

Automatización de una selladora de fundas plásticas tipo L para la empresa Eduplastic

Yanchaguano Cando Víctor Hugo.

Departamento de Eléctrica y Electrónica de la Escuela Politécnica del Ejército Extensión Latacunga.

Resumen— El objetivo de la presente tesis va enfocado a la automatización de una máquina, la cual permite el sellado lateral de fundas plásticas, con una distancia máxima de 500 mm. y una velocidad máxima de 100 fundas selladas por minuto. Una de las principales cualidades de la máquina es el control de velocidad y posición de la funda que es ejecutada por un servomotor, el cual está controlado por un PLC y un panel operacional. En el panel operacional nos permite monitorear variables del sistema y dar a conocer al operador el estado actual de máquina, los parámetros de producción, las velocidades del proceso y conteos en tiempo real de cada lote de fundas.

Palabras claves— Automatización, fundas, plástico, selladora.

I. INTRODUCCIÓN

EN el presente documento se detallará el proceso que se llevó a cabo para la automatización de la máquina selladora de fundas tipo L de la empresa EDUPLASTIC, la cual se la hizo en base a varios aspectos como: confiabilidad y productividad, debido a que en la actualidad los instrumentos de control están siendo usados masivamente a tal punto que la industria moderna no podría ser tan productiva sin la utilización de instrumentos tecnológicos.

Las necesidades que crea el mercado actual, de obtener productos terminados con las garantías de calidad exigidas y en calidad suficiente para que el precio obtenido sea competitivo, exigirían a modificar esta hipotética industria, incluyendo en la transformación subsiguiente la automatización del proceso mediante los instrumentos de medición y control.

II. ESPECIFICACIÓN DE ELEMENTOS Y DISPOSITIVOS PREVIO A LA REPOTENCIACIÓN DE LA MÁQUINA.

A continuación se elabora una tabla que contiene una breve descripción de los elementos de los que consta inicialmente la máquina selladora, seguido de un gráfico que ilustra de mejor manera el estado en que se encuentra dicha máquina.

TABLA I
ELEMENTOS INICIALES DE LA MÁQUINA.

Artículo	Voltaje (V)	Frecuencia (Hz)	Potencia (W)	Corriente (A)	rpm
Motor Cabezal	220	50	550	1.75	1400
Motor de Bandas	220	60	1100	4.43	1720
Niquelina	220	60	1500	6.81	-



Fig. 1. Estado inicial de la Máquina.

III. PROCESO DE SELLADO DE FUNDAS EN LA EMPRESA EDUPLASTIC.

Para tener una idea más clara del proceso que se realiza en el sellado, se detallarán los procesos que sigue el plástico desde que ingresa en la máquina, hasta que sale el producto final.

A. Alineación y Doblado del Rollo Plástico.

El primer paso que se realiza antes de que el material ingrese en la máquina de sellado, empieza cuando el rollo plástico, se coloca en el eje del sistema de alineación y es transportada hacia un triángulo en donde se realiza el doblado de esta cinta, haciendo que la cinta, tome forma de una funda.



Fig. 2. Alineación y Doblado del Rollo de Plástico

B. Tensado de la Película Plástica.

Este proceso es necesario, para que la película de plástico no se doble ni se arrugue durante el proceso que dura hasta llegar a los rodillos principales, por tanto el plástico debe pasar por una serie de rodillos secundarios y posteriormente por un balancín.

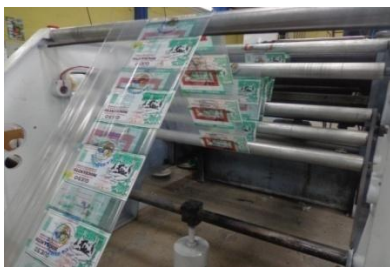


Fig. 3. Tensado de la Película de Plástico

C. Arrastre de la película Plástica al Cabezal de Sellado

En este proceso, por medio de un servomotor la película es arrastrada por los rodillos principales, hasta un rodillo secundario el cual está cubierto de teflón, es en él en donde se produce el sellado de la película plástica. Cabe anotar, que la función del servomotor es controlar la velocidad y posición de la película plástica durante este proceso.

D. Sellado.

Este proceso se lleva a cabo, al producirse contacto entre el rodillo secundario de teflón con la cuchilla, la misma que tiene en su interior una niquelina que se calienta hasta una determinada temperatura, que es la adecuada para que se produzca el sellado de la funda.

E. Transporte Final del Producto.

Finalmente después de todos los procesos citados con antelación, las fundas son transportadas por medio de un sistema de bandas, que se acciona por un motor secundario por medio de poleas, y llega hasta el operador, para su posterior empaclado.

