

Automatización de máquinas empaquetadoras mediante utilización de controladores lógicos programables

Francisco Javier Pizarro Valdez
Tutor: Ing. Holger Cevallos U., ESPOL, hcevallos@fiec.espol.edu.ec
Facultad de Ingeniería en Electricidad y Computación (FIEC)
Escuela Superior Politécnica del Litoral (ESPOL)
Km. 30.5 vía Perimetral, PO 09-01-5863, Guayaquil, Ecuador
fpizarro@ecuasal.com

Resumen

El presente documento corresponde al informe de trabajo profesional en el que se detalla la automatización de dos máquinas empaquetadoras de la empresa Ecuasal C.A., de la sección de Refinería. La operación de las dos unidades empaquetadoras de sal en bolsa plástica era cuestionada debido a su baja eficiencia. La baja eficiencia se daba por las continuas salidas de producción de las unidades debido a fallas en los sistemas de control. Una de las máquinas disponía de un sistema de control eléctrico- mecánico, la otra máquina empaquetadora contaba con un sistema de control eléctrico- electrónico. Se determinó que la constitución mecánica de las unidades estaba en condiciones de seguir operando rentablemente, por lo que se justificó realizar un mejoramiento (actualización) de los sistemas de control de las unidades de producción mediante controladores lógicos programables. En este artículo se describirá la automatización de la unidad de control eléctrico-mecánico como ejemplo.

Palabras claves: Empaquetadora, automatización, controlador lógico programable.

Abstract

This document is the professional work report which details the automation of two packaging machines Ecuasal CA, of the refinery section. The operation of the two packaging units of salt, in a plastic bag, was questioned because of its low efficiency. The low efficiency is given by the continuous production stop due to failures in control systems. One of the machines had a system of electro-mechanical control, the other packing machine had a system of electrical-electronic control. It was determined that the mechanical constitution of the units was able to continue to operate profitably, so that justified making an upgrade of the control systems of production units using programmable logic controllers. This article will describe the automation of the control unit electro-mechanical as an example.

Keywords: Packaging, automation, programmable logic controller.

1. Introducción

Este documento presentará la información técnica necesaria para desarrollar la automatización de una de las máquinas empaquetadoras: de control eléctrico-mecánico, y el producto de la automatización.

De no haber ejecutado este proyecto, la empresa hubiese tenido la necesidad de comprar dos máquinas empaquetadoras nuevas, lo que implicaría una inversión de miles de dólares. Con este proyecto se modernizó sólo el sistema de control provocando un enorme ahorro de dinero y tiempo a la empresa.

Se ha tomado en cuenta la utilización de sistema de control moderno, como es el PLC (Controlador Lógico Programable), para la ejecución de este proyecto.

2. Empaquetadora y sistema de control

2.1. Descripción

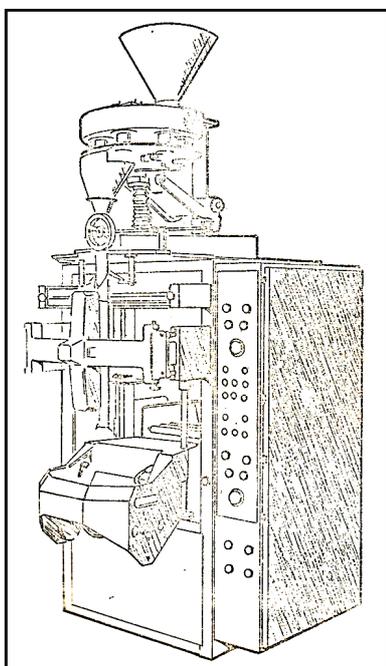


Figura 1. Máquina empaquetadora

La máquina empaquetadora es de fabricación norteamericana del año 1968. Está diseñada para aceptar un rollo de polietileno, formar una bolsa, llenarla con 1 kilo de producto, sellar la bolsa y cortarla separándola del rollo; luego repite todo el ciclo.

