

ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL

ESCUELA DE FORMACIÓN DE TECNÓLOGOS

**DISEÑO DE LOS SISTEMAS DE AUTOMATIZACIÓN PARA LA
AMPLIACIÓN DE UNA GRANJA AVÍCOLA**

**TRABAJO PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE TECNÓLOGO EN
ELECTROMECAÁNICA**

HENRY FABRICIO VILLACÍS LÓPEZ

DIRECTOR:

ING. ALFONSO XAVIER BOADA ZURITA, MBA, MSC

CODIRECTOR:

ING. ROBERTO ULPIANO MEJÍA FLORES, MSC

Quito, diciembre 2017

DECLARACIÓN

Yo, Henry Fabricio Villacís López, declaro bajo juramento que el trabajo aquí descrito es de mi autoría; que no ha sido previamente presentada para ningún grado o calificación profesional; y, que he consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.

A través de la presente declaración cedo mis derechos de propiedad intelectual correspondientes a este trabajo, a la Escuela Politécnica Nacional, según lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual, por su Reglamento y por la normatividad institucional vigente.

Henry Fabricio Villacís López

CERTIFICACION

Certifico que el presente trabajo fue desarrollado por Henry Fabricio Villacis López, bajo mi supervisión.

Ing. Alfonso Xavier Boada, MBA MSc.

DIRECTOR DE PROYECTO

Ing. Roberto Ulpiano Mejía, Msc.

CO DIRECTOR DE PROYECTO

AGRADECIMIENTOS

A los docentes y profesionales de la ESFOT de la Escuela Politécnica Nacional por transmitir sus conocimientos y experiencia profesionales.

Al Ing. Alfonso Boada, por ser una guía y facilitador para que este proyecto se realice.

Al Ing. Roberto Mejía por motivar el emprendimiento en nuestras profesiones.

DEDICATORIA

A mis padres Julio y Cecilia.

ÍNDICE DE CONTENIDO

Declaración	ii
Certificación	iii
Agradecimientos	iv
Dedicatoria.....	v
Resumen	1
Abstract.....	2
Capítulo 1	3
Introducción	3
1.1 Planteamiento del Problema.....	4
1.2 Justificación	5
1.3 Alcance	5
1.4 Objetivo general	6
1.5 Objetivos específicos.....	6
1.6 Metodología.....	6
Capítulo 2	7
Marco teórico	7
2.1 Fundamentos de avicultura	7
2.1.1 Apuntes históricos sobre la avicultura en Ecuador	7
2.1.2 Producción de huevos.....	8
2.1.3 Producción de carne	9
2.1.4 Producción de huevos en Ecuador.....	10
2.1.5 Producción de pollo para carne en Ecuador.....	10
2.1.6 Climatización.....	11

2.1.7 Temperatura	12
2.1.8 Iluminación.....	13
2.2 Infraestructura y equipamiento de uso en avicultura	15
2.2.1 Silos	15
2.2.2 Comederos	15
2.2.3 Conductores eléctricos.....	18
2.2.4 Motor eléctrico	18
2.2.5 Plataforma Arduino	19
2.2.6 Arduino mega 2560.....	19
2.2.7 Sensor de temperatura LM35.....	20
2.2.8 Fotorresistencia (LDR)	21
2.2.9 Software LabVIEW.....	22
2.2.10 Interfaz Humano Máquina (HMI)	23
2.3 Marco legal para granjas avícolas	23
Capítulo 3	27
Análisis de las instalaciones actuales de la granja avícola el vergel.....	27
3.1 Antecedentes	27
3.2 Dimensiones del galpón	28
3.3 Condiciones climáticas externas al galpón.	28
3.4 Instalaciones electromecánicas actuales.....	31
3.4.1 Circuitos derivados.....	31
3.4.2 Protecciones eléctricas	32
3.4.3 Canalizaciones subterráneas	33
3.4.4 Mecanismos de Ventilación actual	34
3.4.5 Calefacción de la granja avícola.....	35
3.4.6 Sistema de iluminación actual.....	35

3.5	Requerimientos para la selección de un ventilador en la industria avícola	37
3.6	Requerimientos para la selección del sistema de iluminación para el galpón de la granja avícola	38
3.6.1	Flujo luminoso.....	39
3.6.2	Tipos de luminarias	39
3.6.3	Ubicación de las luminarias.....	40
3.6.4	Comparaciones técnicas de sistemas automatizados para granjas avícolas..	40
Capítulo 4	43
Diseño de los sistemas automatizados para la granja avícola el Vergel.....		43
4.1	Software LabVIEW	43
4.2	Filosofía LabVIEW.....	43
4.2.1	Elementos de LabVIEW	44
4.2.1.1	Panel frontal	44
4.2.1.2	Diagrama de bloques.....	45
4.2.1.3	Tipos de controles	46
4.2.1.4	Entorno de programación en LabVIEW.....	47
4.2.1.5	Datos booleanos.....	47
4.2.1.6	Datos numéricos.....	47
4.2.1.7	Datos Alfanuméricos (strings).....	48
4.2.1.8	Estructura de control.....	48
4.2.1.9	While loop.....	48
4.3	Diseño del control automático de temperatura.....	49
4.3.1	Programación del control de temperatura	52
4.4	Diseño del control de iluminación	55
4.4.1	Diseño del control automático de luces exteriores.....	55
4.4.2	Diseño del control automático de luces interiores	56

4.5 Diseño del sistema automático de cortinas.....	59
4.5.1 Programación del control automático de cortinas	60
4.6 Comunicación.....	62
4.7 Realización del ejecutable	63
Capítulo 5	66
Resultados.....	66
5.1 Simulación en el programa	66
5.1.1 Compilación del diseño	66
5.1.2 Simulación del programa.....	67
5.1.2.1 Temperatura en el recinto inferior a 15.68 °C.....	67
5.1.2.2 Temperatura en el recinto inferior a 21.56°C	68
5.1.2.2 Temperatura en el recinto superior a 25 °C	69
5.1.2.3 Levantamiento automatizado de cortinas.....	70
Conclusiones	72
Recomendaciones	73
Referencias bibliografías.....	74
Anexos.....	78
Anexo C: Implementación de la maqueta.....	88

INDICE DE FIGURAS

<i>Figura 1.</i> Jaula vertical para cría de aves.....	8
<i>Figura 2.</i> Galpón de aves.....	9
<i>Figura 3.</i> Producción de huevos en Ecuador.....	10
<i>Figura 4.</i> Producción de carne de pollo en Ecuador.....	11
<i>Figura 5.</i> Ventilación automatizada para una granja avícola.....	12
<i>Figura 6.</i> Temperatura corporal del ave.....	13
<i>Figura 7.</i> Espectro electromagnético visible en las aves.....	14
<i>Figura 8.</i> Silos.....	15
<i>Figura 9.</i> Comedero Manual.....	16
<i>Figura 10.</i> Comedero manual 16kg.....	16
<i>Figura 11.</i> Comedero manual 8kg.....	17
<i>Figura 12.</i> Comedero de 10kg.....	17
<i>Figura 13.</i> Comedero automático.....	18
<i>Figura 14.</i> Motor eléctrico para abertura y cierre de cortinas.....	19
<i>Figura 15.</i> Fotorresistencia.....	21
<i>Figura 16.</i> Panel de maniobras de LabVIEW.....	22
<i>Figura 17.</i> Interfaz Humano Maquina.....	23
<i>Figura 18.</i> Ubicación de la granja avícola.....	27
<i>Figura 19.</i> Parroquia de Puéllaro.....	29
<i>Figura 20.</i> Ciclorama de Puéllaro.....	30
<i>Figura 21.</i> Diagrama de temperatura Puéllaro.....	30
<i>Figura 22.</i> Sub alimentadores actuales.....	31
<i>Figura 23.</i> Protecciones inadecuadas del circuito de iluminación.....	32
<i>Figura 24.</i> Canalizaciones subterráneas.....	33

<i>Figura 25.</i> Sistema de apertura manual de ventilación.....	34
<i>Figura 26.</i> Sistema de calefacción actual.....	35
<i>Figura 27.</i> Sistema de iluminación actual.....	36
<i>Figura 28.</i> Lámpara incandescente del circuito de iluminación.....	37
<i>Figura 29.</i> Temperatura de las aves dentro del galpón	37
<i>Figura 30.</i> Diferencia en iluminación en galpón avícola.....	39
<i>Figura 31.</i> Tipos de luminarias	40
<i>Figura 32.</i> Panel frontal y diagrama de bloques de LabVIEW	44
<i>Figura 33.</i> Panel frontal de un control de una instalación solar térmica.....	45
<i>Figura 34.</i> Diagrama de bloques de una instalación solar térmica	45
<i>Figura 35.</i> Indicadores y controles en LabVIEW.....	46
<i>Figura 36.</i> Selección de pulsador booleano	47
<i>Figura 37.</i> Estructura While loop	48
<i>Figura 38.</i> Diseño del sistema de ventilación	49
<i>Figura 39.</i> Indicadores gráficos y numéricos de temperatura	50
<i>Figura 40.</i> Función Waveform chart	51
<i>Figura 41.</i> Función termómetro en LabVIEW	52
<i>Figura 42.</i> Programación gráfica del sistema de ventilación.....	53
<i>Figura 43.</i> Funciones de comparación en Labview	53
<i>Figura 44.</i> Funciones lógicas en LabVIEW.....	54
<i>Figura 45.</i> Diseño del sistema de ventilación	55
<i>Figura 46.</i> Diseño del sistema exterior de iluminación.....	56
<i>Figura 47.</i> Función de cadena de fecha / hora en LabVIEW	56
<i>Figura 48.</i> Función de control de cadenas	57
<i>Figura 49.</i> Panel frontal del sistema automatizado.....	57

<i>Figura 50.</i> Programación gráfica del sistema de iluminación.....	58
<i>Figura 51.</i> Indicador de activación del sistema interna de iluminación	59
<i>Figura 52.</i> Panel de control e indicadores de activación de cortinas	60
<i>Figura 53.</i> Programación del sistema automático de apertura y cierre de cortinas.....	61
<i>Figura 54.</i> Indicadores de Cortinas abiertas en panel de control.....	62
<i>Figura 55.</i> Comunicación entre microprocesador y computador.....	62
<i>Figura 56.</i> Creación del ejecutable en LabVIEW	63
<i>Figura 57.</i> Determinación de la ubicación del ejecutable.....	64
<i>Figura 58.</i> Construcción del ejecutable	65
<i>Figura 59.</i> Ubicación del ejecutable	65
<i>Figura 60.</i> Barra de herramientas.....	66
<i>Figura 61.</i> Icono de Ejecución.....	66
<i>Figura 62.</i> Programa en funcionamiento	67
<i>Figura 63.</i> Ejecutable del diseño	68
<i>Figura 64.</i> Ejecutable del diseño	69
<i>Figura 65.</i> Ejecutable del diseño	70
<i>Figura 66.</i> Funcionamiento del sistema automático de apertura y cierre.....	71

INDICE DE TABLAS

Tabla 1 Resistividad de materiales conductores	18
Tabla 2 Características de Arduino Mega 2560.....	20
Tabla 3 Características de LM35	21
Tabla 4 Características de la fotorresistencia.....	22
Tabla 5 Dimensiones del galpón	28
Tabla 6 Condiciones óptimas de temperatura	38
Tabla 7 Características del Logo 8.....	40
Tabla 8 Características del mega 2560.....	42

RESUMEN

La granja avícola El Vergel se encuentra ubicada en la provincia de Pichincha, parroquia de Puéllaro, siendo su principal actividad la crianza de aves para el consumo humano. Actualmente la granja avícola en mención posee equipos mecánicos y electromecánicos antiguos y no automáticos. El presente proyecto abarca la automatización de los principales procesos que intervienen en la crianza de las aves, siendo su principal finalidad presentar una propuesta de automatización que, cumpliendo con las normas establecidas por los organismos de control y vigilancia, permita al momento de su posterior implementación, generar una importante reducción de costos, contribuyendo así a optimizar el uso de recursos de la granja y salvaguardando la vida e integridad de los operadores y personal de mantenimiento.

A continuación se menciona el contenido de los capítulos que conforman este proyecto.

En el **Capítulo 1**, se indica el planteamiento del problema, la justificación, el alcance, el objetivo general, los objetivos específicos y la metodología que se utilizará para el desarrollo de este trabajo.

En el **Capítulo 2**, se explica la historia de la avicultura en el Ecuador, tipos de producción en granjas avícolas dentro de las cuales se destaca la producción de huevos y carne de pollo para el consumo humano. Además en el mismo capítulo se detalla conceptos sobre la avicultura y equipos que intervienen en la alimentación, iluminación y ventilación en una granja avícola.

En el **Capítulo 3**, se detalla la situación actual de la granja avícola, en la que se presenta las faltas cometidas a las normativas vigentes de la construcción civil y eléctrica, las mismas que ponen en peligro la seguridad de los trabajadores.

En el **Capítulo 4**, se presenta el diseño de los sistemas automatizados de ventilación, iluminación exterior e interior y apertura y cierre de cortinas. En él se indica paso a paso la programación en el software de automatización y control LabVIEW, el mismo que utiliza programación gráfica que ofrece al usuario un entorno amigable para su uso.

En el **Capítulo 5**, se discuten los resultados alcanzados en la simulación e implementación en una maqueta construida para tal fin, lo cual se detalla en el anexo C.

ABSTRACT

The objective of this work is to design the automation systems for the expansion of a poultry farm using an electronic card that will fulfill the same functions of a PLC at a lower cost. This project covers the automation of the main processes involved in raising chickens, its main purpose being to present an automation proposal that, in compliance with the standards established by the control and surveillance agencies, allows for its subsequent implementation, generate a significant reduction of costs, thus contributing to optimize the use of farm resources and safeguarding the life and integrity of the operators and maintenance staff, it is located the Puéllaro Parish in the Province of Pichincha, for which A brief study of the current situation and the needs of automation. Presents itself a study that determined the choice of the Arduino card for automation of the main processes involved in raising chickens.

CAPÍTULO 1

INTRODUCCIÓN

La industria avícola en el Ecuador ha tenido un crecimiento significativo durante los últimos años. Según el censo realizado por el INEC, en el año 1990 el consumo per cápita de carne y huevos fue 7kg y 90 huevos respectivamente. En el 2011 el consumo fue de 32 kg y 140 huevos respectivamente. Esto ha obligado a que la industria avícola tecnifique sus procesos de producción, comercialización y distribución con el fin de optimizar recursos. La industria avícola en el Ecuador es una de las principales fuentes generadoras de plazas laborales, ya que la crianza de las aves implica un conjunto de procesos de producción que va desde la germinación de semillas, continuando con la crianza y finalizando con el faenamiento de las aves. Según la Corporación Nacional de Avicultores esta industria genera alrededor de 25000 plazas laborales directas y 50000 plazas laborales indirectas. (CONAVE, 2014)

En la actualidad la industria avícola ecuatoriana requiere la automatización de procesos que permitan realizar operaciones de supervisión y control de tareas a distancia. Uno de los factores que impiden la automatización en este tipo de industria es el económico, ya que la inversión en un proyecto de automatización es alta debido al alto costo de controladores lógicos programables. (Ortega Kirby, 2015). Por esta razón el presente proyecto se realizará utilizando una tarjeta electrónica que cumplirá las mismas funciones de un PLC a un costo más bajo.

El diseño se realizará utilizando el software LabVIEW, el cual permite realizar una programación gráfica utilizando elementos de medición y control similares a los objetos en la realidad, basándose en las características y requerimientos de la granja avícola el Vergel situada en la parroquia de Puéllaro, provincia de Pichincha. Además de implementar un interfaz, este sistema permite la optimización de recursos económicos y energéticos, debido a que se controla todos los procesos desde un ordenador en cualquier momento.

1.1 Planteamiento del Problema

La granja avícola El Vergel se encuentra ubicada en la provincia de Pichincha cantón Quito, parroquia de Puéllaro. Su actividad económica es la crianza de aves para consumo humano. Actualmente cuenta con elementos mecánicos y eléctricos no automatizados para su funcionamiento. Esto ocasiona que el ciclo de crecimiento del ave se vea afectado por la dependencia que presenta el accionamiento de las máquinas y/o dispositivos electromecánicos, que deben hacerse manualmente. De mantenerse esta problemática se estima que la productividad de la granja avícola caiga significativamente y los costos de producción se incrementen (Barrios, 2010).

Mediante visitas técnicas efectuadas a la granja, se detectó los procesos que son susceptibles de ser automatizados con el fin de optimizar recursos, siendo éstos la ventilación, la iluminación y la alimentación.

En cuanto a la ventilación, la granja avícola cuenta con un sistema manual para la ventilación de los galpones que consiste en retirar manualmente unos saquillos todas las mañanas para la ventilación y evacuación del aire contaminado de los galpones que albergan a las aves. Al no evacuarse el aire contaminado que contiene amoníaco, dióxido de carbono, monóxido de carbono, polvo y humedad del recinto que alberga las aves, éstas podrían morir por asfixia. Se propone la instalación de un sistema que elevará automáticamente los saquillos que sirven para mantener la temperatura del recinto en las horas de la noche y madrugada. El funcionamiento de este sistema consistirá en accionar un motor eléctrico mediante el ingreso de horas de apertura y cierre de las cortinas en un programa diseñado en el software LabVIEW.

Respecto a los sistemas de iluminación, la granja no cuenta con un circuito automatizado de iluminación exterior, lo que ocasiona que el personal a cargo tenga dificultad de operar en horas de la noche y madrugada para realizar mantenimientos preventivos y correctivos. Se propone la instalación de un sistema que encienda las luminarias automáticamente para realizar labores de mantenimiento cuando la luz natural sea deficiente y se detecte la presencia del personal y apagarlas cuando ésta se encuentre presente. Con relación a la iluminación interior, los galpones cuentan con lámparas que sustituyen a la luz natural dentro de él, la misma que sirven para estimular el ciclo de crecimiento del ave. La iluminación es uno de los factores más importantes en el ciclo de crecimiento de las aves. Ellas perciben la luz en longitudes de onda que van desde 315 nm hasta 750 nm, y cuando son sometidas a períodos largos de exposición

a la luz se vuelven agresivas, y por el contrario si la luz es deficiente, esto causa un retardo en el inicio del ciclo de reproducción sexual en las aves. Actualmente, el circuito de iluminación se controla de manera manual lo que causa que no se tenga un control de las horas a las cuales están sometidas las aves a una iluminación artificial, además de que el inadecuado manejo por parte de los operadores de la granja al no desconectar el circuito de iluminación causa un consumo innecesario y pagos excesivos en facturación de la planilla de electricidad.

1.2 Justificación

Con la mejora en la ventilación se han de reducir los niveles de amoniaco que pueden producir quemaduras en las patas, bajo peso corporal, lesiones en la piel y lesiones en los ojos. El dióxido de carbono y la humedad generan enfermedades crónicas del tracto respiratorio. (SESA, 2016)

La implementación del sistema de iluminación exterior incrementará el nivel de respuesta de los operadores de mantenimiento, además de mejorarse el nivel de seguridad en los predios de la granja avícola. El sistema de iluminación interior es esencial debido al efecto que tiene la luz sobre el sistema reproductivo del ave y cuya deficiencia ocasiona una madurez sexual prematura. El atributo de una iluminación ajustada al campo visual de la gallina es mejorar el consumo regular de alimento y acceso al agua, lo que genera aumento en su masa corporal y un mayor porcentual de postura (entre un 5 y 6%), además de incidir directamente en el tamaño y peso del huevo. Los ojos de las gallinas son fotosensibles y transmiten impulsos eléctricos al hipotálamo, inducidos por la intensidad lumínica y duración de forma natural o artificial. Cuando se logra el estímulo del hipotálamo éste libera hormonas de la glándula pituitaria que causa el crecimiento y desarrollo de los ovarios en las gallinas. (Misset, 2001)

1.3 Alcance

El presente trabajo consta de la elaboración del diseño de los sistemas automatizados para la granja avícola El Vergel ubicada en la Parroquia de Puéllaro, la programación del control en LabVIEW, la elaboración de un manual de usuario que permitirá el correcto uso del sistema y la implementación del sistema en una maqueta y como se muestra en los anexos B y C respectivamente.

1.4 Objetivo general

Realizar el diseño de los sistemas de automatización para la ampliación de una granja avícola.

1.5 Objetivos específicos

- Determinar los requerimientos de la granja avícola.
- Realizar el diseño de los sistemas de automatización: ventilación e iluminación.
- Realizar comparaciones técnicas de los sistemas automatizados para granjas avícolas.
- Realizar el diseño eléctrico de la nueva etapa de la granja avícola.

1.6 Metodología

Para cumplir con el propósito final de investigación, se realizará una investigación tipo exploratorio.

Para determinar los requerimientos de la granja avícola, se coordinará y realizará visitas técnicas en el sitio, con el fin de verificar el funcionamiento de la granja avícola para determinar los equipos a intervenir en la automatización de la granja. Además se establecerá la posición geográfica, clima y otros factores que contribuyen al desarrollo de la propuesta de automatización de la granja avícola.

Luego se detallará la historia de la avicultura en el país y conceptos básicos que intervienen en el proceso de crianza de las aves.

A continuación se investigará la situación actual de las granjas avícolas automatizadas en el Ecuador, con el objetivo de establecer los lineamientos para el diseño del presente proyecto.

Finalmente se realizará el diseño del proyecto y se analizará el uso de los equipos existentes en la granja con el fin de evitar gastos adicionales.

CAPÍTULO 2

MARCO TEÓRICO

2.1 Fundamentos de avicultura

2.1.1 Apuntes históricos sobre la avicultura en Ecuador

La avicultura es el proceso de crianza de aves ya sean en corral o en galpones industriales con el fin de proveer productos de alto grado proteínico en un corto período de tiempo. Estas aves pueden ser: gallinas, patos, avestruces, codornices, pavos, palomas, entre otras. La avicultura es una de las actividades más antiguas desarrolladas por el hombre, es así que desde la prehistoria se aprovechó la crianza de las aves de corral para el consumo humano. En la edad media la provisión de huevos y carne se lo hacía mediante animales domesticados siendo una abundante fuente de proteínas la carne de pollo, por lo que fue considerado como una de los platos exquisitos de la época. (Frechoso, 2012)

El Ecuador desde sus inicios como República ha basado su economía en la agricultura. Hasta la década de los años 70 la agricultura fue uno de pilares fundamentales en la economía del país, siendo un de las mayores fuentes generadoras de empleo, aportando un 28% del PIB, lo que hasta entonces el sector petrolero y la industria aportaba con 0% y 4% respectivamente. Paralelamente a esto se empezaron a desarrollar varias actividades complementarias, tales como la ganadería, avicultura y pesca. (Stewart & Mónica, 1991).

