



ESPE
UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA



DEPARTAMENTO DE ENERGÍA Y MECÁNICA

CARRERA DE INGENIERÍA MECATRÓNICA

PROYECTO DE TITULACIÓN PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO
DE INGENIERO EN MECATRÓNICA

AUTORES: MARÍA CRISTINA NAVAS LEMA
RAMIRO SEBASTIÁN VARAS CRUZ

DIRECTOR: ING. EDDIE GALARZA
COORDIRECTOR: ING. JUAN CORREA



TEMA:

“DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE OVOSCOPIA CON VISIÓN ARTIFICIAL PARA LA DETECCIÓN DE HUEVOS FÉRTILES PARA INCUBANDINA”



Objetivo general

Diseñar e Implementar un Sistema de Ovoscopia con Visión artificial para la detección de huevos fértiles.

Objetivos específicos

- **Establecer los parámetros del diseño mecánico, electrónico y software, que cumplan con las características establecido para el correcto funcionamiento del sistema.**
- **Seleccionar los materiales para la implementación del sistema, en base a las necesidades y limitaciones de sistema.**
- **Implementar el sistema mecánico integrando los materiales seleccionados.**
- **Desarrollar el software para el análisis del estado de los huevos, determinando las siguientes características: tamaño, forma, color, ruptura, deformación.**
- **Desarrollar un sistema de control adecuado a los requerimientos del sistema.**



CONTENIDO

CAPÍTULO I: MARCO TEÓRICO

CAPÍTULO II: DISEÑO, SELECCIÓN E IMPLEMENTACIÓN

CAPÍTULO III: ANÁLISIS DE RESULTADOS

CAPÍTULO IV: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

ANEXOS



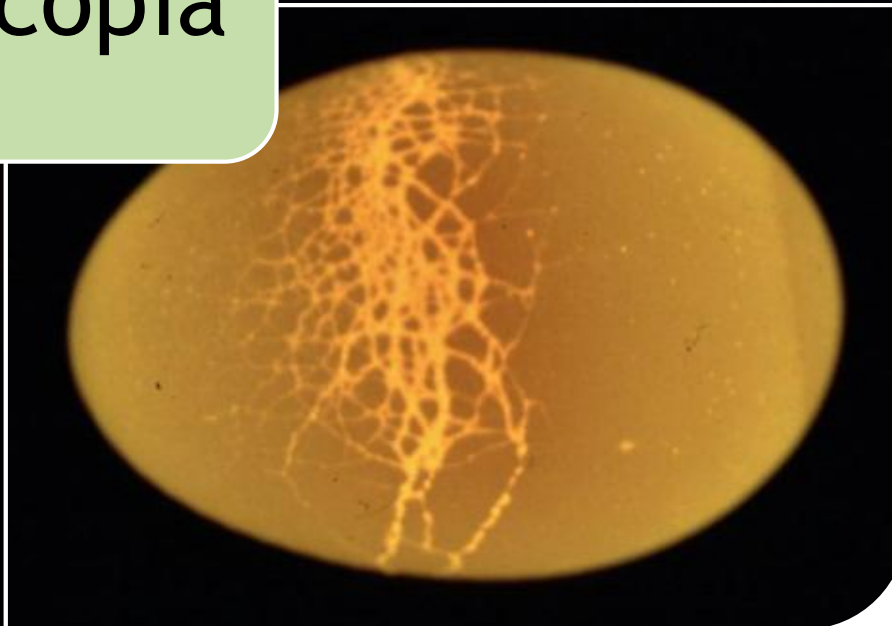
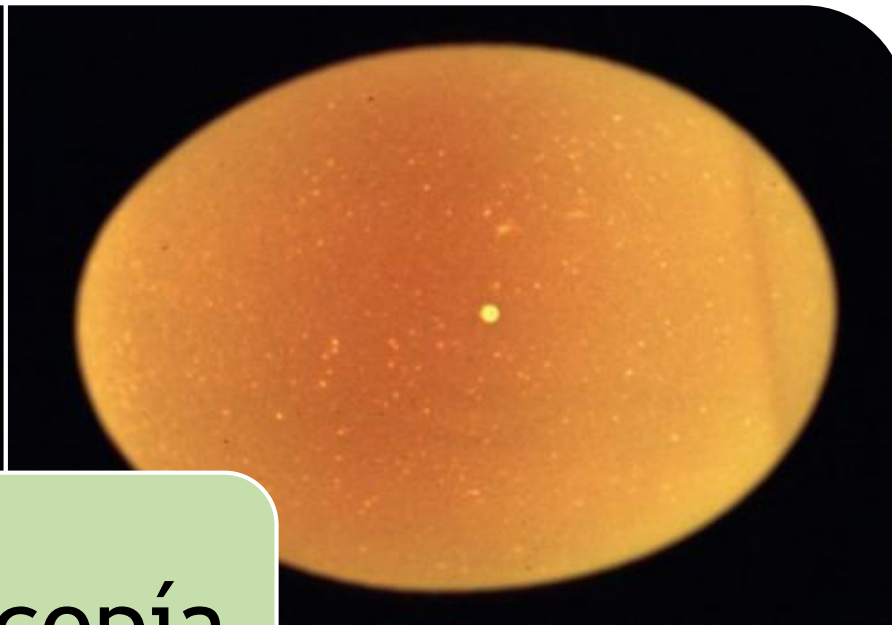
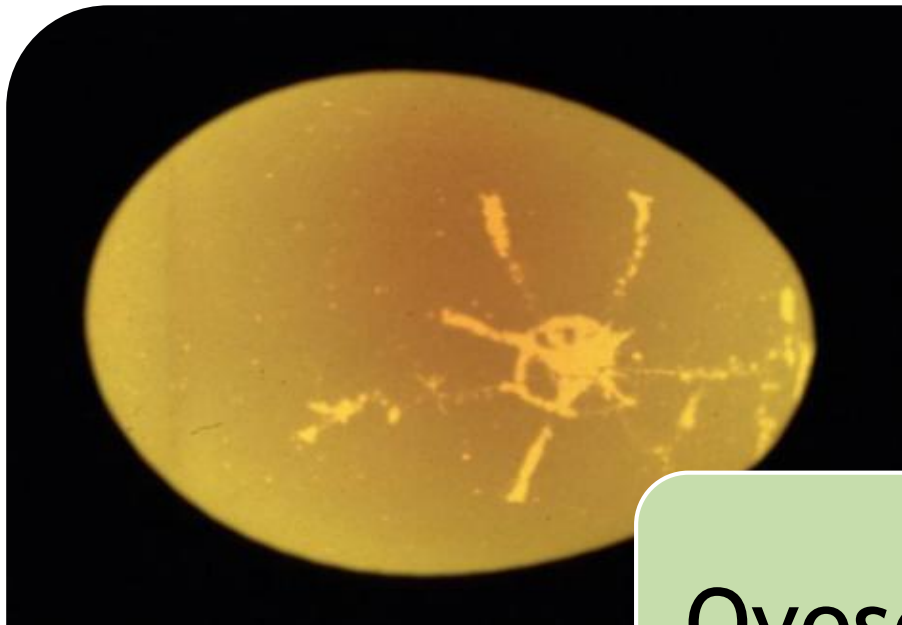
CAPÍTULO I

MARCO TEÓRICO

- Ovoscopia.
- Procesamiento Digital de Imágenes.
- Sistemas Mecánicos.
- Sistemas Eléctricos.
- Interfaz Gráfica de Usuario.



