

Automatización de una Máquina Sopladora Uniloy Milacron

José Rubiano*, Miguel Pulido**

*Universidad De La Salle, jorubiano@unisalle.edu.co **Universidad De La Salle, migue402@gmail.com

Resumen — Se realiza la automatización de una máquina sopladora UNILOY MILACRON MODELO 1995, propiedad de la empresa HGT Ingeniería, para la elaboración de sus propios productos de soplado.

Para lograr la automatización de dicho equipo, se determinan las variables que son críticas en el proceso de soplado, extrusión y elaboración del parison, con el fin de establecer la secuencia adecuada para esta máquina.

Posteriormente, se diseña el sistema de control y se seleccionan los elementos más adecuados para controlar los procesos mencionados anteriormente. A continuación, se hace el diseño del tablero que permite la manipulación de la máquina sopladora, tanto manual como automáticamente; también se diseña la interfaz humano-máquina, para una adecuada operación del equipo. Finalmente, se instalan en el equipo los componentes seleccionados, para probarlo y poner a punto todo el sistema.

Palabras clave — Automatización, soplado, control, programación.

Abstract — The automation of a blower machine MILACRON Uniloy MODEL 1995 owned by HGT Engineering is performed, for preparation of their own blowing products. In order to achieve the automation of the equipment, the critical variables in the processes of blowing, extrusion and drawing of the parison were determined, aimed to establish the proper sequence for operation of the machine. Subsequently, the control system was designed and the most suitable parts for controlling the above processes were selected. After that, the board that controls the blowing machine either manually or automatically was designed, as well as the human-machine interface for proper operation of the equipment. Finally, the selected components are installed in the machine to testing and tuning the system.

Keywords: Automation, blowing, control, programming.

I. INTRODUCCIÓN

Hoy día, la globalización ha llevado a la generación de nuevas empresas, incrementando en gran medida la competencia en el área de manufactura, para lo cual es necesario el uso de maquinaria y tecnología apropiada.

Una de las áreas con mayor crecimiento, ha sido la industria del plástico, debido a que hoy en día la mayoría de envases, empaques, entre otros productos, se fabrican en este material, por su maleabilidad y relativa facilidad para procesar. Debido a esta alta aceptación, se ha hecho indispensable incluir la automatización de los diversos procesos, en las empresas que lo requieran, con el fin de reducir costos de producción e incrementar la competitividad de éstas.

Por consiguiente, la empresa HGT Ingeniería, que comercializa y elabora diferentes tipos de productos de plástico para el mercado nacional, centrada en productos plásticos para señalización en vías públicas, desea automatizar una máquina sopladora para reducir su

dependencia de proveedores externos, y así reducir costos e incrementar los márgenes de utilidad. La máquina a automatizar, cuenta con todos los elementos mecánicos, hidráulicos y neumáticos, tales como estructura, sistema de extrusión, sistema de apertura, cierre y altura de molde, bombas hidráulicas, tanque, cilindros hidráulicos y neumáticos, entre otros. Adicionalmente, el sistema eléctrico, que incluye: el motor, las resistencias para el sistema de calefacción, el encendido del motor, los relevos para las resistencias, los fusibles y un transformador; faltando, por lo tanto, el sistema de control.

Este proyecto, busca la automatización de la máquina sopladora UNILOY MILACRON MODELO 1995, realizando el diseño y la implementación de un sistema de control, el cual deberá tener una interfaz humano máquina, una parte lógica y una parte de potencia, para lograr la elaboración adecuada del parison y los productos soplados.

II. MÁQUINA SOPLADORA UNILOY MILACRON MODELO 1995

Según [1], una máquina sopladora cuenta con un sistema hidráulico, neumático, eléctrico, cabezal de extrusión con molde y el control. La sopladora Uniloy Milacron (ver fig.1 y fig. 2), cuenta con: un sistema de extrusión discontinuo, un acumulador de un solo cabezal y un sistema de molde estacionario accionados hidráulicamente, un sistema de calefacción dividido en 8 zonas, distribuidas así: 4 en el tornillo de extrusión, 3 en el acumulador y 1 en la boquilla, un sistema neumático usado para el inflado, el presoplado y el soplado del parison. Además, cuenta con dos puntos de lectura de temperatura del aceite del sistema hidráulico y de la tolva de alimentación al tornillo. En este trabajo, se diseña e implementa el sistema de control, encargado de realizar la manipulación de los sistemas acabados de mencionar, controlar la posición del cilindro elaborador del parison, para regular su espesor, y por último, realizar la secuencia adecuada para la elaboración de la pieza deseada.

