



**UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL**

**FACULTAD DE EDUCACION TÉCNICA PARA EL DESARROLLO
CARRERA DE INGENIERIA EN ELECTRÓNICA Y AUTOMATIZACIÓN**

TEMA:

**Propuesta de un sistema de control y monitoreo de
condiciones ambientales de temperatura y humedad relativa
con estructura IoT aplicado en granjas avícolas**

AUTOR:

Pérez Palacios, Dharyan de Jesús

**Trabajo de titulación previo a la obtención del título de
INGENIERO EN ELECTRÓNICA Y AUTOMATIZACIÓN**

TUTOR:

Ing. Meléndez Rangel, Jesús Ramón, PHD.

Guayaquil, Ecuador

8 de septiembre del 2023



UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL

**FACULTAD DE EDUCACION TÉCNICA PARA EL DESARROLLO
CARRERA DE INGENIERIA EN ELECTRÓNICA Y AUTOMATIZACIÓN**

CERTIFICACIÓN

Certificamos que el presente trabajo de titulación, fue realizado en su totalidad por **Pérez Palacios, Dharyan de Jesús**, como requerimiento para la obtención del título de **Ingeniero en Electrónica y Automatización**.

TUTOR

f. _____
Ing. Meléndez Rangel, Jesús Ramón, PHD.

DIRECTOR DE LA CARRERA

f. _____
Ing. Bohórquez Escobar, Celso Bayardo, PHD.

Guayaquil, a los 8 del mes de septiembre del año 2023



UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL

**FACULTAD DE EDUCACION TÉCNICA PARA EL DESARROLLO
CARRERA DE INGENIERIA EN ELECTRÓNICA Y AUTOMATIZACIÓN**

DECLARACIÓN DE RESPONSABILIDAD

Yo, **Pérez Palacios, Dharyan de Jesús**

DECLARO QUE:

El Trabajo de Titulación, **Propuesta de un sistema de control y monitoreo de condiciones ambientales de temperatura y humedad relativa con estructura IoT aplicado en granjas avícolas** previo a la obtención del título de **Ingeniero en Electrónica y Automatización**, ha sido desarrollado respetando derechos intelectuales de terceros conforme las citas que constan en el documento, cuyas fuentes se incorporan en las referencias o bibliografías. Consecuentemente este trabajo es de mi total autoría.

En virtud de esta declaración, me responsabilizo del contenido, veracidad y alcance del Trabajo de Titulación referido.

Guayaquil, a los 8 del mes de septiembre del año 2023

EL AUTOR

f. _____
Pérez Palacios, Dharyan de Jesús



UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL

**FACULTAD DE EDUCACION TÉCNICA PARA EL DESARROLLO
CARRERA DE INGENIERIA EN ELECTRÓNICA Y AUTOMATIZACIÓN**

AUTORIZACIÓN

Yo, **Pérez Palacios, Dharyan de Jesús**

Autorizo a la Universidad Católica de Santiago de Guayaquil a la **publicación** en la biblioteca de la institución del Trabajo de Titulación, **Propuesta de un sistema de control y monitoreo de condiciones ambientales de temperatura y humedad relativa con estructura IoT aplicado en granjas avícolas**, cuyo contenido, ideas y criterios son de mi exclusiva responsabilidad y total autoría.

Guayaquil, a los 8 del mes de septiembre del año 2023

EL AUTOR:

f. _____
Pérez Palacios, Dharyan de Jesús



UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL

FACULTAD DE EDUCACION TÉCNICA PARA EL DESARROLLO
CARRERA DE INGENIERIA EN ELECTRÓNICA Y AUTOMATIZACIÓN

CERTIFICADO COMPILATE

La Dirección de las Carreras Telecomunicaciones, Electricidad y Electrónica y Automatización revisó el Trabajo de Integración Curricular, **Propuesta de un sistema de control y monitoreo de condiciones ambientales de temperatura y humedad relativa con estructura IoT aplicado en granjas avícolas** presentado por el estudiante **Pérez Palacios, Dharyan de Jesús**, de la carrera de **Electrónica y Automatización**, donde obtuvo del programa COMPILATE, el valor de 0 % de coincidencias, considerando ser aprobada por esta dirección.

Certifican,

 CERTIFICADO DE ANÁLISIS magister	VERSION 10 AGOSTO 2023 TIC DHARYAN PEREZ FINAL		0% Similitudes	0% Texto entre comillas 0% similitudes entre comillas < 1% Idioma no reconocido
Nombre del documento: VERSION 10 AGOSTO 2023 TIC DHARYAN PEREZ FINAL.docx ID del documento: b4b3012822d024f4756a573401114330bd2ae19f Tamaño del documento original: 11,3 MB	Depositante: Jesús Ramón Meléndez Rangel Fecha de depósito: 10/8/2023 Tipo de carga: interface fecha de fin de análisis: 10/8/2023	Número de palabras: 14.472 Número de caracteres: 92.067		

Ubicación de las similitudes en el documento:

Ing. Meléndez Rangel, Jesús Ramón, PHD.
Revisor - COMPILATE

AGRADECIMIENTO

En primer lugar, quedo eternamente agradecido con Dios, porque su misericordia ha permitido que cumpla este desarrollo personal, una de las mejores etapas de la vida como es la experiencia universitaria, siendo siempre mi guía, sustento personal, espiritual y mental aun en lagunas de dudas.

También expreso mi infinito amor hacia mis pilares de vida quienes son mis padres, y hermanas, amigos, y aquellas personas que han contribuido de manera significativa en la realización de mi tesis. Su apoyo incondicional y aliento constante han sido fundamentales para alcanzar este importante logro en mi vida académica.

Finalmente, agradezco a mi tutor el Doctor Jesús Ramón Meléndez Rangel por su guía experta y constante apoyo durante el desarrollo de mi tesis. Gracias a mis respetados docentes, quienes han compartido sus conocimientos y experiencias conmigo a lo largo de mi formación académica. Gracias por su paciencia, dedicación y por motivarme constantemente a superar mis límites. Cada uno de ustedes ha dejado una huella imborrable en mi camino hacia el éxito.

Dharyan Pérez Palacios

DEDICATORIA

Este trabajo va dedicado hacia mi padre Stalyn Pérez y mi madre Tatiana Palacios, que nunca dejaron de luchar por ayudarme a cumplir este sueño que ahora es una realidad, les estoy eternamente agradecido por ser parte de este importante logro en mi vida. Su contribución ha sido invaluable y sin ustedes no habría sido posible alcanzar el éxito en mi tesis.

¡Gracias de todo corazón!

Dharyan Pérez Palacios



**UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL**

**FACULTAD DE EDUCACION TÉCNICA PARA EL DESARROLLO
CARRERA DE INGENIERIA EN ELECTRÓNICA Y AUTOMATIZACIÓN**

TRIBUNAL DE SUSTENTACIÓN

f. _____

ING. BOHORQUEZ ESCOBAR, CELSO BAYARDO, PHD.
DIRECTOR DE LA CARRERA

f. _____

ING. UBILLA GONZALEZ, RICARDO XAVIER, MSC.
COORDINADOR DEL ÁREA

f. _____

ING.GALLARDO POSLIGUA, JACINTO ESTEBAN, MSC.
OPONENTE

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE FIGURAS.....	XII
ÍNDICE DE TABLAS	XIV
RESUMEN.....	XV
1. INTRODUCCIÓN	2
1.1 Antecedentes.....	3
1.2 Definición del Problema	4
1.3 Justificación del Problema	5
1.4 Objetivos del Problema de Investigación	6
1.4.1 Objetivo General	6
1.4.2 Objetivos Específicos	6
1.5 Hipótesis General	7
1.6 Hipótesis Específicas	7
2. MARCO TEORICO.....	8
2.1 Avicultura	8
2.2 Sistema de Producción Avícola.....	9
2.3 Granjas Avícolas	11
2.4 Parámetros Técnicos a Controlar en una Granja Avícola	12
2.4.1 Temperatura	13
2.4.2 Húmeda Relativa.....	14
2.4.3 Ventilación en el Galpón.....	15
2.4.4 Iluminación en el Periodo de Crianza.	16

2.5	Impacto Avícola Industrial en el Ecuador.....	17
2.6	Internet de las Cosas (IoT).....	18
2.6.1	Capaz de una Arquitectura IOT	19
2.7	Importancia de la IOT en Granjas Avícolas del Ecuador	20
2.8	Fundamentos de un Sensor	21
2.9	Sensores Inalámbricos.....	21
2.9.1	Tipos de Sensores.....	22
2.9.2	Características Generales de los Sensores	25
2.10	Granja Inteligente Usando una Red de Sensores Inalámbricos	26
2.11	Plataforma Ubidots	27
2.12	Fundamentos de LabVIEW	28
2.13	Sistema de Control y Monitorización	29
3.	METODOLOGÍA.....	31
3.1	Perspectiva Metodológica de la Investigación.....	31
3.1.1	Investigación Exploratoria.....	32
3.1.2	Investigación Descriptiva	32
3.1.3	Método Inductivo	32
3.1.4	Modalidad de investigación. Proyecto especial de innovación	33
3.1.5	Análisis y Definición de Requerimientos	34
3.1.6	Diseño del Sistema.....	35
3.1.7	Prueba y Funcionamiento del Sistema	35

4. DISEÑO: PROPUESTA DE UN SISTEMA DE CONTROL Y MONITOREO DE CONDICIONES AMBIENTALES DE TEMPERATURA Y HUMEDAD RELATIVA CON ESTRUCTURA IOT APLICADO EN GRANJAS AVÍCOLA.....	36
4.1 Análisis y definición de requerimientos	36
4.1.1 Diseño de Estructura de la Granja Avícola	36
4.1.2 Diagrama de Conexiones del Sistema de Control y Monitoreo de la Granja Avícola.....	38
4.1.3 Elementos Necesarios para el Funcionamiento del Sistema de Control y Monitoreo de una Granja Avícola con el uso de Sensores de Humedad y Temperatura.....	40
4.1.4 Parámetros de Temperatura y Humedad Relativa	42
4.2 Diseño del Sistema.....	43
4.2.1 Diseño del Sistema de Control y Monitoreo en LabVIEW	43
4.2.2 Diseño del Entorno Gráfico y Configuración en la Plataforma Ubidots.....	50
4.3 Prueba y Funcionamiento del Sistema.....	54
4.3.1 Análisis del Funcionamiento del Sistema de Control y Monitoreo de Temperatura y Humedad Relativa	54
Conclusiones	61
Recomendaciones	62
Referencias.....	63

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Granja Avícola.....	8
Figura 2 Tipo de explotación extensiva	10
Figura 3 Explotación intensiva	11
Figura 4 Producción de huevos dentro de un Galpón	12
Figura 5 Humedad relativa dentro de una granja avícola	15
Figura 6 Ventilación dentro de un galpón	16
Figura 7 Iluminación en el periodo de crianza	17
Figura 8 sensores inalámbricos	22
Figura 9 Red de sensores inalámbricos	26
Figura 10 Interfaz de plataforma Ubidots	27
Figura 11 Herramienta LabVIEW	29
Figura 12 Fases según su metodología	31
Figura 13 Estructura del galpón	36
Figura 14 Estructura del galpón	37
Figura 15 Ubicación de elementos dentro del galpón.....	38
Figura 16 Diagrama de conexiones del sistema de monitoreo	39
Figura 17 Diagrama de conexiones del sistema de control	40
Figura 18 Diseño para el sensor de temperatura en LabVIEW	44
Figura 19 Parámetros para el sensor de temperatura	45
Figura 20 Diseño para el sensor de Humedad en LabVIEW	46
Figura 21 Diseño final del sensor de temperatura y humedad en LabVIEW.....	47
Figura 22 Panel de control en LabVIEW	48
Figura 23 Simulación del sistema	48
Figura 24 Simulación del sistema	49

Figura 25 Simulación del sistema	49
Figura 26 Creación de dispositivos en Ubidots	50
Figura 27 Creación de variables para el sensor de temperatura	51
Figura 28 Creación de variables para el sensor de humedad	52
Figura 29 Visualización de los parámetros respecto al sensor de temperatura	53
Figura 30 Visualización de los parámetros respecto al sensor de humedad	53
Figura 31 Alerta de Ubidots.....	54
Figura 32 Conexión LabVIEW con Ubidots	55
Figura 33 Sistema de monitoreo en Ubidots	56
Figura 34 Simulación del sistema de control y monitoreo mediante LabVIEW y la plataforma Ubidots.....	57
Figura 35 Visualización del sistema de control y monitoreo en la plataforma Ubidots	58
Figura 36 Visualización del sistema de control y monitoreo en la plataforma Ubidots	59
Figura 37 Alerta vía correo electrónico de la plataforma Ubidots	60
Figura 38 Diagrama de flujos del sistema de control y monitoreo	60

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Temperatura de aire dentro de una granja avícola.....	13
Tabla 2 Elementos/equipos	41
Tabla 3 Temperatura recomendada para el galpón	43

RESUMEN

El presente trabajo de titulación describe la propuesta de un sistema de control y monitoreo de condiciones ambientales de temperatura y humedad relativa en granjas avícolas mediante la tecnología IoT ubicadas en zonas rurales del Ecuador, de esta forma los operadores que se encargarán de mantener a las aves en condiciones óptimas para su crecimiento, estarán informados en todo momento sobre los factores que intervienen en el crecimiento de los mismos como es la temperatura y la humedad relativa. Para la propuesta del sistema se hace un diseño del dimensionamiento que tiene la granja, junto a las respectivas conexiones de cada uno de los elementos/equipos que son de importancia a la hora de implementar esta propuesta, además, se diseña un sistema de control en LabVIEW que será el encargado de controlar cada elemento instalado en el galpón y el diseño de sistema de monitoreo que será visualizado en tiempo real de manera remota por el usuario en la plataforma Ubidots. Los resultados concluyen que el uso de un sistema de control y monitoreo ayudarán a mantener controlados los factores ambientales los cuales presentaron que a un aumento o descenso de la temperatura por debajo de lo recomendado pondrá en riesgo el crecimiento de las aves. Así el presente proyecto tendrá como meta disminuir la tasa de mortalidad presentes en los pollos en las diversas etapas de crecimiento.

Palabras claves: Internet de las cosas (IoT), temperatura, humedad relativa, sensor, avicultura, sistema de monitoreo, sistema de control.

ABSTRACT

The present titling work describes the proposal of a control and monitoring system of environmental conditions of temperature and relative humidity in poultry farms through IoT technology located in rural areas of Ecuador, in this way the operators who will be in charge of keeping the birds in optimal conditions for their growth, they will be informed at all times about the factors that intervene in their growth, such as temperature and relative humidity. For the system proposal, a design of the sizing of the farm is made, together with the respective connections of each of the elements/equipment that are important when implementing this proposal, in addition, a control system is designed in LabVIEW that will be in charge of controlling each element installed in the shed and the design of the monitoring system that will be visualized in real time remotely by the user on the Ubidots platform. The results conclude that the use of a control and monitoring system will help to keep the environmental factors under control, which presented that an increase or decrease in temperature below what is recommended will put the growth of the birds at risk. Thus, the present project will have the goal of reducing the mortality rate present in chickens in the various stages of growth.

Keywords: Internet of things (IoT), temperature, relative humidity, sensor, poultry, monitoring system, control system.

1. INTRODUCCIÓN

La IoT es una herramienta poco usada en la avicultura, siendo un campo poco explorado en el Ecuador, esto puede ser debido a varios factores como el acceso limitado de la IoT en ciertas zonas del país, que por lo general son zonas rurales, sumado a esto el poco conocimiento técnico que presentan los granjeros al momento de la crianza de aves, y la falta de emplear nuevas tecnologías en el área de la avicultura a nivel nacional por parte de las empresas privadas, por estas razones en el Ecuador, hay un limitado despliegue para la tecnificación a lo que se refiere la crianza de aves en granjas avícolas, a diferencia de país desarrollados que dedican dinero y tiempo de investigaciones para aplicar nuevas tecnologías en el sector avícola. Una adecuada tecnificación en la crianza de aves es de suma relevancia para soslayar la alta mortalidad que presentan las aves dentro de los galpones, por diferentes variables climáticas ya sea por altas o bajas temperaturas, falta de luminosidad cuando son pequeños e incluso un alto nivel de humedad puede causar la pérdida de un sin número de aves.

Debido a lo previamente mencionado, se plantea una propuesta para emplear el uso de las tecnologías del internet de las cosas, para el control y monitoreo de diversas variables ambientales presentes en las granjas o galpones a la hora de la crianza de aves, esta propuesta usará servidores web presentes en la nube, que permitirán un mayor control sobre las diferentes etapas de crianzas que tiene las aves dentro de los galpones. Con esta investigación se alcanza a fomentar por parte de empresas privadas o granjeros la aplicación de nuevas tecnologías en el sector avícola. En la propuesta de este sistema de monitorización se utilizarán elementos

electrónicos como es el uso de una red de sensores inalámbricos conectado a un servidor web, con el cual se logrará una correcta transmisión de datos en las que se pueden visualizar variables como la temperatura y la humedad presentes en la zona de crianza, utilizando tecnologías eficaces como es el internet de las cosas, con esta información proporcionada por el sistema de monitoreo, el granjero puede tomar decisiones como bajar o elevar la temperatura, además de poder regular el nivel de humedad presente en el ambiente, para así evitar posibles factores de riesgo durante las etapas de crecimiento de las aves. Como beneficio adicional este proyecto ayudará a los estudiantes de la carrera de electrónica y automatización a tener una guía de un sistema de monitorización aplicado al sector avícola.

1.1 Antecedentes

Según León et al.(2021) la probabilidad de una alta tasa de mortalidad va a depender de los diversos factores que inciden en las etapas de crecimiento de las aves, por lo general se presenta una tasa que va de un 5% a un 35% referente a los pollos criados en granjas o galpones, esto ha generado pérdidas económicas en el sector avícola afectando a diversas familias y empresas dedicadas a la crianza de aves, estas pérdidas están ligadas a diferentes factores ambientales tales como una variación en el cambio de temperatura, ya sea por debajo o por encima de los parámetros establecido, la falta o poca iluminación, una excesiva humedad dentro del galpón, acompañado además de una falta de tecnificación por parte de los granjero y empresas privadas, son los responsables de que se genere una alta probabilidad de tasa de muerte.

Según Iguasnia y Rivera (2022) el uso de una red de sensores inalámbricos enlazado a una plataforma web que almacena datos en la nube es ideal para un control y monitoreo enfocado en el sector avícola, mediante esta red de sensores serán los encargados de medir diversos parámetros ambientales en una granja avícola. Este sistema tiene como principal objetivo advertir el usuario o la persona encargada que vela por la seguridad de las aves de posibles cambios ambientales que puedan alterar y perjudicar durante las etapas de crecimiento. Gracias a que se encuentra enlazado a una plataforma web el usuario es capaz de monitorear en tiempo real los parámetros de forma remota, además de poder tener un diagnóstico de los cambios climáticos en ciertos periodos de tiempo.