La avicultura en el Ecuador a nivel comercial e industrial tiene sus inicios en los años 1940-1950. El objetivo fue incentivar a la población en la creación de granjas avícolas familiares, para lo cual mediante un acuerdo entre los gobiernos de España y Ecuador, se estableció la asesoría técnica de profesionales españoles para la instalación y puesta en marcha de este tipo de actividad económica. En la década de los 70 se establece la crianza de aves en el Ecuador como una industria, ya que se tecnificaron los procesos de producción utilizando las primeras máquinas en este proceso productivo. (Avesca, 2017). En esta época hubo una caída significativa de la producción ya que se rumoraba entre la población, que en la crianza del ave se utilizaba hormonas en cantidades excesivas y nocivas para el ser humano.

Desde 1980 hasta la actualidad se están automatizando los procesos en la industria avícola con el fin de optimizar recursos y energía, con lo cual se reducirán costos de producción.

En el Ecuador la producción de aves de corral (gallinas, patos, pavos, avestruces, codornices) se realiza de dos maneras diferentes:

- En planteles avícolas formales: 78.17%
- Crianza de aves en el campo: 21.83%

La producción de aves tipo gallina en el país supera ampliamente la producción de cualquier otro tipo de aves. Para facilidad en su tratamiento y análisis, a la industria avícola ecuatoriana se la divide en producción de huevos y producción de carne (Ecuador en cifras , 2013).

2.1.2 Producción de huevos

Este campo de especialización en la industria avícola abarca únicamente la producción de huevos para la comercialización. Para este sector productivo, las aves son albergadas en jaulas en batería vertical especiales para la producción de huevos. El ave empieza su ciclo de producción de huevos a las 20 semanas de edad y lo continúa durante un año. La alimentación se realiza mediante un sistema que contiene un comedero para cada piso conectado a unos distribuidores que a su vez está conectados a una tolva.

Por otro lado, en el proceso de crianza para la producción de huevos la iluminación es muy importante debido a que la luz estimula la parte reproductiva del ave. Las aves perciben periodos de luz entre 12-16 horas al día.

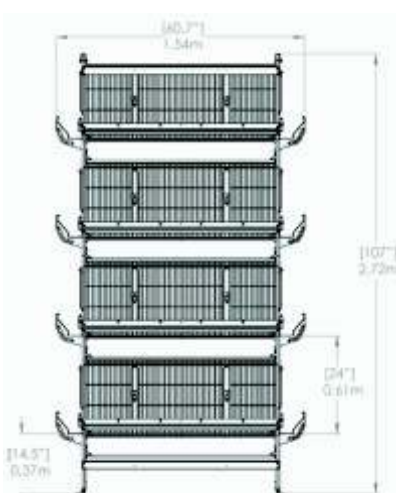


Figura 1. Jaula vertical para cría de aves
Fuente: (Alaso, 2013)

2.1.3 Producción de carne

La crianza de aves para consumo humano se realiza en galpones o naves industriales. Este modo es exclusivo para producción de carne, y su finalidad es que las aves ganen mayor masa muscular en corto tiempo. El tiempo aproximado en la crianza del ave de raza boiler es de 7 semanas.

A diferencia del proceso de producción de huevos, en este caso las aves no se encuentran en jaulas sino en el piso del galpón con una capa protectora aislante, generalmente de aserrín, para evitar el contacto directo de las patas del ave con el piso con el fin de que su temperatura corporal no descienda a valores críticos inferiores a 10°C. Dentro del proceso de crianza de las aves, el control de la temperatura es imprescindible, debido a que si la temperatura en el recinto es baja, las aves ingieren mayor cantidad de alimento a la recomendada por el médico veterinario. Por el contrario, si la temperatura del recinto excede de los valores normales el ave no ingiere alimento con lo cual se puede llegar a tener una población de aves desnutridas.

En este proceso se prioriza que las aves adquieran el mayor peso por la ingesta de granos convirtiéndose en carne para el consumo humano en tiempos cortos. Una de las características de este tipo de producción es que las partes de las aves tales como la pechuga y sus piernas, son abundadas en carne.



Figura 2. Galpón de aves
Fuente: (Chiappe, 2010)

2.1.4 Producción de huevos en Ecuador

Según el censo avícola ecuatoriano realizado en 2006, la zona con mayor producción de huevos en el territorio ecuatoriano fue Tungurahua con el 49% de la producción del país, seguido de Manabí con el 22%. En tercer lugar se ubicó la provincia de Pichincha y en cuarto la provincia de Cotopaxi. La producción conjunta de estas 4 provincias alcanzó la cifra de 2500 millones de huevos producidos al año.

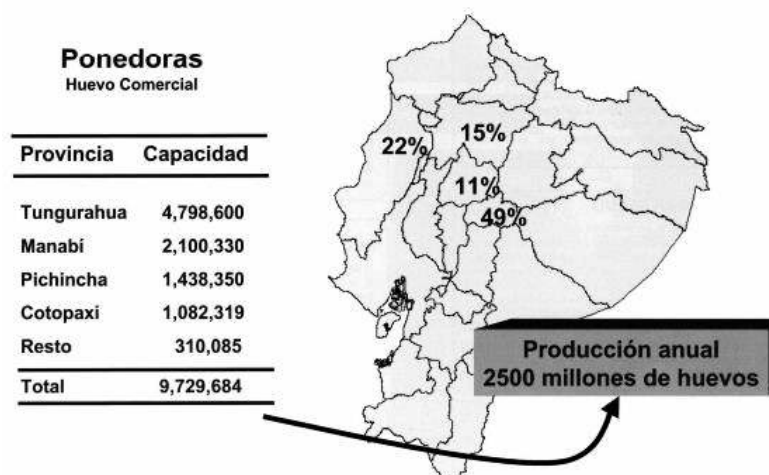


Figura 3. Producción de huevos en Ecuador
Fuente: (Edifarm, 2007)

2.1.5 Producción de pollo para carne en Ecuador

Según el mismo censo avícola mencionado en el numeral anterior, la capacidad de producción promedio anual de aves para el consumo humano estuvo entre 140-155 millones de pollos, siendo Pichincha una de las principales provincias aportando con un 27% de la producción nacional. Existen varios factores para que la provincia de Pichincha aporte este porcentaje, siendo los más importantes la ubicación geográfica y el factor climático. Al estar la capital de la República ubicada en la provincia de Pichincha, las mayores firmas comerciales, tales como Pronaca, Pofasa (Pollo favorito), Incubadora Nacional entre otras, se han establecido en esta provincia. Además, la provincia tiene una ubicación estratégica que facilita la distribución de la producción a nivel nacional por su conexión directa con la sierra norte, centro y sur. El factor climático en Pichincha contribuye a la crianza de aves porque las temperaturas en la sierra son más bajas que en la costa, y la sensación térmica de las aves se encuentra más cercana a su temperatura corporal óptima.

Adicionalmente, es importante mencionar que la carne blanca es uno de los cárnicos más aceptados en los hogares de las familias ecuatorianas. Las ventajas que posee este tipo de carne son, entre otras, alto valor proteínico y un precio de venta competitivo.

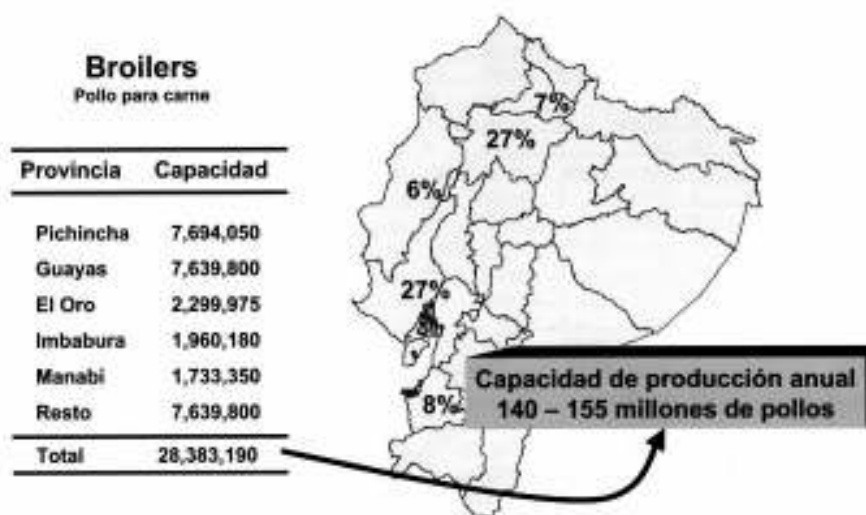


Figura 4. Producción de carne de pollo en Ecuador
Fuente: (Edifarm, 2007)

2.1.6 Climatización

En la crianza de aves el mantener una atmósfera controlada durante el proceso de crianza garantiza una carne saludable y de alta calidad. Por ello, la temperatura en el recinto debe ser controlada con elementos mecánicos y eléctricos tales como ventiladores, extractores y calefactores, los cuales pueden actuar de manera automática según las condiciones de temperatura internas del galpón. Cuando la temperatura interna del galpón desciende a valores críticos el ave puede contraer enfermedades, en tal caso, se deben activar los calefactores y ventiladores. Por el contrario, cuando la temperatura alcance valores por encima del valor promedio se deben encender automáticamente los ventiladores y los extractores. Y cuando la temperatura se encuentre en niveles promedio se deben activar los ventiladores con intermitencia con el fin de mantener el aire renovado. Lo descrito en este párrafo constituye un sistema de climatización elemental que puede implementarse en cualquier tipo de granja, como se observa en la figura 5.

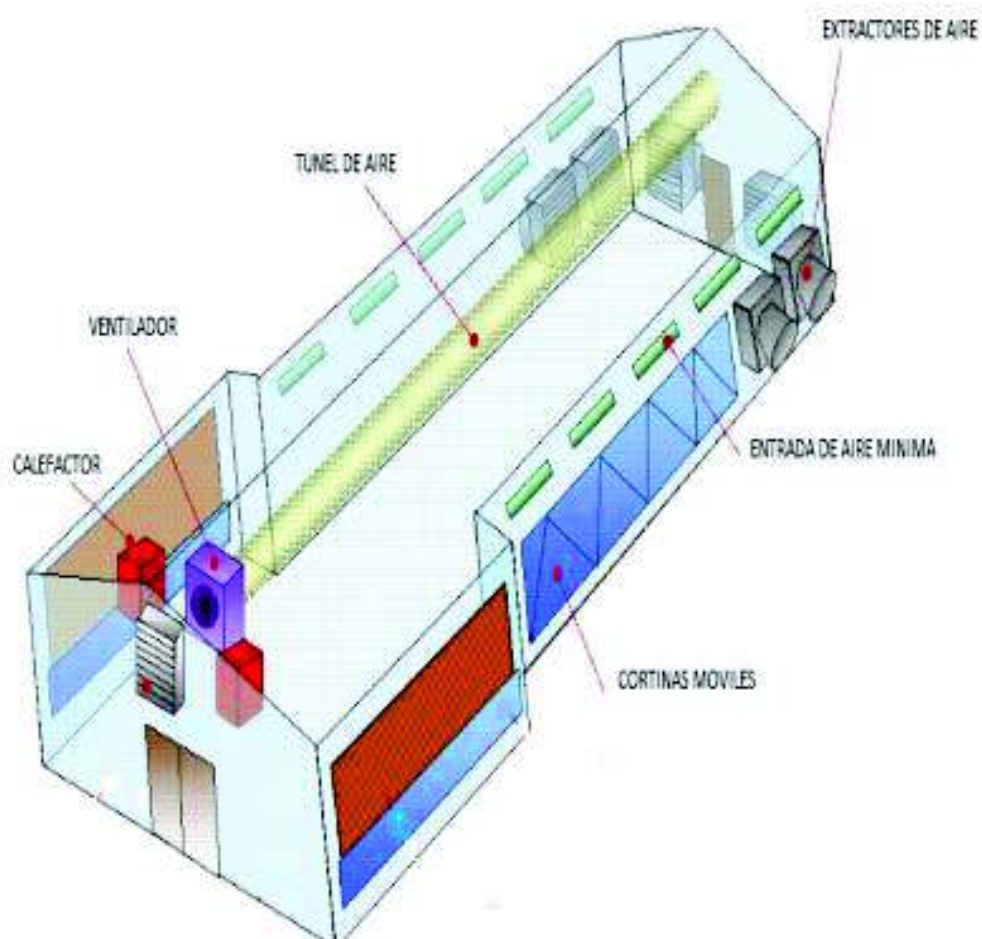


Figura 5. Ventilación automatizada para una granja avícola
Fuente: (Gutiérrez, 2013)

2.1.7 Temperatura

La temperatura a la que se encuentre el recinto que alberga a las aves determina la cantidad de alimento a ser suministrado, así como el nivel de estrés, enfermedades respiratorias y desnutrición. Existen niveles de temperatura mínimos y máximos en los cuales el consumo de alimento puede aumentar o disminuir. A menos de 10°C , el ave empieza a ingerir mayor cantidad de alimento para regular su temperatura interna.

Para mantener un adecuado nivel de temperatura se requiere la coordinación de dos procesos, que son el de calefacción y ventilación, a fin de regular el ambiente y evitar el consumo excesivo de alimento de las aves. Cuando la temperatura se encuentra entre los 24 y 26°C las

aves se encuentran en la zona de confort térmico. En esta temperatura el ave consume el alimento necesario para el crecimiento óptimo.

Entre los 27 y 30 °C se considera como temperatura crítica. En este rango el ave no consume alimento pero aumenta el consumo de agua en exceso con el fin de regular la temperatura corporal. Esto se debe a que las aves no poseen glándulas sudoríparas, siendo uno de los síntomas que el ave presenta en estas condiciones, un jadeo persistente.

En la figura 6 se observa la adquisición de la temperatura corporal de las aves por medio de una cámara termografía con un valor aproximadamente de 33°C.

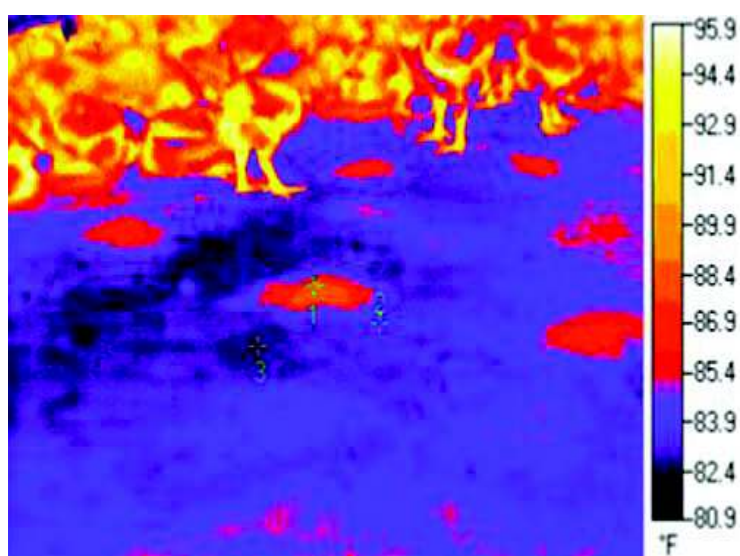


Figura 6. Temperatura corporal del ave
Fuente: (El sitio avicola, 2015)

Cuando la temperatura se encuentre entre 32 y 35 °C, las aves consumen alimento en porciones escasas mientras que, si la temperatura se encuentra entre los 35 y 38 °C, las aves se debilitan y la ingesta de alimento se reduce en un 25%. Cuando la temperatura excede los 39 °C, las aves se encuentran en un estado de vulnerabilidad e incluso la tasa de mortalidad aumenta por asfixia (Cevallos, 2013).

2.1.8 Iluminación

La iluminación en la crianza de las aves influye directamente en su crecimiento óptimo. En la mayoría de las empresas en el Ecuador dedicadas a esta actividad económica, se utilizan

luminarias para uso humano, lo cual genera alteraciones en las aves. Los factores que influyen en la selección de del tipo de luminarias son: fisonomía, tipo de luz y uniformidad de la iluminación.

En cuanto a la fisonomía, las aves son capaces de percibir la luz entre longitudes de onda 315nm-750nm como se observa en la figura 7, que es un rango más amplio que el del humano, por lo que si la cantidad de luz es mayor de la necesaria, las aves tienden a volverse agresivas, y por el contrario, cuando la luz es deficiente las aves no pueden completar su ciclo reproductivo. Debido a esto la selección de luminarias es diferente que para procesos con humanos. (Mahler, 2003)

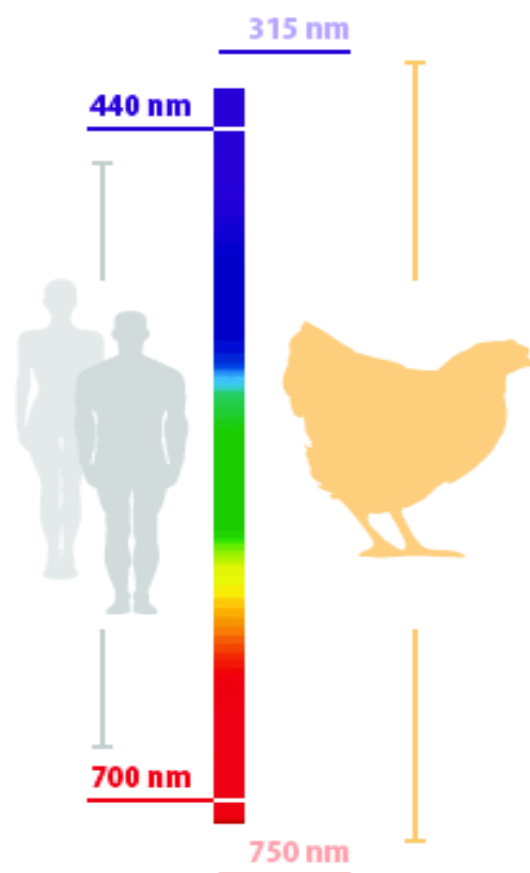


Figura 7. Espectro electromagnético visible en las aves
Fuente: (Avicultura, 2016)

El tipo de luz y la uniformidad de la ubicación de las luminarias dependerán de la arquitectura del galpón. En las granjas instaladas desde el 2015 se ha utilizado la iluminación LED como recurso para la iluminación artificial debido a su ahorro energético y amigabilidad con la fisonomía del ave, ya que el uso de luminarias fluorescentes compactas generan distorsiones como flickers (parpadeos), que producen agresividad en las aves.

2.2 Infraestructura y equipamiento de uso en avicultura

2.2.1 Silos

Son estructuras metálicas diseñadas para almacenar granos secos. En la industria avícola son utilizados para almacenar comida para aves (granos secos y balanceados de crecimiento), que luego se distribuyen a los galpones por medio de circuitos de alimentación. El tamaño del silo dependerá del número de aves por cada galpón o de acuerdo al diseño de cada granja. (Silos Cordoba, 2012)



Figura 8. Silos
Fuente: (Silos Cordoba, 2012)

2.2.2 Comederos

Son recipientes en los que se depositan los granos de maíz y alimento balanceado para que las aves se alimenten adecuadamente sin riesgos de contaminación por bacterias del piso. El tamaño de los comederos dependerá del volumen a albergar y de la disposición física de los mismos. Siendo la alimentación uno de los procesos más importantes en la crianza de las aves, que se ve reflejada en la calidad de la carne y sus derivados, la mayor ventaja de la utilización de comederos es que evita el desperdicio del maíz. Este tipo de implemento puede ser de funcionamiento manual o automático.



Figura 9. Comedero Manual
Fuente: (Avicorvi, 2017)

- Comedero manual de 16 kg.

La capacidad de almacenar alimento para las aves es de 16kg. Posee divisiones para que cada ave se alimente individualmente.



Figura 10. Comedero manual 16kg
Fuente: (Suministros Poultry, 2006)

- Comedero manual de 8 kg.

La capacidad de almacenar alimento para las aves es de 8kg. Este tipo de comedero se recomienda para la alimentación simultánea de hasta 60 aves de engorde.



Figura 11. Comedero manual 8kg
Fuente: (Suministros Poultry, 2006)

- Comedero recepción de pollitos de 10 kg.

Este tipo de recipientes se usa para la alimentación de pollitos en los primeros días de vida, siendo recomendado para máximo 100 pollitos.

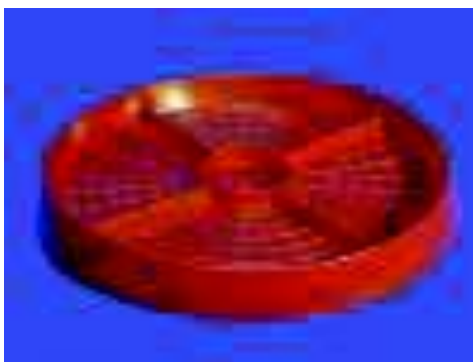


Figura 12. Comedero de 10kg
Fuente: (Suministros Poultry, 2006)

- Comederos automáticos

Son recipientes en los cuales se deposita de manera automática el alimento proveniente del silo. Este sistema es más eficiente debido a que se proporciona alimento a las aves en horarios establecidos y su funcionamiento no depende de un operador.



Figura 13. Comedero automático
Fuente: (Avicorvi, 2017)

2.2.3 Conductores eléctricos

Siendo los conductores medios de transporte de la electricidad, están formados por dos elementos: el aislante y el material conductor. Dependiendo de su construcción, los conductores pueden ser unifilares o multifilares. Los materiales constitutivos de los conductores puede ser oro, plata o cobre, siendo este último el material que con mayor frecuencia se utiliza en instalaciones eléctricas residenciales e industriales (Marín Ruiz, Pérez Moreno, & Ruíz Ávila, 2012).

Tabla 1 Resistividad de materiales conductores

Coeficiente de resistividad a 20 °C	
Cobre electrolítico	0.01754 [$\Omega mm^2 / m$]
Aluminio puro	0.0261 [$\Omega mm^2 / m$]

Fuente: (Ramón, 2000)

2.2.4 Motor eléctrico

Es un dispositivo que transforma la energía eléctrica en mecánica. En la industria avícola el motor eléctrico se usa en varios procesos, siendo uno de los más importantes la alimentación de las aves. El motor eléctrico es una máquina capaz de generar movimiento para transportar el alimento mediante ductos para depositarlo en comederos y mantener una nutrición equilibrada para las aves (Caltenteco, 2008).



Figura 14. Motor eléctrico para apertura y cierre de cortinas
Fuente: (Agrener, 2017)

2.2.5 Plataforma Arduino

Es un medio electrónico utilizado para desarrollar proyectos en todos los niveles de instrucción. El uso de esta plataforma se enfoca en proyectos de domótica y automatización en un ambiente más amigable al usuario. La programación de este microprocesador se la puede realizar en forma escrita y/o gráfica. La placa electrónica está conformada por un microprocesador que procesa la información mediante entradas analógicas y digitales, entrega información por sus salidas para accionar luces, motores, actuadores, etc. Esta plataforma presenta ventajas respecto a otros microcontroladores tales como: bajos precios del equipo, el software libre que se puede instalar en cualquier computador independientemente del sistema operativo, el entorno de programación es muy amplio, lo que posibilita realizar la programación en forma escrita o en forma gráfica con la ayuda de paquetes computacionales. Para la programación en forma gráfica se puede utilizar el software LabVIEW, en el que adicionalmente se puede configurar interfaces de HMI para controlar las variables de un proceso desde un mando remoto (Arduino, 2014).

