

DEPARTAMENTO DE CIENCIAS DE LA ENERGÍA Y MECÁNICA

CARRERA DE INGENIERÍA EN MECATRÓNICA

TRABAJO DE TITULACIÓN, PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE

INGENIERO EN MECATRÓNICA

**“DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN MÓDULO DIDÁCTICO DE UN  
CLASIFICADOR INDUSTRIAL PARA LA DISCRETIZACIÓN DE PROBETAS  
POR MEDIO DE SENSORES DIGITALES Y VISIÓN ARTIFICIAL”**

**AUTORES:** ALMEIDA HUILCAPI SANTIAGO ALEJANDRO

MUÑOZ LUCERO MISHELLE ESTEFANÍA

**DIRECTOR:** Ing. Byron Cortez

30 – 08 - 2023





# Objetivos

## Objetivos

Antecedentes y Justificación

Metodología

Diseño y construcción

Pruebas y resultados

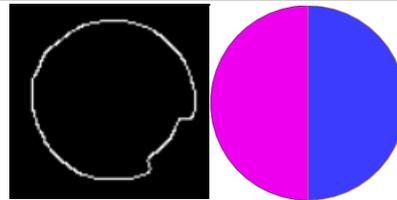
Conclusiones, recomendaciones y trabajos futuros

Diseñar un módulo didáctico de un clasificador industrial

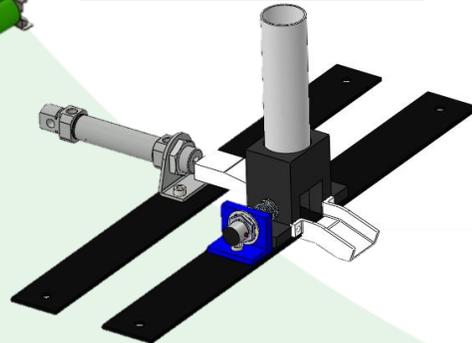
Construir una banda transportadora



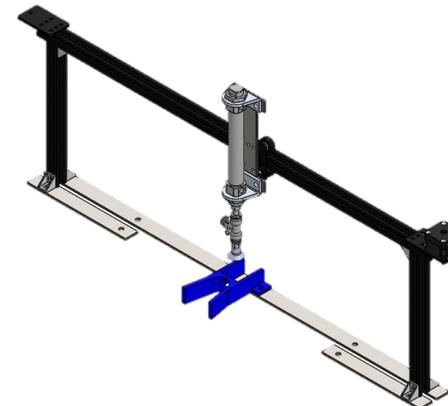
Reconocer las características y naturaleza de las probetas



Implementar un dosificador automático



Integrar un clasificador



Evaluar el funcionamiento





# Antecedentes

Objetivos

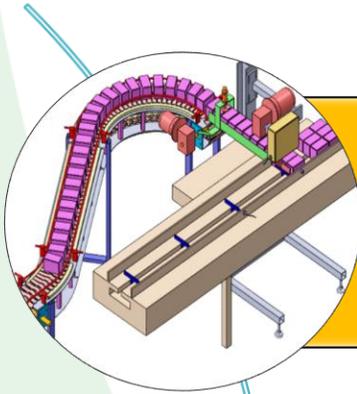
Antecedentes y  
Justificación

Metodología

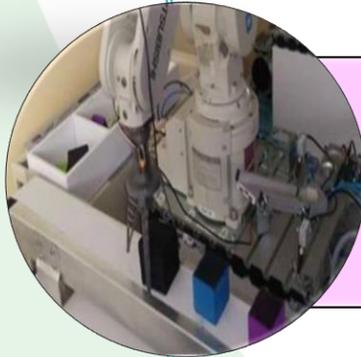
Diseño y  
construcción

Pruebas y  
resultados

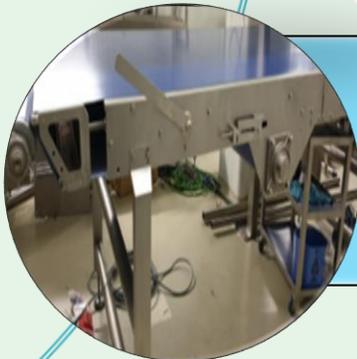
Conclusiones,  
recomendaciones  
y trabajos futuros



Diseño y construcción de una banda transportadora, con brazo clasificador, para la automatización del empaquetado de toallas sanitarias [1]



Diseño e implementación de una línea de clasificación asistida por un manipulador robótico Melfa RV-2SBD [2]

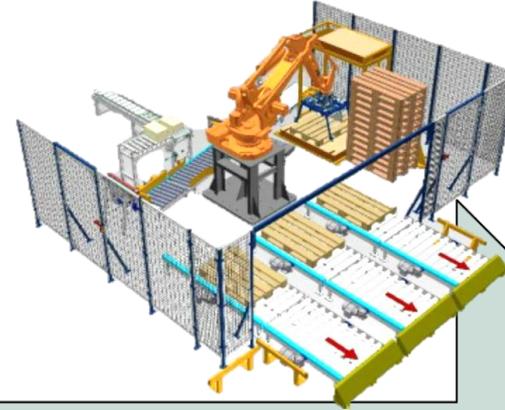
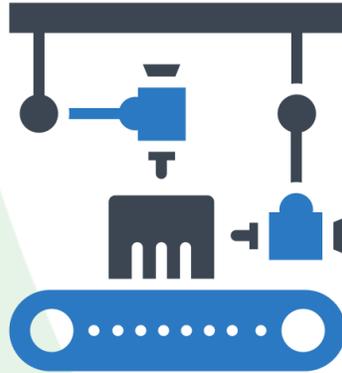


Diseño y construcción de una cinta transportadora para el transporte de masa de pan [3]



# Justificación e Importancia

Objetivos



Antecedentes y Justificación

Metodología

Diseño y construcción

Pruebas y resultados

Conclusiones, recomendaciones y trabajos futuros

Reforzar los conocimientos teóricos mediante la práctica.

Dar un acercamiento a la industria y sus componentes.

Permitir incorporar otras estaciones de trabajo de clasificación, despacho, entre otros.

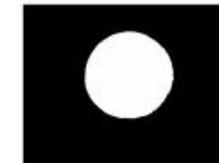
Incorporar nuevas tecnologías de procesamiento de imágenes y manejo de datos con OPC UA.



Bordes del marcador



Dilatación de bordes



Relleno de figuras cerradas



Puntero procesado



# Requerimientos técnicos

Objetivos

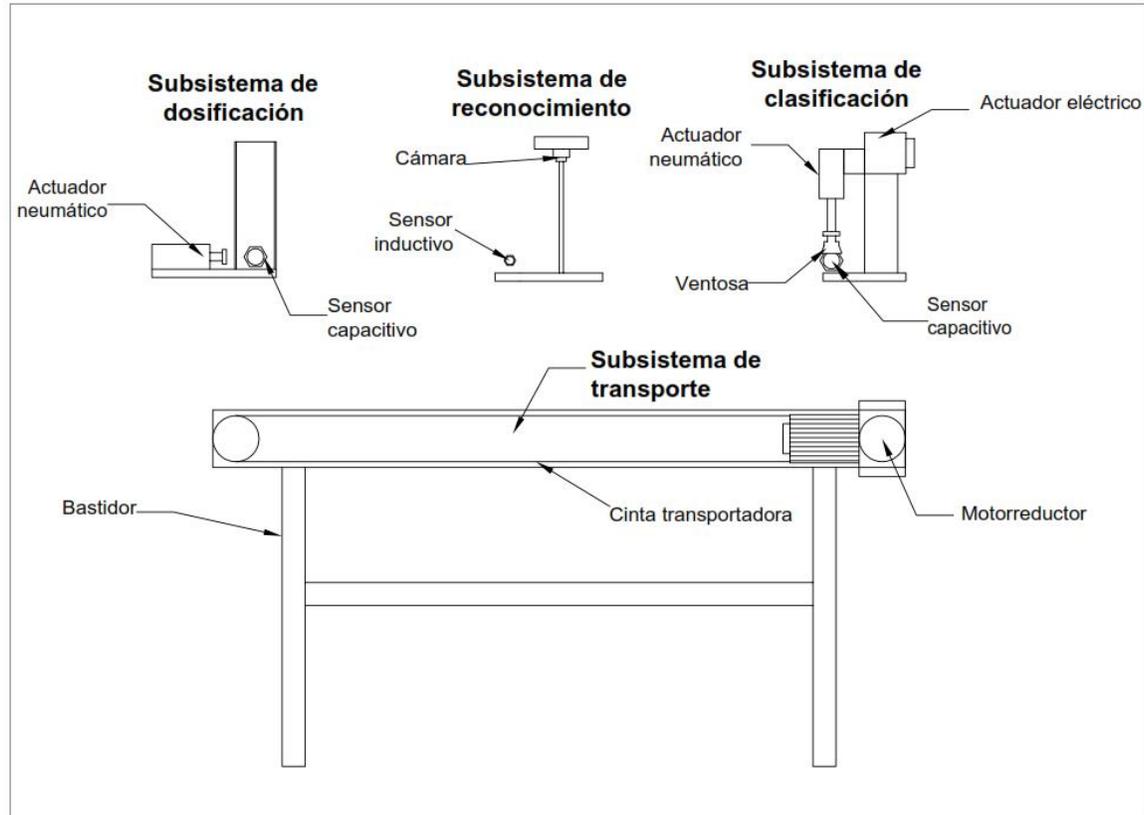
Antecedentes y Justificación

Metodología

Diseño y construcción

Pruebas y resultados

Conclusiones, recomendaciones y trabajos futuros



Característica	Descripción
Dimensiones de la banda transportadora	Distancia entre los rodillos: 1440 mm
	Altura: 770 mm
Ancho de la cinta	370 mm
Velocidad de la banda	20 RPM
Tipo de motor para la banda	Motorreductor trifásico
Tipo de control para el motor	Variador de frecuencia
Dimensiones de las probetas	30 mm de diámetro y 30 mm de alto
Materiales de las probetas	Acero al carbono estructural ASTM A36
	Acrilonitrilo butadieno estireno (ABS)
Tipo controlador de	Controlador lógico programable (PLC)
Parámetros de clasificación	Material (metal o no metal)
	Colores
	Defectos visibles



