



**UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA
SEDE QUITO
CARRERA DE MECATRÓNICA**

**DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN SISTEMA CALEFACTOR
AUTOMÁTICO PARA UNA GRANJA AVÍCOLA**

Trabajo de titulación previo a la obtención del
Título de Ingenieros en Mecatrónica

AUTORES: DARÍO JAVIER CASAMÍN CINILÍN.
LUÍS FERNANDO CHILCAÑAN TUPIZA.

TUTOR: RENÉ PATRICIO QUITIAQUEZ SARSOZA.

Quito - Ecuador

2023

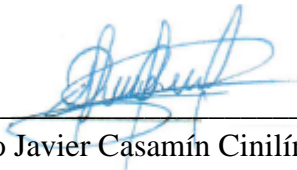
I. CERTIFICADO DE RESPONSABILIDAD Y AUTORÍA DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

Nosotros, Darío Javier Casamín Cinilín con documento de identificación N° 1723481543 y Luís Fernando Chilcañan Tupiza con documento de identificación N° 1723224042; manifestamos que:

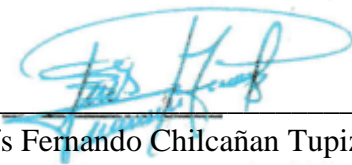
Somos los autores y responsables del presente trabajo; y, autorizamos a que sin fines de lucro la Universidad Politécnica Salesiana pueda usar, difundir, reproducir o publicar de manera total o parcial el presente trabajo de titulación.

Quito, 14 de marzo del año 2023

Atentamente,



Darío Javier Casamín Cinilín
1723481543



Luís Fernando Chilcañan Tupiza
1723224042

II. CERTIFICADO DE CESIÓN DE DERECHOS DE AUTOR DEL TRABAJO DE TITULACIÓN A LA UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA

Nosotros, Darío Javier Casamín Cinlín con documento de identificación N°. 1723481543 y Luís Fernando Chilcañan Tupiza con documento de identificación N°. 1723224042, expresamos nuestra voluntad y por medio del presente documento cedemos a la Universidad Politécnica Salesiana la titularidad sobre los derechos patrimoniales en virtud de que somos autores del Dispositivo tecnológico: “Diseño y construcción de un sistema calefactor automático para una granja avícola.”, el cual ha sido desarrollado para optar por el título de: Ingenieros en Mecatrónica, en la Universidad Politécnica Salesiana, quedando la Universidad facultada para ejercer plenamente los derechos cedidos anteriormente.

En concordancia con lo manifestado, suscribimos este documento en el momento que hacemos la entrega del trabajo final en formato digital a la Biblioteca de la Universidad Politécnica Salesiana.

Quito, 14 de marzo del año 2023

Atentamente,

Darío Javier Casamín Cinlín
1723481543

Luís Fernando Chilcañan Tupiza
1723224042

III. CERTIFICADO DE DIRECCIÓN DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

Yo, René Patricio Quitiaquez Sarsoza con documento de identificación N° 1710597269, docente de la Universidad Politécnica Salesiana, declaro que bajo mi tutoría fue desarrollado el trabajo de titulación: DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN CALEFACTOR AUTOMÁTICO PARA UNA GRANJA AVÍCOLA, realizado por Darío Javier Casamín Cinilín con documento de identificación N° 1723481543 y por Luís Fernando Chilcañan Tupiza con documento de identificación N° 1723224042 , obteniendo como resultado final el trabajo de titulación bajo la opción Dispositivos tecnológicos que cumple con todos los requisitos determinados por la Universidad Politécnica Salesiana.

Quito, 14 de marzo del año 2023

Atentamente,



Ing. René Patricio Quitiaquez Sarsoza, Mgtr
1710597269

IV. AGRADECIMIENTO

Agradezco a mí madre Susana Casamín quien me apoyo y confió en las metas que me he propuesto para mí vida, especialmente en mis estudios universitarios ya que sin sus consejos no lo hubiera logrado.

A mi familia que siempre estuvieron a mi lado y me aconsejaron que nunca me descuide de mis estudios ya que esto me servirá para mi vida profesional.

Un agradecimiento especial a mis docentes y amigos de la universidad.

(Casamín D.)

A mí tutor Patricio Quitiaquez, magister agradecemos por su paciencia y constancia encaminando el proyecto de titulación, sus ideas y consejos siempre fueron útiles para que podamos llegar al objetivo. Usted es parte de este proyecto que, con sus conocimientos y fuerza de carácter, se consolidan las cosas. Muchas gracias por el apoyo brindado durante el periodo, por compartir los conocimientos de manera profesional.

(Chilcañan F.)

V. DEDICATORIA

Dedico el proyecto a mí madre Susana Casamín, a mí primo Iván Casamín, a mí tía Martha Casamín, quienes siempre me apoyaron en esta travesía de mí vida con su cariño y palabras de aliento para culminar mis estudios.

De igual manera dedico este trabajo a mis amigos que los considero como hermanos porque también me supieron levantar con sus consejos, de que no me rinda y siga delante de culminar este sueño.

(Casamín D.)

Dedico mí tesis a mis padres, sin ellos no lo habría logrado, a mí mami María Tupiza por ser siempre la amiga quien está a mi lado empujando a cumplir mis sueños, a mí padre Luis Chilcañan que desde el cielo me bendice y por enseñarme valores de humildad y perseverancia para cada paso que se da en la vida.

(Chilcañan F.)

VI. ÍNDICE DE CONTENIDO

I. CERTIFICADO DE RESPONSABILIDAD Y AUTORÍA DEL TRABAJO DE TITULACIÓN	ii
II. CERTIFICADO DE CESIÓN DE DERECHOS DE AUTOR DEL TRABAJO DE TITULACIÓN A LA UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA	iii
III. CERTIFICADO DE DIRECCIÓN DEL TRABAJO DE TITULACIÓN.....	iv
IV. AGRADECIMIENTO	v
V. DEDICATORIA	vi
RESUMEN	xiv
INTRODUCCIÓN	1
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	2
FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	3
OBJETO DE ESTUDIO	3
JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN	4
OBJETIVOS	5
Hipótesis de la investigación	6
Alcance de investigación	6
CAPÍTULO 1.....	7
MARCO TEÓRICO	7
Generalidades	7
1.1. Marco teórico.....	7
1.2. Control ambiental	8
1.2.1. Condiciones ambientales óptimas.....	8
1.2.2. Manejo de temperaturas en distintos climas	8
1.3. Ventilación en granjas avícolas	9
1.3.1. ¿Cómo se refrescan las aves?	10
1.3.1.1. Convección	10
1.4. Tipos de ventilación.....	10
1.4.1. Ventilación natural por cortinas:	10
1.4.2. Ventilación por presión negativa:	10
1.4.3. Ventilación por presión neutra:	11
CAPÍTULO 2.....	12
ANÁLISIS DE ALTERNATIVAS	12

2.1. Análisis de Alternativas.....	12
2.1.1. Primera alternativa sistemas de calefacción a gas	12
2.1.2. Segunda alternativa sistemas de calefacción a electricidad.....	12
2.1.3. Tercera alternativa sistemas de calefacción a diésel.....	13
2.2. Selección de alternativas.....	13
2.2.1. Alternativa 1: Sistemas de calefacción a gas.	13
2.2.2. Alternativa 2: Sistemas de calefacción a electricidad.....	13
2.2.3. Alternativa 3: Sistemas de calefacción a diésel.	13
2.2.4. Alternativa ganadora.....	15
2.3. Aspectos fundamentales	15
2.4. Selección de materiales.....	15
2.4.1. Tubo cuadrado mecánico ASTM 366.....	15
2.4.2. Características de la estructura	17
2.5. Cálculo de las dimensiones de trabajo de la máquina	17
2.5.1. Fórmulas del espacio de trabajo	17
2.6. Conceptos termodinámicos.....	19
2.6.1. Temperatura.....	19
2.6.2. Temperatura corporal.....	19
2.6.3. Calor... ..	19
2.6.4. Calor específico	20
2.6.5. Potencia térmica.....	20
2.7. Conceptos Mecánicos	21
2.7.1. Soldadura	21
2.7.2. Tipos de soldadura.....	21
2.7.3. Soldadura por arco eléctrico (SMAW)	21
2.7.4. Cálculo de juntas soldadas a tope	22
2.8. Conceptos eléctricos	23
2.8.1. Ley de ohm	23
2.8.2. Potencia eléctrica	23
2.8.3. Caída de tensión de los conductores eléctricos.....	23
2.8.4. Gabinete metálico	24
2.8.5. Calefactor eléctrico	24
2.8.6. Estándares de los conductores eléctricos	24
2.8.7. Conductor Eléctrico	25
2.8.8. Tensiones de los conductores eléctricos	26

2.9. Conceptos Electrónicos	26
2.9.1. Fuente de alimentación AC/DC.....	26
2.9.2. Regulador LM2596.....	27
2.9.3. Interruptores.....	27
2.9.4. Luces piloto del equipo.....	27
2.9.5. Pantalla visualizadora	28
2.9.6. Microcontrolador	28
2.9.7. Relé.....	28
2.9.8. Sensor de temperatura.....	29
CAPÍTULO 3.....	30
CÁLCULOS DEL SISTEMA CALEFACTOR	30
3.1. Cálculo de volumen del lugar de trabajo	30
3.2. Calor requerido en el galpón	30
3.3. Cálculo de las uniones soldadas	35
3.4. Cálculos eléctricos.....	40
3.5. Planos de la estructura del sistema calefactor	42
3.6. Diagrama de conexión al microcontrolador	43
CAPÍTULO 4.....	44
4.1. Simulación y análisis estructural del sistema calefactor	44
4.1.1. Análisis de tensión del sistema calefactor	44
4.1.2. Desplazamiento	45
4.1.3. Factor de seguridad.....	45
4.2. Simulación y análisis electrónico del sistema calefactor.....	46
4.2.1. Diseño de la PCB del sistema calefactor	46
4.2.2. Diseño de la interfaz HMI	47
4.3. Diseño de control del sistema calefactor	47
4.4. Costos	48
4.4.1. Costos de la Estructura del sistema calefactor.....	48
4.4.2. Costos de elementos eléctricos y electrónicos del sistema.....	49
4.4.3. Costos generales	50
4.4.4. Mano de obra directa	51
4.4.5. Mano de obra indirecta	52
4.4.6. Resumen de costos	52
4.4.7. Análisis para determinar el VAN	52
4.4.8. Análisis para determinar el TIR	53

CONCLUSIONES	55
RECOMENDACIONES.....	56
REFERENCIAS	57
ANEXOS	61

VII. ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Aves con exceso de temperatura y falta de ventilación. [7].....	8
Figura 2. Tubo cuadrado [16].....	16
Figura 3. Dimensiones de tubo cuadrado [16].....	17
Figura 4. Dimensiones del lugar de trabajo.....	18
Figura 5. Dimensiones Prisma rectangular.....	18
Figura 6. Dimensiones Prisma triangular.....	18
Figura 7. Soldadura Eléctrica [23].....	21
Figura 8. Soldadura MIG [23].....	22
Figura 9. Tipos de soldadura y esfuerzos [24].....	22
Figura 10. Caja de conexiones [27].....	24
Figura 11. Calefactor eléctrico [28].....	24
Figura 12. Medidas de conductores eléctricos. [29].....	25
Figura 13. Medidas de conductores eléctricos. [29].....	25
Figura 14. Alambre aislado. [29].....	26
Figura 15. Alambre flexible. [29].....	26
Figura 16. Fuente de poder. [30].....	27
Figura 17. Regulador LM2596. [31].....	27
Figura 18. Interruptor industrial. [32].....	27
Figura 19. Luces piloto. [33].....	28
Figura 20. Pantalla Nextion de 4,3". [34].....	28
Figura 21. Módulo Esp8266. [35].....	28
Figura 22. Relé estado sólido. [36].....	29
Figura 23. Sensor de DHT 2. [37].....	29
Figura 24. Tabla de Cengel calor específico del ave. [38].....	31
Figura 25. Temperatura del sector del galpón.....	32

Figura 26. Gráfico para el cálculo de soldadura.	36
Figura 27. Selección medida de cable.	40
Figura 28. Selección medida de cable.	41
Figura 29. Análisis de la estructura en tensión.	44
Figura 30. Desplazamiento de la estructura.	45
Figura 31. Factor de seguridad de la estructura.	45
Figura 32. Diseño de la PCB del Sistema calefactor.	46
Figura 33. Diagrama 3D generado por PROTEUS.	46
Figura 34. Diseño de la pantalla touch del sistema calefactor.	47
Figura 35. Diagrama de bloques del sistema calefactor.	48
Figura 36. Diagrama de control ON-OFF del sistema calefactor.	48

VIII. ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Criterios de comparación-----	14
Tabla 2. Selección de alternativas. -----	14
Tabla 3. Propiedades del Acero ASTM 366-----	16
Tabla 4. Tabla de edad y densidad del ave -----	31
Tabla 5. Tabla de temperatura-----	32
Tabla 6. Tabla calor requerido para el ave.-----	33
Tabla 7. Tabla de tiempo de encendido del sistema-----	35
Tabla 8. Tabla de tensiones de electrodos -----	39
Tabla 9. Tabla de costo estructural del sistema-----	49
Tabla 10. Tabla de costo elementos eléctricos y electrónicos del sistema-----	49
Tabla 11. Tabla de consumo de luz del sistema -----	51
Tabla 12. Tabla del costo de transporte y mantenimiento del sistema -----	51
Tabla 13. Tabla del costo de mano de obra directa del sistema -----	51
Tabla 14. Tabla del costo de mano de obra indirecta del sistema-----	52
Tabla 15. Tabla resumen del costo de total del sistema -----	52
Tabla 16. Tabla de cálculo del VAN -----	53
Tabla 17. Tabla de cálculo del TIR-----	54

RESUMEN

El calefactor automático para un galpón avícola se basa en el diseño y construcción de un sistema para garantizar el control de temperatura adecuado para 21 días de crianza del ave que es la etapa más complicada ya que el ave si no tiene un ambiente adecuado el ave enferma y crece la tasa de mortalidad provocando pérdidas económicas en el galpón. Para el control del sistema se emplea un microcontrolador ESP 8266 por la facilidad de utilización y por su alta flexibilidad para controlar mediante relés el encendido y apagado de los calefactores eléctricos cuando llegue a una temperatura puesta por el usuario mediante un panel de control.

Se realizó cálculos y simulaciones del sistema calefactor automático para una correcta elección de elementos que conformaran el mismo.

Palabras claves: Calefacción, Microcontrolador ESP 8266, Ambiente controlado

ABSTRACT

The automatic heater for a poultry house is based on the design and construction of a system to guarantee adequate temperature control for 21 days of rearing the bird, which is the most complicated stage since the bird does not have an adequate environment. sick and the mortality rate grows causing economic losses in the shed. To control the system, an ESP 8266 microcontroller is used due to its ease of use and its high flexibility to control by means of relays the on and off the electric heaters when it reaches a temperature set by the user through a control panel.

