



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

**PROPUESTA TECNOLÓGICA**

**DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UNA INCUBADORA AUTOMÁTICA PARA  
CANES CON SISTEMA DE MONITOREO Y CONTROL DE TEMPERATURA,  
HUMEDAD Y OXIGENACIÓN DEL AIRE CON VISUALIZACIÓN A TRAVÉS  
DE UNA APP Y CÁMARA WEB**

Proyecto de Titulación presentado previo a la obtención del Título de Ingenieros en  
Electromecánica

**Autores:**

Moposita Muzo Mauricio Alexander

Sanchez Ortega Mauricio Neptali

**Tutor:**

Ing. Ms.C. Freire Andrade Verónica Paulina

**LATACUNGA – ECUADOR**

**2023**



## DECLARACIÓN DE AUTORÍA

Nosotros, Moposita Muzo Mauricio Alexander, con cédula de ciudadanía No. 185018580-0; y, Sanchez Ortega Mauricio Neptalí, con cédula de ciudadanía No.185104088-9; declaramos ser autores de la presente propuesta tecnológica titulado: "DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UNA INCUBADORA AUTOMÁTICA PARA CANES CON SISTEMA DE MONITOREO Y CONTROL DE TEMPERATURA, HUMEDAD Y OXIGENACIÓN DEL AIRE CON VISUALIZACIÓN A TRAVÉS DE UNA APP Y CÁMARA WEB", siendo la Ing. Ms.C. Freire Andrade Verónica Paulina, tutora del presente trabajo; y, eximo expresamente a la Universidad Técnica de Cotopaxi y a sus representantes legales de posibles reclamos o acciones legales.

Además, certifico que las ideas, conceptos, procedimientos y resultados vertidos en el presente trabajo investigativo, son de mi exclusiva responsabilidad.

Latacunga, febrero de 2023

  
Moposita Muzo Mauricio Alexander  
CC: 185018580-0

  
Sanchez Ortega Mauricio Neptalí  
CC: 185104088-9

## AVAL DEL TUTOR DE PROYECTO DE TITULACIÓN

En calidad de Tutor de la Propuesta Tecnológica sobre el título:

**“DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UNA INCUBADORA AUTOMÁTICA PARA CANES CON SISTEMA DE MONITOREO Y CONTROL DE TEMPERATURA, HUMEDAD Y OXIGENACIÓN DEL AIRE CON VISUALIZACIÓN A TRAVÉS DE UNA APP Y CÁMARA WEB”** de los ponentes: Moposita Muzo Mauricio Alexander, Sanchez Ortega Mauricio Neptali, Estudiantes de la Carrera de Ingeniería Electromecánica, considero que dicho Informe Investigativo cumple con los requerimientos metodológicos y aportes científico-técnicos suficientes para ser sometidos a la 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, febrero del 2023

Tutora



VERÓNICA FREIRE A

Ing. Freire Andrade Verónica Paulina Ms.C.

C.I: 050205622-9



## 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 LA INGENIERÍA Y APLICADAS; por cuanto, el o los postulantes: Moposita Muzo Mauricio Alexander y Sanchez Ortega Mauricio Neptali, con el título de Proyecto de titulación: “DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UNA INCUBADORA AUTOMÁTICA PARA CANES CON SISTEMA DE MONITOREO Y CONTROL DE TEMPERATURA, HUMEDAD Y OXIGENACIÓN DEL AIRE CON VISUALIZACIÓN A TRAVÉS DE UNA APP Y CÁMARA WEB” 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, febrero 2023

Para constancia firman:

**Lector 1 (Presidente)**

Ing. MsC. Héctor Raúl

Reinoso Peñaherrera

CC: 050215089-9

**Lector 2**

Ing. MsC. Luis Rolando

Cruz Panchi

CC: 050259517-6

**Lector 3**

Ing. MsC. Carlos Francisco Pacheco Mena

CC: 050307290-2

## **AGRADECIMIENTO**

En primer lugar, agradezco a Dios por brindarme la salud, sabiduría y fortaleza para culminar mi carrera, a mi familia por el apoyo incondicional, por las palabras de aliento y la paciencia que me brindaron en este proceso además que son los pilares fundamentales en mi vida y quienes inculcaron buenos valores que me ayudaron a trazar mi camino.

A la Universidad Técnica de Cotopaxi por permitirme ser parte de la familia electromecánica, además de formarme como un profesional siendo mi segundo hogar durante el proceso mi etapa de universidad.

A la Ing. Ms.C. Freire Andrade Verónica Paulina por su excelencia como docente de la Facultad de Ciencias de la Ingeniería y Aplicadas por el apoyo y la ayuda brindada para culminar mis estudios universitarios de manera muy positiva.

Finalmente, expreso mis agradecimientos a mis amigos/as con quienes atravesé varios momentos y experiencias a lo largo de la carrera, a pesar que hubo momentos difíciles supimos afrontar las circunstancias que se presentaban mediante el apoyo que nos brindábamos.

**Moposita Muzo Mauricio Alexander**

## **AGRADECIMIENTO**

Quiero expresar mi gratitud a DIOS, quien con su bendición llena siempre mi vida y a toda mi familia por estar siempre presentes.

Agradezco a mis padres, ustedes han sido siempre el motor que impulsa mis sueños y esperanzas, quienes estuvieron siempre a mi lado en los días y noches más difíciles durante mis horas de estudio. Siempre han sido mis mejores guías de vida. Hoy cuando concluyo mis estudios, les dedico a ustedes este logro, amados padres, como una meta más conquistada.

Agradezco a la Ing. Ms.C Freire Andrade Verónica Paulina tutora de tesis, sin usted y sus virtudes, su paciencia y constancia esta propuesta tecnológica no lo hubiese logrado tan fácil, sus consejos fueron siempre útiles cuando no salían de mi pensamiento las ideas para escribir lo que hoy he logrado. Usted formó parte importante de esta historia con sus aportes profesionales que lo caracterizan. Muchas gracias por sus múltiples palabras de aliento, cuando más las necesite. Gracias por sus orientaciones.

Mi profundo agradecimiento a todas las autoridades y personal de que hacen la Universidad Técnica de Cotopaxi Extensión - Salache, por confiar en mí, abrirme las puertas y permitirme realizar todo el proceso investigativo en su establecimiento educativo en el área de veterinaria.

De igual manera mis agradecimientos a la Universidad Técnica de Cotopaxi, a toda la facultad de Electromecánica, a todos los ingenieros quienes con su enseñanza de sus valiosos conocimientos hicieron que pueda crecer día a día como profesional, gracias a cada uno de ustedes por su paciencia, dedicación, apoyo incondicional y amistad.

**Sanchez Ortega Mauricio Neptali**

## **DEDICATORIA**

Dedico mi proyecto de titulación con todo mi afecto y amor a mis queridos padres, Milton y Norma quienes me enseñaron a levantarme ante cada dificultad y por enseñarme el valor del esfuerzo, por ser mi inspiración y quienes me dieron la fuerza para cumplir mis sueños y metas, siendo ellos el cimiento principal de toda mi formación personal y profesional.

A mi querida hermana Andrea, quien es mi confidente y lo mejor que la vida me ha dado, pues es quien a estado siempre junto a mí, brindándome su apoyo y cariño incondicional, dándome consejos y escuchando cada problema que se presentó a lo largo de mi carrera, por cuidarme en mis momentos más tristes y ayudarme a no darme nunca por vencido.

A mi abuelito Víctor, quien ahora es un ángel en mi vida, por ser un ejemplo para salir adelante y por los consejos que me han sido de gran ayuda a lo largo de mi vida, por su alegría y honestidad por ser una gran persona y siempre confiar en mí y se que se encuentra muy orgulloso de su nieto y que desde el cielo me bendice, además del infinito amor que pude recibir hasta sus últimos días de vida.

**Moposita Muzo Mauricio Alexander**

## **DEDICATORIA**

Dedico mi tesis primeramente a DIOS por ser la fuente de mi fortaleza y guía en todo momento. “Gracias por bendecirme con la sabiduría y el conocimiento para llevar a cabo esta investigación. Esta tesis es una muestra de mi gratitud y amor hacia Ti.”

Dedico con todo mi corazón esta tesis a mis padres Alfredo Sánchez y Rosa Ortega, por su amor incondicional y por haberme apoyado en todo momento, con su paciencia y esfuerzo me han permitido llegar a cumplir un sueño más, gracias por inculcar en mi ejemplo de esfuerzo y valentía, de no temer de las adversidades que se me presenten porque DIOS está conmigo en todo momento.

A mis hermanos Abraham, Kevin y Alexis por su cariño sus palabras de motivación y apoyo incondicional durante este proceso de mi formación académica, por estar conmigo en todo momento gracias. A toda mi familia porque con sus consejos y palabras de aliento hicieron de mí una mejor persona con buenos principios y valores de una u otra forma me acompañan en todos mis sueños y metas.

Finalmente quiero dedicar esta tesis a mi novia (GQMS) y a todos mis amigos, por apoyarme cuando más los necesito, por extender su mano en momentos difíciles y por el cariño brindado cada día. Esta tesis es una muestra de mi gratitud hacia todas las personas que han formado parte de mi camino hasta aquí.

**Sanchez Ortega Mauricio Neptali**



## ÍNDICE GENERAL

1.	INFORMACIÓN GENERAL .....	1
2.	INTRODUCCIÓN.....	2
2.1	DESCRIPCIÓN DE LA PROPUESTA:.....	2
2.2	EL PROBLEMA: .....	4
2.2.1	Planteamiento del problema: .....	4
2.2.2	Formulación del problema:.....	5
2.3	BENEFICIARIOS:.....	5
2.3.1	Beneficiarios Directos .....	5
2.3.2	Beneficiarios Indirectos .....	5
2.4	JUSTIFICACIÓN: .....	5
2.5	HIPÓTESIS:.....	6
2.6	OBJETIVOS: .....	6
2.6.1	General:.....	6
2.6.2	Específicos:.....	6
3.	FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA .....	8
3.1	ANTECEDENTES.....	8
3.2	MARCO REFERENCIAL .....	10
3.2.1	Sistema de incubación .....	10
3.2.2	Proceso de incubación .....	10
3.2.3	Tipos de incubación .....	11
3.3	Características para la incubación.....	12
3.3.1	Masa de canes .....	12
3.3.2	Importancia del peso cánico .....	12
3.3.3	Principales características físicas de los canes .....	12

3.3.4	Principales síndromes y patologías en canes .....	13
3.4	Incubadoras .....	14
3.4.1	Tipos de Incubadoras .....	14
3.4.2	Medidas de incubadoras .....	14
3.4.3	Duración de incubación .....	15
3.5	Material del diseño mecánico.....	15
3.5.1	Criterios de selección del material.....	15
3.6	Parámetros de control de incubadoras.....	16
3.6.1	Temperatura adecuada de canes .....	16
3.6.2	Efectos de temperatura inadecuada .....	16
3.6.3	Humedad de incubación .....	17
3.6.1	Nivel de oxigenación de canes .....	17
3.7	Sistema de control .....	18
3.7.1	Control on- off para humedad.....	18
3.7.2	Control PID para temperatura y oxigenación .....	18
3.8	Componentes electrónicos de la incubadora.....	19
3.8.1	Definición microcontrolador .....	19
3.8.1	NodeMCU ESP32.....	19
3.8.2	Sensor de temperatura y humedad (BME280).....	20
3.8.3	Sensor de CO2 (MG811) .....	20
3.8.4	ESP32-CAM.....	20
3.8.5	Módulo dimmer AC.....	21
3.8.6	Módulo Puente H L298N 2A.....	21
3.8.7	Módulo relé 3 canales.....	22
3.8.8	Pantalla Nextion Hmi 5 Pulgadas .....	22

3.8.9 Ventilador 12V .....	22
3.8.10 Módulo humidificador .....	23
3.8.11 Foco led R38 (100W) .....	23
3.9 Software Arduino .....	24
3.9.1 Lenguaje de programación Arduino .....	24
4. DESARROLLO DE LA PROPUESTA .....	25
4.1 INTRODUCCIÓN .....	25
4.2 MODALIDAD DE INVESTIGACIÓN.....	26
4.2.1 Método Bibliográfico.....	26
4.2.2 Método Experimental .....	26
4.2.3 Método descriptivo .....	26
4.2.4 Método Cuantitativo .....	26
4.2.5 Método Cualitativo .....	26
4.3 TÉCNICAS DE INVESTIGACIÓN.....	26
4.3.1 Observación .....	26
4.3.2 Medición .....	27
4.3.3 Simulación .....	27
4.4 INSTRUMENTOS .....	27
4.4.1 Sensor de temperatura y humedad (BME280).....	27
4.4.2 Sensor de CO <sub>2</sub> (MG811).....	27
4.5 EJECUCIÓN DEL PROYECTO .....	27
4.5.1 Tabla de variables .....	28
4.6 Software diseño 3d SolidWORKS .....	29
4.7 Descripción de materiales de la incubadora.....	29
4.7.1 Selección del material mecánico para la estructura .....	30

4.8	Selección de componentes electrónicos .....	31
4.8.1	Microcontrolador .....	31
4.8.2	Sensor de temperatura y humedad .....	32
4.8.3	Sensor de CO <sub>2</sub> .....	33
4.8.4	Cámara Web .....	33
4.8.5	Pantalla Nextion 5 Pulgadas .....	34
4.8.6	Humidificador.....	34
4.8.7	Foco Led R38 .....	35
4.9	Descripción para el diseño eléctrico .....	37
4.9.1	Requerimientos para el diseño eléctrico .....	38
4.10	Descripción mecánica de la incubadora.....	39
4.10.1	Requerimientos para el diseño mecánico de la incubadora .....	39
4.10.2	Habitáculo.....	42
4.10.3	Puerta de habitáculo.....	42
4.10.4	Rejilla.....	43
4.10.5	Estructura de la incubadora .....	43
4.11	Análisis estructural.....	45
4.12	Factor de seguridad .....	46
4.13	Análisis de tensión .....	47
4.14	ANÁLISIS TÉRMICO .....	47
4.14.1	Análisis térmico de temperatura .....	48
4.14.2	Análisis térmico de la temperatura del sólido.....	48
4.14.3	Análisis velocidad de entrada del fluido.....	49
4.14.4	Análisis térmico de temperatura de fluido.....	50
4.14.5	Trayectoria de circulación de temperatura de entrada y salida de aire parte superior .....	50

4.14.6 Trayectoria de circulación de temperatura de entrada y salida de aire parte inferior .....	51
4.15 Diseño de hardware del sistema de control.....	52
4.15.1 Requerimientos para el desarrollo de programación .....	52
4.16 Diseño de hardware del sistema de control.....	53
4.17 Diagrama de flujo del proceso de programación por TAD ESP32.....	54
4.18 Declaración de librería y variables Arduino .....	55
4.18.1 Pines de entrada y salida.....	56
4.18.2 Declaración de variables y periféricos.....	57
4.18.3 Setting PWM properties .....	57
4.18.4 Control PID.....	58
4.18.5 Control de temperatura PID.....	58
4.18.6 Inicio del proceso de control de temperatura.....	58
4.18.7 Inicio del proceso de control de oxigenación del aire .....	59
4.18.8 Control PWM.....	60
4.19 Creación de interfaz gráfica de la incubadora de perros, mediante software NEXTION EDITOR .....	61
4.20 Declaración de pantalla y el HMI de la pantalla Nextion .....	63
4.21 Declaración de librerías y variables de la pantalla Nextion.....	64
4.21.1 Definición de parámetros para el funcionamiento de la pantalla Nextion.....	65
4.21.2 Declaración de variables numéricas .....	65
4.21.3 Declaración de variables de tipo texto.....	66
4.21.4 Inicialización en void setup .....	66
4.21.5 Proceso de lecturas void loop .....	66
4.21.6 Envío de salidas de datos para gráficos de temperatura, humedad y oxigenación del aire	67
4.21.7 Envío de variable de texto .....	68
4.22 Función de transferencia del sistema de Primer Orden.....	68

4.23	Ecuaciones características de un sistema de primer orden.....	70
4.23.1	Temperatura en función de transferencia ganancia estática .....	70
4.23.2	Humedad en función de transferencia, control on/off .....	71
4.23.3	Función de transferencia de la oxigenación del aire.....	71
5.	ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS.....	73
5.1	Dimensionamiento del habitáculo.....	73
5.2	Dimensionamiento de la puerta.....	73
	Para dimensionar la puerta se utiliza la ecuación 4.2 de la siguiente manera: .....	73
5.3	Análisis del cálculo estructural .....	73
5.3.1	Peso de canes .....	73
5.4	Análisis del resultado Software CAD: SOLIDWORKS (licencia estudiantil).....	76
5.5	Análisis del cálculo térmico .....	76
5.6	Análisis del cálculo térmico .....	77
5.6.1	Ganancia estática, constante de tiempo de Humedad relativa .....	79
5.6.2	Ganancia estática, constante de tiempo de oxigenación del aire .....	81
5.7	Pruebas realizadas con cámara térmica PK80.....	84
5.8	Lecturas de Temperatura con instrumentos de medición.....	85
5.9	Análisis del cálculo térmico .....	85
5.10	Análisis del cálculo de humedad.....	86
5.11	Análisis del cálculo de oxigenación.....	87
5.12	Cámara Web.....	88
5.13	Análisis de variables en la aplicación THINGER IO.....	89
6.	PRESUPUESTO Y ANÁLISIS DE IMPACTOS.....	92
6.1	Presupuesto .....	92
6.1.1	Costo de maquinaria .....	93

6.1.2	Costo de ingeniería en diseño y fabricación .....	93
6.1.3	Costo Total.....	93
6.2	Análisis de impactos .....	94
6.2.1	Impacto Social .....	94
6.2.2	Impacto Tecnológico .....	94
6.2.3	Impacto Económico .....	94
6.2.4	Impacto Ambiental .....	95
7.	CONCLUSIONES DEL PROYECTO .....	96
7.1	CONCLUSIONES .....	96
7.2	RECOMENDACIONES .....	97
8.	BIBLIOGRAFÍA.....	98
9.	Anexos.....	102

## ÍNDICE TABLAS

Tabla 2.1: Sistema de tareas en relación a los objetivos.....	7
Tabla 3.1: Características físicas .....	12
Tabla 3.2: Dimensiones Incubadoras.....	14
Tabla 3.3: Etapa de incubación acorde a la humedad relativa.....	17
Tabla 4.1: Variable independiente .....	28
Tabla 4.2: Variable dependiente .....	28
Tabla 4.3: Valoración .....	30
Tabla 4.4: Tipos de materiales.....	30
Tabla 4.5: Selección de material para la puerta.....	31
Tabla 4.6:Tipos de microcontroladores .....	32
Tabla 4.7: Tipos de sensores.....	32
Tabla 4.8: Tipos de sensor de CO <sub>2</sub> .....	33
Tabla 4.9: Tipos de Cámara Web .....	33
Tabla 4.10: Tipos de Pantalla Nextion .....	34
Tabla 4.11: Tipos de humidificador.....	34
Tabla 4.12: Tipos de Generadores de calor .....	35
Tabla 4.13: Materiales .....	36
Tabla 4.14: Declaración de variables en Arduino .....	56
Tabla 4.15:Pines de entrada y salida.....	56
Tabla 4.16: Declaración de variables.....	57
Tabla 4.17: Setting PWM .....	57
Tabla 4.18: Sensores .....	57
Tabla 4.19: Control PID .....	58
Tabla 4.20: Control de temperatura .....	58
Tabla 4.21: Control de temperatura .....	59
Tabla 4.22: Control de oxigenación.....	60
Tabla 4.23: Control PWM .....	61
Tabla 4.24: Librerías y variables de la pantalla Nextion .....	65
Tabla 4.25: Parámetros de funcionamiento de la pantalla .....	65
Tabla 4.26: Variables numéricas de la pantalla .....	65



Tabla 4.27: Declaración de tipo texto y botones .....	66
Tabla 4.28: Comunicación serial .....	66
Tabla 4.29: Proceso de lecturas .....	66
Tabla 4.30: Datos para la gráfica de temperatura .....	67
Tabla 4.31: Datos para la humedad .....	67
Tabla 4.32: Datos de oxigenación del aire.....	68
Tabla 4.33: Variables de texto .....	68
Tabla 5.1: Tabla de resultados habitáculo .....	68
Tabla 5.2: Tabla de resultados puerta .....	73
Tabla 5.3: Tabla de resultados análisis estructural .....	75
Tabla 5.4: Resultados del Software .....	76
Tabla 5.5: Cálculos análisis térmico.....	77
Tabla 5.6: Práctica experimental del control de humedad con un valor de Set point.....	87
Tabla 6.1: Presupuesto material.....	92
Tabla 6.2: Maquinarias .....	93
Tabla 6.3: Diseño y fabricación.....	93
Tabla 6.4: Costo total.....	93

## ÍNDICE FIGURAS

Figura 2.1: Diagrama Ishikawa de acuerdo al problema .....	4
Figura 3.1: Proceso de incubación.....	11
Figura 3.2: Principales síndromes.....	13
Figura 3.3: Tipos de incubadoras.....	14
Figura 3.4: Tipos de Material .....	16
Figura 3.5: Problemas de Humedad.....	17
Figura 3.6: Sistema de control .....	18
Figura 3.7: Diagrama de bloques de un controlador PID .....	18
Figura 3.8: Uso de microcontrolador.....	19
Figura 3.9: NodeMCU ESP32 .....	19
Figura 3.10: Sensor BME280 .....	20
Figura 3.11: Sensor MG811 .....	20
Figura 3.12: ESP32-CAM .....	21
Figura 3.13: Módulo dimmer AC .....	21
Figura 3.14: Módulo Puente H .....	21
Figura 3.15: Módulo relés .....	22
Figura 3.16: Pantalla Nextion.....	22
Figura 3.17: Ventilador.....	23
Figura 3.18: Humidificador .....	23
Figura 3.19: Calefactor eléctrico .....	24
Figura 4.1: Funciones SolidWORKS .....	29
Figura 4.2: Diseño de Incubadora.....	29
Figura 4.3: Forma habitáculo.....	42
Figura 4.4: Puerta del habitáculo .....	43
Figura 4.5: Análisis estructural.....	45
Figura 4.6: Factor de seguridad .....	46
Figura 4.7: Análisis de tensión .....	47
Figura 4.8: Diagrama de bloques.....	52
Figura 4.9: Diagrama de bloques PID (Temperatura) .....	69

Figura 4.10: Diagrama de bloques Control on/off (Humedad).....	69
Figura 4.11: Diagrama de bloques PID(Oxigenación) .....	69
Figura 5.1: Curva de temperatura vs tiempo .....	78
Figura 5.2: Curva humedad vs tiempo.....	81
Figura 5.3: Curva de oxigenación del aire vs tiempo .....	83

**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI**  
**FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA Y APLICADAS**  
**CARRERA EN INGENIERÍA ELECTROMECAÁNICA**

**TÍTULO:** “DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UNA INCUBADORA AUTOMÁTICA PARA CANES CON SISTEMA DE MONITOREO Y CONTROL DE TEMPERATURA, HUMEDAD Y OXIGENACIÓN DEL AIRE CON VISUALIZACIÓN A TRAVÉS DE UNA APP Y CÁMARA WEB”

**Autores:**

Moposita Muzo Mauricio Alexander  
Sanchez Ortega Mauricio Neptalí

**Tutor:**

Ing. Ms.C. Freire Andrade Verónica Paulina

**RESUMEN**

En el presente proyecto se describe el diseño y construcción de una incubadora para crianza de cachorros que permita el cuidado durante el periodo neonatal o periodo de recuperación de su enfermedad, para ello se controlan variables de temperatura, humedad y oxigenación del aire, en el interior del habitáculo; se ha desarrollado un tipo de control PID para la variable de temperatura, oxigenación del aire y un control on –off para la variable de humedad. Se revisó fuentes bibliográficas, entrevistas y encuestas que sustentan el material y el rango de las variables de temperatura mínima de 22 °C y la máxima de 32 °C, la humedad de 60 % y la oxigenación del aire de (60 – 70 %), mediante la revisión de datos en investigaciones y con la ayuda del Centro Veterinario de la Universidad Técnica de Cotopaxi Extensión –Salache, Carrera de Veterinaria quienes contribuyeron a determinar las variables adecuadas para el cuidado del cachorro. La lectura de datos se realizan mediante el sensor BME280, que mide valores de temperatura y humedad y el sensor MG811 que mide el valor de oxigenación del aire, los módulos de control que son los dimer, relé y puente H que permiten reciben los valores de los sensores y controlan la temperatura al variar el flujo eléctrico de dos lámparas, la humedad se controla mediante control on –off del humidificador, la oxigenación del aire en el interior del habitáculo con un sistema de ventilación a través de dos ventiladores, la adquisición, procesamiento y comunicación de datos mediante el microcontrolador Node MCU ESP32, la visualización de resultados y gráficas mediante la pantalla Nextion y la APP mediante el celular que permite controlar el SET POINT de variables de temperatura, humedad y oxigenación del aire en el habitáculo y visualización del interior del habitáculo a través la Cámara web.

**Palabras Clave:** PID, Nextion, Incubadora, Control, Monitoreo, Node MCU ESP32

**COTOPAXI TECHNICAL UNIVERSITY  
ENGINEERING AND APPLIED SCIENCES FACULTY  
ELECTROMECHANICAL ENGINEERING CAREER**

**TOPIC:** "DESIGN AND CONSTRUCTION OF AN AUTOMATIC INCUBATOR FOR CANINES WITH MONITORING AND CONTROL SYSTEM FOR TEMPERATURE, HUMIDITY AND AIR OXYGENATION WITH VISUALIZATION THROUGH AN APP AND WEBCAM."

**Author:**

Moposita Muzo Mauricio Alexander  
Sanchez Ortega Mauricio Neptalí

**Tutor:**

Ing. Ms.C. Freire Andrade Verónica Paulina

**ABSTRACT**

This project describes the design and construction of an incubator for raising puppies that allows care during the neonatal period or recovery period of his illness, for this variables of temperature, humidity and air oxygenation are controlled inside the cabin, has been developed a type of PID control for the temperature variable, air oxygenation and on -off control for the humidity variable. We reviewed bibliographic sources, interviews and surveys that support the material and the range of the variables of minimum temperature of 22 °C and maximum of 32 °C, humidity of 60 % and air oxygenation of (60 - 70 %), by reviewing data in research and with the help of the Veterinary Center of the Technical University of Cotopaxi Extension -Salache, Veterinary Career who contributed to determine the appropriate variables for the care of the puppy. The data reading is done by the BME280 sensor, which measures temperature and humidity values and the MG811 sensor that measures the value of air oxygenation, the control modules are the dimmer, relay and H-bridge that receive the values of the sensors and control the temperature by varying the electric flow of two lamps, the humidity is controlled by on-off control of the humidifier, the oxygenation of the air inside the cabin with a ventilation system through two fans, the acquisition, processing and communication of data through the Node MCU ESP32 microcontroller, the visualization of results and graphs through the Nextion screen and the APP through the cell phone that allows to control the SET POINT of temperature, humidity and oxygenation variables in the cabin and visualization of the inside of the cabin through the webcam.

**Keywords:** PID, Nextion, Incubator, Control, Monitoring, Node MCU ESP32

## *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: **“DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UNA INCUBADORA AUTOMÁTICA PARA CANES CON SISTEMA DE MONITOREO Y CONTROL DE TEMPERATURA, HUMEDAD Y OXIGENACIÓN DEL AIRE CON VISUALIZACIÓN A TRAVÉS DE UNA APP Y CÁMARA WEB”** presentado por: **Moposita Muzo Mauricio Alexander y Sanchez Ortega Mauricio Neptalí**, egresados de la Carrera de: **Ingeniería 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, febrero del 2023

Atentamente,



WILMER PATRICIO  
COLLAGUAZO VEGA



CENTRO  
DE IDIOMAS

MBA. Wilmer Patricio Collaguazo Vega  
DOCENTE CENTRO DE IDIOMAS-UTC  
CI: 1722417571

# **1. INFORMACIÓN GENERAL**

## **Título:**

Diseño y construcción de una incubadora automática para canes con sistema de monitoreo y control de temperatura humedad, oxigenación del aire con visualización a través de una app y cámara web.

## **Fecha de inicio:**

Octubre del 2022

## **Fecha de finalización:**

Marzo del 2022

## **Lugar de ejecución:**

Región Sierra en la Provincia de Cotopaxi, cantón Latacunga.

## **Facultad que auspicia:**

Ciencias de la Ingeniería y Aplicadas

## **Carrera que auspicia:**

Ingeniería Electromecánica

## **Equipo de Trabajo:**

Ing. Ms.C. Verónica Paulina Freire Andrade

Sr. Moposita Muzo Mauricio Alexander

Sr. Sanchez Ortega Mauricio Neptali

## **Área del Conocimiento:**

Optimización de maquinaria y procesos productivos

## **Línea de investigación:**

De acuerdo a lo establecido por el departamento de investigación de la Universidad Técnica de Cotopaxi, línea 4 Procesos Industriales

### **Sublíneas de investigación de la Carrera:**

Diseño, construcción y mantenimiento de elementos, prototipos y sistemas electromecánicos.

## **2. INTRODUCCIÓN**

### **2.1 DESCRIPCIÓN DE LA PROPUESTA:**

Las incubadoras proporcionan un entorno controlado para cachorros recién nacidos que necesitan cuidados especiales. Este prototipo ha sido diseñado para cubrir las necesidades mínimas en los centros veterinarios o en casas particulares, de modo que el personal veterinario pueda controlar el entorno del neonato.

Este proyecto consta el diseño de la incubadora sensores de temperatura, humedad y oxigenación; todos con el fin de garantizar el buen estado de salud del neonato. Con estos elementos, se pudo obtener un prototipo funcional, que se convierte en un primer paso para el desarrollo de incubadoras con tecnología apropiada. Su funcionamiento está basado en las distintas variables en el cual mediante los distintos sensores que captan de mejor manera los datos se puede monitorear mediante una App lo que suceda en la incubadora.

Una incubadora es un dispositivo médico utilizado principalmente para generar un ambiente en el que se controlan diferentes variables importantes para el desarrollo de los recién nacidos, la necesidad de las incubadoras para canes de pequeña y mediana raza, surgió debido a las enfermedades que presentan en su vida y que son necesarias monitorearlas.

Gradualmente, se ha trabajado en pro de mejorar aspectos como el diseño, la seguridad, el control preciso de variables, entre otros; por esto durante los últimos años la Ingeniería Electromecánica se ha enfocado en el desarrollo de tecnología para estas incubadoras, de modo que cada cachorro recién nacido tenga más posibilidades de sobrevivir y su desarrollo sea confortable. Esto se ve reflejado en el gran número de prototipos de incubadoras para canes con ideas de diseño y control innovadoras que han realizado diferentes grupos de investigación.

La incubadora al ser una máquina de funcionamiento automático la principal función es mantener bajo constante monitoreo a los canes en sus primeros días de su nacimiento, así como de canes que por cualquier razón fueron separados de su madre, por lo que suple a la madre manteniendo una adecuada temperatura, humedad y oxigenación, previniendo de esta manera las distintas enfermedades que presentan y extendiendo el grado de vida del animal. Cuando los cachorros son



separados de la madre no será fácil poder mantenerlos a una temperatura adecuada y a su vez confortable, como les da su propia madre, pero para mantenerlos la incubadora presenta muchas ventajas para compensar la falta de algunas de las variables que son necesarias para su pleno desarrollo previniendo las enfermedades eliminando los principales inconvenientes sobre todo de frío y hambre de esta manera los canes pueden crecer fuertes y sanos.

Los métodos que se van a utilizar son diferentes fuentes bibliográficas y se realizarán visitas a centros veterinarios para conocer el funcionamiento y características de las incubadoras reales. Posteriormente, se procederá al diseño del prototipo. Se pensó en el microambiente del neonato, en una fácil manipulación para el personal veterinario y en el funcionamiento de los sensores.

El diseño además presenta un control mediante una tarjeta Arduino adaptable para varios sistemas operativos manteniendo de esta manera un ambiente ideal para la mascota que deba ser internada por lo que son pacientes que requieren de mucha vigilancia y monitoreo constante durante su convalecencia, por el cual la incubadora además presenta una gran ventaja al ser monitoreada directamente por medio de una App, de esta manera el encargado veterinario puede optimizar el tiempo para realizar distintas actividades veterinarias.

El proceso de investigación, diseño y construcción, se cuenta con un prototipo capaz de proporcionar condiciones seguras y cómodas al neonato, que le permiten un adecuado desarrollo. Es de suma importancia mencionar que la estructura que posee la incubadora se basa en normas del diseño según su requerimiento, por ende, no se debe afectar el ambiente interno del cachorro neonato y deben proporcionarle seguridad y confiabilidad.

## 2.2 EL PROBLEMA:

### 2.2.1 Planteamiento del problema:

Las incubadoras actualmente no poseen la mayor parte de equipos electrónicos para medir, lo que implica una desventaja en problemas que se presentan a los canes, además que las incubadoras son reducidas, presentan falta de control y monitoreo en su periodo de vida, es evidente que siempre se va a presentar complicación en la salud de los canes. Otro punto importante es que existe demasiada ineficiencia para controlar y regular el control de oxígeno y mantener la estabilidad térmica, por otro lado, algunos de los datos de lectura diaria no son muy precisos y no se puede visualizar directamente en la misma incubadora. Los distintos materiales que conlleva las incubadoras no poseen los requerimientos que se necesita, por lo que se torna difícil algunas tareas como la visibilidad o la desafección.

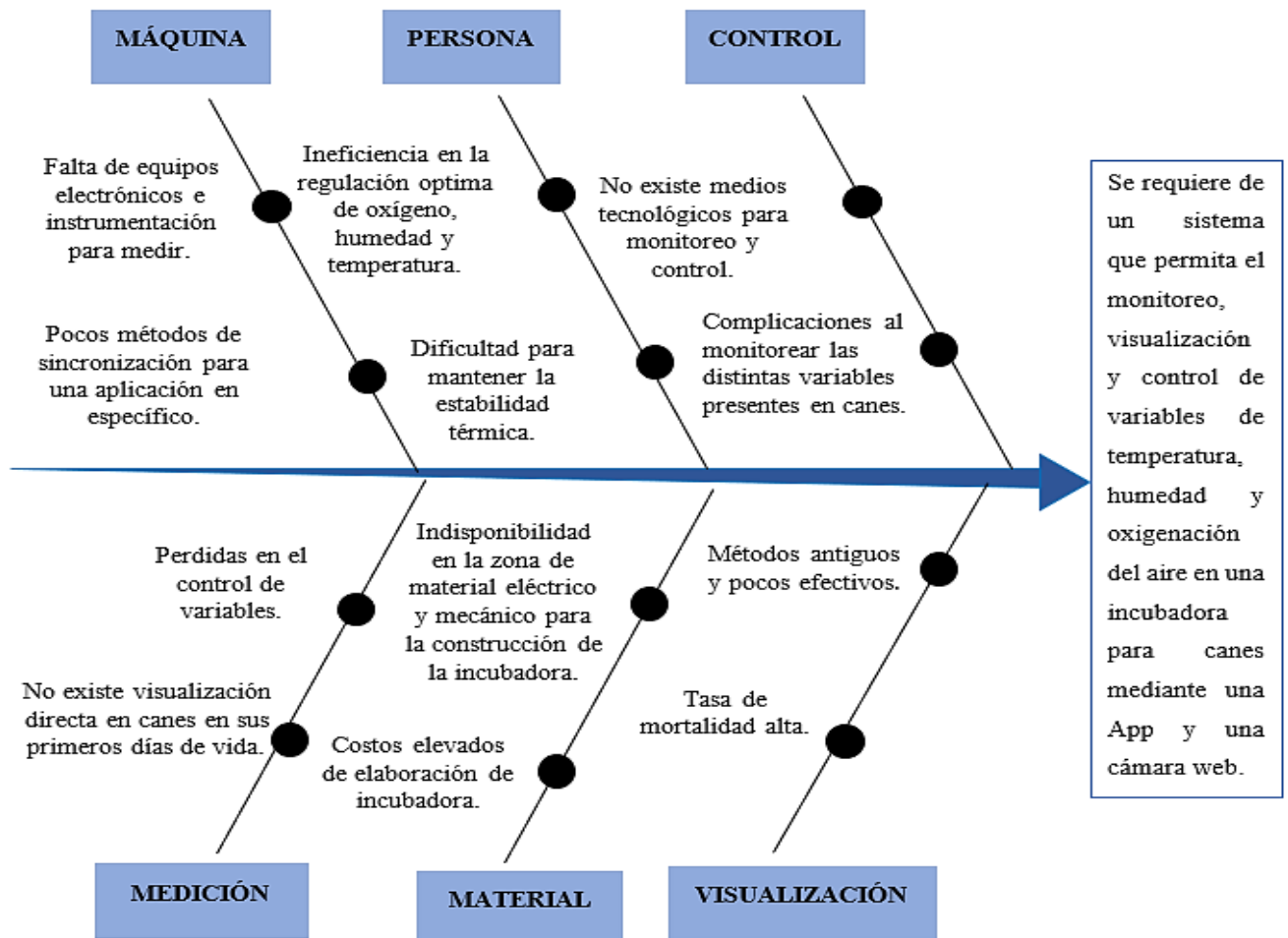


Figura 2.1: Diagrama Ishikawa de acuerdo al problema  
Fuente: [Autores]

### **2.2.2 Formulación del problema:**

Se requiere de un sistema que permita el monitoreo, visualización y control de variables de temperatura, humedad y oxigenación del aire en una incubadora para canes mediante una App y una cámara web.