# Diagrama de flujo

Objetivos

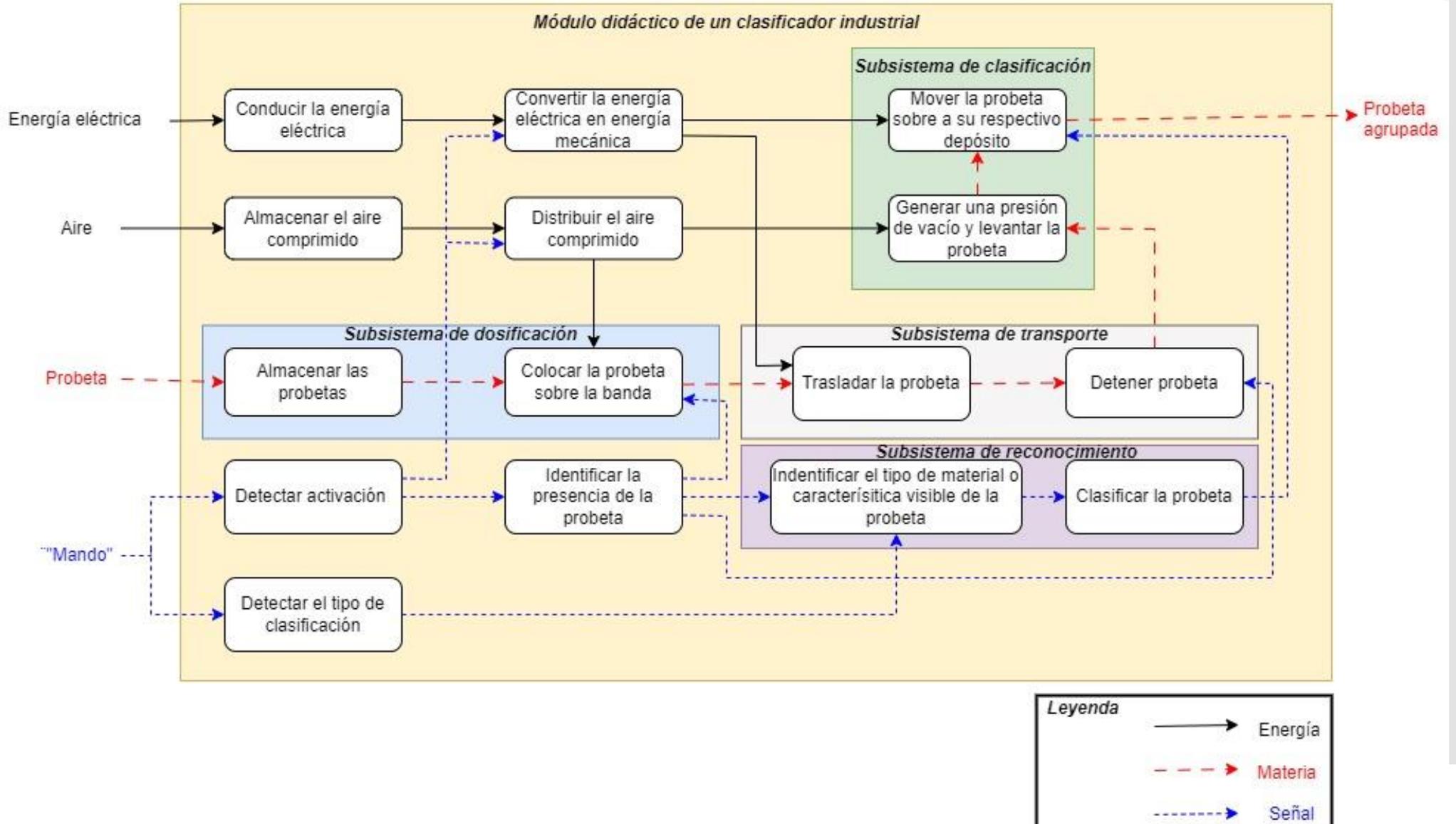
Antecedentes y Justificación

Metodología

Diseño y construcción

Pruebas y resultados

Conclusiones, recomendaciones y trabajos futuros





# Subsistemas del módulo

Objetivos

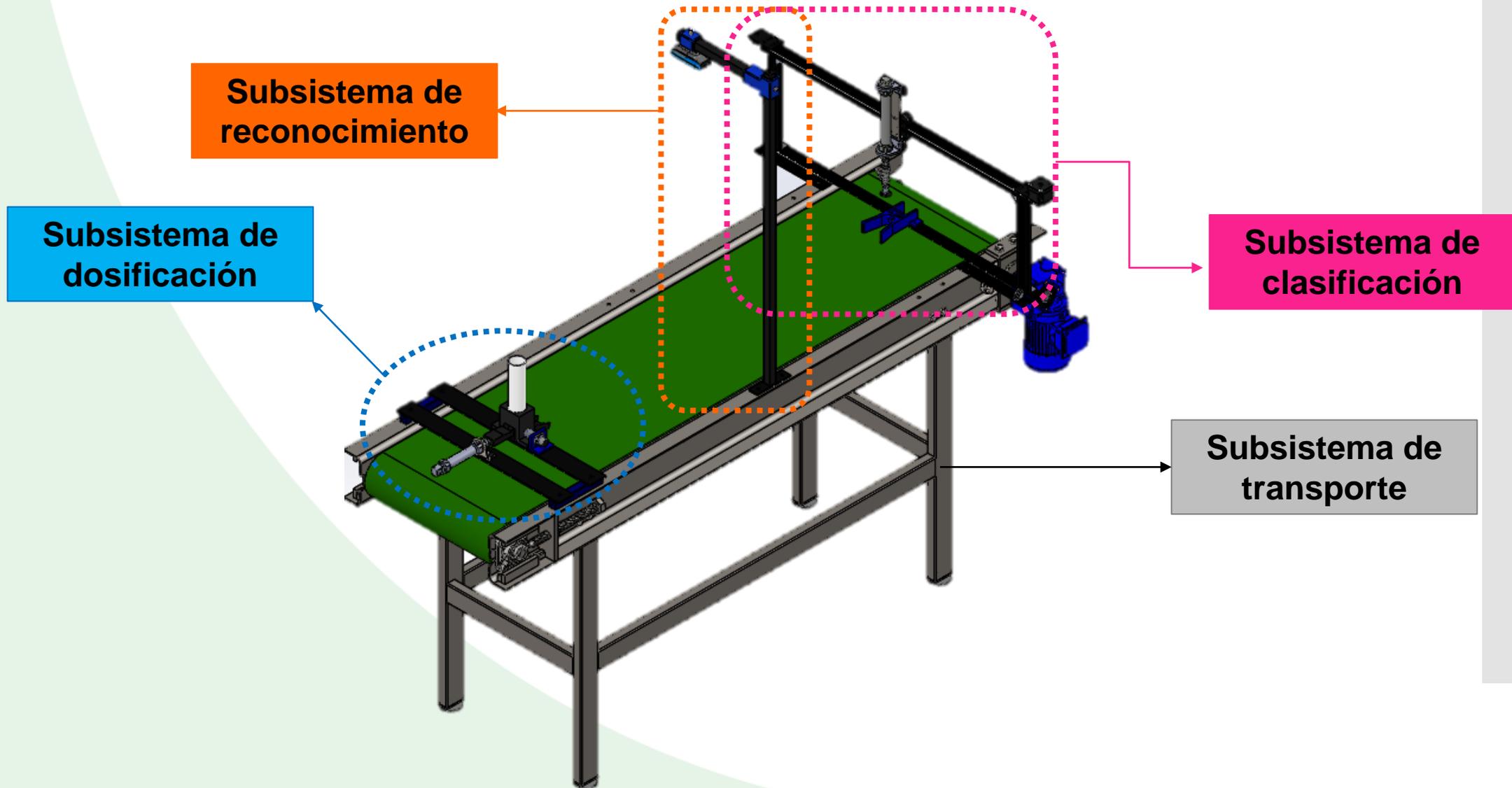
Antecedentes y Justificación

Metodología

Diseño y construcción

Pruebas y resultados

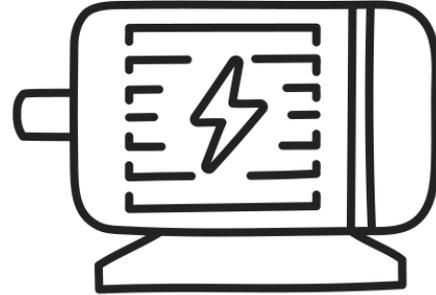
Conclusiones, recomendaciones y trabajos futuros





# Subsistema de transporte

## Cálculos del motorreductor



Característica	Descripción	Característica	Descripción
Marca del motor	LAFERT	Velocidad	1630 rpm
Número de fases	3	Frecuencia	60 Hz
Voltaje	208-230 V en configuración delta y 440-460 V en configuración estrella	Factor de potencia	0.7
Corriente	1.3 A en configuración delta y 0.65 A en configuración estrella	Relación de reducción	80:1
Potencia	0.25 Hp	Tipo de reducción	SRT

### Potencia útil

$$H_u = \eta \varepsilon H_t$$

$$\eta = 0.85$$

$$\varepsilon = 0.51$$

$$H_u = 0.108 \text{ Hp} = 80.815 \text{ W}$$

### Torque entregado

$$\omega_o = 20.375 \text{ RPM} = 2.134 \text{ rad/s}$$

$$T = \frac{H_u}{\omega_o}$$

$$T = 37.876 \text{ J}$$

Objetivos

Antecedentes y Justificación

Metodología

Diseño y construcción

Pruebas y resultados

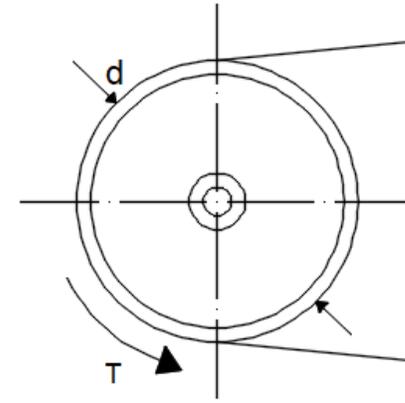
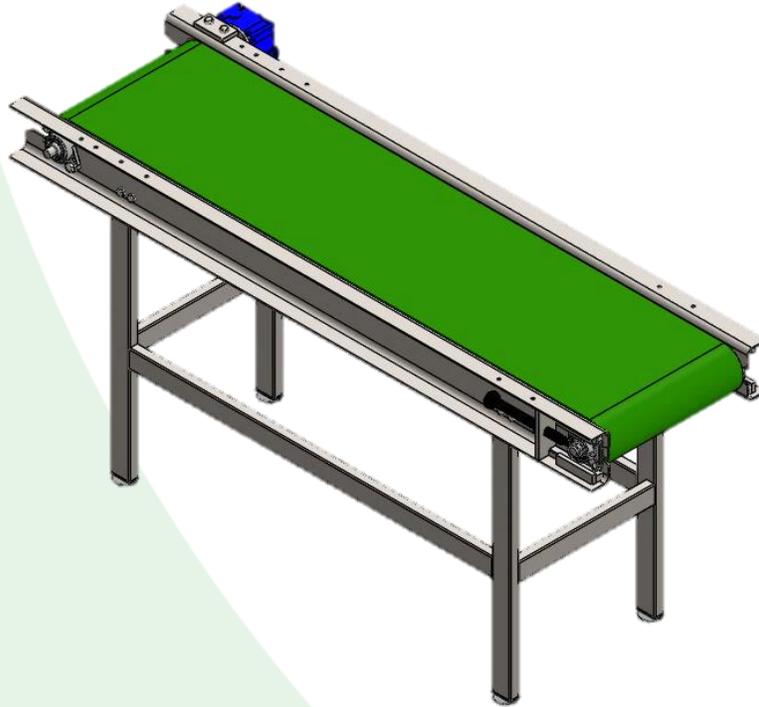
Conclusiones, recomendaciones y trabajos futuros