Calculations and simulations of the automatic heating system were carried out for a correct choice of elements that would make it up.

Keywords: Heating, ESP 8266 Microcontroller, Controlled environment

INTRODUCCIÓN

Mediante la recopilación de información de sistemas de calefacción que se emplean en las granjas avícolas del país, se tomó varias alternativas para el mejoramiento del manejo de temperaturas ideales en la granja.

Los cálculos obtenidos mediante fórmulas y ecuaciones que permiten dar una mayor certeza y guía, para una correcta selección de elementos que intervienen en el sistema calefactor automático.

Luego de analizar la mejor alternativa para el diseño y construcción del sistema calefactor automático, se propone la implementación en la granja avícola.

Para la construcción del sistema se utilizó elementos mecánicos, eléctricos y electrónicos de larga durabilidad, dando garantía de funcionalidad y fácil manejo de control, ajustando a las condiciones que presta el galpón.

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

En muchas granjas avícolas del Ecuador para la crianza de aves la temperatura es muy importante para su desarrollo y engorde, ya que si las aves están en condiciones de temperaturas no adecuadas estas no se alimentan correctamente, la tasa de mortalidad puede aumentar generando pérdidas económicas para la granja avícola. [1]

Para estas granjas avícolas la temperatura de crianza debe ser constante, no debe importar si las granjas estén ubicadas en climas fríos o cálidos. Esta crianza de las aves es 42 a 45 días para que el ave tenga un peso adecuado de 3 kg, para esto el ave en cada semana tiene una temperatura diferente para su ciclo de crecimiento. [2]

En el Ecuador muchas granjas avícolas para el control de temperatura se usan cortinas plásticas, en los galpones que son controladas por los empleados del lugar y tiene que estar todo el tiempo pendiente de la temperatura dependiendo de las condiciones climáticas, si suben o bajan este tipo de cortinas para ventilar o cerrar el galpón para una temperatura adecuada. [3]

FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

En razón con lo expuesto en el planteamiento del problema, el proyecto busca responder la siguiente pregunta:

¿Es viable el diseñar y construir una máquina automática para generar una temperatura adecuada dentro del galpón para un desarrollo correcto de las aves en los 42 ó 45 días de crecimiento del ave?

OBJETO DE ESTUDIO

Se trata como objeto de estudio el diseño y construcción de un sistema calefactor automático para una granja avícola, teniendo un control adecuado de las temperaturas de desarrollo del ave y para poder potenciar el crecimiento correcto del ave dentro de un periodo establecido.

JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

Un sistema calefactor automático genera un beneficio para el avicultor, porque este desempeñaría un papel importante en el ambiente del ave, ya que el objetivo es proporcionar a la parvada temperaturas adecuadas en cada etapa de crecimiento, que le permita lograr el máximo rendimiento, velocidad de crecimiento óptima y uniforme, asegurando no afectar adversamente la salud y el bienestar de las aves. [4]

Cuando el avicultor no está pendiente de la temperatura del galpón, la mortalidad del ave se eleva [5], por ello con un sistema calefactor automático se tendrá un control adecuado de la temperatura para la crianza del ave reduciendo la tasa de mortalidad del ave y un ahorro económico por el medio energético utilizado.

Mediante la implementación del proyecto en la granja Avícola Paulina, en el sector de Manuel Cornejo Astorga (Tandapi) vía Alóag – Santo Domingo Km 54, se busca mejorar el sistema de calefacción para llegar a la temperatura adecuada, durante el periodo que necesita el ave desarrollarse.

OBJETIVOS

OBJETIVO GENERAL

Diseñar y construir un sistema calefactor automático para una granja avícola para controlar la temperatura de crianza de las aves.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Analizar los sistemas de calefacción avícolas existentes para seleccionar el más adecuado al problema de estudio.
- Seleccionar los elementos y dispositivos para construcción del sistema.
- Implementar y verificar el sistema de calefacción para solucionar los errores que se presenten en el sistema.

Hipótesis de la investigación

Para el control de variables que intervienen en un galpón avícola, se obtiene datos de temperatura con la ayuda de un microcontrolador en el interior del galpón, mediante un algoritmo de adquisición de datos que envía señales analógicas de entrada y salida, esto hace que el calefactor pueda activarse o desactivarse

Alcance de investigación

En este proyecto se presenta el diseño y construcción del sistema calefactor automático, para una granja avícola en la cual climatizará para mejorar la producción de las aves en crecimiento, creando un beneficio económico a corto plazo al avicultor. Durante el diseño y construcción del sistema se realiza análisis y cálculos que permiten lograr un mayor alcance a lo propuesto.

CAPÍTULO 1

MARCO TEÓRICO

Generalidades

Mediante la recolección de información sobre el manejo de galpones, en la cual se trata de profundizar datos de sistemas de control de ambiente para en confort del ave, se detalla conceptos de manejo de temperatura en los galpones avícolas.

El buen cuidado del ave desde el primer día de recepción se basa principalmente en la temperatura, la que ayuda al desarrollo y conversión de carne del ave.

Se debe tener en cuenta la ventilación, para que el ave no se sofoque por temperaturas altas dentro del galpón.

1.1. Marco teórico

Para empezar, se plantea la importancia y objetivos que persiguen los programas de control ambiental en las granjas avícolas. Bien, el objetivo principal que se busca en un galpón de crianza de aves es crear un entorno que resulte, además de eficaz y económico para la producción, sano y cómodo para las especies que se desarrollen en ella. Partiendo de esto se tienen que crear las condiciones adecuadas para un sano desarrollo de las aves, lo que contempla un control sobre la humedad, la iluminación, la calidad del aire y la temperatura. Es importante resaltar que en caso de que el ambiente no sea propicio para la crianza de las especies que se tengan en la granja, se presentará un menor crecimiento y problemas de desarrollo, lo que hará que la población sea más propensa sufrir enfermedades y morir, afectando de esta manera la rentabilidad de la granja avícola.[6]

Controlar la temperatura al interior de un galpón de producción avícola requiere de la instalación de un sistema de calefacción y de contar con una buena ventilación, ya sea natural o forzada. Actualmente existen diferentes sistemas de calefacción disponibles en el mercado, lo que puede hacer un poco complicado (por tanta variedad) seleccionar por los diferentes requerimientos de cada galpón. Sin embargo, en cualquier caso, se recomienda que su instalación vaya acompañada de ventiladores de paletas o de circulación que se encarguen de mover el aire caliente que se acumule en el techo hacia el nivel inferior, para que pueda llegar hasta las aves, de manera que el rendimiento de los calefactores incremente y el gasto de energía se vea reducido. [6]

1.2. Control ambiental

1.2.1. Condiciones ambientales óptimas

Para llegar a obtener resultados de conversión de producción en carne de las aves, se debe tener condiciones favorables desde el primer día de recepción de las aves, hasta el día de recolección. Para ello es necesario satisfacer las necesidades térmicas de las aves suministrándoles oxígeno y eliminando la humedad y el amoníaco presentes en el ambiente. [7]

La calefacción en el área de las aves es primordial desde su primer día de nacidos. La manipulación de los parámetros en esta etapa puede influenciar las respuestas fisiológicas de las aves después del nacimiento, entre ellas se destaca la resistencia al estrés térmico de aves adultas. [7]

Es importante conocer las variaciones de temperatura en los galpones. Por ejemplo, se sabe que durante los episodios de estrés calórico las aves aumentan su consumo de agua y disminuyen el consumo de alimento, lo que eventualmente resulta en disminución del crecimiento y productividad. [7]

En la figura 1 se indica el de estrés que se pueden encontrar las aves dentro del galpón.



Figura 1. Aves con exceso de temperatura y falta de ventilación. [7]

1.2.2. Manejo de temperaturas en distintos climas

1.2.2.1. Clima extremadamente frío

Frente a temperaturas muy bajas en lugares que están ubicados los planteles avícolas, este fenómeno climático hace que la humedad también sea un problema de controlar.

La humedad relativa baja en extremo durante la producción en invierno significa que las aves respirarán más calor que las desarrolladas en ambientes con mayor humedad relativa,

por lo que su pérdida de calor también será mayor y, para compensar esta pérdida, es frecuente que se tiene que incrementar los puntos de ajuste de temperatura. [8]

1.2.2.2. Clima frío

En el manejo de plántulas avícolas ubicadas en la altura y con temperaturas por debajo de 10 °C no es necesario tener un sistema de ventilación al contrario se requiere un sistema de calefacción que ayude a proporcionar calor en el interior del galpón avícola. [8]

El sistema que ayuda a que no se acumule la humedad dentro del galpón es el sistema de extracción de aire, es decir, ventilación forzada. [8]

1.2.2.3. Clima moderado

Cuando las temperaturas rebasan consistentemente el rango de los 24°C, se requiere la ventilación forzada para todas las densidades de población, excepto para la más baja, en galpones pequeños y con ventilación natural. Durante los rangos entre 24°C a 30°C o mayores se sugiere el método de ventilación túnel donde se obtiene un gran flujo de aire, lo cual las aves van a estar en condiciones favorables de temperatura. [8]

Conforme exceden los 35°C, comienza a desaparecer el efecto de enfriamiento por viento, por lo que es necesario proporcionar enfriamiento para reducir realmente la temperatura. [8]

1.2.2.4. Clima caluroso

En las áreas tropicales y subtropicales donde las temperaturas se encuentran consistentemente en el rango de 35 a 37.8°C suele ser imposible manejar altas densidades de aves en galpones abiertos y provistos de ventilación natural. [8]

La combinación de estas propiedades elevadas es particularmente difícil para las aves debido a que su principal forma de expulsar el calor corporal excesivo es mediante la respiración (o jadeo), que evapora la humedad a través de los pulmones y los pasajes aéreos. [8]

1.3. Ventilación en granjas avícolas

Los ciclos metabólicos de las aves producen un aumento de la humedad en el clima, a través de la eliminación de agua por la respiración y las heces. Esta humedad se acumula en el clima, ampliando la sensación de calor de las aves. [9]

Un ambiente ideal en el galpón garantiza que las aves estén cómodas. Estas condiciones deben ser dirigidas sin esfuerzo con la ventilación, a través de la corriente de viento, que ayudará con la eliminación de la abundancia de calor y humedad de los galpones donde las aves se alojan, proporcionándoles confort y bienestar en su alojamiento. [9]

1.3.1. ¿Cómo se refrescan las aves?

1.3.1.1. Convección

Las aves en confort deben estar alimentándose y ganando energía, mientras exista exceso de calor deja de convertir carne y pierde calorías, los principales síntomas de las aves con calor es levantando sus alas y el jadeo. En general podemos decir que, si la temperatura ambiente empieza a aumentar de 26,7°C las aves empiezan a sufrir el denominado estrés por calor. [10]

1.3.1.2. Conducción

Las aves entran en contacto con una superficie a menor temperatura logrando refrescarse, cuando se observa aves acostadas en la cama o en contacto con las paredes o debajo de los bebederos. [10]

1.3.1.3. Evaporación

Esto se da cuando las aves eliminan su calor corporal al respirar (jadeo) para tratar de refrescar su cuerpo a través del paso del aire ayudando a sus pulmones y conductos respiratorios a sentir una sensación térmica más agradable. En el caso en que la humedad relativa dentro del galpón sea alta, la eliminación de calor por jadeo se disminuye. [10]

1.4. Tipos de ventilación

1.4.1. Ventilación natural por cortinas:

Un sistema de ventilación utilizado en condiciones avícolas no controladas. Comprende la ventilación directa con el aire circundante, controlando su fuerza con cortinas. [11]

Es útil en ciertos lugares, pero en otros puede ser muy difícil de aplicar, ya que se ha relacionado con niveles elevados de gases en el aire del galpón, como el amoníaco.

1.4.2. Ventilación por presión negativa:

Es la forma más normal en la avicultura con condiciones controladas para preparar el aire en los galpones. Consiste en la entrada de aire a través de las aberturas de los tejados y paredes, movido por ventiladores. Este aire en el plantel avícola es conducido y calentado

alrededor del ave. A continuación, este aire caliente se retira de nuevo al clima mediante potentes ventiladores de extracción. [11]

1.4.3. Ventilación por presión neutra:

El sistema es como el anterior, sin embargo, requiere más ventiladores. Se llama así porque tanto la presión dentro del galpón como la del ambiente exterior, son similares constantemente. Este sistema requiere menos energía para que los ventiladores muevan el aire. [11]

CAPÍTULO 2

ANÁLISIS DE ALTERNATIVAS

2.1. Análisis de Alternativas

En el análisis de alternativas del proyecto se propone diferentes puntos para realizar una mejor selección del sistema de calefacción que empleara el galpón avícola

2.1.1. Primera alternativa sistemas de calefacción a gas

2.1.1.1. Radiadores infrarrojos a gas

El principio de su funcionamiento es la radiación de infrarrojos, que calienta a las aves y el suelo, pero no el aire, lo que representa su principal ventaja: que al ser la temperatura ambiente del galpón algo inferior que la que hay con un sistema generador de aire caliente se minimizan las pérdidas de calor a través del techo. [12]

2.1.1.2. Generadores de aire caliente

En un principio, su funcionamiento se basaba en el montaje de un solo aparato en el clásico almacén central de los primeros criaderos industriales de aves, que proyecta el aire caliente, generado por gas o gas propano, hacia el interior del galpón, en dos direcciones, regulándose la temperatura de esta mediante un termostato. [13]

Tiene el inconveniente de no poder aplicarse en galpones demasiado largas más de 50 m, ni aun contando con la distribución del aire caliente a través de una canalización, situada cerca del techo, que lo reparta a lo largo del local. [13]

De ahí que desde hace ya años se propusieran otros tipos de generadores de aire caliente, en principio funcionando con gas-oil, pero posteriormente con gas propano, por la comodidad de empleo de éste. [13]

2.1.2. Segunda alternativa sistemas de calefacción a electricidad

Los calentadores eléctricos crean calor con respecto al cuadrado del flujo eléctrico que los atraviesa. Esta relación se conoce como Joule, los materiales conductores (metales y compuestos), sin embargo, tienen una resistividad eléctrica a la sección del flujo eléctrico. [14]

La energía a manera de calor se deja de mantener mediante la conducción de la misma. La resistividad es una carga cuando hay que enviar energía eléctrica, sin embargo, es beneficiosa cuando se busca la generación de calor. [14]

2.1.3. Tercera alternativa sistemas de calefacción a diésel

Los sistemas calefactores a diésel o de bujías son resistencias metálicas que producen la temperatura necesaria para calentar los gases dentro de la cámara de ignición utilizando el flujo eléctrico a través de una bujía. [15]

Estos sistemas pueden ser móviles y los otros fijos deben ser colocados estratégicamente para que el aire caliente se reparta uniformemente en todo el espacio. [15]

Igualmente, se debe considerar en la gestión de su funcionamiento los niveles de ventilación, puesto que si los gases de combustión se liberan dentro del galpón hay que considerar una renovación extra de aire, además de la calculada para la respiración de los animales. [15]

2.2. Selección de alternativas

En la selección de alternativas se presenta las opciones planteadas en el punto 2.1. y se presentan tres alternativas para asignar una calificación cuantitativa de cada una estableciendo los siguientes puntos: costo, capacidad, fuente energética, costo de la fuente energética, mantenimiento, movilidad del sistema, manejo del sistema, vida útil, determinando cuantitativamente el sistema adecuado para los requerimientos del galpón.

