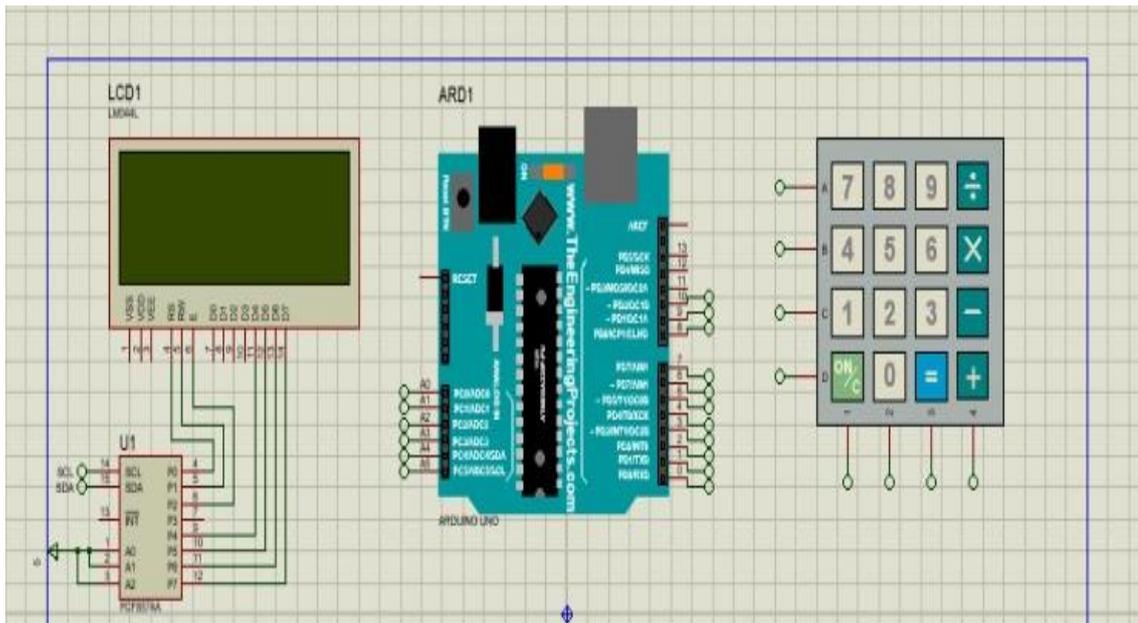


Ilustración 6-3: Estructura del circuito de mando

Realizado por: Gavilánez, D. 2021.

3.3.1.2. Programación y automatización

El microcontrolador, ingresa los datos de programación bajo el lenguaje tipo C. Por ende, se elabora un diagrama de programación, el cual establece el modo de operación del sistema de navegación del frigorífico al poner en marcha el sistema de control.

3.3.1.3. Diagrama de programación

Para determinar estas condiciones de trabajo sistemático, se elabora un diagrama de flujo para esquematizar las funciones principales del sistema de control automático, representado en la Ilustración 7-3.

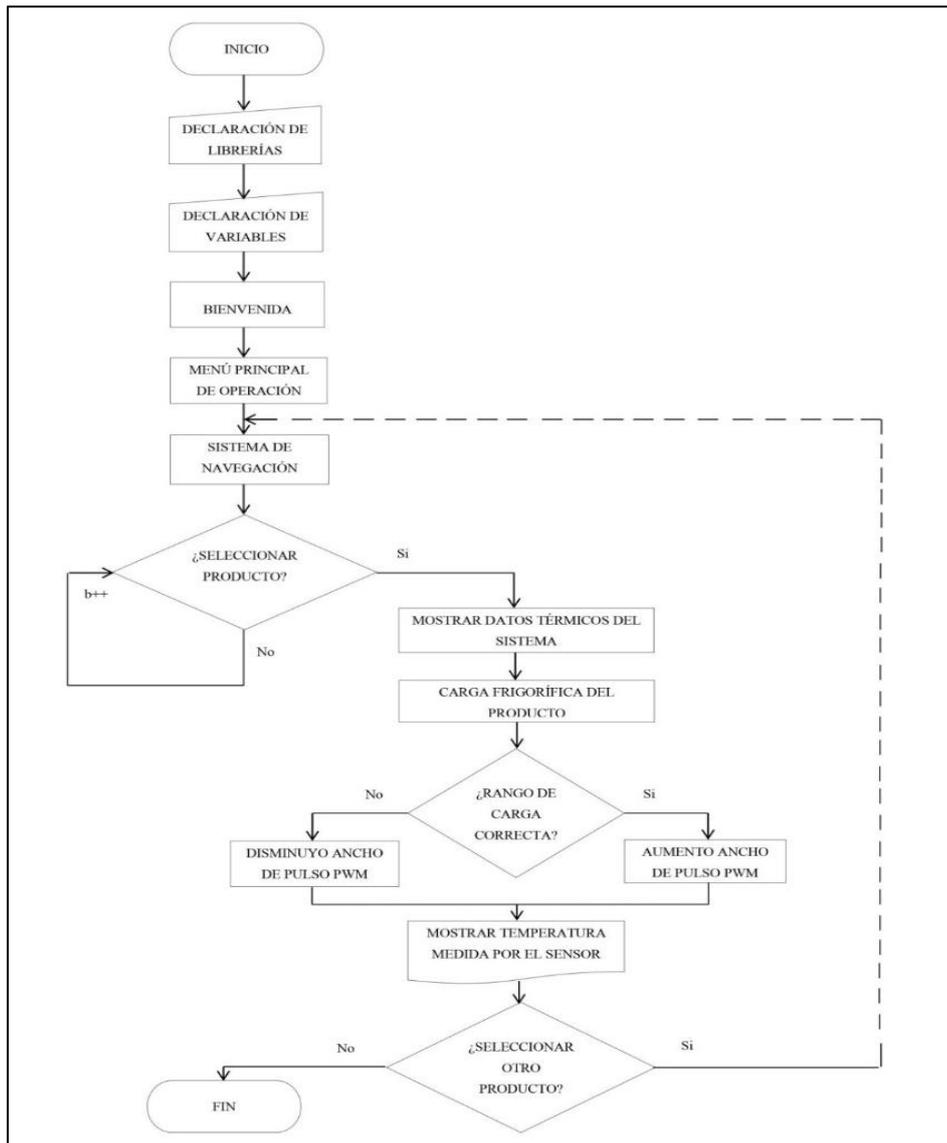


Ilustración 7-3: Diagrama de flujo de programación para el sistema de control automático

Realizado por: Gaviláñez, D. 2022.

3.3.1.4. Estructuración del circuito de potencia

Este circuito, corresponde al sistema de trabajo que desarrollan los elementos de enfriamiento para generar la temperatura necesaria para refrigerar los productos alimenticios.

La estructuración del circuito de potencia, está implementado por tres grupos de conexión Darlington, debido a que cada uno de ellos tienen salidas independientes hacia la placa de potencia, en donde todas las placas Peltier utilizadas en el sistema realizan su trabajo bajo el efecto Peltier; es decir, cuando una de las caras calienta toda la energía calorífica producida es disipada

hacia el exterior por un grupo de celdas de aluminio, conectados a un ventilador para mantener en rango térmico de refrigeración en cada producto.

Este circuito está conformado de la siguiente manera:

- Tres optoacopladores 4N35
- Seis transistores TIP31
- Tres celdas Peltier 12706
- Sensor de temperatura tipo sonda LM35
- Tres ventiladores de PC
- Tres disipadores de aluminio en forma de aleta.

A continuación, se esquematiza la estructura del circuito de potencia del sistema.

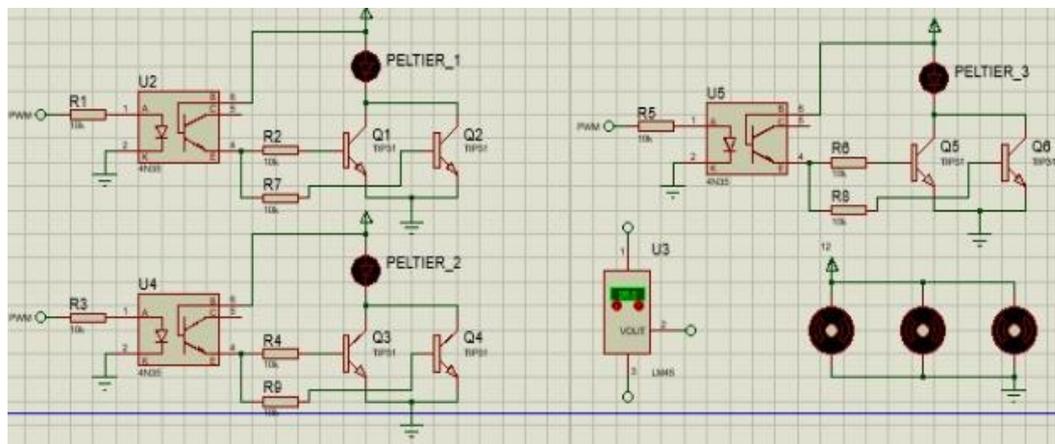


Ilustración 8-3: Estructuración del circuito de potencia.

Realizado por: Gavilánez, D. 2022.

En la estructura del circuito, se instala optoacopladores 4N35 para crear una interface entre el circuito de control y el circuito de potencia y así separar las corrientes que fluyen por cada uno de ellos ya que en el circuito de control pasa una corriente más baja que en la de potencia.

3.3.2. *Dispositivos requeridos para el sistema de enfriamiento*

En el presente trabajo se elabora un sistema de control implementado un microcontrolador, que ejecuta datos de programación en donde determinan las acciones para que el frigorífico cumpla una función requerida, siendo este independiente del monitoreo y control directo por parte del usuario.

Para este proceso automatización, se hace necesario de uso de los siguientes dispositivos:

3.3.2.1. Tarjeta de mando

Como dispositivo de control automático, se hace el uso del Arduino UNO. Este microcontrolador es programado para recibir y emitir señales de carga frigorífica en base al producto alimenticio a conservar. Dichas señales se ingresan utilizando las codificaciones operativas del lenguaje de programación C, en donde el microcontrolador del Arduino cumple como función el control automático de temperatura del frigorífico en base a los datos de tablas establecidas en las investigaciones previas con respecto a la carga frigorífica de cada producto alimenticio los cuales se van a registrar en el monitoreo del sistema para su selección.



Ilustración 9-3: Tarjeta de mando del microcontrolador

Realizado por: Gavilánez, D. 2022.

3.3.3. Dispositivos de monitoreo

Los datos ingresados en la programación del controlador deben ser visualizados durante el funcionamiento del sistema, para llevar un registro escrito y así emitir al microcontrolador la carga térmica que recibe cada producto dentro del contenedor.

Las cargas térmicas de enfriamiento son los valores en donde el sistema de refrigeración se posiciona automáticamente, siendo estos un valor fijo para la conservación. Este punto depende de la exactitud programable, porque si los valores no se encuentran dentro del rango determinado, se corre el riesgo de la presencia de los factores de descomposición que puede comprometer a la calidad de los productos y de esta manera no se cumpliría con la función principal del controlador. Para el monitoreo se hace el uso de los siguientes elementos:

3.3.3.1. Pantalla emisora y receptora de datos

Los datos informáticos, en el funcionamiento del frigorífico, se hace con la ayuda de una LCD de 20 x 4 pixeles.



Ilustración 10-3: Pantalla LCD de 20 x4 pixeles

Realizado por: Gavilánez, D. 2022.

La instalación de este dispositivo se hace indispensable, para el monitoreo y control de los datos que se emiten y receptan durante el proceso operativo del frigorífico, para que por medio de la pantalla el operario visualice la información generada en el funcionamiento durante el enfriamiento del producto que se transporta.

Se elige trabajar con este dispositivo como fuente de monitoreo, porque es en donde se muestran los valores de pantalla sobre el rango de enfriamiento y su número de pixeles es el que permite mostrar todos los datos con sus caracteres informativos completos, para que la lectura de dicha información sea comprendida por el usuario y pueda operarlo correctamente.

3.3.3.2. Controlador manual

El monitoreo y selección de productos alimenticios, se lo realiza a través de la intervención del operario, para ello el sistema debe contar con un dispositivo que permita ingresar la información necesaria para que los dispositivos actuadores en función al enfriamiento cumplan su trabajo según lo requiera el usuario.

Para este proceso de operación, se hace el uso e instalación de un teclado numérico del tipo matricial como parte del sistema de monitoreo para una fácil manipulación del sistema frigorífico.



Ilustración 11-3: Teclado de control manual

Realizado por: Gavilánez, D. 2022.

El teclado se conecta a los pines de entrada de la tarjeta de control, en donde toda la información programada en el microcontrolador Arduino, sea reconocida por cada una de las teclas de este dispositivo, puesto que cada una de ellas cumple una función en el sistema operativo del frigorífico.

Aquí el operario emite las funciones de trabajo que deben cumplir los dispositivos de control y de potencia de dicho sistema según éste lo requiera y por medio de su pantalla el operario visualice la información ingresada, comprobando así que dichas funciones se cumplan sin problema en el momento de la operación del frigorífico.

3.3.4. Dispositivos de potencia

Al igual que todo el sistema frigorífico, el circuito de potencia requiere de dispositivos de trabajo para llevar a cabo las funciones de refrigeración, entre dichos dispositivos tenemos a los siguientes:

3.3.4.1. Tarjeta de potencia

Las conexiones eléctricas del circuito de potencia son controladas por una placa de mando, en donde todas las líneas de conexión son circuito impresos en pistas de conducción eléctrica. El elemento que actúa como tarjeta de control, es la baquelita.

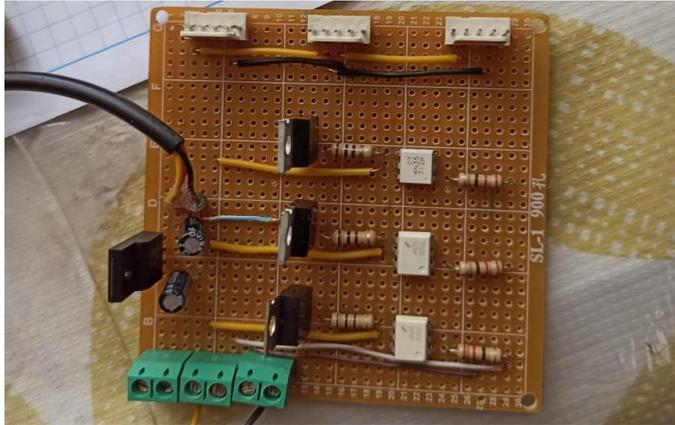


Ilustración 12-3: Tarjeta de potencia

Realizado por: Gavilánez, D. 2022.

3.3.4.2. Elementos térmicos

El contenedor frigorífico, al ser un sistema eléctrico debe trabajar con elementos que proporcione enfriamiento, basando su funcionamiento únicamente con la electricidad. Por lo mismo, los elementos de refrigeración deben poseer propiedades eléctricas que permitan realizar un trabajo de enfriamiento controlable.

Considerando los puntos mencionados, se decide trabajar con la placa Peltier como generador de frío. Este dispositivo eléctrico funciona con corriente continua según la tabulación de la ilustración 14-3 de sus características, dicha selección se hace correcta, porque el sistema eléctrico del vehículo funciona de igual manera con corriente continua y un voltaje de 12Vcc.



Ilustración 13-3: Placa de enfriamiento

Realizado por: Gavilánez, D. 2022.

3.3.4.3. Descripción técnica de la placa de enfriamiento

| | | |
|-----------------------------------|------|------|
| TEC1-12706 | | |
| Performance Specifications | | |
| Hot Side Temperature (°C) | 25°C | 50°C |
| Qmax (Watts) | 50 | 57 |
| Delta Tmax (°C) | 66 | 75 |
| I _{max} (Amps) | 6.4 | 6.4 |
| V _{max} (Volts) | 14.4 | 16.4 |
| Module Resistance (Ohms) | 1.98 | 2.30 |

Size table:

| | | | | | |
|----|----|-----|--|--|--|
| A | B | C | | | |
| 40 | 40 | 3.8 | | | |



Ilustración 14-3: Ficha técnica de la placa Peltier.