ECUADOR

# Subsistema de transporte

## Análisis de la cinta

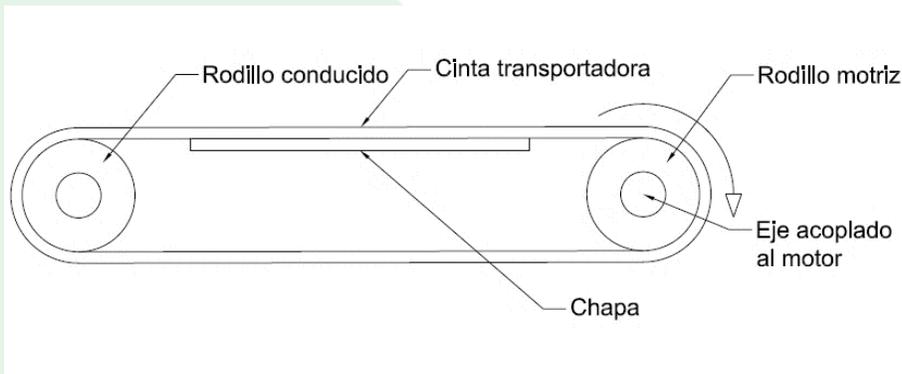


$$F_1 = F_i + F_c + \Delta F/2$$

$$= F_i + F_c + T/d$$

$$F_2 = F_i + F_c + \Delta F/2$$

$$= F_i + F_c + T/d$$



### Tensiones de la cinta

$$\begin{cases} F_1 - F_2 = \frac{H_u}{v} \\ \frac{F_1}{F_2} = e^{f\varphi} \end{cases}$$

$$F_1 = 1118 \text{ N}$$

$$F_2 = 327.27 \text{ N}$$

$$F_u = \frac{F_1}{b}$$

$$F_u = 3022 \text{ N/m}$$

$$F_{r_{PVC}} = 80000 \text{ N/m}$$

### Factor de seguridad

$$\eta_s = \frac{F_r}{F_u}$$

$$\eta_s = 26.476$$

Objetivos

Antecedentes y Justificación

Metodología

Diseño y construcción

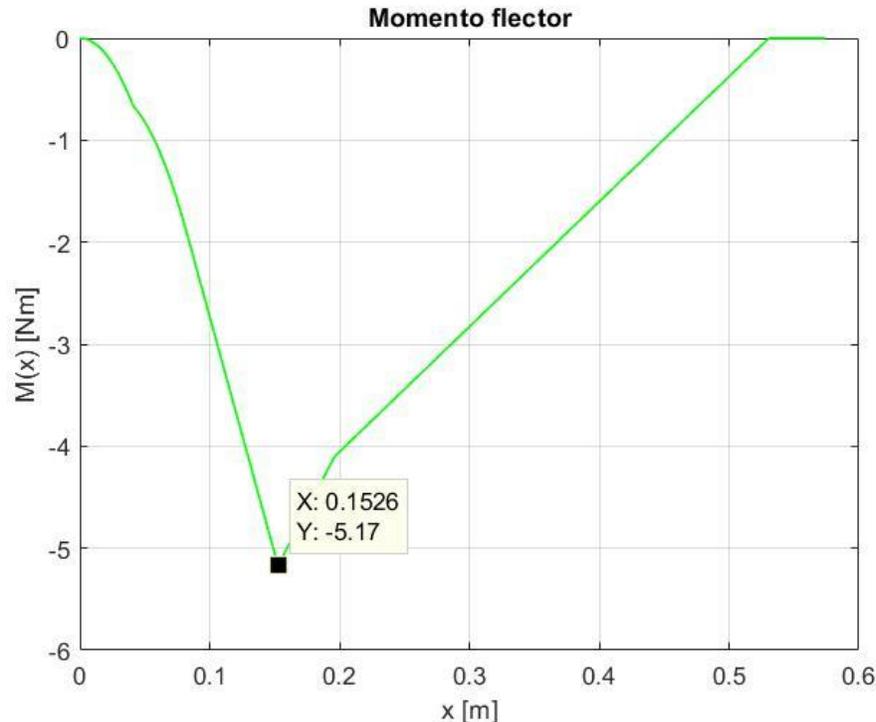
Pruebas y resultados

Conclusiones, recomendaciones y trabajos futuros



# Subsistema de transporte

## Análisis estático y a fatiga de la flecha



Datos:

$$M_m = -5.17 \text{ J}$$

$$T_m = T = 37.876 \text{ Nm}$$

AISI 1035

$$S_{ut} = 585 \text{ MPa}$$

$$S_y = 370 \text{ MPa}$$

### Lim. Resistencia a la fatiga

$$S_e = k_a k_b k_c k_d k_e S'_e$$

$$k_a = 0.833 \quad k_b = 0.905$$

$$k_c = 0.59 \quad k_d = 1$$

$$k_e = 0.868 \quad k_f = 1$$

$$S_e = 112.9 \text{ MPa}$$

### Factores de seguridad

$$\frac{\sigma'_a}{S_e} + \frac{\sigma'_m}{S_{ut}} = \frac{1}{\eta_f}$$

$$\eta_f = 11.863$$

$$\eta_s = \frac{S_y}{\sigma'}$$

$$\eta_s = 7.503$$

### Esfuerzos

$$(\tau_m)_{\text{torsión}} = 28.12 \text{ MPa}$$

$$(\sigma_m)_{\text{flexión}} = -7.678 \text{ MPa}$$

$$\sigma' = \sigma'_m = 49.31 \text{ MPa}$$

$$\sigma'_a = 0$$

Objetivos

Antecedentes y Justificación

Metodología

Diseño y construcción

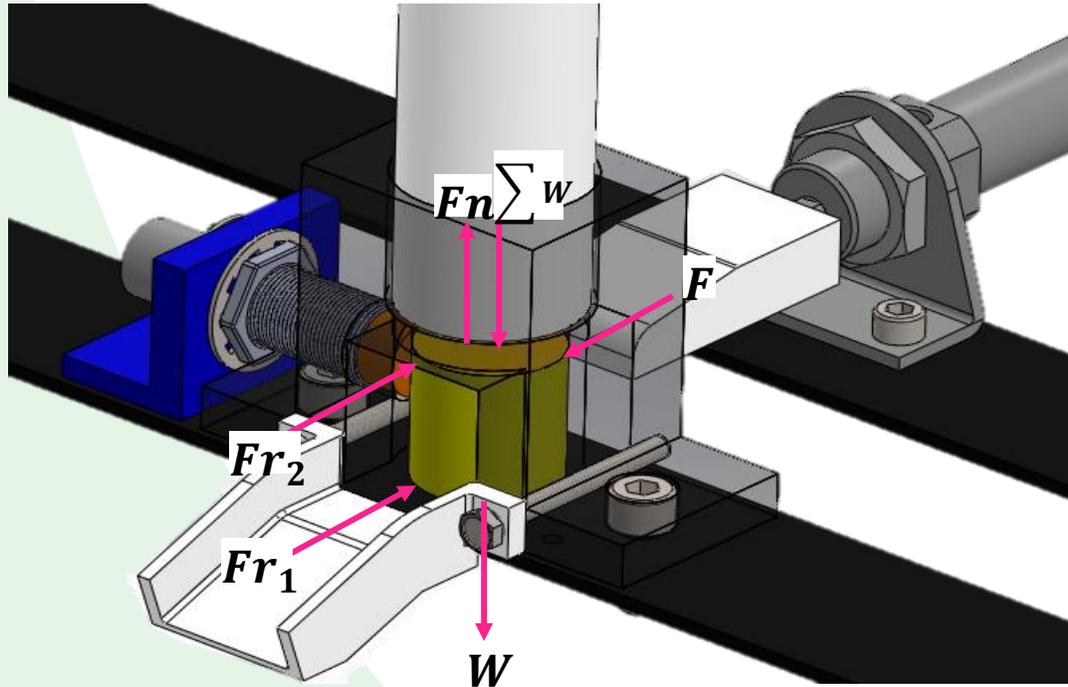
Pruebas y resultados

Conclusiones, recomendaciones y trabajos futuros



# Subsistema dosificador

## Análisis de fuerzas



### Fuerza para empujar la probeta

$$Fr_1 + Fr_2 = F$$

$$F = 2(0.74(4(W_{A36}) + W_{ABS}))(1.5)$$

$$F = 13.98 \text{ N}$$

### Fuerza de trabajo con $\phi = 20 \text{ mm}$

$$F_{CN} = P \left[ \frac{\pi \phi^2}{4} \right]$$

$$F_{CN} = 0.1 \left[ \frac{\pi(20^2)}{4} \right]$$

$$F_{CN} = 31.42 \text{ N}$$

Cilindro neumático de:

$$\phi = 20 \text{ mm}$$

$$\text{Carrera} = 50 \text{ mm}$$

Objetivos

Antecedentes y Justificación

Metodología

Diseño y construcción

Pruebas y resultados

Conclusiones, recomendaciones y trabajos futuros



# Subsistema dosificador

## Diagrama de fuerza del subsistema dosificador

## Elementos del subsistema dosificador

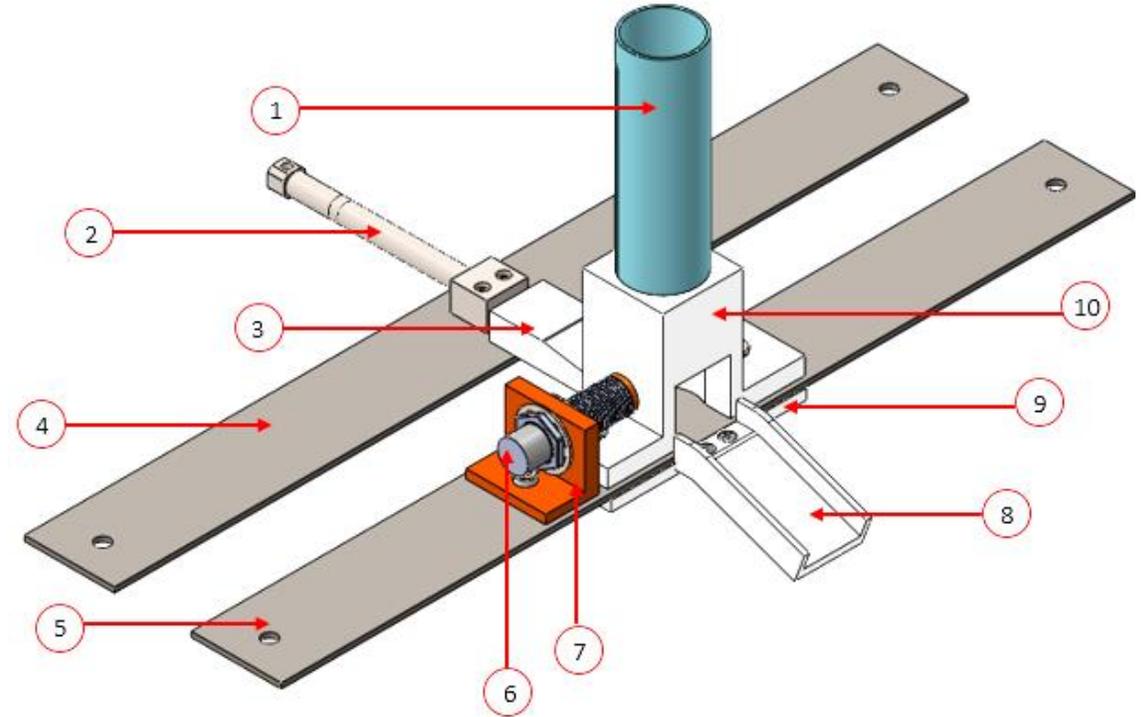
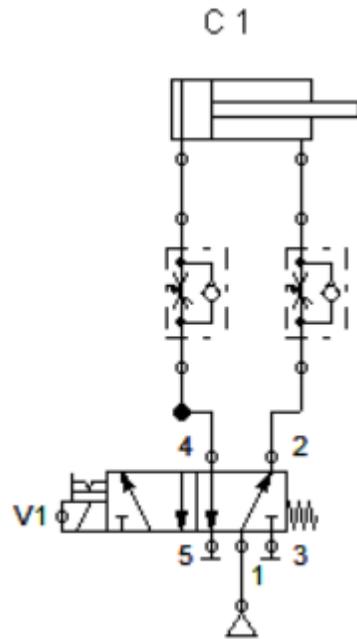
Objetivos

