

UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS - ESPE

INGENIERÍA ELECTROMEÁNICA

**TRABAJO DE TITULACIÓN PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE
INGENIERO ELECTROMECAÁNICO**

AUTORES:

GRANDA HEREDIA, CRISTIAN DAVID

MOREANO SINCHIGUANO, FAUSTO JAVIER

**TEMA: “DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UNA MÁQUINA
ETIQUETADORA AUTOMÁTICA DE EMPAQUES PROMOCIONAL PARA
LA LÍNEA DE PRODUCCIÓN ODIN 1(PLANTA FLUFF).”**

LATACUNGA, FEBRERO 2019



AGENDA

- PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA
- OBJETIVO GENERAL Y ESPECÍFICOS
- HIPÓTESIS
- ANTECEDENTES INVESTIGATIVOS
- ANÁLISIS DE RESULTADO DE LA INVESTIGACIÓN
- DISEÑO DE LA PROPUESTA
- SELECCIÓN DE SISTEMA ELÉCTRICO
- CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES



PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

- La empresa GRUPO FAMILIA (PLANTA FLUFF) no dispone de un sistema para realizar el empaquetado promocional, por lo que actualmente se lo realiza a mano, generando retrasos en la producción además de pérdida de tiempo e incremento en la mano de obra.
- El presente proyecto tiene como finalidad mejorar la producción con el fin de optimizar tiempo, mano de obra y recursos, para ello se realizará un proceso automatizado de etiquetado.

OBJETIVO GENERAL

- Diseño e implementación de una máquina etiquetadora automática de empaques promocional para la línea de producción Odín 1 (planta fluff).

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Diseñar el sistema eléctrico y mecánico de una máquina para el etiquetado de empaques.
- Construir el sistema eléctrico y mecánico que facilite el proceso de etiquetado de empaques en la Empresa Grupo Familia.

- Automatizar el sistema para el proceso de etiquetado de empaques, mediante la programación de un controlador lógico programable.
- Implementar un programa para controlar y establecer los rangos de operación en los procesos de etiquetado de empaques en la Empresa.

HIPÓTESIS

- Con el diseño e implementación del sistema automático de etiquetado de empaques en la Empresa Grupo Familia, se reduce de esta manera sistemáticamente el tiempo y los costos de maquilado.

Variables De La Investigación.

- **Variable independiente:** Diseño mecánico, construcción y automatización del sistema móvil para el etiquetado de empaques.
- **Variable dependiente:** Controlar la velocidad de la banda al transportar los empaques y la adhesión de los adhesivos promocionales al mismo, obteniendo disminuir tiempos y costos.

ANTECEDENTES

- En la actualidad las Empresas se enfrentan a un mundo globalizado, donde compiten por mantenerse dentro del mercado cada vez más exigente.
- Estos nuevos retos se traducen en la necesidad de incrementar la producción, mejorar la calidad de los productos, disminuir costos de producción, controlar los inventarios de materia prima, optimizar el recurso humano,

ANÁLISIS DE RESULTADO DE LA INVESTIGACIÓN

- Se presenta los resultados que se obtuvieron luego de la investigación, permitiendo ser analizados y posteriormente utilizados para el desarrollo del proyecto, como es la selección de componentes para el desplazamiento de la banda transportadora, el uso de diferentes tipos de sensores y el sistema de etiquetado de los adhesivos en los diferentes empaques utilizando un entorno de programación.

Datos etiquetado manual

En la empresa Grupo Familia no se dispone de un sistema de etiquetado automático, esto se lo realiza forma manual.

Cantidad	Detalle	1 Operario	2 Operarios
8	Etiquetado	1 minutos	30 seg.
480	Etiquetado	60 minutos	30 minutos
1500	Etiquetado	187.5 minutos	93.75 minutos



Diseño de la Propuesta

- En la etapa inicial del diseño se partió de un modelo 3D preliminar de la máquina etiquetadora.
- Este diseño fue modificando y optimizando durante el proceso de ensamble, con el propósito de alcanzar un estándar de seguridad que garantice que todos los elementos funcionen de forma confiable y resistan los esfuerzos que se crean bajo condiciones de operación.