Fuente: (Cetronic Componentes Electrónicos, s.f.)

3.3.4.4. Funcionamiento de los disipadores térmicos

Los disipadores cumplen la función de evacuar hacia el exterior todo el calor generado por una de las caras de cada placa Peltier durante el trabajo que realiza el contenedor al refrigerar los alimentos.

Por otro lado, también se usan estos disipadores en el interior de contenedor, pero con un tamaño menor a los externos, para que se concentre todo el frío generado desde la placa en la cara de enfriamiento, consiguiendo así un proceso isotérmico en el trabajo del contenedor.

Para lograr dichos trabajos de evacuación y convección de temperatura, se toma la decisión de trabajar con disipadores de PC con su respectivo ventilador, para lograr una mejor transferencia de temperatura fría en el interior del contenedor.



Ilustración 15-3: Disipador de temperatura

Realizado por: Gavilánez, D. 2022.

3.3.4.5. Medidor de temperatura

Para medir la temperatura interna del frigorífico durante su funcionamiento, se ve la necesidad de usar un sensor térmico LM35, como dispositivo de medida.

Este instrumento se conecta en los pines de entrada del circuito de control, el cual emite todos los datos térmicos a la pantalla LCD, con respecto a la variación de temperatura que se ejecuta durante la selección de los productos y la conservación de enfriamiento en el contenedor.



Ilustración 16-3: Sensor de temperatura tipo sonda LM35

Fuente: (MICROCONTROLADORES, s.f.)

3.3.4.6. Aislantes térmicos

En cada conjunto de disipación, se usa como aislante térmico dos elementos importantes durante la construcción del circuito de potencia, éstos son:

- 1 Tabla tríplex, con espesor de 1mm.
- Espuma de poliuretano



Ilustración 17-3: Aislantes térmicos del circuito de potencia

Realizado por: Gavilánez, D. 2022.

La tabla tiene como función, restringir el paso de la variación térmica que se produce entre las dos caras de la celda Peltier, las mismas que no pueden entrar en contacto directo porque se corre el riesgo de perder un equilibrio térmico.

La espuma de poliuretano impide que toda la temperatura del exterior ingrese al volumen del contenedor para conservar la refrigeración.

3.3.5. Reconocimiento de caracteres y variables de programación

El lenguaje de programación C, usa variables en dónde cada una de ellas establece funciones dentro de los microprocesadores de la tarjeta de mando, emitiendo a todo el sistema de control las funciones requeridas por el usuario, con respecto a la carga térmica que recibe cada producto alimenticio a bordo del frigorífico, permitiendo establecer cada nivel de temperatura automáticamente.

Según el diagrama de flujo de esta programación, debe cumplir sistemáticamente el orden de sus funciones con respecto a los comandos de control como también a los de monitoreo.

Las librerías en donde la programación hace que cada una de ellas reconozca las funciones requeridas e ingresadas en el Arduino por el usuario, describiéndolas de la siguiente manera:

3.3.5.1. Librerías de la programación

- 1) <Keypad.h>: Tiene como función, reconocer las tareas del teclado de operación.
- 2) <Wire.h>: Permite realizar las operaciones de medida del sensor de temperatura.
- 3) <LiquidCrystal_I2C.h>: Reconoce las funciones de recepción de los datos que recibe la pantalla LCD.
- 4) Meanfiler:
- 5) PID: Algoritmos de control.

3.3.5.2. Variables de programación

m = Variable auxiliar para cada lectura.

e = Variable de tiempo en la lectura de datos para cada 2000 ms.

p = Variable auxiliar de tiempo.

b = Selección de productos alimenticios.

c = Cambio de pantalla de operación.

z = string = Cadena de caracteres que permiten la impresión de datos térmicos en el LCD.

o = set point = Variable del rango térmico de control.

cel = Variable auxiliar, que filtra los rangos decimales en los datos numéricos de temperatura.

3.4. Análisis termodinámico para la instalación de placas Peltier

Como objetivo principal, se establece lograr mantener el interior del contenedor lo más frío posible para la conservación de alimentos; es decir se debe bajar la temperatura hasta un valor máximo de 0°C.

Para lograr esto, se calcula el valor del volumen interno del contenedor, ya que según ese dato se determina el número de placas Peltier en la implementación del circuito de potencia, ya que es el elemento de refrigeración del contenedor.

Se ve la necesidad de tomar ciertos datos para el cálculo térmico, como son los siguientes:

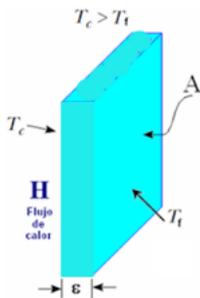
Tabla 3-3: Datos termodinámicos.

| DESCRIPCIÓN | DATOS |
|---|--|
| Temperatura máxima del ambiente | 22 °C |
| Temperatura máxima de refrigeración | 0 °C |
| Espesor de la placa Peltier | 3,8 mm |
| Dimensiones del interior del contenedor | Largo = 47cm; Ancho = 42cm ; Profundidad = 52cm |
| Factor convectivo del aire (CENGEL, 2012) | $12\left(\frac{W}{m^2K}\right)$ |

Realizado por: Gavilánez, D. 2022.

En este cálculo, se pretende determinar el número de placas Peltier a utilizar en el sistema de refrigeración del contenedor frigorífico. Para ello se necesita del uso de las siguientes ecuaciones basadas en el efecto de Peltier y el efecto Seebeck.

ENERGÍA TÉRMICA LIBERADA POR LA PLACA PELTIER



$$V = a * b * c$$

$$V = (52 * 47 * 42) \text{ cm}^3$$

$$V = 102648 \text{ cm}^3$$

$$V = 102,65 \text{ L}$$

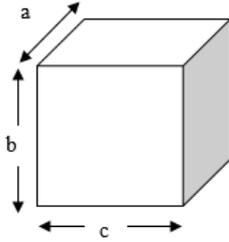
$$\Delta T = T_2 - T_1$$

$$\Delta T = 0 \text{ °C} - 22 \text{ °C}$$

$$\Delta T = -22 \text{ °C}$$

$$\Delta T(\text{°C}) = \Delta T(\text{K})$$

$$\Delta T = -22 \text{ K}$$



$$\delta = \frac{m}{V}$$

$$m = (1,225 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3})(0,10265 \text{ m}^3)$$

$$m = 0,1257 \text{ kg}$$

CALOR DE CONVECCIÓN

$$Q_{\text{conv}} = h * \Delta T * S \quad (1)$$

Dónde:

Q_{conv} = Calor de convección generado por el contenedor.

h = Factor convectivo del contenedor ($\frac{W}{\text{m}^2\text{K}}$).

ΔT = Diferencia de temperatura entre el ambiente del contenedor y la temperatura destinada[°C].

S = Sección de las caras planas de la placa.

$$S = a * b$$

$$S = (40\text{mm})(40\text{mm})$$

$$S = 0.0016\text{m}^2$$

$$Q_{\text{conv}} = h * \Delta T * S$$

$$Q_{\text{conv}} = 12(\frac{W}{\text{m}^2\text{K}})(22\text{K})(0.0016\text{m}^2)$$

$$Q_{\text{conv}} = 0.42 \text{ W}$$

$$Q_{\text{conv}} = 0.42 \text{ W} * 3 \text{ Placas}$$

$$Q_{\text{conv}} = 1,26 \text{ W}$$

CALOR SENSIBLE

$$Q_s = m * C_p * \Delta T \quad (2)$$

Dónde:

Q_s = Calor sensible.

m = masa del aire.

C_p = Calor específico del aire a presión constante ($\frac{\text{kJ}}{\text{kg K}}$).

ΔT = Diferencia de temperatura

$$Q_s = m * C_p * \Delta T$$

$$Q_s = (0,1257 \text{ kg})(1,005 \frac{\text{kJ}}{\text{kg K}})(22 \text{ K})$$

$$Q_s = 2,78 \text{ kJ}$$

$$Q_s = 2780 \text{ J}$$

$$Q_{\text{conv}} = \frac{Q_s}{\Delta t}$$

$$\Delta t = \frac{Q_s}{Q_{\text{conv}}}$$

$$\Delta t = \frac{2780 \text{ J}}{0,42 \text{ J/s}}$$

$$\Delta t = 6619,05 \text{ s}$$

$$\Delta t = 1,84 \text{ h}$$

$$\Delta t = \frac{2780 \text{ J}}{1,26 \text{ J/s}}$$

$$\Delta t = 2206,35 \text{ s}$$

$\Delta t = 0,61 \text{ h} \cong 36,6 \text{ min}$ con tres celdas Peltier

CALOR SENSIBLE

$$Q_s + W = \Delta E_c + \Delta E_p + \Delta U \quad (3)$$

$$K = \frac{C_p}{C_v}$$

$$C_v = \frac{C_p}{K}$$

$$C_v = \frac{1,005 \frac{\text{kJ}}{\text{kg K}}}{1,4}$$

$$C_v = 0,72 \frac{\text{kJ}}{\text{kg K}}$$

PRIMERA LEY DE LA TERMODINÀMICA

$$-Q_s + W = \Delta E_c + \Delta E_p - \Delta U$$



INNOVATIVE BS501012M 12V 0,10A 3 cable Enfriamiento Ventilador

INNOVATIVE BS501012M 12V 0,10A 3 cable Enfriamiento Ventilador

| | |
|-----------------|-------------------------|
| Tipo De Parte | Cooling Fan |
| Modelo | BS501012M |
| Marca | INNOVATIVE |
| Longitud | 50 |
| Anchura | 50 |
| altura | 10 |
| voltaje | 12V |
| Corriente | 0.10A |
| vatios | 1.20 W/h |
| RPM | 4000 +/- 10% |
| Flujo CFM (Máx) | 8,79 CFM / 0,249 m3/min |
| Ruido (dBA) | 29 |
| MTBF | 50000 horas |
| Cable | 3 |

Ilustración 18-3: Datos técnicos del ventilador interno de disipación

Fuente: (ELECOK Cooling Fan, s.f.)

$$-Q_s + W = \Delta E_c + \Delta E_p - \Delta U$$

$$-2780J + 1,2W \cdot h = \frac{1}{2} m V^2 + m \cdot C_v \cdot \Delta T$$

$$-2780J + \frac{1,2J}{s} \cdot h \left(\frac{3600s}{1h} \right) = \frac{1}{2} (0,1257 \text{ kg}) V^2 + (0,1257 \text{ kg}) \left(720 \frac{J}{\text{kg K}} \right) (-22 \text{ K})$$

$$1J = 1Nm = \frac{\text{kgm}}{\text{s}^2} \cdot \text{m} = \text{kg} \frac{\text{m}^2}{\text{s}^2}$$

$$\frac{-2780 \frac{\text{kg m}^2}{\text{s}^2}}{\text{kg}} + \frac{4320 \frac{\text{kg m}^2}{\text{s}^2}}{\text{kg}} = \frac{(0,06285 \text{ kg}) V^2}{\text{kg}} + \frac{(0,1257 \text{ kg}) \left(720 \frac{\text{kg m}^2}{\text{kg K}} \right) (-22 \text{ K})}{\text{kg}}$$

$$-2780 \frac{\text{m}^2}{\text{s}^2} + 4320 \frac{\text{m}^2}{\text{s}^2} = (0,06285) V^2 - 1991,09 \frac{\text{m}^2}{\text{s}^2}$$

$$V^2 = 56182,81 \text{ m}^2/\text{s}^2$$

$$V = 237,03 \text{ m/s}$$

$$\dot{V} = V \cdot A$$

$$V = \frac{\dot{v}}{A} = \frac{0,249 \text{ m}^3/\text{min}}{\pi r^2} = \frac{0,249 \text{ m}^3/\text{min} \left(\frac{1 \text{ min}}{60}\right)}{\pi(0,025\text{m})^2}$$

V=2,11m/s

La velocidad del aire en el interior del módulo debería ser de 237,03 m/s y si comparamos la velocidad unitaria que es de 2,11 m/s, en teoría se deben instalar 112 dispositivos de ventilación para mantener la temperatura baja en el volumen interno del primer contenedor.

En el equilibrio de energías no se considera a la energía potencial, porque dentro del contenedor se determina una velocidad de flujo de aire generada por ventiladores y no una altura de sometimiento del sistema durante su funcionamiento.

3.4.1. Instalación de la placa Peltier en el disipador de temperatura.

Los cálculos establecen el uso de tres placas Peltier para la implementación del circuito de potencia en el sistema de refrigeración en el punto 3.4.

3.4.1.1. Proceso de instalación de la placa Peltier en el disipador de temperatura.

La instalación de dichos dispositivos de refrigeración es un proceso sencillo, en donde se toma en cuenta la polaridad de conexión, siendo un dispositivo de corriente continua, lo cual beneficia al procedimiento de instalación, puesto que la batería del vehículo a utilizar durante el transporte es de 12Vcc.

Por cada placa Peltier, se implementa un disipador de temperatura, siendo sistemas eléctricos conectados en paralelo.

La cara que calienta se ubica en la superficie del disipador externo, el cual evacúa el calor generado hacia el exterior, mientras que la cara que enfría se posiciona en la superficie del disipador más pequeño, ubicándose éste en el interior del contenedor para disipar toda la energía térmica de refrigeración con mayor rendimiento y conservar refrigerado el volumen de carga del frigorífico.

Cada instalación de placa cuenta con dos tipos de aislante para mantener separados la variación de temperatura y evitar que se genere un desequilibrio térmico, lo cual puede provocar una pérdida de eficiencia de refrigeración y así comprometer la calidad de los productos, al no tener un adecuado proceso de refrigeración.

3.5. Funcionamiento del sistema de refrigeración

La puesta a punto y arranque del sistema de refrigeración, precisa de una prueba de funcionamiento.

La prueba se hace con el prototipo completo en sus dos sistemas de trabajo, tanto el de mando como el de potencia. Es aquí en donde se verifica que los parámetros establecidos en las investigaciones y los datos ingresados en la programación se cumplan a medida que se pone al sistema frigorífico en marcha.

3.5.1. Prueba de funcionamiento en el sistema de control

Se conecta las líneas de alimentación a una fuente de energía de CC energizando al sistema, en donde la corriente de trabajo está por ende los 1.70A, ya que si la intensidad no abastece al sistema, las condiciones de funcionamiento se pueden ver interrumpidas en un punto previo a la navegación para realizar la selección de los productos, impidiendo continuar con la comprobación de funcionamiento, en el muestreo de los datos térmicos ingresados para dar cumplimiento con la automatización de carga térmica en cada producto.

Al inicio de la prueba, el circuito es extraído del contenedor, con la finalidad de realizar las pruebas, usando como tarjeta de potencia una placa protoboard momentáneamente para facilitar las conexiones. Esto en conjunto con una inspección eléctrica, comprobamos como el control de mando recibe la corriente necesaria que le permite emitir la información hacia el sistema de monitoreo.



Ilustración 19-3: Prueba de funcionamiento del sistema de mando

Realizado por: Gavilánez, D. 2022.

Durante el funcionamiento, en el circuito de control se verifica que los componentes electrónicos de automatización emitan la información ingresada a todo el sistema de refrigeración, esto se

logra revisando que dichos datos se impriman en la pantalla del sistema de monitoreo. De no ser así, se inspecciona la conexión de los elementos y posteriormente a la programación del microcontrolador, para descartar cualquier posibilidad de fallo o avería en el microcontrolador.

Después del intro en la presentación de la pantalla, el sistema se posiciona en el menú principal de navegación, lugar en donde nos muestra todos los productos registrados.

