

Diseño e implementación de un sistema de control de temperatura para un galpón de pollos de la Avícola Florián e Hijos S.A.C.**Design and implementation of a temperature control system for a chicken shed of Avícola Florian e Hijos S.A.C.****Projeto e implantação de sistema de controle de temperatura para galpão da Avícola Florian e Hijos S.A.C.**

León León Ryan Abraham¹, Gutiérrez Hoyos, Sandra Katherin², Jacinto Paredes Johana del Pilar³, Miranda Mego, Kaory Milene⁴, Peche Mestanza, Jaime Alexis⁵, Reyes Zavaleta, Ronaldo David⁶

Resumen

El presente proyecto se realizó con el objetivo de diseñar un sistema de control de temperatura en un galpón de pollos de la Avícola Florián e Hijos S.A.C. Es por ello, que se utilizó dos sistemas en el espacio de investigación, los cuales fueron de ventilación y calefacción además de un Control Proporcional Integral Derivativo (PID) encargado de mantener la temperatura adecuada para las aves. El proyecto se apoyó en estudios anteriores para la determinación de la temperatura adecuada según el día de desarrollo de los pollos. Se logró tener un diagnóstico inicial de la situación inicial de automatización en la avícola, de esta manera se empleó nuevos aparatos para la correcta recolección de datos y funcionalidad de los sistemas y programador lógico programable. La investigación concluye con el análisis de tiempo en que el PID logra regularizar la temperatura ante perturbaciones que se puedan presentar, de igual manera se consigue conocer el comportamiento y la variación que a este le toma para dicho comportamiento.

Palabra clave: *Automatización, Calefacción, Ventilación, Temperatura.*

Abstract

This project was carried out with the objective of designing a temperature control system in a chicken shed of Avícola Florián e Hijos S.A.C. That is why two systems were used in the research space, which were ventilation and heating in addition to a Proportional Integral Derivative Control (PID) in charge of maintaining the adequate temperature for the birds. The project relied on previous studies to determine the appropriate temperature according to the day of development of the chickens. It was possible to have an initial diagnosis of the initial automation situation in the poultry farm, in this way new devices were used for the correct data collection and functionality of the systems and a programmable logic programmer. The research concludes with the analysis of the time in which the PID manages to regulate the temperature in the face of disturbances that may occur, in the same way it is possible to know the behavior and the variation that it takes for said behavior.

Keyword: *Automation, Heating, Ventilation, Temperature.*

Resumo

Este projeto foi realizado com o objetivo de conceber um sistema de controle de temperatura em um galinheiro da Avícola Florián e Hijos S.A.C. Por isso, foram utilizados dois sistemas no espaço de pesquisa, que eram a ventilação e o aquecimento, além de um Controle Derivativo Integral Proporcional (PID) encarregado de manter a temperatura adequada para as aves. O projeto contou com estudos prévios para determinar a temperatura adequada de acordo com o dia de desenvolvimento dos frangos. Foi possível ter um diagnóstico inicial da situação inicial de automação na granja, desta forma foram utilizados novos dispositivos para a correta coleta de dados e funcionalidade dos sistemas e um programador lógico programável. A pesquisa conclui com a análise do tempo

¹ Escuela de Ingeniería Industrial. Facultad de Ingeniería. Magister. Universidad Privada del Norte. Trujillo, La Libertad, Perú. ryan.leon@upn.edu.pe. <https://orcid.org/0000-0002-0599-0141>

² Escuela de Ingeniería Industrial. Facultad de Ingeniería. Estudiante. Universidad Privada del Norte. Trujillo, La Libertad, Perú. gutierrezhoyosandra@gmail.com. <https://orcid.org/0000-0001-9666-831X>

³ Escuela de Ingeniería Industrial. Facultad de Ingeniería. Estudiante. Universidad Privada del Norte. Trujillo, La Libertad, Perú. johanajp235@gmail.com. <https://orcid.org/0000-0001-8448-0686>.

⁴ Escuela de Ingeniería Industrial. Facultad de Ingeniería. Estudiante. Universidad Privada del Norte. Trujillo, La Libertad, Perú. kaorymm@hotmail.com. <https://orcid.org/0000-0003-0652-5759>.

⁵ Escuela de Ingeniería Industrial. Facultad de Ingeniería. Estudiante. Universidad Privada del Norte. Trujillo, La Libertad, Perú. jaimepechemestanza@gmail.com. <https://orcid.org/0000-0003-4297-4543>.

⁶ Escuela de Ingeniería Industrial. Facultad de Ingeniería. Estudiante. Universidad Privada del Norte. Trujillo, La Libertad, Perú. reyeszavaleta.rd@gmail.com. <https://orcid.org/0000-0001-9523-8684>.

em que o PID consegue regular a temperatura diante de perturbações que possam ocorrer, da mesma forma que é possível conhecer o comportamento e a variação que leva para tal comportamento.

Palavras-chave: *Automação, Aquecimento, Ventilação, Temperatura.*

Introducción

Con la implementación continua de procesos automatizados, los avicultores buscan procedimientos que favorezcan a incrementar la producción. El presente proyecto está dirigido al diseño e implementación de un sistema de control de temperatura para un galpón de pollos. Con lo cual se planificó lograr obtener óptimas condiciones medioambientales para la crianza de aves, a través de la automatización y control electrónico de los diferentes dispositivos que participan en el proceso de desarrollo del ave. El sistema de automatización se instaló en la avícola Florián e Hijos S.A.C., ubicada en la ciudad de Chicama, provincia de Ascope, departamento de La Libertad.