2.2.6 Arduino mega 2560

Es una tarjeta electrónica que contiene un microcontrolador que consta de 54 pines, entre los cuales están las 15 entradas analógicas, 15 salidas digitales, 4 puertos de serie, un oscilador de cristal y un conector de alimentación. 15 de los pines de salidas se pueden usar para la modulación por ancho de pulso (PWM). Esta función se utiliza para controlar el nivel de voltaje y

evitar el consumo excesivo de corriente en dispositivos eléctricos tales como ventiladores, los cuales se activan en función de la temperatura por medio de un sensor que envía una señal al microprocesador. Si la temperatura en un recinto es baja, los ventiladores funcionarán a un porcentaje de su potencia nominal. De lo contrario, cuando el sensor envíe una señal de temperatura excesiva, el microprocesador envía una señal de incremento en la frecuencia de rotación del ventilador mayor a la mínima. Adicionalmente el microprocesador se puede usar para realizar funciones de HMI (human machine interfaz) que permite controlar procesos vía remota. (Tapia Ayala & Manzano Yupa, 2013)

Tabla 2 Características de Arduino Mega 2560

Características	Valores
Voltaje de operación	7- 12 v
Digital Pines E/S	54 (Des estos 15 proporcionan salida PWM)
Pines de entrada analógica	16 Pines
Corriente DC	40mA
Memoria flash	256 KB
SRAM	8KB
EEPROM	4KB
Velocidad de reloj	16 MHz

Fuente: (Arduino, 2017)

2.2.7 Sensor de temperatura LM35

Es un circuito integrado que censa la temperatura en un ambiente. Su funcionamiento se basa en la variación de la resistencia eléctrica, en la cual cada grado Celsius equivale

aproximadamente a 10mV. El rango de temperatura va desde -55 °C hasta 150 °C. (Toalombo Ninabanda, 2013)

Tabla 3 Características de LM35

Características	Valores
Temperatura máxima	150 °C
Temperatura mínima	-55 °C
Voltaje máximo	30 V
Voltaje mínimo	4 V
Sensibilidad	10 mV/°C

Fuente: (Texas Instruments, 2017)

2.2.8 Fotorresistencia (LDR)

Es un dispositivo que, dependiendo de la intensidad de la luz que incida sobre el mismo, varía la resistencia eléctrica y permite el paso de corriente eléctrica con el fin de activar un sistema de iluminación. A medida que se incrementa la energía luminosa sobre el dispositivo la resistividad baja, y caso contrario si la energía luminosa disminuye la resistividad está en el orden de los megas ohmios.

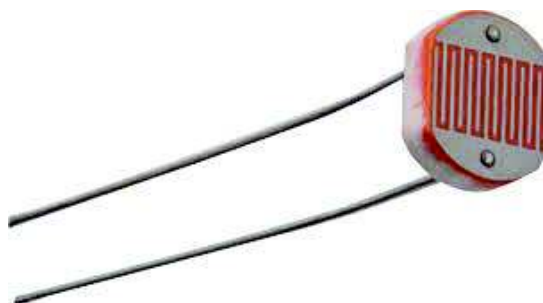


Figura 15. Fotorresistencia
Fuente: (Grobotronics, 2017)

Tabla 4 Características de la fotorresistencia

Características	Valores
Resistencia a la luz	5-10k Ohm
Resistencia a la obscuridad	0.5 M Ohm
Voltaje máximo	150 V
Potencia máxima	100 mW

Fuente: (Grobotronics, 2017)

2.2.9 Software LabVIEW

LabVIEW es la abreviatura de (Laboratory Virtual Instrument Engineering Workbench). Es un software que se utiliza para desarrollar programas con un lenguaje de programación gráfica. Este lenguaje se denomina “lenguaje G” por la abreviatura de graphic. Utilizado para la simulación, control y diseño de procesos industriales, este tipo de software es compatible con el hardware propio y tarjetas electrónicas de otros fabricantes. Este tipo de software utiliza diagrama de bloques para la programación (National Instruments, 2017).

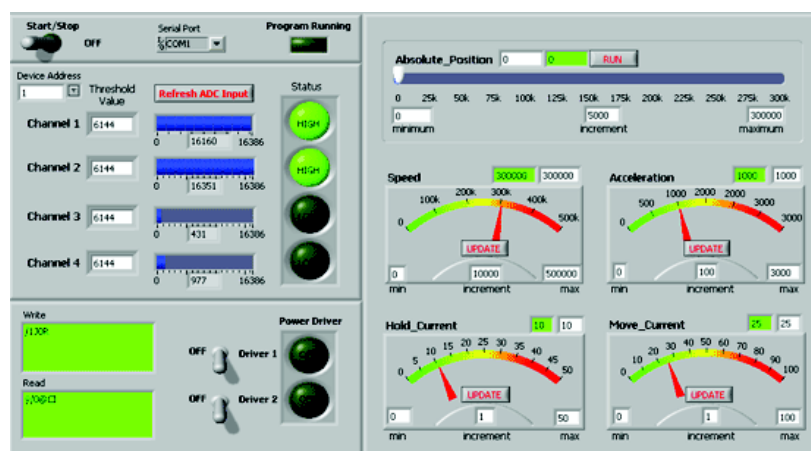


Figura 16. Panel de maniobras de LabVIEW
Fuente: (National Instruments, 2017)

2.2.10 Interfaz Humano Máquina (HMI)

Es la interacción entre máquinas y humanos, empleando sistemas informáticos que permiten monitorear y controlar variables en procesos de automatización. Además proporciona supervisión y control vía remota en procesos productivos (Rojas Segarra & Correa Anchundia, 2015).



Figura 17. Interfaz Humano Maquina
Fuente: (Siemens, 2012)

2.3 Marco legal para granjas avícolas

En el Ecuador, la implementación de cualquier actividad económica debe sujetarse a las normas, leyes y reglamentos vigentes, y a planificaciones nacionales como el Plan Nacional del Buen Vivir, etc. La carta magna de la República reconoce derechos y obligaciones que deben cumplir de los ciudadanos. Así, en la Constitución de la República del Ecuador se establece:

Capítulo VI Art. 66.- “se reconoce y se garantiza a las personas:”

27. “El derecho a vivir en un ambiente sano, ecológicamente equilibrado, libre de contaminación y en armonía con la naturaleza” (Constitución de la Republica del Ecuador, 2008)

Capítulo Sexto Art. 66.- “Son deberes y responsabilidades de las ecuatorianas y los ecuatorianos, sin perjuicio de otros previstos en la Constitución y la ley”:

3. Defender la integridad territorial del Ecuador y sus recursos naturales.

5. Respetar los derechos humanos y luchar por su cumplimiento.

6. Respetar los derechos de la naturaleza, preservar un ambiente sano y utilizar los recursos naturales de modo racional, sustentable y sostenible. (Constitución de la Republica del Ecuador, 2008)

Art. 276.- “El régimen de desarrollo tendrá los siguientes objetivos”:

1. “Mejorar la calidad y esperanza de vida, y aumentar las capacidades y potencialidades de la población en el marco de los principios y derechos que establece la Constitución”. (Constitución de la Republica del Ecuador, 2008)

2. “Construir un sistema económico, justo, democrático, productivo, solidario y sostenible basado en la distribución igualitaria de los beneficios del desarrollo, de los medios de producción y en la generación de trabajo digno y estable”. (Constitución de la Republica del Ecuador, 2008)

3. “Defender la integridad territorial del Ecuador y sus recursos naturales”. (Constitución de la Republica del Ecuador, 2008)

5. “Respetar los derechos humanos y luchar por su cumplimiento”. (Constitución de la Republica del Ecuador, 2008)

6. “Respetar los derechos de la naturaleza, preservar un ambiente sano y utilizar los recursos naturales de modo racional, sustentable y sostenible”. (Constitución de la Republica del Ecuador, 2008)

Título VI Art. 276.- “El régimen de desarrollo tendrá los siguientes objetivos:

1. “Mejorar la calidad y esperanza de vida, y aumentar las capacidades y potencialidades de la población en el marco de los principios y derechos que establece la Constitución”. (Constitución de la Republica del Ecuador, 2008)

2. “Construir un sistema económico, justo, democrático, productivo, solidario y sostenible basado en la distribución igualitaria de los beneficios del desarrollo, de los medios de producción y en la generación de trabajo digno y estable”. (Constitución de la Republica del Ecuador, 2008)

3. “Fomentar la participación y el control social, con reconocimiento de las diversas identidades y promoción de su representación equitativa, en todas las fases de la gestión del poder público”. (Constitución de la Republica del Ecuador, 2008)

4. “Recuperar y conservar la naturaleza y mantener un ambiente sano y sustentable que garantice a las personas y colectividades el acceso equitativo, permanente y de calidad al agua, aire y suelo, y a los beneficios de los recursos del subsuelo y del patrimonio natural”. (Constitución de la Republica del Ecuador, 2008)

En la Ley de Gestión Ambiental

Título I Art. 1.- “La presente Ley establece los principios y directrices de política ambiental; determina las obligaciones, responsabilidades, niveles de participación de los sectores público y privado en la gestión ambiental y señala los límites permisibles, controles y sanciones en esta materia”. (Ley de gestion ambiental , 1998)

Título I Art. 4.- “Los reglamentos, instructivos, regulaciones y ordenanzas que, dentro del ámbito de su competencia, expidan las instituciones del Estado en materia ambiental, deberán observar las siguientes etapas, según corresponda, desarrollo de estudios técnicos sectoriales, económicos, de relaciones comunitarias, de capacidad institucional y consultas a organismos competentes e información a los sectores ciudadanos”. (Ley de gestion ambiental , 1998)

Capítulo IV De la prevención y control de la contaminación de las aguas Art. 16.- “Queda prohibido descargar, sin sujetarse a las correspondientes normas técnicas y regulaciones, a las redes de alcantarillado, o en las quebradas, acequias, ríos, lagos naturales o artificiales, o en las aguas marítimas, así como infiltrar en terrenos, las aguas residuales que contengan contaminantes que sean nocivos a la salud humana, a la fauna, a la flora y a las propiedades”. (Ley de gestion ambiental , 1998)

Capítulo V De la prevención y control de la contaminación del aire Art. 11.- “Queda prohibido expeler hacia la atmósfera o descargar en ella, sin sujetarse a las correspondientes normas técnicas y regulaciones, contaminantes que, a juicio del Ministerio de Salud, puedan perjudicar la salud y vida humana, la flora, la fauna y los recursos o bienes del estado o de particulares o constituir una molestia”.

En la Norma Ecuatoriana de la Construcción

Capítulo 15 Instalaciones Electromecánicas Parte 15-1. “Instalaciones eléctricas de bajo voltaje”

15.1.1.1. “Esta norma tiene por objeto fijar las condiciones mínimas de seguridad que deben cumplir las instalaciones eléctricas en Bajo Voltaje, con el fin de salvaguardar a las

personas que las operan o hacen uso de ellas, proteger los equipos y preservar el ambiente en que han sido construidas. Esta norma contiene esencialmente exigencias de seguridad. Su cumplimiento, junto a un adecuado mantenimiento, garantiza una instalación básicamente libre de riesgos; sin embargo, no garantiza necesariamente la eficiencia, buen servicio, flexibilidad y facilidad de ampliación de las instalaciones, condiciones éstas inherentes a un estudio acabado de cada proceso o ambiente particular y a un adecuado proyecto ...” (Comite Ejecutivo de la Norma Ecuatoriana de la Construcción, 2011)

15.1.1.2. “Alcance las disposiciones de esta norma se aplicarán al diseño, construcción y mantenimiento de las instalaciones eléctricas cuyo voltaje sea inferior a 600 v”. (Comite Ejecutivo de la Norma Ecuatoriana de la Construcción, 2011)

15.1.1.4. “Responsables de la construcción la construcción de toda instalación eléctrica y electrónica debe ser realizada bajo la dirección técnica y responsabilidad de un profesional de la ingeniería eléctrica o electrónica, y este debe certificar la calidad tanto de la ejecución como el hecho de que todos los materiales y equipos utilizados sean aceptados por el INEN o por el órgano regulador competente. Este profesional responsable de la instalación deberá estar debidamente calificado por el órgano competente.” (Comite Ejecutivo de la Norma Ecuatoriana de la Construcción, 2011)

CAPÍTULO 3

ANÁLISIS DE LAS INSTALACIONES ACTUALES DE LA GRANJA AVÍCOLA EL VERGEL

En el presente capítulo se establecerá la situación actual de las instalaciones y equipos electromecánicos de la granja avícola “El Vergel”. También se revisará los incumplimientos de la Norma Ecuatoriana de la Construcción, Capítulo 15, referente a las instalaciones electromecánicas.

3.1 Antecedentes

La granja avícola “El Vergel” se encuentra ubicada en la parroquia de Puéllaro, provincia de Pichincha, localidad conocida como una de las más importantes zonas agrícolas, ganaderas y florícolas de la sierra ecuatoriana. La granja cuenta con 8 galpones y oficinas de uso administrativo para su funcionamiento.

Para el desarrollo del proyecto se efectuó visitas técnicas en las que se realizó inspecciones a las instalaciones de la granja. En ellas se encontró que las instalaciones eléctricas y mecánicas no cumplen con la Norma Ecuatoriana de la Construcción (Capítulo 15, referente a las instalaciones electromecánicas).




Figura 18. Ubicación de la granja avícola
Fuente: (Google maps, 2017)

3.2 Dimensiones del galpón

La infraestructura está compuesta de paredes de bloque recubiertas con mortero, tanto en las paredes interiores como exteriores. Cuenta con tres puertas de acceso, una de ellas denominada principal, por la cual se realiza el embarque y desembarque de las aves a su temprana edad. Las puertas restantes sirven para el acceso del personal al interior del galpón

Tabla 5 Dimensiones del galpón

	
Dimensiones	Unidad [m]
Ancho	5
Largo	10
Altura	3.66

Fuente: Propia

3.3 Condiciones climáticas externas al galpón.

La parroquia de Puéllaro posee varios tipos de clima, debido a lo cual las variaciones de temperaturas son radicales y propias de cada zona de la misma. Por ejemplo en los sitios altos

de la parroquia el clima es frío, mientras que en el centro el clima es templado. Estas variaciones climáticas han convertido a este lugar en una de las zonas aptas para la agricultura, avicultura y ganadería como se observa en la figura 19. Las tierras ubicadas cerca de las riveras del río Guayllabamba, son terrenos muy fértiles adecuados para sembrar todo tipo de legumbres y frutas. Incluso se ha observado exitosos cultivos de frutas y legumbres de la costa.



Figura 19. Parroquia de Puéllaro
Fuente: (Vlve1, 2017)

En los sitios más altos de Puéllaro la actividad económica se centra en la crianza de aves para el consumo humano. Es así que aquí se encuentran plantas de las principales marcas distribuidoras de pollos de la ciudad de Quito, como por ejemplo la empresa PRONACA.

El clima en esta localidad, considerado como cálido-templado, es apropiado para la labores de crianza de animales y actividades agrícolas. La temperatura anual promedio es de 16.7 °C, con precipitaciones promedio de 782 mm (Climate Data, 2015).

En la figura 20 se observa que el mes de Abril de 2015 fue el más lluvioso del año, alcanzando niveles de precipitaciones de 110 mm de agua, y el mes que menos precipitaciones de lluvia registró durante el año fue el mes de Julio con un promedio de 10 mm.

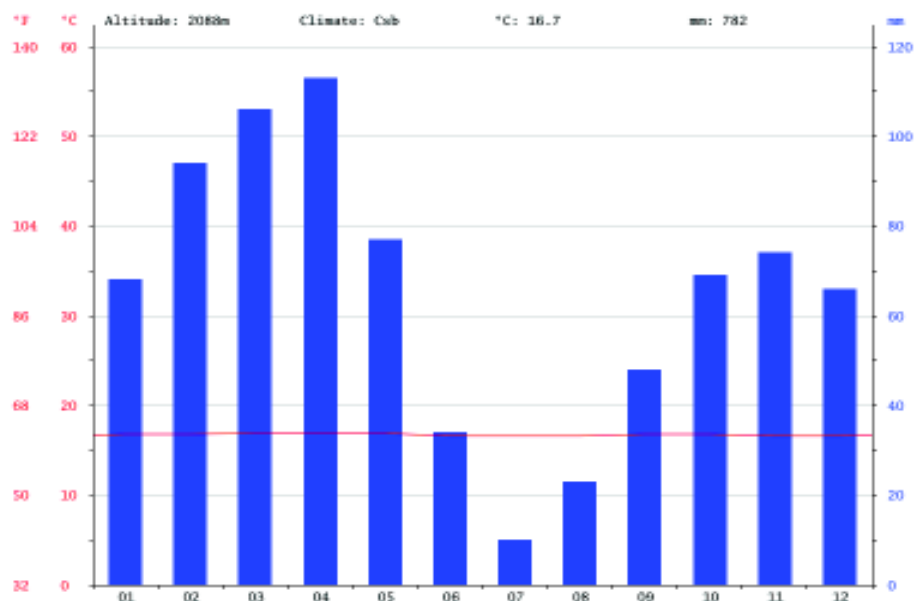


Figura 20. Ciclorama de Puéllaro
Fuente: (Climate Data, 2015)

En la figura 21, se indica la variación de la temperatura ambiental durante todo el año, observándose un promedio anual de 16.7°C. En el mes de julio se registró la temperatura más alta del año con 24°C, lo que indica que este fue el mes más caluroso del año. En el mes de abril se registró una temperatura de 9.0°C siendo ésta la más baja de todo el año.

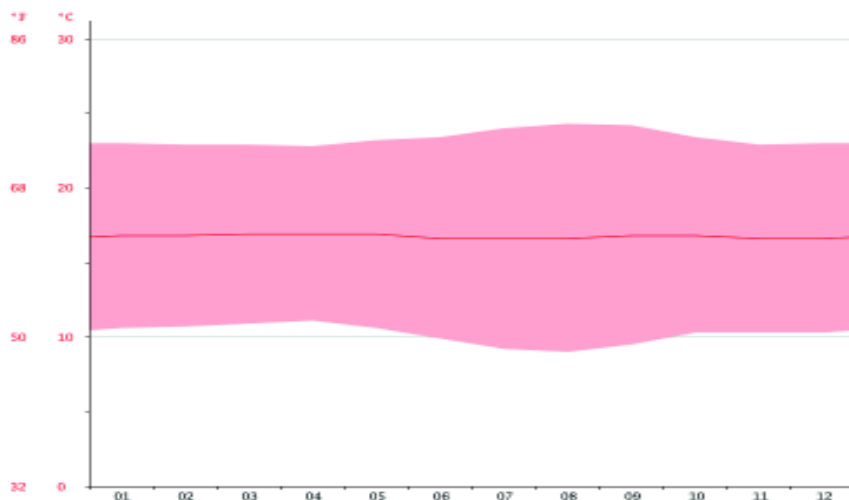


Figura 21. Diagrama de temperatura Puéllaro
Fuente: (Climate Data, 2015)

La velocidad promedio del aire durante el año fue de 10m/s, mientras que en los meses correspondientes al verano la velocidad del viento varió entre los 25 y 30 m/s.

3.4 Instalaciones electromecánicas actuales

A continuación se detalla el estado actual de las instalaciones eléctricas de la granja y los dispositivos mecánicos y eléctricos existentes. Además se realiza un análisis del incumplimiento de la Norma Ecuatoriana de la Construcción, capítulo 15, que hace referencia a las instalaciones electromecánicas de bajo voltaje de hasta 600 V.

3.4.1 Circuitos derivados

Los circuitos derivados actuales en la granja avícola incumplen la normativa NEC-10 sobre Instalaciones electromecánicas, subcapítulo 15.1.7, referente a alimentadores principales y sub-alimentadores. En él se manifiesta que los sub-alimentadores son circuitos que van desde un tablero principal hasta un tablero de distribución para derivar a los circuitos de iluminación y fuerza. En la figura 22 se observa la ausencia de un tablero de distribución eléctrica, empalmes improvisados y pinzas para tensionar el cable.



Figura 22. Sub alimentadores actuales
Fuente: Propia

3.4.2 Protecciones eléctricas

Se muestra en la figura 23 la protección de los circuitos de iluminación y fuerza que están juntos en un solo circuito, lo cual incumple la norma mencionada, además de incumplirse con el acápite 15.1.5.1.10, conductores, uniones y derivaciones, en el cual se manifiesta que las uniones y derivaciones deberán recuperar al menos el nivel del conductor original, con la correcta utilización de cintas y cubiertas termo retráctiles. De existir el tablero de distribución se pudiera operar el funcionamiento de los circuitos de iluminación y fuerza instalados en la granja.



Figura 23. Protecciones inadecuadas del circuito de iluminación
Fuente: Propia

3.4.3 Canalizaciones subterráneas

Una canalización subterránea se entenderá por una instalación de ductos directamente enterrados en el suelo por los cuales pasarán conductores eléctricos. En la figura 24 se observa el incumplimiento al acápite 15.1.8.2.11 referente a canalizaciones subterráneas.

Este tipo de instalaciones pueden ocasionar a los trabajadores del lugar descargas eléctricas por contacto con los conductores que se encuentran a la intemperie.



Figura 24. Canalizaciones subterráneas
Fuente: Propia

Para la construcción de este tipo de instalaciones se deberá realizar un estudio del suelo y condiciones del terreno, con el fin de determinar las características de las canalizaciones. En las canalizaciones subterráneas se deberá considerar el uso de pozos y cajas de revisión con el fin de realizar mantenimientos preventivos y correctivos.

3.4.4 Mecanismos de Ventilación actual

Según lo establecido en el Manual de Aplicabilidad de Buenas Practicas Avícolas la granja avícola incumple con las condiciones mínimas de ventilación, siendo éste uno de los factores importantes en el sistema de crianza de las aves. Se observa en la figura 25 un elemento mecánico defectuoso que no eleva de una manera uniforme los saquillos que permiten el ingreso de aire al recinto para la renovación adecuada del aire.



Figura 25. Sistema de apertura manual de ventilación
Fuente: Propia

El sistema de ventilación posee un aislamiento inadecuado debido a que las instalaciones actuales son artesanales. Se muestra en la figura 25 las condiciones internas del sistema de ventilación actual que consta de saquillos alrededor de área del galpón para evitar el ingreso de corrientes de aire proveniente del exterior.

Esta condición afecta al óptimo crecimiento, debido a que no hay una uniformidad en el ingreso del aire afectando la salud de un grupo de toda la población de las aves.