1.2 Definición del Problema

En Ecuador actualmente existe un gran desarrollo industrial tanto agrícola, frutícolas, avícolas entre otros. Ecuador es un país que tiene la capacidad de ser autosustentable a la hora de producir proteína animal especialmente en el sector avícola, gracias a que dentro de la región se produce el alimento necesario para la crianza de aves. Sin embargo, son muchas granjas o galpones que no tienen o carecen de una innovación tecnológica, sumado a esto la falta de conocimiento técnico a la hora de encaminarlo a un contexto de industria 4.0 la cual es de suma relevancia ya que ayuda a generar una mayor producción en poco tiempo y de manera eficiente gracias al uso de tecnologías como la robótica, inteligencia artificial y el internet de las cosas, por ende, existe una alta probabilidad de tasa de mortalidad que generalmente va de un 5% a un 35% en la crianza de aves, ya que no tienen un sistema de control y monitoreo que les permita identificar los diversos factores ambientales como la temperatura y la humedad que perjudican de forma directa en el

crecimiento de los animales, además de generar un impacto negativo en el desarrollo económico de los avicultores (Barzallo, 2019).

1.3 Justificación del Problema

El desarrollo del presente documento ayudara a identificar los diversos factores ambientales que generan problemas en el proceso de la crianza y producción de pollo, brindando así soluciones tecnológicas con el objetivo de contribuir al cumplimiento del ciclo de crianza sin presentar algún tipo de complicación en las etapas de su desarrollo, ya que este sector es de suma relevancia dentro la región. Impulsando de forma positiva el crecimiento económico en las diversas regiones donde el sector avícola se desarrolla a una menor escala proporcionando un alto impacto a futuro con condiciones exitosas y un buen manejo y control de las condiciones ambientales dentro de la granja. El impacto académico de este trabajo de investigación favorecerá la alta demanda de producción de pollo, donde es importante evitar los posibles riesgos que existen en las granjas y mantener una buena calidad de producción.

La propuesta de diseño del presente proyecto ayudará a disminuir los costos de mano de obra a la hora de medir los parámetros ambientales, que por lo general una granja avícola que no consta con un sistema de monitoreo y que ejecuta sus mediciones de forma manual gasta un promedio al mes de 1.200.00 dólares, además el proyecto ayudará a bajar la tasa de mortalidad a un 8% menos de lo que se estima es de un 5% a un 35% de mortalidad, presente en las etapas de crecimiento de los pollos Romo y Montalvo (2020). Por ello es indispensable incorporar el uso de nuevas tecnologías que favorezcan al mejoramiento de los procesos, aquí es donde toma protagonismo el uso del internet de las cosas (IoT) que ayudan al propietario

(administrador) que tendrá acceso a la plataforma web usada que es Ubidots, a mantener monitorizado las 24 horas del día la granja mediante una red de sensores inalámbricos y además poder analizar toda la información recopilada para así agilizar la toma de decisiones acertadas para mejorar la salud de las aves, sin la necesidad de una intervención humana. Por todo lo previamente mencionado, esta investigación beneficia a los agricultores ya que se evitarán futuros gastos en suministros médicos ocasionados generalmente por ciertas enfermedades que pueden desarrollar las aves durante su periodo de crianza y ayudar a reducir la tasa de decesos en las etapas de desarrollo de las aves.

1.4 Objetivos del Problema de Investigación

1.4.1 Objetivo General

Diseñar una Propuesta de un sistema de control y monitoreo de condiciones ambientales de temperatura y humedad relativa con estructura IoT aplicado en granjas avícola.

1.4.2 Objetivos Específicos

1. Establecer los fundamentos teóricos del proceso de producción de granjas avícolas.
2. Describir el estado funcional de red de nodos, arquitectura IoT y sistemas de monitorización.
3. Desarrollar la configuración de red de nodos en un sistema de servicios con almacenamiento mediante la nube con IOT para el control de la temperatura y humedad relativa del entorno ambiental.
4. Diseñar el sistema del entorno gráfico mediante la plataforma LabVIEW con

desarrollo en lenguaje de programación visual para el control y monitorización de las granjas avícolas mediante el análisis de sensores.

5. Desarrollar la interfaz principal de la plataforma Ubidots IoT.

1.5 Hipótesis General

El uso de un sistema de gestión centralizado mediante tecnologías IoT mejora la eficiencia operativa y la productividad general de un criadero avícola.

1.6 Hipótesis Específicas

Integración de un sistema IOT de monitoreo y control automatizado de factores ambientales de temperatura y humedad relativa permite detectar de manera temprana problemas preventivos o correctivos relacionados al bienestar general en el criadero.

2. MARCO TEORICO

2.1 Avicultura

Actualmente la avicultura es una parte esencial en la actividad económica de gran importancia para el desarrollo del sector agropecuario en el país. Con el aumento de la población se ha generado una alta demanda en el consumo de productos cárnicos, este engloba la producción de huevos hasta diversos tipos de carne como patos, pavos, pollos, entre otros tipos de ave, que contienen un alto valor nutritivo, debido a esto se han empleado técnicas de crianzas de aves caracterizadas por un mayor peso y menor tiempo de crecimiento (Orosco, 2022).

Figura 1

Granja Avícola



Nota. Galpón de pollos.

Adaptado de García y Mora (2021).

El crecimiento y la crianza de estas aves va a depender del tipo de especie, por lo general las aves livianas presentan una crianza de entre 18 a 20 semanas de edad, sin embargo, para especies no livianas que serían criollas o razas pesadas, su tiempo de crianza puede variar entre 24 a 30 semanas de edad. Cabe mencionar que cada especie de ave tiene una variación con respecto a su tasa de mortalidad, por lo

general se presenta a causa de enfermedades o por un mal control del hábitat de los mismos (Orosco, 2022). Existen diferentes tipos de avicultura como:

- **Avicultura tradicional:** Emplea un método más natural y con un menor recurso de equipos industriales, además los animales se encuentran en campo abierto.
- **Avicultura Industrial:** Este método presenta una mayor explotación de aves y es parte de un negocio comercial.
- **Avicultura Alternativa:** Su objetivo no es solo la producción de huevos y crianza de pollos, sino también en la crianza y explotación de otra clase de aves.

2.2 Sistema de Producción Avícola

Para la producción avícola se debe tener en cuenta ciertos factores técnicos a la hora de su producción tales como la oferta y demanda que existe en ese momento, factores ambientales y la edad que presentan las aves. Hay que tener en consideración que estos factores están relacionados con un correcto mantenimiento de su infraestructura para la obtención de un buen producto final (Cuenca, 2020). Los sistemas de producción donde se encuentran las aves pueden ser de dos tipos:

- **Explotación Extensiva (pastoreo):** En este sistema todos los animales están en estado libre y en los alrededores del lugar donde se encuentran sus suministros de comida (por ejemplo: minerales, semillas, hiervas e insectos), además de tener un espacio donde ponen y empollan sus huevos dentro de un nido, así como un lugar para dormir (percheros) que por lo general se encuentran cerca casas o viviendas. Una de las ventajas de este sistema es que tiene un bajo costo de producción debido a su poca mano de obra y alimento para las aves sin embargo

presenta un bajo índice de producción de huevo y carne en comparación con otros sistemas.

Figura 2

Tipo de explotación extensiva



Nota. Tipos de producción avícola.

Adaptado de Cuenca (2020).

- **Explotación Intensiva (confinamiento):** En este sistema las aves permanecen confinadas en galpones o galeras, se debe hacer una inversión alta en su infraestructura manteniendo una producción baja por ello no es recomendado para familias que producen a pequeña escala. Por lo general el piso donde se encuentran los pollos está hecho con una capa de cascarilla de arroz o en ocasiones está hecho por viruta de madera. Su alimentación consta de alimentos concertados, con el fin de lograr una máxima producción de carne o huevo, es importante mencionar que este sistema facilita el control y la prevención de enfermedades.

Figura 3

Explotación intensiva



Nota. Tipos de producción avícola.

Adaptado de Cuenca (2020).

2.3 Granjas Avícolas

Las granjas avícolas son también conocidas como galpones, según Delgado y Meza (2021), estas instalaciones son destinadas para la crianza de aves tales como pavos, pollos, gallinas, entre otros, con el objetivo de ser comercializados. Las granjas o galpones deben tener una estructura que facilite y permita el control de ciertas variables ambientales siendo controladas de manera manual o de forma automática como corrientes aire, control de temperatura, humedad, iluminación entre otros aspectos que pueden llegar a afectar el crecimiento de las aves.

Los aspectos previamente mencionados pueden variar en función de la localización de la granja o galpón. Las granjas avícolas también han sido enfocadas específicamente en la producción de huevos como se observa en la Figura 4, criadero en los 18 primeros días de la crianza de aves, y por último en criaderos de engorde.

Cada área de la granja debe tener lugares estratégicos de limpieza y desinfección para así evitar el movimiento de microorganismos y mantener de forma correcta la bioseguridad del galpón, junto a una debida señalización para prevenir posibles errores operacionales, además es importante que se realice un mantenimiento periódico a los equipos e instrumentos que se utilizan en la granja para garantizar su buen funcionamiento (Delgado y Meza, 2021).

Figura 4

Producción de huevos dentro de un Galpón



Nota. Producción de huevos de gallina dentro de un galpón.

Adaptado de Orosco (2022).

2.4 Parámetros Técnicos a Controlar en una Granja Avícola

El principal objetivo que tiene la crianza de aves es proporcionar un ambiente seguro, económico y eficaz, un lugar sano y confortable para que las aves tengan lo necesarios para desarrollarse. Para evitar posibles enfermedades, un menor crecimiento y una baja rentabilidad es importante mantener controlados ciertos parámetros durante el periodo de crianza que mencionan a continuación:

2.4.1 Temperatura

Durante el crecimiento del ave es importante que se encuentre cómoda dentro de su habitación, para ello no debe utilizar su energía para ganar o perder calor para mantener su temperatura corporal estable. Es riesgoso para el animal consumir su propia energía porque afectará directamente en su crecimiento y desarrollo ya que obtendrá esta energía a través de su alimento lo cual tendrá como consecuencia una mala conversión alimenticia y es ahí donde la temperatura ambiental tiene protagonismo a la hora de la producción. Un buen desarrollo y una buena crianza no solo es proporcionar una temperatura establecida, sino de ejecutar un buen manejo de estas (Byron, 2021).

Tabla 1

Temperatura de aire dentro de una granja avícola

Día	Temperatura del Aire		
	Calentador de Aire Forzado	Criadora Infrarroja Convencional	Criadora Infrarroja Radiante
0	93°F (34°C)	90°F (32°C)	88°F (31°C)
3	90°F (32°C)	88°F (31°C)	86°F (30°C)
7	87°F (31°C)	86°F (30°C)	84°F (29°C)
14	83°F (28°C)	85°F (29°C)	82°F (28°C)
21	78°F (26°C)	80°F (27°C)	77°F (25°C)

Nota. Temperaturas de aire recomendadas que hay que tener dentro de una granja avícola. Adaptado de García y Mora (2021).

Las temperaturas van a tener una variación dependiendo de su fuente de calor, como usar un calentador de aire, criadora infrarroja radiante o una criadora infrarroja convencional. Para la crianza de pollos la temperatura ideal que debe tener el suelo es de unos 90°F (32°C), es por eso que los calentadores de aire forzado necesitan un ajuste más elevado de temperatura ya que es el encargado de calentar el aire que

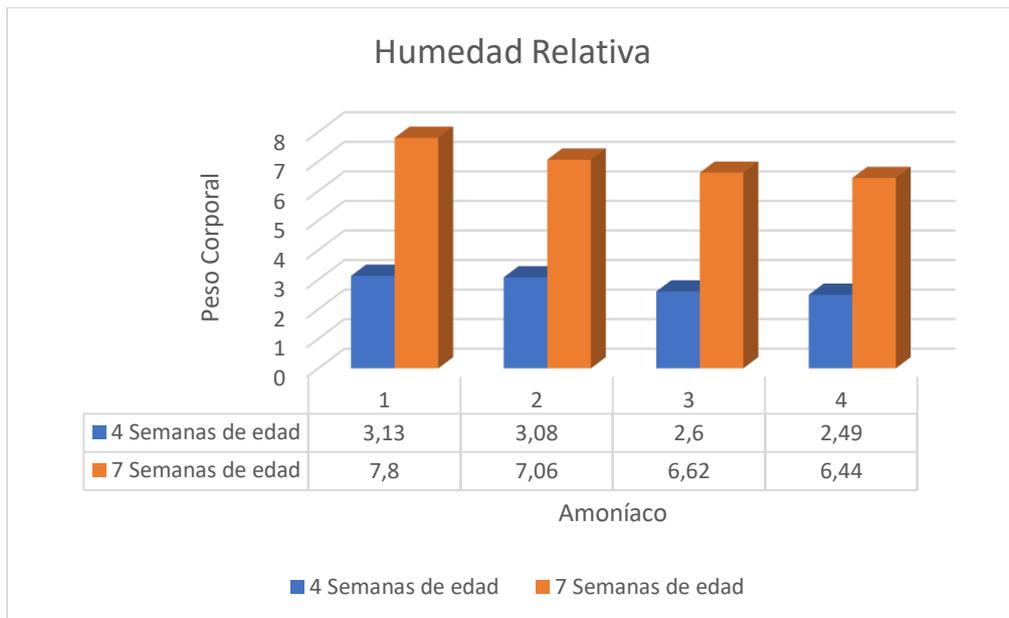
calienta el suelo, sin embargo, tanto la criadora infrarroja convencional como la criadora infrarroja radiante proyectan su temperatura al suelo y al aire dado que su dirige su temperatura un 40% al suelo con un 60% al aire y un 90% al suelo con un 10% al aire respectivamente (Byron, 2021).

2.4.2 Húmeda Relativa

La capacidad que tiene el aire de conservar la humedad dependerá de la temperatura que se encuentra presente en el galpón, donde el aire tibio es capaz de contener más humedad que el aire frío. La humedad relativa hace referencia a la cantidad de porcentaje presente en la saturación de agua en el aire a determinadas temperaturas, el nivel de humedad relativa es la que brinda la capacidad a el ave para enfriarse a través del jadeo. Es recomendable que esta humedad relativa oscile entre un 50% a 70% durante todo el tiempo de crecimiento incluyendo el periodo de crianza. Si la humedad relativa es inferior a un 50% puede llegar a generar problemas ya que aumenta la producción de polvo en las áreas cercanas al galpón y en la cama, esto afecta directamente de forma negativa al sistema respiratorio de las aves, ya que generaría un aumento de amoníaco que deteriora el sistema inmunológico de las aves, además de un aumento de enfermedades respiratorias, reduciendo su tasa de crecimiento con efectos irreversibles durante su crianza, por ello es imprescindible llevar un control de la humedad relativa, junto a una correcta ventilación del galpón (Byron, 2021).

Figura 5

Humedad relativa dentro de una granja avícola



Nota. Humedad relativa recomendada dentro de una granja avícola.

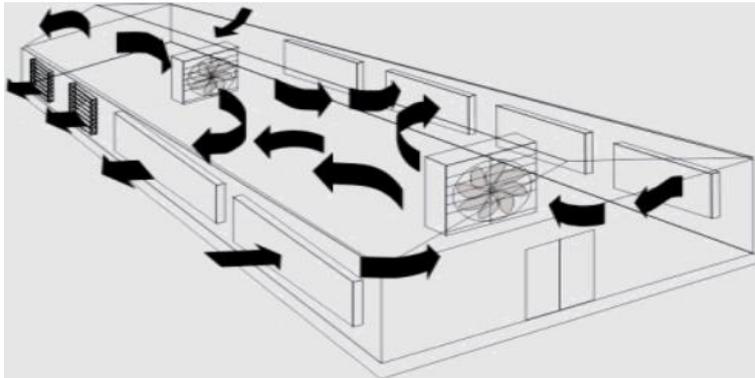
Adaptado de García y Mora (2021).

2.4.3 Ventilación en el Galpón

En un galpón la ventilación cumple un papel importante ya que regula la temperatura y se encarga de retirar el dióxido de carbono, humedad, polvo olores, amónico, entre otros gases que afecten al crecimiento de las aves. Es importante que el aire fresco se introduzca de manera uniforme y bien mezclado con el aire que circula en el galpón para que se pueda distribuir de forma correcta en toda la caseta, esto se logra a través de una presión negativa mediante la extracción del aire del galpón, la mezcla que se introduce al galpón del exterior impide que el aire frío se sitúe cerca de la parvada y por consiguiente enfríe a las aves (García y Mora, 2021).

Figura 6

Ventilación dentro de un galpón



Nota. Sistema de ventilación para un galpón.

Adaptado de León et al.(2021).

Es imprescindible el uso de extractores de circulación para lograr romper la estratificación de la temperatura y brindar una temperatura más idónea en toda el habitación del ave, lo que evitará puntos fríos que generarían condensación y crearían puntos húmedos dentro del galpón, aumentando así el endurecimiento de la cama y una mayor producción del amoníaco. Los extractores dentro del galpón deberán tener ciertas especificaciones que sean adecuadas al momento de incorporarlos, los extractores son colocados de tal forma que hagan fluir el aire dentro de la granja generando un movimiento de aire hasta un máximo 12.500 cfm, además, con dimensiones de 92-140 cm las cuales se ajustan a la estructura del galpón, extrayendo así la acumulación de aire caliente de forma más económica evitando así el uso de aires acondicionados.

2.4.4 Iluminación en el Periodo de Crianza.

Durante el periodo de crianza del ave, la iluminación es un factor muy importante, que por ningún motivo debe ser ignorado, ya que la actividad de las aves

es más alta en intensidad de luz brillante que en una baja intensidad lumínica. Es recomendable que durante la crianza la luz debe tener una intensidad de lo más brillante, con el objetivo de que el ave fomente su actividad y así ayudarlos a que busquen su fuente de alimento e hidratación, después de unos siete u ochos días en los que las aves ya han aprendido a localizar sus alimentos, la intensidad y duración de la luz puede y debe reducirse por motivo de que están diseñadas para producir un mínimo 25 lux hasta unos 40 lux en el área de crianza. El sistema de iluminación en el área de crianza deberá ser capaz de modificar la intensidad y la duración de la luz según en la etapa de crecimiento de las aves para así garantizar que los animales se encuentren activos y busquen por su cuenta sus fuentes de alimento y agua (Briones y Córdova, 2021).