Parámetros De Diseño

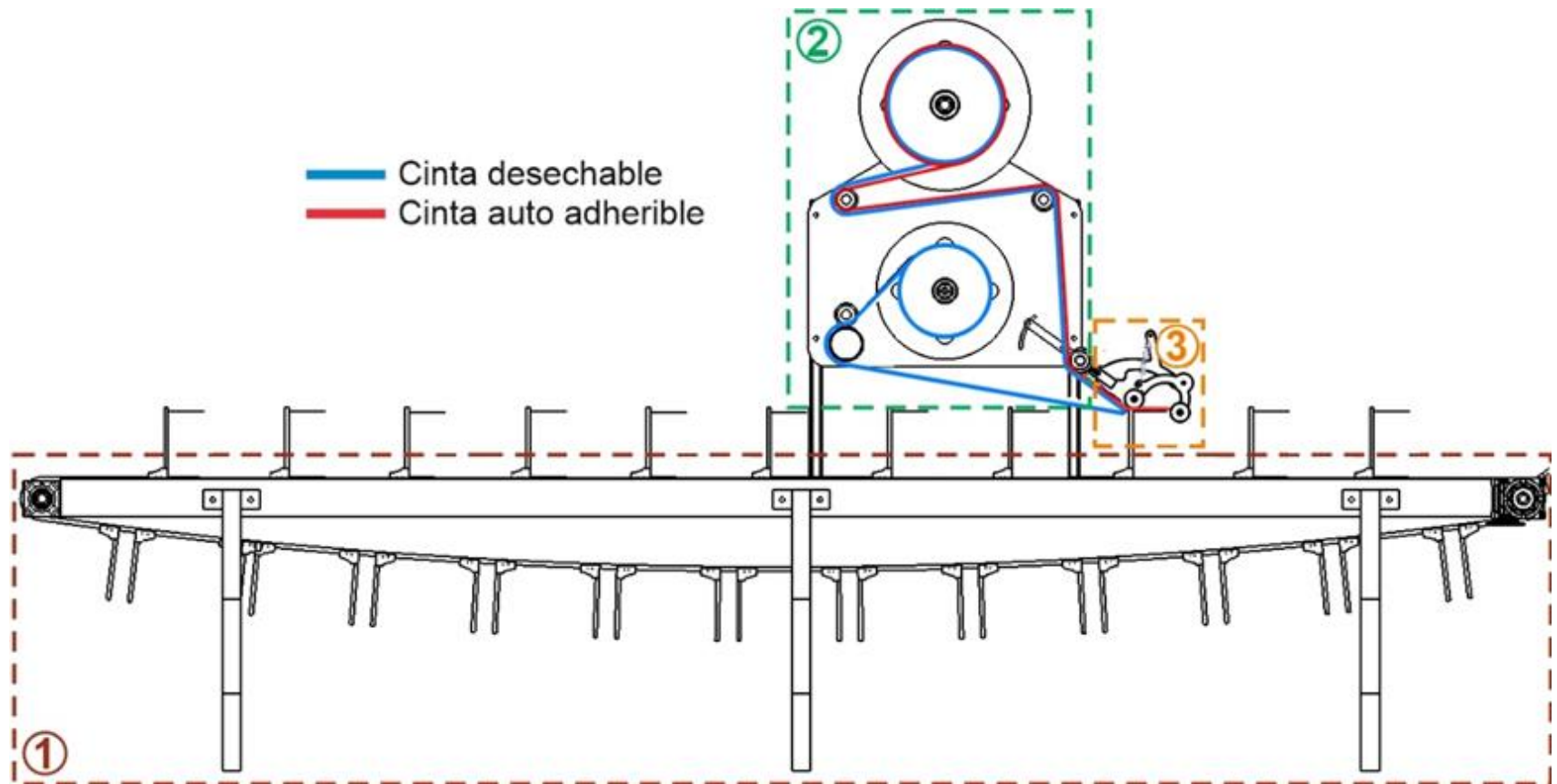
- Tipo de máquina etiquetadora:
Etiquetadora de rollo con banda transportadora
- Velocidad máxima de etiquetado:
3000 paquetes por hora
- Capacidad de transporte:
15 paquetes de toallas sanitarias simultáneamente
Espaciamiento de 150 mm entre cada paquete
- Características de los paquetes a transportar:
Forma: paralelepípedo rectangular
- Material exterior: duralón



- Peso máximo: 3,0 N (300 gr) cada paquete
- Capacidad del sistema de alimentación de etiquetas adhesiva:
 - Rollo de etiquetas de 600 mm diámetro por 50 mm de ancho
- Peso máximo del rollo de etiquetas 200 N



Diseño Conceptual De La Máquina Etiquetadora

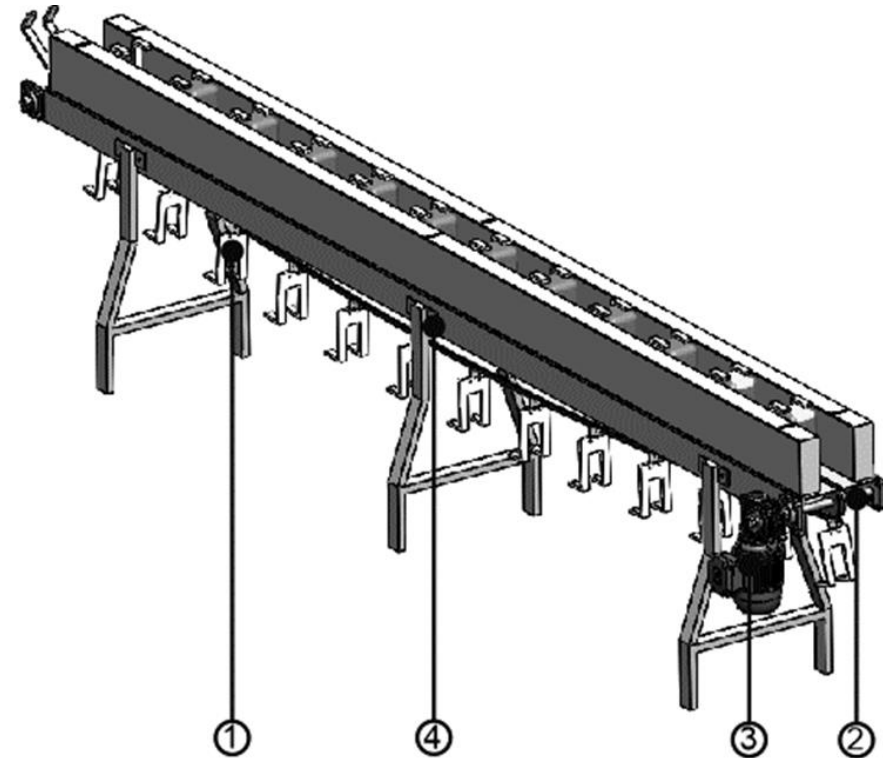


- 1. Sistema de banda transportadora***
- 2. Sistema para la alimentación de las etiquetas***
- 3. Sistema para pegado de las etiquetas***



Diseño Del Sistema De Banda Transportadora

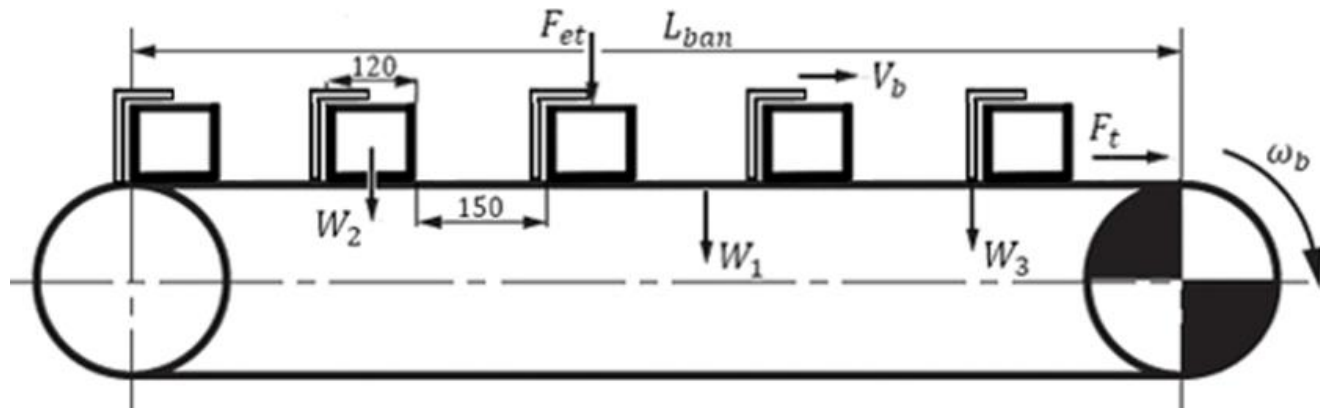
1. Banda transportadora
2. Sistema de transmisión de potencia
3. Moto-reductor para accionamiento de la banda transportadora
4. Estructura soporte de la banda transportadora