IV. SELECCIÓN DE ELEMENTOS Y DISPOSITIVOS PARA LA REPOTENCIACIÓN DE LA MÁQUINA.

A. Selección del Servomotor.

Se seleccionó un servomotor de la marca GSK debido a la disponibilidad en el mercado. Fue seleccionado debido al gran esfuerzo que la máquina realiza en sus múltiples ciclos de arranque y de parada. Este tipo de servomotores poseen un torque constante desde su velocidad de reposo, hasta su velocidad nominal y pueden generar torques instantáneos de hasta tres veces el nominal.



Fig. 4. Servomotor GSK

TABLA II
DATOS DEL SERVOMOTOR

Servomotor	Características
Marca	GSK
Tipo	130 SJT - M150B(A)
Voltaje	220 V
Corriente	8.5 A
Frecuencia	60 HZ
R.p.m	1500 - 2000

B. Selección del Controlador Lógico Programable.

Para la selección de este elemento se tomó en cuenta los siguientes aspectos:

- El ambiente de trabajo.
- Tipo de sistema.
- Tipo de comunicación.
- El número de entradas y salidas requeridas.
- Tipo de señales de sensores o transductores que se mantendrán en el sistema.



Fig. 5. Controlador Lógico Programable Marca XINJE

TABLA III
ESPECIFICACIONES DEL PLC.

Características	XINJE XP
Voltaje	12-24VDC
Poder de Corte	Menor a 20 ms
Rango de Operación	-10°C a 60°C
Protección	Acorde a IP 20
Puertos de Comunicación	RS-232, RS-485
Tipo	Kelly LCD
Tiempo de Vida	Sobre 20000 horas
Memoria	64 Kb
# de Entradas	10
# de Salidas	8
Tipo de Entradas	Digitales
Panel Operacional	Si

C. Selección del Variador de Frecuencia.

Para la selección de estos dispositivos se realizaron de acuerdo a las intensidades nominales y potencia de cada motor, tomando en cuenta también que el voltaje de alimentación es de 220 V. trifásico.



Fig. 6. Variador de Frecuencia ALTIVAR.

TABLA IV
ESPECIFICACIONES DEL VARIADOR PARA EL MOTOR CABEZAL.

Variador	Características	
Marca	Altivar	
Potencia	0.75 KW	
Voltaje	200-240 V	
Frecuencia	50/60 Hz	0,5/ 500 Hz
Corriente	8,9 A (Max)	4,8 A

D. Selección del Controlador de temperatura.

Los siguientes puntos fueron considerados al seleccionar el controlador:

- Tipo de sensor de entrada (termopar, RTD) y rango de temperatura.
- Tipo de salida requerida (relé electromecánico, SCR, salida analógica).
- Algoritmo de control necesario (encendido / apagado, proporcional, PID).



Fig. 7. Controlador de temperatura HANYOUNG NUX.

V. PARÁMETROS DE DISEÑO.

A. Rediseño Mecánico.

Se calculó nuevos diámetros de poleas y correas para incrementar la velocidad de fundas selladas por minuto.

- *Cálculo para el Incremento de Sellado en el Motor Cabezal.*

Con la “ecuación (1)”, se calculará el diámetro y velocidad de las poleas. [1] Teniendo como dato los siguientes parámetros:

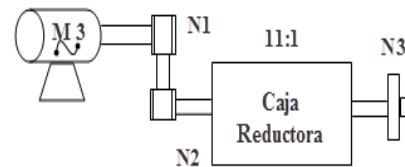


Fig. 8. Cálculo de Poleas.

Las poleas serán de tipo A.

$$N1= 1400 \text{ r.p.m.}$$

$$N3= 120 \text{ r.p.m.}$$

$$d1= 3 \text{ plg.}$$

$$\alpha = \frac{N2}{N3} = \frac{11}{1}$$

$$N2=11N3$$

$$N2=1320 \text{ rpm}$$

$$N1*d1= N2*d2= N3 *d3 \quad (1)$$

$$d2= \frac{N1*d1}{N2}$$

$$d2= 3.18 \text{ plg.}$$

La polea seleccionada será tipo A de $3\frac{1}{2}$ ".

- *Cálculo de la Distancia Mínima y Máxima entre Ejes.*

Con la “ecuación (2) y (3)”, se calcula la distancia mínima y máxima respectivamente. Se tomará en cuenta el factor i, el mismo que tomará valores de acuerdo al tipo de polea; M=2.5 mm, A=3.3 mm y B= 4.2 mm. [2]

$$Dm=0.7(d1 + d2 - 4i) \quad (2)$$

$$Dm = 4.18 \text{ plg.}$$

$$DM= 2(d1+ d2 - 4i) \quad (3)$$

$$DM = 11.9 \text{ plg.}$$

• *Cálculo para Longitud de Correa.*

Con la “ecuación (4)”, se calcula los diámetros primitivos para luego con la “ecuación (5)”, obtener la longitud de correa. Para este cálculo se tomarán en cuenta las siguientes variables:

- d_{1p} = Diámetro primitivo de entrada
- d_{2p} = Diámetro primitivo de salida
- L_e = Longitud entre ejes
- L_c = Longitud de Correa.