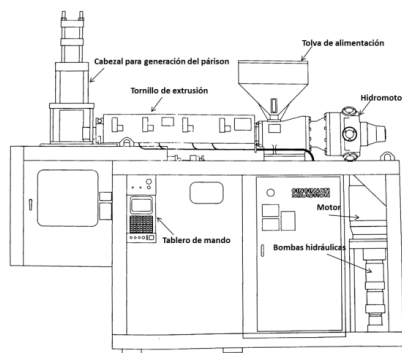


Fig. 1. Máquina sopladora Uniloy Milacron modelo 1995

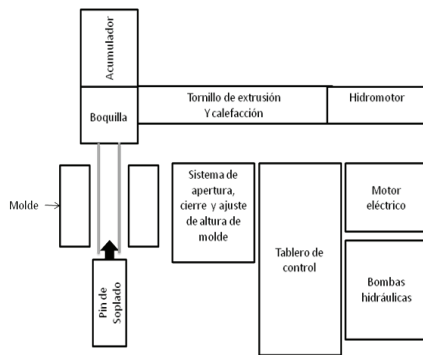


Fig. 2. Distribución máquina sopladora Uniloy Milacron modelo 1995

Las características principales de esta máquina, se pueden observar en la Tabla I.

Tabla I
Características de la máquina

CARACTERÍSTICAS DE LA MÁQUINA	
Número de cabezales	1
Capacidad del acumulador	4lb
Caballos de fuerza	75
Capacidad del extruder	375lb/h
Fuerza de cierre de molde	50ton
Mínima altura de molde	381mm
Máxima altura de molde	1016mm

A. PROCESO DE MOLDEO POR SOPLADO

El proceso se inicia cuando se alimenta el plástico a la máquina, en forma de pellets; estos pasan por el sistema de extrusión, encargado de fundir el plástico y generar la preforma o párison, que es un elemento en forma de tubo de ensayo; posteriormente se fija dentro de un molde de soplado a una temperatura específica dada por el material a soplar, para que tenga una rigidez adecuada para su manejo; luego se inyecta aire a presión en su interior para que se adapte a las paredes del molde, lo cual permite el enfriamiento y posterior apertura del molde, para extraer la pieza cuando ha alcanzado una consistencia suficiente para que no pierda su forma.

Los subprocesos involucrados en el moldeo por soplado son los siguientes:

- Elaboración del párison.
- Posicionamiento del molde y sujeción del párison.
- Soplado del párison.
- El enfriamiento y expulsión de la pieza terminada.
-

Con el fin de obtener el control más adecuado al equipo bajo análisis, se decide:

- Realizar un inventario de los subsistemas existentes.
- Determinar el estado de cada uno de los subsistemas.
- Determinar las variables críticas del sistema.
- Conseguir o desarrollar los elementos necesarios para la manipulación de dichas variables.
- Poner a punto la máquina.

B. SISTEMA DE CONTROL

Es el encargado de manejar todos los motores y servomecanismos, con el fin de obtener el producto final deseado. Este sistema incluye: un PLC, un programa para el PLC, una pantalla de control y para programación del PLC, un programa para configuración de la pantalla y un tablero de control. Según [2], el sistema de control funciona de la

siguiente manera: en la pantalla y en el tablero de mando, se realiza la configuración de los diversos dispositivos y estados de la máquina. Esta información es enviada al PLC, que a su vez envía señales a los actuadores de la máquina y se retro alimenta mediante los sensores; la información de estos sensores es enviada a la pantalla, ver Fig. 3, para que el operario lea los datos suministrados por los sensores.

