



Implementación de un control ON-OFF automático utilizando una tarjeta Arduino UNO para el control de temperatura en el interior de un galpón de pollos de engorde.

Gualpa Sangucho, Carlos Augusto

Departamento de Eléctrica y Electrónica

Carrera de Tecnología Superior en Automatización e Instrumentación

Monografía, previo a la obtención del título de Tecnólogo en Automatización e Instrumentación

Ing. Cajas Buenaño, Mildred Lisseth

Latacunga

2021



DEPARTAMENTO DE ELÉCTRICA Y ELECTRÓNICA

CARRERA DE AUTOMATIZACIÓN E INSTRUMENTACIÓN

CERTIFICACIÓN

Certifico que la monografía, **“Implementación de un control ON-OFF automático utilizando una tarjeta Arduino UNO para el control de temperatura en el interior de un galpón de pollos de engorde.”** Fue realizado por el señor **Gualpa Sangucho, Carlos Augusto** la cual ha sido revisada y analizada en su totalidad por la herramienta de verificación de similitud de contenido; por lo tanto, cumple con los requisitos legales, teóricos, científicos, técnicos y metodológicos establecidos por la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE, razón por la cual me permito acreditar y autorizar para que lo sustente públicamente.

Latacunga, 16 de agosto del 2021

Ing. Cajas Buenaño, Mildred Lisseth

C.C: 0503497604

Reporte de verificación



Urkund Analysis Result

Analysed Document: GUALPA CARLOS_MONOGRAFIA TUIJ.pdf (D111260898)
Submitted: 8/13/2021 9:02:00 PM
Submitted By: cagualpa1@espe.edu.ec
Significance: 9 %

Sources included in the report:

Cáser Neira serrano Electronica.pdf (D43010121)
<https://www.hackster.io/david-pascoal/open-source-covid-19-pulmonary-ventilator-4f4586>

Instances where selected sources appear:

2

A handwritten signature in blue ink, appearing to be "MILDRED BUENAÑO". The signature is written in a cursive style with large loops and is positioned above a horizontal line.

Ing. Cajas Buenaño, Mildred Lisseth

C.C: 0503497604



DEPARTAMENTO DE ELÉCTRICA Y ELECTRÓNICA

CARRERA DE AUTOMATIZACIÓN E INSTRUMENTACIÓN

RESPONSABILIDAD DE AUTORÍA

Yo, **Gualpa Sangucho, Carlos Augusto**, con cédula de ciudadanía N.º **0504480161**, declaró que el contenido, ideas y criterios de la monografía: **“Implementación de un control ON-OFF automático utilizando una tarjeta Arduino UNO para el control de temperatura en el interior de un galpón de pollos de engorde”** es de mi autoría y responsabilidad, cumpliendo con los requisitos legales, teóricos, científicos, técnicos, y metodológicos establecidos por la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE, respetando los derechos intelectuales de terceros y referenciando las citas bibliográficas.

Latacunga, 16 de agosto del 2021

.....

Gualpa Sangucho, Carlos Augusto

C.C.: 0504480161



DEPARTAMENTO DE ELÉCTRICA Y ELECTRÓNICA
CARRERA DE AUTOMATIZACIÓN E INSTRUMENTACIÓN

AUTORIZACIÓN DE PUBLICACIÓN

Yo **Gualpa Sangucho, Carlos Augusto**, con cédula de ciudadanía **N.º 0504480161**, autorizo a la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE publicar la monografía: **“Implementación de un control ON-OFF automático utilizando una tarjeta Arduino UNO para el control de temperatura en el interior de un galpón de pollos de engorde”** en el Repositorio Institucional, cuyo contenido, ideas y criterios son de mi responsabilidad.

Latacunga, 16 de agosto del 2021

.....

Gualpa Sangucho, Carlos Augusto

C.C.:0504480161

DEDICATORIA

Por ser la fortaleza de cada día esta meta que hoy lo he cumplido se lo dedico a DIOS quien me ha brindado sabiduría y me ha permitido llegar a este momento tan especial en mi vida, por los desafíos que me han enseñado a no rendirme y seguir adelante.

A mis padres, a mis hermanas y familiares que han sido instrumento de fortaleza y valentía en cada etapa de mi vida.

Gualpa Sangucho Carlos Augusto

AGRADECIMIENTO

Agradezco a Dios quién supo brindarme la sabiduría necesaria para seguir adelante y poder culminar mi carrera universitaria.

A mis padres Carlos Gualpa y Rosario Sangucho por estar ahí cada día de mi vida brindándome su apoyo para seguir adelante.

A mis hermanas Fernanda, Elizabeth y Verónica que me han apoyado en todo momento por ser mi ejemplo de lucha y perseverancia, y ser ese impulso diario para no rendirme.

Gualpa Sangucho Carlos Augusto

Tabla de contenidos

Carátula.....	1
Certificación	2
Reporte de verificación	3
Responsabilidad de autoría	4
Autorización de publicación	5
Dedicatoria.....	6
Agradecimiento	7
Tabla de contenidos.....	8
Índice de figuras.....	10
Índice de tablas.....	11
Resumen	12
Abstract.....	13
Generalidades.....	14
Introducción.....	14
Antecedentes.....	15
Justificación e importancia	15
Planteamiento del problema	16
Objetivos.....	17
<i>Objetivo General</i>	17
<i>Objetivo Específico</i>	17
Alcance	17
Marco Teórico.....	18
Automatización.....	18
Temperatura confortable del pollo de engorde.	18
Condiciones ambientales óptimas.....	19
Ventilación.....	20
Factores que condicionan el ambiente.	20
Reducción de calor en las aves.....	20
Diseño de un sistema de control de temperatura.	20
Control todo o nada (ON-OFF)	21

Placa Arduino uno	22
MAX6675 con Arduino y Termopar tipo K	22
Módulos de relé	23
Pantalla LCD 20×4 con comunicaciones I2C.....	24
Termocupla.....	25
Termocupla tipo K.	25
Calefactor handy heater	25
Desarrollo del tema.	28
Código de programación.....	29
Descarga de librerías software Arduino.....	37
Datasheet modulo MAX6675.	39
Armado de circuito en Protoboard.....	40
Conexión modulo relé.	41
Instalación de ventiladores.....	42
Instalación de calefactor.....	42
Prueba de funcionamiento caja de control.	43
Medición consumo eléctrico.....	44
Montaje tablero de control.....	44
Conclusiones y Recomendaciones.....	46
Conclusiones	46
Recomendaciones	47
Bibliografía	48
Anexos	49

