

DISEÑO, CONSTRUCCIÓN E IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA AUTOMÁTICO DE RECOLECCIÓN Y TRANSPORTE DE ENVASES PLÁSTICOS DE POLIETILENO FABRICADOS EN LA EMPRESA “INPLÁSTICO NARANJO HERNÁNDEZ”

Guishcasho Tercero Wilson Roberto
Pilamonta Panchi Edison Javier

Departamento de Eléctrica y Electrónica de la Universidad de las Fuerzas Armadas – ESPE Extensión Latacunga

Resumen.

El objetivo de la tesis va encaminado al diseño e implementación de un sistema automático de recolección y transporte de envases plásticos para la máquina sopladora marca Jonh Huah. El producto saliente de cuatro envases por lado es recolectado y enviados por el sistema de transporte a la máquina de fajillado, el método de regulación es automático controlado por un PLC, la operación se realiza por un panel de visualización LOGO TD donde se regula la velocidad del transportador y se visualiza los números de envases que son transportados.

I. INTRODUCCIÓN

La máquina sopladora marca Jonh Huah al extruir el producto se integra en un sitio desfavorable y la recolección se realiza con varios operarios para luego transportarlos perdiendo de esta manera tiempo y producción. Razón por la cual se opta a realizar el diseño automático de recolección y transporte (Figura 1) para reducir los tiempos del proceso

El presente documento detalla la investigación, diseño e implementación del sistema mencionado anteriormente sumando la parte mecánica y eléctrica en forma conjunta para el buen funcionamiento.

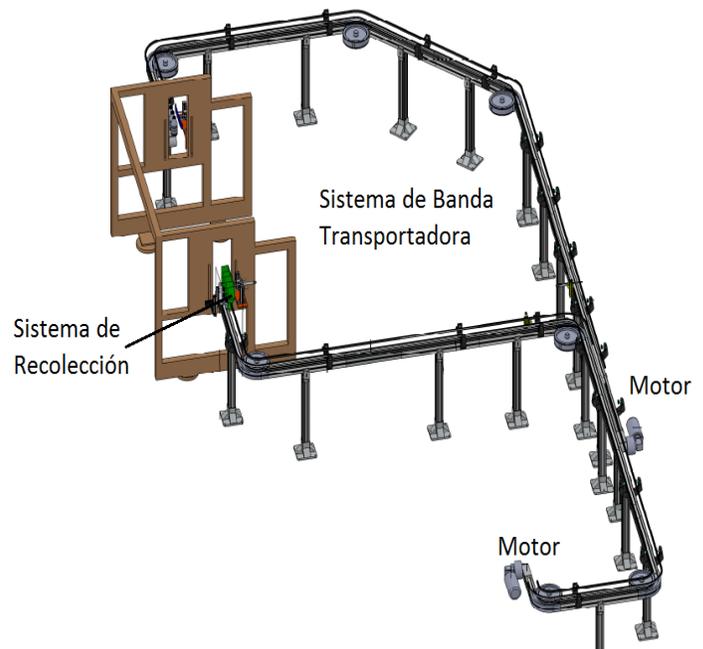


Figura 1: Sistema automático de recolección y transporte de envases plásticos

II. DISEÑO

Con el propósito de elevar sus niveles de producción, tomando en cuenta capacidades de producción de 600 env/h y especificaciones que tiene la máquina sopladora se diseña el sistema automático de recolección y transporte de envases plásticos de polietileno.