C. PLC

Para el adecuado funcionamiento de la máquina, se determinó que se requieren un mínimo de: a) 13 entradas digitales, b) 41 salidas digitales, c) 13 entradas analógicas, y d) 6 salidas analógicas; esto debido a que la máquina tiene la posibilidad de colocarse diversos accesorios propios para cada molde, con el fin de lograr una gran versatilidad de producción con diferentes tipos de molde. Entre estos accesorios, se encuentran:

- Sistema de corte de párison.
- Sistema de selle de párison.
- Cabezal de acumulación adicional.
- Sistema de extracción de la pieza.
-

Con esta información, se procede a elegir el PLC, acorde con este tipo de automatización. Se decide utilizar un PLC S7-300 de Siemens, debido a ser uno de los más fiables del mercado y por su gran facilidad de incorporación de módulos, ya sean de entradas y salidas digitales o bien de entradas y salidas analógicas, además este es un dispositivo de gama media, lo cual garantiza el funcionamiento adecuado para todas las funciones necesarias, en cuanto a velocidad de procesamiento y capacidad de memoria programable. Otro factor que influyó en la elección de dicho dispositivo, fue el hecho de que habitualmente en la empresa propietaria de la máquina sopladora se trabaja con autómatas SIEMENS.

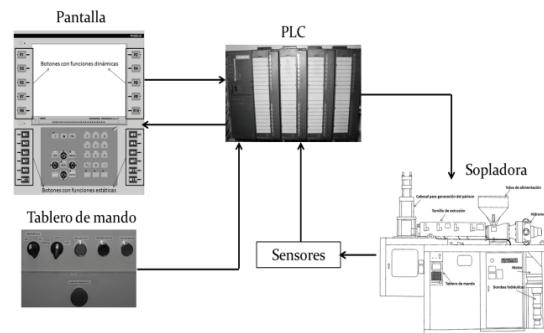


Fig. 3. Descripción del sistema de control

En la Tabla II, se pueden ver las características de la CPU 315 2DP de la serie S7-300. Esta CPU no posee un módulo de E/S integrado, por lo que se deben adicionar módulos de entradas y salidas, tanto analógicas como digitales.

Para suplir los requerimientos se escogieron:

- 1 módulo de 16 entradas digitales
- 2 módulos de 16 salidas digitales c/u
- 1 módulo de 32 salidas digitales
- 2 módulos de 8 entradas analógicas c/u
- 2 módulos de 4 salidas analógicas c/u

Tabla II
Características CPU 315 2DP

CARACTERÍSTICAS	CPU 315 2DP
E/S Digitales integradas	NO
E/S analógicas integradas	NO
Número de Rack de ampliación	3
Canales digitales (E/S máx)	1024
Canales analógicos (E/S máx)	256
Memoria de programa / Datos	128kb
Tiempo de ejecución CPU - Bit Operation	0,1us
Tiempo de ejecución CPU - Word Operation	0,2us
Contadores Timer	256
Interfaces de comunicación	MPI/DP
Dimensiones An x Al x Pr (mm)	40x125x130

D. PROGRAMA PLC

Según [3], el programa debe estar basado en tres modos de funcionamiento para el adecuado control, configuración y puesta a punto de la máquina sopladora. Los modos de funcionamiento son: a) manual, b) setup y c) automático. El modo manual, permite el movimiento de las diferentes partes de la máquina a diferentes velocidades, basado en la configuración ingresada por el operario en la pantalla, lo cual permite realizar pruebas de movimiento y puesta a punto antes de empezar la producción. El modo setup, permite la configuración del sistema del párison, montaje del molde, y la configuración de los puntos de movimiento rápido y movimiento lento, entre otros; realizando siempre movimientos lentos, para un mejor control de la programación y seguridad de operación de la máquina. Por último, en el modo automático, la máquina realiza la secuencia de operación mostrada en la fig. 4. La estructura general de la programación de la máquina sopladora, y que se maneja con el PLC Siemens S7-300, se puede observar en la fig. 5.