Antecedentes y Justificación

Metodología

Diseño y construcción

Pruebas y resultados



Variable	Descripción
V1	Electroválvula solenoide 5/2
C1	Cilindro neumático de 50 mm

No.	Descripción	No.	Descripción
1	Contenedor	6	Sensor capacitivo
2	Actuador neumático	7	Soporte para el sensor
3	Dado	8	Rampa
4	Base 2	9	Soporte para la rampa
5	Base 1	10	Soporte

- **Electroválvula 5/2 monoestable de 24 VDC**

Conclusiones, recomendaciones y trabajos futuros



# Subsistema clasificador

Objetivos

Antecedentes y Justificación

Metodología

Diseño y construcción

Pruebas y resultados

Conclusiones, recomendaciones y trabajos futuros



Elevación horizontal



Diámetro mínimo

$$d = 1.12 \sqrt{\frac{(m)(FS)}{(P_{vent})(n)(\mu)}} \quad (10)$$

$$d = 26.1 \text{ mm}$$

Tipo de superficie	Coefficiente de rozamiento ( $\mu$ )
Madera, metal, vidrio y rocas	0.5

Elevación horizontal	
Dinámico	$\geq 4$
Estático	$\geq 2$

Fuerza real de la ventosa (FRvent)

$$F_{R_{vent}} = \frac{F_{TH}}{FS}$$

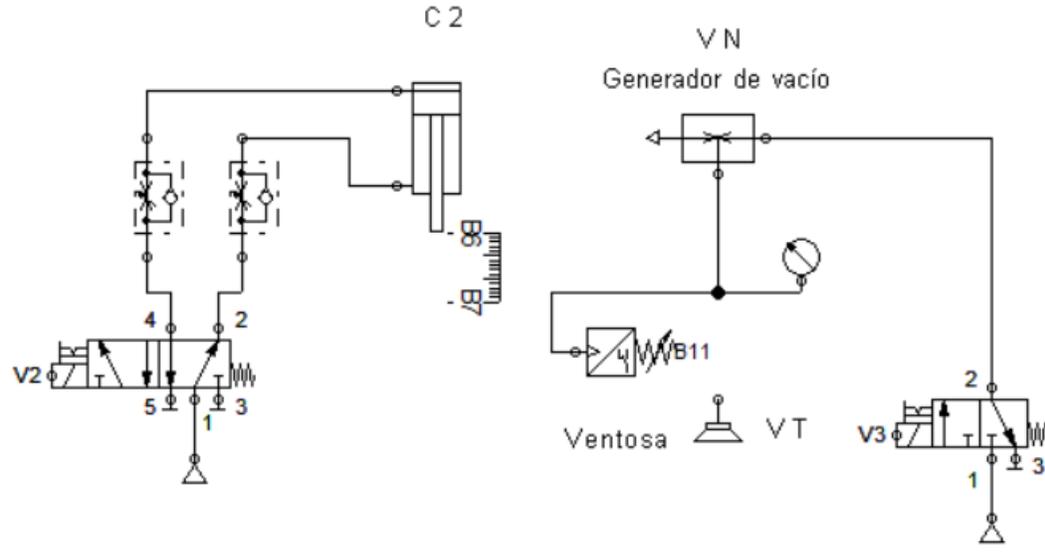
$$F_{R_{vent}} = 12.65 \text{ N}$$

- Ventosa de diámetro 25 mm
- Electroválvula 3/2 monoestable de 24VDC



# Subsistema clasificador

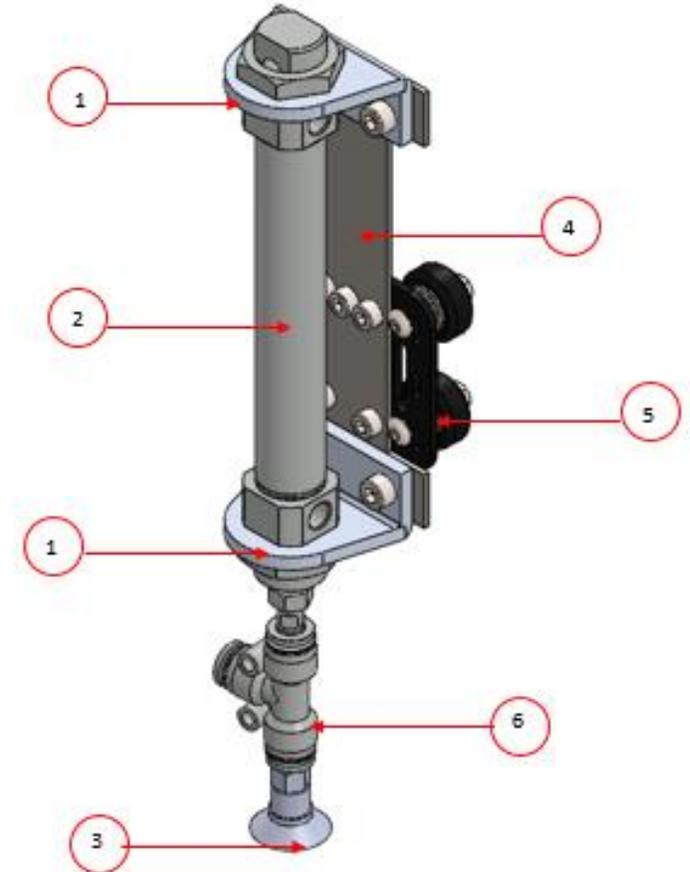
## Diagrama de fuerza del subsistema clasificador



Variable	Descripción
B6	Sensor magnético 1
B7	Sensor magnético 2
C2	Cilindro neumático de 100 mm
V2	Electroválvula solenoide 5/2
V3	Electroválvula solenoide 3/2
VN	Generador de vacío
B11	Presostato
VT	Ventosa

- Cilindro neumático de:  $\phi = 20$  mm y carrera 100mm
- Electroválvula 5/2 monoestable de 24VDC

## Elementos del subsistema clasificador



No.	Descripción	No.	Descripción
1	Soporte del cilindro neumático	4	Placa para acople entre el cilindro y el carro
2	Actuador neumático	5	Carro
3	Ventosa	6	T para acople entre el cilindro y la ventosa

Objetivos

Antecedentes y Justificación

Metodología

Diseño y construcción

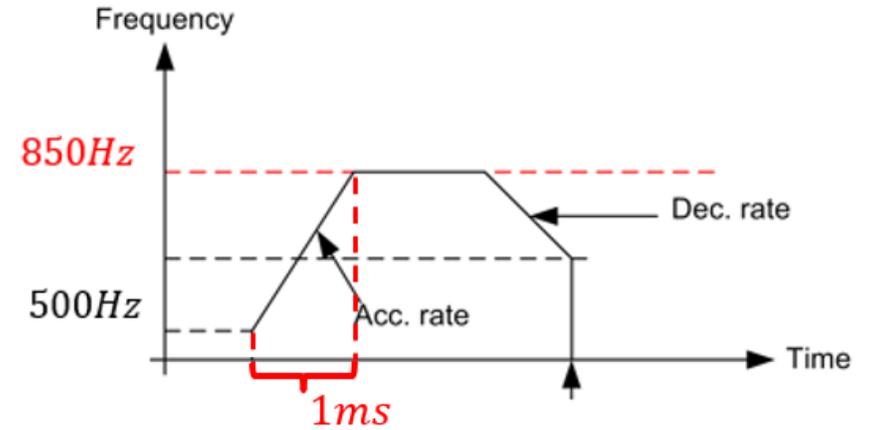
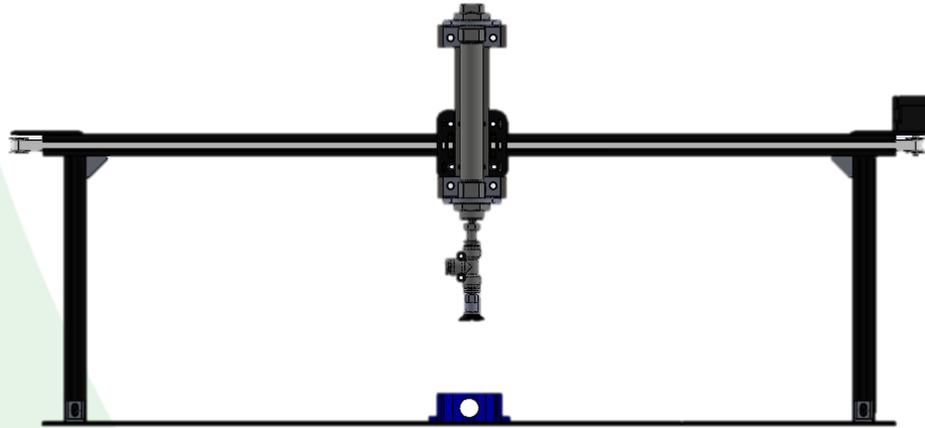
Pruebas y resultados

Conclusiones, recomendaciones y trabajos futuros



# Subsistema clasificador

## Dinámica del clasificador



Datos:

$$m = 1.2 \text{ kg}$$

$$\text{radio}_{GT2} = 8 \text{ mm}$$

$$pf = 200$$

Fuerza de rozamiento

$$f_r = F_N \mu_s$$

$$F_N = 11.768 \text{ N}$$

$$\mu_s = 0.3$$

$$f_r = 3.53 \text{ N}$$

Modelo dinámico

$$Kw = 0.5m\dot{q}^2$$

$$L = K - U = 0.5m\dot{q}^2$$

$$\frac{d}{dt} \left( \frac{\partial L}{\partial \dot{q}} \right) - \frac{\partial L}{\partial q} = Q$$

$$Q = m\ddot{q}$$

Fuerza y aceleración

$$\ddot{s} = \frac{s_f - s_o}{\Delta t}$$

$$\alpha = \ddot{s} \left( \frac{60pf}{360} \right) \left( \frac{1min}{60s} \right) \left( \frac{2\pi rad}{1rev} \right)$$

$$\ddot{q} = \alpha (\text{radio}_{GT2})$$

$$\ddot{q} = 97.738 \text{ m/s}^2$$

$$Q = 110.053 \text{ N}$$

Objetivos

Antecedentes y Justificación

Metodología

Diseño y construcción

Pruebas y resultados

Conclusiones, recomendaciones y trabajos futuros



# Subsistema clasificador

## Selección del motor

Motor	Modelo	Máx. Velocidad (rpm)	Velocidad de trabajo recomendada (rpm)	Corriente máxima (A)	Torque nominal (Nm)
NEMA 17	42HB34F08AB	1000	100-500	1.7	0.235
NEMA 23	57HD6013-03	1000	100-500	3	1.8