$$L_{ban} = 15 \cdot L_{et} + 14 \cdot L_{esp}$$

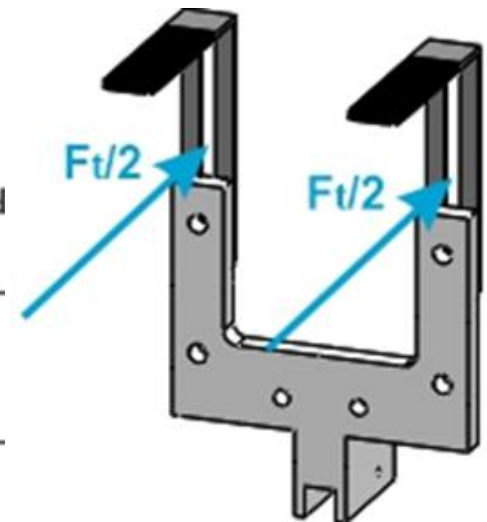
$$L_{ban} = 15 \cdot 120 \text{ mm} + 14 \cdot 150 \text{ mm}$$

$$L_{ban} = 3900 \text{ mm} = 153,5 \text{ plg}$$



Diseño De Las Placas Verticales Con Acople De Tensión

	Material, Color	Features
Solidur (P plastic rail)	<ul style="list-style-type: none"> • UHMW-PE • White or green 	<ul style="list-style-type: none"> • Most commonly used rail • Machined or extruded • Recommended for plastic chains used under wet conditions • Low water absorption; chemical and impact resistance are also excellent
PMW plastic rail	<ul style="list-style-type: none"> • Low friction, wear resistant UHMW-PE • White 	<ul style="list-style-type: none"> • Lower friction and more wear resistant than P plastic rail • Machined
M plastic rail, SJ-CNO	<ul style="list-style-type: none"> • Special polyamide • Blue (M plastic rail), gray (SJ-NCO) 	<ul style="list-style-type: none"> • Specifically designed for dry use • Wear resistant • Machined



- $F_t = 2,1 \cdot W_1 + W_2 + W_3 + F_{et}$
- $F_t = 2,1 \cdot 68,68 \text{ N} + 45,0 \text{ N} + 230,0 \text{ N} + 60 \text{ N}$
- $F_t = 479,23 \text{ N} = 107,75 \text{ lbs}$

$$W_1 = L_{cad} * w_1$$

$$W_1 = 27,1 \text{ pie} * 0,57 \frac{\text{lbs}}{\text{pie}}$$

$$W_1 = 15,45 \text{ lb} = 68,68 \text{ N}$$

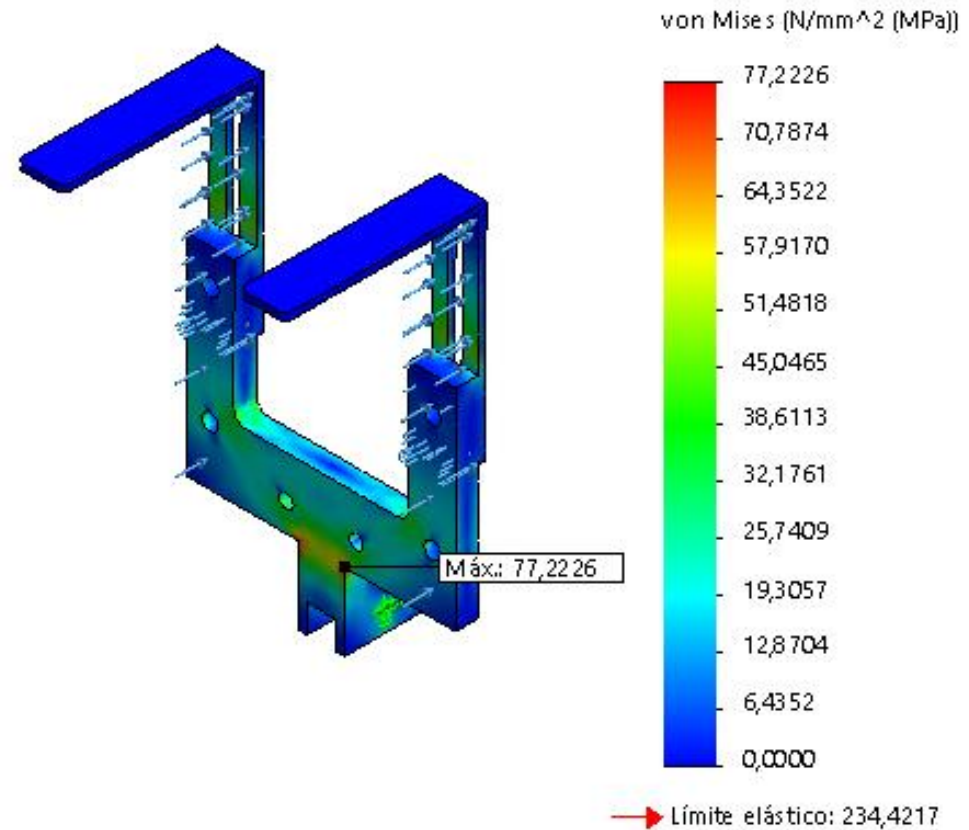
$$W_2 = 15 * 3,0 \text{ N}$$

$$W_2 = 45,0 \text{ N}$$

$$W_3 = \#_{pla} * w_3$$

$$W_3 = 31 * 7,4 \text{ N}$$

$$W_3 = 229,4 \text{ N} \approx 230,0 \text{ N}$$



Selección Del Sistema De Transmisión De Potencia

- $P_{req} = \frac{F_t * V_b}{\eta_m}$
- $P_{req} = \frac{479,23 \text{ N} * 0,225 \text{ m/s}}{0,70}$
- $P_{req} = 154,04 \text{ W} = 0,154 \text{ kW} = 0,207 \text{ hp}$



