



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA Y APLICADAS
INGENIERÍA ELECTROMECAÁNICA

PROPUESTA TECNOLÓGICA

**DESARROLLO DE UNA CÁMARA CLIMÁTICA PARA EL MONITOREO Y CONTROL
DE TEMPERATURA Y HUMEDAD**

Propuesta Tecnológica presentada previo a la obtención del Título en Ingeniero
en Electromecánica

Autores:

Lima Álvarez Joffre Alexander

Tapia Espín Danny Rodrigo

Tutor Académico:

Ing. Ms. Luigi Orlando Freire Martínez

LATACUNGA – ECUADOR

2023



DECLARACIÓN DE AUTORÍA

Nosotros, Lima Álvarez Joffre Alexander y Tapia Espín Danny Rodrigo, declaramos ser autores de la presente propuesta tecnológica **“Diseño de una cámara climática para el monitoreo y control de temperatura y humedad”**, siendo el MsC. Ing. Luigi Orlando Freire Martínez; tutor del presente trabajo; y eximimos expresamente a la Universidad Técnica de Cotopaxi y a sus representantes legales de posibles reclamos o acciones legales.

Además, certificamos que las ideas, conceptos, procedimiento y resultados vertidos en el presente trabajo investigativo, son de nuestra exclusiva responsabilidad.

Latacunga, agosto de 2023

Sr. Lima Álvarez Joffre Alexander
C.I :0503795981

Sr. Tapia Espín Danny Rodrigo
C.I: 0504233461



AVAL DEL TUTOR DE PROYECTO DE TITULACIÓN

En calidad de Tutor de la propuesta tecnológica sobre el título:

“Diseño de una cámara climática para el monitoreo y control de temperatura y humedad”, de Lima Álvarez Joffre Alexander y Tapia Espín Danny Rodrigo de la carrera de Ingeniería Electromecánica, considero que dicho informe investigativo cumple con los requerimientos metodológicos y aportes científicos-técnicos suficientes para ser sometidos a las evaluación del Tribunal de Validación de Proyecto que el Consejo Directivo de la Facultad de Ciencias de la Ingeniería y Aplicadas de la Universidad Técnica de Cotopaxi designe, para su correspondiente estudio y calificación.

Latacunga, Agosto 2023

Tutor:

Ing.M.sC Luigi Orlando Freire Martínez

C.I : 0502529589



APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE TITULACIÓN

En calidad de Tribunal de Lectores, aprueban el presente Informe de Investigación de acuerdo a las disposiciones reglamentarias emitidas por la Universidad Técnica de Cotopaxi, y por la **Facultad de Ciencias de Ingeniería y Aplicadas**; por cuanto, los postulantes: Lima Álvarez Joffre Alexander, con cédula de ciudadanía N° 050379598-1 y Tapia Espín Danny Rodrigo, con cédula de ciudadanía N°. 050423346-1 con el título de Proyecto de titulación: **“DISEÑO DE UNA CÁMARA CLIMÁTICA PARA EL MONITOREO Y CONTROL DE TEMPERATURA Y HUMEDAD”**, han considerado las recomendaciones emitidas oportunamente y reúne los méritos suficientes para ser sometido al acto de Sustentación de Proyecto.

Por lo antes expuesto, se autoriza realizar los empastados correspondientes, según la normativa institucional.

Latacunga, agosto 2023

Para constancia firma:

Lector 1 (Presidente)

MSc. Freire Andrade Verónica Paulina

CI: 050205622-9

Lector 2

MSc. Navarrete López Luis Miguel

CI: 180374728-4

Lector 3

MSc. Porrás Reyes Jefferson Alberto

CI: 070440044-9



AVAL DE IMPLEMENTACIÓN PRESENTE

Presente:

Mediante el presente pongo en consideración que los señores estudiantes Lima Álvarez Joffre Alexander con CI: 050379598-1 y Tapia Espín Danny Rodrigo con CI: 050423346-1, de la carrera de Ingeniería Electromecánica de la Universidad Técnica de Cotopaxi, realizaron su tesis en la Universidad Técnica de Cotopaxi Extensión Salache en la Facultad de CAREN para el laboratorio "Protección Vegetal", con el tema "DESARROLLO DE UNA CÁMARA CLIMÁTICA PARA EL MONITOREO Y CONTROL DE TEMPERATURA Y HUMEDAD", trabajo que fue presentado y aprobado satisfactoriamente.

Ing. Jácome Mogro Emerson Javier
RESPONSABLE
LABORATORIO
"PROTECCIÓN VEGETAL"



AGRADECIMIENTO

Agradezco a Dios por darnos un día más de vida, por brindarme todo el conocimiento para poder cumplir esta meta con éxito, agradezco a mis padres quien estuvieron ahí apoyándome para cumplir mis sueños, ellos son los cuales me han brindado los mejores consejos de superación tanto en mi vida académica, como personal.

Agradezco a mis hermanos, así también como a mi familia los cuales me han brindado sus consejos en cualquier tropiezo que pude tener y llegar a ser una persona de bien.

Como no mencionar a Danny Tapia mi compañero de tesis el cual en todo el transcurso de nuestra vida académica nos brindamos la mano hasta llegar donde estamos ahora.

Por último y muy importante agradezco a la Universidad Técnica de Cotopaxi, a mis ingenieros de aula quien nos impartieron todos los conocimientos hasta hoy, a mi tutor de tesis Ing. Ms Luigi Freire por la orientación brindada en esta innovación tecnológica la cual estamos realizando.

Alexander Lima



AGRADECIMIENTO

Quisiera expresar mi agradecimiento a mis Padres y hermanos que han sabido darme su ejemplo de trabajo y honradez junto con su paciencia a lo largo de este proyecto de estudio, a mi tutor Ing. Ms Luigi Freire por la orientación brindada en esta innovación tecnológica.

A todos mis amigos y futuros colegas que me ayudaron de una manera desinteresada, gracias por toda su ayuda y buena voluntad.

También quiero agradecer a la Universidad técnica de Cotopaxi, por haberme brindado tantas oportunidades y enriquecerme en conocimiento.

Danny Tapia



DEDICATORIA

Este trabajo lo dedico primero a Dios, por abrirme todas las oportunidades las cuales he estado logrando día a día con esfuerzo y constancia, A mis padres Carlos y Lola porque ellos son mi mayor orgullo y quienes me brindaron el apoyo incondicional en todo momento y a cada una de las personas que me han apoyado en todo sentido, y por enseñarme que “un tropiezo no es caída y siempre hay que saber levantarse”

Alexander Lima



DEDICATORIA

El presente trabajo está dedicado a mis padre Berthay Mario quienes, con su amor, paciencia y mucho esfuerzo me han permitido llegar a cumplir hoy uno más de mis sueños, gracias por inculcar en mí el ejemplo de esfuerzo y valentía, el no temer a las adversidades que se nos presenten y seguir adelante.

A mis hermanos Tania y Adrián por su apoyo y cariño incondicional durante todo este proceso, por estar conmigo en todo momento, por sus consejos y palabras de aliento que hicieron de mí una mejor persona y de una u otra forma me acompañan en todos mis sueños y metas.



Danny Tapia

ÍNDICE GENERAL

1	INFORMACION GENERAL	1
2	INTRODUCCIÓN.....	2
2.1	EL PROBLEMA	3
2.1.1	Planteamiento del problema.....	3
2.1.2	Formulación del Problema.....	3
2.1.3	Matriz causa y efecto.	4
2.2	BENEFICIARIOS	4
2.2.1	Beneficiarios Directos.....	4
2.2.2	Beneficiarios Indirectos	4
2.3	JUSTIFICACIÓN.....	5
2.4	HIPÓTESIS.....	5
2.5	OBJETIVOS	5
2.5.1	General.....	5
2.5.2	Específicos	5
2.6	SISTEMA DE TAREAS EN RELACIÓN A LOS OBJETIVOS	6-7
3	FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA	8
3.1	ANTECEDENTES.....	8
3.2	MARCO REFERENCIAL.....	9
3.2.1	Cámara de crianza de insectos	9
3.2.2	Procesos en cámaras bioclimáticas	9
3.2.3	Tipos más comunes de cámaras Bioclimáticas	10
3.2.4	Cámara climática de Estabilidad.....	10
3.2.5	Cámara climática de ensayos	10
3.2.6	Estabilidad y ensayos de laboratorio de la cámara climática	11



3.2.7	Principales pruebas de estabilidad para evaluar el comportamiento de las muestras en una cámara bioclimática.....	11
3.2.8	Ensayo de estabilidad para el comportamiento de un elemento de prueba.....	12
3.2.9	Crianza de insectos en laboratorio	12
3.2.10	Biocontrol	13
3.2.11	Plagas de interés Económico.....	14
3.2.12	Rango de temperatura y humedad en Ecuador.....	14
3.2.13	Nivel de decisión en control de plagas.....	14
3.2.14	Especie de plagas Anastrepha Striata.....	15
3.2.15	Descripción general de la cámara bioclimática de crianza de insectos.....	16
3.2.16	Control ON-OFF.....	17
3.2.17	Microcontroladores	18
3.2.18	Sistema HMI	18
3.2.19	Lector micro SD interfaz SPI.....	18
3.2.20	Arduino Mega	19
3.2.21	Pantalla Nextion.....	20
3.2.22	Lector de Memoria.....	21
3.2.23	Fuente de Alimentación	21
3.2.24	Relé de Estado Solido	21
3.2.25	Step Down LM 2596.....	22
3.2.26	Modulo Reloj DS3231	22
3.2.27	Sensor de temperatura y humedad Sht30 Ecu plus	23
3.2.28	Humificador para control de humedad en el entorno.....	24
3.3	Elementos de control para el buen funcionamiento de la Cámara	24
3.3.1	Luz Piloto.....	24
3.3.2	Paros de emergencia.....	24



3.3.3	Módulo relé single	24
3.3.4	Electroválvula solenoide ZE – 4F180	25
4	DESARROLLO DE LA PROPUESTA	26
4.1	METODOLOGIA	26
4.1.1	Método bibliográfico.....	26
4.1.2	Método de campo.....	26
4.1.3	Método experimental	26
4.1.4	Sistema de Calefacción.	26
4.1.5	Ecuaciones para calcular la temperatura de la superficie del cuerpo.....	27
4.1.6	Ecuación para obtener la niquelina eléctrica para el sistema de calefacción.	27
4.1.7	Ecuación para seleccionar el ventilador	28
4.1.8	Calculo para determinar la corriente del humidificador.....	29
4.1.9	Dimensionamiento del cable según la Norma.....	29
4.1.10	Fórmula para el dimensionamiento del conductor	30
4.2	ANALISIS Y DISCUSION DE LOS RESULTADOS	30
4.2.1	Cálculo de la superficie del cuerpo	30
4.2.2	Cálculo para el sistema de calefacción.....	31
4.2.3	Cálculo de selección del ventilador	32
4.2.4	Cálculo del humidificador.....	33
4.2.5	Cálculo de la selección del conductor	33
4.2.6	Control térmico en la cámara del calefactor.....	34
4.2.7	Esquemas de Conexión de Arduino con los componentes.....	36
4.2.8	LENGUAJE DE PROGRAMACION EN EL MICROCONTROLADOR	40
4.2.9	Control de inicio.....	40
4.2.10	Control del Setup	40
4.2.11	Control Loop.....	41



4.2.12	Programación pantalla nextion.....	41
4.2.13	Entorno de la Pantalla Nextion	41
4.2.14	Graficas de la pantalla Nextion.....	42
4.2.15	Elementos de la Pantalla Nextion	43
4.2.16	Simulación de la Interfaz Gráfica	43
4.2.17	Análisis estadísticos en el control de temperatura y humedad	44
4.2.18	Calibración de la cámara bioclimática en base a la temperatura y humedad.....	44
4.2.19	Homogeneidad de la temperatura y humedad.....	46
4.2.20	Distribución de la temperatura y humedad	46
4.2.21	Estabilidad de la temperatura y humedad	46
4.2.22	Líneas de tendencia.....	47
4.2.23	Pruebas de estabilidad mediante obtención de datos de la cámara bioclimática	49
4.2.24	Pruebas en la cámara bioclimática con un control de temperatura y humedad	51
4.2.25	Porcentaje de error en temperatura y humedad.....	52
4.2.26	Errores en base a valores de temperatura.....	52
4.2.27	Errores en base a valores de humedad	53
4.2.28	Margen de error que puede existir en la cámara bioclimática	53
4.3	EVALUACIÓN TÉCNICO, SOCIAL, AMBIENTAL Y/O ECONOMICO.....	54
4.3.1	Evaluación Técnica	54
4.3.2	Evaluación Social.....	54
4.3.3	Evaluación Ambiental.....	54
4.3.4	Evaluación Económica.....	55
4.3.5	Costo directo de fabricación	55
4.3.6	Costo Indirecto de fabricación	56
4.3.7	Mano de Obra	56
4.3.8	Presupuesto	56



5 CONCLUSIONES DEL PROYECTO.....	57
5.1 CONCLUSIONES.....	57
5.2 RECOMENDACIONES.....	58
6 REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS.....	59 - 60
ANEXOS	61

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Diagrama causa efecto	5
Figura 2: Relación entre límite de daños y umbral de beneficios	17
Figura 3: Conexión arduino y nextion.....	38
Figura 4: Conexión arduino y sensor sth30.....	39
Figura 5: Conexión arduino y tarjeta micro SD	39
Figura 6: Conexión arduino y DS3231.....	40
Figura 7: Conexión regulador LM2596 y fuente de alimentación	41
Figura 8: Conexión arduino y relé.....	41
Figura 9: Conexión arduino al relay y al sensor de nivel	42
Figura 10: plataforma de diseño de la pantalla nextion.....	44
Figura 11: Selección de entorno de pantalla nextion.....	44
Figura 12: entorno programado de la pantalla nextion	46
Figura 13: Líneas de tendencia de la ecuación de temperatura y humedad	48
Figura 14: Estabilidad de temperatura y humedad herramienta de medida	50
Figura 15: Estabilidad mediante datos obtenidos de la cámara bioclimática.....	51
Figura 16: Ingreso de variables de temperatura y humedad	51
Figura 17: Elementos de control de la cámara bioclimática	52



ÍNDICE DE TABLAS

TABLA 1.1: Tareas a Cumplir	7
TABLA 1.2 Tipos de plagas y sus rangos de temperatura y humedad,	15
TABLA 1.3 Características en rango de temperatura y humedad días y horas.....	16
TABLA 2.1: Procesos controlados en la cámara de crianza de insectos	18
TABLA 2.2: Características de la Interfaz SPI	21
TABLA 2.3: Características Arduino Mega 2560.....	22
TABLA 2.4: Especificaciones Técnicas de la Pantalla Nextion	23
TABLA 2.5: Especificaciones Técnicas módulo lector de tarjetas Micro SD	24
TABLA 2.6: Características Fuente de Alimentación.....	24
TABLA 2.7: Características de relé de estado sólido.....	25
TABLA 2.8: Características del Step Down LM 2596	26
TABLA 2.9: Características del Módulo de reloj DS3231	26
TABLA 2.10: Características del Sensor de temperatura y humedad Sht30.....	26
TABLA 2.11: Características del humidificador XY-31.....	27
TABLA 2.12: Características del módulo relé single.....	28
TABLA 2.13: Características Electroválvula solenoide ZE – 4F180	29
TABLA 2.14: Datos informativos de características de la niquelina.....	31
TABLA 2.15: Dimensionamiento del conductor según la corriente soportada	33
TABLA 2.16: Datos obtenidos de la placa del congelador CVI 520	34
TABLA 2.17: Características del ventilador	36
TABLA 2.18: Conexión del sensor Sth30	39



TABLA 2.19: Conexión de los pines micros SD	39
TABLA 2.20: Conexión pines del módulo de reloj DS 3231	40
TABLA 2.21: Conexión pines del Relay al arduino	41
TABLA 2.22: Conexión del relay y el sensor de nivel arduino	42
TABLA 2.23: Calibración interna de la Cámara Bioclimática	47
TABLA 2.24: Estabilidad de temperatura y humedad con herramientas de medición	49
TABLA 2.25: Estabilidad mediante pruebas por medio de herramienta de medición y datos recolectados de la maquina.....	50
TABLA 2.26: Comparación de temperatura y humedad de la herramienta de medición	51
TABLA 2.27: Datos comparativos de temperatura y humedad obtenidos de la cámara	52
TABLA 3.1:Costos directos de Fabricación.....	54
TABLA 3.2: Costo Indirectos de Fabricación.....	55
TABLA 3.3: Mano de Obra.....	56
TABLA 3.4:Propuesta	56



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA Y APLICADAS

TEMA: DESARROLLO DE UNA CÁMARA CLIMÁTICA PARA EL MONITOREO Y CONTROL DE TEMPERATURA Y HUMEDAD.

Autores: Lima Álvarez Joffre Alexander
Tapia Espín Danny Rodrigo

RESUMEN

El presente proyecto de titulación, está basado en la temperatura y humedad mediante un control ON/OFF en una cámara bioclimática para crianza de insectos (plagas), mediante un sistema totalmente automatizado que permite que el insecto se desarrolle bajo condiciones adecuadas en ambientes controlados, el control empieza desde el ingreso caliente del aire y con un nivel estable de humedad para así procurar la supervivencia del insecto, lo cual nos permitirá obtener datos, donde se analiza el adecuado o riesgo que va a estar expuesto el insecto en la cámara, el presente trabajo está basado netamente en el control de la temperatura la misma que a su vez controla la humedad dentro de la cámara, para encender la cámara y apagar la misma, se procede a la elaboración de un sistema con una unidad de control que es capaz de almacenar datos y que permita la visualización de información relevante proporcionada por la cámara bioclimática, de esta forma se asegura el correcto funcionamiento de la misma, tanto para su uso y también en el mantenimiento respectivo.

Para la elaboración del sistema se utilizó un control HMI (Human Machine Interface) el mismo que permite la visualización de datos históricos y en consecuencia determina el comportamiento de la temperatura y humedad y la interacción de operador-máquina, la cual se realizara de forma más didáctica con la aplicación de una pantalla, la cual, mediante una programación controlada por un microcontrolador, facilita el ingreso de datos de temperatura y humedad en el setpoint de la pantalla.

Mediante los resultados obtenidos se puede determinar que la cámara bioclimática reduce el tiempo de crecimiento de insectos (plagas) entre 10 a 20 días para su desarrollo completo y con esto garantizar que el entorno de crecimiento dentro de la cámara es el óptimo en diferentes ambientes controlados

Palabras Clave: Crianza de insectos, control de temperatura, humedad, control ON/OFF.



TECHNICAL UNIVERSITY OF COTOPAXI
SCHOOL OF ENGINEERING AND APPLIED SCIENCES

THEME: DEVELOPMENT OF A CLIMATE CHAMBER FOR THE MONITORING AND CONTROL OF TEMPERATURE AND HUMIDITY.

Authors: Lima Álvarez Joffre Alexander
Tapia Espín Danny Rodrigo

ABSTRACT

This titling project is based on temperature and humidity through ON/OFF control in a bioclimatic chamber for breeding insects (pests), through a fully automated system that allows the insect to develop under adequate conditions in controlled environments. The control begins from the hot entry of the air and with a stable level of humidity in order to ensure the survival of the insect, which will allow us to obtain data, where the adequacy or risk that the insect will be exposed in the chamber is analyzed, The present work is based clearly on the control of the temperature, which in turn controls the humidity inside the camera, to turn the camera on and off, we proceed to the development of a system with a control unit that is capable of storing data and that allows the visualization of relevant information provided by the bioclimatic chamber, thus ensuring its correct operation, both for its use and also in the respective maintenance.

For the elaboration of the system, an HMI (Human Machine Interface) control was used, which allows the visualization of historical data and consequently determines the behavior of temperature and humidity and the interaction of operator-machine, which will be carried out in a more didactic with the application of a screen, which, through a programming controlled by a microcontroller, facilitates the entry of temperature and humidity data at the screen setpoint.

Through the results obtained, it can be determined that the bioclimatic chamber reduces the growth time of insects (pests) between 10 to 20 days for their complete development and with this, guarantees that the growth environment inside the chamber is optimal in different controlled environments

KEYWORDS: Insect breeding, temperature control, humidity, ON/OFF control



UNIVERSIDAD
TÉCNICA DE
COTOPAXI



CENTRO
DE IDIOMAS

AVAL DE TRADUCCIÓN

En calidad de Docente del Idioma Inglés del Centro de Idiomas de la Universidad Técnica de Cotopaxi; en forma legal **CERTIFICO** que:

La traducción del resumen al idioma Inglés del proyecto de investigación cuyo título versa: **“DESARROLLO DE UNA CÁMARA CLIMÁTICA PARA EL MONITOREO Y CONTROL DE TEMPERATURA Y HUMEDAD”** presentado por: **Lima Álvarez Joffre Alexander y Tapia Espín Danny Rodrigo**, egresados de la Carrera de **Electromecánica**, perteneciente a la **Facultad de Ciencias de la Ingeniería y Aplicadas**, lo realizaron bajo mi supervisión y cumple con una correcta estructura gramatical del Idioma.

Es todo cuanto puedo certificar en honor a la verdad y autorizo a los peticionarios hacer uso del presente aval para los fines académicos legales.

Latacunga, Agosto del 2023

Atentamente,

TANIA
ELIZABETH
ALVEAR
JIMENEZ

Firmado
digitalmente por
TANIA ELIZABETH
ALVEAR JIMENEZ
Fecha: 2023.08.16
11:23:44 -05'00'



CENTRO
DE IDIOMAS

Mg. Tania Elizabeth Alvear Jiménez
DOCENTE CENTRO DE IDIOMAS-UTC
CI: 050323176-3

1 INFORMACIÓN GENERAL

Título:

“Desarrollo de una cámara climática para el monitoreo y control de temperatura y humedad.”

Fecha de inicio: Abril 2023

Fecha de finalización: Mayo 2023

Lugar de ejecución:

Carrera de Ingeniería Electromecánica de la Universidad Técnica de Cotopaxi, campus matriz, Provincia de Cotopaxi, Cantón Latacunga.

Facultad que auspicia: Ciencias de la Ingeniería y Aplicadas	Carrera que auspicia: Ingeniería Electromecánica	Proyecto de Investigación Vinculada: Proyecto de Investigación
------------------------------------------------------------------------	------------------------------------------------------------	-----------------------------------------------------------------------------

Equipo de Trabajo

Tutor Nombres: Luigi Orlando Apellidos: Freire Martínez Email: luigi.freire@utc.edu.ec Cédula de identidad: 0502529589	Ponente 1 Nombres: Joffre Alexander Apellidos: Lima Álvarez Email: joffre.lima5981@utc.edu.ec Cédula de identidad: 0503795981	Ponente 2 Nombres: Dany Rodrigo Apellidos: Tapia Espín Email: danny.tapia3461@utc.edu.ec Cédula de identidad: 0504233461
-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

Áreas de conocimiento		
Campo	Campo Específico	Campo Detallado
Amplio 07 Ingeniería, Industria y Construcción	071 Ingeniería y Profesiones Afines	0714 Electrónica y Automatización. 2203.02 Elementos de Circuitos (Ver 3307.03)

Línea de investigación:

Procesos Industriales

Sub líneas de investigación de la Carrera:

Automatización, control y protecciones de sistemas electromecánicos

2 INTRODUCCIÓN.

La temperatura y humedad son variables importantes dentro del control para el desarrollo de insectos (plagas). Para que los insectos puedan realizar sus funciones estas variables son indispensables, pero más aun de forma controlada, al no controlar estas variables estos seres pierden sus capacidades metabólicas o de supervivencia, es muy necesario el control tanto de la temperatura como de la humedad, y de esta forma proporcionar un ambiente controlado para la crianza de insectos.