A. Sistema de recolección (Figura 2)

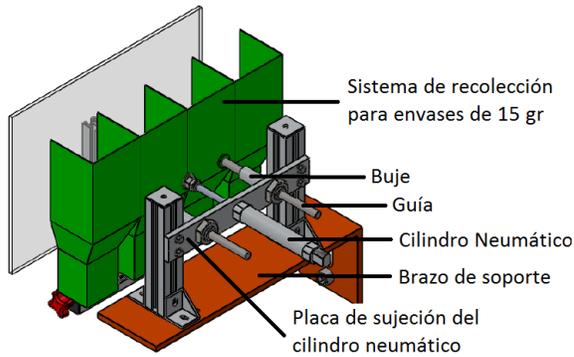


Figura 2: Sistema de Recolección

A.1. Brazo de soporte

El componente soporta el peso de todo el sistema de recolección de envases. Se diseña con un material de acero ASTM-A36.

Considerando el momento máximo y el esfuerzo máximo se calcula el factor de diseño (N), en base a la resistencia de fluencia (S_y) del material. (Tabla 1) [1]

$M_{\text{máx}} = \frac{W_{\text{sc}} * L}{2}$	$\sigma = \frac{6 * M_{\text{máx}}}{bt^2}$
$M_{\text{máx}} = 19.3 \text{ N} * \text{m}$	$\sigma = 40.9 \text{ MPa}$
$S_y = 250 \text{ MPa}$	
$N = \frac{S_y}{\sigma} = 6.84 \text{ MPa}$	

Tabla 1: Parámetros del diseño del brazo

El factor de diseño $N = 6.84$, asegura que el brazo soporta el peso del sistema de recolección.

A.2. Sistema de recolección para envases de 15 gr

El sistema tiene como objetivo recolectar envases de 15 gr y estabilizar en la banda para el transporte, con el software SolidWorks se calcula los esfuerzos.

El esfuerzo máximo es de 22.952 MPa. (Figura 3)

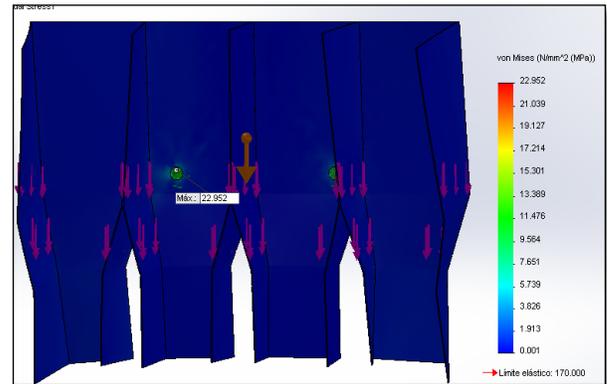


Figura 3: Tensión de von mises

En la figura 4 en base a los datos establecidos se tiene un factor de diseño mínimo de 6.8.

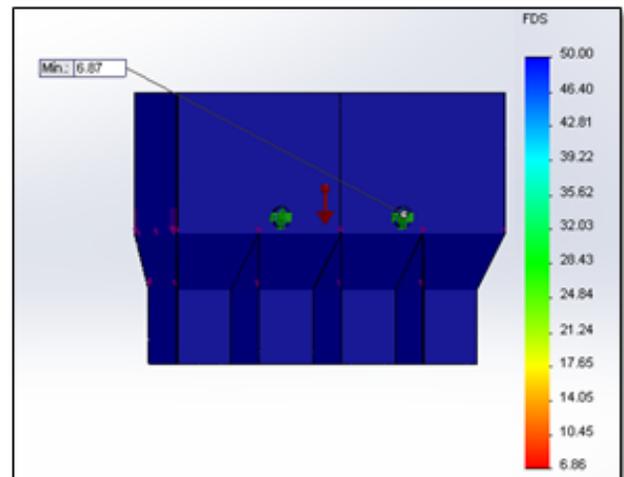


Figura 4: Factor de diseño

A.3. Placa para alineación de envases (37 gr)

La placa tiene como objetivo alinear los cuatro envases hacia la banda transportadora. Se diseña con un material de aluminio. (Figura 5)