Índice de figuras

Figura 1 <i>Industrias asociadas con la automatización</i>	18
Figura 2 <i>Condiciones adecuadas dentro de un galpón</i>	19
Figura 3 <i>Proceso de control de temperatura</i>	21
Figura 4 <i>control dos-posiciones on/off</i>	21
Figura 5 <i>Placa de desarrollo Arduino uno</i>	22
Figura 6 <i>Modulo MAX6675 y termocupla tipo K</i>	23
Figura 7 <i>Conexión a modulo relé</i>	23
Figura 8 <i>Pantalla lcd 20x04</i>	24
Figura 9 <i>Termocupla tipo K</i>	25
Figura 10 <i>Calefactor handy heater</i>	26
Figura 11 <i>Diagrama de control de temperatura</i>	29
Figura 12 <i>Dirección de descarga para el gestor de tarjetas</i>	37
Figura 13 <i>Descargar de la librería para Lcd</i>	37
Figura 14 <i>Declaración de variables en programación</i>	38
Figura 15 <i>Declaración de librerías</i>	38
Figura 16 <i>Datasheet de la tarjeta ESP8266</i>	39
Figura 17 <i>Montaje de componentes electrónicos en Protoboard</i>	40
Figura 18 <i>Simulación física del control de botones</i>	41
Figura 19 <i>Conexión módulo de 4 relés</i>	41
Figura 20 <i>Montaje de ventiladores en el interior del galpón</i>	42
Figura 21 <i>Instalación de calefactor</i>	43
Figura 22 <i>Prueba de funcionamiento caja de control de temperatura</i>	43
Figura 23 <i>Medición consumo de corriente eléctrica del calefactor</i>	44
Figura 24 <i>Montaje tablero de control de temperatura</i>	45

Índice de tablas

Tabla 1 <i>Temperaturas durante la cría de pollos</i>	27
Tabla 2 <i>Semanas y rangos de temperatura</i>	40

Resumen

El presente proyecto tiene como objetivo mostrar el trabajo desarrollado alrededor de la implementación de un control ON-OFF utilizando una tarjeta Arduino UNO para el control de temperatura en el interior de un galpón de pollos de engorde, por medio del sensor termocupla tipo K, el módulo MAX6675 y en la parte de actuadores podemos encontrar los siguientes aparatos: Calefactores eléctricos y ventiladores, todos estos dispositivos serán instalados en el interior de un galpón que consta de las siguientes dimensiones, 12 m de largo por 4 m de ancho. La lectura que realice el sensor de temperatura dentro del galpón será presentada en un LCD 20x4 en donde el operador podrá observar el rango de temperatura, Set Point, la temperatura a la que se encuentra el galpón y el estado de los actuadores. Asimismo, el tablero de control cuenta con luces indicadoras las cuales muestra el estado en que se encuentran los actuadores, si estos se encuentran en funcionamiento el led estará encendido caso contrario permanecerá apagado. El galpón tiene una capacidad para 250 pollos de engorde por ello se instala dos calefactores de marca Handy Heather como se muestra en la Figura 10, cada uno de ellos cubre un área de 23 metros cuadrados, los mismos que a futuro serán reemplazados por una criadora a gas. En la semana 1 se encuentra el rango de temperatura de (30 -33 °C), semana 2 de (28 - 30 °C), semana 3 de (26 - 28 °C) y en la semana 4 de (23 - 26 °C), estos valores son tomados como referencia de la tabla número 1 tomado de Cobb guía de manejo del pollo engorde (p.26) 2013. De igual manera consta de dos ventiladores los cuales se encargan de la extracción de olor y calor cuando la temperatura se comienza a elevar, por ende, el desarrollo del proyecto es de gran importancia para mantener un ambiente confortable para el pollo de engorde.

Palabras clave:

- **CONTROL DE TEMPERATURA.**
- **TARJETA ARDUINO UNO.**
- **IMPLEMENTACIÓN DEL CONTROL AUTOMÁTICO DE TEMPERATURA.**

Abstract

This project aims to show the work developed around the implementation of an ON-OFF control using an Arduino UNO board for temperature control inside a broiler house, by means of the thermocouple sensor type K, the MAX6675 module and in the actuators part we can find the following devices: Electric heaters and fans, all these devices will be installed inside a shed that consists of the following dimensions, 12 m long by 4 m wide. The reading made by the temperature sensor inside the shed will be displayed on a 20x4 LCD where the operator will be able to observe the temperature range, Set Point, the temperature at which the shed is located and the status of the actuators. Likewise, the control panel has indicator lights which show the status of the actuators; if they are in operation, the LED will be on, otherwise it will remain off. The house has a capacity for 250 broilers, so two Handy Heather heaters are installed as shown in Figure 10, each covering an area of 23 square meters, which will be replaced by a gas brooder in the future. In week 1 there is a temperature range of (30 -33 °C), week 2 of (28 - 30 °C), week 3 of (26 - 28 °C) and in week 4 of (23 - 26 °C), these values are taken as a reference from table number 1 taken from Cobb broiler management guide (p.26) 2013. It also has two fans which are responsible for the extraction of odor and heat when the temperature begins to rise, therefore, the development of the project is of great importance to maintain a comfortable environment for broilers.

Key words:

- **TEMPERATURE CONTROL.**
- **ARDUINO ONE BOARD.**
- **IMPLEMENTATION OF AUTOMATIC TEMPERATURE CONTROL.**

CAPÍTULO I

1. Generalidades

1.1. Introducción

El proyecto de integración curricular que aquí se expone es un conjunto de trabajos desarrollados en torno a la implementación de un control ON-OFF automático utilizando la tarjeta Arduino UNO para el control de temperatura. La intervención automática de temperatura ON-OFF beneficia principalmente a los usuarios y estudiantes, permitiéndoles generar conocimiento a partir de procesos y experiencias prácticas.

A pesar de la existencia comercial de muchos sistemas de control con diferentes componentes, no es posible proporcionar requisitos de equipos específicos. Por tanto, es necesario crear un control automático de temperatura con las características que pueda satisfacer las necesidades energéticas y de protección requeridas.

La primera parte de la monografía ofrece una explicación general de todos los objetivos propuestos para la implementación del control de temperatura, así también las soluciones a las que se llegó durante la implementación del sistema de calefacción y ventilación dentro del galpón, además de entender cuán importante es que las aves se encuentren en una óptima temperatura.

Dentro del marco teórico se detalla los diferentes tipos de sistemas automáticos que existen en el mercado y el que se utilizó para el desarrollo del proyecto. Además, se explica cuán importante es mantener una adecuada temperatura en las diferentes etapas de vida del ave.

En cuanto al desarrollo del proyecto se explica cada paso que se realizó durante el montaje del tablero de control de temperatura el cual fue instalado en la parte lateral izquierda del galpón, así como también se presentan las pruebas respectivas del funcionamiento de los actuadores (calefactores y ventiladores), esto con el fin de comprobar que todo el sistema eléctrico esté funcionando en perfectas condiciones.

1.2. Antecedentes

Las organizaciones modernas deben estar preparadas para diferentes desafíos. En un mundo globalizado y digitalizado que genera nuevas tecnologías todos los días, vale la pena hablar de automatización, que no es más que una multitud de sistemas y procesos que operan con una mínima intervención humana.

Para lograr esto, grandes empresas dedicadas a la cría de pollos de engorde deben tener sistemas automáticos que constituyen un elemento fundamental y de gran importancia en su desarrollo de actividades.

Los galpones de pollos automáticos hoy en día son más comunes, ya que cuentan con tecnología de punta que a cada instante monitorea cómo se encuentra la temperatura, humedad, alimentación y bebida en el interior del galpón, con el objetivo de brindar confort a los pollos durante su proceso de cría.

1.3. Justificación e importancia

Ante la existencia de gran cantidad de personas que se dedican a la avicultura a gran y mediana escala en nuestro país, se observa las falencias que presentan los pequeños avicultores al momento de criar pollos de engorde.