La temperatura marca una brecha muy corta entre un rápido desarrollo y la estabilidad en el crecimiento del insecto, y en base a ello se establece rangos de control para la temperatura.

Partiendo de esa información la cual dice a mayor calor mayor es el crecimiento del insecto ya que con el aumento de calor el metabolismo de los mismos se acelera, mientras que la humedad no sea excesiva, ya que el exceso de humedad permitirá la proliferación de hongos y bacterias, capaces de infectar, enfermar y matar a las especies de insectos, con esta información nace la idea del control de temperatura y humedad por medio de una cámara que permite la crianza de estos insectos con el fin de mejorar el proceso productivo agrícola.

Para el correcto funcionamiento de la maquina bioclimática es necesario realizar una calibración para demostrar que la temperatura y la humedad relativa indicadas por la pantalla o el controlador son realmente las simuladas internamente, al igual que con cualquier equipo, para esto se hacen inspecciones periódicas para evitar fallas futuras que puedan interrumpir en la crianza de estos insectos (plagas) y con esto también garantiza la vida útil del equipo.

2.1 EL PROBLEMA:

2.1.1 Planteamiento del problema.

La cámara climática controlada por un sensor de temperatura y humedad (Termocupla) presentan un rango de temperatura que va de 0°C a 30°C, en base al ambiente que vaya a ser controlado, con esto conlleva a la identificación de materiales y el tipo de sistema a ejecutar, el proceso de acondicionamiento de humedad generado por la temperatura, y análisis de comportamiento de insectos en la cámara de crianza.

Existen varios tipos de cámaras climáticas en el mercado, pero los costos de estas cámaras de ambiente controlado son de costos muy elevados por eso con la ayuda de la Universidad Técnica de Cotopaxi extensión Salache tuvieron la iniciativa de crear este tipo de cámaras, con la ayuda de la carrera de ingeniería electromecánica y el apoyo de sus estudiantes, con aportes económicos para las asociaciones de agricultores de algunos sectores del país.

La temperatura, así como la humedad van a ser controladas en este proceso. El control de la temperatura en que se designa para la crianza de especies ayuda a que se pueda reproducir de manera muy rápida, se debe conservar en un rango de temperatura de 20°C a 30°C se obtiene buenos resultados si son mayores las especies en reproducción morirían.

2.1.2 Formulación del Problema

Se requiere una cámara bioclimática para el control de temperatura y humedad y así lograr un ambiente adecuado para la reproducción de insectos (plagas) en los laboratorios de protección vegetal para la Carrera de Agronomía de la Universidad Técnica de Cotopaxi extensión Salache.

2.1.3 Matriz causa y efecto.

En el siguiente diagrama de Ishikawa se indica las principales causantes para la creación de una cámara bioclimática para el control de temperatura y humedad.

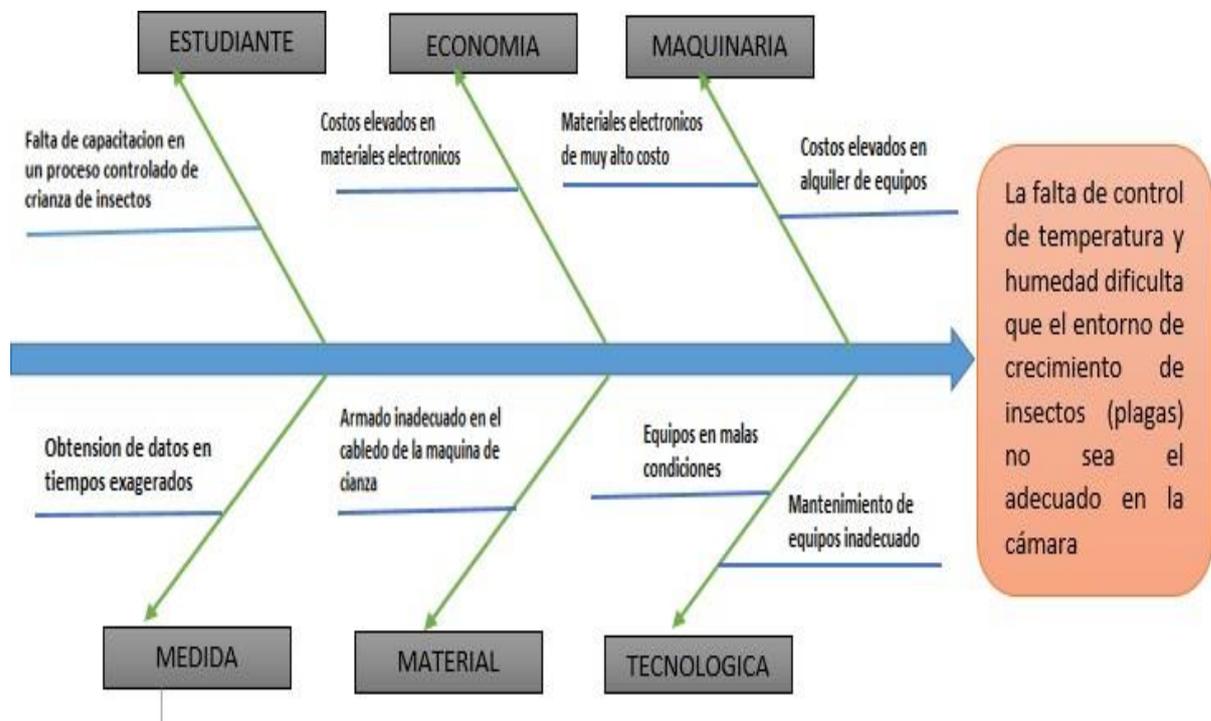


Figura 1: Diagrama causa – efecto. Falta de un sistema de control de temperatura y humedad en una cámara para la crianza de insectos

2.2 BENEFICIARIOS

2.2.1 Beneficiarios Directos

Facultad CAREN (Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales), Universidad Técnica de Cotopaxi extensión Salache

2.2.2 Beneficiarios Indirectos

CEFA (Comité Europeo para la Formación y la Agricultores), Sectores agroindustriales, Comunidad Científica, Comunidad Agrícola e Institutos de Investigación de Plagas.

2.3 JUSTIFICACIÓN

Tener claro acerca de temas relacionados con la repotenciación de un proceso en el cual conlleva a un método de análisis en cuanto es al control y monitoreo de temperatura y humedad para lo que es la crianza de insectos, así se puede determinar otros aspectos importantes referentes para este tipo de procesos mediante una técnica adecuada, en relación a la aplicación se debe enfocarse en controlar el nivel de temperatura que va a ingresar a la cámara con ello la humedad que va a producir con dicha temperatura va a garantizar la crianza de los insectos con la finalidad que puedan sobrevivir en ese ambiente.

2.4 HIPÓTESIS

El diseño de una cámara bioclimática para el control de temperatura y humedad en la crianza de insectos que permitirá acondicionar el ambiente adecuado que necesita el insecto (plaga) para sobrevivir, en los laboratorios de protección vegetal para la Carrera de Agronomía de la Universidad Técnica de Cotopaxi extensión Salache.

2.5 OBJETIVOS

2.5.1 General:

Implementar una cámara bioclimática mediante el control de temperatura y humedad para la crianza de insectos en ambientes regulables, en los laboratorios de protección vegetal para la Carrera de Agronomía de la Universidad Técnica de Cotopaxi extensión Salache.

2.5.2 Específicos:

- Investigar mediante estudio bibliográfico el control de temperatura y humedad enfocado en la crianza de insectos en cámaras bioclimáticas.
- Diseñar una cámara bioclimática con un control de temperatura y humedad para crianza de insectos (plagas)
- Implementar la cámara bioclimática para crianza de insectos mediante un control automático regulable.
- Validar el control de temperatura y humedad mediante variables aleatorias ingresadas en la cámara bioclimática para así obtener óptimos resultados en el análisis.

2.6 SISTEMA DE TAREAS EN RELACIÓN A LOS OBJETIVOS PLANTEADOS

TABLA 1.1: Tareas a Cumplir

Objetivos Específicos	Actividades (Tareas)	Resultado de la Actividad	Descripción de la actividad
<p>Investigar mediante estudio bibliográfico el control de temperatura y humedad enfocado en la crianza de insectos en cámaras bioclimáticas.</p>	<p>Recopilación de información mediante los siguientes medios como son libros, revistas, internet, plataformas</p>	<p>Demostrar que la temperatura y la humedad son las adecuadas para el crecimiento y desarrollo de insectos.</p>	<p>Investigación documental y de campo de máquinas de crianza existentes en el sector industrial</p>
	<p>Control del ambiente en base datos recopilados por la cámara.</p>	<p>Conocer el crecimiento y desarrollo de los insectos (plagas) en la cámara bioclimática.</p>	
<p>Diseñar una cámara bioclimática con un control de temperatura y humedad para crianza de insectos (plagas)</p>	<p>Diseño de un control adecuado de temperatura y humedad en una cámara bioclimática</p>	<p>Identificar los rangos de temperatura y humedad que deben ingresar en la cámara</p>	<p>Investigación experimental y de campo mediante un control de temperatura y humedad en base a los tipos de insectos que puede desarrollarse en cámaras bioclimáticas</p>

<p>Implementar la cámara bioclimática para crianza de insectos mediante un control automático regulable.</p>	<p>Identificación del tipo de software programable para el control de Temperatura y Humedad para la cámara de crianza de insectos (plagas).</p>	<p>Software de control para la programación de la cámara de crianza de insectos.</p>	<p>Uso de software de programación mediante una investigación experimental y de campo</p>
	<p>Identificación del tipo de programación debe ser ingresada al sistema integrado de simulación mediante un software de control automático</p>	<p>Simulación de las condiciones climáticas de la temperatura, así como de la humedad mediante el funcionamiento en la cámara de crianza de insectos</p>	
<p>Validar el control de temperatura y humedad mediante variables aleatorias ingresadas en la cámara bioclimática para así obtener óptimos resultado en el análisis..</p>	<p>Instalación de elementos eléctricos, electrónicos, medición y adquisición de datos en la cámara de crianza de insectos (plagas).</p>	<p>Funcionamiento y manipulación de la cámara de crianza de insectos</p>	<p>Control automático de la cámara de crianza</p>
	<p>Medición de temperatura y humedad mediante un panel de control (pantalla) la cual va a ser ingresada a la cámara.</p>	<p>Obtención del rango de temperatura y el control de humedad en la cámara para la buena reproducción de insectos (plagas)</p>	

3 FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

3.1 ANTECEDENTES

En cuanto a los avances tecnológicos, hoy en día podemos evidenciar la gran utilidad de los sistemas electrónicos controlados automáticamente, donde el objetivo principal de este proyecto es el diseño y construcción de una cámara bioclimática mediante el control de temperatura y humedad en la cual se pueda reproducir ciclos térmicos controlados durante la vida útil del producto, de esta forma evaluar varios estándares de calidad y relacionarlos con las condiciones de incubación de varias especies de insectos.[1]

Una de las empresas pioneras para el control de ambientes controlados es Aralab la cual se puede mencionar la gran utilidad de los sistemas Industriales, Eléctricos y electrónicos mediante un control automáticamente funcional y de gran interés en el mercado europeo, donde el objetivo es cumplir con todos los requisitos establecidos por la International Conference of Armonización (ICH) la cual tienen una fiabilidad inigualable en la reproducción de las condiciones climáticas. [2]

Uno de los ejemplos donde se puede evidenciar lo funcional de este proyecto, es en un trabajo investigativo presentado por Juan Pedro Ruiz Márquez “Diseño y construcción de una cámara de temperatura en ambiente controlado” de la Universidad Nacional Autónoma de México, ubicado en la Ciudad México en el 2016. [3]

La “Escuela politécnica del ejercito extensión Latacunga” se llevó a cabo el diseño y construcción de una cámara climatizada de temperatura y humedad comandada y monitoreada por PC. Por los Autores Pablo Benavides y Santiago Carrasco. Este trabajo se enfocó en controlar la temperatura y humedad relativa en rangos de 10 a 40 °C y 40 a 90 HR. [4]

Otro de los trabajos de investigación de la Universidad Politécnica de Cartagena publicó un proyecto llamado “Diseño y Construcción de Cámara Climática Controlada”, los autores son Segado Fernández, María Aránzazu; Ibarrola Lacalle [5]

3.2 MARCO REFERENCIAL

3.2.1 Cámara de crianza de insectos

Las cámaras de ambiente controlado son recintos en los que se crean de forma artificial las condiciones necesarias para llevar a cabo varias funciones de los seres vivos, como la micro propagación y el crecimiento de plantas e insectos (plagas).

Las cámaras de ambiente controlado presentan un amplio rango de aplicaciones, como simulación ambiental, envejecimiento acelerado, control de calidad, investigación de materiales y sistemas, estudio de estabilidad de productos, acondicionamiento húmedo, y análisis de comportamiento de especies animales y vegetales, entre otras. Las cámaras de control ambiental se diseñan en función de una necesidad y aplicación, teniendo en cuenta variables fundamentales tal como la capacidad de enfriamiento; la capacidad de calentamiento; la capacidad de humidificación así también como es la disipación térmica del contenido y variables adicionales las cuales su finalidad es acondicionar un ambiente con especificaciones controladas. [6]

Las cámaras climáticas son dispositivos que pueden renovar las condiciones necesarias para criar, incubar o experimentar con diversos insectos (plagas), se utiliza para imitar el tiempo o la exposición a propiedades extremas de un producto o material. De esta forma se puede garantizar la seguridad en el tiempo, acelerando los procesos de incubación mediante determinadas temperaturas.

3.2.2 Procesos en cámaras bioclimáticas

La cámara bioclimática para el desarrollo de insectos, plantas es un dispositivo autónomo, constituido por un sistema de iluminación, con control de temperatura, humedad y programación óptica periódica, capaz de simular características específicas de experimentos y estudios con plantas y otros organismos vivos controlando los parámetros como la humedad relativa, la temperatura y la luz es un gran problema, estos elementos afectan el desarrollo y progreso de las plantas, microorganismos, insectos, y otros organismos y el uso de cámaras es beneficioso. A diferencia de los experimentos en campo o en invernadero, las cámaras climáticas permiten un control total de los elementos externos, eliminando en lo posible de las fuentes y variaciones ofreciendo una mayor precisión en las pruebas.

3.2.3 Tipos más comunes de cámaras bioclimáticas

3.2.4 Cámara climática de estabilidad

También llamadas cámaras de clima constante, son cámaras que permiten mantener las condiciones de temperatura y humedad deseada por largos períodos de tiempo, mayoritariamente se utilizan para almacenar productos farmacéuticos, veterinarios, agroalimentarios, biotecnológicos, biológicos, químicos, materiales y otros, en condiciones constantes de temperatura y humedad controlada.

Utilizando como ejemplo el sector farmacéutico, donde los estudios de estabilidad en fármacos y medicamentos son muy rigurosos y de larga duración bajo condiciones climáticas y homogeneidades establecidas por normativas, tanto las cámaras climáticas como su software deben estar correctamente validados según los procedimientos marcados por la ICH. Uno de los estudios de estabilidad se realiza almacenando el producto durante 12 meses en condiciones de $25^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ de temperatura y $60\% \pm 5\%$ de Humedad Relativa.

3.2.5 Cámara climática de ensayos

También llamadas cámaras climáticas de testing, son cámaras capaces de reproducir en su interior condiciones y cambios climáticos en ocasiones extremos, así como cíclicos, que se programan mediante un software especialmente diseñado que permite controlar y también registrar los datos de los ensayos. La duración de este tipo de pruebas variará en función de la finalidad del ensayo.

Este tipo de cámara climática puede utilizarse en todas las industrias para evaluar cómo se comportarán los materiales, componentes y equipos en condiciones climáticas típicas o para exponerlos a condiciones climáticas duras o desfavorables que podrían cambiar su fiabilidad, comportamiento o integridad estructural y física. Para cumplir las normas de calidad del mercado o la normativa nacional, europea o internacional pertinente, la mayoría de los fabricantes deben investigar cómo reaccionan sus productos en distintas condiciones.

Estas cámaras climáticas también pueden combinarse con otras variables como la radiación para la investigación del envejecimiento acelerado, la lluvia o el polvo para el cerramiento, y gradientes térmicos más rápidos para ejecutar las variaciones de temperatura de los ensayos cíclicos más exigentes.

3.2.6 Estabilidad y ensayos de laboratorio de la cámara climática

Conocidas como cámaras de control para entornos artificiales en diferentes ambientes, para el desarrollo de elementos vivos en un tiempo acelerando.

Para prueba de estabilidad, se debe asegurar que el clima permanezca constante durante toda la prueba incluso las pequeñas influencias externas pueden segar los resultados. Por lo tanto, las medidas de control de la cámara climática estática son de suma importancia para varios tipos de pruebas [7]

Una cámara climática controlada, es un espacio donde se fingen diferentes condiciones ambientales, para determinar el comportamiento de un elemento a ser ensayado. Simulación ambiental, envejecimiento acelerado, control de calidad, investigación de materiales y sistemas, estudios de estabilidad de productos, acondicionamiento en húmedo y análisis del comportamiento de diversas especies animales y vegetales son sólo algunas de las muchas aplicaciones para las que pueden utilizarse las cámaras.

La cámara Bioclimática de control de temperatura y humedad es aquella unidad termostática que permite mejorar las condiciones climáticas, generadas en el interior de la cámara. Este tipo de cámara climática, se ajusta a la medida, y se estudia cada proyecto de manera independiente.

3.2.7 Principales pruebas de estabilidad Para evaluar el comportamiento de las muestras en una cámara bioclimática

Se han realizado algunas formas de pruebas de estabilidad.

Este procedimiento de pruebas se utiliza para monitorear plantas e insectos en condiciones reales según las zonas climáticas, las muestras se analizan a una temperatura y humedad de 30 a 35 grados relativamente específicas.

Este proceso debe ser revisado regularmente durante el almacenamiento en este tipo de cámaras con un clima constante. Dependiendo de la muestra de prueba, el periodo de pruebas puede extenderse a varios días o semanas acordes al estudio que deseen encontrar.

Control de estabilidad en desarrollo: Aquí se prueba si la calidad se puede mantener más allá del estándar estipulado.

Pruebas de alta durabilidad: mediante el control de temperatura y con una humedad acorde a su temperatura se realizan pruebas de envejecimiento de la planta o la crianza de un tipo de insecto en periodos cortos de tiempo en la que las pruebas pueden ser muy beneficiosas ya que estarían conservando su estabilidad y reduciendo tiempo de procesamiento.

Pruebas de estrés: Las pruebas de estabilidad en condiciones extremas, por ejemplo, a 35°C y 40 % de humedad relativa, generalmente se realizan al comienzo de un estudio de estabilidad para determinar el método de pruebas más adecuado para el elemento ingresado en la cámara. Las pruebas de resistencia están claramente definidas según la norma de estabilidad, muy pocas cámaras climáticas estáticas están diseñadas para este tipo de pruebas.

3.2.8 Ensayo de estabilidad para el comportamiento de un elemento de prueba

Largo Plazo 25°C +/- 2°C 60% HR +/-10% 12 meses

Medio Plazo 30°C +/- 2°C 65% HR +/-10% 6 meses

Acelerado 25°C +/- 2°C 60% HR +/-10% 6

3.2.9 Crianza de insectos en laboratorio

En laboratorios se pueden criar y estudiar a miles de especies de insectos para distintos fines, la experimentación, control de plagas como es la cría de insectos para pruebas en la agricultura así también para estudiar su resistencia.

Cada insecto tiene su función en la naturaleza y en la vida, la mayoría de ellos se desarrollan a diferente ritmo de escala y con distintos fines.

El estudio de insectos en los laboratorios es para analizar la resistencia sobre los pesticidas o el desarrollo y comportamiento de la especie, así como es la dieta artificial para las larvas e insectos adultos.

3.2.10 Biocontrol

El control biológico es la acción benéfica de los parásitos, patógenos y depredadores en el control de las plagas y los daños que causan. El control biológico es un método de organismos vivos para reducir la densidad de población de otros organismos nocivos de plagas. [8]

3.2.11 Plagas de interés Económico

La principal causa de pérdidas de producción en la agricultura son las grandes plagas agrícolas. Por el daño que causan a la agricultura mundial, las plagas de insectos generan importantes pérdidas económicas son el pulgón amarillo, la mosca blanca, el picudo rojo, la araña roja, la mosca de la fruta y las larvas del minador son plagas que más daño causan a los agricultores.

TABLA 1.2 Tipos de plagas de interés económico y sus rangos de temperatura y humedad

	Temperatura	Humedad	Plaga
Pulgón Amarillo	25 y 35 °C	55 y 90%	
Mosquita blanca	30 °C	50 y 85%	
Araña roja	12 y 40 °C	60 y 90%	
Larva minadora	20 y 25 °C	70%	
Mosca de la fruta	16 Y 32 °C	75 Y 85%	

3.2.12 Rangos de temperatura y humedad en Ecuador

Debido a la ubicación dentro del Ecuador, las temperaturas tomadas a lo largo de todo el país son casi idénticas durante todo el año. Y en algunos ratos proporciona temperaturas algo más bajas y menor humedad en la costa a partir de varios meses. Sin embargo, las distintas estaciones climáticas apenas se notan en la Sierra. El clima tropical de las regiones tanto costa, oriente y galápagos son más pronunciados y la mayor parte de las precipitaciones cae en la primera mitad del año.

TABLA 1.3 Características en rango de temperatura y humedad en base a los días y horas

Región	Temperatura máxima	Temperatura mínima	Horas de sol	Días de lluvia	Precipitación	Humedad
Galápagos	28,5 °C	21,9 °C	2.300 h	66	526 l	79,0 %
Costa	29,7 °C	21,3 °C	986 h	97	1.559 l	75,0 %
Oriente	20,8 °C	10,7 °C	1.570 h	169	1.854 l	10,7 °C
Sierra	23,5 °C	15,0 °C	1.168 h	163	2.212 l	75,0 %

3.2.13 Nivel de decisión en control de plagas

Para determinar si es necesario controlar una plaga potencial, generalmente se establece un umbral para un parámetro de población. Estos valores facilitan la toma de una decisión sobre un posible control de plagas.

Por un lado, es el nivel de daño económico calculado por debajo del número de plagas que causan daño económico, y, por otro lado, también es necesario determinar el umbral económico (ES) por debajo de la NDE, que es la densidad de población de la plaga potencial, que se

compensa mediante el uso de comandos para prevenir su ocurrencia.

Esto quiero decir, solo hay que esperar hasta que se alcance la densidad de la plaga, así que es necesario hacer el control, la plaga definitivamente aumentará la densidad por encima de ese nivel, lo que causará una pérdida económica. [9]

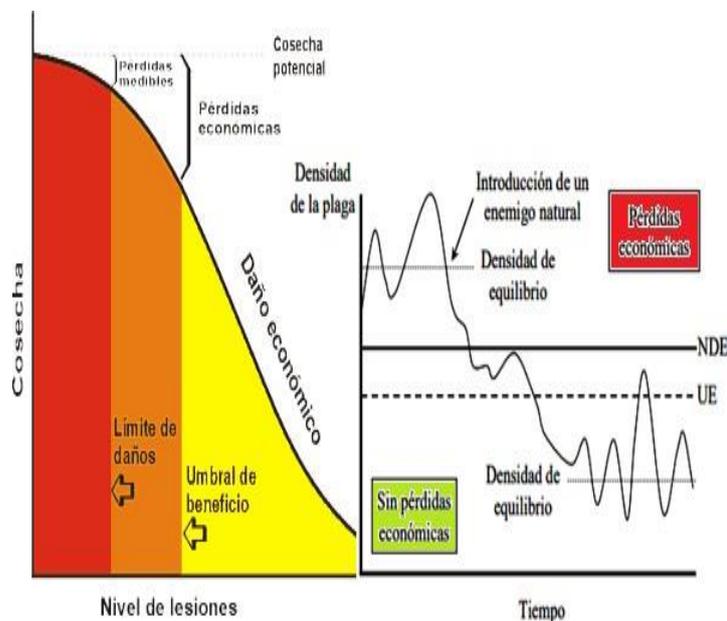


Figura 2: Relación entre límite de daños y umbral de beneficio.