Con la tecla numeral (#) el sistema entra en navegación con la lista de productos a seleccionar, mientras que con el cinco (5) se acepta dicha selección, abriéndose esta en una nueva pantalla permitiendo visualizar al usuario la temperatura del sistema y la de operación al que debe someterse el producto elegido según el rango de carga térmica.



Ilustración 20-3: Prueba de navegación
Realizado por: Gaviláñez, D. 2022.

3.5.2. *Prueba de funcionamiento del sistema de potencia*

Las pruebas de este circuito consisten en verificar que tanto las placas de enfriamiento como los disipadores se encuentren en marcha, ya que si uno de los ventiladores detiene su trabajo, la temperatura de refrigeración en el interior del contenedor no va a ser la misma.

Una situación similar se puede dar con una de las placas de enfriamiento, en donde si una de ella llega a fallar, se tiene que poner en alto el funcionamiento del frigorífico, para reemplazar dicha placa, puesto que es un elemento desechable con un solo tiempo de vida útil al servicio del activo y del usuario.



Ilustración 21-3: Prueba de navegación
Realizado por: Gaviláñez, D. 2022.

3.6. Selección del vehículo que va a transportar al contenedor frigorífico.

Al referirnos a un vehículo liviano por ende este debe ser de fácil manejo, cómodo para el operario, ergonómico y estable, para un buen desempeño de carga.

Cuando se adquiere un vehículo para este tipo de trabajos emprendedores, es importante que haya en existencia dentro del mercado los repuestos para su respectivo mantenimiento.

Según el mantenimiento a realizar en el vehículo, se toma en cuenta los insumos a utilizar para ello, ya sea por el tipo de motor, marca, cilindraje y año de fabricación.

Tomando en cuenta todos los aspectos mencionados, para este emprendimiento en definitiva el vehículo más adecuado es la moto, ya que cumple con todas las características de funcionamiento y accesibilidad en el aspecto económico y funcional para el usuario y su trabajo.

3.6.1. Sistema de anclaje

El sistema de anclaje en la moto, bajo diseño debe ser una estructura sencilla y construida con un material resistente al peso del contenedor, por lo que es recomendable construirlo de un material metálico y de preferencia de hierro dúctil, para que se acople perfectamente al diseño y estructura del contenedor.

De la misma forma, este sistema se diseña con la ayuda del software mecánico SolidWorks 2021, y de esta manera especificar por medio de este el material posible a utilizar en su posterior construcción.

3.6.1.1. Diseño del sistema de anclaje

Durante el diseño se toma como referencia la estructura del contenedor y los puntos de sujeción del chasis de la moto para un diseño ergonómico y sencillo del anclaje del contenedor. Por lo tanto, el diseño del sistema de anclaje del contenedor queda de la siguiente manera.



Ilustración 22-3: Diseño del sistema de anclaje
Realizado por: Gavilánez, D. 2022.

3.6.1.2. Cálculo de resistencia

El presente cálculo determina los valores de los momentos y fuerzas internas resultantes de la sección transversal en los puntos de carga de la estructura del sistema de anclaje con respecto al peso del contenedor, puesto que con este procedimiento pretende analizar los resultados para la selección del material de construcción de la estructura con los respectivos valores resultantes de resistencia de materiales.

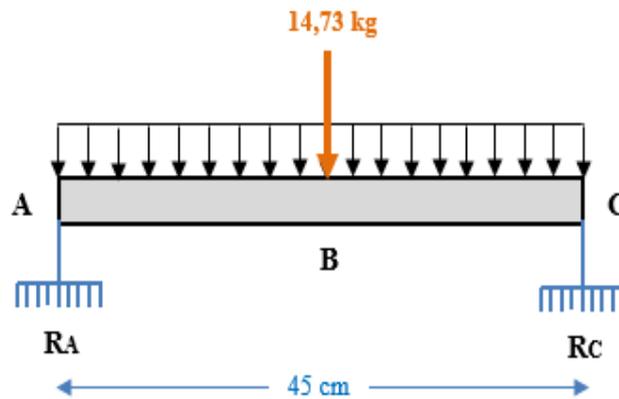
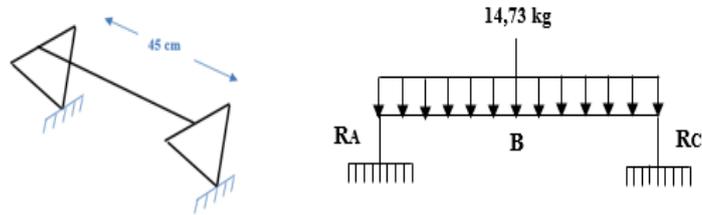


Diagrama de cuerpo libre del sistema



Cálculo de las reacciones en los soportes A y C

$$\sum M_A = 0$$

$$R_A(0,225m) - R_C(0,225m) = 0$$

$$R_A(0,225m) = R_C(0,225m)$$

$$R_A = R_C$$

$$\sum F_y = 0$$

$$-R_A + m - R_C = 0$$

$$-R_A + 14,73\text{kg} - R_C = 0$$

$$-R_C + 14,73\text{kg} - R_C = 0$$

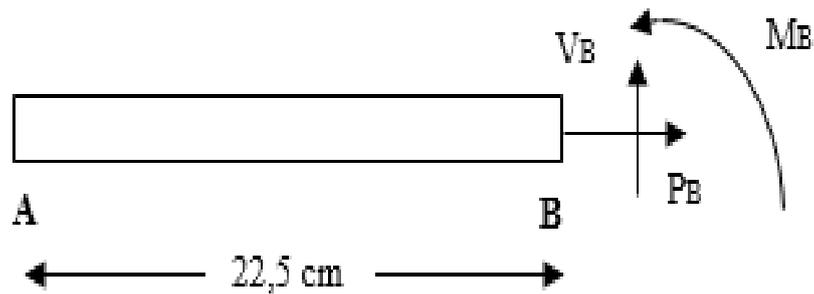
$$-2R_C + 14,73 \text{ kg} = 0$$

$$R_C = 7,37 \text{ kg}$$

$$R_A = R_C$$

$$R_A = 7,37 \text{ kg}$$

Diagrama de cuerpo libre de la sección AB



Cálculo de fuerzas internas en la sección AB

$$\sum F_x = 0$$

$$P = 0$$

$$\sum F_y = 0$$

$$R_A - 14,73 \text{ kg} + V_B = 0$$

$$7,37 \text{ kg} - 14,73 \text{ kg} + V_B = 0$$

$$V_B = 7,36 \text{ kg}$$

$$\sum M_B = 0$$

$$R_A(0,225 \text{ m}) - M_B = 0$$

$$(7,37 \text{ kg})(0,225 \text{ m}) - M_B = 0$$

$$1,66 \text{ kgm} - M_B = 0$$

$$M_B = 1,66 \text{ kg}$$

3.7. Características técnicas del contenedor frigorífico

Tabla 4-3: Ficha técnica del contenedor frigorífico

|  | | SISTEMA FRIGORÍFICO D.G | | Código | DG-01 |
|--|-------|---------------------------|-------------------------------------|------------------|--------------------|
| | | FICHA TÉCNICA DEL SISTEMA | | Fecha | 18/03/2021 |
| | | | | Versión | 001 |
| MÁQUINA-EQUIPO | | Contenedor frigorífico | | UBICACIÓN | Taller Automotriz |
| FABRICANTE | | Dennys Gavilánez. R. | | SECCIÓN | Electromecánico |
| MODELO | | D-1 | | | |
| MARCA | | D.G | | | |
| CARACTERÍSTICAS GENERALES | | | | | |
| PESO | 14,73 | ALTURA | 50cm | ANCHO | 45cm |
| | | LARGO | 55cm | MATERIAL | Lámina galvanizada |
| DATOS TÉCNICOS | | | ILUSTRACIÓN GRÁFICA DEL FRIGORÍFICO | | |
| TENSIÓN | | 12 V | | | |
| AMPERAJE | | 8,53 A | | | |
| FRECUENCIA | | 60 Hz | | | |
| CORRIENTE | | CC | | | |
| FUNCIÓN DEL ACTIVO | | | | | |
| <ul style="list-style-type: none"> • Este frigorífico, tiene como función la conservación de alimentos mediante refrigeración controlada. • Controlar la carga frigorífica del sistema de enfriamiento para cada tipo de alimento automáticamente. | | | | | |
|  | | | | | |

Realizado por: Gavilánez, D. 2022.

3.8. Desglose jerárquico del sistema frigorífico para la elaboración del plan de mantenimiento

La jerarquía para todos los equipos y subsistemas que conforman al contenedor frigorífico, se lo desglosa para llevar a cabo un plan de mantenimiento, el cual debe cumplirse desde su puesta en marcha.

3.8.1. Orden jerárquico según la norma UNE-EN 13306

El orden jerárquico, se lo lleva a cabo en seis niveles de codificación.

1. Planta
2. Área
3. Sistema
4. Equipo
5. Componente
6. Elemento

Con estos seis niveles se procede a la elaboración del plan de mantenimiento, bajo codificación para el reconocimiento de cada dispositivo que hace parte del sistema de refrigeración.

La elaboración de dicho plan se lleva a cabo en una hoja de cálculo de Excel, para llevar una frecuencia en el registro de las tareas que se debe realizar en el frigorífico, cuando corresponda realizar algún tipo de mantenimiento, garantizando la disponibilidad prolonga del activo.

3.8.2. Tareas de mantenimiento del contenedor frigorífico

Las tareas de mantenimiento para este activo son trabajos sencillos los cuales no presentan una demanda de labores tan extensas para su desempeño en el trabajo.

Al no ser un sistema muy complejo estructuralmente, entre las principales tareas de mantenimiento las enumeramos a continuación:

- Limpieza del contenedor
- Inspección térmica
- Inspecciones eléctricas
- Re calibración de conductores
- Inspección eléctrica en la tarjeta de mando
- Cambio de ventiladores en los disipadores de temperatura
- Cambio de placas de refrigeración
- Reajuste de los tornillos de anclaje en las bisagras
- Re calibración en terminales de conexión
- Inspección eléctrica en pantalla de monitoreo

3.8.3. Estructura de codificación

Cada rango jerárquico, tiene una estructura de códigos para describir cada activo que conforma el frigorífico. Estos caracteres de codificación son alfabéticos y alfanuméricos según el nivel. Los niveles se estructuran de la siguiente manera:

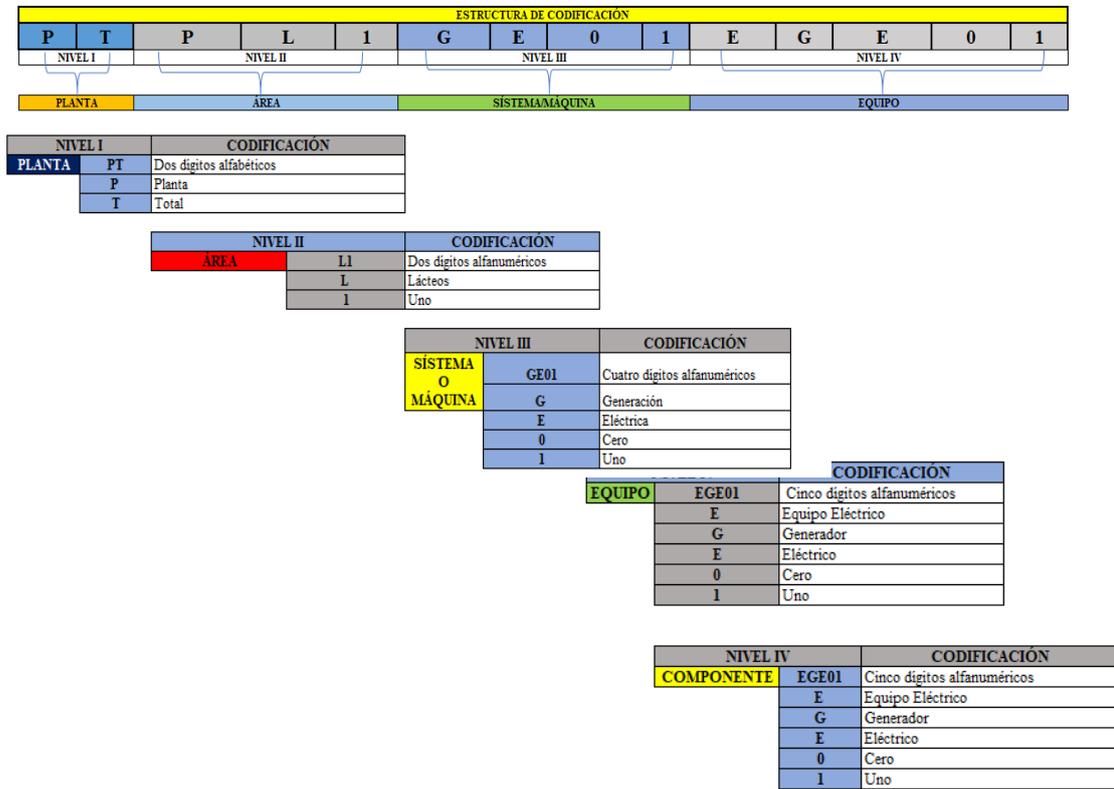


Ilustración 23-3: Estructura de codificación jerárquica

Realizado por: Gavilánez, D. 2022.

CAPÍTULO IV

4. DESARROLLO Y CONSTRUCCIÓN

4.1. Definición de las necesidades frigoríficas de los diferentes tipos de alimentos

El presente proyecto de implementación técnica obtiene como resultado una distribución térmica en cada grupo de productos que registra el microcontrolador, según sus necesidades conservación, siendo éstas reconocidas por la programación.

Tabla 1-4: Cargas frigoríficas según el producto alimenticio

| PRODUCTOS ALIMENTICIOS | RANGOS TÉRMICOS DE REFRIGERACIÓN | |
|------------------------|----------------------------------|--------------|
| | CARGA MÍNIMA | CÁRGA MÁXIMA |
| Cárnicos | 0 °C | 2 °C |
| Pescado y mariscos | 1 °C | 2 °C |
| Hortalizas | 3 °C | 5 °C |
| Huevos | 2 °C | 4 °C |
| Bebidas | 0 °C | 2 °C |
| Frutas | 0 °C | 2 °C |
| Lácteos | 4 °C | 4 °C |
| Productos elaborados | 2 °C | 2 °C |

Fuente: Oscar Río Martín; 2015.

Realizado por: Gavilánez, D. 2022.

4.2. Obtención del contenedor frigorífico para el transporte de alimentos en vehículos livianos.

Este contenedor se obtiene mediante dos puntos de fabricación:

- Obtención bajo diseño mecánico.
- Mecanizado en material de construcción seleccionado

4.2.1. *Obtención bajo diseño mecánico del contenedor*

Aquí se imparte las dimensiones del contenedor a través de los planos, ya que es en donde se puede ver en detalle las dimensiones y parámetros de construcción del contenedor.

En cada modelado su respectivo plano de diseño.

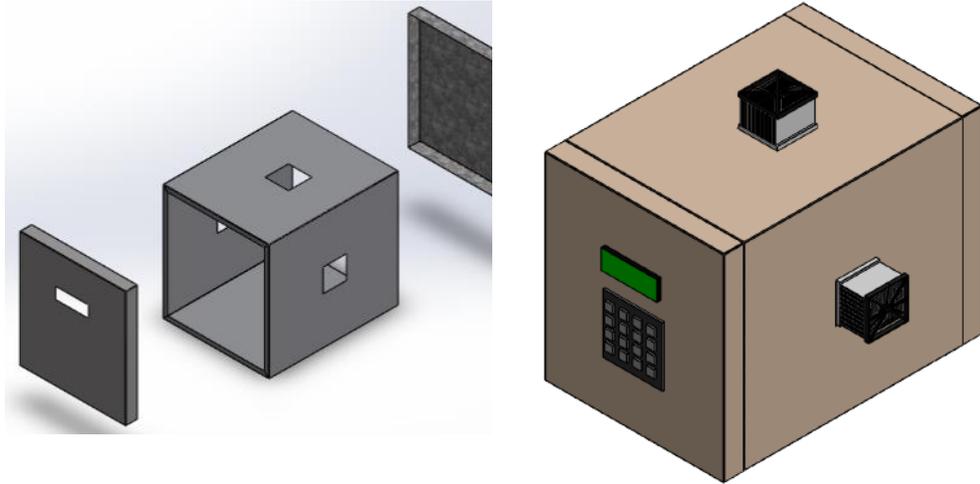


Ilustración 1-4: Ensamblaje del contenedor frigorífico.

