



Carátula

**Prototipado de una clasificadora de huevos utilizando elementos eléctricos,
electrónicos, mecánicos para el sector avicultor.**

Fiallos Lascano, Alvaro Steven

Departamento de Eléctrica, Electrónica y Telecomunicaciones

Carrera de Tecnología Superior en Electromecánica

Trabajo de integración curricular, previo a la obtención del título de Tecnólogo Superior en
Electromecánica

Ing. Parreño Olmos, José Alfredo

14 de agosto del 2023

Latacunga

Reporte de verificación de contenido



Plagiarism report

TESIS FINAL_FIALLOS ALVARO.pdf

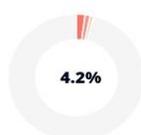
Scan details

Scan time:
August 14th, 2023 at 15:6 UTC

Total Pages:
42

Total Words:
10383

Plagiarism Detection



Types of plagiarism		Words
Identical	2.1%	216
Minor Changes	1.2%	128
Paraphrased	0.9%	89
Omitted Words	0%	0

AI Content Detection



Text coverage

- AI text
- Human text

Plagiarism Results: (48)

MONOGRAFICO: Lenguajes de programación | Obse... 0.5%

<http://recursostic.educacion.es/observatorio/version/v2/ca/e...>

Inicio Equipamiento Tecnológico Internet Software Cajón de sastr...

MONOGRAFICO: Lenguajes de programación | Obse... 0.5%

<http://recursostic.educacion.es/observatorio/web/gl/compon...>

Inicio Equipamiento Tecnológico Internet Software Cajón de sastr...

MONOGRAFICO: Lenguajes de programación | Obse... 0.5%

<http://recursostic.educacion.es/observatorio/web/fr/compon...>

Inicio Equipamiento Tecnológico Internet Software Cajón de sastr...

Ing. Parreño Olmos, José Alfredo
C.C: 0502337181



Departamento de Eléctrica, Electrónica y Telecomunicaciones

Carrera de Tecnología Superior en Electromecánica

Certificación

Certifico que el trabajo de integración curricular: “**Prototipado de una clasificadora de huevos utilizando elementos eléctricos, electrónicos, mecánicos para el sector avicultor**”, fue realizado por el señor estudiante **Fiallos Lascano, Alvaro Steven**, la misma que cumple con los requisitos legales teóricos, científicos, técnicos, y metodológicos establecidos por la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE, además fue revisada y analizada en su totalidad por la herramienta de prevención y/o verificación de similitud de contenidos; razón por la cual me permito acreditar y autorizar para que se la sustente públicamente.

Latacunga, 14 de agosto del 2023



Ing. Parreño Olmos, José Alfredo

C.C.: 0502337181



Departamento de Eléctrica, Electrónica y Telecomunicaciones

Carrera de Tecnología Superior en Electromecánica

Responsabilidad de autoría

Yo, **Fiallos Lascano, Alvaro Steven**, con cédula de ciudadanía N° 1805770615, declaro que el contenido, ideas y criterios del trabajo de integración curricular: **“Prototipado de una clasificadora de huevos utilizando elementos eléctricos, electrónicos, mecánicos para el sector avicultor”** es de mi autoría y responsabilidad, cumpliendo con los requisitos legales, teóricos, científicos, técnicos, y metodológicos establecidos por la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE, respetando los derechos intelectuales de terceros y referenciando las citas bibliográficas.

Latacunga, 14 de agosto del 2023

Fiallos Lascano, Alvaro Steven

C.C.: 1805770615



Departamento de Eléctrica, Electrónica y Telecomunicaciones

Carrera de Tecnología Superior en Electromecánica

Autorización de publicación

Yo **Fiallos Lascano, Alvaro Steven**, con cédula de ciudadanía N° 1805770615, autorizo a la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE publicar el trabajo de integración curricular: **“Prototipado de una clasificadora de huevos utilizando elementos eléctricos, electrónicos, mecánicos para el sector avicultor.”** en el Repositorio Institucional, cuyo contenido, ideas y criterios son de mi responsabilidad.

Latacunga, 14 de agosto del 2023

Fiallos Lascano, Alvaro Steven

C.C.: 1805770615

Dedicatoria

El presente trabajo está dedicado a mis padres, por haberme dado la vida y con su apoyo incondicional han permitido que llegue a este momento tan importante de mi formación profesional.

De igual forma, dedico esta tesis a mis docentes quienes han sabido guiarme en mi vida estudiantil creando sentimientos, hábitos y valores lo cuales me han ayudado a salir adelante en los momentos más difíciles.

Al terminar mi proyecto de tesis dedico mi profundo esfuerzo realizado a toda mi familia como prueba de gratitud, quienes con su cariño y satisfacción desinteresada supieron guiarme y apoyarme por el camino del estudio a pesar de los diversos conflictos que pase para poder culminar con mi proyecto técnico.

Fiallos Lascano, Alvaro Steven

Agradecimiento

Agradezco infinitamente a Dios, por protegerme durante todo mi camino, por haberme dado fuerzas, valor para poder culminar esta etapa de mi vida.

A mis Padres y Hermanos quienes, con su apoyo y comprensión, han hecho posible la culminación de mi proyecto técnico.

También un cordial agradecimiento a mis queridos maestros de la Universidad de las Fuerzas Armadas Espe de la Carrera de Tecnología Superior en Electromecánica, quienes día a día me han dado la debida educación y orientación para la culminación de mi carrera profesional. En especial un grato agradecimiento a mi querido Tutor de Tesis. Ing. José Parreño, por su magnífica orientación durante la elaboración en el desarrollo de la Tesis.

Fiallos Lascano, Alvaro Steven

ÍNDICE DE CONTENIDO

Carátula	1
Reporte de verificación de contenido.....	2
Certificación	3
Responsabilidad de autoría	4
Autorización de publicación	5
Dedicatoria	6
Agradecimiento.....	7
Índice de contenido	8
índice de tablas	12
índice de figuras	13
Resumen.....	15
Abstract	16
Capítulo I: Problema de Investigación.....	17
Introducción	17
Antecedentes	17
Planteamiento del problema	19
Justificación.....	19
Objetivos	20
<i>Objetivo general</i>	20

Objetivos específicos	20
Alcance.....	21
Capítulo II: Marco Teórico	22
Empresas líderes e a producción del huevo	22
Selección y clasificación	22
<i>Selección</i>	22
<i>Clasificación</i>	22
El Huevo	22
<i>Formación del Huevo</i>	22
<i>La Cáscara del Huevo</i>	23
<i>Clasificación del huevo</i>	24
Productividad	24
Controladores lógicos programables	27
Estructura de un PLC	28
<i>Unidad central de proceso</i>	28
<i>Memoria</i>	29
<i>Unidades de programación</i>	29
<i>Módulos de entrada y salida de datos</i>	30
<i>Fuente de alimentación</i>	31
<i>Principio de funcionamiento</i>	31
<i>Lenguaje de programación</i>	31
<i>Ventajas y desventajas</i>	32
Bandas transportadoras	33

Sensores	34
<i>Sensores inductivos</i>	35
<i>Modos de operación</i>	35
<i>Distancia de detección</i>	36
Filamento PLA.....	37
Servo motor.....	38
Motor reductor	39
Interruptor	40
Pantalla LCD I2C	40
Arduino nano	42
Amplificador de celda de carga HX711	43
Capítulo III: Desarrollo del Tema.....	46
Diseño y cálculo del prototipo	46
<i>Diseño del prototipo</i>	46
<i>Cálculo de la densidad de los huevos</i>	48
<i>Cálculo del volumen de los huevos</i>	48
<i>Cálculo del tiempo que recorre los huevos</i>	49
<i>Cálculo de los engranajes</i>	50
<i>Cálculo de los esfuerzos de engranajes</i>	50
Desarrollo de la programación	51
<i>Codificación de las librerías del Arduino</i>	51
<i>Declaración de pines</i>	52
<i>Desarrollo de la programación del menú</i>	53

<i>Desarrollo de la Programación de la clasificadora</i>	53
Etapas de construcción	56
Pruebas de funcionamiento	59
Manual de seguridad	60
<i>Instrucciones Generales de Seguridad</i>	60
<i>Operación Segura</i>	60
<i>Mantenimiento</i>	61
<i>Limpieza</i>	61
<i>Almacenamiento</i>	61
Estudio Económico de la maquina	61
Capítulo IV: Conclusiones y Recomendaciones	65
Conclusiones	65
Recomendaciones	66
Bibliografía	67
Anexos	69

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 <i>Clasificación de los huevos frescos por su masa</i>	24
Tabla 2 <i>Datos referenciales del huevo de acuerdo a la clasificadora</i>	48
Tabla 3 <i>Costos directos</i>	62
Tabla 4 <i>Costos indirectos</i>	63
Tabla 5 <i>Costos totales</i>	64

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 <i>Estructura del Huevo</i>	23
Figura 2 <i>Evolución en la producción nacional de aves y huevos 2009-2013</i>	25
Figura 3 <i>Esquema de producción avícola - Ecuador</i>	26
Figura 4 <i>Arquitectura interna de un PLC</i>	28
Figura 5 <i>Banda Transportadora</i>	34
Figura 6 <i>Tipos de sensores</i>	34
Figura 7 <i>Circuito interno de un sensor inductivo</i>	35
Figura 8 <i>Diagramas de control de salida y carga de operación</i>	36
Figura 9 <i>Distancia de detección (Sn)</i>	36
Figura 10 <i>Filamento PLA</i>	37
Figura 11 <i>Servo Motor</i>	38
Figura 12 <i>Moto reductor</i>	39
Figura 13 <i>Interruptor</i>	40
Figura 14 <i>Pantalla LCD I2C</i>	41
Figura 15 <i>Arduino nano</i>	42
Figura 16 <i>Amplificador de celda</i>	44
Figura 17 <i>Partes de la clasificadora de Huevos</i>	46
Figura 18 <i>Codificación de las librerías</i>	52
Figura 19 <i>Declaración de pines</i>	52
Figura 20 <i>Programación del menú</i>	53
Figura 21 <i>Programación de la clasificadora</i>	53
Figura 22 <i>Diseño de las partes de la clasificadora de huevos</i>	56
Figura 23 <i>Diseño de la placa electrónica de los elementos a utilizar</i>	57

Figura 24 <i>Elaboración de las bases donde se clasificará</i>	57
Figura 25 <i>Colocación de los soportes de la respectiva clasificadora</i>	58
Figura 26 <i>Implementación de los dispositivos electrónicos en la máquina</i>	58
Figura 27 <i>Implementación de toda la parte electrónica finalizado</i>	59
Figura 28 <i>Resultado de la clasificadora</i>	59

Resumen

El presente proyecto se ha realizado en base a una investigación con el fin de conocer los métodos o procesos que tiene el sector avícola en la clasificación de los huevos, es así que se encontró diferentes sistemas que relativamente son obsoletos y poco eficientes.