$$P_{dis} = Fact \text{ Serv} * P_{req}$$

$$P_{dis} = 1,3 * 0,207 \text{ hp}$$

$$P_{dis} = 0,269 \text{ hp}$$



Diseño De La Estructura Soporte De La Banda Transportadora

$$W_t = W_1 + W_2 + W_3$$

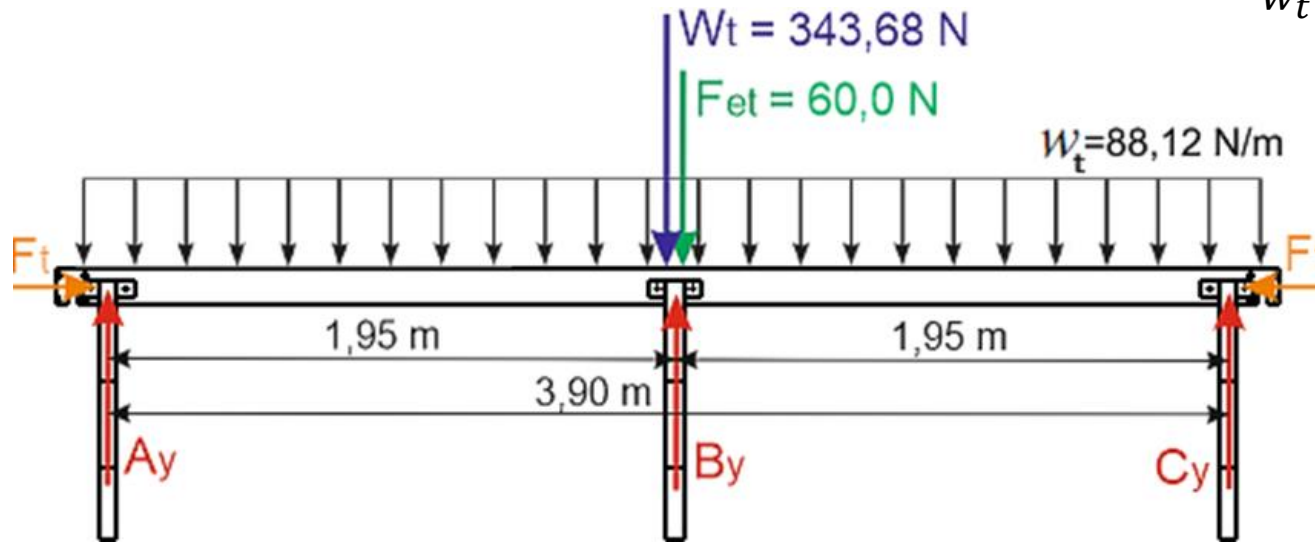
$$W_t = 68,68 \text{ N} + 45,0 \text{ N} + 230,0 \text{ N}$$

$$W_t = 343,68 \text{ N}$$

$$w_t = \frac{W_t}{L}$$

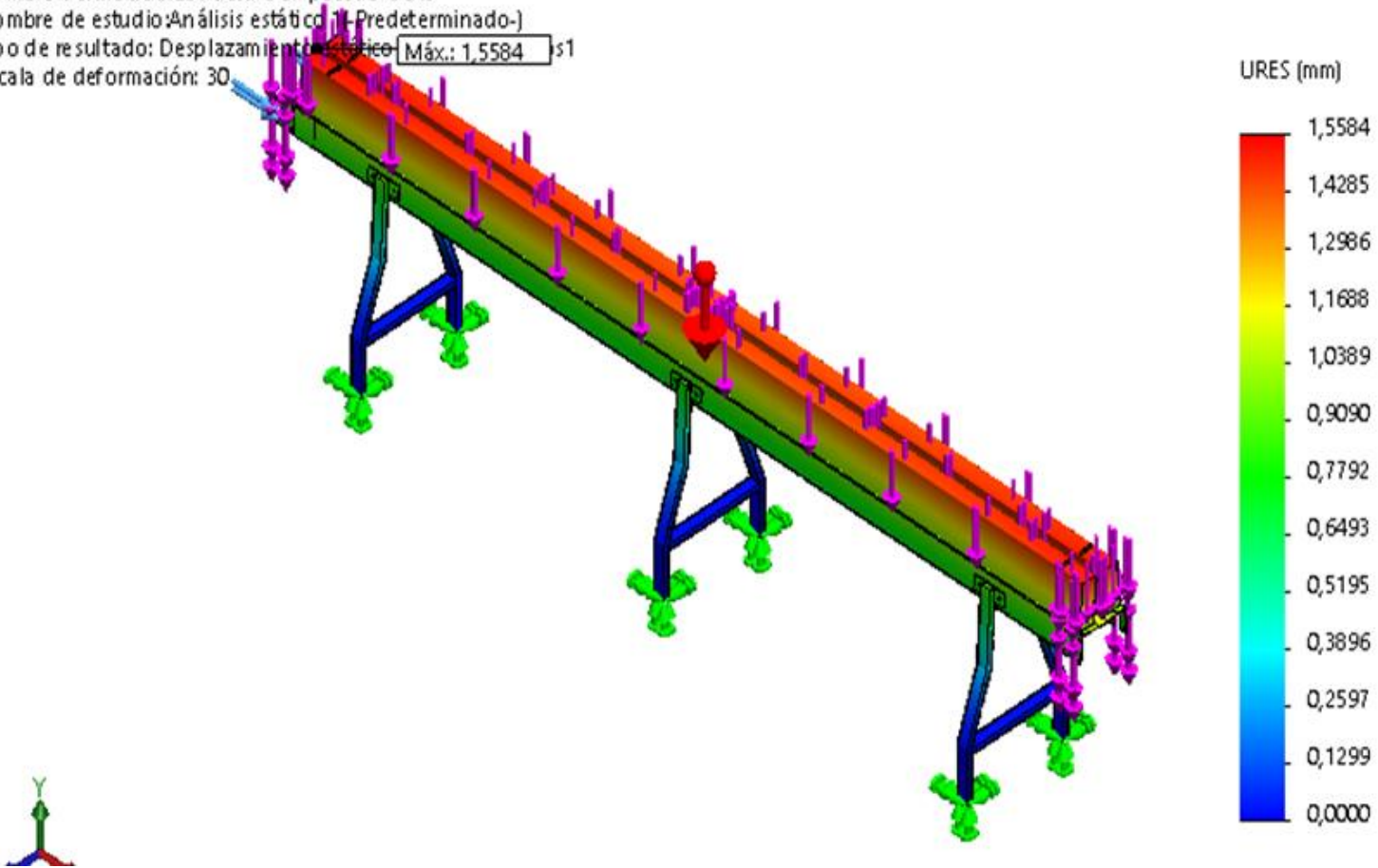
$$w_t = \frac{343,68 \text{ N}}{3,9 \text{ m}}$$