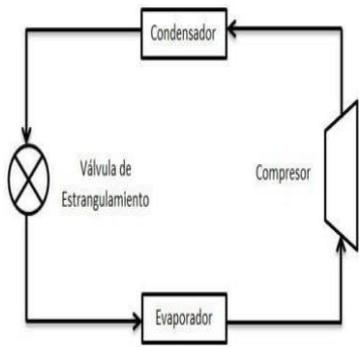
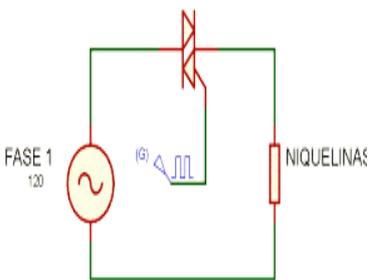
3.2.14 Especie de plagas *Anastrepha Striata*

Es una plaga de importancia en al menos 20 especies agrícolas. Esta mosca provoca daños en los cultivos de mango, mamey, higo, durazno, naranja, pomelo, toronja, caimito, zapote, zapote amarillo. El daño generado por la postura de los huevos (picadura) es una vía de ingreso para distintos microorganismos que van deteriorando el fruto.

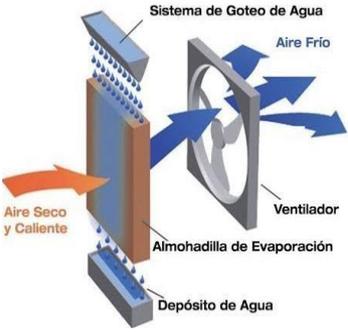
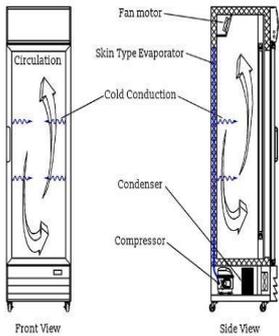
La duración del ciclo biológico y crianza del insecto (en condiciones óptimas de 21°C): 2 días huevo, 5 días larva, 7 días pupa, 7 días adulto (tiempo hasta estar en condiciones de oviponer). Total 21 días. [10]

3.2.15 Descripción general de la cámara bioclimática de crianza de insectos

TABLA 2.1: Procesos controlados en la cámara de crianza de insectos

<p>Sistema de refrigeración</p>	 <p>Este sistema es un proceso por el cual se puede mantener un lugar a una temperatura determinada, es decir a esto se le llama acondicionamiento de aire.</p> <p>Los refrigeradores son aparatos de circulación de líquido con que funcionan ciclos llamados refrigerantes durante el ciclo de refrigeración a presión de vapor, el refrigerante se condensa y se evapora alternativamente el cual absorbe el calor existente en el interior, están determinados por 4 ciclos respectivamente los cuales son compresión – condensación – expansión y evaporación</p>
<p>Sistema de calentamiento por niquelina Eléctrica.</p>	 <p>Este proceso ocurre cuando la resistencia eleva la temperatura la cual produce calor, este calor es producido por la resistencia que se transfiere al ambiente y produce un nivel de temperatura en base a las espiras o llamado caracol que tiene la resistencia.</p>

3.2.16 Control ON-OFF

<p>Sistema de humificación</p>	
<p>El sistema evapora el agua para expulsar el vapor dentro de una cámara, donde el objetivo más importante es regular las características del vapor, para poder mejorar la humedad del ambiente cuando su temperatura vaya aumentando y así garantizar la estabilidad de un entorno.</p>	
<p>Sistema de ventilación</p>	
<p>Los sistemas de ventilación son un conjunto de dispositivos y ductos que facilitan y permiten la renovación y circulación del aire, gracias a estos sistemas se logra la distribución homogénea del aire dentro de un espacio determinado, además de ayudar a mantener condiciones uniformes tanto de humedad relativa como de temperatura dentro de la máquina, de esta manera es posible “asegurar” unas condiciones climáticas en un espacio determinado.</p>	

Este tipo de controlador, también conocido como "todo o nada", se limita a comprobar la variable del proceso mediante un algoritmo sencillo para ver si está por encima o por debajo de un valor de consigna predeterminado. No hay estados intermedios; la variable manipulada o la señal de control del regulador alterna entre "totalmente ON" y "totalmente OFF".

El control de la temperatura con termostatos en aires acondicionados es un ejemplo muy común de cómo este tipo de accionamiento da lugar a un control muy impreciso de la variable del proceso. Si la temperatura es superior a la de referencia o consigna, el termostato enciende el aire frío; si es inferior (o igual) a la consigna, el termostato lo apaga.

3.2.17 Microcontroladores

El microcontrolador es un circuito integrado que es el componente principal de una aplicación

integrada. Es como un pequeño ordenado formando por sistemas que controlan los elementos de entrada/salida también incluye un procesador y por supuesto una memoria que puede almacenar el programa y sus variables, funciona como una pequeña computadora. Su tarea es automatizar los procesos y el procesamiento de la información los microcontroladores se pueden utilizar en todo tipo de inventos y productos donde se requiere un proceso automatizado dependiendo del estado de las diferentes entradas. [11]

3.2.18 Sistema HMI

Un sistema HMI es un cuadro de mandos o pantalla de fácil manejo que puede ofrecer datos en tiempo real sobre los numerosos procesos que tienen lugar en una planta industrial. Estos artilugios pretenden establecer una comunicación entre la maquinaria y los operarios.

HMI han podido traducir variables de operaciones complejas en procesadores relacionados, visuales y de procesamiento gracias a esta herramienta, podemos imaginar con el estado del proceso o las maquinas en el tiempo real su funcionalidad no es otra que la de mejorar los procesos industriales, a través de la digitalización y centralización de datos.

El intercambio de información entre el panel de control HMI y la automatización se establece a través de una conexión de red (Ethernet, bus de campo, enlace serie RS232). [12]

3.2.19 Lector micro SD interfaz SPI

Un lector SD es un dispositivo que nos permite utilizar tarjetas SD como memoria, que se puede integrar en proyectos de electrónica y Arduino. Las tarjetas SD y micro SD se están convirtiendo en un estándar, reemplazando a otros medios de almacenamiento de datos debido a su gran capacidad y pequeño por esta razón, se han integrado en una gran cantidad de dispositivos y ahora son componentes comunes en computadoras, tableros inteligentes y más. La comunicación de interfaz en serie (SPI) se utilizó para conectar dispositivos periféricos como impresoras, cámaras, escáneres, etc. Pero ha sido reemplazado en su mayoría y gran parte por una USB. SPI todavía se usa como un archivo medio para algunas aplicaciones que utilizan pantallas, tarjetas de memoria, sensores.

SPI se implementa usando configuraciones y pueden funcionar en modo duplas complejo es decir que las señales se pueden transmitir entre maestro y el esclavo simultáneamente cuando hay muchos esclavos, SPI no requiere direccionamiento para diferenciar entre estos esclavos.

Esta placa de interfaz está diseñada para acceder a la memoria micro SD en modo SPI, por lo que las señales de control están claramente marcadas por los nombres de las señales en dicho bus de comunicación, y admite tarjetas micro SD y micro SDHC contiene un circuito convertido de voltaje para comunicarse a 3.3V o 5V. [13]

TABLA 2.2: Características de la Interfaz SPI

Voltaje de Operación 3.3V-5V
Interfaz SPI
Cuenta con todos los Pines (SPI) de la tarjeta SD.
Permite almacenar grandes cantidades de datos en memorias SD utilizando Arduino.

3.2.20 Arduino Mega

Arduino Mega es una tarjeta de desarrollo open-source construida con un microcontrolador modelo Atmega2560 que posee pines de entradas y salidas (E/S), analógicas y digitales las cuales 15 pueden ser usadas como salidas PWM), 16 entradas analógicas, 4 UARTs, un cristal de 16Mhz, conexión USB, jack para alimentación DC, conector ICSP, y un botón de reseteo. Esta tarjeta es programada en un entorno de desarrollo que implementa el lenguaje Processing/Wiring. [14]

TABLA 2.3: Características Arduino Mega 2560.

Microcontrolador	ATmega 2560
Voltaje Operativo	5 V
Tensión de entrada	7-12 V
Voltaje de entrada (limites)	6-20 V
Pines digitales de entrada y salida	54 pines (14 proveenn salida PWM)
Corriente DC por Pin de Entrada/Salida	40 mA
Corriente DC entregada en el pin 3.3 V	50 mA
Memoria Flash	256 KB (8 KB usados por el

	bootloader)
SRAM	8 KB
EEPROM	4 KB
Clock Speed	16 MHz

3.2.21 Pantalla Nextion

Nextion es una disposición de interfaz hombre-máquina (HMI) que une un procesador insertado y una pantalla de contacto de memoria con la programación Nextion Supervisor para la mejora del proyecto HMI GUI. Con la programación Nextion Supervisor, puede fomentar rápidamente la interfaz gráfica de usuario HMI moviendo piezas (ilustraciones, texto, botón, control deslizante, etc.) e instrucciones basadas en texto ASCII para codificar cómo colaboran las piezas en el lado del escarapate. La solución Nextion es la mejor solución HMI de equilibrio entre costo y beneficio con una curva de aprendizaje baja y disminuida. [15]

TABLA 2.4: Características Técnicas de la Pantalla Nextion.

Pantalla	7 pulgadas
Resolución	800*480
Compatibilidad	Micronrolador que tenga conexión serial
Interfaz de Pantalla	TFT con interfaz TTL
Alimentación	5 V; 510 mA
Memoria	16 MB Flash
Área	154.08 mm*85.92 mm
Dimensiones	181*108*09 mm
Peso	264 g
Marca	Itead Studio
Cantidad	4 piezas

3.2.22

Lector de Memoria

El módulo lector de tarjetas MicroSD para Arduino y microcontroladores es útil para

aplicaciones donde se requiera la lectura y escritura de una memoria MicroSD mediante el uso de un Arduino y programación. [16]

TABLA 2.5: Características Técnicas módulo lector de tarjetas Micro SD

Fuente de Alimentación	4.5 – 5.5 VCD
Interfaz de comunicación	SPI estándar
Material	PCB
Dimensiones	42*24*1.5 mm
Peso	7 g

3.2.23 Fuente de Alimentación

Fuente conmutada 12V 10A es un dispositivo electrónico comúnmente llamado fuente de alimentación, fuente de poder o fuente conmutada. En electrónica se define como el instrumento que transforma corriente alterna en corriente continua en una o varias salidas. [17]

TABLA 2.6: Características Fuente de Alimentación

Tensión de entrada	110 VAC a 12 V – 10A
Corriente de salida máxima	10 A -150W
Conexión	Por tornillo
Dimensiones	200*100*50 mm
Protección	Cortocircuito/ sobrecarga/ sobretensión

3.2.24 Relé de Estado Solido

El relé de estado sólido (SSR) se lo utiliza para poner en funcionamiento dispositivos eléctricos o electrónicos mediante una señal de control.

Los relés de estado sólido pueden activar ventiladores, electroválvulas, sistemas de calefacción pueden habilitarse con voltajes VDC de 5,12 y 24 [18]

TABLA 2.7: Características del relé de estado solido

Modelo	SSR-40 A
Voltaje de activación	3-32 VDC
Corriente de carga	2 A
Dimensiones	NO
Voltaje de la carga	280 VAC
Corriente de activación	2 20 mA
Dimensiones	62*45*23 mm

3.2.25 Step Down LM 2596

El step down tiene como objetivo obtener una salida de voltaje inferior al de entrada, es decir disminuye el voltaje a la medida que se requiere mediante la calibración en un potenciómetro lineal. [19]

TABLA 2.8: Características del Step Down LM 2596

Convertidor	LM2596
Potencia de salida	25 W
Corriente	3 A
Voltaje de Salida	1.23 V a 37 V DC
Voltaje de entrada	4.5 V a 40 V DC
Eficiencia	93%

3.2.26 Módulo Reloj DS3231

El DS3231 es un reloj de tiempo real extremadamente preciso posee un oscilador de cristal con compensación de temperatura. Funciona con una alimentación que puede variar de 2.3V a 5.5V y tiene una batería de respaldo. Dispone de un zócalo para pila de botón [20]

TABLA 2.9: Características del Módulo de reloj DS3231

Mantiene la fecha y el horario (año, mes, día, hora, minutos, segundos)
Oscilador interno compensado por temperatura (TCXO)
Error de +-2 ppm (unos pocos minutos al año)
Batería de respaldo, mantiene la fecha y el horario.
Salida directa de oscilador interno de 32.768 khz (32 K)
Salida programable de 1 Hz, 1 khz, 4 khz, 8 khz (SQW)

3.2.27 Sensor de temperatura y humedad Sht30 Ecu plus

Sensor de temperatura y humedad basado en el chip SHT30. Con comunicación I2C, salida digital, cubierta protectora, cable y conector de 4 pines. Todo el sensor está cubierto con pegamento y tratamiento impermeable, que no tiene interferencia con el valor medido, para evitar la condensación que pueda causar daños por cortocircuito. [21]

TABLA 2.10: Características del Sensor de temperatura y humedad Sht30 Ecu plus

Modelo: IOT SHT30
Voltaje de funcionamiento: 2.15-5.5V
Señal de salida: señal digital I2C
Rango de medición de humedad: 0 a 100% HR
Rango de medición de temperatura: -40 a 125°C
Precisión: $\pm 0.2^{\circ}\text{C}$
Resistencia extraíble integrada de 10K
Condensador de filtro 100nF
Material de la carcasa: sinterizado de PE
Interfaz: HY2.0-4P (2.0 con bloqueo)
Dimensiones de la carcasa: longitud: 40mm, diámetro: 15mm
Longitud del cable: 28cm aprox.

3.2.28 Humificador para control de humedad en el entorno

Los humidificadores son dispositivos que emiten vapor para aumentar los niveles de humedad

en el aire (humedad). Entre los tipos de humidificadores se incluyen los siguientes:
 Humidificadores centrales. Estos aparatos están integrados en los sistemas de calefacción y aire acondicionado de la casa. [22]

TABLA 2.11: Características del humidificador XY-31

Tensión nominal	110 – 220 V
Frecuencia nominal	60Hz
Potencia	30w
Capacidad del tanque de agua	3l
Evaporación	360MI/H

3.3 Elementos de control para el buen funcionamiento de la Cámara.

3.3.1 Luz Piloto

Se introducen decididos a demostrar en la remota posibilidad de que cualquier tablero o línea está facultado o simplemente para mostrar un ciclo.

La razón de esta luz piloto de baja potencia o baja utilización es darnos una advertencia visual de que un equipo electrónico está encendido. Mientras el equipo electrónico está funcionando la luz piloto está encendida mostrando que hay utilización de corriente.

Se introducen decididos a demostrar en la remota posibilidad de que cualquier tablero o línea está facultado o simplemente para mostrar un ciclo.

3.3.2 Paros de emergencia

La función esencial del dispositivo de parada de emergencia será la de interrumpir (en caso de peligro) el suministro de las fuentes de alimentación de energía (corriente eléctrica, aire a presión, etc.) y parar la máquina lo más rápidamente posible. [23]

3.3.3 Modulo Relé Single

Este módulo de transferencia sirve para intercambiar cargas de potencia.

Los contactos de transferencia están destinados a cambiar las cargas en torno a 10A y 250VAC (30VDC), a pesar de que está prescrito para utilizar los niveles de tensión por debajo de estos puntos de corte. Las entradas de control están aisladas con opto acopladores para limitar la

conmoción vista por el circuito de control mientras se intercambia el montón. La señal de control puede salir de cualquier circuito de control TTL o CMOS, por ejemplo, un microcontrolador. Este módulo es ideal para intercambiar cargas de CA asociadas a la red eléctrica. Aparte todos los microcontroladores, aplicaciones de origen moderno, control de PLC, entre otros. Este módulo está equipado para el control de diferentes engranajes de alta corriente durante un tramo significativo de tiempo.

Puede ser controlado por muchos microcontroladores como Arduino, 8051, AVR, PIC, DSP, ARM, MSP430, TTL. [24]

TABLA 2.12: Características del módulo relé single

Vcc	5v control normal sin fuente externa
Vcc	12V fuente soporta hasta los 10 A
Salida IN	Puerto o controlador
GND	GND

3.3.4 Electroválvula solenoide ZE – 4F180

La Electroválvula Solenoide es una válvula que permite dar paso o cerrar el flujo de un agua, es de 12VDC, es de tipo normalmente cerrada he incorpora en cada uno de sus extremos roca de 1/2” de igual forma cuenta con dos terminales para ingresar una tensión de 12VDC. Cuando se aplica 12VDC a los dos terminales, la válvula se abre y el agua puede pasar a través, requiere de una presión mínima de 0.02 MPa (3 PSI). [25]

TABLA 2.12: Electroválvula solenoide ZE – 4F180

Tension	12V (DC)
Corriente	0.6 A
Potencia	8W
Modo de operación: normalmente cerrado	
Tipo de válvula: diafragma (operado por servo)	
Material: metal y plástico	
Entrada y salida: Manguera para 1/2 “(diámetro exterior) manguera	
Uso: fluidos de agua y baja viscosidad	

Presión: 0.02 a 0.8 mPa
Temperatura máxima del fluido: 100 °C

4 DESARROLLO DE LA PROPUESTA

4.1 METODOLOGIA

4.1.1 Método bibliográfico.

Antes del acondicionamiento de la cámara bioclimática, se estudian los antecedentes de las cámaras de cría existentes en el mercado con los mismos parámetros técnicos y se deben tener en cuenta los criterios, a partir de esta información se puede lograr la reducción del tiempo dedicado al análisis de diversos insectos. Determinarse efectivamente.

4.1.2 Método de campo.

En este estudio se realizó una investigación de campo en el laboratorio de Protección Vegetal ubicado en la Universidad Técnica de Cotopaxi campus Salache para analizar cuál sería el control de temperatura y humedad óptima para acondicionar la cámara bioclimática de crianza de insectos.

4.1.3 Método experimental.

Mediante un estudio experimental constituido como uno de los más relevantes, ya que las pruebas se realizaron en una cámara de crianza que fue improvisada donde se pudo obtener datos necesarios los cuales contribuyeron a mejorar sus características técnicas, y lo más importante reducir el tiempo de análisis en plagas, insectos, larvas las cuales favorecen en sí a mejorar un sistema de producción de mayor calidad para el mercado exigente.

4.1.4 Sistema de Calefacción.

El sistema de calefacción es un método que aporta el calor necesario para elevar o mantener el Aire caliente que ingrese a la cámara para poder convertirla en una cámara bioclimática.

4.1.5 Ecuaciones para calcular la temperatura de la superficie del cuerpo.

Esta fórmula se la denomina transferencia por convección o ley de enfriamiento de newton

$$Q = h * (T2 - T1) \quad (1)$$

$$A = L * A \quad (2)$$

$$q = \frac{Q}{A} \quad (3)$$

$$T2 = \frac{Q}{hA} + T1 \quad (4)$$

4.1.6 Ecuación para obtener la niquelina eléctrica para el sistema de calefacción.

Para obtener la ecuación y calcular la potencia requerida para adquirir la niquelina eléctrica, se basa en la transferencia de calor por convección o también conocida como la ley de enfriamiento de newton que revela “Cuando la diferencia de temperaturas entre un cuerpo y su medio ambiente no es demasiado grande, el calor transferido en la unidad de tiempo hacia el cuerpo o desde el cuerpo por conducción, convección y radiación es aproximadamente proporcional a la diferencia de temperatura entre el cuerpo y el medio externo” y se indica por la siguiente ecuación:

$$Q = h * (T2 - T1) \quad (1)$$

Donde:

Q: Flujo de calor por área

H: es el coeficiente de transferencia de calor por convección de aire

T2: es la temperatura en la superficie del cuerpo, ($^{\circ}K$).

T1: es la temperatura del fluido lejos del cuerpo, ($^{\circ}K$).

El flujo de calor es la medida de la transferencia de energía causada por las diferencias de temperatura que nivela la temperatura, en este caso llamada calor

$$q = \frac{Q}{A}$$

q: Flujo de calor

Q: Cantidad de calor transferido w

A: Área

Las características técnicas de la niquelina industrial eléctrica se observan en la siguiente tabla la cual nos ayudara a obtener la ecuación para el cálculo de corriente.

TABLA 3.1: Datos informativos de características de la niquelina

Elemento Calefactor	Resistencia tipo tubular helicoidal
Diámetro del tubo	6.6 mm
Hilo de Resistencia	NI80CR20
Tensión	110V

Potencia	2000W
Número de espiras	4 espiras
Tolerancia a la entrada de Voltaje	+/- 12%
Vida útil en operación continua	100000 horas

$$I = P/V \quad (5)$$

Donde:

I: Corriente Eléctrica.

P: Potencia de la niquelina eléctrica

V: Voltaje con la que funciona la niquelina eléctrica

La corriente de la niquelina a usar ayudara posteriormente en la selección del conductor para el cableado eléctrico.

4.1.7 Ecuación para seleccionar el ventilador.

Para selección del ventilador correcto se analiza las variables que se obtiene al interpretar los datos y seleccionar el equipo de manera idónea y que su funcionamiento sea el adecuado, hay que recordar que un ventilador es un motor asíncrono y se entiende que es aquel en el que el rotor gira a menor velocidad que la que lo hace el campo magnético en el estator. El motor AC es un motor

Asíncrono.

El ventilador ayuda a empujar el calor generado por la niquelina eléctrica por medio del aire generado, con el objetivo de estabilizar la temperatura en la cámara bioclimática. Se basa en encontrar la velocidad de un motor asíncrono conociendo el número de polos: [26]

$$Ns = ((60 * f)/(\# \text{ de polos}^2)) \quad (6)$$

Donde:

Ns: Velocidad de un motor asíncrono, (rpm).

f: frecuencia de acorde al país a usar, en este caso es Ecuador en el cual se usa a 60 Hz.

De polos: Número de juegos bobinados electromagnéticos en un motor.

4.1.8 Calculo para determinar la corriente del humidificador

Al igual como se calculó la corriente que pasa por la niquelina de la misa forma se lo realiza para calcular la corriente que pasa por el humidificador en base a la ecuación (4) y las especificaciones de la tabla 1.11. y así poder realizar los cálculos de dimensionamiento del conductor

4.1.9 Dimensionamiento del cable según la Norma

TABLA 3.2: Dimensionamiento del conductor según la corriente soportada

CALIBRE COBRE SPT	
Temperatura	60° C
Calibre del cable	Amperaje Soportado
20 AWG	2 A
18 AWG	10 A
16 AWG	13 A
14 AWG	18 A
12 AWG	25 A

4.1.10 Fórmula para el dimensionamiento del conductor

El dimensionamiento del conductor se lo calcula sumando todas las corrientes del sistema las cuales constan del sistema Enfriador, Niquelina eléctrica industrial, ventilador, humidificador la cual pasa pored enfriador vertical cvi 520. [26]

Donde:

$$I_{total} = \sum (I_{enfriador} + I_{Ventilador} + I_{Niquelina} + I_{Humificador}) \quad (7)$$

I_{total} = Corriente total de la cámara bioclimática.

I_{enfriador} = Corriente del enfriador vertical

I_{Ventilador} = Corriente del ventilador.

I_{Niquelina} = Corriente de la niquelina eléctrica.

I_{Humificador} = Corriente del humidificador.