Ahora bien, debido al funcionamiento cíclico de la máquina, cada operación es realizada en un punto preseleccionado dentro del ciclo de la máquina. El dispositivo que realiza esta operación y provee al operador de un medio de seleccionar los puntos en los cuales las acciones de la máquina tienen lugar es un conjunto de barra de levas e interruptores tipo fin de carrera (micro-switch).

El sellado de los extremos de la bolsa se lo realiza con un proceso térmico de sellado por impulsos. Para cortar la bolsa se usa un alambre de niquelina caliente, controlado por impulsos.

El sellado vertical se lo efectúa con un elemento de calefacción ubicado en la placa de montaje en el que se mantiene la temperatura constante mediante un termo-switch.

La máquina está equipada con un control fotoeléctrico para el corte de la bolsa según una marca en el polietileno. Puede ser usado para materiales transparentes u opacos. Cuando se opera con materiales transparentes, el ojo eléctrico ve a través de la película plástica (que es transparente) y recibe una señal de una marca impregnada en la película. Esta operación decrece la luz y abre la mordaza. Para materiales opacos, opera en modo refractivo.

Además, tiene un enclavamiento para sincronizar la máquina con el dosificador. El objetivo del freno auxiliar es prevenir el retroceso de la película debido a su elasticidad. El freno auxiliar es un cilindro neumático controlado por una válvula que se energiza cuando la mordaza se abre y activa el freno; cuando la mordaza se cierra, un tornillo localizado en el brazo de la guillotina tropieza el interruptor de límite montado en la caja de mordazas, esto des-energiza una válvula neumática y libera el freno, lo que permite a la película ser jalada hacia abajo por la mordaza. [1]

2.2. Sistema de control anterior

La temporización se desarrolla mediante la combinación de un sistema de levas ubicadas en la cabecera de la columna de la máquina y un micro interruptor para cada leva. [1]

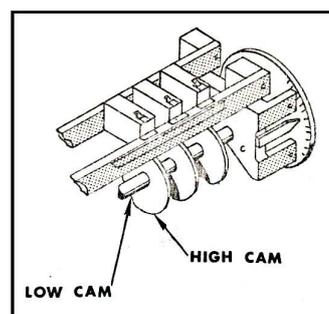


Figura 2. Sistema temporización por levas y micro interruptores

Además, es requerido una «carta de distribución», donde se registran las posiciones de cada una de las levas (Vea Tabla 1).

Tabla 1. Posición de levas

Número de interruptor	Leva Alta	Leva Baja	Función
-----------------------	-----------	-----------	---------

LS4	15 °	245 °	Restablece fotocelda
LS5	90 °	0 °	Vertical abre y cierra
LS8	275 °	90 °	Aire para vertical
LS7	270 °	110 °	Sello horizontal
LS10	215 °	195 °	Dosificada
LS2	□	345 °	Mordaza abre
LS3	□	110 °	Mordaza cierra

2.3. Desventajas

- El control de la temporización no es preciso debido a las partes mecánicas que tienden a desgastarse y pierden funcionalidad.
- El sistema de ojo eléctrico tenía imperfecciones debido al polvo y suciedad del medio.
- El desgaste y suciedad de los potenciómetros del panel de control.
- Además, el sistema completo requiere de constante mantenimiento.

3. Sistema de control que reemplaza

3.1. Controlador lógico programable

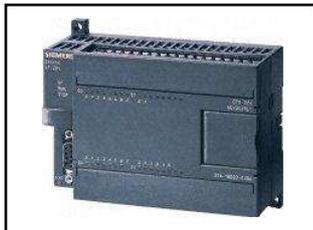


Figura 3. PLC de Siemens S7-224

El S7-200 examina las entradas y modifica las salidas de acuerdo al programa de usuario. [4]

Para la debida selección de un PLC es necesario considerar la memoria requerida, tipos y cantidades de entrada y salida, funciones a emplearse, y el medio de comunicación.