Ovoscopía



Procesamiento Digital de Imágenes



(a)



(b)



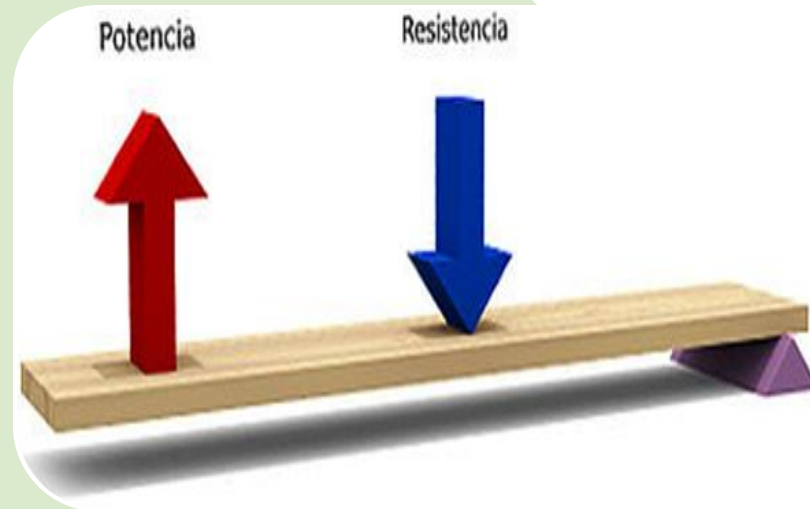
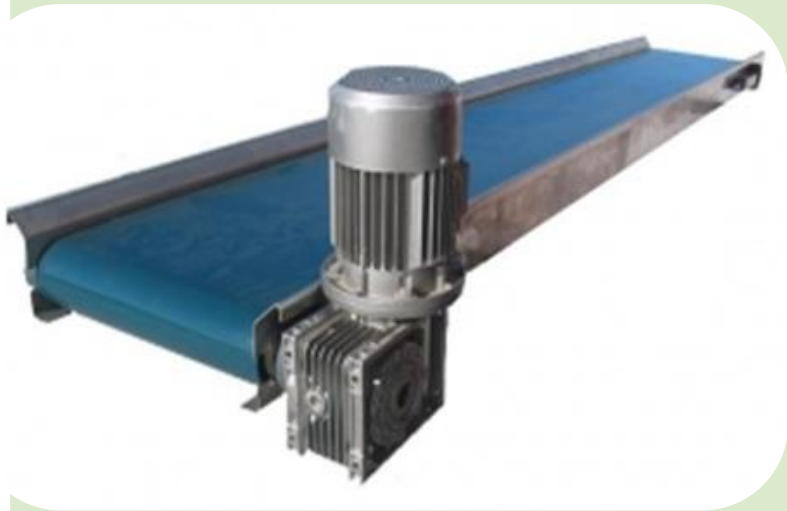
(c)



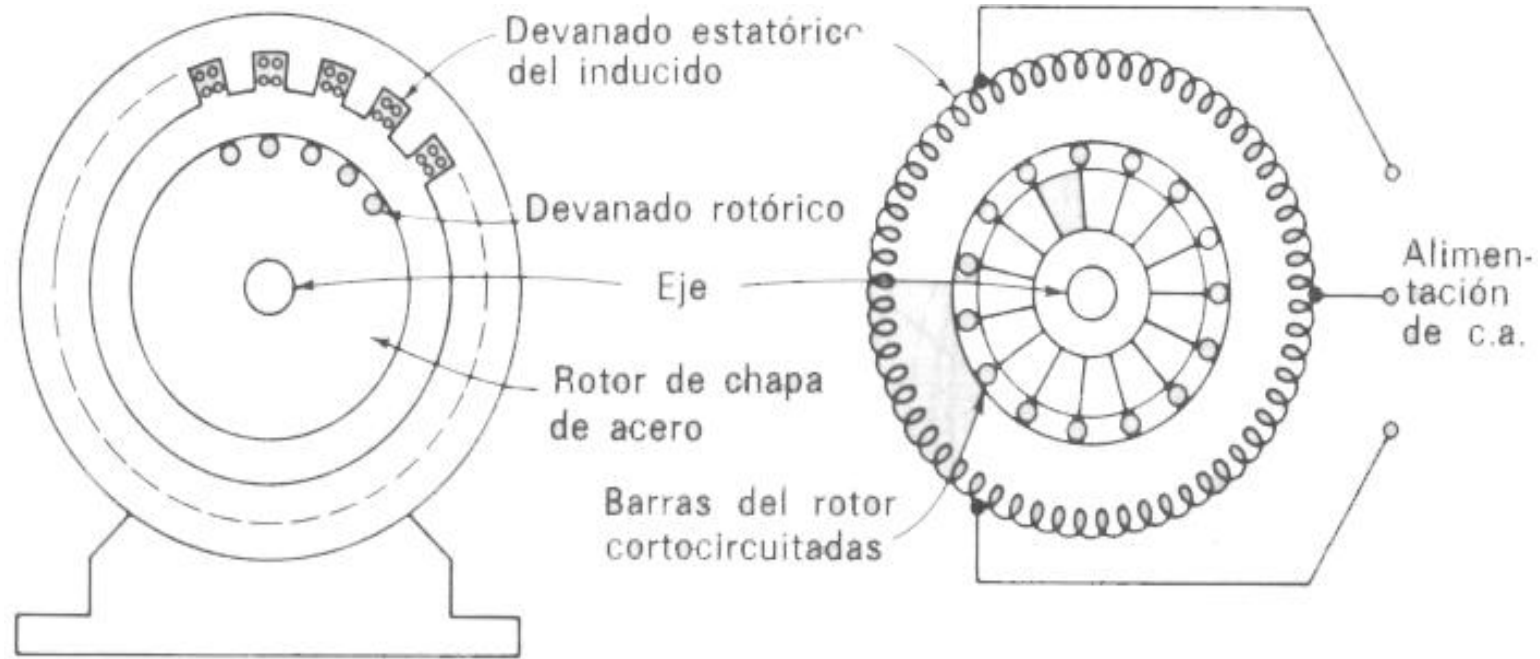
(d)