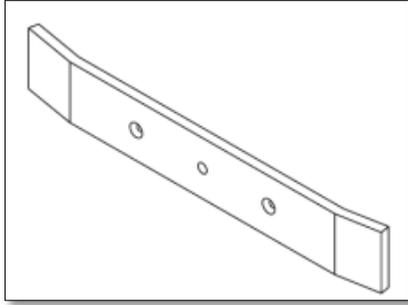


Figura 5: Placa para alineación de envases

Tomando en cuenta el momento máximo, la fuerza del cilindro neumático y el esfuerzo máximo se calcula el factor de diseño: (Tabla 2)

$M_{\text{máx}} = 6.15 \text{ N} \cdot \text{m}$	$\sigma = 7.38 \text{ MPa}$
$F_{\text{Cilindro}} = 164 \text{ N}$	$S_y = 28 \text{ MPa}$
$N = 4 \text{ MPa}$	

Tabla 2: Parámetros del diseño de la placa para alineación

El factor de diseño $N = 4 \text{ MPa}$ asegura que la placa para alineación de envases se encuentra dentro de los parámetros de diseño.

A.4. Cilindro neumático

Para el desplazamiento del sistema recolección y alineación se selecciona cilindros neumáticos de 20 mm de diámetro ISO 6432 con un empuje de 164 N y tracción de 137 N, para el cálculo se considera la fuerza de empuje de los envases (F_p), la presión mínima de la red neumática (P_{min}) y 100 mm de carrera, lo cual se tiene: [2]

$$D_1 = \sqrt[2]{\frac{40 \cdot F_p}{\pi \cdot P_{\text{min}}}}$$

$$D_1 = 20 \text{ mm}$$

A.5. Placa de sujeción del cilindro neumático (Figura 6)

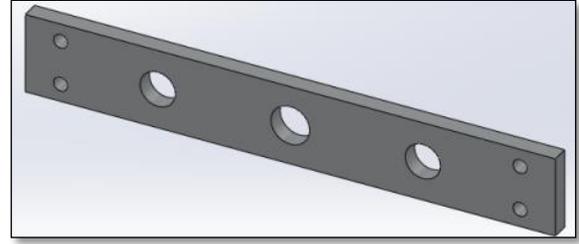


Figura 6: Placa de sujeción del cilindro neumático

Este componente tiene el propósito de fijar al cilindro. Para el cálculo del factor de diseño se toma en cuenta el momento máximo, la fuerza del cilindro neumático, esfuerzo máximo y la resistencia de fluencia del aluminio. (Tabla 3)

$M_{\text{máx}} = 6.8 \text{ N} \cdot \text{m}$	$\sigma = 9.1 \text{ MPa}$
$F_{\text{Cilindro}} = 164 \text{ N}$	$S_y = 28 \text{ MPa}$
$N = 3.05 \text{ MPa}$	

Tabla 3: Parámetros del diseño de la placa de sujeción del cilindro

En función de las cargas actuantes en la placa de sujeción el factor de diseño resultante es de 3.05.

A.6. Guías

Este elemento desliza axialmente al sistema de recolección y alineación. (Figura 7)

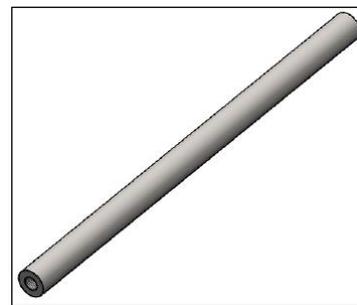


Figura 7: Guía de deslizamiento

Para el cálculo del diámetro y el factor de diseño se toma en cuenta el momento máximo, esfuerzo máximo y la resistencia de fluencia del acero inoxidable. (Tabla 4)

$D = \sqrt[3]{\frac{M_{\text{máx}} * 32}{\pi * \sigma}} \quad [3]$ $D = 12 \text{ mm}$	$M_{\text{máx}} = 1.3 \text{ N} * \text{m}$ $\sigma = 64.6 \text{ MPa}$ $S_y = 207 \text{ MPa}$
$N = 3.2 \text{ MPa}$	

Tabla 4: Parámetros del diseño de la guía

El diámetro de la guía es de 12 mm y un factor de diseño $N = 3.2$ que asegura que la guía va soportar cargas tanto radial y axial.