$$w_t = 88,12 \text{ N/m}$$



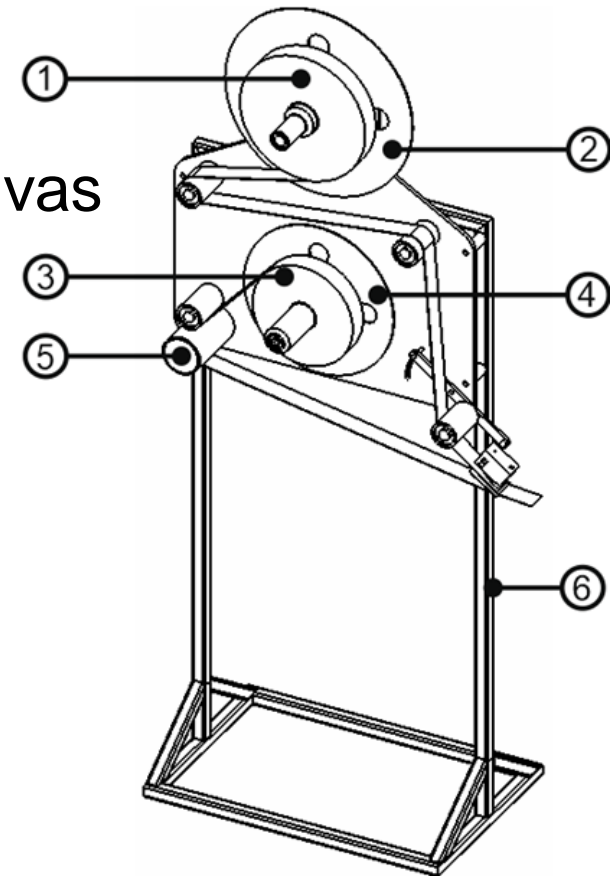
ESCALA DE DEFORMACIÓN

Nombre del modelo: Estructura empacadora DIS
Nombre de estudio: Análisis estático (Predeterminado)
Tipo de resultado: Desplazamiento (Eje: Máx.: 1,5584) s1
Escala de deformación: 30



Diseño Del Sistema Para La Alimentación De Etiquetas

1. Rollo de etiquetas auto adhesivas
2. Soporte del rollo de etiquetas auto adhesivas
3. Rollo de papel de desperdicio
4. Soporte del rollo de papel de desperdicio
5. Sistema de rodillos de dosificación
6. Estructura soporte del alimentador de etiquetas

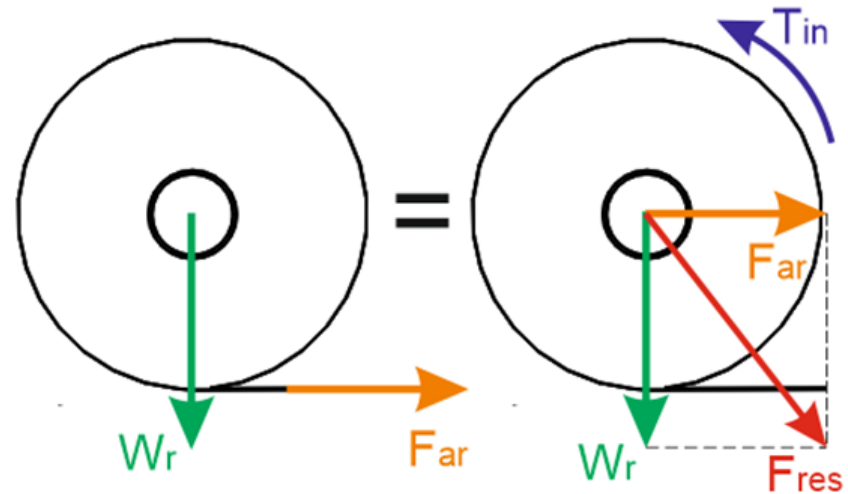


Fuerzas generadas por el rollo de etiquetas

$$F_{ar} = \frac{T_{in}}{r_{et}}$$

$$F_{ar} = \frac{26,3 \text{ Nm}}{0,30 \text{ m}}$$

$$F_{ar} = 87,66 \text{ N}$$



Medido desde el sistema de coordenadas de salida.

lxx = 0.47177
lyx = 0.00000
lzx = 0.00000

lxy = 0.00000
lyy = 0.47177
lzy = 0.00000

lxz = 0.00000
lyz = 0.00000
lzz = 0.93500

Ayuda

Imprimir...