Realizado por: Gavilánez, D. 2022.

4.2.2. Mecanizado en material de construcción seleccionado

La construcción del contenedor se obtiene con el uso de los planos realizados en el diseño y así proyectar sus parámetros en el material seleccionado.

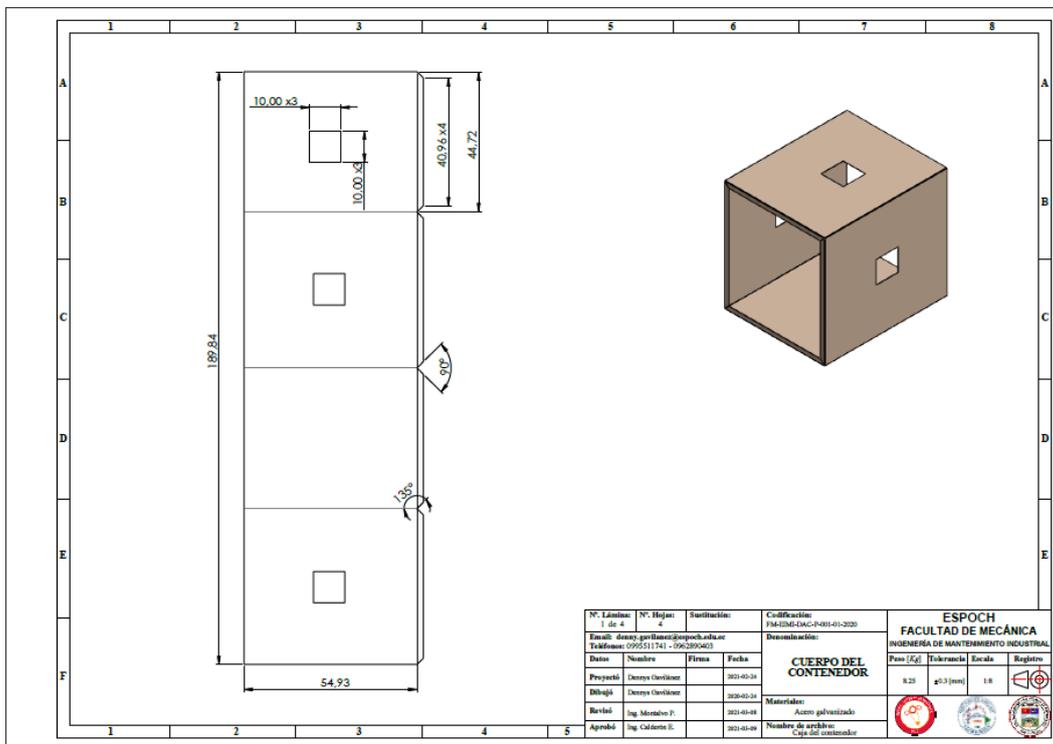


Ilustración 2-4: Planos del cuerpo del contenedor para su fabricación.

Realizado por: Gavilánez, D. 2022.



Ilustración 3-4: Contenedor mecanizado y ensamblado

Realizado por: Gavilánez, D. 2022.

4.2.3. Selección del material de construcción del contenedor

Se estima el uso de posibles materiales para la construcción del contenedor, entre los principales se establece:

- Acero inoxidable
- Lámina galvanizada

Se decide trabajar con acero galvanizado para realizar la construcción del contenedor ya que, a diferencia del acero inoxidable y el plástico, dicha lámina tiene espesores que son accesibles para la deformación de su estructura material para su mecanización y esto se logra gracias a su propiedad maleable.

4.2.3.1. Análisis para la selección del material de construcción

En base al manual (AHMSA, 2013), el esfuerzo de fluencia del acero es de 2530 Kg/cm^2 (250 MPa, 36 ksi), según la norma ASTM. De esta manera se calcula la fuerza de torsión para el mecanizado de la lámina en toda su superficie estructural.

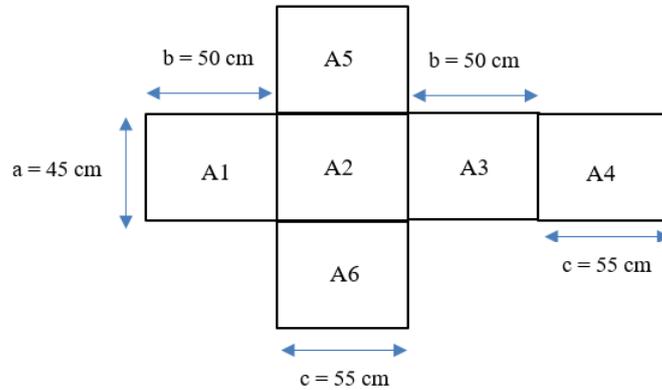
Tabla 2-4: Valores de pliegue en cada chapa metálica según el tipo de acero.

| FUERZAS DE PLIEGUE EN CADA SECCIÓN SEGÚN EL TIPO DE ACERO | | | |
|---|-----------|----------|-----------|
| Acero inoxidable | 1687.5 kN | 1875 kN | 2062.5 kN |
| Acero galvanizado | 44.39 kN | 51.47 kN | 58.52 kN |

Realizado por: Gavilánez, D. 2022.

4.2.3.2. Análisis de costos para la selección del material de construcción

Un indicador importante para la selección del material es el costo, en donde para crear un activo se hace una estimación presupuestal para la adquisición de los distintos materiales que conforman el sistema.



En el cálculo del costo del material, interviene el valor del área total de la chapa mecanizada, con el valor unitario por cada metro cuadrado de la misma.

$$A = b \times h$$

$$A_1 = A_3$$

$$A_2 = A_4$$

$$A_5 = A_6$$

$$A_1 = a \times b$$

$$A_1 = (45 \text{ cm}) \times (50 \text{ cm})$$

$$A_1 = 2250 \text{ cm}^2$$

$$A_1 = A_3 = 2250 \text{ cm}^2$$

$$A_2 = a \times c$$

$$A_2 = (45 \text{ cm}) \times (55 \text{ cm})$$

$$A_2 = 2475 \text{ cm}^2$$

$$A_2 = A_4 = 2475 \text{ cm}^2$$

$$A_5 = b \times c$$

$$A_5 = (50 \text{ cm}) \times (55 \text{ cm})$$

$$A_5 = 2750 \text{ cm}^2$$

$$A_5=A_6=2750 \text{ cm}^2$$

$$A_T=A_1 + A_2 + A_3 + A_4 + A_5 + A_6$$

$$A_T= (2250+2475+2250+2475+2750+2750) \text{ cm}^2$$

$$A_T=14950 \text{ cm}^2 \left(\frac{1\text{m}^2}{(100\text{cm})^2} \right)$$

$$A_T=1.495 \text{ m}^2$$

Con el área total de la chapa, el siguiente paso es calcular el costo unitario del material por metro cuadrado. Para ello se utiliza el valor total de la plancha tanto de la lámina galvanizada como del acero inoxidable, debido a que el área de trabajo del mecanizado es la misma para ambos materiales preseleccionados. Y es aquí en dónde se realiza la comparación de valores según el costo unitario para cada material con respecto a su costo real por plancha metálica para realizar la construcción del contenedor.

Tabla 3-4: Costos de adquisición para cada plancha metálica.

| MATERIAL DE CONSTRUCCIÓN | DIMENSIÓN POR PLANCHA | COSTO DE CADA PLANCHA |
|--------------------------|-----------------------|-----------------------|
| Acero inoxidable | (1.22 x 2.20) m | \$ 85 |
| Lámina galvanizada | (1.22 x 2.20) m | \$ 40 |

Realizado por: Gavilánez, D. 2022.

En primer lugar, se obtiene el área de las planchas dimensionadas.

$$A_{\text{plancha}} = b \times h$$

$$A_{\text{plancha}} = (1.22\text{m})(2.20\text{m})$$

$$A_{\text{plancha}} = 2.684 \text{ m}^2$$

4.2.3.3. Cálculo del costo unitario por metro cuadrado en acero inoxidable

Como segundo paso, se calcula el costo unitario por cada metro cuadrado de la plancha.

$$C_T=A \times C_u$$

Dónde:

C_T =Costo total de la plancha

C_u =Costo unitario por cada metro cuadrado

A =Área total de la plancha

$$C_u = \frac{C_T}{A}$$

$$C_u = \frac{\$85}{2.684 \text{ m}^2}$$

$$C_u = \$31.67/\text{m}^2$$

Por último, se calcula el costo de sección total de mecanización sobre el material.

$$C_{\text{de sección}} = C_u \times A$$

Dónde:

$C_{\text{de sección}}$ = Costo generado en la sección de mecanizado sobre el material

C_u = Costo unitario por cada metro cuadrado

A = Área total del mecanizado

$$C_{\text{de sección}} = C_u \times A$$

$$C_{\text{de sección}} = \frac{\$31.67}{\text{m}^2} (1.495 \text{ m}^2)$$

$$C_{\text{de sección}} = \mathbf{\$47.35}$$

4.2.3.4. Cálculo del costo unitario por metro cuadrado en lámina galvanizada

Este punto centra el mismo proceso matemático del punto anterior, en complemento con los mismos pasos, pero con los valores de la lámina galvanizada.

$$C_T = A \times C_u$$

Dónde:

C_T = Costo total de la plancha

C_u = Costo unitario por cada metro cuadrado

A = Área total de la plancha

$$C_u = \frac{C_T}{A}$$

$$C_u = \frac{\$40}{2.684 \text{ m}^2}$$

$$C_u = \$14.90/\text{m}^2$$

Por último, se calcula el costo de sección total de mecanización sobre el material.

$$C_{\text{de sección}} = C_u \times A$$

Dónde:

$C_{\text{de sección}}$ = Costo generado en la sección de mecanizado sobre el material

C_u = Costo unitario por cada metro cuadrado

A = Área total del mecanizado

$$C_{\text{de sección}} = C_u \times A$$

$$C_{\text{de sección}} = \frac{\$14.90}{\text{m}^2} (1.495 \text{ m}^2)$$

$$C_{\text{de sección}} = \$22.28$$

4.2.3.5. Resultados de los costos de inversión

Tabla 4-4: Costos resultantes por metro cuadrado de cada material.

| MATERIALES DE SELECCIÓN | DIMENSIONES DE SECCIÓN | COSTO DE INVERSIÓN |
|-------------------------|------------------------|--------------------|
| Acero inoxidable | 1.495 m ² | \$47.35 |
| Acero galvanizado | 1.495 m ² | \$22.28 |

Realizado por: Gavilánez, D. 2022.

4.3. Acoplamiento del sistema de enfriamiento al sistema eléctrico del vehículo

La instalación del sistema eléctrico del frigorífico se relaciona proporcionalmente con la del vehículo de la siguiente manera:

- Con el tipo de corriente que utiliza el vehículo para su funcionamiento.
- La tensión que utiliza la fuente del medio de transporte.
- Peso del contenedor frigorífico para su transporte.

4.3.1. Tipo de corriente que utiliza el vehículo para su funcionamiento

El sistema eléctrico del vehículo es de CC para su funcionamiento, el mismo con el que se pone en marcha al sistema de refrigeración del contenedor. Las características de la fuente de energía del vehículo esta proporcionalmente relacionada con las de los componentes eléctricos del sistema de refrigeración, ya que las placas de enfriamiento funcionan con corriente continua.

4.3.1.1. Amperaje del sistema frigorífico

La corriente nominal del sistema de refrigeración se determina mediante la inspección eléctrica durante las pruebas de funcionamiento y de la misma forma los valores de medida de los dispositivos.

Al realizar las pruebas de inspección eléctrica en la corriente, el amperímetro debe estar conectado en serie con los terminales del sistema eléctrico del frigorífico.

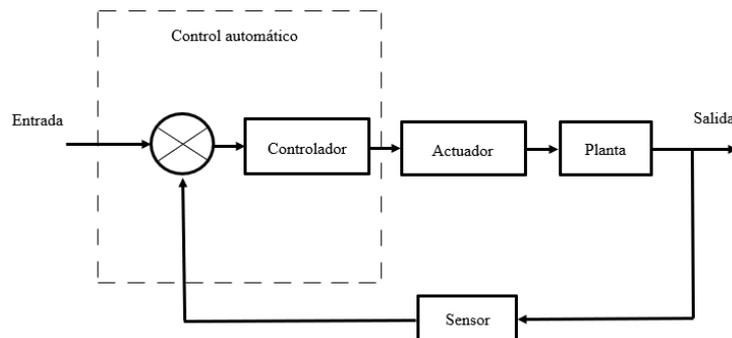


Ilustración 4-4: Diagrama de bloques del sistema de refrigeración.
Realizado por: Gavilánez, D. 2022.

El multímetro se conecta en serie con el sistema para obtener el amperaje de este; en dónde se lo en marcha, arrojando así un pico de corriente al arrancar los motores de los ventiladores de disipación en el circuito de potencia.

Al encender el sistema, existe un pico de corriente de 2.22 A como se muestra en la figura, en todo el frigorífico hasta una posición de corriente nominal sin carga de 1.77 A en cada placa Peltier.



Ilustración 5-4: Pico de corriente en la inspección eléctrica
Realizado por: Gavilánez, D. 2022.

Al hablar de una corriente sin carga en el sistema, se hace referencia a que las placas de enfriamiento no están activadas como tal durante el arranque, ya que éstas se ponen en marcha cuando se hace la selección del producto requerido por el usuario.

En este caso al no poseer carga ninguna de las placas, existe una corriente nominal en el sistema del frigorífico de 1.77 A, como se muestra en la Figura 8-4.



Ilustración 6-4: Corriente nominal del sistema sin carga.

Realizado por: Gavilánez, D. 2022.

Luego de la primera inspección. Al seleccionar un producto de la lista de programación del sistema frigorífico; se pone en funcionamiento a las placas de refrigeración, en el cual se obtiene una nueva cantidad de corriente para cada una de ellas, la misma que varía su valor hasta un amperaje de 1,70 A como se muestra en la Figura 9-4, en el que se obtiene un valor de 0.07 A más bajo que la corriente nominal sin carga en las placas Peltier.



Ilustración 7-4: Corriente nominal del sistema con carga.

Realizado por: Gavilánez, D. 2022.

También se toma como dato el amperaje de los ventiladores de disipación para el cálculo de corriente total del sistema. Esto se consigue con las características de placa tomadas de los motores de ventilación del mismo prototipo. Hay que tomar en cuenta que dicho sistema posee seis ventiladores de disipación, tres externos que disipan el calor generado por la cara caliente de cada placa Peltier y tres internos, los cuales disipan frío que produce la cara opuesta de la placa en el interior del volumen del contenedor como se muestra en la Figura 10-4.



Ilustración 8-4: Amperaje de cada ventilador disipador externo según características de placa.

Realizado por: Gaviláñez, D. 2022.

Con los datos de inspección, en el siguiente punto se realiza el cálculo en dónde se muestra la cantidad de corriente total que consume todo el sistema de refrigeración para su funcionamiento y de esta manera elegir la fuente de energía del vehículo con el amperaje adecuado para el arranque de este, acoplado al sistema frigorífico con la batería de la moto.

4.3.1.2. *Análisis de corriente del sistema de refrigeración*

En este punto, se toma los datos obtenidos durante las pruebas de funcionamiento del frigorífico para realizar el cálculo de amperaje que consume el sistema.

De aquí se parte a ubicar los datos de adquisición.