4.2 ANALISIS Y DISCUSION DE LOS RESULTADOS

4.2.1 Cálculo de la superficie del cuerpo

Esta fórmula se basa en la transferencia por convección o denominada ley de enfriamiento de newton, que ayudara a obtener el calor en la superficie del cuerpo.

$$Q = hA * (T2 - T1) \quad (1)$$

TABLA 3.3: Descripción general de los datos obtenidos de la placa del congelador CVI 520

DESCRIPCIÓN	ESPECIFICACIÓN
Modelo	CVI520 Indurama
Capacidad neta	419 l
Voltaje	110 v
Frecuencia	60 Hz
Potencia	440 w
Temperatura rango máximo	20°C – 30°C
Corriente eléctrica	4 A
Temperatura rango mínimo	0-8°C
Ancho	73 cm
Alto	169 cm
Profundidad	69 cm

Primero realizamos el cálculo del área de la superficie del cuerpo según las características del

congelador CVI520 descritas en la tabla 3.3

$$A = L * A \quad (2)$$

$$A = 1,69 \text{ m} * 0.73\text{m}$$

$$A = 1.23 \text{ m}^2$$

4.2.2 Cálculo para el sistema de calefacción

Se procede calcular la temperatura 1 se toma el rango de temperatura mínimo descrito en la tabla 3.3 un dato importante que hay que tomar en cuenta según la ley de newton de enfriamiento se ocupa la temperatura en ° kelvin.

$$T_1 = ^\circ C + 273,15$$

$$T_1 = 8^\circ C + 273,15$$

$$T_1 = 281.15^\circ K$$

Luego calculamos el flujo de calor ya con las especificaciones dadas en la tabla de características del refrigerador y con el área obtenida mediante el cálculo de la superficie en base a la ecuación (3)

$$q = \frac{440\text{w}}{1,23\text{m}^2}$$

$$q = 338,46^{\text{W}}/\text{m}^2$$

Despejamos de la fórmula general la temperatura 2 y calculamos

$$Q = hA * (T_2 - T_1) \quad (1)$$

$$T_2 = \frac{Q}{hA} + T_1$$

$$T_2 = \frac{440\text{w}}{338,46 \frac{\text{W}}{\text{m}^2} * 1,23\text{m}^2} + 281.15^\circ K$$

$$T_2 = \frac{440\text{w}}{416.30 \text{ w}} + 281.15^\circ K$$

$$T_2 = 1.05 + 281.15^\circ K$$

$$T_2 = 282.20^\circ K$$

Una vez realizado el cálculo de potencia para selección de la niquelina adecuada para el sistema

de calefacción se procede a calcular la corriente eléctrica la cual las especificaciones lo encontraremos en la tabla (3.1).

Con ello facilitar los cálculos para seleccionar el cable adecuado para la instalación del sistema.

Dada la ecuación (5) se procede al cálculo de la corriente eléctrica necesaria para el sistema:

$$I = \frac{P}{V}$$

$$I = \frac{2000W}{110V}$$

$$I = 18.18A$$

Según el valor de corriente calculado es necesario una corriente de 18 A para el sistema y no exista perdidas de tensión en el mismo.

4.2.3 Cálculo de selección del ventilador

La seleccionar el ventilador para que su trabajo sea el correcto y pueda cumplir con los requisitos de funcionamiento se realizaron los cálculos aplicando la ecuación (6) para que cumpla un buen funcionamiento con el sistema de calefacción cuando sean activados el ventilador conocido como fan cooler trabaja en voltaje de corriente alterna, y es considerado como un motor asíncrono el cual se lo describirá en la siguiente tabla para poder evidenciar de mejor manera.

TABLA 3.4 Características del Ventilador

DESCRIPCIÓN	VALORES
Máximo Flujo de Aire	69.69 cfm
Peso	116 g
Altura	25 mm
Ancho	120 mm
Profundidad	120 mm
Altura de la Caja	26 mm
Consumo energético	4.2 W
Intensidad Nominal	0.35 ^a
Voltaje	110 V
Duración del Producto	50000 H
Velocidad de rotación	2000 RPM
Nivel de Ruido	19 Dh

Remplazamos los valores acordes a la ecuación (5)

$$N_s = \frac{(60 * 60HZ)}{4/2}$$

$$N_s = \frac{3600HZ}{2}$$

$$N_s = 1800RPM$$

Según el cálculo realizado se necesitó un ventilador de 1800 rpm y en base a las especificaciones para el dimensionamiento del conductor se necesita una corriente de 0.35 A descrita en la tabla (3.4)

4.2.4 Cálculo del humificador XY-31

Para el cálculo del humificador se necesita saber cuál es su corriente que pasa por el sistema donde la fórmula para ser aplicada es la misma de la ecuación (5) y sus características están en la tabla (2.11)

$$I = \frac{P}{V}$$

$$I = \frac{30W}{110V}$$

$$I = 0.27 A$$

4.2.5 Cálculo de la selección del conductor

Una vez ya obtenido todos los datos procedemos al análisis de conductor se aplicó la ecuación (7) la cual se requiere para sus cálculos.

$$(I_{total} = \sum (I_{enfriador} + I_{Ventilador} + I_{Niquelina} + \text{Humificador}))$$

$$I_{total} = (4 A + 0.35 A + 18.18A + 0.27A)$$

$$I_{total} = 22.57 A$$

Realizado los cálculos se obtuvo una corriente de 22.57 A para la selección del conductor la cual

esta es la corriente total que pasa por el sistema en la cámara bioclimática de crianza de insectos’.

Para dimensionar los conductores necesarios estimaremos el calibre de acuerdo a la nomenclatura según el estándar y que está descrito en la tabla (3.2) que hace referencia a los cables flexibles para cableado sistemas eléctricos en instalaciones los cuales son especialmente adecuados para uso doméstico, y en locales comerciales entre otros. Seleccionando el calibre de cable 12 AWG que soporta un amperaje de 22.57 A a una temperatura de 60°C, siendo este el conductor ideal para instalar en esta máquina.

4.2.6 Control Térmica en la cámara del calefactor

Cuando tenemos que controlar un sistema térmico , se debe tener claro dos conceptos: calor específico y conductividad térmica, ya que nos ayudarán a elegir debidamente el sistema más adecuado para para evitar pérdidas de calor para entornos cerrados.

Un sistema que se basa en la generación de calor mediante Niquelinas o resistencias se fundamenta en el principio de que para que un material pueda conducir la corriente eléctrica deben existir en su interior cargas móviles capaces de conducir la electricidad. En los metales las cargas móviles son los electrones. El movimiento de estas cargas es al azar y en todas direcciones, generándose múltiples choques con los iones, pero no hay flujo de carga en ninguna dirección salvo que se aplique un campo eléctrico

Donde:

El calor específico de una unidad de masa se denomina con la letra “c” y se define como la cantidad de calor que hay que aplicarle en una cámara y la fórmula para calcular calor específico es:

$$Q=m c \Delta t.$$

Q = La cantidad de energía calorífica perdida o ganada (J)

m = La masa de la sustancia (kg)

c = La capacidad calorífica específica de la sustancia (J/kg.°C)

ΔT = El cambio de temperatura de la sustancia (°C)

Los 450 (J/kg. °C) es el calor específico del hierro material el cual se está trabajando en base a

la norma internacional, los 30°C son el dato que está ingresado en la cámara y el 5.584⁻⁶ kg es la masa del hierro y mediante estos datos se pudo calcular el calor específico de la cámara.

$$Q = (5.584^{-6} \text{ kg}) (450 \text{ J/kg} \cdot ^\circ\text{C}) (30^\circ\text{C})$$

$$Q = 0.445 \text{ J}$$

Con este valor arrojado mediante el cálculo me permite identificar la cantidad de calor que está dentro de la cámara de calefacción

Conductividad Térmica

Esta es la capacidad de conducir el calor en entornos cerrados

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

Donde:

Q = cantidad de calor

K = Constante conductiva (cal/cm°C.s)

A = Área (cm²)

T₂ = Temperatura Final (°C)

T₁ = Temperatura inicial (°C)

T = Tiempo (s)

L = Longitud

Datos generados en base a la cámara del calefactor

L = 50(cm)

A = 90(cm²)

T₁ = 100°C

T₂ = 31°C

T = 5min

K = 0.16(cal/cm. °C. s)

$$\Delta Q = \frac{((0.16) (\text{cal/cm} \cdot ^\circ\text{C} \cdot \text{s}))(90\text{cm}^2)(30 - 15^\circ\text{C})(300 \text{ s})}{50\text{cm}}$$

$$\Delta Q = \frac{((0.16)(\text{cal/cm} \cdot ^\circ\text{C} \cdot \text{s}))(90\text{cm}^2)(15^\circ\text{C})(300\text{ s})}{50\text{cm}}$$

$$\Delta Q = 1.296\text{cal}$$

El dato de la conductividad térmica es de 1.296 cal el cual determina el calor concentrado dentro de la cámara en si es la transferencia de calor que la niquelina genera y fue de 30 °C en la parte interna y la temperatura que se encuentra en el entorno es de 15°C

4.2.7 Esquemas de Conexión de arduino con los componentes.

Controla el sistema de datos con la pantalla Nextion, a través de la conexión de los pines RX2 y TX2 los cuales están ubicados en los pines 16 y 17 de Arduino donde se explica en la gráfica la conexión respectiva de estos dos elementos.

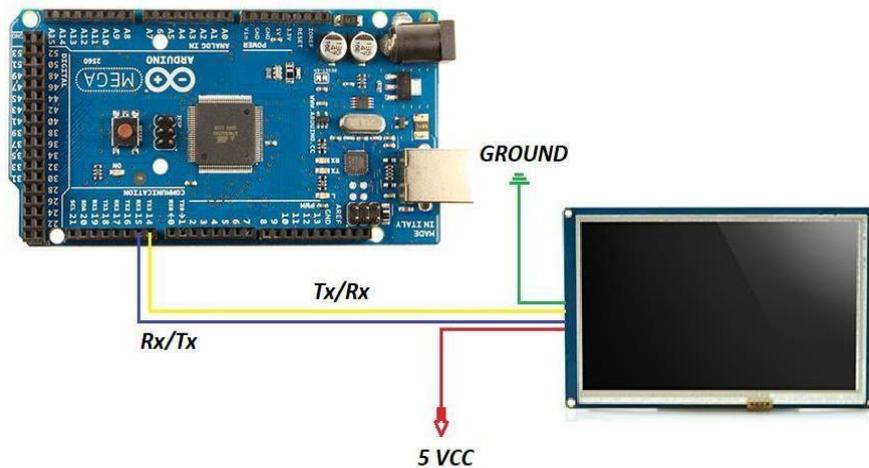


Figura 3: Conexión Arduino y Nextion

El Arduino Mega 2560 es el encargado de recibir los datos enviado por el sensor de temperatura y humedad Sht30 el cual esta direccionado al pin 9 de Arduino

TABLA 15 Conexión del sensor sth30

Descripción	Nº- Pin
GND	GND
VCC	3 A 5V
DATA	30
CLK	31

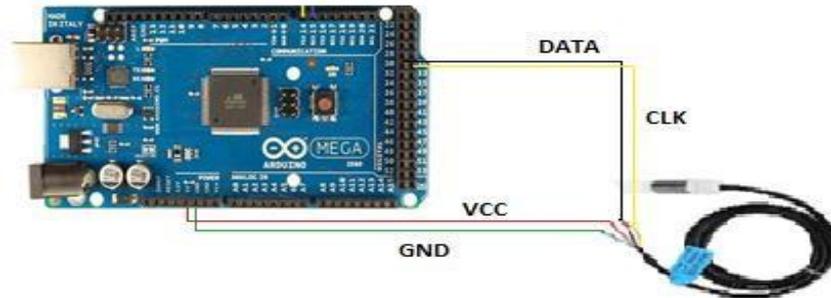


Figura 4: Conexión Arduino y sensor Sth30

Luego se conectan los pines para realizar la conexión del módulo SD y Arduino Mega esto se lo va a describir mediante una tabla de conexión.

TABLA 16 Conexión de los pines micros SD

Descripción	Nº- Pin
CS	53
SCK	52
MISO	50
MOSI	51

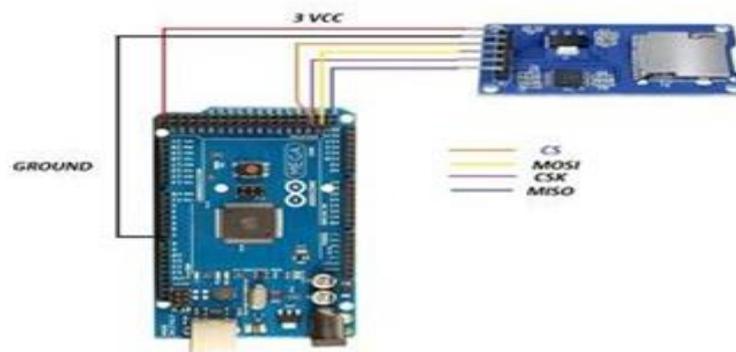


Figura 5: Conexión Arduino y tarjeta micro SD

En el módulo reloj DS3231 permite integrar mediciones de tiempo a la cámara de crianza de

insectos el cual está conectado a los pines que se describen a continuación.

Aquí se puede ver el esquema de conexión entre el módulo reloj y Arduino Mega para la sincronización entre los microcontroladores.

TABLA 17 Conexión de los pines del módulo reloj DS3231 al arduino

Descripción	Nº pin
SCL	21
SDA	20
VCC	22
GROUND	GND

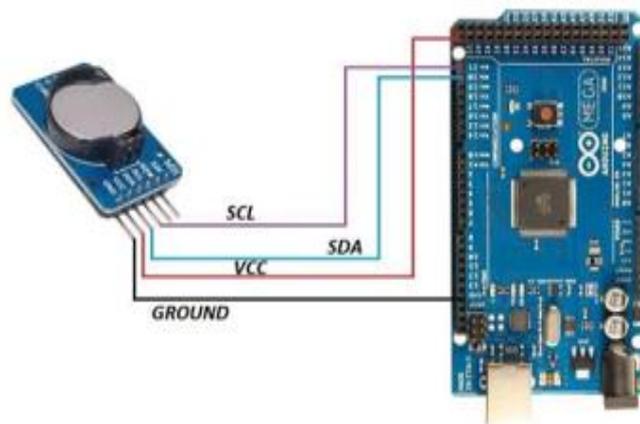


Figura 6: Conexión Arduino y DS3231

La fuente de alimentación con un voltaje de entrada 110 VAC y con un voltaje de salida de 12 VDC se conecta al regulador LM2596 con 5 V en su salida para alimentar el interfaz que es la pantalla Nextion.

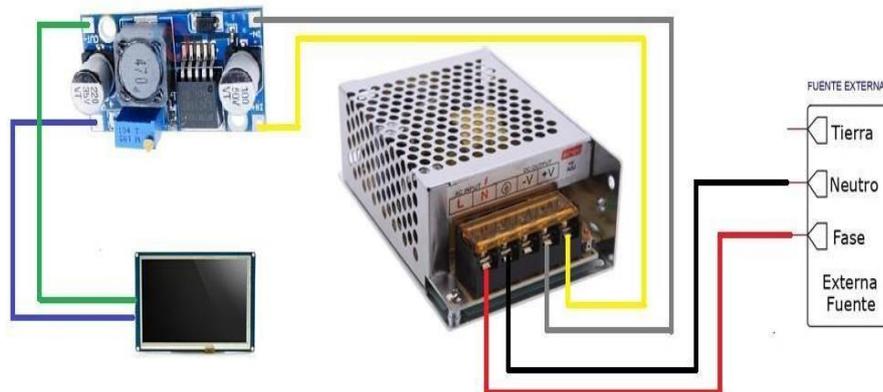


Figura 7: Conexión regulador LM2596 y fuente de alimentación

El manejo de un módulo relee o relay es muy sencillo y nos permite controlar el encendido y

apagado de cualquier aparato que se conecte a una fuente de alimentación eléctrica externa. El relé cumple la función de interruptor y se activa y desactiva mediante una entrada de datos. Con ello podemos controlar el encendido y apagado de cualquier aparato.

TABLA 18 Conexión de pines del Relay al arduino

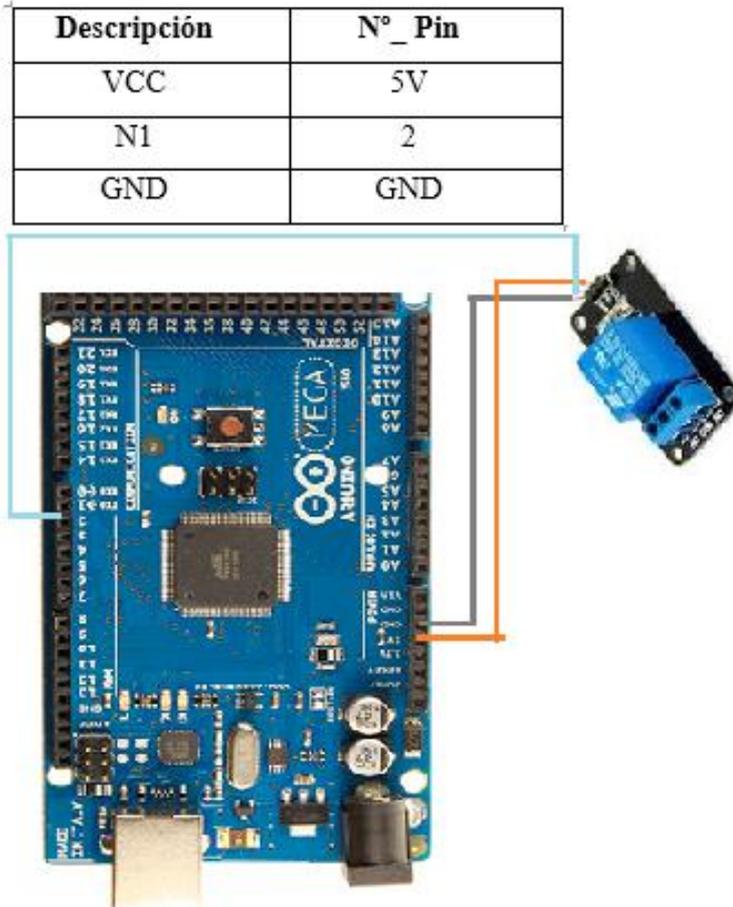


Figura 8: Conexión Arduino al relé

La electroválvula en si tiene dos partes: el solenoide y el cuerpo de plástico. El solenoide es un electroimán que, al ser estimulado, se mueve junto con el estómago de la válvula y permite la sección de líquido. La válvula se mantiene abierta mientras el solenoide está estimulado. En el momento en que el solenoide no está estimulado, un muelle devuelve la válvula a su posición de reposo.

TABLA 19 Conexión de pines al relay y el sensor de nivel al arduino

Descripción	Nº_Pin
VCC	5V
N1	2
GND	GND
NO	FUENTE 120V
COM	SENSOR DE NIVEL

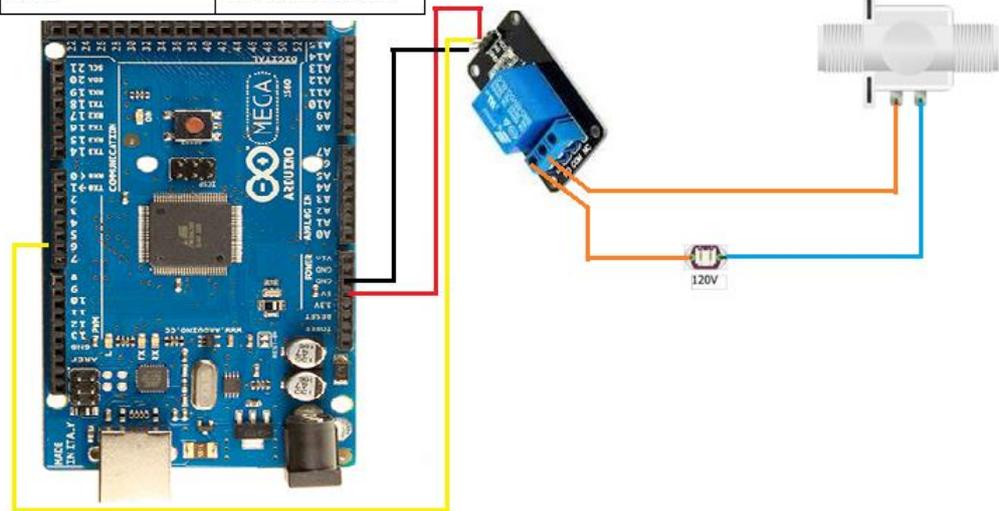


Figura 9: Conexión Arduino al relé y al sensor de nivel

4.2.8 LENGUAJE DE PROGRAMACION EN EL MICROCONTROLADOR

4.2.9 Control de inicio

- Añadir y declarar las librerías a utilizar.
- Asigna los tipos de componentes.
- Declarar los tipos de variables.
- Declarar las variables locales.
- Declarar las variables tanto de humedad como así de temperatura
- Definir los pines a los que se conectan los elementos electrónicos y eléctricos.

4.2.10 Control del Setup

- El interfaz con el puerto serial y la pantalla Nextion se inicia con la comunicación Serial. Que es la instrucción para que Arduino del inicio a la comunicación con la computadora o con los componentes que se conecten a RX y TX del Arduino Mega.
- Configurar los pines de entradas y salidas con el comando pinMode.
- Aplicar un tiempo de retardo para el programa.

- Enviar a imprimir el comando de inicialización de la tarjeta micro SD.
- Establecer un proceso de inicio para el comienzo del programa.
- Establecer el inicio de módulo DS3231 con fecha y hora.

4.2.11 Control Loop

- En este control se debe revisar si la pantalla Nextion se conectaron de forma correcta ya que una mala conexión dañaría los elementos integrados y no podrá recibir información.
- Crear los textos que se presenta en la pantalla Nextion, en este caso la variable de temperatura y humedad que determina el sensor determinados como setpoint.
- Programar el funcionamiento de la gráfica con la temperatura y humedad mediante el setpoint.
- Establecer que el valor del SP sea evaluado en base a los valores de temperatura y la humedad puestos en la pantalla.
- Crear una carpeta para almacenar los datos que se registren de la temperatura y la humedad de la cámara para su respectiva recolección de datos.
- Realizar el control ON-OFF de los relés dependiendo de la temperatura requerida, así como su humedad.
- Aplicar el comando para impresión de los datos necesarios de la tarjeta de memoria, de igual forma se entable una línea de comandos en caso de que exista errores en el proceso de comunicación.

4.2.12 Programación pantalla nextion

Para realizar la programación lo primero es obtener el software Editor Nextion el cual permite desarrollar y realizar un entorno visual de interfaz gráfica para dispositivos integrados, pantallas TFT y paneles táctiles entre otros.

4.2.13 Entorno de la Pantalla Nextion

El ambiente de trabajo Nextion tiene componentes extensos, como son botones, texto, barra de progreso, slider, panel de instrumentos, y sirve para garantizar un buen diseño de su interfaz. Es fácil de adaptar Nextion HMI a los proyectos existentes, sólo hay que seguir un protocolo UART.

El entorno Nextion, se crea un proyecto para posteriormente seleccionar el tipo de pantalla que se utilizará en sus dimensiones, su orientación y sus funciones

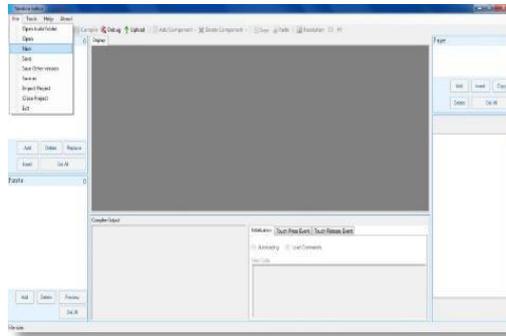


Figura 10: Plataforma de diseño de la pantalla nextion

En esta grafica se puede observar el tipo de selección que brinda este entorno en donde se puede seleccionar opciones de interfaz en donde se determina la dirección de la visualización así también como es el enfoque de resolución que se va a mostrar en la pantalla.