Copiar al portapapeles

$$T_{in} = I_{zz} \cdot \alpha_a$$

$$T_{in} = 0,935 \text{ kg} \cdot \text{m}^2 * 28,125 \frac{\text{rad}}{\text{s}^2}$$

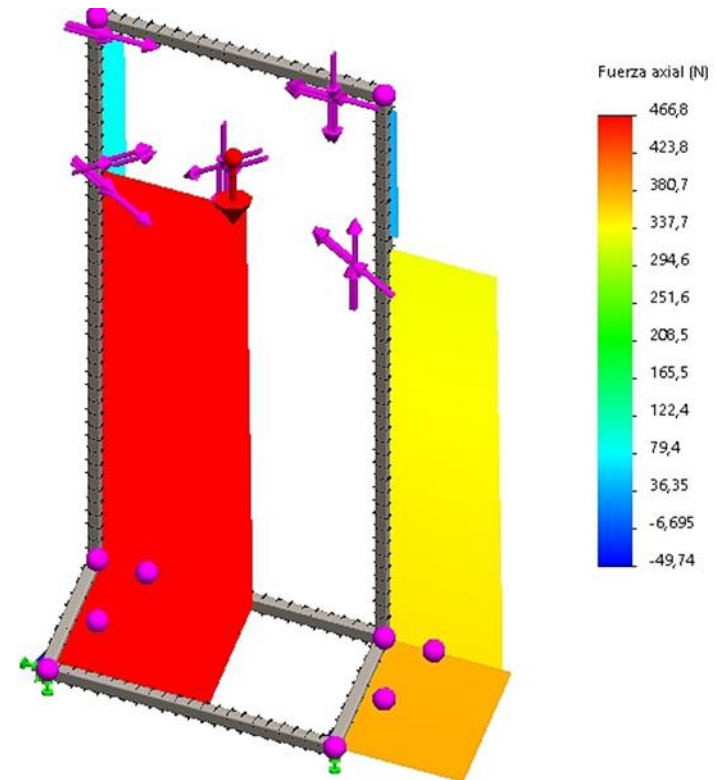
$$T_{in} = 26,3 \text{ Nm}$$



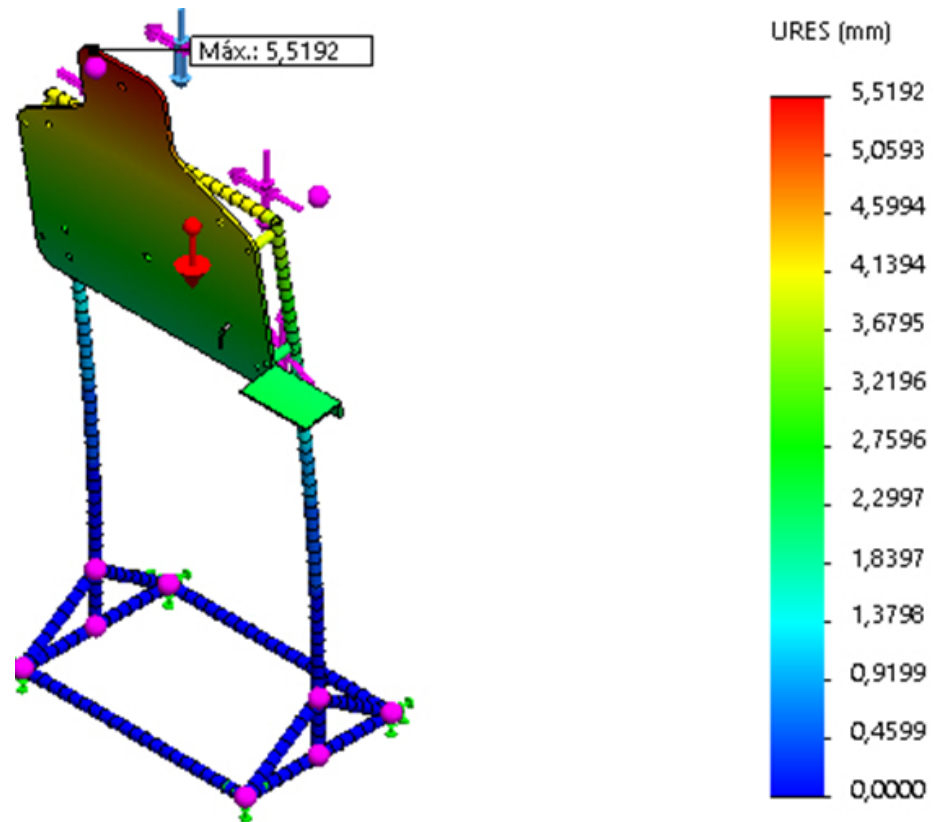
ESPE
UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

Diseño De La Estructura Soporte Del Alimentador De Etiquetas

Debido a que la estructura soporte del sistema de alimentación de etiquetas tienen componentes en las tres dimensiones, los diagramas de fuerzas y momentos se obtienen mediante software

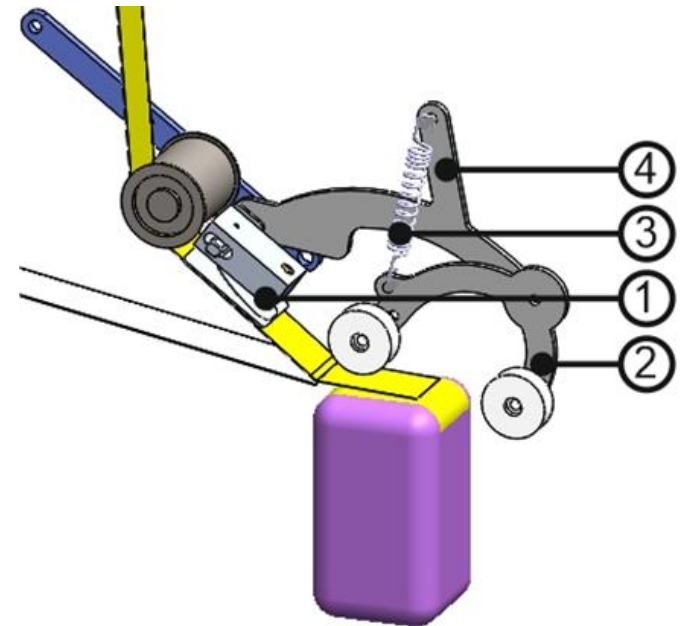


- Deformación que soporta la estructura de etiquetas



Diseño Del Sistema Para Pegado De Las Etiquetas

1. Mecanismo para desprendimiento de las etiquetas.
2. Brazo para pegado de las etiquetas.
3. Resorte helicoidal para retorno del brazo de etiquetado.
4. Brazo soporte del mecanismo de pegado de etiquetas.