Sistemas Mecánicos



Sistemas Eléctricos

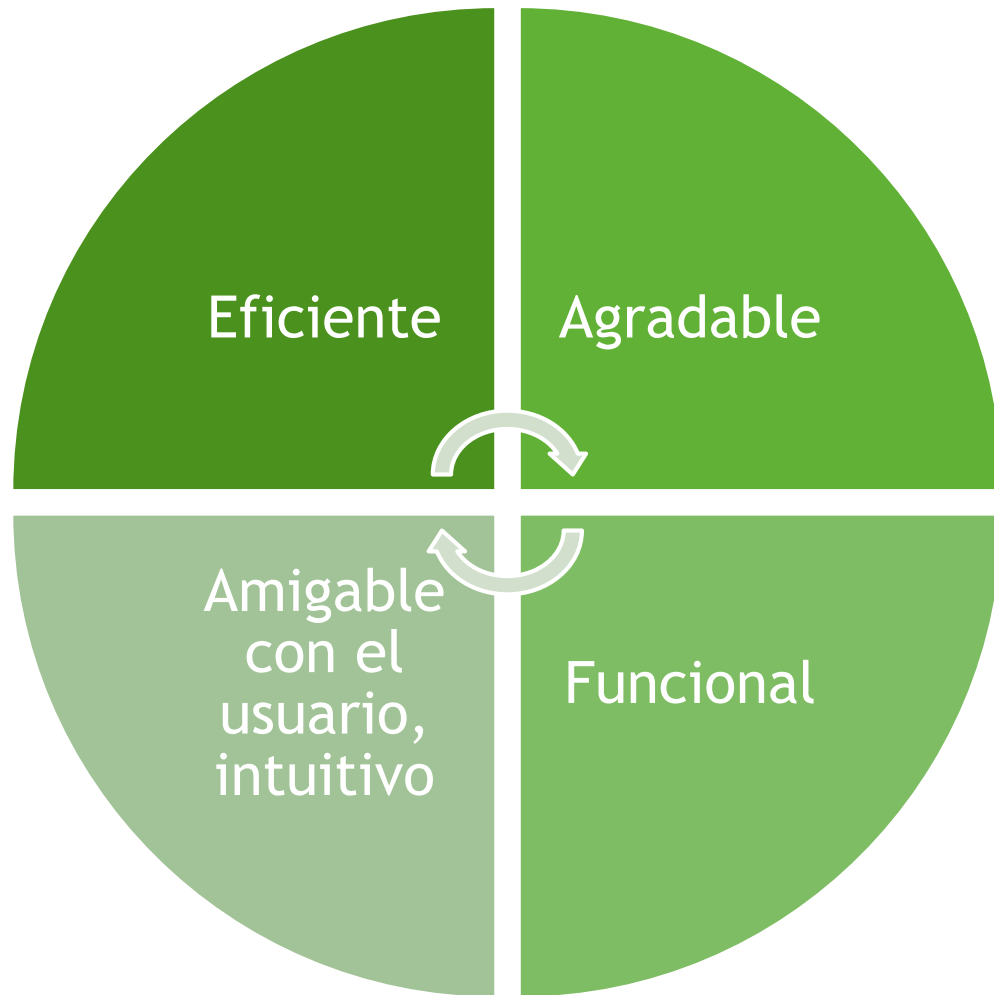


(a) Sección transversal de una máquina de inducción.

(b) Conexiones eléctricas.



Interfaz Gráfica de Usuario



CAPÍTULO II

DISEÑO, SELECCIÓN E IMPLEMENTACION DEL SISTEMA

- Introducción
- Diseño y selección de los elementos mecánicos
- Diseño de la cadena transportadora
- Cadenas de transportación (UCLM, 2012)
- Cálculo de la cinta transportadora (Forbo, 2009)
- Diseño de la transmisión por cadena del motor
- Diseño del eje
- Mecanismo de selección
- Selección de los componentes electrónicos
- Diagrama de flujo del Sistema
- Desarrollo del HMI
- Estructura del software
- Diagrama de flujo del software



Selección de los Componentes Mecánicos



ESTRUCTURA



Introducción



Diseño de la Banda Transportadora

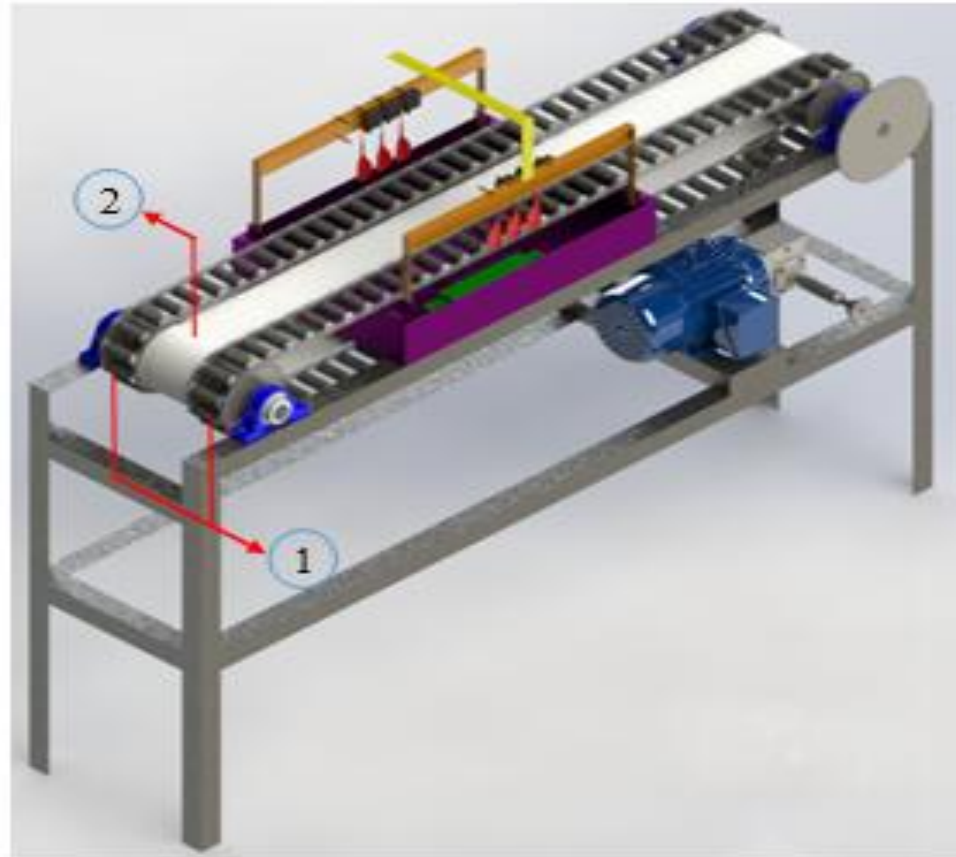
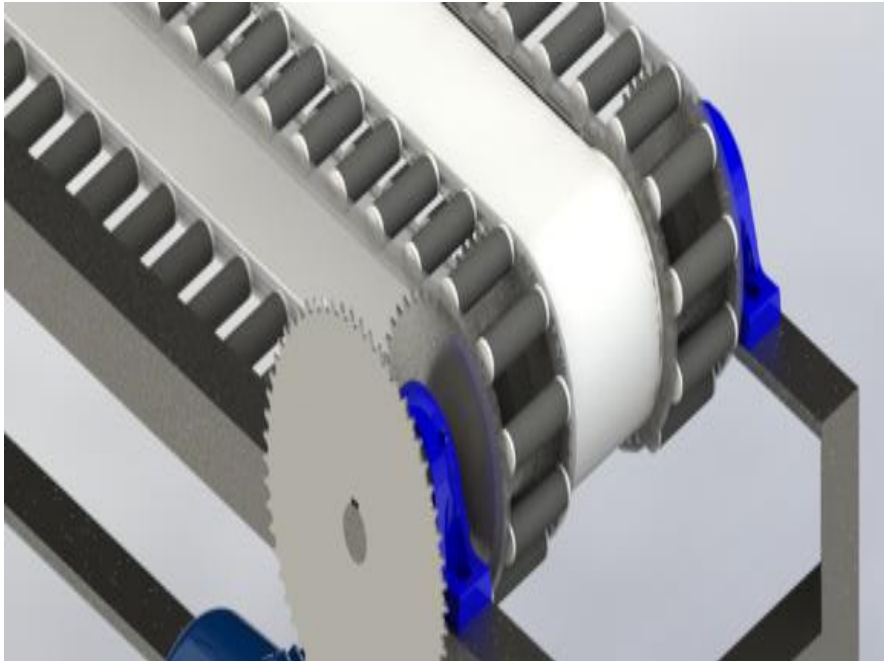


Figura 2. 1. Vista Isométrica del sistema.
1) Cadenas transportadoras; 2) Cinta transportadora
Fuente: Autores