Figura 11: Selección de entorno de trabajo Nextion

4.2.14 Graficas de la pantalla Nextion

En la parte izquierda de la pantalla se encuentra el apartado «picture» junto con una serie de botones para agregar o eliminar imágenes, pulsamos el botón de «Add» arrojará una ventana nueva y se selecciona todas las imágenes que sean necesarias. Es necesario saber que la imagen debe tener las dimensiones de la pantalla, porque el editor no escala la imagen.

4.2.15 Elementos de la Pantalla Nextion

Este entorno es muy interesante ya que la dinámica de la pantalla dependerá de una interfaz gráfica en relación a las respuestas a las diferentes acciones que tiene como se las describe a continuación.

- Texto
- Scrolling Text
- Números (asociado a un formato de variable)
- Botones (Asociados a eventos táctiles)
- Barra de progreso
- Imagen
- Crop
- Hotspot (Puntero, Asociados a eventos táctiles)
- Gauge – Modelo de marcador giratorio
- Ondas (Asociado a lectura de señal eléctrica)
- Slider – Deslizador (Asociados a eventos táctiles)
- Temporizador – Elemento no visible asociado a la medición de tiempos
- Variables – Creación de variables internas para operaciones programadas
- Botón de dos estados (Asociados a eventos táctiles)
- Checkbox (Asociados a eventos táctiles)
- Radio – Checkbox circular (Asociados a eventos táctiles)
- QRCode – Como cargar una imagen QR

4.2.16 Simulación de la Interfaz Gráfica

En este paso lo más importante es darse cuenta en los tres botones que aparecen arriba en la pantalla los que son:



El botón compile Nos avisará si ha programado mal la pantalla TFT o si se ha excedido en el tamaño de la memoria que se va a ocupar.

Si se ha realizado un programa complejo, conviene hacer un Debug de la pantalla para revisar

si el comportamiento que realiza la pantalla es el deseado, ya que, aunque la compilación sea idónea, es posible que se haya dejado algún elemento por programar correctamente y subir el programa tarda un rato.

Una vez ya realizado el entorno en la pantalla se hace un set point para ingresar algún dato mediante un cuadro de números los cuales se puede ingresar por el usuario con medio de números los cuales va a mostrar en la pantalla.



Figura 12: entorno programado de la pantalla nextion

4.2.17 Análisis estadísticos en el control de temperatura y humedad

4.2.18 Calibración de la cámara bioclimática en base a la temperatura y humedad

Para la calibración de la cámara bioclimática se necesitó un termómetro digital el cual estuvo en un rango de medición de 12°C hasta 70°C ya que el sensor de temperatura y humedad necesariamente debe calibrarse por lo que se tomó 15 valores como referencias cada uno son valores diferentes en distintos tiempos para esto se utilizó una ecuación para poder corregir valores para su respectiva calibración

Para esto los valores determinados se obtiene mediante las mediciones en varios tiempos obtenidos para lo cual mediante un determinado tiempo se tomó los datos para plasmarlo en una tabla la cual nos permitirá realizar una gráfica en donde podremos interpretar su resultado y así poder realizar su calibración

TABLA 20 Calibración interna de la Cámara Bioclimática

CALIBRACIÓN			
MEDICIONES	TIEMPO	HERRAMIENTA DE MEDICION TEMPERATURA °C	HERRAMIENTA DE MEDICION HUMEDAD %
1	1	14,5	28
2	3	15,1	30
3	5	15,9	32
4	7	16,10	35
5	9	16,85	38
6	12	17,01	40
7	15	17,65	45
8	18	17,95	49
9	21	18,20	51
10	24	18,65	54
11	27	19,03	58
12	30	19,95	60
13	33	20,12	62
14	36	20,64	65
15	39	21,08	69

Mediante los datos obtenidos por medio de la herramienta de medición se pudo determinar la ecuación característica tanto como es la de temperatura, así como la de humedad y con esos valores sirve para calibrar el valor real mediante las fórmulas

$$temp = (tempbase * ecuación característica), Hum = (Humbase * ecuación característica),$$

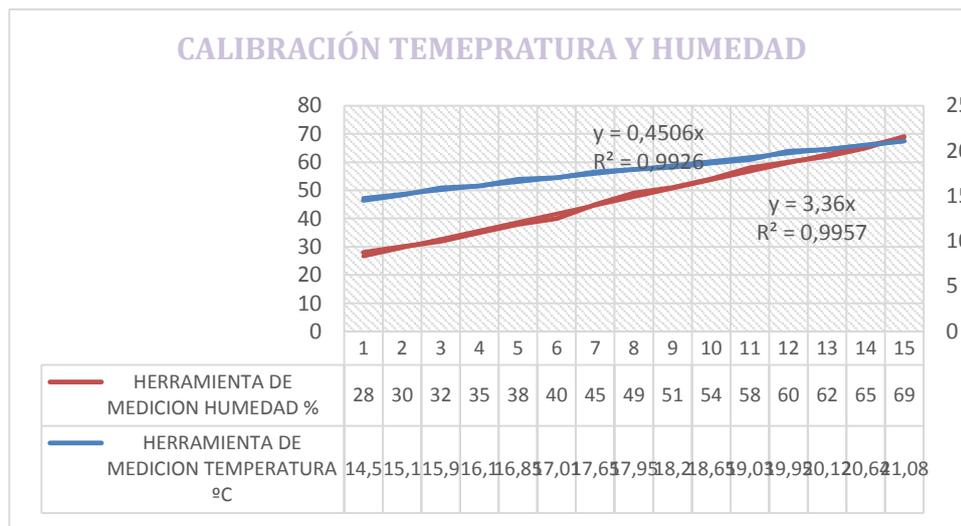


Figura 13 Línea de tendencia de la ecuación característica de la humedad y temperatura

4.2.19 Homogeneidad de la temperatura y humedad

Nos indica que en la posición donde fue colocado el sensor de temperatura y humedad no existen diferencias significativas en estas variables, así este análisis contribuye, a que el desempeño de la cámara bioclimática para crianza de insectos sea la adecuada.

Hay una relación directa que debe ser tomada en cuenta en que la temperatura y la humedad relativa. en el aire no cambie: si la temperatura aumenta, la humedad relativa aumenta; si la temperatura disminuye, la humedad relativa disminuye.

4.2.20 Distribución de la temperatura y humedad

Este tipo de análisis nos permite encontrar y localizar los puntos fríos o calientes dentro de la cámara bioclimática, esta información es muy útil al momento de colocar el insecto o plaga ya que se puede regular diferentes tipos de ambientes y así buscar la optimización del proceso de estabilidad.

4.2.21 Estabilidad de la temperatura y humedad

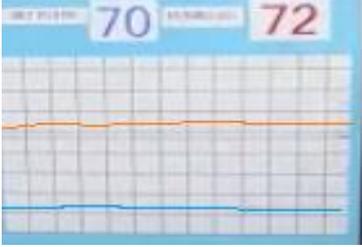
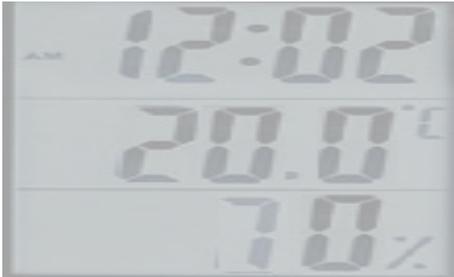
Finalmente, este análisis nos permite demostrar que la cámara bioclimática es capaz de mantener la temperatura y humedad durante periodos de tiempo prolongado, información de vital importancia en un estudio de estabilidad.

4.2.22 Línea de tendencia

Para calibrar la temperatura y humedad interna se debe crear una línea de tendencia en este punto se determina una relación entre el tiempo de temperatura ya sea desde lo más bajo hasta lo más alto expuesto en la cámara.

Se ingresa datos de temperatura, así como de humedad el cual se regula constantemente dependiendo del comportamiento del entorno, y así de esta manera alcanzar resultados esperados en nuestro ambiente controlado

TABLA 20 Control de estabilidad de temperatura y humedad con dispositivos de medida

Temperatura	Humedad
	
Dispositivo de medición diferente	
	

4.2.23 Prueba de estabilidad mediante obtención de datos de la cámara bioclimática

Para este tipo de pruebas se ocupó un medidor digital el cual controla los niveles de temperatura y humedad, ya que el sensor debe calibrarse para lo cual se tomó diferentes valores en tiempos diferentes para poder corregir tanto lo que es temperatura como humedad en la cámara.

TABLA 21 Prueba de estabilidad mediante pruebas por medio de herramienta de medición y datos recolectados de la maquina

PRUEBAS DE ESTABILIDAD							
SETPOINT TEMPERATURA 20				SETPOINT HUMEDAD 50			
FECHA	Datos	Temp Medidor	Temp Cámara	Humedad Medida	Humedad Cámara	Tiempo Medido	Tiempo Cámara
2/6/2023	1	20.33°C	20.32°C	50%	51%	13:31:30	13:31:30
2/6/2023	2	20.22°C	20.21°C	54%	52%	13:41:28	13:41:28
2/6/2023	3	19.98°C	19.96°C	53%	54%	13:50:32	13:50:32
2/6/2023	4	20.11°C	20.09°C	58%	58%	14:00:33	14:00:33
2/6/2023	5	20.21°C	20.19°C	54%	59%	14:10:10	14:10:10
2/6/2023	6	20.00°C	20.96°C	50%	55%	14:22:11	14:22:11
2/6/2023	7	20.33°C	20.34°C	52%	53%	14:35:27	14:35:27
2/6/2023	8	20.67°C	20.68°C	56%	56%	14:41:13	14:41:13
2/6/2023	9	20.95°C	20.95°C	58%	59%	14:55:24	14:55:24
2/6/2023	10	20.45°C	20.44°C	54%	56%	15:00:25	15:00:25
2/6/2023	11	20.34°C	20.34°C	56%	51%	15:11:26	15:11:26
2/6/2023	12	20.68°C	20.67°C	52%	55%	15:23:31	15:23:31
2/6/2023	13	20.68°C	20.65°C	50%	53%	15:35:39	15:35:39
2/6/2023	14	20,32°C	20,31°C	58%	59%	15:48:37	15:48:37
2/6/2023	15	20.45°C	20.46°C	55%	54%	15:53:55	15:53:55
2/6/2023	16	19.98 °C	20.00°C	58%	58%	16:00:37	16:00:37
2/6/2023	17	20.00°C	20.12°C	54%	59%	16:11:55	16:11:55
2/6/2023	18	20.01°C	20.10°C	50%	55%	16:22:37	16:22:37

Mediante los resultados obtenidos en base al estudio realizado se observa que el análisis de estabilidad en cuanto a temperatura como humedad concuerda con similitud en base a los datos arrojados por la cámara, así como la herramienta de medición los cuales comprobaran que el proceso en la cámara como ambiente controlado para crianza de insectos es el adecuado.

TABLA 22 Datos comparativos de temperatura y humedad de la herramienta de medición

Tiempo Medido	Temperatura Medidor	Humedad Medida
13:31:30	20.33°C	50%
13:41:28	20.22°C	54%
13:50:32	19.98°C	53%
14:00:33	20.11°C	58%
14:10:10	20.21°C	54%
14:22:11	20.00°C	50%
14:35:27	20.33°C	52%
14:41:13	20.67°C	56%
14:55:24	20.95°C	58%
15:00:25	20.45°C	54%
15:11:26	20.34°C	56%
15:23:31	20.68°C	52%
15:35:39	20.68°C	50%
15:48:37	20,32°C	58%
15:53:55	20.45°C	55%
16:00:37	19.98 °C	58%
16:11:55	20.00°C	54%
16:22:37	20.01°C	50%

Por medio de la gráfica se identifica la estabilidad que tiene la temperatura y humedad mediante la herramienta de medida

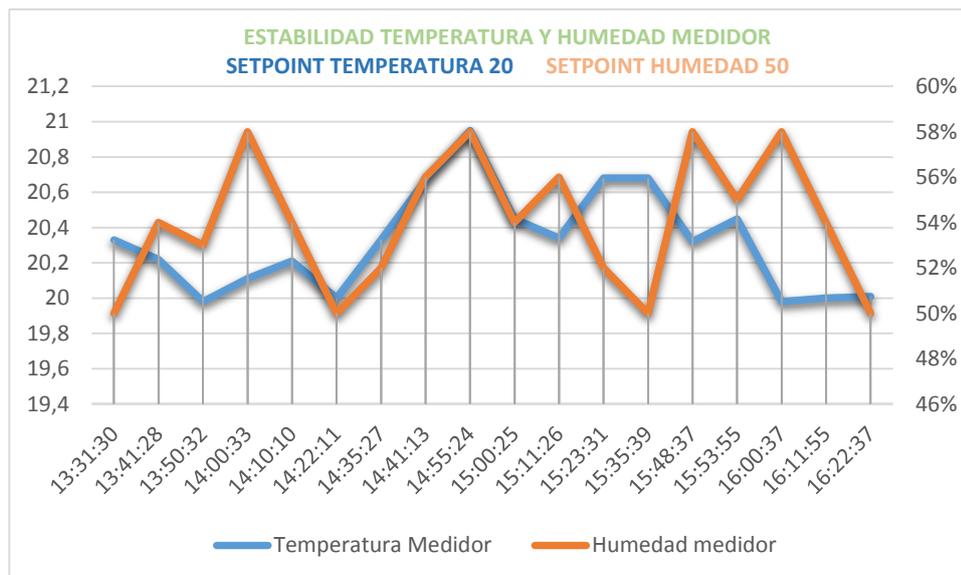


Figura 14: Estabilidad de temperatura y humedad en base a las mediciones con herramienta de medida digital

TABLA 23 Datos comparativos de temperatura y humedad de la cámara

Tiempo Cámara	Temperatura Cámara	Humedad Cámara
13:31:30	20.32°C	51%
13:41:28	20.21°C	52%
13:50:32	19.96°C	54%
14:00:33	20.09°C	58%
14:10:10	20.19°C	59%
14:22:11	20.96°C	55%
14:35:27	20.34°C	53%
14:41:13	20.68°C	56%
14:55:24	20.95°C	59%
15:00:25	20.44°C	56%
15:11:26	20.34°C	51%
15:23:31	20.67°C	55%
15:35:39	20.65°C	53%
15:48:37	20.31°C	59%
15:53:55	20.46°C	54%
16:00:37	20.00°C	58%
16:11:55	20.12°C	59%
16:22:37	20.10°C	55%

Por medio de la gráfica se identifica la estabilidad que tiene la temperatura y humedad mediante los datos que pudimos obtener por medio de la tarjeta que está incorporada en la maquina

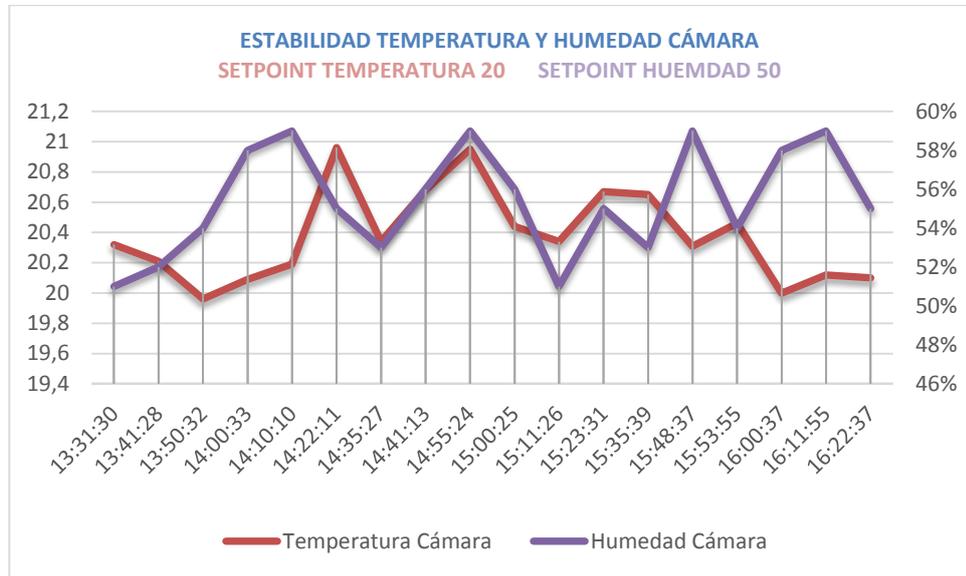


Figura 15: Estabilidad de temperatura y humedad en base a las mediciones datos obtenidos de la cámara bioclimática

4.2.24 Pruebas en la cámara bioclimáticas con un control de temperatura y humedad

En cuanto al funcionamiento de la cámara se realizó varias pruebas en las cuales consistieron en ingresar valores de temperatura y de humedad como se muestra en la figura 16



Figura 16: ingreso de variables de temperatura y humedad

Con esto se puede verificar mediante el funcionamiento de cada elemento actuador con ayuda de los relés de estado sólido se puede ir verificando que todo el proceso está actuando de la mejor manera y con las gráficas se puede ver el comportamiento de las variables ingresadas a la cámara bioclimática como se muestra en la figura 17



Figura 17: elementos de control de la cámara bioclimática

4.2.25 Porcentaje de error en temperatura y humedad

Mediante un porcentaje de error se puede identificar la cantidad de fallo que existe en la cámara bioclimática mediante la siguiente fórmula y en base a los datos de la tabla 21

$$ERROR = \frac{VALOR REAL - VALOR CALCULADO}{VALOR REAL} * 100$$

4.2.26 Error en base a valores de temperatura

El valor real es el valor ingresado en el set point con un valor de 20 °C y el valor calculado es todos los valores de temperatura tomados de la muestra y dividido para la cantidad de datos tomados que en este caso serían mediante la herramienta de medición que serían del 20,34 °C y el valor que describe la cámara es de 20,37 °C

$$ERROR TEMPERATURA MEDIDO = \frac{20 - 20,34}{20} * 100 = 1,7$$

$$ERROR TEMPERATURA CAMARA = \frac{20 - 20,37}{20} * 100 = 1,85$$

4.2.27 Error en base a valores de humedad

El valor real es el valor ingresado en el setpoint con un valor ingresado de 50% de humedad y el valor de humedad calculado son todos los datos tomados de la muestra y dividido para la misma cantidad de datos en este caso mediante la herramienta de medición el valor es de 54% y el valor arrojado por la cámara es de 55%

$$ERROR\ HUMEDAD\ MEDIDO = \frac{50 - 54}{50} * 100 = 8\%$$

$$ERROR\ CÁMARA\ CAMARA = \frac{50 - 55}{50} * 100 = 10\%$$

4.2.28 Margen de error que puede existir en la cámara bioclimática

El aire que se encuentra a nuestro alrededor se podría considerar una mezcla de aire seco y vapor de agua, que dependiendo de su concentración variaría dentro de los límites de humedad el cual en base a su entorno y el tipo de sensor utilizado tendría un margen de error mínimo sin que afecte el elemento o producto ingresado en la cámara. Igualmente, la temperatura influye directamente con una pérdida mínima entre 1 a 2 °C, por lo que la máxima presión de vapor de agua que el aire puede contener depende del aumento o disminución de la temperatura (Isidoro Martínez, 1992)

Asimismo, el aire por lo general no contiene el suficiente vapor de agua para lograr alcanzar la presión máxima, siendo lo común mantenerse dentro de la humedad hasta un rango de pérdida del 10% relativamente y que está dentro de un margen más trabajable, siendo un estado entre la presión de vapor real y la presión saturada al mismo punto de temperatura (Atlas CopColombia, 2019).

4.3 EVALUACIÓN TÉCNICO, SOCIAL, AMBIENTAL Y/O ECONOMICO

4.3.1 Evaluación Técnica

Este proyecto nombrado como Desarrollo de una cámara climática para el monitoreo y control de temperatura y humedad cumplió con sus expectativas de factibilidad y fiabilidad acelerando el proceso en el desarrollo en la incubación de insectos, eso pudo darse a los con conocimientos adquiridos en todo el transcurso académico y en los cuales enfatizamos lo que es el control industrial, maquinas eléctricas, maquinas térmicas, instalaciones eléctricas.

Con estas implementaciones de gran importancia y con ayuda de conocimientos ya adquiridos, los cuales fueron de gran ayuda para lograr un funcionamiento adecuado en lo que es la cámara bioclimática y así obtener datos que son importantes para realizar un buen análisis de incremento en la población de insectos lo cual sirven para sectores agrícolas.

4.3.2 Evaluación Social

La Universidad Técnica de Cotopaxi y CEFA (Comunidad Europea para la Formación de Agricultores) el cual es un importante instituto de agricultura donde se hizo una sociedad de mutuo acuerdo el cual facilito su aporte para concienciar de la importancia en el estudio de las plagas en insectos y así se logró crear la cámara climática para el monitoreo y control de temperatura y humedad de insectos automática para beneficio del ser humano.

4.3.3 Evaluación Ambiental

Para este tipo de implementación automatizada se necesitó principalmente de energía eléctrica la cuales un factor muy leve en caso de contaminación ambiental ya que está expuesta a un entorno que no afecta ni al ser humano a la evolución de las especies que van a estar desarrollándose en esta cámara bioclimática.

4.3.4 Evaluación Económica

En la evaluación económica de gastos se pudo determinar que existieron gastos directos e indirectos ya que en el caso de los gastos directos fueron todos los materiales que se adquirieron para la construcción de la cámara bioclimática de tal manera que esos gastos eran necesarios, en cuanto a gastos indirectos son todos los gastos que se produjeron por fallos humanos al realizar el armado de la máquina y lo cual no debe constar como un gasto necesario en este proceso

4.3.5 Costo directo de fabricación

Los costos directos son los materiales que se compró para realizar la cámara bioclimática automática de control de temperatura y humedad para la crianza de insectos (plagas).

TABLA 3.1: Costos directos de Fabricación

COSTOS DIRECTOS DE ELABORACION DE LA MAQUINA			
Cantidad	Descripción	P. Unitario	P. Total
1	Refrigerador CVI520 Indurama	1000	1000
1	Pantalla nextion 7" pantalla Touch	145	145
1	fuelle de alimentación 12v 10 a	25	25
1	Sistemas de calefacción	25	25
4	Módulo relé estado solido	15	60
1	Arduino mega 2560	25	25
2	Módulos step down lm2596	3,50	7,00
1	Módulos lector sd	4	4
1	Modulo reloj 3231	4,50	4,50
2	Metros de Manguera térmica	6	12
3	Cajas de acero	43	129
1	Sensor de Temperatura y humedad sth30	45	45
25	Metros cable 12 flexible	0.30	7.50
3	Cable concéntrico AWG	3	9
		TOTAL	1,606 \$

4.3.6 Costo Indirecto de fabricación

TABLA 3.2: Costo Indirectos de Fabricación

Descripción	P tota
Equipos y Herramientas	50.00
Otros	20.00
Imprevistos	170.00
Inversión Total	240.00 \$

4.3.7 Mano de Obra

TABLA 3.3: Mano de Obra

Descripción	Valor
Costos por trabajo realizado.	500.00
Total	500.00

4.3.8 Presupuesto

TABLA 3.4: Propuesta

Descripción	Valor
Costos directos de Fabricación	1,606
Costos Indirectos de Fabricación	240.00
Mano de Obra	500.00
TOTAL	2,346\$

5 CONCLUSIONES DEL PROYECTO

5.1 CONCLUSIONES

Mediante la recolección de información se determinó dos factores importantes que intervinieron para la construcción de la cámara bioclimática de crianza de insectos(plagas), como es la temperatura y humedad lo cual se basó en un rango específico de temperatura que rodea entre los 17 hasta los 28 °C y con una humedad de 40 hasta los 75% , con el fin de lograr un ambiente controlado para el desarrollo de una variedad de especies y poder analizar los entornos a los que pueden estar expuestos los mismos para su sobrevivencia con la finalidad de controlar las plagas en los cultivos de diversos productos agrícolas

Con los procesos de control tanto de calefacción, ventilación, enfriamiento y humificación para lo cual se ingresan variables al software de programación (Arduino) quien controla, recolecta y envía los datos a la pantalla Nextion, la cual se encarga de ingresar los datos de temperatura y humedad deseados por el usuario.