Los pollos muy jóvenes no tienen un control adecuado de su temperatura interna, la humedad relativa óptima generalmente se encuentra entre los rangos entre el 50% y el 70%. Uno de los problemas más comunes en un galpón es el exceso de humedad tanto en el invierno como en verano, presentando, producción de amoníaco, camas húmedas etc., evitando el intercambio de calor por la fatiga de las aves. Para corregir este problema es necesario tener una buena ventilación para reducir la humedad (Lahoz, 2006). Según Castillo, G., Cruz, A Gonzaga, E. y Luna, E. (2019) es un método muy práctico tiene una gran aplicación en diferentes procesos químicos como científicos se puede controlar con precisión la temperatura en dos modos de operación, automática o manual, en modo automático se deben configurar los parámetros que se trabajarán, en la modalidad manual es necesario que el operador intervenga el cual se encarga de cerrar la unión del control.

Castillo, Cruz, Gonzaga y Luna (2019). En su investigación titulada “Diseño e implementación de sistema de monitoreo automatizado en granja avícola” tuvo como objetivo lograr incrementar la producción, optimizar las condiciones ambientales, reducir considerablemente el índice de mortalidad de las aves a por medio de un diseño e integración de un sistema de monitoreo automatizado que responda a la necesidad de proporcionar a los productores avícolas un crecimiento óptimo de sus aves, que se vienen realizando de manera manual. Se logró desarrollar correctamente el proyecto con buenos resultados de un sistema de control automatizado que permite regular tanto la temperatura como la humedad.

Salgado y Erazo (2015). En su investigación titulada “Diseño e implementación de un sistema de control de temperatura y humedad para un galpón de pollos de la avícola la Esperanza” tiene como objetivo generar un entorno controlado para un galpón de pollos a través de la automatización de maquinaria en el que están involucrados de calefacción, ventilación y humidificación. Al final de cada producción el propietario logró adquirir el registro de datos para la temperatura y humedad en el controlador así también datos de la calidad de aire consumo de agua y conteo de aves, lo cual se sustenta en la hipótesis planteada para el presente proyecto.

Coy y Daza (2020). En su trabajo titulado “Desarrollo del control automático de temperatura para un galpón de aves de corral en la avícola opti pollo” la cual tiene como objetivo identificar la calidad de operación del galpón, así como también reconocer los requerimientos del cliente relacionados con el control de la temperatura. Como uno de los resultados se diseñó un plano de potencia y control que permitió el desarrollo de la instalación física para regular la temperatura del galpón, esto se integra con una interfaz del programa Labview que facilitó la visualización en tiempo real del comportamiento de la variable usada.

El sector avícola peruano con el paso de los años se ha convertido en un proveedor fundamental de proteína animal a nivel nacional y regional. En el primer bimestre del 2019, el Subsector Pecuario tuvo un incremento de 4,8% con respecto a igual período del año anterior, esto se debe principalmente al aporte de la producción de pollo con un aumento de 5,5% y al huevo comercial con un avance de 14,8%. En los últimos años, la utilización de sistemas electrónicos automáticos ha tenido mucha relevancia entre las industrias de todo tipo, aumentando su producción y rentabilidad. El tener un rendimiento óptimo en un galpón es de suma importancia por ello es necesario establecer y mantener los factores ambientales

perfectos a lo largo de la crianza de las aves. (Gutierrez,2019)

Cada día se observa a nivel mundial, nacional y local que las organizaciones están experimentando grandes cambios, obligándolos de esta manera a concentrar todos sus esfuerzos en innovar su sistema de producción con el fin de mejorar la calidad del producto culminado. Es vital satisfacer las condiciones térmicas que las aves necesitan a través del suministro de oxígeno, eliminando la humedad relativa y manteniendo estables los rangos de temperatura dentro del galpón. La automatización del galpón ayuda a evitar variaciones bruscas de temperatura y humedad relativa que perjudican al adecuado desarrollo de las aves. (Gutiérrez, 2019)

El presente trabajo tiene como objetivo diseñar e implementar un sistema de control de temperatura para el galpón de pollos en la avícola Florián e Hijos S.A.C.

Materiales y Métodos

Avícola Florián e Hijos S.A.C., es una empresa familiar ubicada en el Valle Chicama, dedicada a la producción de huevos de consumo y carne de pollo. Su área es de 880 m², donde actualmente se encuentra criando alrededor de 10.000 pollos en diferentes galpones. El grado de automatización en el que se encuentran operando es medio, es decir, algunas labores aún siguen siendo ejecutadas por el personal, tales como echar la comida en los comederos y manejo de la ventilación del lugar, los trabajadores cada cierto tiempo levantan la malla cortavientos para que pueda ingresar aire. Respecto al manejo de la temperatura, se cuenta con un sistema de calefacción tipo campana a base de gas que provee calor a los diferentes galpones.

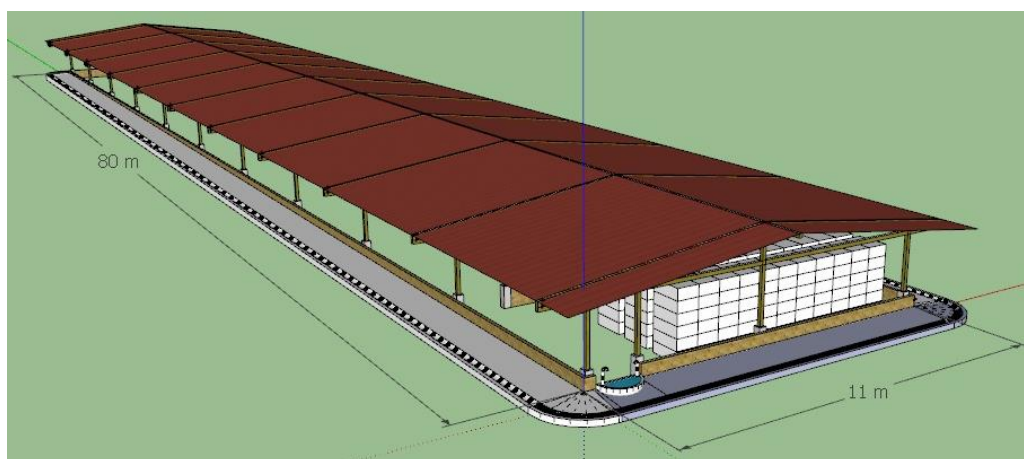


Figura 1. Medidas del galpón.