Se establecen las siguientes alternativas:

2.2.1. Alternativa 1: Sistemas de calefacción a gas.

2.2.2. Alternativa 2: Sistemas de calefacción a electricidad.

2.2.3. Alternativa 3: Sistemas de calefacción a diésel.

Para la calificación de la mejor alternativa se establece la tabla 1 para poder tener los criterios de selección que van desde el 1 al 5 como se indica en la tabla de criterios de comparación.

Tabla 1. Criterios de comparación

ITEMS	CRITERIO
1	Muy Malo
2	Malo
3	Regular
4	Bueno
5	Muy Bueno

Se realiza una tabla 2 para ir calificando cada alternativa con 8 características propuestas y poder establecer un índice porcentual adecuado para elegir alguna alternativa para el sistema calefactor.

Tabla 2. Selección de alternativas.

N°	CRITERIO DE COMPARACIÓN	ALTERNATIVA 1	ALTERNATIVA 2	ALTERNATIVA 3
1	Costo de construcción	2	4	3
2	Capacidad	2	5	3
3	Fuente energética	3	5	2
4	Costo de la fuente energética	3	5	3
5	Mantenimiento	4	5	4
6	Movilidad del sistema	3	5	3

7	Manejo del sistema	4	5	4
8	Vida útil	4	4	4
TOTAL		25	38	26
Índice Porcentual		62.5%	95%	65%
Orden de selección		3	1	2

2.2.4. Alternativa ganadora

Como ganadora es la segunda alternativa con un índice porcentual del 95%, que nos da como una buena opción de elegirla para el sistema calefactor.

2.3. Aspectos fundamentales

En este ítem se exponen los principales elementos que se emplearán en el sistema automático calefactor y se indicarán las ecuaciones utilizadas en el diseño del equipo.

2.4. Selección de materiales

Al realizar alguna estructura del sistema calefactor se debe tener en cuenta la gran variedad de perfiles estructurales y de los compuestos que están hechos, que existen en el mercado y se detalla a continuación para seleccionar la mejor opción.

2.4.1. Tubo cuadrado mecánico ASTM 366

Son perfiles de acero al carbono laminados en frío. El producto es fácil de soldar, cortar, moldear, mecanizar ya que se trata de un material muy denso.

Sus aplicaciones son para muebles metálicos, pasamanos, cerramientos, repisas, etc. [16]



Figura 2. Tubo cuadrado [16]

En la siguiente tabla 3 se explica las propiedades físicas, mecánicas y químicas del acero ASTM 36.

Tabla 3. Propiedades del Acero ASTM 36

Propiedades	Características
Físicas	Densidad 7.85 g/cm^3
Químicas	0,30-0,50 % Mn
	0,040 % P
	0,050 % S
Mecánicas	Esfuerzo a la fluencia mínima: 285 MPa
	Esfuerzo a la fluencia tensión: 340 MPa
	Elongación mínima en 50 mm: 20%

En la figura 3 se determina el tipo de dimensiones se utiliza para la construcción de la estructura desde la más grande hasta más pequeña dependiendo a la carga que será sometida la estructura se escogerá el perfil más adecuado.

Designaciones		Área	Peso	Propiedades Estáticas		
				Momento de inercia	Eje x-x = y-y	
B mm	e mm	A cm ²	P kg/m		I cm ⁴	Módulo de resistencia W cm ³
20	0,6	0,46	0,36	0,34	0,29	0,79
	0,75	0,56	0,45	0,4	0,34	0,78
	0,9	0,67	0,53	0,48	0,41	0,77
	1,1	0,8	0,64	0,54	0,47	0,77
	1,5	1,05	0,84	0,65	0,58	0,74
25	0,75	0,71	0,56	0,82	0,55	0,99
	0,9	0,85	0,67	1	0,67	0,97
	1,1	1,02	0,81	1,12	0,76	0,97
	1,5	1,35	1,08	1,39	0,97	0,95
30	0,9	1,03	0,81	1,79	1	1,18
	1,1	1,24	0,98	2,01	1,13	1,17
	1,5	1,65	1,31	2,54	1,47	1,15
40	1,1	1,68	1,33	5,03	2,1	1,58

Figura 3. Dimensiones de tubo cuadrado [16]

2.4.2. Características de la estructura

Es importante seleccionar correctamente el material para la construcción del sistema de calefacción que debe ser resistentes a las temperaturas de campo. Si la aplicación del material se establece la relación de forma directa de seguridad y la integridad de las personas y para la protección de este sistema debe desempeñarse al más alto nivel.

2.5. Cálculo de las dimensiones de trabajo de la máquina

2.5.1. Fórmulas del espacio de trabajo

Se debe calcular cuántos metros cúbicos debe cubrir el sistema calefactor para garantizar que la temperatura requerida sea cubierta en el lugar donde va a hacer instalado el equipo.

Para determinar el volumen del lugar de trabajo se debe tener el largo, ancho y profundidad del lugar y para esto se puede dividir las secciones en figuras geométricas para establecer el cálculo.

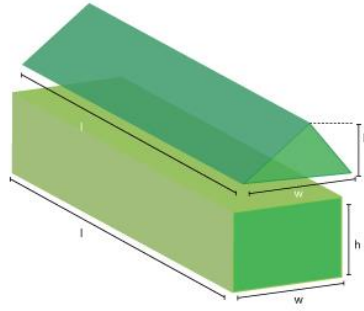


Figura 4. Dimensiones del lugar de trabajo

2.5.1.1. Cálculo de volumen de un prisma rectangular

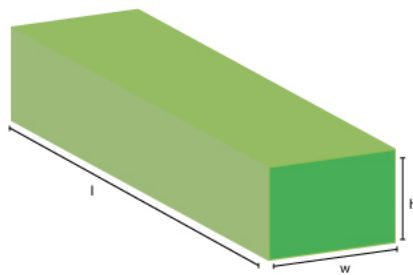


Figura 5. Dimensiones Prisma rectangular

$$V = h * w * l \quad \text{Ec. (2)}$$

V = Volumen

h = Altura

w = Ancho

l = Profundidad

2.5.1.2. Cálculo de volumen de un prisma triangular

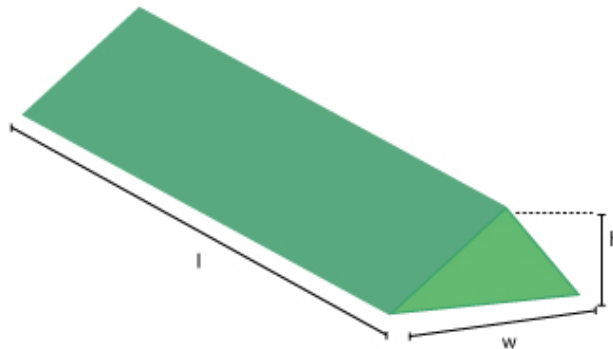


Figura 6. Dimensiones Prisma triangular

$$V = l * w * \frac{h}{2} \quad \text{Ec. (3)}$$

V = Volumen [m^3]

l = Profundidad [m]

w = Ancho [m]

h = Altura [m]

2.6. Conceptos termodinámicos

2.6.1. Temperatura

Es una cantidad escalar definida por una función creciente que determina cuánto se excitan las partículas del material. Temperatura más baja o alta. [17]

Por lo tanto, la temperatura a escala microscópica se define como la energía promedio de un movimiento de partículas de acuerdo con el grado de libertad. En el caso de los sólidos, el movimiento en cuestión resulta ser la vibración de las partículas en sus posiciones en el sólido. En el caso de un gas ideal, es el movimiento de traslación de sus partículas. [17]

2.6.2. Temperatura corporal

Se interpreta al efecto de aumentar o reducir el calor de un individuo para el control de su propio mecanismo de formación de calor. Estas temperaturas son desarrollos biológicos para aumentar o reducir la sensación de calentamiento, por lo tanto, tienen adaptación al medio ambiente que los rodea. En los humanos, el rango normal de temperatura corporal es de 36.1 °C a 37.2 °C. Para mantener esto, utiliza varios mecanismos de control, incluida la vasodilatación (disminución de grados en el área cutánea) para aumentar o mantener el calor y el sudor para disminuir el calor. Un cuerpo caliente significa fiebre, que es una reacción a una infección o condición médica. Aunque los escalofríos pueden ser un signo de hipotermia, que puede ser causado por un ambiente muy frío o como síntoma de una enfermedad. [18]

2.6.3. Calor

Es la interpretación de energía parecido a ser producto de reacciones químicas, reacciones nucleares, dispersión electromagnética o mecánica. Tiene la capacidad de transferirse de un objeto a otro y un extenso mecanismo, incluyendo radiación, convección y conducción. El calor (denotado con la letra Q) es energía que se transfiere de un sistema a otro (o de un sistema a su entorno), generalmente debido a una diferencia de temperatura entre ellos. [19]

Dos o más objetos en contacto a diferentes temperaturas alcanzan el equilibrio térmico (misma temperatura) después de algún tiempo. [19]

Se obtiene el calculando mediante la ecuación 4.

$$Q = Cp * m * \Delta T \quad \text{Ec. (4)}$$

Q = Cantidad de calor transferido

Cp = Calor específico

m = Masa del cuerpo

ΔT = Variación de temperatura

2.6.4. Calor específico

El calor específico de una sustancia o, más formalmente, la capacidad calorífica específica es una cantidad física que expresa la capacidad de una sustancia para acumular energía interna en forma de calor. [20]

Formalmente, es la energía requerida para aumentar la masa de una sustancia dada en una unidad de temperatura; usando el sistema internacional (S.I.) es la energía en Joules requerida para elevar la temperatura de una masa de 1 kg en 1 °K. [20]

Este valor se obtiene mediante la ecuación 5 o en tablas

$$Cp = \frac{Q}{m * \Delta T} \quad \text{Ec. (5)}$$

2.6.5. Potencia térmica

Es la cantidad de calor por unidad de tiempo que se suministra a un sistema termodinámico para llevarlo de un estado inicial a un estado final, teniendo en cuenta siempre que la cantidad de calor entregada es constante. [21]

$$P_{ter} = \frac{Q}{\Delta t} \quad \text{Ec. (6)}$$

P_{ter} : Potencia térmica

Q: Cantidad de calor transferido

Δt : Variación de tiempo

2.7. Conceptos Mecánicos

2.7.1. Soldadura

Es el procedimiento que generalmente entre dos o más partes (generalmente metales) se unen mediante calor y/o presión, las partes se funden o se rellenan con un relleno, se fusionan y se unen cuando se enfrían.

Aunque el proceso general se ha explicado anteriormente, existen diferentes tipos de soldadura en función del resultado deseado. [23]

2.7.2. Tipos de soldadura

2.7.3. Soldadura por arco eléctrico (SMAW)

Esta soldadura de resistencia se trata de generar calor mediante un proceso termoeléctrico, la corriente eléctrica pasa por las piezas que se desean unir y las calienta hasta que terminan uniéndose. Cuando apartamos el electrodo, las piezas se enfrían solidificándose y así quedando fusionadas. [23]

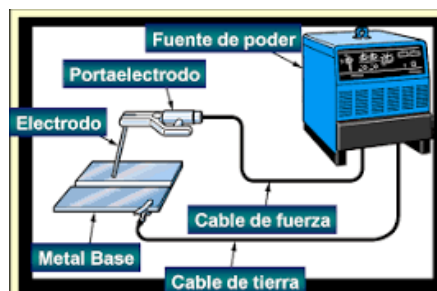


Figura 7. Soldadura Eléctrica [23]

Este tipo de soldadura se utiliza sobre todo para espesores medio-grandes.

2.7.3.1. Soldadura MIG/MAG (Metal Inerte Gas/ Metal Active Gas)

La soldadura MIG- MAG este proceso depende del gas inyectado y se emplea arco por medio de electrodos consumibles bajo un gas de protección. Este arco consta de electrodos formados por hilos y piezas continuas y está protegido por un gas inerte o reactivo, de ahí el nombre. [23]

Es un proceso muy productivo, la calidad es muy buena y el espesor del cordón de soldadura puede variar de 0,7 a 6mm. [23]

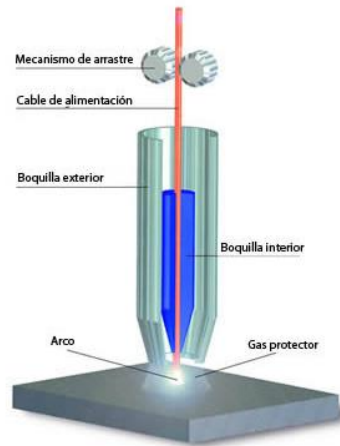


Figura 8. Soldadura MIG [23]

2.7.4. Cálculo de juntas soldadas a tope

Para el cálculo de soldadura se debe seleccionar que tipo de soldadura es la que se aplicara en la máquina dependiendo de igual manera cual es la posición más adecuada a trabajar que se observa en la figura 9. [24]

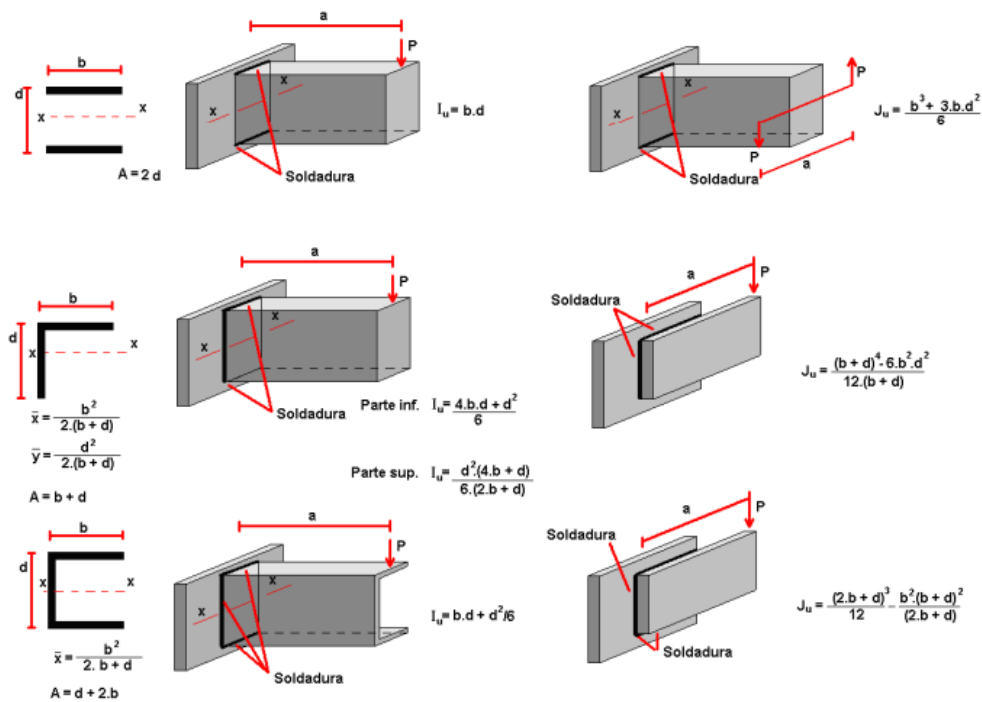


Figura 9. Tipos de soldadura y esfuerzos [24]