Entonces:

$$d_{1p} = d_1 - 2i \tag{4}$$

$$d_{1p} = 69.6 \text{ mm}$$

$$d_{2p} = d_2 - 2i$$

$$d_{2p} = 82.3 \text{ mm}$$

De donde se calcula:

$$L_c = [(d_{1p} + d_{2p}) \cdot \frac{\pi}{2}] + 2 L_e \tag{5}$$

$$L_c = 798.61 \text{ mm}$$

$$L_c = 31 \text{ plg.}$$

Por consiguiente se selecciona una banda de 31 plg. (A31).

B. Diseño Eléctrico del Sistema de Potencia.

El sistema eléctrico de potencia es el que permite que el suministro de energía eléctrica de la máquina tenga la calidad adecuada para manejar los motores y proporcionar potencia a los sistemas de comunicaciones.

TABLA V
DISPOSITIVOS Y EQUIPOS SELECCIONADOS SEGÚN EL CÁLCULO.

Cantidad	Descripción
1	Servo driver GSK DA98B-23
1	Driver ATV 312HU15M2
1	Driver ATV 312H075M2
1	Relé falta de fase AC220V/50/60 Hz, 5 A
1	Contacto Schneider LC1D18
1	Interruptor diferencial 220V/40 A
1	Ventilador 220V/0,15 A
1	Breaker 4P/60 A
1	Breaker Schneider 3P/20 A
1	Breaker Schneider 3P/15 A
1	Breaker Schneider 3P/10 A
1	Breaker Schneider 3P/5 A
4	Relés 24VDC/2NA + 2NC
1	Logo!Power 24 V/2,5 A
1	Riel DIN de 35 mm x 2mm
30	Borneras 2,5mm/12 AWG

VI. DISEÑO ELECTRÓNICO PARA EL SISTEMA DE CONTROL.

Para la programación del PLC se utilizó el software XCPPro, en el desarrollo de este proyecto se utilizó el lenguaje de programación LADDER.

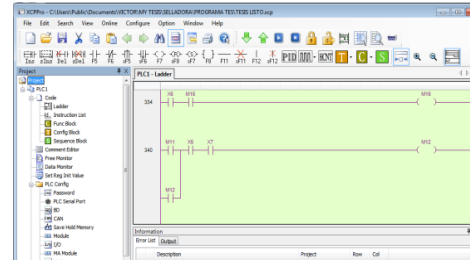


Fig. 9. Líneas de programación.

VII. DISEÑO DEL HMI.

Se utilizó el software OP20 Edit Tool. Para empezar a crear la Interfaz Hombre Máquina se manipulan las opciones de acuerdo a nuestra necesidad. Con los botones situados en la parte derecha del área de edición los mismos que ayudan a ingresar las etiquetas e íconos necesarios para la construcción de cada pantalla.

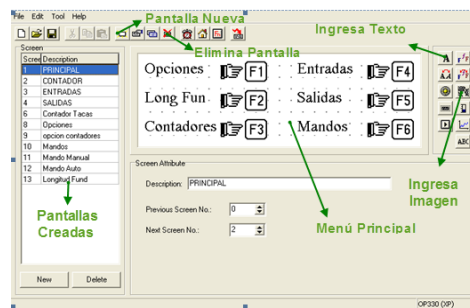


Fig. 10. Elementos para Construcción de Pantallas.

VIII. IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA.

En el montaje e implementación del sistema estarán presentes principios y conocimientos técnicos tales como interpretación de planos, la utilización y manejo adecuado de herramientas, marquillas, terminales y medidores de voltaje, corriente y continuidad.

A. Montaje del Armario Eléctrico.

Se determinó un sitio adecuado, en el cual se situaron todos los elementos de potencia de la máquina.

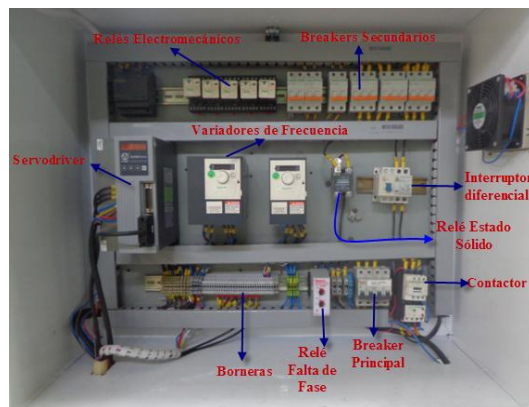


Fig. 11. Armario Eléctrico

B. Montaje del Tablero de Control.

A este tablero se le adaptaron los equipos que se indican a continuación:



Fig. 12. Tablero de Control

De los datos obtenidos se saca la media aritmética, el cual es 129,6 mm; se obtiene una desviación estándar de 0,532 mm. Estos resultados indican que en conjunto y de manera individual, la tolerancia es aceptable, debido a que se encuentra en el rango permitido por la empresa.