Nota: Avícola Florián e Hijos S.A.C.

La Figura 1 representa el esquema del galpón donde se pueden visualizar sus medidas exactas con el cual se está realizando la investigación.

Es de vital importancia mantener las condiciones ambientales óptimas a lo largo de la crianza. Es por ello, que se desarrolla un sistema de automatización para el control de temperatura de la avícola, determinando una banda estrecha entre 29°C a 31°C, si sobrepasa o es menor a esto puede provocar efectos dañinos en la salud de los pollos como morir por deshidratación o por frío debido a que esta primera semana empiezan a regular su temperatura corporal (Lahoz, 2006). De acuerdo con el estudio realizado para la crianza de los pollos en la avícola Florián se obtiene que la temperatura debe adecuarse cada cierto periodo de tiempo.

En la Tabla 1, se muestra los valores que se deben tener en cuenta según la edad en días y su temperatura adecuada.

Tabla 1

Temperatura según días de crecimiento de los pollos.

Edad (días)	Temperatura (°C)
1 - 7	28 – 32
8 - 14	26 - 28
15 - 21	24 – 26
22 - 28	22 – 25
29 - 35	20 – 22
36-sacrificio	20 – 22

Nota. Recuperado de “*Avicultura de Perú continúa creciendo este año 2019*”, de Gutierrez, 2019, Lima, Perú: Aviagen.

Los pollos tienen poca capacidad para disipar calor, la mayor pérdida de calor está regulada por el agua que expulsan durante la respiración o la excretada por las heces; por esto no pueden adaptarse rápidamente, ni comportarse correctamente ante las variaciones bruscas de temperatura, es decir a temperaturas extremas (muy alta o muy baja). Por ello, la cantidad de pollos alojados en el galpón debe sujetarse al tamaño y peso del pollo. (González, 2017).

El pollo al llegar al galpón, este no ocupa el 100% de su capacidad por lo que se debe conocer su densidad como lo indica en la Tabla 2, siendo luego expandida poco a poco según el paso de los días y el crecimiento del pollo.

Tabla 2

Densidad para los pollos.

Edad del Pollo (días)	Número de animales por m²
1	70 - 80 pollos/m ²
2 - 3	40 - 50 pollos/m ²
3 - 5	30 - 40 pollos/m ²
5 - 7	25 pollos/m ²
8 - 12	22 pollos/m ²
12 - 16	15 pollos/m ²
17 - 36	10 pollos/m ²

Nota. Recuperado de “*Diseño e implementación de sistema de monitoreo automatizado en granja avícola*”, de Castillo, G., Cruz, A., Gonzaga, E. & Luna, 2019, E., [S.l.], 7 (14), 122-136. ISSN 2387-0893, Revista de Investigación en Tecnologías de la Información, Barcelona, España.

De acuerdo a los requerimientos establecidos para el adecuado manejo del control de temperatura, se procede a realizar un diagrama de bloques con los dispositivos de censado, control y actuación que se van a utilizar en el proyecto.

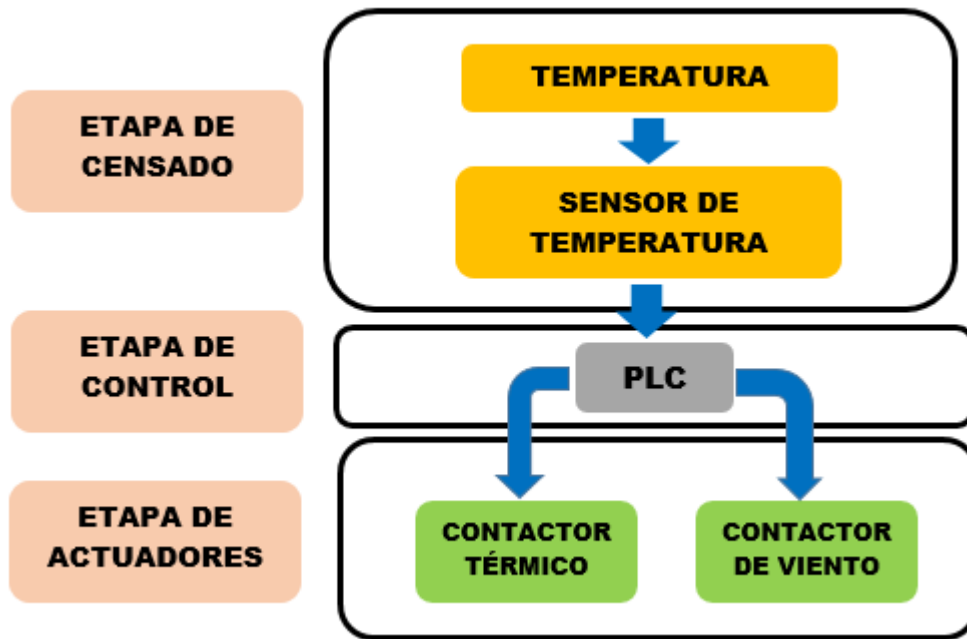


Figura 2. Diagrama del sistema de automatización.
Nota: Elaboración Propia.