Figura 7

Iluminación en el periodo de crianza



Nota. Sistema de iluminación.

Adaptado de Iguasnia y Rivera (2022).

2.5 Impacto Avícola Industrial en el Ecuador

En la actualidad en Ecuador según García y Mora (2021) hay un aproximado de 1.819 granjas avícolas, este negocio genera aproximadamente 32.000 puestos de empleo con un aproximado de 2000 millones de dólares anuales, con ello el 16% es

del PIB agropecuario, más de la mitad que se produce a nivel nacional tiene una mayor concentración en la provincia del Guayas con un 22%, en Pichincha con un 16% y en Santo Domingo de los Tsáchilas con una producción del 14%. Ecuador por año produce entre 230 y 250 millones de pollos de engorde, que durante los últimos veinte años habría triplicado su consumo, debido a que la carne de pollo es la más barata de las carnes en el mercado, la mayor parte de la producción de pollos emplean métodos industriales, con dichos métodos no se crían aves, se fabrica carne. Con ayuda de la industrialización los empresarios avícolas han sido capaces de producir grandes cantidades de carne de pollo, sin embargo, este método llega a producir un sufrimiento considerable en las aves. En el sistema avícola industrializado, las aves llevan una vida de límites, ya que son alimentados para conseguir un peso y tamaño adecuado para su venta, una vez alcanzado estos estándares el ave no es capaz de vivir dentro del galpón ya que no cumple con las condiciones necesarias, volviéndolos inadecuados para mantenerlos y prolongar su vida.

2.6 Internet de las Cosas (IoT)

La internet de las cosas (IoT) es una interconexión digital de cosas u objetos de uso cotidiano conectados a internet, permitiendo cambios de manera automática de información con otros dispositivos sin la necesidad de una intervención humana, enfocado en la lectura y captura de grandes cantidades de información referente a su uso y rendimiento, además, facilita la operación y monitorización generando usos únicos y procedencias nuevas para empresa, personas y ciudades. Gracias a la obtención de datos e información que la IOT brinda en tiempo real, genera eficiencias operativas de sus productos o servicios a los que se encuentra interconectados, esto permite también que los dispositivos tengan capacidades de procesamiento

autónomos que generan cierto grado de 'inteligencia' (Garzón y López, 2019).

Teniendo así aplicaciones relevantes como:

- Análisis de operaciones.
- Aumentar el almacenamiento de datos también conocido como Warehouse.
- Extensión de seguridad.
- Exploración de datos.

2.6.1 Capaz de una Arquitectura IOT

La arquitectura presente en un sistema IOT contiene más de una capa que trabajan como canales digitales, que a través de ellos los datos que genera el sensor llegan directamente a la aplicación en la nube. Después de recibir los datos, la aplicación en la nube analiza y toma decisiones en función a un flujo de acciones preestablecidos para todos los dispositivos finales. Para terminar, todas las decisiones que se tomaron fluirán hacia los dispositivos que se encuentren conectados de punto final a través de la misma capa, por ello la comprensión de las diversas capas de una arquitectura IOT permite una creación exitosa. A continuación, se presentan las diversas capas que se encuentran en una arquitectura IOT:

- **Capa de Transporte de Datos/Red:** Esta capa de datos/red maneja el flujo de datos entre todas las capas existentes en una arquitectura IOT. En esta capa es posible definir la topología de red para todos los dispositivos conectados a dicha red, por medio de esta capa los dispositivos tienen la posibilidad de conectarse entre sí por medio de la nube a través de dispositivos como, Wi-Fi, Redes WAN, Bluetooth, entre otros.

- **Capa de Procesamiento de Datos:** En esta capa se lleva a cabo el procesamiento de análisis y almacenamiento de datos antes de ser transferidos a un

centro de datos, además, se llevan a cabo las tareas que son tomas de decisiones, sin embargo, es posible su anulación a la hora de tomar decisiones a través de un ad-hoc.

- **Capa de Aplicación:** Esta capa se enfoca en la necesidad de una interfaz gráfica de usuario, con el propósito de que el usuario sea capaz de cambiar parámetros y agregar varios dispositivos, por lo general esos sistemas IOT más comunes que se conectan a una interfaz gráfica son Google Home y Amazon Alexa. En sectores industrializados se emplean tableros centralizados que se logra observar mediante un monitor de computadora, el cual mostrara todos los indicadores de un sistema de control.

- **Capa Empresarial:** El principal objetivo de esta capa es convertir todos los datos almacenados en una información procesable fáciles de analizar por gerentes o CTO, que servirían de ayuda para tomar acciones para mejorar la productividad de la empresa. Esta información se usa por lo general con una herramienta BI para conocer el rendimiento total del sistema IOT.

2.7 Importancia de la IOT en Granjas Avícolas del Ecuador

Según Clavijo (2021) en la última década, a nivel mundial, se ha presentado un incremento en la demanda alimenticia, a causa de esto diversos países, se han visto en la obligación de llevar a cabo nuevos métodos tecnológicos e innovar nuevos protocolos, con el objetivo de poder modificar de forma positiva sus tradicionales galpones o granjas, presentando un sistema automatizado y monitoreado en tiempo real por el usuario, garantizando así un impacto efectivo donde se obtendrá mejoras continuas y correcto crecimiento de las aves, evitando así posibles factores que atenten contra el crecimiento y la vida de los animales, donde el ambiente y clima

juegan papeles fundamentales a la hora de la crianza. Por ello los sistemas IOT son una gran opción a la hora de mantener informados a los dueños de las granjas cómo va el proceso de crecimiento de sus aves, sin la necesidad de la intervención humana y de forma rápida y eficaz.

2.8 Fundamentos de un Sensor

Un sensor es un dispositivo que se activa o da respuesta a diversas propiedades que sean de tipo térmico, químico, eléctrico, mecánico, etc. Produciendo así una señal eléctrica que puede ser apta para lectura de medición, generalmente se obtienen las señales a partir de sensores de pequeña magnitud, que deberán ser tratadas favorablemente en aspectos de filtrado y amplificación, además, cabe mencionar que si a un elemento sensor se le añade un dispositivo que acondicione la señal, se le denominara transductor (Bernardo y Reynaga, 2019).

2.9 Sensores Inalámbricos

Los sensores inalámbricos (WSN) son dispositivos que funcionan de manera autónoma, que se emplean para monitorear condiciones físicas o ambientales. Los sensores inalámbricos se encuentran conectados a una red de sensores que incorpora un Gateway y nodos distribuidos como se observa en la figura 8, dependiendo de su aplicación esta red de nodos se le asignara un tipo de protocolo, por lo general se usan estándares que incluyen radios de 2.4 GHz basados en los modelos IEEE 802.15.4 o se emplean radios de 900 MHz que son de propietarios. Es recomendable que antes de elegir un sensor inalámbrico se tenga en cuenta aspectos como tipo de medición, presión y tiempo de respuesta del sensor, el rango que tiene

y la frecuencia a la que trabaja, con ello se garantiza una mayor seguridad a la hora de emplearlos y se evitan costos elevados (Zapata et al., 2021).

Figura 8

sensores inalámbricos



Nota. Sensores inalámbricos conectados a una red.

Adaptado de Briones y Córdova (2021).

2.9.1 Tipos de Sensores

Dependiendo del tipo de variable que recepte e interprete el sensor, puede haber varios tipos de estos, cada uno con propiedades únicas que los hace eficientes y únicos en casos o escenarios muy específicos, a continuación, se nombrarán los más importantes y utilizados en el sector industrial:

- **Sensores de Distancia:** Estos sensores son capaces de medir cuanto espacio separa un punto de otro, es muy usado para la detección de movimiento y vigilancia perimetral, estos incorporan tecnología infrarroja, ultrasónica y receptora de ondas de frecuencia.
- **Sensores de Color:** Este tipo de sensor es capaz de percibir impulsos lumínicos y decodificar la frecuencia, utilizando así una escala que le ayuda a detectar el color siendo estos rojo, azul y verde, estos sensores son ideales para el análisis de etiquetas y paquetes con el fin de determinar si existe un posible error de imprenta.

- **Sensores de Humedad:** Permiten calcular la temperatura y la cantidad de humedad relativa presente en el aire, son empleados a nivel industrial, operando con elementos químicos, detección de fugas en calderas, riego de plantas, etc. Los sensores que presentan características más avanzadas son capaces de medir niveles de humedad de fibras sintéticas.

- **Sensores de Luz:** Estos sensores tienen la capacidad de percibir la luz ambiental, activando así un impulso eléctrico que va a depender de la intensidad lumínica que ha detectado el sensor. Son empleados para regular el consumo energético o encender espacios de iluminación según sea necesario.

- **Sensores de Posición:** Permite la medición de un objeto en posición angular o lineal con respecto a un plano, estos sensores ayudan a mantener controlado los diversos movimientos de todo tipo de equipos robóticos donde se pida la reubicación de objetos como por ejemplo los brazos mecánicos.

- **Sensores de Presión:** Estos sensores permiten establecer la magnitud de presión que ejerce un fluido dentro de un área específica, debido a estas mediciones son muy utilizadas en industrias para la prevención de posibles riesgos catastróficos, también es usado para identificar el líquido que se encuentra en un embace o botella siempre y cuando se tengan los aspectos básicos de este líquido.

- **Sensores de Proximidad:** Los sensores de proximidad son útiles para detectar la presencia de un objeto, estos sensores funcionan a base de un dispositivo que emite y otro que recepta su señal cada cierto tiempo con el fin de identificar la cercanía a la que se encuentra el objeto, son empleados en vehículos no tripulados y estaciones de vigilancias autónomas.

- **Sensores de Sonido:** Este tipo de sensores se basa en la recepción del sonido que viaja en el ambiente a través de ondas acústicas, generadas por ondas

mecánicas que se producen a partir de las oscilaciones de presión de aire, convirtiéndolas así en impulsos eléctricos. Son empleados en detección por voz o en medir la intensidad de trabajo que genera un equipo electrónico.

- **Sensores de Temperatura:** Los sensores de temperatura tienen la capacidad de medir la diferencia de energía calórica presente en un área específica, generando datos que serán convertidos en salidas eléctricas que medirán el calor. Son muy utilizados para la detección de anomalías que puede llegar a tener un circuito eléctrico, además de usarse para ciclos de enfriadores en un punto referencial.

- **Sensores de Velocidad:** Estos sensores son capaces de detectar el lapso de tiempo presente entre cambios de posición que tiene un objeto a lo largo de su desplazamiento, con el objetivo de medir su velocidad con relación a su punto de inicio y fin. Estos sensores son empleados para para la detección de movimiento de un entorno y objetivo específico.

- **Sensores Magnéticos:** Son dispositivos que tienen en su interior placas imantadas que le permiten detectar campos magnéticos presentes en un área sensible. Son muy utilizados para la detección de una posición relativa de un objeto con elementos metálicos y en el control de apertura-cierre de ciertas zonas de un área específica.

- **Sensores Ópticos:** Estos sensores tienen un rol importante dentro de la robótica debido a que son los responsables de “ver” ciertos objetos y convertirlos en una respuesta visual de impulso eléctrico. Dentro del sector industrial son usados para la detección de intrusos en un perímetro de trabajo de una máquina industrial, evitando así una posible colisión con una persona.

2.9.2 Características Generales de los Sensores

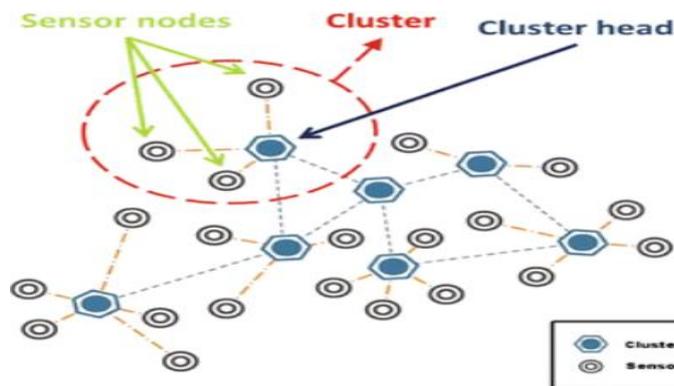
A la hora de seleccionar un sensor para que cumpla y ejecute una actividad específica se les debe exigir una serie de características que se mencionaran a continuación:

- **Exactitud:** Tiene que detectar valores de las variables exactas, sin ningún tipo de error sistemático.
- **Precisión:** Debe poder obtener una medida precisa, sin la intervención de errores aleatorios a la hora de su medición.
- **Rango de funcionamiento:** Es fundamental tener en cuenta el rango de trabajo, para que sea capaz de obtener mediciones correctas dentro de un área establecida.
- **Velocidad de respuesta:** Deberá tener un tiempo de respuesta rápido antes los posibles cambios de variaciones, es ideal que su respuesta sea inmediata.
- **Calibración:** Es el proceso por el cual se llega a establecer una relación de la señal de salida que genera el sensor y su variable de medida, es recomendable que el sensor no precise de recalibraciones frecuentemente.
- **Fiabilidad:** Debe ser confiable a la hora de usarse, no debe generar fallos repentinos durante su ejecución, esto va a depender de las marcas existentes.
- **Coste:** Es una de las características más importantes ya que tanto para su compra, instalación y a la hora de emplearlo deberá tener un costo lo más bajo posible.

2.10 Granja Inteligente Usando una Red de Sensores Inalámbricos

Figura 9

Red de sensores inalámbricos



Nota. Estructura de una red de sensores inalámbricos.

Adaptado de Iguasnia y Rivera (2022).

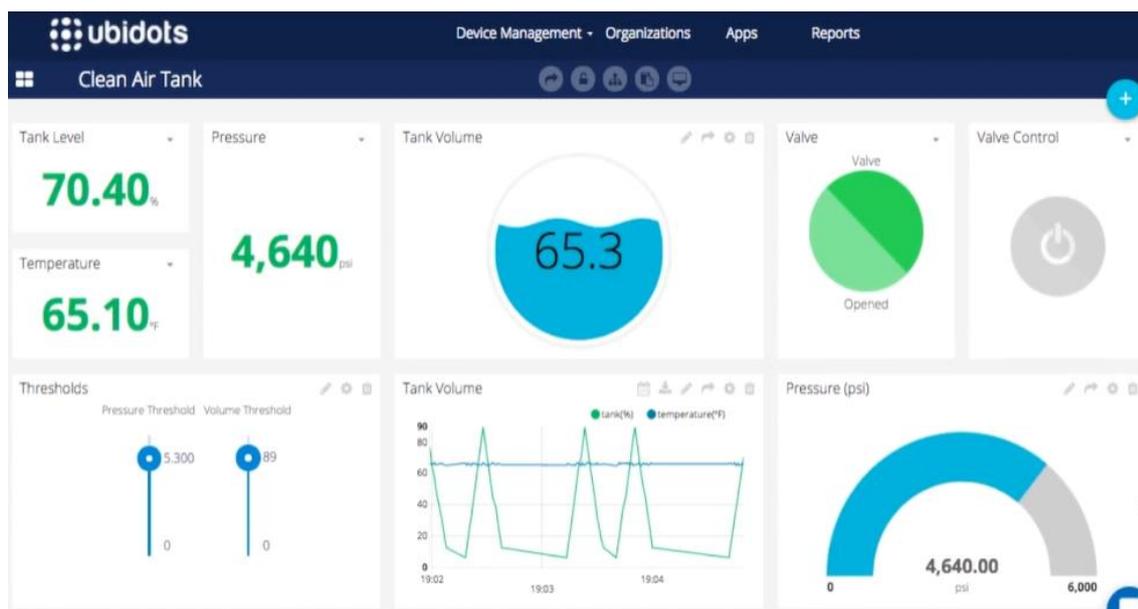
El uso de una red de sensores empleados para un sistema de monitoreo de un galpón o granja avícola resulta de suma importancia. Esta red de sensores conocida como WSN consiste en una conexión de varios dispositivos cuyo principal objetivo es mantener las 24 h del día monitoreando de forma constante todas las variables presentes en una zona específica, el sistema consta de un mecanismo llamado Gateway que se enlazara de manera inalámbrica a los sensores conectados de forma remota, además, la estructura que tendrá será básicamente de 3 principales elementos que son los nodos de sensores, un Clúster de comunicación y por último el medio de transmisión. Una de las grandes ventajas de usar una red de sensores inalámbricos es el uso de la topología estrella, esto quiere decir que si en algún momento dentro de su periodo de trabajo llegara a ocurrir un error en el sensor, la red no sufriría la caída de datos por perdida de transmisión sino que el sensor optara por deshabilitar el Clúster de comunicaciones y evitara enviar información a otro enlace punto a punto , que finalmente regaría a algo que denominamos como CM o centro

de monitoreo, se recomienda que al momento de instalar los sensores estos no consten de una batería para darle una solución rápida a la red de sensores en caso de sufrir un error (Santos, 2019).

2.11 Plataforma Ubidots

Figura 10

Interfaz de plataforma Ubidots



Nota. Interfaz de usuario que tiene la plataforma Ubidots.

Adaptado de Iguasnia y Rivera (2022).

Ubidots es una plataforma gratuita la cual le permite a sus usuarios poder administrar datos y otros dispositivos enlazados en tiempo real, además ayuda al manejo de datos para proyectos orientados a la IOT, ya que tiene la capacidad de procesa grandes cantidades de datos. Hoy en día Ubidots es una herramienta muy usada dentro de las industrias tecnológicas facilitando su desarrollo y escalabilidad de sus prototipos para la producción, esta plataforma envía datos a la nube desde cualquier punto que tenga acceso a internet, permitiendo una visualización enfocada

principalmente para informar al usuario de las acciones y alertas basadas en un análisis de datos de su sistema IOT como se muestra en la figura 10 Ubidots proporciona a sus usuarios un servicio de conexión a la nube el cual se encuentra doblemente protegido, debido a que los datos son almacenados y encriptados, además de contar con un soporte TLS/SSL, brindando así la seguridad de que la información se encuentre disponible para usuarios específicos, cabe mencionar que Ubidots es capaz de manejar diferentes tipos de protocolos de conexión principalmente HTTP, MQTT Y TCP (García y Mora, 2021).

2.12 Fundamentos de LabVIEW

LabVIEW es una plataforma y la vez es un lenguaje enfocado a un entorno desarrollo para diseñar sistemas, mediante un lenguaje de programación visual gráfico, principalmente para ser usado en sistemas hardware y software de prueba, además control y diseños que serán simulados en tiempo real Ichina (2020). Esta plataforma está diseñada y enfocada para acelerar la productividad de científicos e ingenieros, debido a que emplea un lenguaje para programar llamado lenguaje G, la G representa un lenguaje de tipo grafico visualizado en la pantalla, dicho lenguaje de programación usado en LabVIEW facilita la recopilación de datos mediante un sistema de adquisición de datos obtenidos de instrumentos de laboratorios.