3.4.5 Calefacción de la granja avícola

El sistema de calefacción actual no cumple con las normativas de almacenaje dispuestas por el organismo de control (Cuerpo Bomberos de Quito), el mismo que recomienda que el almacenaje de sustancias inflamables debe realizarse en lugares adecuados dentro de la zona de uso. Se observa en la figura 26 el uso y acopio inadecuado de los tanques de gas licuado de petróleo (GLP) para la calefacción de las aves. Los gases para este tipo de actividad económica son de uso industrial, que posee mayor capacidad y por lo tanto de darse una eventual fuga o falla, esta podría causar una afectación mayor, pudiendo provocarse una explosión y posibles quemaduras al personal de mantenimiento.



Figura 26. Sistema de calefacción actual
Fuente: Propia

3.4.6 Sistema de iluminación actual

En la Norma Ecuatorial de la construcción, subcapítulo 11.1.11.2, Iluminación y Tomacorrientes en Locales Comerciales e Industriales, se menciona que la iluminación necesaria dependerá de la actividad y del uso que esta vaya a tener. Por lo tanto se diferencia el uso de equipos para instalaciones residenciales e industriales. En instalaciones de tipo industrial con

alto riesgo de peligro con se deberá contar con circuitos de energía denominados de emergencia, los mismos que en caso de faltar el suministro eléctrico estas se activarán de manera independiente. La función de estas lámparas es iluminar el área denominada como ruta de evacuación.



Figura 27. Sistema de iluminación actual
Fuente: Propia

En la figura 27 se muestra el sistema de iluminación actual de la granja, mismo que incumple la norma mencionada con anterioridad. El circuito de iluminación presenta un inadecuado diseño por la forma y el uso de luminarias para otra actividad. Esto afecta al desarrollo óptimo de las aves, debido a que la falta de iluminación provoca que su ciclo de reproducción normal se retrase.

En la figura 28 se observa que este circuito no posee la canalización respectiva, además de mezclarse con las tuberías de agua del sistema de bebederos. De ocurrir una falla en el sistema de iluminación podría ocasionar descargas eléctricas a las aves y/o en el personal de mantenimiento.



Figura 28. Lámpara incandescente del circuito de iluminación
Fuente: Propia

3.5 Requerimientos para la selección de un ventilador en la industria avícola

Para determinar el equipo de ventilación adecuado para la granja avícola se debe tener en cuantos varios aspectos entre ellos, condiciones externas del galpón, condiciones físicas del interior del galpón, características técnicas de los equipos (Curvas de características del ventilador), y caudal mínimo y máximo según la edad del ave.



Figura 29. Temperatura de las aves dentro del galpón
Fuente: (El sitio avicola, 2015)

Condiciones físicas del interior del galpón

El habitáculo de las aves debe estar ventilado con el objetivo de renovar las condiciones de pureza del aire. En el interior de un galpón de aves se tiene la presencia de gases tóxicos producidos por la descomposición propia de los alimentos ingeridos por las aves. Estos gases generados dentro del galpón son: amoníaco, monóxido de carbono, dióxido de carbono, entre otros. Su presencia está en función del número de aves albergadas en el galpón, y la eliminación de este tipo de gases deberá estar por debajo de las 3000 ppm (partes por millón) para el dióxido de carbono y 20 ppm para el amoníaco. En la tabla 6 se observa la temperatura óptima del ave acorde a la edad.

Tabla 6 Condiciones óptimas de temperatura

Días de edad	Temperatura en °C
1	31-32
7	29-30
14	27-28
21	24-26
28	21-23
35	19-21
42	18-20

Fuente: (Selecciones avícolas, 2012)

3.6 Requerimientos para la selección del sistema de iluminación para el galpón de la granja avícola

Una de las actividades fundamentales en la crianza de las aves es la iluminación artificial. En la mayoría de granjas avícolas se realiza un dimensionamiento solo para actividades de mantenimiento, mas no para la crianza de las aves. La iluminación dentro de un galpón debe ser la adecuada para el correcto desarrollo sexual del ave. La iluminación sirve para que las aves

realicen su proceso de crecimiento de una forma óptima. Al estimular al sentido de la vista del ave se garantiza el correcto funcionamiento de sus sistemas digestivo y reproductivo.



Figura 30. Diferencia en iluminación en galpón avícola
Fuente: *(Smart Lighting, 2015)*

Los requerimientos de los componentes del sistema de iluminación en una granja avícola son:

- Flujo luminoso
- Tipo de luminarias
- Ubicación

3.6.1 Flujo luminoso

El nivel de intensidad luminosa en el entorno de las aves es fundamental para su crecimiento, desarrollo sexual y reproductivo. Para lo cual existen en el mercado lámparas que entregan de 800 a 1200 lúmenes como máximo de acuerdo a la potencia de la lámpara.

3.6.2 Tipos de luminarias

En el mercado existen varios tipos de luminarias usadas para la iluminación de las granjas avícolas, entre ellas las más usadas por su bajo precio son las luminarias incandescentes y fluorescentes. Con el desarrollo de la tecnología junto con la el alto grado de eficiencia energética, las luminarias tipo LED se utilizan actualmente en varios tipos de industrias.



Figura 31. Tipos de luminarias
Fuente: (Hiperlamparas, 2015)

3.6.3 Ubicación de las luminarias

La distribución de las luminarias en el galpón dependerá del flujo luminoso y el tipo de luminaria a emplear.

Luminaria incandescente.- Con este tipo de luminarias el nivel de altura de la luminaria se reduce con el fin de optimizar su deficiente rendimiento lumínico.

Luminarias LED.- Con el uso de este tipo de luminarias la altura de la misma se incrementa, ubicándose por lo general a nivel del techo.

3.6.4 Comparaciones técnicas de sistemas automatizados para granjas avícolas

PLC LOGO 8

Tabla 7 Características del Logo 8

Características de PLC logo i
1. Interfaz Ethernet en vez de la actual interfaz de programación serie.
2. Tarjeta SD estandar o tarjeta de memoria SIMATIC (hasta 8 GB y Clase 4).

3. Registro de datos en la memoria interna o la tarjeta SD.
4. Conexión a red con hasta 8 equipos.
5. Comunicación con controladores Simatic, paneles Simatic y PCs (servidor OPC) basados en el protocolo S7 sobre Ethernet.
6. Macros (funciones definidas por el usuario) para el LOGO! Soft Comfort V7.
7. 400 bloques de función.16 marcas analógicas.
8. 64 terminales abiertos.
9. 4 registros de desplazamiento de 8 bits.
10. Nuevas funciones: reloj astronómico, filtro analógico, cálculo del valor medio, valor min. / max., parar reloj.
11. Funciones de diagnóstico.
12. Compatible con los módulos de ampliación LOGO! ya existentes y con el LOGO! TD (misma funcionalidad que el LOGO! 0BA6).
Precio 235 USD

Fuente: (Siemens, 2012)

ARDUINO MEGA 2560

Tabla 8 Características del mega 2560

Características	Valores
Voltaje de operación	7- 12 v
Digital Pines E/S	54 (Des estos 15 proporcionan salida PWM)
Pines de entrada analógica	16 Pines
Corriente DC	40Ma
Memoria flash	256 KB
SRAM	8KB
EEPROM	4KB
Velocidad de reloj	16 MHz
Precio	18 USD

Fuente: (Arduino, 2014)

Una vez realizadas las comparaciones de los controladores, se establece que la mejor opción para desarrollar el proyecto es la placa Arduino por su bajo costo y la funcionalidad de sus para la adquisición y entrega de datos en línea.

CAPÍTULO 4

DISEÑO DE LOS SISTEMAS AUTOMATIZADOS PARA LA GRANJA AVÍCOLA EL VERGEL

La automatización de procesos industriales requiere de la implementación de técnicas y software que permitan la programación de microprocesadores con el fin de optimizar recursos.

El presente capítulo se centra en el diseño automatizado de los principales procesos en una granja avícola. El proyecto desarrollado será diseñado en LabVIEW, el cual permite controlar los principales procesos que se desarrollan en una granja avícola tales como: iluminación, ventilación, etc. Este capítulo se divide en tres partes: La primera se enfoca en el entorno de programación; la segunda expone el diseño del sistema de automatización y la tercera explica las pruebas de funcionamiento del programa.

4.1 Software LabVIEW

LabVIEW es un software desarrollado para la automatización y control de procesos industriales. En su funcionamiento adquiere señales analógicas y digitales de actuadores, sensores, etc. por medio de tarjetas electrónicas. Este software utiliza una programación totalmente gráfica, proporcionando al diseñador una imagen real de los procesos a automatizar. LabVIEW basa su programación en módulos, permitiendo al diseñador realizar tareas complicadas empezando la programación con módulos y sub módulos sencillos.

4.2 Filosofía LabVIEW

Debido a que la programación en LabVIEW es totalmente gráfica, en la misma se utilizan módulos de programación denominados VI (virtual instruments). En la figura 32 se observa dos ventanas denominadas panel frontal (Front panel) y diagrama de bloques (block diagrams) en las cuales se diseñará la programación.

En el panel frontal se muestra de manera gráfica la representación de los instrumentos que adquieren datos, permitiendo visualizar al usuario los valores recogidos en forma precisa y también observar el estado del instrumento.

El diagrama de bloques es la representación gráfica de las conexiones. En él se conectan los diferentes módulos con el fin de realizar funciones de medición, adquisición y control de las variables.

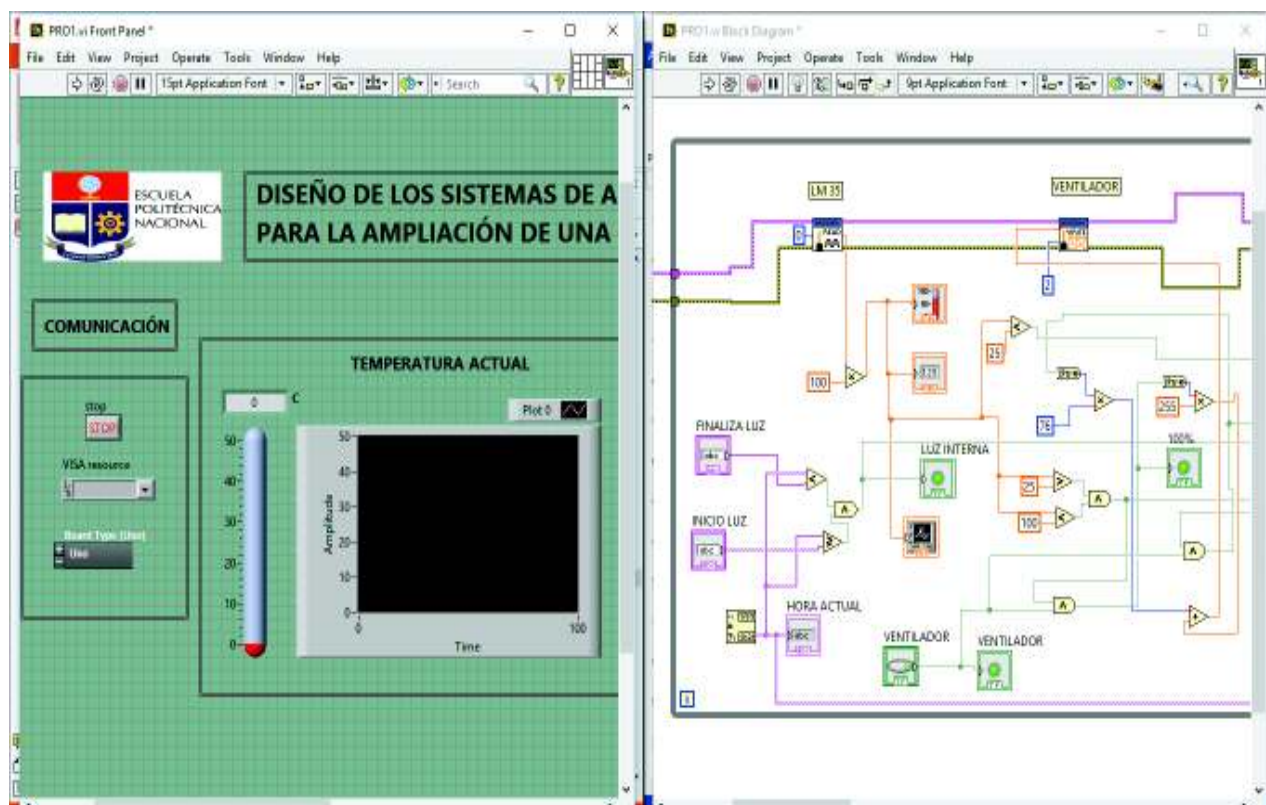


Figura 32. Panel frontal y diagrama de bloques de LabVIEW
Fuente: Propia

4.2.1 Elementos de LabVIEW

4.2.1.1 Panel frontal

En este interfaz el usuario puede visualizar los indicadores y controles del proceso a automatizar. Una de las ventajas en este software es que se puede modificar los íconos de los indicadores y controles asemejándolos a los objetos en la realidad. En la figura 33 se observa un modelo personalizado para una instalación solar térmica. Además, el diseñador puede obtener formas de indicadores y medidores muy parecidos a la realidad lo que le permite al usuario visualizar en línea todo el proceso de producción.

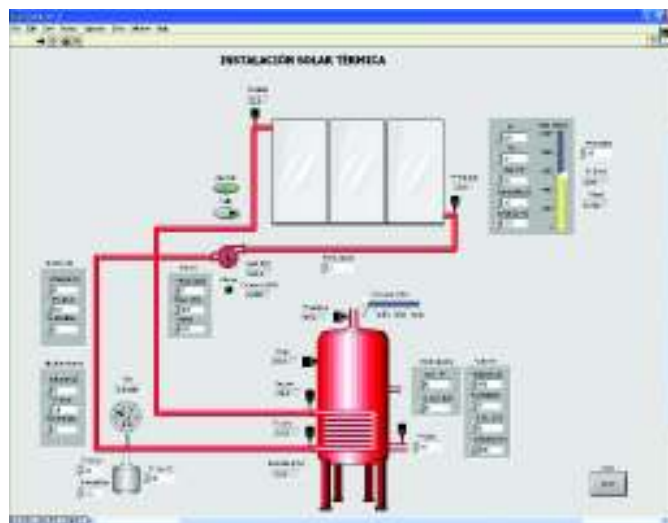


Figura 33. Panel frontal de un control de una instalación solar térmica
Fuente: (National Instrumens, 2013)

4.2.1.2 Diagrama de bloques

El diagrama de bloques es la pantalla oculta para el usuario cuando el programa se está ejecutando. En la figura 34 se observa que los módulos están conectados entre sí mediante la utilización de buses de datos, los cuales llevan información a cada módulo, formando un conjunto de funciones lógicas

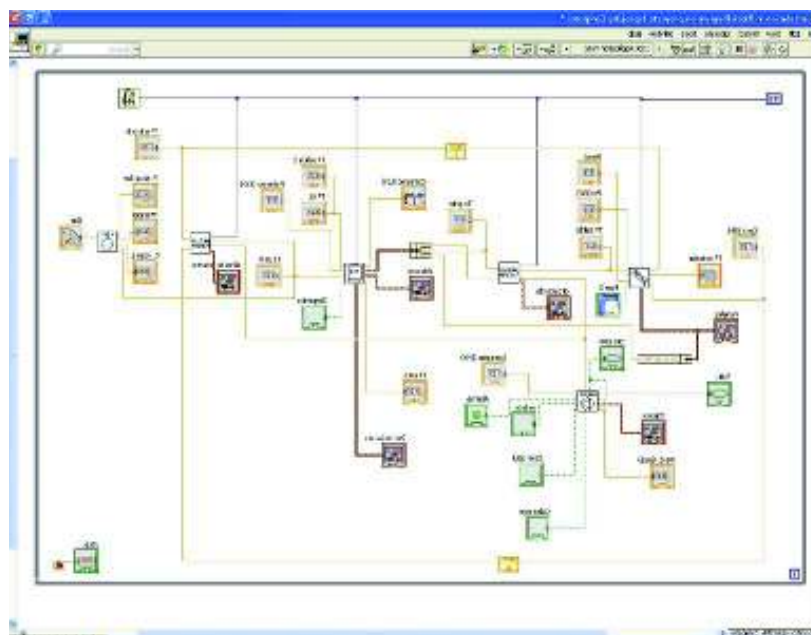


Figura 34. Diagrama de bloques de una instalación solar térmica
Fuente: (National Instrumens, 2013)

En el diagrama de bloques se realiza la programación gráfica y las conexiones de los diferentes tipos de bloques para realizar las funciones de control de un proceso. Si se mostrará esta pantalla al usuario sería complicado su entendimiento.

El diagrama de bloques incluye elementos de control tales como: pulsadores, indicadores de nivel, etc., además de indicar textos informativos de cada una de las funciones de los diagramas de bloques.

4.2.1.3 Tipos de controles

LabVIEW presenta diferentes tipos de controles entre los cuales se puede seleccionar señales de visualización de: sensores de nivel, sensores de temperatura e indicadores numéricos de acuerdo a la necesidad del proceso a automatizar. Estos datos se obtienen por medio de una tarjeta electrónica que recibe y envía información a los actuadores tales como pulsadores, motores, ventiladores, etc. para cumplir una función específica en el proceso productivo. En la figura 35 se indica el procedimiento de selección de controles boléanos y numéricos.

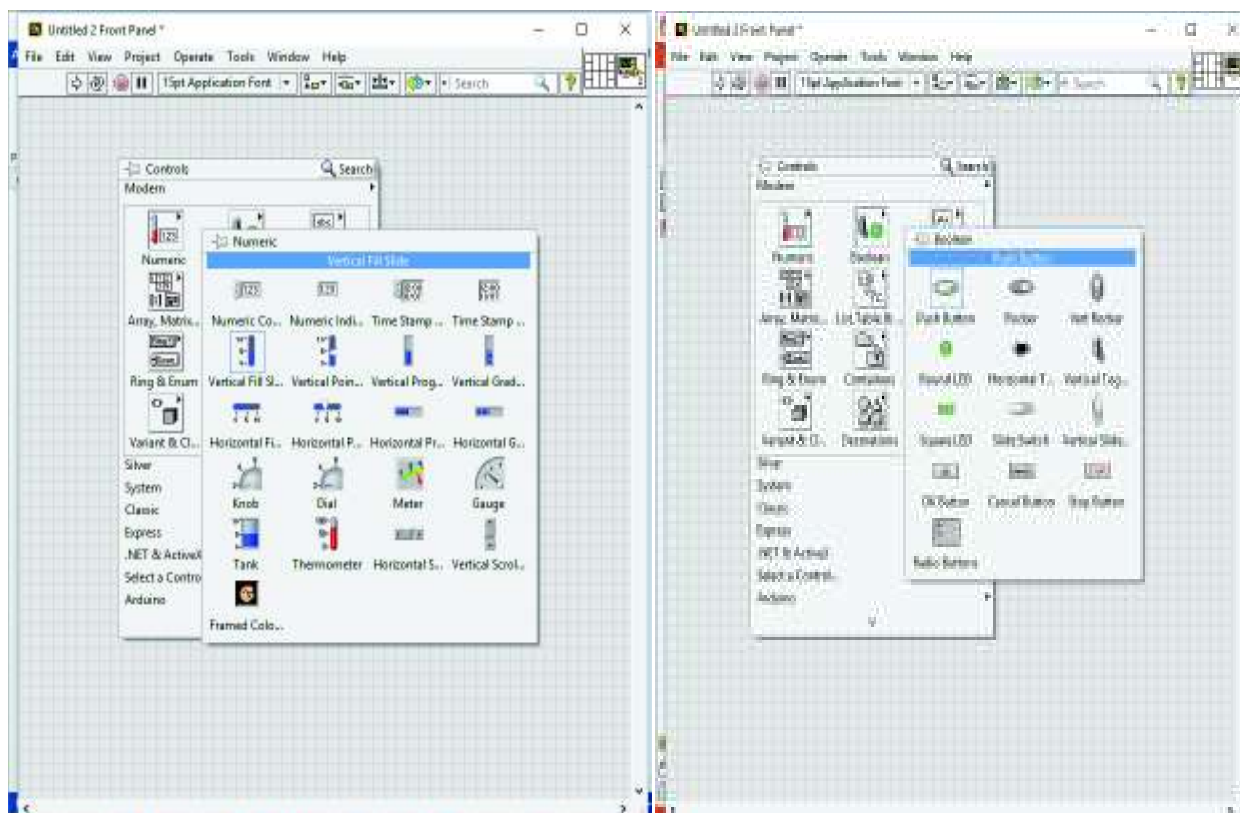


Figura 35. Indicadores y controles en LabVIEW
Fuente: Software LabVIEW

4.2.1.4 Entorno de programación en LabVIEW

Para la programación en LabVIEW se requiere de una estructura que contenga a todos los bloques, para lo cual, dependiendo del proceso a automatizar, se utilizará diferentes tipos de estructuras. Dentro de las estructuras estarán los bloques que manejarán diferentes tipos de datos entre ellos: numéricos, booleanos y alfanuméricos.

4.2.1.5 Datos booleanos

En la figura 36 se observa la selección de un pulsador booleano, este tipo de datos indican el estado de una señal. Si es de valor 1 se indica que el valor es verdadero, caso contrario si el valor es cero se entenderá que el valor es falso.

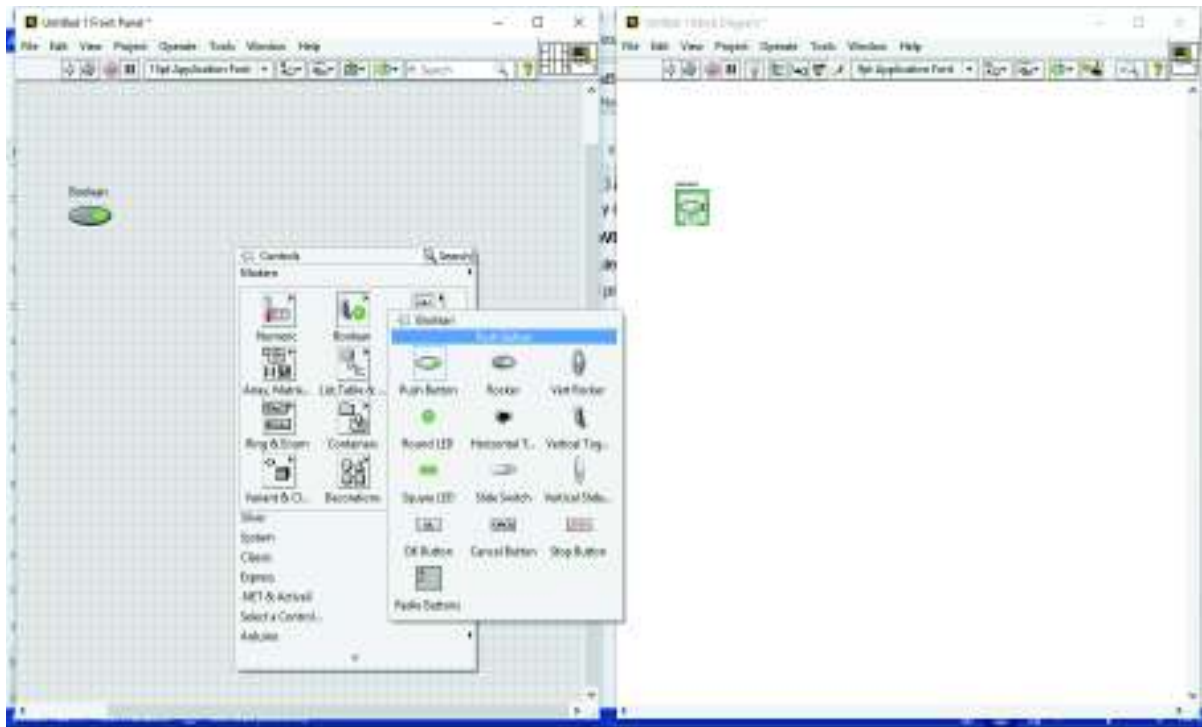


Figura 36. Selección de pulsador booleano
Fuente: Software LabVIEW

4.2.1.6 Datos numéricos

Los datos numéricos se clasifican en cuatro grupos, que se identifican con colores para señalar al diseñador el tipo de dato a usar. En este caso se usan controles e indicadores dependiendo del tipo de control automático a ejecutar. Los diferentes tipos de datos numéricos son:

Números de tipo entero (color azul)

Números de tipo sin signo (color azul)

Números de punto flotante (color naranja)

Números de tipo complejo simple (color naranja)

4.2.1.7 Datos Alfanuméricos (strings)

Este tipo de datos, LabVIEW los almacena para darles otras funciones, una de las cuales es convertir datos numéricos a caracteres de datos para instrumentos virtuales de medida y luego convertirlos nuevamente en datos numéricos.