La Figura 2 representa el diagrama de bloques, desde la recolección de la señal de temperatura hasta distribuirlos al sistema de ventilación y calefacción.

En la etapa de Sensado, cubre los sensores empleados en la medición de las variables necesarias para el control del proceso de temperatura, en este caso se utilizarán 5 sensores TS720-2UPN8-H1141, los cuales tendrán contactores LC1D80. La etapa de control será ejecutada mediante el Control Proporcional Integral Derivativo, que se encargan de recepcionar los datos medidos por los sensores y de acuerdo al software de programación se controlará la activación de los diferentes actuadores.

En la etapa de actuación, la componen todos los dispositivos capaces de cambiar las variables mediante su accionamiento, tanto el calefactor como el ventilador estarán conectados al controlador lógico programable para mantener el ambiente adecuado como se muestra en la tabla 3.

Tabla 3

Etapa de actuación

SENSOR	DESCRIPCIÓN	ACTUADOR
Temperatura	Temperatura Alta	Ventilador
	Temperatura Baja	Calefactor

Nota. Elaboración Propia.

En la Figura 3 el sistema de calefacción, consiste en utilizar 18 calefactores tipo campana, 9 en cada lado separado a una distancia de 8 metros para mantener el galpón en la temperatura adecuada.

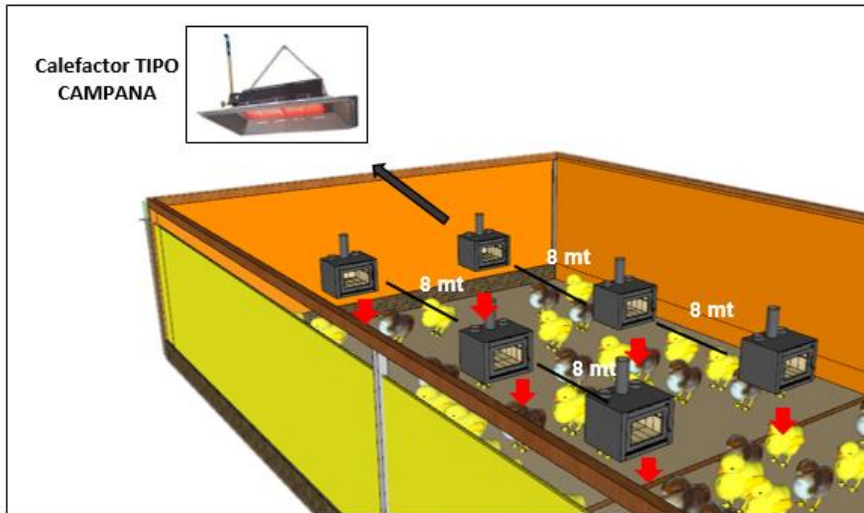


Figura 3. Sistema de ventilación.
Nota: Elaboración propia.

Por otro lado, en la figura 4, el sistema de ventilación consistirá en usar 15 ventiladores V Flo Fan Vertical, separados cada 5 metros, el cual serán colocados en la parte central del galpón, este llevará el aire hasta el techo y los esparcirá por los costados, de igual manera habrá un extractor de aire que hará que el flujo sea continuo y uniforme.

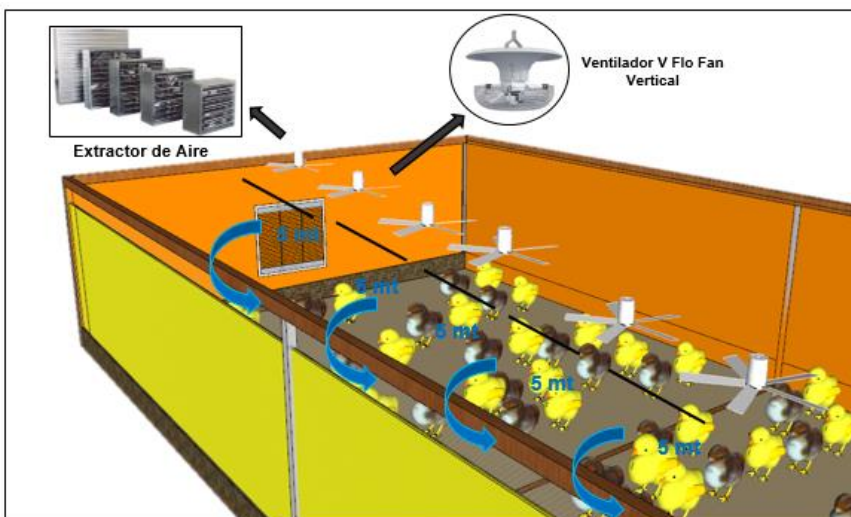


Figura 4. Sistema de calefacción.
Nota: Elaboración propia.

El software que se utilizará será Labview, tanto como diseño como para simulación. En este se podrá observar como el sensor es el encargado de recepcionar el dato de temperatura del ambiente, para luego enviar esto al PLC, el cual determina si se encuentra dentro de los parámetros establecidos (28° - 32°) hasta este punto tenemos dos opciones, la primera es si la temperatura se encuentra debajo de la establecida se emitirá una señal para que el sistema de calefacción comience a funcionar; la segunda es que si el ambiente se encuentra a una temperatura muy elevada, el sistema de ventilación puede disminuirla. Cuando se encuentre en la temperatura óptima, el PID será el encargado de mantener esta variable para el óptimo estado del galpón, evitando así alguna perturbación en la temperatura.