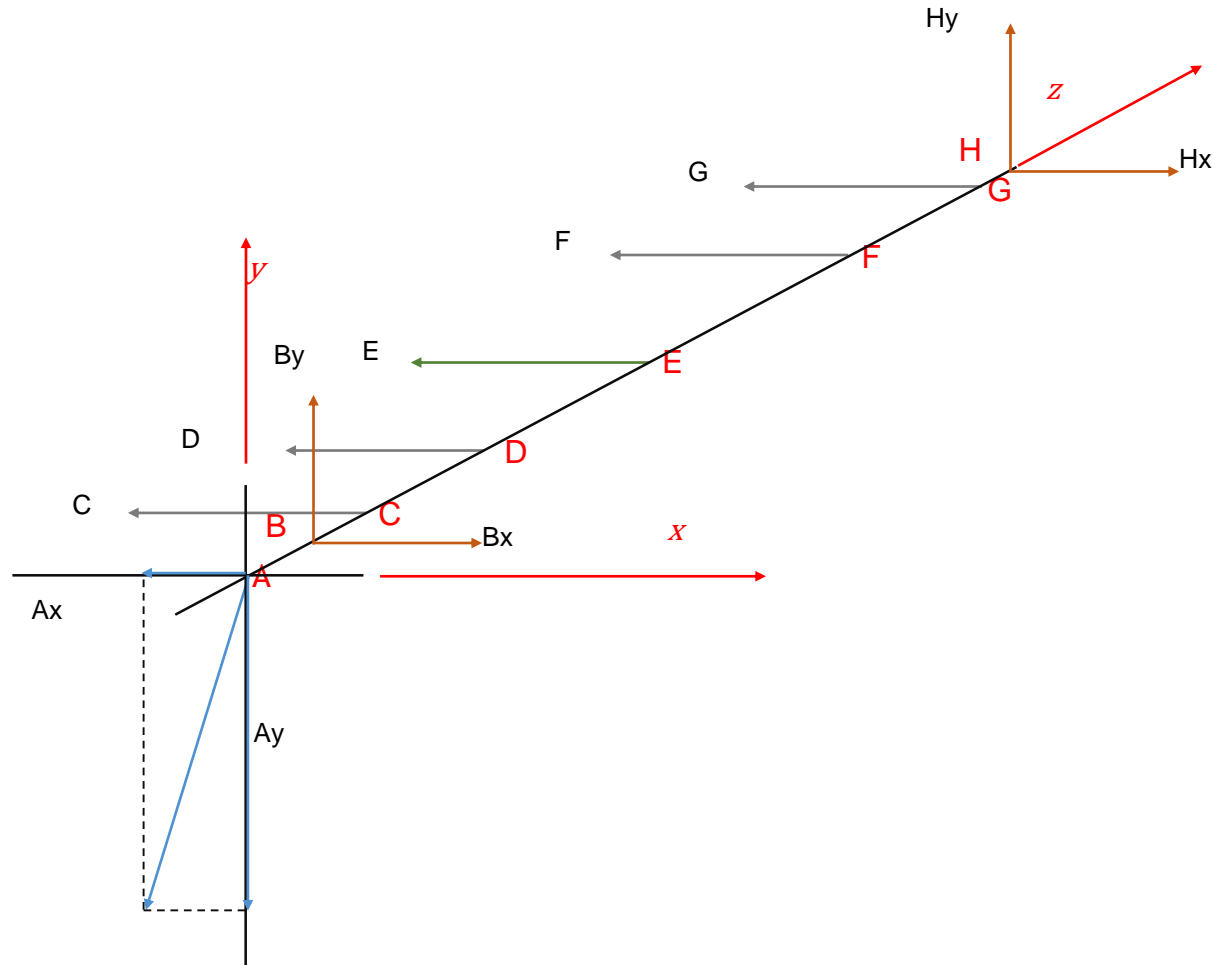
Resumen del Diseño



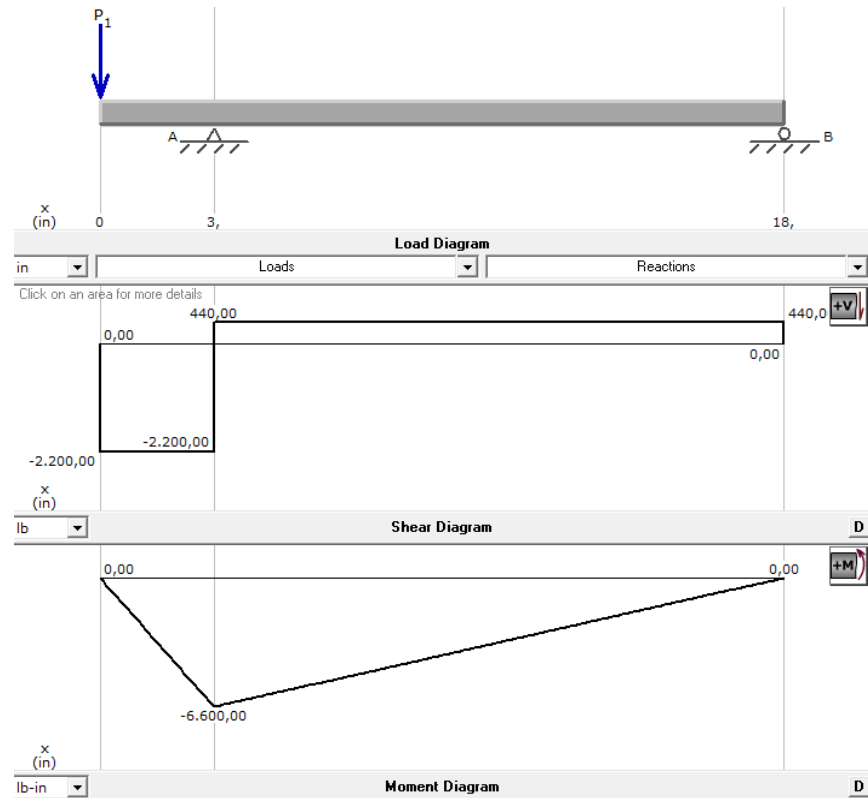
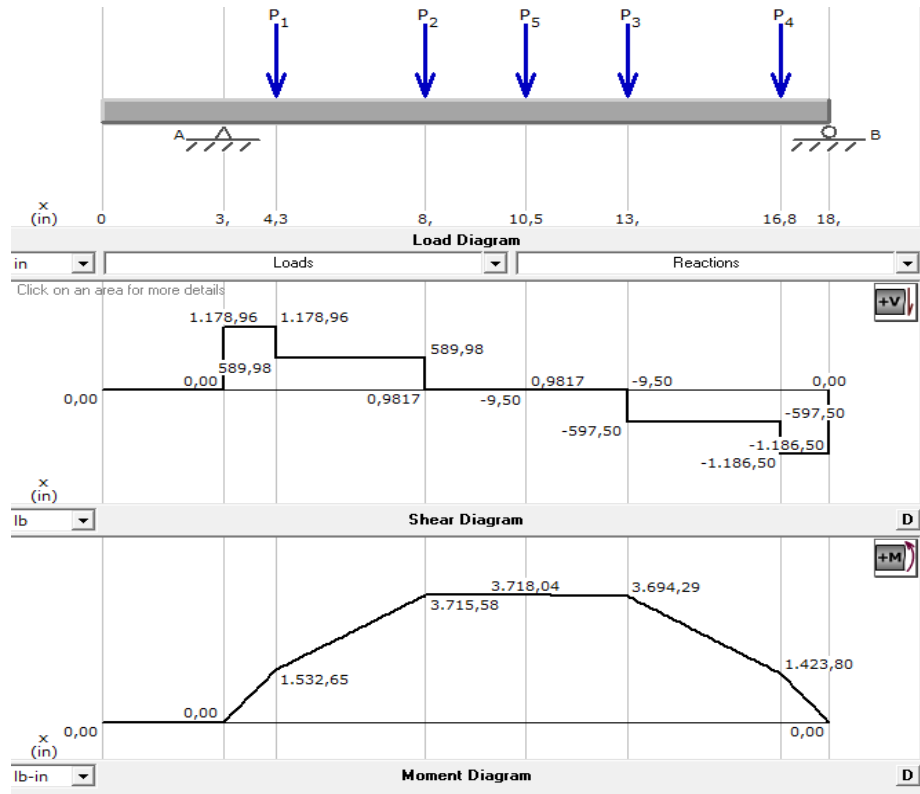
Paso:	N° 40, ½ in de paso.
Longitud:	$L = 57 \text{ in} \approx 1454,78 \text{ cm}$
Distancia entre centros:	$C = 19 \text{ in} \approx 48,26 \text{ cm.}$
Catarinas:	Hilera simple.
Pequeña:	14 dientes
Grande:	60 dientes