### Torque requerido

$$\tau = (Q)(radio_{GT2})$$

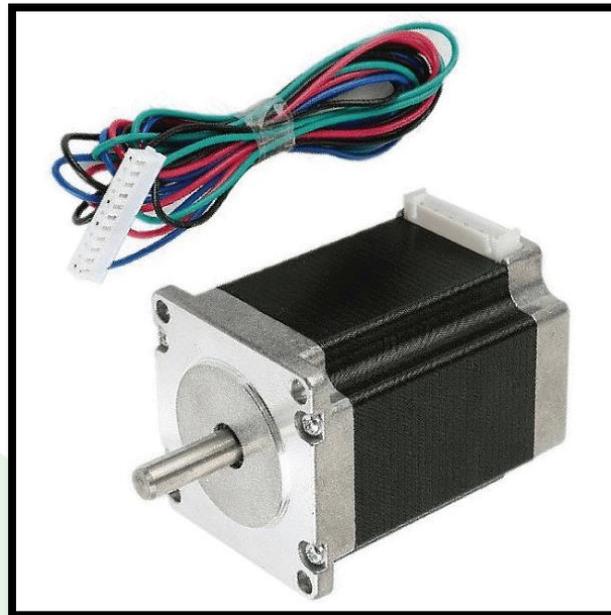
$$\tau = 0.88 \text{ Nm}$$

$$\tau_{total} = \tau + (fr)(radio_{GT2})$$

$$\tau_{total} = 0.903 \text{ Nm}$$

$$\tau_{total} > \tau_{NEMA17}$$

$$\tau_{total} < \tau_{NEMA23}$$



Objetivos

Antecedentes y Justificación

Metodología

Diseño y construcción

Pruebas y resultados

Conclusiones, recomendaciones y trabajos futuros



# Subsistema de reconocimiento

Objetivos

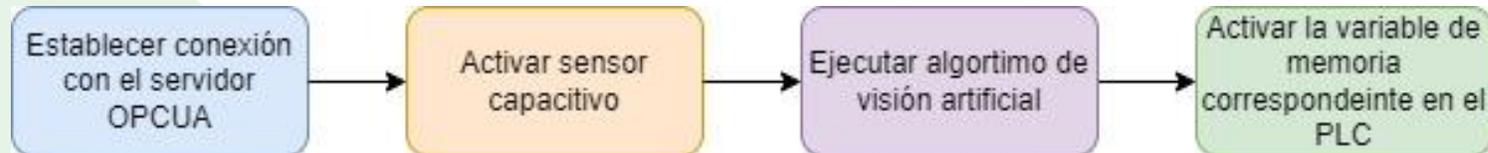
Antecedentes y Justificación

Metodología

Diseño y construcción

Pruebas y resultados

Conclusiones, recomendaciones y trabajos futuros





# Subsistema de reconocimiento

Objetivos

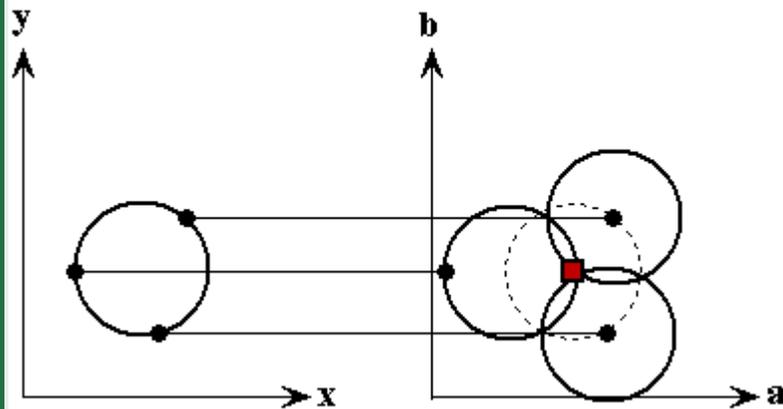
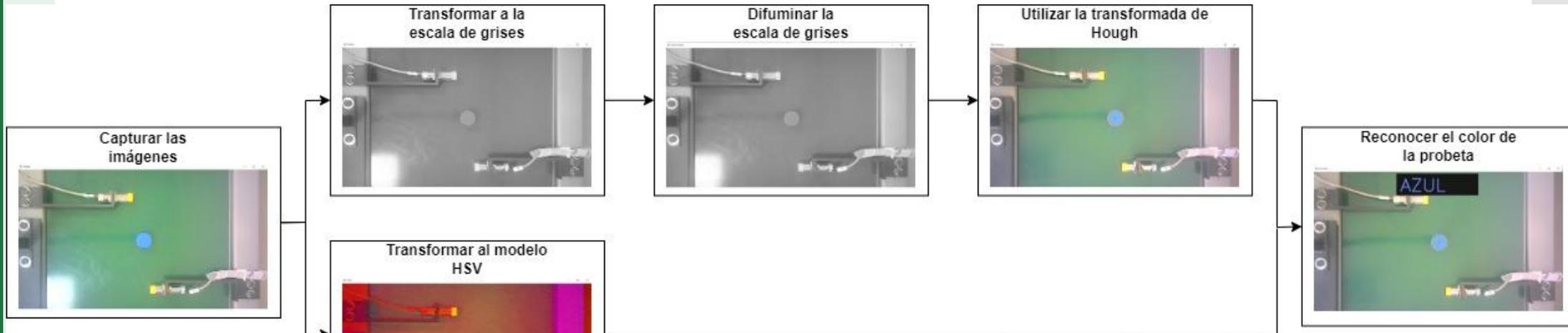
Antecedentes y Justificación

Metodología

Diseño y construcción

Pruebas y resultados

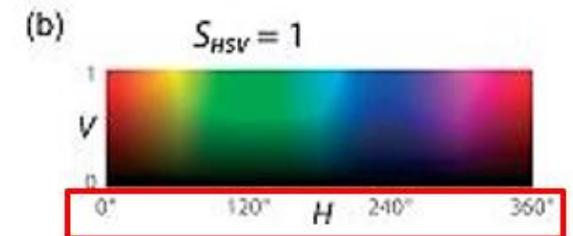
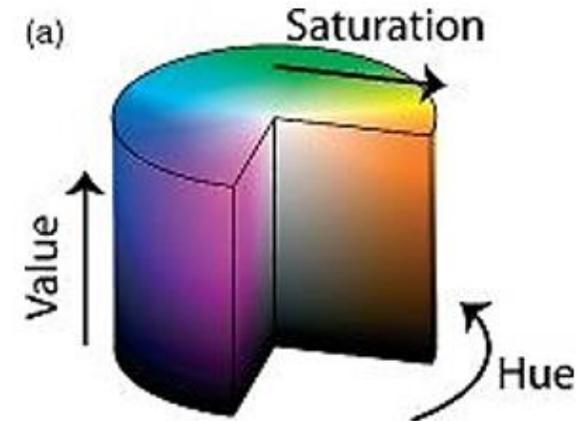
Conclusiones, recomendaciones y trabajos futuros



$$x = a + R \cos(t)$$

$$y = b + R \sin(t)$$

$$(a, b, R)$$





# Subsistema de reconocimiento

Objetivos

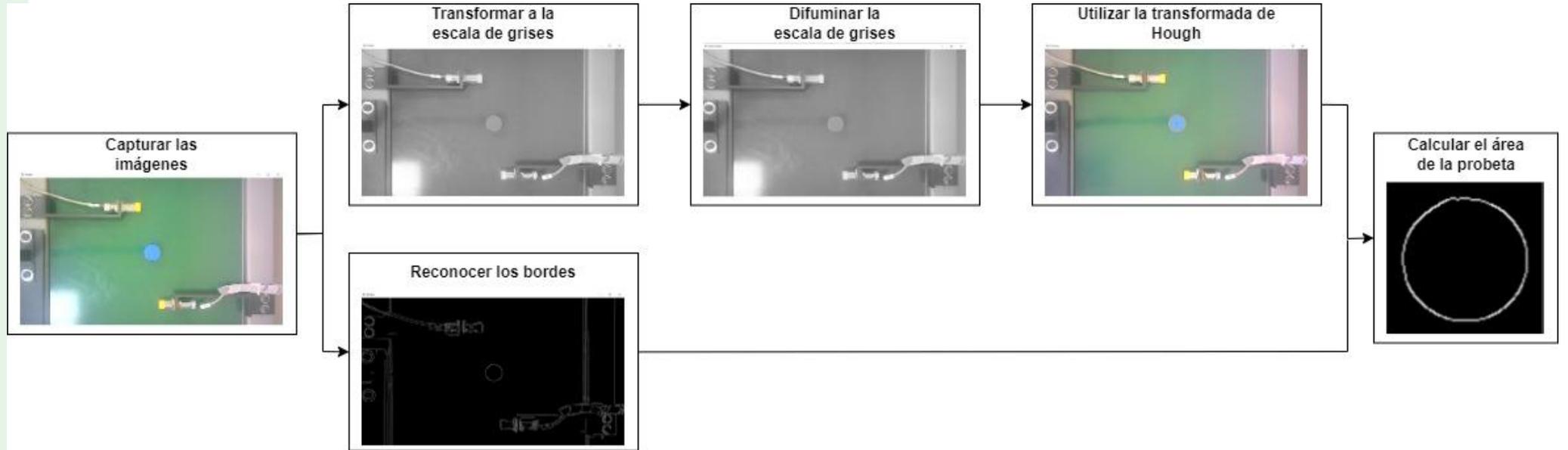
Antecedentes y Justificación

Metodología

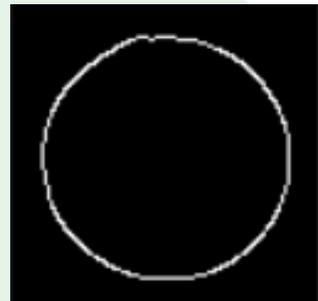
Diseño y construcción

Pruebas y resultados

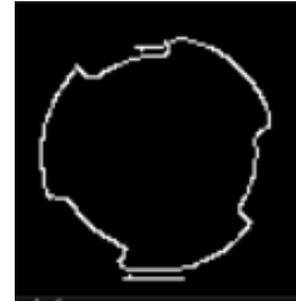
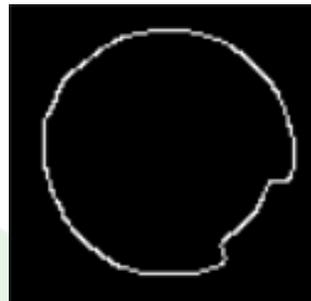
Conclusiones, recomendaciones y trabajos futuros



$$A_{probeta} \geq A_{normal}$$



$$A_{min} \leq A_{probeta} < A_{normal}$$



Consideraciones:

- Iluminación
- Ruido
- Ángulo de la cámara



# Subsistema de reconocimiento

Objetivos

Antecedentes y Justificación

Metodología

Diseño y construcción

Pruebas y resultados

Conclusiones, recomendaciones y trabajos futuros



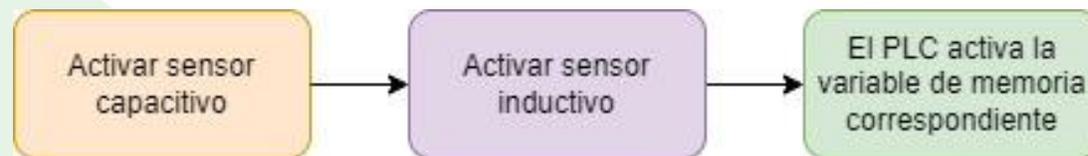
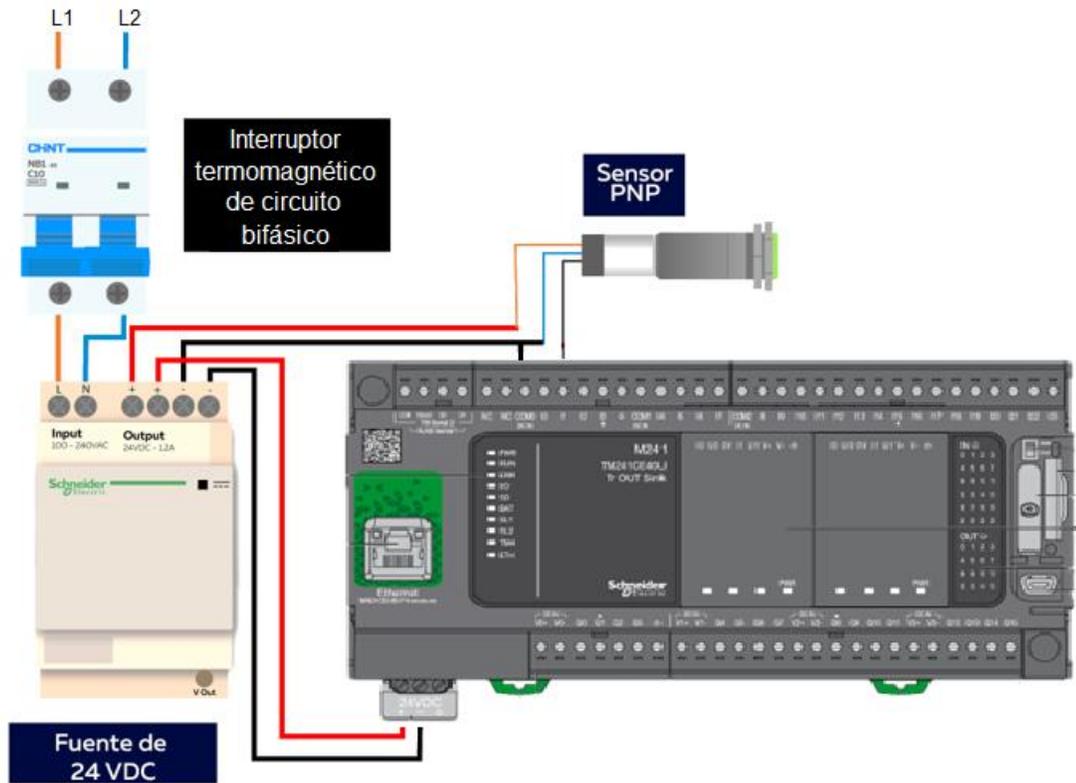
Metal

Por su naturaleza



No metal

Por su naturaleza





# Programación del PLC

Objetivos

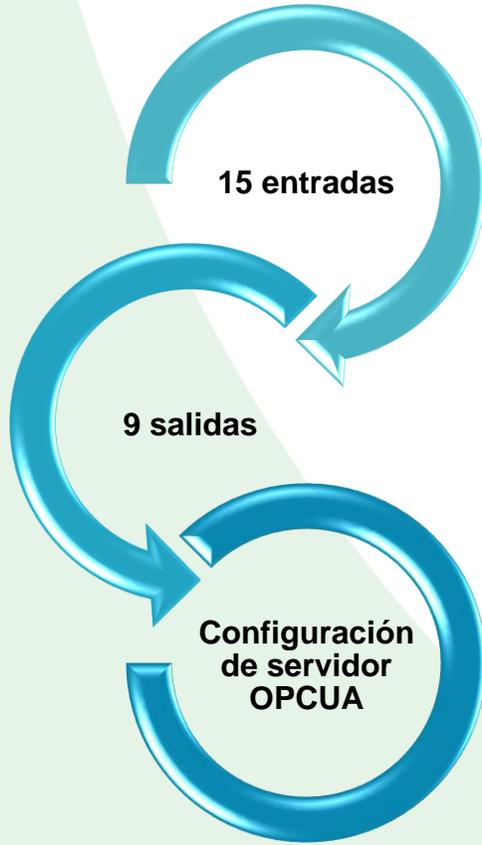
Antecedentes y Justificación

Metodología

Diseño y construcción

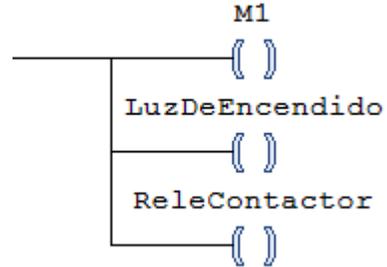
Pruebas y resultados

Conclusiones, recomendaciones y trabajos futuros

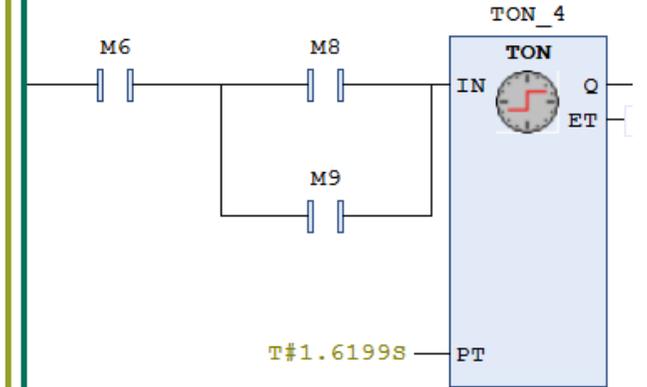


## Variables de memoria

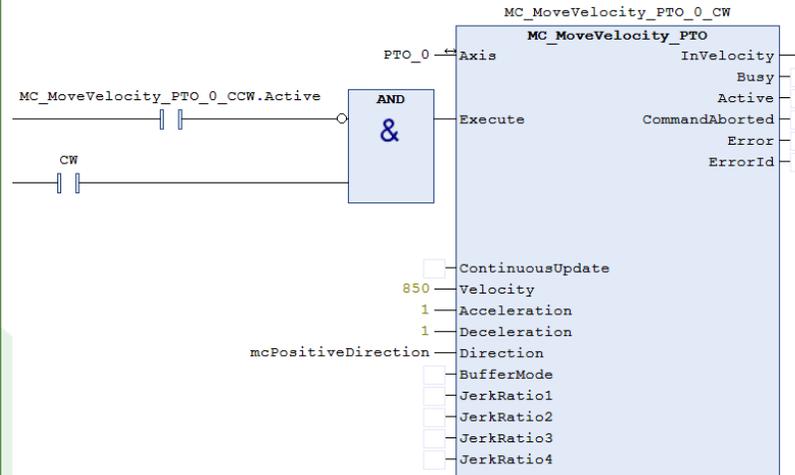
◆ VAR	SensorMagArribaClasif	%IX0.7	BOOL
◆ VAR	ReleElectCilClasif	%QX0.8	BOOL
◆ VAR	M1		BOOL



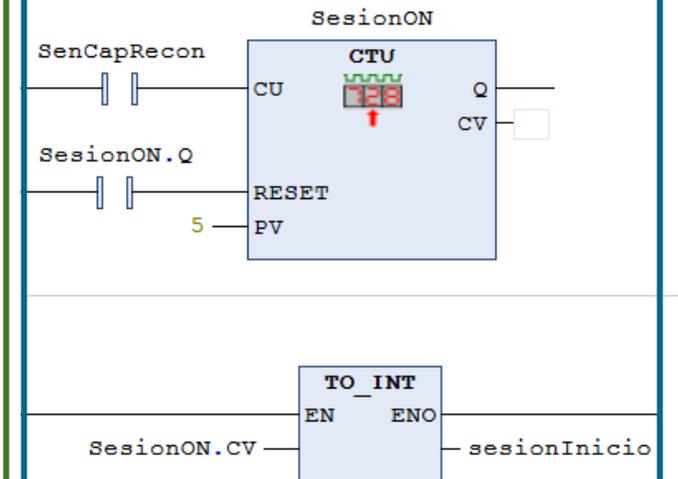
## Temporizadores OnDelay



## Bloques para el control del PTO



## Contadores para la programación basada en eventos





ECUADOR

Objetivos

Antecedentes y Justificación

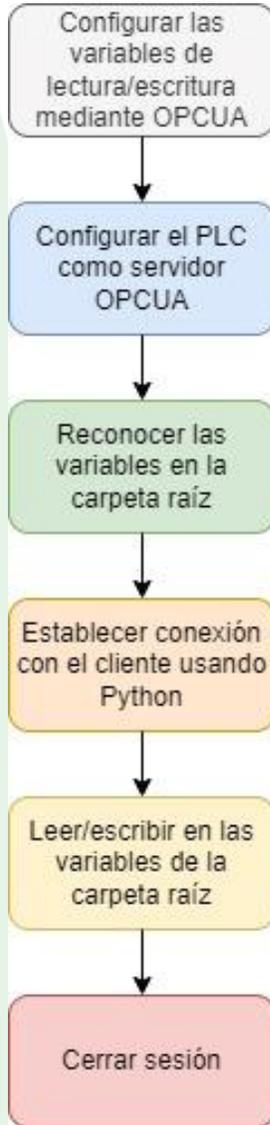
Metodología

Diseño y construcción

Pruebas y resultados

Conclusiones, recomendaciones y trabajos futuros

# Configuración OPCUA



### Configuración de las variables

<input checked="" type="checkbox"/>	Vision	Bool	
<input type="checkbox"/>	Positivo	Bool	
<input checked="" type="checkbox"/>	Color	Bool	
<input checked="" type="checkbox"/>	Defectos	Bool	
<input checked="" type="checkbox"/>	DeteccionVision	Bool	
<input checked="" type="checkbox"/>	sesionInido	Int	
<input checked="" type="checkbox"/>	sesionFin	Int	
<input checked="" type="checkbox"/>	Reseteo	Bool	

### Reconocimiento de la carpeta raíz

```

Root
├── Objects
│   └── M241-M251 data
│       ├── SR_Main.Color
│       ├── SR_Main.Defectos
│       ├── SR_Main.DeteccionVision
│       ├── SR_Main.Reseteo
│       ├── SR_Main.Vision
│       ├── SR_Main.sesionFin
│       └── SR_Main.sesionInicio
  
```

### Configuración del PLC como servidor OPC UA

Security settings

Disable anonymous login

User credentials are managed in the Users and groups tab: [Users and Groups](#)

Server configuration

Server port: 4840

Max subscriptions per session: 20

Max monitored items per subscription: 100

Max number of sessions: 2

Min publishing interval: 1000 ms

Min KeepAlive interval: 500 ms

Identifier type: Numeric

### Uso de la librería de OPCUA en Python

```

# Importando las librerías
from opcua import Client, ua
import cv2
import numpy as np
import keyboard

# Definiendo las variables del opcua
Color = "SR_Main.Color"
Defectos = "SR_Main.Defectos"
DeteccionVision = "SR_Main.DeteccionVision"
Reseteo = "SR_Main.Reseteo"
sesionFin = "SR_Main.sesionFin"
sesionInicio = "SR_Main.sesionInicio"
Vision = "SR_Main.Vision"

# Definiendo el directorio
plcVarPath = ["0:Objects", "2:M241-M251 data", "var"]
  
```



# Panel de potencia y control

Objetivos

Antecedentes y Justificación

Metodología

Diseño y construcción

Pruebas y resultados

Conclusiones, recomendaciones y trabajos futuros



Define las reglas generales para cuadros eléctricos o conjuntos de baja tensión

IEC 61439 [4]



Color del cable	Calibre
Rojo	16 AWG
Blanco	16 AWG
Negro	16 AWG
Plomo	14 AWG
Azul	14 AWG
Amarrillo	14 AWG

Norma para seguridad y equipo eléctrico en las máquinas

IEC 60204 [5]



Norma para definir el color de los cables

IEC 60445 [6]



# Panel de potencia y control

Objetivos

Antecedentes y Justificación

Metodología

Diseño y construcción

Pruebas y resultados

Conclusiones, recomendaciones y trabajos futuros



IEC 60617 [7]