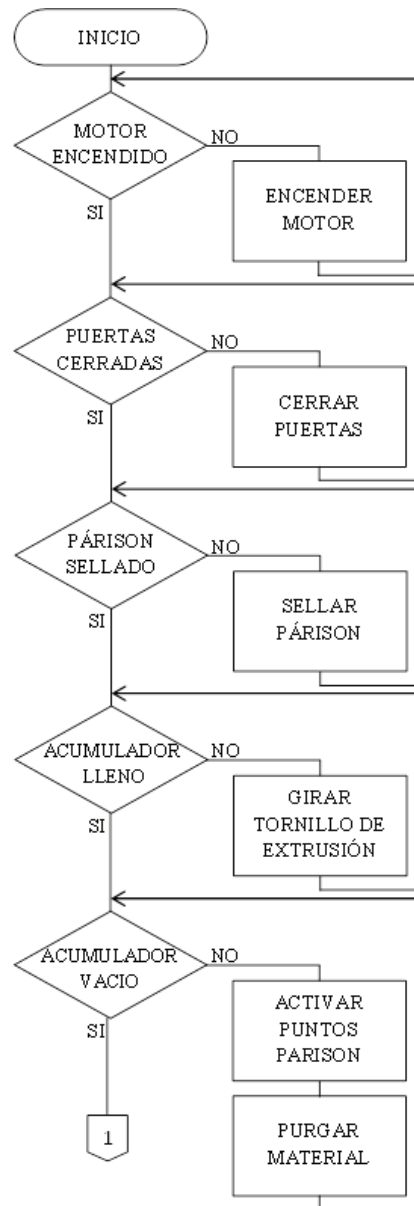


Fig. 4. Secuencia de operación

E. PANTALLA

Luego de escoger el PLC con el que se va a trabajar, se procede con la selección de la pantalla. Para esto, se tuvieron en cuenta los siguientes criterios: condiciones de operación de la máquina, ubicación del equipo, los requerimientos de la compañía en cuanto a costo, confiabilidad y respaldo del proveedor, disponibilidad de la pantalla con el proveedor, y finalmente, el efecto que pueden tener los productos químicos manipulados en la

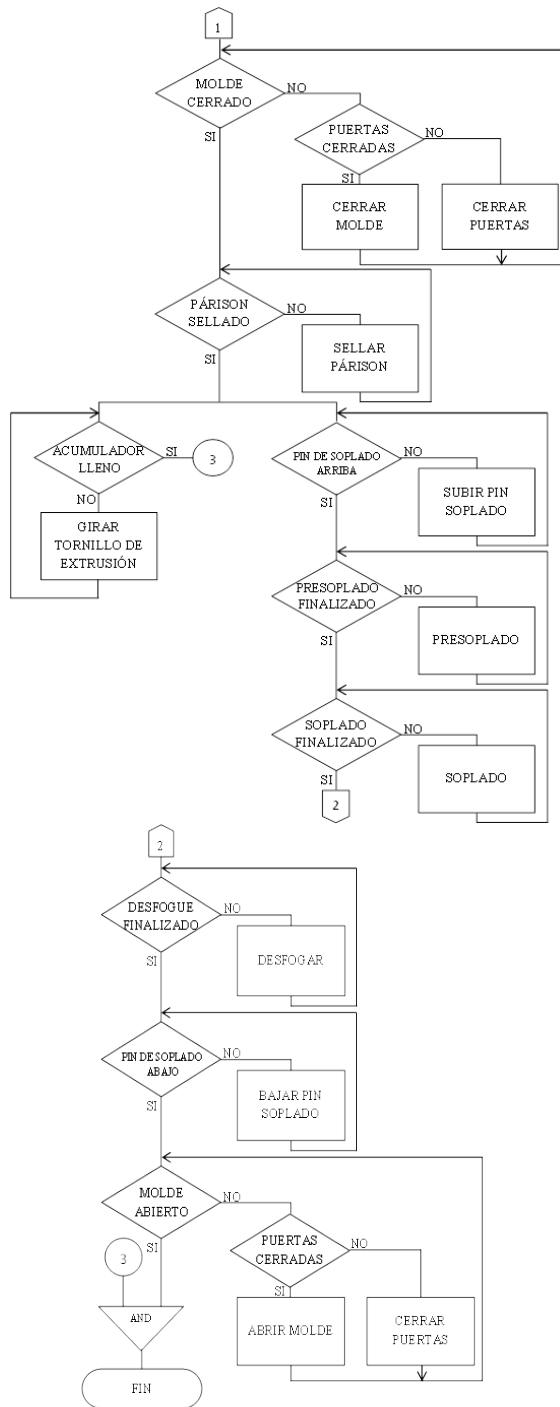


Fig. 4. Secuencia de operación (continuación)