Fig. 15. Resultado Final.

C. Apariencia Final.

En la figura siguiente se muestra la apariencia final de la máquina terminada y funcionando.



Fig. 13. Máquina Terminada.

X.- CONCLUSIONES.

- Se automatizó una máquina selladora de fundas plásticas mediante un panel operacional para la empresa EDUPLASTIC de acuerdo a los parámetros requeridos.
- Se diseñó, seleccionó e implementó el sistema eléctrico de control y potencia cumpliendo con todos los parámetros necesarios para el funcionamiento de la selladora.
- Se diseñó e implementó un HMI para la selladora, el cual permite monitorear variables relevantes del sistema y dar a conocer al operador el estado actual de máquina, los parámetros de producción, velocidades del proceso y conteos en tiempo real de cada lote de fundas.
- Se rediseñó el sistema mecánico de sellado, calculando nuevas poleas y correas con lo que se incrementó el número de fundas selladas por minuto a 100 fundas.
- Las pruebas de funcionamiento fueron determinantes para establecer que la velocidad de la máquina depende del tamaño de funda a sellarse, la velocidad mínima y máxima de sellado es de 40 y 100 fundas por minuto respectivamente.
- Con la automatización de la máquina selladora se superó un 20% en el índice de producción en la empresa EDUPLASTIC de la ciudad de Latacunga, según los reportes del operador sobre la máquina.

IX. PRUEBAS Y RESULTADOS.

Para validar el proceso de sellado se sometió a un proceso de pruebas, en las cuales se tomó como referencia para las muestras las dimensiones de la funda para queso Digna Isabel ya que es un producto con características que mayor se consume en el mercado.

Para esta prueba se trabajó con 1000 muestras en las cuales se tomó como valor referencial 280 °C, distancia de sellado de 132 mm, fundas sellados por minuto 60 f.p.m., velocidad del servomotor 5000mm/min.

De las 1000 muestras, en cada intervalo de 50 muestras se seleccionó 1 funda. Arrojando los valores que se muestra en la fig.14

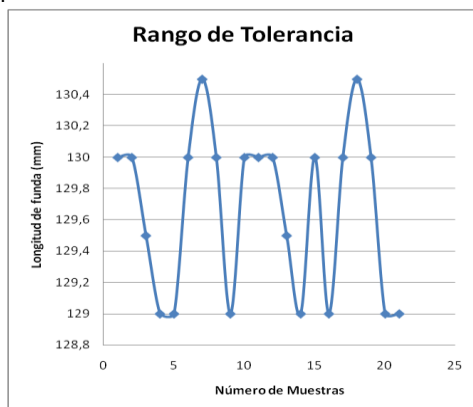


Fig. 14. Rango de Tolerancia.

XI. REFERENCIAS.

Libros:

- [1] HERMANNJUTZ, Eduardscharkus, Tablas para uso en la industria metalúrgica, editorial Reverté S.A.
- [2] JOSEPH EDWARD Shigley, Diseño en ingeniería mecánica, editorial McGraw-Hill, 1985.

Manuales y documentación técnica:

- Schneider.(2012).Altivar.ATV312.Variador.Guía de inicio rápido. Versión en español.
- Xinje.(2010).XCPpro.Manual de operación. Versión en inglés
- Xinje.(2010).OPSeriesEditTool. Manual de operación. Versión en inglés

- GSK.(2009).DA98B AC ServoMotor Driver. Manual de operación. Versión en inglés
- CAMSCO.(2012). VP-002 Relé Detector Falta de Fase. Documentación Técnica. Versión en inglés.
- SICK(2012). KT5W-2N1116. Sensor de Contraste. Documentación Técnica. Versión en español.

XII. BIOGRAFIA.

Yanchaguano Cando Víctor Hugo, nació en Latacunga – Cotopaxi.



Curso sus estudios secundarios en el Instituto Tecnológico Industrial “RAMÓN BARBA NARANJO”, en donde obtuvo el título de Bachiller Técnico Industrial, especialización en electromecánica.

Sus estudios superiores los realizó en la Escuela Politécnica del Ejército, Extensión Latacunga (ESPE-L), en donde obtuvo el título de Ingeniero Electromecánico en Junio del 2013 en la ciudad de Latacunga.

Correo electrónico: vihutatu@gmail.com