- Norma para simbología electrotécnica y etiquetado



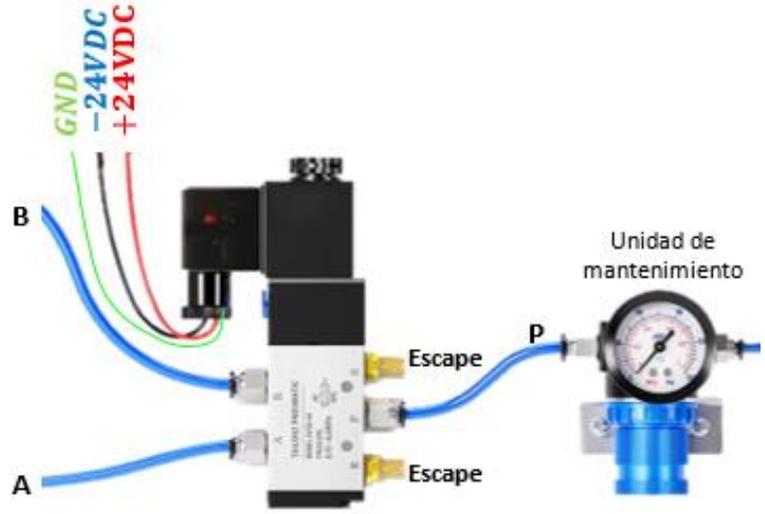
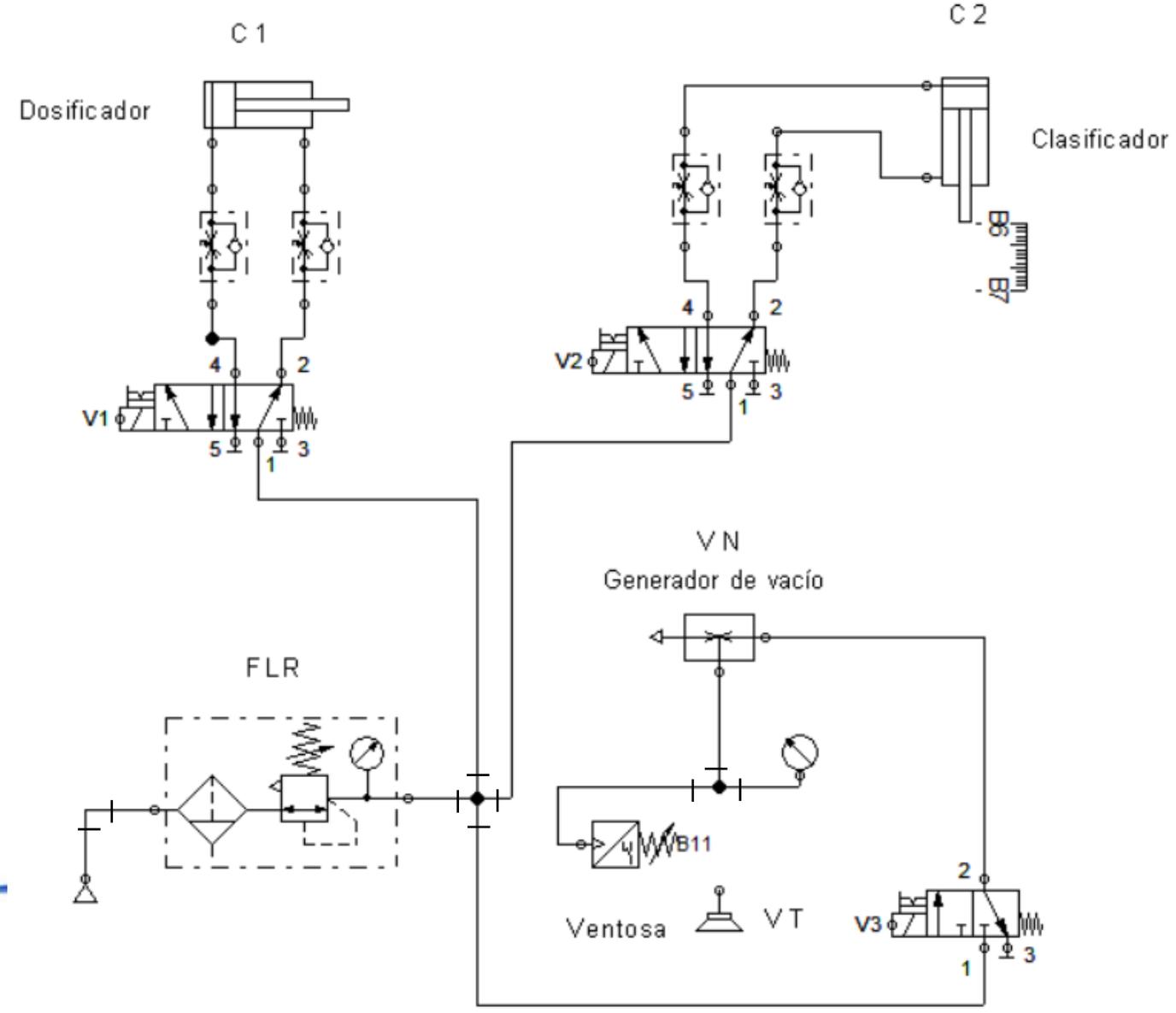
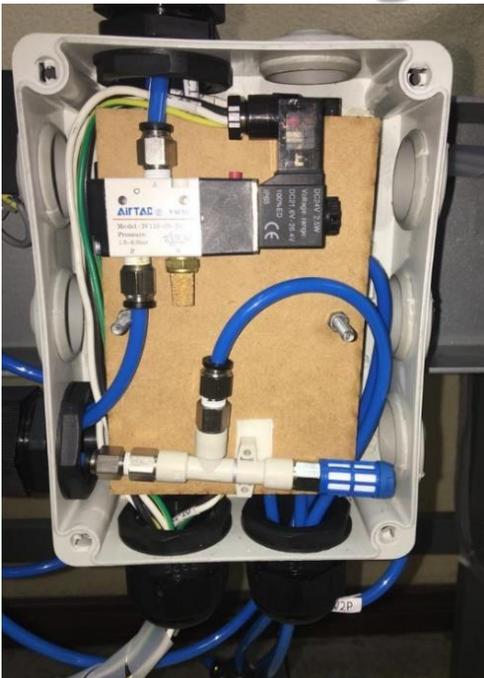
Protección



Control



# Caja de electroválvulas



Objetivos

Antecedentes y Justificación

Metodología

Diseño y construcción

Pruebas y resultados

Conclusiones, recomendaciones y trabajos futuros



# Implementación

Objetivos

Antecedentes y Justificación

Metodología

Diseño y construcción

Pruebas y resultados

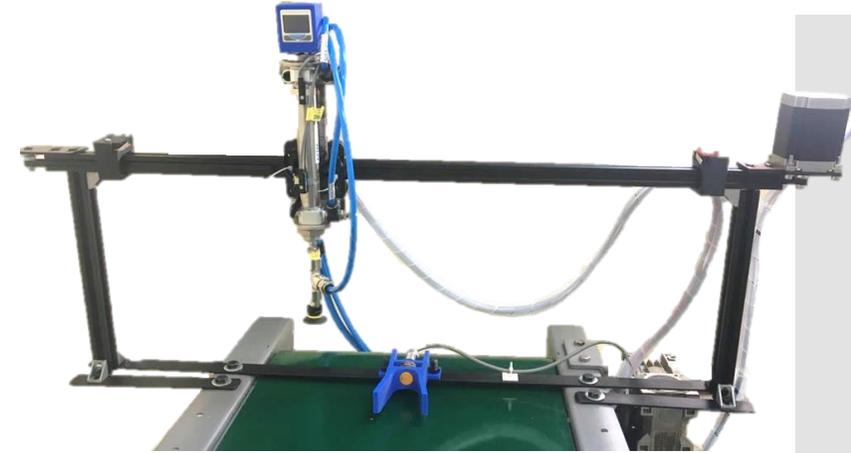
Conclusiones, recomendaciones y trabajos futuros



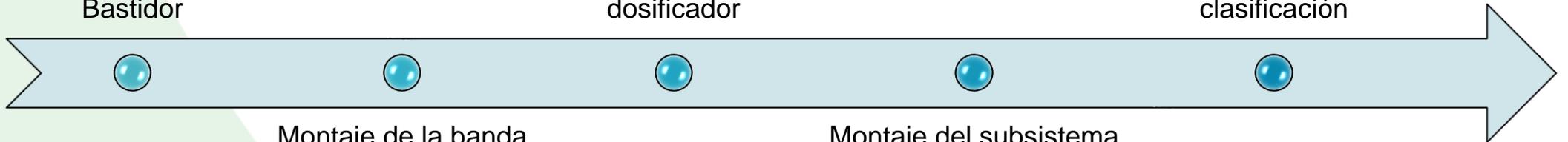
Bastidor



Montaje del subsistema dosificador



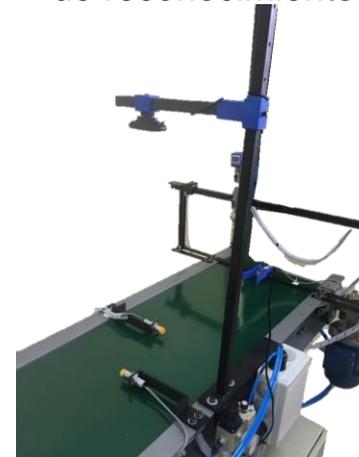
Montaje del subsistema de clasificación



Montaje de la banda y rodillos



Montaje del subsistema de reconocimiento





ECUADOR

# Resultados del funcionamiento

Objetivos

Antecedentes y Justificación

Metodología

Diseño y construcción

Pruebas y resultados

Conclusiones, recomendaciones y trabajos futuros



```
C:\Users\Legion\PycharmProjects\Programa_02_Agosto_Vision\PycharmProjects\Scripts\pyt
Sending plain-text password
CLIENTE CONECTADO AL SERVIDOR OPCUA

SESION INICIADA
PRESIONE c PARA CERRAR LA SESION
```

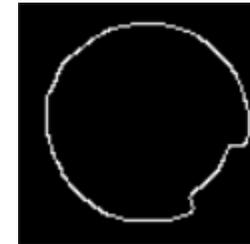
```
CARGANDO FUNCION DE CLASIFICACION POR DEFECTOS, ESPERE UN MOMENTO...

PROBETA NORMAL, EL VALOR ENVIADO AL PLC ES: True
CICLO FINALIZADO, EL VALOR ENVIADO AL PLC ES: False
CARGANDO FUNCION DE CLASIFICACION POR DEFECTOS, ESPERE UN MOMENTO...

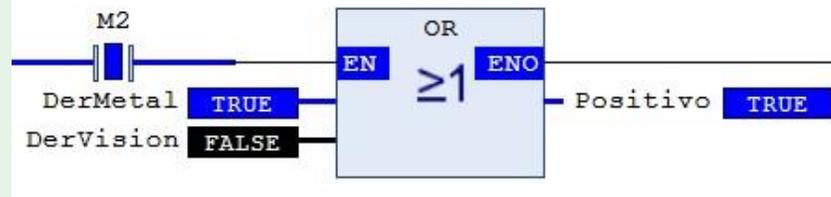
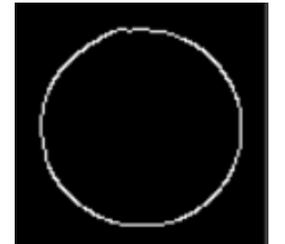
PROBETA DEFECTUOSA, EL VALOR ENVIADO AL PLC ES: False
```