Figura 11

Herramienta LabVIEW



Nota. LabVIEW como herramienta de sistema de control profesional e industrial.

Adaptado de Clavijo (2021).

LabVIEW permite realizar un sin número de aplicaciones industriales dando solución a problemas de ingeniería, las aplicaciones más usadas son:

- Medir sistemas conformados por actuadores y sensores.
- Verificación y validación de diseños electrónicos.
- Simulaciones que ponen a prueba sistemas de producción industriales.
- Diseño de maquinaria industrial.

2.13 Sistema de Control y Monitorización

Un sistema de control y monitoreo es indispensable a la hora de tener monitorizado un sistema, sin embargo, aunque van de la mano son significados completamente distintos. Un sistema de control se basa en un grupo de elementos que se encuentran interrelacionados y diseñados con el objetivo de efectuar o llevar a cabo ciertas acciones en dispositivos, enfocados en regular o guiar el

comportamiento de un sistema en un espacio establecido. Los sistemas de control se llegan a localizar en varios dispositivos con diverso orden ya sean mecánicos, hidráulicos, eléctricos, entre otros, estos ayudaran al comportamiento del sistema manteniéndolo bajo ciertos criterios como la temperatura, presión, velocidad, humedad, etc.(Escaño et al., 2019).

Por otra parte, los sistemas de monitorización pueden cumplir diversas funciones que por lo general se encuentran regidas a plataformas web, normalmente esos sistemas presentan una arquitectura sencilla para el usuario. A su vez permite la visualización de diversos parámetros como es el caso de los sensores inalámbricos, gráficos estadísticos referente a los datos proporcionados por el sistema de control, construir condiciones con el objetivo de brindar alertas en caso de un exceso de límites establecidos por el usuario o en ciertos casos tiene la posibilidad de enviar notificaciones mediante SMS a la persona encargada de monitorizar el sistema, todo esto en tiempo real (Byron, 2021).

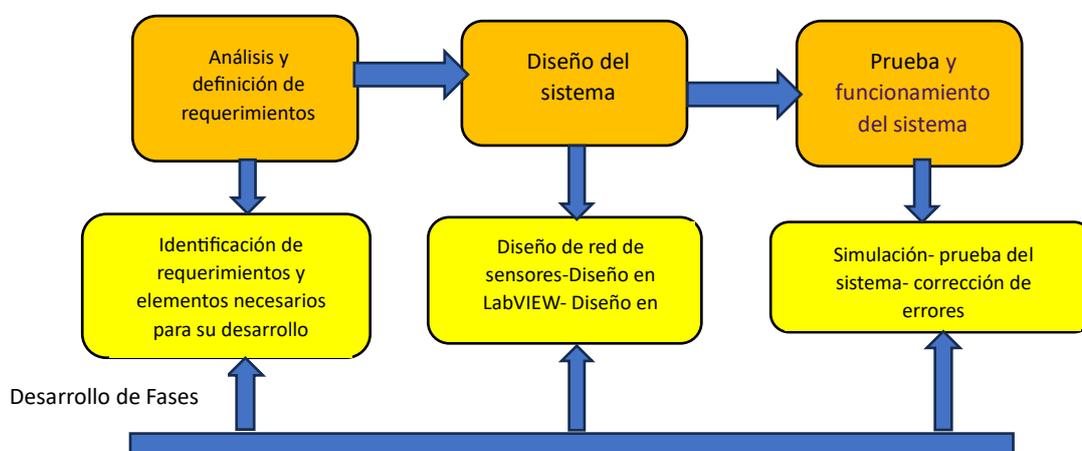
3. METODOLOGÍA

3.1 Perspectiva Metodológica de la Investigación

Esta investigación se focalizo en una revisión sistémica de literatura. Según Melendez (2022) este proceso investigativo se desarrolló adoptando las fases de planificación, conducción, organización y presentación de los resultados para cada categoría establecida en contexto de los objetivos específico. Considerando la planificación inicial, se planteó la pregunta de investigación: ¿Cuáles son los avances en los diseños de control y monitoreo con aplicaciones en el sector avícola, mediante una red de sensores basados en el uso del internet de las cosas (IoT)? Esta investigación se situó el nivel exploratorio y descriptivo. Con la aplicación del método inductivo. La metodología se estableció en tres fases para presentando los resultados de la propuesta para el diseño de un sistema de control y monitoreo de condiciones ambientales de temperatura y humedad relativa con estructura IoT aplicado en granjas avícola, como se muestra en la figura 12.

Figura 12

Fases según su metodología



Nota. Diferentes fases o etapas que tiene el proyecto.

3.1.1 Investigación Exploratoria

El proyecto se ha definido como una investigación exploratoria, debido a que se verifican las hipótesis planteadas, explicando los hechos, causas, aspectos, características y comportamientos más relevantes sobre temas como: el internet de las cosas, sistemas de monitoreo y los diversos factores ambientales que afectan en las diversas etapas de la crianza de los pollos. Esto nos ha servido para aplicar técnicas en el uso del internet de las cosas (IoT) logrando así desarrollar sistemas tecnológicos que se ajustan a la propuesta de diseño un sistema de monitoreo en granjas avícolas (Barzallo, 2019).

3.1.2 Investigación Descriptiva

Según Valle et al.(2022) indica que las funciones principales que debe tener una investigación descriptiva es tener la capacidad de elegir los temas fundamentales del propósito de estudio, además de una explicación detallada de categorías y partes del proyecto. La investigación descriptiva permitió al trabajo de integración curricular efectuar tablas, gráficos y detallar los posibles factores ambientales que afectan directamente a la mortalidad de las aves dentro de las granjas.

3.1.3 Método Inductivo

El método usado en el proyecto fue el inductivo, debido a que se identificó las diversas necesidades ante la presencia del uso de tendencias tecnológicas actuales para el sector avícola pertenecientes a Ecuador. Para ello se realizó una investigación científica la cual resulta de ayuda para identificar los fenómenos específicos que intervienen en las etapas de crianza de las aves y a partir de la información recopilada poder generar hipótesis y conclusiones generales referente a los factores que

ambientales que causan una alta tasa de mortalidad en las aves, además, se hizo una recopilación de información sobre las prácticas más usadas en los galpones, el uso de las tecnologías IoT y cómo aplicarlas a las granjas avícolas que se encuentran ubicados en zonas rurales del país, elaborando así un diseño que permita mejorar su competitividad en el mercado (Hernández y Mendoza, 2018).

3.1.4 Modalidad de investigación. Proyecto especial de innovación

En el presente trabajo de integración curricular se empleó el uso de la modalidad de investigación, enfocado en el proyecto especial de innovación. Según Palella y Martins (2006) debido a que resulta ser un proyecto especial, tiene como objetivo el planificar un sistema de control y monitoreo que sea aplicable al sector avícola, además, el proyecto puede ser usado como guía de estudio en futuros trabajos relacionados a los temas mencionados en el documento. En la modalidad de investigación se es necesario la formulación de propuestas las cuales se dividen en 3 etapas que son las siguientes:

- **Primera etapa:** En esta etapa es importante conocer el ámbito espacial es decir la zona, ciudad o país donde se formulará el proyecto, con el objetivo de conocer los factores ambientales que inciden en la ubicación de la granja avícola.
- **Segunda etapa:** En esta etapa se enfatiza los principales problemas y necesidades que se tienen a la hora de la crianza de aves dentro de una granja avícola, con ello permite establecer propuestas que tienen como meta dar soluciones.
- **Tercera etapa:** Esta es una de las etapas más importante, una vez ya encontrada las soluciones, se procede a la formular el objetivo general y los objetivos específicos que dependerán de las metas que se desean obtener en el trabajo de integración curricular.

Además, se plantea características específicas y distintivas las cuales lo diferencian de otros proyectos, en este caso el factor diferenciador es el uso de la tecnología IoT, incorporando al proyecto el uso de las herramientas de visualización y diseño como son las plataformas de Ubidots y LabVIEW, junto a ello el diseño de conexiones que permiten el funcionamiento del sistema de manera correcta y eficaz a la hora de detectar factores ambientales dentro el galpón, siendo este un proyecto especial de innovación el cual busca resolver la problemática de la falta de monitorización y una alta tasa de mortalidad que tienen las aves en sus diferentes etapas de crianza y así mediante esta propuesta bajar el índice de mortalidad para mantener una alta producción y evitar pérdidas de animales (Palella y Martins, 2006).

3.1.5 Análisis y Definición de Requerimientos

En esta fase del proyecto hace referencia al análisis e identificación propia de las diversas variables a monitorear como son la temperatura y la humedad relativa. Por motivo de las variables previamente mencionadas se hace un estudio y análisis en donde se selecciona elementos electrónicos recomendables para el sistema de monitoreo como son los sensores inalámbricos con características específicas para el ambiente en donde serán instalados, además, se seleccionó el uso y la implementación del internet de las cosas (IoT) adecuada para la recolección de datos. También se consideró la revisión de los antecedentes del proyecto y su respectiva bibliografía.

3.1.6 Diseño del Sistema

En esta fase, se desarrolla el diseño de la red de sensores inalámbricos que estarán distribuidos y conectados en la granja avícola, además, en esta parte del proyecto se efectuará el diseño y las conexiones adecuadas dentro del programa LabVIEW, el cual será el encargado de realizar simulaciones de temperatura y humedad relativa, que están enlazados a un almacenamiento en la nube el cual será usado por la plataforma Ubidots permitiendo mostrar las variables en tiempo real.

3.1.7 Prueba y Funcionamiento del Sistema

En esta fase, se comprobará el funcionamiento del sistema de monitoreo, se llevará a cabo una serie de pruebas necesarias en la plataforma LabVIEW y Ubidots, las cuales se desarrollaran de la siguiente manera: luego del diseño en la plataforma LabVIEW, se tendrá como objetivo simular escenarios en donde la temperatura y la humedad relativa tendrán valores de manera aleatoria, dichos valores serán enviados y almacenados directamente en la nube, siendo utilizados por la plataforma Ubidots mediante, la cual tendremos información en tiempo real de dichos valores obtenidos a través de los sensores inalámbricos, gracias a la visualización de estos datos, se podrá tomar acciones a tiempo, obteniendo un análisis estadístico de las variaciones de temperatura y humedad en un periodo de tiempo.

4. DISEÑO: PROPUESTA DE UN SISTEMA DE CONTROL Y MONITOREO DE CONDICIONES AMBIENTALES DE TEMPERATURA Y HUMEDAD RELATIVA CON ESTRUCTURA IOT APLICADO EN GRANJAS AVÍCOLA.

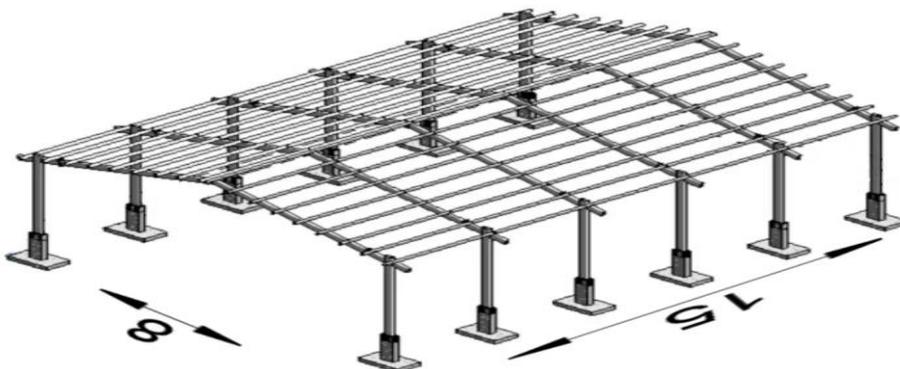
4.1 Análisis y definición de requerimientos

4.1.1 Diseño de Estructura de la Granja Avícola

Para la correcta instalación del sistema de control y monitoreo se realizó un diseño de una granja avícola con dimensiones de 15x8m. Para el diseño del galpón se tuvo en cuenta su estructura, conexiones eléctricas y la ubicación de los sensores de humedad y temperatura, además, de los extractores, calefacción, humidificador, cortinas y su respectivo panel de control. Para el diseño de la estructura de la granja avícola se usó la herramienta AutoCAD, plataforma que brinda la posibilidad de realizar diseños en 2 y 3 dimensiones, en la figura 13 y 14 se observa el dimensionamiento que tiene el galpón y su estructura. Cabe mencionar que la estructura que tiene el galpón está diseñada para un tipo de sistema de ventilación llamado túnel el cual trata de mantener a las aves en condiciones confortables en épocas de calor.

Figura 13

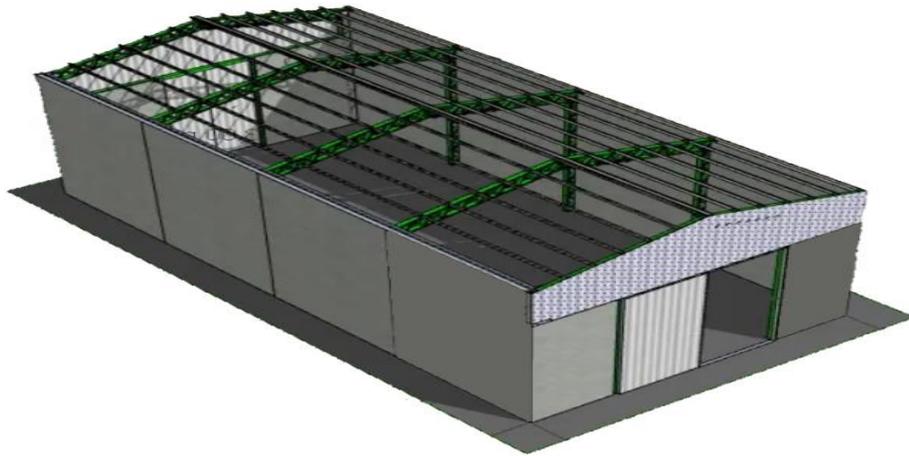
Estructura del galpón



Nota. Dimensionamiento que tiene el galpón.

Figura 14

Estructura del galpón



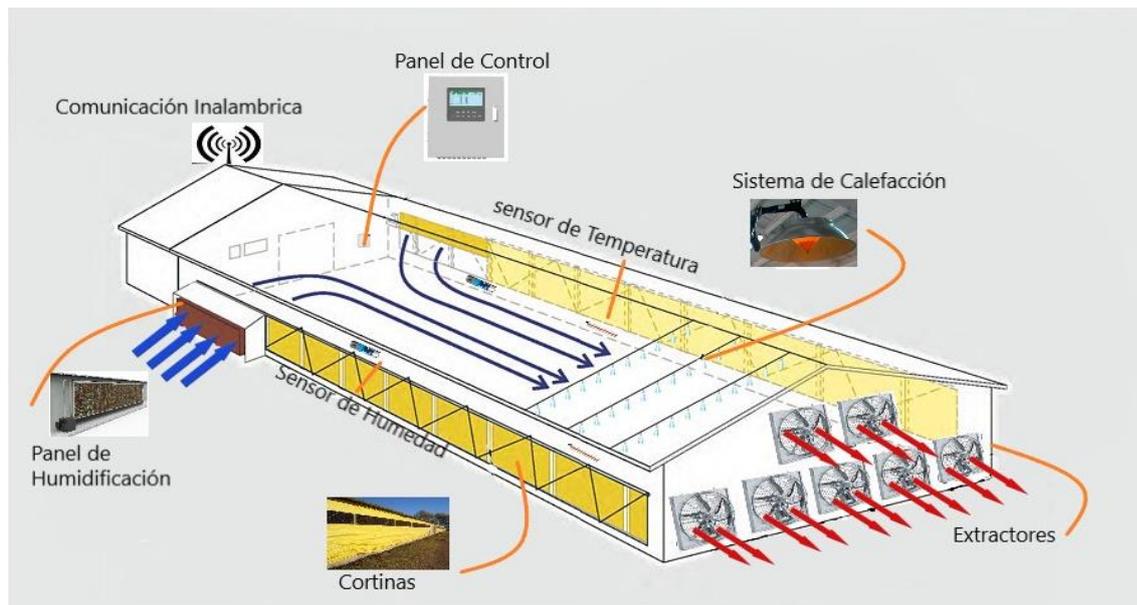
Nota. 3D de la estructura que tiene el galpón.

Es importante para que la temperatura dentro del galpón sea ideal para las aves, los extractores se encuentren con un alto de movimiento de aire: hasta 12.500 cfm, además, los extractores deben tener una presión máxima de 120 Pa, que funcionen con un voltaje de 220V y cuya estructura tenga dimensiones de 92-140 cm las cuales se adaptan perfectamente a la estructura del galpón, esto ayudaría a mantener una mortalidad con el índice de estrés térmico mínimo, permitiendo que los pollos continúen alimentándose y creciendo en las épocas de calor. Este tipo de ventilación como se observa en la figura 15, ayuda a mantener un buen intercambio de aire con el objetivo de asegurar una diferencia de temperatura entre la entrada de este y los extractores del galpón, también es importante mencionar la distribución de los pollos dentro del galpón, dado que mientras mayor espacio exista entre las aves, será menor la cantidad de aire necesaria para mantener el galpón fresco. El uso de cortinas dentro del galpón se debe usar de forma correcta, ya que el cerrar demasiado las cortinas puede generar un movimiento excesivo de aire en el tipo de ventilación (túnel), se debe realizar una apertura de forma proporcional a la cantidad de

extractores existentes en funcionamiento dentro de la granja avícola, además, la correcta distribución de cada uno de los elementos es importante para que este sistema de ventilación llamado túnel, ventile de manera correcta sin ningún tipo de complicación.