## **2.3 BENEFICIARIOS:**

### **2.3.1 Beneficiarios Directos**

El beneficiario directo de la propuesta de una incubadora es la Carrera de Veterinaria de la Universidad Técnica de Cotopaxi extensión “Salache”, obteniendo mejores resultados del control de las distintas variables.

### **2.3.2 Beneficiarios Indirectos**

El beneficiario indirecto es el veterinario, ya que reduce el tiempo de monitoreo manual de la incubadora, de esta manera puede optimizar el tiempo en otras actividades debido al monitoreo por una app.

## **2.4 JUSTIFICACIÓN:**

Carrera de Veterinaria de la Universidad Técnica de Cotopaxi extensión “Salache”, carecen de una incubadora para canes, por lo que ocasiona la pérdida de cachorros por distintos factores de riesgo en sus primeras semanas de vida en especial para aquellos cachorros que son criados de manera manual o apartados de su madre, como se conoce los cachorros de cualquier raza no podrán generar su propio calor cuando son separados de su madre.

La importancia radica en identificar los elementos que permitan visualizar el crecimiento de los cachorros en una incubadora y hacer prioritaria la investigación e interpretación de todos los factores que influyen en una incubadora, así como sus componentes. Por lo que se llevará a cabo una recolección de información sobre los factores y las condiciones que necesita una incubadora para su buen funcionamiento, y para poder diseñar y construir, y así resolver los problemas que tienen la mayoría de las incubadoras en el mercado sobre todo por los bajos porcentajes de eficiencia en el criadero de cachorros, los cuales afectan de manera involuntaria a la sociedad por motivo de una demanda de cachorros fallecidos.

El presente proyecto permite implementar un prototipo de incubadora para canes que servirá como sustento teórico y práctico para futuros desarrollos de equipos médicos que trabajen con los canes.

La importancia de este prototipo se basa en la incorporación de la tarjeta Arduino, para realizar el sistema de control de la incubadora.

## **2.5 HIPÓTESIS:**

Al diseñar y construir una incubadora automática para canes se logrará monitorear y controlar variables como la temperatura, humedad y oxigenación del aire con visualización a través de una app y una cámara web.

## **2.6 OBJETIVOS:**

### **2.6.1 General:**

Construir una incubadora para canes de pequeña raza, controlando variables de temperatura, humedad, oxigenación del aire, mediante la implementación de un sistema de monitoreo y visualización a través de una APP y cámara web.

### **2.6.2 Específicos:**

- Investigar en fuentes bibliográficas el comportamiento de los canes que requieren de incubadoras, así como los principales componentes para control y monitoreo de variables como temperatura, humedad y oxigenación.
- Diseñar una incubadora con implementación de sensores para el análisis y control de variables de temperatura, humedad y oxigenación del aire.
- Implementar una incubadora de canes en función al diseño establecido para el monitoreo constante de variables.
- Evaluar la factibilidad de visualización de la cámara web y la APP en el control de variables en el período de análisis de enfermedades de los canes.

## 2.7 SISTEMA DE TAREAS EN RELACIÓN A LOS OBJETIVOS PLANTEADOS

Tabla 2.1: Sistema de tareas en relación a los objetivos

Fuente: [Autores]

OBJETIVOS ESPECÍFICOS	ACTIVIDADES (TAREA)	RESULTADOS	DESCRIPCIÓN DE LA ACTIVIDAD
Investigar en fuentes bibliográficas el comportamiento de los canes que requieren de incubadoras, así como los principales componentes para control y monitoreo de variables como temperatura, humedad y oxigenación.	Obtención de información de las fuentes bibliográficas relacionadas a las incubadoras y componentes para el control de variables.	El conocimiento teórico de las distintas incubadoras existentes en el mercado.	Artículos científicos, libros y páginas web.
	Investigación del modelo de programación para el uso de control de temperatura, humedad y oxigenación.	Obtención de las funciones requeridas de programación para el control de variables a utilizarse.	Artículos científicos, libros y páginas web.
Diseñar una incubadora con implementación de sensores para el análisis y control de variables de temperatura, humedad y oxigenación del aire.	Modelaje de los componentes del sistema virtual de la incubadora en un software de diseño 3D.	Modelamiento 3D.	Software SolidWorks.
	Ensamblaje del proceso en SolidWorks.	Simulación del proceso en tiempo real del sistema virtual.	Programación del software Arduino.
Implementar una incubadora de canes en función al diseño establecido para el monitoreo constante de variables.	Realización de la incubadora y programación del sistema de control de variables para el monitoreo del sistema.	Cumplimiento de la construcción de la incubadora, empleando los parámetros ideales que necesita la incubadora.	Software SolidWorks, Software Arduino.
	Análisis de la interfaz entre el software SolidWorks y el software de programación Arduino.		
Evaluar la factibilidad de visualización de la cámara web y la App en el control de variables en el período de análisis de enfermedades de los canes.	Realizar pruebas de campo que permita obtener una mejor toma de datos y visualización y monitoreo de variables.	Verificación y visualización de la cámara web y el uso adecuado de la App en el control de variables.	Cámara Web, App.

### **3. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA**

#### **3.1 ANTECEDENTES**

A través de los años la tecnología aumenta y ha ido evolucionando en el desarrollo de proyectos con el fin de que estos sean más eficientes y precisos cumpliendo con la normativa establecida para diseños y los diferentes equipos de medicina que se puedan utilizar.

A continuación, se muestran algunos de los trabajos que se han realizado en cuanto a incubadoras para canes y el aprovechamiento de la tecnología.

“Diseño e implementación de un prototipo de incubadora neonatal en cumplimiento con la norma UNE-EN 60601-2-19”, su principal objetivo es diseñar un prototipo de incubadora basada en el cumplimiento de la norma UNE-EN 60601-2-19, en donde su metodología es utilizar material transparente para la pared del habitáculo, también menciona que la principal forma de transferencia de calor se realiza por convección que en otras palabras se realiza por medio de un fluido aire en movimiento que se controla con un ventilador, los resultados principales fueron las mediciones del rango de temperatura estimulado en la norma en la cual va de 32°C hasta 36°C además de un incremento de 0,5°C, concluye que para el diseño del controlador es necesario un análisis previo de cada una de variables establecidas para de esta manera poder diseñar un sistema de control mucho más eficiente además que el software utilizado permite escribir códigos C de forma más rápida y organizada [1].

“Control de una incubadora mediante Arduino y Android”, su principal objetivo es construir una incubadora que este automatizada desde cero, implementando múltiples sensores y dispositivos que van estar conectados a través de un Arduino y van a poder ser controlados por una aplicación Android de forma remota, su metodología se lleva a cabo instalando sensores de humedad además de temperatura y los actuadores están formados por ventiladores y una resistencia que pueda producir calor, también mediante una electroválvula se encargará de abrir así como de cerrar el paso de agua para el sistema de humedad, todos los dispositivos estarán controlados mediante el Arduino, los resultados principales es que en la parte superior es mejor instalar los diferentes dispositivos relacionados con el control de temperatura además que al emplear el programa avrdude puede convertir el código que se desarrolle a través del usuario en un archivo basado en texto codificado en hexadecimal, concluye que mediante estas aplicaciones se va a poder realizar el

control de forma remota, además que algunos de los sensores y dispositivos estarán conectados a través de un Arduino implementando la tecnología necesaria [2].

“Diseño y construcción de un sistema de control de temperatura y humedad para un prototipo de incubadora neonatal que incluye monitoreos de signos vitales”, su principal objetivo es diseñar y construir de un sistema de control para una incubadora neonatal, el cual podrá ser mudado a cualquier tipo de diseño estructural, su metodología utiliza una estructura de acero inoxidable en donde se colocan los actuadores, además que el sistema de regulación de temperatura se basa principalmente en una resistencia calefactora de alta potencia, mientras que para el sistema de humidificación está basado en un humidificador comercial, por otro lado los sensores añade la capacidad de monitorear los signos vitales como la temperatura corporal, ritmo cardiaco y oxigenación, sus principales resultados es que el equipo funciona normalmente en periodos de largos tiempo en el cual se realizó tres pruebas de su funcionamiento continuo de 12 horas cada uno en los cuales se determina distintas características de operación, concluye en que el un sistema controlado por lazo de histéresis es más adecuado y da tiempos de encendidos más adecuados para mantener unas medidas adecuadas en los diferentes controles de variables [3].

“Reconocimiento y manejo adecuado de neonatos caninos que requieren asistencia médica”, su principal objetivo es reconocer los canes recién nacidos más débiles de la camada para posteriormente darles asistencia médica, su metodología es utilizar un sistema APGA en donde asocia significativamente con la mortalidad durante las 24 horas vida, además que se basa en cinco parámetros, cada una puntúa entre 0 y 2 el cual dará mediante una suma el pronóstico de vida, sus principales resultados se basa en los reflejos de viabilidad neonatal en el cual se reconoce y afirma que la lactancia es de vital importancia para el fortalecimiento del cachorro además de garantizar la correcta ingesta del calostro que proporcionan los anticuerpos maternos, concluye que ha comprobado que uno de los métodos más simples para evaluar a los recién nacidos es el sistema APGA, ya que evalúa las condiciones generales que, de otro modo, se pasarían por alto en el examen inicial [4].

“Diseño y desarrollo del control de temperatura interna de una incubadora usando motores y sensores de temperatura”, su principal objetivo es la creación de un prototipo de incubadora de bajo costo para ayudar a la comunidad misma en el cual la reactivación económica de las familias de escasos recursos y aquellas afectadas por el terremoto, su metodología es utilizar un dispositivo un ordenador de placa reducido llamado Raspberry Pi porque es relativamente barato y funciona con

el sistema operativo basado en Linux que le permite desarrollar software libre sin que se requiera licencia, sus principales resultados son las pruebas realizadas para medir cuánto calor se podrá generar a través de bombillos incandescentes en donde se obtiene una temperatura promedio de 33°C, concluye que en el sistema de control regula la temperatura para que se mantenga entre los 36°C y 39°C además que de la incubadora se puede introducir cualquier especie [5].

“Prototipo de incubadora neonatal”, su principal objetivo es proporcionar un entorno controlado para recién nacidos que necesitan cuidados especiales en donde se cubra las necesidades mínimas en hospitales de modo que se pueda controlar el neonato, la metodología utilizada es principalmente de acrílico además de una lámina inoxidable, tela y algodón de silicona, transformadores además de fusibles, interruptor y un puente rectificador, además que el prototipo se llevó a cabo con la ayuda de instrumentos para cada material, su resultados principales es el funcionamiento de manera adecuada para proporcionar un microambiente que sea apropiado para el neonato, además que cada sensor funciona en específico, concluye que el prototipo consta de dos partes principales una mecánica y la otra eléctrica formada por una fuente de poder dual además que la construcción de una incubadora real estándar es mucho más costosa además que el prototipo cumple con las normas estándar clínicas [6].

## **3.2 MARCO REFERENCIAL**

### **3.2.1 Sistema de incubación**

El proceso inicia realizando estudios médicos al cachorro prematuro ya que son muy sensibles al nacer y muy delicados. Una de las variables a controlar en la incubadora es la temperatura, su regulación es esencial puesto que todos los recién nacidos son sensibles a los cambios de temperatura. Una disminución de la temperatura puede ocasionar adormecimiento, así como dificultad para respirar [7].

### **3.2.2 Proceso de incubación**

El proceso de la incubadora generalmente su funcionamiento es casi como un útero artificial, creando el mejor ambiente confortable para el recién nacido. Se consideran varios aspectos importantes a tener en cuenta en el funcionamiento de la incubadora y sus principales efectos sobre el cachorro. En el cual se observa en la figura 3.1 el proceso por el cual se basa el proceso de incubación [8].



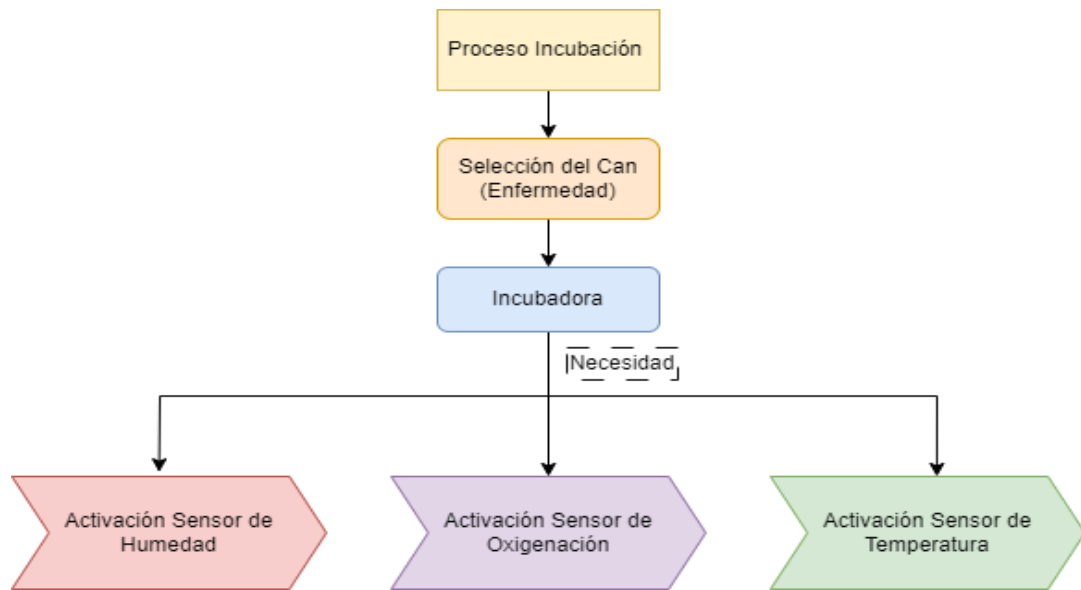


Figura 3.1: Proceso de incubación  
Fuente: [Autores]

### 3.2.3 Tipos de incubación

Los tipos de incubación vienen a desarrollarse con el fin de tener el cuidado de cachorros recién nacidos, colocados en una máquina artificial que asegura una temperatura cálida constante, ya sea por medio natural o medio artificial, para que los cachorros recién nacidos o enfermos se desarrollen completamente sanos.



#### INCUBACIÓN NATURAL

Como se conoce, los cachorros si son criados por su propia madre no necesitarán de calor artificial, únicamente deben de permanecer cerca de ella para que pueda proporcionar el calor que necesitan de forma natural.



#### INCUBADORA AUTOMÁTICA PORTÁTIL

Como sugiere el nombre, las incubadoras automáticas no necesitan la intervención del operador limitada a la supervisión y las acciones son más eficientes.

### 3.3 Características para la incubación

El periodo de incubación puede variar dependiendo de diversos factores, entre ellos la gravedad, pero el periodo promedio que se encuentra entre tres y ocho semanas tras la exposición en sus primeros días de vida [9].

#### 3.3.1 Masa de canes

El peso promedio de los cachorros recién nacidos varía dependiendo de la raza del perro. Por ejemplo, los cachorros de razas grandes, como el Gran Danés o el Mastín Napolitano, pueden pesar entre 500 y 600 gramos al nacer, mientras que los cachorros de razas más pequeñas, como el Chihuahua o el Yorkshire Terrier, pueden pesar entre 100 y 150 gramos al nacer. Sin embargo, estos son solo ejemplos generales y el peso exacto dependerá de cada cachorro en particular. Se presenta el peso de cada uno de las razas de los perros pequeños, medianos y grandes, con el fin de sacar un promedio estimado a la cual va estar sometido el peso hacia la fase de la incubadora dependiendo del número de cachorros que se vaya a colocar en la incubadora.

#### 3.3.2 Importancia del peso cánico

Los neonatos por lo general aumentan una media del 5-10% de su peso a diario lo que refiere de 2-3 g por kg de peso adulto, en esta etapa los cachorros nunca deberán perder peso y no deben dejar de crecer por más de un día, y entre los 10 y 14 días se estima que debe pesar el doble del peso con el que nació, por lo que si esto no sucede puede orientaran hacia la existencia de una patología [10].

#### 3.3.3 Principales características físicas de los canes

Se encuentra diversas características de acuerdo a los canes, van a estar determinadas debido a la raza por la cual se identifique siendo los mismo de diferente peso y dimensión, etc. En la tabla 3.1 se mencionan diversas características basadas en canes.

Tabla 3.1: Características físicas [10]

Características físicas	
Peso	Menos de 2.5 kilogramos. (mayor pérdida fisiológica)
Talla	Menos de 47 centímetros
Perímetro torácico	Menos de 29 centímetros
Perímetro craneal	Menos de 34 centímetros
Actividad postural extremidades	Hipotonía y extremidades en extensión
Cabeza	Grande y Craneotabes (huesos craneales blando)
Ojos prominentes	El aparato palpebral no se desarrolla hasta las 25-26 semanas, por lo que es un signo a valorar para saber si el feto será viable o no

Tórax	Estrecho. Mamilas o nódulos mamarios poco desarrollados.
Abdomen	Prominente
Piel	Delgada, resalta de relieves óseos, color rojizo intensos, ictericia precoz y persistente
Genitales	Testículos no descendidos. Escroto con pocas arrugas. Labios mayores poco desarrollados.
Extremidades	Cortas y delgadas (poco desarrollo muscular). Uñas blandas y cortas. Pliegue único transversal en plantas de los pies.

### 3.3.4 Principales síndromes y patologías en canes

Las reducciones significativas en la diversidad genética en muchas razas de perros, las prácticas de reproducción inapropiadas y la presión de selección insuficiente para los rasgos de salud y bienestar han hecho que ciertas razas sean particularmente susceptibles a muchas enfermedades, muchas de las cuales son dolorosas o crónicamente debilitantes. El número de patologías y otras características interesantes de un perro con diagnóstico genético aumenta casi cada día.

Los perros, como cualquier humano, pueden sufrir enfermedades comunes que requieren un tratamiento especial, pero los perros también tienen muchas enfermedades que pueden derivar en enfermedades irreversibles si no son tratados a tiempo o no recibirán un trato especial como se describe en la figura 3.2.

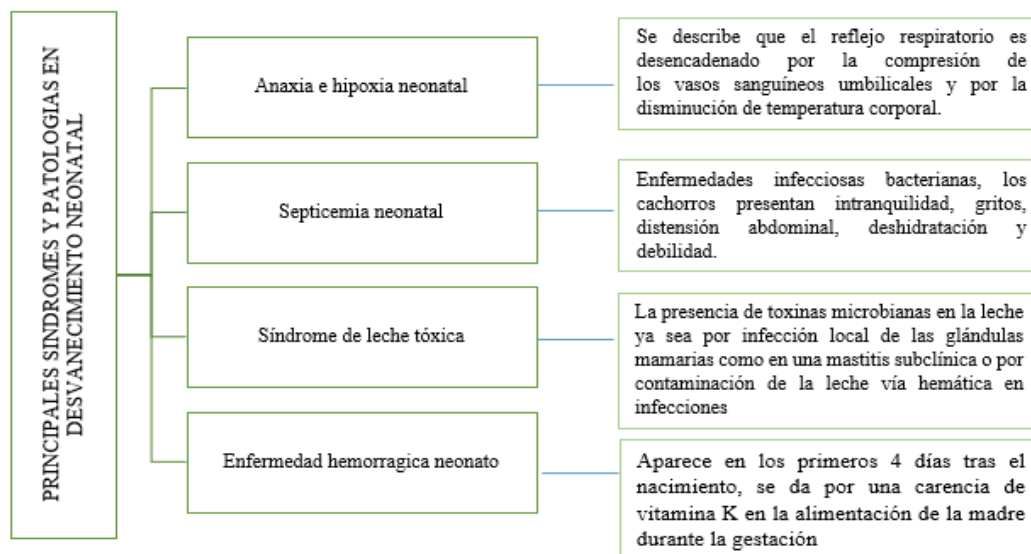


Figura 3.2: Principales síndromes

Fuente: [Autores]

### 3.4 Incubadoras

El diseño de una incubadora es en esencia una solución de ingeniería a los parámetros biológicos de temperatura, humedad y oxigenación. El tamaño y el tipo de incubadora seleccionados dependen mucho de las necesidades y de los planes futuros de cada productor. Por lo que es esencial que el cuarto posea un buen sistema de ventilación lo suficiente para proveer aire fresco. Manteniendo los parámetros es más fácil controlar la temperatura y la humedad uniformes [11].

#### 3.4.1 Tipos de Incubadoras

Dispositivo para alojar a cachorros con problemas de salud para facilitar el desarrollo de sus funciones orgánicas o para mantenerlos aislados del exterior y en determinadas condiciones de calor, nivel de temperatura, nivel de oxígeno, humedad, nutrición y cuidados veterinarios. Aparato o lugar destinado a la incubación artificial y donde se mantienen los cachorros a temperatura constante para su sano desarrollo, en la figura 3.3 se describe los tipos de incubadoras.

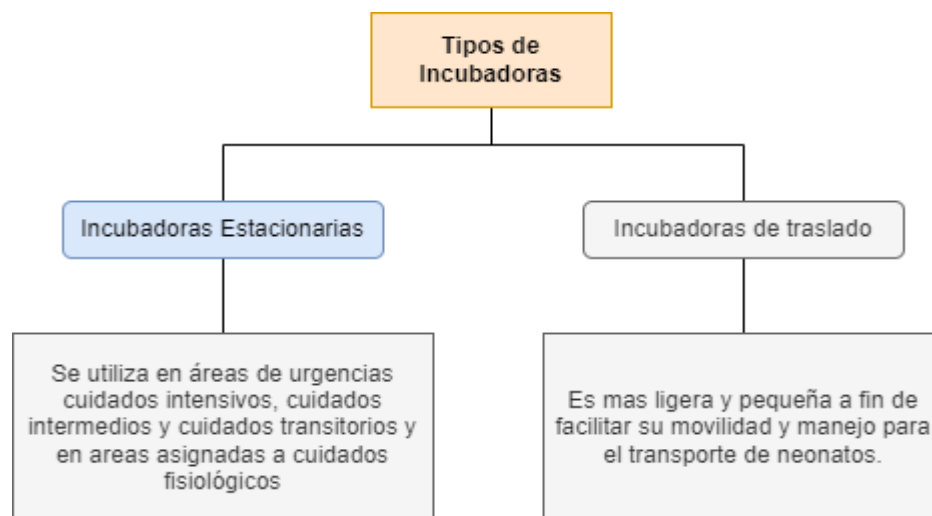


Figura 3.3: Tipos de incubadoras

Fuente: [Autores]

#### 3.4.2 Medidas de incubadoras

En el mercado internacional existen diversas incubadoras que comparten características similares de acuerdo a sus dimensiones al igual que son equipos para controlar variables tanto de temperatura, humedad y oxigenación la única diferencia es que difieren en su forma. En la tabla 3.2 se encuentran algunas incubadoras con sus respectivas dimensiones.

Tabla 3.2: Dimensiones Incubadoras [12]

<b>Modelos</b>	<b>Dimensiones</b>
Incubadoras Veterinaria Portatil Aeolus 1801	Altura: 87.5 cm Ancho: 46.2 cm Profundidad: 46.5 cm
Incubadora Veterinaria para cuidados intensivos 21000 ICU	Altura: 172.72 cm Ancho: 175.26 cm Profundidad: 71.12 cm
Veterinaria PX-ICU 160+(C)	Altura: 80 cm Ancho: 60 cm Profundidad: 60 cm

### **3.4.3 Duración de incubación**

Los cachorros en sus primeras semanas de vida son frágiles por ende su salud no es considerablemente buena puede empeorar, por lo cual, es necesario introducir en una incubadora que no solo permite instaurar determinados tratamientos; sino que también se pueda garantizar el monitoreo continuo, una vez pasado sus 2 meses de vida se puede realizar un monitoreo constante fuera de la incubadora para que todo su sistema trabaje por sí solo.

### **3.5 Material del diseño mecánico**

En el diseño de una máquina lo primero que se debe tener en cuenta es conocer las propiedades físicas, químicas y mecánicas que permite seleccionar el material adecuado para una aplicación específica, teniendo en cuenta factores como la resistencia, la rigidez, la durabilidad, la resistencia a la corrosión y el costo, lo segundo es que permite diseñar elementos estructurales y mecánicos de manera más eficiente, ya que se conocen las propiedades mecánicas y las limitaciones del material.

- El material es adecuado responde a las exigencias en función a las variables a estudiar.
- Condiciones en las que el material podría tener fallas o sufra deformaciones
- Observaciones y recomendaciones del material que se toma en cuenta en base a las condiciones a utilizarse.

#### **3.5.1 Criterios de selección del material**

- Resistencia térmica: El material debe ser capaz de mantener una temperatura constante y estable en la incubadora.
- Aislante: El material debe ser aislante para evitar pérdidas de calor y reducir el consumo energético.

- **Facilidad de limpieza y desinfección:** El material debe ser fácil de limpiar y desinfectar para evitar la contaminación.
- **Resistencia a la corrosión:** El material debe ser resistente a la corrosión para garantizar una vida útil prolongada.
- **Costo:** El material debe ser económico y accesible para reducir los costos de construcción.
- **Durabilidad:** El material debe ser resistente a la fatiga y a la deformación para garantizar una vida útil prolongada.
- **Seguridad:** El material debe cumplir con los estándares de seguridad necesarios para garantizar la seguridad de los animales y de los usuarios.
- **Estética:** El material debe ser atractivo y estético para promover un ambiente agradable.

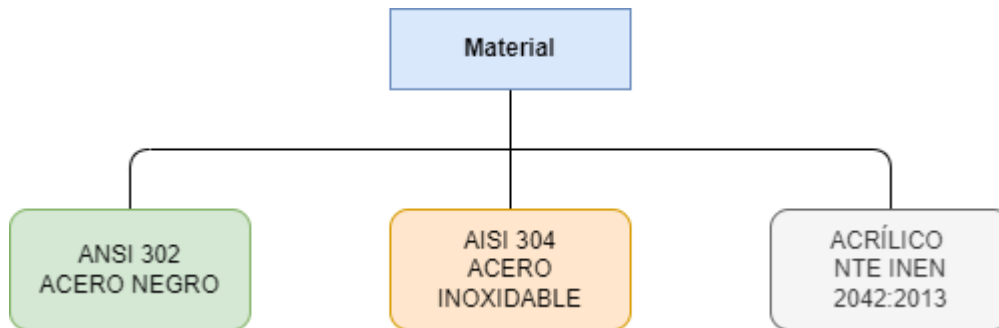


Figura 3.4: Tipos de Material  
Fuente: [Autores]

### 3.6 Parámetros de control de incubadoras

Existen tres factores en específico de las incubadoras en los cuales se tiene la temperatura, humedad y oxigenación en los que se describe a continuación:

#### 3.6.1 Temperatura adecuada de canes

Uno de los factores más importantes a tener en cuenta en el diseño y construcción de la incubadora es el sistema de control de temperatura, la función principal es mantener el interior de la caja a una temperatura de unos 38 °C. El principal método que se va a utilizar es el control de temperatura y el componente que se va a usar para que este pueda controlar la temperatura.

#### 3.6.2 Efectos de temperatura inadecuada

En la temperatura el calor también merece por supuesto, unas líneas, la temperatura de 38 °C durante unos meses de gestación; una vez establecida la temperatura a que se debe trabajar es necesaria mantenerla en ese punto precisa ya que elevaciones temporales de un solo grado reducen

la incubabilidad, la hipotermia es un enemigo mortal por lo que la temperatura debe ser monitoreada. La temperatura en algunas etapas se describe en la tabla 3.3 donde indica los diferentes factores [13].

Tabla 3.3: Etapa de incubación acorde a la humedad relativa [13]

Factor F	1 Etapa de incubación (primeros días)	2 Etapa de incubación (últimos 3 días)
<b>Pérdida diaria de agua (%)</b>	0.5 – 0.6%	0.7 – 0.8 %
<b>Humedad Relativa necesaria (%)</b>	50-56%	60 – 66%

### 3.6.3 Humedad de incubación

El control de humedad que usan las incubadoras emplea un sistema de calefacción de agua, el sistema cuenta con un recipiente donde es depositada el agua, la misma que contenida en el recipiente es evaporado usando una resistencia para calentamiento de agua, está evaporada la misma obteniendo así un mayor porcentaje de humedad, al llegar a la humedad deseada la resistencia que calienta el agua es apagada, además de problemas de humedad como se describe en la figura 3.5 [14].

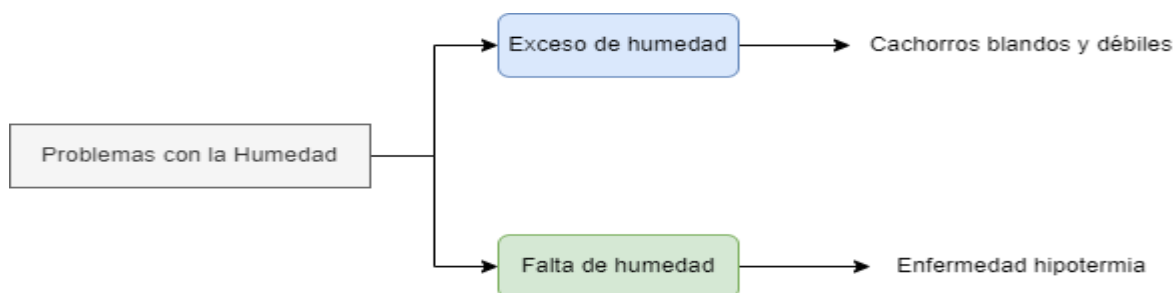


Figura 3.5: Problemas de Humedad

Fuente: [Autores]

### 3.6.1 Nivel de oxigenación de canes

Se ha de permitir el control de oxigenación para facilitar la respiración del cachorro además que la ventilación contribuye en mantener la temperatura y humedad estables en el interior de la incubadora, el aire contiene un 21% de oxígeno y al parecer, esta es la concentración óptima para el cachorro que se encuentra en desarrollo. Cualquier caída de oxígeno por debajo de este valor conduce a un porcentaje bajo la incubabilidad.

### 3.7 Sistema de control

Un sistema de control es el conjunto de elementos interconectados entre sí de esta manera para lograr la manipulación de ciertas variables con el fin de satisfacer una necesidad específica, de esta manera pueden estar clasificados como sistemas de control en lazo abierto y sistemas en lazo cerrado, en la figura 3.6 se denota su funcionamiento según la funcionalidad y diseño requerida [15].



Figura 3.6: Sistema de control [15]

#### 3.7.1 Control on- off para humedad

Este tipo de controlador usa un algoritmo simple para revisar si la variable del proceso se encuentra por encima o por debajo de un setpoint determinado, por ende, en otras palabras, la variable manipulada cambia entre totalmente on o totalmente off sin ningún estado intermedio. Se utiliza este control para la humedad ya que se incluye los parámetros definidos entre ellos el punto de ajuste, la histéresis, el tipo de control, temperatura ya que es la forma más simple de controlar, ya que un controlador cambia la salida cuando se produce un punto de ajuste es por ello que la temperatura del proceso oscila continuamente.

#### 3.7.2 Control PID para temperatura y oxigenación

Este tipo de control se basa en el control por retroalimentación, además que su algoritmo del control emplea tres parámetros: proporcional, integral, y el derivativo. En donde el valor proporcional requiere del error actual, así como el integral requiere de los errores pasados, mientras que el derivado es una predicción de errores futuros, a continuación, en la figura 3.7 se denota el diagrama de bloques del control PID.

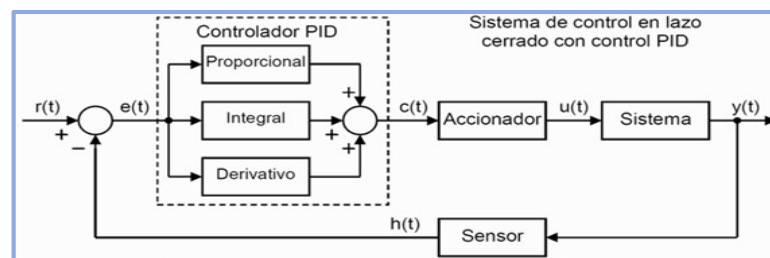


Figura 3.7: Diagrama de bloques de un controlador PID [16]



### 3.8 Componentes electrónicos de la incubadora

En la industria ha tomado gran relevancia la aplicación de control automático de procesos ya que este permite mantener controladas las distintas variables ya sea de temperatura, humedad y oxigenación su función principal es mantener estables el sistema de control.

#### 3.8.1 Definición microcontrolador

Se conoce como un circuito integrado que es el componente principal de una aplicación embebida que incluye sistemas para controlar elementos de entrada/ salida. Los microcontroladores se utilizan en varios inventos y productos que necesitan seguir procesos automáticos basados en diversas condiciones de entrada, en la figura 3.8 se describe distintos microcontroladores [17].

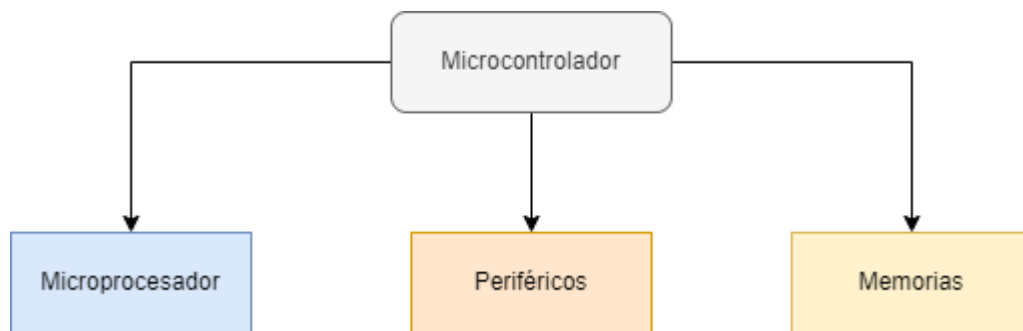


Figura 3.8: Uso de microcontrolador  
Fuente: [Autores]

#### 3.8.1 NodeMCU ESP32

Es una plataforma de desarrollo que consta de un microcontrolador Tensílica de 32 bits, además de poseer conectividad inalámbrica Wifi y Bluetooth, la corriente aumenta durante la transmisión y recepción de los mismos [18].



Figura 3.9: NodeMCU ESP32 [18]

### 3.8.2 Sensor de temperatura y humedad (BME280)

Este tipo de sensor es capaz de medir temperatura y humedad, además de ser compatible con diferentes plataformas, se puede comunicar mediante bus I2C o SPI, un aspecto importante es que es preciso y puede alimentarse tanto con 5V como con 3,3V [19].

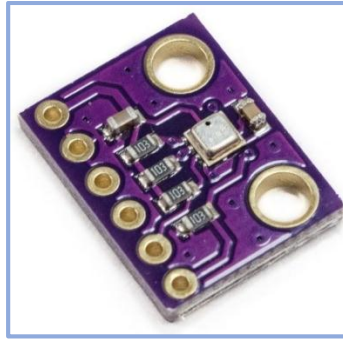


Figura 3.10: Sensor BME280 [19]

### 3.8.3 Sensor de CO2 (MG811)

Este tipo de sensor es puro de CO2 de muy poca sensibilidad a otros compuestos es por ello que se recomienda para ambientes donde el CO2 deba ser alta o pueda variar por ejemplo en bodegas o tanques. Habitualmente estos aparatos registran el dióxido de carbono en partes por millos en los espacios ocupados y ofrecen una muestra de la concentración de este gas [19].

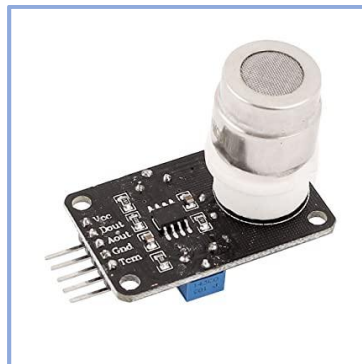


Figura 3.11: Sensor MG811 [19]

### 3.8.4 ESP32-CAM

Es un dispositivo inteligente de control inalámbrico, además de poseer QR inalámbrico de identificación. La fuente de alimentación sea de 5V 2A además posee un pin GPIO32 para controlar la potencia de la cámara. Con un SRAM de 520KB incorporada, 4MPSRAM externa [20].



Figura 3.12: ESP32-CAM [20]

### 3.8.5 Módulo dimmer AC

Este tipo de módulo permite el control de las cargas de voltaje alterno (220V AC) desde los diferentes microcontroladores ya sea Raspberry Pi/ ESP32. Un Dimmer AC también permite tener voltajes intermedios entre 0 y 220V variando la intensidad del brillo de una bombilla [21].



Figura 3.13: Módulo dimmer AC [21]

### 3.8.6 Módulo Puente H L298N 2A

El módulo es el más utilizado para manejos de motores de hasta 2 amperios, en donde internamente posee dos puentes H permitiendo controlar los motores DC, para el control de giro se realiza con dos pines para cada motor, y para la velocidad se lo regula mediante un PWM (módulo por ancho de pulso) [22].