DATOS:

Corriente nominal de cada placa Peltier = 1.77 A

Corriente del circuito de control = 400 mA

Ventilador 1 = 0.55 A

Ventilador 2 = 0.18 A

Ventilador 3 = 0.55 A

- a) Encendido del sistema con carga en las placas de enfriamiento.

Corriente en las placas = Amperaje de cada placa Peltier x Número de placas Peltier

$$\text{Corriente en las placas} = 1.77 \frac{\text{A}}{\text{placa Peltier}} \times 3 \text{ placas Peltier}$$

$$\text{Corriente en las placas} = 5.31 \text{ A}$$

- b) Corriente de disipación térmica

$$\text{Disipación} = D1 + D2 + D3$$

$$\text{Disipación} = 0.55\text{A} + 0.18\text{A} + 0.55\text{A}$$

$$\text{Disipación} = 1.28 \text{ A}$$

- c) Corriente de potencia

Corriente de potencia = Corriente de placas + Corriente de disipación térmica

$$\text{Corriente de potencia} = 5.31 \text{ A} + 1.28 \text{ A}$$

$$\text{Corriente de potencia} = 6.59 \text{ A}$$

- d) Corriente del sistema de control automático

Según los datos obtenidos a través de inspección eléctrica en el circuito de control del sistema el mismo posee un amperaje de 1,75 A.

- e) Corriente total del sistema de refrigeración del contenedor frigorífico

Corriente total del sistema = Corriente de potencia + Corriente de control automático

$$\text{Corriente total del sistema} = 6.59 \text{ A} + 1,75 \text{ A}$$

$$\text{Corriente total del sistema} = 8.34 \text{ A}$$

4.3.1.3. Resultados de la inspección eléctrica para el amperaje del sistema de refrigeración.

Tabla 5-4: Amperaje del sistema de refrigeración.

| COMPONENTES DEL SISTEMA | VALORES DE INSPECCIÓN |
|--------------------------------|-----------------------|
| Tarjeta de control Arduino | 50 mA |
| Pantalla LCD | 25 mA |
| Bombillo de iluminación de 12V | 100 mA |
| Disipadores térmicos | 1.28 A |
| Placas Peltier | 5.31 A |
| RESULTADO DE SUMATORIA | 8.34 A |

Realizado por. Gavilánez, D. 2022.

4.3.2. Tensión de la fuente de energía

El voltaje que utiliza todo el sistema de refrigeración es la misma tensión de la fuente del vehículo que utiliza el vehículo para su funcionamiento. Dicho acople de tensión se obtiene con el uso de un regulador de voltaje 7812, para mantener constante un voltaje de salida de 12Vcc en los componentes eléctricos del sistema de control.

4.3.2.1. Descripción técnica técnicas del regulador de voltaje

Tabla 6-4: Ficha técnica del regulador 7812.

| PARÁMETROS | CONDICIONES | MIN | MAX | UNIDADES |
|----------------------------|-------------|------|------|----------|
| Voltaje de entrada | ≤ 19 | 14 | 35 | V |
| Voltaje de salida | 12 | 11,5 | 12,5 | V |
| Corriente de salida máxima | 1,5 | - | - | A |
| Temperatura de operación | - | 0 | 125 | °C |
| Peso | 1,5 | | | g |

Fuente: (Datasheet, 7812).

Realizado por: Gavilánez, D. 2022.

4.4. Desarrollo del sistema de control de temperatura.

El sistema de control para la refrigeración del contenedor posee dos circuitos eléctricos para su funcionamiento:

- Circuito de control
- Circuito de potencia

4.4.1. Obtención del circuito de control

El sistema de control resulta del uso de la tarjeta Arduino UNO, la misma recibe una programación mediante el lenguaje tipo C, que incluye toda la información necesaria para el control de temperatura de refrigeración en cada tipo de producto alimenticio.

Con la ayuda del monitoreo se hace presente la temperatura del sistema y la temperatura nominal a la que cada producto debe ser refrigerado para su conservación y así comprobar que el sistema de control cumple con la función requerida de automatización térmica del frigorífico.



Ilustración 9-4: Control de temperatura del sistema de refrigeración

Realizado por: Gavilánez, D. 2022.

Mediante las pruebas de funcionamiento, se pone en marcha al sistema para comprobar la temperatura de carga térmica de refrigeración en el sistema según la programación y producto seleccionado.

Para esta comprobación se hace una simulación de funcionamiento, comprobando el tiempo que tarda en llegar al grado térmico más bajo de estimación que es de 0 °C.

4.4.2. *Obtención del circuito de potencia*

Se hace un cableado de conexión para todo el sistema de enfriamiento en tres grupos (placa - disipador). Este circuito utiliza una placa PCB, en dónde se encuentran puntos de acoplamiento eléctrico para cada una de las celdas de enfriamiento del sistema con su respectivo optoacoplador 4N35 para separar la corriente del circuito de control del circuito de potencia.



Ilustración 10-4: Tarjeta de potencia del sistema de refrigeración

Realizado por: Gavilánez, D. 2022.

En dicha placa de potencia, se coloca dos resistencias de 220Ω Ohmios en la entrada y salida de los dispositivos optoacopladores para su activación.



Ilustración 11-4: Optoacopladores 4N35 para el circuito de potencia.

Realizado por: Gavilánez, D. 2022.

Los amperajes de cada circuito del sistema difieren en cantidades extensas, siendo el circuito de potencia el que consume una corriente más elevada que el de control, puesto que los dispositivos de enfriamiento llegan hasta un amperaje de 6.4 A, según las especificaciones técnicas de las placas de enfriamiento.

4.5. Desarrollo del plan de mantenimiento del sistema de refrigeración.

Cada equipo, componente o elemento que conforma al sistema frigorífico del contenedor, requiere siempre de un plan de mantenimiento para su función y su disponibilidad a la hora de poner a trabajar el sistema, para lo cual se elabora un plan de mantenimiento que determina las tareas que se debe aplicar a cada parte del sistema con su respectiva frecuencia en el lapso de un año.

4.5.1. Determinación de las tareas de mantenimiento en el sistema.

En este punto se especifica las tareas y la frecuencia de mantenimiento para cada parte que conforma el sistema y proyectarlo en el plan de mantenimiento bajo la norma UNE - EN 13306.

4.5.1.1. Tareas de mantenimiento para del contenedor frigorífico.

El mantenimiento para este sistema de refrigeración se resume en lo siguiente:

- Limpiar los dispositivos electrónicos con una pequeña brocha o aire comprimido.
- Inspección eléctrica de los diferentes dispositivos del sistema.

- Limpieza general del contenedor.
- Reajuste de borneras en cada circuito.
- Mantenimiento correctivo, sea éste en componentes mecánicos o eléctricos.

4.5.2. Registro del plan de mantenimiento del sistema frigorífico

Este plan de mantenimiento requiere de una identificación mediante un inventario de activos que constituyen el sistema mediante una codificación para cada uno de ellos.

Tabla 7-4: Codificación de activos según la norma UNE-EN 13306.

CODIFICACIÓN POR NIVELES JERÁRQUICOS

| DESCRIPCIÓN DE NIVELES | | | INCORPORACIÓN DE LA PLANTA | LUGAR | ÁREA ESTABLECIDA POR LA PLANTA | ÁREAS | | |
|------------------------|----------------------------|---------------------|----------------------------|-----------------------------|--------------------------------|----------|--------------------|------------------------|
| NIVEL I | PLANTA | CODIFICACIÓN | DG | Taller Automotriz Gavilánez | Riobamba | R | Área de reparación | Área de Mantenimiento |
| | Taller | TA | | | | | | Área de Limpieza |
| NIVEL II | ÁREA | CODIFICACIÓN | | | | | | Cuarto de Herramientas |
| | Área de Reparación | R | | | | | | |
| | Área de Mantenimiento | M | | | | | | |
| | Área de Bodega | B | | | | | | |
| NIVEL III | SISTEMA/MÁQUINA | CODIFICACIÓN | | | | | | |
| | Contenedor frigorífico | DG-01 | | | | | | |
| NIVEL IV | EQUIPO | CODIFICACIÓN | | | | | | |
| | Disipador de calor | DG-01-R-MDI-01 | | | | | | |
| | Disipador de calor | DG-01-R-MDI-02 | | | | | | |
| | Disipador de calor | DG-01-R-MDI-03 | | | | | | |
| | Tarjeta de control Arduino | DG-01-R-ETC-01 | | | | | | |
| | Tarjeta de potencia | DG-01-R-ETP-01 | | | | | | |
| | Pantalla LCD | DG-01-R-DMO-01 | | | | | | |
| | Teclado de operación | DG-01-R-ETA-01 | | | | | | |
| | Batería de 12 Vcc | DG-01-R-EFV-01 | | | | | | |
| NIVEL V | COMPONENTE | CODIFICACIÓN | | | | | | |
| | Ventilador 1 | DG-01-R-MVV-01 | | | | | | |
| | Ventilador 2 | DG-01-R-MVV-02 | | | | | | |
| | Ventilador 3 | DG-01-R-MVV-03 | | | | | | |
| | Placa Peltier 1 | DG-01-R-EPP-01 | | | | | | |
| | Placa Peltier 2 | DG-01-R-EPP-02 | | | | | | |
| | Placa Peltier 3 | DG-01-R-EPP-03 | | | | | | |
| NIVEL VI | ELEMENTO | CODIFICACIÓN | | | | | | |
| | Cableado de conexión | DG-01-R-DCB-01 | | | | | | |
| | Sello de acrílico | DG-01-R-MSL-01 | | | | | | |
| | Lámpara de iluminación | DG-01-R-EIL-01 | | | | | | |
| | Bornes de conexión | DG-01-R-ECR-01 | | | | | | |
| | Fusible protector | DG-01-R-EFU-01 | | | | | | |

Realizado por: Gavilánez, D. 2022.

CONCLUSIONES

El contenedor diseñado para el transporte de alimentos fue construido con acero galvanizado debido a sus propiedades de mecanizado y características beneficiosas para el transporte de alimentos. Sin embargo, las pruebas iniciales revelaron que la capacidad del contenedor era demasiado grande en relación con la capacidad de enfriamiento de las celdas Peltier, debido a factores externos que no se tuvieron en cuenta en el diseño.

Para mejorar la eficiencia del sistema y reducir la temperatura, se tuvo que reducir el volumen de la cámara de enfriamiento (consultar el anexo G). A pesar de estos esfuerzos, los parámetros analizados indican que no es viable llevar a cabo el frigorífico, ya que no se pueden alcanzar los valores de enfriamiento requeridos en el tiempo deseado.

Además, se determinó que el sistema consume una corriente de 8.34 A a un voltaje de 12 V, lo cual es bastante alto, especialmente teniendo en cuenta que el circuito de control también consume energía de la misma fuente.

La automatización térmica del frigorífico se logró mediante un controlador PID, el cual se eligió debido a sus excelentes características para controlar las variables físicas del proceso de enfriamiento. Los parámetros del controlador se establecieron utilizando el autotuning de la tarjeta Arduino.

RECOMENDACIONES

Dado el alto consumo de energía de 8.34 amperios, se recomienda que el usuario utilice un generador eléctrico para mantener la fuente de energía cargada. Debido a que este amperaje puede consumir rápidamente la carga de la batería, es importante estar preparado con un generador para asegurar que el sistema no se quede sin energía durante el transporte.

Además, se recomienda seguir las tareas de mantenimiento establecidas en el plan correspondiente para evitar fallos prematuros del sistema. Es importante asegurarse de que todas las partes del sistema estén en óptimas condiciones antes de cada uso, para que el contenedor funcione de manera eficiente y segura. Algunas de estas tareas pueden incluir la limpieza regular de los componentes del sistema, el reemplazo de piezas desgastadas o dañadas y la calibración del controlador PID en caso de ser necesario.

BIBLIOGRAFÍA

ACONTECER QUERÉTARO. *La importancia de refrigerar los alimentos.* [En línea] 18 de agosto de 2019. <http://acontecerqueretaro.com/featured/la-importancia-refrigerar-los-alimentos/>.

AHMSA, ALTOS HORNOS DE MEXICO. *Manual de Diseño para la Construcción con Acero.* Manual de Diseño para la Construcción con Acero. México D. F: s.n., 2013. pp. 1-7.

BANCO CENTRAL DEL ECUADOR. *La economía ecuatoriana decreció 12,4% en el segundo trimestre de 2020.* [En línea] 30 de septiembre de 2020. https://www.bce.fin.ec/index.php/boletines-de-prensa-archivo/item/1383-la-economia-ecuatoriana-decrecio-12-4-en-el-segundo-trimestre-de2020?fbclid=IwAR1piViqdNGGLcpZZ4oYQRWjN_4zVWNwtm-tnFG5vB_bOQZCocU8DUv01qI. 2020.

BERNARDÍN ORTÍZ, Alejandro & SILVA, SEBASTIÁN Maggi. *Diseño de un disipador de calor pasivo para un panel fotovoltaico inclinado operando en el norte de Chile.* Santiago de Chile, Chile: (Tesis de grado) Universidad De Chile, 2015.

CAMION actualidad. *Reportaje transporte frigorífico. A toda vela.* [En línea] 28 de Julio de 2015. <https://www.camionactualidad.es/noticias-transporte-carretera/reportajes/item/3270-reportaje-transporte-frigorifico-a-toda-vela>.

CERVANTES, J. CAMPUZANO, et. al. *Revista Iberoamericana de Automática e Informática Industrial. Sistema de Monitoreo Electrónico de Desplazamiento de Tubos de Extensión para Junta Expansiva.* s.l: CEA (Comité español de automática), 2017.

CETRONIC COMPONENTES ELECTRÓNICOS. *Componentes electrónicos online células Peltier.* [En línea] <https://www.cetronic.es/sqlcommerce/disenos/plantilla1/seccion/producto/DetalleProducto.jsp?idioma=&idTienda=93&codProducto=740294002&cPath=255>.

COINPOL S.A. *Fabricantes De Vehículos Isotermos.* [En línea] 2019. <https://isotermos.coinpol.com/vehiculos-isotermos/>.

DATASHEET, ELECTRONIC COMPONENTS. iscThreeTerminalPositiveVoltageRegulator 7812. 7812. *De Usera, Juan Diego.* 2021. HZ hard zone. [En línea] 06 de junio de 2021. <https://hardzone.es/tutoriales/montaje/construir-flujo-aire-perfecto-pc/>.

DEL CERRO, Juan. *¿Qué es el emprendimiento social?* Negocios que cambian al mundo. México: IZTACCIHUATL, S.A. DE C.V., 2016. Libro ISBN: 978-607-8511-17-4.

DFG DISTRIBUIDORA FERREGÓN. *Lámina galvanizada.* [En línea] 2020. <https://www.distribuidoraferregon.com/product/lamina-galvanizada>.

EXCELENCIAS Gourmet. *Los alimentos congelados sí son nutritivos.* [En línea] 5 de mayo de 2009. <https://www.excelenciasgourmet.com/en/node/2029>.

FERNANDES, Jaine Daniele F. S. Refrigeração utilizando pastilhas de efeito peltier. Rio Grande do Norte: HOLOS, 2010. pp. 25-31. Vol. 2. ISSN: 1518-1634.

GARCÍA, Pamela. *Franklin Electric.* ¿Qué es el control PID? [En línea] 09 de 05 de 2013. <https://franklinlinkmx.wordpress.com/2013/09/05/que-es-el-control-pid/>.

GOODFELLOW. 2008-2021. *GoodFellow su proveedor global de materiales. Acero Inoxidable - AISI 304 Hoja.* [En línea] GoodFellow, 2008-2021. <http://www.goodfellow.com/S/Acero-Inoxidable-AISI-304-Hoja.html>.

GUÍAS PRÁCTICAS. Guías Prácticas.COM. Coprocesador. [En línea] 10 de abril de 2017. <http://www.guiaspracticas.com/ordenadores-de-sobremesa/coprocesador>.