Figura 15

Ubicación de elementos dentro del galpón



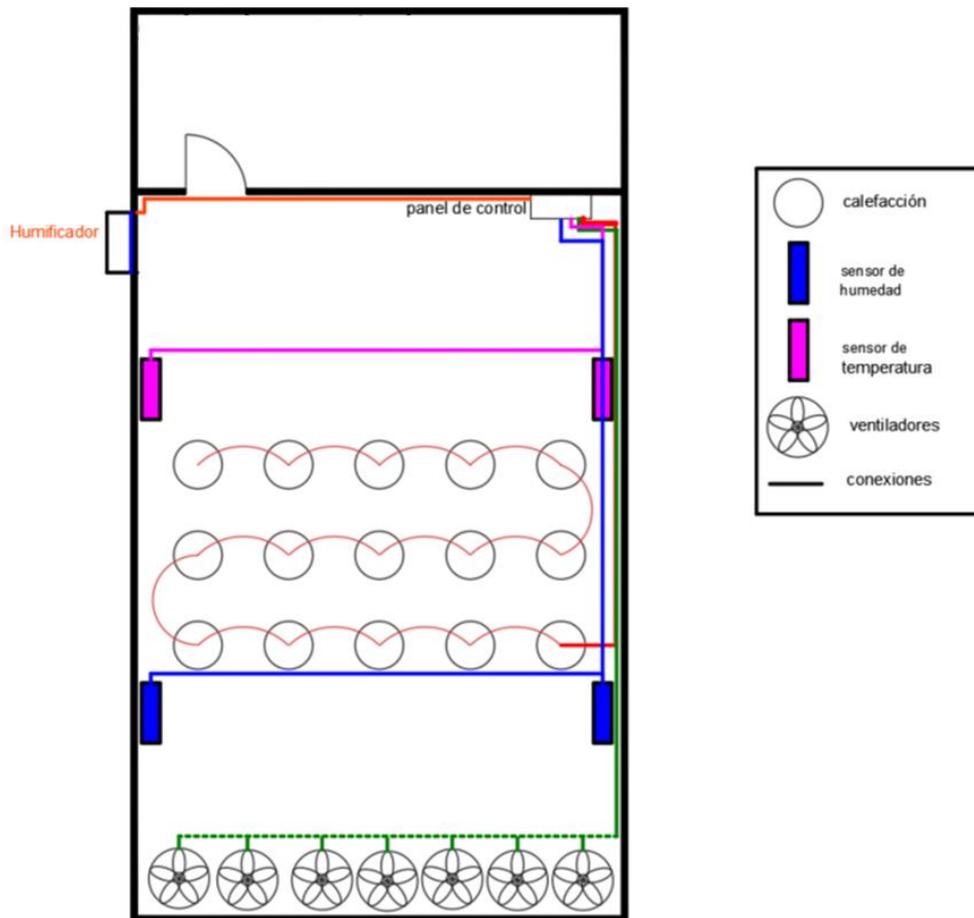
Nota. Distribución de los elementos/equipos dentro del galpón.

4.1.2 Diagrama de Conexiones del Sistema de Control y Monitoreo de la Granja Avícola

Las conexiones realizadas para el sistema de monitoreo son de acuerdo con el diseño de la estructura que tiene el galpón, cada elemento se encuentra instalado y conectado de forma estratégica para su correcta ventilación. En la figura 16, se muestran la distribución de sus elementos y las conexiones respectivas para su correcto funcionamiento, cada uno de los elementos se encontrarán conectados al panel de control, permitiendo así su visualización de manera remota.

Figura 16

Diagrama de conexiones del sistema de monitoreo

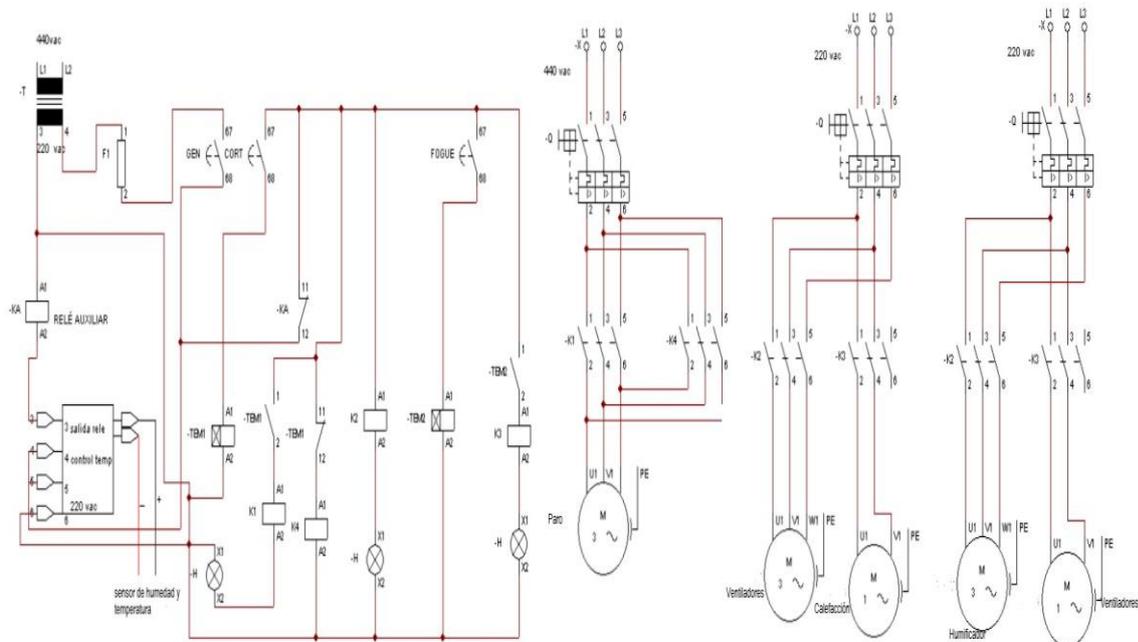


Nota. Conexiones para el sistema de monitoreo dentro del galpón.

En la figura 17, se muestra las conexiones pertenecientes al sistema de control, este será el encargado de en caso de haber algún fallo dentro del sistema, brindar la posibilidad de realizar un paro de forma inmediata, además, de poder controlar el encendido y apagado del sistema, junto a el funcionamiento de los extractores, sistema de calefacción y el humificador. También se encuentra conectado a los sensores de humedad y temperatura los cuales se efectuarán los diversos cambios dependiendo de los valores obtenidos al momento de detectar los parámetros ambientales.

Figura 17

Diagrama de conexiones del sistema de control



Nota. Conexiones para el sistema de control dentro del galpón.

4.1.3 Elementos Necesarios para el Funcionamiento del Sistema de Control y Monitoreo de una Granja Avícola con el uso de Sensores de Humedad y Temperatura.

Para poder llevar a cabo la propuesta del presente proyecto es necesario identificar la ubicación del lugar donde se encuentra el galpón, que en este caso son galpones ubicados en zonas rurales del país, además de hacer un listado de componentes y elementos necesarios para su implementación y desarrollo. Las características de los equipos para la puesta en marcha del diseño se establecen en la tabla 2.

Tabla 2*Elementos/equipos*

Elementos/ Equipos	Características	Cantidad
Humidificador	Humedad de 0 a 100% Vacío a 20 VAR Potencia: 1000W	1
Cortinas	Están ubicadas alrededor del galpón	2
Extractores	Caudal: 80-12.500 cfm Presión máx.: 120 Pa Voltaje:230v	7
Lámparas Infrarrojas	5KW	15
Sensor de temperatura DS18B20	Mide hasta 120°C Rango de funcionamiento 3 a 5V	2
Sensor de humedad VFTF-U LCD	Opera de 3.3 a 5V Mide de 0% a 100%	2
Disyuntor LSC4	Protección para instrumentos de control	1
Transformador	Indispensable para manejar voltajes de 440VCA-22VCA	1
Seleccionador de muletilla	Permite encender y apagar el sistema	2

Conectores	Necesario para el accionamiento de los extractores	2
Indicadores LEDS	Informan de manera visual los estados del sistema	8
Cable Flexible 6AWG	Importante para la instalación del sistema	1
Microcontrolador	Microcontrolador de la familia Arduino para el uso de la comunicación con LabVIEW	1
Panel de control	Sirve para controlar de forma Manuel el sistema	1

Nota. Materiales necesarios para el galpón.

4.1.4 Parámetros de Temperatura y Humedad Relativa

Es muy importante tener presente la temperatura y la humedad relativa dentro del galpón, debido a que juegan un papel fundamental a la hora de la crianza, dado que los polluelos no tienen la capacidad de poder regular su temperatura corporal en sus primeros días de nacimiento es importante mantenerlos a una temperatura adecuada como se observa en la tabla 4.1 que va a depender de las diferentes etapas de crecimiento del ave, sin embargo los pollos que ya han alcanzado su etapa total de crecimiento son capaces de poder calentarse mediante su respiración, pero esto ocasiona que la temperatura aumente considerablemente, por ende es importante

tener extractores que funcionen en el momento en que la temperatura ascienda por encima de lo establecido que son 24°C. Por otra parte, la humedad relativa debe mantenerse en un 40% a 70%, cabe mencionar que se debe tener una monitorización de forma frecuente para asegurar de que en toda la granja presente la misma temperatura y la misma humedad en todas las zonas de crianza de los pollos.

Tabla 3

Temperatura recomendada para el galpón

Edad del ave (Días)	Temperatura con 60% H.R. (°C)
0-2	30-32
3-6	28-30
7-9	26-28
10-12	25-27
13-15	24-26
16-18	23-25
19-21	22-24
22-25	21-23
26-30	20-22
31-35	18-24

Nota. Temperatura en los días de crianza.

4.2 Diseño del Sistema

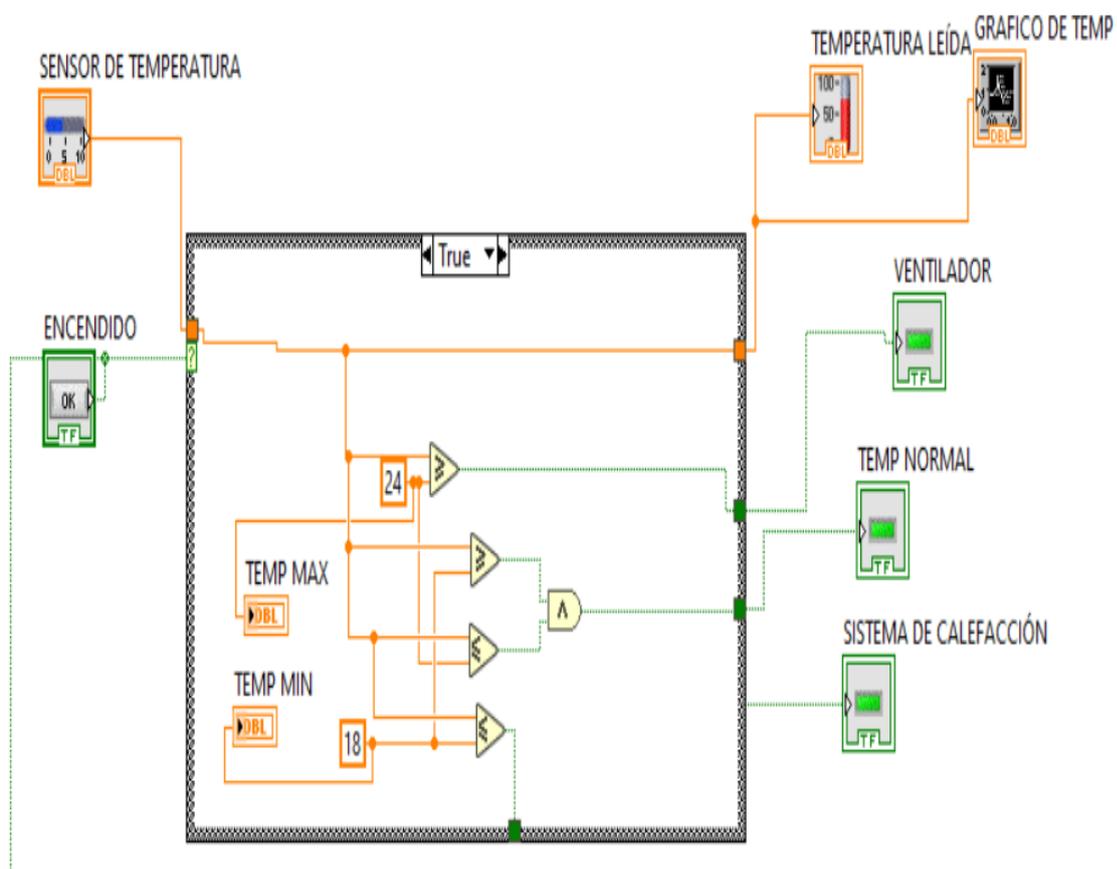
4.2.1 Diseño del Sistema de Control y Monitoreo en LabVIEW

Para la propuesta del sistema de control y monitoreo de una granja avícola, se utilizó el software LabVIEW, esta herramienta permite realizar la simulación del

sistema de control de temperatura y humedad relativa en tiempo real, para ello se diseña la parte de control que será la responsable de efectuar los cambios según los parámetros detectados por los sensores. En la figura 18, se muestra el sistema de control que corresponde a la detección de temperatura dentro de la granja. Para su diseño es importante contar con botón de encendido y un botón de pagado del sistema, además, se usa indicadores como son: sensor de temperatura, temperatura leída, encendido y apagado de los extractores, la temperatura normal y su sistema de calefacción.

Figura 18

Diseño para el sensor de temperatura en LabVIEW

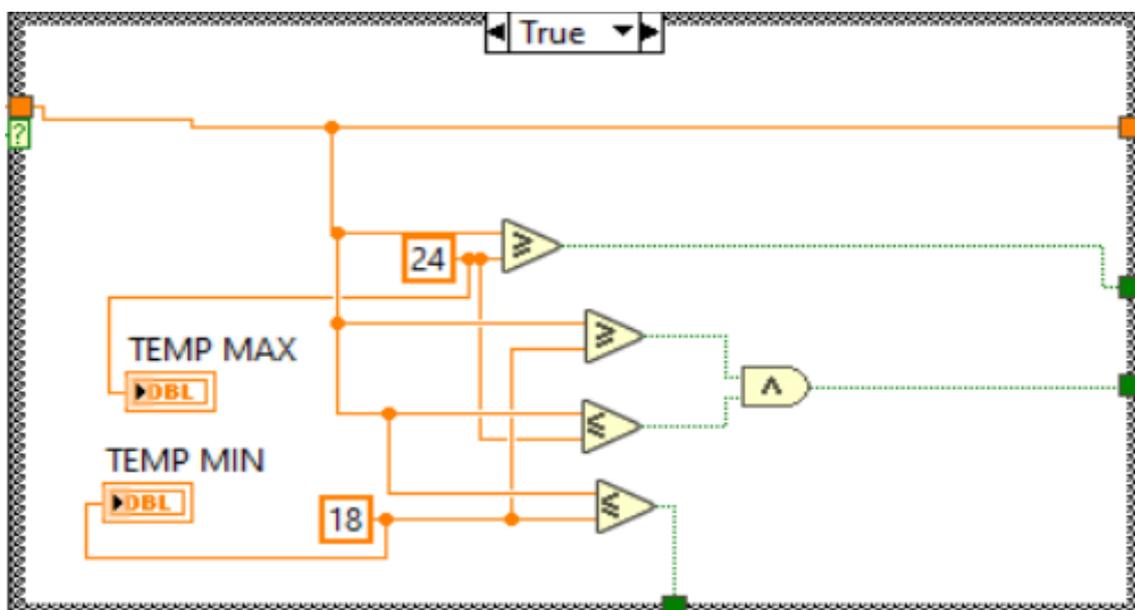


Nota. Diseño del sistema de control y monitoreo en LabVIEW para el sensor de temperatura.

Después de emplear estos indicadores, se procede a diseñar la parte que analizara los datos obtenidos por la variable sensor, como se muestra en la figura 19, en esta parte se debe especificar las acciones que va a tomar dependiendo de la adquisición de datos donde se establece una temperatura máxima de 24°C, una temperatura mínima de 18°C, y mostrar el indicado de temperatura normal, además, del uso de conectores lógicos. Todo lo previamente mencionado componen el correcto funcionamiento del control de temperatura.

Figura 19

Parámetros para el sensor de temperatura



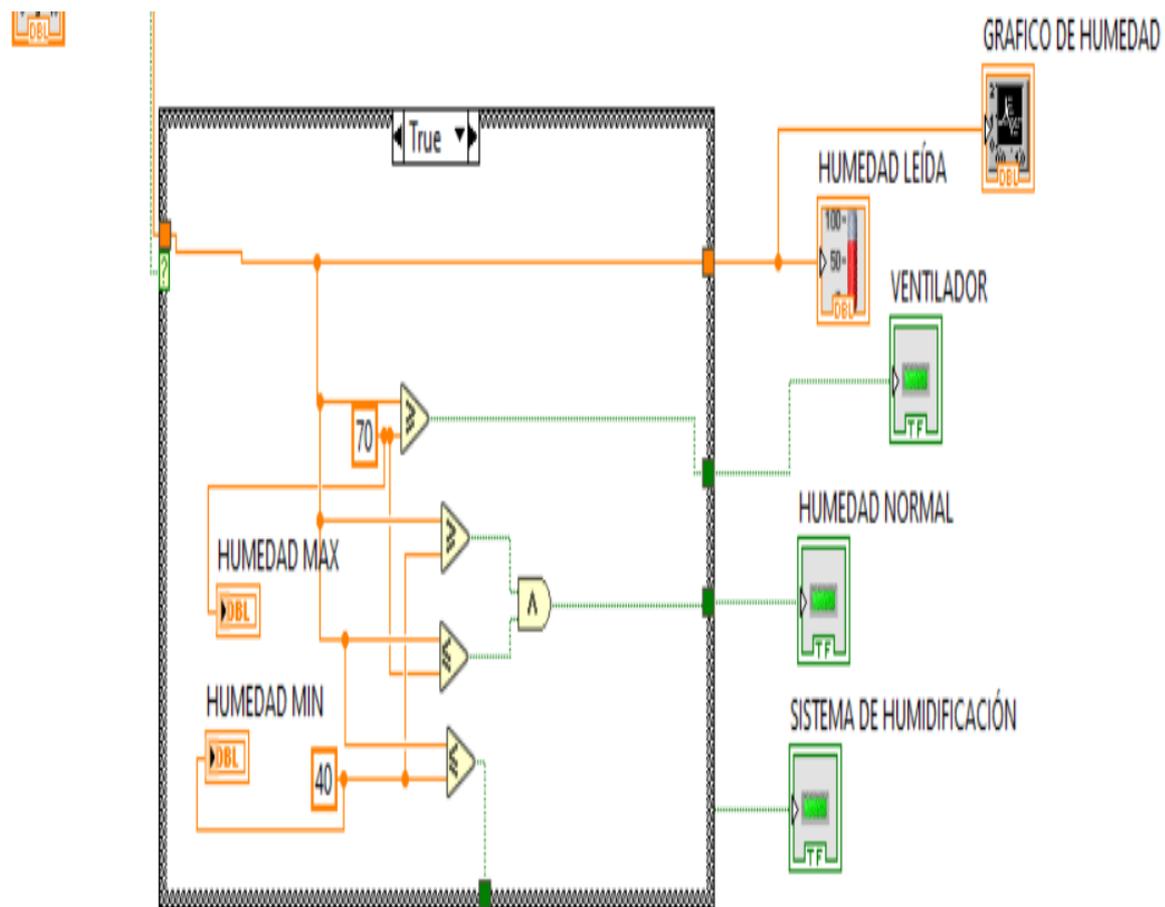
Nota. Parámetros a tomar en cuenta con respecto al sensor de temperatura.