Figura 3.14: Módulo Puente H [22]

### 3.8.7 Módulo relé 3 canales

El módulo relé es capaz de manejar cargas de hasta 250V/ 10 A, este módulo además posee un indicador led de alimentación y un indicador led de activación, además que este módulo a diferencia de los demás no posee optoacopladores, esto quiere decir que su activación es mediante un transistor, trabaja con sistemas como Raspberry, ESP32 [23].



Figura 3.15: Módulo relés [23]

### 3.8.8 Pantalla Nextion Hmi 5 Pulgadas

La pantalla posee un microcontrolador ARM el cual es capaz de controlar la pantalla como un teléfono se encarga de generar los distintos botones, almacenar todo tipo de imágenes y es compatible con cualquier microcontrolador.



Figura 3.16: Pantalla Nextion [24]

### 3.8.9 Ventilador 12V

Son equipos mecánicos en el cual su principal función es el suministro de energía al aire por medio de un sistema rotatorio de alta velocidad y este va incrementando la energía cinética del aire.



Figura 3.17: Ventilador [25]

### 3.8.10 Módulo humidificador

El vapor saturado suministrado se encuentra en estado gaseoso esto gracias a la energía que viene del humidificador por ende es capaz de mezclarse con el aire, garantizan la seguridad higiénica eliminando cualquier tipo de microorganismo gracias a su elevada temperatura.



Figura 3.18: Humidificador [26]

### 3.8.11 Foco led R38 (100W)

El foco led será el principal componente de calentamiento, su principal funcionamiento es además de la iluminación generan calor una de las ventajas que presenta es que 5% de la energía consumida es calor además de poseer un mejor sistema de dispersión lo que evita quemaduras si es el caso de hacer contacto con el foco.



Figura 3.19: Foco led [27]

### 3.9 Software Arduino

El Arduino es una plataforma de electrónica que se mantiene abierta, en donde se puede crear prototipos que se basan en software y hardware flexibles y fáciles, además de ser un entorno creado para artistas, aficionados, diseñadores y cualquier persona interesada en crear entornos u objetos interactivos.

#### 3.9.1 Lenguaje de programación Arduino

Principalmente se basa en Wiring, a su vez se basa también en C/ C++, el entorno también se basa en Processing desarrollado en Java y además es abierto. La estructura básica del lenguaje de programación Arduino es bastante simple y consta de al menos dos partes. Estas dos secciones o funciones necesarias contienen un bloque que contiene declaraciones, avisos o instrucciones. Por otro lado `setup()` es la parte encargada de recoger lo que viene a ser la configuración y `loop()` es en donde contienen todo el programa que se realizará cíclicamente. La función de configuración debe colocar las declaraciones de las distintas variables ya que es la primera función a ejecutarse en el programa y además se utiliza para configurar o inicializar. [28]

A screenshot of the Arduino IDE main screen. The window title is "Archivo Editar Programa Herramientas Ayuda". The code editor shows the following code:

```
sketch_feb03a $
void setup() {
  // put your setup code here, to run once:
}

void loop() {
  // put your main code here, to run repeatedly:
}
```

Figura 3.20: Pantalla principal IDE

## **4. DESARROLLO DE LA PROPUESTA**

### **4.1 INTRODUCCIÓN**

El presente proyecto de tesis se proyecta se orienta al estudio descriptivo que permite diferentes etapas. El principio se basa en la colección de datos del comportamiento del cachorro así de los datos que se genera a través de los diferentes controles ya sea de temperatura, nivel y oxigenación.

Destinado a describir el proceso de obtención de variables de temperatura, humedad y oxigenación del aire, desarrollo de proyectos CAD, medición de variables mediante sensores MG811, BME280 y evaluación de variables mediante instrumentos analógicos/digitales de temperatura y humedad. Su base procesal está orientada a la recopilación de información veterinaria e introducción a los temas de estudio de los sistemas de control y automatización y la caracterización de componentes electrónicos. También se introdujeron una cámara web y una aplicación para observar el entorno en el que se encontraba el cachorro, junto con gráficos de los siguientes intervalos variables de temperatura, oxígeno y humedad. La visualización se realizará con cámara ESP32K y tarjeta capturadora ESP32 y ventilador de 12V. La tecnología programada por Thonny es un intérprete de Python (IDE) que permite establecer intervalos de temperatura, humedad y contenido de oxígeno en el aire a través de comunicación serial con un microcontrolador ATmega2560 (TAD), el cual se encarga de obtener y estabilizar las variables antes mencionadas. Como ecuaciones de cálculos matemáticos, que admite la salida del software de diseño SOLIDWORDS. También el uso de la investigación de campo, debido a que se utiliza la técnica de la entrevista para seleccionar el área de trabajo de la variable de estudio, las mismas variables se obtendrán utilizando métodos de control y diseño. Estudios científicos que permitan recopilar antecedentes y novedades que contribuyan al desarrollo de soluciones técnicas, estudios experimentales con múltiples simulaciones y pruebas controladas de variables de temperatura, humedad y oxígeno del aire.

El proyecto aporta a la carrera en modalidades de control e investigación de campo por las distintas variables las mismas que serán manejadas mediante una programación y diseño electrónico, en cuanto a la investigación bibliográfica permite empezar la búsqueda de antecedentes relevantes en textos ya impresos como digitales con respecto al diseño y construcción de bancos de pruebas por ende se aplicará opciones más variables en este tipo de proyecto.

## **4.2 MODALIDAD DE INVESTIGACIÓN**

Para el desarrollo de la propuesta tecnológica se utilizaron las siguientes modalidades:

### **4.2.1 Método Bibliográfico**

Para el desarrollo de la investigación en la propuesta tecnológica se optó por la búsqueda de diferentes fuentes de información, la cuales estarán relacionadas con incubadoras de diferentes tipos. Como la principal fuente primaria de información se considera a tesis, libros, artículos, así como fuentes de información secundarias como son manuales e investigaciones por lo que servirán como guía para argumentar los distintos criterios existentes y mejoras de la propuesta.

### **4.2.2 Método Experimental**

El enfoque experimental permite hacer uso de las principales técnicas y teorías que fueron recopiladas para llevar a cabo con la metodología propuesta, además de bases fundamentales, resultados de software.

### **4.2.3 Método descriptivo**

Es una recolección y análisis de los datos que se procederá a la descripción, mediante la obtención de los resultados de la investigación.

### **4.2.4 Método Cuantitativo**

Permite identificar cualidades y atributos basados en el análisis y requisitos que identifican de incubadoras, las investigaciones cuantitativas recolectan datos, estandarizadas y cuantificables para la comprobación de una hipótesis.

### **4.2.5 Método Cualitativo**

Mediante ecuaciones y el software será posible desarrollar diversas etapas que conforman la incubadora, mediante tablas que permitirá una valoración numérica, mediante un análisis de sus características para su respectiva selección.

## **4.3 TÉCNICAS DE INVESTIGACIÓN**

### **4.3.1 Observación**

Con esta técnica se permite visualizar los diferentes dispositivos a utilizar en la incubadora, así como observar su funcionamiento en diferentes condiciones de los mismos.



### **4.3.2 Medición**

Mediante esta técnica permite tener valores de temperatura, humedad, oxigenación, para luego realizar el análisis de las curvas en función del tiempo.

### **4.3.3 Simulación**

Existen softwares sofisticados en el cual se pueden realizar simulaciones para determinar el factor de seguridad, análisis estructural.

## **4.4 INSTRUMENTOS**

Se representan los instrumentos utilizados para tomar medidas en la incubadora.

### **4.4.1 Sensor de temperatura y humedad (BME280)**

Es un sensor de gran precisión, además de ser de bajo consumo energético y un formato ultra compacto por lo cual ayuda a medir la temperatura y humedad relativa que ingresa en el habitáculo de la incubadora.

### **4.4.2 Sensor de CO<sub>2</sub> (MG811)**

Es un sensor que reacciona al CO<sub>2</sub> además de ser sensible al alcohol, también se puede monitorear lo que es la calidad del aire que como al igual que el otro sensor va a controlar lo que se genera en el habitáculo.

## **4.5 EJECUCIÓN DEL PROYECTO**

A continuación, se describe los procedimientos para la realización del proyecto, así como las diferentes fórmulas utilizadas, de la misma manera se representa los distintos análisis realizados en el software y los códigos de funcionamiento de los sensores realizados en el software Arduino descrito cada línea y que comando realiza.

#### 4.5.1 Tabla de variables

Tabla 4.1: Variable independiente  
Fuente: [Autores]

<b>Variables Independiente:</b> Diseño y construcción de una incubadora para el periodo neonatal en canes					
Concepto	Categoría	Indicadores	Ítem	Técnicas	Instrumentos
La incubadora es un equipo médico veterinario que permite generar un ambiente controlado en la cámara llamada habitáculo	Diseño y construcción mecánico del habitáculo.	Material	Condiciones: No tóxico, fácil limpieza y visualización	Manejo y operación de máquina	Dobladora de láminas, soldadura
		Análisis estático	Fuerza (N), Factor de seguridad	Simulación	Software Cad: SolidWorks (licencia educativa)
		Transferencia de calor	Grados Celsius °C	Simulación	
	Diseño electrónico de control.	Diseño de hardware del sistema de control	Inicializando de las variables, periféricos	Programación	Software de programación: Arduino.
		Diseño de la etapa del circuito de control	Automático	Programación	IDE: Arduino

Tabla 4.2: Variable dependiente  
Fuente: [Autores]

<b>Variable dependiente:</b> el control de variables de temperatura, humedad y calidad de oxígeno					
Concepto	Categoría	Indicadores	Ítem	Técnicas	Instrumentos
La acción de control proporcional integral-derivativa (PID) permite controlar un sistema de lazo cerrado para que alcance el estado deseado.	Control de variables	Temperatura	°C (Celsius)	Medición	Sensor BME280 / analógico, Tester
		Control PID para temperatura	s(segundos)	Simulación: Curvas de respuestas	Software de programación: Arduino, Pantalla Nextion
		Humedad	(%) (porcentaje)	Medición	Higrómetro analógico / Digital
		Control ON- OFF con histéresis para humedad relativa	s(segundos)	Simulación: Curvas de respuestas	Software de programación: Arduino
		Oxigenación del aire, CO2	ppm (partes por millón)	Medición	Sensor MG811 /Anemómetro
		Control PID para la oxigenación del aire ppm (CO2)	s(segundos)	Simulación: Curvas de respuestas	Software de programación: Arduino

#### 4.6 Software diseño 3d SolidWORKS

Trazados de dibujo y diseño en 3D que suelen ser utilizados por la mayoría de los diseñadores, uno de los más utilizados es SolidWorks, junto con el programa Autodesk, por sus muchas funciones y mejores opciones que se le han ofrecido con todas sus actualizaciones.

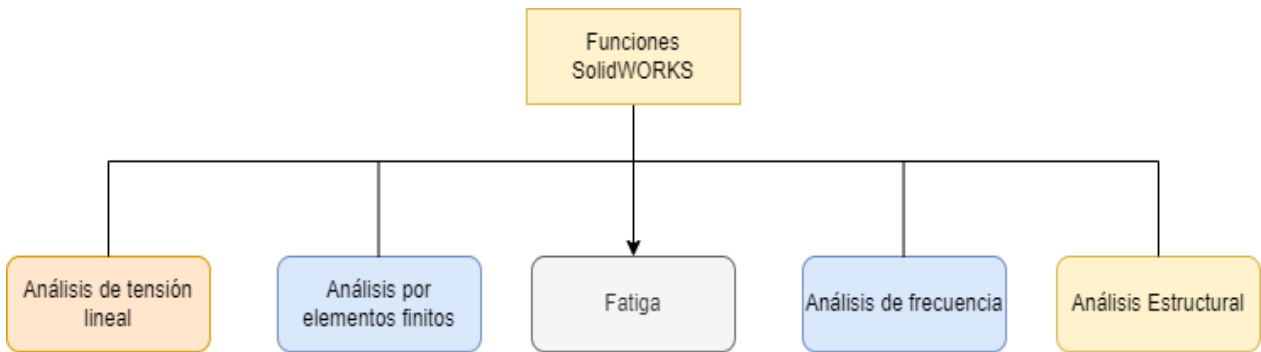


Figura 4.1: Funciones SolidWORKS

Fuente: [Autores]

En primera instancia se realiza el diseño en el software mencionado y toda la estructura ya sea parte por parte o en su totalidad como se muestra en la figura 4.2.

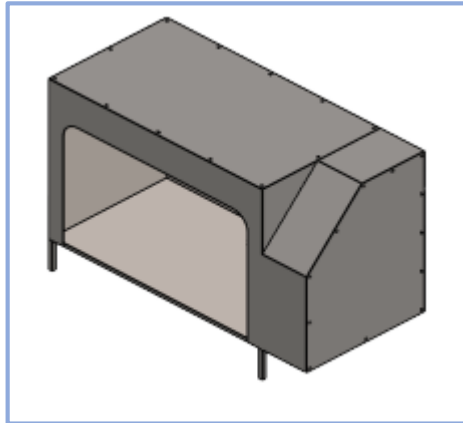


Figura 4.2: Diseño de Incubadora (Ver Anexo II. Vistas de incubadora)

Fuente: [Autores]

#### 4.7 Descripción de materiales de la incubadora

A continuación, se presenta una descripción detallada de los aspectos de elección del material, así como las características técnicas en comparación con otros materiales.

Una valoración numérica se realiza para medir de manera objetiva y cuantitativa una variable o conjunto de variables. La valoración numérica es un resumen de los resultados obtenidos a través de una evaluación cuantitativa. Esta conclusión nos permite seleccionar de manera adecuada los

materiales tanto mecánicos como electrónicos ya que se incluye análisis de los datos recolectados, una interpretación de los resultados y una evaluación general del proceso de valoración. Además, también se incluye recomendaciones para mejorar los materiales en el futuro.

Para la valoración numérica se realizó la tabla 4.3 cuantitativa en base a las alternativas de la adquisición de los materiales.

Tabla 4.3: Valoración  
Fuente: [Autores]

Valoración numérica	
Deficiente	5
Aceptable	7
Excelente	10

#### 4.7.1 Selección del material mecánico para la estructura

En primera instancia se elige el material ya que al tener que controlar distintas variables como la temperatura, humedad y oxigenación del aire, además de tener presente la resiliencia del material, propiedades térmicas y estéticas, en la tabla 4.4 se incluye algunas alternativas que se puede encontrar en el mercado.

Tabla 4.4: Tipos de materiales  
Fuente: [Autores]

Material/ características	Resistencia térmica	Dureza	Resistencia a la corrosión	Tensión de rotura	total
<b>ANSI 302 ACERO NEGRO</b>	Alta resistencia debido a la conductividad térmica	90 a 95 rockwell B	Moderadamente resistente	860 MPa(125 ksi)	5
<b>AISI 304 ACERO INOXIDABLE</b>	Alta resistencia debido a la conductividad térmica	90 a 95 rockwell B	Altamente resistente	515 MPa(75 ksi)	10
<b>ACRILICO NTE INEN</b>	Alta resistencia 93°C (200°F)	Material de baja dureza	Moderadamente resistente	42 MPa A 60 MPa	7

Para la elección de los materiales de construcción para la incubadora se realizó análisis entre las propiedades mecánicas de cada una de ella tomando en cuenta la resistencia térmica, la dureza, y la resistencia a la corrosión que son muy fundamentales para la construcción de la incubadora.

La alternativa más eficaz para la estructura y el forrado de la incubadora es el acero AISI 304 acero inoxidable de 2mm de espesor debido a las características que tiene al ser un material resistente a la corrosión, de fácil limpieza y desinfección.

Tabla 4.5: Selección de material para la puerta  
Fuente: [Autores]

Protectores	Durabilidad	Visibilidad	Resistencia	Flexibilidad	Resistencia térmica	Total
<b>Plástico</b>	Medio Resistente	No tiene mucha visibilidad	Resistencia a la corrosión	Material flexible	Si resiste a temperaturas altas bajas y medias depende del uso	7
<b>Acrílico</b>	Resistente y duradero	alta transparencia	Ala corrosión y a los rayos UV	Material flexible	resistencia a altas y bajas temperaturas	10
<b>Plancha de acero</b>	Resistente y duradero	No tienen visibilidad	Resistencia a la corrosión	No es tan flexible	Resiste a altas temperaturas y bajas temperaturas	7

Para la puerta de la incubadora la alternativa más eficaz viene hacer el Acrílico NTE INEN de espesor de 6 mm debido a sus características tienen una alta resistencia térmica, moderadamente resistente a la ruptura y fácil visualización en el interior del habitáculo.

#### 4.8 Selección de componentes electrónicos

De la misma forma se detalla de forma a continuación los diferentes componentes que poseen la incubadora y algunas de sus principales características para su elección.

##### 4.8.1 Microcontrolador

Existen tres tipos principales de microcontroladores en el mercado. Cada uno de ellos tiene una larga historia y se aplica en diferentes proyectos. En este sentido, los más populares son: Intel, ESPM2 y Arduino.

Tabla 4.6: Tipos de microcontroladores  
Fuente: [Autores]

Microcontrolador	Procesador	Memoria	Interfaces periféricas	Velocidad de procesador	Conectividad inalámbrica	Total
Arduino	8 bits	32 KB	SPI y I2C	16 MHz	No tiene	5
Intel Curie	32 bits	384 KB	I2C y SPI API	32 MHz	Bluetooth Ethernet y USB	7
ESP32	32 bits Xtensa LX6 de doble núcleo.	520 KiB SRAM	12-bit 2x8 bit DACs 2 x I2S 2 x I2C 3 x UART	160 o 240 MHz	Wi-Fi: <u>802.11</u> b/g/n Bluetooth: v4.2 BR/EDR y BLE	10

Se elige el micro controlador ESP32 por las siguientes especificaciones tiene mayor capacidad de procesamiento que permite tener mayor velocidad para subir datos al sistema de control, mayor capacidad de memoria 520 KB que permite almacenar y procesar más datos, la conectividad inalámbrica que posee permite obtener un módulo de comunicación inalámbrica como el chip de Wi-Fi y bluetooth.

#### 4.8.2 Sensor de temperatura y humedad

Existen diferentes tipos de sensores de temperatura según su función y la forma en que convierten la señal. Existen principalmente tres categorías: sensores RTD, BME280, LM35, RTD.

Tabla 4.7: Tipos de sensores  
Fuente: [Autores]

Sensores	Precisión De temperatura	Resolución	Rango de temperatura	Rango de presión	Voltaje de operación	Total
BME280	$\pm 1^{\circ}\text{C}$	0.16 Pa	-40 a $85^{\circ}\text{C}$	300 a 1100 hPa	1.8 a 3.3 VDC	10
LM35	$\pm 1^{\circ}\text{C}$	10mV/ $^{\circ}\text{C}$	-55 $^{\circ}\text{C}$ a 150 $^{\circ}\text{C}$	-0.5 y 0.5 $^{\circ}\text{C}$	4 a 30 voltios.	7
RTD	$\pm 0.2^{\circ}\text{C}$ a $\pm 0.5^{\circ}\text{C}$	0.01 $^{\circ}\text{C}$	-40 a 150 $^{\circ}\text{C}$	No tiene	2 a 10 voltios.	5

Mediante tabla de ponderación se elige el sensor BME280 debido a que sus características técnicas presentan una mayor eficacia ya que permite medir tres parámetros ambientales en un solo dispositivo, en el lugar de tener tres sensores diferentes, esto reduce el tamaño y costo del sistema se conecta directamente al microcontrolador a través de I2C O SPI y presenta mayor precisión para medir la humedad y temperatura lo que proporciona lecturas precisas del habitáculo.

### 4.8.3 Sensor de CO<sub>2</sub>

Un punto importante a destacar es el sensor de CO<sub>2</sub> en el cual se aprecia cuatro tipos de sensores en la tabla 4.8 de los cuales se analiza las características para el uso adecuado.

Tabla 4.8: Tipos de sensor de CO<sub>2</sub>  
Fuente: [Autores]

Sensores	Voltaje de operación	Rango de medición	Precisión	Corriente de funcionamiento	Temperatura y humedad de funcionamiento	Total
<b>MG811</b>	5V DC	0 a 10,000ppm	50ppm + 3%	60mA	-10 a 50 °C 0-95%	10
<b>MQ-9</b>	5V DC	0 a 1000ppm	20ppm	150mA	-10 a 50 °C 20-80%	5
<b>MQ 135</b>	5V DC	0 a 20,000ppm	50ppm	150mA	-10 a 50 °C 20-80%	7

Se elige el sensor MG811 ya que es una opción adecuada debido a su rango de precisión, bajo costo y facilidad de uso, excelente dispositivo para el monitoreo de calidad del aire en interiores facilidad de uso debido a que cuenta con una salida analógica directa que se puede conectar directamente a un microcontrolador o un sistema de adquisición de datos.

### 4.8.4 Cámara Web

En cuanto a términos de la cámara web existen una variedad en los cuales se elige tres opciones en los que se detalla en la tabla 4.9, que conlleven a una fácil elección ya sea por su calidad y resolución que será utilizada.

Tabla 4.9: Tipos de Cámara Web  
Fuente: [Autores]

Cámara Web	Voltaje de alimentación	CPU	Conectividad inalámbrica	Resolución de fotos y videos	Angulo de visión	Total
<b>Cámara OV2640 ESPCAM</b>	5V - DC	Dual core Tensilica Xtensa LX6 (32 bit)	Wifi 802.11b/g/n, Bluetooth 4.2	1600 x 1200 pixels 1080p30, 720p60 y 640x480p90	75 °	10
<b>Mini Cámara Web Fhd Deportes Sq8</b>	5V DC y 12V DC	No tiene	WiFi o Bluetooth	1920x1080 pixels	90 °	5
<b>Mini cámara WiFi 1080P</b>	5V - DC	Si tiene	WiFi (2.4GHz)	1920 x 1080 pixels	120°	7

Se elige la cámara web OV2640 ESPCAM debido a sus características ya que puede transmitir videos e imágenes y enviarlos a la red mediante la creación de un mismo chip, la interfaz de comunicación serial que permite configurar y controlar la cámara fácil y eficiente.

#### 4.8.5 Pantalla Nextion 5 Pulgadas

En cuanto a que pantalla utilizar se pone a disposición tres tipos de pantallas detalladas en la tabla 4.10, que ayudarán a su elección gracias a algunas de las características técnicas más importantes.

Tabla 4.10: Tipos de Pantalla Nextion  
Fuente: [Autores]

Pantalla Nexion	Resolución	Interfaz	Memoria flash	Área visual	Consumo de energía	Total
<b>Pantallas TFT Nextion Basic Series</b>	800 x 480	4 pines	16 M	108 mm x 64.4 mm	5V -410mA	10
<b>Pantallas TFT Nextion Enhanced Series</b>	800 x 480	9600 baudios	4MB	1024 x 600	3.3V a 5.5V	7
<b>Pantalla TFT Nextion Intelligent Series</b>	800 x 480	9600 baudios	4MB	1024 x 600	3.3V a 5.5V	7

Se elige la pantalla Nextion por las características que presenta tienen opción de conectarse a un micro controlador a través de un puerto serial a ESP8 266 y así conectamos a internet, maneja una interfaz de comunicación serial que permite configurar y controlar la pantalla de manera fácil y eficiente además es una pantalla de bajo costo.

#### 4.8.6 Humidificador

Para los humidificadores se consideran tres tipos que se encuentran en el mercado por lo que gracias a las distintas especificaciones mostradas en la tabla 4.11 se escoge la indicada.

Tabla 4.11: Tipos de humidificador  
Fuente: [Autores]

Humidificadores	Nivel de humedad	Velocidad de niebla	Diseño de temporización	Visor de nivel de agua	Total
<b>De vapor caliente</b>	30% y 50 %	Control mediante ventilador	4 horas	Indicador de nivel de agua automático	7
<b>Disco de atomización</b>	30% y 50 %	Control mediante ventilador	Horario programado	Indicador de nivel de agua automático	10
<b>Ultrasónicos</b>	30% y 50 %	Control mediante ventilador	Horario programado	Indicador de nivel de agua automático	7



Se elige mediante tabla el humidificador ultrasónico debido a su eficacia en aumentar la humedad en el aire, utiliza un diapasón ultrasónico sirve para crear una neblina fina de agua, que permite dispersar en el habitáculo además por su facilidad de limpieza, silenciosos y un bajo consumo de energía.

#### 4.8.7 Foco Led R38

Para producir el calor de modo que se encuentre a una temperatura adecuada en la incubadora existen distintas formas en las cuales se analiza las características técnicas mostradas en la tabla 4.12, para su fácil elección.


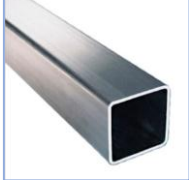





Tabla 4.12: Tipos de Generadores de calor  
Fuente: [Autores]



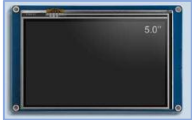



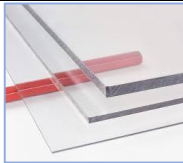
Generación de calor	Voltaje de funcionamiento	Potencia	Temperatura de funcionamiento	Estabilidad	Tipo de calefacción	Total
<b>Foco infrarrojo</b>	12V DC a 24V DC	250W	-40°C a +50°C	Muy alta	Radiación infrarroja	7
<b>Calefactor</b>	120 V	1000 W	-55°C hasta +125°C	Muy alta	Resistencia eléctrica	7
<b>Foco Led R38-E27 blanco</b>	110V	100 W	38°C	Muy alta	Fuente de luz	10

Mediante comparación se ha elegido focos led R38- E27 porque son una forma eficiente y económica de calentar un ambiente interno del habitáculo, el haz de luz me va a permitir que no se pierda calor a través de conductos, permiten un control preciso de temperatura ambiental que emite una cantidad mínima de calor, lo que ayuda a mantener una temperatura constante en la incubadora y esta no es dañina para la visión de los cachorros ofrece una luz brillante y uniforme lo que permite una mejor visualización de los cachorros por lo que se maneja recomendaciones específicas sobre la iluminación adecuada para los cachorros, tener en cuenta las necesidades específicas de los cachorros.

Una vez hecho una comparación entre los distintos componentes tanto mecánicos como electrónicos se presenta una tabla con los materiales a utilizar en la incubadora como se muestra en la tabla 4.13.

Tabla 4.13: Materiales  
Fuente: [Autores]

Materiales	Especificaciones técnicas	Figura
Plancha de Acero inoxidable AISI 304	Peso específico: 7.9 g/cm <sup>3</sup> Estructura: Austenítico Espesor: 1mm Dimensiones:1.22 x 2.44	 <b>Referencia:</b> Publicidad Reiproacero
Tubo de Acero inoxidable AISI 304	Resistencia Máxima: 75 KBI Límite de fluencia: 30 KBI Elongación: 40% Dureza: 90 HRB Dimensiones: 3/4	 <b>Referencia:</b> Publicidad Aceros Catálogos S.A.
Arduino NodeMCU ESP32	Procesador: CPU 32 bit Memoria: 520 KiB SRAM Conectividad inalámbrica: Wi-Fi 802.11 b/g/n Interfaces periféricas: 12- bit SAR ADC de hasta 18 canales	 <b>Referencia:</b> Publicidad Mercado Libre
Sensor de temperatura y humedad BME280	Voltaje de operación: 1.8V-3.3V DC Rango de temperatura: -40 °C a 85 °C Precisión de temperatura: 1°C Rango de humedad relativa: 0-100% RH Precisión de HR: +-3%	 <b>Referencia:</b> Publicidad Mercado Libre
Sensores de CO <sub>2</sub> MG811	Voltaje de operación: 5v Salida: Analógica (2.7 a 4.1v) Rango: 0 a 10000 ppm Precisión: ±100ppm@400ppm	 <b>Referencia:</b> Publicidad Mercado Libre
ESP32-Cámara	Voltaje de alimentación: 5v DC CPU: Dual core Tensilica Xtensa LX6 Wifi 802 Resolución fotos:1600 x1200 pixeles Resolución video:1080p30,720p60	 <b>Referencia:</b> Publicidad Mercado Libre
Módulo dimmer AC	Voltaje de alimentación: 3.3-5V Frecuencia: 110/220V Corriente nominal: 2 A Corriente máxima de carga: 5 A	 <b>Referencia:</b> Publicidad NAYLAMP

Módulo Puente H L298N	Voltaje de alimentación: 5V Consumo de corriente: 0 a 36 mA Potencia máxima: 25W Peso: 30g	 <b>Referencia:</b> Publicidad NAYLAMP
Módulo relé 3 canales	Alimentación: 3.3 V-5V Corriente nominal: 5Ma Capacidad de canales: 3	 <b>Referencia:</b> Publicidad Amazon
Pantalla Nextion	Alimentación: 5V 410mA Dimensión: 5.0 pulgadas Capacidad de almacenamiento: 16MB Comunicación: UART Interfaz de la tarjeta del SD: máximo 32 GB Resolución: 800x480 pixeles	 <b>Referencia:</b> Publicidad programarfácil
Ventilador	Alimentación: 12VDC Amperaje: 0,35A	 <b>Referencia:</b> Publicidad tiendamia
Humidificador	Frecuencia de funcionamiento: 1700kHz Nivel de agua efectivo: 5cm a 7cm	 <b>Referencia:</b> Publicidad tiendamia
Foco led R38	Potencia máxima: 100W Tensión: 110V Color: Blanco	 <b>Referencia:</b> Publicidad Mercado libre
Acrílico	Material: transparente Medidas de espesor: 6 mm	 <b>Referencia:</b> Publicidad Acrílico

A continuación, se presenta la descripción de la parte mecánica de cómo se llegó a las dimensiones y las fórmulas utilizadas para la incubadora

#### 4.9 Descripción para el diseño eléctrico

Se detallan los requerimientos necesarios para dicho diseño que va a estar presente en la incubadora.

#### **4.9.1 Requerimientos para el diseño eléctrico**

Para las conexiones eléctricas en incubadoras, se utiliza generalmente la norma IEC 60601 para equipos médicos. Esta norma establece requisitos para la seguridad eléctrica, la compatibilidad electromagnética, la eficiencia energética y otros aspectos relacionados con la seguridad y el rendimiento de los equipos médicos.

##### **a. Alimentación eléctrica**

La incubadora debe estar conectada a una fuente de alimentación eléctrica estable y segura.

La incubadora efectuará su funcionamiento con una fuente de alimentación de 110 V para elementos como el calefactor, el ventilador para su funcionamiento también se conectará una fuente de 12 voltios para posteriormente conectar a él convertidos de voltaje de 5 a 3.3 V que son rangos de voltajes adecuados para los módulos dimer, el puente H, el microcontrolador, la pantalla led, los focos led y los relés.

##### **b. Interfaz de usuario**

El diseño eléctrico debe incluir una interfaz de usuario fácil de usar para el control de la temperatura humedad y oxigenación en la incubadora.

Una pantalla de visualización clara y fácil de leer que muestre información importante como la temperatura, la humedad, y oxigenación del aire que son parámetros fundamentales para el funcionamiento en el habitáculo.

Los botones de control deben de ser fácil para controlar la temperatura, humedad y oxigenación

Debe de contener alarmas para alertar al usuario en caso de desviaciones de las condiciones de funcionamiento en caso fortuito llegue a fallar el sistema completo debe de incluir un paro de emergencia que permitirá apagar el equipo de forma automática.

La configuración de programación no debe de ser tan compleja que permita al usuario fácilmente configurar los parámetros de funcionamiento de la incubadora.

##### **c. Sistema de control**

El diseño eléctrico debe incluir un sistema de control para monitorear y mantener la temperatura y la humedad en los límites especificados.

Sensores: Sensores de temperatura, humedad y oxigenaciones son esenciales para controlar las condiciones de funcionamiento de la incubadora.

Controlador: Un microcontrolador programable que reciba información de los sensores y ajuste los parámetros de funcionamiento de la incubadora.

Actuadores: Los actuadores que controlan la temperatura, humedad y oxigenación del aire que van a servir para las activaciones de calefactores, humidificadores y ventiladores que se van a utilizar en la incubadora.

#### **4.10 Descripción mecánica de la incubadora**

Se detalla de forma jerárquica cada uno de los componentes a utilizar en la incubadora.

##### **4.10.1 Requerimientos para el diseño mecánico de la incubadora**

###### **a. Tamaño**

El Tamaño adecuado para acomodar a los cachorros y permitir el acceso para su atención y cuidado.

No existe una norma específica para el dimensionamiento de la incubadora de perros, pero se recomienda seguir las guías y regulaciones establecidas para el cuidado y bienestar de los animales, como por ejemplo las normas de la Asociación Humane Society of the United States (HSUS) y la Asociación Americana de Protección de Animales (ASPCA).

Estas normas incluyen requisitos para el tamaño de la incubadora, el control de temperatura y humedad, la ventilación, la iluminación, el aislamiento térmico, la seguridad eléctrica, el acceso y la limpieza.

Es importante seguir estas normas para garantizar el bienestar y la salud de los cachorros durante su desarrollo en la incubadora.

Para lo cual se ha determinado de acuerdo a las camadas que se vaya a colocar en el habitáculo en este caso se ha determinado un estudio de 5 canes en el interior, para lo cual se ha determinado las siguientes dimensiones: alto 625 mm ancho 724 mm y profundidad de 400 mm para la construcción de la incubadora para garantizar la comodidad y la limpieza en el habitáculo.

### **b. Control de temperatura**

Capacidad de mantener una temperatura constante y adecuada para el desarrollo de los cachorros.

La temperatura adecuada para el cuidado de cachorros de una incubadora puede variar según la raza y el tamaño de los perros, pero en general se recomienda mantener una temperatura entre 32°C y 34°C. Es importante monitorear constantemente la temperatura de la incubadora y ajustarla según sea necesario para garantizar el bienestar y el desarrollo adecuado de los cachorros.

Es importante seguir las normas y regulaciones establecidas para el cuidado y bienestar de los animales, como las normas de la Asociación Humane Society of the United States (HSUS) y la Asociación Americana de Protección de Animales (ASPCA), para garantizar que la temperatura en el interior de la incubadora sea adecuada para el cuidado de los cachorros.

### **c. Ventilación**

Sistema efectivo para proporcionar aire fresco y regular la temperatura y la humedad.

La velocidad de ventilación adecuada de una incubadora depende de varios factores, como la temperatura y la humedad ambiente, el tamaño de la incubadora, el número de animales alojados en la incubadora y la frecuencia de renovación del aire. En general, se recomienda una velocidad de ventilación suficiente para renovar completamente el aire, en el interior de la incubadora cada 5 a 15 minutos.

### **d. Control de humedad**

Capacidad de mantener un nivel de humedad adecuado para el confort y el desarrollo de los cachorros.

La humedad en el interior de la incubadora debe mantenerse en un rango de 40% al 70%, la humedad debe ser regulada en conjunto con la temperatura para mantener un ambiente saludable.

Es importante monitorear continuamente la humedad de la incubadora y ajustarla según sea necesario para mantener un ambiente saludable para el desarrollo y el bienestar de los cachorros.

Mediante fuentes bibliográfica y encuestas a las veterinarias del sector de Latacunga (Anexo V: Encuestas) se ha diseñado el sistema en un rango de humedad de 30% al 70% y hay que tener en cuenta que la incubadora sirve para cachorros prematuros o en caso de enfermedades graves, la

incubadora me va a permitir ajustar la humedad dependiendo de la enfermedad y los síntomas que presente el cachorro. Por ejemplo, en algunas enfermedades respiratorias, puede ser necesario mantener una humedad más baja para evitar la acumulación de moco en las vías respiratorias, es importante saber o consultar a un veterinario antes de ajustar la humedad para cachorros con enfermedades pueden ser necesarias mediciones adicionales para garantizar su bienestar y recuperación.

#### **e. Iluminación**

Luz suficiente para ver los cachorros y realizar inspecciones.

La norma ASPCA no establece un rango específico de iluminación para los cachorros en incubadoras. Sin embargo, la norma recomienda proporcionar un ambiente cómodo y seguro para los animales, lo que incluye la iluminación. En general, es importante proporcionar un ambiente de iluminación que sea cómodo para los cachorros y no cause estrés o daño a sus ojos. También es importante mantener un ciclo de luz y oscuridad para ayudar a regular los ritmos circadianos de los cachorros y asegurar un sueño adecuado.

#### **f. Aislamiento térmico**

Materiales adecuados para asegurar un aislamiento térmico eficiente.

#### **g. Limpieza y durabilidad**

Diseño que permita una fácil limpieza y desinfección, materiales de alta calidad para asegurar una larga vida útil de la incubadora.

La resistencia a la corrosión la facilidad de limpieza es considerado una de las principales razones que se ha tomado en cuenta para la construcción de la incubadora, el acero AISI 304 es resistente a la corrosión y es adecuado para entornos húmedos o ácidos, la higiene es un material de fácil limpieza y no retiene bacterias, lo que hace adecuado para aplicaciones en la industria alimenticia y médica.

La durabilidad al ser un acero inoxidable es resistente a la deformación, la apariencia el acero inoxidable es un material que presenta una apariencia atractiva y moderna.