La meta a futuro es crear un controlador fácil de manejar y que sea accesible para las personas que desean incursionar en la crianza de pollos de engorde. De esta manera el avicultor puede monitorear y controlar la temperatura en el interior del galpón.

Por medio de actuadores como son: calefactores y ventiladores, quienes constituyen una parte fundamental en el desarrollo del proyecto, ya que a través de ellos el operador mantiene un ambiente controlado dependiendo en qué semana de vida se encuentren las aves, por consiguiente, reduce la mortalidad de las aves y aumenta la rentabilidad del negocio.

1.4. Planteamiento del problema

A nivel mundial existen numerosos criaderos de pollos y todos ellos presentan varios problemas durante la crianza de las aves, como por ejemplo la falta de control adecuado de la temperatura la misma que impide que puedan crecer en buenas condiciones ambientales.

La presencia de olor y calor desprendido por las aves son parte normal durante el proceso de cría, pero constituye una amenaza en el desarrollo sostenible del sector avícola, actualmente no existe un método eficaz que permita reducir las emisiones de olor que sean prácticos y asequible para la implementación en las granjas a pequeña escala.

Se ha demostrado que mantener un ambiente controlado en cuanto se refiere a la cría de pollos de engorde, reduce la mortalidad y aumenta significativamente la rentabilidad del negocio a mediana o gran escala

En la provincial de Cotopaxi existen varias personas que se están dedicando a este emprendimiento, sin embargo, la falta de experiencia o capacitación a los emprendedores ocasionan que utilicen medidas inadecuadas en la crianza de pollos de engorde, en la provincia la temperatura varía durante todo el día, a temprana hora la temperatura puede oscilar 0°C en algunos sectores de la provincia, la cual afecta directamente a los pequeños emprendimientos.

Por ello el presente proyecto tiene como objetivo crear un controlador accesible al bolsillo de los pequeños avicultores, el mismo que permite un control adecuado de la temperatura en el interior del galpón dependiendo la semana de vida en que se encuentren las aves, además que su interfaz de funcionamiento es sumamente sencilla y fácil de manipular.

1.5 Objetivos

1.5.1. *Objetivo General*

- Realizar la Implementación de un control ON-OFF automático utilizando una tarjeta Arduino UNO para el control de temperatura en el interior de un galpón de pollos de engorde.

1.5.2. *Objetivo Específico*

- Indagar acerca de los controles de temperatura automáticos utilizados para la cría de pollos de engorde.
- Realizar la programación respectiva en el software Arduino para el control de la temperatura dentro del galpón de pollos.
- Efectuar las instalaciones eléctricas y pruebas de control de la temperatura en el interior del galpón.

1.6 Alcance

El presente proyecto se encina al diseño e implementación de un control ON-OFF automático, el mismo que permite controlar los parámetros de temperatura en el interior del galpón, con la utilización de una tarjeta Arduino UNO, módulo MAX6675, termocupla tipo K y actuadores como calefactores y ventiladores, los mismos que permitirán mantener un ambiente confortable para las aves.

CAPÍTULO II

2. Marco Teórico

2.1. Automatización.

En el ámbito de la consecución industrial, desde el desarrollo de la era industrial hasta la fecha, la automatización ha pasado de ser un instrumento de trabajo poco habitual, a convertirse en un aparato indispensable para las grandes industrias. Ningún empresario puede evitar la automatización en sus empresas, ya que a través del mismo se reduce tiempo durante toda la cadena de producción, además que un proceso automático puede realizar tareas complejas, reduce mano de obra y especialmente aumenta la rentabilidad de la empresa. (RUEDAS, C,2010)

Figura 1

Industrias asociadas con la automatización.



Nota. El gráfico representa las grandes industrias formando convenios con la automatización y la utilización de máquinas. Tomado de (Revista Énfasis,2020)

2.2. Temperatura confortable del pollo de engorde.

Al mantener la temperatura entre los rangos ideales de comodidad para las aves; en este caso de 32 grados para pollito recién nacidos y 20-22 grados centígrados para pollos en etapa de sacrificio, estamos hablando que el ave se encuentra en un estado de confort; el cual se logra evitando la acumulación de calor y olor dentro del galpón además se consigue refrescar a las aves por el efecto mecánico del movimiento del aire, a esto se lo conoce como sensación térmica. (engorde, 2021)

2.3. Condiciones ambientales óptimas.

Se deben establecer y mantener condiciones ambientales óptimas durante todo el proceso de cría de pollos de esta forma obtener un mejor rendimiento. Esto significa que durante los períodos de frío y calor las aves siempre deben comer y beber agua en la mayor medida posible. Para hacer esto, es necesario eliminar la presencia de humedad, olor y calor en el ambiente de las aves.

Durante las últimas cuatro semanas de vida, el control ambiental se ocupa principalmente de controlar la temperatura del galpón, pero a medida que el ave crece, también afecta significativamente la humedad del ambiente. La gestión ambiental debe eliminar esta humedad del interior del galpón, especialmente en la temporada de calor.

Las aves convierten la comida y el agua en energía para hacer funcionar órganos y músculos, calentar el cuerpo, crecer y ganar peso. Estas no son máquinas perfectas con un rendimiento de hasta un centavo. Es decir, genera un calor y una humedad significativamente excesivos. (David Lahoz Fuertes, 2021)

Figura 2

Condiciones adecuadas dentro de un galpón.



Nota. El gráfico representa las condiciones ambientales óptimas a lo largo de la crianza de pollos de engorde. Tomado de (Engormix)

2.4. Ventilación.

La ventilación significa introducir aire del exterior y extraer el aire que se encuentra dentro del galpón. Una ventilación adecuada permite remover la cantidad adecuada de aire en el momento preciso y de manera uniforme en todo el galpón, de tal manera que permita modificar la temperatura, el olor, humedad y otras variables ambientales, a condiciones óptimas que necesita el ave durante el proceso de crecimiento. (David Lahoz Fuertes, 2021).

2.5. Factores que condicionan el ambiente.

A continuación, se enlistan algunos factores que intervienen en el control ambiental de los pollos de engorde. (David Lahoz Fuertes, 2021)

- Temperatura ambiente.
- Humedad relativa.
- Renovación de oxígeno.
- Gases nocivos.

2.6. Reducción de calor en las aves.

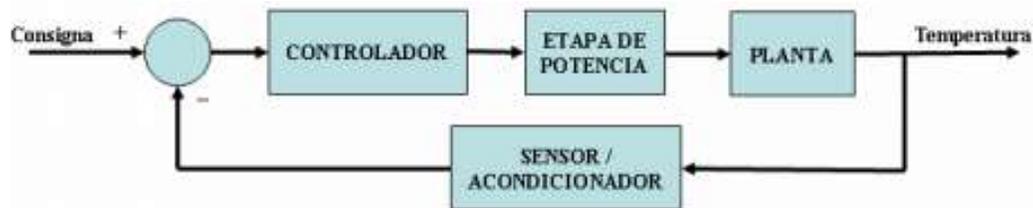
Las aves reducen el calor moviendo aire a su alrededor, cabe recalcar que no pueden sudar, por lo que dependen de la brisa fresca que trae el aire cuando está en movimiento. Cuando se observa a las aves levantando sus alas, se expone la mayor parte de su cuerpo a la temperatura del ambiente de esta manera las aves buscan obtener una superficie de contacto más cálida y así poder liberar la mayor cantidad de calor posible. Cuando sucede esto las aves comienzan a experimentar el llamado estrés calórico, esto sucede cuando la temperatura ambiente comienza a elevarse más de 26,7°C durante la última etapa de vida. (engorde, 2021).