En la Figura 20, se muestra el diseño para el sistema de control de humedad relativa, para este diseño se muestran indicadores como: sensor de humedad, humedad leída, extractores, humedad normal y el sistema de humidificación, este diseño es parecido al diseño de control de temperatura con la diferencia que los

parámetros a medir son distintos ya que el sensor de humedad obtendrá datos de una humedad relativa que no supere el 70% y una humedad mínima que no baje de un 40% si el valor obtenido se mantiene dentro de estos dos rangos será una humedad normal.

Figura 20

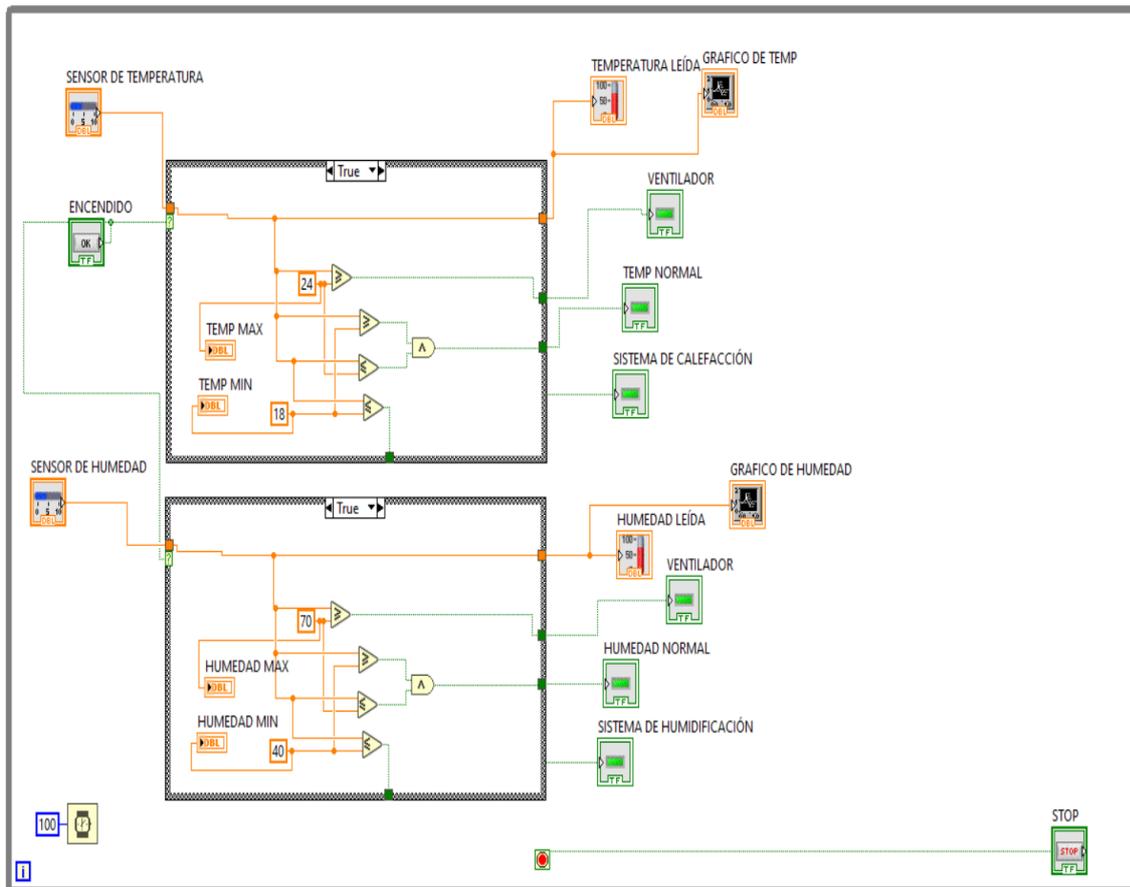
Diseño para el sensor de Humedad en LabVIEW



Nota. Diseño para el sensor de humedad en LabVIEW.

Figura 21

Diseño final del sensor de temperatura y humedad en LabVIEW

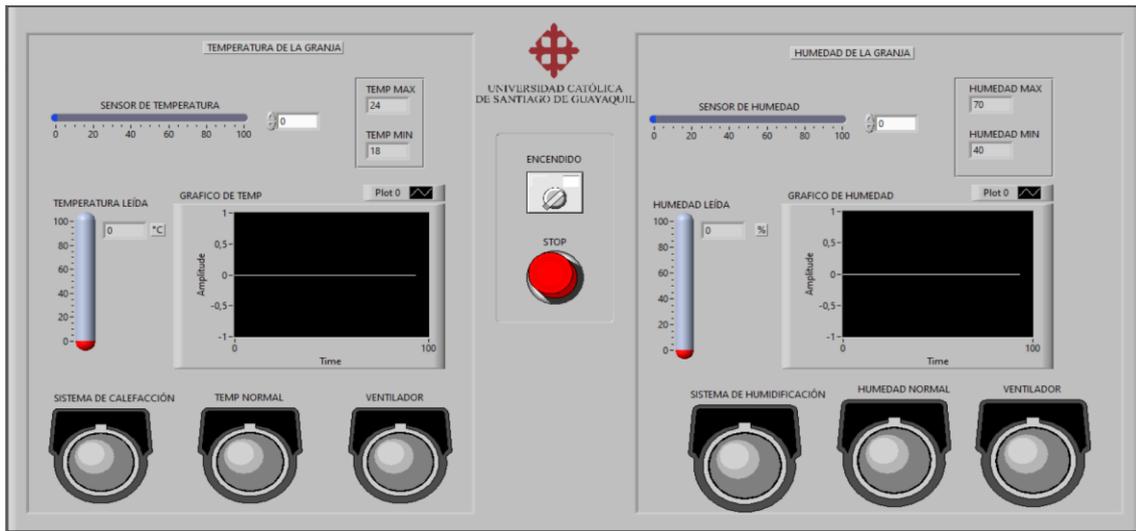


Nota. Diseño completo del sensor de temperatura y humedad para la granja avícola.

Una vez diseñado el sistema de control de temperatura y humedad relativa se procede a ejecutar la respectiva simulación. En la figura 22, se muestra el panel de control con los parámetros a medir para los sensores de temperatura y humedad, en la figura 23, se simula un caso en donde la temperatura y la humedad relativa están por debajo de lo recomendado, en el caso del control de temperatura si llega a este punto se enciende el sistema de calefacción y por el lado del control de humedad se enciende el sistema de humidificación con el objetivo de mantener un ambiente confortable para las aves.

Figura 22

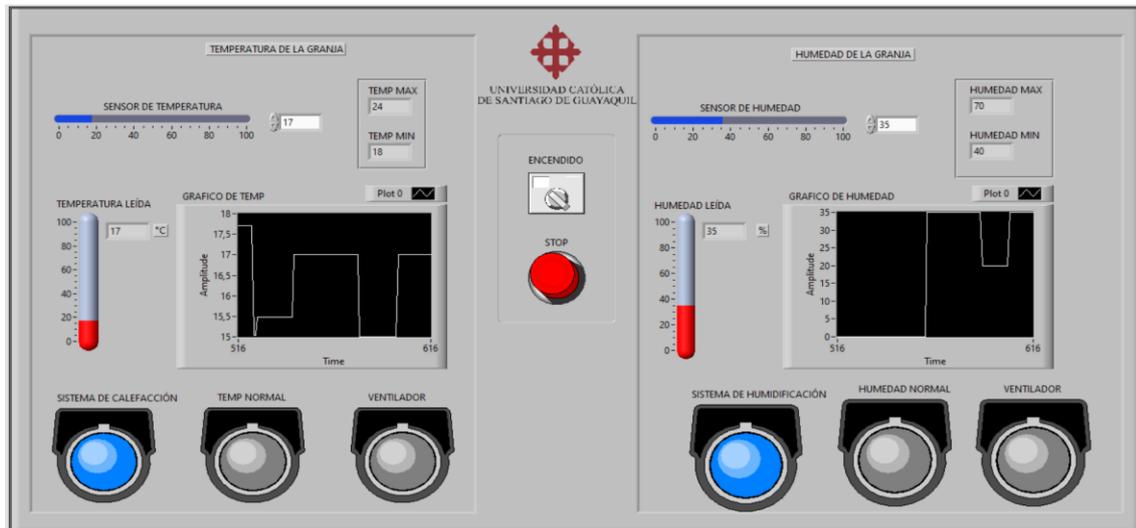
Panel de control en LabVIEW



Nota. Panel de control del sistema de monitoreo.

Figura 23

Simulación del sistema



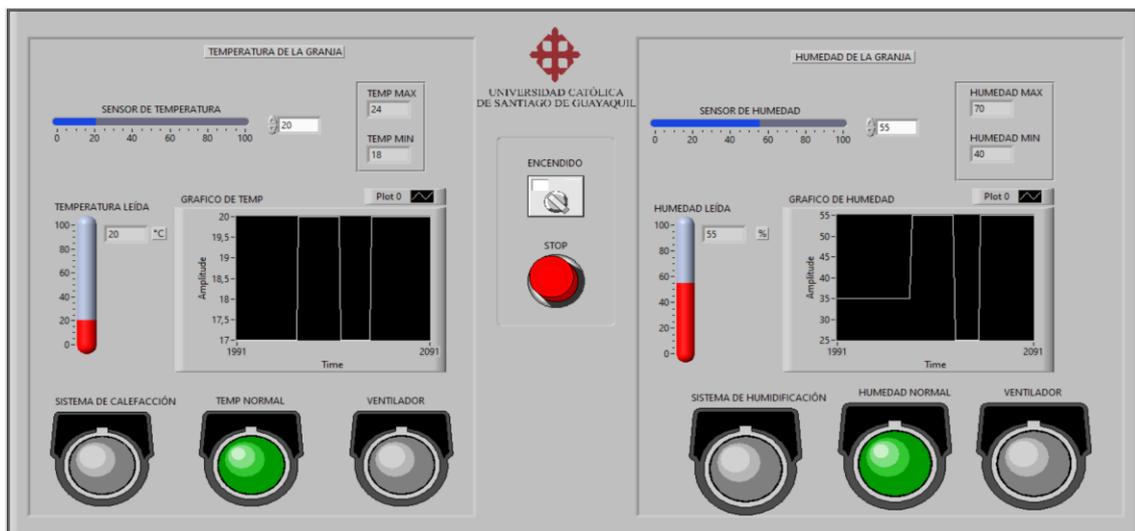
Nota. Simulación del sistema de control y monitoreo.

Para el caso de que la humedad relativa y la temperatura se encuentren en el rango establecido de los parámetros a medir, se mostrara un indicador de estado

normal como se visualiza en la figura 24. Sin embargo, cuando el control de temperatura y de humedad relativa supere sus parámetros establecidos en ambos diseños se encenderán los extractores como se muestra en la figura 25.

Figura 24

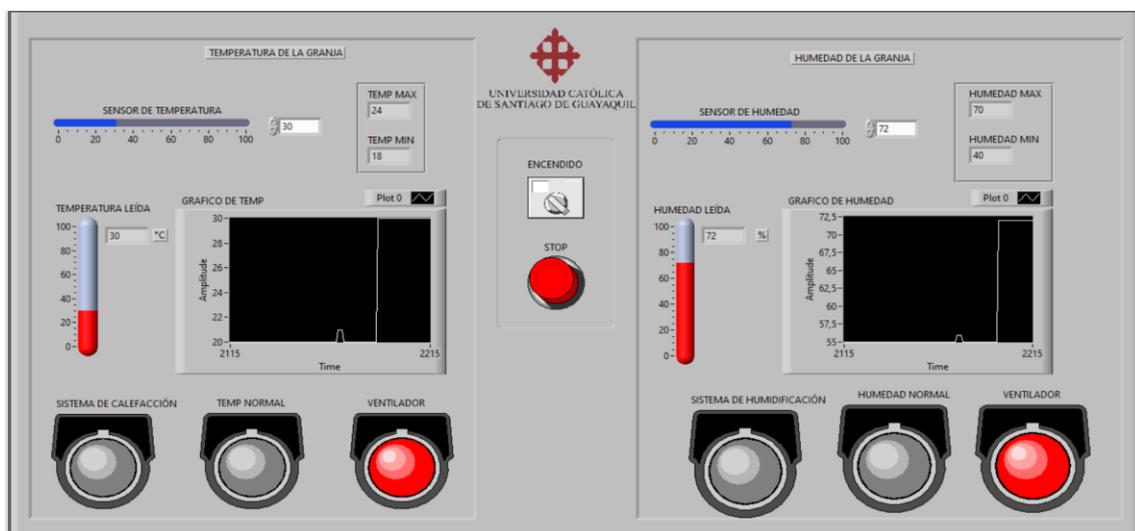
Simulación del sistema



Nota. Simulación del sistema de control y monitoreo.

Figura 25

Simulación del sistema



Nota. Simulación del sistema de control y monitoreo.

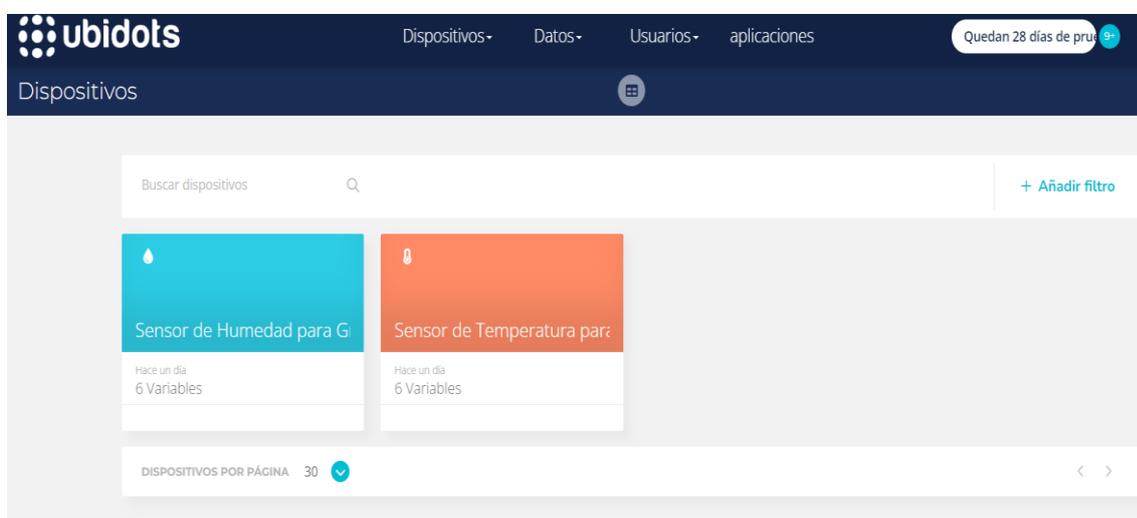
Cabe mencionar que una vez que el sistema de control efectuó la regulación de los parámetros medidos estos regresaran a un estado idóneo para la granja, además, ambos diseños cuentan con gráficas que muestran el momento exacto en que ascienden o decrecen los parámetros medidos permitiéndole al usuario ver los cambios de manera inmediata en el momento del suceso.

4.2.2 Diseño del Entorno Gráfico y Configuración en la Plataforma Ubidots.

Para la visualización del sistema de control y monitoreo de la granja avícola se hace el uso de la plataforma Ubidots, la cual gracias a que tiene servicio en la nube, se puede acceder mediante Ethernet y de forma remota. Para ello se realizó la creación de dos dispositivos uno que será el responsable de mostrar en tiempo real los valores y parámetros que se está obteniendo del sensor de humedad y el otro dispositivo que será el encargado de mostrar los parámetros a medir perteneciente al sensor de temperatura como se muestra en la figura 26.

Figura 26

Creación de dispositivos en Ubidots

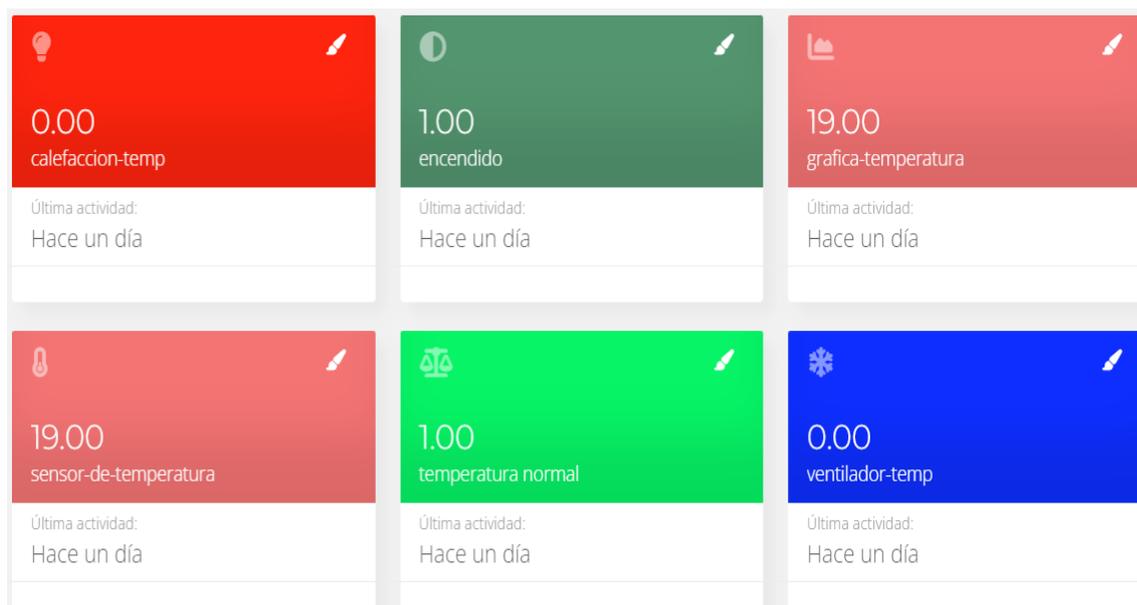


Nota. Creación de los dispositivos del sensor de humedad y temperatura en la plataforma Ubidots.

Una vez creado los dispositivos a visualizar se procede a añadir las variables que el dispositivo tendrá que obtener mediante el envío de datos de la plataforma LabVIEW, las variables van a depender del dispositivo del cual se encuentra recibiendo la información, para el caso del sensor de temperatura se establecieron las siguientes variables: encendido del sistema, calefacción, gráfica de la temperatura, temperatura normal, sensor de temperatura y extractores como se muestra en la figura 27, con respecto al dispositivo del sensor de humedad se establecieron las siguientes variables: encendido del sistema, grafica del sensor de humedad, humedad normal, humidificación, sensor de humedad y extractores como se muestra en la figura 28.