4.2.1.8 Estructura de control

En cualquier software de programación es necesario ejecutar un conjunto de sentencias en forma repetitiva para lo cual es necesario realizar un lazo de repetición. LabVIEW al ser un programa de diseño basado en lenguaje gráfico, utiliza estructuras de repetición gráficas, las mismas que ejecutan reiteradamente las funciones que se encuentran en su interior.

4.2.1.9 While loop

En la figura 37 se indica la selección de la estructura tipo While Loop, en la que se realiza un ciclo de repetición de funciones similar al lenguaje de programación escrito.

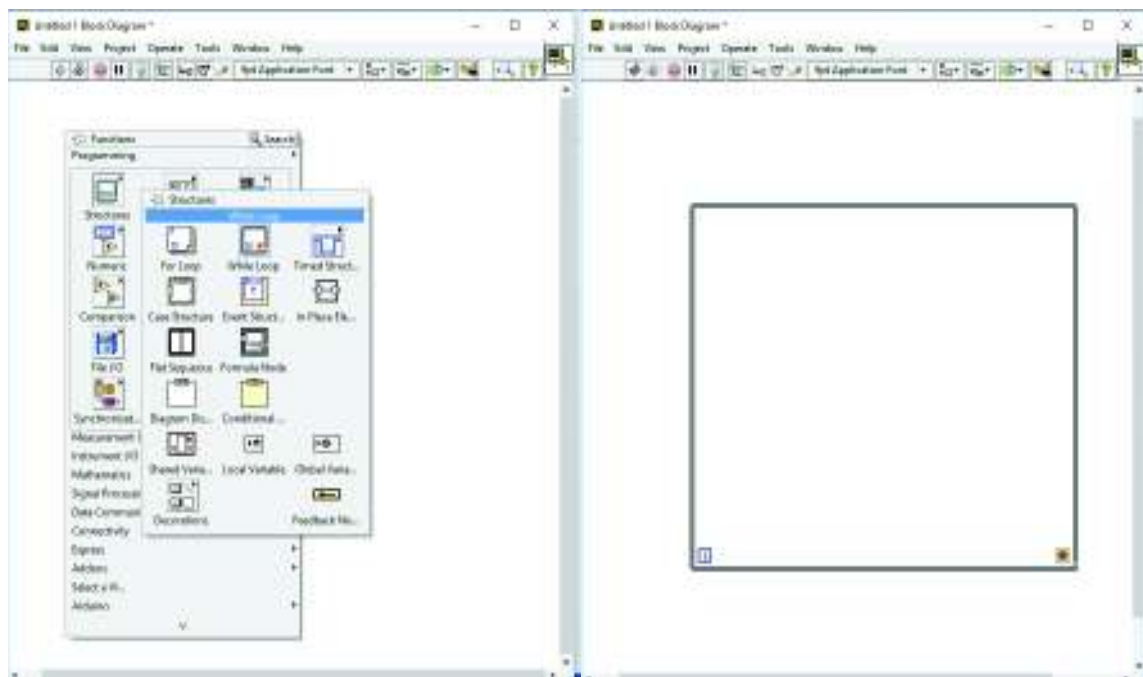


Figura 37. Estructura While loop
Fuente: Software LabVIEW

Con las funciones DO (ejecutar) y WHILE (condicional), LabVIEW comprueba si la función es verdadera, en cuyo caso continúa ejecutándose el programa, y de lo contrario, si es falsa, el programa se paraliza.

4.3 Diseño del control automático de temperatura

El sistema de ventilación automática se activará en función de la temperatura interna del recinto que albergará a las aves. La temperatura será registrada por el sensor de temperatura LM35 que tiene una sensibilidad calibrada de $1^{\circ}\text{C}/10\text{mV}$, y su rango de medición abarca desde -55°C hasta 150°C , por lo que en el diseño del programa se deberá multiplicar por una constante de 100 para obtener una escala real de temperatura dentro del recinto como se observa en la figura 38. Este sensor enviará la señal al microprocesador, luego éste enviará una señal para activar los diferentes elementos electromecánicos tales como: ventiladores, calefactores y extractores para su activación.

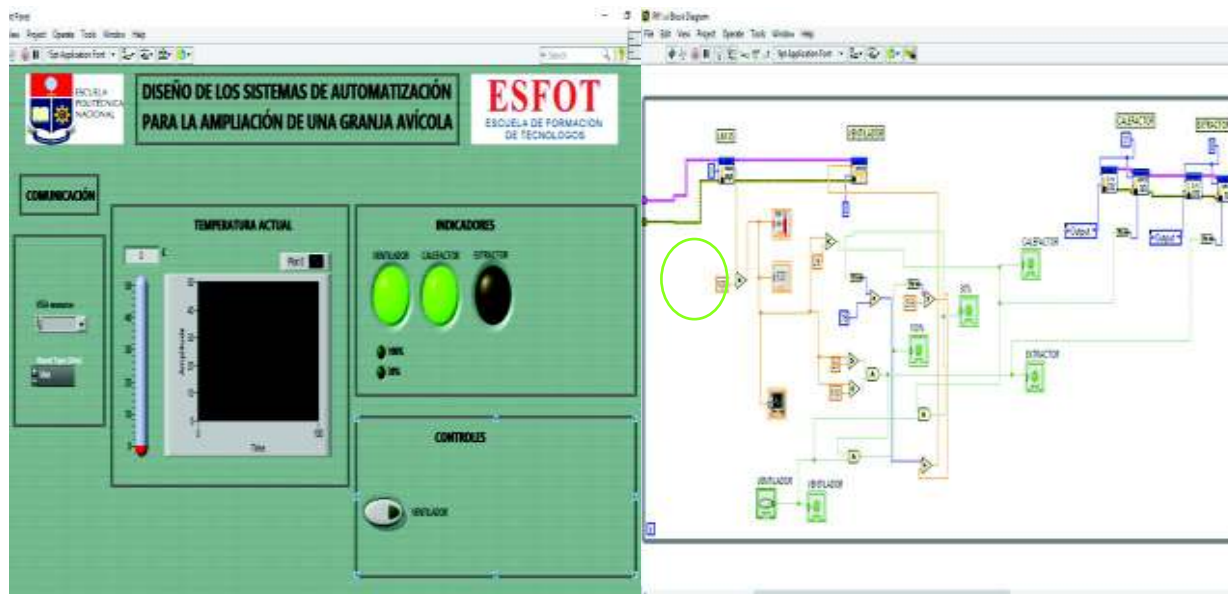


Figura 38. Diseño del sistema de ventilación
Fuente: Propia

La temperatura óptima para el crecimiento de las aves es entre 24 y 26 grados centígrados, por lo tanto el presente diseño permitirá que temperatura mantenga siempre este rango térmico.

Debido a la ubicación geográfica de la granja, la temperatura varía en el día y la noche. De no controlarse esta variable las aves podrán sufrir enfermedades respiratorias. En la noche la temperatura desciende a valores menores a los 10 grados centígrados, por el contrario durante el día la temperatura supera los 25 grados centígrados.

Por lo tanto el sistema de ventilación entrará en funcionamiento cuando la temperatura sea menor a 24 grados centígrados, activando en conjunto el calefactor y el ventilador. Si la temperatura supera los 26 grados centígrados se activarán conjuntamente los ventiladores y el extractor para mantener una temperatura adecuada.

El sistema de ventilación cuenta con tres ventiladores, de los cuales uno de ellos estará siempre en funcionamiento al 30% de su potencia nominal con el fin de mantener el aire en constante circulación, y así evitar la acumulación de gases nocivos para las aves. Los ventiladores restantes funcionarán al 100% de su potencia nominal cuando la temperatura supere los valores de térmico de las aves.

Todo este proceso estará monitoreado desde el panel frontal de LabVIEW que conforma el HMI, permitiendo un control manual y automático. La programación se realizará en el panel frontal de LabVIEW, en donde se muestran indicadores gráficos y numéricos con el fin visualizar la temperatura real del recinto como se observa en la figura 39.

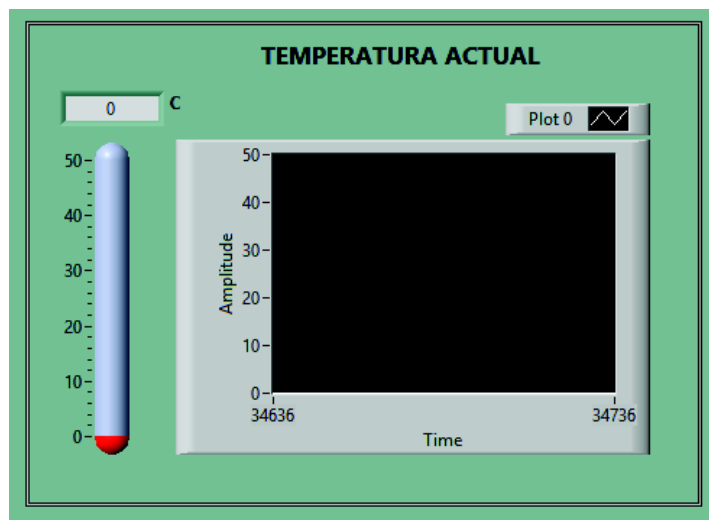


Figura 39. Indicadores gráficos y numéricos de temperatura
Fuente: Propia

Para mostrar la temperatura real que está tomando el sensor e indicarla en el panel frontal se deberá realizar los siguientes pasos:

Para la visualización del tipo de señal que entrega el sensor LM35 al microprocesador se utilizará un indicador numérico que muestre la amplitud en función del tiempo en tiempo real. Para la obtención de la función Waveform chart, se seleccionará como sitio de trabajo el panel frontal. Dando clic derecho del mouse se desplegarán opciones de controles. Se seleccionará la opción Graph y continuación se seleccionará la opción Waveform chart, la misma que permite Visualizar en forma gráfica la obtención de la temperatura como se muestra en la figura 40.

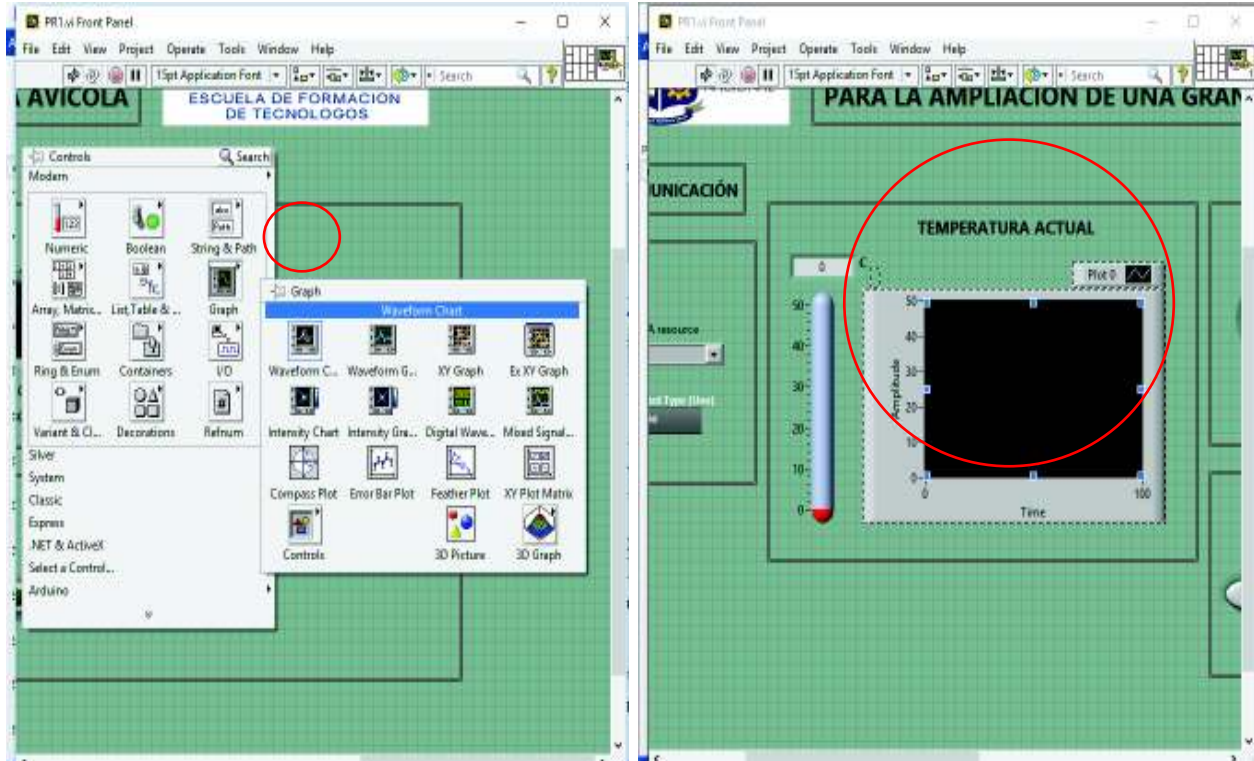


Figura 40. Función Waveform chart
Fuente: Propia

El software LabVIEW permite representar varios elementos tal como son en la realidad. Entre ellos, diferentes tipos de instrumentos de medida tales como termómetros, indicadores de nivel, medidores de velocidad, etc. Para la ejecución de este proyecto se necesita cuantificar la temperatura en una escala numérica. Para el efecto se seleccionará un símbolo de termómetro. En la figura 41 se indica en el panel frontal un símbolo de termómetro el cual permite visualizar la temperatura real que obtiene el sensor de temperatura en una escala que facilitará la interpretación de datos al usuario. Primero se ubica el cursor en el panel de control, a continuación se da clic derecho al mouse, en la opción Controls se selecciona la opción Numeric y continuación la opción de Thermometer.

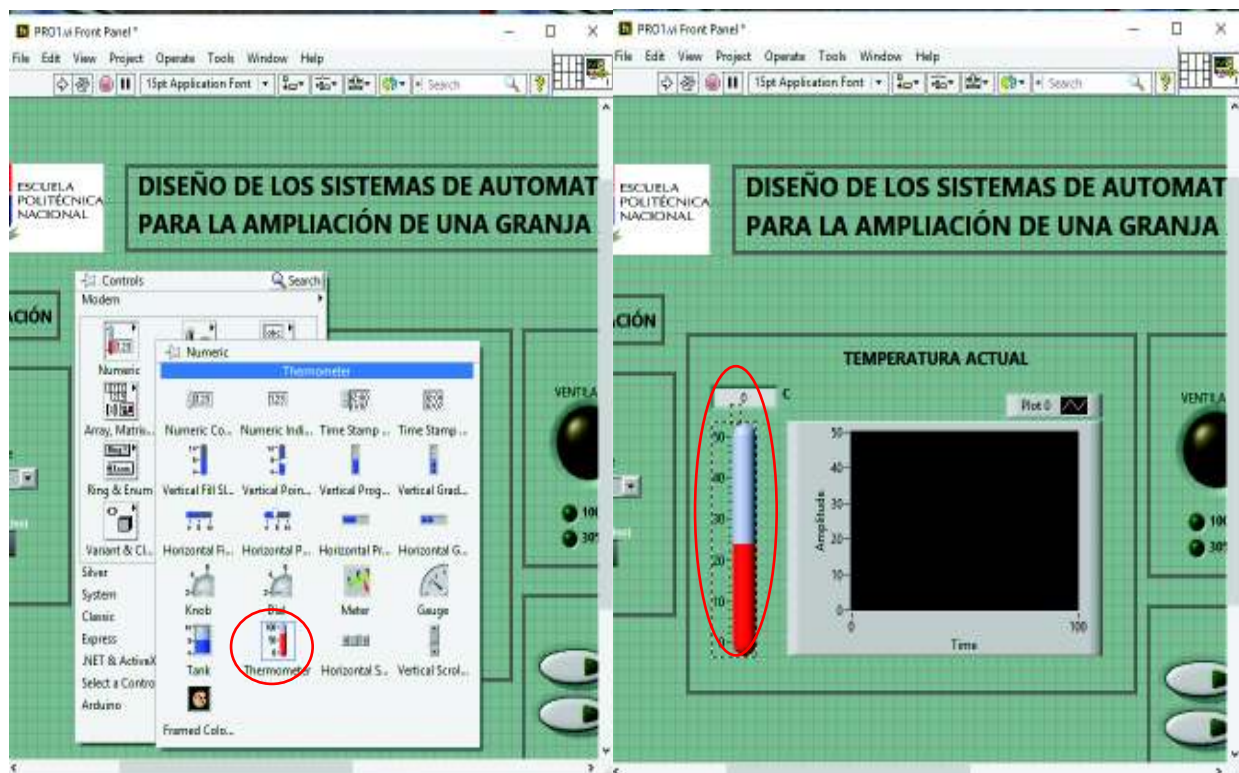


Figura 41. Función termómetro en LabVIEW

Fuente: Propia

4.3.1 Programación del control de temperatura

Para la programación del control automático de temperatura en LabVIEW, en la figura 42 se muestra el diseño del programa que permitirá la adquisición y control de temperatura, en la que se debe usar diferentes tipos de bloques de funciones, que incluyen diferentes tipos de indicadores de gráficos tales como:

- Termómetro con graduado
- Cuadro de temperatura en función del tiempo
- Cuadro digital de temperatura.

En el diseño se incluye diferentes tipos de indicadores para hacer más amigable el programa con el usuario y permitir la fácil manipulación del mismo. Al ser un sistema automatizado la temperatura adquirida por medio del sensor permitirá el accionamiento de los sistemas de ventilación, calefacción y ventilación de acuerdo a la necesidad de la granja.



Figura 42. Programación gráfica del sistema de ventilación
Fuente: Propia

Para cumplir las condiciones del diseño se debe incluir funciones de comparación, las cuales servirán como condicionantes para cumplir lo requerido en el diseño. En la figura 44 se observan las funciones condicionales usadas en la programación gráfica en LabVIEW.

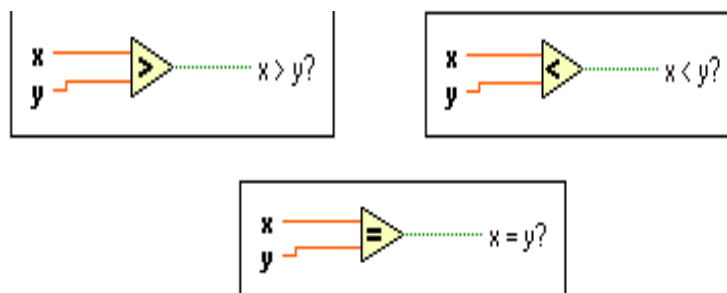


Figura 43. Funciones de comparación en Labview
Fuente: Software LabVIEW

Las condiciones de programación del presente diseño son las siguientes:

Si la temperatura que censa el dispositivo Lm35 es menor que 25 grados centígrados, el microprocesador envía la señal al calefactor para su activación. Si el sensor recepta que la temperatura es mayor que 25 grados el microprocesador enviará la señal a los ventiladores para la activación. Este sistema automatizado controla los ventiladores, calefactores y extractores,

utilizando las funciones de comparación lógica mostradas en la figura 45, las mismas que permitirán determinar la temperatura adecuada para la activación de cada dispositivo.

La placa electrónica Arduino incorpora un conversor análogo a digital de 6 canales. El conversor tiene una resolución de 10 bits. Una señal eléctrica analógica es aquella en la que los valores de la tensión o voltaje varían constantemente y pueden tomar cualquier valor. En el caso de un Arduino, el valor de 0 voltios analógico es expresado en digital como B0000000000 (0) y el valor de 5V analógico es expresado en digital como B1111111111 (1023).

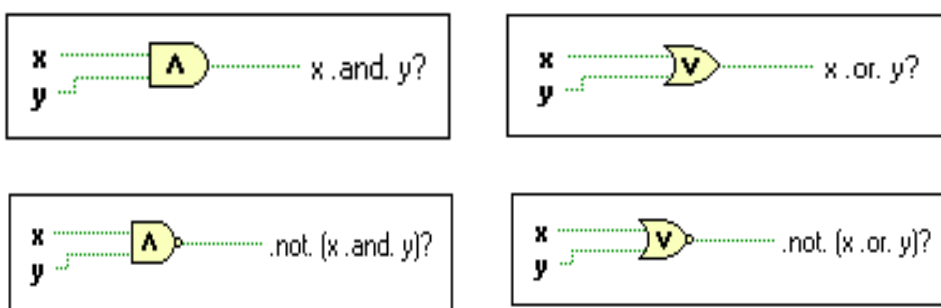


Figura 44. Funciones lógicas en LabVIEW
Fuente: Software LabVIEW

El sistema posee varios ventiladores para lo cual se estableció que un ventilador se encuentre siempre en funcionamiento al 30 % de su potencia nominal para mantener una atmósfera ventilada, siempre y cuando la temperatura se mantenga en el rango de ± 25 grados centígrados. Además se incluye un control de seguridad para el mantenimiento de los ventiladores debido a que este equipo por su funcionamiento es más propenso a fallas mecánicas.

La programación gráfica del sistema de ventilación se muestra en la figura 46, en la cual se indica las conexiones realizadas en el diagrama de bloques. Los bloques de funciones se conectan con las funciones lógicas y comparativas para activar o desactivar elementos electromecánicos.