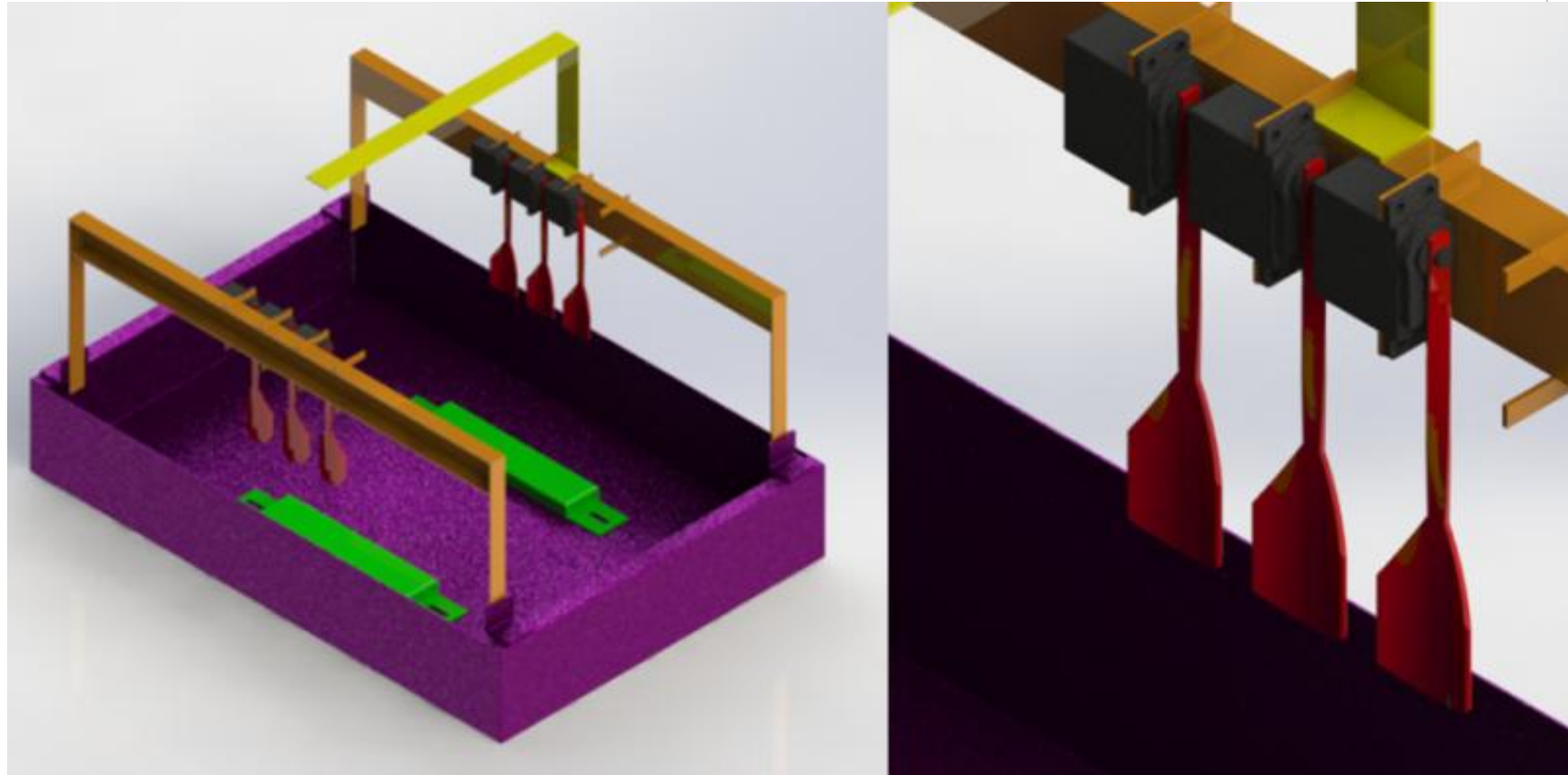
Diseño del eje



Diseño del eje



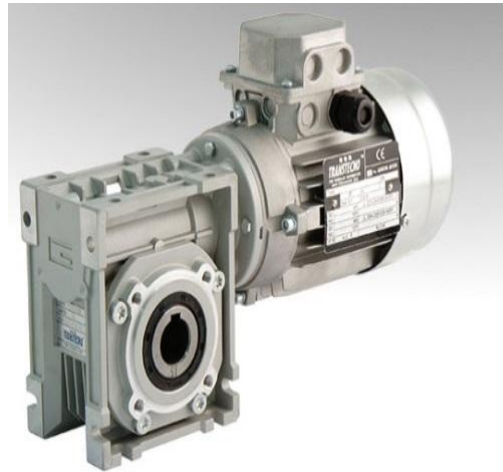
Mecanismo de selección



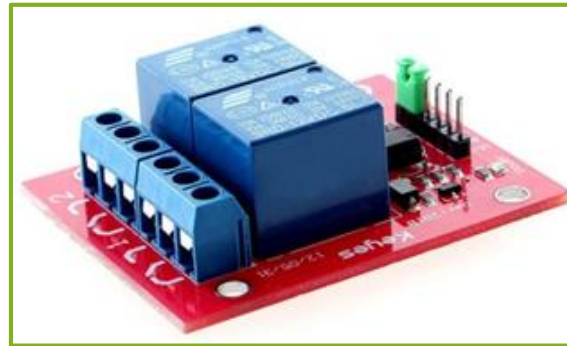
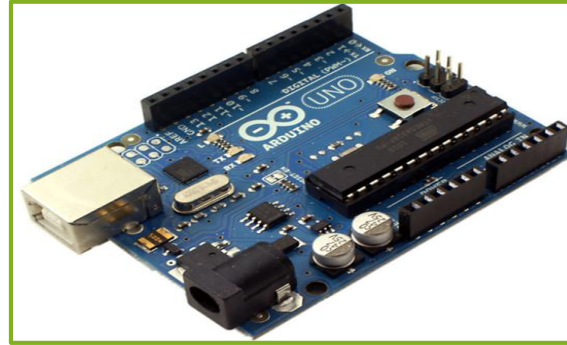
Selección de los componentes eléctricos y electrónicos