2.7. Diseño de un sistema de control de temperatura.

Según (Cerezo, 2005), La arquitectura de un control de temperatura se compone de un sistema típico de un servosistema que contiene una entrada y una salida, con el controlador en cascada hacia la planta en la cual permite controlar los sensores y actuadores que son los encargados de captar las señales analógicas o digitales para corregir el error con la realimentación y controlar todo un proceso.

Figura 3

Proceso de control de temperatura.



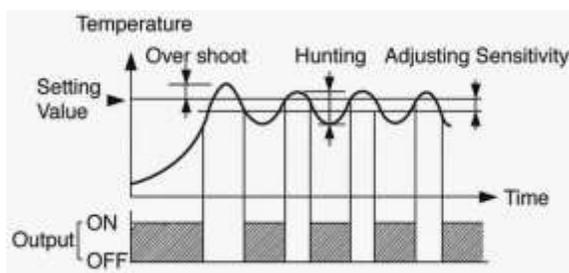
Nota. El gráfico representa la arquitectura típica de un controlador en lazo cerrado. Tomado de (Cerezo, Jhonatan,2005)

2.8. Control todo o nada (ON-OFF)

Los controladores de todo o nada (ON-OFF) operan sobre las variables de control sólo cuando la temperatura excede el set point (SP) deseado. La salida tiene solo dos estados: completamente habilitado (encendido) y completamente deshabilitado (apagado). Una condición se usa cuando la temperatura excede el valor deseado y la otra condición se usa cuando la temperatura está por debajo del rango de temperatura seteado. (S.A., 2021)

Figura 4

control dos-posiciones on/off.



Nota. El gráfico representa el funcionamiento de un control on/off midiendo la temperatura. Tomado de (Automatización S.A.,2021)

2.9. Placa Arduino uno

Según (Placa Arduino UNO | MiArduino, 2016) Según (Arduino UNO Board | MiArduino, 2016), Arduino Uno, es una placa electrónica que en su parte principal está controlada por el microcontrolador ATmega328, el cual consta de 14 entradas / salidas digitales, 6 de las cuales se pueden utilizar como salidas PWM (Modulación por ancho de pulso) y de igual manera 6 pines son utilizados como entradas analógicas. Además, incluye un conector de alimentación, conector USB, resonador cerámico de 16 MHz, clavija ICSP y botón de reinicio. La placa contiene todo lo que el microcontrolador necesita para hacer su trabajo. Simplemente conéctelo a su computadora con un cable USB o conéctelo a una fuente de alimentación a través de un transformador.

Figura 5

Placa de desarrollo Arduino uno.



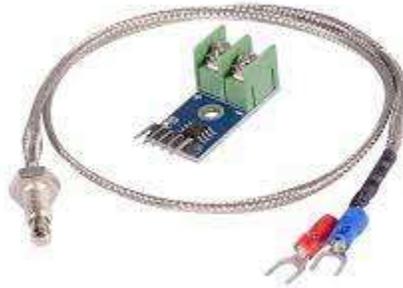
Nota. El presente gráfico muestra cómo está compuesta la tarjeta Arduino, con sus entradas y salidas analógicas digitales. Tomado de (Placa Arduino UNO | MiArduino,2016)

2.10. MAX6675 con Arduino y Termopar tipo K

El módulo MAX6675 es un controlador de termopar tipo K y Arduino. El termopar tipo k es un sensor de temperatura analógico que no necesita suministro de voltaje ya que es un sensor. Los materiales que componen el termopar tipo k son cromel, resultado de la unión de NiCr, y alambre, resultado de la unión de NiAl. El termopar tipo k puede producir una señal de 41 mV por grado Celsius. Junto con el max6675 y el termopar, son indicadores de temperatura muy económicos en el mercado y tienen la distinción de estar disponibles, el rango de precisión es bastante bueno. (HETPRO/TUTORIALES, 2018)

Figura 6

Modulo MAX6675 y termocupla tipo K.



Nota. El gráfico representa al controlador MAX6675 para termopares y Arduino, al igual que una termocupla tipo K. Tomado de (Tecneu,2016)

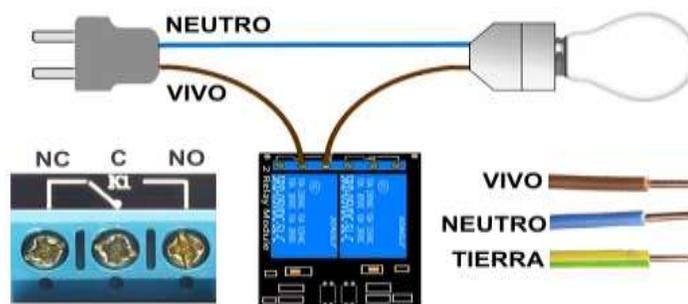
2.11. Módulos de relé

Un relé es un interruptor mecánico operado eléctricamente que se puede encender o apagar con o sin corriente, trabaja con bajos voltajes como los 5V, los cuales se utiliza para alimentar la tarjeta Arduino y por ello son compatibles al momento de armar un circuito electrónico. Controlar un módulo de relé con una

La tarjeta Arduino es similar a controlar cualquier otra salida digital. Cabe mencionar que el consumo de corriente en un relé es el mismo que el consumo de energía necesario para activar un LED. (Robots Didácticos, 2020)

Figura 7

Conexión a modulo relé.



Nota. El gráfico representa los puertos normalmente cerrados (NC) y normalmente abierto (NO), además muestra la conexión correcta para conectar un foco de 110v. Tomado de (Robots Didácticos,2020)

2.12. Pantalla LCD 20×4 con comunicaciones I2C.

Una pantalla LCD de 20 columnas y 4 filas. Utiliza el famoso y popular chip de interfaz paralela HD44780 de 8 bits. Las letras son de color blancas con fondo de color azul. Además, que incluye retroiluminación led, los conectores no están incluidos, pero se puede realizar una soldadura a los pines del lcd, para poder conectarlos a la tarjeta Arduino. (Bermejo Herrero, 2021).

Características:

- Alimentación: 5V
- Interfaz: paralelo 4 o 8 bits
- Medidas: 98x60x14 mm
- Área útil: 76x26 mm
- Tamaño de carácter: 2.95x4.75 mm
- Peso: 78 gramos

Figura 8

Pantalla lcd 20x04.



Nota. El gráfico representa la interfaz que se puede observar en una pantalla lcd al encontrarse en funcionamiento. Tomado de (IBEROBOTICS,2021)

2.13. Termocupla.

Según (Sebastiana Nunes, 2021) una termocupla es uno de los sensores más utilizados para la medición de temperatura en los diferentes ámbitos industriales, Es un sensor robusto, simple, y de bajo costo, posee una capacidad de medición de alto rango de temperatura, estos sensores son los más adecuados para medir temperaturas a miles de grados Celsius, además que son los más utilizados a nivel mundial. Su estructura está formada de dos metales distintos, que se unen en sus extremos y se conectan a un termómetro termopar, esto forma un circuito cerrado que crea una fuerza electromotriz al mantener las dos juntas (T1 Y T2) a diferentes temperaturas.