A.7. Buje

El buje con rosca métrica M16 se utiliza para desplazar las guías en forma lineal del sistema de alineación y recolección. (Figura 8)

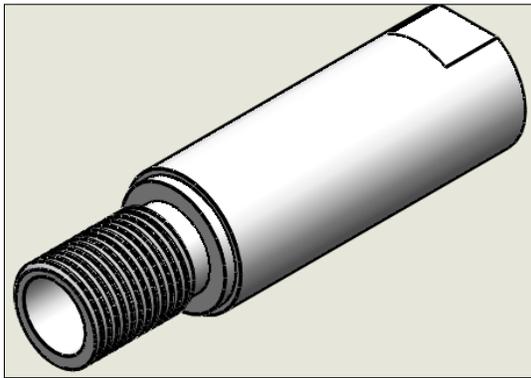


Figura 8: Buje

Para el cálculo de los diámetros del eje hueco se toma en cuenta el peso de la guía y el sistema de recolección.

El factor de diseño se calcula con el momento máximo, esfuerzo normal, esfuerzo por flexión y la resistencia de fluencia del aluminio. (Tabla 5)

$D = \sqrt{\frac{4 * F}{\pi * \sigma} + d^2} \quad [4]$ $D = 19 \text{ mm}$ $S = \frac{\pi * (D^4 - d^4)}{32 * D}$	$M_{\text{máx}} = 0.5 \text{ N} * \text{m}$ $\sigma_{\text{Normal}} = 0.9 \text{ MPa}$ $\sigma_{\text{Flex}} = 0.9 \text{ MPa}$ $S_y = 28 \text{ MPa}$
$N = 14 \text{ MPa}$	

Tabla 5: Parámetros del diseño del buje

El diámetro exterior del buje es de 19 mm y un factor de diseño $N = 14$. Este valor está dentro de los rangos permitidos para el diseño.

B. Sistema de banda transportadora

El envío de envases se lo realiza por medio de una banda transportadora se considera las medidas que se va necesitar desde la máquina sopladora industrial marca Jonh Huah hacia la máquina fajilladora.

Longitud total de la banda 25.49 metros

Peso de los envases	
# Env = 12.5 env/m	WEA = 462.5 gr/m
Peso total de la cadena ($W_{TC} = 2280 \text{ gr/m}$)	
Tensión de la cadena ($T = 993.53 \text{ N}$)	
Tensión máxima admisible ($T_{Máx} = 1192.2 \text{ N}$)	

Tabla 6: Parámetros del diseño banda transportadora

Se determina que la cadena que soporta una tensión $\geq 1192.23 \text{ N}$ es la cadena X85 Tipo H marca FlexLink (Tabla 7), que soporta una fuerza máxima de tracción de 1250 N.

	XS	XL	X85	XH	XK	X180/ X300
Número de dientes de la rueda motriz	16	C: 11 M: 11 H: 16	C: 9 M: 9 H: 12	12	11	12
Paso de la cadena (mm)	25,4	25,4	33,5	35,5	38,1	33,5
Fuerza máxima de tracción (N)						
Tipo CN_P		300	300			
Tipo MN_P		500	800			
Tipo H, H_P, HN_P Estándar		500	500	1.250	1.25	2.500 0 1.250

Tabla 7: Tipos de cadenas

De acuerdo a los cálculos se selecciona una banda transportadora marca FLEXLINK tipo X85 con sus respectivos accesorios.