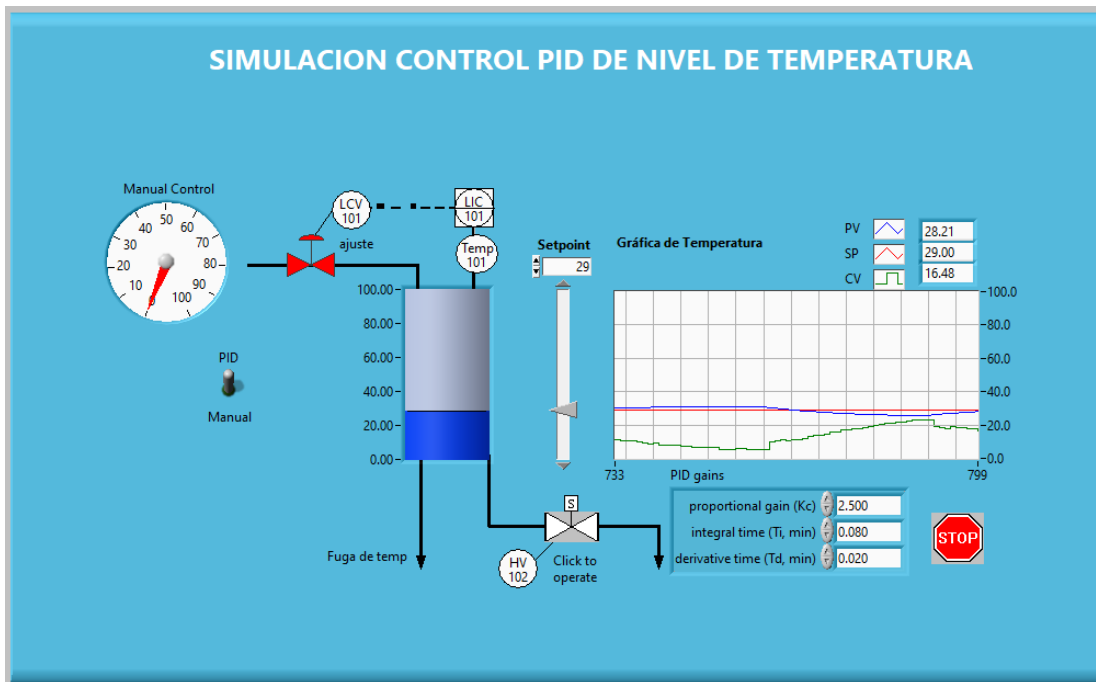


Figura 5. Panel frontal e interfaz gráfica.
Nota: Labview.

Figura 5 muestra el panel frontal de la simulación del labview para las distintas temperaturas que se aplicaran según el set point programado.

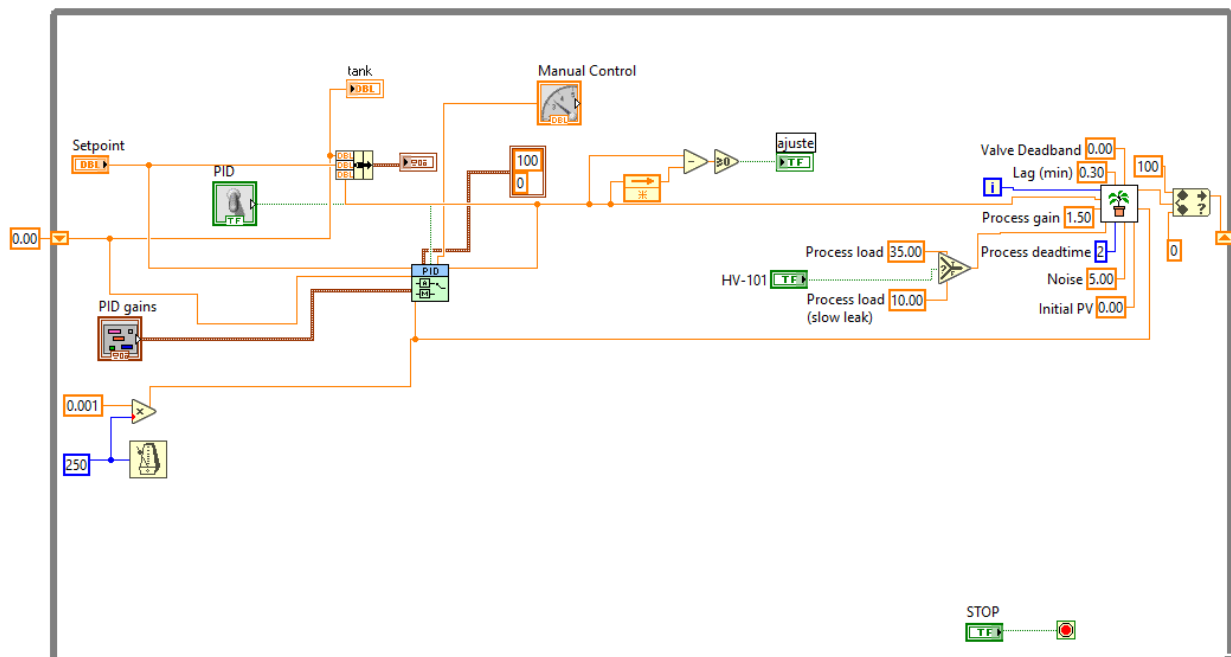


Figura 6. Diagrama de Bloques Interfaz gráfica.
Nota: Labview.

Figura 6 muestra el diagrama de bloque programado internamente mostrando las conexiones con el PID. El software Cade-Simu se empleó para demostrar la lógica cableada y programada del proyecto utilizando el PLC Logo, de igual manera mediante un PID integrado en este programador lógico ayuda a regular el control de la temperatura para el óptimo desarrollo de las aves.