Hoy en día el sector avícola ha crecido rotundamente a pasos agigantados con mayor producción, esto con lleva a tener procesos que permitan mejorar la calidad y reducción de tiempos en su ejecución. Con la implementación del Prototipado de una clasificadora de huevos utilizando elementos eléctricos, electrónicos, mecánicos para el sector avicultor que permite facilitar el balance de la producción diaria de la granja, mejorar los índices de producción en ganancia financiera y ser eficientes para los consumidores, estos parámetros definen la calidad y producto de acuerdo a sus características físicas ayudando a los avicultores con mayor facilidad a la hora de clasificar. Es así que el clasificador de huevos está diseñado con el objeto de clasificarlos por el peso y a la vez agilizar el proceso en granjas avícolas haciendo de esta actividad que sea precisa y eficiente a la hora de realizar la clasificación de los huevos de gallina llevando a cabo una mejor distribución.

Palabras clave: Clasificación de Huevos de gallina, Sistemas de control, Procesos de clasificación.

Abstract

The present project has been carried out based on an investigation in order to know the methods or processes that the poultry sector has in the classification of eggs, so that different systems were found that are relatively obsolete and inefficient. Today the poultry sector has grown resoundingly by leaps and bounds with greater production, this leads to having processes that allow improving quality and reducing execution times. With the implementation of the Prototyping of an egg classifier using electrical, electronic, mechanical elements for the poultry sector that allows facilitating the balance of the daily production of the farm, improving production rates in financial gain and being efficient for consumers, these Parameters define the quality and product according to its physical characteristics, helping poultry farmers more easily when classifying. Thus, the egg classifier is designed in order to classify them by weight and at the same time streamline the process in poultry farms, making this activity precise and efficient when classifying chicken eggs by carrying out better distribution.

Keywords: Classification of chicken eggs, Control systems, Classification processes.

Capítulo I

Problema de Investigación

Introducción

La avicultura es una de las actividades que a nivel mundial debido a la producción genera fuentes de trabajo, crecimiento en la parte económica y social.

En el Ecuador existe una gran demanda en la parte avícola debido al consumo de la carne de pollo y huevos de gallina generando rubros sobre los 800 millones de dólares al año que equivale a un 24% de la producción nacional, creando en varias familias estabilidad laboral.

La producción de huevos de gallina hoy en día tiene que tratar con muchos defectos en los huevos debido a que no cuentan con una clasificación que permita delimitar su tamaño, esto debido a que no existe un sistema automatizado.

En el sector avícola contar con un sistema automatizado en la etapa de clasificación constituye un campo prometedor e innovador, permitiendo establecer tamaño, eficiencia y mayor precisión en la clasificación de huevos de gallina.

En este sentido, el prototipo estudio parte por el interés del investigador por establecer un sistema que permita clasificar los huevos de gallina por su peso mejorando la producción de las granjas avícolas.

Antecedentes

La avicultura es una de las actividades más inmensas de los ecuatorianos, esto se da gracias a lo que existe un gran consumo de pollo y huevos en la parte económica y social del país las cuales generan más de 800 millones de dólares al año lo que equivale al 24% de producción nacional. Muchas familias se involucran en este oficio, logrando beneficio como el obtener un trabajo estable.

En Ecuador el consumo de huevos en el año 2019 fue de 226 unidades trece veces más que en 2018, la producción de huevos en Ecuador fue de 361.078.496 unidades semanalmente y anualmente fue más de 4.000 millones de huevos.

La mayor cantidad de huevos de gallina que se produce se destinan a ser comercializadas siendo necesario un control de clasificación ya que todos no cumplen con lo requerido para la venta. La clasificación en las empresas avícolas se realiza con maquinarias que hacen más rápido la selección requerida mediante que en las granjas este proceso aún se lo realiza manualmente.

El proceso de clasificación del huevo de gallina es un gran factor primordial para ser comercializado en un estado que la demanda existente nos lleva a un mayor volumen de producto y acondicionarse adecuadamente para el consumo generando mayor producción y establecer los pasos por cubeta de acuerdo al peso, por ende, se necesario implementar un prototipo, que permita clasificar lo huevos de gallinas.

La clasificación de huevos se los organiza en categorías de la siguiente manera: clase B, clase A, clase AA, clase AAA y clase YUMBO esto se lo realiza según su peso el error viene cuando ocupan balanzas y lo hacen manualmente y no tienen la exactitud del peso del huevo.

Para satisfacer a los clientes en el sector avicultor es necesario un mejor método de clasificación que sea más eficiente, rápido y preciso logrando disminuir los errores que se producen por la clasificación manual. Un prototipo de una maquina automatizada sería una gran solución para mayor precisión y así poder dar un final a todos los inconvenientes o errores que se tienen.

El prototipo de la clasificadora de huevos en el sector avicultor nos permitirá ser más que eficientes y tener mayor precisión en la actividad de la clasificación de los huevos de gallina.

Planteamiento del problema

En el sector avicultor todo tipo de clasificación se lo realiza de forma manual lo que esto causa muchas pérdidas de tiempo, mayor ocupación de personal y mayores gastos que se genera de manera innecesaria.

La venta de los huevos se lo realiza dependiendo del tamaño, el peso y por lo tanto la clasificación es muy importante por lo que tiene que ser rápida, eficiente y precisa para obtener unos buenos resultados con los compradores.

El principal problema que tiene los avicultores en la clasificación de los huevos es que la mayoría lo realiza de forma manual y causa varias deficiencias a la hora de su proceso.

Efecto:

- Altos costos de mano de obra.
- Mala realización de clasificación de huevos.
- Malos tiempos óptimos de la clasificación.
- No tener competencia con otras microempresas.

Causas:

- Mayor fatiga con el personal.
- Mayor demanda no abastecida.
- La Clasificación manual.
- Muy elevado los costos de clasificación automáticas importadas.

Justificación

El prototipo de la clasificadora de huevos representa una herramienta muy útil para realizar la clasificación que permite a todo el sistema avicultor a garantizar una mayor calidad

que encamine a tener una mayor competencia con las micro y grandes empresas realizando todas las actividades con menos tiempo y menores costos.

Los beneficios de este proyecto es establecer menos tiempo para seleccionar los huevos por su peso y así logrando tener menor tiempo a la hora de la clasificación de grandes cantidades del producto.

El bienestar para el sistema avicultor se ha venido mejorando con el pasar del tiempo como mejoramiento de entrega, ámbito personal, equipamiento en mejoras de maquinarias y mejores equipos para mantener su nivel de entrega lo que esto dio al tema de un prototipo de clasificadora de huevos como proyecto técnico para obtener el título de Tecnología Superior en Electromecánica, para lograr satisfacer esta necesidad de los avicultores.

Es de gran importancia realizar este proyecto para obtener mejor nivel de eficiencia en los avicultores logrando tener resultados óptimos en la clasificación de los huevos, menores ingresos económicos y disminuir las demoras a la hora de la distribución de los huevos.

Objetivos

Objetivo general

Implementar un prototipo de clasificadora de huevos utilizando elementos eléctricos, electrónicos, mecánicos para el sector avicultor.

Objetivos específicos

- Determinar el funcionamiento de una clasificadora de huevos.
- Seleccionar los elementos que intervienen dentro del prototipo.
- Realizar los diagramas programación.

- Realizar pruebas de funcionamiento.

Alcance

El alcance de este proyecto técnico pretende implementar un sistema que nos permita clasificar los huevos por su tamaño y por su peso la cual tendrá que establecer si es clase A, clase B, clase C, y clase D de acuerdo a la selección de materiales para la creación del prototipo y la elaboración de planos constructivos.

Además, se establecerá si es factible en relación al costo beneficio la implementación de este prototipo en el sector avicultor considerando costos de operación y mantenimiento que por lo general llevan un determinado tiempo.

Capítulo II

Marco Teórico

Empresas líderes e a producción del huevo

Las principales empresas avícolas en el mundo se ubican en estados unidos de Norteamérica Cal Maine Foods y la mexicana proteína Animal, en el contexto mundial la empresa que más produce huevos en el mundo es Cal_Maine Foods con 45 millones de ponedoras; seguida de Proteína Animal de México con 34 millones; luego Rose Acre Farms, también estadounidense 26,6 millones, CP Group de Tailandia con 22 millones y cierra el top 5 Hillande Farms de Estados Unidos con 21,1 millones. (Dutchman, 2021)

Selección y clasificación

Selección

En el sector avícola los huevos poseen ciertas características físicas contrastables que nos permiten realizar una clasificación ya sea por el tamaño, la forma, el color o el peso.

Clasificación

Este proceso consiste en clasificar los huevos no solo pensando en el cliente sino también en los pasos que se debe seguir como es su forma, el tamaño, textura, color, sabor y aroma.

El Huevo

Formación del Huevo

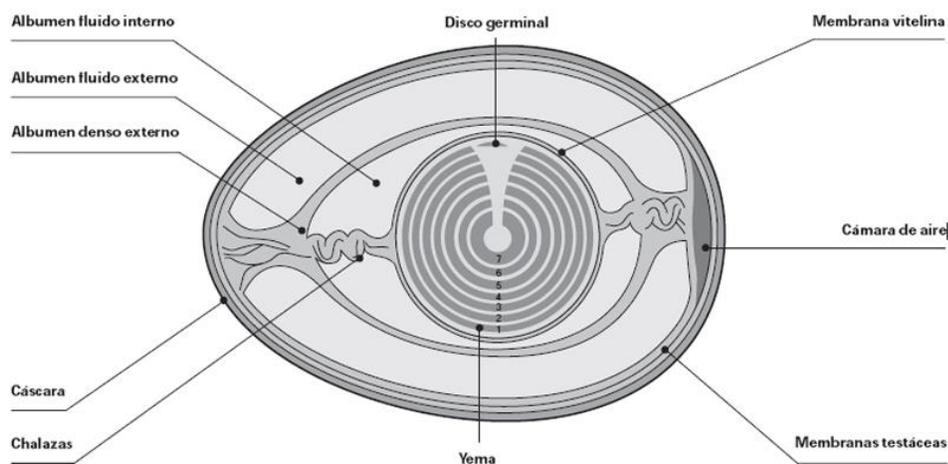
Desde épocas pasadas, el huevo constituía en uno de los principales alimentos en la dieta del ser humano gracias a que contiene todos los nutrientes necesarios debido a que se trata del proceso natural de reproducción de un ave.