empresa, sobre la pantalla, dado que se manipulan colorantes y aceites, fuera de los polvos en suspensión que se encuentran en el ambiente, producto de la operación de otro equipo. Con base en estos requerimientos, se descartó una pantalla táctil, debido a los cuidados que se deben tener con esta, lo que genera un incremento en los tiempos de cada ciclo de uso de la pantalla. Por lo tanto, se escogió una pantalla TELEMECANIQUE de 9" y 256 colores, la cual cuenta con 10 botones con funciones dinámicas y 12 botones con funciones estáticas, aparte de

los botones numéricos y de funciones propias de la pantalla. Debido a sus características, y a que esta marca es compatible con los PLC SIEMENS se seleccionó la pantalla TELEMECANIQUE MAGELIS XBT-F024610 (ver fig. 6).

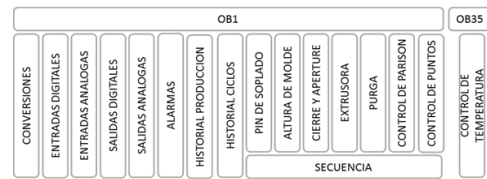


Fig. 5. Estructura del programa autómatas S7-300



Fig. 6. Pantalla XBT-F024610

F. PROGRAMA DE LA PANTALLA

Las pantallas XBT, requieren el software de programación de TELEMECANIQUE XBT-L1000, por medio del cual se configuran las ventanas que la pantalla va a contener, además de su navegación. En este programa se requiere configurar la comunicación de la pantalla con el PLC, para este caso, el protocolo es el MPI (3964R S7) específico para autómatas S7-300 y 400.

Debido a la configuración de botones que posee la pantalla, se decidió que los botones para funciones estáticas serían usados para ingresar a los submenús, esto implica que se debe generar un menú principal para que el operario tenga conocimiento de estos (ver fig. 7).

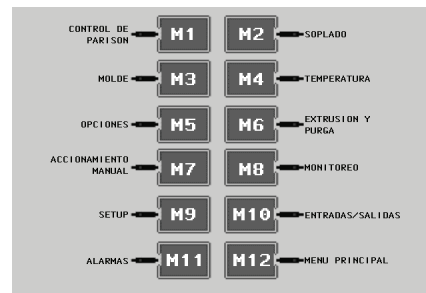


Fig. 7. Menú Principal

Para el menú principal se usaron colores llamativos, para evitar confusiones del operario debido a su ubicación (ver fig. 8). Además, para facilitar el acceso rápido a este menú, se configuró la tecla M12 para que desde cualquier ventana se pueda regresar al menú principal.

El diseño de la interfaz humano máquina para esta sopladora, se basó en la configuración de pantallas de otras sopladoras como las Parker. Los submenús requeridos son los siguientes:

- Control de párison
- Soplado
- Molde
- Temperatura
- Opciones
- Extrusión y purga
- Accionamiento manual
- Monitoreo
- Setup
- Entradas/Salidas
- Alarmas
- Historial

- Reducción de pérdidas en producto terminado, por mejor control de la temperatura y espesor local de la pared del párison.
- Menor tiempo de puesta a punto de la máquina, por requerirse solo una pantalla de control, y no dos como en los equipos convencionales.

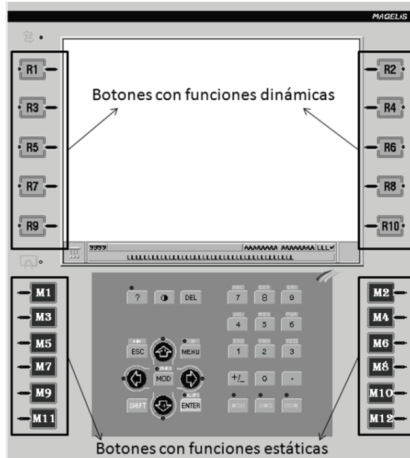


Fig. 8. Distribución Botones Pantalla XBT-F024610

Para visualizar las alarmas se diseñó una barra visible en todas las ventanas (ver figura 9), en la cual se muestra:

- Tipo de párison que está en uso
- Alarma activada
- Información de la alarma

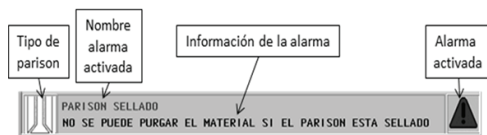


Fig. 9. Barra de Información

G. TABLERO DE CONTROL

Durante el desarrollo del sistema de control de la sopladora, se vio la necesidad de implementar un conjunto de botones para habilitar funciones de la máquina, tales como: encendido del motor, encendido del sistema de calefacción, selector de manual, automático y setup, así como un pulsador para habilitar el ciclo y un paro de emergencia.