2.8. Conceptos eléctricos

2.8.1. Ley de ohm

En electricidad esta ley es la herramienta más útil que debe entender cualquier persona que trabaje con circuitos eléctricos y electrónicos. Cualquiera que trabaje o estudie electricidad necesita la Ley de Ohm. Esta establece la relación que existe entre el potencial (voltaje), la corriente y la resistencia. [25]

$$I = \frac{V}{R} \quad \text{Ec. (7)}$$

I = Intensidad

V = Voltaje

R = Resistencia

2.8.1. Potencia eléctrica

Es la proporción a la que la electricidad se transfiere a través de circuitos eléctricos. Es decir, la cantidad de energía eléctrica suministrada o absorbida por el componente temporalmente. [26]

$$P = V * I \quad \text{Ec. (8)}$$

P = Potencia

V = voltaje

I = Intensidad

2.8.2. Caída de tensión de los conductores eléctricos

$$S = \frac{\sqrt{3} * \rho * L * I}{\Delta V} \quad \text{Ec. (9)}$$

S = Sección o disminución del conductor eléctrico

ρ = resistividad de los materiales conductores

L = Distancia entre el equipo y la fuente de alimentación

I = Intensidad de corriente

ΔV = Caída de tensión

2.8.3. Gabinete metálico

Es un contenedor de conexiones eléctricas, como se muestra en la figura 13, por lo general son utilizadas para ocultar o evitar la manipulación de las instalaciones eléctricas también son utilizadas por protección de los circuitos eléctricos. [27]



Figura 10. Caja de conexiones [27]

2.8.4. Calefactor eléctrico

Es un dispositivo que genera energía calorífica a partir de la energía eléctrica, generalmente el calefactor eléctrico se utiliza en casas que no disponen gas natural, y es ventajoso porque no requiere mucho espacio y fácil de instalar como se aprecia en la figura 11. [28]



Figura 11. Calefactor eléctrico [28]

2.8.5. Estándares de los conductores eléctricos

Todos los conductores eléctricos se clasifican en calibres como se indica en la figura 12, estos están regidos por el sistema AWG (American Wire Gauge), también dependen del diámetro del cable en el sistema métrico decimal y se los categoriza en milímetros cuadrados que depende del diámetro de la sección. [29]

FOTO	CALIBRE / AWG	SECCIÓN EN MM2	CONSUMO DE CORRIENTE	EJEMPLOS
	4	25mm ²	Muy alto	Aires acondicionados centrales, equipos industriales (se requiere instalación especial de 240 volts).
	6	16mm ²	Alto	Aires acondicionados, estufas eléctricas y acometidas de energía eléctrica.
	8	10mm ²	Medio - alto	Secadoras de ropa, refrigeradores, aires acondicionados de ventana.
	10	6mm ²	Medio	Hornos de microondas, licuadoras, contactos de casas y oficinas, extensiones de uso rudo.
	12	4mm ²	Medio - bajo	Cableado de iluminación, contactos de casas, extensiones reforzadas.
	14	2.5mm ²	Bajo	Extensiones de bajo consumo, lámparas.
	16	1.5mm ²	Muy bajo	Productos electrónicos como termostatos, timbres o sistemas de seguridad.

Figura 12. Medidas de conductores eléctricos. [29]

También se tiene una tabla que la figura 13 indica que se debe seleccionar un conductor por el amperaje requerido para la instalación eléctrica del sistema calefactor.

Amperaje que soportan los cables de cobre					
Nivel de temperatura:	60°C	75°C	90°C	60°C	
Tipo de aislante:	TW	RHW, THW, THWN	THHN, XHHW-2, THWN-2	SPT	
Medida / calibre del cable	Amperaje soportado			Medida / calibre del cable	Amperaje soportado
14 AWG	15 A	15 A	15 A	20 AWG	2 A
12 AWG	20 A	20 A	20 A	18 AWG	10 A
10 AWG	30 A	30 A	30 A	16 AWG	13 A
8 AWG	40 A	50 A	55 A	14 AWG	18 A
6 AWG	55 A	65 A	75 A	12 AWG	25 A
4 AWG	70 A	85 A	95 A		
3 AWG	85 A	100 A	115 A		
2 AWG	95 A	115 A	130 A		
1 AWG	110 A	130 A	145 A		
1/0 AWG	125 A	150 A	170 A		
2/0 AWG	145 A	175 A	195 A		
3/0 AWG	165 A	200 A	225 A		
4/0 AWG	195 A	230 A	260 A		

Figura 13. Medidas de conductores eléctricos. [29]

2.8.6. Conductor Eléctrico

Este elemento está diseñado para conducir la electricidad. El material principal con el que se fabrica es el cobre (por su alto nivel de conductividad), aunque también se utiliza el aluminio, que, a pesar de tener un menor nivel de conductividad, es más barato que el cobre. [29]

2.8.6.1. Conductor de alambre aislado

Para esta situación el conductor está cubierto con protección de material plástico para que el canal no entre en contacto con algún otro componente como diferentes transportadores, individuos o artículos metálicos. [29]

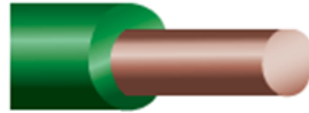


Figura 14. Alambre aislado. [29]

2.8.6.2. Conductor de cable flexible

Está formado por un gran número de conexiones delgadas cubiertos por material plástico. [29]

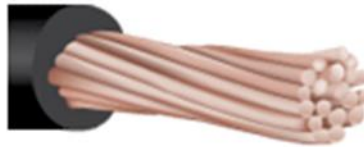


Figura 15. Alambre flexible. [29]

2.8.7. Tensiones de los conductores eléctricos

Dependiendo de la tensión para la que están preparados para funcionar los cables se categorizan en grupos de tensiones que van por rangos de voltios. [29]

- Cable de muy alta tensión (superior a los 770 kV)
- Cable de alta tensión (hasta 66 kV)
- Cable de media tensión (30 kV)
- Cable de tensión (1000 V)
- Cable de muy baja tensión (50 V)

2.9. Conceptos Electrónicos

2.9.1. Fuente de alimentación AC/DC

Estos dispositivos de AC/DC divide la salida de voltaje AC de la salida de voltaje de DC. Ambas salidas de la fuente de alimentación se regulan de forma continua y sincrónica. La pantalla de la fuente de alimentación de AC/DC muestra el voltaje y la corriente aplicados medidos en la salida. [30]



Figura 16. Fuente de poder. [30]

2.9.2. Regulador LM2596

Este elemento es un convertidor de voltaje DC/DC reductor de 3A con salida ajustable. Es un regulador de conmutación reductor con excelente regulación de línea y carga. Se puede utilizar para fuentes de alimentación, suministros de laboratorio, proyectos con microcontroladores PIC, AVR y Arduino. [31]



Figura 17. Regulador LM2596. [31]

2.9.3. Interruptores

Son instrumentos de control de acción manual a comparación de los pulsadores estos mantienen su posición una vez que se los accionan. [32]



Figura 18. Interruptor industrial. [32]

2.9.4. Luces piloto del equipo

Las luces piloto son esenciales porque su función es avisar visualmente que el equipo está encendido. Se establece o está en actuación cuando la configuración hacia este elemento tiene consumo de corriente. [33]



Figura 19. Luces piloto. [33]

2.9.5. Pantalla visualizadora

Este elemento también conocido como visualizador (display) es utilizado en algunos dispositivos electrónicos para indicar información al usuario de manera visual o táctil. Es un visualizador de una señal de video.[34]



Figura 20. Pantalla Nextion de 4,3". [34]

2.9.6. Microcontrolador

Un microcontrolador son dispositivos que incorporan un circuito integrado digital que se emplean para un sin de aplicaciones porque es programable. Tiene una CPU, memoria (ROM y RAM) y líneas de entrada y de salida. Como sabrá, los microcontroladores comparten las mismas unidades de control básicas que las computadoras, lo que les permite ser considerados pequeños dispositivos informáticos. [35]



Figura 21. Módulo Esp8266. [35]

2.9.7. Relé

Este dispositivo se caracteriza como un interruptor eléctrico que permite el flujo de corriente cuando está cerrado y detiene el flujo de corriente cuando está abierto, pero se acciona eléctricamente en lugar de manualmente.

Un relé consta de una bobina a la que se conecta una corriente eléctrica. Cuando la bobina está energizada, crea un campo electromagnético que cierra los contactos del relé normalmente abiertos y permite que la corriente fluya a través del circuito. [36]



Figura 22. Relé estado sólido. [36]

2.9.8. Sensor de temperatura

Estos dispositivos son encargados de detectar variaciones de temperatura en el aire o en el agua y se transforma en una señal eléctrica que llega al sistema electrónico. Esta señal conlleva determinados cambios en ese sistema electrónico para la regulación de temperatura. [37]



Figura 23. Sensor de DHT 2. [37]

CAPÍTULO 3

CÁLCULOS DEL SISTEMA CALEFACTOR

En este capítulo se emplea las ecuaciones planteadas para los cálculos mecánicos y eléctricos del sistema calefactor.

3.1. Cálculo de volumen del lugar de trabajo

Mediante la ecuación (1) se calcula el espacio de trabajo a calentar.

$$V = h * w * l$$

$$V = 3m * 12m * 30m$$

$$V = 1080 m^3$$

3.2. Calor requerido en el galpón

Para calcular el calor que se requiere en el interior del plantel avícola se tendrá en cuenta el manejo de temperatura en la granja los primeros 21 días del ave, durante este tiempo no pueden controlar su calor corporal y necesitan una fuente de calor externo.

La ecuación (3) que se muestra a continuación se empleará para conocer el calor que requiere el galpón para que tengan un óptimo confort para 6000 aves y también obteniendo ciertos datos para el cálculo de este.

$$Q = Cp * m * \Delta T$$

Pero primero se debe conocer el dato de calor específico del ave y eso se obtiene con la ecuación (4) o en tablas realizadas por expertos como se observa en la figura 24.

$$Cp = \frac{Q}{m * \Delta T}$$

TABLA A-7

Propiedades de alimentos comunes (conclusión)
b) Otras propiedades

Alimento	Contenido de agua, % (masa)	Temperatura, T °C	Densidad, ρ kg/m ³	Conductividad térmica, k W/m · °C	Difusividad térmica, α m ² /s	Calor específico, c_p kJ/kg · K
Carnes						
Res, bistec de	67	6	950	0.406	0.13×10^{-6}	3.36
Res, carne magra de	74	3	1 090	0.471	0.13×10^{-6}	3.54
Res, carne grasosa de	0	35	810	0.190	—	—
Res, hígado de	72	35	—	0.448	—	3.49
Cerdo, alimento para	39.7	23	1 140	0.326	0.11×10^{-6}	2.68
Pollo, pechuga de	75	0	1 050	0.476	0.13×10^{-6}	3.56
Perros, alimento para	30.6	23	1 240	0.319	0.11×10^{-6}	2.75
Bacalao	81	3	1 180	0.534	0.12×10^{-6}	3.71
Salmón	67	3	—	0.531	—	3.36
Jamón	71.8	20	1 030	0.480	0.14×10^{-6}	3.48
Cordero	72	20	1 030	0.456	0.13×10^{-6}	3.49
Puerco, carne magra	72	4	1 030	0.456	0.13×10^{-6}	3.49
Pavo, pechuga de	74	3	1 050	0.496	0.13×10^{-6}	3.54
Ternera	75	20	1 060	0.470	0.13×10^{-6}	3.56

Figura 24. Tabla de Cengel calor específico del ave. [38]

Una vez obtenido el dato del calor específico que es de 3,56 kJ / kg*K, el siguiente paso es obtener la masa del ave.

Para conocer la masa corporal de las aves, se emplea una tabla 4 de objetivos de rendimiento de peso corporal del manual ROSS 308 para control de crianza de aves que se rige en galón donde se implementara el sistema calefactor.

Tabla 4. Tabla de edad y densidad del ave

Edad (días)	Peso [kg]	6000 aves[kg]	Número de aves [m^2]
0-2	0,0555	333	50 a 60
3-6	0,1065	639	40 a 50
7-9	0,2225	1335	30 a 40
10-12	0,3455	2073	20 a 30
13-15	0,4905	2943	10 a 20
16-18	0,6665	3999	10
19-21	0,8755	5253	8

Para el dato de variación de temperatura se tomará en cuenta primero el clima exterior y se considera la etapa más fría del sector que son los 18 °C en la madrugada, esto puede variar, pero para el cálculo se tomará en cuenta la figura 25 y la ubicación del galpón es en la vía a Santo Domingo.

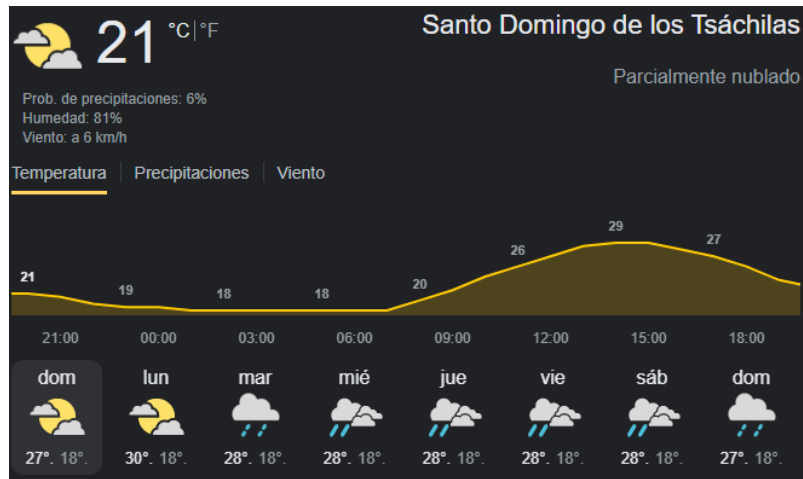


Figura 25. Temperatura del sector del galpón.

También se recrea una tabla 5 para la temperatura que se requiere dentro del galpón para los 21 días de crianza del ave y esto varía cada día.

Tabla 5. Tabla de temperatura.