$$F_{ar_x} = F_{ar} \cdot \cos 30^\circ$$

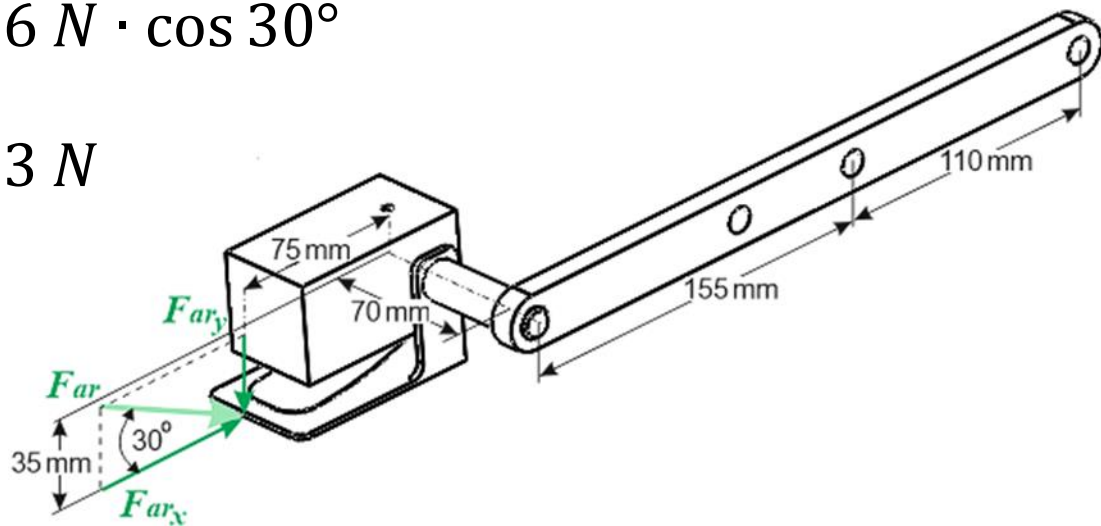
$$F_{ar_x} = 87,66 \text{ N} \cdot \cos 30^\circ$$

$$F_{ar_x} = 75,92 \text{ N}$$

$$F_{ar_y} = F_{ar} \cdot \sin 30^\circ$$

$$F_{ar_y} = 87,66 \text{ N} \cdot \sin 30^\circ$$

$$F_{ar_y} = 43,83 \text{ N}$$



$$T_x = F_{ar_y} \cdot 0,070 \text{ m}$$

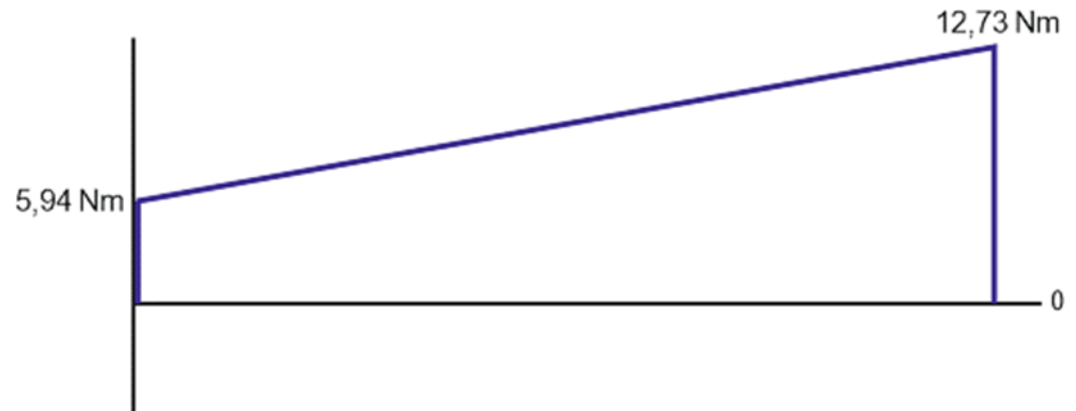
$$T_x = 3,07 \text{ Nm}$$

$$M_y = F_{ar_x} \cdot 0,070 \text{ m}$$

$$M_y = 5,31 \text{ Nm}$$

$$M_z = F_{ar_y} \cdot 0,075 \text{ m} + F_{ar_x} \cdot 0,035 \text{ m}$$

$$M_z = 5,94 \text{ Nm}$$



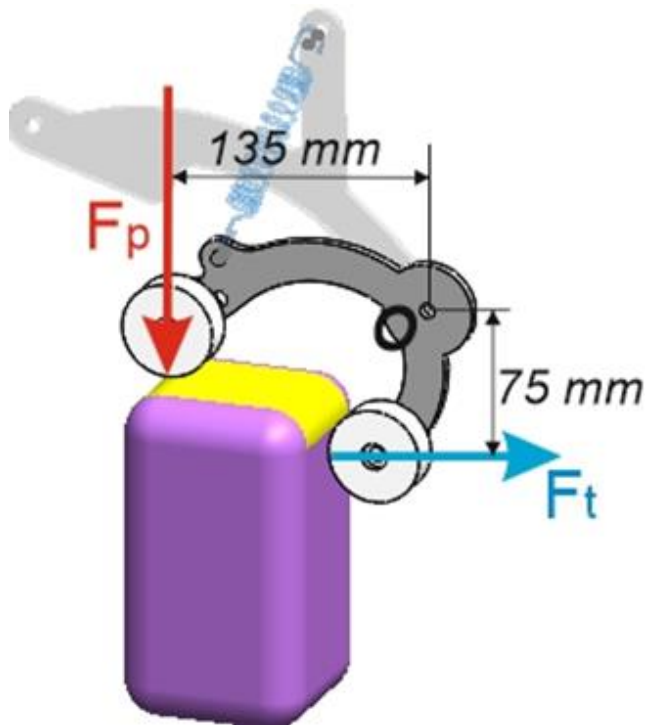
$$M_{z_0} = M_z + F_{ar_y} \cdot 0,155 \text{ m}$$