2.14. Termocupla tipo K.

Una termocupla tipo K se destaca por ser de uso común. Además, que su precio comercial es muy accesible, por ser un sensor con gran popularidad se lo puede encontrar con facilidad en cualquier electrónica. Las temperaturas cubiertas por la termocupla oscilarán entre los rangos de -200°C y 1200°C . (Sebastiana Nunes, 2021)

Figura 9

Termocupla tipo K.



Nota. El gráfico representa la estructura de una termocupla tipo K. Tomado de (Td Electrónica, 2015)

2.15. Calefactor handy heater

El Calefactor Eléctrico handy heater posee un bajo consumo de corriente eléctrica, además es ideal para cubrir correctamente ambientes cerrados de hasta 23 m cuadrados. Su tecnología permite climatizar de manera uniforme la habitación ya que el calor es emitido por barras cerámicas con ello no existe la necesidad de estar cerca al calefactor, además que su instalación

es sumamente sencilla, posee un indicador de temperatura, un botón de encendido y apagado y botones para configurar el calefactor. (Luis Zapata 2020)

Características

- Voltaje 110 V (50 Hz)
- El consumo de energía 400W (0 ° C) 350W (25 ° C)
- Tamaño de la unidad 4.96 pulg. (W) x 3.31 pulg. (D) x 6.22 pulg. (H) Peso de la unidad 1.06 lbs.

Figura 10

Calefactor handy heater.



Nota. El gráfico representa la estructura física del calefactor eléctrico. Tomado de (TVentas,2020)

2.16. Tabla de temperatura para pollo de engorde.

Los pollos de engorde al encontrarse en su primera semana de vida necesitan que la temperatura para su crecimiento sea alta, ya que a esa edad los pollos producen alrededor de 1 °C menos durante la primera semana, la tabla N°-1 muestra los valores recomendados de temperatura que inicia desde el día 0 y finaliza en el día 28, estos valores de temperatura son recomendados por la empresa Cobb. (Guía de manejo Cobb).

Tabla 1

Temperaturas durante la cría de pollos.

Edad en días	Temperatura bajo la criadora °C (F)
0	33 (91)
7	30 (86)
14	28 (82)
21	26 (79)
28	23 (77)

Nota. La siguiente tabla representa los rangos de temperatura ideal para las aves desde el día 0 hasta el día 28 de edad. Tomado de (Cobb guía de manejo del pollo engorde,2013)

CAPÍTULO III

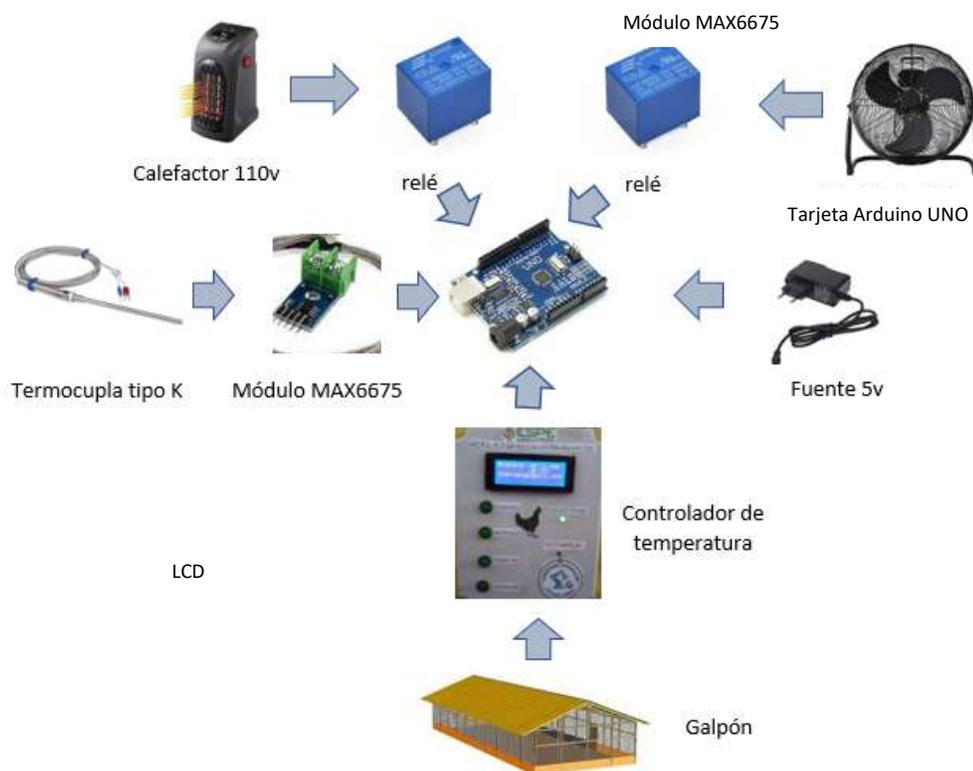
3. Desarrollo del tema.

La crianza de pollos de engorde en la actualidad se ha convertido en una actividad esencial para economía de las familias ecuatorianas, presentemente existen varios controladores automáticos que permiten mantener un ambiente confortable dentro del galpón, con ello se consigue reducir la carga laboral del personal encargado de la granja avícola, a continuación, se presenta las temáticas que intervinieron en el desarrollo del proyecto.

El controlador de temperatura está comandado por una tarjeta Arduino UNO, que activa y desactiva los relés para el control de los actuadores (calefactor y ventilador) como se muestra en la figura 11, por medio de cuatro botones situados en la parte frontal del tablero de control, el avicultor puede seleccionar una de las cuatro semanas dependiendo la edad de vida en la que se encuentre el pollo, además que posee dos luces indicadores que muestran estado en que se encuentra los actuadores, en la pantalla lcd el operador puede visualizar el rango de temperatura, set point, temperatura dentro del galpón y si el calefactor o ventilador se encuentra encendidos o apagados. En la parte del sensor se realizó una extensión con el cable correspondiente para una termocupla tipo K, con la finalidad de situar al sensor en la parte intermedia del galpón, de esta manera se consigue monitorear correctamente la temperatura en el interior del galpón brindando un ambiente de confort a las aves.

Figura 11

Diagrama de control de temperatura.



Nota. En la figura se visualiza el diagrama y los dispositivos que se utilizaron para el control de la temperatura en el interior del galpón de pollos.