Figura 27

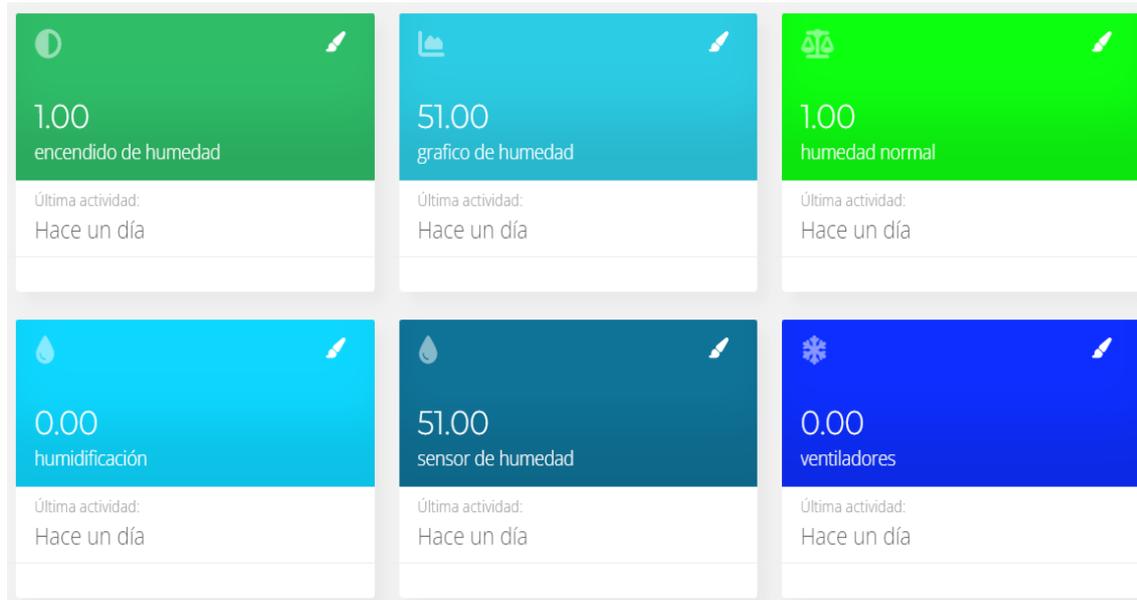
Creación de variables para el sensor de temperatura



Nota. Variables del sensor de temperatura.

Figura 28

Creación de variables para el sensor de humedad

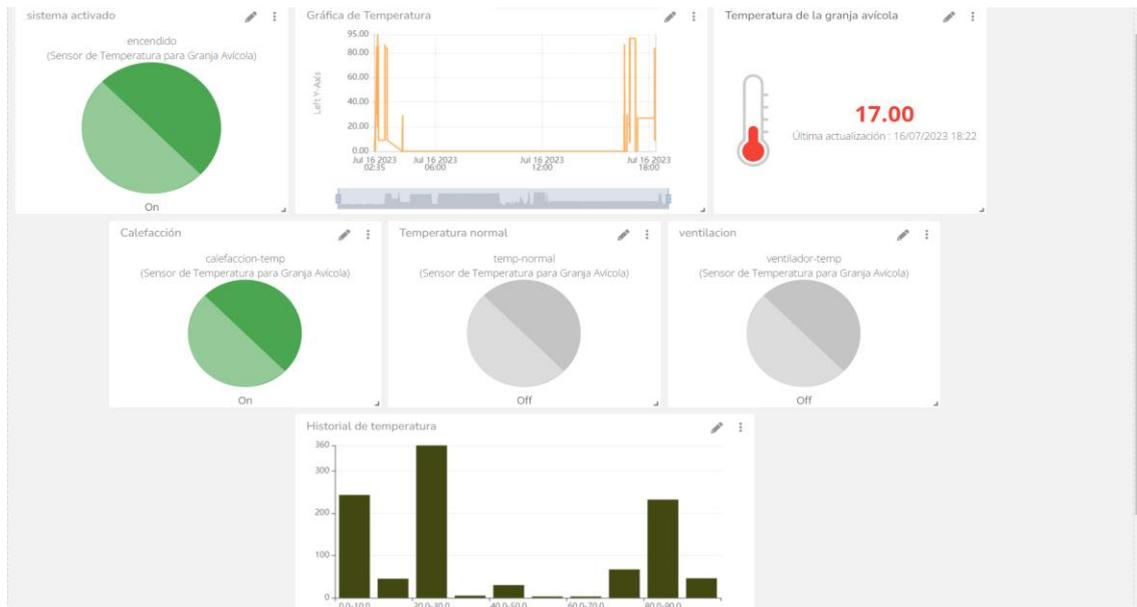


Nota. Variables del sensor de humedad.

Las variables previamente mencionadas deberán mostrarse de forma más amigable para el usuario para ello se hace el uso de Widgets que proporciona la plataforma Ubidots, los que mostrarán los datos obtenidos a través de las variables de cada dispositivo que se encuentre funcionando en tiempo real, de esta manera el usuario tendrá la posibilidad de monitorear los parámetros de temperatura como se muestra en la figura 29 y humedad relativa como se muestra en la figura 30 dentro del galpón.

Figura 29

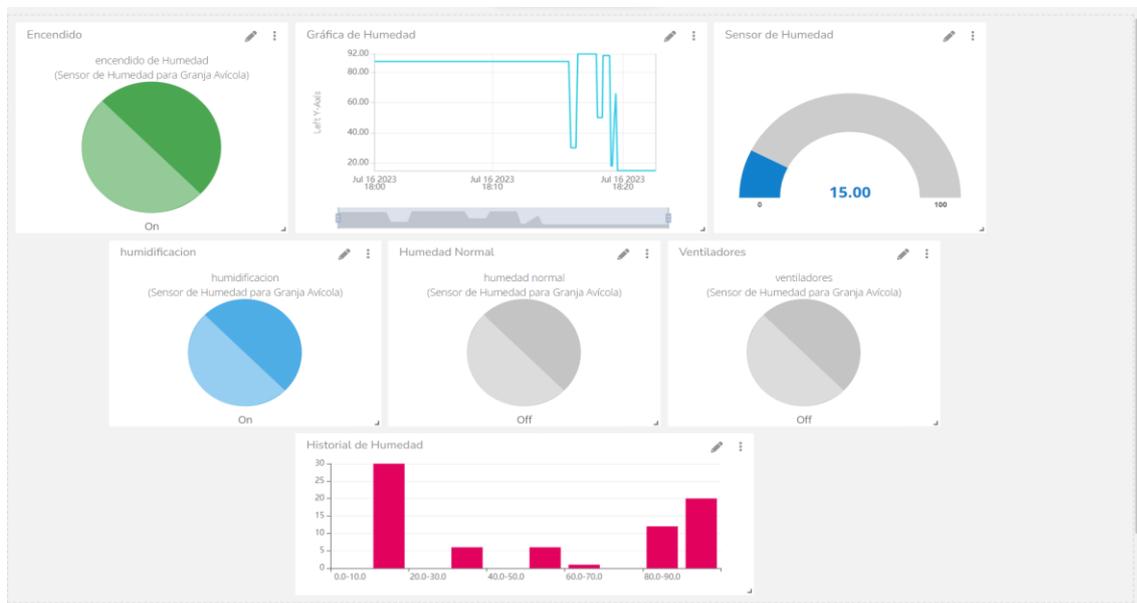
Visualización de los parámetros respecto al sensor de temperatura



Nota. Forma visual de mostrar los parámetros detectados por el sensor de temperatura.

Figura 30

Visualización de los parámetros respecto al sensor de humedad

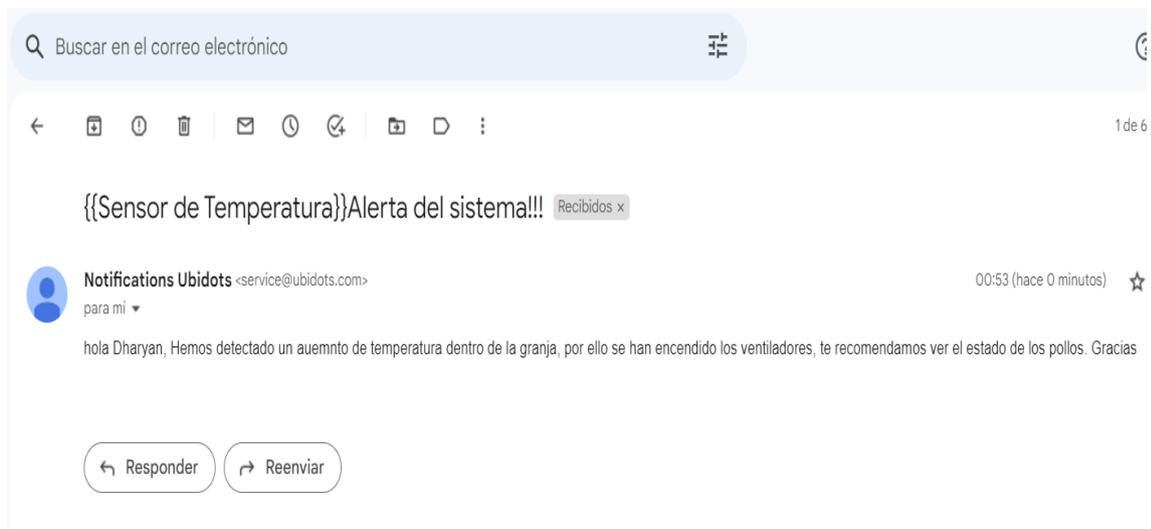


Nota. Forma visual de mostrar los parámetros detectados por el sensor de humedad.

El uso de alertas es fundamental a la hora de mantener controlado el sistema de monitoreo para ello la plataforma Ubidots da varias opciones de la manera en la que quieres recibir estas alertas como: vía SMS, llamada de voz, telegrama o correo electrónico, en este proyecto se usara mediante correo electrónico el cual mostrará el nombre de la variable y el evento que ha sucedido, cabe mencionar que el envío de este correo al usuario es de forma inmediata en el momento que detecta un parámetro establecido por el usuario como se muestra en la figura 31.

Figura 31

Alerta de Ubidots



Nota. Alerta por medio del correo electrónico del usuario.

4.3 Prueba y Funcionamiento del Sistema

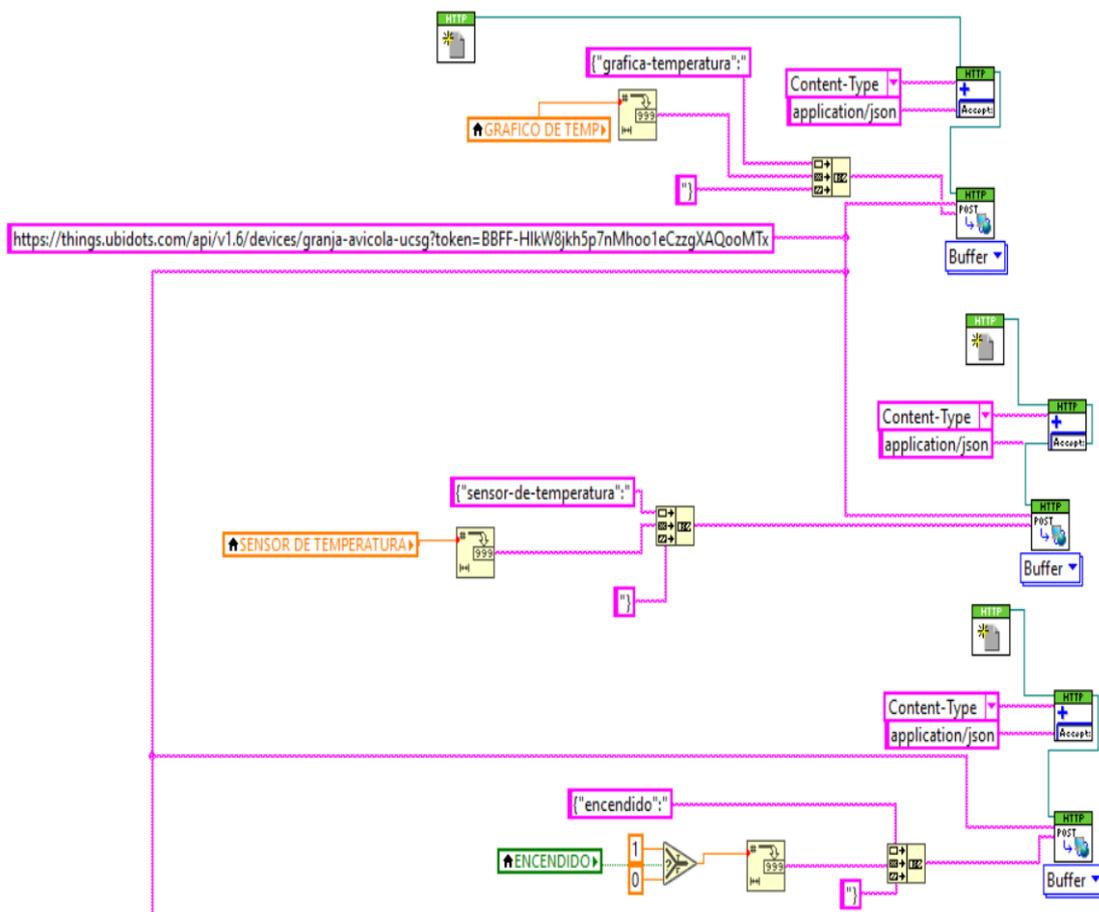
4.3.1 Análisis del Funcionamiento del Sistema de Control y Monitoreo de Temperatura y Humedad Relativa

La presente simulación tiene como principal objetivo brindar un ejemplo de cómo funcionaría ya instalada de manera física todo el sistema tanto de control como de monitoreo, mostrando así su correcto funcionamiento mediante el uso de la tecnología IoT. Para la comunicación de LabVIEW con la plataforma Ubidots, es

necesario realizar un enlace a dicha plataforma, este enlace se realiza dentro de la herramienta de LabVIEW como se muestra en la figura 32, se debe realizar esta configuración para cada una de las variables que se van a visualizar dentro de Ubidots, tanto para el sensor de temperatura y el sensor de humedad.

Figura 32

Conexión LabVIEW con Ubidots



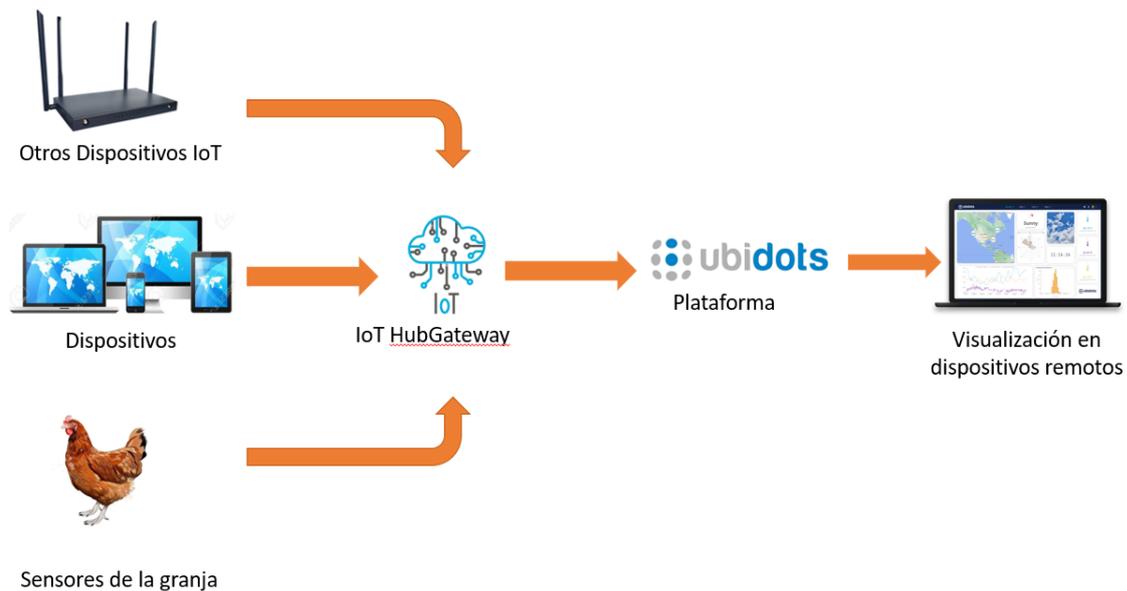
Nota. Configuración que se debe hacer para conecta LabVIEW con Ubidots.

Para la comprobación del correcto funcionamiento del sistema, se realizó una simulación para la medición y visualización de los sensores de temperatura y humedad relativa. Una vez inicializado el sistema de control y monitoreo de la granja avícola, los sensores empezarán a recibir información de su entorno y los enviarán

directamente a LabVIEW, en el momento en que LabVIEW obtenga la información, dicha información será enviada a la nube y a su vez receptados por la plataforma Ubidots, que será la encargada de mostrar las variables a medir de forma visual para el análisis de estos de forma remota, como se muestra en la figura 33.

Figura 33

Sistema de monitoreo en Ubidots



Nota. Forma en que se realiza el monitoreo de la granja avícola. Adaptado del Autor.