La formación de un huevo supone un gran esfuerzo fisiológico por parte de la gallina que es capaz de depositar alrededor de 7.7 g de proteína, 7 g de lípidos, 2 g de calcio y 40 g de agua, entre otros, casi cada día. (Instituto de Estudios del Huevo, 2002, p.46).

A continuación, se hará una descripción de las distintas estructuras que forman parte de los tres principales componentes de un huevo: cáscara, yema y albumen conocido también como “clara”.

Figura 1

Estructura del Huevo



Nota. Tomado de Instituto de Estudios del Huevo, 2002, p.46

La Cáscara del Huevo

Forma la protección externa del huevo y se encuentra en las membranas testáceas, que forman la cámara de aire del huevo, protege contra la penetración de bacterias y está recubierta de una cutícula orgánica. Es de aproximadamente 0,35 mm de espesor y carbonato de calcio de 90° con hasta 15.000 poros que permiten el intercambio de gases al exterior. La calidad o durabilidad de la cáscara depende principalmente del metabolismo del pollo y, a su vez, de una nutrición adecuada.

Clasificación del huevo

La clasificación de huevos en el presente proyecto proyecto tiene el enfoque de realizarlo mediante el peso, este factor depende en gran medida de la edad y la dieta de los pollos.

En la industria avícola ecuatoriana, según la norma INEN 1973.

La clasificación de los huevos se justifica porque es necesaria para el consumidor final en razón de que existen personas que realizan una dieta diaria normal. En la industria los huevos deben estar clasificados en base al consumo promedio, esto significa que se incluyen huevos muy grandes o muy pequeños.

Debido a esto los distribuidores ven la necesidad de categorizar todas sus oportunidades de venta, no solo una específica en porcentaje.

Tabla 1

Clasificación de los huevos frescos por su masa

Tamaño	Masa unitaria en g		Masa por docena en g		Masa por 30 huevos en g	
	Mínimo (≥)	Máximo (<)	Mínimo (≥)	Máximo (<)	Mínimo (≥)	Máximo (<)
I Súper gigante	76	...	912	...	2280	...
II Gigante	70	76	840	912	2100	2280
III Extra grande	64	70	768	840	1920	2100
IV Grande	58	64	696	768	1740	1920
V Mediano	50	58	600	696	1500	1740
VI Pequeño	46	50	552	600	1380	1500
VII Inicial	...	46	...	552	...	1380

Nota. Tomado por NTE INEN 1973, 2013, p. 2

Productividad

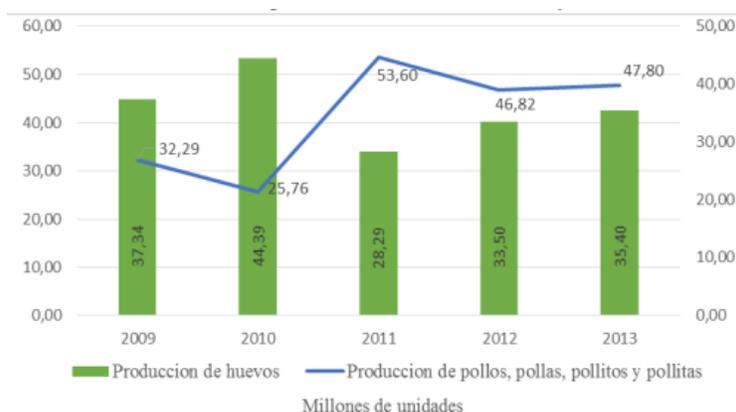
El incremento de consumo per cápita de pollo y huevo a lo largo del tiempo demuestran la contribución del sector avícola en la seguridad alimentaria, a través del aprovisionamiento de proteína animal de bajo costo, consumida por la mayoría de la población, independientemente

de su nivel de ingresos. El consumo de carne de pollo y huevos se extiende a nivel nacional y se registran granjas avícolas en todas las provincias del país, la producción es permanente a lo largo del año. El ciclo productivo de un pollo de engorde es de 42 días con peso promedio de 2.4 kilos. (CONAVE, 2006)

A continuación, se presenta diferentes indicadores relacionados con el desarrollo del sector avícola en el país, con lo cual se evidencia el progreso técnico y el incremento de la demanda de esta proteína a nivel nacional, principal causa para el aumento en la producción de este rubro económico.

Figura 2

Evolución en la producción nacional de aves y huevos 2009-2013



Nota. Datos estadísticos de la producción nacional de aves y huevos en el Ecuador durante los años 2009-2013

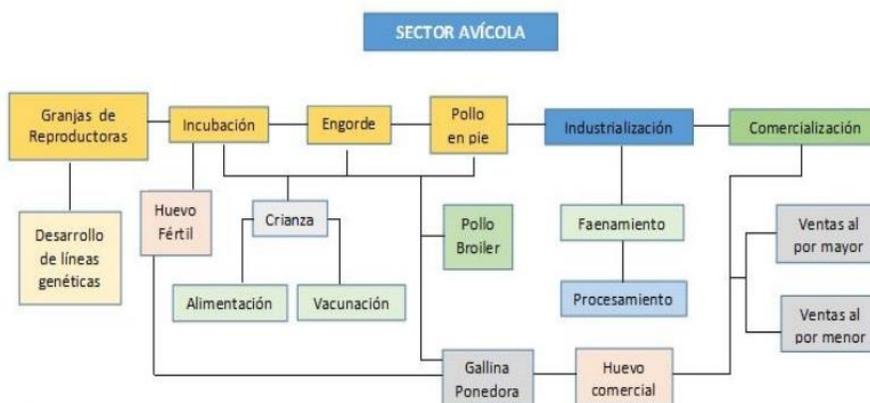
Como se evidencia en el gráfico 3, la producción de pollos, pollas, pollitos y pollitas destinados para la venta a nivel nacional muestra una tendencia creciente en los años 2012 y 2013, pero el nivel más alto de producción en los años analizados se da en el año 2011, donde se registra un total de 53,60 millones de aves producidas y destinadas a la venta. En los años 2009 y 2010 el número de aves destinadas a la venta es mucho menor al total registrado en los años

posteriores. El incremento en la venta de este tipo de aves se da entrelazado armónicamente con el incremento en la demanda de este segmento pecuario. La producción total de huevos destinados a la venta obtenidos en plateles avícolas y en el campo muestra su pico más alto en el año 2010, y un decrecimiento en el año 2011 en aproximadamente 16,10 millones de unidades de huevos; a partir de este año se registra una tendencia al alza hasta el año 2013. La producción aviar en Ecuador (pollo) contempla los diferentes segmentos productivos e industriales indicados en la Figura 3; algunas empresas destinadas a esta actividad económica incluyen todos los procesos referidos, desde la reproducción, incubación, crianza y faena miento hasta la comercialización, inclusive empresas de esta rama dan un mayor valor agregado a esta actividad mediante el desarrollo de alimentos alternativos a partir del pollo, como pollo ahumado, enlatados entre otros.

De acuerdo a la Corporación Nacional de Avicultores (Conave), Ecuador en la actualidad es autosuficiente en la producción de pollo para el consumo, ya que se produce toda la proteína de este animal que se requiere a nivel nacional.

Figura 3

Esquema de producción avícola - Ecuador



Nota. Organigrama de la industria avícola

Es así que en el Ecuador la avicultura está conformada por sectores que se dedican a la producción de pollo y huevos, que son destinados al comercio y a la reproducción.

Controladores lógicos programables

Los PLC aparecieron en los años 60 donde surge la necesidad de eliminar los complicados y costosos sistemas de control de máquinas basadas en relés, a mediados de los 70 los PLC comenzaron a tener habilidades de comunicación.

El primer sistema de comunicación fue el MODBUS de MODICON, a partir de este momento los PLC podían comunicarse entre sí para coordinar el accionar de un conjunto de máquinas. También tenían ciertas capacidades como transmitir y recibir voltajes variables que le permiten recibir señales análogas.

Durante los años 80 se apreció un intento por estandarizar las comunicaciones y al mismo tiempo se tendió a la miniaturización de los equipos.

En la década de los 90 se quiso que los lenguajes de programación tuviesen un estándar internacional único.

Un controlador lógico programable o PLC (programmable logic controller) por sus siglas en inglés es “toda máquina electrónica, diseñada para controlar en tiempo real y en medio industrial procesos secuenciales” (Porras & Montanero, 1990, p. 25).

También se puede decir que es un dispositivo programable diseñado para el control de señales eléctricas asociadas al control automático de procesos industriales.

Como se puede deducir de la definición, el PLC es un sistema, porque contiene todo lo necesario para operar, y es industrial, por tener todos los registros necesarios para operar en los ambientes hostiles que se encuentran en la industria.

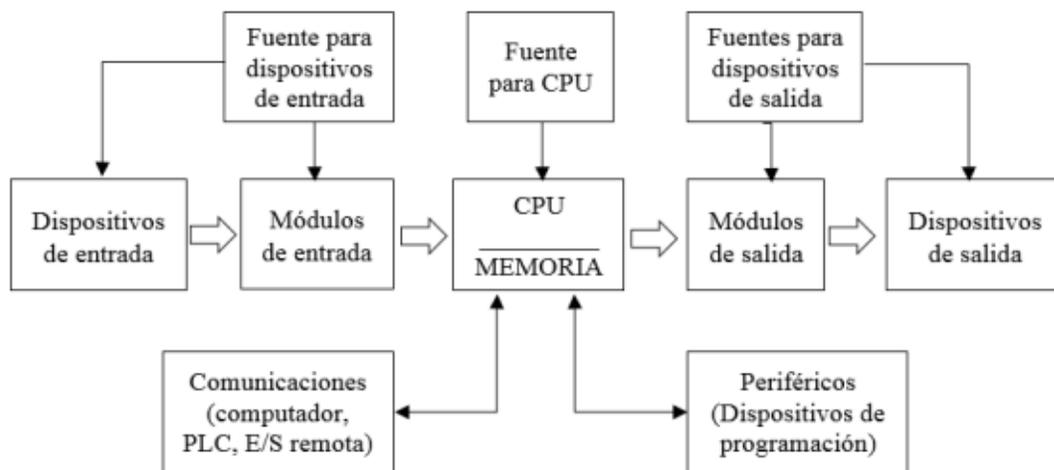
Por sus especiales características de diseño, un PLC tiene un variado campo de aplicación, que van desde instalaciones caseras, comerciales y mayoritariamente industriales, volviéndolo ampliamente versátil.