Edad (días)	Temperatura dentro del galpón (°C)
0-2	32
3-6	30
7-9	28
10-12	26
13-15	24
16-18	22
19-21	20

Con estos datos ya obtenidos y con el planteamiento de la ecuación (3) se calcula el calor que se requiere dentro del galpón:

$$Q = 3,56 \frac{kJ}{kg \cdot ^\circ K} * (6000 * 0,0555) kg * [(32^\circ C + 273,15)^\circ K - (18^\circ C + 273,15)^\circ K]$$

$$Q = 3,56 \frac{kJ}{kg \cdot ^\circ K} * 333 kg * 14^\circ K$$

$$Q = 16596,72 kJ$$

Se calcula el calor para cada kilogramo de carne que se estima para 6000 aves, que trabaja el galpón, para el cálculo de los 21 días de crianza se emplea la siguiente ecuación.

$$Q1 = \frac{Q * mT}{mp}$$

Q1 = Calor requerido a la edad del ave

Q = Calor

mT = Masa total

mp = Masa parcial

Se debe tomar en cuenta que para calcular (Q) va variando según el cambio de temperatura que se establece en la tabla 5 y el cálculo de (mp) es la masa que varía en los 21 días de desarrollo del ave que se muestra en la tabla 4, (mT) es constante son 6000 kg.

Con estos datos se procede al cálculo de Q1 que requiere el galpón en los primeros dos días de crianza del ave y la variación de temperatura de 14 °K.

$$Q1 = \frac{16596,72 \text{ kJ} * 333 \text{ kg}}{6000 \text{ kg}}$$

$$Q1 = 921,07 \text{ kJ}$$

Para los dos primeros días se requiere 829,83 kJ de calor para las 6000 aves en el interior del galpón. Con esto se crea una tabla 6 para ver la cantidad de calor requerido para cada semana de crianza del ave.

Tabla 6. Tabla calor requerido para el ave.

Edad (días)	Calor	Calor requerido [kJ]
0-2	Q1	921,07
3-6	Q2	890,32
7-9	Q3	810,82
10-12	Q4	781,32
13-15	Q5	701,84
16-18	Q6	692,33
19-21	Q7	623,30

Una vez obtenido los valores de la tabla (6), se procede a calcular la potencia térmica del sistema calefactor para esto se utilizará la ecuación (6)

$$P_{ter} = \frac{Q}{\Delta t}$$

Como información importante, es tomar en cuenta que la potencia empleada es 1500 W en un calefactor eléctrico, con este detalle reemplazamos en la ecuación (6) para determinar el tiempo de encendido de la máquina.

$$1500 W = \frac{921,07 kJ}{\Delta t}$$

$$\Delta t = \frac{921070 J}{1500 \frac{J}{seg}}$$

$$\Delta t = \frac{921070 J}{1500 \frac{J}{seg}}$$

$$\Delta t = 614,04 seg$$

Una vez obtenido el tiempo como el resultado fue en segundos lo cambia a minutos para ver con más exactitud el encendido y poder realizar una tabla para ver los tiempos de funcionamiento para que llegue al calor requerido en el interior del galpón.

$$1 min = 60 seg$$

$$x min = 614,04 seg$$

$$x min = \frac{614,04 seg}{60 seg}$$

$$x min = 10,23 min$$

Ya realizado los cálculos se debe establecer una tabla de resultados para ver los tiempos de encendido del equipo.

Tabla 7. Tabla de tiempos de encendido del equipo

Edad (días)	Tiempo(segundos)	Tiempo(minutos)
0-2	614,04	10,23
3-6	593,54	9,89
7-9	540,54	9
10-12	520,88	8,68
13-15	467,89	7,79
16-18	461,55	7,69
19-21	415,53	6,92

3.3. Cálculo de las uniones soldadas

En la estructura se toma la fórmula de la figura 9 ya que la parte donde va a soportar el calefactor eléctrico con un peso de 2 kg está soldada en forma de L se emplea las fórmulas de ese tipo de soldadura.

Se plantea que nuestra estructura soldada debe soportar $P = 19,60$ N y las longitudes de los cordones en $b = 20$ mm y $d = 20$ mm que son las longitudes del perfil cuadrado que se emplea. Se utiliza un electrodo 60XX y soldadura de filete, se calcula la longitud del cateto de soldadura para un factor de seguridad de 2.

Se plantea las siguientes ecuaciones para esfuerzo cortante en flexión:

$$A = 0.707 * hc * (b + d)$$

$$A = 0,707 * hc (20 \text{ mm} + 20\text{mm})$$

$$A = 28,28 * hc \text{ mm}^2$$

$$A = 0,000283 * hc \text{ m}^2$$

$$\tau_c = \frac{19,60 \text{ N}}{28,30 * hc * 10^{-6}}$$

$$\tau_c = \frac{0,6925}{hc} \text{ MPa}$$

Se plantea las siguientes ecuaciones para esfuerzo cortante en torsión:

Se determina el momento de inercia (J_u), el cual es independiente del tamaño de la junta (hc).

$$J_u = \frac{(b + d)^4 - 6 * b^2 * d^2}{12 * (b + d)}$$

$$J_u = \frac{(20 + 20)^4 - 6 * 20^2 * 20^2}{12 * (20 + 20)}$$

$$J_u = 333,3333 \text{ mm}^4$$

$$J = 0,707 * hc * J_u$$

$$J = 235,6666 * hc * \text{mm}^4$$

Se calcula el momento respecto al centroide del grupo.

$$\bar{X} = \frac{b^2}{2*(b+d)}$$

$$\bar{Y} = \frac{d^2}{2*(b+d)}$$

$$\bar{X} = 5 \text{ mm}$$

$$\bar{Y} = 5 \text{ mm}$$

$$M = P * (L_t - L_p)$$

$$M = 19,60 \text{ N} * (0,13 \text{ m} - 0,005 \text{ m})$$

$$M = 19,60 \text{ N} * (0,125 \text{ m})$$

$$M = 2,45 \text{ Nm}$$

En la figura 26 se indica un plano para referenciar lo que se está calculando

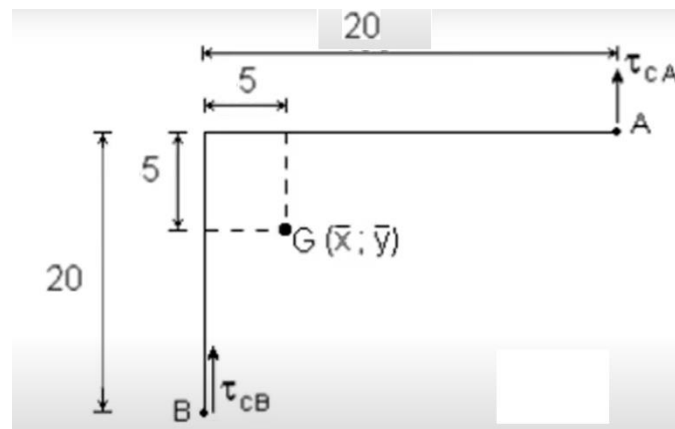


Figura 26. Gráfico para el cálculo de soldadura.

Se calcula la tensión de corte producto de la torsión en componentes X e Y en los puntos A y B.

En el punto A:

$$\tau_{tAX} = \frac{M * 0,005}{J * hc * 10^{-12}}$$

$$\tau_{tAX} = \frac{2,45 * 0,005}{235,66 * hc * 10^{-12}}$$

$$\tau_{tAX} = \frac{51981668,51 \text{ N}}{hc} \frac{N}{m^2}$$

$$\tau_{tAX} = \frac{51,98}{hc} \text{ MPa}$$

$$\tau_{tAY} = \frac{M * (0,02 - 0,005)}{J * hc * 10^{-12}}$$

$$\tau_{tAY} = \frac{2,45 * (0,02 - 0,005)}{235,66 * hc * 10^{-12}}$$

$$\tau_{tAY} = \frac{155945005,5 \text{ N}}{hc} \frac{N}{m^2}$$

$$\tau_{tAY} = \frac{155,94}{hc} \text{ MPa}$$

En el punto B:

$$\tau_{tBX} = \frac{M * (0,02 - 0,005)}{J * hc * 10^{-12}}$$

$$\tau_{tBX} = \frac{2,45 * (0,02 - 0,005)}{235,66 * hc * 10^{-12}}$$

$$\tau_{tBX} = \frac{155945005,5 \text{ N}}{hc} \frac{N}{m^2}$$

$$\tau_{tBX} = \frac{155,94}{hc} \text{ MPa}$$

$$\tau_{tBY} = \frac{M * 0,005}{J * hc * 10^{-12}}$$

$$\tau_{tBY} = \frac{2,45 * 0,005}{235,66 * hc * 10^{-12}}$$

$$\tau_{tBY} = \frac{51981668,51 \text{ N}}{hc} \frac{N}{m^2}$$

$$\tau_{tBY} = \frac{51,98}{hc} MPa$$

Tensiones de corte en A:

$$\tau_{AX} = \tau_{tAX} = \frac{51,98}{hc} MPa$$

$$\tau_{Ay} = \tau_{CA} = \tau_{tAY} = \frac{0,6925}{hc} + \frac{155,94}{hc} = \frac{156,63}{hc} MPa$$

$$\tau_A = \sqrt{\tau_{AX}^2 + \tau_{AY}^2}$$

$$\tau_A = \frac{165,02}{hc} MPa$$

Tensiones de corte en B:

$$\tau_{BX} = \tau_{tBX} = \frac{155,94}{hc} MPa$$

$$\tau_{By} = \tau_{CB} = \tau_{tBY} = \frac{0,6925}{hc} - \frac{51,98}{hc} = -\frac{51,28}{hc} MPa$$

$$\tau_B = \sqrt{\tau_{BX}^2 + \tau_{BY}^2}$$

$$\tau_B = \frac{164,15}{hc} MPa$$

La tensión de corte es mayor en A:

$$\tau_A = \frac{165,02}{hc} MPa$$

En la tabla 8 de electrodos, para el 60XX se busca la tensión de fluencia se busca el cálculo que se realizó para el diseño de la soldadura.

Tabla 8. Tabla de tensiones de electrodos

Número de electrodo	Resistencia Última kpsi (MPa)	Resistencia de Fluencia kpsi (MPa)	Elongación %
E60XX	62 (427)	50 (345)	17-25
E70XX	70 (482)	57 (393)	22
E80XX	80 (551)	67 (462)	19
E90XX	90 (620)	77 (531)	14-17
E100XX	100 (689)	87 (600)	13-16
E120XX	120 (827)	107 (737)	14

En la tabla se debe encontrar la resistencia de fluencia que es de $\sigma_y = 345 \text{ MPa}$, con este dato se debe calcular la tensión admisible para corte:

$$\tau_{admissible} = 0,6 * \sigma_y$$

$$\tau_{admissible} = 0,6 * 345 \text{ MPa}$$

$$\tau_{admissible} = 207 \text{ MPa}$$

Si tomo un factor de seguridad de 2:

$$\tau_{diseño} = \frac{2 * 165,02}{hc}$$

$$\tau_{diseño} = \frac{330,04}{hc} \text{ MPa}$$

Igualo el dato de tensión admisible con el cálculo de factor de seguridad para obtener hc:

$$207 \text{ MPa} = \frac{330,04}{hc} \text{ MPa}$$

$$hc = \frac{330,04 \text{ MPa/mm}}{207 \text{ MPa}}$$

$$hc = 1,59 \text{ mm}$$

3.4. Cálculos eléctricos

Se conoce que el calefactor eléctrico funciona con 110 V de la red eléctrica y consume 1500 W y vamos a necesitar 8 calefactores entonces primero se calcula la potencia para conocer el Amperaje con el que trabaja el sistema.

$$P = 1500 W * 8$$

$$P = 12000 W$$

Para conocer el tipo de cable que se empleara en el sistema calefactor se calcula con la ecuación 7.

$$P = V * I$$

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

$$I = \frac{12000 W}{110 V}$$

$$I = 10,90 A$$

Con el resultado del amperaje se busca la figura 12 y se verifica que cable se necesita para la red eléctrica del sistema, la figura 27 nos indica la selección del cable por medio de este cálculo.

Medida / calibre del cable	Amperaje soportado		
14 AWG	15 A	15 A	15 A

Figura 27. Selección medida de cable.

Para seleccionar un cable la caída de tensión se debe tomar en cuenta y esto se calcula con la ecuación 8.

$$S = \frac{\sqrt{3} * \rho * L * I}{\Delta V}$$

$$S = \frac{\sqrt{3} * 0,021 * 12m * 10,90 A}{13,2 V}$$

$$S = 0,38 mm^2$$

Con el resultado obtenido se busca la figura 13 para ver el tipo de cable que se requiere, la figura 30 nos indica el tipo de cable se debe emplear en el sistema calefactor.


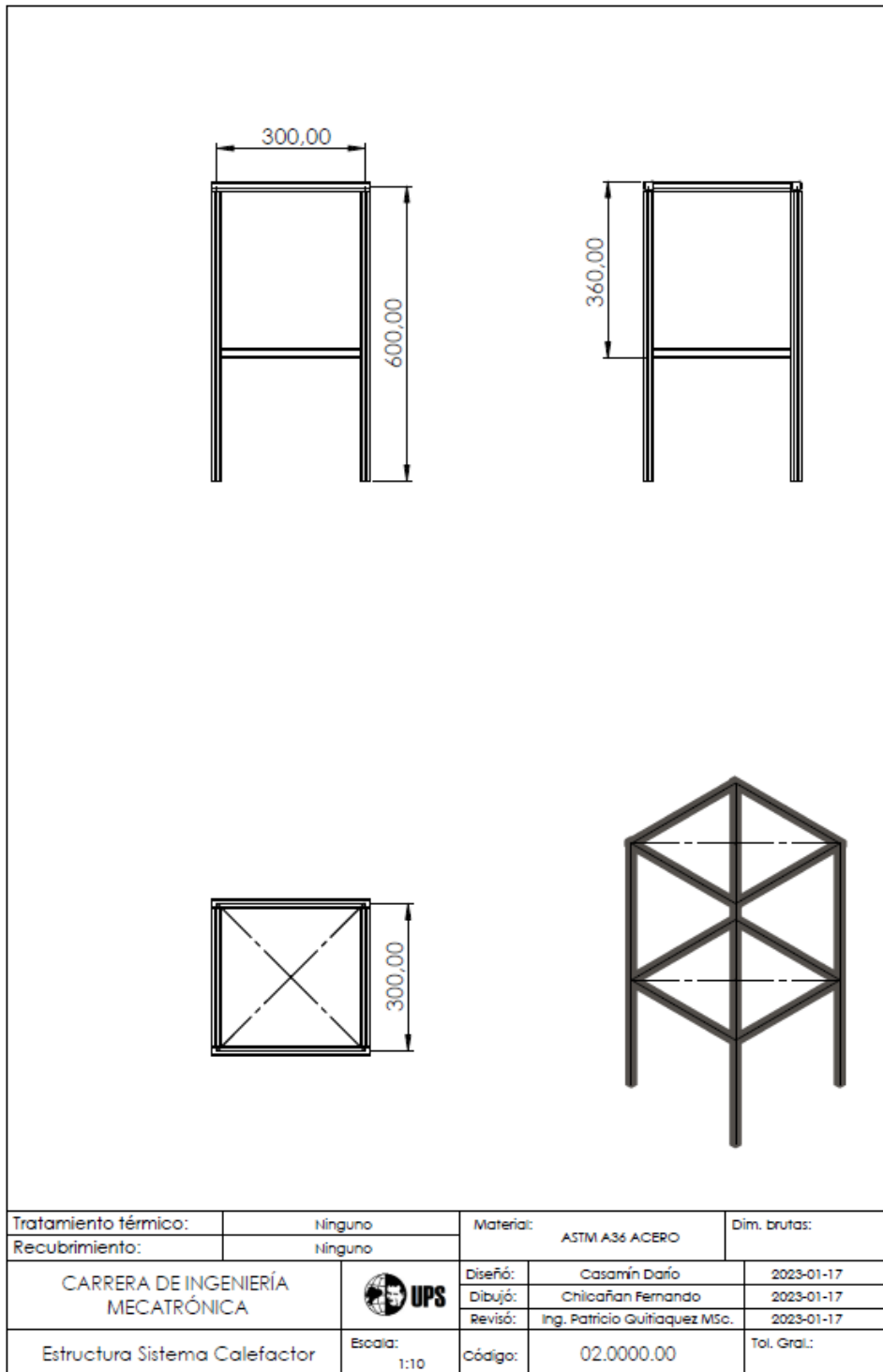
	16	1.5mm ²	Muy bajo	Productos electrónicos como termostatos, timbres o sistemas de seguridad.
---	----	--------------------	----------	---

Figura 28. Selección medida de cable.