La interacción entre los relés, la placa de conexiones y la pantalla de la Cámara de Ambiente Controlado, hace que la temperatura y la humedad tengan variaciones, en el caso de que la temperatura aumente debe estabilizarse por medio de la humedad que va a ingresar con el fin de estabilizar el entorno de toda la cámara, ya sea por disipación de calor tanto por el ventilador y el control de humedad por medio del humidificador y enfriador.

5.2 RECOMENDACIONES

Es recomendable antes de realizar las conexiones tener en cuenta a que pines van conectados ya que una mala conexión implica que el sistema no funcione o se pueda quemar los dispositivos electrónicos empotrados en la placa de conexiones, así como el dispositivo de control como es el arduino y la pantalla.

Una parte importante es marcar con señales el cableado general tanto del humidificador, enfriador, ventilador y calefactor para que no haya inconvenientes al conectar tanto a los relés como a la fuente de alimentación.

Una recomendación importante para el sistema de calefacción en la parte interna del cilindro que va disipar el calor, como es metálico tener en cuenta de no unir los extremos de conexión de la niquelina ya que al hacer contacto con el metal tiende hacer un corto y como va directamente con el ventilador no funcione ninguno de los dos elementos por el choque eléctrico que está haciendo internamente

6 REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] M. S. y. H.C, Introducción a la termodinámica en Ingeniería Química (7ma Ed.pp.319-323), Mexico: Mc. Graw Hill, 2007.
- [2] Acosta G., A. (1994). Biología y manejo de *Tetranychus* spp. Flores. Revista Acopaflo 1 (2): 5-10.
- [3] Barrios, J.P. y D. Uribe (2012). Diseño y construcción de una cámara de fermentación para la obtención de productos cárnicos madurados. Tesis de pregrado, Universidad Pontificia Bolivariana, Medellín
- [4] Betancur, M. J. y L. F. Lennis (2009). El PID digital básico. Artículo publicable, Universidad Pontificia Bolivariana, Medellín
- [5] P. B. J. ANÍBAL, «Modulo para el funcionamiento de los programas,» Quito, marzo 2007.
- [6] BINDER, Cámara climática para una temperatura y una humedad del aire constantes, GERMANY, 2014.
- [7] Bolland, H. R.; Ch. W. Flechtmann y J. Gutierrez, (1998). World catalogue of the spider mite family (Acari: Tetranychidae), with references to taxonomy, synonymy, host plants and distribution. Brill Academic Publishers. Leiden. 392 p. Bolton, W. (2006). Ingeniería de control. (2da Ed., pp. 1- 19). México: Alfa omega.
- [8] Abbott, M.M., J. M. Smith y H. C. Van Ness (2007). Introducción a la termodinámica en Ingeniería Química. (7ma Ed., pp. 319- 323). México: Mc Graw Hill.
- [9] Betancur, M. J. y L. F. Lennis (2009). El PID digital básico. Artículo publicable, Universidad Pontificia Bolivariana, Medellín.
- [10] CCI (2009). Cámaras de ambiente controlado. En línea [<http://cci-calidad.blogspot.com/2009/08/camaras-de-ambiente-controlado.html>], consultado 2011-08-04.
- [11] Carel (2012). Humidificadores por resistencias eléctricas. En línea [<http://www.humidification-for-life.com/Carel/showVoceMenu.2puntOT?id=129>], consultado en 2011-12-02.
- [12] CCI (2012a). Cámaras de simulación climática y envejecimiento ambiental acelerado. En línea [http://www.interempresas.net/FeriaVirtual/Catalogos_y_documentos/2669/01-36.pdf], consultado 2011-11-20.

- [13]. P. Villafan, Cuatro cosas sorprendentes sobre la cría de insectos, México, 2016.
- [14] . J. L. Fustaino, Tecnología e innovación como herramienta para experimentos con plantas, insectos(plagas) Brasil, 2018.
- [15] CCI (2012c). Grandes cámaras visitables, climáticas y de ensayos. En línea [[http://www.cci-calidad.com/camara08 .htm](http://www.cci-calidad.com/camara08.htm)], consultado 2012-10-21.
- [16] N. Rebosio, Niveles lumínicas y parámetros de calidad, Sevilla: Punto Rojo, 2013.
- [17] G. ANALÍTICA, Tecnología y servicios para el laboratorio y la acuicultura, Camelias, España, 2015.
- [18] R. J. L. Fustaino, Tecnología e innovación como herramienta para experimentos con plantas, Brasil, 2028.
- [19] Acosta, A.; O. Acosta; L. Diaz y M. Yopez (2001). Ciclo biológico de *Tetranychus cinnabarinus* Boisduvaly *Tetranychus urticae* Koch en rosa, clavel y alstroemeria bajo siete ambientes. *Asocolflores* 60: 25-39.
- [20] BINDER, Cámara climática para una temperatura y una humedad del aire Constantes, GERMANY, 2014.
- [21] BELLOTI, A.; PEÑA, A. 1977. Studies on the cassava fruit fly *Anastrepha* spp. Cassava protection workshop (1977, Cali, Col.). (Proceedings). CIAT. p. 203208.
- [22] M. M. P., «Cámaras de simulación climática y envejecimiento,» Feria Virtual/Catalogos y documentos/2669, pp. 1-36, 17 Agosto 2012
- [23] M. S. Álvarez, «Carga térmica en las cámaras bioclimáticas de espacios controlados,» UOC, vol. II, nº15, pp. 128-156, 2008.
- [24] S. s. Manofactura, «Ingeniería y tecoogia,» tesis control de velocidad de servos. [En línea]. [Último acceso: 2022 enero 08].
- [25] J. y. D. U. Barrios, «Diseño y construcción de una cámara bioclimatizada, » modbus (Innovación Tecnológica), vol. 4 ed, nº 2-19, p. 392, 2011.
- [26] J. I. A. Quiroga, «Instalación de Sistemas de Automatización y Datos,» Vigo, España, 2007-2008



ANEXO 1. INFORME ANTIPLAGIO PROYECTO DE TITULACIÓN

Facultad:	Ciencias de la Ingeniería y Aplicadas
Carrera:	Ingeniería en Electromecánica
Nombre del docente evaluador que emite el informe:	Ing. Luigi Orlando Freire Martínez
Documento evaluado:	Propuesta Tecnológica presentada previo a la obtención del Título de Ingeniero en Electricidad.
Autores del documento:	Joffre Alexander Lima Álvarez Danny Rodrigo Tapia Espín
Programa de similitud utilizado:	Sistema COMPILATION
Porcentaje de Similitud según el programa utilizado.	<4 %
Observaciones: Calificación de originalidad atendiendo a los siguientes criterios:	
<ul style="list-style-type: none"> El documento cumple criterios de originalidad, sin observaciones. El documento cumple criterios de originalidad, con observaciones. El documento no cumple criterios de originalidad. 	-x- --- ---
Fecha de realización del informe:	14/08/2023

Captura de pantalla del documento analizado:

CERTIFICADO DE ANÁLISIS
magister

Tesis_Tapia_Lima

4% Similitudes
3% Texto entre comillas
< 1% similitudes entre comillas
< 1% Idioma no reconocido

Nombre del documento: Tesis_Tapia_Lima.pdf
ID del documento: 67833ebf4de7ab126297e8ec1474268700fba29
Tamaño del documento original: 2.28 MB

Depositante: LUIGI ORLANDO FREIRE MARTINEZ
Fecha de depósito: 14/8/2023
Tipo de carga: interfaz
fecha de fin del análisis: 14/8/2023

Número de palabras: 13.591
Número de caracteres: 97.667

Ing. Luigi Orlando Freire Martínez
Director de la Propuesta Tecnológica

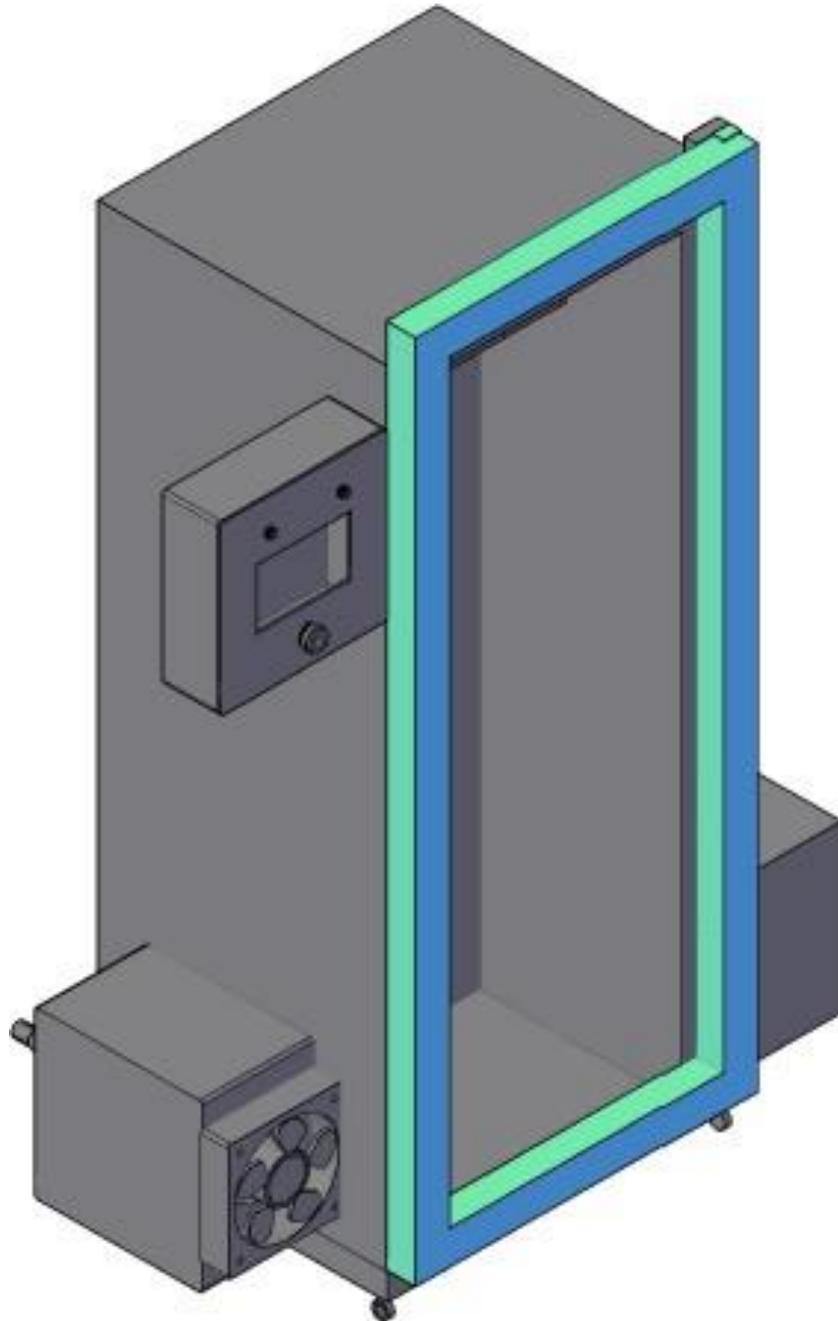


ANEXO

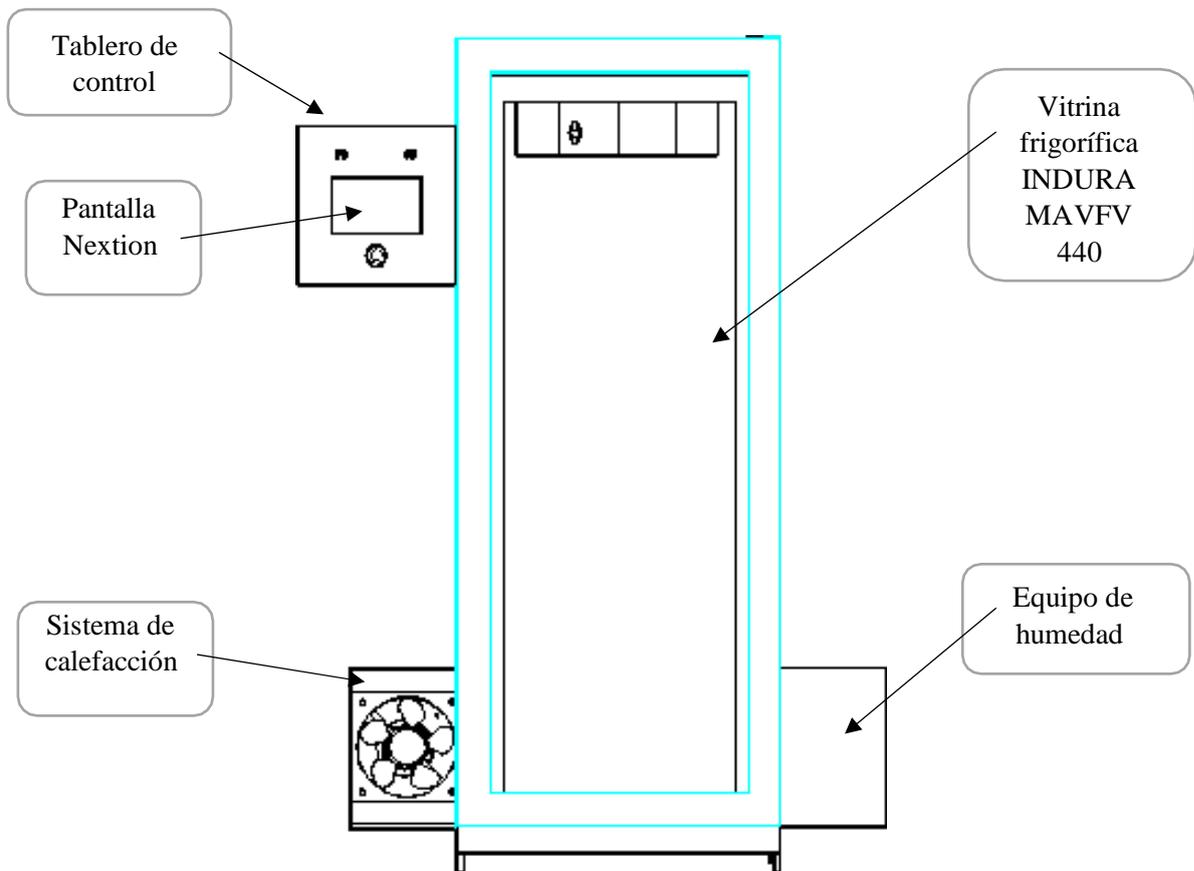
1

MANUAL DE INSTRUCCIONES

DESARROLLO DE UNA CAMARA CLIMATICA PARA EL MONITOREO Y CONTROL DE TEMPERATURA Y HUMEDAD

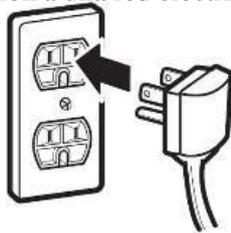


PARTES DE UNA CAMARA CLIMATICA



Pasos a seguir:

1. Conecte el cable de alimentación a una red eléctrica de 110v.



2. Trasládese al panel de control, retire el paro de emergencia, gire levemente hacia la derecha para encender el equipo.



- Una vez encendido el equipo podrá visualizar una interfaz en la cual podrá elegir la temperatura y humedad deseada.



- Para elegir la temperatura y humedad presione en el número que se encuentra cerca del “SET POINT”, ingrese el valor y confirme pulsando el botón “OK”.



- Aguarde a que la temperatura se estabilice con el valor ingresado para evitar la aparición de valores erróneos.



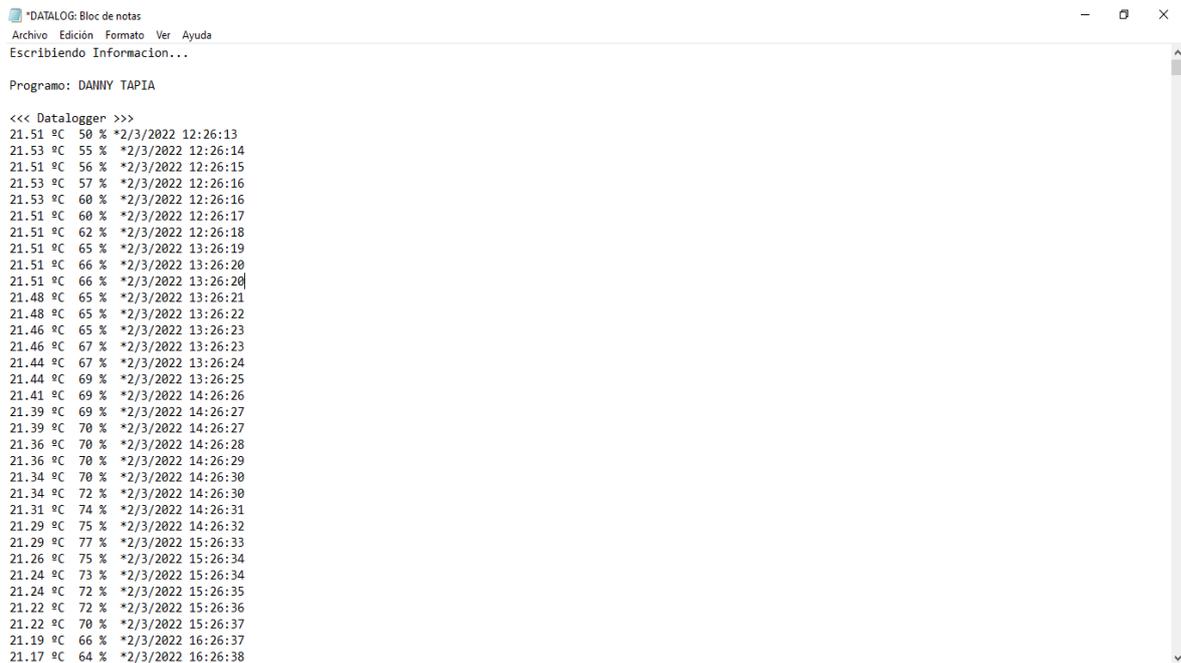
- Para obtener los datos de temperatura y humedad, destapar la parte frontal de la interfaz de control, ubique el modulo lector de memoria y retire la tarjeta que contiene los datos.



7. Para el detallamiento de los datos obtenidos durante periodos de funcionamiento y pruebas, se debe apagar la cámara de monitoreo y control, posterior a ello retirar la tarjeta micro SD y llevarlo a un computador portátil o de escritorio. Ya ingresada la tarjeta micro SD al ordenador proceda a abrir la carpeta con el nombre de “DATALOG”.

Nombre	Fecha de modificación	Tipo	Tamaño
DATALOG	30/5/2022 21:17	Documento de te...	2.800 KB

Tras abrir el archivo se desplegará un blog de notas donde se encuentran los datos almacenados durante el funcionamiento de la cámara, en base a los parámetros ingresados en el “SET POINT”, los datos serán de temperatura y humedad con una fecha en día, mes, año, hora, minutos y segundos.



```
*DATALOG: Bloc de notas
Archivo Edición Formato Ver Ayuda
Escribiendo Informacion...

Programo: DANNY TAPIA

<<< Datalogger >>>
21.51 ºC 50 % *2/3/2022 12:26:13
21.53 ºC 55 % *2/3/2022 12:26:14
21.51 ºC 56 % *2/3/2022 12:26:15
21.53 ºC 57 % *2/3/2022 12:26:16
21.53 ºC 60 % *2/3/2022 12:26:16
21.51 ºC 60 % *2/3/2022 12:26:17
21.51 ºC 62 % *2/3/2022 12:26:18
21.51 ºC 65 % *2/3/2022 13:26:19
21.51 ºC 66 % *2/3/2022 13:26:20
21.51 ºC 66 % *2/3/2022 13:26:20
21.48 ºC 65 % *2/3/2022 13:26:21
21.48 ºC 65 % *2/3/2022 13:26:22
21.46 ºC 65 % *2/3/2022 13:26:23
21.46 ºC 67 % *2/3/2022 13:26:23
21.44 ºC 67 % *2/3/2022 13:26:24
21.44 ºC 69 % *2/3/2022 13:26:25
21.41 ºC 69 % *2/3/2022 14:26:26
21.39 ºC 69 % *2/3/2022 14:26:27
21.39 ºC 70 % *2/3/2022 14:26:27
21.36 ºC 70 % *2/3/2022 14:26:28
21.36 ºC 70 % *2/3/2022 14:26:29
21.34 ºC 70 % *2/3/2022 14:26:30
21.34 ºC 72 % *2/3/2022 14:26:30
21.31 ºC 74 % *2/3/2022 14:26:31
21.29 ºC 75 % *2/3/2022 14:26:32
21.29 ºC 77 % *2/3/2022 15:26:33
21.26 ºC 75 % *2/3/2022 15:26:34
21.24 ºC 73 % *2/3/2022 15:26:34
21.24 ºC 72 % *2/3/2022 15:26:35
21.22 ºC 72 % *2/3/2022 15:26:36
21.22 ºC 70 % *2/3/2022 15:26:37
21.19 ºC 66 % *2/3/2022 16:26:37
21.17 ºC 64 % *2/3/2022 16:26:38
```

MANTENIMIENTO DE LA CÁMERA DE MONITOREO Y CONTROL.

Un plan de mantenimiento es un conjunto de tareas que se realizan en el equipo u máquina estas sean intervencionistas o preventivas con el fin de cumplir con los objetivos de disponibilidad, fiabilidad, coste y con el fin de maximizar y extender la vida útil de la máquina.

Ejecutar un programa de mantenimiento exitoso es la clave fundamental para predecir posibles daños y fallas en nuestros equipos. Todas las acciones suponen un importante ahorro de costes y sobretodo evitan pérdidas económicas por una errónea gestión de mantenimiento.

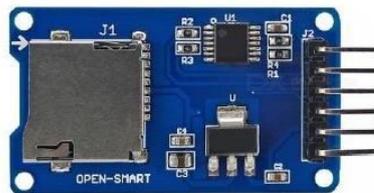
Dado el caso que sea dificultosa la lectura de los datos identifique y solucione con los siguientes casos comunes.

Módulo Reloj



- Active el paro de emergencia.
- Abra la parte frontal, ubique el módulo reloj.
- Cambie la pila por una nueva.
- Retire el paro de emergencia.
- La pila se cambiará cada año calendario.

Módulo lector de memoria.

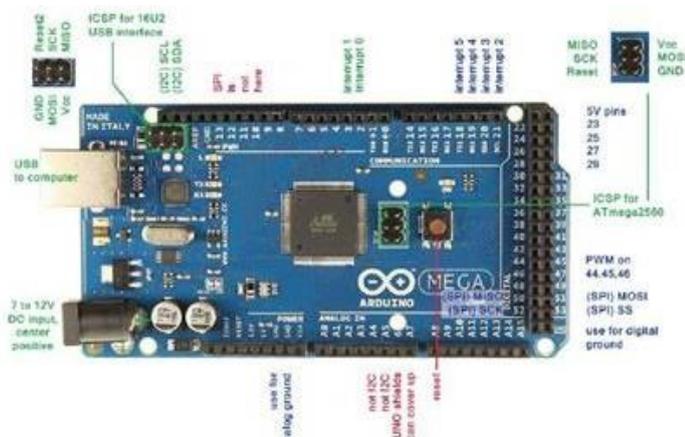


- Active el paro de emergencia.
- Abra la parte frontal, ubique el módulo lector de memoria.
- Revise si la Tarjeta SD se encuentra en óptimas condiciones, en caso contrario cambiarpor otra de las mismas características (2GB).
- Retire el paro de emergencia.