HERNÁNDEZ TREJO, Miguel Ángel. Transferencia de calor por convección y radiación. *Transferencia de calor por convección y radiación.* [En línea] 3 de junio de 2014.

I-LOADZONE. *SolidWorks 2021 SP1.0 Premium + Tutorial de instalación en video de programación CAD CAM 2D / 3D gratuito.* [En línea] 2021. <https://i-loadzone.com/solidworks-2021/>.

IMPORT ACEROS. *Planchas inoxidables.* Importadores y distribuidores directos. Incropera, Frank. P y De Witt, David. P. Fundamentos de transferencia de calor. Cuarta.

KCROS MARKETING INTEGRADO, *Sistema de Publicidad. Conoce cómo sería el delivery para los restaurantes ante el Coronavirus*. [En línea] 28 de abril de 2020. <http://www.kcros.com/noticias.php?r=569&q=conoce-como-seria-el-delivery-para-los-restaurantes-ante-el-coronavirus>.

LASSO BARRIONUEVO, Patricio Fernando. “Diseño de una cámara frigorífica a ser montada en los camiones de la cooperativa “el camal” de la ciudad de Riobamba”. [Informe de Tesis]. Riobamba, Chimborazo, Ecuador, (Trabajo de Titulación) Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, 20 de agosto de 2015. pág. 24. UDFM;15T00635.

LLAMAS, Luis. *Generar frío con arduino y una placa peltier*. [En línea] 29 de Julio de 2016. <https://www.luisllamas.es/arduino-peltier/#:~:text=Una%20placa%20Peltier%20es%20un,oponi%C3%A9ndose%20al%20gradiente%20de%20temperatura>.

MARTÍN DOMINGO, Agustín. *Apuntes de Transmisión del calor*. Departamento de Física e Instalaciones, Universidad Politécnica de Madrid. Madrid: E.T.S. Arquitectura de Madrid, 2011. Tesis.

OCAMPO, Daniel. Jerarquización de la Gestión Integral de Residuos Sólidos *Jerarquización de la Gestión Integral de Residuos Sólidos*. [ed.] Éxito Empresarial. 2013, 230, pp. 1-3.

PÉREZ MORALES, Jhon Guillermo. Normas de bioseguridad básicas en los servicios de preparación de alimentos en los vendedores/as del mercado central de Tulcán. (Tesis de Grado) Tulcán, Ecuador: Universidad Regional Autónoma De Los Andes, 2017. pp. 16-20.

RODRÍGUEZ, Deisy Carina & CASTAÑEDA, Nicole Daniela, *Introducción A La Programación*. [En línea] 2014. <http://files.sanjo2014.webnode.es/200000001-c34cac445e/INTRODUCCION%20A%20LA%20PROGRAMACION.pdf>. 11-03.

ANEXOS

ANEXO A: PROGRAMACIÓN DEL SISTEMA AUTÓMATA

```
//////////////////////////////////Librerias//////////////////////////////////
#include <Keypad.h>
#include <Wire.h>
#include <LiquidCrystal_I2C.h>
#include <MeanFilterLib.h>
#include <PID_v1.h>
//////////////////////////////////variables//////////////////////////////////
const unsigned long e=2000; //variable tiempo
unsigned long p=0;

int tempPin = 1; //variable pin toma de temperatura
int b=0;
int c=0;
String z="";
int o=0;
float cel3=0;
char a="";
int output;
int led_value=0;
int j=0;
const byte ROWS = 4; //cuatro filas
const byte COLS = 4; //cuatro columnas
char keys[ROWS][COLS] = {
  { '1','2','3', 'A' },
  { '4','5','6', 'B' },
  { '7','8','9', 'C' },
  { '*', '0', '#', 'D' }
};
byte rowPins[ROWS] = { 5, 4, 3, 2 }; //pines filas
byte colPins[COLS] = { 9, 8, 7, 6 }; //pines columnas
LiquidCrystal_I2C lcd(0x27,20,4); // set the LCD address to 0x27 for a 16 chars and 2 line display
Keypad keypad = Keypad( makeKeymap(keys), rowPins, colPins, ROWS, COLS );
MeanFilter<float> meanFilter(5);j
```

```

//Define Variables we'll be connecting to
double Setpoint, Input, Output;

//Specify the links and initial tuning parameters
PID myPID(&Input, &Output, &Setpoint,2,5,1, REVERSE);
////////////////////////////////////////Programa principal inicio////////////////////////////////////////
void setup()
{
  myPID.SetMode(AUTOMATIC);

  lcd.init();
  Serial.begin(9600);
  // Print a message to the LCD.
  lcd.backlight();
  lcd.setCursor(2,1);
  lcd.print("**BIENVENIDO**");
  delay(2000);
  lcd.clear();
  delay(500);
  lcd.setCursor(4,1);
  lcd.print("SISTEMA D.G");
  delay(3000);
  lcd.clear();
  delay(100);
  lcd.setCursor(3,1);
  lcd.print("*ESPOCH*");
  delay(3000);
  lcd.clear();
  delay(100);
  lcd.setCursor(0,0);
  lcd.print("FACULTAD DE MECANICA");
  lcd.setCursor(4,1);
  lcd.print("MANTENIMIENTO ");
  lcd.setCursor(5,2);
  lcd.print("INDUSTRIAL");
  delay(4000);
  lcd.clear();

```

```

delay(100);
lcd.setCursor(2,1);
lcd.print("DENNYYS GAVILANEZ");
delay(3000);
lcd.clear();
delay(100);
}
////////////////////////////////////////Programa ciclo////////////////////////////////////////
void loop()
{
  //lcd.setCursor(0,0);
  //lcd.print("Seleccione Producto ");
  lcd.setCursor(0,1);
  lcd.print("< Producto >");
  //lcd.setCursor(0,2);
  //lcd.print("Oprima 0 seleccionar");
  //lcd.setCursor(0,3);
  //lcd.print("      Navegar#>");
  c=0;
  while (c==0){
    char key = keypad.getKey();
    Serial.print(key);
    if (key){
      if (key=='6' || key=='8'){
        b++;
      }
      if (key=='4' || key=='2'){
        b=b-1;
        if (b==0 || b<0){
          b=8;
        }
      }
    }
    if (key=='5' && b==1 ){
      c=1;
      z="0-2";
      o=0;
      loop2();
    }
  }
}

```

```
}  
if (key=='5' && b==2 ){  
    c=1;  
    z="1-3";  
    loop2();  
    o=1;  
}  
if (key=='5' && b==3 ){  
    c=1;  
    z="3-5";  
    o=3;  
    loop2();  
}  
if (key=='5' && b==4 ){  
    c=1;  
    z="2-4";  
    o=2;  
    loop2();  
}  
if (key=='5' && b==5 ){  
    c=1;  
    z="0-2";  
    o=0;  
    loop2();  
}  
if (key=='5' && b==6 ){  
    c=1;  
    z="0-3";  
    o=0;  
    loop2();  
}  
if (key=='5' && b==7 ){  
    c=1;  
    z="3-5";  
    o=3;  
    loop2();  
}
```

```

if (key=='5' && b==8 ){
    c=1;
    z="1-3";
    o=1;
    loop2();
}
if (b==9){
    b=1;
}
}
if (b==1){
    lcd.setCursor(0,0);
    lcd.print("          ");
    lcd.setCursor(0,1);
    lcd.print("< CARNICOS >");
    lcd.setCursor(0,3);
    lcd.print("          ");
}
if (b==2){
    lcd.setCursor(0,0);
    lcd.print("          ");
    lcd.setCursor(0,1);
    lcd.print("< PESCADOS/MARISCOS>");
    lcd.setCursor(0,3);
    lcd.print("          ");
}
if (b==3){
    lcd.setCursor(0,0);
    lcd.print("          ");
    lcd.setCursor(0,1);
    lcd.print("< HORTALIZAS >");
    lcd.setCursor(0,3);
    lcd.print("          ");
}
if (b==4){
    lcd.setCursor(0,0);
    lcd.print("          ");

```

```

lcd.setCursor(0,1);
lcd.print("< HUEVOS >");
lcd.setCursor(0,3);
lcd.print(" ");
}
if (b==5){
lcd.setCursor(0,0);
lcd.print(" ");
lcd.setCursor(0,1);
lcd.print("< BEBIDAS >");
lcd.setCursor(0,3);
lcd.print(" ");
}
if (b==6){
lcd.setCursor(0,0);
lcd.print(" ");
lcd.setCursor(0,1);
lcd.print("< FRUTAS >");
lcd.setCursor(0,3);
lcd.print(" ");
}
if (b==7){
lcd.setCursor(0,0);
lcd.print(" ");
lcd.setCursor(0,1);
lcd.print("< LACTEOS >");
lcd.setCursor(0,3);
lcd.print(" ");
}
if (b==8){
lcd.setCursor(0,0);
lcd.print(" ");
lcd.setCursor(0,1);
lcd.print("< PROD. ELABORADOS >");
lcd.setCursor(0,3);
lcd.print(" ");
}

```

```

    }
}
//////////Funcion toma de temperatura//////////
int loop2() {
    while (c==1){
        char key = keypad.getKey();
        Input = analogRead(tempPin);
        Setpoint = o;

        myPID.Compute();

        unsigned long m=millis();
        float mv = ( Input/1024.0)*5000;
        float cel = mv/10;
        float cel2 = (int)cel;
        float cel3 = meanFilter.AddValue(cel2);
        float cel4 = (int)cel3;
        if(m-p>=e){
            lcd.setCursor(4,1);
            lcd.print("      ");
            lcd.setCursor(15,0);
            lcd.print(cel2);
            Serial.print(Output);
            Serial.println();
            j=cel3;
            p=m;
            analogWrite(11, Output);
            if (key=='*'){
                loop();
                lcd.clear();
                delay(100);
            }
        }
        lcd.setCursor(0,0);
        lcd.print("TEMP.SISTEMA ");
        lcd.setCursor(0,1);
        lcd.print("TEMP.PRODUCTO ");
    }
}

```

```
lcd.setCursor(16,1);  
lcd.print(z);  
lcd.setCursor(0,2);  
lcd.print("          ");  
lcd.setCursor(0,3);  
lcd.print("<*Regresar ");  
  if (key=='*'){  
    loop();  
    lcd.clear();  
    delay(100);  
  }  
}  
}
```

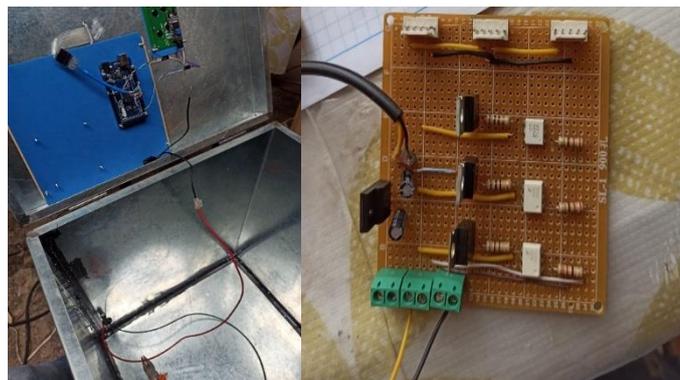
ANEXO B: MECANIZADO COMPLETO DEL CONTENEDOR



ANEXO C: AISLAMIENTO Y HERMETIZACIÓN TÉRMICO DEL CONTENEDOR.



ANEXO D: CONSTRUCCIÓN DEL SISTEMA ELECTRÓNICO DEL SISTEMA DE REFRIGERACIÓN.



ANEXO E: SISTEMA FRIGORÍFICO COMPLETO



ANEXO F: PRUEBA DE FUNCIONAMIENTO DEL SISTEMA DE REFRIGERACIÓN.



ANEXO G: CÁLCULO DEL NUEVO VOLUMEN DEL CONTENEDOR

$$Q_{\text{conv}} = \frac{Q_s}{\Delta T}$$
$$0,21 \text{ W} = \frac{Q_s}{18,3 \text{ min} \left(\frac{60 \text{ s}}{1 \text{ min}} \right)}$$
$$Q_s = (0,21 \text{ J/s})(1098 \text{ s})$$
$$Q_s = 230,58 \text{ J}$$
$$Q_s = m \cdot C_p \cdot \Delta T$$

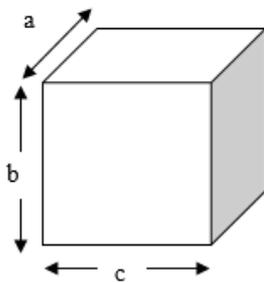
$$230,58 \text{ J} = m(1,005 \frac{\text{kJ}}{\text{kg K}})(22\text{K})$$

$$230,58 \text{ J} = m(22110 \frac{\text{J}}{\text{kg K}})$$

$$230,58 \text{ Nm} = m(22110 \frac{\text{Nm}}{\text{kg K}})$$

$$230,58 \frac{\text{kg m}^2}{\text{s}^2} = m(22110 \frac{\text{m}^2}{\text{s}^2})$$