3.1. Código de programación.

Para la implementación del sistema de control de temperatura automatizado en el criadero de pollos, se consideró la utilización de la placa Arduino UNO la misma que fue programada, mediante lenguaje C, en la cual se declara cuatro botones, cada uno contiene una semana con distintos rangos de temperatura, además que se instaló la librería (`max6675.h`) necesaria para el funcionamiento del módulo, de la misma manera se instala la librería (`LiquidCrystal_I2C.h`) que es indispensable para poder mostrar mensajes en el lcd. A continuación, se presenta el código de programación.

```

//Declaración de librerías//
#include <SPI.h>
#include "max6675.h"
#include <Wire.h> // Lo trae Arduino IDE
#include <LCD.h>
#include <LiquidCrystal_I2C.h> // Incluimos la libreria del LCD
LiquidCrystal_I2C lcd(0x27, 2, 1, 0, 4, 5, 6, 7, 3, POSITIVE);
int temperatura=0;

//Se definen los pines a usar para conectar el módulo MAX6675//

int ktcSO = 12;
int ktcCS = 11;
int ktcCLK = 10;

MAX6675 ktc(ktcCLK, ktcCS, ktcSO);
const int btn1 = A0;
const int btn2 = A1;
const int btn3 = A2;
const int btn4 = A3;
int buttonState0 = 0;
int buttonState1 = 0;
int buttonState2 = 0;
int buttonState3 = 0;
int buttonState4 = 0;
int calentador=5;
int ventilador=8;
    int contador=0;

void setup() {
  pinMode(10, OUTPUT);
  digitalWrite(10, HIGH);
  pinMode(calentador,OUTPUT); //led
  pinMode(ventilador,OUTPUT); //led
  pinMode(btn0,INPUT); //pulsador
  pinMode(btn1,INPUT); //pulsador
  pinMode(btn2,INPUT); //pulsador
  pinMode(btn3,INPUT); //pulsador
  pinMode(btn4,INPUT); //pulsador
  lcd.begin(20, 4);

  lcd.setCursor(0,0);

```

```

lcd.print("CONTROL TEMPERATURA ON-OFF");
Serial.begin(9600);
}
void loop() {
word dato =analogRead(0);
int voltaje=(int)dato*5/1048;
int temperatura=(100*voltaje);

//Lectura de la temperatura temperatura//
temperatura=ktc.readCelsius();
Serial.print("Temperatura = ");
Serial.print(temperatura);
Serial.println(" C");
delay(3500);

// Declaración de botones//
buttonState0 = digitalRead(btn0);
buttonState1 = digitalRead(btn1);
buttonState2 = digitalRead(btn2);
buttonState3 = digitalRead(btn3);

//Programación botón uno//
if(buttonState1 == HIGH){
contador=1;
}
if(contador==1){
switch(contador){//MODIFICAR 1 O 0
case 1:
lcd.clear();
lcd.setCursor(0,0);
lcd.print("SEMANA:1 ");
lcd.setCursor(10,0);
lcd.print("RG-30-33C");

lcd.setCursor(0,2);
lcd.print("TEMP=");
lcd.print(temperatura);
lcd.println ("C");

if (temperatura<=30)

```

```
{
digitalWrite(calentador,LOW);
lcd.setCursor(10,2);
lcd.print("CALENT-ON");
lcd.setCursor(10,1);
lcd.print("SP-30C");
delay(1000);
}
else
{
if(temperatura>=32)
digitalWrite(calentador,HIGH);
lcd.setCursor(10,2);
lcd.print("CALENT-OFF");

}
if (temperatura>=34)
{
digitalWrite(ventilador,LOW);
lcd.setCursor(10,2);
lcd.print("VENTIL-ON");
lcd.setCursor(10,1);
lcd.print("SP-33C");
delay(1000);

}
else
{
if(temperatura<33)
digitalWrite(ventilador,HIGH);
lcd.setCursor(10,2);
lcd.print("VENTIL-OFF");
}
break;
}
}
//Programación botón dos//
if(buttonState2 == HIGH)
{
contador=2;

}
}
```

```
if(contador==2){
  switch(contador){
  case 2:
    lcd.clear();
    lcd.setCursor(0,0);
    lcd.print("SEMANA:2 ");
    lcd.setCursor(10,0);
    lcd.print("RG-28-30C");

    lcd.setCursor(0,2);
    lcd.print("TEMP=");
    lcd.print(temperatura);
    lcd.println ("C");

    if (temperatura<=28)
    {
      digitalWrite(calentador,LOW);
      lcd.setCursor(10,2);
      lcd.print("CALENT-ON");
      lcd.setCursor(10,1);
      lcd.print("SP-28C");
      delay(1000);

    }
    else
    {
      if(temperatura>29)
      digitalWrite(calentador,HIGH);
      lcd.setCursor(10,2);
      lcd.print("CALENT-OFF");

    }
    if (temperatura>=30)
    {
      digitalWrite(ventilador,LOW);
      lcd.setCursor(10,2);
      lcd.print("VENTIL-ON");
      lcd.setCursor(10,1);
      lcd.print("SP-30C");
      delay(1000);
    }
  }
```

```
else
{
digitalWrite(ventilador,HIGH);//APAGA
lcd.setCursor(10,2);
lcd.print("VENTIL-OFF");
}
break;
}
}
//Programación botón tres//

if(buttonState3==HIGH)
{
contador=3;
}
if(contador==3){
switch(contador){
case 3:
lcd.clear();
lcd.setCursor(0,0);
lcd.print("SEMANA:3 ");
lcd.setCursor(10,0);
lcd.print("RG-26-28C");

lcd.setCursor(0,2); //Donde va a iniciar la escritura (COLUMNA,FILA)-->>(X,Y)
lcd.print("TEMP=");
lcd.print(temperatura);
if (temperatura<=26)
{
digitalWrite(calentador,LOW);
lcd.setCursor(10,2);
lcd.print("CALENT-ON");
lcd.setCursor(10,1);

lcd.print("SP-26C");
delay(1000);
}
else
{
if(temperatura>27)
digitalWrite(calentador,HIGH);
lcd.setCursor(10,2);
```

```
lcd.print("CALENT-OFF");

}
if (temperatura>=28)
{
digitalWrite(ventilador,LOW);
lcd.setCursor(10,2);
lcd.print("VENTIL-ON");
lcd.setCursor(10,1);
lcd.print("SP-28C");
delay(1000);
}
else
{
digitalWrite(ventilador,HIGH);
}
break;
}
}
//Programación botón cuatro//
if(buttonState4 == HIGH)
{
contador=4;
}
if(contador==4){
switch(contador){
case 4:
lcd.clear();
lcd.setCursor(0,0);
lcd.print("SEMANA:4 ");
lcd.setCursor(10,0);
lcd.print("RG-23-26C");
lcd.setCursor(0,2);
lcd.print("TEMP=");
lcd.print(temperatura);
lcd.println ("C");

if (temperatura<=23)
{
digitalWrite(calentador,LOW);
lcd.setCursor(10,2);
lcd.print("CALENT-ON");
```

```
lcd.setCursor(10,1);
lcd.print("SP-23C");
delay(1000);
}
else
{
if(temperatura>24)
digitalWrite(calentador,HIGH);
lcd.setCursor(10,2);
lcd.print("CALENT-OFF");
}
if (temperatura>=26)
{
digitalWrite(ventilador,LOW);
lcd.setCursor(10,2);
lcd.print("VENTIL-ON");
lcd.setCursor(10,1);
lcd.print("SP-26C");
delay(1000);
}
else
{
digitalWrite(ventilador,HIGH);
lcd.setCursor(10,2);
lcd.print("VENTIL-OFF");

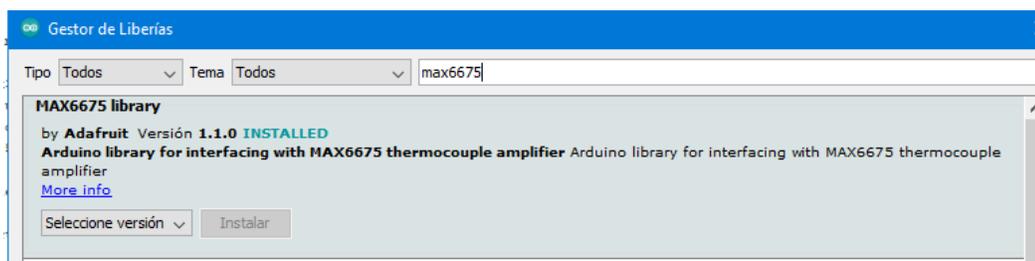
}
break;
}
}
}
```