A continuación, se describe la estructura que posee la incubadora la cual se calcula mediante fórmulas de la siguiente manera de forma jerárquica.

#### 4.10.2 Habitáculo

En primera instancia se empieza por el habitáculo el cual se nota que está formado por un prisma rectangular como se muestra en la figura 4.3, su material es de acero inoxidable, el cual debe soportar los canes por lo que se utiliza la siguiente ecuación:

$$V = a * b * h \quad (4.1)$$

Donde:

$V$  = volumen almacenar  $m^3$

$a$  = medida de uno de los lados de la base (m)

$b$  = medida de otro de los lados de la base (m)

$h$  = medida de la altura (m)

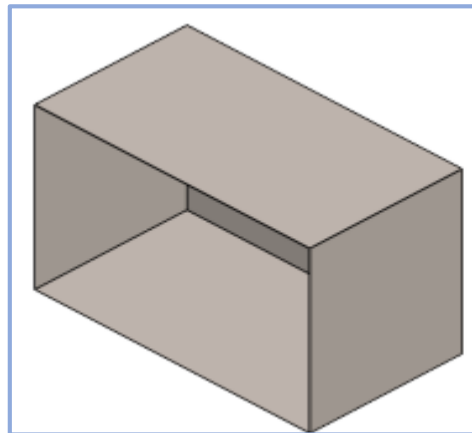


Figura 4.3: Forma habitáculo  
Fuente: [Autores]

La característica del habitáculo y mediciones se muestran en el Anexo II: Planos SolidWorks Estructura interna.

#### 4.10.3 Puerta de habitáculo

Para las puertas como anteriormente se seleccionó un acrílico el cual es de 6 mm y visible esto debido a que pueda visualizar al can y al fácil manejo en cual se utiliza la siguiente ecuación:



$$P = 2h + 2b \quad (4.2)$$

Donde:

$P$  = Perímetro (m)

$b$  = base (m)

$h$  = altura (m)

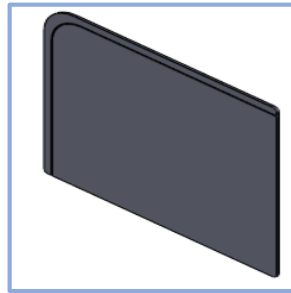


Figura 4.4: Puerta del habitáculo  
Fuente: [Autores]

#### 4.10.4 Rejilla

Un aspecto importante es la rejilla ya que es ahí donde el can va a descansar, debe de ser de fácil esterilización, seguro además de ser fabricado por el acero inoxidable AISI 304.

#### 4.10.5 Estructura de la incubadora

A continuación, para la estructura es donde debe soportar los elementos del módulo de control además la masa total que en la tabla 3.1 se hace mención y mediante el promedio de la raza de los canes es de 25 kg que corresponde a la raza pequeña, mediana y grande, por ende, para la fuerza que va a ejercer la rejilla se utiliza la siguiente ecuación:

$$F = mT \cdot g \quad (4.3)$$

Donde:

$F$ = fuerza [N]

$mT$  = masa por el número de canes (kg)

$g$  = gravedad  $\frac{m}{s^2}$

Una vez encontrada la fuerza, es apropiada hallar el esfuerzo admisible por lo cual se utiliza la siguiente ecuación:

$$\sigma \text{ admisible} = \frac{F}{A_0} \quad (4.4)$$

Donde:

$\sigma \text{ admisible}$  = esfuerzo de diseño ( $\frac{N}{mm^2}$ )

$F$  = Fuerza [N]

$A_0$  = área ( $mm^2$ )

Por último, para encontrar el factor de seguridad se emplea el esfuerzo máximo del material entre el esfuerzo admisible del diseño por ende se utiliza la siguiente ecuación:

$$FS = \frac{\sigma \text{máx}}{\sigma \text{admisible}} \quad (4.5)$$

Donde:

FS= factor de seguridad

$\sigma \text{ máx}$  = esfuerzo máximo ( $\frac{N}{mm^2}$ )

$\sigma \text{ admisible}$ = esfuerzo admisible, esfuerzo de diseño ( $\frac{N}{mm^2}$ )

Una vez realizado el diseño en el software se realiza el análisis estructural, el análisis de factor de seguridad y el análisis de tensión de la incubadora.

#### 4.11 Análisis estructural

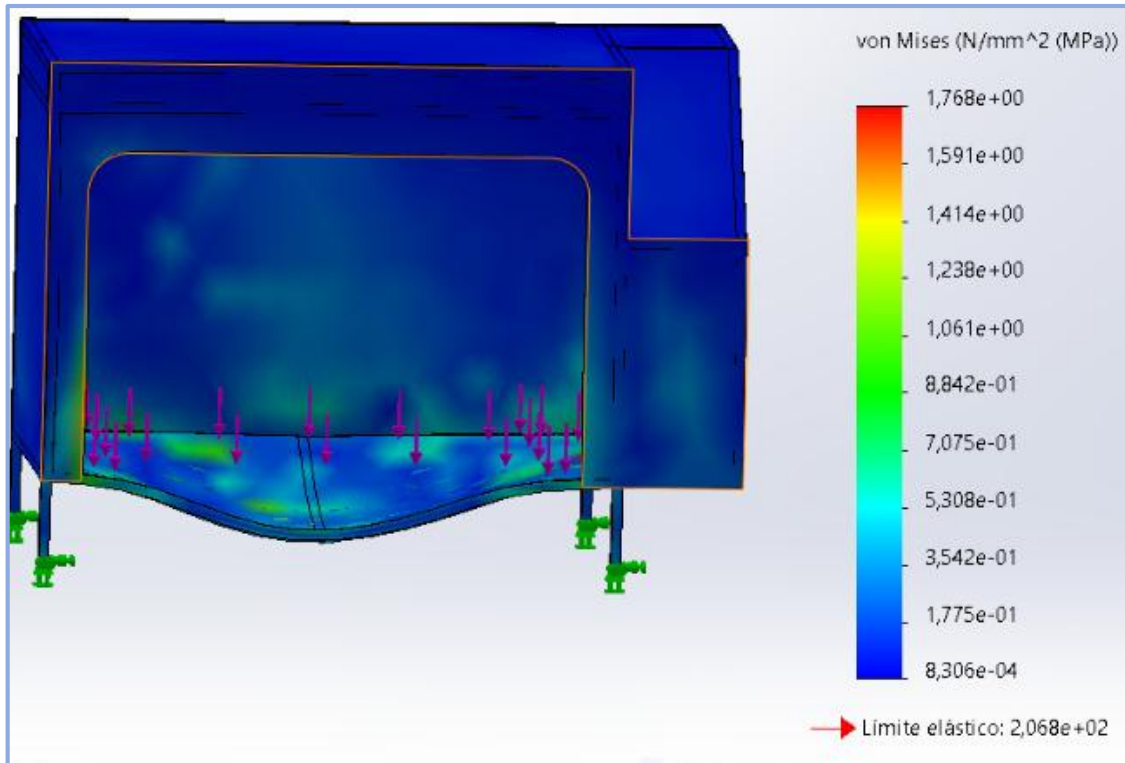


Figura 4.5: Análisis estructural  
Fuente: [Autores]

Mediante el análisis de tensión en la figura 4.5 que se puede notar en la simulación el análisis estático de tensión nodal se nota el valor mínimo de  $8,306e-04$  N/mm<sup>2</sup>, y un valor máximo de  $1,768e+00$  N/mm<sup>2</sup>, se realiza el estudio de las tensiones y deformaciones en la estructura y componentes de la máquina. Mediante el análisis de tensiones se puede determinar la capacidad de carga de la estructura y así se puede detectar puntos débiles o posibles fallos. Como se nota en la simulación no existen puntos débiles o fallos que podrían dañar a la máquina las tensiones mínimas y máximas están correctas para el diseño y construcción de la máquina.

## 4.12 Factor de seguridad

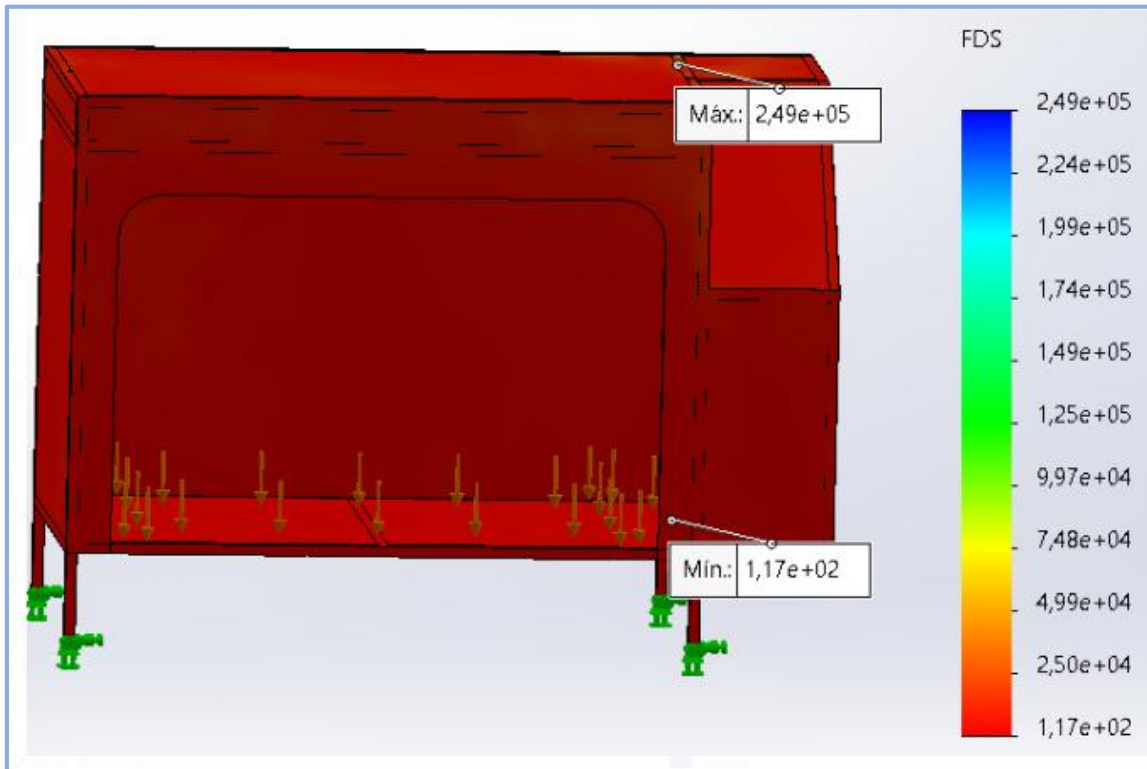


Figura 4.6: Factor de seguridad  
Fuente: [Autores]

El factor de seguridad (FS) es un factor numérico que se utiliza para determinar la relación entre la carga máxima admisible de un elemento estructural y la carga actualmente aplicada. El factor de seguridad se utiliza para asegurar que el elemento estructural puede soportar cargas adicionales sin fallar, como se puede notar en la figura 4.6 de simulación, el factor de seguridad es de  $2,49e+05$ .

El factor de seguridad de  $2,49e+05$ , significa que la carga máxima admisible es dos puntos tres veces mayor que la carga actualmente aplicada. Esto significa que el elemento estructural es capaz de soportar cargas adicionales hasta el límite máximo admisible sin fallar.

La justificación del ACERO AISI 304 que por normativa de salud e higiene se utiliza para construir incubadoras porque es resistente a la corrosión y a la oxidación, lo que garantiza una vida útil prolongada y una limpieza fácil en un ambiente húmedo y cálido, que es el tipo de ambiente necesario para incubadora de perros, o lo que es importante para mantener un entorno saludable y seguro para los perros en desarrollo.

### 4.13 Análisis de tensión

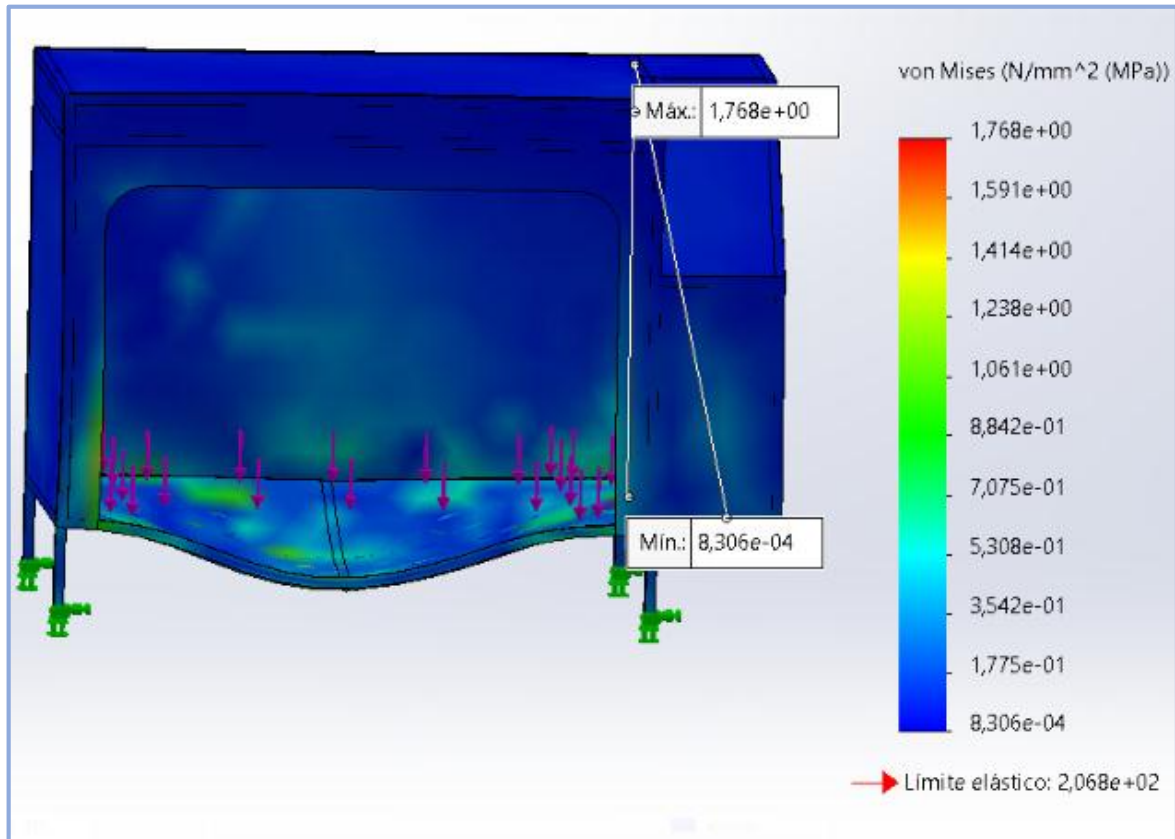


Figura 4.7: Análisis de tensión  
Fuente: [Autores]

Mediante el análisis de tensión en la figura 4.7 se puede notar en la simulación, el análisis estático de tensión nodal se nota el valor mínimo de  $8,306e-04 \text{ N/mm}^2(\text{MPa})$ , y un valor máximo de  $1,768e+00 \text{ N/mm}^2(\text{MPa})$ , se realiza el estudio de las tensiones y deformaciones en la estructura y componentes de la máquina. Mediante el análisis de tensiones se puede determinar la capacidad de carga de la estructura y así se puede detectar puntos débiles o posibles fallos. Como se nota en la simulación no existen puntos débiles o fallos que podrían dañar a la máquina las tensiones mínimas y máximas están correctas para el diseño y construcción de la máquina.

### 4.14 ANÁLISIS TÉRMICO

A continuación, se presentan las fórmulas empleadas para encontrar los resultados en cuanto al análisis térmico de la incubadora.

#### 4.14.1 Análisis térmico de temperatura

Para el análisis térmico la superficie de la rejilla que incide la temperatura se utiliza la siguiente ecuación:

$$S = L \cdot A \quad (4.6)$$

Donde:

S= superficie en m<sup>2</sup>

L= longitud en m

A= Ancho en m

Una vez encontrado la superficie como siguiente paso a considerar es el volumen al interior del habitáculo el cual se calcula con la siguiente ecuación:

$$V = S \cdot h \quad (4.7)$$

Datos:

V= volumen en m<sup>3</sup>

S= superficie m<sup>2</sup>

h= Altura m

#### 4.14.2 Análisis térmico de la temperatura del sólido

El análisis térmico de transferencia de calor por radiación, mediante el uso de 2 lámparas con una potencia de 200W cada una de ellas se realizó la simulación de la distribución de la temperatura mínima y máxima en el habitáculo siendo la mínima de 68.04 °C y en la parte superior se puede notar una parte una temperatura de 468.47 °C y una temperatura constante en todo el habitáculo de 75°C. El análisis térmico de la temperatura de un sólido sirve para medir la cantidad de calor que se libera o se absorbe durante el proceso térmico como se observa en la figura 4.8.

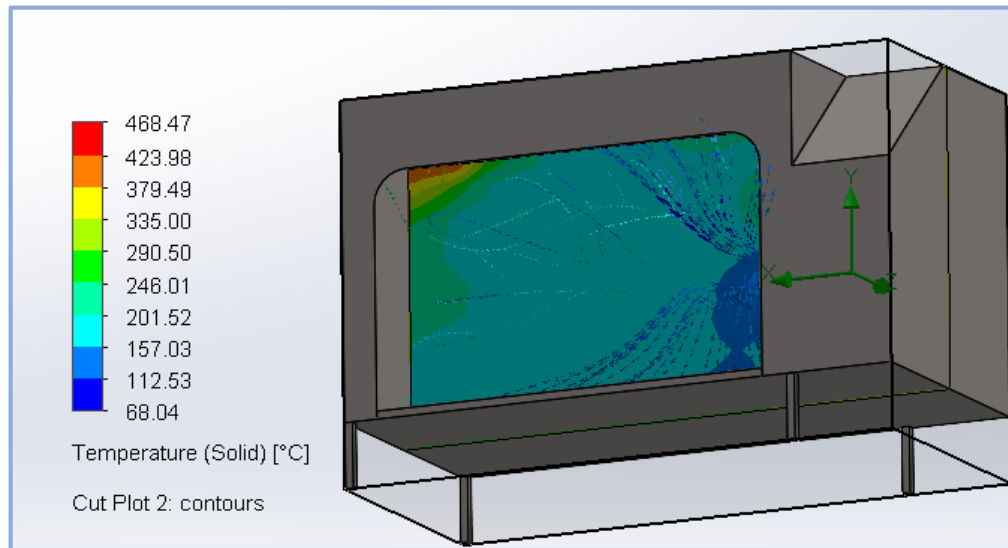


Figura 4.8: Análisis térmico de la temperatura del sólido  
Fuente: [Autores]

#### 4.14.3 Análisis velocidad de entrada del fluido

La velocidad de entrada de fluido es la velocidad con la que el fluido entra en un sistema térmico, como un intercambiador de calor. Esta velocidad es un factor importante en la transferencia de calor y la circulación del fluido a través del sistema en la incubadora. La velocidad de entrada de fluido es de 0.25 m/s una velocidad normal ya que si existiera una velocidad fuerte en este caso de 0.45 m/s puede afectar la eficiencia del sistema, la cantidad de calor transferido y la distribución de temperatura en el fluido. Por lo tanto, es importante controlar y optimizar la velocidad de entrada de fluido para mejorar la eficiencia y el rendimiento del sistema térmico como se muestra en la figura 4.9.

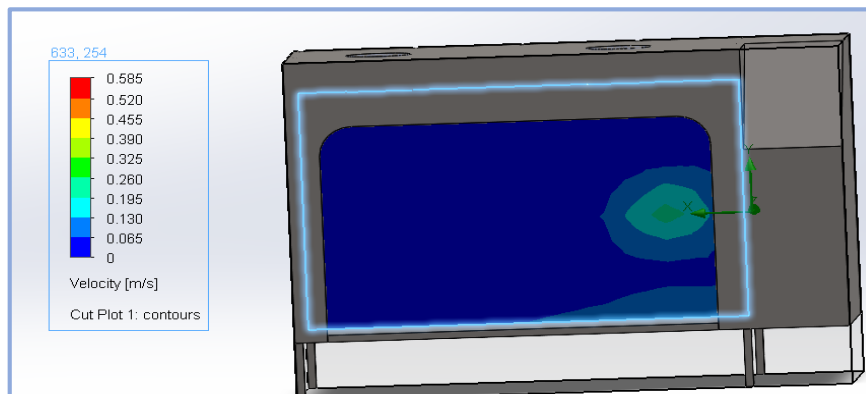


Figura 4.9: Análisis de la velocidad del fluido  
Fuente: [Autores]

#### 4.14.4 Análisis térmico de temperatura de fluido

El análisis térmico de temperatura de fluido se utiliza para evaluar la distribución de temperatura en un fluido que fluye a través de un sistema térmico, como un intercambiador de calor, la trayectoria del fluido es decir el aire y la temperatura en la simulación se tienen en cuenta dos ventiladores uno de entrada de aire y el otro de salida de aire, controlando la oxigenación de aire en el habitáculo con una temperatura mínima de 20.14 °C y una temperatura máxima de 418°C y una temperatura constante por medio de la incubadora de 220°C. Este análisis se realiza mediante la simulación numérica o la medición experimental y puede ayudar a identificar problemas térmicos, optimizar el diseño y mejorar la eficiencia energética como se muestra con la figura 4.10.

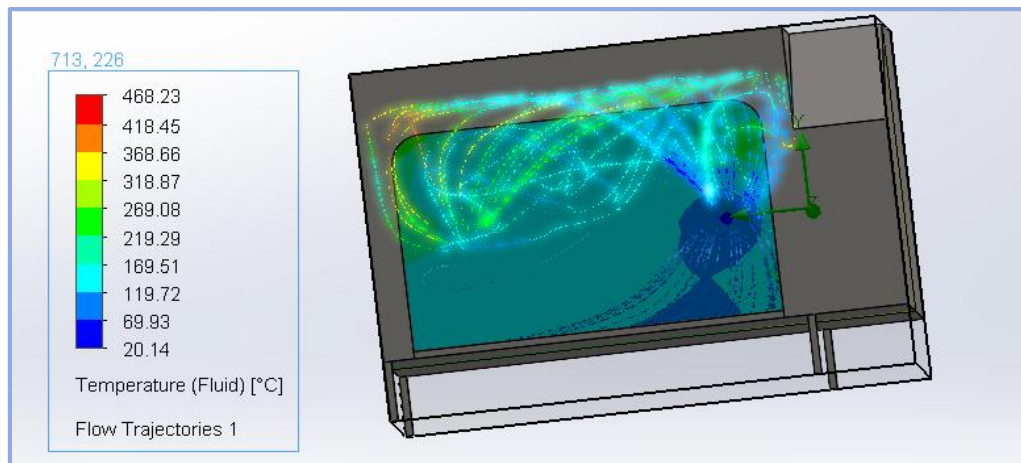


Figura 4.10: Análisis térmico de temperatura de fluido

Fuente: [Autores]

#### 4.14.5 Trayectoria de circulación de temperatura de entrada y salida de aire parte superior

Como se muestra en la simulación la circulación de temperatura y aire que entra mediante el ventilador de impulsión de temperatura, en el habitáculo se puede apreciar que tienen una temperatura de entrada mínima de 20.14 °C expulsando a la parte superior una temperatura promedio de 35 °C y expulsando una temperatura del fluido de 169.59°C como se muestra en la figura 4.11.



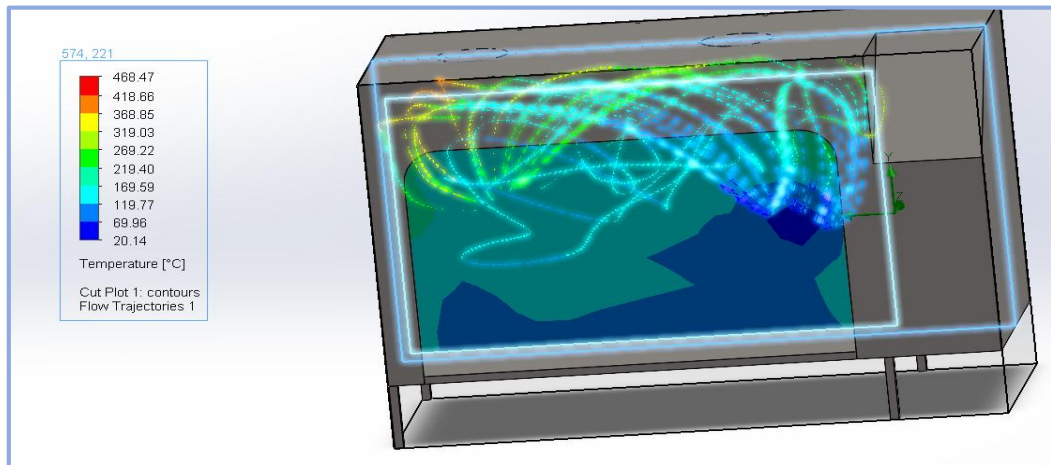


Figura 4.11: Circulación de temperatura de entrada y salida de aire parte superior  
Fuente: [Autores]

#### 4.14.6 Trayectoria de circulación de temperatura de entrada y salida de aire parte inferior

La trayectoria de circulación de temperatura de entrada y salida de aire sigue la temperatura del aire a medida que entra y sale del sistema térmico, como se muestra en la incubadora. La trayectoria está influenciada por la velocidad y la dirección del flujo de aire, y la humidificación, y la cantidad de calor transferido entre el aire y los materiales de la incubadora como se puede notar por la parte inferior de la incubadora se tienen una temperatura de 20°C y una temperatura que circula en el habitáculo de 105°C. La identificación y el análisis de la trayectoria de circulación de temperatura pueden ser útiles para mejorar la eficiencia energética y el confort térmico en la incubadora para obtener el ambiente adecuado para el cachorro.

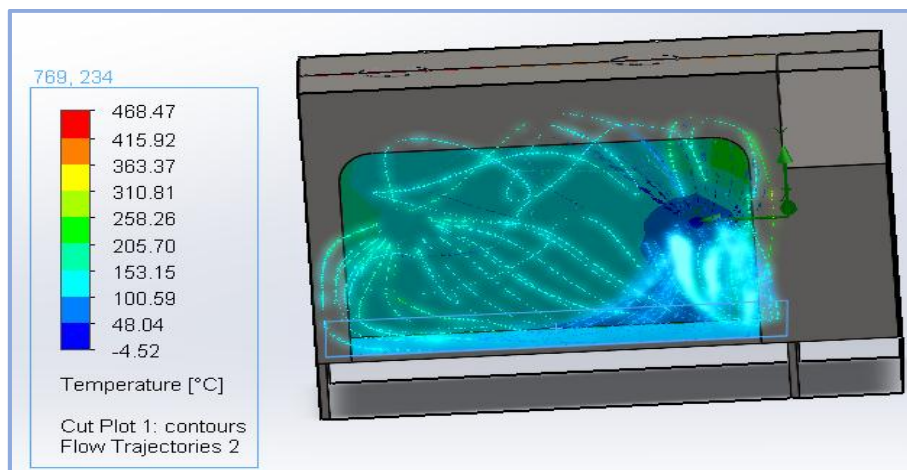


Figura 4.12: Circulación de temperatura de entrada y salida de aire parte inferior  
Fuente: [Autores]

#### 4.15 Diseño de hardware del sistema de control

Para el diseño del hardware en primera instancia se centra en el diagrama de bloques mostrada en la figura 4.8 en donde se aprecia cómo va a realizar el proceso, además de identificar las entradas que son tanto de temperatura, humedad y oxigenación que posteriormente va ingresar datos al microcontrolador esp32 reflejando las salidas y posteriormente viendo las oscilaciones en pantalla.

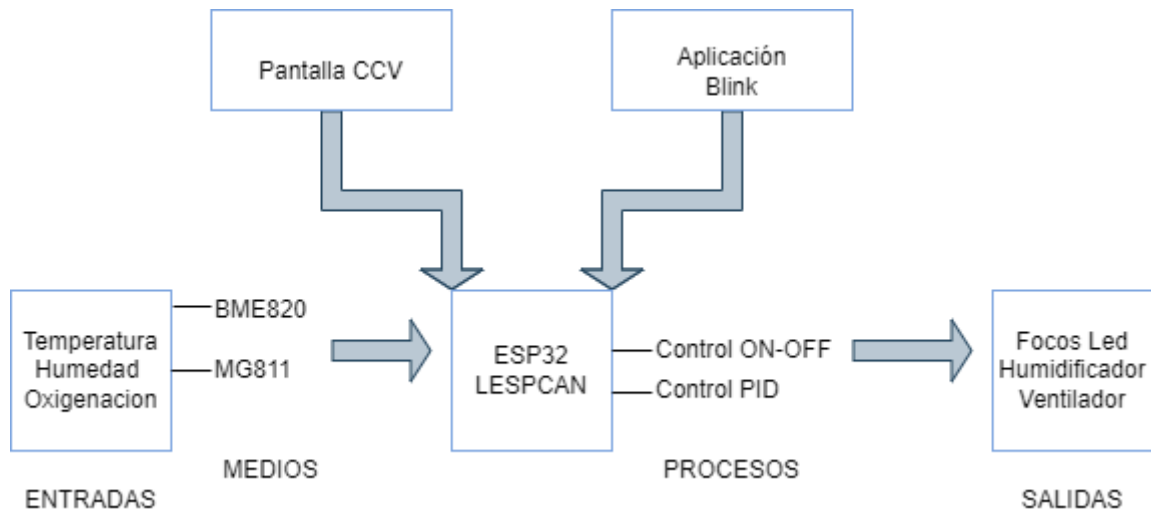


Figura 4.13: Diagrama de bloques  
Fuente: [Autores]

##### 4.15.1 Requerimientos para el desarrollo de programación

###### a. Lenguaje de programación

La elección de un lenguaje de programación adecuado como Java, Python, C++, Arduino UNO o algún otro lenguaje.

###### b. Hardware

El hardware necesario para ejecutar la aplicación, como un ordenador o dispositivo móvil, y la elección de un dispositivo que cumpla los requisitos técnicos necesarios.

###### c. Plataforma

La elección de una plataforma de desarrollo adecuada, como Android o iOS, o la creación de una plataforma web.

#### **d. Bibliotecas y herramientas**

La selección de bibliotecas y herramientas adecuadas para el desarrollo, prueba y publicación de la aplicación.

#### **e. Interfaz de usuario**

El diseño de una interfaz de usuario intuitiva y fácil de usar para el usuario final que en este caso es el médico veterinario.

#### **f. Almacenamiento de datos**

La planificación y diseño de un sistema de almacenamiento de datos que cumpla con los requisitos de la aplicación.

#### **g. Pruebas**

La planificación y ejecución de pruebas para garantizar la funcionalidad y la calidad de la aplicación

La lectura de datos mediante los sensores instalados en el habitáculo, él envió de datos hacia el microcontrolador y el procesamiento que realiza él, para que mande a funcionar los actuadores que en este caso vienen hacer el calefactor, ventilador y humidificador para así poder controlar óptimamente el sistema del habitáculo obteniendo un ambiente confortable y de calidad en el habitáculo.

#### **4.16 Diseño de hardware del sistema de control**

El microcontrolador ESP32 es quien está encargada del control y estabilizar las distintas variables, también se encarga de la adquisición de los datos de los sensores de temperatura y humedad (BME280), y de oxigenación del aire (MG811) además de que el puente H este controlado PID, mientras que con una señal PWM controla la velocidad para sacar el aire de la cabina, en la figura 4.9, se observa el diagrama de proceso de la incubadora.

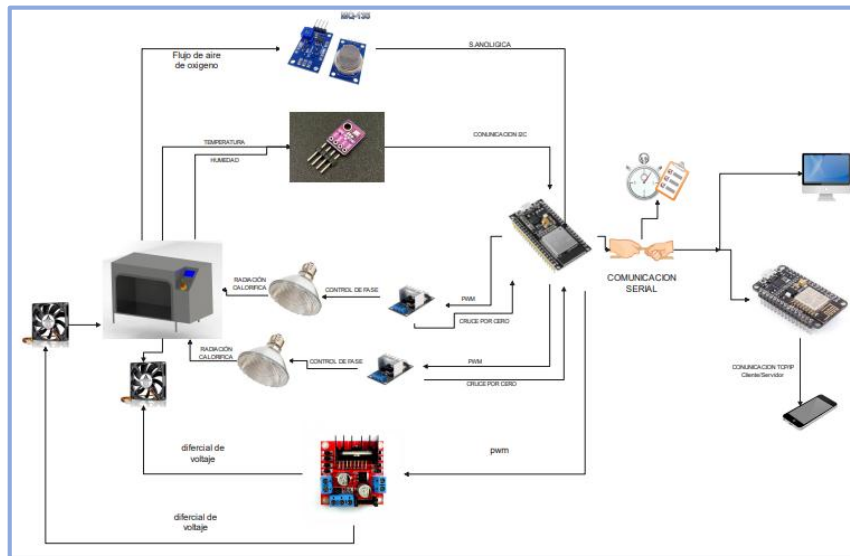


Figura 4.14: Diagrama de proceso  
Fuente: [Autores]

#### 4.17 Diagrama de flujo del proceso de programación por TAD ESP32

El diagrama de flujo de la programación realizado en Arduino se muestra a continuación en la figura 4.10 en donde se visualiza el inicio y como empieza a realizar el algoritmo, para realizar la activación de los diferentes sensores ya sea de humedad, temperatura y oxigenación del aire

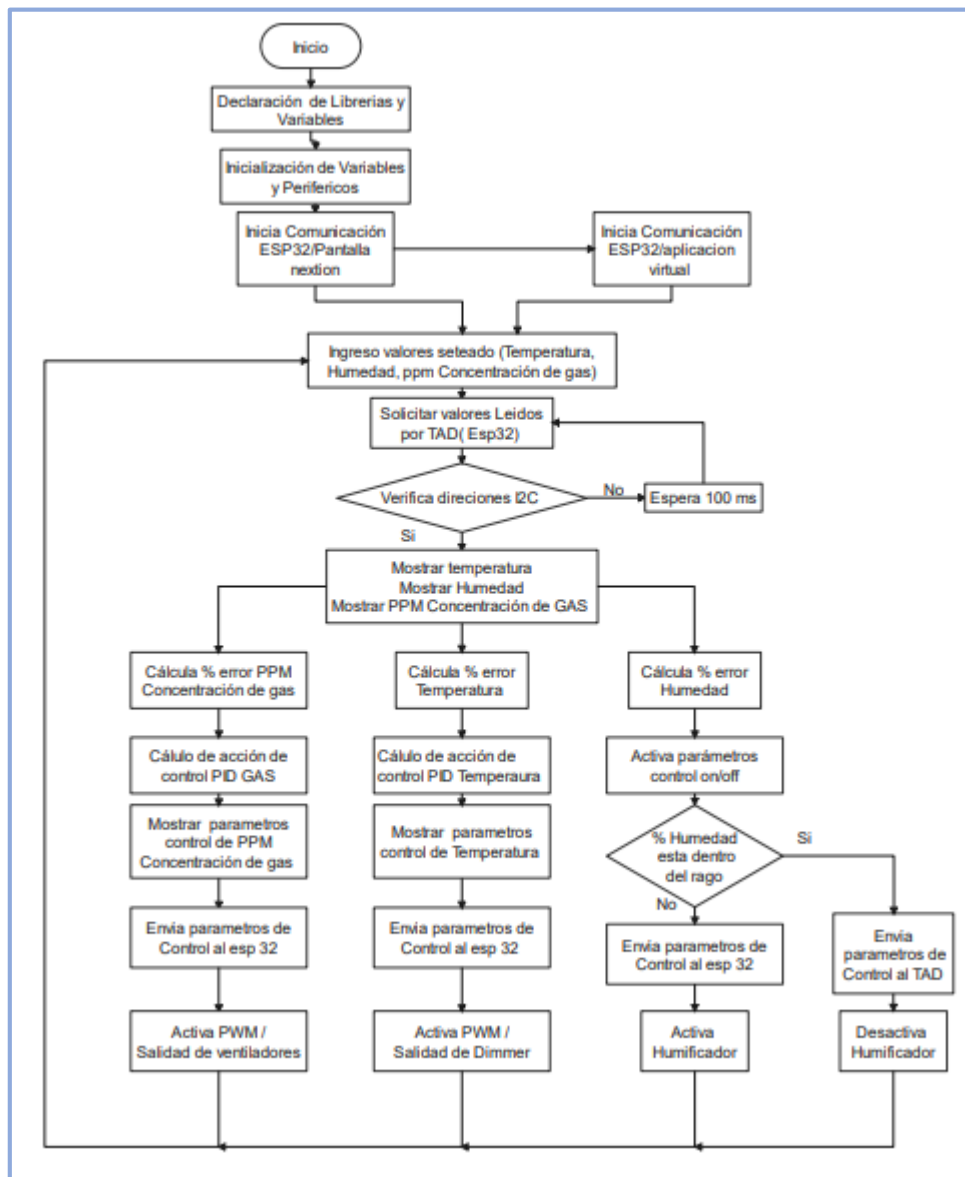


Figura 4.15: Diagrama de Flujo  
Fuente: [Autores]

#### 4.18 Declaración de librería y variables Arduino

Se realiza la declaración de librerías con el fin de incluir funciones adicionales en un sketch programa escrito en el lenguaje de programación de Arduino que no están incluidas de manera predeterminada en el entorno de desarrollo de Arduino.