$$m=0,0104 \text{ kg}$$



$$\delta = \frac{m}{V}$$

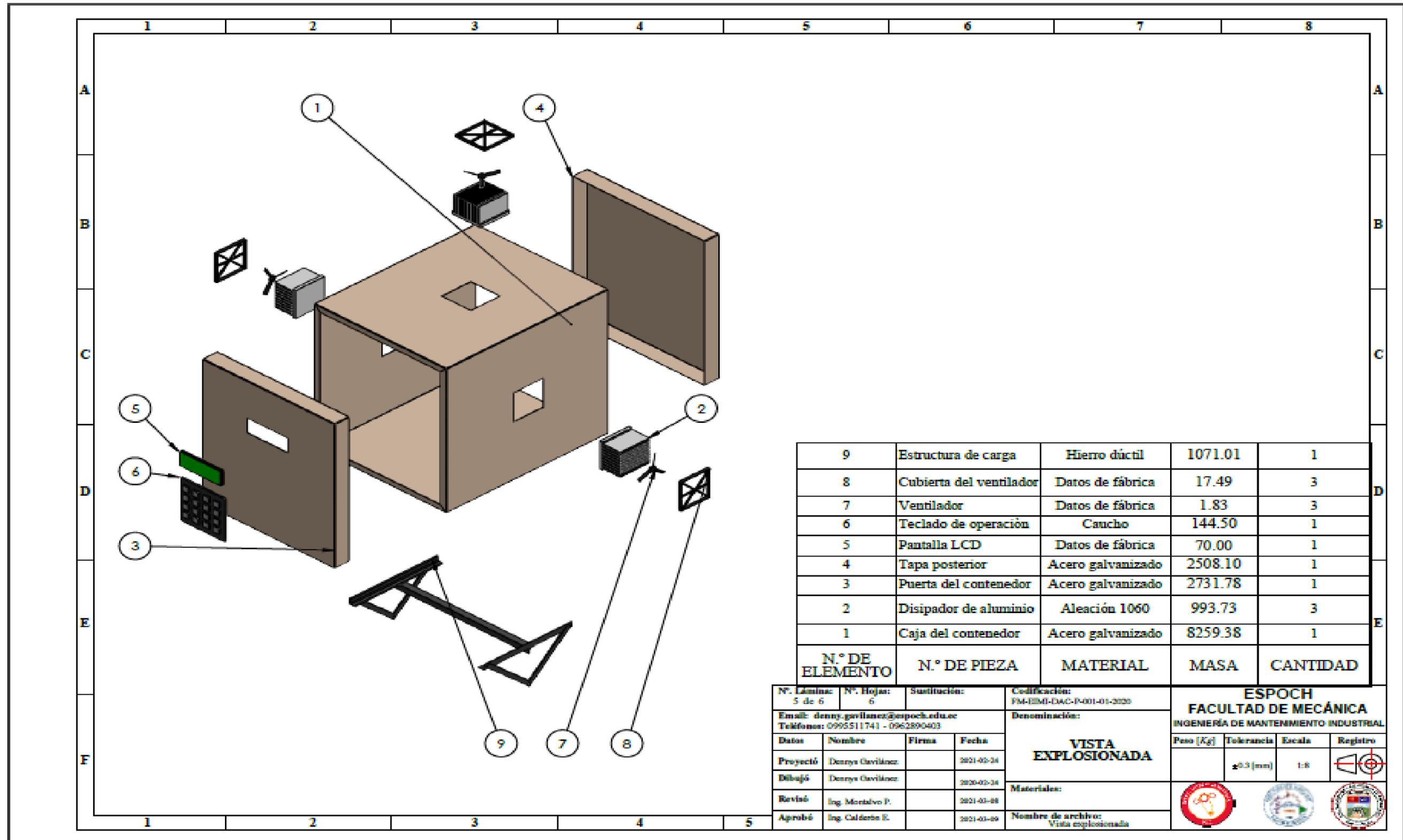
$$V = \frac{m}{\delta}$$

$$V = \frac{0,0104 \text{ kg}}{1,225 \text{ kg/m}^3}$$

$$V = 0,0084 \text{ m}^3$$

$$V = 8,4 \text{ L}$$

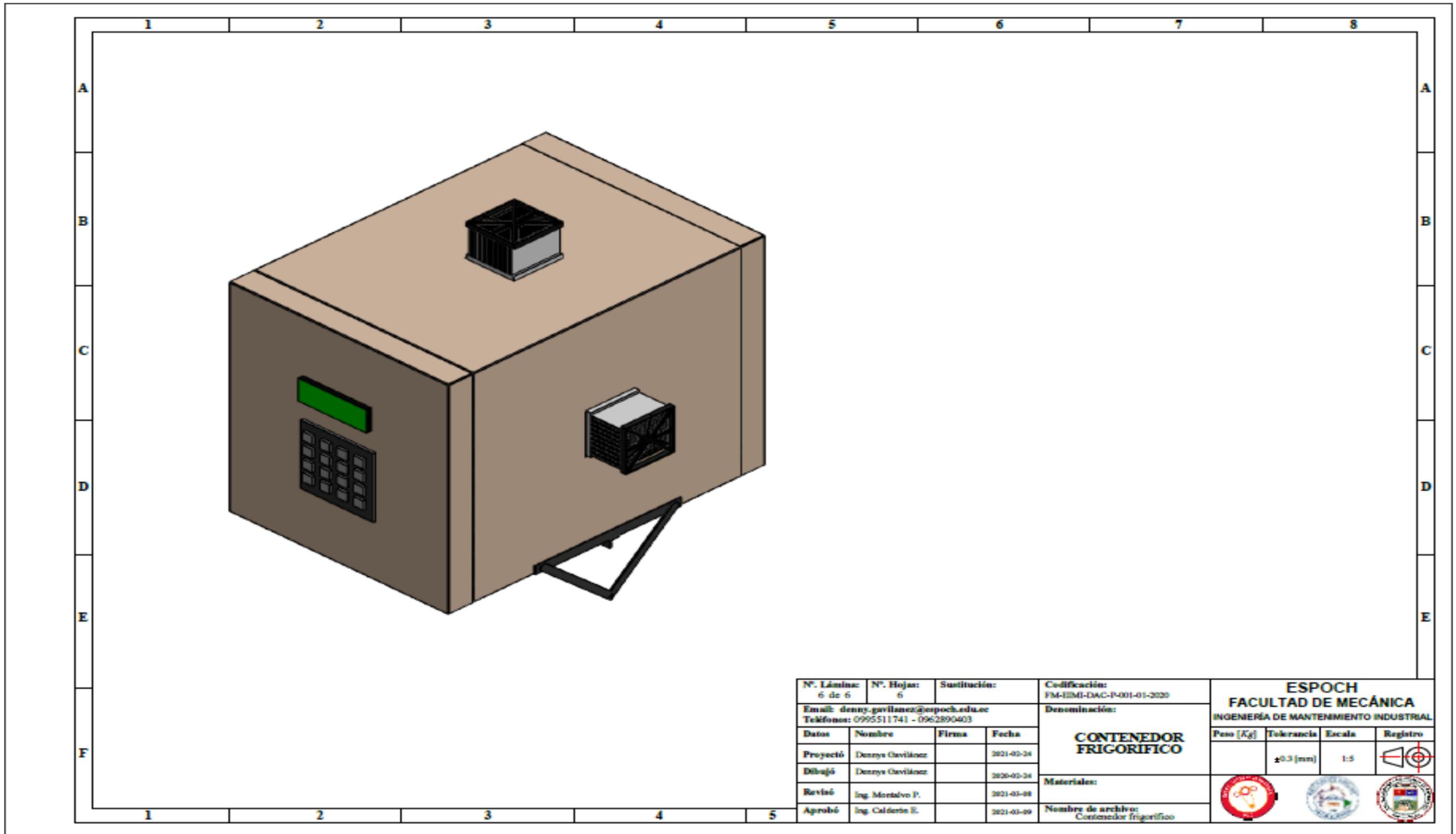
ANEXO H: LISTA DE MATERIALES QUE CONFORMAN EL CONTENEDOR FRIGORÍFICO.



| N.º DE ELEMENTO | N.º DE PIEZA | MATERIAL | MASA | CANTIDAD |
|-----------------|-------------------------|-------------------|---------|----------|
| 9 | Estructura de carga | Hierro dúctil | 1071.01 | 1 |
| 8 | Cubierta del ventilador | Datos de fábrica | 17.49 | 3 |
| 7 | Ventilador | Datos de fábrica | 1.83 | 3 |
| 6 | Teclado de operación | Caucho | 144.50 | 1 |
| 5 | Pantalla LCD | Datos de fábrica | 70.00 | 1 |
| 4 | Tapa posterior | Acero galvanizado | 2508.10 | 1 |
| 3 | Puerta del contenedor | Acero galvanizado | 2731.78 | 1 |
| 2 | Disipador de aluminio | Aleación 1060 | 993.73 | 3 |
| 1 | Caja del contenedor | Acero galvanizado | 8259.38 | 1 |

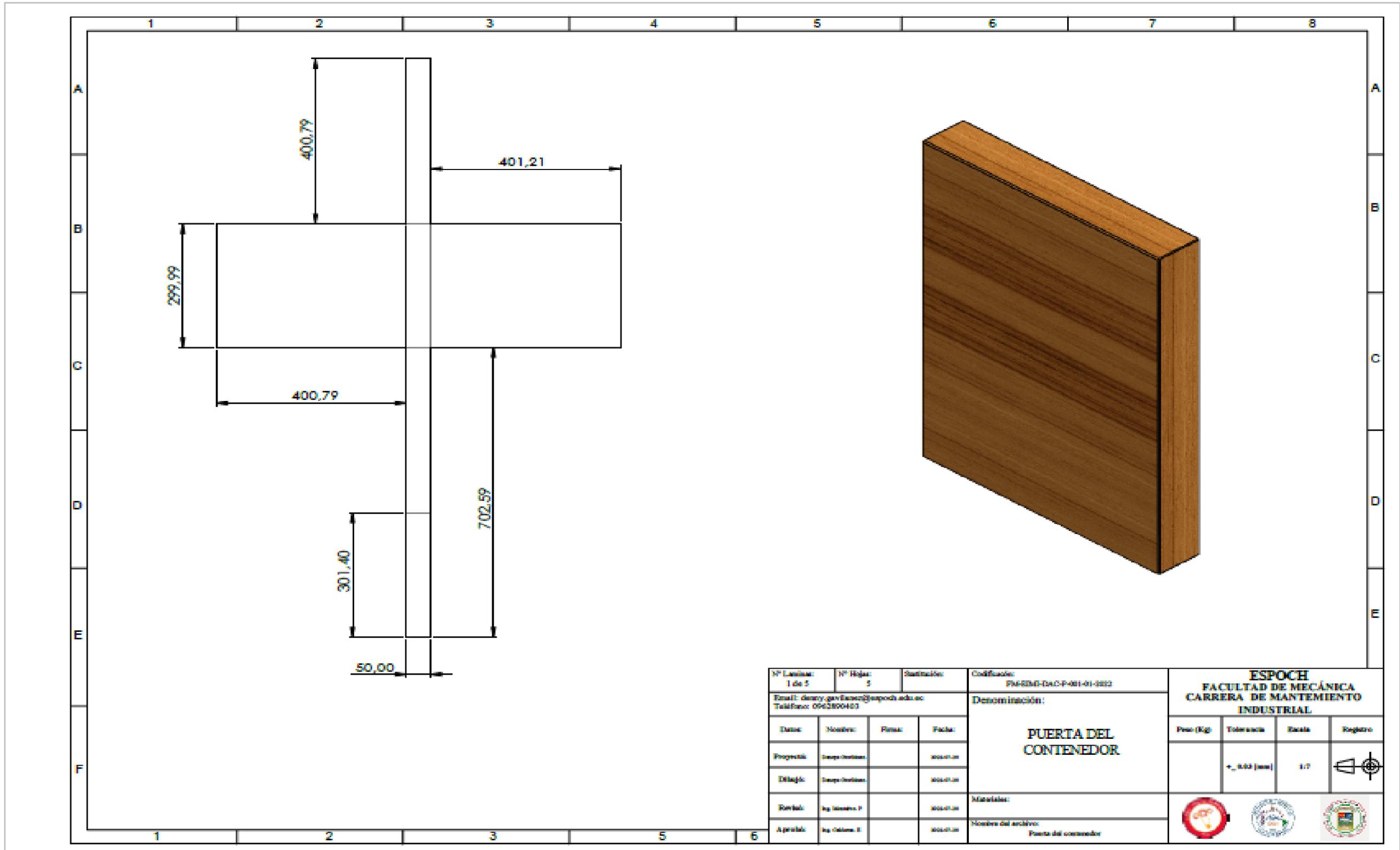
| N.º Lámina: 5 de 6 | N.º Hojas: 6 | Sustitución: | Codificación: FM-ESM-DAC-P-001-01-2020 | ESPOCH FACULTAD DE MECÁNICA INGENIERÍA DE MANTENIMIENTO INDUSTRIAL | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|------------------|--------------|---|--|--------|-------|-------|----------|-----------------|--|------------|--------|-----------------|--|------------|--------|------------------|--|------------|--------|------------------|--|------------|------------|
| Email: denny.gavilanez@esPOCH.edu.ec Teléfono: 0995511741 - 0962890403 | | | Denominación: | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| VISTA EXPLOSIONADA | | | | Peso [Kg] | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <table border="1"> <thead> <tr> <th>Datos</th> <th>Nombre</th> <th>Firma</th> <th>Fecha</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Proyectó</td> <td>Denny Gavilanez</td> <td></td> <td>2021-03-24</td> </tr> <tr> <td>Dibujó</td> <td>Denny Gavilanez</td> <td></td> <td>2020-03-24</td> </tr> <tr> <td>Revisó</td> <td>Ing. Montalvo P.</td> <td></td> <td>2021-03-08</td> </tr> <tr> <td>Aprobó</td> <td>Ing. Calderón E.</td> <td></td> <td>2021-03-09</td> </tr> </tbody> </table> | | | | Datos | Nombre | Firma | Fecha | Proyectó | Denny Gavilanez | | 2021-03-24 | Dibujó | Denny Gavilanez | | 2020-03-24 | Revisó | Ing. Montalvo P. | | 2021-03-08 | Aprobó | Ing. Calderón E. | | 2021-03-09 | Tolerancia |
| Datos | Nombre | Firma | Fecha | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Proyectó | Denny Gavilanez | | 2021-03-24 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Dibujó | Denny Gavilanez | | 2020-03-24 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Revisó | Ing. Montalvo P. | | 2021-03-08 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Aprobó | Ing. Calderón E. | | 2021-03-09 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | Escala | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | Registro | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Materiales: | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Nombre de archivo: Vista explosionada | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

ANEXO I: CONTENEDOR FRIGORÍFICO ENSAMBLADO.



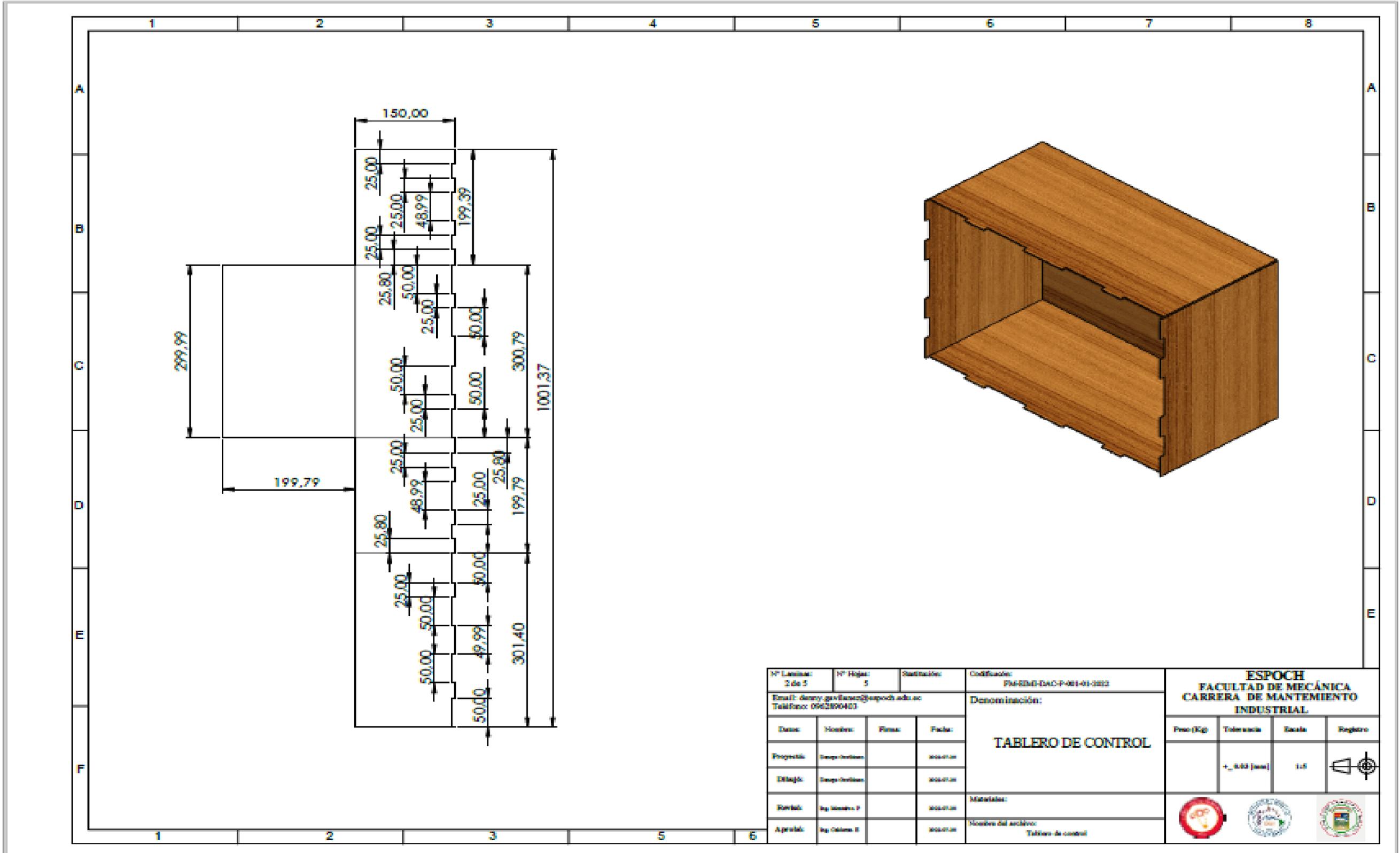
| | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|--|------------------|--|--------------|--|---|--|--|--|--|--|-----------|--|------------|--|--------|--|
| N°. Lámina: 6 de 6 | | N°. Hojas: 6 | | Sustitución: | | Codificación: FM-EMI-DAC-P-001-01-2020 | | ESPOCH FACULTAD DE MECÁNICA INGENIERÍA DE MANTENIMIENTO INDUSTRIAL | | | | | | | | | |
| Email: denny.gavilanez@esPOCH.edu.ec Teléfono: 0995511741 - 0962890403 | | | | | | Denominación: | | | | | | Peso [Kg] | | Tolerancia | | Escala | |
| Datos | | Nombre | | Firma | | Fecha | | CONTENEDOR FRIGORIFICO | | | | ±0.3 [mm] | | 1:5 | | | |
| Proyectó | | Denny Gavilanez | | | | 2021-03-24 | | | | | | | | | | | |
| Dibujó | | Denny Gavilanez | | | | 2020-03-24 | | | | | | | | | | | |
| Revisó | | Ing. Montalvo P. | | | | 2021-03-08 | | | | | | | | | | | |
| Aprobó | | Ing. Calderín E. | | | | 2021-03-09 | | Materiales: | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | Nombre de archivo: Contenedor frigorifico | | | | | | | | | |

ANEXO J: PUERTA DEL CONTENEDOR.