Probeta con defecto



Probeta normal





# Pruebas de clasificación



Objetivos

Antecedentes y Justificación

Metodología

Diseño y construcción

Pruebas y resultados

Conclusiones, recomendaciones y trabajos futuros

	Prueba 1	Prueba 2	Prueba 3
Orden en el contenido	Secuencia		
1	1	3	7
2	2	1	4
3	3	2	3
4	4	4	1
5	5	5	2
6	6	7	5
7			8

	Orden		
Prueba 1 y 2	Clasificación según su naturaleza	Clasificación según su color	Clasificación según sus defectos
Prueba 3	Clasificación según sus defectos	Clasificación según su naturaleza	Clasificación según su color

## Prueba de independencia Chi cuadrado

H0: Los resultados obtenidos son independientes de la presión

H1: Los resultados obtenidos son dependientes de la presión

$$\alpha = 0.05$$

Presión inicial (Bar)	(<4)	(4.1-5)	(>5.1)	$\Sigma$	%
Dosif. Ok	55	14	6	75	68.1818182
Dosif. Falla	19	10	6	35	31.8181818
$\Sigma$	74	24	12	110	

$$p - valor = 0.12315713$$

Presión inicial (Bar)	(<4)	(4.1-5)	(>5.1)	$\Sigma$	%
Clasif. Ok	65	18	11	94	85.4545455
Clasif. Falla	9	6	1	16	14.5454545
$\Sigma$	74	24	12	110	

$$p - valor = 0.24400957$$



# Video del funcionamiento

Objetivos

Antecedentes y  
Justificación

Metodología

Diseño y  
construcción

Pruebas y  
resultados

Conclusiones,  
recomendaciones  
y trabajos futuros





Objetivos

Antecedentes y Justificación

Metodología

Diseño y construcción

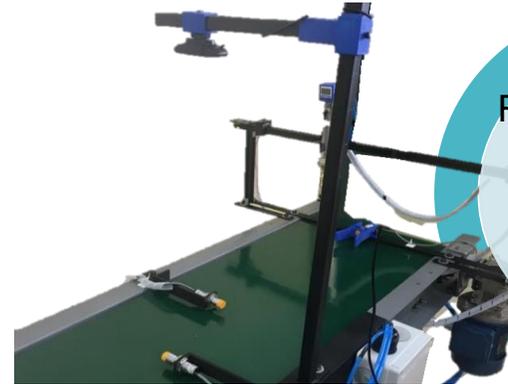
Pruebas y resultados

Conclusiones, recomendaciones y trabajos futuros

# Conclusiones



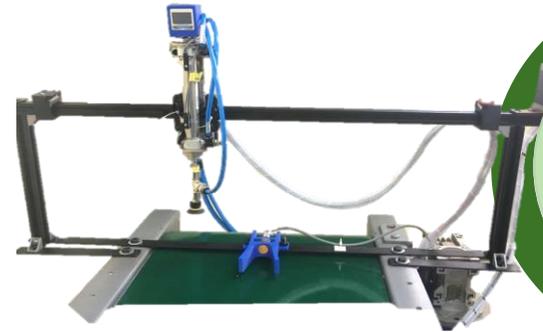
Módulo didáctico de un clasificador industrial



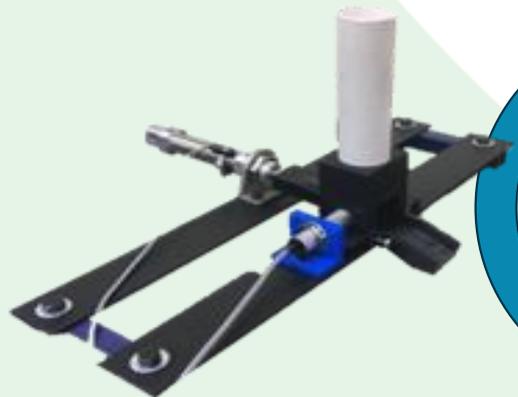
Reconocimiento del tipo de material y características visibles



Subsistema de transporte industrial



Automatización de la clasificación



Implementación de un subsistema de dosificación

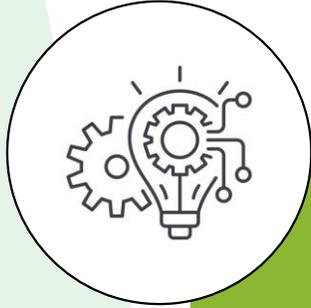


Evaluación del funcionamiento



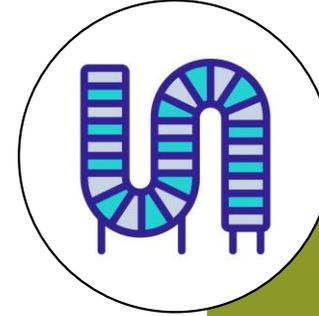
# Recomendaciones

Objetivos



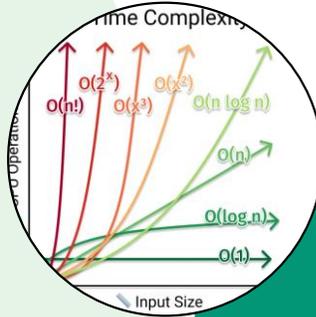
Equipo de laboratorio para apoyar la enseñanza

Antecedentes y Justificación



Crear módulos para conectar más bandas transportadoras

Metodología



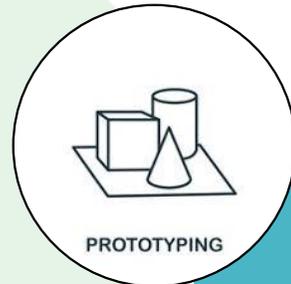
Optimizar el algoritmo de visión artificial

Diseño y construcción



Actualizar el módulo mediante el uso de IoT e implementación de robots

Pruebas y resultados



Implementar otros mecanismos de dosificación



Evaluar los resultados mediante variables cuantitativas

Conclusiones, recomendaciones y trabajos futuros



# Trabajos futuros

Objetivos

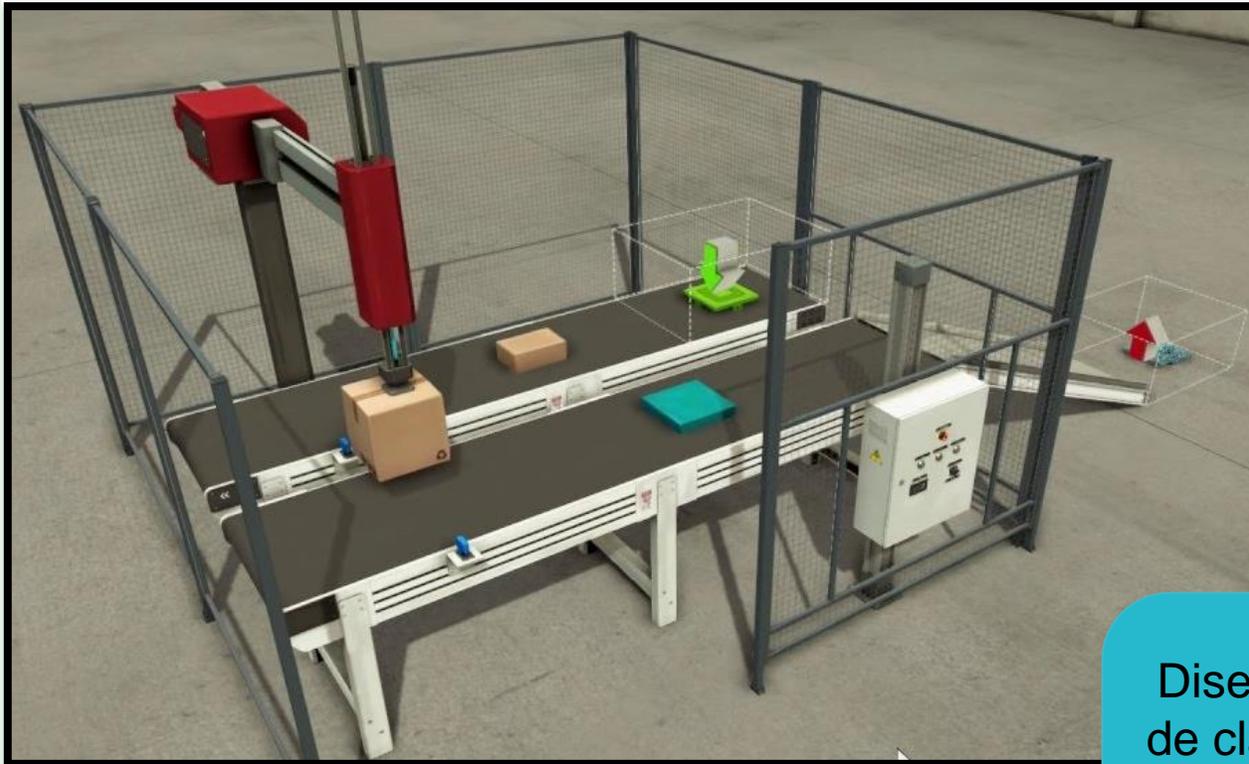
Antecedentes y  
Justificación

Metodología

Diseño y  
construcción

Pruebas y  
resultados

Conclusiones,  
recomendaciones  
y trabajos futuros



Diseñar e implementar un sistema de clasificación robusto que cuente que con más bandas transportadoras y etapas de empaquetamiento y paletizado



Objetivos

Antecedentes y  
Justificación

Metodología

Diseño y  
construcción

Pruebas y  
resultados

Conclusiones,  
recomendaciones  
y trabajos futuros

# Bibliografía

- [1] Fuentes Ocejo, A. B. (2017). Diseño y construcción de una banda transportadora, con brazo clasificador para la automatización del empaquetado de toallas sanitarias, para la empresa de construcción de maquinaria J.W. - CEMAIN. [Trabajo de titulación, Universidad de las Fuerzas Armadas - ESPE]. Repositorio institucional de la Universidad De las Fuerzas Armadas - ESPE. Obtenido de <http://repositorio.espe.edu.ec/xmlui/handle/21000/13628>
- [2] Mogro Borja, M. F. (2018). Diseño e implementación de una línea de clasificación asistida por un manipulador robótico MELFA RV-2SDB, mediante el uso de visión artificial para generación de trayectorias reconfigurables y la incorporación de un sistema de seguridad activa. [Tesis magistral, Universidad de las Fuerzas Armadas - ESPE]. Repositorio institucional de la Universidad de las Fuerzas Armadas - ESPE.
- [3] Pastor Peidro, D. (2019). Diseño y construcción de una cinta transportadora para el transporte de masa de pan. [Trabajo final de grado en Ingeniería Mecánica]. Universidad Politécnica de Valencia.
- [4] automatismos, D. d. (2019). Automatismos Industriales. Obtenido de <http://etitudela.com/fpm/gdsa/downloads/trdocumentaciondeuncircuito.pdf>
- [5] Commission Electrotechnique Internationale. (03 de 1998). Norma internacional IEC 60204-1. Cuarta edición. Madrid, España.
- [6] legrand Group. (2019). Construcción y certificación de conjuntos de conformidad con IEC 61439. Madrid.
- [7] Virtual, T. (2019). Control Eléctrico de Motores. Simbología y esquemas. Madrid.



Objetivos

Antecedentes y  
Justificación

Metodología

Diseño y  
construcción

Pruebas y  
resultados

Conclusiones,  
recomendaciones  
y trabajos futuros

# Gracias por su atención