La declaración de variables en Arduino se realiza con el fin de asignar un espacio en la memoria del microcontrolador para almacenar su valor. Esto permite al sketch acceder y manipular ese valor a lo largo del programa. Por ejemplo, si se desea almacenar la lectura de un sensor en una variable,

se puede declarar una variable para ese valor y asignarle el valor leído del sensor como se muestra en la tabla 4.14.

Tabla 4.14: Declaración de variables en Arduino

Fuente: [Autores]

Librerías	Configuración
#include <Wire.h>	La biblioteca Wire.h proporciona funciones para comunicarse con dispositivos I2C conectados a una placa Arduino utilizando el protocolo I2C. Esto permite que el micro controlador de la placa Arduino se comunique con sensores, de oxigenación del aire, temperatura y humedad.
#include <Adafruit_Sensor.h>	Permite leer a cualquier sensor que se va a utilizar en el habitáculo.
#include <Adafruit_BME280.h>	Permite la lectura del sensor de temperatura y humera BME280
#include <RBDdimmer.h>	Proporciona una interfaz consistente para ajustar el brillo.

#### 4.18.1 Pines de entrada y salida

Los pines de entrada se utilizan para recibir información desde un dispositivo externo, como son sensor de humedad, oxigenación del aire, temperatura.

Los pines de salida se utilizan para enviar información desde el microcontrolador a un dispositivo externo, como un LED o un motor como se muestra en la tabla 4.15.

Tabla 4.15: Pines de entrada y salida

Fuente: [Autores]

Pines de entrada y salida	
pinMode(motor1Pin1, OUTPUT);	Pin de salida para encender o apagar el motor
pinMode(motor1Pin2, OUTPUT);	Pin de salida para encender o apagar el motor
pinMode(luz_pil_1, OUTPUT);	Pin de salida para encender o apagar la luz piloto
pinMode(luz_pil_2, OUTPUT);	Pin de salida para encender o apagar la luz piloto
pinMode(humificador, OUTPUT);	Pin de salida prender o apagar el humidificador
pinMode(rele_aux, OUTPUT);	Pin de salida permite prender o apagar el relé
pinMode(paro_de_emergencia, INPUT_PULLUP);	Pin paro de emergencia como un pin de entrada

### 4.18.2 Declaración de variables y periféricos

La declaración de variables es una parte fundamental de cualquier programa de computadora, ya que permite al programador almacenar y trabajar con diferentes valores en la memoria del computador como se muestra en la tabla 4.16.

Tabla 4.16: Declaración de variables  
Fuente: [Autores]

<b>Variables</b>	<b>Definición</b>
<code>int power_res = 0;</code> <code>int power_ven=0;</code>	Las variables almacenan datos de lectura de los sensores.
<b>Variables censadas</b>	<b>Definición</b>
<code>double Temp_1 = 0;</code> <code>double Temp_2 = 0;</code> <code>double Temp_promedio = 0;</code> <code>double humedad_1 = 0;</code> <code>double humedad_2 = 0;</code> <code>double humedad_promedio = 0;</code>	Variables que se utiliza para almacenar y trabajar con números decimales con precisión doble.

### 4.18.3 Setting PWM properties

En la configuración de las propiedades de las propiedades de una señal PWM, se puede establecer diferentes parámetros para controlar el comportamiento de la señal PWM, como la frecuencia de la señal, el ancho del pulso, el ciclo de trabajo, entre otros. De esta manera se muestra en la tabla 4.17 las señales que van a trabajar con las variables.

Tabla 4.17: Setting PWM  
Fuente: [Autores]

<b>Setting PWM</b>	<b>Definición</b>
<code>#define freq 1000</code> <code>#define pwmChanne 10</code> <code>#define resolution 10</code>	Son señales que van a trabajar con PWM, para las variables de temperatura y humedad.

A continuación, se muestran los sensores de cada una de las variables a trabajar como son BME280 sensor de humedad y temperatura, MG811 Oxigenación del aire como se muestra en la tabla 4.18.

Tabla 4.18: Sensores  
Fuente: [Autores]

<b>Sensores empleados</b>	<b>Definición</b>
<code>int MQ_PIN = 35;</code> <code>Adafruit_BME280 bme</code>	Sensor de nivel de gas Sensor de temperatura y humedad

#### 4.18.4 Control PID

El control PID es un algoritmo de control utilizado para controlar procesos continuos, como la temperatura, El objetivo es lograr una respuesta rápida y precisa, reduciendo el error entre el valor deseado y el valor actual del sistema como se muestra en la tabla 4.19.

Tabla 4.19: Control PID  
Fuente: [Autores]

Control PID	Definición
PID_error = Setpointem - Temp_1; PID_value = Kc * (PID_error + (1 / Tao_I) * Error_INT);	Cálculo de error Cálculo de la salida del controlador PID

#### 4.18.5 Control de temperatura PID

El controlador PID utiliza un algoritmo para calcular una señal de control que se utiliza para ajustar el sistema de calefacción o enfriamiento en función de la diferencia entre la temperatura deseada y la temperatura actual que se requiera en el habitáculo, como se muestra en la tabla 4.20.

Tabla 4.20: Control de temperatura  
Fuente: [Autores]

Variables	Definición
int Setpointem = 30; float sp = 0; float Potencia = 0;	Variables de codificación PID que son las entradas.
Constante de PID	Definición
float Kc = 9; float Tao_I = 80;	Ks: constante proporcional y la constante integral de temperatura Tao: temperatura máxima

#### 4.18.6 Inicio del proceso de control de temperatura

El proceso de control de temperatura se realiza con el fin de mantener una temperatura adecuada en el sistema mediante el uso del calefactor se calienta el habitáculo en donde se encuentra el cachorro, primero se va utilizar sensores para medir la temperatura del sistema en este caso el sensor BME280, luego se realiza la comparación se compara la temperatura medida con la temperatura deseada o consigna.

Luego se realiza la corrección se utiliza dispositivos de control como focos o enfriadores en esta casa ventiladores para ajustar la temperatura y reducir el error entre la temperatura deseada y la temperatura actual de la misma manera pasa con la humedad se realiza el mismo procedimiento



para el control de la humificación de igual manera se controla mediante un ventilador que va a permitir mantener una humedad de acuerdo a las necesidades del cachorro, como se muestra en la tabla 4.21.

Tabla 4.21: Control de temperatura  
Fuente: [Autores]

Inicialización PID	Programación
Se inicia con un tiempo, realizando una lectura del tiempo actual con el anterior y un tiempo al siguiente dato que vayamos a obtener. En función a estas variables se calcula la función de transferencia del PID.	<pre>int Tiempo0 = 0; unsigned long Tiempo_previo = 0; unsigned long Tiempo_actual = 0; int Read_Delay = 1000;</pre>
Variables para control PID	<pre>float PID_error = 0; float previous_error = 0; int PID_value = 0; float Error_INT = 0;</pre>
Límite de salida del controlador	<pre>if (PID_value &lt; 0) {     PID_value = 0; } if (PID_value &gt; 100) {     PID_value = 100; }</pre>
Asignación a la entrada de la planta	Potencia = PID_value;
Reescalar valores del rango de entrada en un rango de salida Valores mínimo y máximo de salida.	<pre>int potin = map(Potencia, 0, 100, MIN_POWER, MAX_POWER); acd.setPower(potin); acd1.setPower(power_ven);</pre>

#### 4.18.7 Inicio del proceso de control de oxigenación del aire

Esta programación va a permitir aumentar o disminuir la cantidad de oxígeno presente en el aire mediante el humidificador y el ventilador, en este caso se utiliza sensores MQ-811 para medir y ajustar la cantidad de oxígeno en el aire para que los cachorros se encuentren saludables de acuerdo a las necesidades que requiera el cachorro como se muestra en la tabla 4.22.

Tabla 4.22: Control de oxigenación  
Fuente: [Autores]

Inicialización PID	Programación
Declaración de variables Pin del sensor Resistencia RL del módulo Resistencia R0 del sensor en kilo ohms	<pre>const int MQ_PIN = 35; const float RL_VALUE = 10; const float R0 = 2;</pre>
Datos para lectura múltiple Tiempo entre muestras Numero de muestras	<pre>const int READ_SAMPLE_INTERVAL = 50; const int READ_SAMPLE_TIMES = 10;</pre>
Calibración de valores del sensor según el Datasheet	<pre>const float X0 = 10; const float Y0 = 2.7; const float X1 = 1000; const float Y1 = 0.3;</pre>
Definir puntos de curva de concentración {X, Y}	<pre>const float punto0[] = { log10(X0), log10(Y0) }; const float punto1[] = { log10(X1), log10(Y1) };</pre>
Calcular pendiente y coordenada abscisas	<pre>const float scope = (punto1[1] - punto0[1]) / (punto1[0] - punto0[0]); const float coord = punto0[1] - punto0[0] * scope;</pre>
Obtención de la resistencia a partir de la lectura	float getMQResistance(int raw_adc)
Obtención de el valor de concentración de CO2	float getConcentration(float rs_ro_ratio)

#### 4.18.8 Control PWM

El control PWM (modulación por ancho de pulso) se utiliza para controlar la velocidad o el brillo de dispositivos eléctricos, como motores, los ventiladores, luces o calefactores que se va utilizar en el habitáculo para controlar el calor del habitáculo mediante ventiladores y también poder dispersar la concentración de CO2, mediante el uso de señales de control de voltaje de ancho de pulso variable, como se muestra en la tabla 4.23.

Tabla 4.23: Control PWM  
Fuente: [Autores]

Control PWM	Programación
Adjunte el canal al GPIO para ser controlado Configurar funcionalidades LED PWM	ledcAttachPin(enableIPin, pwmChannel); ledcSetup(pwmChannel, freq, resolution); ledcWrite(pwmChannel, dutyCycle);
configuración dirección i2c	status = bme.begin(0x76); if (!status) { Serial.println("No encuentra direccion BME 0X76!");
Inicialización del sistema	Serial.begin(9600); Serial.println(F("Initialize System")); acd.begin(NORMAL_MODE, ON); acd1.begin(NORMAL_MODE, ON);
Actuadores en PWM Ventilador de salida	ledcWrite(pwmChannel, dutyCycle); digitalWrite(motorIPin1, LOW); digitalWrite(motorIPin2, HIGH);
Control de relés	digitalWrite(luz_pil_1, LOW); digitalWrite(luz_pil_2, LOW); digitalWrite(humificador, LOW); digitalWrite(rele_aux, LOW);
Envío de datos Envío de datos de temperatura Envío de datos de humedad Envío de datos de concentración de CO2	Serial.print(Temp_1); Serial.print(":"); Serial.print(humedad_1); Serial.print(":"); Serial.print(concentration); Serial.print(":");

#### 4.19 Creación de interfaz gráfica de la incubadora de perros, mediante software NEXTION EDITOR

Se crea la plataforma de interfaz mediante el tamaño, en este caso el tamaño de pantalla es el de 5 pulgadas, se selecciona la posición horizontal 180° para que se pueda visualizar los datos de gráficas de temperatura, humedad y oxigenación del aire de igual manera los datos que arrojan los sensores.

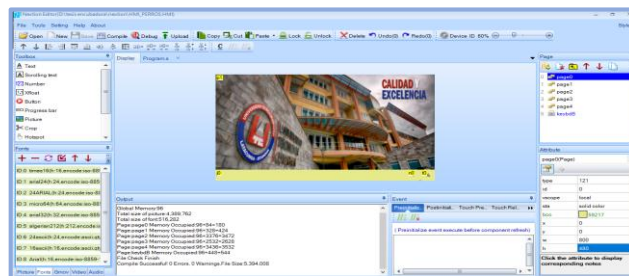


Figura 4.16: Plataforma de creación pantalla Nextion  
Fuente: [Autores]

En la primera pantalla se utilizó un Progress bar como se muestra en la figura 4.16, que se vea al inicio como se va cargando, y programando en la misma aplicación en base a la codificación tipo Arduino ver figura 4.12. Lo importante que se tiene que tomar en cuenta es la velocidad de comunicación a la cual se tenga que comunicar, cómo se está trabajando a una velocidad serial definimos la velocidad de 115200, comando importante antes de inicializar cualquier pantalla, de la misma manera en la programación Arduino ver figura 4.16.



Figura 4.17 : Indicador de Progress bar  
Fuente: [Autores]

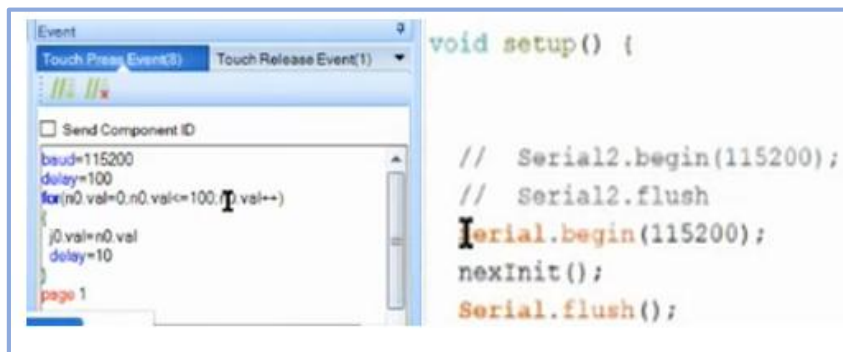


Figura 4.18: Codificación tipo Arduino, velocidad de comunicación y en Arduino  
Fuente: [Autores]

Se agrega imágenes de acuerdo al diseño que se desea realizar, tomar en cuenta el rango de resolución de las imágenes a agregarse, las imágenes se cargan mediante ID ya que vienen hacer el nombre de las imágenes para poder hacer el llamado, de la misma manera para agregar texto en la pantalla se ingresa a la parte de a txt.

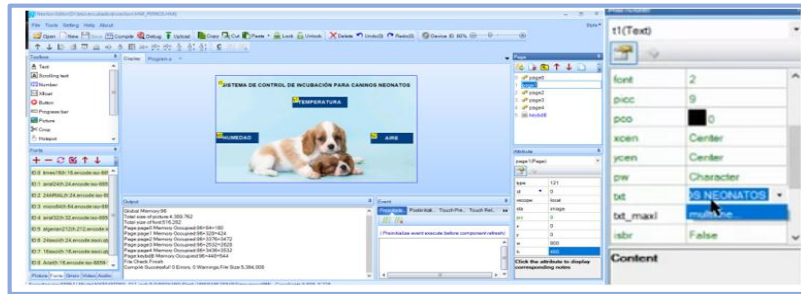


Figura 4.19: Diseño de la interfaz de entrada  
Fuente: [Autores]

De igual forma para ubicar los botones que van a permitir acceder a cada una de las pantallas en donde se pueda visualizar las gráficas de funcionamiento de temperatura, humedad y oxigenación, se caracteriza las diferentes propiedades de los botones. Ver figura 4.20.



Figura 4.20: Colocación de texto y botones de acceso a las pantallas gráficas  
Fuente: [Autores]

#### 4.20 Declaración de pantalla y el HMI de la pantalla Nextion

De la misma manera se realiza para la diferente interfaz de las variables de temperatura, humedad y oxigenación del aire como se encuentra en las figuras (4.21, 4.22, 4.23) tomar en cuenta el IDE para programación de Arduino y sacar los numerales, mediante un Waveform es como un generador de formas para las gráficas.

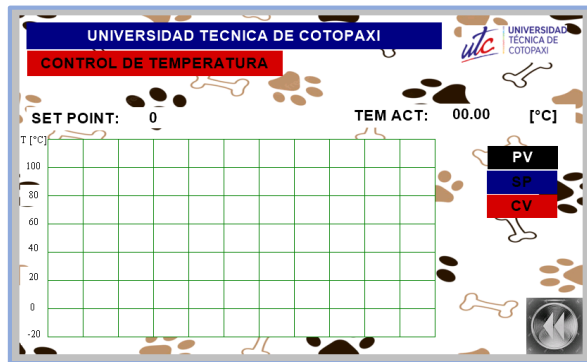


Figura 4.21: Interfaz gráfica de temperatura  
Fuente: [Autores]

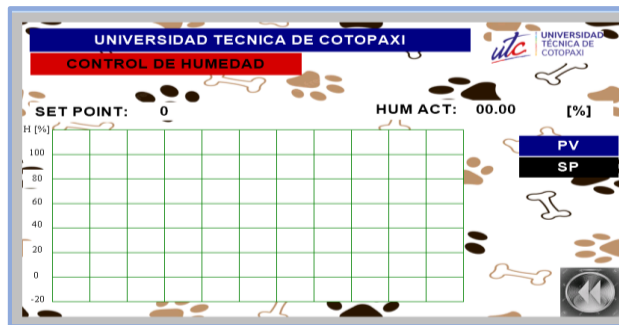


Figura 4.22: Interfaz gráfica de temperatura  
Fuente: [Autores]

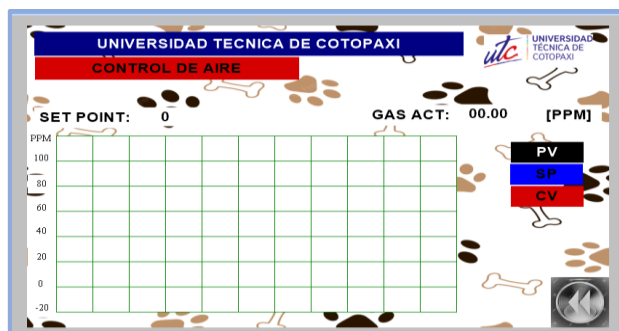


Figura 4.23: Interfaz gráfica de la oxigenación del aire  
Fuente: [Autores]

#### 4.21 Declaración de librerías y variables de la pantalla Nextion

Incluir librerías permitirá importar o incluir datos o especificaciones requeridas al programa, con diferentes funcionalidades que se describirán posteriormente como se muestra en la tabla 4.24.

Tabla 4.24: Librerías y variables de la pantalla Nextion  
Fuente: [Autores]

Librerías	Configuración
#include "Nextion.h"	Nos permite controlar los parámetros de la pantalla Nextion, sirve para interactuar con la pantalla y recibir eventos de entrada de usuario.

#### 4.21.1 Definición de parámetros para el funcionamiento de la pantalla Nextion

Se introducen a una función, procedimiento o método para que puedan ser utilizados en su interior y realizar una tarea específica. Al llamar a una función o método, se deben proporcionar los valores de los parámetros correspondientes para que la función o método pueda ser ejecutado con los datos correctos como se muestra en la tabla 4.25.

Tabla 4.25: Parámetros de funcionamiento de la pantalla  
Fuente: [Autores]

Parámetros de funcionamiento	
NexWaveform temp = NexWaveform (2, 13, "temps0"); NexWaveform hum = NexWaveform (3, 12, "hums0"); NexWaveform gas = NexWaveform (4, 14, "gass0");	NexWaveform específicamente sirve para las gráficas, definimos tres parámetros que son: La página el ID, y el nombre del objeto. De igual forma para la humedad y oxigenación del aire

#### 4.21.2 Declaración de variables numéricas

Elegir el tipo de datos adecuado para la variable numérica que desees almacenar en función de tus requisitos de precisión y tamaño de memoria como se muestra en la tabla 4.26.

Tabla 4.26: Variables numéricas de la pantalla  
Fuente: [Autores]

Declaración de variables	Configuración
NexNumber setpoint_tem = NexNumber(2, 5, "sptem0"); NexNumber setpoint_hum = NexNumber(3, 5, "sphum0"); NexNumber setpoint_gas = NexNumber(4, 5, "spgas0");	Se declara variable tipo numéricos, de la misma manera se trabaja con tres parámetros: página, ID y nombre del objeto, que van a estar configurados en el set point con ello mandamos los datos desde la pantalla hacia el ESP.

### 4.21.3 Declaración de variables de tipo texto

La declaración de variables de tipo textos, con el fin de almacenar lo que se está enviando del ESP hacia la pantalla como se muestra en la tabla 4.27 en la declaración de variables y la definición de botones.

Tabla 4.27: Declaración de tipo texto y botones  
Fuente: [Autores]

Declaración de variables	Configuración
<pre>NexText Vtem = NexText(2, 12, "Vtem"); NexText Vhum = NexText(3, 11, "Vhum"); NexText Vgas = NexText(4, 13, "Vgas");</pre>	Se declara variables tipo texto estas variables se almacenan para ver lo que se está enviando del ESP hacia la pantalla, de la misma manera se trabaja con tres parámetros: página, ID y nombre del objeto, que van a estar configurados en el set point con ello se manda los datos desde la pantalla hacia el ESP.
Definición de botones	Configuración
<pre>NexButton B_luz_on = NexButton(1, 5, "b3"); NexButton B_luz_off = NexButton(1, 6, "b4");</pre>	Se define botones de prendido y apagado del sistema, de la misma manera se trabaja con tres parámetros: página, ID y nombre del botón.

### 4.21.4 Inicialización en void setup

El bloque void setup() en Arduino es un bloque de código que se ejecuta una sola vez al inicio del programa. Se utiliza para inicializar los pines de entrada y salida, establecer las tasas de transmisión para la comunicación serie y realizar cualquier otra configuración necesaria antes de comenzar el bucle principal void loop() como se muestra en la tabla 4.28.

Tabla 4.28: Comunicación serial  
Fuente: [Autores]

Declaración de variables	Configuración
<pre>Serial.begin(115200); nexInit();</pre>	Inicio del proceso de adquisición de datos

### 4.21.5 Proceso de lecturas void loop

El proceso de lectura en el bloque void loop() puede incluir operaciones como la lectura de valores de sensores, el procesamiento de estos valores y la toma de decisiones basadas en ellos, la actualización de la salida y la comunicación con otros dispositivos como se muestra en la tabla 4.29.

Tabla 4.29: Proceso de lecturas



Fuente: [Autores]

Declaración de variables	Configuración
<pre>Serial.flush(); nexLoop(nex_listen_list); setpoint_tem.getValue(&amp;Setpointem); setpoint_hum.getValue(&amp;Setpoinhum); setpoint_gas.getValue(&amp;Setpoingas);</pre>	<p>Serial.flush(); sirve para escuchar los datos que envían al sistema</p> <pre>setpoint_tem.getValue(&amp;Setpointem);</pre> <p>asignación de variables que envía el set point al variable que se tiene almacenado como set point para que se pueda correr el programa y seleccionar el proceso de control.</p>

#### 4.21.6 Envío de salidas de datos para gráficos de temperatura, humedad y oxigenación del aire

Para enviar datos desde Arduino a una pantalla Nextion para su visualización en forma de gráficas, se puede utilizar el protocolo de comunicación serie. Código para enviar una variable numérica desde Arduino a una pantalla Nextion, como se muestra la declaración de variables para la temperatura en la figura 4.30, de la misma forma para las variables de humedad en la figura 4.31 y para las variables de oxigenación de aire en la figura 4.32.

Tabla 4.30: Datos para la gráfica de temperatura

Fuente: [Autores]

Declaración de variables temperatura	Configuración
<pre>tem_env = map(Temp_promedio, -20, 120, 0, 281); temPID_env = map(Potencia, -20, 120, 0, 281); tem_SP_env = map(Setpointem, -20, 120, 0, 281); temp.addValue(0, tem_env); temp.addValue(1, tem_SP_env); temp.addValue(2, temPID_env);</pre>	<p>Se envía datos a la gráfica mediante un mapeo, en donde va estar ubicado de acuerdo a las temperaturas de mapeo.</p> <p>Se selecciona datos que se ha calibrado, para enviar se selecciona el nombre de la variable, se añade el valor a que canal se quiere enviar, y el dato que se quiere enviar. En el canal 2 se envía el set point Y en el canal 3 se envía la variable del PID.</p>

Tabla 4.31: Datos para la humedad

Fuente: [Autores]

Declaración de variables humedad	Configuración
<pre>hum_env = map(humedad_promedio, -20, 120, 0, 281); hum_SP_env = map(Setpoinhum, -20, 120, 0, 281); hum.addValue(0, hum_env ); hum.addValue(1, hum_SP_env);</pre>	<p>Se envía datos a la gráfica mediante un mapeo, en donde va estar ubicado de acuerdo a la humedad de mapeo.</p> <p>Se selecciona datos calibrados, para enviar se selecciona el nombre de la variable, se añade el valor a que canal que se quiere enviar, y el dato que se quiere enviar. En el canal 2 se envía el set point Y en el canal 3 se envía la variable del PID.</p>

Tabla 4.32: Datos de oxigenación del aire  
Fuente: [Autores]

Declaración de variables oxigenación del aire	Configuración
<pre>gas_env = map(concentration, 0, 50000, 0, 281); gasPID_env = map(Setpoingas, 0, 50000, 0, 281); gas_SP_env = map(PID_valueG, -20, 120, 0, 281); gas.addValue(0, gas_env); gas.addValue(1, gasPID_env); gas.addValue(2, gas_SP_env);</pre>	<p>Se envía datos a la gráfica mediante un mapeo, en donde va estar ubicado de acuerdo a la oxigenación del aire de mapeo, Mapeo de 0 a 50000 en humidificación</p> <p>Se selecciona datos calibrados, para enviar se selecciona el nombre de la variable, se añade el valor a que canal que se quiere enviar, y el dato que se quiere enviar.</p> <p>En el canal 2 se envía el set point</p> <p>Y en el canal 3 se envía la variable del PID.</p>

#### 4.21.7 Envió de variable de texto

Para enviar variables de texto desde Arduino, se puede usar la función `Serial.println()` para imprimir la variable y el puerto serie para enviar los datos a otro dispositivo, como se muestra 4.33.

Tabla 4.33: Variables de texto  
Fuente: [Autores]

Declaración de variables	Configuración
<pre>char conversiontemp[10]; dtostrf(Temp_promedio, 4, 2, conversiontemp); //sprintf(conversionpres,"%d",lectura); Vtem.setText(conversiontemp);  char conversionhum[10]; dtostrf(humedad_promedio, 4,2, conversionhum); //sprintf(conversionpres,"%d",lectura); Vhum.setText(conversionhum);  char conversiongas[10]; dtostrf(concentration, 4, 2, conversiongas); //sprintf(conversionpres,"%d",lectura); Vgas.setText(conversiongas);</pre>	<p>Se declara un vector de 10 posiciones para realizar una conversión, la variable de tipo flotante a conversión de un valor de tipo texto, para almacenar todos los valores que se está leyendo, con el punto decimal. De la misma manera para las tres variables de temperatura, humedad y oxigenación del aire.</p>

#### 4.22 Función de transferencia del sistema de Primer Orden

A continuación, se realiza el cálculo de la función de transferencia, en donde se genera una señal de tipo escalón, indicando el comportamiento en el controlador PID, reflejando los diagramas de bloques respectivamente como se muestra en las figuras (4.19), (4.20), (4.21).

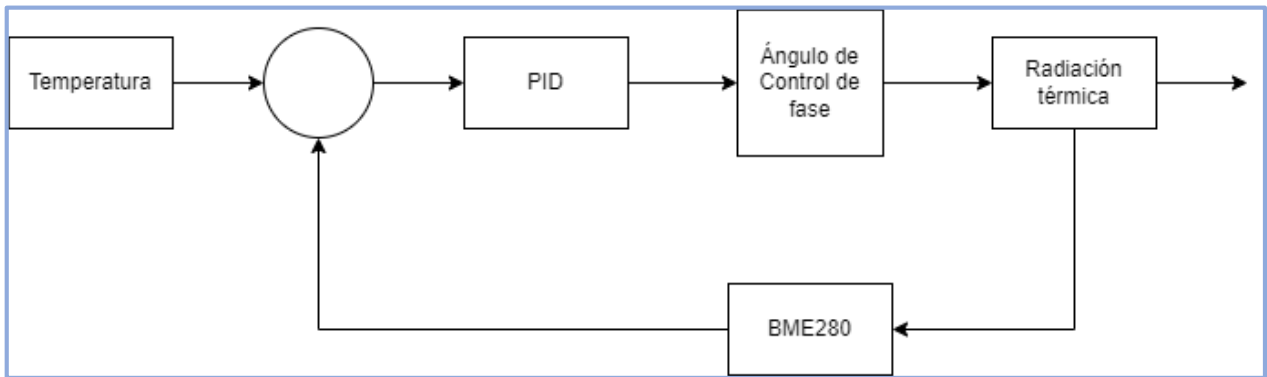


Figura 4.24: Diagrama de bloques PID (Temperatura)  
Fuente: [Autores]

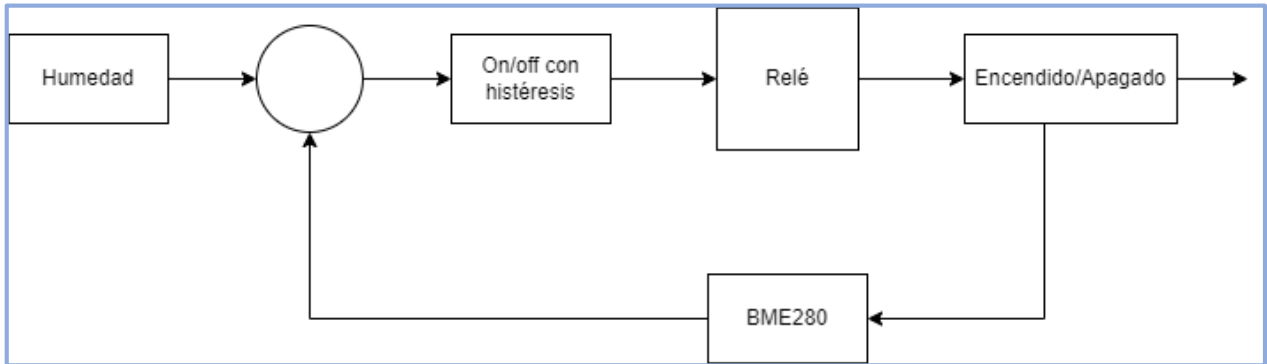


Figura 4.25: Diagrama de bloques Control on/off (Humedad)  
Fuente: [Autores]

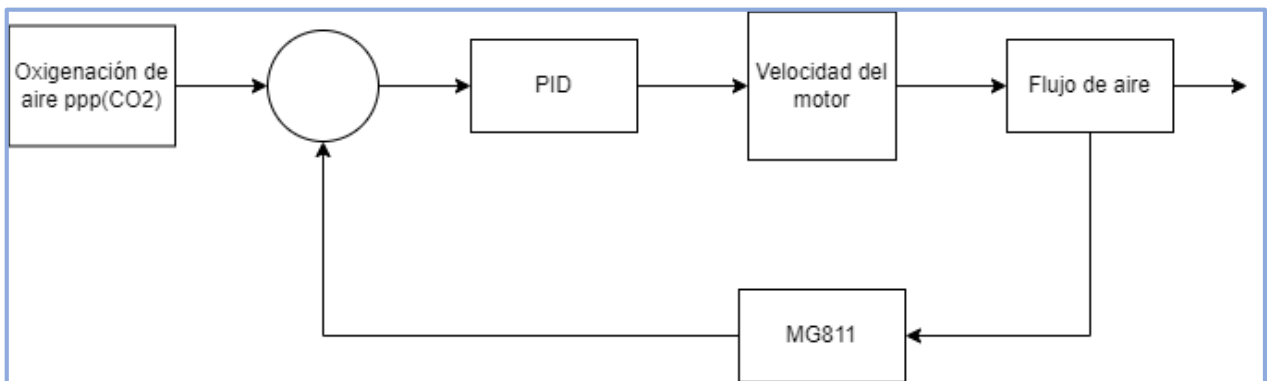


Figura 4.26: Diagrama de bloques PID (Oxigenación)  
Fuente: [Autores]

### 4.23 Ecuaciones características de un sistema de primer orden

La función de transferencia se encuentra a partir de los datos obtenidos en el micro controlador ESP32 y se representa a través de la siguiente ecuación.

$$\frac{H(s)}{\alpha(s)} = \frac{K}{\tau s + 1} \quad (4.8)$$

Datos:

$H(s)$  = humedad relativa final (%)

$\alpha(s)$  = humedad relativa inicial (%)

$K$  = Potencia final

$\tau$  = La constante de tiempo del sistema

#### 4.23.1 Temperatura en función de transferencia ganancia estática

La temperatura en función de transferencia se refiere a cómo la temperatura varía en un sistema debido a la transferencia de calor, la relación de la ganancia entre la entrada y la salida del proceso.

$$K = \frac{T_f - T_i}{P_f - P_i} \quad (4.9)$$

Datos:

$T_f$  = Temperatura final °C

$T_i$  = Temperatura inicial °C

$P_f$  = Potencia final

$P_i$  = Potencia inicial

La función de transferencia de temperatura de estabilización es una ecuación matemática utilizada en control de procesos para describir la relación entre la entrada (temperatura deseada) y la salida (temperatura actual) de un sistema de control de temperatura. Esta función se utiliza para diseñar un controlador para lograr una estabilización rápida y precisa de la temperatura del proceso.

$$\tau = \frac{T_{estable}}{4} \quad (4.10)$$

La función de transferencia del sistema de primer orden de la variable de temperatura se obtiene a través de la ecuación 4.8 mencionada anteriormente.

#### 4.23.2 Humedad en función de transferencia, control on/off

La función de transferencia de un controlador de humedad ON-OFF se refiere a la relación matemática entre la señal de entrada (la medición de humedad) y la señal de salida (el control de la humedad, como el encendido del humidificador). Esta función suele ser una función escalón, donde la salida es un valor constante (encendido o apagado) en función de si la medición de humedad supera o no un umbral predefinido. Este tipo de controlador es simple de implementar, pero puede tener una menor precisión y estabilidad en comparación con los controladores proporcionales, que guardan relación con la entrada y salida del sistema de humidificación mediante la siguiente ecuación.

$$K = \frac{H_{rf} - H_{ri}}{P_f - P_i} \quad (4.11)$$

Datos:

$H_{rf}$  = Humedad relativa final (%)

$T_i$  = Humedad relativa inicial (%)

$P_f$  = Potencia final

$P_i$  = Potencia inicial

Para la humedad relativa logre un estado estable se puede notar en la curva de humedad de la figura 5.2, con un tiempo de 477 segundos para que el sistema se estabilice como indica la ecuación 4.10.

La ecuación de función de transferencia del sistema de primer orden de la variable de humedad se obtiene a partir de la ecuación 4.8.

#### 4.23.3 Función de transferencia de la oxigenación del aire

La oxigenación del aire es el proceso de suministro de oxígeno a un ambiente. La función de transferencia en este contexto se refiere a la cantidad de oxígeno que se transfiere desde el medio

externo al medio interno, en este caso se utiliza un sistema de ventilación, se utiliza el sistema de primer orden, dependiendo del tipo de entrada escalón, para encontrar la ganancia estática de la curva de oxigenación del aire se nota en la figura 5.3.

$$K = \frac{ppm f - ppmi}{Pf - Pi} \quad (4.12)$$

Datos:

ppm = Partes por millón final (ppm)

ppmi = Partes por millón inicial (ppm)

Pf = Potencia final

Pi = Potencia inicial

Para la oxigenación del aire en el interior del habitáculo se logre estabilizar se determina mediante la curva de oxigenación con un tiempo de 37 segundos es el tiempo en el que se logra establecer la oxigenación requerida para los cachorros en el interior del habitáculo y está esta determina mediante la siguiente ecuación 4.10.

La función de transferencia del sistema de primer orden de la variable de oxigenación del aire se obtiene a través de la siguiente ecuación 4.8.