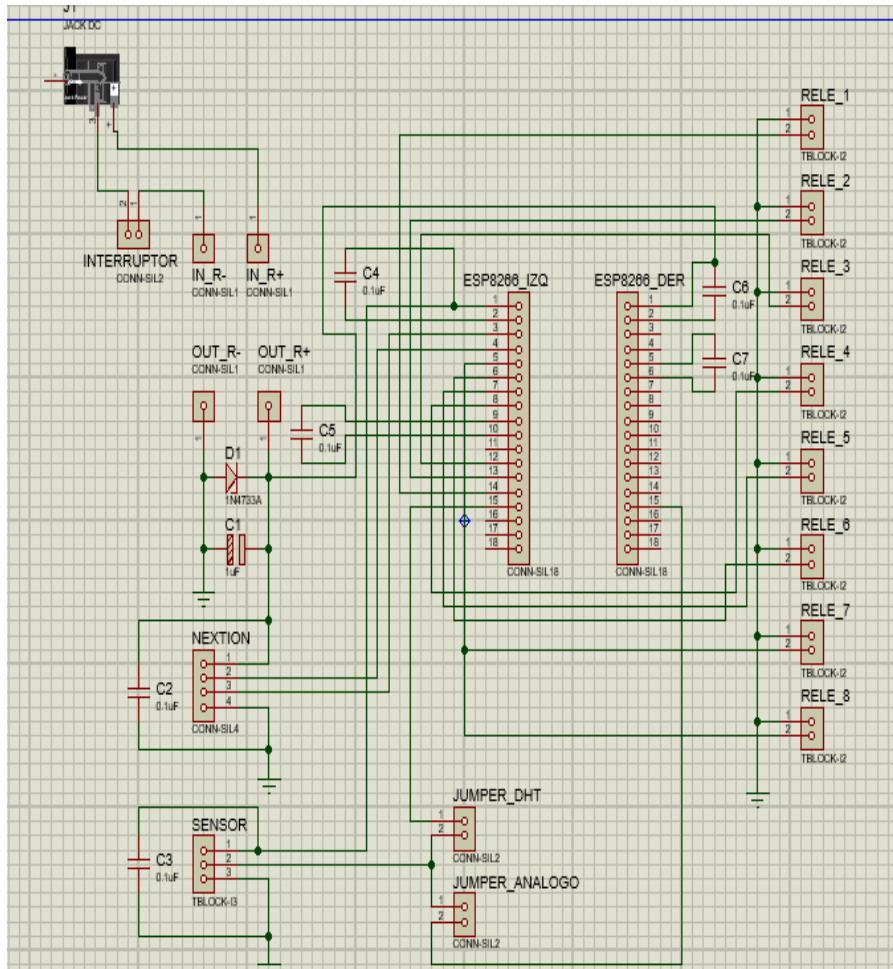
Para la selección de los relés se calcula con la ley watt y se emplea la ecuación 8 para saber el amperaje que consumirá cada calefactor.

$$I = \frac{P}{V}$$
$$I = \frac{1500 W}{110 V}$$
$$I = 13,63 A$$

3.5. Planos de la estructura del sistema calefactor



3.6. Diagrama de conexión al microcontrolador



Cantidad	Elementos
1	Microcontrolador Esp 8266
6	Capacitores de 1uF
1	Regulador LM2596
8	Relés
1	Jumper DHT
1	Jumper análogo
1	Pantalla touch HMI
1	Sensor de temperatura

CAPÍTULO 4

ANÁLISIS Y RESULTADOS

En este capítulo se abordará las simulaciones de los elementos eléctricos, electrónicos y mecánicos que componen este sistema calefactor automático.

4.1. Simulación y análisis estructural del sistema calefactor

Para el diseño de la estructura se emplea el software SolidWorks para realizar simulaciones de esfuerzos que tiene que soportar la estructura, en la simulación se emplea nodos y mallado la fuerza determinada que tiene que soportar es 20 N aplicando el material ASTM A36 y verificar un factor de seguridad de 2.

Se utiliza para la estructura tubo cuadrado de 20mm x 20mm y un espesor de 2mm, y esto se especifica en la simulación para que sea más reales los resultados obtenidos.

4.1.1. Análisis de tensión del sistema calefactor

En la figura 29 se indica los resultados obtenidos en el software. Se establece una fuerza de 20 N que soportará la base donde estará el calefactor eléctrico. Se obtiene un valor de límite elástico de la base de $8,871e+04$.

Se observa con este análisis que el material de la base no sufre y cumple con lo requerido para el sistema calefactor.

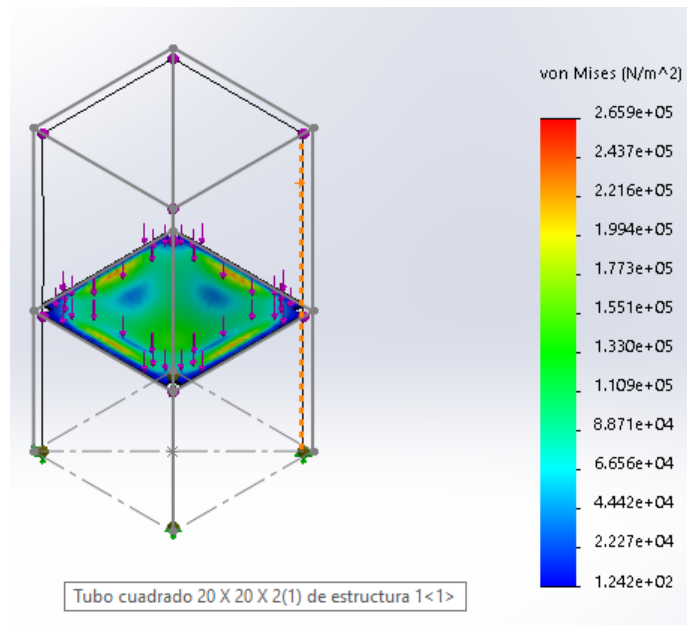


Figura 29. Análisis de la estructura en tensión.

4.1.2. Desplazamiento

Se observa en la figura 30 los resultados que se obtienen del software de los desplazamientos de la estructura, en la parte derecha nos indica una escala con un valor mínimo $1,000 \text{ e-}30$ y un valor máximo $8,953 \text{ e-}02$. En el análisis se aprecia que el material con el que se diseñó el soporte del sistema no sufre esfuerzo.

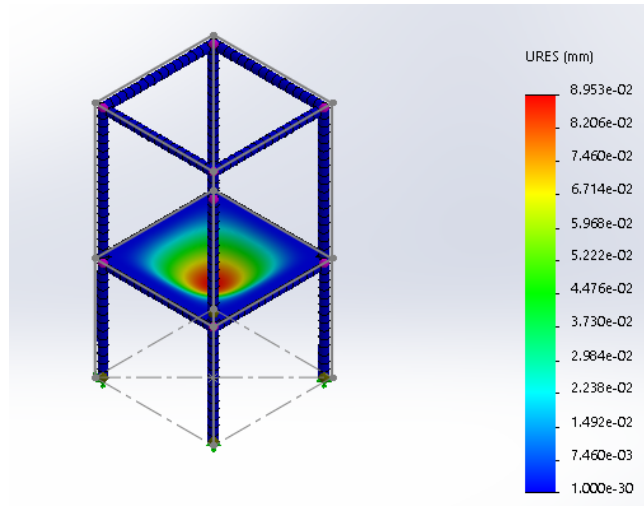


Figura 30. Desplazamiento de la estructura.

4.1.3. Factor de seguridad

Para la figura 31 se indica el resultado del factor de seguridad de la estructura del sistema calefactor debe ser de 2. Observamos que la estructura si cumple el factor de seguridad requerido

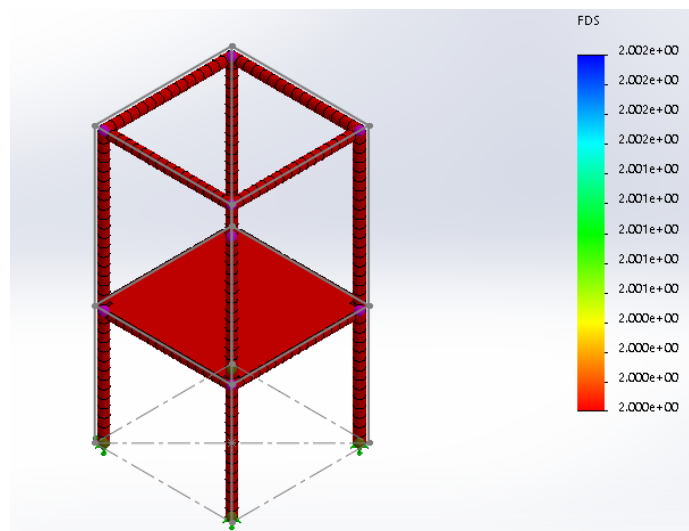


Figura 31. Factor de seguridad de la estructura.

4.2. Simulación y análisis electrónico del sistema calefactor

4.2.1. Diseño de la PCB del sistema calefactor

Se diseña una tarjeta electrónica para poder implementar los relés y pines de conexión al microcontrolador, también crear filtros para que no se tenga ningún tipo señal de ruido a la tarjeta microcontroladora y crear errores en el sistema calefactor.

Para esto se utiliza el software PROTEUS versión 8.12 para el diseño del PCB como se muestra en la figura 32.

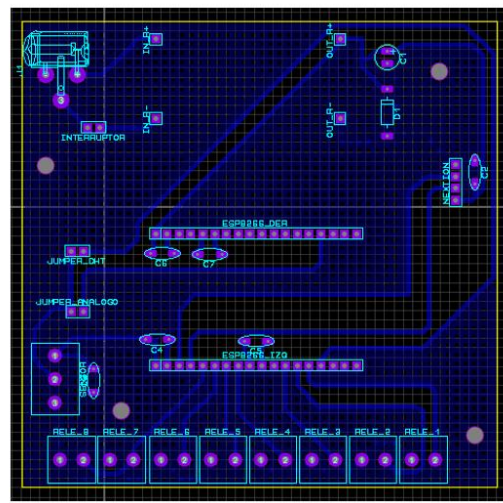


Figura 32. Diseño de la PCB del Sistema calefactor.

Con este software se realiza un modelo 3D del diagrama de la PCB para tener una idea de cómo debe ir cada elemento electrónico en la placa para su creación en físico como se muestra en la figura 33.

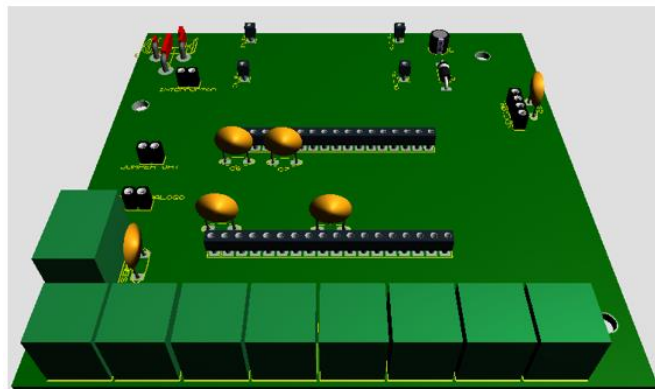


Figura 33. Diagrama 3D generado por PROTEUS.

4.2.2. Diseño de la interfaz HMI

Para el manejo del sistema calefactor se implementa un display (pantalla Nextion 7”), este elemento funciona de forma touch y se programa para que la utilización del usuario sea más amigable con el sistema.

Mediante el software NEXTION es una interfaz gráfica para la pantalla del sistema gráfica y el software ARDUINO, mediante la programación se designa lo que realizara cada elemento mostrado en el display como se indica en la figura 34.

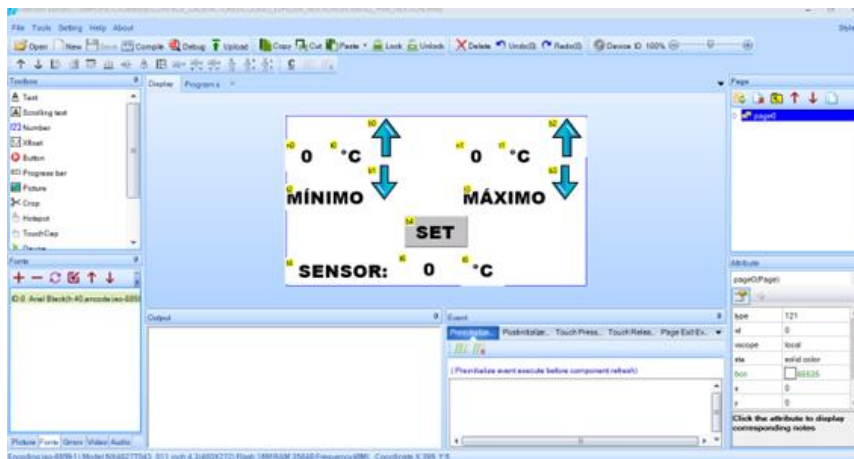


Figura 34. Diseño de la pantalla touch del sistema calefactor.

4.3. Diseño de control del sistema calefactor

El sistema de control es ON-OFF se basa en tomar decisiones en base a la señal del error directamente, porque la máquina tiene una temperatura máxima y mínima que se requiere controlar en el galpón a trabajar para el manejo de las aves se sientan confortables en el interior de este.

A continuación, se muestra un diagrama de bloques en la figura 35 para el control que requiere el sistema calefactor.

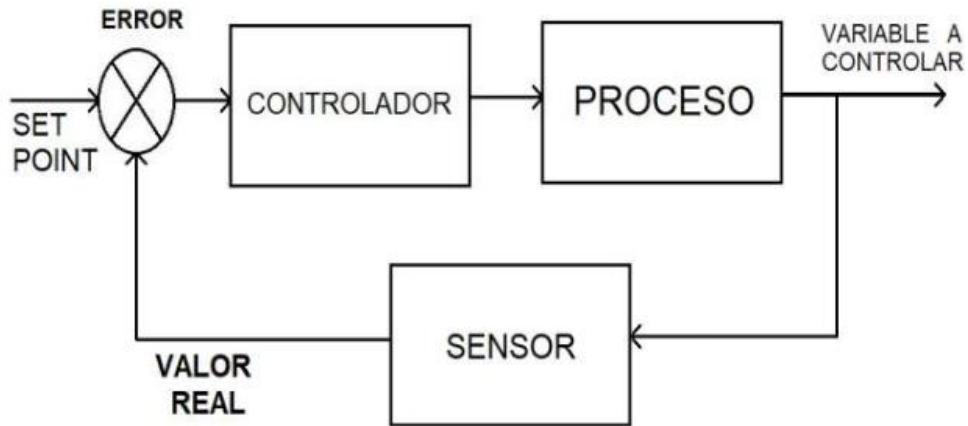


Figura 35. Diagrama de bloques del sistema calefactor.

Para obtener el control requerido de la temperatura en el galón, el microcontrolador Esp8266 ejecutará la programación realizada en el software ARDUINO, que activará o desactivará los relés según las temperaturas seteadas en el sistema calefactor y esto controlará el encendido o apagado de los calefactores, en la figura 36 se muestra el diagrama del sistema calefactor.

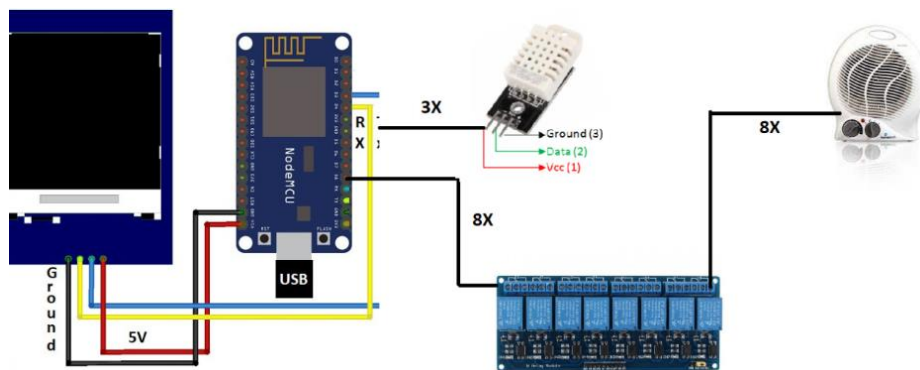


Figura 36. Diagrama de control ON-OFF del sistema calefactor

4.4. Costos

4.4.1. Costos de la Estructura del sistema calefactor

En la tabla 9 se detalla los elementos que se empleó para la construcción del diseño establecido de la estructura del sistema calefactor.

Tabla 9. Tabla de costo estructural del sistema

Cantidad	Descripción	Valor unitario	Total
8	Tubo cuadrado estructural 20mm y 0,9 mm de espesor (6m)	14	112
4	Disco de corte metal	2,58	10,32
2	Disco de desbaste metal	2,69	5,38
1	Paquete de electrodos 6011	3,80	3,80
2	Pintura esmalte negro (1 LT)	5,72	11,44
1	Thinner Pintuco(1LT)	4,89	4,89
2	Brocha Wilson 2”	1,49	2,98
Costo total			150,81

4.4.2. Costos de elementos eléctricos y electrónicos del sistema

Se emplea una tabla 10 para detallar los elementos que se utilizaron en la instalación, diseño de la PCB y elementos electrónicos del sistema.

Tabla 10. Tabla de costo elementos eléctricos y electrónicos del sistema

Cantidad	Descripción	Valor unitario	Total
8	Calefactor eléctrico	25	200
1	Rollo de cable calibre 14	65	65
8	Tomacorriente doble	4,30	34,40
1	Fuente AC/DC 12VDC 2A	15	15
1	Placa de desarrollo Esp8266	20	20
1	Nextion touch 4,3”	110	110
8	Relés de estado sólido 40A	15	120
1	Sensor DHT22	12	12

1	Regulador LM2596	8	8
1	Base de acrílico reforzado	10	10
9	Borneras de dos pines	0,75	6,75
1	Jack DC para PCB	1	1
2	Espadines hembra	1	2
1	Espadín macho	1	1
4	Poste y tornillo plástico	1,50	6
5	Cable 4 hilos para sensor de temperatura (m)	1,50	7,50
1	Fibra de vidrio fr4 un lado de cobre	10	10
2	Fundas de cloruro férrico	1	2
1	Hoja termotransferible amarilla 30x20 cm	1,50	1,50
1	Luz piloto verde	1,62	1,62
1	Interruptor rotativo ON/OFF	2,30	2,30
1	Caja de conexiones eléctricas 40x40 cm	40	40
Costo total			666,07

4.4.3. Costos generales

En las siguientes tablas 11, 12, se contemplan gastos de servicios básicos, mantenimiento y transporte de la máquina.

4.4.3.1. Servicios básicos

Tabla 11. Tabla de consumo de luz del sistema

Cantidad	Descripción	Valor unitario	Total
1	Luz	40	40
Costo total			40

4.4.3.2. Costos de transporte y mantenimiento

Tabla 12. Tabla del costo de transporte y mantenimiento del sistema

Cantidad	Descripción	Valor unitario	Total
1	Mantenimiento	40	40
1	Transporte	50	50
Costo total			90

4.4.4. Mano de obra directa

Se consideran costos de mano de obra directa a los elementos que constan directamente con el sistema a construir y estos se detallan en la tabla 13.

Tabla 13. Tabla del costo de mano de obra directa del sistema

Cantidad	Descripción	Valor unitario	Total
8	Soldadura (Hora)	10	80
8	Ayudante (Hora)	5	40
3	Pintura (Hora)	10	30
Costo total			150

4.4.5. Mano de obra indirecta

Para los costos de mano de obra indirecta se establece una tabla 14 para establecer estos gastos del sistema calefactor.

Tabla 14. Tabla del costo de mano de obra indirecta del sistema

Cantidad	Descripción	Valor unitario	Total
80	Corte de tubo	0,25	20
8	Instalación eléctrica (Punto de conexión)	5	40
Costo total			60

4.4.6. Resumen de costos

Se detalla todos los costos que se generan en la construcción del sistema calefactor y se muestran en la tabla 15.

Tabla 15. Tabla resumen del costo de total del sistema

Descripción	Valor general
Costo de la estructura	150,81
Costos eléctricos y electrónicos	666,07
Servicios básicos	40
Costos de transporte y mantenimiento	90
Costos de mano de obra directa	150
Costos de mano de obra indirecta	60
Costos totales del sistema calefactor	1156,88

4.4.7. Análisis para determinar el VAN

Para el cálculo del se emplea una aplicación de calculadoras [39]. En donde se ingresa de flujo de caja y se obtiene los resultados.

La inversión es del valor de 2500 \$, donde se incluye el costo del sistema, materia prima, operario entre otros y se establece una rentabilidad del 25 %.

Para el cálculo establezco que cada ave que sale en 42 días para el consumo está en un precio de 4,50 \$ y el lote es de 6000 aves que ingresa al galpón, teniendo la rentabilidad del 25 % se obtiene de 1500 aves el costo de ingreso al mes de ganancia de 6750 \$ y al año es una ganancia de 58050 \$ en ventas al año.

Con estos datos procedemos a calcular en la aplicación de calculadoras el VAN. Se muestra en la tabla 16 los egresos. para el primer año se considera este valor y para los demás años se resta el valor de la máquina lo cual es de 1156,88 \$

Tabla 16. Tabla de cálculo del VAN

Rentabilidad	25	%	
Inversión	2500	\$	
Años	Cobros	Pagos	Flujo de caja
0			-2500
1	58050	56893,12	1156,87
2	64800	63643,12	1156,87
3	71550	70393,12	1156,88
4	78300	77173,12	1126,88
5	85050	83893,12	1156,88
		VAN	598,88

4.4.8. Análisis para determinar el TIR

De la misma manera se calcula el TIR con la aplicación calculadoras [40], como se detalla en la tabla 17 se emplea los mismos datos calculados del VAN.

Tabla 17. Tabla de cálculo del TIR

Inversión	2500	\$	
Años	Cobros	Pagos	Flujo de caja
0			-2500
1	58050	56893,12	1156,87
2	64800	63643,12	1156,87
3	71550	70393,12	1156,88
4	78300	77173,12	1126,88
5	85050	83893,12	1156,88
		TIR	36,32%

El cálculo realizado nos indica que la rentabilidad del proyecto es de 36.32% que es mayor al 25% de rentabilidad que se dio en el VAN.

CONCLUSIONES

- En este trabajo se investigó los diferentes sistemas de calefacción y se diseñó un cuadro de alternativas que se puede apreciar en la tabla 2 y con un 95% el sistema de calefacción eléctrico ganó por los puntos requeridos en el interior del galpón.
- Para implementar este sistema de calefacción y tener un control al 100 % se diseñó una PCB, esto se realiza por medio de capacitores de 1uF y diodos Zener de 1W para reducir en un 60% de error y atenuar el ruido que puede provocar en el microcontrolador una señal incorrecta y esta impida un correcto control de temperatura o la respuesta de apagado o encendido sean muy lentos en el sistema de calefacción.
- Mediante pruebas de campo el sistema calefactor automático en 10 minutos la generación de calor producido debe ser adecuado en el interior del galpón. Se determina una funcionalidad del 90% del equipo hasta que llegue a controlar la temperatura deseada en el interior del galpón.
- En este proceso de control la temperatura en el interior del galpón dependerá mucho de las condiciones ambientales, la temperatura más baja del exterior puede ser desde los 14-18 °C y la temperatura de confort de las aves es de 32-24 °C, esto como referencia el sistema calefactor debe aumentar en un máximo de 43,7 % la temperatura para un ambiente controlado para no provocar que las aves enfermen y mueran

RECOMENDACIONES

- Es fundamental que el usuario conozca el adecuado manejo del sistema de calefacción automático, para prevenir un mal uso del sistema y daños que estos puedan ocasionar.
- Tomar en cuenta que la ubicación de los calefactores que estén a una distancia adecuada para aprovechar la uniformidad de calor en el interior del galpón.
- Verificar las temperaturas que debe controlar el sistema calefactor en los días de crianza del ave para que no se sofoque y provoque mortalidad.
- Si se requiere ampliar el área a calentar en el interior del galpón se debe implementar más calefactores para cubrir el área a trabajar.

REFERENCIAS

- [1] Gordón, C. A. L. (2014, 15 mayo). *Repositorio Digital: Comparación de parámetros productivos en pollos de engorde, entre el manejo tradicional y un sistema de oscurecimiento controlado, aplicado desde los 21 días de edad hasta su faenamiento*. <http://www.dspace.uce.edu.ec/handle/25000/2513>
- [2] CONDE, O. (2019, septiembre). *PRODUCCIÓN ADECUADA en la crianza de los pollos*. <http://www.maizsoya.com/lector.php?id=20190926>. Recuperado 7 de enero de 2022, de <http://www.maizsoya.com/lector.php?id=20190926>
- [3] Galarza, J. (2018, 12 abril). *Repositorio Digital Universidad Técnica de Cotopaxi: Implementación de un sistema automatizado de control de variables ambientales de temperatura y dosificación de agua en la crianza de pollitas ponedoras en la Empresa Avícola Ecuatoriana AVESCA C.A.* <http://repositorio.utc.edu.ec/handle/27000/4375>
- [4] Donald, J. O. (2018). *Manejo de ambiente para pollo de engorde*. Manual de manejo. Recuperado 7 de enero de 2022, de https://es.aviagen.com/assets/Tech_Center/BB_Foreign_Language_Docs/Spanish_TechDocs/Ross-BroilerHandbook2018-ES.pdf
- [5] Tenesaca, G. (2015, 20 mayo). *Repositorio Digital INIAP: Tipos de cama en galpones para pollos de engorde*. Recuperado 7 de enero de 2022, de <https://repositorio.iniap.gob.ec/handle/41000/465>
- [6] Bioalimentar, Ind. (2019, 15 agosto). *La temperatura en pollitos*. BIOALIMENTAR Ecuador. Recuperado 7 de enero de 2022, de <https://www.bioalimentar.com/consejos-bio/la-temperatura-en-pollitos/>
- [7] Fuentes, D. L. (s. f.). *Artículos Técnicos de Control ambiental en granja avícola en Engormix*. Recuperado 7 de enero de 2022, de <https://www.engormix.com/avicultura/articulos/control-ambiental-granja-avicola-124-456/>
- [8] Avicultura.mx, Ind. (2018, julio). *Sistemas de ventilación adecuados para la granja avícola*. Avicultura.mx. Recuperado 7 de enero de 2022, de <https://www.avicultura.mx/destacado/sistemas-de-ventilacion-adecuados-para-la-granja-avicola>
- [9] Estellés, F. (s. f.). *Climatización y control ambiental en avicultura / PortalVeterinaria*. Recuperado 7 de enero de 2022, de <https://www.portalveterinaria.com/avicultura/articulos/10538/climatizacion-y-controlambientalen-avicultura.html>
- [10] De Abreu, P. G. (2014, 14 octubre). *Manejo de galpones abiertos de pollos: fase final de cría*. Elsitio Avicola. Recuperado 7 de enero de 2022, de <https://www.elsitioavicola.com/articles/2624/manejo-de-galpones-abiertos-de-pollos-fase-final-de-craa/>
- [11] Gonzalez, K. (2018, 20 noviembre). *Ventilación en galpones abiertos*. Zootecnia y Veterinaria es mi Pasión. Recuperado 7 de enero de 2022, de <https://zoovetesmipasion.com/avicultura/pollos/ventilacion-en-galpones-abiertos-de-pollosdeengorde/>