3.2. Descarga de librerías software Arduino.

Para el desarrollo de la programación es necesario instalar algunas librerías del gestor de librerías que se encuentra en el Software Arduino, se debe que instalar la librería del módulo MAX6675 como muestra la figura 12, ya que es necesario para su correcto funcionamiento, de la misma forma se realiza la instalación de la librería (LCD I2C) como se muestra en la figura 13, la misma que servirá para mostrar datos en pantalla, en la figura 14 se puede observar la declaración de variables correspondientes a los pines del módulo MAX6675 y como parte final en la figura 15 se observa todas las librerías necesarias dentro de la programación para el funcionamiento de los distintos aparatos electrónicos que se utilizaron en el proyecto.

Figura 12

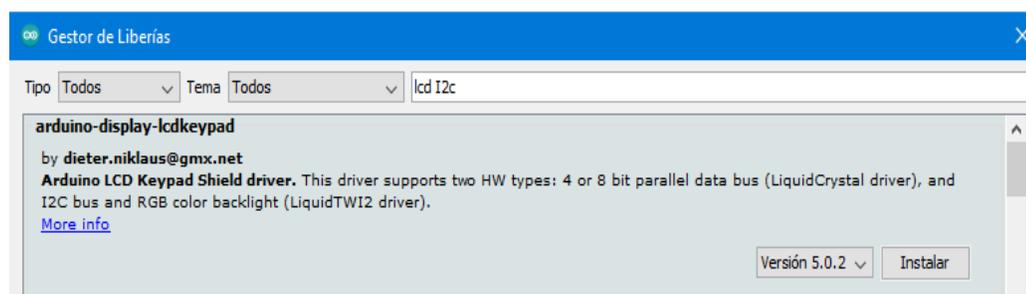
Dirección de descarga para el gestor de tarjetas.



Nota. La figura representa la instalación de la librería del módulo MAX6675 necesario para el funcionamiento del módulo y sensor.

Figura 13

Descargar de la librería para Lcd.



Nota. La figura representa la librería necesaria para el funcionamiento del Lcd 20x4 con comunicación I2c.

Figura 14

Declaración de variables en programación.

```
int ktcSO = 12;
int ktcCS = 11;
int ktcCLK = 10;

MAX6675 ktc(ktcCLK, ktcCS, ktcSO);
```

Nota. La figura muestra la declaración de las variables en los pines del módulo MAX6675 a los pines de la tarjeta Arduino UNO.

Figura 15

Declaración de librerías.

```
#include <SPI.h>
#include "max6675.h"
#include <Wire.h> // Lo trae Arduino IDE
#include <LCD.h>
#include <LiquidCrystal_I2C.h> // Incluimos la librería del LCI

// Seteamos la dirección LCD a 0x27 o 0x3F for un display de 20x4
// Seteamos los pines sobre el chip I2C usados para las conexiones
//                               addr, en, rw, rs, d4, d5, d6, d7, bl, blpol
LiquidCrystal_I2C lcd(0x27, 2, 1, 0, 4, 5, 6, 7, 3, POSITIVE);
```

Nota. En la figura se muestra la declaración de las diferentes librerías que permiten el funcionamiento del Lcd y el módulo MAX6675.

3.3. Datasheet modulo MAX6675.

El módulo MAX6675 especialmente para termocupla tipo K es un conversor análogo digital, en la figura 16 se puede observar las partes que conforman el módulo, el cual contiene pines de comunicación para el Arduino y puertos de entrada (T+, T-) para la conexión de la termocupla tipo K.

Figura 16

Datasheet de la tarjeta ESP8266.



Nota. En la figura podemos observar los pines del módulo MAX6675.

3.4. Tabla N°2 rangos de temperatura por semanas.

En los galpones para reducir la mortalidad de las aves y aumentar la producción, es necesario un buen control de temperatura cómo se indica en la Tabla N°-2 se puede observar valores de temperatura por semanas que han sido tomadas como referencia de la tabla N- 1 de la guía de manejo Cobb, con ello se busca aumentar la rentabilidad de la empresa.

Tabla 2

Semanas y rangos de temperatura.

Tabla de temperatura por semanas de vida de las aves	
Semanas	Rangos de temperatura °C
Semana 1 (0-7 días)	30-33
Semana 2 (7-14 días)	28-30
Semana 3 (14-21 días)	26-28
Semana 4 (21-28 días)	23-26

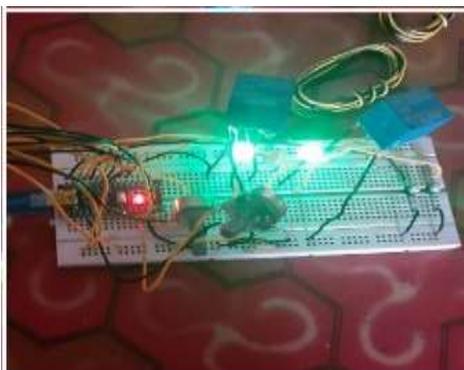
Nota. En la tabla N°2 podemos observar los diferentes rangos de temperatura de acuerdo a la semana de vida en que se encuentren las aves.

3.5. Armado de circuito en Protoboard.

Como se muestra en la figura 17, para el armado de los diferentes componentes electrónicos como relés, leds y fuente de alimentación de 5V, se utilizó una Protoboard la cual permite armar circuitos de una manera fácil y sencilla. En una placa perforada como se observa en la figura 18 se montaron cuatro pulsadores y un relé, con la finalidad de realizar pruebas de funcionamiento de cada uno de los botones y comprobar si el relé se activa y desactiva al cumplir las condiciones establecidas en la programación.

Figura 17

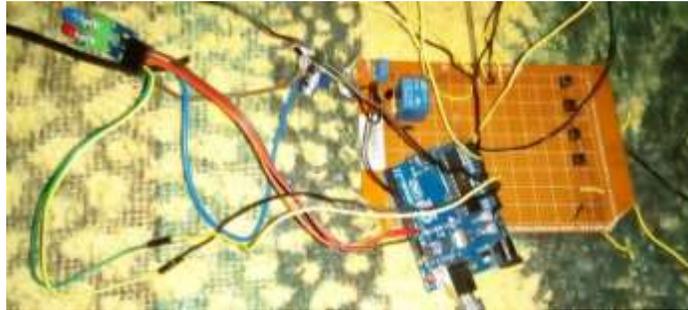
Montaje de componentes electrónicos en Protoboard.



Nota. En la figura podemos observar el montaje de diferentes componentes electrónicos, de esta forma se comprueba el funcionamiento del sistema de control.

Figura 18

Simulación física del control de botones.



Nota. En la figura se puede observar 4 botones cada uno corresponde al control de una semana diferente, en este caso se ejecuta la prueba montando los botones en una placa perforada, además se realiza las pruebas de fuerza con el encendido y apagado de un ventilador.