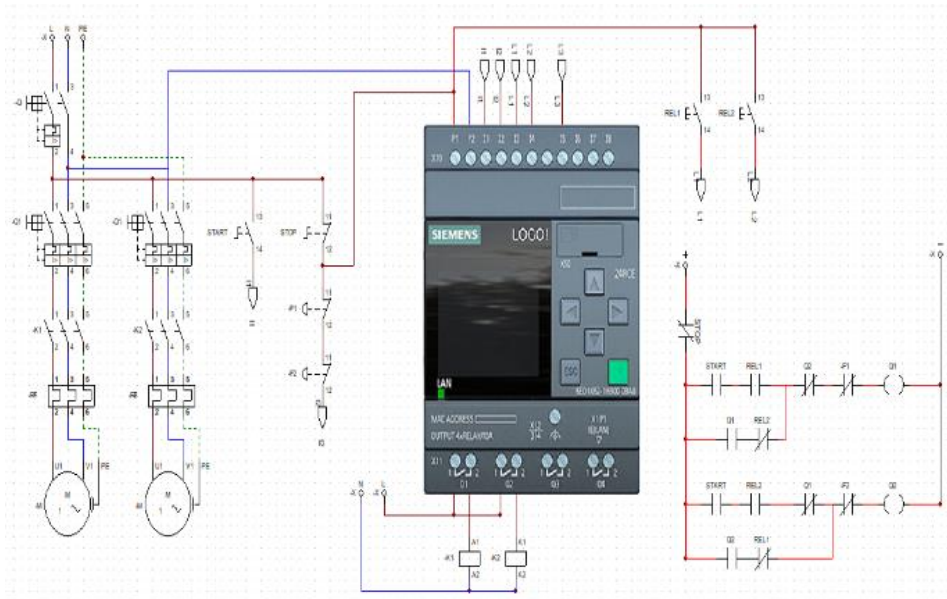


Figura 7. Lógica Cableada
Nota: CADE SIMU.

Figura 7 muestra el diagrama de las conexiones cableadas que debe tener el sistema de control de temperatura en CADE SIMU.

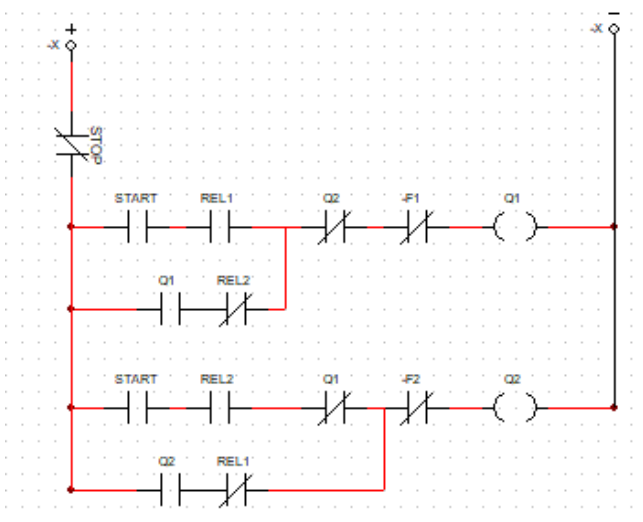


Figura 8. Lógica Programada.
Nota: CADE SIMU.

Figura 8 muestra la lógica programada para el accionamiento del sistema de ventilación y calefacción que debe tener el sistema de control de la temperatura.

Resultados

La temperatura adecuada para pollos de 1 a 7 días, según la tabla 01, es de 29°C por ello el valor mencionado es utilizado como temperatura base en la simulación. Se inicia con una temperatura de 0°C y se alcanza los 29°C a los 26 segundos, sin embargo, esta se mantiene en aumento 26 segundos más hasta alcanzar los valores entre 39°C - 38°C. Para el descenso toma unos 77 segundos, tomando un valor oscilante entre 28-29°C. Por último, a partir del segundo 207 se mantiene la temperatura de 29°C.

En un ambiente real, antes de ingresar a los pollos al galpón se debe estabilizar el ambiente ya que la variación de esta puede hacerles daño.

Desde los 8 a 14 días, la temperatura óptima disminuye a 27°C, de igual manera que en el proceso anterior, se vuelve a repetir el mismo patrón donde se empieza en 0°C, pero esta vez para alcanzar los 27°C se demoró 27 segundos teniendo un crecimiento hasta 35°C en 82 segundos más, para luego volver a la oscilación entre 27-26°C en 59 segundos adicionales. En el segundo 206 se alcanzó la temperatura deseada de 27°C.

Desde los 15 a 21 días, se debe mantener una temperatura de 25°C. En esta simulación el tiempo para alcanzar los 25°C fue de 29 segundos, alcanzando los 33°C en 30 segundos y reduciendo hasta la oscilación de 25-24°C en 62 segundos más. Se obtuvo la temperatura deseada a partir del segundo 194.

Desde los 22 a 28 días, la temperatura adecuada es de 23°C. Hasta llegar a este valor, se empleó 28 segundos, aumentó a 30°C en 36 segundos adicionales para bajar nuevamente hasta 23-22°C en 54 segundos. En el valor de 193 segundos se obtuvo las condiciones adecuadas para la edad de pollos mencionada.

De 29 días al sacrificio, la temperatura debe ser 21°C, para alcanzar este valor se tuvo una duración de 27 segundos, luego de 29 segundos más esta aumentó a 28°C, una vez alcanzado su valor máximo empieza la declinación a 21-20°C en 54 segundos. Este tiempo de oscilación demoró 76 segundos para que finalmente a los 187 segundos se obtenga la temperatura deseada.