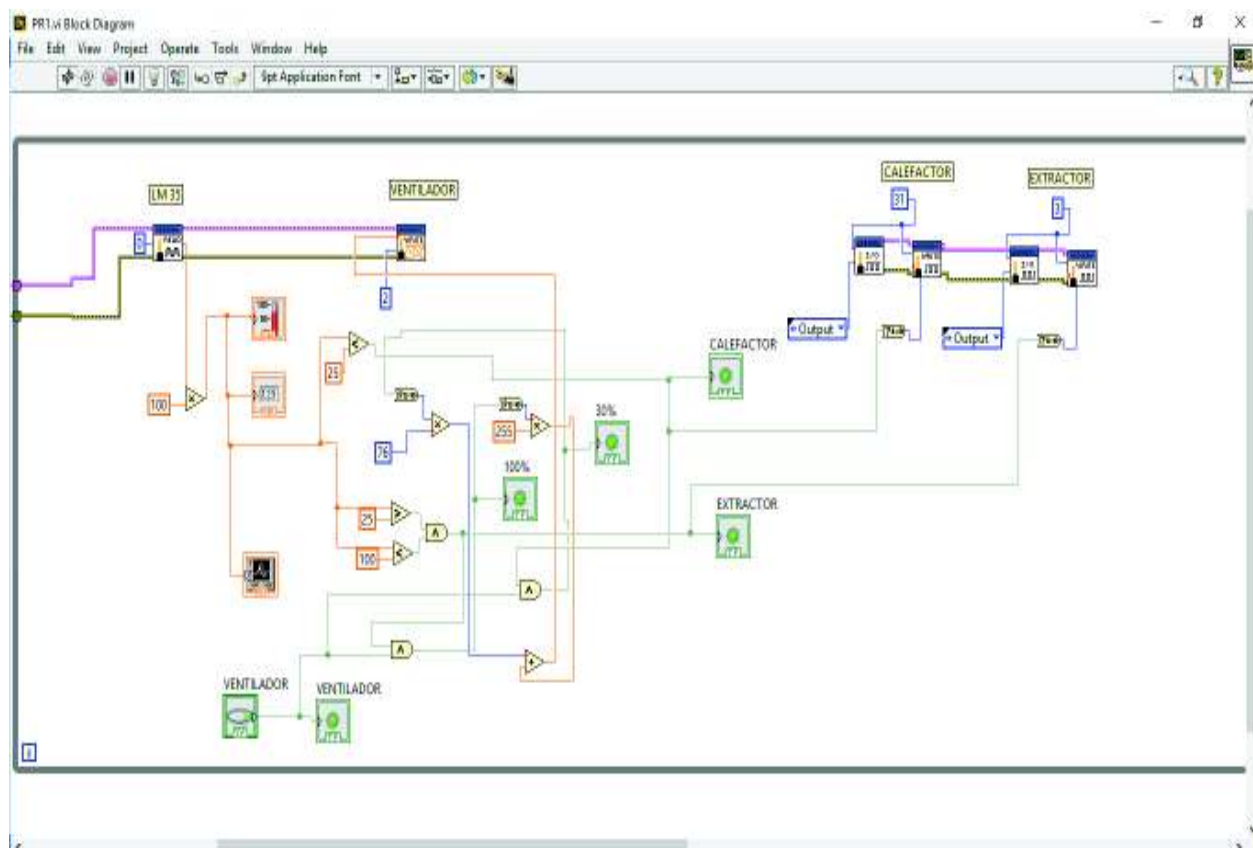


Figura 45. Diseño del sistema de ventilación
Fuente: Propia

4.4 Diseño del control de iluminación

El sistema de iluminación de la granja avícola se divide en dos partes: iluminación interior y ventilación exterior, las que se detallan a continuación:

4.4.1 Diseño del control automático de luces exteriores

El sistema de iluminación exterior permitirá al personal de mantenimiento circular por el área externa a los galpones. Se activará mediante una fotorresistencia y un sensor detector de presencia.

Para la programación del pin del dispositivo, se declara a dos de los pines del microprocesador como entrada de datos. En la programación gráfica de diseño se utiliza la función aritmética de igualdad la cual permitirá comparar el nivel lógico de estas dos señales. Si la comparación se cumple en base a esto, el sistema se activará encendiendo las luces exteriores del galpón, como se observa en la figura 47.

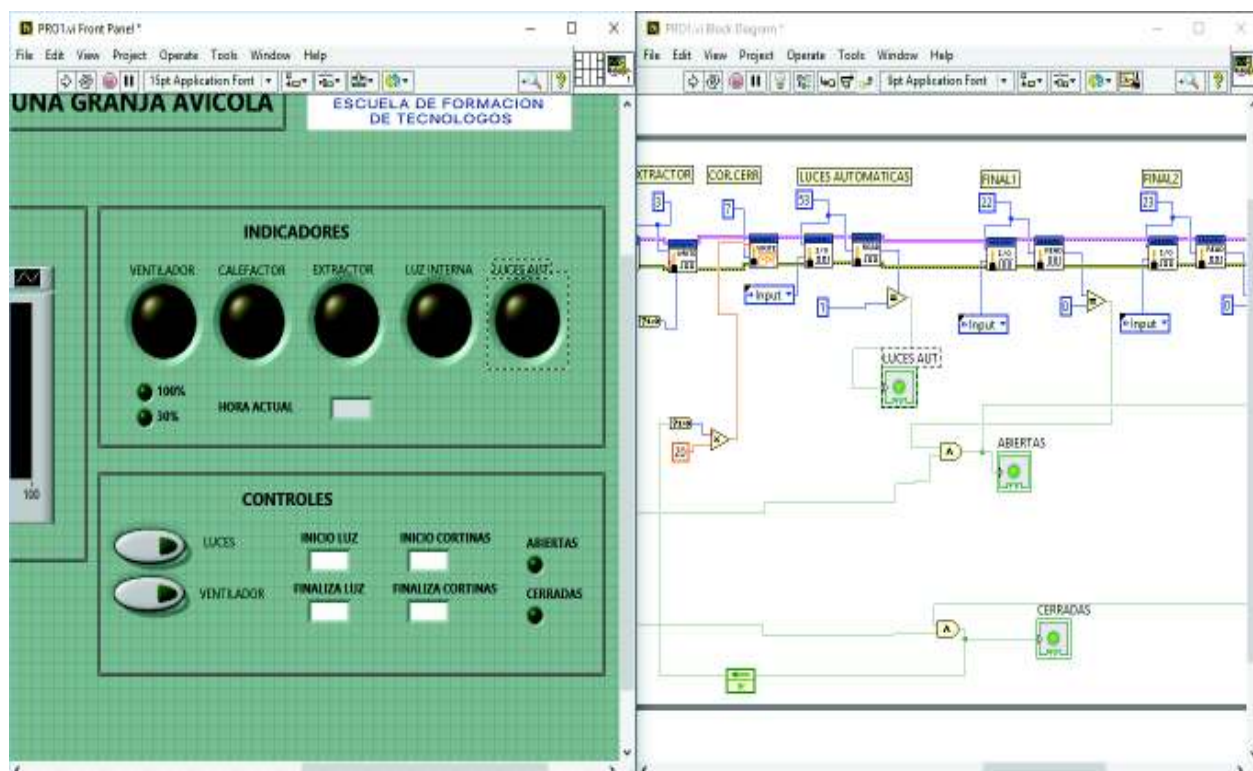


Figura 46. Diseño del sistema exterior de iluminación
Fuente: Propia

4.4.2 Diseño del control automático de luces interiores

La iluminación artificial es un proceso fundamental para la crianza de aves, siendo así que este diseño se ha programado para controlar el tiempo y no la intensidad de luz, debido a que todas las aves son de la misma edad. En el anexo A se muestra el diseño de planos y diagramas eléctricos para la ampliación de la granja avícola.

En la figura 48 se muestra la función de cadena de fecha / hora mostrada, aprovechando la fecha y la hora del computador en el cual se realiza la compilación del programa, con lo cual se puede realizar comparaciones para cumplir los requerimientos del diseño.

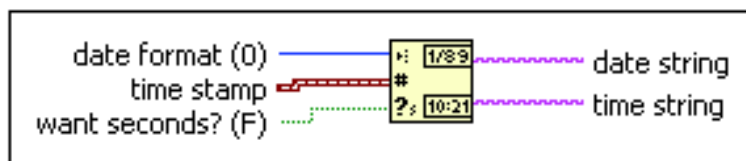


Figura 47. Función de cadena de fecha / hora en LabVIEW
Fuente: Software LabVIEW

La función string control (control de cadenas) permite el ingreso de datos (horas) que se deberá ingresar en formato de hora: minutos, para el encendido y apagado de las luminarias.

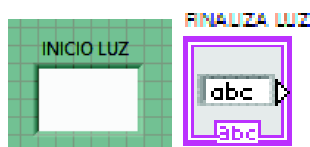


Figura 48. Función de control de cadenas
Fuente: Software LabVIEW

En la figura 50 se observa el procedimiento para obtener la función de control de cadenas. Primero se ubica el cursor en el panel frontal. Dando clic derecho, se selecciona String & Path, para a continuación escoger la función String Control.

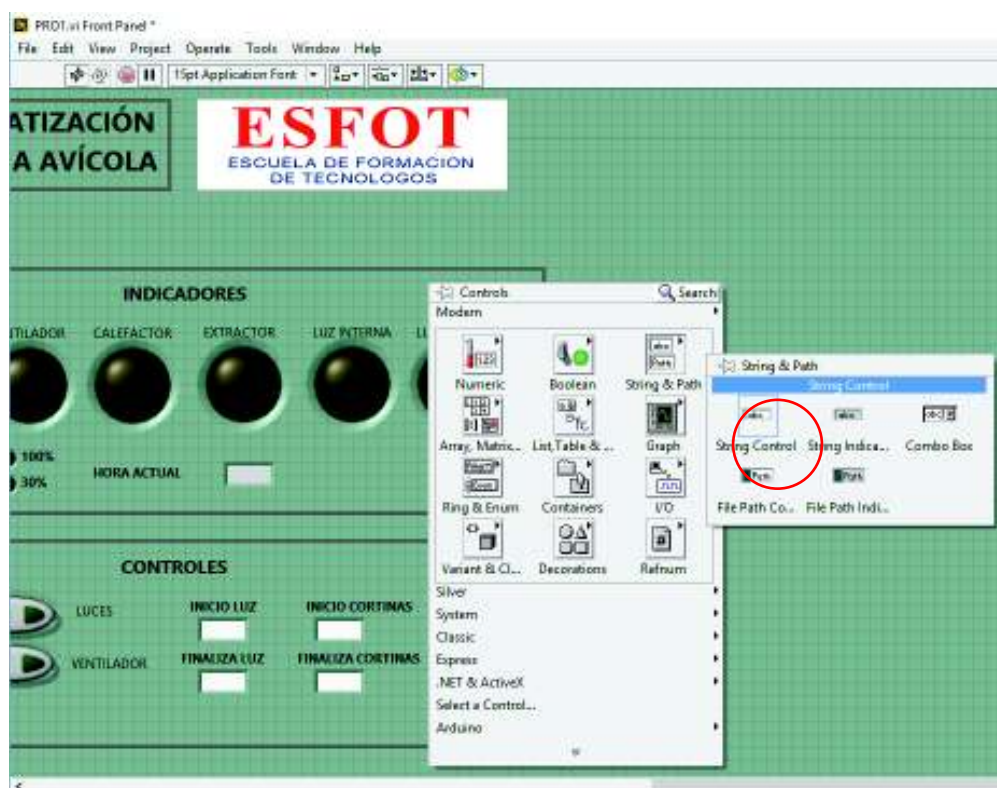


Figura 49. Panel frontal del sistema automatizado
Fuente: Propia

El diseño se realizará en el diagrama de bloques, que permite realizar funciones por medio de programación gráfica. El diseño que se observa en la figura 51, se programa de la siguiente manera:

El operador de mantenimiento de la granja avícola ingresa la hora de inicio de la iluminación. Posteriormente a eso, el microprocesador, mediante funciones, comparará si la hora ingresada es mayor o igual a la hora del computador. Si la comparación es afirmativa, enviará un 1 lógico.

Además el operador deberá ingresar la hora de finalización de la luz, la que se comparará mediante la función menor que. Con esto se busca que la hora de finalización sea menor que la hora del computador. Si esto es así se enviará a la salida un 1 lógico. Luego de haber comparado las horas de inicio y final se ingresa estos dos estados a una función lógica (AND), que envía la señal para encender las luces internas del galpón.

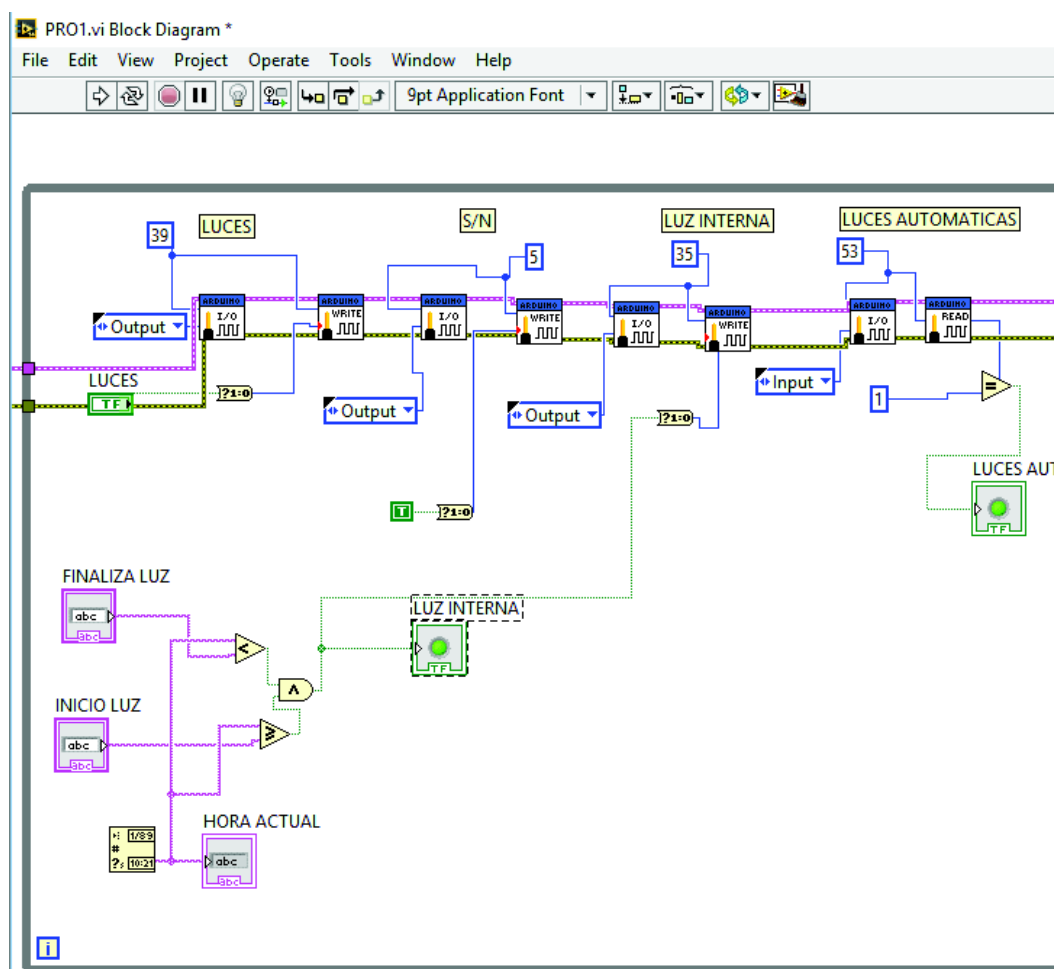


Figura 50. Programación gráfica del sistema de iluminación
Fuente: Propia

En la programación del sistema de iluminación se incluye un control manual de activación que servirá para desconectar el circuito para actividades de mantenimiento preventivo y correctivo, como se indica en la figura 52.

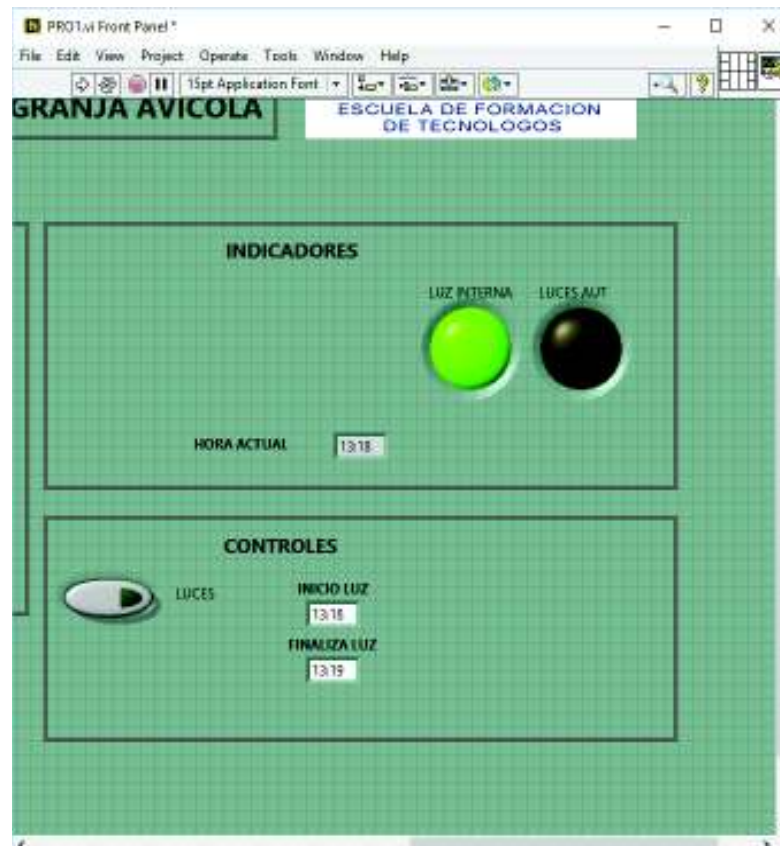


Figura 51. Indicador de activación del sistema interna de iluminación
Fuente: Propia

4.5 Diseño del sistema automático de cortinas

Este diseño automatizado permitirá ingresar la hora de apertura y cierre de las cortinas en el panel frontal, que incluye un indicador visual a modo de alarma para indicar que las cortinas están abiertas o cerradas como se observa en la figura 53.

El sistema cuenta con sensores finales de carrera, los cuales enviarán señales al microprocesador cuando las cortinas lleguen a la parte superior y también a la parte inferior, para que éste a su vez envíe órdenes al motor eléctrico para detenerse.



Figura 52. Panel de control e indicadores de activación de cortinas
Fuente: Propia

4.5.1 Programación del control automático de cortinas

En el diseño de este sistema automatizado se utilizará la función Get Date/Time String Function indicada en la figura 46, detallada en el subcapítulo 3.4.2.

La programación está diseñada de tal manera que el operario pueda ingresar la hora de inicio y fin de la apertura y cierre de las cortinas respectivamente, para lo cual se utilizará la función de cadena de tiempo, que permite ingresar datos en formato de hora. Luego, utilizando la función de comparación, se establecerá la igualdad entre la hora del computador y la hora ingresada. En caso afirmativo se enviará un 1 lógico a la función “And” para comparar con la señal enviada desde el sensor final de carrera. El sensor final de carrera está programado para que ingrese una señal al microprocesador, que debe ser comparada con el nivel lógico 0 que indica que el sensor ha actuado. Si el sensor ha actuado y la hora de inicio es igual a la hora ingresada el microprocesador enviará una señal al motor para abrir las cortinas.

En caso contrario, si la hora de finalización es igual a la hora del computador, se enviará una señal a la función lógica And, la cual comparará esta señal con la señal de la comparación

del sensor final y si es afirmativa se enviará la señal al microprocesador para proceder con el cierre de las cortinas en la hora establecida.

En la programación se estableció que el motor no debería función a la potencia nominal de placa, debido a que si la apertura de las cortinas se hace de manera muy rápida las aves podría asustarse y causarse lesiones entre ellas, por lo que se limitó al 20% de su velocidad nominal para tener una apertura sin ruido como se observa en la figura 54.

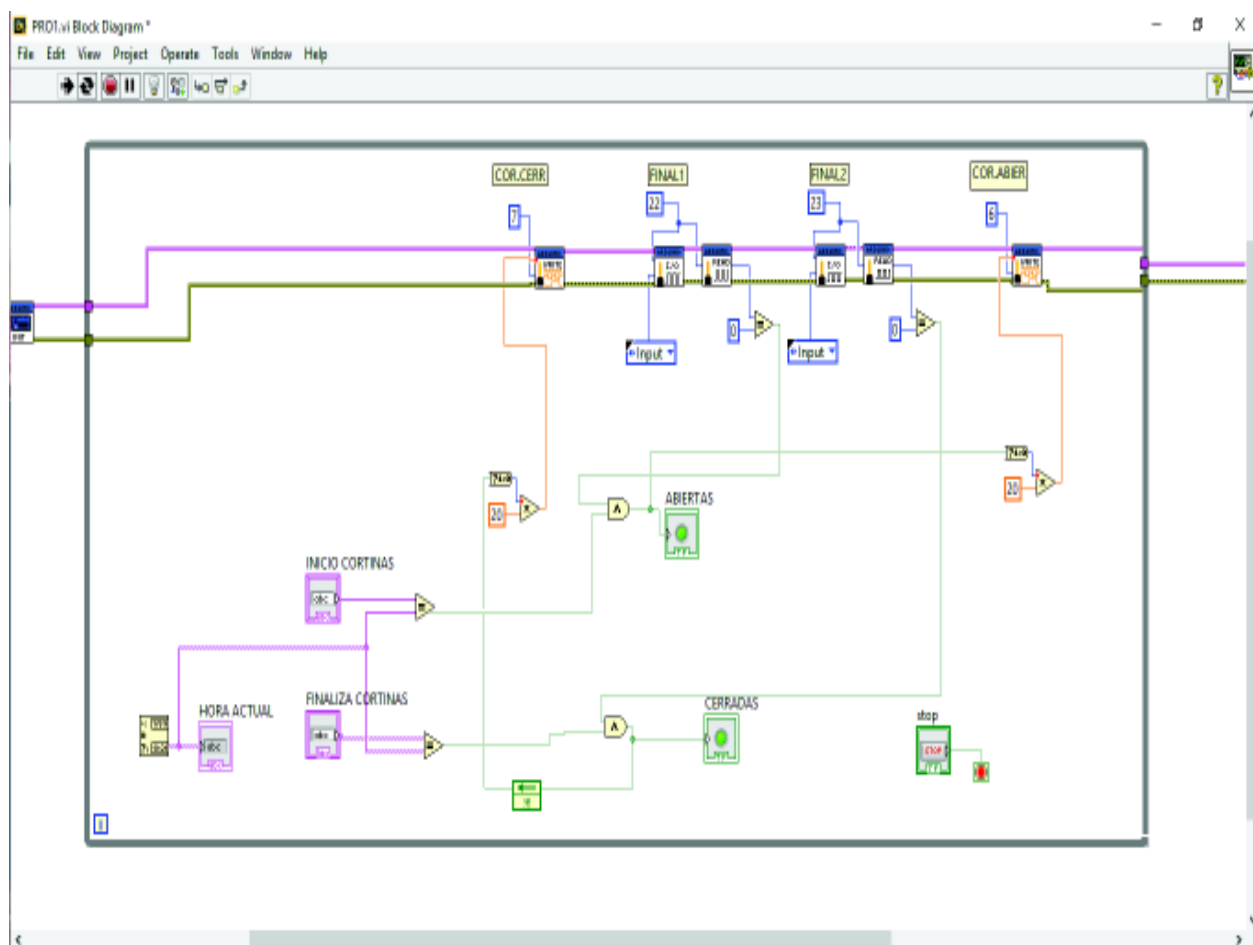


Figura 53. Programación del sistema automático de apertura y cierre de cortinas
Fuente: Propia

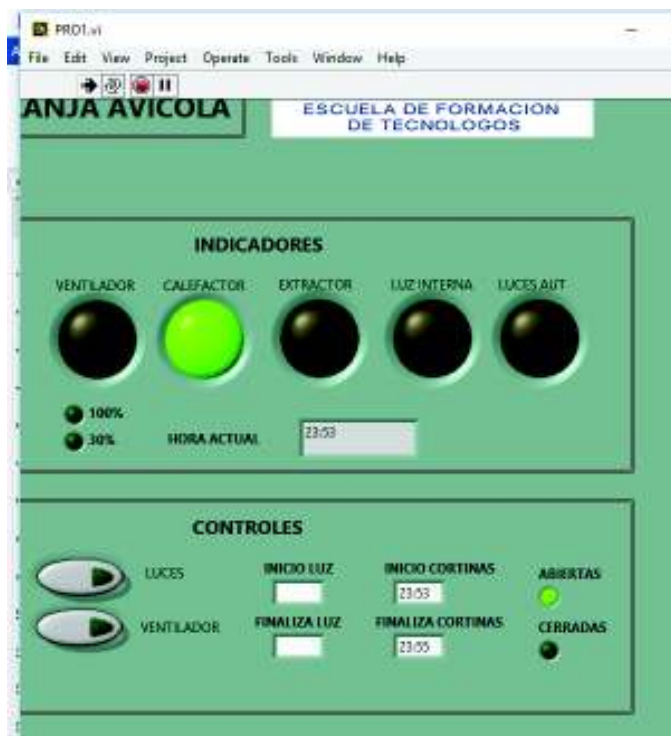


Figura 54. Indicadores de Cortinas abiertas en panel de control
Fuente: Propia

4.6 Comunicación

La comunicación se la realizará mediante Serial Peripheral Interface (SPI) que es un protocolo de datos en serie síncrono. El mismo que permitirá el envío y recepción de datos entre el microprocesador y el computador, a una velocidad de 9600 baudios.

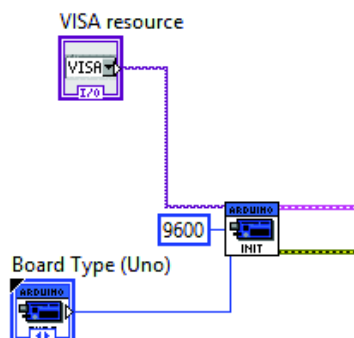


Figura 55. Comunicación entre microprocesador y computador
Fuente: Software LabVIEW

Este tipo de comunicación permite realizar la función conocida en control industrial como HMI. El interfaz Humano Máquina permite operar y supervisar un proceso productivo a distancias remotas, evitando la presencia del operador para realizar funciones programadas en el diseño.

Luego de realizar el diseño del sistema de automatización de la granja avícola el Vergel, tomando en cuenta sus necesidades, así como los factores climáticos, posición geográfica, etc. Se ha obtenido un sistema de control automático de las principales tareas en la crianza de aves de engorde.

4.7 Realización del ejecutable

Como se mencionó anteriormente este proyecto incluye la obtención del ejecutable, con el fin de evitar la manipulación de la programación del diseño en la operación del proceso de crianza de las aves.

El ejecutable es un programa que se ejecuta en cualquier computador sin necesidad de la instalación del software.

Para la creación del ejecutable, se ubica en la barra de herramientas del software LabVIEW, a continuación se sitúa en la opción Tools, luego se selecciona la opción Build Application.exe, la misma que permite construir la aplicación ejecutable del diseño como se observa en la figura 57.



Figura 56. Creación del ejecutable en LabVIEW

Fuente: Propia

Posteriormente a la selección se presenta un cuadro de texto en el que se determina la ubicación del programa ejecutable, como se observa en la figura 58.

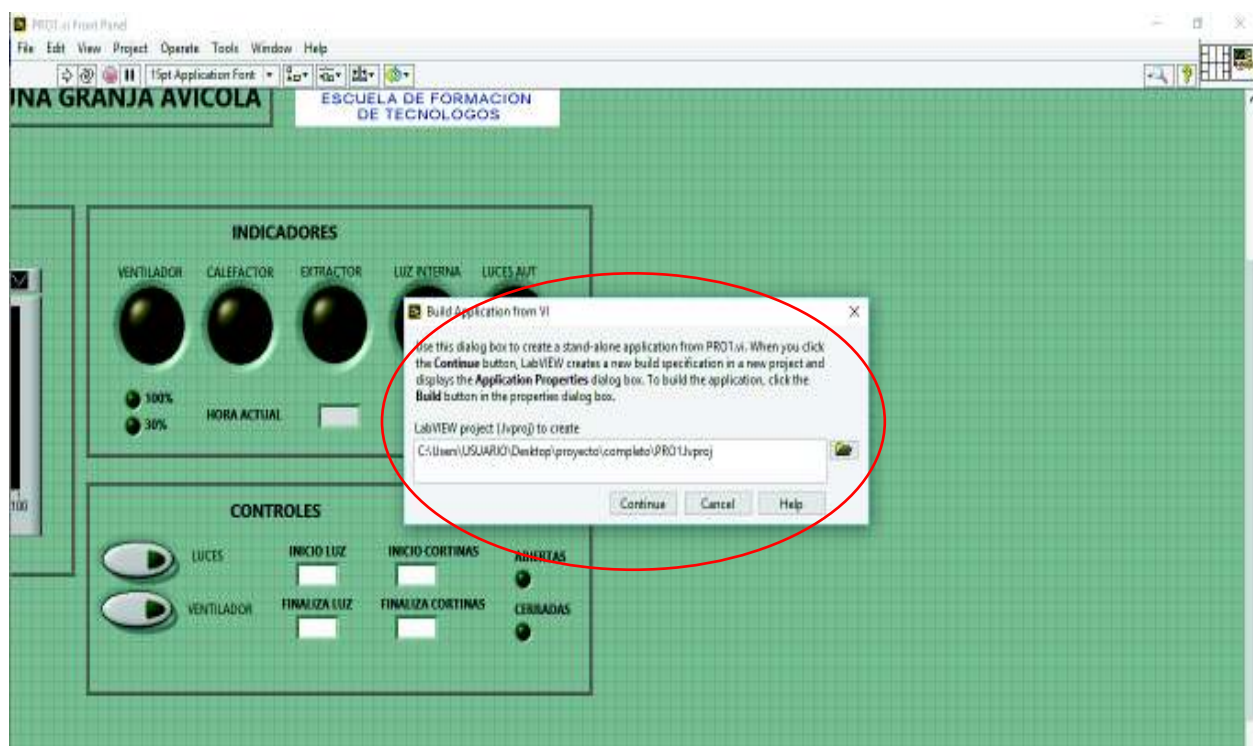


Figura 57. Determinación de la ubicación del ejecutable
Fuente: Propia

A continuación aparece un cuadro que permite cambiar las propiedades del ejecutable tales como: Información del programa, personalización del icono, configuración de seguridad, etc.

Después de haber configurado las opciones mencionadas anteriormente se procede a seleccionar la opción Build, como se observa en la figura 59. Esta opción permite confirmar la realización del ejecutable.

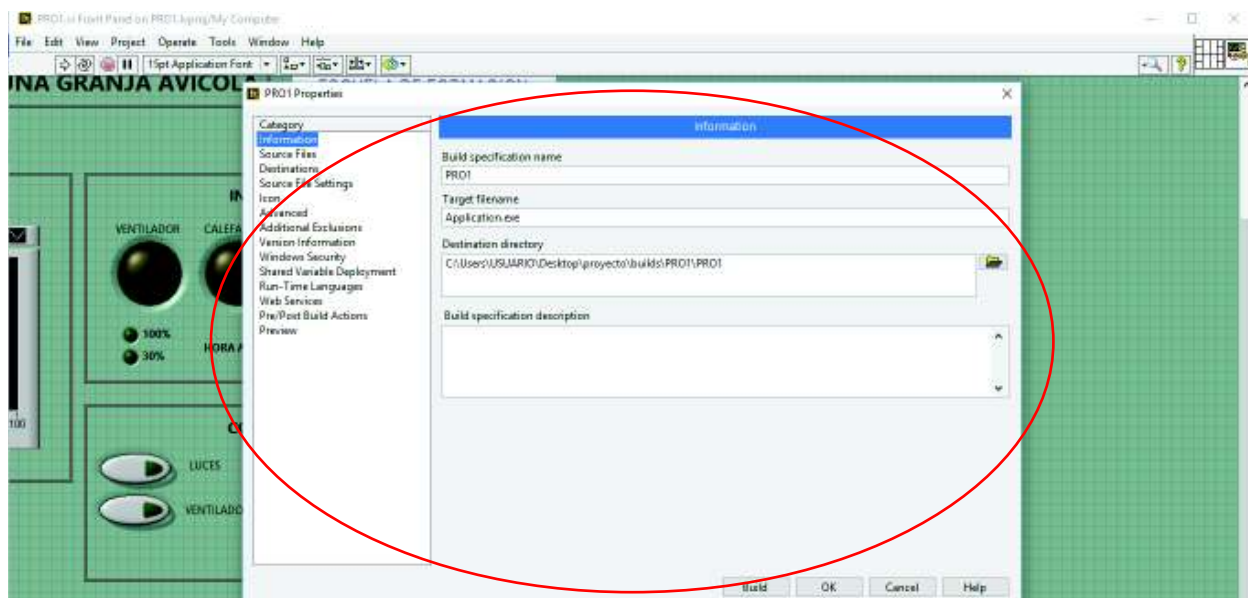


Figura 58. Construcción del ejecutable
Fuente: Propia

Una vez construido el ejecutable del programa, aparece una pantalla que indica la ubicación del mismo en el computador, como se muestra en la figura 60.

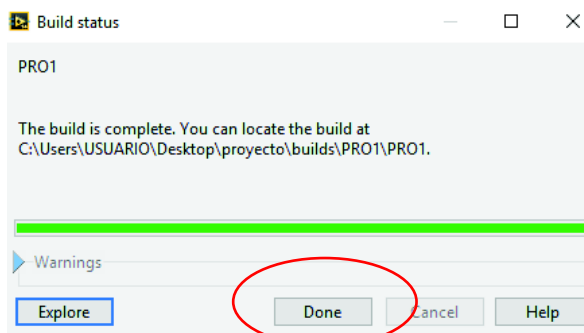


Figura 59. Ubicación del ejecutable
Fuente: Propia

CAPÍTULO 5

RESULTADOS

Este trabajo se ha desarrollado mediante una tarjeta electrónica Arduino, programada en el software LabVIEW, que realiza las mismas funciones de un PLC de cualquier marca comercial pero a un costo inferior, adicionando además un interfaz que permitirá manipular las variables del proceso de crianza de las aves a distancia.

5.1 Simulación en el programa

5.1.1 Compilación del diseño

El software LabVIEW permite la compilación del diseño. Para lo cual se procede a localizar la barra de herramientas ubicada en la parte superior del programa como se observa en la figura 61, a continuación se selecciona el ícono Run continuously el cual compila la programación para descartar errores en la misma.

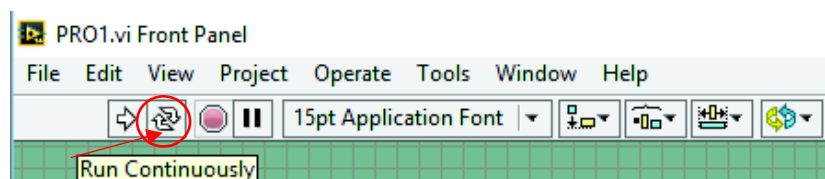


Figura 60. Barra de herramientas
Fuente: Software LabVIEW

Luego de la compilación de la programación se procede a la simulación del diseño, para lo cual se ubica en la barra de herramientas la opción de Running indicada en la figura 62, la misma que permite la simulación del proyecto.

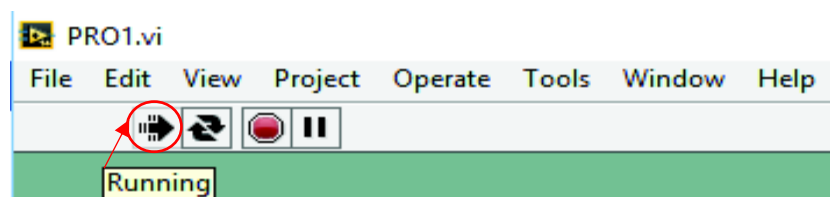


Figura 61. Icono de Ejecución
Fuente: Software LabVIEW

5.1.2 Simulación del programa

La simulación del programa permite observar en tiempo real la adquisición de información por medio de pines de entrada para que el microprocesador procese la misma y envíe señales por sus salidas con el fin de activar dispositivos electromecánicos de acuerdo a la necesidad de la granja avícola. En la figura 63 se observa el programa con todas sus funciones activas.



Figura 62. Programa en funcionamiento
Fuente: Propia

5.1.2.1 Temperatura en el recinto inferior a 15.68 °C

Como se observa en la figura 64, el programa registra que el sensor de temperatura censa una temperatura de 15.68 °C al interior del recinto, por lo cual se activará el sistema de calefacción conjuntamente con el ventilador al 30% de su velocidad, esto se debe a que el aire caliente deberá circular por toda el área hasta llegar al confort térmico de las aves que es aproximadamente 25°C.

Las funciones adicionales del programa funcionarán independientemente de la temperatura, por lo cual en la figura 65 se observa la activación del sistema de iluminación y/o elevación o descenso de cortinas mediante el control de tiempo.



Figura 63. Ejecutable del diseño
Fuente: Propia

5.1.2.2 Temperatura en el recinto inferior a 21.56°C

En la figura 65 se muestra el funcionamiento del programa cuando la temperatura es aproximadamente 21.56°C, se comprueba que todas las funciones están operativas.

A esta temperatura se mantiene encendido el sistema de calefacción ya que como se mencionó en el subcapítulo anterior se debe llegar al confort térmico de las aves para desactivar estos

equipos.



Figura 64 Ejecutable del diseño
Fuente: Propia

5.1.2.2 Temperatura en el recinto superior a 25 °C

El programa registra por medio del sensor de temperatura que si la misma supera los valores establecidos en la programación, por lo que el microprocesador enviará una señal para desactivar el sistema de calefacción y entrará a funcionamiento el sistema de extracción hasta que la temperatura se mantenga en los valores programados. Se observa en la figura 66 los indicadores que permiten visualizar el funcionamiento de los dispositivos antes mencionados.



Figura 65. Ejecutable del diseño
Fuente: Propia

5.1.2.3 Levantamiento automatizado de cortinas

El funcionamiento de la apertura y cierre de las cortinas se basa en la comparación de la hora actual del computador vs la hora de apertura si esta comparación es afirmativa se abren las cortinas. Para el cierre automatizado se ingresa en el programa la hora a la que el operador desee cerrar las cortinas, por lo general se cierran a partir de las 18:00 pm con el fin de evitar posibles afecciones respiratorias en las aves. En la figura 4.5 se observa el funcionamiento que incluyen indicadores visuales en el panel frontal.



Figura 66. Funcionamiento del sistema automático de apertura y cierre.
Fuente: Propia

CONCLUSIONES

- Se determinó que realizar el diseño de los sistemas de automatización para la ampliación de una granja avícola permitirá mejorar la productividad de esta actividad económica, mediante la racionalización del uso de recursos energéticos, económicos y humanos.
- Con la implementación de los sistemas automatizados en la granja avícola, se reducirá y optimizará el tiempo de permanencia del personal a cargo del cuidado de las aves, debido a que el sistema se podrá programar remotamente desde un ordenador.
- El control de temperatura en una granja avícola es fundamental, ya que la temperatura del recinto está directamente relacionada con la alimentación de las aves. El manejo inadecuado de la temperatura reducirá o incrementará el consumo de alimento en las aves produciendo una reducción en la productividad de la granja.
- Para el diseño e implementación de los sistemas automatizados es necesario el uso de software y hardware, tales como LabVIEW de National Instruments y hardware Arduino Mega, dispositivos eléctricos y electrónicos, etc. La correcta programación e instalación permitirá alcanzar los objetivos establecidos en cualquier proyecto de automatización.
- El uso de software y hardware tipo Arduino permite disminuir costos y tiempos de ejecución. Además, se crea un ambiente amigable para la operación del sistema, lo cual es muy importante para las granjas de producción tomando en cuenta el escaso nivel educativo que, en general, tienen los operarios de este tipo de industria.
- Este proyecto puede servir como referencia, para futuros trabajos de ampliación y modernización en los diversos sectores de producción pecuaria: avicultura, ganadería, porcicultura, piscicultura, etc. y en general en cualquier ámbito que requiera procesos de automatización confiables y de bajo costo.

RECOMENDACIONES

- Las instalaciones eléctricas de un sistema residencial y/o industrial deben diseñarse y construirse respetando las normas correspondientes: Norma Ecuatoriana de la Construcción, Normativa de la Empresa Eléctrica Quito, del Ministerio de Electricidad y Energía Renovable, entre otros, con el fin de evitar posibles afectaciones a la propiedad privada y a los seres humanos.
- Para la implementación del proyecto a escala real, se recomienda la utilización de fuentes tipo industriales; pues esto garantizará el correcto funcionamiento de este diseño.
- Realizar un plan de mantenimiento preventivo, a fin de prolongar al máximo la vida útil del sistema.
- Aplicar estrictamente lo expuesto en las normativas vigentes, a fin de garantizar el correcto funcionamiento de las instalaciones civiles y eléctricas, con el fin de evitar posibles afectaciones al personal a cargo de la implementación, así como del mantenimiento preventivo y correctivo.
- Para la implementación de este proyecto de automatización, se hace indispensable la intervención de personal calificado.
- Se recomienda utilizar el presente proyecto como referencia para futuros procesos de automatización en granjas avícolas dedicadas a la crianza de otras aves tales como patos, pavos, avestruces, etc., en las que también se requiere recintos con control de iluminación y ventilación automatizada a bajo costo.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Agrener. (9 de Mayo de 2017). *Motor de abertura DA 75*. Obtenido de Agrener :
<http://agrener.com/producto/motor-de-abertura-da-75/>
- Alaso. (2013). *Jaulas Verticales para Cría, Re-Cría*. Obtenido de Alaso:
<http://www.alaso.com/uploads/images/Stacked-Pullet-Cage-Schematic.jpg>
- Arduino. (12 de Noviembre de 2014). *Que es Arduino*. Obtenido de arduino.cl:
<http://arduino.cl/que-es-arduino/>
- Arduino. (29 de Mayo de 2017). *Arduino MEGA 2560*. Obtenido de Arduino:
<https://www.arduino.cc/en/main/arduinoBoardMega2560>
- Avesca. (25 de Mayo de 2017). *Avesca*. Obtenido de Avesca:
<http://www.avesca.com.ec/web/site/historia>
- Avicorvi. (2017). *Comedero Automático*. Obtenido de Avicorvi:
<http://www.avicorvi.com/productos/comederos-para-aves/comedero-automatico.html>
- Avicorvi. (2017). *Comedero Manual Innova*. Obtenido de Avicorvi:
<http://www.avicorvi.com/productos/comederos-para-aves/comedero-manual-innova.html>
- Avicultura. (28 de Octubre de 2016). *Importancia de la Iluminacion en ponedoras y reproductoras*. Obtenido de Avicultura: <https://avicultura.info/importancia-de-la-iluminacion-en-ponedoras-y-reproductoras/>
- Barrios, E. (21 de Enero de 2010). *Autómatas programables*. Obtenido de <https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=1&cad=rja&uact=8&ved=0ahUKEwjDlc2nt4nUAhVDJiYKHytgDPMQFggnMAA&url=http%3A%2F%2Fwww.uhu.es%2Frafael.sanchez%2Fingenieriamaquinas%2Fcarpetaapuntes.htm%2FTrabajos%2520IM%25202009-10%2FElena%2520Ba>
- Caltenteco, M. (2008). *Criterios de ingeniería aplicables en la selección optima de motores trifásicos de inducción tipo jaula de ardilla*. Obtenido de Tesis de pregrado. Instituto Politécnico Nacional, Distrito Federal

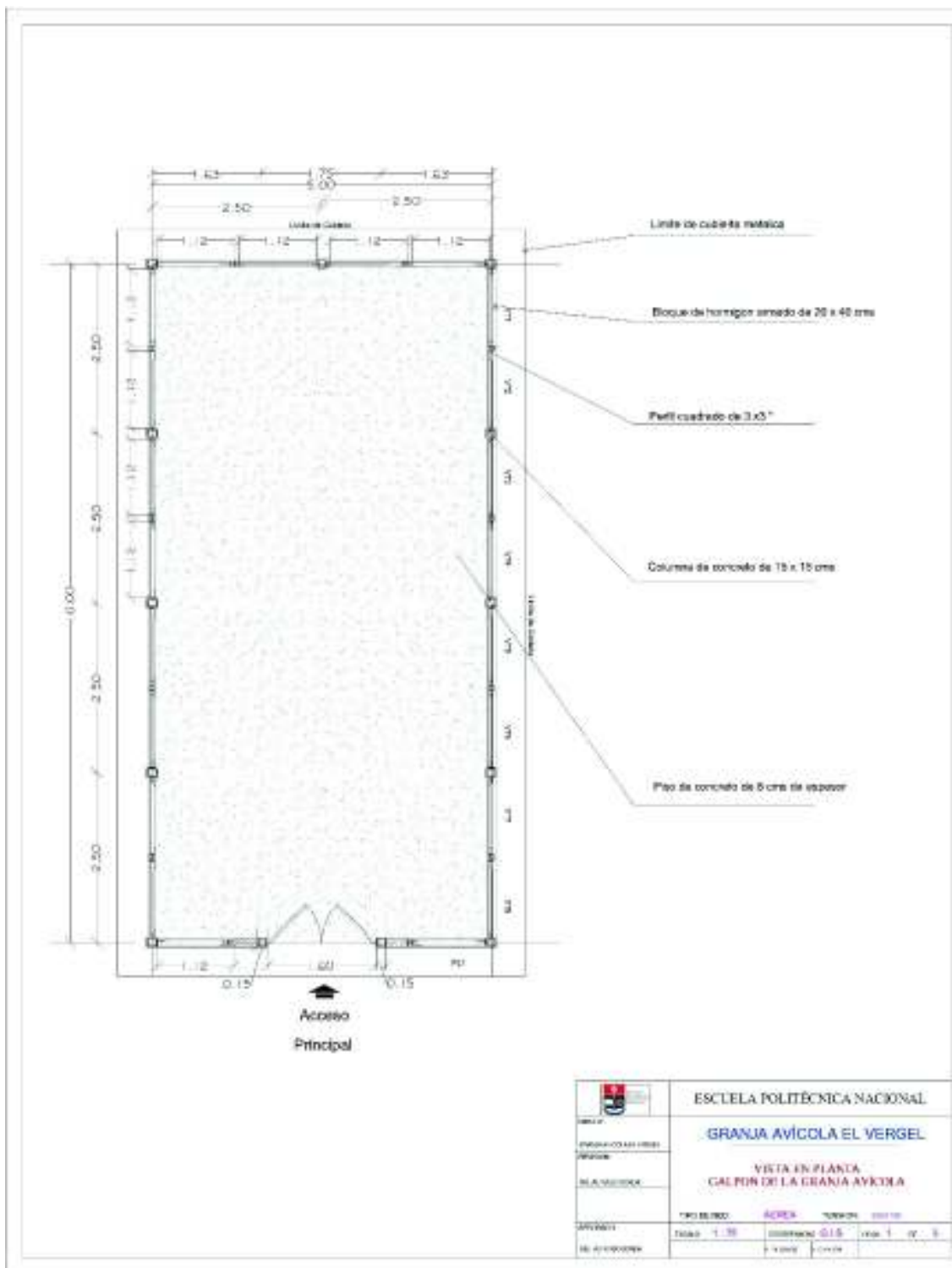
- Cevallos, C. N. (2013). *Sistema automático para granja avícola de producción de huevos*.
Obtenido de Tesis de pregrado. Universidad de Cuenca, Cuenca
- Chiappe, G. (19 de Agosto de 2010). *Pautas de manejo para crianza de pollos parrilleros*.
Obtenido de Tesis: <http://bibliotecadigital.uca.edu.ar/greenstone/collect/tesis/tmp/pautas-manejo-crianza-pollos-parrilleros.html>
- Climate Data. (09 de Agosto de 2015). *Clima: Puéllaro*. Obtenido de Climate Data:
<https://es.climate-data.org/location/180519/>
- Comite Ejecutivo de la Norma Ecuatoriana de la Construcción. (2011). *Norma Ecuatoriana de la Construcción*. Quito: s/n.
- CONAVE. (5 de Febrero de 2014). *Estadísticas Avícolas*. Obtenido de
www.conave.org/upload/informacion/Estadisticas%20avicolas.pdf
- Constitución de la Republica del Ecuador. (20 de Octubre de 2008). *Constitución de la Republica del Ecuador*. Obtenido de Inocar:
http://www.inocar.mil.ec/web/images/lotaip/2015/literal_a/base_legal/A._Constitucion_republica_ecuador_2008constitucion.pdf
- Ecuador en cifras . (3 de Septiembre de 2013). *Aves Criadas en campo y planteles avícolas*.
Obtenido de Ecuador en cifras : <http://www.ecuadorencifras.gob.ec/documentos/web-inec/Infografias/info-aves.pdf>
- Edifarm. (24 de Marzo de 2007). *Vademécum Veterinario 10ma Edición*. Obtenido de Edifarm:
https://quickvet.edifarm.com.ec//pdfs/articulos_tecnicos/CENSO%20AVICOLA.pdf
- El sitio avicola. (26 de Octubre de 2015). *Ventilación de tunel*. Obtenido de El sitio avicola:
<http://www.elsitioavicola.com/uploads/files/2015%20Nov/15-11-5-3a-ventilacion-de-tunel-Joseph-Lockinger-el-sitio-avicola.jpg>
- Google maps. (2017). *Puéllaro*. Obtenido de Google maps:
<https://www.google.com.ec/maps/place/Pu%C3%A9llaro/@0.0676301,-78.4035921,1807m/data=!3m1!1e3!4m5!3m4!1s0x8e2a76b1224f5d41:0x3c6fa2ecf295defc!8m2!3d0.066667!4d-78.4>
- Grobotronics. (13 de Junio de 2017). *Photo Resistor LDR 5mm*. Obtenido de
<https://grobotronics.com/photo-resistor-ldr-5mm.html?sl=en>

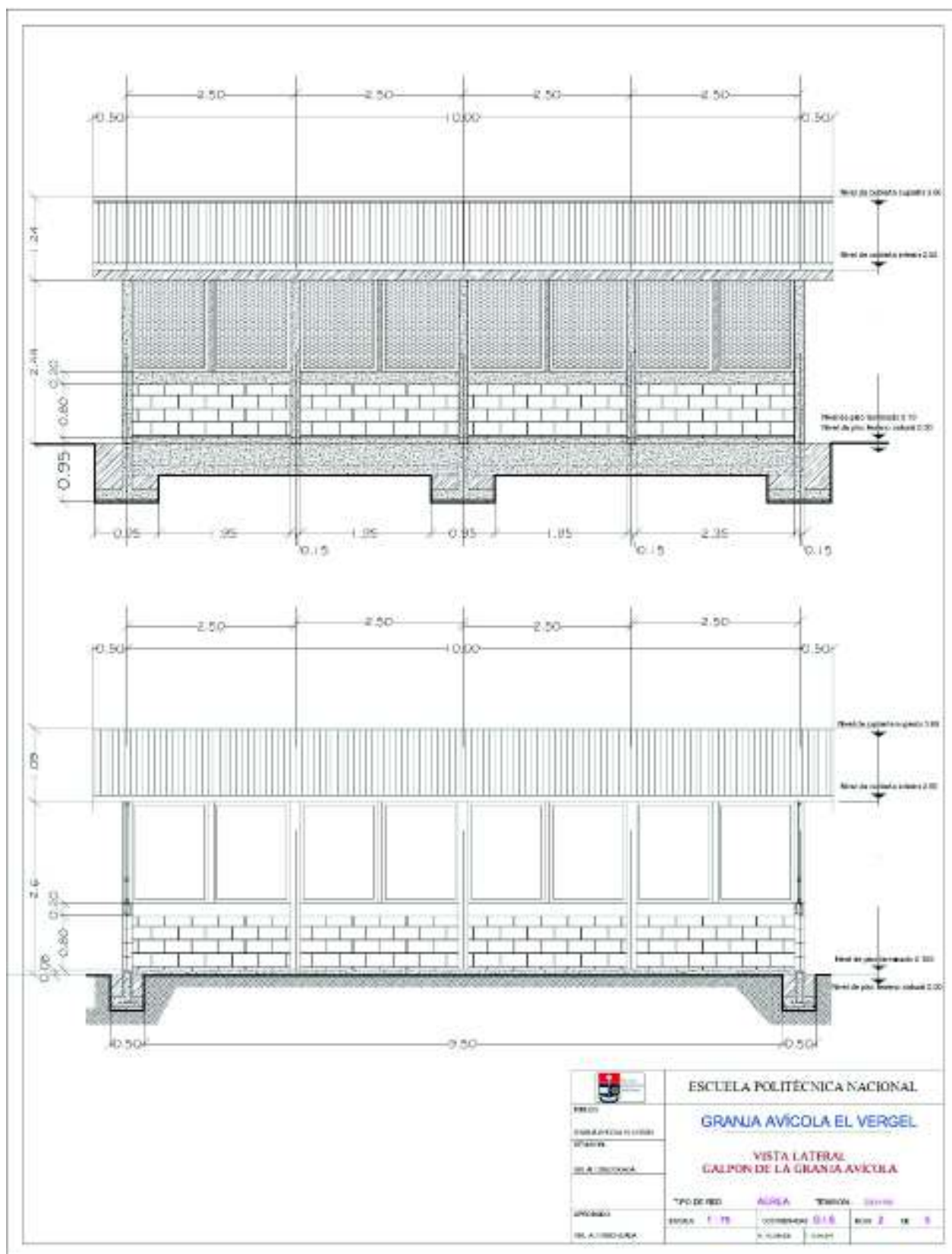
- Gutiérrez, C. (2013). *Sistema automático para granja avícola de producción de huevos*. Obtenido de Tesis de pregrado. Universidad del Azuay, Cuenca
- Hiperlamparas. (2015). *Tipos de lámparas y luminarias*. Obtenido de Hiperlamparas: <https://www.hiperlamparasmiguelgema.es/blog/94-tipos-de-lamparas-y-luminarias>
- Ley de gestión ambiental . (1 de Febrero de 1998). *Ecuador - Leyes Ambientales*. Obtenido de Tecnologías Limpias: http://www.tecnologiaslimpias.cl/ecuador/ecuador_leyesamb.html
- Mahler, B. (2003). *Evolución del plumaje y el canto en las palomas americanas* . Obtenido de Tesis posgrado. Universidad de Buenos Aires, Buenos Aires
- Marín Ruiz, F., Pérez Moreno, O., & Ruíz Ávila, N. (2012). *Pruebas eléctricas en campo a conductores de energía de media tensión*. Obtenido de Tesis de pregrado. Instituto Politécnico Nacional, Distrito Federal
- Misset, T. (2001). *Avicultura Profesional* . Holanda: Elsevier Publishers.
- National Instrumens. (7 de Mayo de 2013). *Aplicación de LabVIEW en el desarrollo de simuladores para formación profesional*. Obtenido de National Instrumens: <http://sine.ni.com/cs/app/doc/p/id/cs-15488>
- National Instruments. (13 de Junio de 2017). *Qué es labVIEW*. Obtenido de <http://www.ni.com/es-cr/shop/labview.html>
- Ortega Kirby, P. (2015). *Diseño y montaje de un prototipo para el control automatizado del sistema de riego por canales en el área de Yamburara haciendo uso de hardware y software open source*. Obtenido de Tesis de pregrado. Universidad Nacional de Loja, Loja
- Ramón, M. (2000). *Tecnología eléctrica*. Barcelona: UPC, c2000.
- Rojas Segarra, X., & Correa Anchundia, G. (01 de Abril de 2015). *Diseño e implementación de un sistema de control y supervisión HMI para máquina barnizadora de la empresa el Telegrafo*. Obtenido de Tesis de pregrado. Universidad Politécnica Salesiana, Guayaquil
- Selecciones avícolas. (01 de 2 de 2012). *Aplicación de los conceptos de ventilación*. Obtenido de Selecciones avícolas: <http://seleccionesavicolas.com/pdf-files/2012/2/6527-aplicacion-de-los-conceptos-de-ventilacion.pdf>
- SESA. (2016). *Reglamento de control de instalaciones y funcionamiento de las granjas avícolas*. Quito.

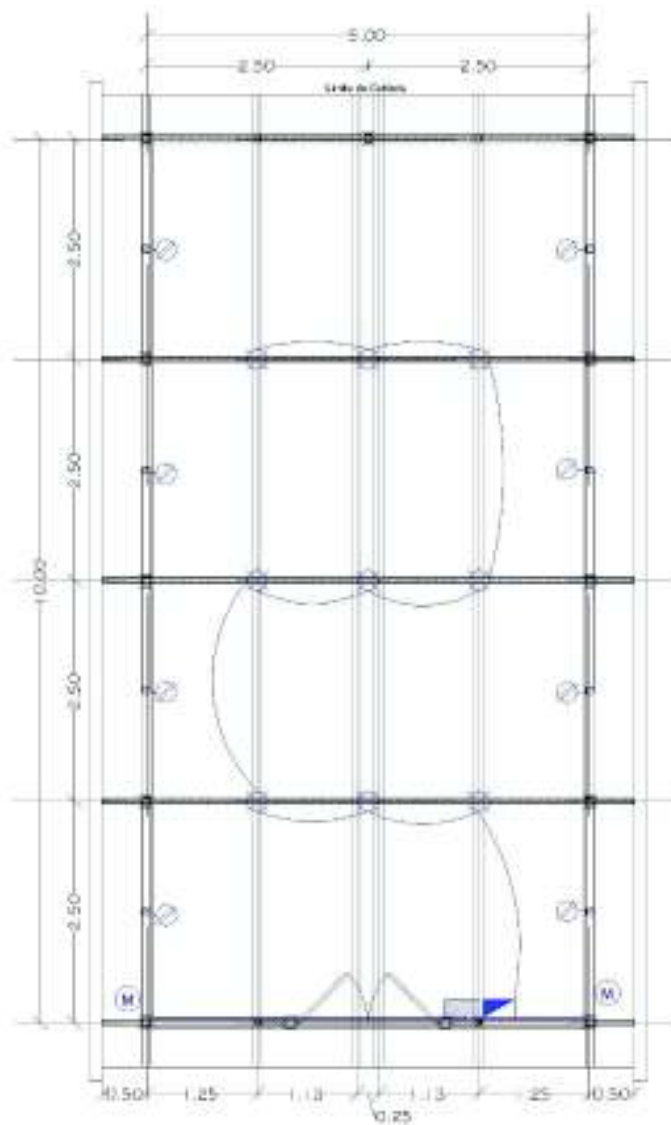
- Siemens. (2 de Diciembre de 2012). *Panels PC's y Monitores - El Futuro de la Industria - Siemens*. Obtenido de Siemens: <http://w5.siemens.com/spain/web/es/industry/automatizacion/hmi/PublishingImages/panelpc.png>
- Silos Cordoba. (01 de Agosto de 2012). *Products*. Obtenido de Silos Cordoba: <http://siloscordoba.com/wp-content/uploads/2012/08/Farm-Silos.jpg>
- Smart Lighting. (17 de Mayo de 2015). *Eficiencia energética*. Obtenido de Smart Lighting: <http://smart-lighting.es/iluminacion-led-para-la-reduccion-de-costos-energeticos-en-granjas-de-pollos/>
- Stewart, R., & Mónica, A. (1991). *Análisis a la protección a la producción del grano en el Ecuador*. Quito: IICA.
- Suministros Poultry. (4 de Abril de 2006). *Productos para granjas avícolas*. Obtenido de Suministros Poultry: <http://www.suministrospoultry.com/comedero.htm>
- Tapia Ayala, C., & Manzano Yupa, H. (Octubre de 2013). *Evaluación de la plataforma arduino e implementación de un sistema de control de posición horizontal*. Obtenido de Tesis de pregrado. Universidad Politécnica Salesiana, Guayaquil
- Texas Instruments. (17 de Marzo de 2017). *LM35 Precision Centigrade Temperature Sensors (Rev. G)*. Obtenido de www.ti.com/lit/ds/symlink/lm35.pdf
- Toalombo Ninabanda, C. (2013). *Diseño e implementación de un módulo de pruebas mediante LabVIEW para la medición de parámetros en calentadores solares*. Obtenido de Tesis de grado. Escuela Politécnica del Chimborazo, Riobamba
- Vive1. (5 de Marzo de 2017). *Propiedad #140897*. Obtenido de Vive1: http://fotosnginx.vive1.com/thumbs/w/800x600xC/s3.amazonaws.com/vive1/production/image/property/97/140897/140897__1253845.jpg

ANEXOS

Anexo A: Planos y diagramas eléctricos







SIMBOLOGÍA



TABLERO DE DISTRIBUCIÓN DE FUERZA



TABLERO DE DISTRIBUCIÓN DE ALUMBRADO



ENCHUFE 110V



CAJETIN CIRCULAR PARA LUMINARIA TIPO LED A 110V



MOTOR DE CORRIENTE ALTERNA



TUBERIA GALVANIZADA DE 1" POR VÍA AÉREA



MANGUERA DE 1/2" INSTALADA POR FLOOR

		ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL	
PROYECTO: SUBPROYECTO: ESTADO: DELIMITACIÓN:		GRANJA AVÍCOLA EL VERGEL INSTALACIONES ELÉCTRICAS FUERZA E ILUMINACIÓN	
ESPECIFICACIONES:	TIPO DE RED:	ALFALA	TENSIÓN: 0.16
DEL ALUMBRADO:	ESCALA:	1:15	COORDENADAS: 0.16 ESC: 2 M: 3
	DEL ALUMBRADO:	0.16	0.16

Anexo B: Manual de usuario



¡Bienvenido al manual de los sistemas de automatización de granja avícola el Vergel!

Con este manual queremos compartir algunas de nuestras experiencias sobre la automatización de granjas avícolas. Podrá encontrar aquí el detalle del uso del sistema.

El manual contiene información técnica para su correcto funcionamiento.

Estamos seguros de que este manual le será de útil al momento de manipular el sistema.



En la figura 1 se detalla los componentes del sistema de automatización de la granja avícola el Vergel.



Figura 1 Captura de pantalla del programa en funcionamiento

1.1 Comunicación serial

La comunicación entre el computador y la tarjeta se realizará mediante comunicación serial, para lo cual se utiliza un cable serial, el mismo que permite la entrega y obtención de datos de la tarjeta hacia el computador y viceversa. Permite de esta manera realizar un Interfaz Humano Máquina que controlará las variables a distancia.

Para la correcta comunicación entre la tarjeta y el computador se deberá configurar los siguientes parámetros:

- Establecer el puerto de comunicación
- Seleccionar el tipo de tarjeta a utilizar

Como se detalla en la figura 2.



Figura 2 Configuración de los parámetros de comunicación

1.2 Sistema automático de temperatura

En este sistema el operador o encargado de la supervisión no deberá ingresar ningún tipo de dato o información, debido a que la temperatura es obtenida por medio del sensor Lm35, mismo que envía la información al microprocesador para a su vez este envíe la información a los dispositivos electromecánicos para la activación automática de cualquiera de los dispositivos mencionados a continuación: calefactor, ventilador y extractor de acuerdo a la temperatura censada en el recinto.

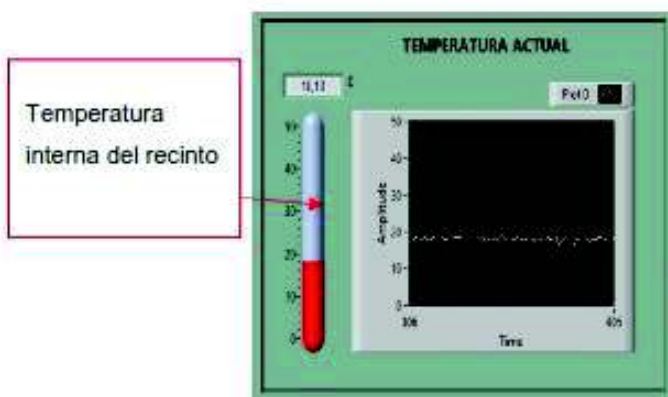


Figura 3. adquisiciones de temperatura indicada en función del tiempo.

1.3 Control de luz interna

Este parámetro será configurado por el operador de acuerdo a la edad de las aves. Esto se debe a que este tipo de aves necesitan una mayor exposición a la luz para ganar peso en corto tiempo. La exposición a la luz por tiempos controlados permite

al ave acelerar su metabolismo lo que hace que el ave se alimente durante más horas al día permitiéndole adquirir mayor masa muscular. La programación de este proceso se basa en la hora actual del computador, por lo cual se deberá ingresar en formato de hora: minutos, el inicio y finalización de la luz artificial a la cual se someterá a las aves. Además este proceso contará con un indicador en el panel frontal, el mismo que permitirá visualizar al operador vía remota la activación del sistema de iluminación interno.

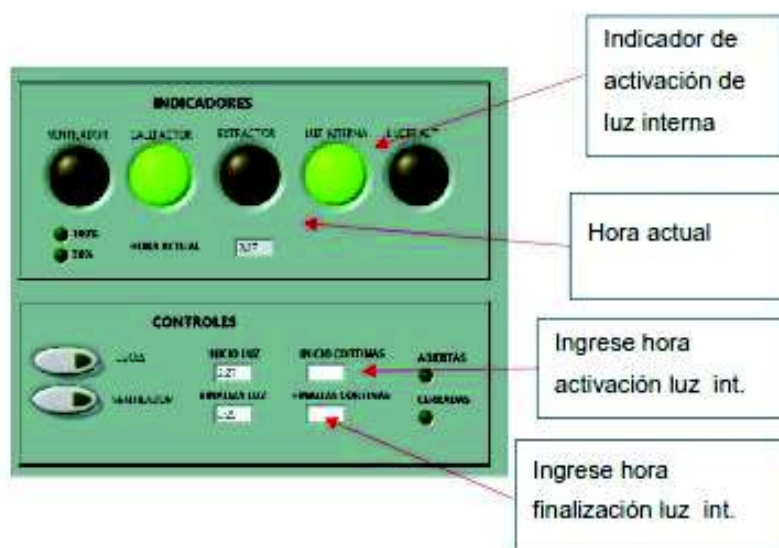


Figura 4 Configuración de luz interna

1.4 Sistema automatizado de elevación de cortinas

Este sistema automatizado permite la elevación de las cortinas para la renovación del aire de manera natural, y cierre de las cortinas a una hora establecida por el operador para evitar posibles enfermedades respiratorias en las aves.

Los parámetros a configurar son:

- Hora de elevación de las cortinas
- Hora de cierre de las cortinas

Se deberá ingresar los datos en horas: minutos, debido a que en la programación se tomó como tiempo referencial la hora del computador, la misma que realizará comparaciones con los tiempos ingresados para abrir o cerrar las cortinas. Este sistema

cuenta con sensores finales de carrera los cuales desactivarán la apertura o cierre de las cortinas una vez que lleguen al tope.

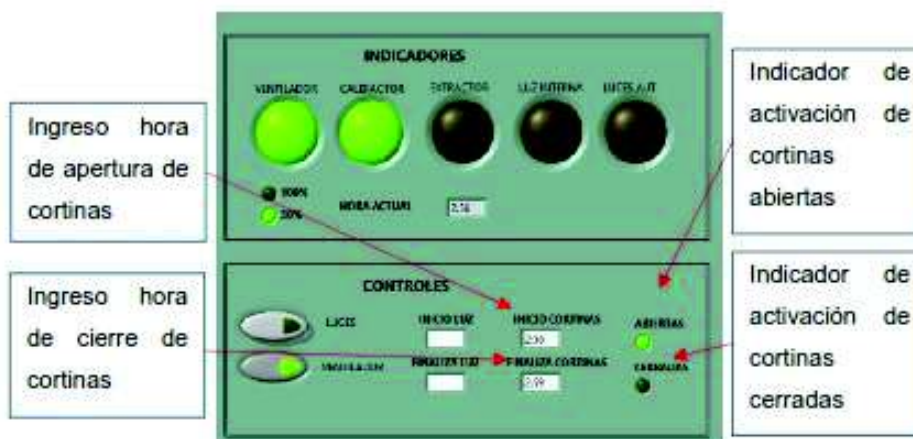


Figura 5 Ingreso de datos para la apertura y cierre del sistema de cortinas

Anexo C: Implementación de la maqueta

- Foto frontal y posterior



- Foto lateral