3.6. Conexión módulo relé.

En el desarrollo del proyecto se utilizó un módulo de cuatro relés como se muestra en la figura 19, de los cuales se utilizaron únicamente 2, y los dos sobrantes se pueden utilizar a futuro si se desea incluir otro actuador como por ejemplo motores eléctricos para la alimentación automática de las aves, nebulizadores, calefactores, etc.

Figura 19

Conexión módulo de 4 relés.



Nota. En la figura se muestra la conexión de módulo de 4 relés utilizando únicamente dos de ellos para el control de calefactores y ventiladores.

3.7. Instalación de ventiladores.

Un ventilador es el encargado de mover el aire de un lugar a otro, en la figura 20 se muestra la instalación de dos ventiladores en el interior del galpón de pollos el ventilador(a) su principal función es mover el aire de forma uniforme dentro del galpón, el ventilador (b) funciona como un extractor, es decir que expulsa el olor y aire caliente fuera del galpón.

Figura 20

Montaje de ventiladores en el interior del galpón.



Nota. La figura(a) muestra la instalación del ventilador en el interior del galpón de pollos de engorde, el mismo que permite reducir la temperatura cuando sea necesario y la figura (b) muestra al ventilador que se encuentra en la parte frontal del galpón expulsando el calor y olor.

3.8. Instalación de calefactor.

El calefactor eléctrico handy heater fue instalado en la parte lateral del galpón, como se muestra en la figura 21, con ello se consigue que el calor sea dispersado de forma uniforme en el interior de todo el galpón, brindando un ambiente confortable para las aves.

Figura 21

Instalación de calefactor.



Nota. En la siguiente figura se puede observar la instalación en la parte lateral del galpón, el cual permite aumentar la temperatura cuando sea necesario.

3.9. Prueba de funcionamiento caja de control.

Una vez montados todos los componentes electrónicos dentro de la caja de control, procedemos con la instalación en la parte lateral del galpón como se muestra en la figura 22, se realizaron pruebas de lectura del sensor, pruebas en el lcd, y la activación /desactivación de los ventiladores y calefactores, dependiendo de la semana que se ha seleccionado.

Figura 22

Prueba de funcionamiento caja de control de temperatura.



Nota. Como se muestra en la figura el tablero de control con sus respectivos botones para la selección de la semana de vida en la que se encuentre el ave.

3.10. Medición consumo eléctrico.

Se utilizó una pinza amperimétrica para comprobar el consumo de corriente eléctrica del calefactor como se muestra en la figura 23, esto se realizó para determinar el relé apropiado que se utilizara para la activación y desactivación de dos calefactores. ya que la sumatoria de sus corrientes es igual a 7.5 amperios.

Figura 23

Medición consumo de corriente eléctrica del calefactor.



Nota. Como se indica en la figura con la ayuda de una pinza amperimétrica podemos observar cual es el consumo de un calefactor eléctrico.

3.11. Montaje tablero de control.

Al finalizar las pruebas correspondientes del controlador de temperatura, se procede a realizar la instalación definitiva en el galpón de pollos con sus respectivos indicadores, botones, pantalla lcd y completamente en funcionamiento como se muestra en la figura 24.

Figura 24

Montaje tablero de control de temperatura.



Nota. Como se muestra en la figura el montaje del tablero de control de temperatura en funcionamiento

CAPÍTULO IV

4. Conclusiones y Recomendaciones

4.1. Conclusiones

- Se implementó un control ON-OFF automático utilizando una tarjeta Arduino UNO y actuadores como ventiladores y calefactores, para el control de temperatura en el interior de un galpón de pollos de engorde, desde la primera semana con una temperatura de 30 °C hasta la cuarta semana con una temperatura de 23°C durante el crecimiento de las aves.
- A través del sensor de temperatura (termocupla tipo k), el módulo MAX6675 y una pantalla LCD, se puede monitorear y mediante pulsadores la temperatura en el interior del galpón de pollos según la semana de vida que estén cursando las aves.
- En la parte de programación se incluye la librería “`max6675.h” la cual es necesaria para permitir la activación del módulo MAX6675, el mismo que permite compensar, amplificar y convertir a digital el voltaje generado por la termocupla.
- Mediante la automatización de procesos avícolas con una inversión de aproximadamente 100 \$ se puede mejorar la crianza de pollos, que ayuda a la actividad económica de las microempresas de los sectores rurales y urbanos de la provincia de Cotopaxi, mejorar la crianza de pollos, de esta forma se ayuda a la actividad económica de la microempresa.

4.2. Recomendaciones

- Al utilizar el módulo MAX6675 con la termocupla tipo K, es indispensable incluir la librería del módulo al momento de realizar la programación, de esta forma el módulo pueda leer los datos de temperatura.
- Es importante obtener información técnica de los equipos electrónicos utilizados en el sistema de control para evitar que se quemen por una mala conexión.
- Verificar con ayuda de un multímetro o pinza amperimétrica el consumo en amperes de los calefactores, de esta forma seleccionar correctamente la capacidad de los relés.
- Si se desea crear una extensión para la termocupla tipo K se debe adquirir el cable adecuado para el sensor, caso contrario si se utiliza otro cable no podrá leer datos de temperatura.
- Al momento de conectar la parte de potencia tener cuidado con los demás elementos que conforman el tablero de control.

Bibliografía

- Automatización Industrial-Áreas de aplicación en la Ingeniería (2019). Recuperado el 11 de abril del 2019, de <https://www.virtualpro.co/biblioteca/automatizacion-industrial-areas-de-aplicacion-para-ingenieria>.
- Zootecnia y Veterinaria es mi Pasión (2019). Recuperado el 20 de noviembre del 2018, de <https://zoovetesmpasion.com/avicultura/pollos/ventilacion-en-galpones-abiertos-de-pollos-de-engorde>
- Control Todo / Nada (On / Off) (2019). Recuperado el 11 de diciembre del 202 de https://www.electricfor.es/es/18172/diccionario/Control-Todo-/-Nada-_On-/-Off_.htm
- Placa Arduino UNO (2021). Recuperado el 3 de agosto del 2018 de, <https://www.xataka.com/basics/que-arduino-como-funciona-que-puedes-hacer-uno>
- MAX6675 con Arduino y Termopar tipo K (2018). Recuperado el 16 de febrero de, <https://hetpro-store.com/TUTORIALES/termopar-tipo-k-max6675-alarma/>
- Módulos de relé y Arduino: Domótica (2020). Recuperado el 8 de julio del 2019 de, <http://robots-argentina.com.ar/didactica/modulos-de-rele-y-arduino-domotica-1>
- Bermejo Herrero, I., 2021. Pantalla LCD 20x4 con comunicaciones I2C y serie (2021). Recuperado el 24 de junio del 2021 de, <https://www.iberobotics.com/producto/pantalla-lcd-20x4-con-comunicaciones-i2c-y-serie/>
- Termocupla, cómo funciona, tipos, consejos y modelos (2021). Recuperado el 9 de junio del 2021 de, <https://www.alutal.com.br/es/termopar>
- COBB guía de manejo del pollo de engorde (2013). Recuperado el 15 de noviembre de, <https://www.cobb-vantress.com/>. <https://www.cobb-vantress.com/>

ANEXOS