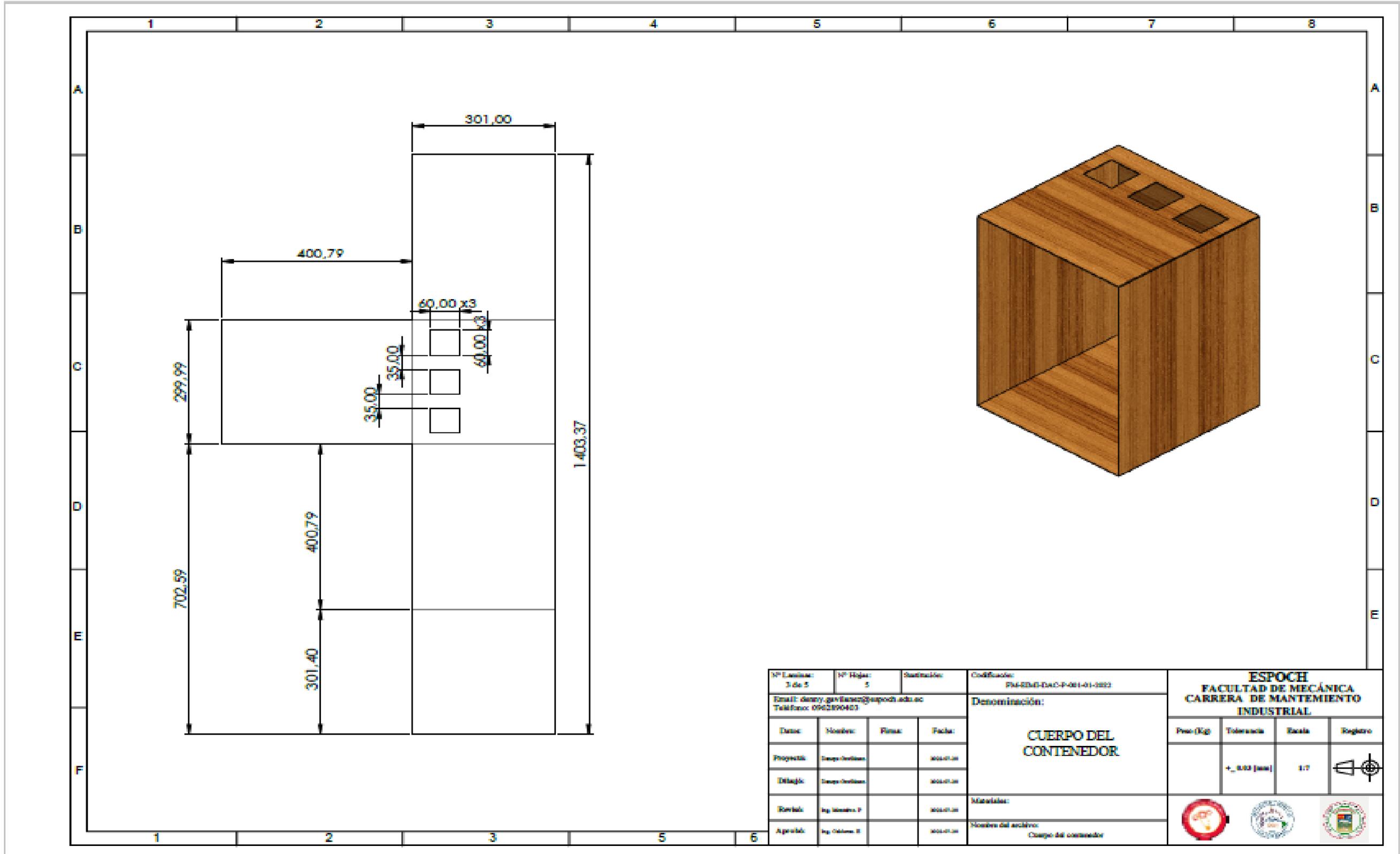
| | | | | | | | | | | |
|--|---------------|----------------|--------|----------|--|---|---------------|---------|-----------|--|
| N° Láminas: 1 de 3 | | N° Hojas: 5 | | Destino: | Codificación: FM-EDM-DAC-P-011-01-002 | ESPOCH FACULTAD DE MECÁNICA CARRERA DE MANTENIMIENTO INDUSTRIAL | | | | |
| Email: denys.gavilanes@esPOCH.edu.ec Teléfono: 0902800403 | | | | | Denominación: PUERTA DEL CONTENEDOR. | | | | | |
| Fecha: | Nombre: | Plano: | Fecha: | | | Peso (Kg): | Tolerancia: | Escala: | Registro: | |
| Proyecto: | Descripción: | | autor: | | | | +/- 0.03 (mm) | 1:1 | | |
| Diseño: | Descripción: | | autor: | | | | | | | |
| Revisó: | Ing. Denys P. | | autor: | | | Materiales: | | | | |
| Aprobó: | Ing. Denys P. | | autor: | | | Nombre del archivo: Puerta del contenedor | | | | |
| | | | | | | | | | | |

ANEXO K: TABLERO DE CONTROL.



| | | | | | | | | | |
|---|-----------------|----------------|--------|----------|---|---|---------|----------|--|
| N° Láminas: 2 de 5 | | N° Hojas: 5 | | Sección: | Codificación: FA-RMD-DAC-P-001-01-0002 | ESPOCH FACULTAD DE MECÁNICA CARRERA DE MANTENIMIENTO INDUSTRIAL | | | |
| Email: denny.garcia@esPOCH.edu.ec Teléfono: 0962890401 | | | | | Denominación: TABLERO DE CONTROL | | | | |
| Fecha: | Nombre: | Revista: | Fecha: | | | | | | |
| Proyecto: | Diseño: Dibujo: | | | | Peso (Kg): | Tolerancia: | Escala: | Registro | |
| | | | | | | ± 0.03 (mm) | 1:1 | | |
| Distrib: | Aprob: | | | | Materiales: | | | | |
| | | | | | Nombre del archivo: Tablero de control | | | | |
| | | | | | | | | | |

ANEXO L: CUERPO DEL CONTENEDOR



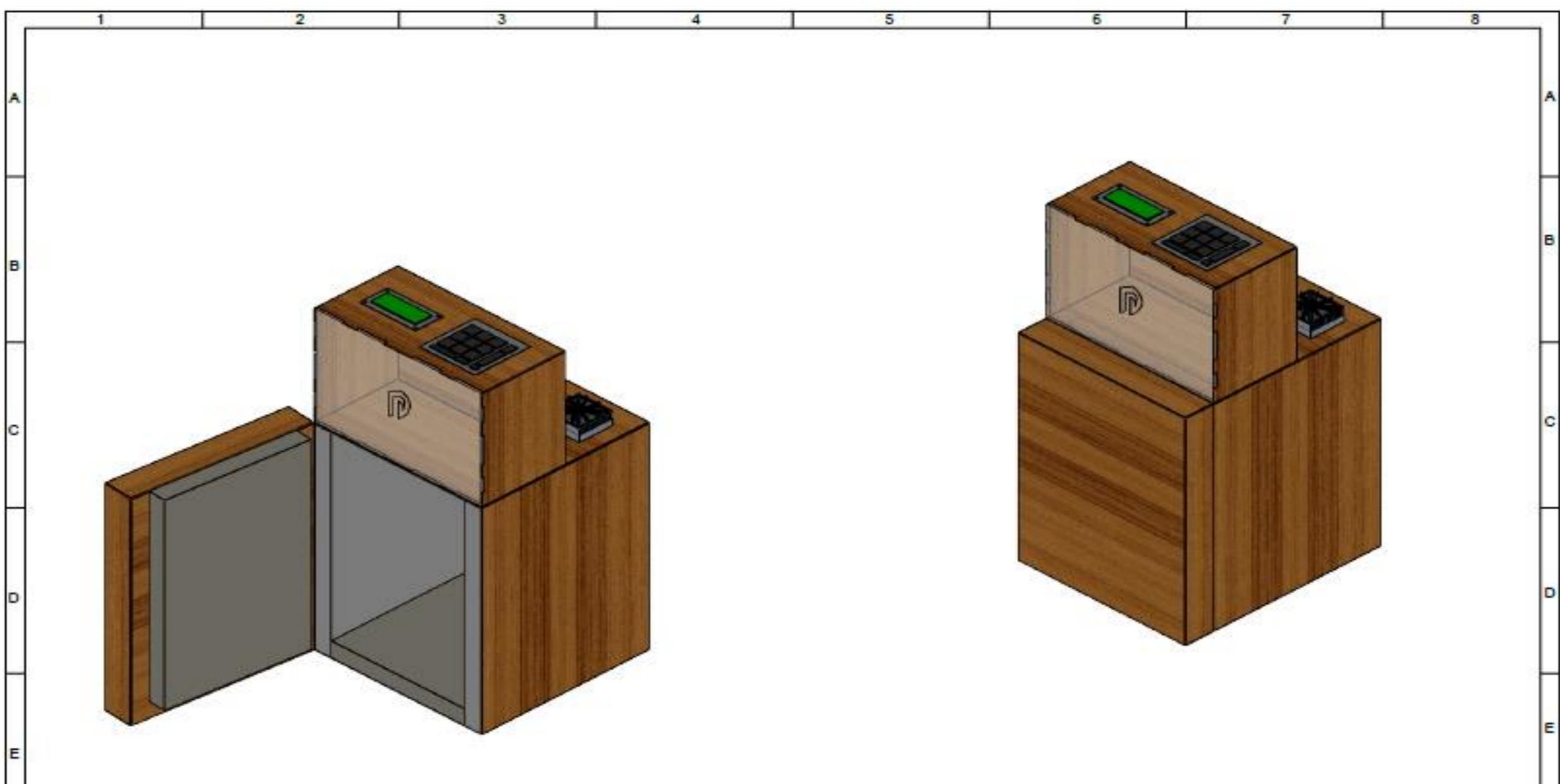
| | | | | | | | | | | |
|--|------------------|----------------|--------|--------------|---|---|---------------|---------|-----------|--|
| Nº Láminas: 3 de 5 | | Nº Hojas: 5 | | Destinación: | Codificación: PM-EDM-DAC-P-001-01-002 | ESPOCH FACULTAD DE MECÁNICA CARRERA DE MANTENIMIENTO INDUSTRIAL | | | | |
| Email: denny.gavilanes@esPOCH.edu.ec Teléfono: 0962390403 | | | | | Denominación: CUERPO DEL CONTENEDOR | | | | | |
| Date: | Nombre: | Revis: | Fecha: | | | Peso (Kg): | Tolerancia: | Escala: | Registro: | |
| Proyecto: | Descripción: | | | | | | +/- 0.02 (mm) | 1:1 | | |
| Diseño: | Descripción: | | | | | Materiales: | | | | |
| Revisó: | por: ingeniero P | | | | | Nombre del archivo: Cuerpo del contenedor | | | | |
| Aprobó: | por: ingeniero B | | | | | | | | | |

ANEXO M: LISTA DE MATERIALES.

| N.º DE ELEMENTO | PIEZA | MATERIAL | MASA | CANTIDAD |
|-----------------|------------------------------|------------------------------------|---------|----------|
| 15 | Bisagra | 201 Acero inoxidable recocido (SS) | 5.85 | 4 |
| 14 | Base de ventilador | Resina de melamina | 3.64 | 3 |
| 13 | Ventiladores | Resina de melamina | 4.45 | 3 |
| 12 | Espuma de poliuretano puerta | Espuma rígida de poliuretano | 429.67 | 1 |
| 11 | Espuma de poliuretano 2 | Espuma rígida de poliuretano | 312.55 | 2 |
| 10 | Espuma de poliuretano 3 | Espuma rígida de poliuretano | 459.03 | 1 |
| 9 | Espuma de poliuretano | Espuma rígida de poliuretano | 575.69 | 2 |
| 8 | Placa de acero | 201 Acero inoxidable recocido (SS) | 1424.25 | 1 |
| 7 | Pantalla LCD | Resina de melamina | 14.33 | 1 |
| 6 | Teclado | BUTYL | 20.22 | 1 |
| 5 | Puerta del contenedor | Teca | 195.78 | 1 |
| 4 | Disipadores de calor | Aleación 1060 | 182.25 | 3 |
| 3 | Tapa de acrílico | Acrílico (Impacto medio-alto) | 360.87 | 1 |
| 2 | Tablero de control | Teca | 130.51 | 1 |
| 1 | Cuerpo del contenedor | Teca | 335.06 | 1 |

| | | | | | | | | | | | |
|---------------------------------------|--|--------------|--|----------------------|--|---------------|--|--|--|---|--|
| N.º Lámina: 4 de 5 | | N.º Hoja: 5 | | Institución: | | Codificación: | | ESPOCH FACULTAD DE MECÁNICA CARRERA DE MANTENIMIENTO INDUSTRIAL | | | |
| Email: denny.gavilansen@esPOCH.edu.ec | | | | Teléfono: 0962890403 | | | | | | | |
| Fecha: | | Nombre: | | Pauta: | | Fecha: | | VISTA EXPLOSIONADA | | | |
| Proyecto: | | Descripción: | | Estado: | | Fecha: | | | | | |
| Diseño: | | Descripción: | | Estado: | | Fecha: | | | | | |
| Revisión: | | Por quién: | | Estado: | | Fecha: | | | | | |
| Aprobación: | | Por quién: | | Estado: | | Fecha: | | Materiales: | | Escala: 1:10 Tolerancia: ± 0.05 (mm) | |
| Nombre del archivo: Vista explotada | | | | | | | | Registro: | | | |

ANEXO N: REDISEÑO DEL CONTENEDOR FRIGORÍFICO



| | | | | | | | | | | | |
|--|-----------------|----------------|------------|---|--|---|--|---|---------------|-----|--|
| Nº Lanzas: 5 de 5 | | Nº Hojas: 5 | | Instrucciones: | | Codificación: PM-EDM-DaC-P-001-01-2022 | | ESPOCH FACULTAD DE MECÁNICA CARRERA DE MANTENIMIENTO INDUSTRIAL | | | |
| Email: denry.gavilanes@esPOCH.edu.ec Teléfono: 0962890403 | | | | Denominación: REDISEÑO DEL CONTENEDOR FRIGORÍFICO | | | | | | | |
| Fecha: | Nombre: | Firma: | Fecha: | Materiales: Nombre del archivo: Rediseño del contenedor | | | | | +/- 0.02 [mm] | 1:5 | |
| Proyecto: | Fecha (Inicio): | | 2022-07-26 | | | | | | | | |
| Diseño: | Fecha (Inicio): | | 2022-07-26 | | | | | | | | |
| Dibujó: | Ing. Denner P. | | 2022-07-26 | | | | | | | | |
| Aprobó: | Ing. Octavio S. | | 2022-07-26 | | | | | | | | |