Los aspectos de mayor importancia para este caso son los requerimientos de entradas y salidas para el controlador:

Entradas digitales:

- Encoder incremental
- Switch de proximidad
- Contacto auxiliar del motor
- Relé de tiempo
- Contacto auxiliar de Relé
- Contacto auxiliar de Arrancador

- Control óptico

Salidas digitales:

- Solenoide para abrir mordaza
- Solenoide de sello vertical
- Solenoide de aire fresco
- Relé
- Solenoide de cerrar mordaza
- Control óptico

3.2. Captador de posición incremental

Otro de los dispositivos a seleccionar consistió en un mecanismo que permita definir la posición del ciclo de la máquina en el proceso. Para ello es necesario un encoder incremental.



Figura 4. Encoder H20

El principio de funcionamiento de los captadores de posición incremental está en la utilización de un encoder, que consiste en un transductor rotativo que transforma un movimiento angular en una serie de impulsos digitales. El encoder incremental, por lo general, proporciona dos ondas cuadradas y desfasadas en 90° eléctricos. Una de las señales proporciona la señal correspondiente a la velocidad de rotación y sirve de información para una entrada rápida del PLC.

3.3. Variador de velocidad



Figura 5. Micromaster 440

Los variadores de velocidad son dispositivos electrónicos que realizan la función de «convertidores de frecuencia» para modificar la velocidad de motores trifásicos. Estos convertidores están controlados por microprocesadores y utilizan tecnología IGBT (Transistor Bipolar de Compuerta Aislada) de última generación. Esto hace al equipo confiable y versátil. [5]

La parametrización del variador fue determinada de acuerdo a las características del motor (3 HP, 1750

rpm, etc.), y al modo de operación manual que tendrá. Esto es, que la velocidad se lo controlará desde el panel de operador del variador, lo que es necesario debido al proceso.

3.4. Controlador de temperatura



Figura 6. Controlador Omron de temperatura E5CN

El controlador E5CN dispone de una pantalla de 11 segmentos que facilitan la lectura del texto. El transductor puede ser a termopar o termo-resistencia de platino.

3.5. Sensor óptico



Figura 7. Sensor óptico

Este sensor tiene la habilidad de percepción de color con una velocidad de respuesta muy alta. La tarea específica de un detector fotoeléctrico registro de marca tiene por objeto responder a las marcas de registro impresas en material de embalaje a medida que pasan a través del haz de luz del sensor. La salida del sensor debe cambiar cuando la marca llega precisamente en la posición en la que se debe producir la función de control.

3.7. Sensor de proximidad inductivo

Un sensor inductivo detecta exclusivamente objetos metálicos. Se compone básicamente de un oscilador cuyos bobinados constituyen el lado sensible. Delante de este se crea un campo magnético. Cuando se coloca un objeto metálico en el campo magnético del detector, las corrientes inducidas constituyen una carga adicional que provoca la parada de las oscilaciones. De acuerdo al formato, se genera una señal de salida correspondiente a un contacto de cierre NA o de apertura NC.

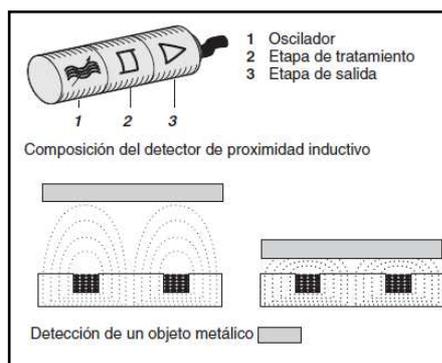


Figura 8. Sensor inductivo

3.6. Panel de operador

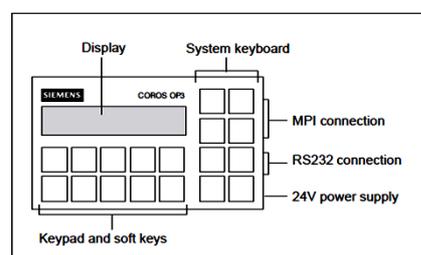


Figura 9. Panel OP3

El dispositivo seleccionado es el OP3. Permite la operación de los estados y valores corriente de los procesos de un PLC S7 a ser visualizado. Para ello posee un teclado y una pantalla de visualización. Además, las entradas se pueden efectuar desde el OP3 y escribirlas en el PLC. [6]

4. Elaboración del programa de control

La operación del proceso está sincronizada con la información proporcionada por el encoder incremental, conectado a la entrada rápida del PLC. Los valores obtenidos son comparados con una tabla de datos (Tabla 2). Estos valores pueden ser modificados mediante el OP3 de acuerdo a las exigencias del proceso.