Estructura de un PLC

El sistema de un PLC está constituido de una estructura externa y una interna y en el esquema que se presentará a continuación se podrá observar la comunicación que tienen todos entre sí, para cumplir con el funcionamiento básico del controlador lógico.

Figura 4

Arquitectura interna de un PLC



Nota. Estructura interna de un controlador lógico programable

Unidad central de proceso

La unidad central de proceso o CPU es el cerebro del PLC, este es responsable de la ejecución del programa desarrollado por el usuario. Está formado por dos partes 15 indispensables como la memoria de almacenamiento y uno o varios procesadores dependiendo las circunstancias,

puede incluir también otros elementos como circuitos de diagnóstico, fuentes de alimentación, etc. La tarea principal del procesador es la de ejecutar el programa de usuario, adicionalmente administrar la comunicación y ejecutar los programas que son de autodiagnóstico.

Necesariamente el procesador viene precargado un programa o sistema operativo desde fábrica para poder iniciar estas tareas y no se puede borrar de la memoria de la CPU.

Memoria.

Dentro de la CPU se dispone de un área de memoria, la cual se emplea para varias funciones y se divide en 4 tipos: la memoria del sistema operativo, memoria del programa de usuario, memoria de la tabla de datos, y memoria de almacenamiento. La capacidad de almacenamiento de una memoria suele cuantificarse en bits, bytes o words.

El sistema operativo viene instalado por el fabricante, y como debe permanecer inalterado y el usuario no debe tener acceso a él, se guarda en una memoria como las ROM (memoria solo de lectura), EPROM (Memoria de lectura programable y borrrable) o EEPROM (Memoria de lectura programable y borrrable eléctricamente), que son memorias cuyo contenido permanece inalterable en ausencia de alimentación eléctrica.

Durante el funcionamiento del equipo el programa hecho por el usuario debe permanecer estable, fácil de leer, escribir o borrrar y para su almacenamiento se usa memoria volátil tipo RAM (memoria de acceso aleatorio) o EEPROM. Hay que destacar que para su uso, es necesario tener baterías para proteger su información ya que esta se borrra una vez que no haya una fuente de alimentación.

Unidades de programación

Todo autómata necesita de alguna forma de programación, esta se suele realizar utilizando algunos de los elementos que se presentan más adelante. Por cada caso el fabricante debe ofrecer lo necesario como software o equipo, dependiendo del modelo y casa fabricante, cada

equipo puede poseer una conexión a uno o varios elementos de programación. Unidad de programación: es la forma más simple para programar el PLC y suele venir en forma de calculadora, se la puede reservar para pequeñas modificaciones del programa o la lectura de datos en el lugar de colocación del autómatas. Consola de programación: se trata de una terminal a modo de ordenador que proporciona una manera más cómoda de ejecutar el programa del usuario y observar ciertos parámetros internos del PLC

Módulos de entrada y salida de datos

Las entradas y salidas son los elementos del PLC que lo comunican con el proceso que están controlando y con el usuario. A través de ellas se origina el intercambio de información ya sea para la adquisición de datos o la del mando para el control de 17 máquinas del proceso. Las entradas deben ser adecuadas a las tensiones y corrientes que maneja el procesador para que este las pueda reconocer, en el caso de las salidas, las señales del procesador deben ser modificadas para actuar sobre algún dispositivo del campo y se puede hacer efectivo con el uso de transistores, relés o triacs.

Existe una clasificación de entradas y salidas las cuales son:

- **Analógicas:** pueden presentar una cantidad de valores intermedios dentro de un rango especificado por el fabricante. Estas señales se manejan en nivel de byte o 'word' dentro del programa de usuario.
- **Digitales:** son aquellas que pueden adoptar solo dos estados, el encendido o apagado y se basan en el principio del todo o nada, es decir o no conducen señal alguna o poseen un nivel mínimo de tensión. también se las conoce como binarias, lógicas, discretas u on/off. Se manejan en nivel de bit dentro del programa de usuario.

- **Inteligentes:** son módulos con procesador propio y un alto grado de flexibilidad para su programación. Durante su operación intercambian datos con la CPU.
- **Especiales:** son variantes de las analógicas, son aquellas que se presentan en módulos de funciones concretas como ser las entradas de pulsos de alta velocidad, termocuplas, RTD, etc. En estos casos, normalmente, el mismo módulo incorpora las entradas y salidas necesarias, de modo que resulta más correcto hablar de módulo funcional que de entradas o salidas. Las entradas y salidas son leídas y escritas dependiendo del modelo y del fabricante, es decir pueden estar incluidas sus imágenes dentro del área de memoria o ser manejadas a través de instrucciones específicas de E /S.

Fuente de alimentación

La principal función de la fuente de alimentación en un controlador, es suministrar de energía eléctrica a la CPU y al resto de tarjetas que tenga el autómata dependiendo de su configuración.

Principio de funcionamiento

Antes de explicar el principio de operación de un PLC, hay que distinguir las siguientes partes que constan en el dispositivo y que fueron explicadas anteriormente:

- CPU (Unidad central de proceso)
- Interfaces de entrada y salida
- Memoria
- Dispositivos de programación

Lenguaje de programación

A diferencia de un programa el cual es un conjunto de instrucciones, órdenes y símbolos reconocibles por el PLC que le permiten ejecutar una secuencia de control deseada, el lenguaje

de programación en cambio, permite al usuario ingresar un programa de control en la memoria del PLC, usando una sintaxis establecida (Mandado, Marcos, & Pérez, 2006, p. 103)

Existen lenguajes de nivel bajo, intermedio y superior dependiendo del grado de comunicación que se tiene con la unidad de control de procesos (CPU) y el grado de complejidad de las instrucciones. Se pueden clasificar si son lenguajes estructurados o no estructurados, lo que se refiere a la forma en que se escriben y agrupan las instrucciones.

La Comisión Electrotécnica Internacional (IEC), en su apartado 3 de la norma IEC 1131 define dos lenguajes gráficos y dos lenguajes basados en texto, para la programación de PLC. Los lenguajes basados en texto usan cadenas de caracteres, mientras que los lenguajes gráficos utilizan símbolos para programar las instrucciones de control.

Lenguajes textuales:

- Lista de instrucciones (IL)
- Texto estructurado (ST)

Lenguajes gráficos:

- Diagrama ladder (LD)
- Diagrama de bloques de funciones (FBD)

Ventajas y desventajas

Ventajas

Todos los controladores programables no necesariamente ofrecen las mismas ventajas sobre la lógica cableada debido a la variedad de modelos existentes y las innovaciones técnicas que surgen periódicamente.

- a) Como ventaja principal a destacar, es la reducción del tiempo empleado en la elaboración de un proyecto.

- b) Posibilidad de introducir modificaciones sin cambiar el cableado y añadir aparatos ofreciendo flexibilidad.
- c) Reducción en el espacio de ocupación.
- d) Ahorro de dinero
- e) Posibilidad de gobernar varias máquinas con un mismo autómatas programable.
- f) Tiene modularidad gracias a que, si aumenta la complejidad del sistema, se pueden agregar también varios módulos de función para operaciones de cálculo rápido, se adaptan también módulos de suministro de energía y módulos de interfaces.

Desventajas

Un inconveniente puede ser el encontrar un programador con experiencia para realizar el trabajo inicial, aunque al ser un sistema con varios años de funcionamiento, la preparación académica de las nuevas generaciones ya habrá llenado este vacío.

El coste inicial puede llegar a ser mayor frente a otros sistemas, pero que se ve recompensado con el resto de bondades que ofrece el control automatizado, además que se vuelve relativo dependiendo el proceso a controlar y que tendría que ser analizado antes de iniciar el proyecto.

Bandas transportadoras

Para poder transportar materias primas, minerales hoy existen diversas formas; pero una de ellas y la más eficiente es por medio de bandas y rodillos transportadores.

Las bandas y rodillos transportadores son elementos auxiliares de las instalaciones industriales, cuya misión es la de recibir un producto para poder conducirlo a otro punto.

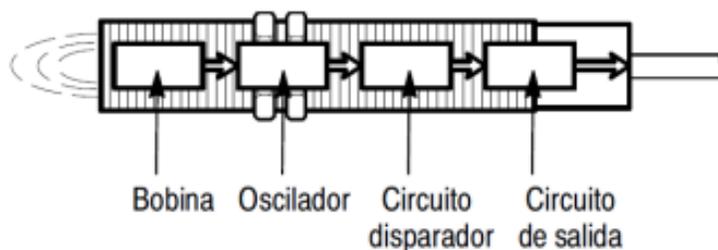
Sensores inductivos

Esta clase de sensores tienen como principio de funcionamiento el generar un campo electromagnético a cierta distancia detectando la variación de movimiento de objetos ferrosos causando pérdidas de corriente del nombrado campo magnético.

Son utilizados principalmente en la industria, tanto para aplicaciones de posicionamiento como para detectar la presencia de objetos metálicos en determinadas funciones como la presencia o ausencia de paso, de atasco, posición, codificación y conteo. El sensor consiste en una bobina con núcleo de ferrita, un oscilador, un sensor del nivel de disparo de la señal y un circuito de salida.

Figura 7

Circuito interno de un sensor inductivo



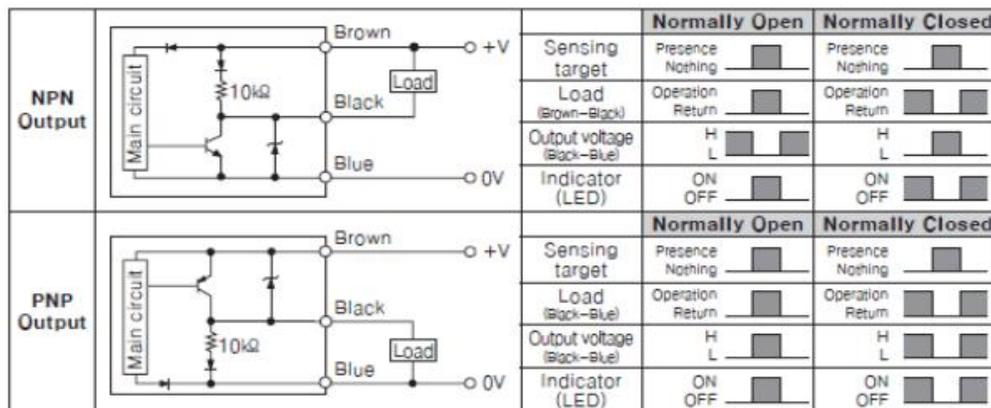
Nota. Extraído de Rockwell Automation, 2015, p. 9

Modos de operación

Existen tres variantes de sensores, de 2, 3 o 4 hilos, en el mercado estos dos últimos son mayormente utilizados los cuales requieren una fuente de poder por separado. Algunos modelos usan de conmutador transistores NPN y otros usan PNP, que tienen como base un positivo y un negativo respectivamente.