## 5. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS

### 5.1 Dimensionamiento del habitáculo

Para el habitáculo se utiliza la ecuación 4.1 con las unidades en m, mencionadas en el anterior capítulo como se observa en la tabla.

$$V = a * b * h \quad (4.1)$$
$$V = 0,388m * 0,7m * 0,45m$$
$$V = 0,12 m^3$$

Tabla 5. 1: Tabla de resultados habitáculo  
Fuente: [Autores]

Nombre	Ecuación	Resultados
Habitáculo	4.1	0,12 m <sup>3</sup>

### 5.2 Dimensionamiento de la puerta

Para dimensionar la puerta se utiliza la ecuación 4.2 de la siguiente manera:

$$P = 2 h + 2 b \quad (4.2)$$
$$P = 2 (0,36m) + 2(0,29m)$$
$$P = 1,30m$$

Tabla 5. 2: Tabla de resultados puerta  
Fuente: [Autores]

Nombre	Ecuación	Resultados
Puerta	4.2	1,30 m

### 5.3 Análisis del cálculo estructural

#### 5.3.1 Peso de canes

El peso promedio de los cachorros recién nacidos varía dependiendo de la raza del perro. Por ejemplo, los cachorros de razas grandes, como el Gran Danés o el Mastín Napolitano, pueden pesar entre 500 y 600 gramos al nacer, mientras que los cachorros de razas más pequeñas, como el Chihuahua o el Yorkshire Terrier, pueden pesar entre 100 y 150 gramos al nacer. Sin embargo,

estos son solo ejemplos generales y el peso exacto dependerá de cada cachorro en particular. Para calcular el peso de los cachorros se realizó análisis experimentales pesando a los cachorros en una pesadora como se muestra en la gráfica. Dándonos un valor de 1.8 Kg cada uno de los cachorros, la incubadora está diseñada para una camada de 5 cachorros en este caso a cachorros que van desde 2 semanas a 3 meses de nacido, el peso de los cachorros no va interferir en el diseño mecánico debido a que se ha escogido un material adecuado por motivos de limpieza y desinfección del área, y por la resistencia a la corrosión y a la resistencia térmica que tiene en este caso se ha realizado la incubadora con el material Acero inoxidable AISI 304. La construcción de la incubadora está regidas a las normas. En Ecuador, la regulación de la construcción de materiales de salud está a cargo de la regulación de control de medicamentos, alimentos y tecnología médica (ARCSA). Esta agencia es responsable de garantizar la seguridad, eficacia y calidad de los productos médicos y sanitarios en el mercado ecuatoriano. Tal que justifica que el material deberá ser utilizado por motivos de limpieza y utilización médica para la construcción de la máquina, en este caso las normas a las cuales nos debemos regir son las siguientes:

- Reglamento de regulación sanitaria de productos de uso médico (Resolución N° 125-2017-SA)
- Reglamento técnico de productos médicos y sanitarios (Resolución N° 4-2015-SA)
- Ley de Protección de Salud (Ley N° 300)



Figura 5. 1: Peso del cachorro  
Fuente: [Autores]



En este peso se utiliza el peso en kg de un promedio de los canes, que compone la raza pequeña, mediana y grande de esta forma se llega a una masa total el cual se puede emplear la ecuación 4.3 de la siguiente manera.

$$F = mT \cdot g \quad (4.3)$$

$$F = 9kg * 9,8 \frac{m}{s^2}$$

$$F = 88,2 (N)$$

Ya calculado la fuerza es necesario encontrar el valor del esfuerzo admisible empleando la siguiente ecuación 4.4.

$$\sigma \text{ admisible} = \frac{F}{A_0} \quad (4.4)$$

$$\sigma \text{ admisible} = \frac{88,2 (N)}{1,17 \text{ mm}^2}$$

$$\sigma \text{ admisible} = 75,38 \frac{N}{\text{mm}^2}$$

Una vez ya encontrado el esfuerzo admisible, se procede a encontrar el factor de seguridad dado por la ecuación 4.5.

$$FS = \frac{\sigma_{\text{máx}}}{\sigma_{\text{admisible}}} \quad (4.5)$$

$$FS = \frac{206,80 \frac{N}{\text{mm}^2}}{75,38 \frac{N}{\text{mm}^2}} = 2,74$$

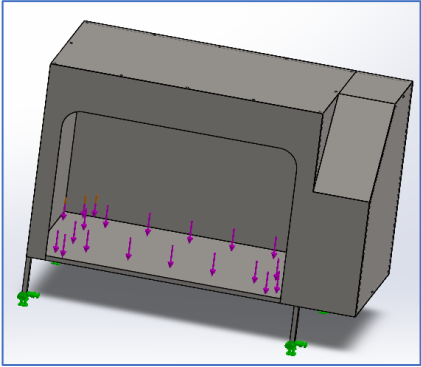
Tabla 5. 3: Resultados análisis estructural  
Fuente: [Autores]

Nombre	Ecuación	Resultados
Fuerza	4.3	88,2 N
Esfuerzo admisible	4.4	$75,38 \frac{N}{\text{mm}^2}$

Factor de Seguridad	4.5	2,74
---------------------	-----	------

#### 5.4 Análisis del resultado Software CAD: SOLIDWORKS (licencia estudiantil)

Tabla 5. 4: Resultados del Software  
Fuente: [Autores]

Referencia de modelo	Propiedades
	Nombre: AISI 304 Módulo elástico: 19000 N/mm <sup>2</sup> Coeficiente de Poisson: 0.29 N/D Módulo cortante: 75000 N/mm <sup>2</sup> Densidad de masa: 8000 kg/m <sup>3</sup> Límite de tracción: 517.017 N/mm <sup>2</sup> Límite elástico: 206.80 N/mm <sup>2</sup> Coeficiente térmico: 1.8e - 05/K Conductividad térmica: 16 $\frac{W}{m \cdot K}$ Calor específico: 500 J/(kg * k)
Nombre	Resultados
Esfuerzo admisible, diseño	75,38
Factor de seguridad	2,74

#### 5.5 Análisis del cálculo térmico

La superficie de la rejilla que índice la temperatura se calcula con la siguiente ecuación 4.6.

$$S = L \cdot A \quad (4.6)$$

$$S = 0.388 \text{ m} \cdot 0.7 \text{ m}$$

$$S = 0.27 \text{ m}^2$$

A continuación, se procede a encontrar el volumen al interior del habitáculo mediante la ecuación 4.7.

$$V = S \cdot h \quad (4.7)$$

$$V = 0.27 \text{ m}^2 \cdot 0.45 \text{ m}$$

$$V = 0.12 \text{ m}^3$$

Tabla 5. 5: Cálculos análisis térmico  
Fuente: [Autores]

Nombre	Ecuación	Resultados
Superficie	4.6	0.27 m <sup>2</sup>
Volumen	4.7	0.12 m <sup>3</sup>

## 5.6 Análisis del cálculo térmico

La temperatura en función de transferencia se refiere a cómo la temperatura varía en un sistema debido a la transferencia de calor, que guardan relación entre la entrada y salida del sistema definida por la siguiente ecuación 4.8.

$$K = \frac{Tf - Ti}{Pf - Pi} \quad (4.8)$$

$$K = \frac{40 - 20.29}{100 - 0} = 0.1971$$

El tiempo de estabilización se determina mediante la curva de análisis que se realizó mediante el análisis en el interior del habitáculo y el tiempo se determina mediante la siguiente ecuación 4.10, en un tiempo de 419 segundos se logra estabilizar el sistema como se muestra en la figura 5.2.

$$\tau = \frac{T_{estable}}{4} \quad (4.10)$$

$$\tau = \frac{419 \text{ s}}{4}$$

$$\tau = 104.75 \text{ s}$$

La función de transferencia del sistema de primer orden de la variable de temperatura se obtiene a través de la ecuación 4.8.

$$\frac{H(s)}{\alpha(s)} = \frac{K}{\tau s + 1} \quad (4.8)$$

$$\frac{H(s)}{\alpha(s)} = \frac{0.1971}{104.75 \text{ s} + 1}$$

En la tabla 5.6 se muestran las diferentes temperaturas que mide el sensor de temperatura de acuerdo al tiempo, es por ello que se eligen datos que lleguen al valor de temperatura adecuada.

Tabla 5. 6: Datos de sensor de temperatura

Fuente: [Autores]

Datos del Sensor de temperatura		
Tiempo (s)	Set point (°C)	Temperatura (°C)
4	35	31,42
32	35	31,38
62	35	32,17
91	35	33,18
123	35	33,96
155	35	34,46
185	35	34,74
220	35	34,82
248	35	35,07
281	35	35,44
308	35	35,63
341	35	35,75
371	35	35,47
400	35	35,28
432	35	34,9
461	35	34,85

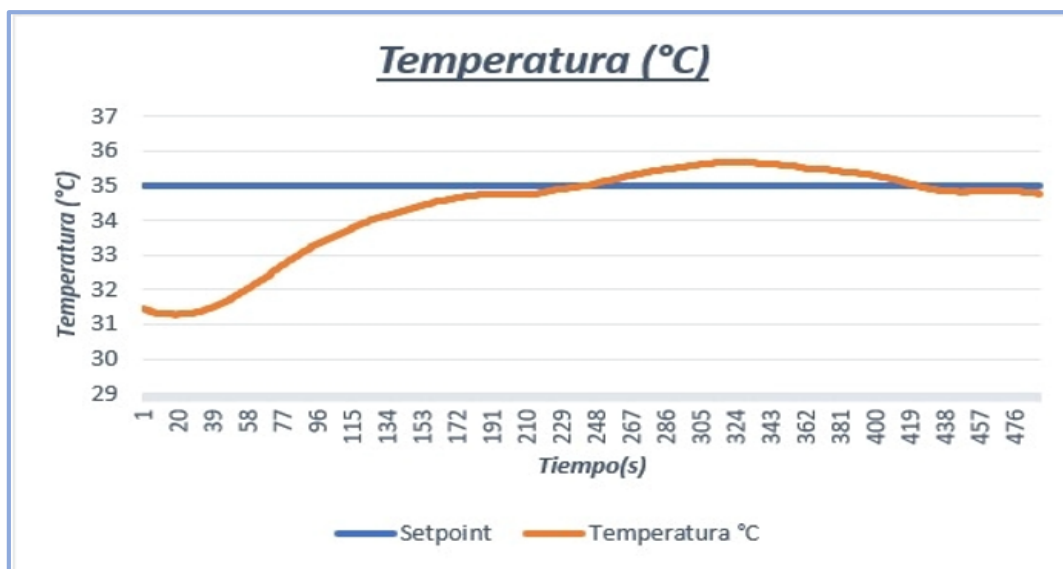


Figura 5. 2: Curva de temperatura vs tiempo

Fuente: [Autores]

Como se puede mostrar en la figura 5.2 una curva con los datos obtenidos mediante el sensor de temperatura que se encuentra en el habitáculo, la curva de temperatura con datos obtenidos

mediante set point, se observa un gráfico que varía la temperatura en relación con el tiempo. El set point se refiere al valor de temperatura deseado que en este caso se encuentra programado en un valor de set point de 35 ya que es la temperatura máxima a la que el cachorro puede encontrarse en el habitáculo, en la curva de temperatura, en el segundo 2.48 llega al valor del set point programado se puede notar una ligera subida de temperatura es decir tiene fluctuaciones hasta estabilizarse el sistema para así mantener la temperatura deseada en el habitáculo como se puede notar en la curva el sistema va manteniendo su temperatura es el segundo 438.

### 5.6.1 Ganancia estática, constante de tiempo de Humedad relativa

La ganancia estática se refiere a la relación entre la cantidad de señal de salida y la cantidad de señal de entrada de un sistema, cuando la señal de entrada es constante. En el caso de la humedad relativa, la ganancia estática se refiere a la relación entre la humedad relativa medida y la humedad relativa real que se determina mediante la siguiente ecuación 4.11.

$$K = \frac{Hrf - Hri}{Pf - Pi} \quad (4.11)$$

$$K = \frac{56 - 47.89}{100 - 0} = 0.0811$$

La constante de tiempo sé que tarda un sistema en alcanzar el 63,2% de su respuesta final a una señal de entrada cambiante. En el caso de la humedad relativa, la constante de tiempo se refiere al tiempo que tarda en medir la humedad relativa después de un cambio en la humedad ambiente. Para la humedad relativa logré un estado estable se puede notar en la curva de humedad de la figura 5.3, con un tiempo de 477 s para que el sistema se estabilice y sea adecuado para el interior del habitáculo.

$$\tau = \frac{T_{estable}}{4} \quad (4.10)$$

$$\tau = \frac{477 \text{ s}}{4}$$

$$\tau = 119.25 \text{ s}$$

La Función de transferencia del sistema de primer orden de la variable de humedad se obtiene mediante la siguiente ecuación 4.8.

$$\frac{H(s)}{\alpha(s)} = \frac{K}{\tau s + 1} \quad (4.8)$$

$$\frac{H(s)}{\alpha(s)} = \frac{0.0811}{119.25 s + 1}$$

En la tabla 5.7 se mencionan los valores de humedad de algunos de los datos arrojados por el sensor.

Tabla 5. 7: Datos del sensor de Humedad  
Fuente: [Autores]

<b>Datos del Sensor de Humedad</b>		
<b>Tiempo (s)</b>	<b>Set point ()</b>	<b>Humedad (%)</b>
3	65	28,14
33	65	28,3
67	65	27,5
97	65	26,78
126	65	26,3
156	65	26,01
189	65	25,48
219	65	25,47
251	65	25,3
278	65	25,08
310	65	24,88
341	65	24,81
370	65	24,94
403	65	25,18
434	65	25,41
465	65	25,4

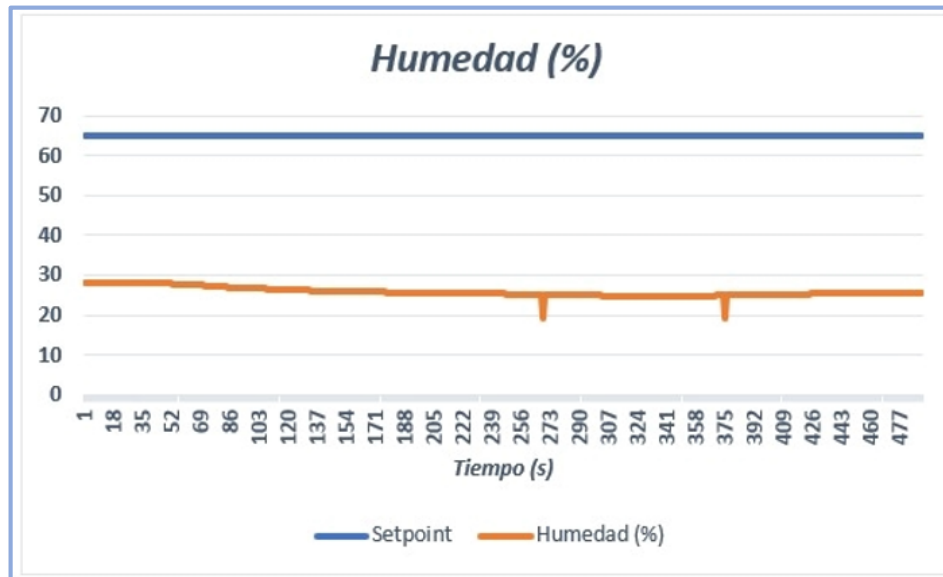


Figura 5. 3: Curva humedad vs tiempo  
Fuente: [Autores]

Como se muestra en la figura 5.3 la línea de color azul es el set point de 65 % ya que hay que tener en cuenta que la humedad de la habitación oscile entre un 55% a un 65% de esta manera se ha tomado como dato el set point máximo de 65% de humedad, el set point en la figura 5.3 la humedad varia en relación con el tiempo, el set point hace referencia al valor deseado o programado que tiene el sistema para de esta manera comparar el valor para así determinar si el sistema está funcionando adecuadamente cabe recalcar que el sistema va a tener fluctuaciones hasta llegas al nivel de estabilizarse y tener una ambiente confortable en el habitáculo como se muestra en la gráfica la curva de humedad se encuentra en los 28 a 30% de humedad eso quiere decir que el sistema requiere de humidificación en el habitáculo por lo que la lectura de datos va a mandar actuar al humificador para que suba el nivel de oxigenación de acuerdo a los requerimientos del cachorro y de esta manera establecer el valor de set point deseado.

### 5.6.2 Ganancia estática, constante de tiempo de oxigenación del aire

La ganancia estática en relación a la oxigenación del aire se refiere a la relación entre la cantidad de oxígeno medida en un ambiente y la cantidad de oxígeno real en el ambiente. La ganancia estática puede variar dependiendo del equipo utilizado para medir la oxigenación del aire y las condiciones ambientales, se determina mediante la siguiente ecuación 4.12.

$$K = \frac{ppm f - ppmi}{Pf - Pi} \quad (4.12)$$

$$K = \frac{4000 - 1766.32}{100 - 0} = 22.33$$

La oxigenación del aire en el interior del habitáculo logre un estado estable se determina mediante la curva de oxigenación del aire con un tiempo de 476 segundos. El sistema se estabiliza haciendo confortable el ambiente del habitáculo. El tiempo viene determinado mediante la siguiente ecuación 4.10.

$$\tau = \frac{T_{estable}}{4} \quad (4.10)$$

$$\tau = \frac{476 s}{4}$$

$$\tau = 119 s$$

La Función de transferencia del sistema de primer orden de la variable de oxigenación del aire se obtiene a través de la ecuación 4.8.

$$\frac{H(s)}{\alpha(s)} = \frac{K}{\tau s + 1} \quad (4.8)$$

$$\frac{H(s)}{\alpha(s)} = \frac{22.33}{119 s + 1}$$

En la tabla 5.8 se muestra los datos obtenidos gracias al sensor de oxigenación la cual se toma los datos necesarios para poder realizar la curva de la misma comprobando de esta manera el funcionamiento del sensor.

Tabla 5. 8: Datos del sensor de oxigenación  
Fuente: [Autores]

Datos del Sensor de Oxigenación		
Tiempo (s)	Set point ( )	Oxigenación (ppm)
6	4000	4240,87
32	4000	3525,51
62	4000	3917,31
97	4000	4031,62



127	4000	3893,69
157	4000	4023,59
186	4000	4322,66
214	4000	3686,14
255	4000	4028,63
282	4000	3977,95
307	4000	3966,47
340	4000	4136,17
374	4000	4034,99
402	4000	4122,4
434	4000	3978,06
469	4000	3997,98

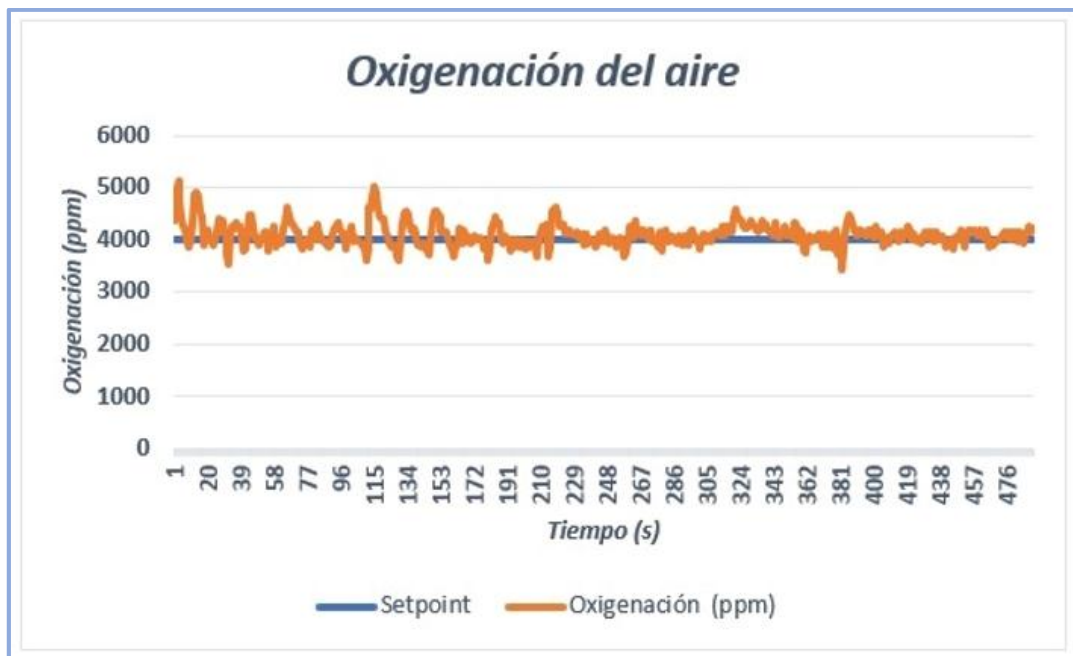


Figura 5. 4: Curva de oxigenación del aire vs tiempo  
Fuente: [Autores]

Como se muestra en la figura 5.4 la curva de set point se ha establecido en un valor de 4000 ya que la sensibilidad del sensor MG811 está en un rango de 100 a 1000 ppm, de esta manera se ha calibrado el sensor es decir la oxigenación admisible en el habitáculo es de 60 a 70% y puede disminuir hasta el 30% la saturación de oxígeno por lo que sea a calibrado el set point en un valor de 4000 esto quiere decir que está en un rango de trabajo de 40% rango adecuado de oxigenación del aire como se observa en la figura, la curva de oxigenación que es recibida mediante el sensor la curva tiene muchas perturbaciones esto es debido que está entrando y saliendo la purificación del aire al inicio hasta que el sistema logre estabilizarse, como se puede notar en el segundo 457 el

sistema tienen menores perturbaciones y está logrando estabilizarse para tener un ambiente cómodo para el cuidado del cachorro.

### 5.7 Pruebas realizadas con cámara térmica PK80

Las imágenes de distribución de calor se obtuvieron gracias a la cámara térmica PK80, en donde en la figura 5.5 se puede observar que la distribución lumínica es simétrica, y además de presentar una temperatura, que en este caso la carga lumínica va a ser directamente proporcional a la temperatura que se va a administrar, esto debido a la potencia de los focos de esta manera evidenciando que existe contaminación por temperatura igual en toda la cámara.

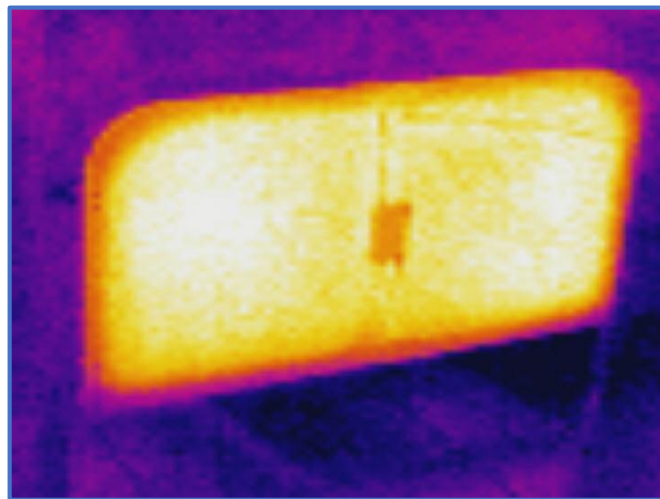


Figura 5. 5: Pruebas realizadas con la cámara térmica  
Fuente: [Autores]

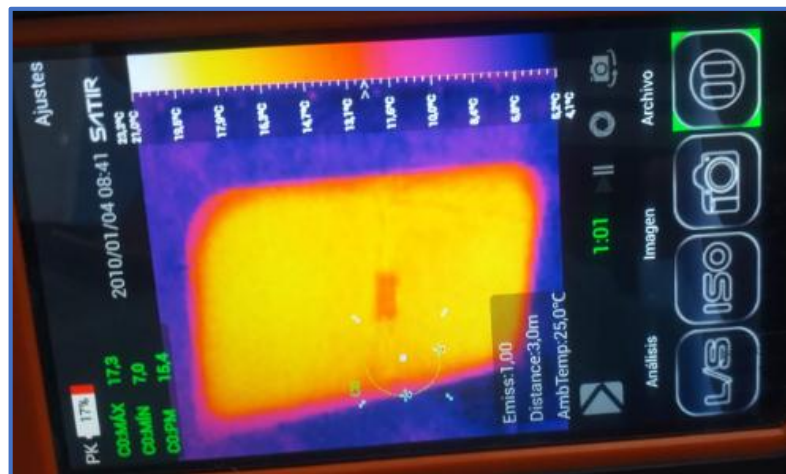






Figura 5. 6: Temperatura de la incubadora  
Fuente: [Autores]

Como se puede apreciar en la figura 5.6 al emplear una temperatura se observa la concentración de calor distribuyéndose por todo el habitáculo por lo que los sensores cumplen su función de lectura de datos, evidenciando en la figura que la distribución lumínica es simétrica.

### 5.8 Lecturas de Temperatura con instrumentos de medición

Los datos de temperatura que se muestran en la tabla 5.9 se desarrollaron en el rango de temperatura mínima de 22 °C a 32 °C máxima. En la primera columna corresponde a los valores del sensor BME280, mientras que en la segunda columna los valores a través de un Termómetro Fluke 561, y por último los valores en un Anemómetro CR2032, además de muestras en el Anexo VIII. Equipos de medición los datos de temperatura tomados de cada uno.

Tabla 5. 9: Lecturas de temperatura con instrumentos de medición  
Fuente: [Autores]

Temperatura referencia (°C)	BME280 	Fluke 561 	Anemómetro CR2032 	Infrared Camera 
22	21.95	21.7	21.5	21.9
24	23.8	23.9	23.8	23.96
26	25.6	25.8	25.7	25.2
30	29.65	29.5	29.1	29.8
32	31.9	31.5	31.6	31.8
35	34.95	34.3	34.97	34.5

### 5.9 Análisis del cálculo térmico

Se realizaron pruebas experimentales con la incubadora probando los sensores de temperatura en este caso se introduce un cachorro en el habitáculo para ver su comportamiento, como se puede apreciar en la figura 5.7. Primeramente se introduce un set point es decir la temperatura a la cual el cachorro necesite de inmediato si la temperatura esta baja se procederá a encender los focos para calentar el habitáculo en este caso se ha introducido un set point de 30°C, para la demostración se puede notar como la intensidad de luz aumenta de acuerdo a la temperatura que deseemos colar si la temperatura ya excede los 30°C la luminosidad de la lámpara tiende a bajarse y a mantenerse mediante el control PID se control la luminosidad de la temperatura con el fin de asegurar un ambiente adecuado para el desarrollo del cachorro., también se aprecia la gráfica de la curva de funcionamiento del set point que en este caso es el de color azul mostrando un valor de 30°C, el

valor de PV el valor actual del proceso podemos observar cómo se tiende a subir de acuerdo a la temperatura del habitáculo, el valor de CV viene a ser el control de variable que es el 100% y tiende a bajarse de acuerdo a la temperatura que necesite en el habitáculo para así tener un ambiente confortable en el habitáculo.

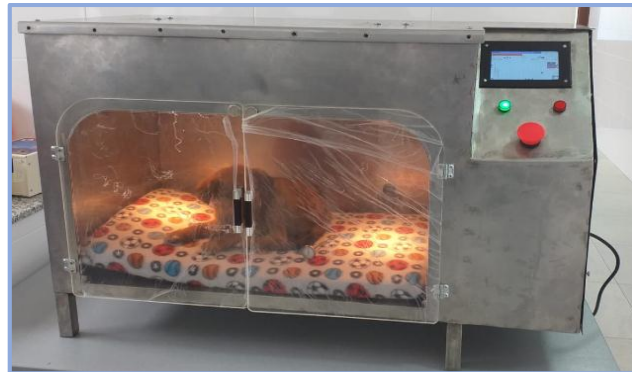


Figura 5. 7: Incubadora en el Centro Veterinario  
Fuente: [Autores]

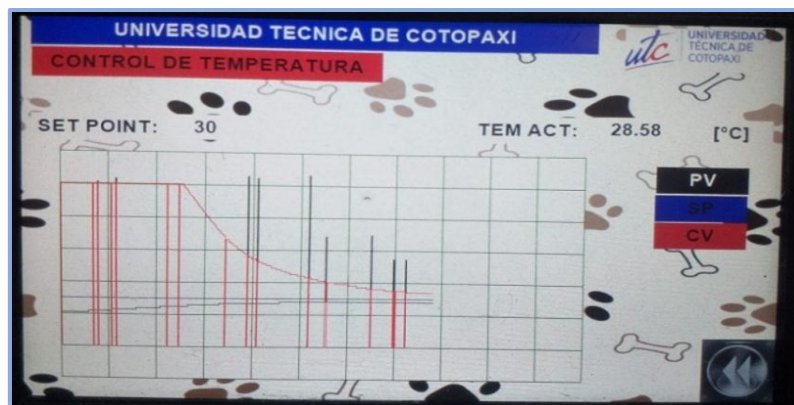


Figura 5. 8: Practica experimental de temperatura mediante Set point  
Fuente: [Autores]

### 5.10 Análisis del cálculo de humedad

La humedad es un factor crítico en el crecimiento y desarrollo de los cachorros, por lo que es importante mantenerla en un nivel controlado y estable. Por eso en este caso se ha considerado realizar el control mediante On - Off lo cual facilita el control de humedad adecuado en el interior de la incubadora en este caso el PV es la lectura actual de humedad de la incubadora, el SP es el

valor deseado de humedad establecido de acuerdo a como lo requiera el cachorro, como se muestra en la figura 5.9 el PV se tiende a subir para compensar el valor de humedad que se ha ubicado en el set point después se puede notar la estabilización de la humedad manteniéndose en una humedad de 34.33 %.



Figura 5. 9: Práctica experimental del control de humedad con un valor de Set point  
Fuente: [Autores]

### 5.11 Análisis del cálculo de oxigenación

El sistema de control PID para la oxigenación, el PV sería la lectura actual del nivel de oxígeno de la incubadora. El SP sería el valor deseado de oxígeno establecido por el veterinario según la oxigenación adecuada que el cachorro desee. El error entre el PV y el SP sería usado para calcular la CV, que podría ser la velocidad con la que se suministra oxígeno a la incubadora, para mantener el nivel de oxígeno controlado y estable como se muestra en la figura 5.10, la gráfica PID para la oxigenación mostraría cómo evoluciona el PV en el tiempo, comparado con el SP y la CV, para verificar si el controlador está logrando mantener el nivel de oxígeno en los límites deseados y para identificar cualquier problema en el control o en el sistema de suministro de oxígeno.

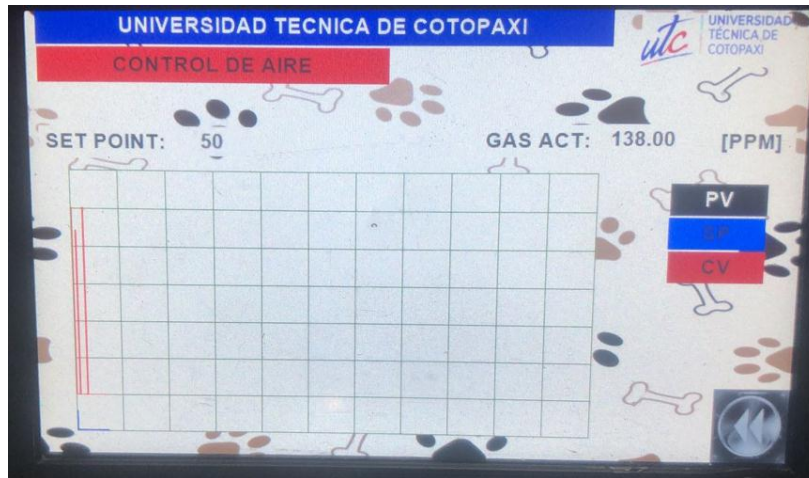


Figura 5. 10: Práctica experimental del control de oxigenación con un valor de Set point  
Fuente: [Autores]

### 5.12 Cámara Web

La utilización de una cámara web en el interior del habitáculo en la figura 5.11, permitirá monitorear y visualizar, grabar actividades del habitáculo, lo que permitirá ver imágenes y videos en tiempo real desde cualquier parte del mundo con acceso a Internet.



Figura 5. 11: Cámara al interior del habitáculo  
Fuente: [Autores]

### 5.13 Análisis de variables en la aplicación THINGER IO

La aplicación thinger IO permite conectar y controlar dispositivos IoT de forma remota a través de la nube, sirve conectar a plataformas como microcontroladores ESP32, lo que permite a los desarrolladores recopilar y analizar los datos de los dispositivos IoT

Se desarrolló la aplicación para tres variables de control mediante SET POINT, en este caso para controlar mediante el celular las variables de temperatura, humedad y oxigenación del aire para obtener un ambiente confortable en el habitáculo y también observar las gráficas de funcionamiento del SET POINT

Se ubicaron los diferentes SET POINT para controlar las variables mediante el celular como se puede observar en la figura 5.12.

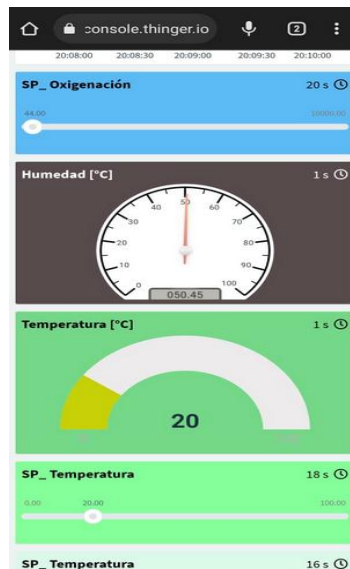


Figura 5. 12: SET POINT variables de temperatura, humedad y oxigenación

Fuente: [Autores]

Para la oxigenación regulador mediante barras, para la humedad mediante medidor de humedad, para la temperatura de igual manera mediante regulador de barras las gráficas. Y también los focos led de encendido del sistema y paro de emergencia en caso de que el sistema tienda a fallarse como se observa en la figura 5.13.



Figura 5. 13: Lámparas de encendido y paro de emergencias del sistema  
Fuente: [Autores]

La utilización de Thinger IO. Permite visualizar y analizar gráficas de oxigenación en tiempo real para monitorear y comprender la cantidad de oxígeno en el aire que está en el habitáculo esto permitirá ver el ambiente adecuado para los cachorros que estén en proceso de recuperación o que tengan enfermedades complicadas en la figura se puede apreciar la gráfica de funcionamiento de oxigenación que se mide en partículas por millón que los datos de entrada van variando en relación al tiempo hasta llegar a estabilizarse la oxigenación en el sistema.



Figura 5. 14: Gráfica de oxigenación en Thinger IO  
Fuente: [Autores]



De la misma manera Thingier.io permite visualizar y analizar gráficas de control de temperatura en tiempo real para monitorear y comprender los cambios en la temperatura. Se muestra la gráfica de temperatura, las gráficas de control de temperatura en Thingier.io se pueden personalizar para mostrar diferentes datos y configuraciones, los valores mínimos y máximos de rango de temperatura que se encuentra en el habitáculo como se puede ver en la figura 5.15.



Figura 5. 15: Gráfico de temperatura en Thingier IO  
Fuente: [Autores]

La aplicación de Thingier IO en computadora de igual manera permite controlar las variables de control de temperatura, humedad y oxigenación del aire mediante el uso del SET POINT, debido a que Thingier IO es una aplicación de internet que se pueden usar tanto en computadoras como en dispositivos móviles, lo único que se debe hacer para utilizar la aplicación es registrarse para crear una cuenta, conectar el dispositivo mediante WI-FI, configurar el dispositivo que se va utilizar para que envíe datos a Thingier IO esto permitirá visualizar y analizar datos y visualizar las gráficas en tiempo real y controlar el valor del SET POINT deseado como se muestra en la figura 5.16, para crear un ambiente confortable en el habitáculo para los cachorros.

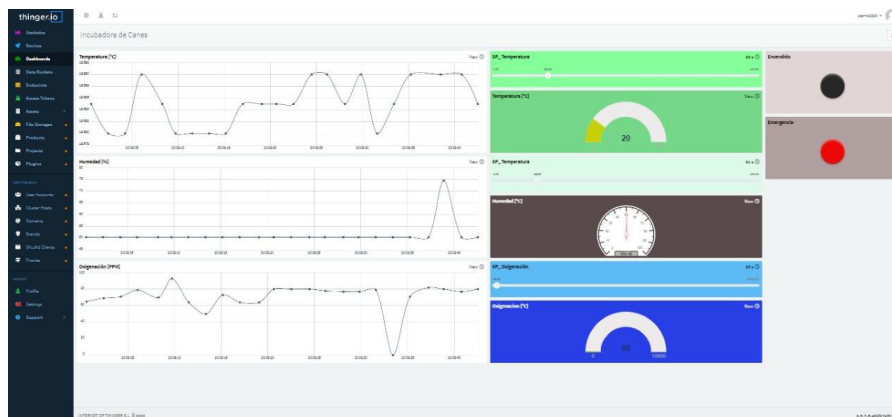


Figura 5. 16: Panel de control de temperatura en computadora  
Fuente: [Autores]

## 6. PRESUPUESTO Y ANÁLISIS DE IMPACTOS

### 6.1 Presupuesto

A continuación, se detallan los costos de los materiales en la tabla 6.1 durante el proceso de elaboración del proyecto de esta manera se determina el costo beneficiario del mismo.

Tabla 6.1: Presupuesto material  
Fuente: [Autores]

ÍTEM	CANTIDAD	V. UNITARIO (\$)	COSTO TOTAL (\$)
ESP32	1	13	13
ESP32+CAM	1	25	25
Módulo relé 4 ch	1	7,5	7,5
Módulo humidificador	1	20	20
Ventilador 12V	1	13,25	13,25
BME280	2	21,5	43
Borneras 2 pines	20	0,2	4
Borneras 3 pines	12	0,25	3
Módulos STEP-DOWM	2	4,5	9
Puente H	1	5	5
Pantalla Nextion 5"	1	125	125
Foco led R38-E27	2	6,50	13
Módulo Dimmer	2	20	40
Módulo MG811 calidad aire	1	85	85
Paro de emergencia	1	2,75	2,75
Luz piloto de 16 mm	2	2,5	5
Adaptador de voltaje + cable CT13	1	15	15
Placa PCB 15x20 cm	1	3,5	3,5
Cable timbre en m	20	0,25	5
Tubo inoxidable cuadrado ¾ A304	1	85	85
Plancha de acero inoxidable A304	1	175	175
Eje inoxidable de 6mm	1	23,75	23,75
Bisagras galvanizadas 1"	4	1,75	7

Manijas para puerta 2"	2	3,5	7
Manguera 8 mm reforzada en m	1	6,9	6,9
Imanes de neodimio de 2cm de diámetro	4	6,15	24,6
Metros espagueti térmico de 15 mm de diámetro	2	3,85	7,7
Acrílico 80x40 cm espesor 6 mm	1	38	38
<b>TOTAL</b>			811,95

### 6.1.1 Costo de maquinaria

Para la fabricación de la incubadora fue necesario hacer uso de dos máquinas una dobladora de lámina además de una soldadora TIG determinando el costo en la tabla 6.2.