B.1. Selección del motor

Considerando la fuerza necesaria para el desplazamiento de la banda que es de 1250 N, se calcula la potencia del motor.

$$P = F \times \vec{V} \quad [5]$$

$$P_{sal} = 208,33 \text{ W}$$

$$P_{ent} = \frac{P_{sal}}{\eta}$$

$$P_{ent} = 297.61 \text{ W}$$

$$P_{Motor} = \frac{P_{sal}}{\eta} = 396.81 \text{ W} \approx 0,53 \text{ HP}$$

$$P_{motor} = 1/2 \text{ Hp}$$

C. Diseño Eléctrico

Se considera las características del suministro eléctrico de 220 V CA 3Ø, 60 Hz, dos motores de 1/2 Hp que son controlados por un variador de frecuencia y sus debidas protecciones.

El diseño está compuesto por un diagrama de control y de fuerza.

D. Sistema de control y mando

Para realizar la implementación del sistema de control y mando se utilizó un PLC conjuntamente con un módulo de salidas analógicas con el propósito de transmitir una señal analógica desde el PLC al variador y un LOGO TD que controla el sistema de transporte y recolección. Para la programación del PLC se utilizó el software LOGO SoftComfort desarrollado por Siemens que permite la comunicación de la PC y el controlador lógico programable.

E. Tablero de mando y control

El tablero de mando permite controlar los sistemas modo manual o automático del sistema de recolección y el funcionamiento de la banda transportadora. También presenta luces indicadoras del sistema que ayudará al operador a determinar si el sistema esta alimentado o presente alguna falla eléctrica.

III. CONCLUSIONES

- La máquina consta de un sistema de extrusión de soplado de 4 envases por lado que produce 600 env/h, los modos de operación son manual y automático. En base a las características operacionales de estos sistemas se implementó los sistemas automáticos de recolección y transporte de envases para mejorar las condiciones del proceso dado que los envases eran liberados en un depósito para posteriormente ser transportado manualmente a la fajilladora.
- Se obtuvo el desarrollo óptimo del sistema de control el cual influía en el sistema mecánico y eléctrico permitiendo un proceso de manera sencilla.
- Se implementó una pantalla de visualización para el control automático y manual del sistema recolección y transporte de fácil acceso y en tiempo real.

IV. REFERENCIAS

- [1][3] Mott, R. L. (2006). Diseño de elementos de máquinas (4ta. ed.). México: Pearson Educación.
- [2] Millán Teja, Salvador. (1998). Automatización Neumática y Electroneumática. México, D.F.: Alfaomega.
- [4] Mott, Robert L. (1999.) Resistencia de Materiales Aplicada. México, D.F.: Prentice-Hall. Tercera Edición.
- [5] Hamrock, Bernard J., Jacobson, Bo.O. y Schmid, Steven R. (1999). Elementos de Máquinas. México, D.F.: Ms. GRAW GIR.

V. BIOGRAFÍA

Guishcacho Tercero Wilson Roberto,
nació en Salcedo - Cotopaxi.



Curso sus estudios secundarios en el Colegio Nacional "Experimental Salcedo" en donde obtuvo el título de Bachiller, especialización Físico Matemáticas.

Sus estudios superiores los realizo en la Universidad de las Fuerzas Armadas – ESPE Extensión Latacunga, en donde obtuvo el Título de Ingeniero en Electromecánica en Octubre del 2013 en la ciudad de la Latacunga.

Email: robertoguishcacho@hotmail.es

Pilamonta Panchi Edison Javier, nació en Latacunga-Cotopaxi.



Curso sus estudios secundarios en el Instituto Técnico Superior Industrial "Ramon Barba Naranjo" en donde obtuvo el título de Bachiller Técnico Industrial,

especialización Mecánica Industrial.

Sus estudios superiores los realizo en la Universidad de las Fuerzas Armadas – ESPE Extensión Latacunga, en donde obtuvo el Título de Ingeniero en Electromecánica en Octubre del 2013 en la ciudad de la Latacunga.

Email: colorado.31@hotmail.com