Figura 8

Diagramas de control de salida y carga de operación



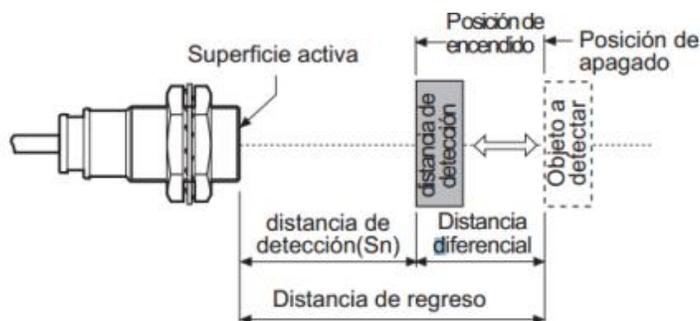
Nota. Extraído de Autonics, 2015

Distancia de detección

Es la distancia a detectar cuando la salida opera al acercarse un objeto a la superficie activa del sensor. La especificación de esta distancia de detección (S_n) de cada serie es medida con el objeto de detección estándar.

Figura 9

Distancia de detección (S_n)



Nota. Extraído de Autonics, 2015

Filamento PLA

El filamento PLA es un tipo de plástico biodegradable y biocompatible, derivado de fuentes naturales como el almidón de maíz, la caña de azúcar o la remolacha. Es un material ampliamente utilizado tanto por entusiastas de la impresión 3D como en aplicaciones industriales.

Figura 10

Filamento PLA



Nota. Filamento de PLA. Tomado de 3DFILMS

Sus características:

Biodegradable: El PLA es un material respetuoso con el medio ambiente porque se descompone naturalmente en condiciones adecuadas, reduciendo el impacto ambiental.

Facilidad de impresión: Es uno de los filamentos más fáciles de imprimir debido a su baja temperatura de fusión y a que no desprende olores desagradables durante el proceso de impresión.

Buena fuerza y rigidez: Si bien no es el material más fuerte disponible, el PLA ofrece una combinación decente de resistencia y rigidez para muchas aplicaciones.

No tóxico: Es un material seguro de usar, no emite gases tóxicos durante la impresión y es adecuado para aplicaciones en contacto con alimentos y juguetes.

Servo motor

El servo motor de corriente directa, también conocido como servo CD o servo DC, es un tipo de motor eléctrico que se caracteriza por su capacidad de control de posición y velocidad. Estos motores son ampliamente utilizados en diversos campos, como robótica, automatización industrial, sistemas de control, modelismo y mecatrónica.

Figura 11

Servo Motor



Nota. Micro Servo motor BD. Tomado de dcimecuador.

Características principales:

Control de posición preciso: El servo motor CD pueden moverse a una posición angular específica con alta precisión. Esto se logra gracias a la retroalimentación que proporciona un dispositivo llamado "potenciómetro" o un "codificador", que permite al controlador conocer la posición real del eje en todo momento.

Control de velocidad: Los servo motores CD también pueden controlar la velocidad de giro del eje. Mediante señales de control adecuadas, se puede ajustar la velocidad para mantenerla constante o para acelerar/desacelerar suavemente.

Respuesta rápida: Los servos CD tienen una respuesta rápida a las señales de control, lo que permite cambios de posición y velocidad rápidos y precisos.

Par de torsión: Los servo motores CD ofrecen un par de torsión significativo, lo que los hace capaces de mover cargas relativamente pesadas.

Retroalimentación: La mayoría de los servos CD utilizan una retroalimentación de posición para mantener el control sobre la posición del eje. Esto permite detectar errores y corregir la posición si es necesario.

Tamaño y variedad: Los servo motores CD están disponibles en diversas formas y tamaños, desde pequeños motores para aplicaciones de modelismo hasta servomotores más grandes para aplicaciones industriales y robóticas.

Control de circuito cerrado: Los servos CD operan en un sistema de control de circuito cerrado, donde la información de retroalimentación se compara continuamente con la posición deseada, y el controlador ajusta la señal de control para minimizar cualquier diferencia.

Motor reductor

El motor reductor de corriente directa (CD) es un dispositivo electromecánico que combina las ventajas de un motor CD con un sistema de reducción de velocidad, lo que lo convierte en una opción ideal para aplicaciones que requieren un movimiento más lento pero con un mayor torque o fuerza de torsión.

Figura 12

Moto reductor



Nota. Motor reductor CD. Tomado de STEREN.

Interruptor

Un interruptor de corriente directa es un dispositivo que se utiliza para controlar el flujo de corriente en un circuito eléctrico que opera con corriente continua (DC). A diferencia de los interruptores de corriente alterna (AC), los interruptores de corriente directa deben ser diseñados y construidos de manera diferente debido a las características únicas de la corriente continua.

Figura 13

Interruptor



Nota. Interruptor CD. Tomado de STEREN.

Pantalla LCD I2C

Una pantalla LCD I2C es una versión de una pantalla LCD (Liquid Crystal Display) que incorpora un módulo I2C para la comunicación con otros dispositivos, lo que simplifica la conexión y reduce la cantidad de pines requeridos para su operación. Estas pantallas son ampliamente utilizadas en proyectos electrónicos y de Prototipado debido a su facilidad de uso y capacidad para mostrar información de manera legible.

Figura 14*Pantalla LCD I2C*

Nota. Pantalla LCD I2C electrónica de CD. Tomado de STEREN.

Características principales:

Comunicación I2C: La característica principal de una pantalla LCD I2C es que se conecta a otros dispositivos mediante el protocolo I2C. Esto significa que solo requiere dos cables para la comunicación, SDA (Serial Data Line) y SCL (Serial Clock Line), lo que ahorra pines en microcontroladores o placas de desarrollo.

Controlador integrado: Las pantallas LCD I2C suelen incluir un controlador integrado que se encarga de manejar la comunicación con el microcontrolador o la placa de desarrollo. Esto facilita la programación y el manejo de la pantalla, ya que el controlador se ocupa de gran parte de la complejidad de la interfaz.

Retroiluminación: Muchas pantallas LCD I2C también incorporan una retroiluminación (generalmente LED) que permite visualizar la información en la pantalla incluso en condiciones de poca luz.

Tamaño y resolución: Las pantallas LCD I2C están disponibles en diferentes tamaños y resoluciones, lo que permite adaptarse a diversas necesidades de visualización.

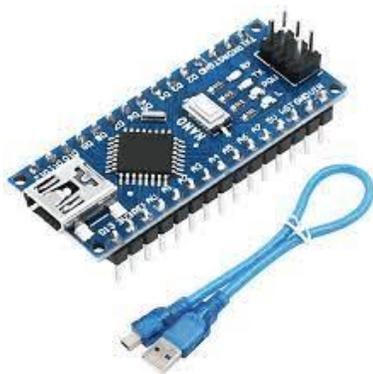
Control de caracteres y gráficos: Estas pantallas pueden mostrar caracteres alfanuméricos y gráficos simples, lo que las hace útiles para mostrar datos o mensajes en proyectos electrónicos.

Arduino nano

El Arduino Nano es una placa de desarrollo de código abierto que se ha vuelto muy popular en el mundo de la electrónica y la robótica debido a su tamaño compacto y su versatilidad. Es una versión más pequeña del Arduino Uno y ofrece una amplia gama de aplicaciones para proyectos electrónicos y de Prototipado.

Figura 15

Arduino nano



Nota. Arduino Nano con cable de conexión CD. Tomado de STEREN.

Características principales del Arduino Nano:

Microcontrolador: Está equipado con el microcontrolador ATmega328P de Atmel (ahora adquirida por Microchip Technology), que tiene una velocidad de reloj de 16 MHz y 32 KB de memoria Flash para almacenar el programa.

Entradas/Salidas (I/O): Dispone de 14 pines digitales de entrada/salida, de los cuales 6 pueden utilizarse como salidas de PWM (Modulación por Ancho de Pulso) para controlar motores o variar la intensidad de LEDs, y 8 pines admiten entrada digital y analógica.

Comunicación: Incluye un puerto USB para programación y comunicación con la computadora, así como un convertidor USB-serial para facilitar la comunicación entre el Arduino y otros dispositivos.

Alimentación: Se puede alimentar el Arduino Nano a través del puerto USB o mediante un voltaje de entrada entre 7 y 12 V a través del pin VIN. También cuenta con un regulador de voltaje incorporado para proporcionar una alimentación estable de 5V a otros componentes.

Memoria: Además de los 32 KB de memoria Flash, tiene 2 KB de SRAM y 1 KB de EEPROM, lo que permite almacenar datos y variables durante la ejecución del programa.

Tamaño: El Arduino Nano es notablemente pequeño, lo que lo hace ideal para proyectos que requieren una placa compacta y de bajo perfil.

Compatibilidad: Es compatible con el entorno de desarrollo integrado (IDE) de Arduino, lo que facilita la programación y la carga del código en la placa.

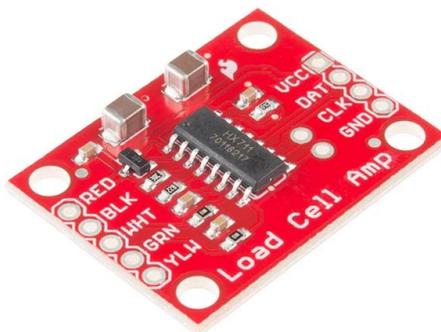
Diversidad de aplicaciones: El Arduino Nano se utiliza en una amplia variedad de proyectos, desde control de motores y sistemas de automatización hasta sensores, dispositivos portátiles y muchas otras aplicaciones.

Amplificador de celda de carga HX711

El amplificador de celda de carga es un componente esencial en aplicaciones donde se necesita medir fuerzas, pesos o tensiones. Es especialmente utilizado en balanzas, básculas industriales, plataformas de pesaje, sistemas de medición de fuerza, y en otras aplicaciones donde es importante obtener mediciones precisas y fiables.

Figura 16

Amplificador de celda



Nota. Amplificador de celda CD. Tomado de STEREN.

Características típicas del Amplificador de Celda de Carga:

Ganancia ajustable: Los amplificadores de celda de carga permiten ajustar la ganancia de la señal para adaptarse a diferentes rangos de medición y sensibilidades requeridas para cada aplicación.

Amplificación de señal: El amplificador aumenta la amplitud de la señal de salida de la celda de carga para facilitar su procesamiento y lectura por otros dispositivos electrónicos.

Filtrado de ruido: Algunos amplificadores incluyen filtros para eliminar el ruido no deseado en la señal, lo que mejora la precisión de las mediciones.

Alimentación adecuada: Proporciona la alimentación necesaria para la celda de carga, asegurando su correcto funcionamiento.

Salida adecuada: El amplificador puede tener diferentes tipos de salida, como analógica (voltaje o corriente) o digital, según las necesidades del sistema.

Protección y calibración: Puede incorporar funciones de protección contra sobrecarga o descargas, y algunos modelos ofrecen la posibilidad de calibrar el sistema para ajustar la precisión de las mediciones.

Interfaz de control: Algunos amplificadores pueden contar con interfaces para comunicarse con otros dispositivos, como microcontroladores o computadoras, lo que permite la integración en sistemas más complejos.

Capítulo III

Desarrollo del Tema

Para la elaboración de este prototipo se considera el tamaño de los huevos, peso y calidad para la clasificación con sensores para medir y detectar características claves, también utiliza actuadores para separar los huevos en diferentes categorías con el desarrollo de algoritmos y lógica de control para procesar la información de los sensores y tomar decisiones sobre cómo clasificar cada huevo en función de sus características.

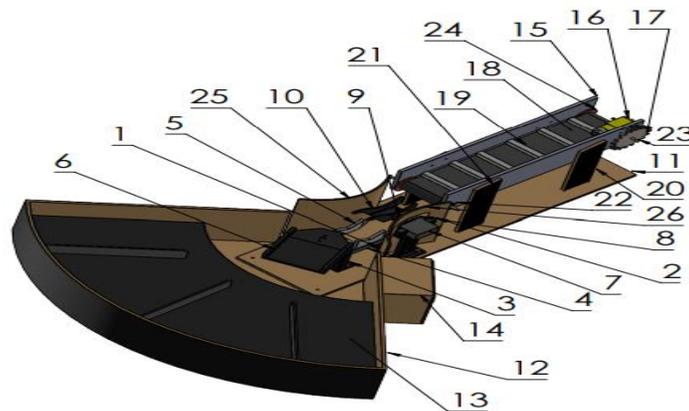
Diseño y cálculo del prototipo

Diseño del prototipo

Se observa el diseño de la clasificadora de huevos con cada uno de sus partes fundamentales que cada uno tiene su función a realizar un trabajo.

Figura 17

Partes de la clasificadora de Huevos



Nota. Diseño de la clasificadora de huevos con sus respectivas partes

Partes del Diseño de la clasificadora de Huevos.

1. Base de la celda de carga
2. Soporte del servo motor del cargador

3. Soporte del servo motor de la cuna
4. Celda de carga
5. Cuna balanza
6. Cuna
7. Servo motor
8. Rueda del servo motor
9. Soporte del cargador
10. Cargador
11. Base e soportes de accesorios
12. Base de depósitos de huevos
13. Depósito de huevos
14. Caja de control
15. Base del transportador de huevos
16. Motor reductor
17. Engranaje
18. Faja Transportadora
19. Separadores de la faja transportadora
20. Soporte alto del transportador de huevos
21. Soporte pequeño del transportador de huevos
22. Rodamiento
23. Ele
24. Rodillo de la faja transportadora
25. Soporte lateral izquierdo de huevos
26. Soporte lateral derecho de huevos

Cálculo de la densidad de los huevos

Un huevo fresco tiene una densidad entre 1.03 y 1.1 g/mol

Promedio entre 1.03 g/mol hasta 1.1 g/mol

ρ_{huevo} : Densidad del huevo (g/mol).

$$\rho_{\text{huevo}} = 1.1 - 1.03 = 0.07$$

$$\rho_{\text{huevo}} = 0.07/2 = 0.035$$

$$\rho_{\text{huevo}} = 0.035 + 1.03 = 1.065 \frac{\text{g}}{\text{mol}}$$

Cálculo del volumen de los huevos

Se tomaron un rango de peso, medida y tamaño entre los diferentes tipos de huevos para establecer las características para el prototipo.

Tabla 2

Datos referenciales del huevo de acuerdo a la clasificadora

CLASIFICACIÓN DE HUEVOS	
Categorías	Peso en gramos
Pequeño= A	< 55 g
Mediano =B	55-65 g
Grande= C	65-75 g
Súper grande =D	>75 g

A. Para huevos menores a 55g.

Donde:

V_{huevo} : volumen del huevo (cm^3).

$$V_{\text{huevo}} = 55g * \frac{ml}{1.065g} * \frac{1l}{1000ml} * \frac{1000cm^3}{l}$$

$$V_{\text{huevo}} = 51.64cm^3$$

El volumen será mayor a $51.64 cm^3$

B. Para huevos entre 55 y 65g.

$$V_{\text{huevo}} = 65g * \frac{ml}{1.065g} * \frac{1l}{1000ml} * \frac{1000cm^3}{l}$$

$$V_{\text{huevo}} = 61.03cm^3$$

El volumen será mayor a $61.03 cm^3$

C. Para Huevos entre 65g y 75g.

$$V_{\text{huevo}} = 75g * \frac{ml}{1.065g} * \frac{1l}{1000ml} * \frac{1000cm^3}{l}$$

$$V_{\text{huevo}} = 70.42cm^3$$

El volumen será mayor a $61.03 cm^3$ y menor a $70.42 cm^3$

D. Par huevos mayores a 75g.

Finalmente el Volumen será mayor a $70.42 cm^3$.

Cálculo del tiempo que recorre los huevos

Si la colocación de los huevos es consecutiva entonces por cada huevo se tratará con un tiempo determinado de 3,7 segundos. Por lo tanto, en una se obtendrá:

Donde:

C_{huevo} : Cantidad de huevos por hora (huevos/h).

$$C_{\text{huevo}} = \frac{1\text{huevo}}{3.7s} * \frac{3600s}{1h}$$

$$C_{\text{huevo}} = 972.97 \text{ huevos/h}$$

Se considera que por hora se recorrerá 972.97 *huevos* la clasificadora.

Cálculo de los engranajes

Tomando en cuenta la densidad de cada peso de huevo y por el traslado por la banda transportadora y clasificadora se considera los siguientes datos:

Engranaje pequeño: $R1 = 1.5\text{cm}$

Engranaje grande: $R2 = 3\text{cm}$

Velocidad del motor entre: 150 RPM y 250 RPM

Rodillos de Banda: $R3 = 1.5\text{cm}$

Ecuación N. 1: Velocidad de engranajes

$$\omega_{salida} = \omega_{entrada} * \frac{R1}{R2}$$

Donde:

ω : Velocidad de entrada y salida (RPM).

R : Engranaje pequeño o grande (cm).

A. Cuando la velocidad del motor es a 150 RPM

$$\omega_{salida} = 150 \text{ RPM} * \frac{1.5 \text{ cm}}{3 \text{ cm}}$$

$$\omega_{salida} = 75 \text{ RPM}$$

B. Cuando la velocidad del motor es a 250 RPM

$$\omega_{salida} = 250 \text{ RPM} * \frac{1.5 \text{ cm}}{3 \text{ cm}}$$

$$\omega_{salida} = 125 \text{ RPM}$$

Cálculo de los esfuerzos de engranajes

Engranaje $Z1 = 7$

Engranaje $Z2 = 19$

Velocidad del motor entre: 150 RPM y 250 RPM

Ecuación N. 2: Velocidad de los esfuerzos de engranajes

$$\frac{Z1}{N1} = \frac{Z2}{N2}$$

Donde:

Z: Numero de dientes.

N: La velocidad (RPM).

A. Cuando el motor gira con el engrane Z1 es 150 RPM.

$$N2 = \frac{7 * 150 \text{ rm}}{19}$$

$$N2 = 55.16 \text{ RPM}$$

B. Cuando gira el motor a 250 RPM.

$$N2 = \frac{7 * 250 \text{ rm}}{19}$$

$$N2 = 92.10 \text{ RPM}$$

Desarrollo de la programación

El Arduino Nano es una placa de desarrollo basada en el microcontrolador ATmega328P, que forma parte de la familia de placas Arduino. Es una versión compacta y versátil, que ofrece una gran cantidad de funcionalidades para proyectos electrónicos.

Es importante mencionar que debido a que los productos y las especificaciones pueden cambiar con el tiempo, siempre es aconsejable consultar el sitio web oficial de Arduino u otras fuentes confiables para obtener información actualizada sobre el Arduino Nano y otras placas de desarrollo de Arduino.

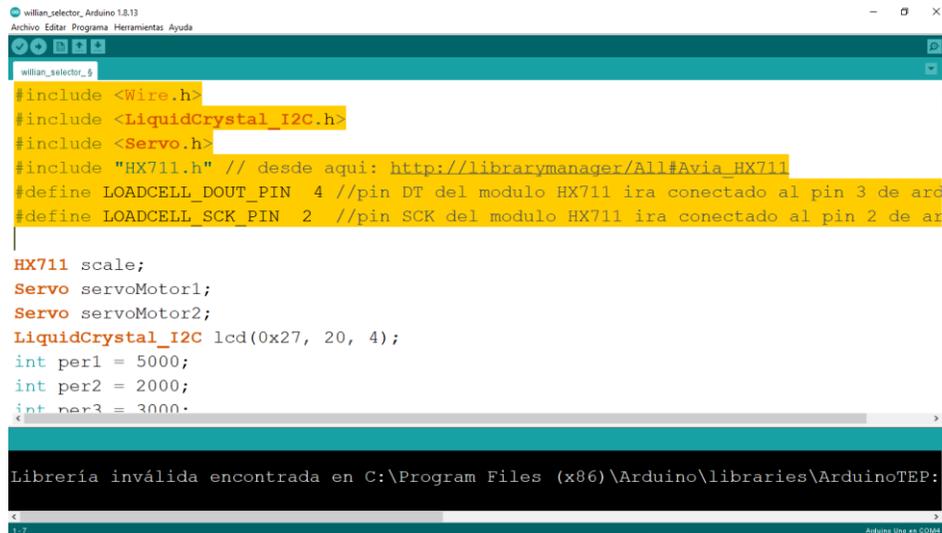
Codificación de las librerías del Arduino

A continuación, se muestra las librerías que se van a utilizar en la programación para el funcionamiento de la clasificadora de huevos.

Instalación de librerías.

Figura 18

Codificación de las librerías



```

willian_selector_Arduino 1.8.13
Archivo Editar Programa Herramientas Ayuda
willian_selector_5
#include <Wire.h>
#include <LiquidCrystal_I2C.h>
#include <Servo.h>
#include "HX711.h" // desde aqui: http://librarymanager/All#Avia_HX711
#define LOADCELL_DOUT_PIN 4 //pin DT del modulo HX711 ira conectado al pin 3 de ar
#define LOADCELL_SCK_PIN 2 //pin SCK del modulo HX711 ira conectado al pin 2 de ar

HX711 scale;
Servo servoMotor1;
Servo servoMotor2;
LiquidCrystal_I2C lcd(0x27, 20, 4);
int per1 = 5000;
int per2 = 2000;
int per3 = 3000;

Librería inválida encontrada en C:\Program Files (x86)\Arduino\libraries\ArduinoTEP:

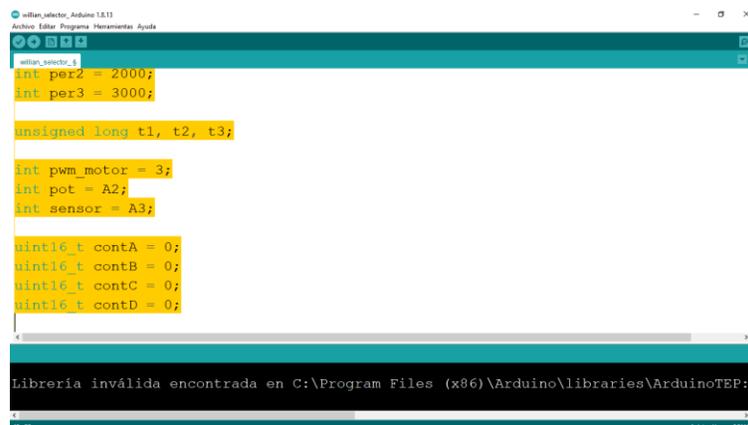
```

Declaración de pines

Declaramos los componentes que se va utilizar dando un nombre a los pines del Arduino con los materiales que se conectara en físico y a lo que se va a realizar.

Figura 19

Declaración de pines



```

willian_selector_Arduino 1.8.13
Archivo Editar Programa Herramientas Ayuda
willian_selector_5
int per2 = 2000;
int per3 = 3000;

unsigned long t1, t2, t3;

int pwm motor = 3;
int pot = A2;
int sensor = A3;

uint16_t contA = 0;
uint16_t contB = 0;
uint16_t contC = 0;
uint16_t contD = 0;

Librería inválida encontrada en C:\Program Files (x86)\Arduino\libraries\ArduinoTEP:

```

Desarrollo de la programación del menú

Declaración los pines considerando si es una entrada o una salida de acuerdo a los implementos que se está utilizando.

Figura 20

Programación del menú

```

pinMode(pwm_motor, OUTPUT); //pwm motor
digitalWrite(pwm_motor, 0);

servoMotor1.write(130);

delay(2000);
//lcd.clear();

servoMotor2.write(152);
scale.set_scale(calibration_factor); //Ajuste del factor de calibración
while (0) {

```

Librería inválida encontrada en C:\Program Files (x86)\Arduino\libraries\ArduinoTEP:

Desarrollo de la Programación de la clasificadora

Se procede a la programación considerando los cálculos realizados tango como la densidad y la clasificación por hora, también tener un LDR para la visualización del conteo del huevo.

Figura 21

Programación de la clasificadora

```

void loop() {

  lcd.setCursor(0, 2);
  //lcd.print(" Clasificador ");
  lcd.print(" A | B | C | D ");
  lcd.setCursor(0, 3);
  if (contA < 10) {
    lcd.print(" ");
  }
  if (contA < 100)
    lcd.print(" ");
  lcd.print(contA);
  lcd.print(" |");

```

Librería inválida encontrada en C:\Program Files (x86)\Arduino\libraries\ArduinoTEP:

Desarrollo de la programación

```

void setup() {
  lcd.init();
  lcd.backlight();
  lcd.setCursor(0, 0);
  lcd.print(" Clasificador ");
  lcd.setCursor(0, 1);
  lcd.print(" de ");
  lcd.setCursor(0, 2);
  lcd.print(" Huevos ");
  Serial.begin(9600);
  scale.begin(LOADCELL_DOUT_PIN, LOADCELL_SCK_PIN);
  scale.set_scale();
  scale.tare(); //Reset the scale to 0
  long zero_factor = scale.read_average(); //Obten una lectura de referencia
  servoMotor1.attach(6);
  servoMotor2.attach(5);
  pinMode(pwm_motor, OUTPUT); //pwm_motor
  analogWrite(pwm_motor, 0);
  servoMotor1.write(130);
  delay(2000);
  //lcd.clear();
  servoMotor2.write(152);
  scale.set_scale(calibration_factor); //Ajuste del factor de calibración
  while (0) {
    peso = scale.get_units(), 1;
    // peso = peso*-1;
    Serial.println(peso);
    delay(500); }}
void loop() {
  lcd.setCursor(0, 2);
  //lcd.print(" Clasificador ");
  lcd.print(" A | B | C | D ");
  lcd.setCursor(0, 3);
  if (contA < 10) {
    lcd.print(" ");}
  if (contA < 100)
    lcd.print(" ");
  lcd.print(contA);
  lcd.print(" |");
  if (contB < 10) {
    lcd.print(" "); }
  if (contB < 100)
    lcd.print(" ");
  lcd.print(contB);
  lcd.print(" |");

```

```

if (contC < 10) {
  lcd.print(" ");}
if (contC < 100)
  lcd.print(" ");
lcd.print(contC);
lcd.print(" |");
if (contD < 10) {
  lcd.print(" ");}
if (contD < 100)
  lcd.print(" ");
lcd.print(contD);
lcd.print(" ");
//lcd.print(" A B C D");
while (digitalRead(sensor) == 0) {
  velocidad = map(analogRead(pot), 0, 1023, 40, 200);
  int velo = map(velocidad, 40, 200, 0, 100);
  analogWrite(pwm_motor, velocidad);
  delay(50);
  lcd.setCursor(0, 1);
  lcd.print("Peso:");
  if (peso < 10) {
    lcd.print(" ");}
  if (peso < 100)
    lcd.print(" ");
  lcd.print(peso);
  lcd.print("gr ");
  lcd.print("Vel:");
  if (velo < 10) {
    lcd.print(" ");}
  if (velo < 100)
    lcd.print(" ");
  lcd.print(velo);
  lcd.print("% ");
  delay(50);}
delay(200);
analogWrite(pwm_motor, 0);
for (int ang1 = 130; ang1 > 20; ang1 -= 5) { //49
  servoMotor1.write(ang1);
  delay(1);}
for (int ang1 = 20; ang1 < 130; ang1++) { //50//
  servoMotor1.write(ang1);
  delay(20);}
delay(300);
//scale.set_scale(calibration_factor); //Ajuste del factor de calibración
peso = scale.get_units(), 1;
// peso = peso*-1;
Serial.println(peso);

```

```

//datos posicion cuna motor paso a paso
// if (peso < 50){dato = 2;}
if (peso < 55) {
  dato = 55;//65
  contA++;}
if (peso >= 55 && peso < 65) {
  dato = 92;//84
  contB++;}
if (peso >= 65 && peso < 75) {
  dato = 119;
  contC++;}
if (peso >= 75) {
  dato = 152;//145
  contD++;}
servoMotor2.write(dato);
delay(1000);}

```

Etapas de construcción

Analizado las características, cálculos, y las dimensiones del prototipo tanto en la parte de estructura como los implementos de la electrónica se procede a realizar la fabricación por diferentes etapas como:

A. Modelaje del prototipo de la clasificadora

Ante todo, después de los cálculos ya realizados se procedió a diseñar todas las partes mecánicas de la clasificadora de huevos sea de la pieza más reducida hasta la más angosta, ya que nos permite al final obtener un resultado eficiente como se observa en la figura 22.

Figura 22

Diseño de las partes de la clasificadora de huevos



B. Diseño del diagrama de los circuitos electrónicos

Considerando los implementos electrónicos que se va incorporar de acuerdo a su funcionamiento de la maquina se procede a diseñar la placa electrónica que nos permitirá a tener un buen resultado con sus dimensionamientos y lo necesario como se observa en la figura 23.

Figura 23

Diseño de la placa electrónica de los elementos a utilizar



C. Ensamble de la base de la maquina

Se fabrica la base de la maquina donde está compuesto o distribuido por varias secciones considerando que nuestro objetivo es clasificar por su peso o por su tamaño con determinados tiempos y cantidades por hora o por días como se observa en la figura 24.

Figura 24

Elaboración de las bases donde se clasificará



D. Ensamble de los soportes de la maquina

Se procedió a la fabricación e impresión en 3D de los soportes de la máquina, permitiendo esto a tener una guía a los huevos y no se expanden a los exteriores, de igual manera considerando el ángulo de altura para su desplazamiento del huevo en una velocidad normalizada como se observa en la figura 25.

Figura 25

Colocación de los soportes de la respectiva clasificadora



E. Instalación del parte eléctrico

Se instala la parte eléctrica ante su forrado o ensamble completo de la estructura, permitiendo así los dispositivos eléctricos se encuentre escondidos y tenga una mayor estética ante la visualización del público como se observa en la figura 26.

Figura 26

Implementación de los dispositivos electrónicos en la máquina



F. Instalación completa del circuito electrónico

Se procede a la fabricación de la caja de control, mando y visualización de datos, donde estará instalado toda la parte electrónica y eléctrica de la maquina como se visualiza en la figura 27.

Figura 27

Implementación de toda la parte electrónica finalizado



Pruebas de funcionamiento

Prueba

Se realizaron varias pruebas de funcionamiento del prototipo para así detectar donde se visualiza desgastes de las piezas de igual manera así poder corregir los errores tanto de los ejes o de la banda transportada así mismo corrigiendo la velocidad estándar de acuerdo a los tipos de huevos que se puede encontrar, así como se muestra en la figura 28.

Figura 28

Resultado de la clasificadora



Manual de seguridad

Este manual tiene como objetivo garantizar la seguridad del personal y el correcto funcionamiento del prototipo de clasificadora de huevos avícolas. Asegúrate de seguir estas pautas en todo momento durante la operación, mantenimiento y limpieza del equipo.

Instrucciones Generales de Seguridad

- a) Antes de operar la clasificadora de huevos, asegúrate de leer completamente este manual y comprender todas las instrucciones de seguridad y operación.
- b) Solo personal capacitado y autorizado debe operar el prototipo. No permitas que personas no capacitadas o niños se acerquen o utilicen el equipo.
- c) No realices modificaciones o reparaciones en el prototipo sin la autorización del personal competente. Si se detecta algún problema, notifícalo al equipo de mantenimiento.
- d) Mantén siempre limpio y ordenado el área de trabajo alrededor de la clasificadora.
- e) Siempre usa equipo de protección personal (EPP), como guantes, gafas de seguridad y, si es necesario, protectores auditivos.
- f) Desconecta la clasificadora de la fuente de alimentación antes de realizar cualquier ajuste, limpieza o mantenimiento.
- g) Mantén alejadas las manos y otros objetos del área de trabajo y las partes móviles mientras el prototipo está en funcionamiento.

Operación Segura

- a) Antes de poner en marcha la clasificadora, verifica que todos los componentes estén correctamente ensamblados y asegurados.
- b) Asegúrate de que la cantidad de huevos en la bandeja no exceda la capacidad recomendada del prototipo.

- c) No fuerces o empujes los huevos dentro de la clasificadora. Utiliza un flujo constante y suave.
- d) No interrumpas el proceso de clasificación una vez que el prototipo esté en funcionamiento.
- e) Si el prototipo presenta algún mal funcionamiento, detén inmediatamente la operación y consulta el manual de solución de problemas o notifica al equipo de mantenimiento.

Mantenimiento

- a) Realiza el mantenimiento periódico según las recomendaciones del fabricante o del equipo de mantenimiento.
- b) Desconecta el prototipo de la fuente de alimentación antes de realizar cualquier operación de mantenimiento.
- c) Utiliza solo repuestos y componentes originales o aprobados por el fabricante.

Limpieza

- a) Limpia la clasificadora regularmente después de cada uso siguiendo las instrucciones proporcionadas en el manual del usuario.
- b) No utilices agua para limpiar componentes eléctricos o electrónicos.
- c) Evita el uso de solventes o productos químicos que puedan dañar el prototipo.

Almacenamiento

- a) Cuando no esté en uso, asegúrate de guardar el prototipo en un lugar seguro y protegido.
- b) Siempre desconecta el prototipo de la fuente de alimentación cuando no esté en uso.

Estudio Económico de la maquina

Los costos de la máquina clasificadora de huevos se consideraron de acuerdo a lo necesario para la implementación de la misma.

Costo Directos

Los costos directos son aquellos que pueden identificarse y asignarse fácilmente a un producto o proceso específico.

Tabla 3

Costos directos

COSTOS DE MATERIALES DIRECTOS				
Elemento	Unidad de medida	Cantidad	Precio c/u	Precio total
Tablero de Madera MDF	Unidad	1	\$23,00	\$23,00
Motor Reductor	Unidad	1	\$2,50	\$2,50
Servo Motor	Unidad	2	\$7,00	\$14,00
Celda de carga	Unidad	1	\$8,00	\$8,00
Pernos	Unidad	34	\$0,10	\$3,40
Base de celda de carga_Filamento	Unidad	1	\$5,00	\$5,00
Soporte del servo motor del cargador_Filamento	Unidad	1	\$5,00	\$5,00
Soporte del servo motor de la cuna_Filamento	Unidad	1	\$5,00	\$5,00
Cuna balanza_Filamento	Unidad	1	\$5,00	\$5,00
Cuna_Filamento	Unidad	1	\$5,00	\$5,00
Soporte del cargador_Filamento	Unidad	1	\$5,00	\$5,00
Cargador_Filamento	Unidad	1	\$5,00	\$5,00
Modulo Sensor de evitación de obstáculos	Unidad	1	\$2,00	\$2,00
Pantalla LCD 2004 con I2c Arduino	Unidad	1	\$13,00	\$13,00
Arduino NANO	Unidad	1	\$10,00	\$10,00

COSTOS DE MATERIALES DIRECTOS				
Elemento	Unidad de medida	Cantidad	Precio c/u	Precio total
MODULO_HX711 LOAD CELL AMPLIFIER	Unidad	1	\$3,00	\$3,00
MODULO_HW-95 L298	Unidad	1	\$4,50	\$4,50
Placa de baquelita	Unidad	1	\$1,00	\$1,00
Fuente de poder	Unidad	1	\$9,50	\$9,50
Cableado	Metros	7	\$0,65	\$4,55
Interruptor	Unidad	1	\$0,30	\$0,30
Potenciómetro	Unidad	1	\$1,30	\$1,30
Eje	Unidad	2	\$0,65	\$1,30
Rodamiento	Unidad	3	\$1,00	\$3,00
Separadores de la faja transportadora	Unidad	14	\$0,25	\$3,50
Faja transportadora	Unidad	1	\$2,50	\$2,50
Forro de tela	Unidad	1	\$3,00	\$3,00
PRECIO TOTAL				\$148,35

Costos Indirectos

Los costos indirectos, también conocidos como gastos generales o costos fijos, son aquellos que no pueden atribuirse directamente a un producto o proceso específico pero que son sumamente necesarios:

Tabla 4

Costos indirectos

COSTOS INDIRECTOS				
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio	Precio Total
Diseño de máquina	Horas	4	\$20,00	\$80,00

COSTOS INDIRECTOS				
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio	Precio Total
Mantenimiento	Horas	1	\$15,00	\$15,00
TOTAL				\$95,00

Costo Total

El costo total que se empleó en la máquina es la suma de los costos directos, mano de obra e indirectos.

Tabla 5

Costos totales

COSTO TOTAL DE LA MÁQUINA	
Costos	Precio total
Costos directos	\$148,35
Costos indirectos	\$95,00
TOTAL	\$243,35

Capítulo IV

Conclusiones y Recomendaciones

Conclusiones

- En la elaboración del prototipo de la clasificadora de huevos se diseñaron todos los componentes con la ayuda del programa de SolidWorks ayudándonos a mejorar el diseño, para luego proceder al ensamblaje del prototipo de la máquina.
- La programación realizada en Arduino ayudo a obtener el procedimiento correcto para clasificar los huevos mediante el peso y logrando hacer automatizar el proceso de clasificación, disminuyendo el tiempo que se emplea en forma manual.
- Cuando se finalizó la construcción del prototipo y se realizó las pruebas del funcionamiento se determinó que la maquina cumple con las características principales del proyecto, logrando mayor eficiencia a la hora de clasificar los huevos.
- El sistema mecánico permite que los huevos en todo el proceso no sufran ningún daño y el sistema electrónico permite el control del motor para la clasificación de los huevos.

Recomendaciones

- Se recomienda limpiar la clasificadora de huevos siempre desenchufada cuando se lo vaya a utilizar para eliminar acumulación de tierra o residuos que se encuentren en el área de trabajo.
- Se recomienda poner los huevos al final de la faja transportadora para poder clasificarlos evitando rupturas que se pueden ocasionar por la máquina y que el proceso de clasificación no se vea afectado.
- Se recomienda que a la hora de colocar los huevos en la faja transportadora se los coloque de forma horizontal, porque al ponerlos en forma vertical el proceso de transportación no irían en fila recta ordenadamente y se pueden salir de la línea de clasificación y caerse.
- Se debe tener mucho cuidado en el momento de poner algún peso sobre la celda de carga antes de iniciar con el encendido de la máquina para que la programación no resulte afectada a la hora de la comparación de pesos.

Bibliografía

- Budynas, R. G. (2008). *Diseño en ingeniería mecánica de Shigley*. México. Obtenido de <https://termoaplicadaunefm.files.wordpress.com/2015/03/disec3b1o-en-ingenierc3ada-mecc3a1nica-de-shigley-8-edicic3b3n-budynas.pdf>
- DA Daza SÁCHICA, L. C. (2005). *Máquina clasificadora de huevos por peso*. Universidad de La Salle, Bogotá,. Obtenido de https://ciencia.lasalle.edu.co/ing_automatizacion/525/
- Dutchman, B. (2021). *Avicultura.com*.
- EMH Ramos, L. B. (2023). *Manual del comercio electrónico*. Obtenido de https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=pMvKEAAQBAJ&oi=fnd&pg=PA11&dq=elementos+electronicos+2023&ots=ohrkGtUTv4&sig=tWvsG5Qx9V0s5m7Tlvm0QuoY_PA
- Enríquez Zurita, D. F. (2015). *Diseño, construcción y automatización de una máquina clasificadora para huevos por peso, en diferentes tamaños para 2000 huevos por hora de capacidad*. UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA SEDE QUITO, Quito. Obtenido de <http://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/9091>
- INEC. (2015). , *Índice de Precios de la Construcción*. Obtenido de www.ecuadorencifras.gob.ec
- M Campaña, P. M. (2023). *Estabilidad de tensión y compensación electrónica en sistemas eléctricos de potencia usando herramientas de simulación*. Obtenido de http://scielo.senescyt.gob.ec/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1390-860X2023000100009
- Quintero, J. D. (2014). *Diseño y construcción de una máquina clasificadora para obtención de huevos de Sitotroga en la empresa Bioagro*. CARTAGO,. Obtenido de <https://repositorio.utp.edu.co/items/7a168b0f-9338-419a-8c0d-29750025340c>

RL Boylestad, L. N. (2003). *Electrónica: teoría de circuitos y dispositivos electrónicos*. Mexico.

Obtenido de

https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=hHVWXMmr_RcYC&oi=fnd&pg=PR7&dq=elementos+electronicos&ots=6HkGOjGavt&sig=O523fti_R8a-Nnz551rZ19tq_Yo

Ryan León, A. B. (2019). *Diseño y construcción de un prototipo*. Universidad Privada del Norte,

Perú. Obtenido de

https://revistas.ulima.edu.pe/index.php/Ingenieria_industrial/article/view/4777

S.A, D. (s.f.). *Catálogo Serie Millenium II*. Obtenido de

http://www.distritec.com.ar/productos_micro_controladores.php

Anexos