Tabla 6.2: Maquinarias

Fuente: [Autores]

DESCRIPCIÓN	N° HORAS	V. UNITARIO (\$)	COSTO TOTAL (\$)
Soldadora TIG	3	10,00	30,00
Dobladora de lámina	3	2,00	6,00
<b>TOTAL</b>			36,00

### 6.1.2 Costo de ingeniería en diseño y fabricación

Se toma en cuenta el diseño mecánico, además de la construcción mecánica y la programación que son los costos representativos en la incubadora como se muestra en la tabla 6.3.

Tabla 6.3: Diseño y fabricación

Fuente: [Autores]

DESCRIPCIÓN	N° HORAS	V. UNITARIO (\$)	COSTO TOTAL (\$)
Diseño mecánico	12	10,00	120,00
Construcción mecánica	24	7,50	180,00
Programación	45	3,00	135,00
<b>TOTAL</b>			435,00

### 6.1.3 Costo Total

Una vez obtenido todos los costos se realiza el costo total incluyendo los costos ya mencionados anteriormente como se demuestra en la tabla 6.4.

Tabla 6.4: Costo total

Fuente: [Autores]

PRESUPUESTO	COSTO (\$)
Presupuesto material	811,95
Costo de maquinaria	36,00
Costo de diseño y fabricación	435,00
<b>TOTAL</b>	1282,95

El costo de la propuesta tecnológica se denota en el presupuesto del material que resultó de \$811,95 de igual manera se obtuvo el costo de maquinaria que es de \$36,00 y el costo de diseño y fabricación es de 435,00. Por tanto, la suma final es de 1282,95 siendo la misma un costo accesible y con su respectivo diseño de la incubadora.

## **6.2 Análisis de impactos**

A continuación, se detalla los impactos más importantes en la presente propuesta tecnológica:

### **6.2.1 Impacto Social**

La propuesta tecnológica, tiene principales beneficiarios los cuales vienen a ser los usuarios y las clínicas veterinarias que están a cargo del tratamiento de diferentes animales, además, se adquiere a un precio más favorable que otras incubadoras internacionales, posee diversas características como fácil frustración, economía y estética.

### **6.2.2 Impacto Tecnológico**

El nuevo prototipo tomará el diseño actual y lo adaptará a otro tipo de sistemas control usando lenguajes de programación de código abierto y usando librerías, módulos, controles que ayudan a reducir los costos de implementación y tienen potencial sustituir o cambiar los elementos que componen la incubadora.

### **6.2.3 Impacto Económico**

Para este impacto, la propuesta tecnológica es íntegramente financiada por tesistas que ofrecen ventajas de la propiedad del volumen de producción: diseño, control y por lo tanto menores costos ingresos materiales y futuros.

El cálculo del valor actual neto o conocido como “VAN”, así como la tasa de interés de retorno “TIR” se lo desarrollo en Excel ya que posee facilidad y confiabilidad en donde se determinó un valor del VAN de 1675,85 mientras que el valor del TIR es de 64%, iniciando con una inversión de 1282,95 \$ y una tasa de descuento del 15 %. Cuando el TIR es mayor que la tasa de oportunidad el proyecto es aceptado, entonces de esta manera se puede decir que es factible. (Ver Anexo VI. Cálculo del VAN, TIR).

#### **6.2.4 Impacto Ambiental**

Significa la contaminación ambiental, y el consumo de energía de la incubadora es un humidificador, un calefactor y un ventilador que por ende no generan ningún tipo de agente contaminante.

## **7. CONCLUSIONES DEL PROYECTO**

### **7.1 CONCLUSIONES**

En base a la investigación realizada se obtiene que el rango de temperatura confortable para un estado de incubación de los cachorros es de 22 °C el mínimo y 32°C el máximo, con un estado de humedad de 60% y una oxigenación de 60 a 70 ppm, una vez obtenido los datos se calibra los parámetros para la máquina en las siguientes funciones de rango ya mencionados, donde el usuario controlará de forma remota o por aplicación en los distintos rangos investigados.

El diseño se basa en dos variables principales, el uno que es el soporte del peso, tanto de los materiales y la masa principal de los cachorros, y el segundo es la acumulación de calor que da un resultado máximo de 50 °C realizando pruebas experimentales, manteniendo constante la temperatura, referente a ello se realizó el diseño mecánico de la incubadora con un factor de seguridad que me permite determinar cuántas veces puede soportar la carga la estructura, utilizando un material de Acero Inoxidable AISI 304, de esta manera obteniendo los parámetros de control para la temperatura, humedad y oxigenación del aire.

La incubadora presenta tres variables que pueden ser manipuladas fácilmente por el usuario entre las cuales se encuentran temperatura, humedad y oxigenación del aire, permitiendo la manipulación tanto de manera remota como manual, además que se puede visualizar variables del set point y variables de control de procesos, tanto en formas gráficas, observando en las líneas de tiempo una variable de control para la temperatura en un rango de 0 a 100% mientras más se acerque al valor de temperatura seteado el control va a llegar a tender un valor de 0, en cuanto a la manipulación de humedad se encuentra un control on-off dando un 100% de la variable al momento en que el valor sea diferente al seteado y un 0% cuando se iguale al mismo, con respecto a la oxigenación se presenta un control PID que permite variar la oxigenación de forma proporcional, obteniendo la variable del control del proceso deseada.

La plataforma del servidor Thinger.io en el cual se desarrolló la aplicación, permite un almacenamiento de datos hasta de 1 año gracias a su paquete gratuito, permitiendo al usuario obtener una base de datos que permita visualizar el comportamiento de las variables tanto de temperatura, humedad y oxigenación del aire, analizando de forma remota el comportamiento del cachorro ya que se encuentra con una cámara que permite visualizar el habitáculo de forma

permanente y evaluando a cualquier hora las variables de control, previniendo cualquier tipo de enfermedad en el cachorro en su proceso de recuperación.

## **7.2 RECOMENDACIONES**

Reconocer la interfaz gráfica y cada uno de los botones de monitoreo y control de la incubadora para introducir correctamente los valores de set point para adecuar tanto la temperatura, humedad y oxigenación del aire adecuado para crear un ambiente confortable en el habitáculo, para evitar sobrecalentamiento, saturación de la humedad o una ventilación exagerada, retirar la bandeja de residuos y desinfectar la constantemente para evitar olores, virus o bacterias.

Se recomienda que el tanque de depósito de agua del humidificador se coloque por la parte exterior del habitáculo de la incubadora para evitar que el cachorro dañe o muerda el depósito. Además, llenar el depósito del humidificador después de 2 días de uso.

Se recomienda utilizar la bandeja de limpieza más larga para el habitáculo así se puede evitar caídas de orina de los cachorros hacia los lados del habitáculo.

Al momento de utilizar la App en Thinger.io se recomienda no introducir datos por la pantalla Nextion cuando se está enviando datos por la App ya que tiende a variar la información de datos y se pierde la sincronización.

Según las necesidades que requiera la Carrera de Medicina Veterinaria también la incubadora, puede acomplejarse a introducir diferentes tipos de animales en el interior de ella, animales como: gatos, cerdos, aves, etc. Se debe tomar en cuenta que las variables que van a manejar los diferentes animales deben de modificarse para obtener un ambiente confortable para cada uno de los animales que se vaya a introducir en el interior de la incubadora.

Las máquinas incubadoras se deben construir por normativa obligatoria con acero inoxidable, por motivos de limpieza, desinfección y por ser materiales resistentes a la corrosión, y es un buen aislante térmico.

## 8. BIBLIOGRAFÍA

- [1] J. Bustamante and A. Cevallos, “Diseño e implementación de un prototipo de incubadora neonatal en cumplimiento con la norma UNE-EN 60601-2-19,” Tesis de pregrado, UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA, 2013.
- [2] S. Vidigal, “Control de una incubadora mediante Arduino y Android,” Tesis de pregrado, Universitat Politècnica de Valencia, 2018.
- [3] G. Moreano, “Diseño y construcción de un sistema de control de temperatura y humedad para un prototipo de incubadora neonatal que incluya monitoreos de signos vitales,” Tesis de pregrado, ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL, 2015.
- [4] D. Días, “Reconocimiento y manejo adecuado de neonatos caninos que requieren asistencia médica,” Tesis de pregrado, UNIVERSIDAD DE CIENCIAS APLICADAS Y AMBIENTALES, 2020.
- [5] V. Valencia and M. Sanchez, “Diseño y desarrollo del control de temperatura interna de una incubadora usando motores y sensores de temperatura,” Tesis de pregrado, ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL, 2016.
- [6] L. Restreto, N. Durango, N. Gómez, F. Gonzáles, and N. Rivera, “Prototipo de incubadora neonatal,” *Scielo*, vol. 1, p. 5, 2007, [Online]. Available: <http://www.scielo.org.co/pdf/rinbi/v1n1/v1n1a12.pdf>.
- [7] E. Blanco, *La Veterinaria Española: Revista Profesional y Científica, Volumen 18, Número 557 -Volumen 23, Número 799*. Madrid: Universidad Complutense de Madrid, 2018.
- [8] M. Hidalgo, *Procesos de Incubacion animal*. Córdoba: Ediciones Díaz de Santos, 2017.
- [9] L. Ávila and J. Madero, “Fundamentos de criopreservación,” vol. 4, p. 10, 2006, [Online]. Available: <http://www.scielo.org.co/pdf/rcog/v57n4/v57n4a08.pdf>.
- [10] L. Case and D. Carey, *Nutrición Canina y Felina*. Madrid: Elsevier España, 2001.
- [11] D. Aguinsaca and J. Puga, “Prevalencia de endoparásitos y ectoparásitos en caninos,” Tesis de pregrado, UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI, 2021.
- [12] Á. García and A. Gonzáles, “PROTOCOLO DE ACTUACIÓN EN EL MANEJO DE INCUBADORAS,” *Unidad Neonatal y Neo -UCI*, 2005. <https://www.chospab.es/publicaciones/protocolosEnfermeria/documentos/e0c1d9b519196fb9622230e35f0839a4.pdf>.
- [13] CENETEC, “Centro Nacional de excelencia Tecnologica en salud,” *Scielo*, vol. 1, p. 12, 2005.
- [14] BROWM, “Discovering the STM32,” *Scielo*, p. 12, 2004.




- [15] X. Bermejo and P. Cevallos, “Diseño e implementación de un sistema modular de control de temperatura para incubadoras y servocunas monitoreadas inalámbricamente desde un pc,” Tesis de pregrado, UNIVERSIDAD POLITECNICA SALESIANA, 2010.
- [16] H. Valencia, “CONTROLADOR PID,” *UDLA*, 2004. <https://www.acomee.com.mx/clasificaciones/CONTROLADOR PID.pdf>.
- [17] M. Perez and A. Perez, “Introducción a los sistemas de control,” *Universidad Nacional de San Juan*, 2007. <http://dea.unsj.edu.ar/control1/apuntes/unidad1y2.pdf>.
- [18] J. Basantes, “Manual básico de pruebas del NodeMCU versión ESP32,” 2005. <https://www.puntoflotante.net/MANUAL-BASICO-NODEMCU-ESP32-ARDUINO.pdf>.
- [19] J. Lopez, “Sensores,” 2001. [http://www.eudim.uta.cl/files/5813/2069/8949/fm\\_Ch03\\_mfuentesm.pdf](http://www.eudim.uta.cl/files/5813/2069/8949/fm_Ch03_mfuentesm.pdf).
- [20] A. Carvajal, “ESP32-CAM,” *DFROBOT*, 2006. [https://media.digikey.com/pdf/Data Sheets/DFRobot PDFs/DFR0602\\_Web.pdf](https://media.digikey.com/pdf/Data Sheets/DFRobot PDFs/DFR0602_Web.pdf).
- [21] C. Cobos and D. Gomez, “Diseño e implementación de una herramienta de proposito general para automatizar,” *Universida ECCI*, 2022. <https://repositorio.ecci.edu.co/bitstream/handle/001/2784/Trabajo de grado.pdf?sequence=1&isAllowed=y>.
- [22] M. Lopez, “Módulo puente H,” *Modulos Motors*, 2004. <https://www.bolanosdj.com.ar/MOVIL/ARDUINO2/SobreL298.pdf>.
- [23] J. Tapia, “Módulo de relés,” *moduloRELE*, 2014. <https://www.bolanosdj.com.ar/MOVIL/ARDUINO2/moduloRele.pdf>.
- [24] J. Andrade, “Pantallas Nextion,” 2004. <https://es.scribd.com/document/521279909/nextion>.
- [25] C. Renedo and J. Carcedo, “Sistema de fluido,” *UNDS*, 2004. [https://ocw.unican.es/pluginfile.php/319/course/section/272/bloque\\_2\\_tema\\_4.pdf](https://ocw.unican.es/pluginfile.php/319/course/section/272/bloque_2_tema_4.pdf).
- [26] A. Tocagón, “Diseño y construcción un humidificador de obleas para el monasterio “Corazón de Jesús” sector Bellavista San Antonio de Ibarra,” Tesis de pregador, UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE, 2015.
- [27] Maviju, “Cátalogo general,” 2018. <https://www.kitton.com.ec/media/vendor-catalog/catalogfab2018112616012155926.pdf>.
- [28] J. Ruiz, “Manual de programación,” 2003. <https://arduinoobot.pbworks.com/f/Manual+Programacion+Arduino.pdf>.







# ANEXOS



## ANEXO I. INFORME ANTI PLAGIO PROYECTO DE TITULACIÓN

<b>Facultad:</b>	Ciencias de la Ingeniería y Aplicadas												
<b>Carrera:</b>	Ingeniería en Sistemas de Información												
<b>Nombre del docente evaluador que emite el informe:</b>	Ing. Ms.C. Verónica Paulina Freire Andrade												
<b>Documento evaluado:</b>	Propuesta tecnológica presentado previo a la obtención del Título de Ingeniero en Electromecánica.												
<b>Autores del documento:</b>	Sr. Mauricio Alexander Moposita Muzo Sr. Mauricio Neptali Sanchez Ortega												
<b>Programa de similitud utilizado:</b>	Sistema URKUND												
<b>Porcentaje de similitud según el programa utilizado:</b>	1%												
<b>Observaciones:</b> Calificación de originalidad atendiendo a los siguientes criterios: <ul style="list-style-type: none"> <li>• El documento cumple criterio de originalidad, sin observaciones.</li> <li>• El documento cumple con criterios de originalidad, con observaciones.</li> <li>• El documento no cumple criterios de originalidad.</li> </ul>	-X- ---- ----												
<b>Fecha de realización del informe:</b>	2023-02-17 16:33:00 PM												
<b>Captura de pantalla del documento analizado:</b>													
<div style="border: 1px solid black; padding: 10px;"> <p><b>Document Information</b></p> <hr/> <table> <tr> <td>Analyzed document</td> <td>Tesis_Incubadora Srs Sanchez y Moposita.docx (D158915590)</td> </tr> <tr> <td>Submitted</td> <td>2023-02-17 16:33:00</td> </tr> <tr> <td>Submitted by</td> <td>Veronica Freire</td> </tr> <tr> <td>Submitter email</td> <td>veronica.freire@utc.edu.ec</td> </tr> <tr> <td>Similarity</td> <td>1%</td> </tr> <tr> <td>Analysis address</td> <td>veronica.freire.utc@analysis.arkund.com</td> </tr> </table> </div>		Analyzed document	Tesis_Incubadora Srs Sanchez y Moposita.docx (D158915590)	Submitted	2023-02-17 16:33:00	Submitted by	Veronica Freire	Submitter email	veronica.freire@utc.edu.ec	Similarity	1%	Analysis address	veronica.freire.utc@analysis.arkund.com
Analyzed document	Tesis_Incubadora Srs Sanchez y Moposita.docx (D158915590)												
Submitted	2023-02-17 16:33:00												
Submitted by	Veronica Freire												
Submitter email	veronica.freire@utc.edu.ec												
Similarity	1%												
Analysis address	veronica.freire.utc@analysis.arkund.com												
 Ing. Freire Andrade Verónica Paulina Ms.C.													
Directora de Proyecto de la Propuesta Tecnológica													

## 9. Anexos

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA Y APLICADAS CARRERA DE INGENIERÍA ELECTROMECAÁNICA		
ANEXO I	Informe Urkund	1/1
		
<b>Document Information</b>		
Analyzed document	Tesis_Incubadora Srs Sanchez y Moposita.docx (D158915590)	
Submitted	2023-02-17 16:33:00	
Submitted by	Veronica Freire	
Submitter email	veronica.freire@utc.edu.ec	
Similarity	1%	
Analysis address	veronica.freire.utc@analysis.orkund.com	
<b>Sources included in the report</b>		
<b>W</b>	URL: <a href="http://repositorio.utc.edu.ec/bitstream/27000/8688/1/PI-002011.pdf">http://repositorio.utc.edu.ec/bitstream/27000/8688/1/PI-002011.pdf</a> Fetched: 2022-07-05 21:46:05	 1
<b>SA</b>	<b>1613365853_379__PROYECTO_DE_GRADUACIÓN_AGUILAR_MEJÍA.pdf</b> Document 1613365853_379__PROYECTO_DE_GRADUACIÓN_AGUILAR_MEJÍA.pdf (D95562200)	 1
<b>SA</b>	<b>CAPITULOS TESIS_FELIX_PALATE (1).docx</b> Document CAPITULOS TESIS_FELIX_PALATE (1).docx (D112599676)	 2
<b>W</b>	URL: <a href="https://www.electrogeekshop.com/detector-de-gases-con-arduino-y-la-familia-de-sensores-mq/">https://www.electrogeekshop.com/detector-de-gases-con-arduino-y-la-familia-de-sensores-mq/</a> Fetched: 2021-09-19 06:28:22	 1
<b>SA</b>	<b>TESIS_FINAL_PULLA_QUINTUÑA.docx</b> Document TESIS_FINAL_PULLA_QUINTUÑA.docx (D101652528)	 1
<b>Entire Document</b>		

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

**ANEXO I**

**Diseño de la estructura de la incubadora**

**1/1**



Figura I.1. Estructura interna de la incubadora

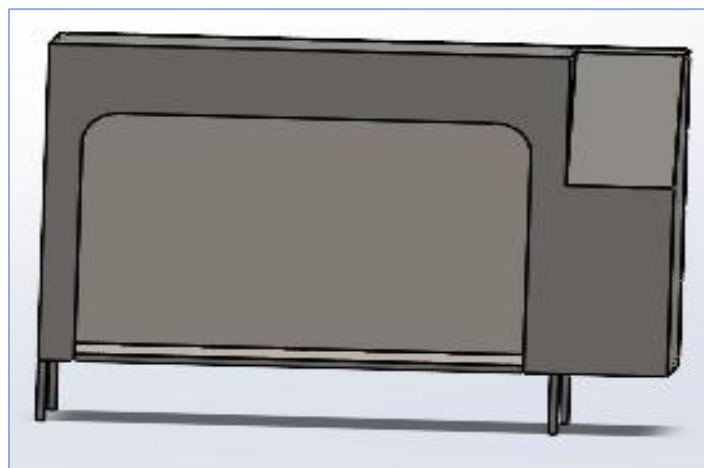
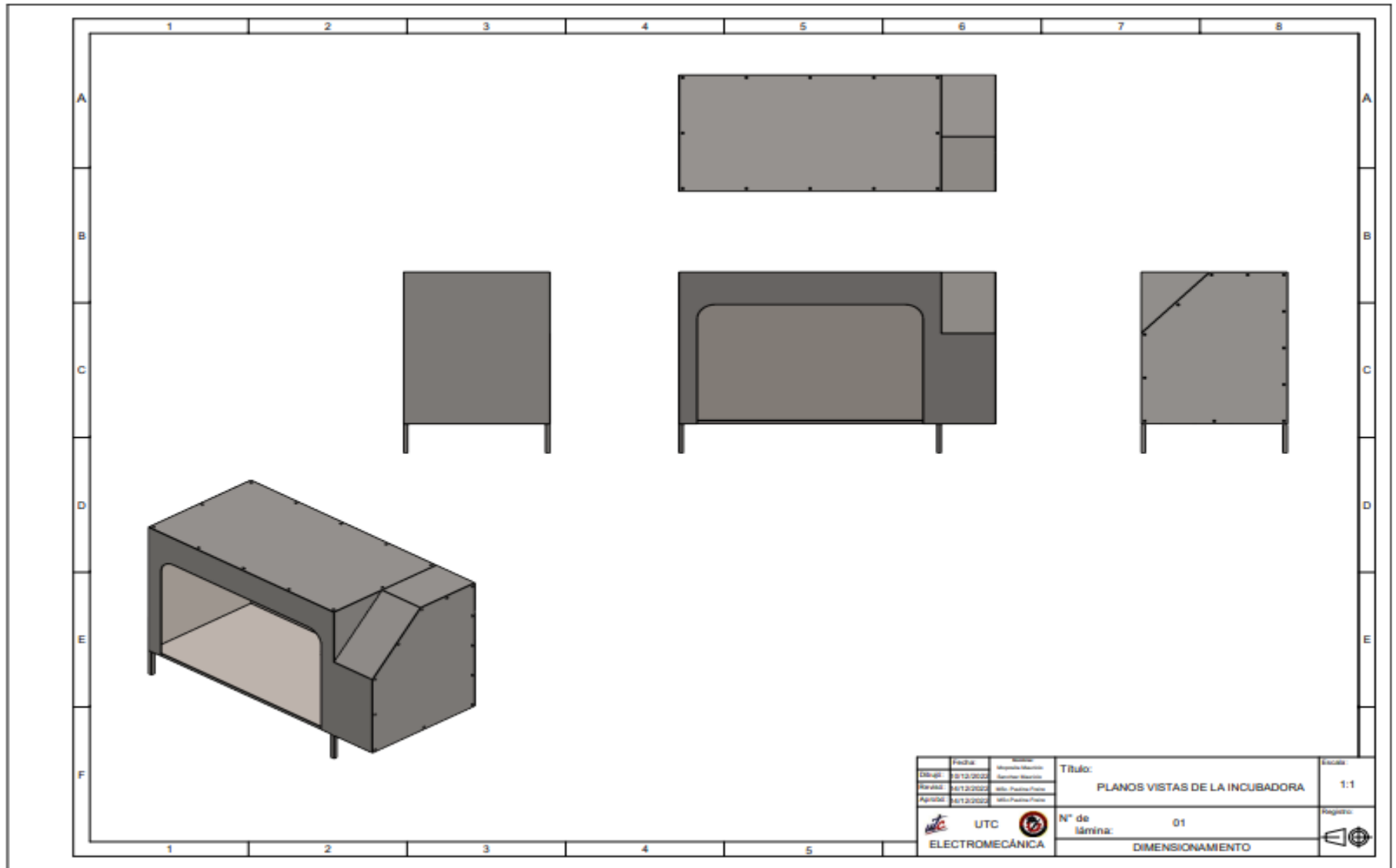






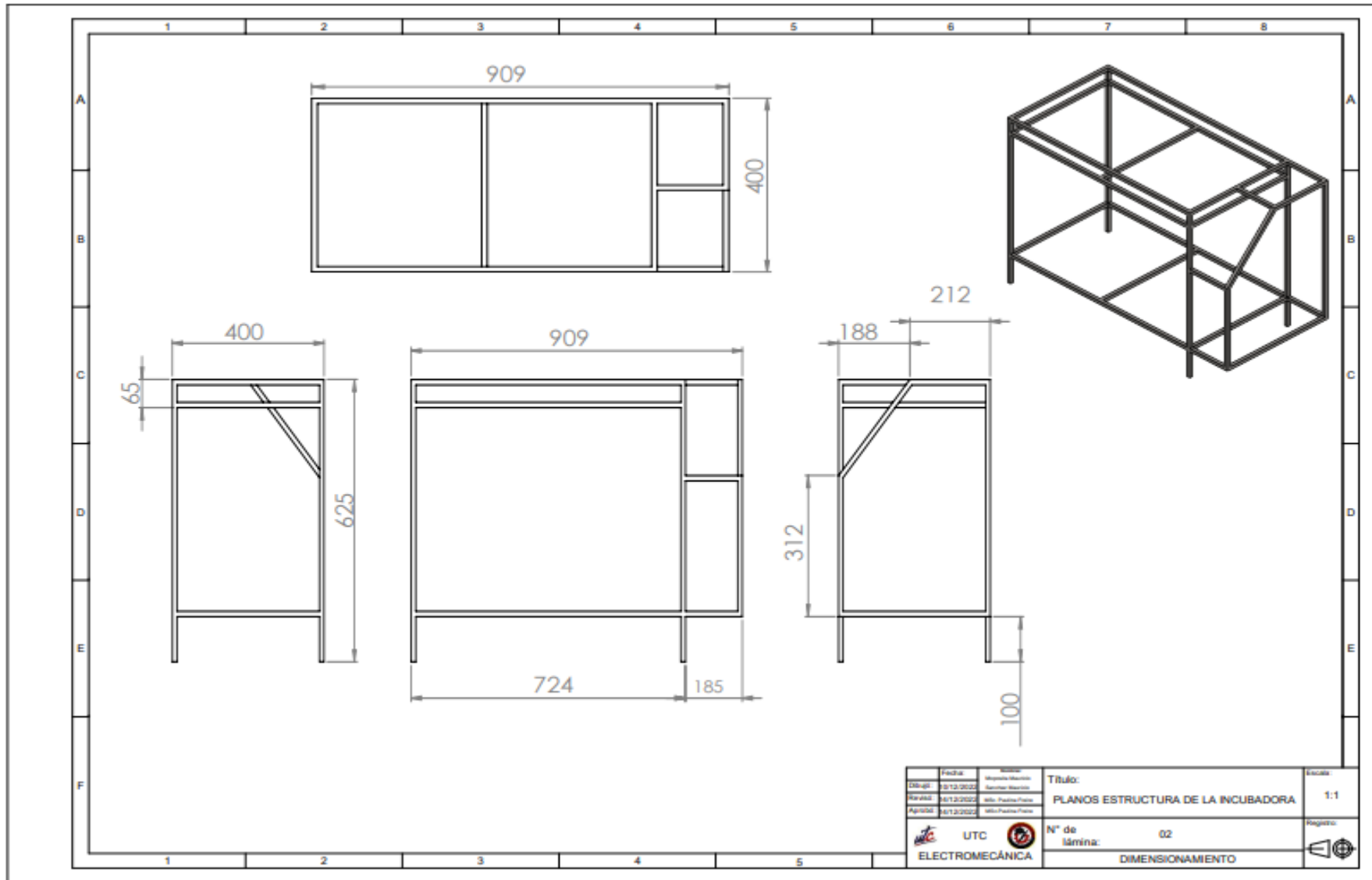
Figura I.2. Estructura externa

**Anexo II:** Planos SolidWorks (Licencia estudiantil). Incubadora

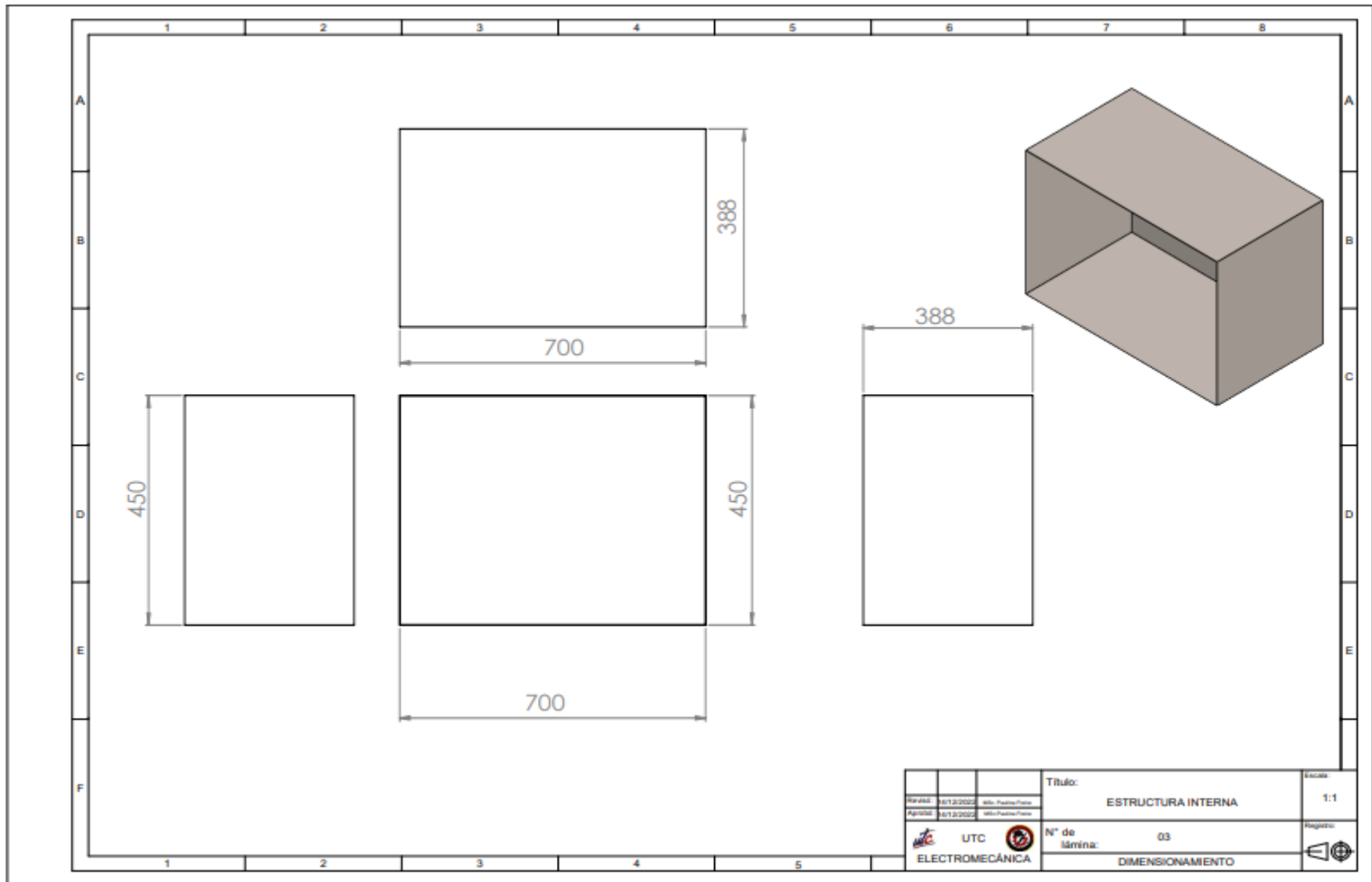


Fecha:		Escuela:		Título:		Escala:	
Diseño:	09/10/2024	Alumno:	Miguel Ángel	PLANOS VISTAS DE LA INCUBADORA		1:1	
Revisó:	09/10/2024	Asesor:	Blanca Beatriz				
Aprobó:	09/10/2024	Alto:	Paola Paola				
				N° de lámina: 01		Proyecto:	
 UTC		 ELECTROMECÁNICA		DIMENSIONAMIENTO		 	

Anexo II: Planos SolidWorks (Licencia estudiantil). Estructura incubadora

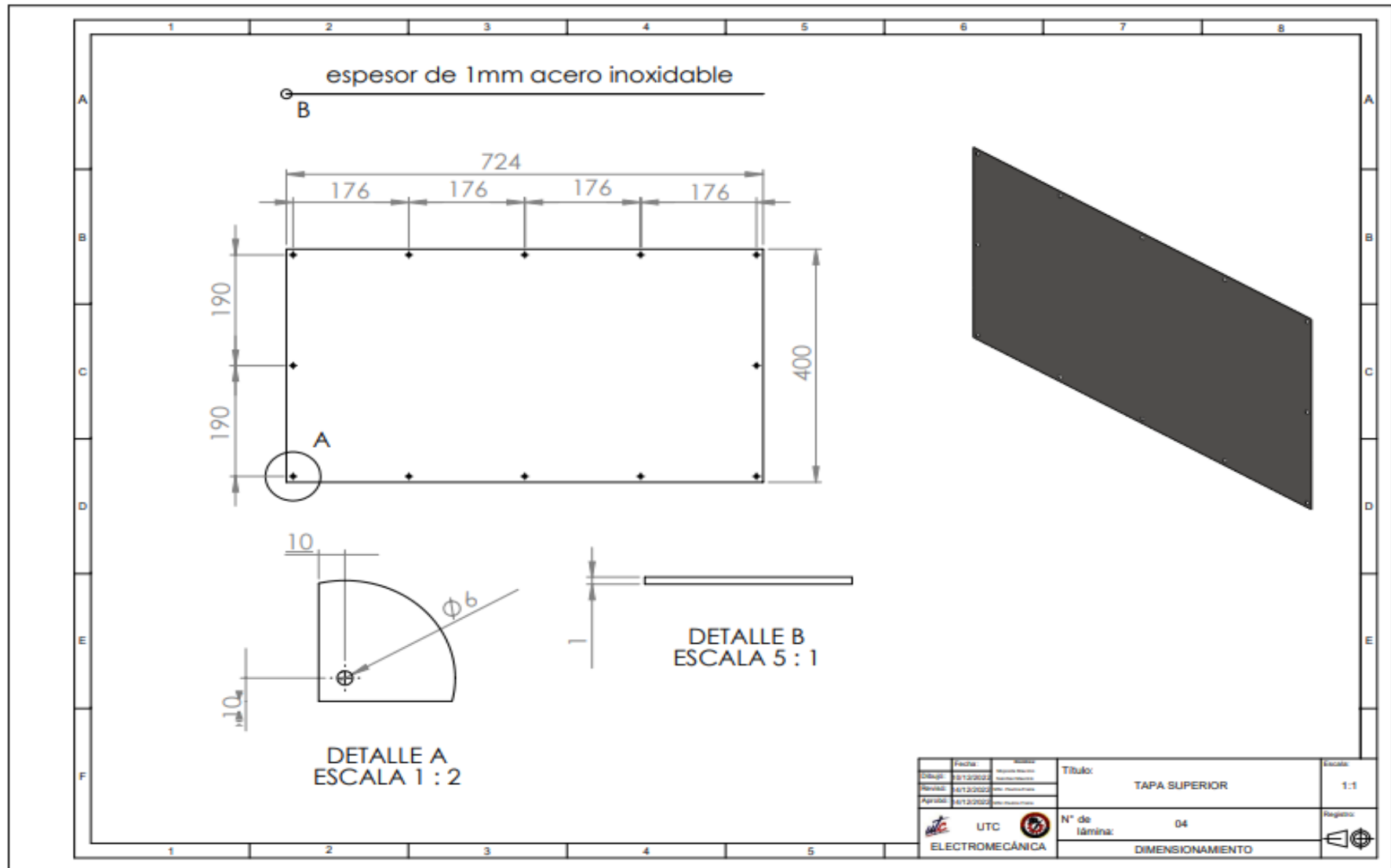


**Anexo II:** Planos SolidWorks (Licencia estudiantil). Estructura Interna

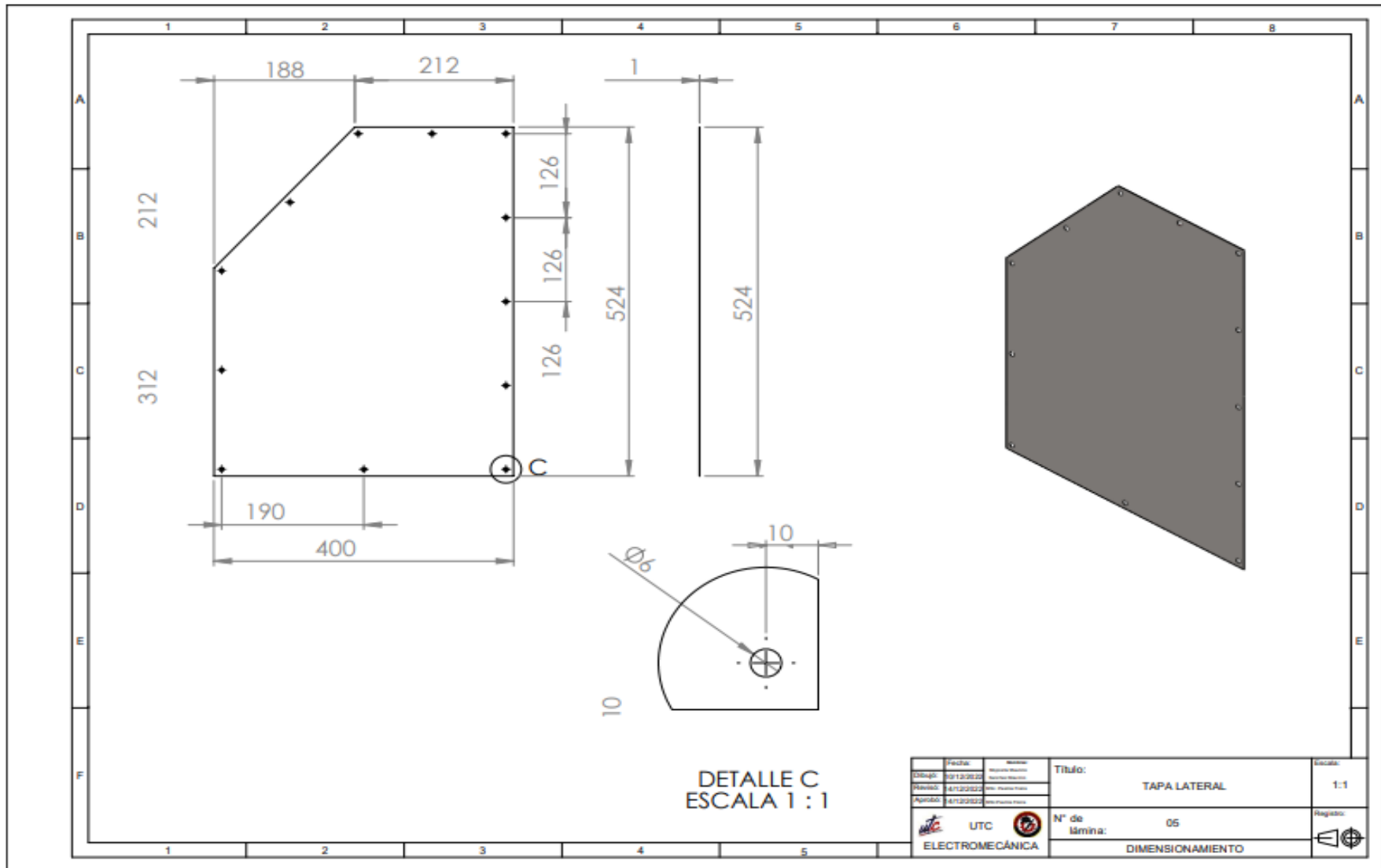




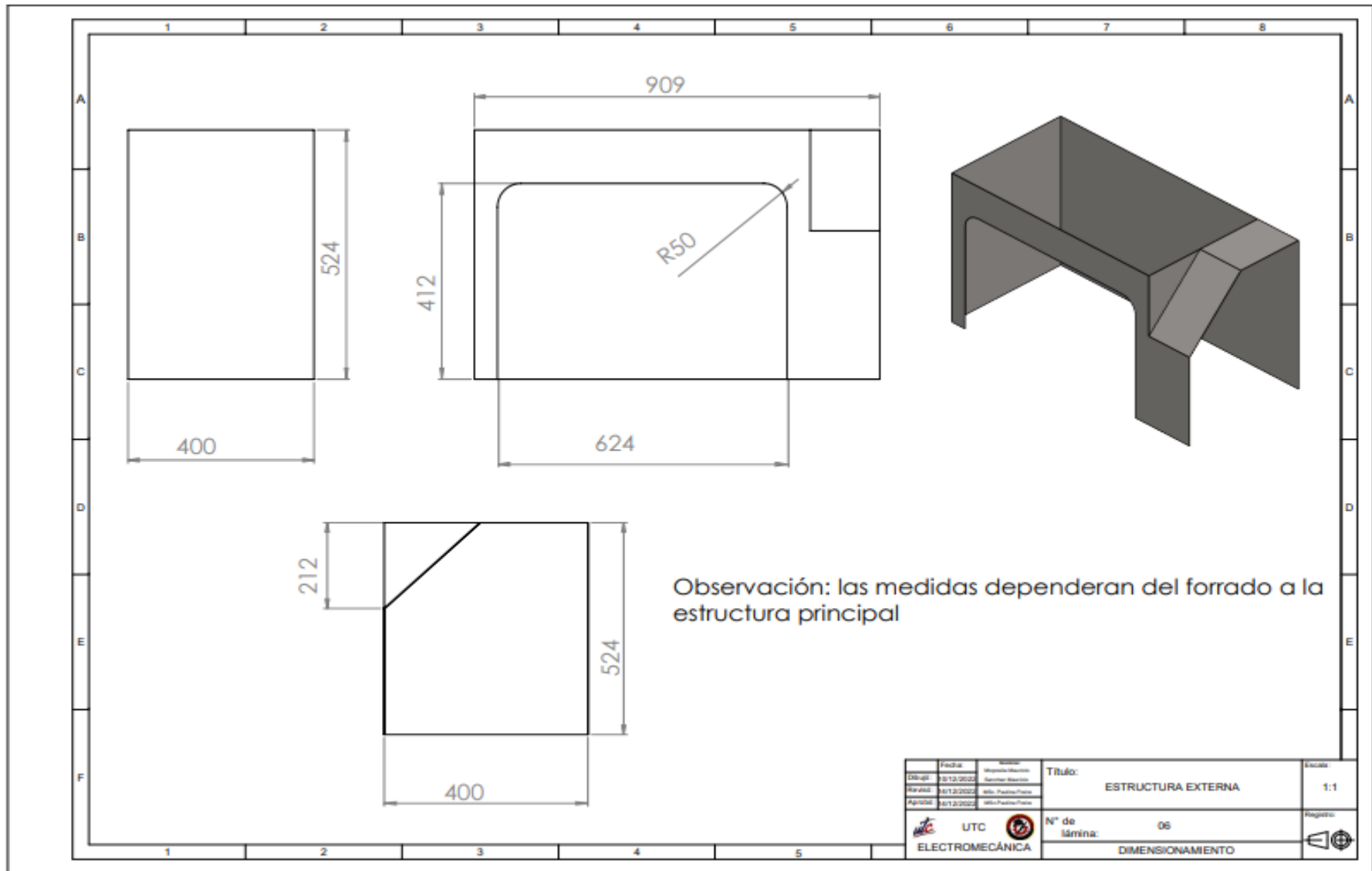
Anexo II: Planos SolidWorks (Licencia estudiantil). Tapa Superior