- [12] Veterinaria Digital S.A. & Saénz, J. A. C. (2021, 21 septiembre). *Ventilación en avicultura*. Veterinaria Digital - Avicultura, Porcicultura, Rumiantes y Acuicultura. Recuperado 7 de enero de 2022, de <https://www.veterinariadigital.com/articulos/ventilacion-en-avicultura-en-que-consiste/>
- [13] Redacción, E. de. (2020, 13 agosto). *Sistemas de alojamiento para ponedoras con diferentes niveles de bienestar*. Avicultura. Recuperado 7 de enero de 2022, de <https://avicultura.com/sistemas-de-alojamiento-para-ponedoras-con-diferentes-niveles-de-bienestar/>
- [14] Roxell, E. (s. f.). *Calefacción de bajo consumo para aves y cerdos*. Recuperado 7 de enero de 2022, de <https://www.roxell.com/es/categorias/calefaccion>
- [15] RO-DES, E. (2020, 30 noviembre). *Calentadores diésel: Averías frecuentes y cómo comprobar su estado*. RO-DES. Recuperado 7 de enero de 2022, de <https://www.ro-des.com/mecanica/calentadores-diesel-averias-frecuentes-y-como-comprobar-estado/>
- [16] *Tubo Cuadrado Mecánico Quito Ecuador*. (2021, 1 febrero). importacero. Recuperado 7 de enero de 2022, de <https://www.importaceros.com/ecuador-quito/tubo-cuadrado-mecanico/>
- [17] KRANE, R. H. (s. f.). *Temperatura Termosistemas. Tu portal de refrigeración en Internet*. 2014. Recuperado 2 de julio de 2022, de <http://www.termosistemas.com.ar/sitio/vernota.php?nota=247>
- [18] El personal de Healthwise. (s. f.). *Temperatura corporal*. CIGNA. Recuperado 10 de julio de 2022, de <https://www.cigna.com/knowledge-center/hw/pruebas-mdicas/temperatura-corporal-hw198785>
- [19] Fernández, J. L. (s. f.). *Calor*. Fisicalab. Recuperado 11 de julio de 2022, de <https://www.fisicalab.com/apartado/calor>
- [20] Rointe. (2020, 24 octubre). *Calor específico y conductividad térmica*. Rointe España. Recuperado 12 de julio de 2022, de <https://rointe.com/calor-especifico-conductividad-termica/>
- [21] Guiller. (s. f.). *Potencia térmica*. Soloingeniería. Recuperado 12 de julio de 2022, de <https://soloingenieria.net/foros/viewtopic.php?f=26>
- [22] Copeland. (s. f.). *Convección Termosistemas*. 2014. Recuperado 11 de julio de 2022, de <http://www.termosistemas.com.ar/sitio/vernota.php?nota=261>
- [23] Ollarves, A. G. (2017, 25 octubre). *Tipos de soldadura | Bricolemar Blog*. Blog de Bricolaje Bricolemar. Recuperado 11 de julio de 2022, de <https://www.bricolemar.com/blog/tipos-de-soldadura/>
- [24] Rodríguez, D. F. (s. f.). *Diseño y Modelamiento de las uniones soldadas de las compuertas planas para presas david felipe rodiriguez penagos - pdf free download*. Recuperado 7 de julio de 2022, de <https://docplayer.es/93018050-Diseno-y-modelamiento-de-las-uniones-soldadas-de-las-compuertas-planas-para-presas-david-felipe-rodiriguez-penagos.html>

- [25] Mazur, A. (2016). *Ley de ohm*. FLUKE. Recuperado 15 de septiembre de 2022, de <https://www.fluke.com/es-ec/informacion/blog/electrica/que-es-la-ley-de-ohm>
- [26] Guzmán, C. (2022, 24 mayo). *Potencia eléctrica*. Potencia cero. Recuperado 13 de septiembre de 2022, de <https://potenciacer.com/potencia-electrica>
- [27] Garcia, G. (2022, 11 enero). *¿Qué es un gabinete o tablero eléctrico?* nVent HOFFMAN. Recuperado 14 de noviembre de 2022, de <https://hoffman-latam.com/blog/que-es-un-gabinete-o-tablero-electrico/>
- [28] Amo, E. del. (2021, 13 abril). >>> *¿Qué es un calefactor? Tipos, Ventajas y desventajas*. Eficiencia Energetica. Recuperado 13 de diciembre de 2022, de <https://e-eficiencia.com/calefactor-electrico-todo-lo-que-debes-saber/>
- [29] *¿Que tipos de cables eléctricos existen?* (2016, 27 abril). MasVoltaje. Recuperado 5 de enero de 2023, de <https://masvoltaje.com/blog/tipos-de-cables-electricos-que-existen-n12>
- [30] Medidores, A. P. D. (2022, 13 enero). *Fuente de alimentación AC/DC*. Recuperado 4 de enero de 2023, de <https://www.pce-iberica.es/medidor-detalles-tecnicos/instrumento-de-electricidad/fuente-alimentacion-pkt-5995.htm>
- [31] *Modulo LM2596 - Regulador step down*. (2021, 5 agosto). TECmikro Ecuador. Recuperado 4 de enero de 2023, de <https://tecmikro.com/alimentacion-pilas-baterias/616-lm2596-modulo-regulador-step-down.html>
- [32] *Elementos de maniobra y control*. (2015, 4 febrero). Recuperado 4 de enero de 2023, de [https://www.edu.xunta.gal/espazoAbalar/sites/espazoAbalar/files/datos/1464947843/contido/314 elementos de maniobra y control.html](https://www.edu.xunta.gal/espazoAbalar/sites/espazoAbalar/files/datos/1464947843/contido/314%20elementos%20de%20maniobra%20y%20control.html)
- [33] Iguasnia, P. (2021, 15 marzo). *ELEMENTOS DE CONTROL Y SEÑALIZACIÓN (LUCES PILOTO Y PULSADORES)*. Gonzaga & Rodriguez Cia. Ltda. Recuperado 4 de enero de 2023, de <https://electricoindustrial.com.ec/2021/03/15/elementos-de-control-y-senalizacion/>
- [34] Alegsa, L. (2015, 11 agosto). *Definición de Visualizador (software)*. Recuperado 4 de enero de 2023, de <https://www.alegsa.com.ar/Dic/visualizador.php>
- [35] *microcontroladores.com*. (2022, 2 diciembre). *¿Qué son los MICROCONTROLADORES?* Todo sobre Microcontroladores. Recuperado 4 de enero de 2023, de <https://microcontroladores.com/>
- [36] SEAS, Estudios Superiores Abiertos. (2022, 6 agosto). *El Relé: para qué es, para qué sirve y qué tipos existen* / Blog SEAS. Blog de SEAS. Recuperado 4 de enero de 2023, de <https://www.seas.es/blog/automatizacion/el-rele-para-que-es-para-que-sirve-y-que-tipos-existen/>
- [37] Sistema ventilación, S., & S&P, IND. (2019, 15 abril). Sensor de temperatura: tipos y normativa. S&P Sistemas de Ventilación. Recuperado 17

de enero de 2023, de <https://www.solerpalau.com/es-es/blog/sensor-temperatura/>

- [38] Termodinámica. (2011). joinville. Recuperado 13 de enero de 2023, de <http://joinville.ifsc.edu.br/%7Eevandro.dario/Termodin%C3%A2mica/Material+Did%C3%A1tico/Livro+-+Cengel/Termodinamica+-+Cengel+7th+-+espanhol.pdf>
- [39] Calculadora de VAN y TIR | Calcuvio. (2015, 2 enero). Recuperado 6 de enero de 2023, de <https://www.calcuvio.com/van-tir>

ANEXOS

Código de programación del sistema calefactor automático

```
#include "DHTesp.h"
#include <Nextion.h>

DHTesp dht;

NexButton b0 = NexButton(0, 3, "b0");
NexButton b1 = NexButton(0, 4, "b1");
NexButton b2 = NexButton(0, 7, "b2");
NexButton b3 = NexButton(0, 8, "b3");
NexButton b4 = NexButton(0, 9, "b4");

float humedad = 0.0;
float temperatura = 0.0;

int temp_min = 15;
int temp_max = 15;

const int rele_1 = 5;
const int rele_2 = 4;
const int rele_3_rele_4 = 0;
const int rele_5 = 14;
const int rele_6 = 12;
const int rele_7 = 13;
const int rele_8 = 15;

bool m_inicio = false;

NexTouch *nex_listen_list[] = {
    &b1,
    &b0,
    &b2,
    &b3,
```

```
&b4,  
NULL  
};
```

```
void b0PushCallback(void *ptr) {  
    temp_min = temp_min + 1;  
    if (temp_min >= 40) {  
        temp_min = 40;  
    }  
    Serial.print("n0.val=");  
    Serial.print(temp_min);  
    Serial.write(0xff);  
    Serial.write(0xff);  
    Serial.write(0xff);  
  
}
```

```
void b1PushCallback(void *ptr) {  
    temp_min = temp_min - 1;  
    if (temp_min <= 15) {  
        temp_min = 15;  
    }  
    Serial.print("n0.val=");  
    Serial.print(temp_min);  
    Serial.write(0xff);  
    Serial.write(0xff);
```

```
Serial.write(0xff);

}

void b2PushCallback(void *ptr) {
    temp_max = temp_max + 1;
    if (temp_max >= 40) {
        temp_max = 40;
    }
    Serial.print("\n1.val=");
    Serial.print(temp_max);
    Serial.write(0xff);
    Serial.write(0xff);
    Serial.write(0xff);
}

void b3PushCallback(void *ptr) {
```

```
    temp_max = temp_max - 1;
    if (temp_max <= 15) {
        temp_max = 15;
    }
    Serial.print("\n1.val=");
    Serial.print(temp_max);
    Serial.write(0xff);
    Serial.write(0xff);
```

```
Serial.write(0xff);

}

void b4PushCallback(void *ptr) {
  m_inicio = true;
  digitalWrite(rele_1, HIGH);
  digitalWrite(rele_2, HIGH);
  digitalWrite(rele_3_rele_4, HIGH);
  digitalWrite(rele_5, HIGH);
  digitalWrite(rele_6, HIGH);
  digitalWrite(rele_7, HIGH);
  digitalWrite(rele_8, HIGH);
}

void setup() {
  Serial.begin(9600);
  dht.setup(16, DHTesp::DHT22);

  pinMode(rele_1, OUTPUT);
  pinMode(rele_2, OUTPUT);
  pinMode(rele_3_rele_4, OUTPUT);
  pinMode(rele_5, OUTPUT);
  pinMode(rele_6, OUTPUT);
  pinMode(rele_7, OUTPUT);
  pinMode(rele_8, OUTPUT);
}
```

```
digitalWrite(rele_1, LOW);  
digitalWrite(rele_2, LOW);  
digitalWrite(rele_3_rele_4, LOW);  
digitalWrite(rele_5, LOW);  
digitalWrite(rele_6, LOW);  
digitalWrite(rele_7, LOW);  
digitalWrite(rele_8, LOW);
```

```
b0.attachPush(b0PushCallback);  
b1.attachPush(b1PushCallback);  
b2.attachPush(b2PushCallback);  
b3.attachPush(b3PushCallback);  
b4.attachPush(b4PushCallback);
```

```
}
```

```
void loop() {  
  humedad = dht.getHumidity();  
  temperatura = dht.getTemperature();  
  
  // IMPRIME SENSOR  
  Serial.print("t6.txt=\");  
  Serial.print(temperatura, 2);
```



```
Serial.print("\n");
Serial.write(0xff);
Serial.write(0xff);
Serial.write(0xff);

// IMPRIME TEMPERATURA MINIMA
Serial.print("n0.val=");
Serial.print(temp_min);
Serial.write(0xff);
Serial.write(0xff);
Serial.write(0xff);

// IMPRIME TEMPERATURA MAXIMA
Serial.print("n1.val=");
Serial.print(temp_max);
Serial.write(0xff);
Serial.write(0xff);
Serial.write(0xff);

if (m_inicio == true) {
  if (temperatura <= temp_min) {
    digitalWrite(rele_1, HIGH);
    digitalWrite(rele_2, HIGH);
    digitalWrite(rele_3_rele_4, HIGH);
    digitalWrite(rele_5, HIGH);
    digitalWrite(rele_6, HIGH);
```

```
digitalWrite(rele_7, HIGH);
digitalWrite(rele_8, HIGH);
}
if (temperatura >= temp_max) {
digitalWrite(rele_1, LOW);
digitalWrite(rele_2, LOW);
digitalWrite(rele_3_rele_4, LOW);
digitalWrite(rele_5, LOW);
digitalWrite(rele_6, LOW);
digitalWrite(rele_7, LOW);
digitalWrite(rele_8, LOW);
}

}
nexLoop(nex_listen_list);
delay(200);
}
```

Manual de operación y mantenimiento

Operación

Pasos que seguir para la correcta operación del sistema

1. Conectar el equipo a 110V.
2. Encender el sistema mediante un interruptor.
3. El panel de control (HMI) iniciado.
4. Se debe elegir aumentar o bajar la temperatura.
5. Una vez seleccionada la opción, presionar el botón start
6. El sistema empezará a calentar el interior del galpón.
7. Transcurrido el tiempo requerido el sistema se apagará automáticamente por que cumple con la temperatura adecuada.
8. Si la temperatura baja el sensor detectara y activara el sistema automáticamente.
9. Cuando el usuario ya no requiera del sistema apagar el interruptor y desconectar de la alimentación.

Mantenimiento

El sistema calefactor debe trabajar en los 21 días de crianza del ave que son las edades más críticas de crianza de este, el sistema debe estar trabajando constantemente en este periodo de tiempo.

1. Verificar el panel de control que no sufra calentamiento excesivo en las conexiones.
2. Revisar los calefactores eléctricos si no están quemados, para poder cambiarlos y el sistema no sufra ningún sobre esfuerzo
3. Tener una planificación de limpieza del sistema como está sometido a un ambiente de trabajo forzado, las impurezas de este pueden dañar cualquier elemento del sistema.

PRUEBAS DE FUNCIONAMIENTO

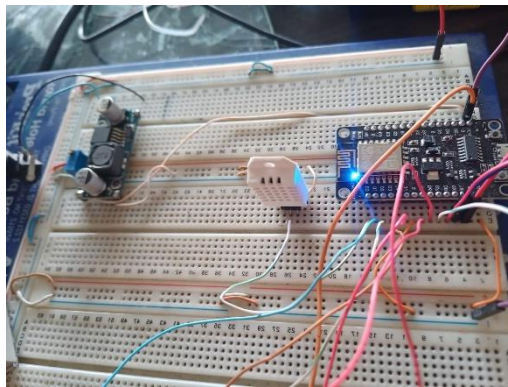
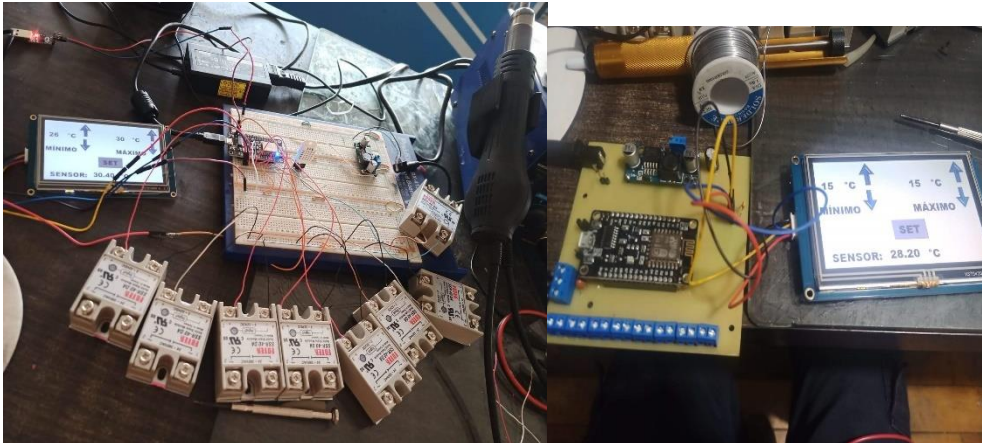


Diagrama de flujo del sistema calefactor