Características

- Interfaz de Comunicación SPI estándar
- Material PCB
- Dimensiones 24*1.5 mm
- Fuente de alimentación 4.5 -5.5 VCD

En caso de daños en la Tarjeta Arduino.



- Active el paro de emergencia.
- Abra la parte frontal, empiece a retirar los elementos conectados.
- Desconecte los cables de conexión siempre tomando en cuenta la conexión anterior.
- Retire el Arduino realice pruebas en caso de no haber arreglo, cambiar por uno nuevo de las mismas características.
- Vuelva a reconectar los elementos.
- Retire el paro de emergencia.

Daño de la niquelina del calefactor.



Si la niquelina del calefactor no genera calor siga los siguientes pasos:

- Active el paro de emergencia.
- Desarme los tornillos que sujeta al ventilador.
- Ubique la niquelina en el ducto de calefacción.
- Retire los cables que están conectados a la niquelina.
- Separe la niquelina quemada y suelde una nueva en el mismo espacio.
- Reconecte los cables y vuelva armar el ventilador.
- Retire el paro de emergencia.

Daño en el sistema de humedad.

Mantenimiento humidificador.- Por recomendación realizar este mantenimiento dos o tres veces por semana.

- Apague la cámara bioclimática por completo (active el paro de emergencia).
- Desconecte con cuidado la tubería instalada que une el humidificador con el interior de la cámara.
- Retire el equipo humidificador.
- Vacíe el depósito vertiendo con cuidado y lentamente opuesto a la perilla de encendido, limpie la parte exterior de la carcasa para secar la posible agua que pueda escaparse entre la base y la carcasa.
- Enjuague el tanque, limpie y seque con un paño.
- Vuelva a ubicar el equipo en su gabinete, conecte la tubería, y llene el depósito con agua.



La luz de encendido está iluminada pero poco o nada de vapor es liberado

- Active el paro de emergencia
- Verifique que el depósito este lleno, de no ser así rellenarlo.
- Gire la perilla hacia la derecha para incrementar la salida del vapor.
- Limpie el nebulizador



Universidad
Técnica de
Cotopaxi

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE
COTOPAXI FACULTAD DE CIENCIAS
DE LA INGENIERIA Y APLICADAS
CARRERA DE INGENIERIA
ELECTROMECHANICA



Ingeniería
Electromecánica

ANEXO

2

CONSTRUCCIÓN DE LA CÁMARA



Figura N°01 Recepción de materiales



Figura N°02 Preparación del sistema de calefacción



Figura N°03 Dimensionamiento de la tubería



Figura N°04 Instalación de la Niquelina Eléctrica



Figura N°05 Pintado del sistema de calefacción



Figura N°06 Conexión del cable de alta temperatura



Figura N°07 Encajar el ventilador Fann Cooler



Figura N°08 Acoplar el sistema de calefacción



Figura N°09 Preparación del sistema de humedad

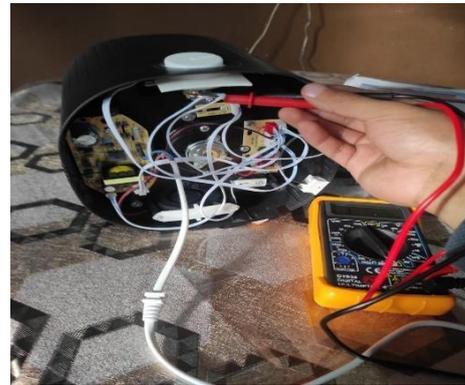


Figura N°10 Reconexión encendido del humidificador



Figura N°11 Acoplamiento tubería



Figura N°12 Adaptación del sistema de humedad



Figura N°13 Vista frontal de la cámara



Figura N°14 Conexión del cableado eléctrico



Figura N°15 Instalación y conexión de los relés de estado solido



Figura N°16 Peinado Eléctrico



Figura N°17 Colocación de la interfaz grafica



Figura N°18 Conexión fuente de alimentación



Figura N°19 Conexión de los componentes electrónicos



Figura N°20 Vista frontal de las conexiones



Figura N°21 instalación botonera

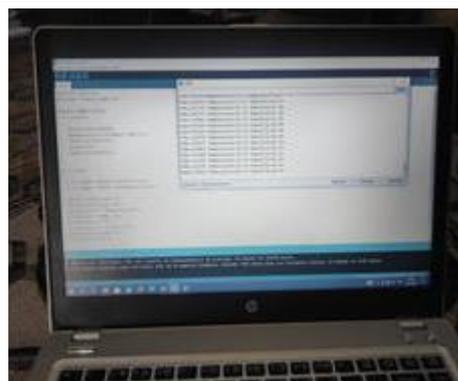


Figura N°22 Programación de interfaz



Figura N°23 Interfaz conexión máquina

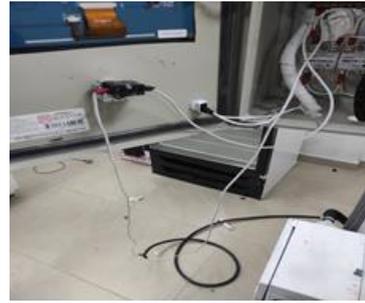


Figura N°24 Instalación paro de emergencia



Figura N°25 Prueba de funcionamiento



Figura N°26 Entrega de la cámara de control.



Universidad
Técnica de
Cotopaxi

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE
COTOPAXI FACULTAD DE CIENCIAS
DE LA INGENIERIA Y APLICADAS
CARRERA DE INGENIERIA
ELECTROMECAICA



Ingeniería
Electromecánica

ANEXO
3

MATERIALES PARA LA CONSTRUCCION DE LA
CAMARA DEMONITOREO





ANEXO

4

PROGRAMACIÓN NEXTION



Figura N°- 1 Ingresar los set point en la pantalla

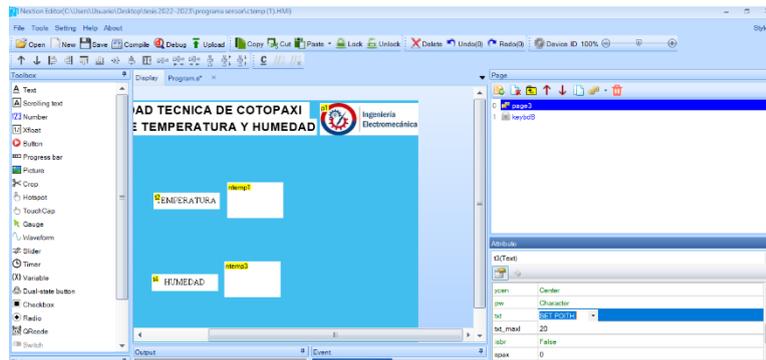


Figura N°- 2 Seleccionar el diseño de ingreso de variables

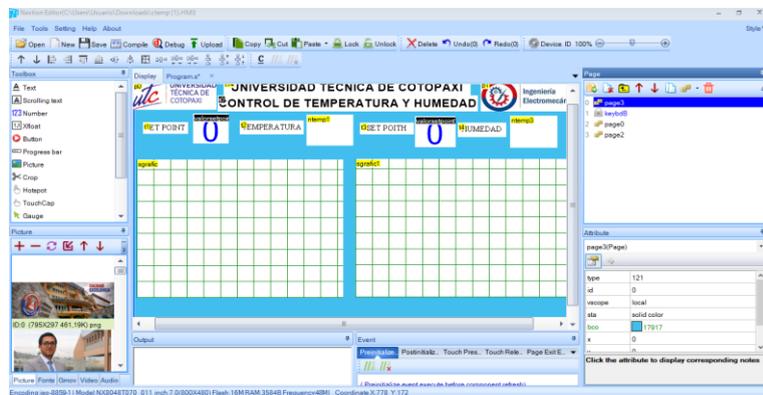


Figura N°- 3 Datos de la pantalla



ANEXO 5	CÓDIGO DE LA PROGRAMACIÓN	
<pre>#include <RTCLib.h> #include <Wire.h> #include <doxygen.h> #include <NexButton.h> #include <NexCheckbox.h> #include <NexConfig.h> #include <NexCrop.h> #include <NexDualStateButton.h> #include <NexGauge.h> #include <NexGpio.h> #include <NexHardware.h> #include <NexHotspot.h> #include <NexNumber.h> #include <NexObject.h> #include <NexPage.h> #include <NexPicture.h> #include <NexProgressBar.h> #include <NexRadio.h> #include <NexRtc.h> #include <NexScrolltext.h> #include <NexSlider.h> #include <NexText.h> #include <NexTimer.h> #include <Nexion.h> #include <NexTouch.h> #include <NexUpload.h> #include <NexVariable.h> #include <NexWaveform.h> #include "Nexion.h"</pre>		

```
#include <SD.h>

#include <SPI.h>

#include <dht.h>

#include <OneWire.h>
#include <DallasTemperature.h>
#include "DFRobot_SHT20.h"

dht DHT;

#define DHT11_PIN 30

DFRobot_SHT20 sht20;

OneWire ourWire(9);          //Se establece el pin 9 como bus OneWire
DallasTemperature sensors(&ourWire);    //Se declara una variable u objeto para nuestro sensor

RTC_DS3231 rtc;              // crea objeto del tipo RTC_DS3231

//#define PIN_INPUT 0
//se define variables de conexion

int CALENTADOR =32;
int ENFRIADOR =34;
int VENTILADOR =36;
int HUMIDIFICADOR = 38;
int LUZ = 8;
int PULSADOR = 5;

File dataFile;
```

```

uint32_t tp0;
uint32_t tp1;

uint32_t setp;
uint32_t setp1;
float temp=0;

void nsetpPopCallback(void *prt);

NexWaveform sgrafic = NexWaveform(0,8,"sgrafic"); //GRAFICA DE CORRIENTE

NexText ntemp1=NexText(3,5,"ntemp1"); //ubicacion de temperatura en enteros
//NexText ntemp2=NexText(3,7,"ntemp2"); //ubicacion de temperatura en decimales

NexText ntemp3=NexText(3,21,"ntemp3"); //ubicacion de temperatura en enteros
//NexText ntemp4=NexText(3,23,"ntemp4"); //ubicacion de temperatura en decimales

NexNumber valorsetpoint=NexNumber(0,17,"valorsetpoint"); //ubicacion de la entrada del
setpoint

NexNumber valorsetpoint1=NexNumber(0,19,"valorsetpoint1"); //ubicacion de la entrada del
setpoint

char buffer[100]={0}; //array de almacenamiento

////////////////////////////////////

NexTouch *nex_listen_list[] = //comunicacion pantalla tactil
{
//-----PAGINA CORRIENTE-----

```

```

//se establese botones de funcionamiento

&ntemp1,
// &ntemp2,

&ntemp3,
//&ntemp4,

NULL
};

// PROGRAMA NIVEL AGUA HUMIDIFICADOR //

// Constantes para el sensor de nivel de agua
const int pinSensorAgua = A15; // Pin analógico utilizado para leer el nivel de agua

// Constantes para el relé
const int pinRele = 37; // Pin digital utilizado para controlar el relé

// constante led y sumbador

// Niveles de agua para encender y apagar el relé
const int nivelAguaBajo = 100; // Ajusta este valor según tu sensor y necesidades
const int nivelAguaAlto = 900; // Ajusta este valor según tu sensor

////////////////////////////////////
////////////////////////////////////
////////////////////////////////////Inicio de accion que se realiza una sola vez////////////////////////////////////
////////////////////////////////////
////////////////////////////////////

void setup() {

// PROGRAMA SENSOR Y RELE //
pinMode(pinRele, OUTPUT); // Configura el pin del relé como salida
Serial.begin(9600); // Inicia la comunicación serial para imprimir mensajes

nexlInit();

Serial.begin(9600);

pinMode(CALENTADOR,OUTPUT);

pinMode(ENFRIADOR,OUTPUT);

pinMode(VENTILADOR,OUTPUT);

pinMode(HUMIDIFICADOR,OUTPUT);

pinMode(LUZ,OUTPUT);

pinMode(PULSADOR,INPUT);

tp0 = millis(); //tiempo de retardo

```

```

    tp1 = millis();

    Serial.print("Iniciando SD card...");          ////////////////////////////////////////////////////
    pinMode(53, OUTPUT);                          //// comunicacion con la ////
    digitalWrite(53, HIGH);                        //// micro SD      ////
    if (!SD.begin(53)) {                          ////          ////
        Serial.println("Fallo comunicacion o no existe SD");  ////////////////////////////////////////////////////
        return;
    }
    Serial.println("SD Iniciada.");
    dataFile = SD.open("datalog.txt", FILE_WRITE);

    if (dataFile) {
        Serial.println("Escribiendo Informacion...");
        dataFile.println("Escribiendo Informacion...");

        Serial.println("");
        dataFile.println("");

        Serial.println("");
        dataFile.println("");

        Serial.println("");
        dataFile.println("");

        Serial.println("<<< Datalogger >>>");
        dataFile.println("<<< Datalogger >>>");

        dataFile.close();}

```

```

else {
  Serial.println("error opening test.txt");}
  if (! rtc.begin()) {                                // si falla la inicializacion del modulo
  Serial.println("Modulo RTC no encontrado !");      // muestra mensaje de error
  while (1);                                        // bucle infinito que detiene ejecucion del programa
}
rtc.adjust(DateTime(__DATE__, __TIME__));           //carga de datos al reloj analógico

sht20.initSHT20();
delay(100);
sht20.checkSHT20()
}

void loop() {                                       //inicio lo que va a repetirel programa

//PROGRAMA SENSOR Y NIVEL DE AGUA HUMIDIFICADOR //
int nivelAgua = analogRead(pinSensorAgua); // Lee el nivel de agua del sensor

if (nivelAgua < nivelAguaBajo) {
  digitalWrite(pinRele, HIGH); // Enciende el relé
  Serial.println("Nivel de agua bajo, Encendiendo el relé."); // Imprime mensaje
} else if (nivelAgua > nivelAguaAlto) {
  digitalWrite(pinRele, LOW); // Apaga el relé
  Serial.println("Nivel de agua alto, Apagando el relé."); // Imprime mensaje
  delay(100);
}

DHT.read11(DHT11_PIN);
nexLoop(nex_listen_list);                          // realiza la funcion que se presiona en la pantalla

float temp=DHT.temperature;

float humd=DHT.humidity;

//sensors.requestTemperatures();                   //Se envía el comando para leer la
temperatura

//temp= sensors.getTempCByIndex(0);                //Se obtiene la temperatura en ºC

int t1=(temp*100)/100;
int t2=(temp-t1)*100;

int t3=(humd*100)/100;
int t4=(humd-t3)*100;

// Serial.println(temp);

// Serial.println(humd);

```

```

if( millis()-tp1>2000){

    tp1 = millis();

    memset(buffer,0,sizeof(buffer));
    itoa(t1,buffer,10);
    ntemp1.setText(buffer);
/*
    memset(buffer,0,sizeof(buffer));
    itoa(t2,buffer,10);
    ntemp2.setText(buffer);
*/
    memset(buffer,0,sizeof(buffer));
    itoa(t3,buffer,10);
    ntemp3.setText(buffer);
/*
    memset(buffer,0,sizeof(buffer));
    itoa(t4,buffer,10);
    ntemp4.setText(buffer);
*/

    // sgrafic.addValue(0,(map(temp,-10,50,0,355)));
    // sgrafic.addValue(1,(map(setp,-10,50,0,355)));

    valorsetpoint.getValue(&setp);
    valorsetpoint1.getValue(&setp1);

}

dataFile = SD.open("datalog.txt", FILE_WRITE);

```

```
    if(PULSADOR == HIGH){
        digitalWrite(LUZ, HIGH);
        Serial.println("LUZ ENCENDIDO");
    }

    if (dataFile) {

        if(setp>=0){

            if(temp<setp){
                digitalWrite(CALENTADOR, HIGH);
                Serial.println("CALENTADOR ENCENDIDO");

            }
            if((temp-1)>setp){
                digitalWrite(CALENTADOR, LOW);
                Serial.println("CALENTADOR APAGADO");

            }
        }

        if(setp>=0){
            if((temp-0.10)<setp){
                digitalWrite(VENTILADOR, LOW);
                Serial.println("VENTILADOR APAGADO");

            }

            if((temp-1)>setp){
```

```
digitalWrite(VENTILADOR , HIGH);
Serial.println("VENTILADOR ENCENDIDO");
}
}

if(setp>=0){
if((temp-0.5)<setp){
    digitalWrite(ENFRIADOR, LOW);
    Serial.println("ENFRIADOR APAGADO");
}

if((temp-1)>setp){
    digitalWrite(ENFRIADOR, HIGH);
    Serial.println("ENFRIADOR ENCENDIDO");
}
}

if(setp1>=0){
    if((humd-1)<setp1){
        digitalWrite(HUMIDIFICADOR, HIGH);
        Serial.println("HUMIDIFICADOR ENCENDIDO");
    }

    if((humd-1)>=setp1){
        digitalWrite(HUMIDIFICADOR, LOW);
        Serial.println("HUMIDIFICADOR APAGADO");
    }

    if((humd)<=setp1){
        digitalWrite(ENFRIADOR, LOW);
        Serial.println("ENFRIADOR APAGADO");
    }
}
```

```

    }

    if((humd-1)>setp1){
        digitalWrite(ENFRIADOR, HIGH);
        Serial.println("ENFRIADOR ENCENDIDO");
    }

    if((humd-0.10)<setp1){
digitalWrite(VENTILADOR, LOW);
Serial.println("VENTILADOR APAGADO");

    }

if((humd-0.1)>setp1){
        digitalWrite(VENTILADOR , HIGH);
        Serial.println("VENTILADOR ENCENDIDO");
    }

    }

    {
//dataFile.print(temp);
//dataFile.print(" °C *");
//dataFile.print(setp);
//dataFile.print(" °C *");
DateTime fecha = rtc.now();
dataFile.print(fecha.day());           // funcion que obtiene el dia de la fecha completa
dataFile.print("/");                   // caracter barra como separador
dataFile.print(fecha.month());         // funcion que obtiene el mes de la fecha completa
dataFile.print("/");                   // caracter barra como separador
dataFile.print(fecha.year());          // funcion que obtiene el año de la fecha completa

```

```

dataFile.print(" ");           // caracter espacio en blanco como separador
dataFile.print(fecha.hour());  // funcion que obtiene la hora de la fecha completa
dataFile.print(":");           // caracter dos puntos como separador
dataFile.print(fecha.minute()); // funcion que obtiene los minutos de la fecha
completa
dataFile.print(":");           // caracter dos puntos como separador
dataFile.println(fecha.second()); // funcion que obtiene los segundos de la fecha
completa
delay(100);
    dataFile.close();

/*
Serial.print(temp);
Serial.print(" °C !temp *");
Serial.print(setp);
Serial.println(" °C !setp *");
*/
// funcion que devuelve fecha y horario en formato
// DateTime y asigna a variable fecha
Serial.print(fecha.day());     // funcion que obtiene el dia de la fecha completa
Serial.print("/");             // caracter barra como separador
Serial.print(fecha.month());   // funcion que obtiene el mes de la fecha completa
Serial.print("/");             // caracter barra como separador
Serial.print(fecha.year());    // funcion que obtiene el año de la fecha completa
Serial.print(" ");            // caracter espacio en blanco como separador
Serial.print(fecha.hour());    // funcion que obtiene la hora de la fecha completa
Serial.print(":");             // caracter dos puntos como separador
Serial.print(fecha.minute());  // funcion que obtiene los minutos de la fecha
completa
Serial.print(":");             // caracter dos puntos como separador
Serial.println(fecha.second()); // funcion que obtiene los segundos de la fecha
completa

```

```
//TEMPERATURA//  
Serial.print("Temperatura = ");  
Serial.print(temp);  
Serial.println(" C");  
  
//HUMEDAD RELATIVA//  
Serial.print("Humedad = ");  
Serial.print(humd);  
Serial.println(" %");  
  
}  
  
}  
  
else {  
Serial.println("Fallo comunicacion.txt");  
Serial.println("Revise conexion");  
  
}  
delay (1000);  
}
```

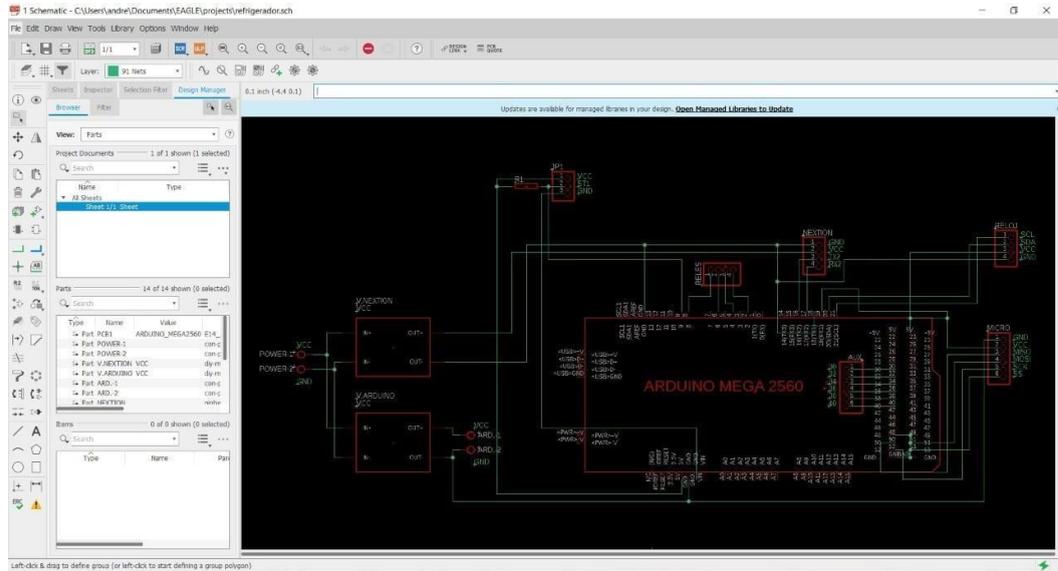


Figura N°- 1 Esquema de PCB para crear la placa

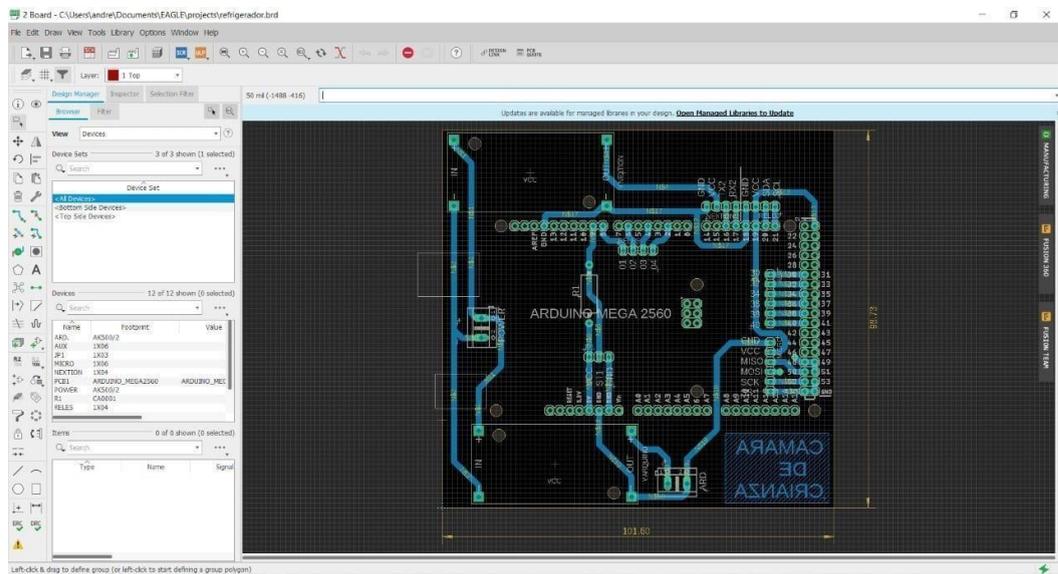
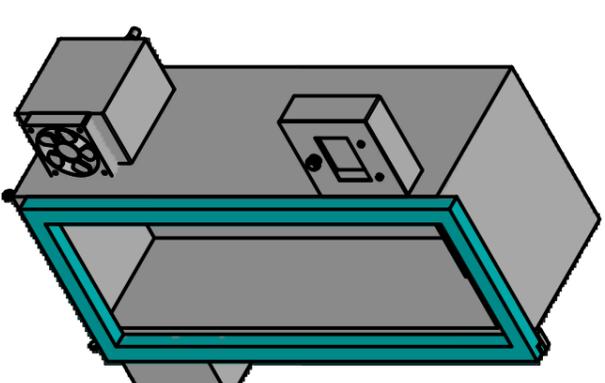
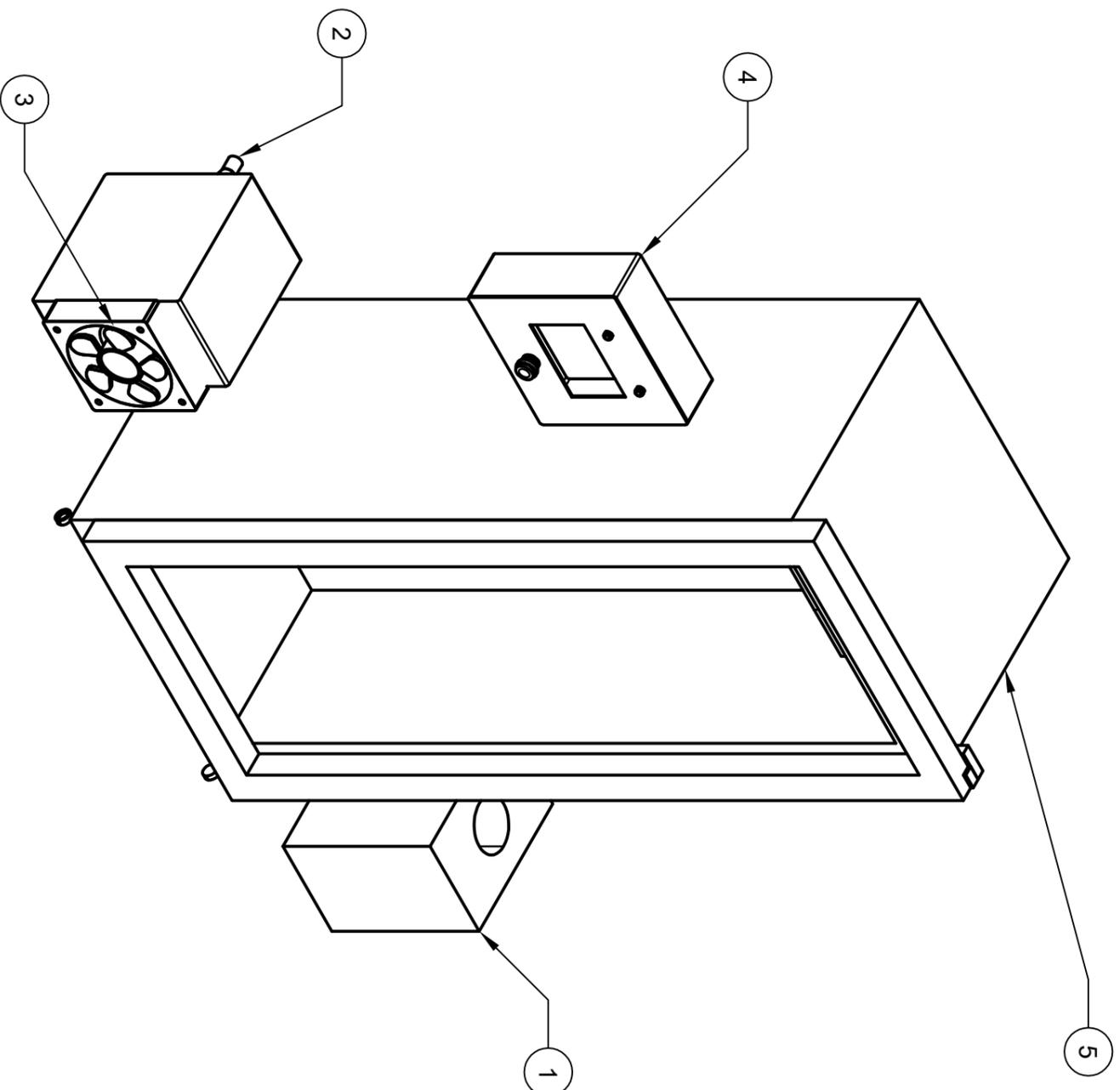


Figura N°- 2 Esquema de PCB para crear la placa

ANEXO 7

PLANOS MECANICOS



LISTA DE COMPONENTES

PIEZA	DESCRIPCION	ESPECIFICACION	MATERIAL	CANT.	OBSERVACION
1	Gabinete electrico	30X30X20MM	Acero	2	Adquirido
2	Tolva	25.4mm X 100mm angulo 75°	Acero	1	Elaborado
3	Ventilador	120mmX120mm	Acero, Plastico	1	Adquirido
4	Gabinete electrico	20X20X20 mm 110V	Acero	1	Adquirido
5	Congelador Indurama	149x60x50mm	Acero, aluminio, plastico	1	Donado

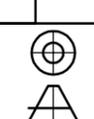
Tolerancia:	(Peso)	Materiales:
0,1	70 Kg	Acero, Aluminio, Plastico

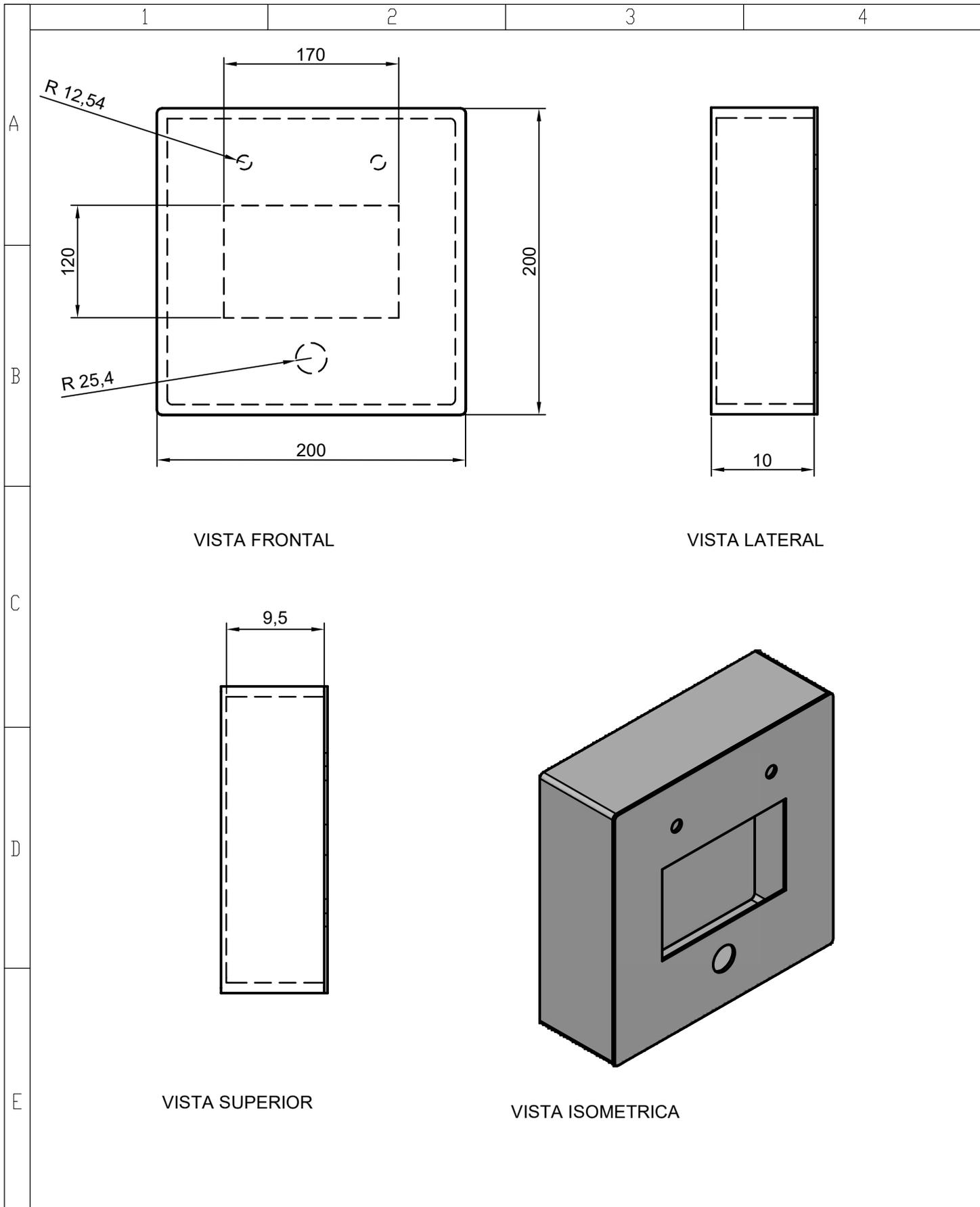
Fecha:	Nombre:	Denominación:	Escala:
9/2/2023	Lima, Tapia	Cámara climática de monitoreo y control de temperatura y humedad	1 : 1

Dibujó:	Revisó:	Aprobó:	UTC	Número del dibujo:	1 de 6
	5/8/2023		Ing. FREIRE		

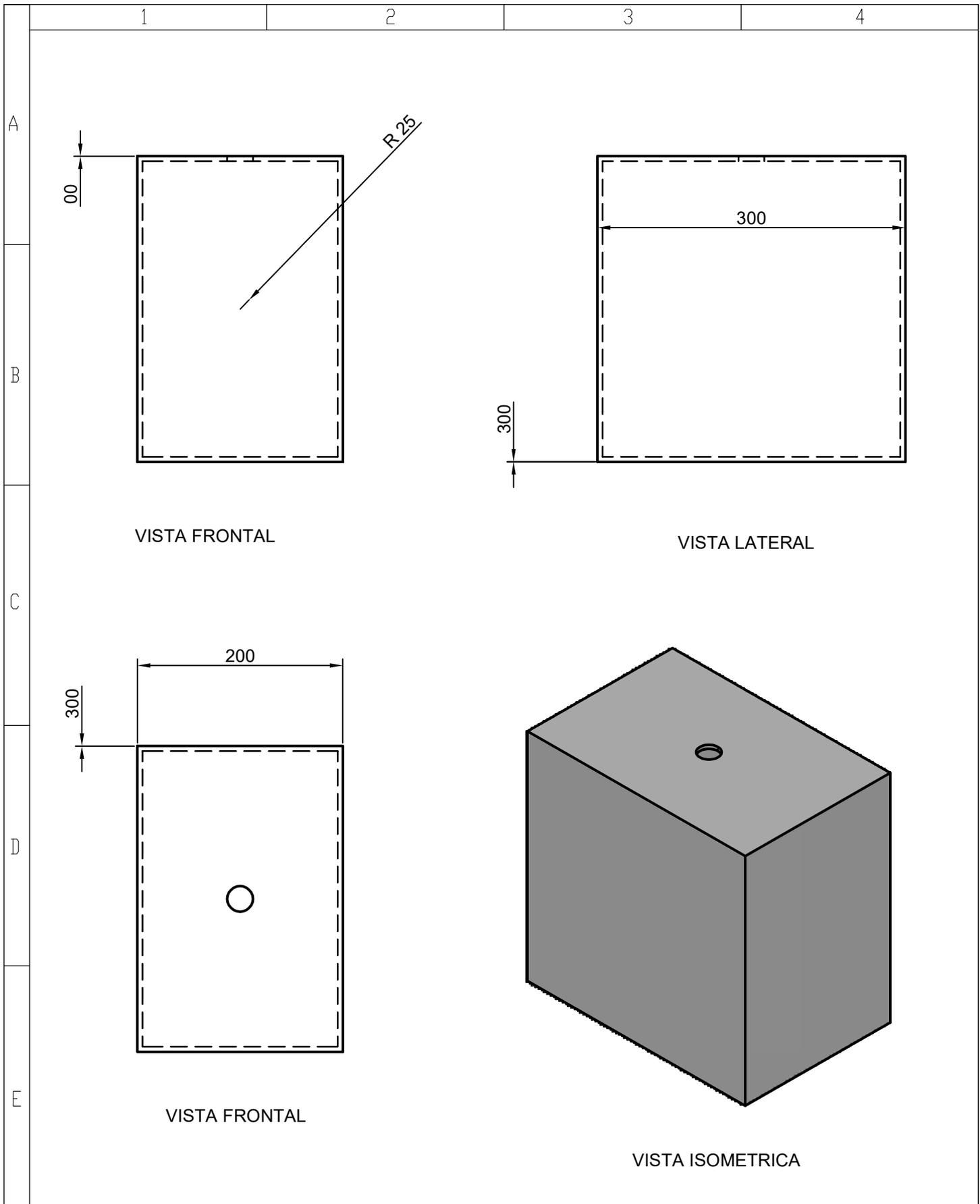
Ing. Electromecanica	(Sustitución)
----------------------	---------------

Edición	Modificación	Fecha	Nombre

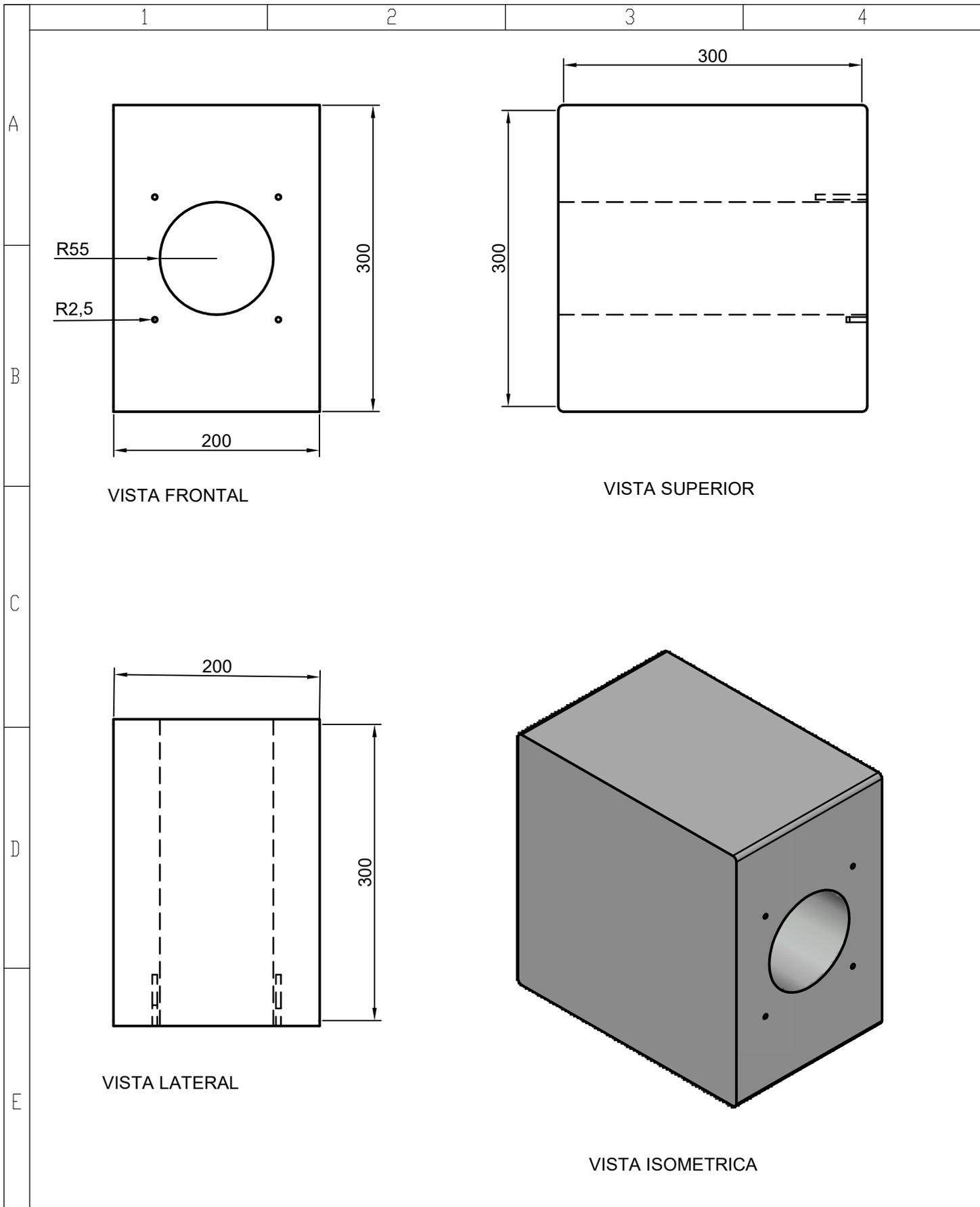




				Tolerancia	(Peso)	Materiales:			
					2 kg	Acero			
				Fecha	Nombre	Denominación:	Escala:		
			Dibujó:	3/2/2023	Lima, Tapia			Gabinete Tablero de control	1:1
			Revisó:	3/8/2023	Ing. FREIRE				
				Aprobó:	3/8/2023	Número del dibujo:			
				UTC		3 de 6			
				Ing. Electromecanica		(Sustitución)			
Edición	Modificación	Fecha	Nombre						

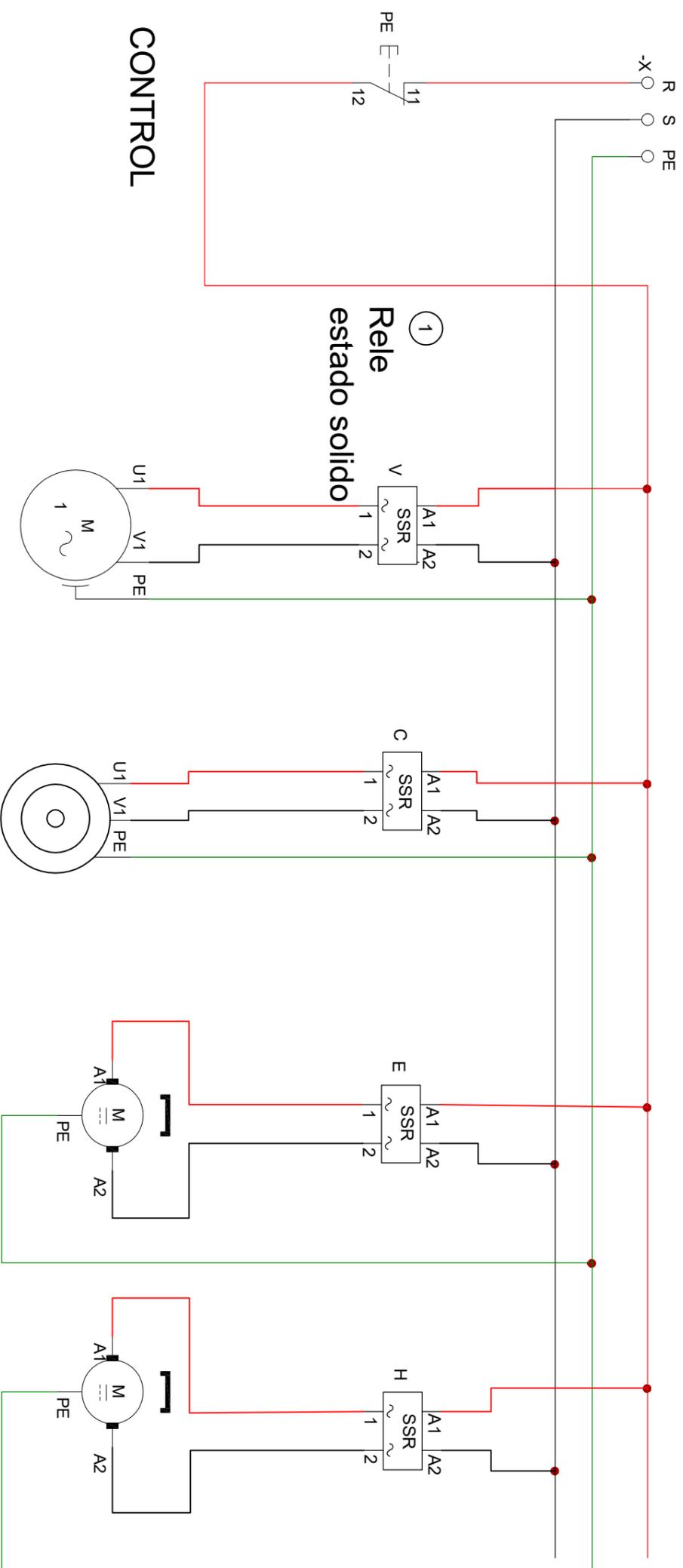


				Tolerancia	(Peso)	Materiales:		
						Acero		
				Fecha	Nombre	Denominación:		Escala:
				Dibujó: 5-8-2023	LIMA, TAPIA	Gabinete Humidificador		1:1
				Revisó: 5-8-2023	Ing. FREIRE L.			
				Aprobó:				
				UTC		Número del dibujo: 5 de 6		
				Ing. Electromecanica		(Sustitución)		
Edición	Modificación	Fecha	Nombre					



				Tolerancia	(Peso)	Materiales:	
				0,1	2 kg	Acero	
					Fecha	Nombre	Denominación: Gabinete de calefacción
				Dibujó:	3/8/2023	Lima, Tapia	
				Revisó:	3/8/2023	Ing. Freire L	
				Aprobó:			Escala: 1 : 1
				UTC		Número del dibujo: 6 de 6	
Edición	Modificación	Fecha	Nombre	Ing. Electromecanica		(Sustitución)	

ANEXO 8
ESQUEMAS
ELECTRICOS
Y
ELECTRONI
COS



② Ventilador

③ Calefactor

④ Enfriador

⑤ Humidificador

LISTA DE COMPONENTES

PIEZA	DESCRIPCION	ESPECIFICACION	ALIMENTACION / POTENCIA	CANTIDAD	OBSERVACIONES
1	Rele estado solido	Commutador NA	110 Vca, 10A	4	Aquirido
2	Ventilador	Motor sincrónico	110 V / 60 W	1	Aquirido
3	Calefactor	Niquelina Resistiva	110 V / 60 W	1	Aquirido
4	Enfriador	Motor sincrónico	110 V / 150W	1	Aquirido
5	Humidificador	Motor sincrónico	110 V / 35 W	1	Aquirido

Tolerancia:

(Peso)

Materiales:

Fecha:

Nombre:

Denominación: CONEXIONES RELES DE ESTADO SOLIDOS Y EQUIPOS

Dibujo:

Limá, Tapia

Escala: 1:1

Revisó:

Ing. Freire L

Aprobó:

ING. Electromecanica

Número del dibujo: 1 DE 1

1

2

3

4

Edición

Modificación

Fecha

Nombre

(Sustitución)