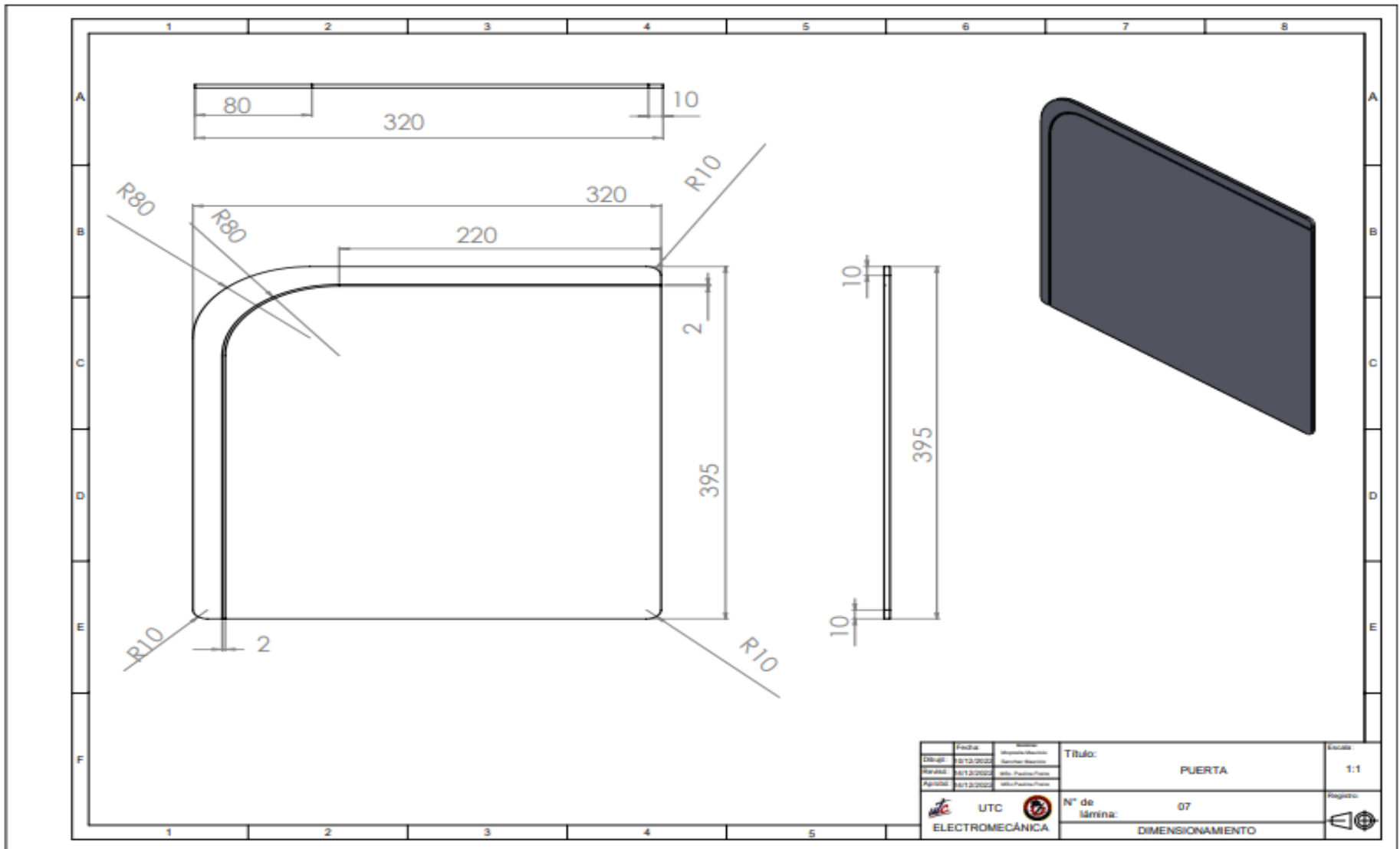
Anexo II: Planos SolidWorks (Licencia estudiantil). Tapa lateral



**Anexo II:** Planos SolidWorks (Licencia estudiantil). Estructura externa



Anexo II: Planos SolidWorks (Licencia estudiantil). Puerta



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

ANEXO III

Construcción Incubadora

1/7



Figura III.1. Medidas de la incubadora



Figura III.2. Corte de plancha de acero



Figura III.3. Soldadura de la estructura



Figura III.4. Pulido de estructura



Figura III.5. Estructura externa de la incubadora

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

**ANEXO IV**

**Encuestas aplicadas a centros médicos veterinarios**

**1/4**

**Universidad Técnica de Cotopaxi**

**Tema:** Incubadora para Canes

**Producto**

1. Considera que en una veterinaria, es indispensable contar con una incubadora para canes (cachorros) 61
2. Qué características considera Ud. que debería tener una incubadora para canes (cachorros). Temperatura, luz, Ventilación
3. Señale con una X, los parámetros o que variables que Ud. necesita controlar en una incubadora para canes:
  - a) Temperatura
  - b) Humedad
  - c) Oxigenación
  - d) Otros: ... luz, Ventilación
4. Considera que para un adecuado control y monitoreo de variables en incubadoras para canes, es indispensable un control automático electrónico?
  - a) Si
  - b) No
  - c) DesconoceAmbos
5. Considera Ud., indispensable conocer el estado de las variables de la pregunta 3, cuando se encuentre fuera de la clínica veterinaria?
  - a) Si
  - b) No
  - c) Desconoce
6. ¿Señale en la escala, cuál sería su criterio a que la incubadora sea manipulada mediante el celular desde cualquier parte del mundo?  
 5: Muy importante  
 1: Nada importante

5	4	3	2	1
Muy importante	Importante	Relativamente importante	Poco importante	Nada importante
<input checked="" type="checkbox"/>				

7. Considera Ud. que es importante que el médico veterinario y los propietarios de la mascota puedan mediante una App y una cámara web conocer y observar el estado del (can - cachorro) cuando nadie se encuentre en la clínica veterinaria.  
 5: Muy importante  
 1: Nada importante

5	4	3	2	1
Muy importante	Importante	Relativamente importante	Poco importante	Nada importante
	<input checked="" type="checkbox"/>			

8. Qué rangos de temperatura, humedad y oxigenación necesita un cachorro que permanece en una incubadora?  
 Temperatura Máxima: ..... 35 ..... Temperatura Mínima: .....

Humedad Máxima: ..... Humedad Mínima: .....  
 Oxigenación Máxima: ..... Oxigenación Mínima: .....

9. ¿Cree usted que el CO2 exhalado por los cachorros afecte su salud, mientras permanece en una incubadora? No
10. ¿Qué tipos de normativas Ud. conoce sobre el material y dimensiones que debe poseer una incubadora para cachorros de canes de raza: pequeña, mediana y grande. Dependiendo de la camada
11. ¿Cuál ha sido el aspecto por el que recomendaría este producto a otra persona? Salud Animal.



Figura IV.1. Encuesta N°1

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

**ANEXO IV**

**Encuestas aplicadas a centros médicos veterinarios**

**2/4**

**Universidad Técnica de Cotopaxi**

**Tema:** Incubadora para Canes

**Producto**

1. Considera que en una veterinaria, es indispensable contar con una incubadora para canes (cachorros)  Sí
2. Qué características considera Ud. que debería tener una incubadora para canes (cachorros). - *Temperatura*  
- *Espacio adecuado para atención de cachorros*
3. Señale con una X, los parámetros o que variables que Ud. necesita controlar en una incubadora para canes:
  - a) Temperatura
  - b) Humedad
  - c) Oxigenación
  - d) Otros: .....
4. Considera que para un adecuado control y monitoreo de variables en incubadoras para canes, es indispensable un control automático electrónico?
  - a) Sí
  - b) No
  - c) Desconoce
5. Considera Ud., indispensable conocer el estado de las variables de la pregunta 3, cuando se encuentre fuera de la clínica veterinaria?
  - a) Sí
  - b) No
  - c) Desconoce
6. ¿Señale en la escala, cuál sería su criterio a que la incubadora sea manipulada mediante el celular desde cualquier parte del mundo?  
 5: Muy importante  
 1: Nada importante
 

5	4	3	2	1
Muy importante	Importante	Relativamente importante	Poco importante	Nada importante
7. Considera Ud. que es importante que el médico veterinario y los propietarios de la mascota puedan mediante una App y una cámara web conocer y observar el estado del (can - cachorro) cuando nadie se encuentre en la clínica veterinaria.  
 5: Muy importante  
 1: Nada importante
 

5	4	3	2	1
Muy importante	Importante	Relativamente importante	Poco importante	Nada importante
8. Qué rangos de temperatura, humedad y oxigenación necesita un cachorro que permanece en una incubadora?  
 Temperatura Máxima: ..... Temperatura Mínima: .....

Humedad Máxima: ..... Humedad Mínima: .....  
 Oxigenación Máxima: ..... Oxigenación Mínima: .....

9. ¿Cree usted que el CO2 exhalado por los cachorros afecte su salud, mientras permanece en una incubadora? *No*
10. ¿Qué tipos de normativas Ud. conoce sobre el material y dimensiones que debe poseer una incubadora para cachorros de canes de raza: pequeña, mediana y grande.
11. ¿Cuál ha sido el aspecto por el que recomendaría este producto a otra persona?  
*Se recomienda para tener en control de la temperatura ambiente del cachorro prematuro, además de poder tener un soporte de salud y preservación de la especie.*



Figura IV.2. Encuesta N°2



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

**ANEXO IV**

**Encuestas aplicadas a centros médicos veterinarios**

**3/4**

**Universidad Técnica de Cotopaxi**

**Tema:** Incubadora para Canes

**Producto**

1. Considera que en una veterinaria, es indispensable contar con una incubadora para canes (cachorros) Si
2. Qué características considera Ud. que debería tener una incubadora para canes (cachorros). Fono de Temperatura
3. Señale con una X, los parámetros o que variables que Ud. necesita controlar en una incubadora para canes:  
 a) Temperatura   
 b) Humedad   
 c) Oxigenación   
 d) Otros: ...frecuencia de O<sub>2</sub>... / Frecuencia Oxigenación
4. Considera que para un adecuado control y monitoreo de variables en incubadoras para canes, es indispensable un control automático electrónico?  
 a) Si   
 b) No  
 c) Desconoce
5. Considera Ud., indispensable conocer el estado de las variables de la pregunta 3, cuando se encuentre fuera de la clínica veterinaria?  
 a) Si   
 b) No  
 c) Desconoce
6. ¿Señale en la escala, cuál sería su criterio a que la incubadora sea manipulada mediante el celular desde cualquier parte del mundo?  
 5: Muy importante  
 1: Nada importante

<u>5</u>	4	3	2	1
Muy importante	Importante	Relativamente importante	Poco importante	Nada importante

7. Considera Ud. que es importante que el médico veterinario y los propietarios de la mascota puedan mediante una App y una cámara web conocer y observar el estado del (can - cachorro) cuando nadie se encuentre en la clínica veterinaria.  
 5: Muy importante  
 1: Nada importante

<u>5</u>	4	3	2	1
Muy importante	Importante	Relativamente importante	Poco importante	Nada importante

8. Qué rangos de temperatura, humedad y oxigenación necesita un cachorro que permanece en una incubadora?  
 Temperatura Máxima: ...29°C... Temperatura Mínima: ...18°C...

Humedad Máxima: ..... Humedad Mínima: .....  
 Oxigenación Máxima: ...99%... Oxigenación Mínima: ...95%...

9. ¿Cree usted que el CO<sub>2</sub> exhalado por los cachorros afecte su salud, mientras permanece en una incubadora? NO
10. ¿Qué tipos de normativas Ud. conoce sobre el material y dimensiones que debe poseer una incubadora para cachorros de canes de raza: pequeña, mediana y grande.  
Las normas de humedad. (nada)
11. ¿Cuál ha sido el aspecto por el que recomendaría este producto a otra persona?  
PARA SALVAR LA VIDA DEL CACHORRO.



Figura IV.3. Encuesta N°3

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

**ANEXO IV**

**Encuestas aplicadas a centros médicos veterinarios**

**4/4**

**Universidad Técnica de Cotopaxi**

**Tema:** Incubadora para Canes

**Producto**

1. Considera que en una veterinaria, es indispensable contar con una incubadora para canes (cachorros)
2. Qué características considera Ud. que debería tener una incubadora para canes (cachorros).
3. Señale con una X, los parámetros o que variables que Ud. necesita controlar en una incubadora para canes:
  - a) Temperatura
  - b) Humedad
  - c) Oxigenación
  - d) Otros: .....
4. Considera que para un adecuado control y monitoreo de variables en incubadoras para canes, es indispensable un control automático electrónico?
  - a) Si
  - b) No
  - c) Desconoce
5. Considera Ud., indispensable conocer el estado de las variables de la pregunta 3, cuando se encuentre fuera de la clínica veterinaria?
  - a) Si
  - b) No
  - c) Desconoce

6. ¿Señale en la escala, cuál sería su criterio a que la incubadora sea manipulada mediante el celular desde cualquier parte del mundo?

- 5: Muy importante  
 1: Nada importante

5	4	3	2	1
Muy importante	Importante	Relativamente importante	Poco importante	Nada importante

7. Considera Ud. que es importante que el médico veterinario y los propietarios de la mascota puedan mediante una App y una cámara web conocer y observar el estado del (can – cachorro) cuando nadie se encuentre en la clínica veterinaria.

- 5: Muy importante  
 1: Nada importante

5	4	3	2	1
Muy importante	Importante	Relativamente importante	Poco importante	Nada importante

8. Qué rangos de temperatura, humedad y oxigenación necesita un cachorro que permanece en una incubadora?

Temperatura Máxima: *Variable* Temperatura Mínima: *Variable*

Humedad Máxima: *Variable* Humedad Mínima: *Variable*

Oxigenación Máxima: *Variable* Oxigenación Mínima: *Variable*

9. ¿Cree usted que el CO2 exhalado por los cachorros afecte su salud, mientras permanece en una incubadora?

*Si*

10. ¿Qué tipos de normativas Ud. conoce sobre el material y dimensiones que debe poseer una incubadora para cachorros de canes de raza: pequeña, mediana y grande.

11. ¿Cuál ha sido el aspecto por el que recomendaría este producto a otra persona?

*Por el estado del cachorro al nacer.*

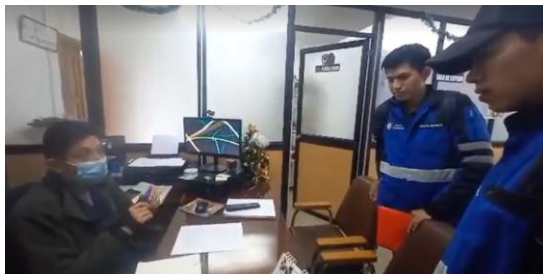


Figura IV.4. Encuesta N°4

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

**ANEXO V**

**Código en Arduino de sensores de temperatura, humedad y oxigenación**

**1/4**

```
//librerias
#include <Wire.h>
#include <Adafruit_Sensor.h>
#include <Adafruit_BME280.h>
#include <RBDdimmer.h>

//sensor_temperatura
#define SEALEVELPRESSURE_HPA (1013.25)
Adafruit_BME280 bme; // I2C
Adafruit_BME280 bme1; // I2C2 0X77
unsigned long delayTime;

//sensor de gas
const int MQ_PIN = 35; // Pin del sensor
const float RL_VALUE = 10; // Resistencia RL del modulo en Kilo ohms
const float R0 = 2; // Resistencia R0 del sensor en Kilo ohms
// Datos para lectura multiple
const int READ_SAMPLE_INTERVAL = 5; // Tiempo entre muestras
const int READ_SAMPLE_TIMES = 100; // Numero muestras
// Ajustar estos valores para vuestro sensor según el Datasheet
// (opcionalmente, según la calibración que hayáis realizado)
const float X0 = 10;
const float Y0 = 2.7;
const float X1 = 1000;
const float Y1 = 0.05;
// Puntos de la curva de concentración {X, Y}
const float punto0[] = { log10(X0), log10(Y0) };
const float punto1[] = { log10(X1), log10(Y1) };
// Calcular pendiente y coordenada abscisas
const float scope = (punto1[1] - punto0[1]) / (punto1[0] - punto0[0]);
const float coord = punto0[1] - punto0[0] * scope;

// Motor A
int const motor1Pin1 = 4;
int const motor1Pin2 = 2;
#define enable1Pin 13
//reles
int const luz_pil_1 = 19;
int const luz_pil_2 = 18;
```

```

int const humificador = 05;
int const rele_aux = 17;
//entradas
int const paro_de_emergencia = 16;
bool paro_emerg;

//Parameters del dimer
const int zeroCrossPin_res = 14;
const int acdPin_res = 32;
const int zeroCrossPin_ven = 12;
const int acdPin_ven = 33;
int MIN_POWER = 15;
int MAX_POWER = 80;
int POWER_STEP = 2;
//Variables
int power_res = 0;
int power_ven = 75;
//Objects
dimmerLamp acd(acdPin_res, zeroCrossPin_res);
dimmerLamp acd1(acdPin_ven, zeroCrossPin_ven);

//variables de sensadas
double Temp_1 = 0;
double Temp_2 = 0;
double Temp_promedio = 0;
double humedad_1 = 0;
double humedad_2 = 0;
double humedad_promedio = 0;

// Setting PWM properties
#define freq 1000
#define pwmChannel 0
#define resolution 10

int dutyCycle = 600;
int speedMotor = 0;
int vel = 0;

//PID Temperatura

int Setpointem =35;
int Setpoinhum = 65;
int Setpoingas = 4000;
float sp = 0;

```

```

float Potencia = 0;

// Constantes de PID TEM
float Kc = 9; float Tao_I = 80;
// Constantes de PID gas
float Kc_G = 8; float Tao_I_G = 80;

int Tiempo0 = 0;
unsigned long Tiempo_previo = 0;
unsigned long Tiempo_actual = 0;
int Read_Delay = 1000;

// Variables para PID TEM
float PID_error = 0;
float previous_error = 0;
int PID_value = 0;
float Error_INT = 0;

// Variables para PID GAS
float PID_errorG = 0;
float previous_errorG = 0;
int PID_valueG = 0;
float Error_INTG = 0;

void setup() {
  Serial.flush();
  // sets the pins as outputs:
  pinMode(motor1Pin1, OUTPUT);
  pinMode(motor1Pin2, OUTPUT);
  pinMode(luz_pil_1, OUTPUT);
  pinMode(luz_pil_2, OUTPUT);
  pinMode(humificador, OUTPUT);
  pinMode(rele_aux, OUTPUT);
  pinMode(paro_de_emergencia, INPUT_PULLUP);
  // inicialisamos_pines
  digitalWrite(motor1Pin1, LOW);
  digitalWrite(motor1Pin2, LOW);
  digitalWrite(luz_pil_1, HIGH);
  digitalWrite(luz_pil_2, HIGH);
  digitalWrite(humificador, HIGH);
  digitalWrite(rele_aux, HIGH);

  //inicilizacion pwm
  // attach the channel to the GPIO to be controlled
  ledcAttachPin(enable1Pin, pwmChannel);

```

```

// configure LED PWM functionalitites
ledcSetup(pwmChannel, freq, resolution);
ledcWrite(pwmChannel, dutyCycle);

Serial.begin(9600);
Serial.println(F("BME280 test"));
bool status, status1;
// configuracion direcion i2c
// (you can also pass in a Wire library object like &Wire2)
status = bme.begin(0x76);
if (!status) {
  Serial.println("No encuentra direcion BME 0X76!");
  while (1);
}
status1 = bme1.begin(0x77);
if (!status1) {
  Serial.println("No encuentra direcion BME 0X77!");
  while (1);
}

Serial.begin(9600);
Serial.println(F("Initialize System"));
acd.begin(NORMAL_MODE, ON);
acd1.begin(NORMAL_MODE, ON);

Serial.println("-- Default Test --");
delayTime = 1000;

Serial.println();
// testing
Serial.print("Testing DC Motor...");
}

void loop() {

  Tiempo_actual = millis();
  Serial.flush();

  if (Setpointem < 20) {
    Setpointem = 20;
  }
  if (Setpointem > 70) {
    Setpointem = 70;
  }

  if (Setpoinhum < 0) {

```

Setpointum = 0;

**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI**  
**FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA Y APLICADAS**  
**CARRERA DE INGENIERÍA ELECTROMECÁNICA**

**ANEXO VI**

**Cálculo del TIR y VAN**

**1/1**

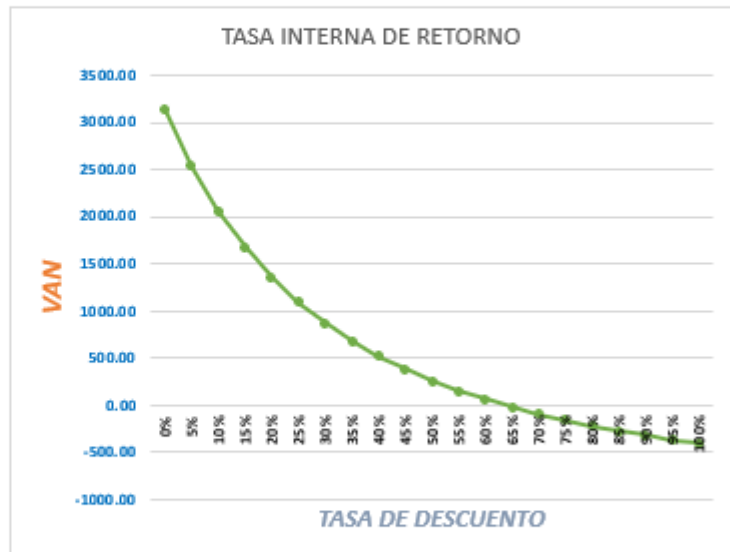
DATOS	VALORES
Número de Periodos	5
Tipo de Período	Anual
Tasa de Descuento	15%

	Inversión	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
<b>Incubadora</b>	-1282.95	1000.00	750.00	800.00	890.00	980.00

<b>VAN</b>	\$1,675.83
<b>TIR</b>	64%

Tasa de Descuento	VAN
0%	3137.05
5%	2540.83
10%	2063.41
15%	1675.83
20%	1357.22
25%	1092.32
30%	869.76
35%	680.97
40%	519.42
45%	380.06
50%	258.94
55%	152.95
60%	59.59
65%	-23.11
70%	-96.78
75%	-162.75
80%	-222.09
85%	-275.72
90%	-324.37
95%	-368.69
100%	-409.20

<b>TIR</b>	64%
------------	-----



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

ANEXO VII

Certificado de funcionamiento

1/1



**Universidad**  
**Técnica de Cotopaxi**  
**Ciencias de la Ingeniería y Aplicadas**  
**Carrera Electromecánica**

*Certificación de Funcionamiento*

Dr. Cristian Arcos  
**DIRECTOR DE LA CARRERA DE MEDICINA VETERINARIA**  
Presente.-

En la ciudad de Latacunga, a los 08 días del mes de febrero del año 2023 en la Universidad Técnica de Cotopaxi; se constituye por una parte la **Dra. Blanca Mercedes Toro Molina** y por otra parte **Moposita Muzo Mauricio Alexander con C.I.1850185800, Sanchez Ortega Mauricio Neptali, con C.I.1851040889, estudiantes de la carrera de Electromecánica**, mediante la presente me permito certificar la Tesis “**DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UNA INCUBADORA AUTOMÁTICA PARA CANES CON SISTEMA DE MONITOREO Y CONTROL DE TEMPERATURA, HUMEDAD Y OXIGENACIÓN DEL AIRE CON VISUALIZACIÓN A TRAVÉS DE UNA APP Y CÁMARA WEB**”, Cumple con todos los requisitos solicitados de acuerdo a los requerimientos, que enmarca la **CARRERA DE MEDICINA VETERINARIA**, los postulantes realizaron la respectivas pruebas experimentales determinando un adecuado control de las variables, monitoreo a través de la pantalla y cámara web, es todo cuanto puedo certificar con respecto al diseño implementación y funcionamiento.

.....  
Dra. Blanca Mercedes Toro Molina  
C.C: 0501720999  
**Veterinaria de la Universidad Técnica de Cotopaxi.**



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

ANEXO VIII

Equipos de medición

1/1



Figura VIII.1. Temperatura de 22 °C

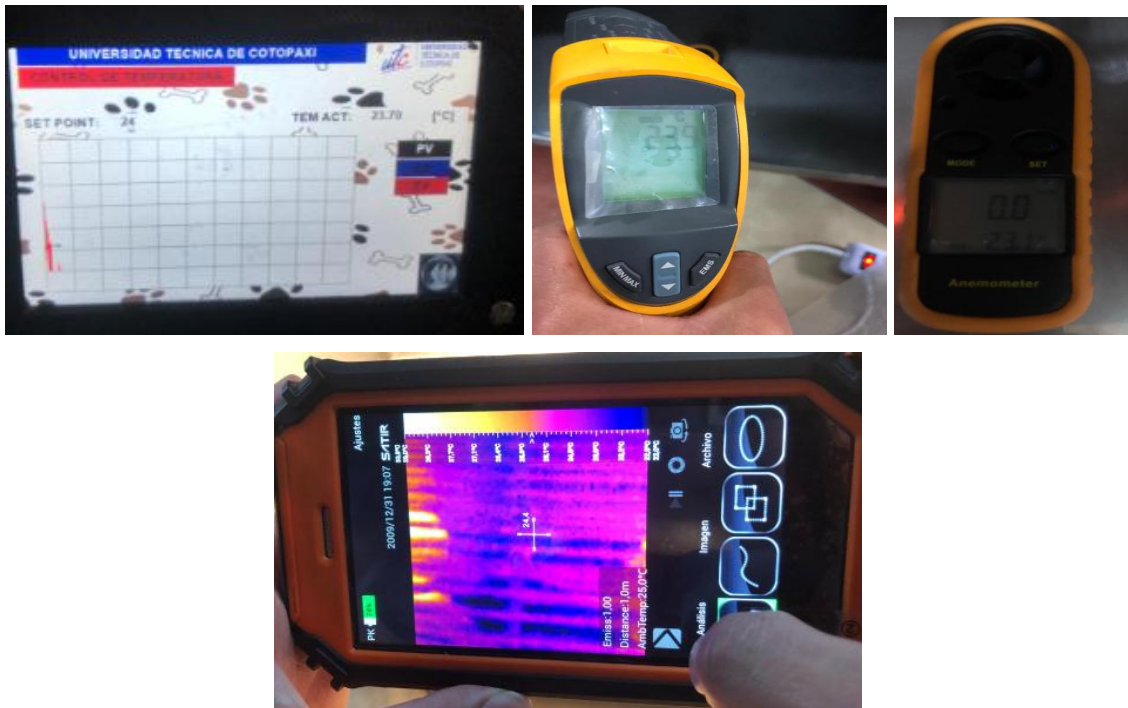


Figura VIII.2. Temperatura de 24°C

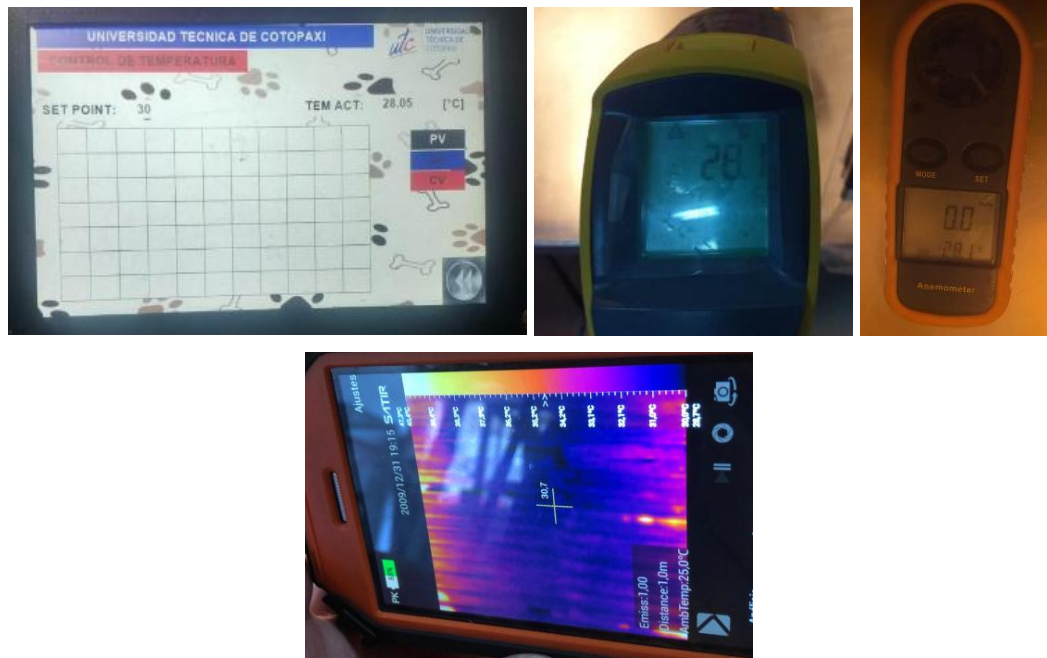


Figura VIII.3. Temperatura de 30°C

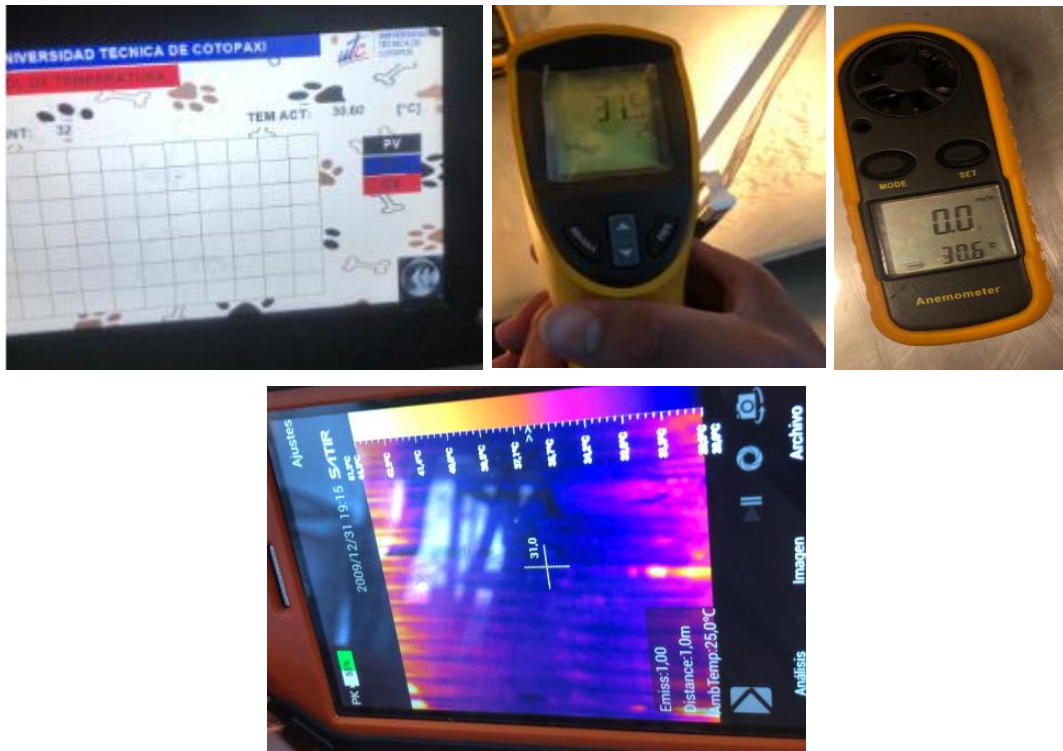


Figura VIII.4. Temperatura de 32°C



Figura VIII. 5. Temperatura de 35 °C