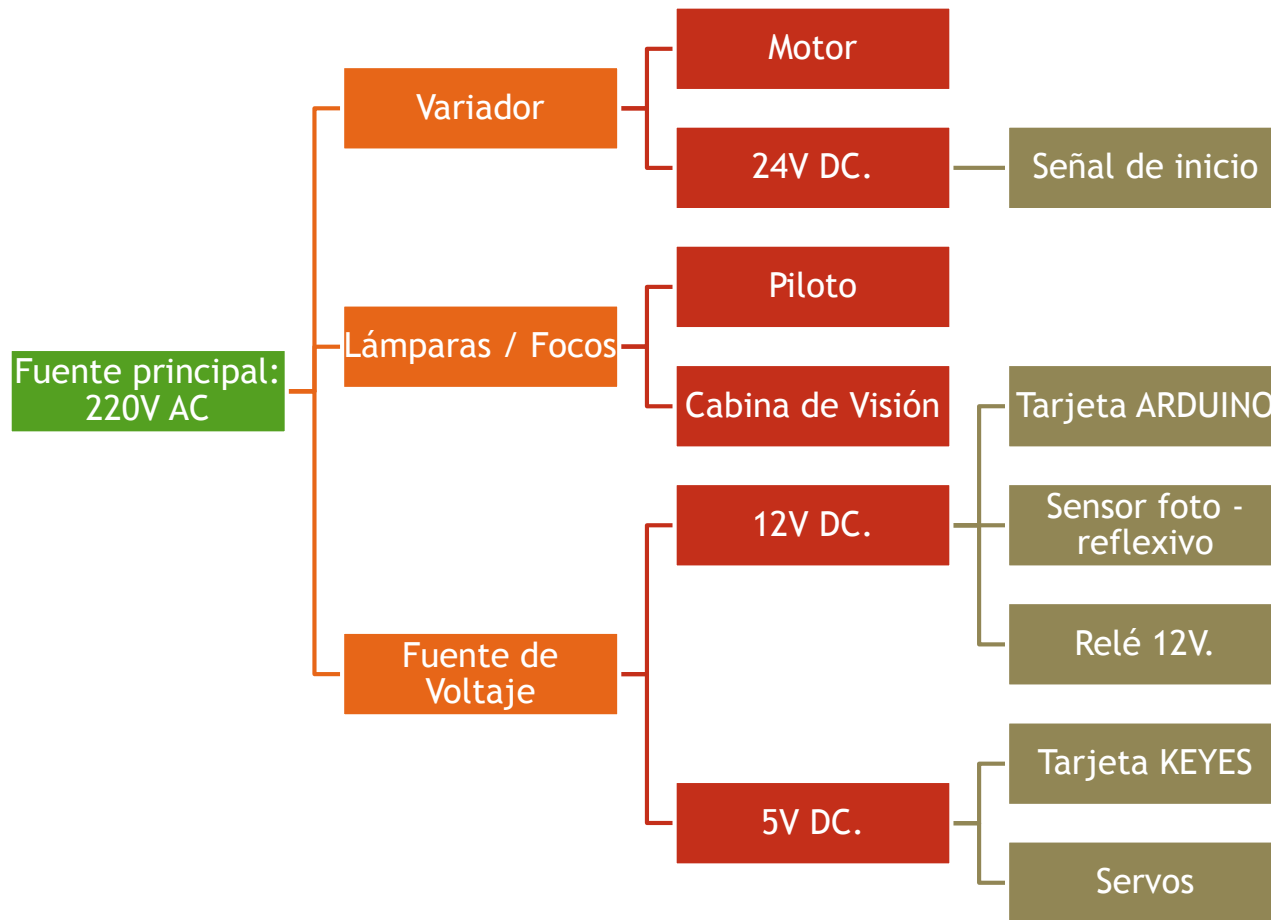
Componentes Eléctricos



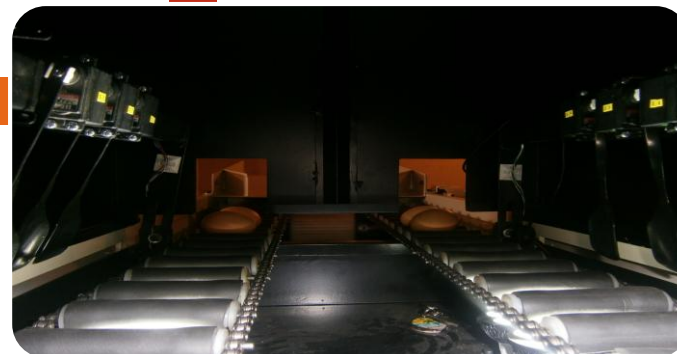
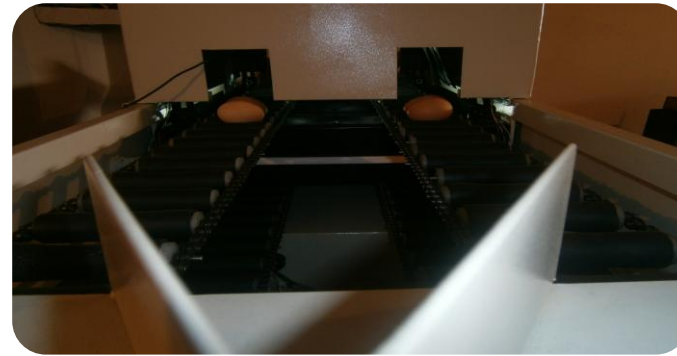
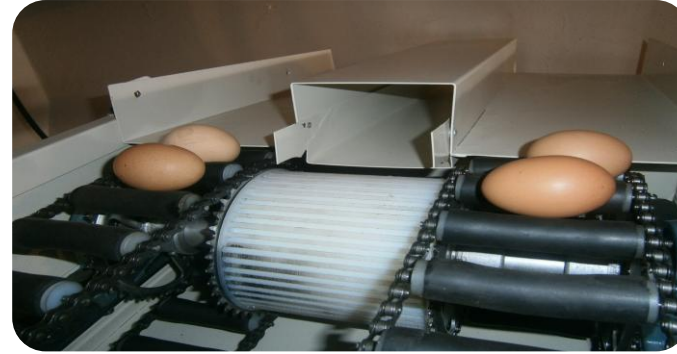
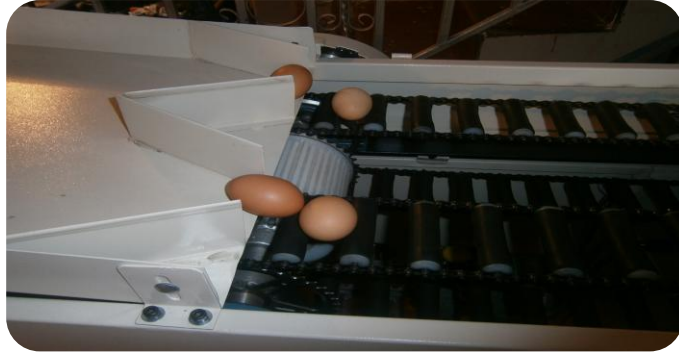
Componentes Electrónicos