$$M_{z_0} = 5,94 \text{ Nm} + 43,83 \text{ N} \cdot 0,155 \text{ m}$$

$$M_{z_0} = 12,73 \text{ Nm}$$



Diseño Del Brazo Para Pegado De Las Etiquetas



$$\sum M_O = 0$$

$$F_p \cdot 0,135 \text{ m} - F_t \cdot 0,75 \text{ m} = 0$$

$$F_p = 107,75 \text{ lbs} \cdot \frac{0,75 \text{ m}}{0,135 \text{ m}}$$

$$F_p = 59,86 \text{ lbs}$$



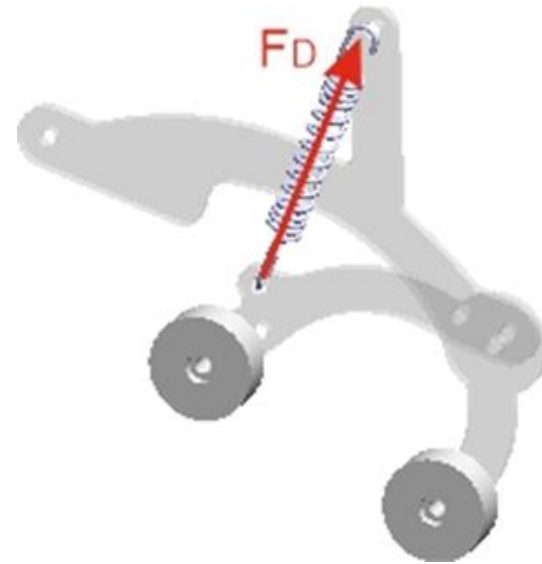
Diseño Del Resorte Del Sistema De Pegado De Etiquetas

$$F_D = f_c * Wb$$

$$F_D = 2,0 \cdot 4,2 \text{ N}$$

$$F_D = 8,4 \text{ N} = 1,90 \text{ lbf}$$

alambre de acero ASTM A227



SELECCIÓN DEL SISTEMA ELÉCTRICO

➤ Para el sistema de Control y Potencia se utiliza Cable Flexible # 14 y 12 AWG tanto para la conexión de los componentes de protección y fuerza.

1. Conductor		Número de Conductores	Diámetro del Núcleo	Diámetro Exterior	Peso Total Aproximado	Resistencia DC a 20°C	Capacidad de Corriente (A)	
Calibre	Diámetro						(')	('')
AWG	mm	No	mm	mm	kg/km	Ohm/Km	(')	('')
18		2	2,34	6,66	62	21,42	10	7
		3	2,52	7,05	74			
		4	2,82	7,71	90			
16		2	2,96	7,28	79	13,45	13	10
		3	3,19	7,72	96			
		4	3,57	8,46	117			
14		2	3,78	8,10	105	8,44	25	20
		3	4,07	8,60	130			
		4	4,56	9,45	160			
12		2	4,76	9,08	142	5,31	30	24
		3	5,13	9,66	178			
		4	5,75	11,41	241			
10		2	5,98	10,30	197	3,34	40	32
		3	6,44	11,75	271			
		4	7,22	12,88	336			
8		2	7,50	14,90	372	2,10	55	44
		3	8,08	15,81	462			
		4	9,05	18,35	612			
6		2	9,50	18,44	576	1,32	75	60
		3	10,24	19,55	717			
		4	11,47	21,39	886			



$$I = I_{\text{motor banda}} + I_{\text{motor debobinador}} + I_{\text{otras cargas}}$$

$$I = 1,90 + 1,60 + 2,5$$

$$I = 6A$$

Velocidad 1800 rpm, 4 polos, 60 Hz							
Código	Tipo	Frame IEC Tamaño	Potencia		F.S.	In	
			HP	kW		220V A	440V A
25000001108	1LA7 070-4YC60	71M	0,4	0,30	1,05	1,60	0,80
25000001109	1LA7 070-4YA60	71M	0,5	0,37	1,15	1,90	0,95
25000001110	1LA7 071-4YA60	71M	0,6	0,45	1,05	2,20	1,10
25000001111	1LA7 073-4YA60	71M	0,75	0,56	1,15	2,90	1,45
25000001113	1LA7 080-4YA60	80M	1	0,75	1,15	3,50	1,75
25000001114	1LA7 081-4YA60	80M	1,2	0,90	1,05	4,00	2,00



- Por lo tanto se utiliza un Breaker termo magnético de 6Amp marca ABB



Type		
	BKN	BKN-c
Protección	Sobrecarga y cortocircuito	
Corriente nominal	1, 2, 3, 4, 6, 10, 16, 20, 25, 32, 40, 50, 63A	
Características	Curva B, C, D	
Número de polos	1p, 1p+N, 2p, 3p, 3p+N, 4p	
Poder de corte	1 polo	2~4 polo
	1A	
	2A	
	3A	
	4A	
	6A	
10A		



SELECCIÓN DE SENSORES

Sensores de presencia



Sensores fotoeléctrico



CONCLUSIONES

- Se diseñó el sistema mecánico y eléctrico con las facilidades de los diferentes programas asistidos por computador e ingeniería que portan las librerías para el desarrollo adecuado.
- Se construyó tanto el sistema mecánico como eléctrico con las debidas normas y parámetros establecidos de cada componente seleccionado.

- Se automatizó el proceso de etiquetado con todos los parámetros que requiere el programa para realizar debidamente el proceso mediante un controlador lógico programable.
- La construcción de la máquina de etiquetado ha mejorado el proceso, ya que se tiene mayor eficiencia al realizar este procedimiento.
- Con la elaboración de la máquina etiquetadora se logró reducir los tiempos de etiquetado además de los costos de operación.

RECOMENDACIONES

- Se recomienda la correcta colocación de los paquetes y toallas promocionales para no generar inconvenientes al pasar por el sistema de etiquetado.
- Se debe tomar en cuenta el sentido de giro de la banda para evitar atranques en la transmisión de la banda.
- Recomendamos mantener los elementos rodantes lubricados para evitar su deterioro, mantener una rutina de verificación y de lubricación trimestral.

- Mantener un Stock de repuesto de las paletas de duralón, en caso de deteriorarse por atranques o desgaste.
- Se recomienda tener en cuenta la referencia a realizar, ya que de esto dependerá el número de etiquetas por rollo además de las medidas de la misma.



ESPE
UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA



GRACIAS POR SU ATENCIÓN



ESPE
UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA