

UNIVERSIDAD HISPANOAMERICANA

Escuela de Ingeniería Electrónica

Práctica universitaria supervisada para optar por el grado académico de Bachillerato
en Ingeniería Electrónica

DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA AUTOMATIZADO DE CONTEO
PARA POLLO EN PLANTA DE INCUBACIÓN GRANJA ROBLEALTO.

Estudiante

Roberto Erasmo Navarrete Madriz

Tutor

Ing. Minor Caamaño Acuña

Setiembre, 2016

Tabla de contenidos

Índice general

Tabla de contenidos.....	ii
Índice general.....	ii
Índice de imágenes.....	v
Índice de tablas.....	vii
CAPITULO I. INFORMACIÓN GENERAL.....	1
1.1 INTRUCCIÓN AL TEMA DEL PROYECTO.....	2
1.2 ANTECEDENTES DEL CONTEXTO DE LA EMPRESA.....	3
1.4 DEFINICIÓN PROBLEMA.....	7
1.5 OBJETIVOS GENERALES Y LOS ESPECÍFICOS.....	10
1.5.1 Objetivo general.....	10
1.5.2 Objetivos específicos.....	10
1.6 Alcances y Limitaciones.....	11
1.6.1 Alcances.....	11
1.6.2 Limitaciones.....	12
CAPITULO II. MARCO TEÓRICO.....	13
2.1 M ARCO CONCEPTUAL.....	14
2.1.1 Genética avícola.....	14
2.1.3 Microcontroladores.....	21
2.1.3.1 Unidad central de procesamiento (CPU).....	23

2.1.3.2 Unidades de memoria (RAM y ROM).....	24
2.3 MARCO CONCEPTUAL REFERENTE AL IMPACTO DEL PROYECTO	31
2.4 ANTECEDENTES DE TEORÍAS O PROYECTOS O DE EXPERIENCIAS SEMEJANTES	31
2.5 SITUACIÓN REAL	32
CAPÍTULO III. MARCO METODOLÓGICO.....	34
3.1 TIPO DE PROYECTO	35
3.2 DISEÑO METODOLÓGICO	35
3.2.1 Metodología para la propuesta de mejora, construcción o implementación de un nuevo proceso, producto o servicio	35
3.2.2 METODOLOGÍA PARA LA IMPLEMENTACIÓN DEL PROYECTO.....	36
3.2.3 METODOLOGÍA PARA LA VERIFICACIÓN, ASEGURAMIENTO, CONTROL Y SEGUIMIENTO DEL PROYECTO.	37
3.2.3.1 FUENTES Y SUJETOS DE INFORMACIÓN.....	38
Fuentes primarias	38
Fuentes secundarias	38
Variables.....	39
CAPITULO IV. DIAGNOSTICO	40
4.1 DESCRIPCIÓN DE LA SITUACIÓN ACTUAL.	41
CAPITULO V. DISEÑO Y DESARROLLO DEL PROYECTO	46
5.1 SELECCIÓN DE LA PROPUESTA.....	47
5.2 DETALLE DE LA PROPUESTA.	47

5.2.1 Recolección de materiales.....	47
5.2.1 Construcción estructural.....	50
5.2.2 Banda transportadora.....	56
5.2.3 Botoneras de control.....	59
5.2.4 Visualización de conteo del pollo.....	60
5.2.5 Sensor para realizar el conteo del pollo.....	61
5.2.6 Control de banda.....	62
5.2.7 Panel de control y de alimentación.....	63
5.2.8 Código de Programación.....	65
5.3 COSTO DE IMPLEMETACIÓN.....	74
5.3.1 Compra de microcontrolador.....	74
5.3.2 Compra de pantalla LCD.....	75
5.3.3 Compra de pantalla Relevador.....	75
5.3.4 Compra de componentes.....	76
5.3.5 Costo de mano de obra.....	76
5.3.5 Costo de implementación del proyecto desde cero.....	78
5.4 ANÁLISIS DE COSTO-BENEFICIO.....	82
5.4.2 LA BITÁCORA.....	86
CAPITULO VI. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	88
6.1 CONCLUSIONES.....	89
6.3 RECOMENDACIONES.....	90
BIBLIOGRAFÍA.....	92

Índice de imágenes

Figura 1. Hogar Bíblico.....	3
Figura 2. Camiones para transporté de gallinas.....	4
Figura 3. Galeras.....	5
Figura 4. Genética humana.	14
Figura 5. Estructura de la industria de pollos de engorde.	15
Figura 6. Máquina de incubación	17
Figura 7. Diagrama de flujo de la temperatura del huevo.....	18
Figura 8. Optima Pérdida de peso de los huevos durante incubación	20
Figura 9. Arquitectura básica de un microcontrolador	22
Figura 10. Diagrama básico de los componentes que integran un microprocesador.	23
Figura 11. Arquitectura de una ROM de 16 x 8.....	24
Figura 12. Organización interna de una RAM de 64 x 4.....	25
Figura 13. Pines de entradas y salidas del microcontrolador Atmega 168 señalando las funciones de cada pin en Arduino.....	26
Figura 14. Plataforma de Arduino uno.....	27
Figura 15. Utilización de un fotodiodo en una operación de conteo.	28
Figura 16. Señalización de equipo industrial.	29
Figura 17. Selección del huevo.	41
Figura 18. Sala de precalentamiento.....	42
Figura 19. Máquina de incubación.	43
Figura 20. Maquinas necedoras.....	44
Figura 21. Cajas para embalaje del pollo de un día.	45

Figura 22. Maquina antigua seleccionadora de huevo	48
Figura 23. Motor y polea	49
Figura 24. Estructura base para el prototipo	50
Figura 25. Estructura del prototipo 1	51
Figura 26. Estructura del prototipo 2	52
Figura 27. Estructura del prototipo imagen lateral 1	53
Figura 28. Estructura del prototipo 3	54
Figura 29. Caja recibidora de pollo.....	55
Figura 30. Imagen lateral del Prototipo completamente terminado	56
Figura 31. Polea conductora	57
Figura 32. Polea conducida.....	57
Figura 33. Vista de la salida de la banda	58
Figura 34. Botonera de control.....	59
Figura 35. Diagrama electrónico de la pantalla LCD	60
Figura 36. Pantalla LCD instalada.....	61
Figura 37. Diagrama electrónico del sensor infrarrojo.....	62
Figura 38. Diagrama de control del motor de banda	63
Figura 39. Panel de Alimentación.....	64
Figura 40. Panel de control.	64
Figura 41. Diagrama de flujo del programa.	70
Figura 42. Código completo de programación del prototipo.....	72

Índice de tablas

Tabla 1. Análisis de variables.....	39
Tabla 2. Tabla de consumo eléctrico.....	65
Tabla 3. Tabla de variables de programación	66
Tabla 4. Lectura del pulsador	67
Tabla 5. Conteo del sensor	69
Tabla 6. Programación de pantalla de LCD	71
Tabla 7. Precio del microcontrolador y Fuente de poder.....	74
Tabla 8. Precio pantalla LCD.....	75
Tabla 9. Precio del relevador.....	75
Tabla 10. Precio de componentes.....	76
Tabla 11. Horas de mano de obra invertidas en el proyecto	77
Tabla 12. Costo total del proyecto.....	78
Tabla 13. Costo de Equipos de control para una implementación completa.....	79
Tabla 14. Materiales para la construcción completa de la estructura del contador. ...	80
Tabla 15. Mano de obra de técnico en Electrónica	80
Tabla 16. Mano de obra de Ingeniero en electrónica	81
Tabla 17. Costo total del proyecto construido desde cero.....	82
Tabla 18. Bitácora	86

Índice de graficas

Grafica 1: Tiempo de conteo de 100 pollos.....	84
Grafica 2: Conteo de pollo en 60 minutos.	85

CAPITULO I. INFORMACIÓN GENERAL

1.1 INTRUCCIÓN AL TEMA DEL PROYECTO

En este proyecto se diseñará e implementará un sistema automatizado para el conteo de pollos de un día de nacidos en una de las plantas de incubación de la granja RobleAlto, en busca de mejorar el proceso de embalado del producto.

En este documento se analizará la situación actual que se presenta en la empresa con el embalado manual del pollo, también se estudiarán todas las variables que afectan este proceso, para que en el prototipo diseñado e implementado sea apto para solventar las necesidades crecientes.

Además, se realizará un presupuesto para que la Granja RobleAlto pueda implementar más contadores automatizados en todas sus plantas de incubación, con las mejoras pertinentes según las necesidades en cada uno de los casos y estudio realizado por parte del personal de la empresa.

1.2 ANTECEDENTES DEL CONTEXTO DE LA EMPRESA

RobleAlto es una asociación sin fines de lucro que desde sus inicios en 1921 busca el bienestar de la niñez costarricense en riesgo social. El proyecto de la Granja Roblealto nació con el objetivo de cubrir ciertos gastos generados por la asociación.

Figura 1. Hogar Bíblico



Fuente: (Granja Roblealto, 2016)

Con el pasar de los años esta noble iniciativa se convirtió en el principal proveedor de genética avícola de la región, con más 35 años de experiencia no solamente abasteciendo el mercado nacional sino también a los países vecinos de Nicaragua y Panamá, la Granja Roblealto cuenta con las certificaciones exigidas por los entes gubernamentales oficiales; Servicio Nacional de Salud Animal (SENASA), Ministerio Agropecuario y Forestal (MAGFOR), Ministerio de Desarrollo Agropecuario (MIDA). (Granja Roblealto, 2015).

Figura 2. Camiones para transporté de gallinas



Fuente: (Granja Roblealto, 2016)

Los principales productos que esta empresa manufactura son los pollos de las razas: ISA Brown, Delka White, Pollita de engorde ROSS y COBB (Granja Roblealto, 2015).

Esta importante empresa está ubicada en el distrito de San José de la montaña en el cantón de Barva, Heredia, Costa Rica. Estar ubicados a 1500 m.s.n.m. (metros sobre nivel del mar) en la meseta central favorece de gran manera sus niveles de bioseguridad debido a que es la única granja ubicada en esta área.

Figura 3. Galeras



Fuente: (International Assistance Program, 2016)

La Granja Roble alto tiene dos plantas de incubación en esta zona; la planta principal, donde se ubican las oficinas centrales y donde se procesa principalmente pollo de engorde así como pollita ponedora; además cuenta con grandes galeras donde gallinas ponen huevos que serán recolectados para incubar. La tercera planta recientemente inaugurada en el 2014, está ubicada en el pueblo de San Miguel, de San José de la Montaña, en donde se especializan en la incubación de pollo de engorde.

1.3 JUSTIFICACIÓN

La implementación de un sistema automatizado de conteo de pollos se traduciría en múltiples beneficios en diferentes áreas a la Granja Roblealto puesto que el tiempo de manipulación del producto disminuiría considerablemente, por ejemplo: cuantificación eficaz y congruente de los niveles de producción por día; mayor consistencia en la calidad del producto puesto que los operarios designados para la revisión y conteo del pollo se orientarían exclusivamente a la revisión de cada una de las aves; se mejora la salud ocupacional de los operarios al reducir el desgaste físico y mental; se mantienen más clientes satisfechos que consumen un mejor producto; se disminuye la carga laboral del personal encargado del control de calidad convirtiendo su enfoque de trabajo nuevamente en supervisar el producto final; y finalmente la factura energética por funcionamiento de la planta decrece.

Todos estos beneficios combinados producen mejores ganancias, disminuyen pérdidas en la producción, promueven un manejo adecuado de los bienes, y motiva a los empleados a identificarse aún más con la misión y visión de la empresa.

1.4 DEFINICIÓN PROBLEMA

La planta de incubación de la Granja Roblealto está localizada en San Miguel de San José de la Montaña en Barva, Heredia y es dónde se llevará a cabo este proyecto. Actualmente el personal está a cargo de separar el huevo de acuerdo a la calidad del mismo, del traslado a las máquinas de incubación y nacedoras, de la selección del pollo, el conteo y el embalado.

Primeramente, se selecciona el huevo. Este proceso se realiza en una sala ambientada a 19°C en donde cuidadosamente se inspecciona y clasifica manualmente cada huevo de acuerdo a su tamaño, peso y textura de la cáscara.

Una vez ya seleccionados, los huevos se trasladan a una sala de precalentado. Esta sala mantiene una temperatura controlada de 25° C en todo momento, esto con el objetivo de evitar cambios drásticos de temperatura en los huevos y por consiguiente proporcionar un ambiente estable para el desarrollo óptimo de los embriones.

El siguiente paso es reubicar el producto a las máquinas de incubación en donde también existe un ambiente controlado de 37,5° C; después de permanecer diecinueve días en las incubadoras, los huevos se trasladan a las máquinas nacedoras; ahí se mantienen durante dos días más para el nacimiento y el tiempo de plumaje.

En la selección del pollo nacido, en términos generales se verifican: tarsos rojos (codos rojos), el peso del pollo por lotes, el tamaño, los ombligos, entre otros aspectos. Al mismo tiempo el operario cuenta los pollos haciendo así complejo y tedioso el proceso, ya que en un día de nacimientos hay una producción de cincuenta mil pollos aproximadamente los cuales deben ser embalados en cajas de cien unidades. Esto

quiere decir que, a cada empleado le corresponde contar alrededor de diez mil pollos en un día. Es importante mencionar que los tres procesos anteriores de selección, incubación y nacimiento están asociados al arribo del huevo de las diferentes galeras a la planta lo cual hace difícil determinar con exactitud los días al año en que el personal debe estar presente para contar los pollos. Además, que el nacimiento de los pollos no tiene horario definido, por lo cual el personal asignado debe estar disponible las veinticuatro horas el día del nacimiento.

El proceso de selección y de conteo en forma manual dura seis horas, ocasionando ansiedad y estrés en el pollo, situación que repercute en la calidad del producto, ya que este tiempo tan extenso también provoca cansancio y dolencias físicas en el personal.

Durante este tiempo se debe tener el ambiente controlado, esto implica gastos de energía eléctrica en equipos de control de temperatura, alumbrado, sistema de ventilación, gas e incremento de salarios por pagos de horas extras.

Al ser una actividad realizada manualmente, los errores de conteo son comunes; por lo tanto, el personal de control de calidad debe muchas veces realizar recuentos al sospechar errores en los lotes embalados; además de supervisar, evaluar y verificar la calidad final del producto. Esta situación genera una serie de escenarios negativos como atrasos en la entrega del producto, entrega de cantidad equivocada de pollos y por consiguiente compradores insatisfechos con el servicio brindado.

Esta situación irregular en el embalado del producto genera gastos innecesarios de recursos, desgaste físico y emocional de los operarios, además molestias en los clientes.

Por esa razón, con el fin de cada día tender hacia una planta de producción más automatizada, para así mejorar el proceso de producción, eliminando errores humanos y retrasos, nace la idea de crear un prototipo de conteo y a la vez surge la siguiente pregunta:

¿Cómo desarrollar e implementar un sistema automatizado de conteo de pollos, eficiente, confiable, de fácil manejo para los operarios, móvil, y de bajo costo en la planta de incubación de la Granja Roblealto en San Miguel?

1.5 OBJETIVOS GENERALES Y LOS ESPECÍFICOS

1.5.1 Objetivo general

1. Desarrollar un sistema automatizado que contabilice la cantidad de pollo embalado, para la mejora en los tiempos del proceso de producción.

1.5.2 Objetivos específicos

- a. Diagnosticar el proceso de embalaje del pollo actual.
- b. Analizar las ofertas del mercado en sistemas automatizados de conteo de pollo embalado.
- c. Diseñar el sistema de automatización.
- d. Analizar los resultados obtenidos de las pruebas piloto en la puesta en marcha.
- e. Evaluar el costo-beneficio del prototipo.

1.6 Alcances y Limitaciones

1.6.1 Alcances

Se realizará un diagnóstico de la situación actual en el proceso de embalado, considerando todas las variables relacionadas, como, por ejemplo: infraestructura, el personal de la planta encargado de este proceso, el tipo de caja utilizada para el embalado, tiempos, cada uno de los pasos necesarios para realizar esta tarea, cantidad de producción.

Investigar los sistemas automatizados de conteo de pollo existentes en el mercado, y analizar los diseños de los mismos para que en el prototipo que se desea implementar poder considerar algunas de esas ideas existentes.

Diseñar e implementar el sistema de conteo automatizado para el conteo de pollo funcional para tener un punto de partida, y realizar pruebas en ese prototipo y analizar su costo-beneficio del prototipo, para luego a futuro poder implementar (si la empresa está satisfecha con los resultados) más contadores en cada una de las plantas de incubación de la granja Roblealto.

1.6.2 Limitaciones

Este proyecto consta de un solo prototipo de conteo, por esta razón se capacitará al personal asignado al departamento para que varios puedan hacer uso del mismo; El contador solo podrá utilizar por dos personas simultáneamente, el resto del personal deberá seguir con el conteo manualmente.

Con el fin de reducir costos se reutilizarán materiales y equipos con el que cuenta la empresa; al ser este prototipo el primero en su tipo en la empresa el presupuesto aprobado y la inversión disponible son bajos, sin embargo una vez demostrado el buen aprovechamiento y la eficacia de este proyecto se podrá hacer una inversión mayor para así implementar máquinas de conteo similares en las otras plantas de producción de la Granja Roblealto.

CAPITULO II. MARCO TEÓRICO

2.1 MARCO CONCEPTUAL

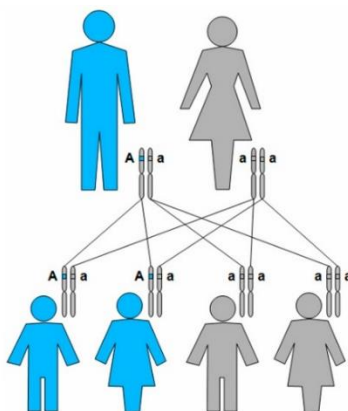
El presente proyecto se basa en el desarrollo e implementación de un sistema de conteo de pollos de un día de nacidos. Debe de tomarse en cuenta de que para poder desarrollar apropiadamente este proyecto se requiere no solamente conceptos de ingeniería electrónica, sino que también se incluirán conceptos técnicos relacionados a la genética avícola.

De esta manera a continuación se expondrán los conceptos más relevantes a considerar para poder diseñar el prototipo de conteo apropiadamente; tanto teniendo para la carrera de ingeniería como los de la avicultura.

2.1.1 Genética avícola

Es importante definir de manera general el campo de la industria en donde se implementará el proyecto: la genética. Genética, según la Real Academia Española se define como: “parte de la biología que trata de la herencia y de lo relacionado con ella” (RAE, 2015).

Figura 4. Genética humana.

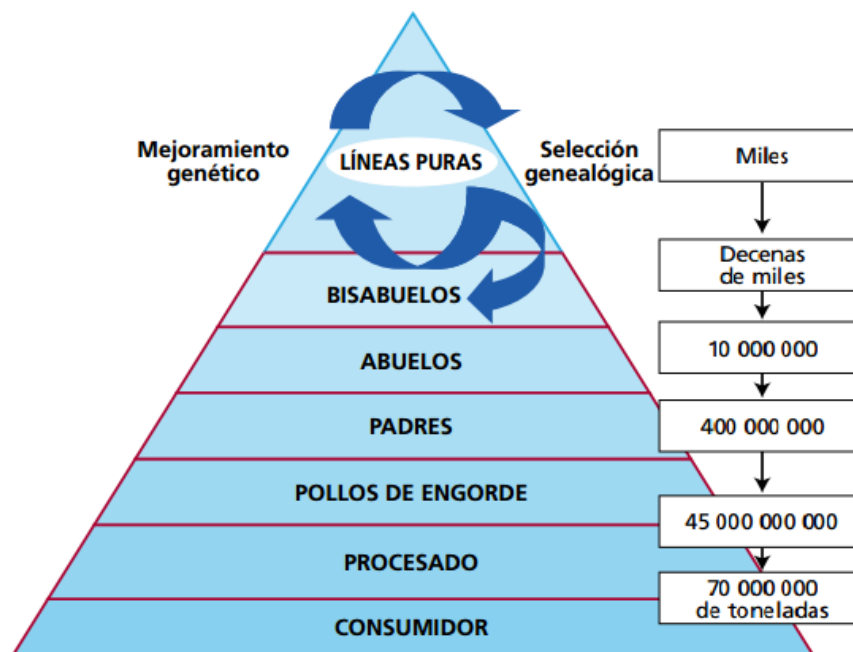


Fuente: Genagen.es, 2015

Específicamente la genética avícola, según la Real Academia Española, es definida como: “perteneiente o relativo a la avicultura” (RAE, 2015) .

Las dos definiciones anteriores, unidas, forman un concepto llamado genética avícola, que se puede entender como los diferentes tipos de razas de aves y mezclas entre ellas para poder obtener especímenes mejorados. Para uso de este proyecto, los especímenes mejorados con los que trabajaremos serán específicamente aves de corral, las cuales son de vital importancia para la industria avícola.

Figura 5. Estructura de la industria de pollos de engorde.



Fuente: McKay,2008.

2.1.2 Incubación

El concepto de incubar, según la Real Academia Española es “calentar los huevos, generalmente con su cuerpo, para sacar pollos” (RAE, 2015)

La incubación es el proceso mediante el cual el embrión se desarrolla y se convierte en pollo, y tiene por objeto suministrar a los huevos la temperatura, la aireación y la humedad necesaria para que el germen se transforme en embrión y este se desarrolle normalmente. Este proceso concluye con la eclosión o salida del pollo del huevo (González, 2015).

La incubación artificial de los huevos avícolas es una práctica muy antigua. Aristóteles escribía en el año 400 A.C. que los egipcios incubaban huevos espontáneamente en pilas de estiércol. Los chinos desarrollaron la incubación artificial por lo menos hacia el año 246 A.C. A menudo, estos primeros métodos de incubación se practicaban a gran escala, donde un solo lugar quizás, tenía la capacidad de contener 36,000 huevos. La aplicación de los principios de incubación era un secreto celosamente guardado, que pasaba de una generación a otra. La temperatura adecuada se juzgaba al colocar un huevo incubado en la órbita del ojo de una persona para hacer una determinación precisa. Los cambios de temperatura se efectuaban en la incubadora al mover los huevos, al añadir más de éstos para usar el calor del desarrollo embrionario de los huevos más viejos y mediante la regulación del flujo de aire fresco a través del área de nacimientos (El Sitio Avícola, 2015).

El ambiente en la habitación en la que se ubica la incubadora es tan importante como al ambiente dentro de la misma. En general, se debe de tener un cuarto de

incubación en el que la temperatura y la humedad varíen lo menos posible; en donde, además, exista una buena ventilación (Gómez & Valero, 2009).

Figura 6. Máquina de incubación



Fuente: elaboración propia, 2015.

2.1.2.1 Temperatura en la incubadora

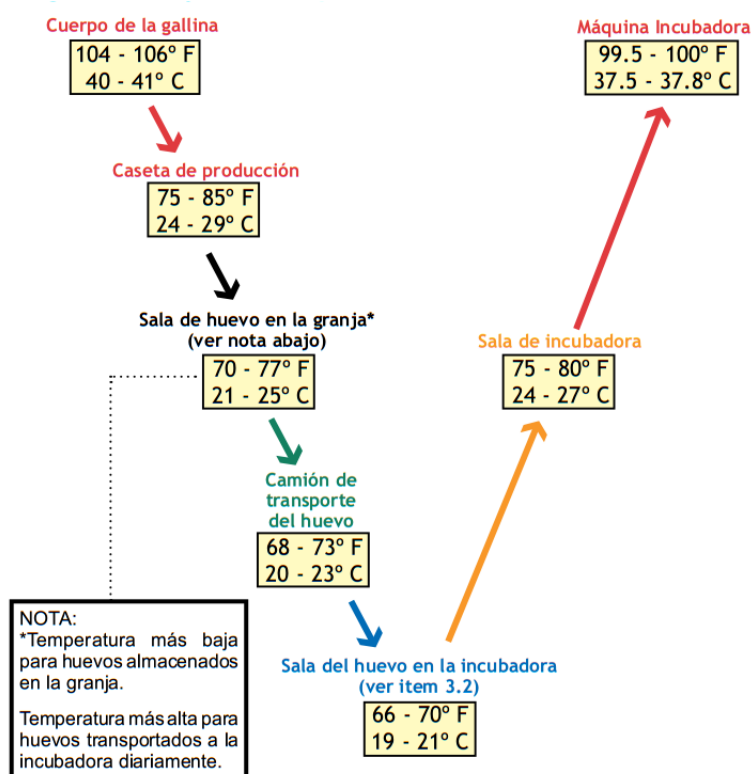
La temperatura óptima de la cáscara para la máxima incubabilidad y calidad de los pollos es de 37,8°C - 38,3°C (100°F - 101°F), durante todo el período en el que los huevos permanezcan en las máquinas incubadoras (Aviagen, 2015).

En una máquina multi-etapa, la temperatura debe permanecer constante. La temperatura óptima para incubabilidad y calidad del pollo dependerá del tipo de

incubadora. Temperaturas más altas o más bajas de las que recomiendan los fabricantes conllevarán a desarrollos más rápidos o más lentos y consecuentemente a la reducción en incubabilidad (Cobb-vantress, 2015).

En la figura 4, se muestra los rangos de temperatura desde que el huevo está en el cuerpo de la gallina, durante el proceso de transporte y hasta llegar a la máquina de incubación.

Figura 7. Diagrama de flujo de la temperatura del huevo



Fuente: Cobb-vantress.com, 2015.

Un mal control de temperatura provoca una baja en la tasa de nacimientos y/o malformaciones en los embriones. El tipo de problema manifestado por mal manejo de la temperatura dependerá de la etapa de desarrollo en la que se encuentre el

embrión. Es por ello que es de suma importancia el buen funcionamiento de estos equipos (Incubadoras y Nacedoras, 2015).

2.1.2.2 Humedad en la incubadora

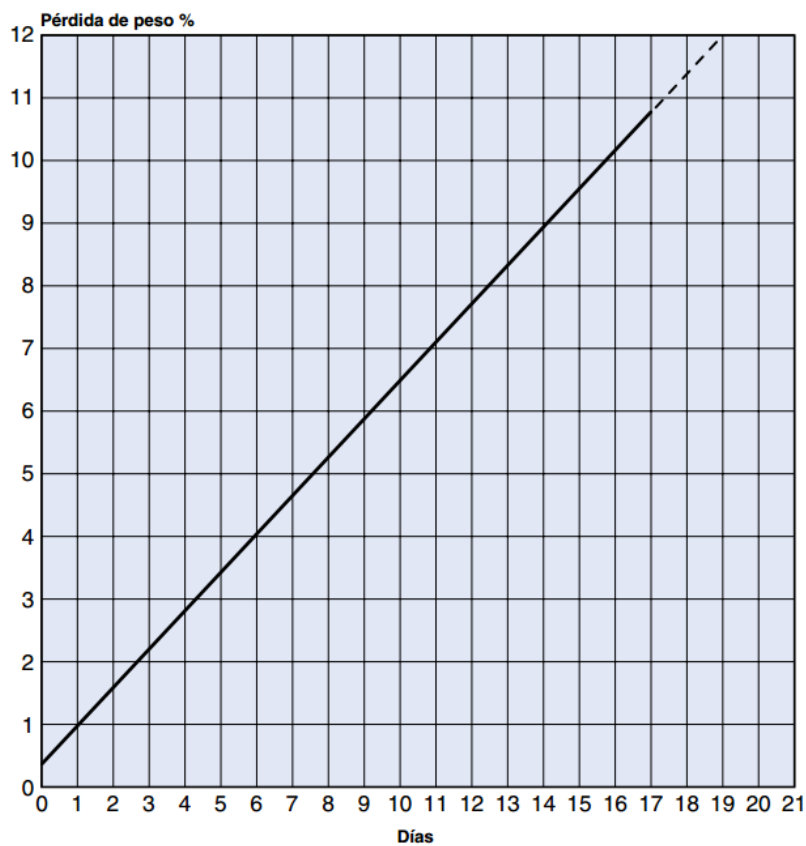
La humedad durante la incubación es determinada en relación a la pérdida del peso del huevo. La pérdida de peso es causada por la evaporación del agua del mismo huevo, por lo que la misma debe estar regulada rigurosamente. Al igual que con la temperatura, dependiendo del autor consultado, la humedad se ha de situar en unos límites u otros, pero todos muy cercanos; por lo que el abanico en el que se puede establecer el nivel de humedad se debe programar entre el 50% y el 60% durante los primeros 18 días, siendo necesario elevarla después para ayudar al reblandecimiento de la cáscara del huevo y facilitar el picaje del mismo hasta el 70% y el 75% los últimos tres días de incubación. Una vez nacido el pollo, la humedad debe volver a disminuirse hasta un 40% para facilitar su secado. (Incubadoras y Nacedoras, 2015).

Durante la incubación se pierde vapor de agua a través de los poros de la cáscara. La velocidad con la cual esta humedad se pierde depende del número y tamaño de los poros (la conductibilidad de gas de la cáscara) y de la humedad del aire alrededor del huevo. Para mejorar la incubabilidad, un huevo debe perder un 12% de su peso hacia el día 18 de incubación.

Debido a las diferencias de la estructura de las cáscaras y por lo tanto a la conductibilidad de gas, cuando todos los huevos son incubados bajo las mismas condiciones de humedad, habrá una variación en la pérdida de humedad. Con huevos de reproductoras pesadas, esta variación normalmente no tiene un efecto importante

en la incubabilidad. Sin embargo, cuando la edad, nutrición o enfermedades reducen la calidad del huevo, puede ser necesario ajustar las condiciones de humedad para mantener una óptima incubabilidad y asegurar la calidad del pollo (Cobb-vantress, 2015).

Figura 8. Óptima Pérdida de peso de los huevos durante incubación



Fuente: Cobb-vantress.com, 2015.

2.1.2.3 Posición del huevo

Los huevos para incubar se colocan verticalmente en la preincubadora, con el extremo romo en la parte superior, y se voltean mecánicamente 90 ° cada hora hasta unos tres días antes de la eclosión. Los huevos se transfieren después a una incubadora, donde se colocan en bandejas, con el eje longitudinal en posición horizontal para que el pollo pueda moverse libremente: Revisión del desarrollo avícola (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, 2015) .

El cambio de posición de los huevos durante la incubación realiza una gran influencia en el desarrollo, pues evita la adherencia de los embriones a las membranas del huevo. Todos los huevos deben ser volteados varias veces al día; esta operación es esencial durante las dos primeras semanas de incubación y pierde importancia durante el tiempo en que están en la nacedora (día 20 y 21). En las incubadoras industriales, el volteo se realiza en forma automática cada una o dos horas. La incubabilidad aumenta si se hace más de 8 veces diarias. Si se voltean los huevos en una sola dirección, se provocará ruptura de vasos sanguíneos y de yemas, ocasionando alta mortalidad embrionaria al salir del cascarón (González, 2015).

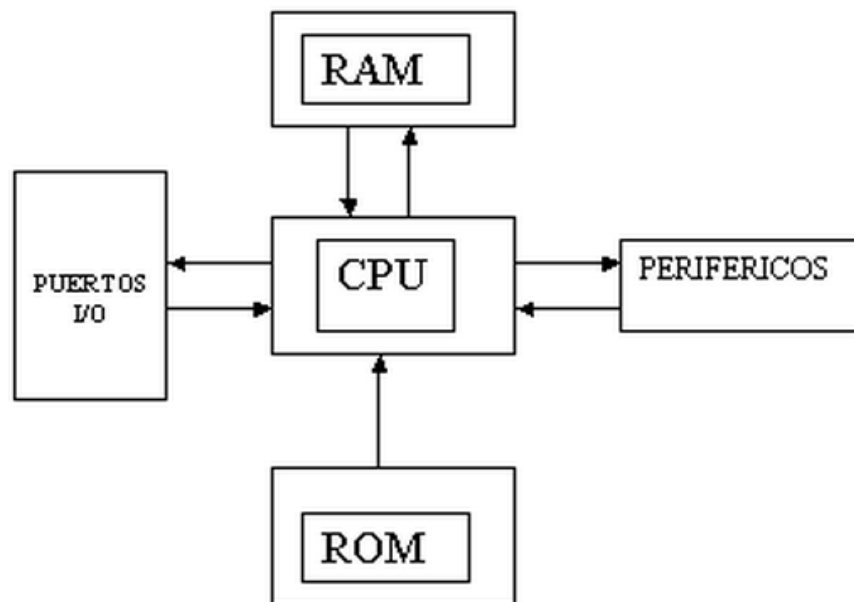
2.1.3 Microcontroladores

Un microcontrolador es un circuito integrado programable que contiene todos los componentes necesarios para controlar el funcionamiento de una tarea determinada; como el control de una lavadora, un teclado de un ordenador, una impresora, un sistema de alarma, etc. Para esto, el microcontrolador utiliza muy pocos componentes asociados, Un sistema con microcontroladores debe disponer de una

memoria donde se almacene el programa que gobierna el funcionamiento del mismo que una vez programado y configurado, sólo sirve para realizar la tarea asignada (Palacios, Remiro, & López, 2004).

Por las características de este proyecto se podría utilizar un microcontrolador para automatizar el prototipo, este dispositivo electrónico puede satisfacer los requerimientos de control para poder desarrollar con éxito este sistema de conteo, debido a que es un dispositivo que se puede programar según las necesidades requeridas.

Figura 9. Arquitectura básica de un microcontrolador

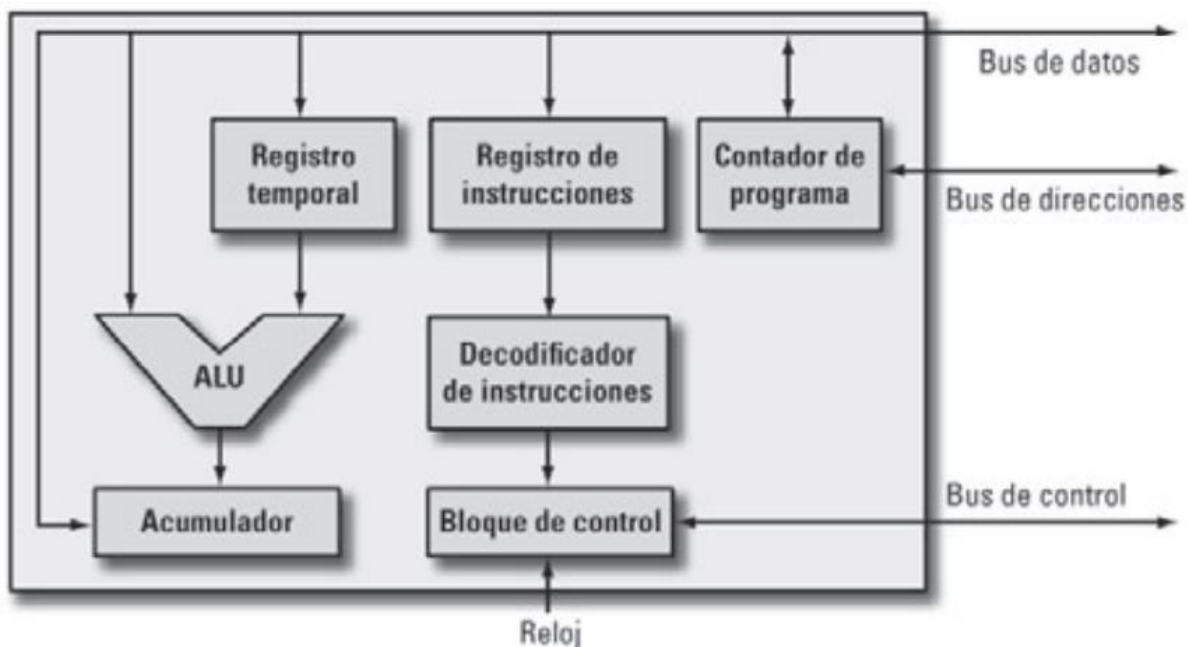


Fuente: Electrónicaestudio.com, 2015.

2.1.3.1 Unidad central de procesamiento (CPU)

Los microprocesadores son circuitos integrados que contienen millones de transistores en su interior, los cuales crean circuitos complejos encargados de realizar diferentes tareas. También se los denomina unidad de procesamiento central o CPU, ya que muchos de ellos pueden actuar como el “cerebro” de un sistema computacional, administrando todas las tareas que este realice y llevando a cabo las operaciones con los datos. Los microprocesadores están diseñados para interpretar y ejecutar las instrucciones que les sean indicadas y que suelen ser operaciones simples, como sumar, restar, multiplicar y dividir. Pero también existen instrucciones lógicas, como AND, OR, NOT, entre otras. El listado de instrucciones recibe el nombre de programa, el cual las ejecuta una por una, por medio del microprocesador (RedUsers, 2011).

Figura 10. Diagrama básico de los componentes que integran un microprocesador.



Fuente: RedUsers, 2011.

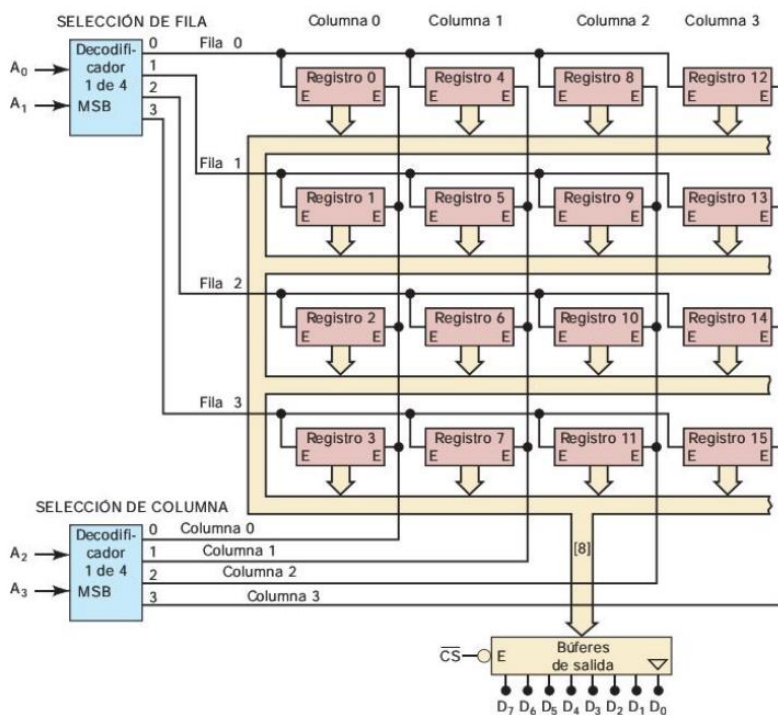
2.1.3.2 Unidades de memoria (RAM y ROM)

Los dispositivos de memoria a los que la CPU puede acceder en forma directa están constituidos por CIs (circuitos integrados), a los cuales se les conoce como RAM y ROM (Mackenzie & Phan, 2007).

Memorias ROM

Las ROMs se utilizan para almacenar datos e información que no va a cambiar durante la operación normal de un sistema. Un uso principal para las ROMs es el almacenamiento de programas en las microcomputadoras. Como todas las ROMs son no volátiles, estos programas no se pierden cuando se desconecta la energía eléctrica. Una vez la microcomputadora comienza a funcionar, los programas guardados en la ROMs comienzan a ejecutarse (Tocci & Widmer, 2007)

Figura 11. Arquitectura de una ROM de 16 x 8.

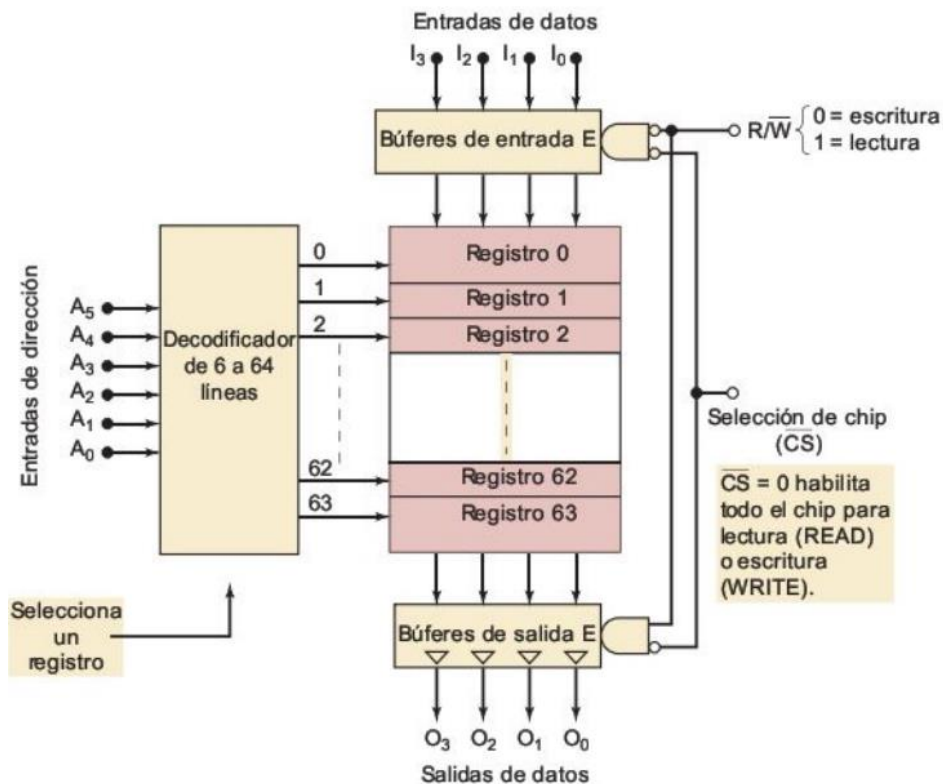


Fuente: Tocci et al (2007, pág. 797).

Memorias RAM

La memoria RAM según Mackenzie et al (2007); es una memoria de lectura/escritura y es volátil (el contenido se pierde cuando se interrumpe la energía). Al igual que con la ROM, es útil pensar en la RAM como el conjunto de un número de registros, cada uno de los cuales almacenan una sola palabra de datos y tiene una dirección única. Por lo general las RAMs tienen capacidades de palabras de 1K, 4K, 8K, 16K, 64K, 128K, 256K y 1024K, con tamaños de palabras de uno, cuatro u ocho bits Tocci et al (2007, pág. 815).

Figura 12. Organización interna de una RAM de 64 x 4.



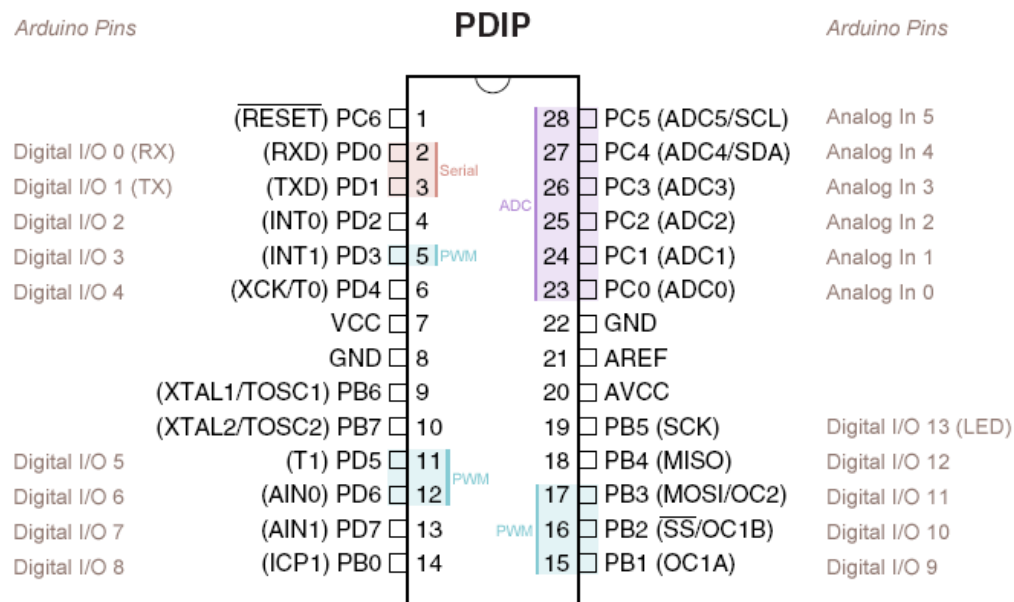
Fuente: Tocci et al (2007, pág. 815).

2.1.3.3 Puertos Input/Output

Los microcontroladores se comunican con el mundo exterior a través de los puertos.

Estos están constituidos por líneas digitales de entradas (Input)/salidas (output) que trabajan por lo general de 0 y 5 V, este rango de voltaje depende del tipo de microcontrolador. Los puertos se pueden configurar como entradas para recibir datos o como salidas para gobernar dispositivos externos Palacios et al (2004, pág. 3).

Figura 13. Pines de entradas y salidas del microcontrolador Atmega 168 señalando las funciones de cada pin en Arduino.



Fuente: Upvector.com, 2015.

A las unidades que funcionan como interfaz entre el mundo externo y el procesador se las llama periféricos. Los periféricos se comunican con el procesador mediante los buses de dirección, de datos y las señales de control. Existen dos

formas de transmitir información entre un periférico externo y el procesador: en paralelo y en serie (RedUsers, 2011).

2.1.4 Arduino

“Arduino es una plataforma de hardware de fuente abierta basada en una sencilla placa de entradas y salidas simple; y un entorno de desarrollo que implementa el lenguaje de programación Processing/Wiring. Arduino se puede utilizar para desarrollar objetos interactivos autónomos o puede ser conectado al software del ordenador” (Ikkaro.com, 2015).

Figura 14. Plataforma de Arduino uno



Fuente: Arduino, 2015.

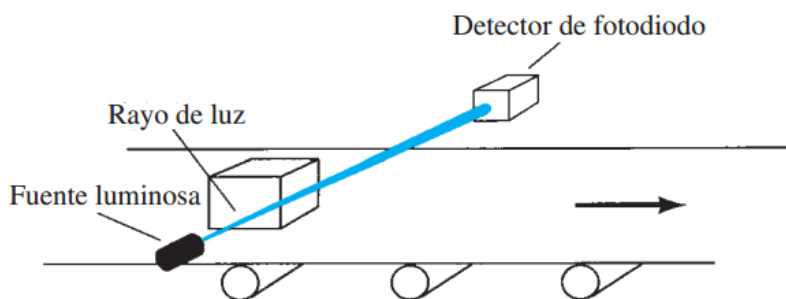
Según los requerimientos pertinentes de este proyecto, un arduino puede satisfacer perfectamente las necesidades de control, debido a que contiene la cantidad de entradas y salidas necesarias para efectuar la lectura de los sensores y periféricos instalados en la máquina; además tiene la ventaja de que su programación es abierta y de bajo costo.

2.1.5. Sensores

Estos elementos son indispensables para el proyecto. Un sensor, según la Real Academia Española es un, “dispositivo que detecta una determinada acción externa, temperatura, presión, etc. (RAE, 2015).

Un sensor como el de la figura 12 perfectamente se puede implantar para hacer el conteo de los pollos, a medida que cada pollo pasa el rayo luminoso se interrumpe y el contador aumenta en uno (Boylestad & Nashelsky, 2009).

Figura 15. Utilización de un fotodiodo en una operación de conteo.



Fuente: Boylestad et al (2009, pág. 816).

La instrumentación es una de las partes más importantes del prototipo debido a que, el conteo está completamente asociado a sensores, por eso es muy importante hacer una selección cuidadosa. La señal entregada por el sensor al microcontrolador debe ser fidedigna y en los niveles adecuados, ya sea de voltaje o de corriente para ser leídos sin ninguna dificultad.

2.1.6 Señalización

Unas de las funciones de este dispositivo, es indicar al operario mediante una señal que el conteo ya concluyó; para cumplir con esta función, se prevé instalar dispositivos de señalización óptica y acústica.

Figura 16. Señalización de equipo industrial.



Fuente: Recordelectric.com, 2015.

La señalización óptica está basada en la utilización y apreciación de las formas y los colores mediante el sentido de la vista y la acústica. Señalización óptica consiste en la emisión de señales sonoras codificadas mediante dispositivos apropiados, sin la intervención de la voz humana o sintética (Construmática, 2015).

2.2. MARCO DE LA GESTIÓN DEL PROYECTO

En la primera etapa del proyecto se visitará la planta de producción para poder concebir un análisis completo de la situación actual de la Granja Roblealto; se observará detalladamente cada etapa del proceso de producción, con el propósito de identificar los aspectos claves de la industria avícola en cuestión, específicamente la producción de genética avícola, área en la cual se implementará este proyecto.

Como segunda etapa, se analizarán las consecuencias que puede generar el proyecto propuesto. Igualmente, hallar soluciones apropiadas al problema, considerando los siguientes puntos: existencia de infraestructura óptima para el desarrollo del prototipo; disponibilidad de herramienta, equipo y materia prima necesarios para la construcción de la máquina; conocer acerca del nivel académico del personal que se encargará de la manipulación y mantenimiento del prototipo contador de pollos.

En la tercera etapa se iniciará la construcción de la estructura con el tamaño y proporciones adecuadas, capaz de resistir la instalación del equipo necesario de control y de potencia. Además, ésta estructura debe ser apta mecánicamente para efectuar un conteo óptimo. También se debe tomar en cuenta el hecho de que el producto (pollo de un día) no se vea afectado durante el lapso del proceso automatizado de conteo.

En la cuarta etapa se ejecutará la programación del Arduino; es importante destacar que la programación no se hará directamente en el prototipo, sino en espacios virtuales y plataformas de prueba para evitar cualquier situación adversa que ponga en riesgo y/o que perjudique la integridad de los sistemas de control.

Para la quinta etapa se ejecutarán las pruebas pertinentes del prototipo. Se utilizará el producto y se ejecutarán conteos reales; verificando la ausencia de errores, para asegurar así, que el sistema es confiable y que a la vez cumpla con los requerimientos planteados.

Finalmente se capacitará al personal sobre el uso, cuidado y mantenimiento del sistema, para una manipulación óptima del mismo.

2.3 MARCO CONCEPTUAL REFERENTE AL IMPACTO DEL PROYECTO

La implementación de este proyecto en la Granja Roblealto, principalmente facilitará el proceso de embalaje del producto al disminuir completamente la posibilidad de error humano en el proceso de conteo de pollos.

Una vez eliminado ese proceso manual, el tiempo que personal requería para realizar el recuento manual de la cantidad de pollos embalado en cada caja antes de ser entregado al cliente, desaparece.

El personal que anteriormente se encargaba del proceso de conteo, no sufrirá un desgaste físico causado por las largas horas invertidas, muchas veces en horarios de trabajo inciertos, realizando el conteo de pollos; así los trabajadores disponibles podrán realizar otras labores o podrán supervisar el funcionamiento del prototipo.

Los cobros por servicios básicos y pago de horas extras, se disminuirán debido a la reducción del tiempo invertido en el proceso de embalaje.

2.4 ANTECEDENTES DE TEORÍAS O PROYECTOS O DE EXPERIENCIAS SEMEJANTES

En la actualidad existen aparatos de conteo de pollo de engorde de un día, o de otros tipos animales relacionados a la avicultura, sin embargo, estos son de un costo muy elevando.

Existe por ejemplo el contador de aves CA-1200. Este equipo ha sido desarrollado para llenar una de las necesidades primordiales de la industria avícola ya que realiza el recuento de pollos que son colgados en la correa. CA-1200 registra la cantidad de aves que entran para sacrificio en el frigorífico. El recuento es hecho por

medio de dos sensores fotoeléctricos que registran la presencia del gancho y del ave simultáneamente (Lenke.com.br, 2015). Este dispositivo no es funcional para el proyecto debido a que es para aves sacrificadas.

También existe en el mercado el contador de pollos tipo CC-7-70-S de Viscon. Este se utiliza para contar pollos de un día de nacidos. Tiene una capacidad de conteo de setenta mil pollos por hora. El sistema consta de tres cinturones colocados uno detrás de otro separado en siete carriles. CC-7-70-S garantiza el bienestar de los pollos y también de la exactitud de la cuenta. Las cajas para colocar los pollos se ubican por debajo de la máquina de conteo y son suministrados por un Vialflex. Después las cajas listas son transportadas por una cadena de plástico con una longitud de 4.000 mm (VISCONNA, 2015).

2.5 SITUACIÓN REAL

En todas las plantas de incubación de la granja de RobleAlto actualmente, el proceso de embalado es el mismo; el operario es el encargado de hacer la revisión y del conteo del pollo y por esa razón los errores antes mencionados son bastante comunes en todas las plantas de producción, situación que importuna al personal administrativo y a los ejecutivos de la Granja Roblealto. Sin embargo, actualmente la empresa no dispone del tiempo ni del personal calificado para poder encontrar una solución que sea de bajo costo y que cumpla con los requerimientos planteados.

A su vez, la empresa ha manifestado interés en construir un prototipo para analizar si los resultados obtenidos son positivos y que genere divisas suficientes para así realizar una inversión mayor a futuro, ya que entre otras razones, en los últimos

reportes de control de calidad se encontraron una gran cantidad de errores de conteo, asunto que genera mal entendidos y molestias con los clientes.

CAPÍTULO III. MARCO METODOLÓGICO

3.1 TIPO DE PROYECTO

3.1.1 Finalidad

En este proyecto se implementará una máquina de conteo de pollos, lo que se busca es solucionar a un problema creciente en las plantas de incubación en la granja Roblealto. Una vez concluido el proyecto, el personal de control de calidad analizará los beneficios que generó este proyecto, si los resultados y los ingresos generados son positivos, se planea implementar a mediano o largo plazo otras plataformas de conteo en las demás plantas de producción.

3.1.4 Naturaleza

Por el tipo de proyecto a realizar se determina que tiene un foque de tipo cuantitativo porque según Sanca & Miller, una investigación “permite evaluar los datos de manera científica o de forma numérica con ayuda de la estadística. Se requiere que entre los elementos de la investigación exista una relación y también que se pueda delimitar y saber dónde se inicia el problema y cuál es su dirección. Usa la metodología descriptiva, analítica y experimental” (2011, pág. 622)

3.2 DISEÑO METODOLÓGICO

3.2.1 Metodología para la propuesta de mejora, construcción o implementación de un nuevo proceso, producto o servicio

En las primeras etapas se analizará la situación actual en la planta con respeto al proceso de embalaje, para luego estudiar los datos obtenidos y diseñar una solución adecuada.

Considerando lo anterior, el diseño metodológico de este proyecto es de tipo descriptivo porque se analizarán situaciones y eventos las cuales afectan actualmente el proceso de embalaje para luego ser sometidos a análisis (Barrantes, 2002).

3.2.2 METODOLOGÍA PARA LA IMPLEMENTACIÓN DEL PROYECTO.

Como parte del plan de implementación del proyecto, se detalla de manera general las tareas a realizar en cada etapa del proyecto.

1. Verificar que el funcionamiento mecánico del prototipo.
 - a. Observar si los elementos mecánicos no comprometen el bienestar de los pollos.
 - b. Comprobar que el diseño mecánico no afecta el conteo.
2. Efectuar pruebas a los elementos de control.
 - a. Realizar pruebas de continuidad para asegurarse que no hay cortos circuitos.
 - b. Revisar que las conexiones al microcontrolador y periféricos.
 - c. Hacer mediciones de voltaje y de corriente en las terminales de alimentación.
 - d. Simular el conteo para asegurarse que las señales son leídas de manera correcta.
4. Revisión de los equipos de potencia.

- a. Realizar pruebas de continuidad para asegurarse que no hay cortos circuitos.
- b. Hacer mediciones de voltaje y de corriente en las terminales del motor.
3. Solicitar a los personales algunos de pollos para hacer pruebas de conteo con producto real.
 - a. Verificar que el prototipo no cometa errores de conteo.
4. Con el prototipo funcionando hacer mediciones de voltaje y de corriente en los componentes de control y de potencia.
5. Una vez realizadas las pruebas de antes mencionadas, poner a los operarios a utilizar el prototipo de forma supervisada.
6. Recopilar información referente al tiempo que dura el operario haciendo el proceso de embalaje del producto utilizando el prototipo de conteo.

3.2.3 METODOLOGÍA PARA LA VERIFICACIÓN, ASEGURAMIENTO, CONTROL Y SEGUIMIENTO DEL PROYECTO.

“La cuidadosa investigación permite “ver” más cosas de las que se observa a simple vista” (Barrantes, 2002).

El instrumento principal requiere de cuidadosa observación ya que, se visitará la planta de incubación en San Miguel de San José de la Montaña en el momento en que el operario esté realizando el trabajo de revisión y de conteo, donde además se

observará el proceso detalladamente. Otra herramienta de recolección que se utilizará es la entrevista, y según Barrantes (2002, pág. 178) “dentro de la observación controlada, utilizada en general, en investigaciones no experimentales, hay una serie de instrumentos que facilitan recolectar esas observaciones: las encuestas (cuestionarios y entrevistas).

3.2.3.1 FUENTES Y SUJETOS DE INFORMACIÓN

Según Cabrera (2015, pág. 3) las funciones de las fuentes de información se pueden clasificar así: verificar, proporcionar antecedentes y aportar contexto.

Las fuentes de información “se denominan fuentes de información a diversos tipos de documentos que contienen datos útiles para satisfacer una demanda de información o conocimiento.

Fuentes primarias

Las fuentes primarias de este proyecto son las siguientes: datos recolectados en campo durante el proceso de embalado por medio de observación; también entrevistas realizadas al personal de la planta; además libros relacionados a la electrónica y páginas oficiales en internet de los microcontroladores que se utilizarán en el proyecto.

Fuentes secundarias

En este proyecto se utilizarán información de páginas, manuales de equipos y libros referentes a la avicultura, algunas publicaciones digitales de electrónica.

Variables

En la tabla 1, se analizan cada una de las variables involucradas en el desarrollo de este proyecto, además el objetivo, definición conceptual, definición operacional e instrumentación.

Tabla 1. Análisis de variables

Objetivo	Variable	Definición Conceptual	Definición operacional	Instrumentación
Verificar si el conteo del pollo se realiza correctamente.	El producto (pollo de un día de nacido).	Es la revisión del conteo realizado con el dispositivo automático contra el conteo manual.	Realizar una serie de revisiones detalladas del conteo del pollo de verificando que el prototipo no cometa errores de conteo.	El conteo automático y manual del producto.
Analizar tiempo que tarda la máquina haciendo el conteo de una cantidad específica de pollos.	El tiempo de conteo	Es verificar si la maquina está realizando el conteo más rápido que forma manual.	Efectuar una comparación del tiempo que tarda un conteo manual contra un conteo realizado con el prototipo.	El conteo automático y manual del producto.
Revisar si los operarios son capaces de hacer un uso adecuado de la máquina.	Los operarios encargados del conteo.	Es la observación de los operarios utilizando el prototipo.	Después de dar una capacitación a los operarios sobre el uso y mantenimiento del prototipo, observar si pueden utilizar de manera correcta el contador de pollos.	La observación.

Fuente: elaboración propia, 2016.

CAPITULO IV. DIAGNOSTICO

4.1 DESCRIPCIÓN DE LA SITUACIÓN ACTUAL.

En las plantas de incubación de la granja Roblealto se encarga de incubar los pollos de sus galeras para luego ser vendidos al mayoreo y al detalle, este proceso se realiza de manera sistemática, siguiendo los pasos descritos a continuación:

Paso uno, selección del huevo

Este proceso se realiza en una sala ambientada a 19° C en donde cuidadosamente se inspecciona y clasifica manualmente cada huevo de acuerdo a su tamaño, peso y textura de la cáscara.

Figura 17. Selección del huevo.



Fuente: (Granja Roblealto, 2016)

Paso dos, traslado de huevo a salas de precalentamiento

Una vez ya seleccionados, los huevos se trasladan a una sala de precalentado. Esta sala mantiene una temperatura controlada de 25° C en todo momento, esto con el objetivo de evitar cambios drásticos de temperatura en los huevos y por consiguiente proporcionar un ambiente estable para el desarrollo óptimo de los embriones.

Figura 18. Sala de precalentamiento.



Fuente: elaboración propia, 2015.

Paso tres, ubicar el huevo en las máquinas de incubación

El siguiente paso es reubicar el producto a las máquinas de incubación en donde también existe un ambiente controlado de 37,5° C. Los huevos deben de estar

diecinueve días en las incubadoras, este es el tiempo óptimo para que se desarrollen correctamente.

Figura 19. Máquina de incubación.



Fuente: elaboración propia, 2015.

Paso cuatro, traslado de huevo a maquinas nacedoras

Después de permanecer diecinueve días en las incubadoras, los huevos se trasladan a las máquinas nacedoras; ahí se mantienen durante dos días más para el nacimiento y el tiempo de plumaje.

Figura 20. Maquinas nacedoras.



Fuente: elaboración propia, 2015.

Pasó cinco, selección, conteo y embalaje del pollo de un día de nacido.

La selección de los pollos es un proceso donde el operario observa los tarsos de las aves, se busca que no estén rojos porque esto causa problemas en el desarrollo del pollo, el tamaño y los ombligos, en la planta de San miguel todo los lotes son de engorde, por esta razón, no es importante el sexo de los animales, toda esta labor se realiza de forma manual porque para verificar todas estas características del pollo es necesaria una manipulación importante por el operario. El conteo de los pollos el

operario lo realiza de manera manual, al mismo tiempo que lo revisa y lo deposita directamente en las cajas de embalaje.

Figura 21. Cajas para embalaje del pollo de un día.



Fuente: elaboración propia, 2015.

CAPITULO V. DISEÑO Y DESARROLLO DEL PROYECTO

5.1 SELECCIÓN DE LA PROPUESTA

La propuesta seleccionada consiste en crear un prototipo de conteo que funcione como una base de análisis para evaluar la posibilidad de invertir y construir mas maquinas contadoras de este tipo y agilizar el proceso de selección, conteo y embalaje.

5.2 DETALLE DE LA PROPUESTA.

La propuesta consiste en construir una maquina contadora de pollo móvil, con los requerimientos solicitados por el personal de la granja Roblealto según las necesidades analizadas en este documento y expuestas por dicha empresa. El prototipo va realizar un conteo automático de cada pollo previamente seleccionado por el operario, de esta manera la persona encarga de este proceso solo se concentra en realizar la tarea de verificar la calidad del producto y así evitar los errores de conteo.

Este proyecto es un prototipo, por esa razón se busca construir el contador con la menos inversión posible, la Granja Roblealto brindo las instalaciones, taller de manteniendo con todas la herramientas y equipos disponibles en dicho espacio, además maquinas que ya no se utilizan, material para destinado para reciclaje, acceso a áreas restringidas con previa autorización siempre y cuando se respete las normas de Bioseguridad.

5.2.1 Recolección de materiales.

En esta primera etapa del proyecto se buscó maquinas fuera de funcionamiento de la bodega de desechos de la empresa, en la figura 22 se muestra una maquina antigua

seleccionadora de huevo, la cual se usará como base para la construcción del prototipo.

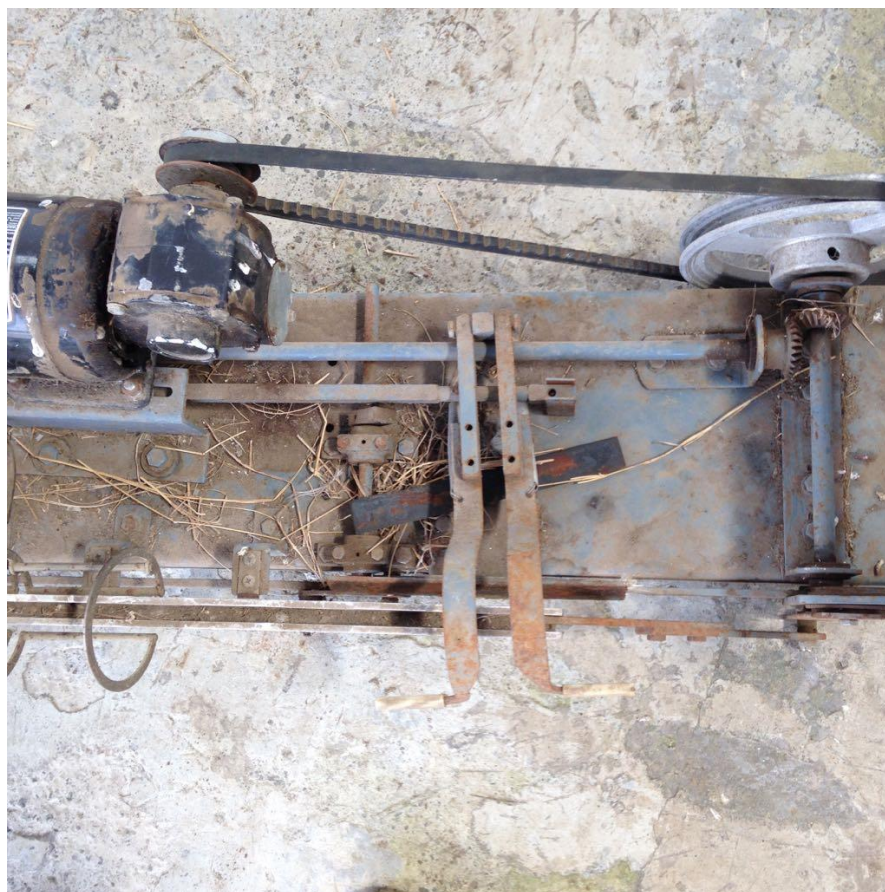
Figura 22. Máquina antigua seleccionadora de huevo



Fuente: elaboración propia, 2016.

Esta máquina es desarmada para aprovechar cada una de las partes, en la figura 23 se muestra un motor y una polea, estos dos elementos se utilizará para la construcción de la banda transportadora, el motor estuvo expuesto por esta razón va ser necesario una restauración del mismo para ser utilizado en el proyecto.

Figura 23. Motor y polea



Fuente: elaboración propia, 2016.

El prototipo a desarrollar debe ser móvil por las condiciones físicas de la planta, la estructura de la maquina antigua tiene las siguientes dimensiones; 1 m de altura, de largo 2.36 m y de ancho 70 cm, este tamaño cumple con las dimisiones adecuadas en la figura 24 se muestra la estructura.

Figura 24. Estructura base para el prototipo



Fuente: elaboración propia, 2016.

5.2.1 Construcción estructural.

En esta segunda etapa se inicia la construcción estructural de la maquina contadora, fue necesaria una labor de restauración detallada y modificaciones físicas de importancia, todos estos cambios con visibles en la figura 25.

Figura 25. Estructura del prototipo 1



Fuente: elaboración propia, 2016.

En la figura anterior se puede ver cambios significativos en toda la estructura, como, por ejemplo, de pintura, espacio donde los pollos van a ser depositados, la polea conductora y la polea reducida ya están instaladas, guía para la banda transportadora, los materiales primordiales fueron piezas de hierro y de aluminio, que se extrajo de material de desecho.

Figura 26. Estructura del prototipo 2



Fuente: elaboración propia, 2017.

La figura 26, ya es instalada completamente la banda transportadora, el ducto en donde se deslizan los pollos ya está pintado y completamente terminado, las tapas superiores no están instaladas, ya la estructura está muy avanzada.

La figura 27 es una fotografía lateral de la máquina de conteo, es puede visualizar parte del cableado y el sistema de poleas con el motor que son parte del sistema de mecánico de la transpotadora, además la vista lateral de la estructura. Es importante recalcar que existe una inclinación en el ducto en donde se deslizan los pollos, como también en la banda transportadora, esto debido a que el sensor solo puede contar un pollo a la vez, y estas inclinaciones permiten que un pollo se separa del otro.

Figura 27. Estructura del prototipo imagen lateral 1



Fuente: elaboración propia, 2017.

En la figura 28, se observa el prototipo a un 95% de construcción, solo falta construir la caja recibidora de pollo por eso en la figura 29 se muestra la caja recibidora terminada.

En este punto de avance del proyecto, el personal de la granja RobleAlto visito el taller para ver el prototipo y sugirieron ciertas modificaciones, mecánicas y de funcionamiento en general.

Figura 28. Estructura del prototipo 3



Fuente: elaboración propia, 2017.

Figura 29. Caja recibidora de pollo



Fuente: elaboración propia, 2017.

En este punto de avance del proyecto, el personal de la granja RobleAlto visito el taller para ver el prototipo y sugirieron ciertas modificaciones, mecánicas y de funcionamiento en general.

Como producto final, en la figura 29 expone la maquina contadora de pollos terminada al 100%, el tamaño y peso del prototipo fue el óptimo según lo solicitado por la empresa, y cumplía con los requerimientos solicitados por el empresario.

Figura 30. Imagen lateral del Prototipo completamente terminado

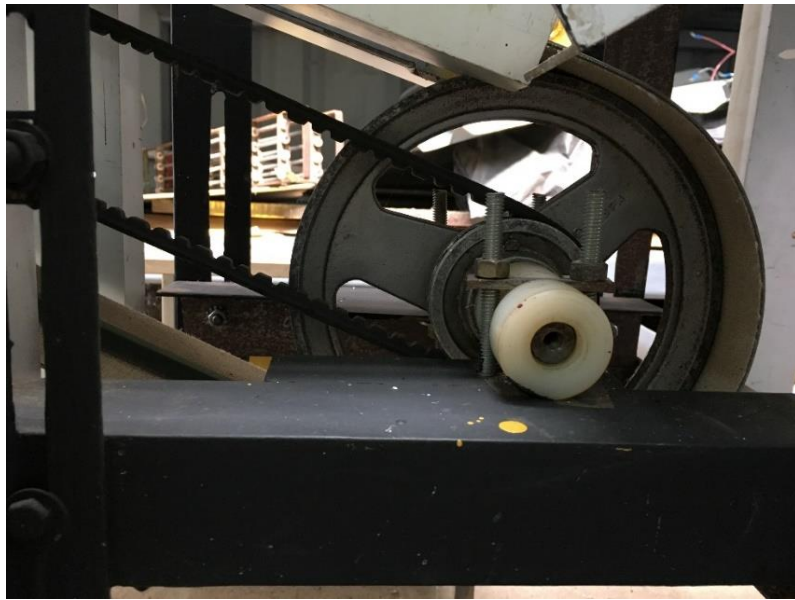


Fuente: elaboración propia, 2017.

5.2.2 Banda transportadora

Para realiza el conteo de los pollos era necesario la construcción de una banda transportadora, para movilizar los animales del punto entrada hasta el sensor para luego ser depositados en la caja de embalado, figura 31 muestra la polea conductora que es puesta a funcionamiento por un motor monofásico de 120 VAC, este motor tiene un reductor para aumentar la fuerza, pero disminuir la velocidad.

Figura 31. Polea conductora



Fuente: elaboración propia, 2017.

Al final de la banda se ubica la polea conducida, este elemento le da la movilidad a la banda para generar un movimiento perpetuo, siempre y cuando el motor esté en funcionamiento.

Figura 32. Polea conducida



Fuente: elaboración propia, 2017.

Para asegurarse que el sensor no realizara un coteo de pollos erróneo, fue necesaria la instalación de unas paletas que atrasaran levemente a los pollos uno del otro, en dado caso que la inclinación en la banda y en el ducto de entrada no fuera suficiente, en la figura 33 se observan estas paletas en las paredes de la banda.

Figura 33. Vista de la salida de la banda



Fuente: elaboración propia, 2017.

5.2.3 Botoneras de control

La botonera de control cumple la función de activar la banda luego de detenerse por llegar al conteo máximo programado, la razón por la que la banda se detiene es para el operario quite la caja llena y coloque una vacía, y luego utilice el botón de Start (inicio) para poner en marcha de nuevo la banda, para seguir contando el producto, en la figura 34 se muestra la botoneras, el botón stop no tiene ninguna función, que disponible para modificaciones futuras.

Figura 34. Botonera de control

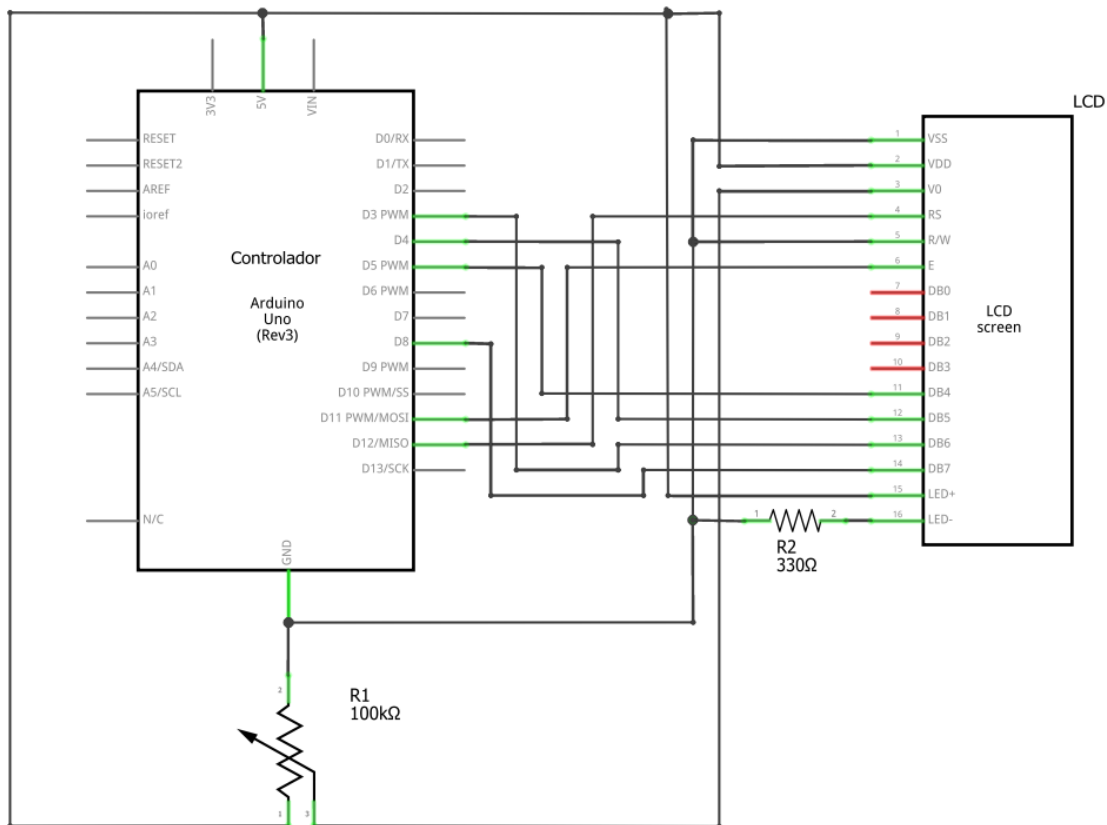


Fuente: elaboración propia, 2017.

5.2.4 Visualización de conteo del pollo

Una de las especificaciones solicitadas por la empresa para el prototipo, era poder visualizar el conteo del pollo, por esa razón fue necesario agregar una pantalla LCD, así poder llevar un conteo por parte del operario y en caso de llegar al número máximo de pollo previamente programado o para saber cuánto producto falta para llegar al conteo máximo. La figura 35 es el diagrama eléctrico de la pantalla LCD conectada al microcontrolador pin a pin y en la 36 es una imagen de la pantalla instalada.

Figura 35. Diagrama electrónico de la pantalla LCD



Fuente: elaboración propia, 2017.

Figura 36. Pantalla LCD instalada.



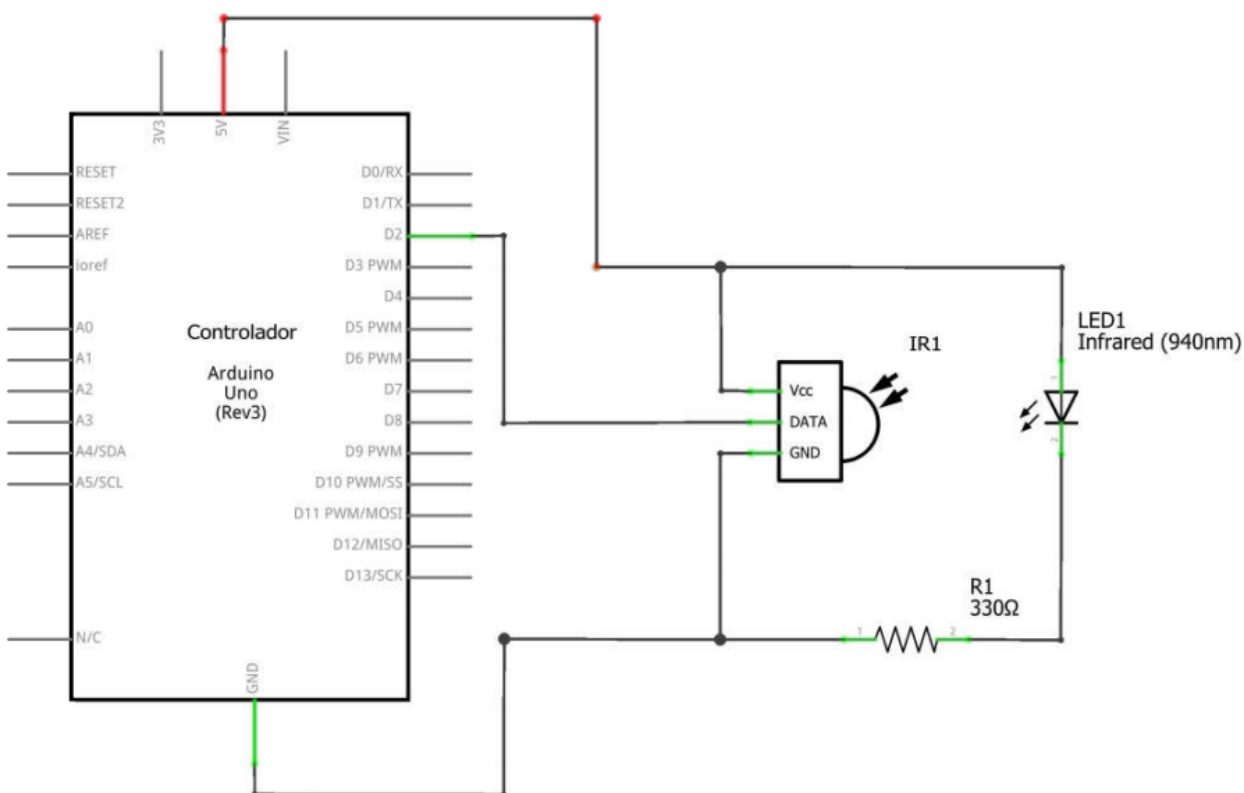
Fuente: elaboración propia, 2017.

5.2.5 Sensor para realizar el conteo del pollo

El sensor es uno de los elementos más importante en el prototipo, si el sensor presentas fallas de conteo el objetivo del contador no se cumple, por esta razón este elemento debe estar en perfecto estado en todo momento.

El diseño y construcción del sensor se realizó de manera casera con el objetivo de bajar presupuestos, el sensor diseñado es infrarrojo de tipo barrera el diagrama eléctrico de este dispositivo se detalla en figura 37. Este dispositivo está instalado al final de la banda transportadora, esta es la ubicación adecuada para realizar un conteo precisó.

Figura 37. Diagrama electrónico del sensor infrarrojo

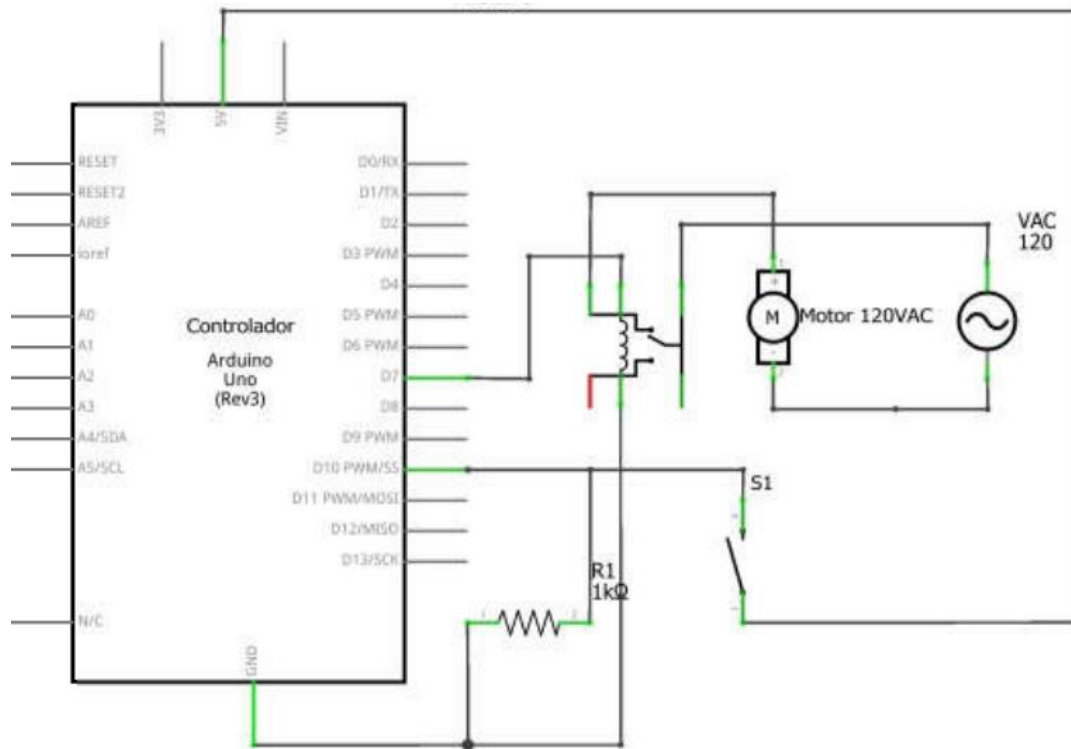


Fuente: elaboración propia, 2017.

5.2.6 Control de banda.

Para realizar el movimiento de la banda se utilizó un motor monofásico a 120VAC (ver figura 38), como el controlador Arduino tiene salidas a 5VDC fue necesario utilizar un relevador con una bobina de 5 VDC, este fue conectado al pin7 del controlador, además se incluyó un botón de inicio como se mencionó anteriormente, para poner en funcionamiento de nuevo lavanda una vez llega la conteo máximo.

Figura 38. Diagrama de control del motor de banda

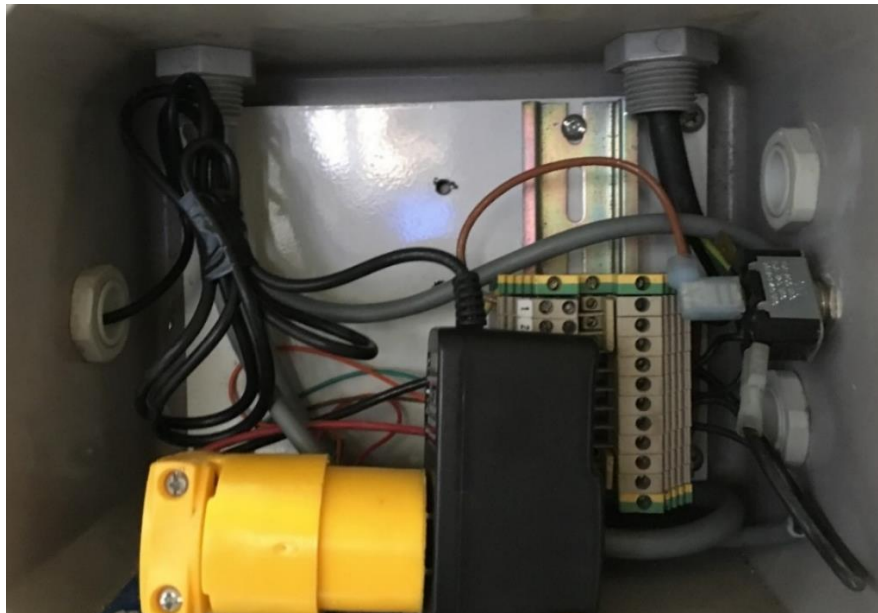


Fuente: elaboración propia, 2017.

5.2.7 Panel de control y de alimentación.

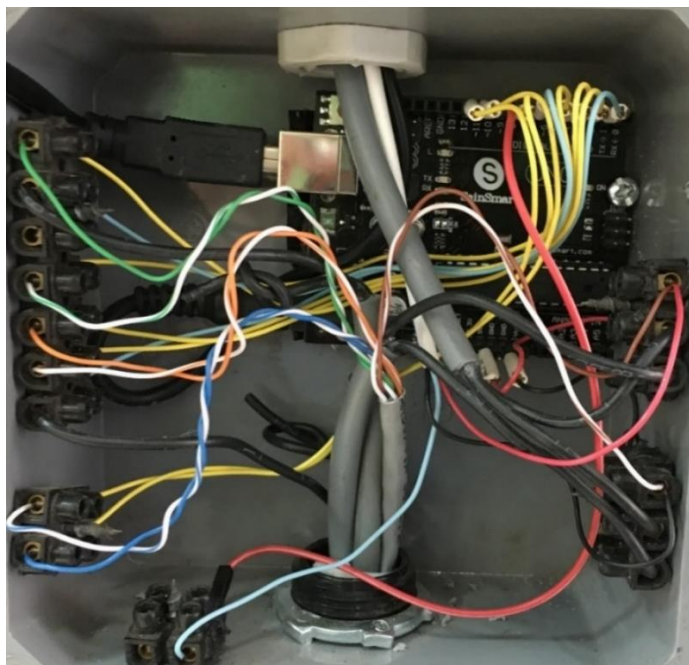
Cuando se realizaron las labores de cableado fue necesario instalar un panel en donde se conectara todas las terminales de alimentación específicamente, también instalo un panel de control en donde se conectan todas las terminales de la pantalla, sensor y botoneras, en la figura 39 se muestra el panel de alimentación completamente instalado y en la 40 el de control.

Figura 39. Panel de Alimentación



Fuente: elaboración propia, 2017.

Figura 40. Panel de control.



Fuente: elaboración propia, 2017.

Todo la maquina es alimentada a 120VAC, los dispositivos que generan un consumo eléctrico son; el Arduino UNO, la pantalla LCD, el relevador y el motor monofásico que es de un cuarto de caballo, en la tabla 2 se evalúa el consumo total de la máquina.

Tabla 2. Tabla de consumo eléctrico.

Dispositivo	Consumo (W)
Arduino	414mW
Pantalla LCD	27.5mW
Relevadpr	100mW
Motor	183.85W
TOTAL	184.40W

Fuente: elaboración propia, 2017.

5.2.8 Código de Programación

Como se mencionó anteriormente el prototipo va ser controlado por medio de un microcontrolador Arduino uno, y parque que cumpliera las funciones necesarias y adecuadas para el proyecto se programó de una forma específica, para controlar cada una de las variables y elementos electrónicos instalados en el prototipo, en las tablas 3, 4 y en la figura 41 se detalla el código de programación.

Tabla 3. Tabla de variables de programación

Variables	Sección del código	Descripción
banda	<pre>int banda = 7; . . . pinMode(banda,OUTPUT);</pre>	Define la variable “banda” como entera en el pin 7, y se configura como salida. Esta variable tiene la función de controlar el relevador para poner en marcha la banda o detenerla.
sensor	<pre>int sensor = 2;. . . pinMode(sensor,INPUT);</pre>	Define la variable “sensor” como entera en el pin 2, y se configura como entrada. Esta variable tiene la función de detectar cuando pasa los pollos por el sensor de barrera.
stopin	<pre>int stopin = 10; . . . pinMode(stopin,INPUT);</pre>	Define la variable “stopin” como entera en el pin 10, y se configura como entrada. Esta variable tiene la función de leer el estado del botón, que se activa cuando se quiere poner a funcional la banda luego de detenerse por llegar al conteo máximo de pollo.
conta	<pre>int conta = 0; . . . conta++;</pre>	Declara que la variable “conta” inicie con el valor 0. Esta variable tiene la función realizar el conteo de los pollos en ella se almacena cada lectura del sensor, para realizar esta función es necesario que tenga el operador compuesto “++” que lo q hace es aumentar en uno el valor guardado en la variable en esta caso “conta”.

Fuente: elaboración propia, 2017.

En la tabla 2, se mencionan las variables “banda”, “sensor”, “stopin” y “conta” cada una de ellas se declaró por medio del comando “int”, este tipo de variable es capaz de almacenar valores de hasta 16 bits, esta cantidad es suficiente para el tamaño y tipo de valor numéricas requeridas para el proyecto.

En este sistema de conteo solo fue necesario establecer un pin como salida, dado que el único elemento que debía ser controlado en cuanto a su paro y arranque era la banda transportadora, una vez se contabilice la cantidad máxima programada la banda se debe detener para que el operario coloque una nueva caja de embalaje, una vez se realice esta tarea, el operario pondrá en funcionamiento la banda por medio de un pulsador que controla el estado de la variable “stopin”, esta sección del código se visualiza en la tabla 4.

Tabla 4. Lectura del pulsador

Variables	Sección del código	Descripción
inicio	<pre>int inicio = 0; . inicio = digitalRead(stopin); . if (conta >= 100){ digitalWrite(banda,HIGH); if ((conta >= 0)&&(inicio==HIGH)){ digitalWrite(banda,LOW);}</pre>	<p>Declara que la variable “inicio” inicie con el valor 0. Esta variable realiza la lectura de pin 10 (stopin) para comparar si “conta” es >= a 0 y inicio es igual a 1, escribe un 0 en “banda” y se reanuda el funcionamiento de la banda, el primer if es el que mantiene en funcionamiento la banda hasta llegar a 100.</p>

Fuente: elaboración propia, 2017.

En la lengua de programación de Arduino se utiliza “digitalRead” para realizar lectura de pines digitales, en la tabla 3 se ejemplifica en la lectura de “stopin” y luego tomar ese valor leído y hacer una comparación con la variable “conta”, para realizar esta operación se utiliza el operador comparador “if”, este comando necesita los operadores de comparación de esta forma, comprueba si se ha alcanzado cierta condición. En este caso particular se utiliza los siguientes comparadores:

- $X \geq Y$: X es mayor que Y
- $X == Y$: X es igual a Y

El primer “if” es esperando hasta que “conta” sea mayor o igual a 100, para escribir HIGH en la variable “banda” para activar el relevador, abrir el contacto y la banda se detenga.

Como era necesario realizar una comparación entre dos situaciones se utilizó una variable Booleana en este caso fue “&&” que equivale a una compuerta AND, esto indica que las dos condiciones deben darse para escribir en el pin digital banda LOW.

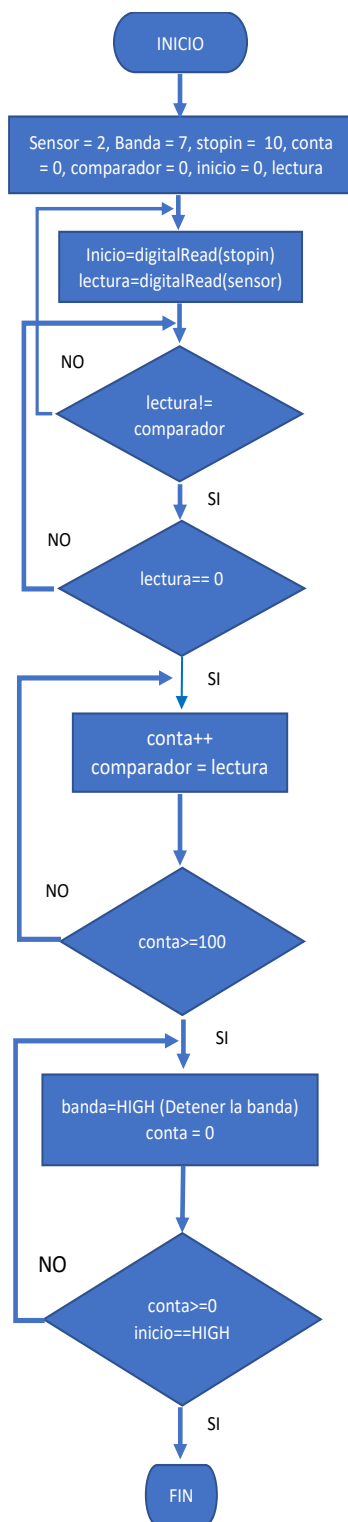
En la Tabla 4 se presenta la sección del código en donde se realiza la suma de los pollos, además de la sección del programa encargada de eliminar errores de conteo, si esta sección del código las lecturas del sensor son inexactas, la explicación detallada se presenta en la tabla 5.

Tabla 5. Conteo del sensor

Variables	Sección del código	Descripción
Comparador y lectura	<pre>int comparador = 0; . . . int lectura = digitalRead (sensor); if(lectura!=comparador){ if(lectura==LOW){ conta++;}} comparador=lectura;</pre>	<p>Declara que la variable “comparador” inicie en 0, también lectura como la variable que hacer la lectura del sensor, estas dos variables se utilizan para evitar errores de conteo en caso de que un pollo pase despacio y bloqueando el sensor de barrera. La forma que se elimina este error es por medio de dos condiciones if, en la primera se debe cumplir que “lectura” es diferente a “comparador” si esto es real, pasa al segundo “if” en donde “lectura” debe de ser “LOW” esto quiere decir que el sensor no esta bloqueado con un pollo, una vez suceda se realizar la suma en “conta++”, luego asigna un “LOW” comparado para realizar de nuevo el proceso de conteo.</p>

Fuente: elaboración propia, 2017.

En la figura 41 se presenta un diagrama de flujo en donde se puede analizar de manera global el manejo de las variables y sensores por parte del microcontrolador.

Figura 41. Diagrama de flujo del programa.

Fuente: Elaboración propia.

Para visualizar el conteo del pollo de un día se instaló una pantalla LCD, es cierto que el microcontrolador va llevar el conteo pero es necesario que el operario visualice cuantos pollo a depositado en la máquina, especialmente por dos razones, la primera para que el tenga una noción de los animales contabilizados, la segunda porque al final del conteo hay cajas que no llegan a tener la cantidad total de pollo necesaria para llenar una caja completamente y es necesario que el operario lleve un control cuando de presenten en estas situaciones. En la tabla 5 se detalla las secciones del código en donde se incluyen las librerías, pines utilizados para el control de la pantalla, posicionamiento de las variables y mensajes a imprimir.

Tabla 6. Programación de pantalla de LCD

Sección del código	Descripción
<code>#include <LiquidCrystal.h></code>	Liberia utilizada para la pantalla LCD.
<code>LiquidCrystal lcd(12, 11, 5, 4, 3, 8);</code>	Pines utilizados para el control de la pantalla.
<code>lcd.begin(16, 2);</code>	<code>lcd.begin(16, 20)</code> tiene la función de fijar el número de caracteres y de filas de la pantalla.
<code>lcd.setCursor(7,2);</code>	Tiene la función de poner el cursos en diferentes posiciones en este caso es en la columna 7 fila 2.
<code>lcd.print("Conteo de Pollo:");</code> <code>lcd.print(conta);</code> <code>lcd.print(" ");</code>	Mensajes que se va imprimir en la pantalla indefinidamente, además se imprimirá la variable

	"conta" y se estará actualizado conforme se cuentan los pollos.
--	---

Fuente: elaboración propia, 2017.

En la figura 42 se muestra el código completo utilizado para el control del prototipo, este programa cumple completamente con los requerimientos solicitados por el personal de la granja RobleAlto.

Figura 42. Código completo de programación del prototipo

```
#include <LiquidCrystal.h>
LiquidCrystal lcd(12, 11, 5, 4, 3,
int banda = 7;
int sensor = 2;
int conta = 0;
int comparador = 0;
int stopin = 10;
int inicio = 0;

void setup() {
  lcd.begin(16, 2);
  Serial.begin(9600);
  pinMode(banda, OUTPUT);
  pinMode(sensor, INPUT);
  pinMode(stopin, INPUT);
  lcd.print("Conteo de Pollo:");
}

void loop() {
  lcd.setCursor(7, 2);
  lcd.print(conta);
  delay (10);
  inicio = digitalRead(stopin);
  int lectura = digitalRead (sensor);
  if(lectura!=comparador) {
    if(lectura==LOW) {
      conta++;
    }
  }
}
```

```
Serial.print(conta);  
}  
}  
comparador=lectura;  
Serial.print(inicio);  
  
if (conta >= 100){  
digitalWrite(banda,HIGH);  
lcd.setCursor(7,2);  
lcd.print(" ");  
delay(150);  
conta = 0;  
}  
if ((conta >= 0)&&(inicio==HIGH)){  
digitalWrite(banda,LOW);  
}  
}
```

Fuente: elaboración propia, 2017.

Como se mencionó anteriormente para este proyecto se está utilizando un Arduino UNO que tiene un máximo de almacenamiento de 32,256 bytes, para este prototipo se está utilizando 3,482 bytes que equivale a un 11% de la capacidad del microcontrolador, si fuera el caso un Arduino uno tiene la capacidad de manejar al menos 8 máquinas contadoras si se analiza considerando el espacio de la memoria, pero a nivel de hardware existe un problema que es la cantidad de puertos que dispone el microcontrolador ATMEGA328P actualmente se están utilizando 9 puertos eso quiere decir que solo quedan 5 puertos restantes, esto hace imposible poder controlar otra máquina con las mismas características, otro inconveniente es que por solicitud de la Granja RobleAlto el prototipo debe ser de ser móvil y para cumplir con ese requerimiento se debe utilizar un Arduino por contador.

5.3 COSTO DE IMPLEMENTACIÓN.

Como se menciona en el detalle de la propuesta, se busca que el costo del proyecto sea el mínimo por esta razón se va utilizar gran cantidad de materiales que están en la bodega de desechos de la Granja Roblealto, como, por ejemplo, tubos, láminas y escuadras de hierro y aluminio, escuadras de aluminio, cable de control, dispositivos de control, botoneras, bandas transportadoras, maquinas dañadas y cualquier otro material necesario para la construcción mecánica del prototipo.

Asimismo, fue necesario la compra de algunas pocas cosas que se detallarán a continuación.

5.3.1 Compra de microcontrolador

La compra del microcontrolador marca Arduino se realizó por medio de la página web [crcibernetica](http://www.crcibernetica.com), adema se incluye la fuente de poder para el arduino, el costo de este dispositivo fue cubierto por la Granja Roble alto. El precio de detalla en la tabla 7.

Tabla 7. Precio del microcontrolador y Fuente de poder

Cantidad	Marca	Precio Unitario	Precio Total
1	Arduino uno	\$ 24,95	\$ 24,95
1	Wall Adapter Power Supply - 9V 1A	\$ 4,95	\$ 4,95
Subtotal			\$ 29,90
13% Impuesto			\$ 3,88
Total			\$ 33,79

Fuente: elaboración propia, 2017.

5.3.2 Compra de pantalla LCD

La compra de la pantalla LCD necesaria para visualización del conteo, se realizó por medio de la página web crcibernetica, el costo de este dispositivo fue cubierto por la Granja Roble alto. El precio de detalla en la tabla 8.

Tabla 8. Precio pantalla LCD

Cantidad	Marca	Precio Unitario	Precio Total
1	Basic 16x2 Character LCD - Black on Green 5V	\$ 13,95	\$ 13,95
Subtotal			\$ 13,95
13% Impuesto			\$ 1,81
Total			\$ 15,76

Fuente: elaboración propia, 2017.

5.3.3 Compra de pantalla Relevador

La compra de la pantalla Releador de 5VDC, encargado del control el paro y arranque del motor 120VAC para control de banda, este dispositivo se compró por medio de la página web crcibernetica, el costo de este dispositivo fue cubierto por la Granja Roble alto. El precio de detalla en la tabla 9.

Tabla 9. Precio del relevador

Cantidad	Marca	Precio Unitario	Precio Total
1	2 Channel 5V Relay Module	\$ 4,95	\$ 4,95
Subtotal			\$ 4,95
13% Impuesto			\$ 0,64
Total			\$5,59

Fuente: elaboración propia, 2017.

5.3.4 Compra de componentes

La compra de los componentes necesario para para la construcción del sensor y montaje de pantalla LCD y se realizó por medio de la página web crcibernetica, solamente las resistencias se compraron en la tienda “Componentes Electrónicos”, el costo de este dispositivo fue cubierto por la Granja Roble alto. El precio de detalla en la tabla 10.

Tabla 10. Precio de componentes

Cantidad	Descripción	Precio Unitario	Precio Total
1	Resistencias	\$ 1,50	\$ 1,50
2	LED infrarrojo	\$ 0,40	\$ 0,80
2	Fototransistor	\$ 0,50	\$ 1,00
1	Rotary Potentiometer - 10k Ohm, Linear	\$ 0,95	\$ 0,95
Subtotal			\$ 4,25
13% Impuesto			\$ 0,55
Total			\$ 4,80

Fuente: elaboración propia, 2017.

5.3.5 Costo de mano de obra.

El costo de la mano de obra se basó en la hora profesional según el Colegio Federado de Ingenieros y de Arquitectos de Costa Rica (cfia, 2015), las horas consideras en cada etapa esta detallado en la tabla 11.

Es importante considerar que este costo de mano de obra no fue cubierto por la empresa, este monto se incluye solamente para tener un análisis de costo global del proyecto.

Tabla 11. Horas de mano de obra invertidas en el proyecto

Horas	Descripción	Precio Unitario	Precio Total
118	<ul style="list-style-type: none"> • Recolección de materiales para construcción de estructura del prototipo (4 horas). • Diseño y construcción de estructura del prototipo (48 horas). • Construcción de banda transportadora (8 horas). • Diseño de los circuitos lógicos, potencia, programación, diseño y construcción de sensores (16 horas). • Montaje de circuitos electrónicos; cableado, LCD, botoneras, sensores, fuente de poder a 9VDC y 120VAC, primeras pruebas de funcionamiento y pruebas de funcionamiento (18 horas). • Se hacer una revisión del personal de la Granja Roblealto, y señala algunas modificaciones según los requerimientos (2 horas). • Se realizan las modificaciones estructurales, 	\$ 40	\$ 4720,0

	<p>eléctricas, de programación, solicitadas por el personal de la granja Roblealto (20 horas).</p> <ul style="list-style-type: none"> • Se realiza la entrega del prototipo a personal de la Granja Roblealto (2 horas). 		
Total			\$ 4720,0

Fuente: elaboración propia, 2017.

El costo total del proyecto considerando la inversión en materiales y el costo de las horas invertidas en todas las etapas del proyecto en cuanto a mano de obra se refiere, se detalla en la tabla 12.

Tabla 12. Costo total del proyecto

Contenido	Costo
Materiales	\$ 59,94
Mano de Obra	\$ 4720,00
Costo total	\$ 4779,94

Fuente: elaboración propia, 2017.

5.3.5 Costo de implementación del proyecto desde cero.

Los costos anteriores analizados fueron los costos reales de la implementación del prototipo, en este caso como se mencionó antes se buscó bajar costos en todo lo que fuera posible, pero esta situación no va ser la misma en una implementación con equipo industrial más confiable y escalable, por esa razón se realizó un análisis costos si se construyera una maquina con equipo completamente nuevo.

En la tabla 13 se presentan los costos de materiales y equipos de control que se utilizarían en el contador, en la tabla 14 se muestra el desglose de los materiales necesarios para la construcción de la estructura.

Tabla 13. Costo de Equipos de control para una implementación completa.

Cantidad	Descripción	Precio Unitario	Precio Total
1	Guardamotor termomagnético de botones 6...10 ^a	\$ 87,51	\$ 1,50
1	Bloque de contactos auxiliares montaje frontal 2NA+2NC	\$ 21,191	\$ 21,191
2	Relé de estado sólido, 1 CO , 3.5A - 24V AC/DC, con LED	\$ 15,67	\$ 31,26
2	Base para relé de estado sólido 1 CO , 3.5A - 24V AC/DC, para utilizar con SSL1D03BD	\$ 6,75	\$ 13,50
1	Variador de Velocidad trifásico 200-240V AC. 0,77 kW / 1 Hp	\$ 197,80	\$ 197,80
1	PLC 100-240 VAC power supply, 16 inputs/outputs: 9 sink/source in, 7 relay outputs, 2 x 0...10 V inputs, 1 Serial link (RJ 45), 1 Ethernet (RJ 45)	\$ 499,30	\$ 499,30
1	Caja vacía para pulsador 3 huecos blanca.	\$ 8,57	\$ 8,57
1	Pulsador rasante verde NO borde metálico.	\$ 4,83	\$ 4,83
1	Pulsador rasante rojo NO borde metálico.	\$ 4,83	\$ 4,83
1	Pulsador rasante amarillo NO borde metálico.	\$ 4,83	\$ 4,83
1	Luz torre 110VAC con cable 3 luz RJ-VR-AM fijas.	\$ 44,30	\$ 44,30
1	Riel DIN perforado 1m x 35mm	\$ 4,52	\$ 4,52
1	Breaker 3P-10A NB1-63 10KA UL	\$ 14,60	\$ 14,60
1	Sensor foto difusor 300mm distancia NPN salida 12-24VDC	\$ 76,71	\$ 76,71
1	Motor trifásico de 1 HP	\$ 259,51	\$ 259,51
40	Metros de Cable 14 de control	\$ 0,99	\$ 39,6
1	Accesorios	\$ 300	\$ 300
Subtotal			\$ 1526,85
13% Impuesto			\$ 198,50
Total			\$ 1725,34

Fuente: elaboración propia, 2017.

Tabla 14. Materiales para la construcción completa de la estructura del contador.

Cantidad	Descripción	Precio Unitario	Precio Total
2	Tubo de 1inx1in	\$ 6,61	\$ 13,22
1	Tubo de 1 ^{1/2} inx1in	\$ 8,17	\$ 8,17
1	Tubo de 2inx1in	\$ 9,58	\$ 9,58
2	Angulares 2inx2inx1/8	\$ 16,85	\$ 33,70
2	Angulares 1inx1inx1/8	\$ 9,55	\$ 19,10
1	Galon de Corrostop	\$ 34,74	\$ 34,74
1	Galon Thinner	\$ 8,61	\$ 8,61
1	Kilo Soldadura 3/32	\$ 8,56	\$ 8,56
40	Cable # 12	\$ 0,99	\$ 39,60
1	Tape Super 33	\$ 6,19	\$ 6,19
1	Pares de rondines	\$ 5,54	\$ 5,54
1	Accesorios	\$ 100	\$ 100
Subtotal			\$ 287,01
13% Impuesto			\$ 37,31
Total			\$ 324,32

Fuente: elaboración propia, 2017.

Para el cálculo de la mano de obra se dividió en dos partes, en el caso de la tabla 15 corresponde al cálculo de mano de obra realizada por un técnico en electrónica. La tabla 16 corresponde al cálculo de la mano de obra ingenieril.

Tabla 15. Mano de obra de técnico en Electrónica

Horas	Descripción	Precio Unitario	Precio Total
101	<ul style="list-style-type: none"> • Construcción de estructura de la maquina contadora (80 horas). • Montaje de circuitos electrónicos; cableado, botoneras, sensores, fuente 	\$ 19	\$ 1919

	de poder a 9VDC y 120VAC, primeras pruebas de funcionamiento (16 horas).		
	<ul style="list-style-type: none"> • Puesta en marcha del proyecto (4 horas). 		
Total			\$ 1919

Fuente: elaboración propia, 2017.

Tabla 16. Mano de obra de Ingeniero en electrónica

Horas	Descripción	Precio Unitario	Precio Total
80	<ul style="list-style-type: none"> • Diseño estructural del prototipo y supervisión de la construcción (40 horas). • Diseño de diagramas de control (16 horas). • Programación de los controladores según el diseño previo (8 horas). • Pruebas funcionales de la maquina contadora (4 horas). • Puesta en marcha del proyecto (4 horas). • Capacitacion del personal sobre el uso del prototipo (8 horas). 	\$ 40	\$ 3200
Total			\$ 3200

Fuente: elaboración propia, 2017.

Por último en la tabla 17 se realiza la suma de todos los costos del proyecto en caso de hacer una implementación futura desde cero.

Tabla 17. Costo total del proyecto construido desde cero.

Contenido	Costo
Materiales de control	\$ 1725,34
Materiales estructurales	\$ 324,32
Mano de obra técnica	\$ 1919
Mano de obra ingenieril	\$ 3200
Costo total	\$ 7168.66

Fuente: elaboración propia, 2017.

Es importante considerar que todos estos calculos se realizan con precios reales, tanto de materiales como de mano de obra, esta condición no elimina completamente que los precios y montos puedan cambiar en el momento que se piense hacer la implementación

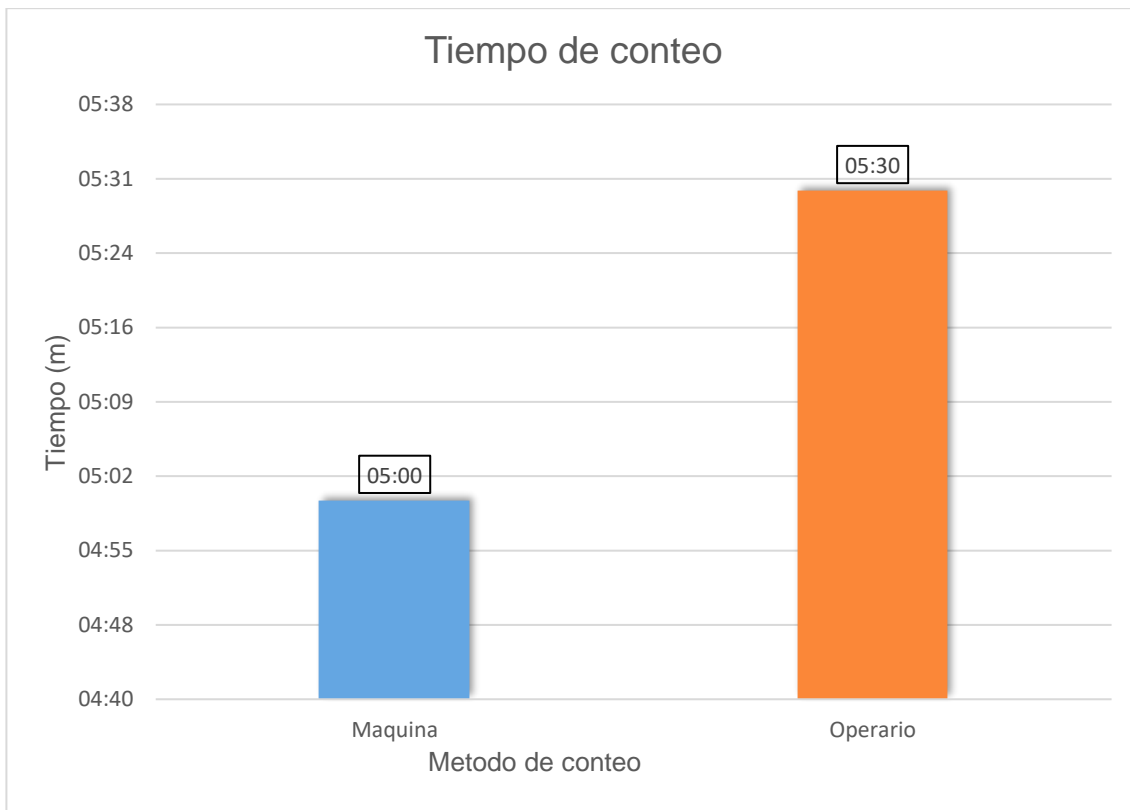
5.4 ANÁLISIS DE COSTO-BENEFICIO.

Con el objetivo de evaluar los beneficios financieros del prototipo de conteo para la empresa Granja Roblealto, se analizará los costó versus los beneficios obtenidos por el diseño e implementación de este proyecto, las consideraciones a evaluar son las siguientes:

- Desde el inicio del proyecto se estableció que el proyecto no podía ser de gran costo y al final del proyecto la inversión total real fue de \$54.99, monto insignificante en comparación en otras máquinas del mercado.

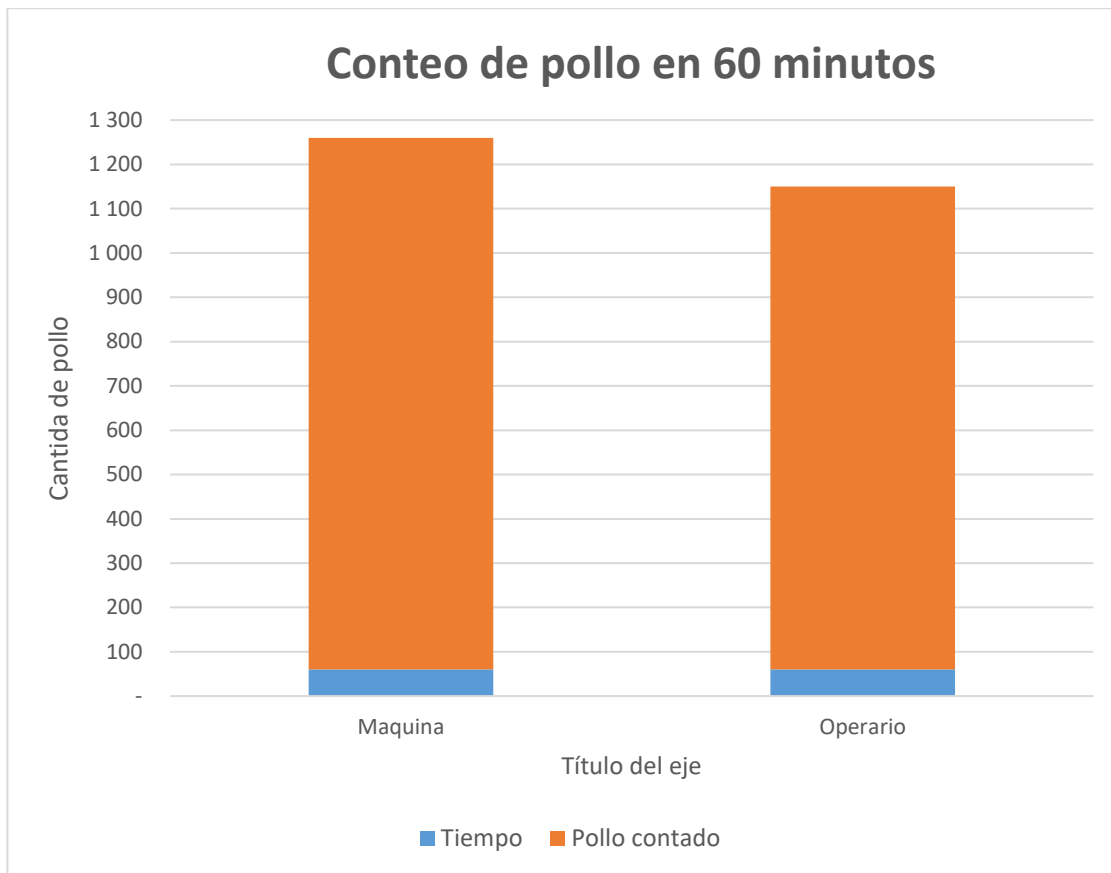
- Otro beneficio es que la empresa ya tiene un punto de inicio para automatizar procesos productivos, en busca de una línea de producción más eficientes.
- Se elimina el error humano en el conteo.
- Una mejor selección del producto porque el operario se concentra solo en realizar esta tarea.
- El tiempo de entrega del producto se disminuye, dado que el tiempo de embalado se reduce considerablemente.
- Se reduce las horas de mano de obra invertidas para realizar en esta labor, al mismo tiempo la factura energética por funcionamiento de la planta decrece.

Para cuantificar el costo-beneficio se realizó un estudio del tiempo que se tarda un operario en realizar todo la labor de conteo en donde se involucra varios proceso, como; el transporte del pollo nacido a la sala de conteo, posicionar la bandejas con los pollos nacidos en un lugar que facilite la labor, la selección del pollo, depositar alimento en cada una de las cajas de embalado y transportar el pollo al lugar de abordaje a los camiones en todo ese proceso de logro reducir el tiempo como se muestra en la siguiente grafica;

Grafica 1: Tiempo de conteo de 100 pollos.

Fuente: Elaboración propia.

Según la tabla anterior por cada caja embala se reduce un tiempo de 30 segundos utilizando la maquina contadora, tomando en cuenta esos resultados analizando el conteo máximo de pollo en 60 minutos seria de 1200 pollos utilizando la máquina y de 1090 pollo por un operario como se muestra en la gráfica 2.

Grafica 2: Conteo de pollo en 60 minutos.

Fuente: Elaboración propia.

En este caso se tiene una ganancia de 110 pollos por hora que es equivalente a más de una caja, considerando que esta máquina es un prototipo ya se obtiene resultados de importancias, sin dejar de lado el beneficio de eliminar el error humano en el conteo.

5.4.2 LA BITÁCORA.

Tabla 18. Bitácora

FECHA	HORAS	PARTICIPANTES	ACTIVIDAD
03/09/2016	2	Estudiante y personal encargado del proyecto.	Reconocimiento de las instalaciones de la empresa, personal y lugar en donde se construirá el contador.
10/09/2016	4	Estudiante, operarios de la planta y personal de mantenimiento.	Recolección de materiales para construcción de estructura del prototipo.
24/09/2016	6	Estudiante, operarios de la planta y personal de mantenimiento.	Diseño y construcción de estructura del prototipo.
01/10/2016	6		
03/10/2016	1.5	Tutor y Estudiante	Sesión 1
08/10/2016	6	Estudiante, operarios de la planta y personal de mantenimiento.	Diseño y construcción de estructura del prototipo.
15/10/2016	6		
22/10/2016	6		
29/10/2016	6		
05/11/2016	6		
12/11/2016	6		
16/11/2016	1	Tutor y Estudiante	Sesión 2
19/11/2016	4	Estudiante, operarios de la planta y personal de mantenimiento.	Construcción de banda transportadora.
26/11/2016	4		
28/11/2016	4	Estudiante	Diseño de los circuitos lógicos, de potencia, programación de microcontrolador, diseño y construcción de sensores.
29/11/2016	4		
30/11/2016	4		
01/12/2016	4		
03/12/2016	6	Estudiante, operarios de la planta y personal de mantenimiento.	Montaje de circuitos electrónicos; cableado, LCD, botoneras, sensores, fuente de poder a 9VDC y 120VAC, primeras pruebas de funcionamiento.
10/12/2016	6		
17/12/2016	6		
01/01/2017	1	Tutor y Estudiante	Sesión 3
07/01/2017		Estudiante y personal encargado del proyecto.	Se hacer una revisión del personal de la Granja Roblealto,

	2		y señala algunas modificaciones según los requerimientos.
14/01/2017	6	Estudiante, operarios de la planta y personal de mantenimiento.	Se realizan las modificaciones estructurales, eléctricas, de programación, solicitadas por el personal de la granja Roblealto.
28/01/2017	4		
14/02/2017	1.15	Tutor y Estudiante	Sesión 4
25/02/2017	6	Estudiante, operarios de la planta y personal de mantenimiento.	Se realizan las modificaciones estructurales, eléctricas, de programación, solicitadas por el personal de la granja Roblealto.
04/03/2017	4		
07/03/2017	2	Estudiante y personal encargado del proyecto.	Se realiza la entrega del prototipo a personal de la Granja Roblealto.
21/03/2017		Tutor y Estudiante	Sesión 5
28/03/2017		Tutor y Estudiante	Sesión 6
10/04/2017		Tutor y Estudiante	Sesión 7
15/04/2017		Tutor y Estudiante	Sesión 8
17/04/2017		Tutor y Estudiante	Sesión 9
19/04/2017		Tutor y Estudiante	Sesión 10

CAPITULO VI. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6.1 CONCLUSIONES.

Como resultado de la implementación del proyecto se citarán cada una de las principales conclusiones obtenidas en este proyecto desarrollado en las Granja RobleAlto en la planta de incubación:

- En la investigación realizada con respecto a máquinas de conteo automático se encontraron máquinas de grandes dimensiones que no solamente eran contadoras si no toda una línea de producción avícola, estas máquinas eran muy eficiente, pero ninguna que fuera móvil y este era uno de los requerimientos sensibles solicitados por la Granja RobleAlto.
- Como este proyecto era un prototipo se debía realizar con material que estaba disponible en la chatarra de la empresa, por los requerimiento solicitados, la maquina debía ser diseñado a un cien por ciento, desde la parte estructural hasta los elementos periféricos de control como botoneras, sensores, para lograrlo fue necesario transformar, restaurar y reutilizar máquinas de desecho.
- Cuando todos los operarios estén utilizando la máquina de automatización del conteo pollo se podrá ofrecer un producto de mayor calidad porque disminuye el error humano en el proceso de embalado, una mejor selección, los empleados van a ser más productivos por los beneficios analizador con este prototipo, además de esta manera se estandarizaría el proceso.
- Por la disminución del tiempo invertido en el proceso de conteo, los operarios pueden realizar otra labores importantes y necesarias en la planta, como

manteamiento de las máquinas de incubación y nacederas, limpieza y cualquier otra necesaria en la planta.

- Se evidencia el progreso de una empresa tradicional a una que utiliza procesos automatizados, cerrándose así la brecha entre procesos manuales y automatizados.
- Para la empresa RobleAlto este proyecto representa una idea echa realidad, porque por mucho tiempo existía la necesidad de construir un contador, pero por temas de presupuesto y personal no era posible realizarlo.
- Este prototipo es el primer contador de pollo que existe en la Granja RoblelAlto, por esta razón funcionara como la base para construir más máquinas de este tipo.

6.3 RECOMENDACIONES.

- Utilizar componentes a prueba de agua y humedad para realizar una limpieza profunda de la maquina sin poner en peligro los elementos eléctricos y electrónicos, porque la limpieza es un factor importante en las empresas avícolas.
- Para tener un conteo más preciso, a mayor velocidad utilizar sensores industriales ya sea capacitivos, reflectivos o de barrera.
- Utilizar un controlador de más capacidad para instalar un teclado y poder ingresar el conteo máximo por caja sin necesidad de utilizar una computadora,

esta es una limitante importante a nivel de programa y nivel físico por que limita al contador a realizar el conteo solo de una cantidad a no ser que se tenga una computadora conectada todo el tiempo.

- Para el proyecto de utilizo un microcontrolador que no es industrial, el Arduino tiene un enfoque didáctico y como un controlador para prototipos, por eso para una implementación futura se recomienda utiliza un dispositivo de control más confiables y escalable como un PLC de marcas industriales como por ejemplo Schneider, Allen-Bradley, Siemens, o al menos un relevador inteligente,
- Agregar una banda transportadora al final de la maquina contadora de pollo, para que una vez se llegue al conteo máximo programado la banda se mueva y coloque una caja vacía, y de esta forma el operario no se preocupa por quitar la caja que está llena de producto.
- Utilizar motores de más velocidad y así poder realizar conteo más rápido, además para un mejor control del motor incluir un variador de velocidad.
- Que cada operario tenga disponible una máquina de conteo y así automatizar todo el proceso de conteo

BIBLIOGRAFÍA

- Arduino. (2015). *ARDUINO & GENUINO PRODUCTS*. Obtenido de Arduino.cc:
<https://www.arduino.cc/en/Main/ArduinoBoardUno>
- Aviagen. (2015). *¿Como medir temperatura de la cascara*. Obtenido de
http://www.aviagen.com/assets/Tech_Center/BB_Foreign_Language_Docs/Spanish_TechDocs/Hot-Tos-ES/Como3-Medir-temperatura-cscara-ES-2013.pdf
- Barrantes, R. (2002). *Investigación: un camino al conocimiento un enfoque cualitativo y cuantitativo*. San José: EUNED.
- Boylestad, R. L., & Nashelsky, L. (2009). *Electrónica: Teoría de circuitos y Dispositivos Electrónicos*. México: Pearson.
- Cabrera Méndez, & M. (2015). *Repositorio institucional Universidad Politecnica de Valencia*. Obtenido de
<https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/7580/introduccion%20a%20las%20fuentes%20de%20informaci%C3%83%C2%B3n.pdf>
- cfia. (14 de Enero de 2015). *Colegio Federado de Ingenieros y de Arquitectos de Costa Rica*. Obtenido de
http://www.cfia.or.cr/descargas2017/archivosVarios/hora_profesional_abril17.pdf
- Cobb-vantress. (2015). *Guia de Manejo de la Incubadora*. Obtenido de http://cobb-vantress.com/languages/guidefiles/e420c01f-a164-4890-9963-60c1e332bf40_es.pdf
- Construmática. (2015). *Definición de Señalización de Seguridad y Salud en el Trabajo*. Obtenido de

- http://www.construmatica.com/construpedia/Definición_de_Señalización_de_Seguridad_y_Salud_en_el_Trabajo
- El Sitio Avícola. (2015). *Incubación artificial*. Obtenido de <http://www.elsitioavicola.com/articles/1802/incubacion-artificial/>
- Electrónica Estudio*. (2015). Obtenido de <http://www.electronicaestudio.com/microcontrolador.htm>
- Genagen. (2015). *Herencia autosómica dominante*. Obtenido de <http://www.genagen.es>
- Gómez, J., & Valero, J. (2009). *Técnicas de incubación*. Aviornis International.
- González, R. (2015). *Producción aviar de huevo*. Obtenido de <http://www.uabcs.mx/maestros/descartados/mto01/incubacion.htm>
- Granja Roblealto. (2015). *Bienvenidos*. Obtenido de <http://www.granjaroblealtocr.com>
- Granja Roblealto. (2015). *Información de productos*. Obtenido de <http://www.granjaroblealtocr.com/isa.php>
- Granja Roblealto. (2016). *Galería*. Obtenido de <http://www.granjaroblealtocr.com/galeria.php>
- Ikkaro.com. (2015). *¿Ques es Arduino?* Obtenido de <http://www.ikkaro.com/definicion-arduino/>
- Incubadoras y Nacedoras*. (2015). Obtenido de <http://www.incubadorasynacedoras.com/incubacion/incubadoras-mal-reguladas-huevos-con-bajo-nacimiento-de-pollitos/>
- International Assistance Program. (2016). Obtenido de <http://iassist.org/projects/granja-roblealto/gallery>

- Lenke.com.br. (2015). *Contador de aves CA-12000*. Obtenido de http://www.lenke.com.br/pdf/lenke_CA_12000_spn.pdf
- Mackenzie, S., & Phan, R. (2007). *Microcontrolador 8051*. México: Pearson.
- McKay. (2008). *The genetics of modern commercial poultry*. Brisbane, Australia: Actas del XXIII congreso sobre aves de corral.
- Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. (2015). *Revisión del Desarrollo Avícola*. Obtenido de <http://www.fao.org/3/a-i3531s.pdf>
- Palacios, E., Remiro, F., & López, L. (2004). *Microcontrolador PIC16F84*. México: Alfaomega.
- RAE. (2015). *Real Academia Española*. Obtenido de <http://www.rae.es>
- Recordelectric.com. (2015). *Señalización industrial*. Obtenido de http://www.recordelectric.com/backend/img/accionamientos/_6878491527.jpg
- RedUsers. (2011). *Microcontroladores funcionamiento, programación y aplicaciones prácticas*. Buenos Aires: Users.
- Sanca, T., & Miller, D. (2011). Tipos de investigación científica. *Revista de Actualización Clínica*, 622.
- Tocci, R. J., & Widmer, N. S. (2007). *Sistemas digitales principios y aplicaciones*. México: Pearson.
- VISCONNA. (2015). *Chick counter CC-7-70S*. Obtenido de <http://www.visconna.com/PDF/Chick%20counter%20CC-7-70-S%20both%20sides.pdf>