Suministro de Energía



Descripción del Proceso del Sistema



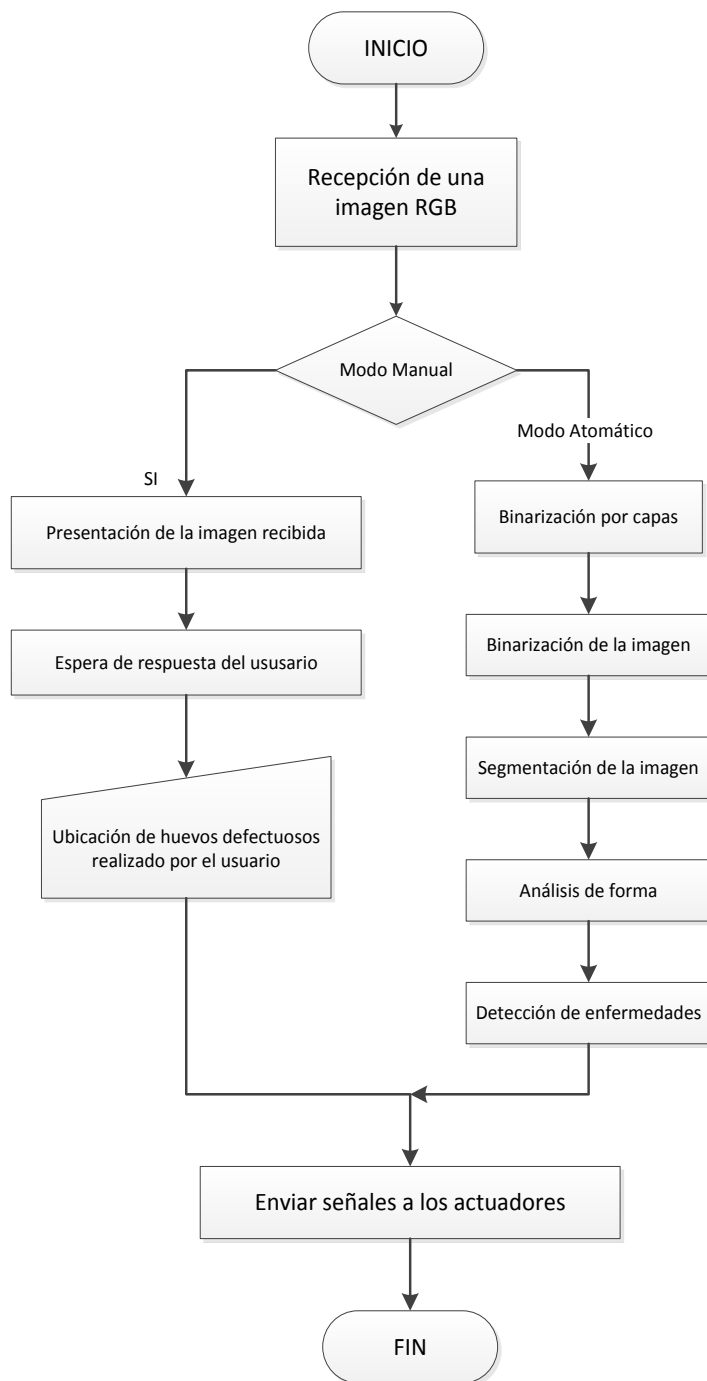


Diagrama de flujo del software



CAPÍTULO III

ANÁLISIS DE RESULTADOS

- Pruebas del sistema mecánico
- Pruebas del transporte de huevos
- Pruebas del sistema eléctrico y electrónico
- Pruebas del software
- Pruebas del HMI
- Resultados obtenidos respecto a la funcionalidad Sistema
- Alcances y limitaciones
- Validación de la hipótesis
- Costos



Pruebas del Sistema Mecánico

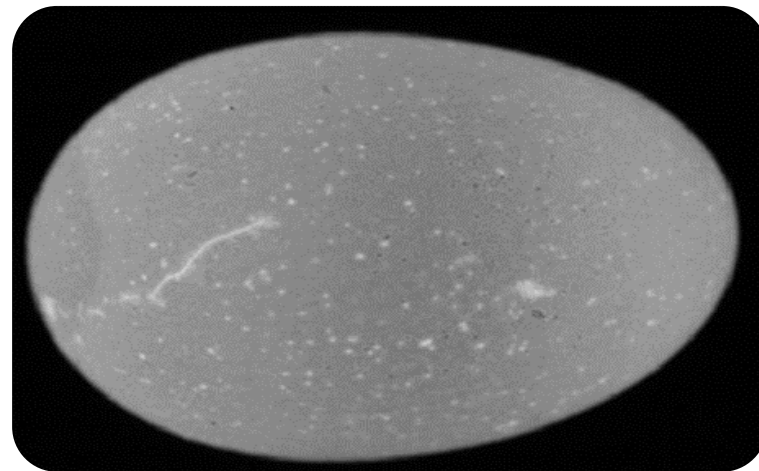
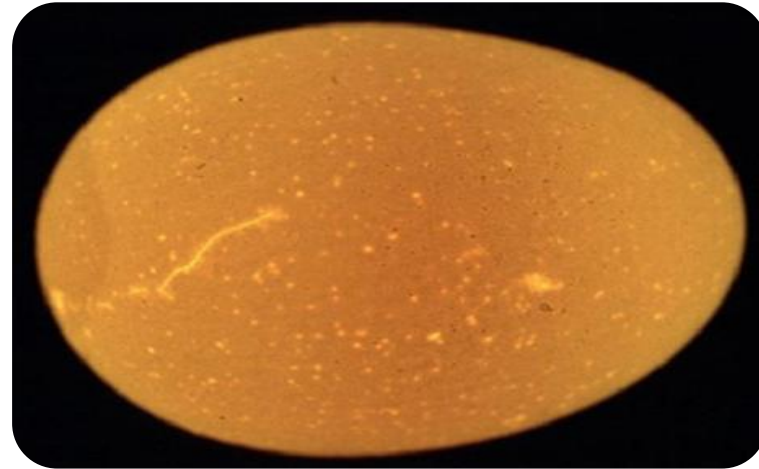
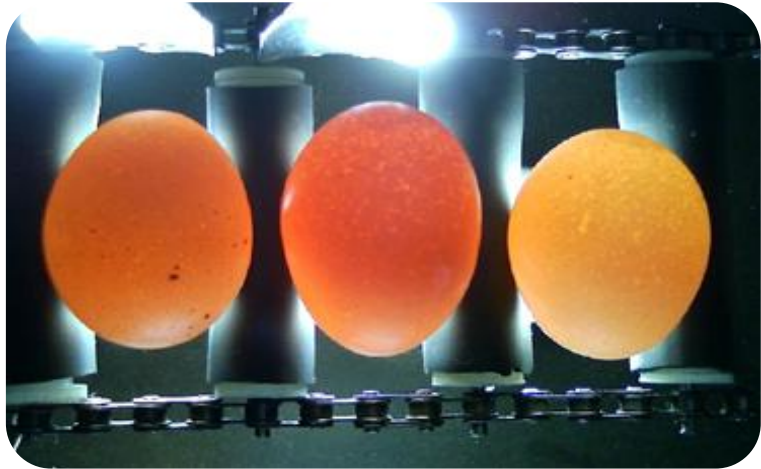
Medición	Distancia recorrida después del paro	Tiempo de frenado después del paro	Huevos rotos
1	0 m.	0 seg.	Ninguno
2	0 m.	0 seg.	Ninguno
3	0 m.	0 seg.	Ninguno
4	0 m.	0 seg.	Ninguno
5	0 m.	0 seg.	Ninguno



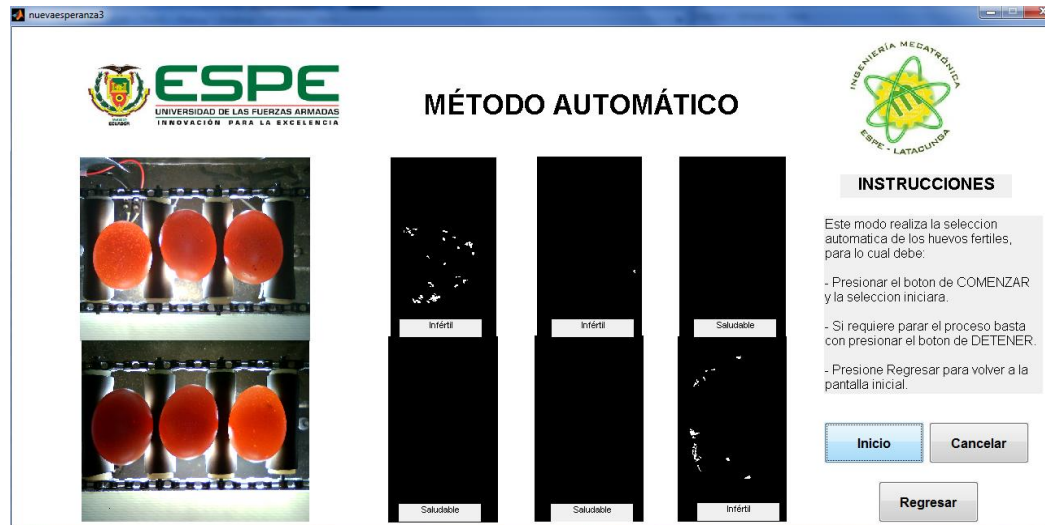
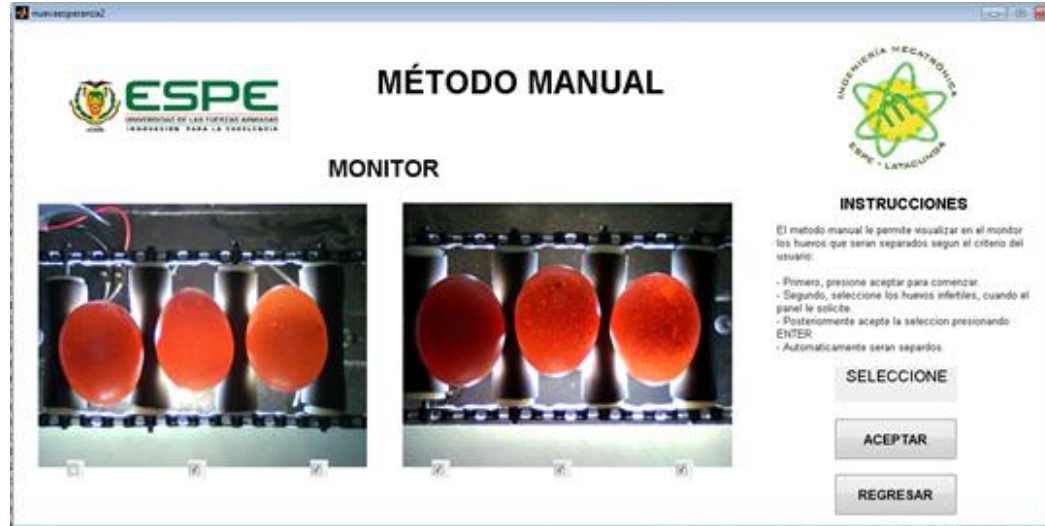
Pruebas del sistema eléctrico y electrónico



Pruebas del software



Pruebas del HMI



Validación de la hipótesis

El sistema de ovoscopia con visión artificial determinará la fertilidad de los huevos antes de su incubación.