Este conjunto de botones se implementó de la siguiente manera (ver fig. 10): 3 pulsadores normalmente abiertos (prender motor, apagar motor e inicio de ciclo), 1 selector de tres posiciones (manual, setup y automático), un selector de 2 posiciones (resistencias on y resistencias off) y un paro de emergencia normalmente cerrado.

H. RESULTADOS

- Reducción en el tiempo de ciclo del 26.66%
- Reducción en los costos de producción del 80.95%
- Reducción en el peso de la pieza terminada del 7.7%
- Control del servo del párison, lográndose espesor de pared del párison mas uniforme.

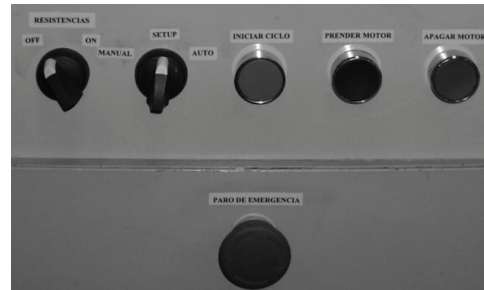


Fig. 10. Conjunto de botones

III. CONCLUSIONES

Con la implementación de la automatización en la máquina sopladora, se logró mejorar las capacidad de operación de la máquina, debido a que se obtuvo una reducción en los tiempos de ciclo del 26.66% equivalente a 40 segundos; además, al evitar la subcontratación de los trabajos que se pueden realizar en esta sopladora, los costos comparativos se redujeron en un 80.95%, lo que implica una mayor competitividad.

Con el desarrollo del control de párison de 25 puntos, se logró una reducción de peso del producto del 7.7% equivalente a 100gr, que además de mejorar la calidad del producto, espesor de pared más uniforme, evitando que se fracture en sus puntos críticos como estaba sucediendo en algunas piezas, según [4], reduce los costos de producción, debido a que dentro del costo total, la materia prima tiene un costo porcentual entre el 50% y 60%.

La interfaz humano máquina, se diseñó para mejorar la presentación de la información, con respecto a otras máquinas de similares características, gracias a la amplitud de su pantalla y a que esta cuenta con una paleta de 256 colores. Otra ventaja del diseño es que en esta sopladora solo se tiene 1 pantalla para la presentación de la información mientras que en otras sopladoras se tienen 2 pantallas, la primera para la configuración de los parámetros del molde, soplado, extrusión y purga; y la segunda para la configuración del párison. Cabe aclarar que esta segunda pantalla, viene en un bloque aparte de la máquina, el cual normalmente es ubicado en la parte posterior de esta, perdiendo la visibilidad del cabezal, lo que a la hora del mantenimiento obliga al empleo de dos personas, una para manipular la pantalla y la otra para observar el comportamiento.

REFERENCIAS

- [1] V. Tello Carrera, Diseño de una máquina de soplado automática para hacer botellas de polietileno de alta densidad (HDPE), con una capacidad máxima de 1 litro y un ciclo máximo de 12 segundos; Departamento de Ingeniería Mecánica Universidad de las Américas Puebla, México 2005.
- [2] M. Avila Orlando y C. Pinto, Control y supervisión para máquinas de extracción soplado en envases plásticos; Ingeniería de diseño y Automatización electrónica Universidad de La Salle, Bogotá 2004.
- [3] O. Rodríguez Rodríguez, Aromatización de inyectora de plásticos; Ingeniería de diseño y automatización electrónica, Universidad de la Salle, Bogotá 2005.
- [4] A. González Casellas, Reducción de costos de producción en una empresa de envases plásticos: Administración de empresas, Universidad Francisco Marroquín, Guatemala 1999.