Adicionalmente, se simuló una perturbación de fuga de energía de 10 segundos a la temperatura base de 29°C obteniendo de igual manera que en los resultados anteriores el mismo comportamiento, se inició en la temperatura base anteriormente mencionada con la salida de energía está bajo hasta 25°C en 40 segundos, sin embargo, le tomo 46 segundos para aumentar su temperatura hasta 32°C, pero presenta una disminución hasta 28-29°C en 105 segundos. Esta fluctuación termina en el segundo 191 donde se mantiene los 29°C.

Contrastando todas nuestras 5 primeras simulaciones, para poder alcanzar en un primer momento la temperatura base de 25°C fue la que más se empleó con 29 segundos y la temperatura 29°C fue la más rápida con 26 segundos. El periodo en aumento que más duró fue 42 de la temperatura 27°C y la menos duradera fue la de 29°C, además el tiempo de disminución más prolongado fue la de 29 °C y las más rápidas fueron 23 y 21 °C. El tiempo de recuperación para la temperatura deseada estuvo entre 71-76 segundos, siendo la temperatura 29 y 27°C las más pausadas. Para nuestro resultado de perturbación, el comportamiento mostrado a diferencia de las anteriores simulaciones, bajó de la línea base por la pérdida de energía para luego aumentar y superar esta, seguidamente disminuyó los valores y mantuvo una fluctuación de 83 segundos para luego estabilizar su temperatura.

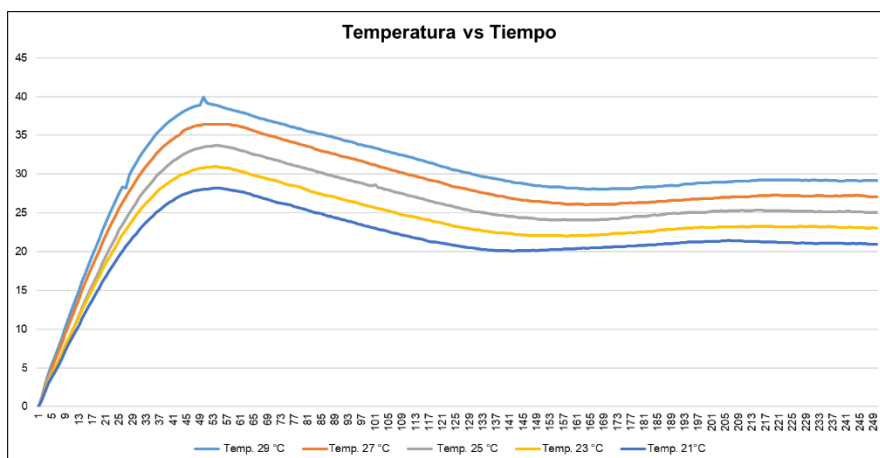


Figura 09. Temperatura vs Tiempo.

Nota: Elaboración propia.

Figura 9 Muestra la gráfica de Temperatura vs. Tiempo, según las 5 etapas de temperatura que se requiere para la crianza del pollo desde su que inicia hasta se sacrificio mostrado en la Tabla 1.

Discusión

A partir de los hallazgos encontrados, aceptamos la hipótesis que establece que el control de temperatura es un factor que contribuye a mejorar la crianza de los pollos dentro de un galpón.

Estos resultados guardan relación con lo que sostienen Castillo, Cruz, Gonzaga & Luna (2019), Salgado & Erazo (2015), Coy & Daza (2020), quienes señalan que es necesario diseñar un sistema de automatización que ayude a los productores avícolas donde la crianza se realiza de forma manual para que consigan un crecimiento óptimo de sus aves. Ello es acorde con lo que en este estudio se halla.

Pero, en lo que no concuerda el estudio de los autores referidos con el presente, es con Salgado & Erazo (2015), al no integrar en la automatización el Control Proporcional Integral Derivativo (PID) puesto que si debe hacerse ya que este ayuda a regular el control de la temperatura para el óptimo desarrollo de los pollos. En lo que tampoco se concuerda con los autores mencionados, es que no se considera en sus investigaciones la temperatura según días de crecimiento de los pollos, la cual es muy importante de tomar en cuenta para que los pollos no se enfermen o mueran.

Conclusiones

Se realizó un reconocimiento de los equipos técnicos de temperatura para reconocer cómo controlan las condiciones térmicas que cuenta el galpón, la estructura del galpón, el área de crianza de los pollitos y las condiciones en que se encuentra.

Se diseñó un sistema de control de temperatura para un galpón de pollos en la avícola Florián e hijos S.A.C teniendo en cuenta los rangos de temperatura adecuada según los días de crecimiento de los pollos que se encuentran en la (tabla 1) controlando las condiciones medioambientales de los pollitos con ayuda de un sistema de ventilación y calefacción guiándonos de la tabla 1 donde los rangos de temperatura a seguir son de 28 °C a 32 °C generado en el ambiente de 32 °C para pollitos de edad de que si sobrepasa se encenderá los ventiladores y evitar también que la temperatura baje a menos de 28 °C para ello se encenderá el calentador para aumentar la temperatura. Al final de la construcción del prototipo con circuito de control de temperatura, se verificó que no había necesidad de encender y apagar el calentador o ventilador, sino que se encendían y apagaban automáticamente según el rango de temperatura.

La automatización reemplaza el trabajo humano sobre el control de la temperatura de manera más precisa y con mejor calidad. Con el cambio automático de la temperatura, se logra mejorar el ambiente en el que se ha implementado.

Referencias

- Abdullah, S., Shukor, A., Saad, F., Ehkan, P. y Mustafa, H. (2016). *Nariz electrónica inalámbrica que usa un sistema GPRS / GSM para el clima de gallineros y el monitoreo y control de compuestos volátiles peligrosos*. 3rd International Conference on Electronic Design (ICED). 212-215, Doi: 10.1109/ICED.2016.7804639
- Amir, N., Abas, N., Azmi, A., Abidin, Z. y Shafie, A. (2016). *Sistema de monitoreo de granjas de pollos*. Conferencia internacional sobre ingeniería informática y de comunicaciones (ICCCE), 132-137, Doi: 10.1109 / ICCCE.2016.39
- Bai, Z., Guo, D., Li, S. y Hu, Y. (2017). *Análisis de campo de temperatura y humedad en un nuevo establo de curado de tabaco a granel basado en CFD*. *Sensors*, 17 (2), 279. <https://doi.org/10.3390/s17020279>
- Bloch, V., Barchilon, N., Halachmi, I. y Druyan, S. (2020). *Medición automática de la temperatura de los pollos de engorde por cámara térmica*. *Biosystems Engineering*, 199, 127-134, ISSN 1537-5110. <https://doi.org/10.1016/j.biosystemseng.2019.08.011>
- Castillo, G., Cruz, A., Gonzaga, E. & Luna, E. (2019). *Diseño e implementación de sistema de monitoreo automatizado en granja avícola*. *Revista de Investigación en Tecnologías de la Información*, [S.l.], 7

(14), 122 - 136. ISSN 2387 - 0893. Disponible en:
<https://www.riti.es/ojs2018/inicio/index.php/riti/article/view/200>

Coy, A. y Daza, E. (2020). *Desarrollo del control automático de temperatura para un galpón de aves de corral en la avícola optipollo*. (Trabajo de grado). Universidad Santo Tomás, Bogotá, Colombia. <http://hdl.handle.net/11634/21694>

Del Valle, J., Pereira, D., Neto, M., Almeida, L. y Salgado, D. (2021). *Índice de disturbios para estimar el confort térmico de las aves de corral*. Biosystems Engineering, 206, 123-134, ISSN 1537-5110, <https://doi.org/10.1016/j.biosystemseng.2021.03.018>

Fernandes, A.; de Lucca Sartori, D.; de Oliveira Morais, F.; Salgado, D. y Pereira, D. (2021). *Análisis de los comportamientos en racimo y disturbios de gallinas ponedoras alojadas en diferentes condiciones térmicas y longitud de onda de luz*. Animales. 11 (7). <https://doi.org/10.3390/ani11072017>

González, J. (2017). *Diseño e implementación de un control de temperatura y humedad para un prototipo de incubadora artificial de pollos*. Pontificia Universidad Javeriana, Cali. Artículo científico. <http://hdl.handle.net/11522/8610>

Guerra, E., Calvet, S., López, A. y Estellés, F. (2016). *Evaluación de alternativas en galpón de pollos de engorde para mejorar el confort de los animales*. ITEA Información Técnica Económica Agraria, 112 (4), 405- 420. <https://doi.org/10.12706/itea.2016.025>

Gutierrez, M. (02 May 2019). Avi News. Avicultura de Perú continúa creciendo este año 2019. Recuperado de <https://avicultura.info/avicultura-de-peru-continua-creciendo-este-ano-2019/>

Helio, A., Couto, R., Pascoli, M. y Cereda, A. (2019). *Estudio de la variación térmica ambiental en galpones avícolas causada por diferentes colores de cortinas utilizadas como cerramiento lateral*. Revista Internacional de Desenvolvimento Local. Vol. 20 – N° (4) <https://www.scielo.br/j/inter/a/5BGcXnSRWjM64gNhdFHHSsz/abstract/?format=html&lang=es>

Lahoz, D. (2006). *Control ambiental en Galpones de Pollos*. Engormix. Vol 1 – N° 23. <https://www.engormix.com/avicultura/articulos/control-ambiental-galpones-pollos-t25959.htm>

Matamoros, M. et al (2020). *Controlador PID de temperatura y humedad para un sistema de envolvente atmosférico de bioimpresora*. Macromachines 2020.11 (11), 999. <https://doi.org/10.3390/mi1111099>

Nalendra, A., Priyawaspada H., Nur Fuad M., Mujiono M. y Wahyudi D. (2021). *Sistema de monitoreo de la eficacia de la jaula de pollos de engorde de IoT al ver las reacciones de los pollos*. Journal of Physics: Serie de conferencias 1933 (1), 012097. <https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1742-6596/1933/1/012097>

Quezada, J., Flores, E., y Bautista, J., y Quezada, V. (2014). *Diseño e implementación de un sistema de control y monitoreo basado en HMI-PLC para un pozo de agua potable*. Ingeniería. Investigación y Tecnología, XV (1), 41-50. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1405774315300056>

Robinson, H., Tinoco, H., Osório, J., Souza, C., Coelho, D., Sousa, F. (2016). *Calidad del aire en galpón avícola con ventilación natural durante la fase de pollitos*. 20 (7), 660-665. Disponible en: <https://www.scielo.br/j/rbeaa/a/BNTw6GsJ4fP5dzsWPCgSVcP/?lang=es>

Salgado, V. y Erazo, D. (2015). *Diseño e implementación de un sistema de control de temperatura y humedad para un galpón de pollos de la avícola la Esperanza*. Repositorio Digital Universidad Técnica del Norte [Tesis de pregrado, Universidad Técnica del Norte]. <http://repositorio.utn.edu.ec/handle/123456789/3766>

Torres, I., Huerta, P. y Bautista, Z. (2018). *Actualización del PLC de un Sistema de Manufactura Integrada por Computador*. Revista de Sistemas y tecnología de información, 1(27), 18-35. <https://doi.org/10.17013/risti.27.18-35>

Vigoderis et al (2014). *Efecto del sistema de calefacción en la calidad de la cama de galpones de pollos de engorde en condiciones de invierno*. Vol. 1 (185), 36-40. <https://revistas.unal.edu.co/index.php/dyna/article/view/35762>