Resultados obtenidos respecto a la funcionalidad Sistema

Huevos fértiles (Seleccionados por el sistema)		Huevos Infértiles (Seleccionados por el sistema)	
683		317	
Huevos eclosionados satisfactoriamente	Huevos no eclosionados satisfactoriamente	Huevos eclosionados satisfactoriamente	Huevos no eclosionados satisfactoriamente
647	36	21	296

$$e_p = \frac{683 - 647}{683} * 100$$

$$e_p = 5,27\%$$



Costos

Ord.	Descripción	Valor	
1	Sistema Mecánico (estructura, chasis, banda)	\$	1500,00
2	Sistema eléctrico (motor - reductor, variador)	\$	750,00
3	Sistema electrónico (control)	\$	400,00
TOTAL		\$	2650,00



CAPÍTULO IV

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

- Conclusiones
- Recomendaciones



CONCLUSIONES

- ✓ Se construyó e implementó un sistema automático de ovoscopia con visión artificial para la detección de huevos fértiles.
- ✓ El sistema mecánico de transporte y manipulación de huevos es lo suficientemente ergonómico para no comprometer la fragilidad del material transportado y del mismo modo el sistema de selección por empuje está probado para una adecuada separación.
- ✓ La velocidad de la banda transportadora es la esperada, pudiendo ser regulada de forma independiente mediante el variador de frecuencia según las necesidades del usuario y sin alterar de manera alguna el resto del sistema y/o programaciones.
- ✓ Los instrumentos y actuadores eléctricos y electrónicos acoplados mediante acondicionamiento para su correcto funcionamiento con el controlador ARDUINO UNO se llevaron a cabo con satisfacción.
- ✓ Si bien la incubadora no ahorra energía pues sigue funcionando con los mismos espacios de tiempo, se optimiza su utilización al ingresar huevos con una mayor probabilidad de eclosión exitosa.
- ✓ El sistema SAOVA mide 0,5 m x 2,0 m x 1,5 m; con un peso estimado de 197,68 Kg.



RECOMENDACIONES

- ✓ La tarjeta de control ARDUINO UNO tiene suficientes entradas y salidas digitales, sin embargo es recomendable usar la tarjeta ARDUINO MEGA para contar con un mayor número de salidas tal que permitan la integración de visualizadores LCD durante la calibración de sensores y la verificación del envío y recepción de datos.
- ✓ Las cámaras web GENIUS e-face 2025 tienen una funcionalidad adecuada al sistema, sin embargo su velocidad de adquisición es limitada a 30 fps (frames per second / cuadros por segundo) lo cual para una futura mejoría del sistema podría ser limitante.
- ✓ El procesamiento digital de imágenes mediante la plataforma MATLAB si bien es veloz en medida de lo necesario puede ser reemplazada por el software libre OPENCV cuya velocidad es notablemente mayor a la de Matlab.
- ✓ Se sugiere usar la instrumentación adecuada que opere en voltaje continuo y así tener un mejor acople con la tarjeta ARDUINO UNO o series similares.



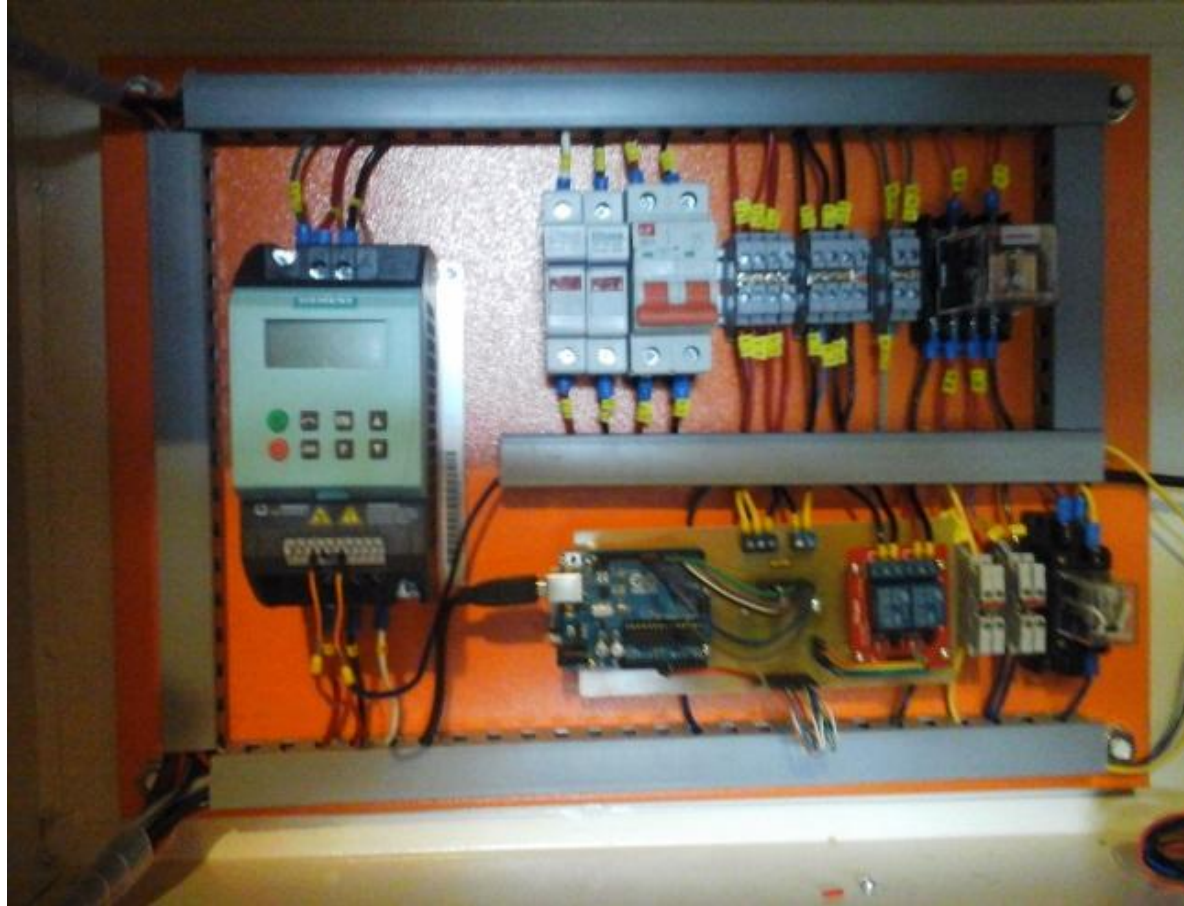
ANEXOS



FOTOS DEL SISTEMA REAL



FOTOS DEL SISTEMA REAL



FOTOS DEL SISTEMA REAL



VIDEO DE FUNCIONAMIENTO

GRACIAS

Por su atención