Tabla 2. Definición Inicial de Intervalos

Mín	Máx	Función
15 °	245 °	Restablece fotocelda
90	0	Vertical abre y cierra
275	90	Aire para vertical
270	110	Sello horizontal
215	195	Dosificada
□	345	Mordaza abre
□	110	Mordaza cierra

El valor del encoder es registrado en un área de memoria variable VD que al estar dentro del rango indicado por la Tabla 2, activa otra memoria tipo bit.

La señal del switch de proximidad (TDC) es empleada para sincronizar el sistema, lo que permite conocer el valor inicial (cero) del encoder incremental. (Figura 10)

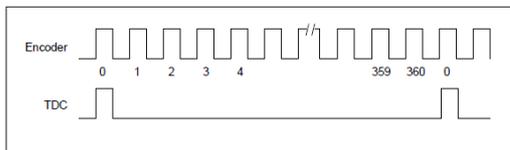


Figura 10. Señal de sincronización

4.1. Pruebas, ajustes y análisis de resultados

Las pruebas preliminares se efectuaron con las funciones que ayudan a comprobar y observar el programa, que posee el STEP 7 Micro/WIN.

Además, en la etapa preliminar se empleó el simulador de PLC Siemens. Los valores definitivos de Tabla de intervalos para comparar con el contador rápido se lo obtuvieron mediante el método «prueba-error». Estos valores son ingresados mediante el OP3.

4.2. Ventajas

- El sistema es mucho más preciso. Los errores se redujeron notablemente al momento de realizar las pruebas.
- La operación es más amigable para el operador. Después de estar debidamente ajustado y obtener los valores definitivos para la Tabla de Intervalos, el OP3 facilita la configuración para empaquetas diferentes capacidades de fundas.

5. Conclusiones

Las máquinas empaquetadoras Hayssen y Transwrap de Ecuasal han sido mejoradas y actualizadas su tecnología mediante la automatización con controladores lógicos programables.

Como resultado de esta implementación se logró mejorar el proceso de empaquetamiento de sal y solucionar los problemas que presentaba el sistema antiguo.

La estandarización de los sistemas de control bajo un mismo formato de programación e instalación facilitan el mantenimiento o reparación en los equipos automatizados, tanto en hardware como en software.

En la industria Ecuatoriana, la automatización industrial ha desarrollado eficiencia en la producción y ha permitido entrar a las industrias en el cumplimiento de normas de calidad nacional e internacional.

6. Agradecimientos

Agradezco a mis padres Manuel y América, la educación que me han dado, sin la cual no habría sido posible seguir el camino que me ha llevado hasta la culminación de este trabajo. A mi esposa e hijos por la paciencia y apoyo, Finalmente en el entorno de trabajo quiero agradecer a todos aquellos que han colaborado tanto activa, como pasivamente en la consecución del mismo.

7. Referencias

- [1] Manual de usuario de la empaquetadora
- [2] **Bryan, L. A.** Programmable controllers. Theory and implementation. Second Edition. Edit. Industrial Text Company. Atlanta: Georgia. 1988. 1047 pp.
- [3] **Baicells, Joseph y José Luis Romeral.** Automatas programables. Edi. Alfaomega. s/f. 439 pp.
- [4] **Siemens.** Sistema de automatización S7-200. Manual del sistema. 1998. 478 pp.
- [5] **Siemens.** Micromaster 440. 0,12 kW – 11 kW. Instrucciones de servicio. Documento de usuario. Edición 10/06.
- [6] **Siemens.** OP3 Operador panel. Equipment Manual. Release 11/99.