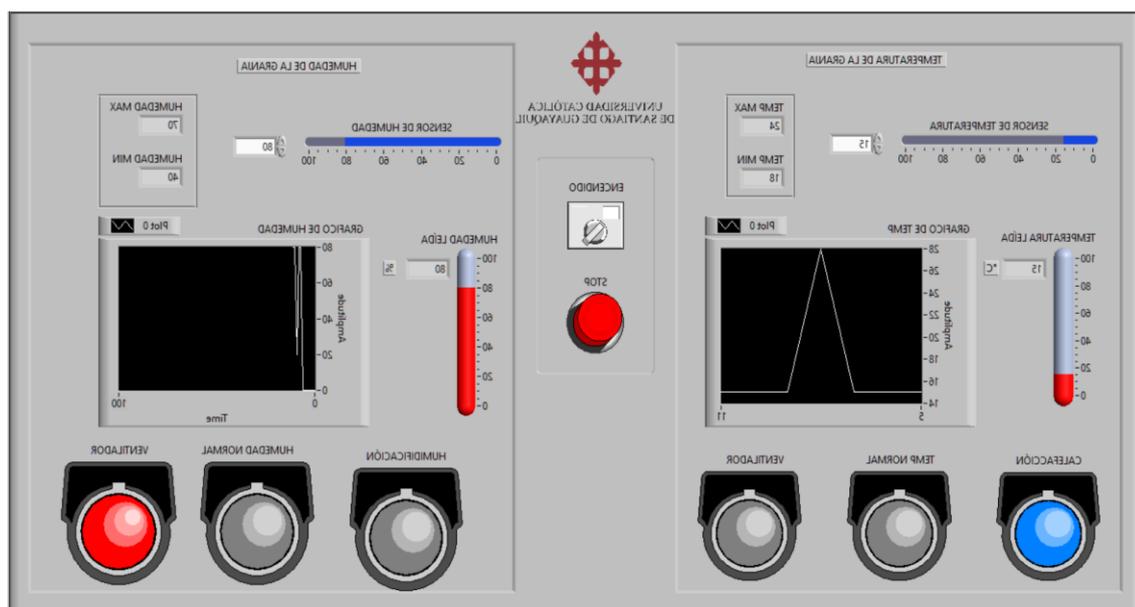
Como ejemplo para la simulación se presenta en la última etapa de la crianza del pollo por ende su temperatura debe estar entre los 18°C a 24°C y una humedad relativa del 40% al 70% dentro del galpón, en este caso se presenta un estado donde el sensor de temperatura detecta un descenso de está, llegando por debajo del mínimo establecido con una temperatura de 15°C y una humedad relativa por encima del valor permitido, obteniendo una humedad del 80% dentro de la granja avícola. LabVIEW obtendrá estos datos y se encenderán los indicadores respectivos de cada proceso, en el caso de la temperatura, dado que está por debajo de los 24°C, se

encenderá la calefacción de manera inmediata hasta que la temperatura se encuentre dentro del rango establecido como se muestra en la figura 34, por otra parte, en el sensor de Humedad detecta un valor superior al 70% accionando así los extractores con el fin de regular la humedad dentro del galpón como se muestra en la figura 35.

Figura 34

Simulación del sistema de control y monitoreo mediante LabVIEW y la plataforma

Ubidots



Nota. Panel de control en LabVIEW.

LabVIEW enviará esta información a la plataforma Ubidots, donde se mostrarán de forma remota y en tiempo actual las variaciones que tiene la temperatura y la humedad, en este caso muestra mediante indicadores el encendido del sistema, la temperatura actual y que proceso se encuentra realizando que para el caso de la temperatura en el encendido de la calefacción, además de una gráfica que muestra el momento exacto en que la temperatura disminuyó como se muestra en la figura 35, y en el caso de la humedad se muestran activados los extractores y de igual

forma muestra su humedad actual y una gráfica que indica los cambios que tuvo en un corto periodo de tiempo como se muestra en la figura 36. Cabe mencionar que ambos cuentan con una herramienta que brinda Ubidots que es la visualización de los cambios de temperatura y humedad que han tenido en los periodos de crianza, siendo estos periodos establecidos por el usuario, brindando la posibilidad de ver incluso detalles del mes o del año.

Figura 35

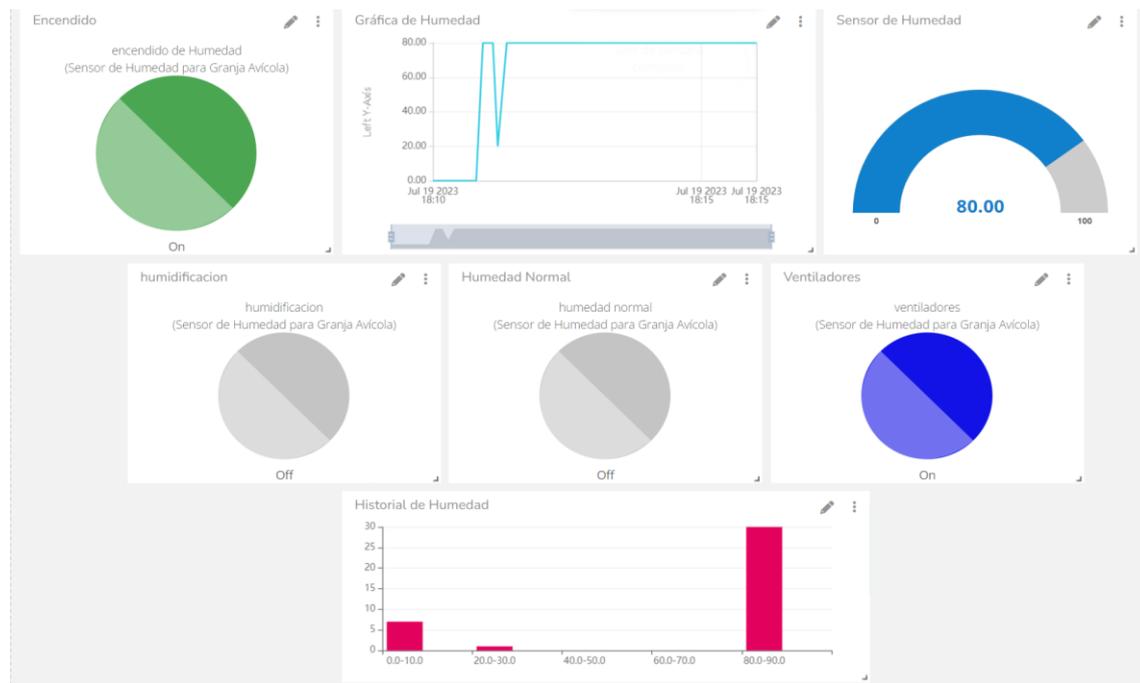
Visualización del sistema de control y monitoreo en la plataforma Ubidots



Nota. Parámetros detectados a través de los sensores de humedad y temperatura.

Figura 36

Visualización del sistema de control y monitoreo en la plataforma Ubidots



Nota. Parámetros detectados a través de los sensores de humedad y temperatura.

Cada anomalía que detecte el sistema de forma automática enviara al usuario un correo electrónico indicando la alerta y la acción que se tomó para solucionar el problema como se muestra en la figura 37, la cual es de mucha ayuda ya que permite al usuario estar al tanto las 24 horas del día, con ello ayudará a disminuir la tasa de mortalidad y reducir posibles riesgos durante las diversas etapas de crianzas que tiene las aves.

Conclusiones

- Se realizó la configuración de los servicios en la nube, con el objetivo de almacenar la información obtenida a través de los sensores de humedad y temperatura con la plataforma Ubidots para el sistema de control y monitoreo.
- Se diseñó mediante la herramienta AutoCAD la estructura de la granja avícola teniendo en cuenta la zona en donde estaría ubicada y el tipo de ventilación que tendrá para su correcto funcionamiento.
- Se realizó el diseño del sistema de control y monitoreo en la plataforma Ubidots junto al uso de la herramienta LabVIEW los cuales nos permitieron visualizar los diversos cambios que se efectuaron en la granja avícola de manera remota y en tiempo real.
- Se realizó una red de sensores inalámbricos de temperatura y humedad, los cuales fueron ubicados de manera estratégica dentro del galpón, para tener una lectura en cada parte o zona de la granja avícola, permitiendo así obtener datos correctos de manera inmediata y de tiempo real.
- La plataforma Ubidots nos brinda la posibilidad de poder visualizar los cambios ambientales dentro del galpón, además, de proporcionar mediante una de sus herramientas la posibilidad de ver el historial de factores que han sucedido a lo largo de un periodo, siendo este seleccionado por el usuario, ayudando así a tener un registro y evitar posibles factores de riesgos durante la crianza de las aves.

Recomendaciones

- Es recomendable comprar los elementos/ equipos con especificaciones que se adapten al tipo de galpón que se va a utilizar para la crianza de aves, ya que debe existir una buena ventilación para evitar constantemente las altas temperaturas.
- Es importante a la hora de criar aves que sean colocadas en zonas donde su crecimiento no se vea afectado por el de otras, además, de que dentro del galpón no exista un exceso de animales ya que al estar una tan cerca de otra provocaría un aumento de la temperatura y de la humedad generando así problemas en su crecimiento.
- Se recomienda instalar los sensores de humedad y temperatura de forma estratégica a la hora de obtener los parámetros ambientales, ya que una mala ubicación generaría errores de medición.
- Se recomienda que cada elemento/equipo instalado dentro del galpón se encuentren protegidos ante las condiciones climáticas o factores externos, además, es importante su correcto mantenimiento para evitar fallos en los equipos.
- Es necesario configurar en la plataforma Ubidots los diferentes tipos de alertas o eventos que brinda la plataforma con el objetivo de recibir información de que cambios o factores ambientales han intervenido a lo largo de la crianza de las aves.

Referencias

- Barzallo, D. (2019). Análisis de la Innovación Tecnológica Avícola Ecuatoriano en el Contexto De Industria 4.0. Investigación Tecnológica IST Central Técnico, 1(2), Article 2.
- Bernardo Upiachihua, F. A., y Reynaga Valenzuela, E. (2019). Internet de las cosas en los niveles de contaminación sobre las áreas de crianza para el establo ganadero Santa Cecilia.
<https://repositorio.upn.edu.pe/bitstream/handle/11537/22491/Bernardo%20Upiachihua%20Fernando%20Amilcar%20-%20Reynaga%20Valenzuela%20Erik.pdf?sequence=2>
- Briones Basurto, C. J., y Córdova Cabrera, D. G. (2021). Sistema web y aplicación móvil para control domótico de factores ambientales en la producción avícola de forma inteligente [Universidad Agraria del Ecuador].
<https://cia.uagraria.edu.ec/Archivos/BRIONES%20BASURTO%20CHRISTIAN%20JEFFERSON.pdf>
- Byron Ernesto, A. C. (2021). Sistema embebido basado en el internet de las cosas IoT para el monitoreo de temperatura, humedad y el control on/off de ventilador y calefacción; en criadero de aves de engorde. [Tesis de Grado, La Libertad: Universidad Estatal Península de Santa Elena, 2021]. <https://repositorio.upse.edu.ec/handle/46000/6481>
- Clavijo Salazar, C. A. (2021). Dosificador inteligente de balanceado con control Fuzzy y herramientas IoT para el galpón de gallinas ponedoras Rosita [Tesis de Grado]. <http://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/20877>

- Cuenca Alonzo, P. I. (2020). El manejo productivo de las granjas avícolas y su aporte en el desarrollo económico del cantón montecristi [Tesis de Grado, UNESUM]. <http://repositorio.unesum.edu.ec/handle/53000/2431>
- Delgado Gurumendi, J. A., y Meza Pérez, J. L. (2021). Estudio del diseño y construcción de una granja para aves de reproductora en la Avícola san isidro Avisid S.A. [Tesis de Grado].
<http://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/21199>
- Escaño Gonzáles, M., Nuevo García, A., y García Caballero, J. (2019). Integración de sistemas de automatización industrial. Ediciones Paraninfo, S.A.
- García Vaca, B. I., y Mora Cruz, F. R. (2021). Diseño e implementación de un prototipo IOT para el monitoreo de parámetros ambientales aplicados a la avicultura para la crianza de pollos de granja utilizando hardware de bajo costo y AWS (Amazon Web Services) [Tesis de Grado].
<http://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/21122>
- Garzón, W. L., y López, J. C. (2019). Tecnología internet of things (IoT) y el big data. *Mare Ingenii*, 1(1), Article 1.
<https://doi.org/10.52948/mare.v1i1.183>
- Hernández Sampieri, R., y Mendoza Torres, C. P. (2018). Metodología de la investigación: Las rutas: cuantitativa ,cualitativa y mixta. Mc Graw Hill educación. <http://repositorio.uasb.edu.bo/handle/54000/1292>
- Ichina López, A. J. (2020). Implementación de una percha inteligente para puntos de venta en boutiques vinculadas con el Internet de las Cosas (IoT). <http://dspace.esPOCH.edu.ec/handle/123456789/16379>

- Iguasnia, F. E. O., y Rivera, J. M. M. (2022). Sistema Internet Of Things (IOT) para la crianza de pollos en granjas avícolas. Mikarimin. Revista Científica Multidisciplinaria, 8(3), Article 3.
- León, R. A. L., Hoyos, S. K. G., Paredes, J. del P. J., Mego, K. M. M., Mestanza, J. A. P., y Zavaleta, R. D. R. (2021). Diseño e implementación de un sistema de control de temperatura para un galpón de pollos de la Avícola Florián e Hijos S.A.C. INGnosis, 7(2), Article 2. <https://doi.org/10.18050/ingnosis.v7i2.2416>
- Melendez, J. R. (2022). Biotecnología y gerencia aplicada en la producción de bioetanol 1G y 2G | Revista de Ciencias Sociales. <https://produccioncientificaluz.org/index.php/rcs/article/view/39139>
- Orosco Tonato, Á. L. (2022). Sistema de monitoreo para la avícola “san miguel” con una red de sensores inalámbricos basados en la tecnología LPWAN [Tesis de Grado, Universidad Técnica de Ambato. Facultad de Ingeniería en Sistemas, Electrónica e Industrial. Carrera de Ingeniería en Electrónica y Comunicaciones]. <https://repositorio.uta.edu.ec:8443/jspui/handle/123456789/36508>
- Palella Stracuzzi, S., y Martins Pestana, F. (2006). Metodología de la investigación cuantitativa. Fedupel. <https://gc.scalahed.com/recursos/files/r161r/w23578w/w23578w.pdf>
- Romo, E. R., y Montalvo, C. C. (2020). Plan estratégico de innovación en el área de producción para el mejoramiento de la rentabilidad económica de la Industria Avícola. Revista Científica Ciencia y Tecnología, 20(26), Article 26. <https://doi.org/10.47189/rcct.v20i26.427>

Santos Benavides, P. G. (2019). Red inalámbrica de sensores (WSN) de monitoreo de la calidad del agua para estanques de truchas [Tesis de Grado, Universidad Técnica de Ambato. Facultad de Ingeniería en Sistemas, Electrónica e Industrial. Carrera de Ingeniería Electrónica y Comunicaciones].

<https://repositorio.uta.edu.ec:8443/jspui/handle/123456789/29894>

Valle, A., Manrique, L., y Revilla, D. (2022). La Investigación descriptiva con enfoque cualitativo en educación. Pontificia Universidad Católica del Perú. Facultad de Educación.

<https://repositorio.pucp.edu.pe/index/handle/123456789/184559>

Zapata, M., Topón-Visarrea, L., y Tipán, É. (2021). Fundamentos de Automatización y Redes Industriales. Universidad Tecnológica Indoamérica. <https://repositorio.uti.edu.ec//handle/123456789/2226>

DECLARACIÓN Y AUTORIZACIÓN

Yo, **Pérez Palacios, Dharyan de Jesús**, con C.C: # **095394530-0** autor del trabajo de titulación: **Propuesta de un sistema de control y monitoreo de condiciones ambientales de temperatura y humedad relativa con estructura IoT aplicado en granjas avícolas** previo a la obtención del título de **Ingeniero en Electrónica Y Automatización** en la Universidad Católica de Santiago de Guayaquil.

1.- Declaro tener pleno conocimiento de la obligación que tienen las instituciones de educación superior, de conformidad con el Artículo 144 de la Ley Orgánica de Educación Superior, de entregar a la SENESCYT en formato digital una copia del referido trabajo de titulación para que sea integrado al Sistema Nacional de Información de la Educación Superior del Ecuador para su difusión pública respetando los derechos de autor.

2.- Autorizo a la SENESCYT a tener una copia del referido trabajo de titulación, con el propósito de generar un repositorio que democratice la información, respetando las políticas de propiedad intelectual vigentes.

Guayaquil, 8 de septiembre de 2023

f. _____

Nombre: Pérez Palacios, Dharyan de Jesús

C.C: 095394530-0



REPOSITORIO NACIONAL EN CIENCIA Y TECNOLOGÍA

FICHA DE REGISTRO DE TESIS/TRABAJO DE TITULACIÓN

TEMA Y SUBTEMA:	Propuesta de un sistema de control y monitoreo de condiciones ambientales de temperatura y humedad relativa con estructura IoT aplicado en granjas avícolas		
AUTOR(ES)	Dharyan de Jesús, Pérez Palacios		
REVISOR(ES)/TUTOR(ES)	Ing. Jesús Ramón, Meléndez Rangel, Ph. D.		
INSTITUCIÓN:	Universidad Católica de Santiago de Guayaquil		
FACULTAD:	Facultad de Educación Técnica para el Desarrollo		
CARRERA:	Ingeniería Electrónica y Automatización		
TITULO OBTENIDO:	Ingeniero en Electrónica y Automatización		
FECHA DE PUBLICACIÓN:	8 de septiembre de 2023	No. DE PÁGINAS:	66
ÁREAS TEMÁTICAS:	Red de sensores, Avicultura, Electrónica.		
PALABRAS CLAVES/ KEYWORDS:	Internet de las cosas (IoT), temperatura, humedad relativa, sensor, avicultura, sistema de monitoreo, sistema de control.		
<p>El presente trabajo de titulación describe la propuesta de un sistema de control y monitoreo de condiciones ambientales de temperatura y humedad relativa en granjas avícolas mediante la tecnología IoT ubicadas en zonas rurales del Ecuador, de esta forma los operadores que se encargarán de mantener a las aves en condiciones óptimas para su crecimiento, estarán informados en todo momento sobre los factores que intervienen en el crecimiento de los mismos como es la temperatura y la humedad relativa. Para la propuesta del sistema se hace un diseño del dimensionamiento que tiene la granja, junto a las respectivas conexiones de cada uno de los elementos/equipos que son de importancia a la hora de implementar esta propuesta, además, se diseña un sistema de control en LabVIEW que será el encargado de controlar cada elemento instalado en el galpón y el diseño de sistema de monitoreo que será visualizado en tiempo real de manera remota por el usuario en la plataforma Ubidots. Los resultados concluyen que el uso de un sistema de control y monitoreo ayudarán a mantener controlados los factores ambientales los cuales presentaron que a un aumento o descenso de la temperatura por debajo de lo recomendado pondrá en riesgo el crecimiento de las aves. Así el presente proyecto tendrá como meta disminuir la tasa de mortalidad presentes en los pollos en las diversas etapas de crecimiento.</p>			
ADJUNTO PDF:	<input checked="" type="checkbox"/> SI	<input type="checkbox"/> NO	
CONTACTO CON AUTOR/ES:	Teléfono: +593-961562693	E-mail: dharyan.perez98@hotmail.com	
CONTACTO CON LA INSTITUCIÓN (COORDINADOR DEL PROCESO UTE):	Nombre: Ing. Bohórquez Escobar, Celso Bayardo PHD.		
	Teléfono: +593-995147293		
	E-mail: celso.bohorquez@cu.ucsg.edu.ec		
SECCIÓN PARA USO DE BIBLIOTECA			
Nº. DE REGISTRO (en base a datos):			
Nº. DE CLASIFICACIÓN:			
DIRECCIÓN URL (tesis en la web):			