

Automatización de la estación neumática PN-2800 mediante la plataforma CompactLogix de Allen Bradley

Paúl Ayala¹, Rodolfo Gordillo¹, Edison Calvache², Gregorio López^{2*}

¹Departamento de Eléctrica y Electrónica, Escuela Politécnica del Ejército
Av. El Progreso S/N, Campus Politécnico, Sangolquí, Ecuador

²PETGAS Negocios con Terceros Ecuador, Departamento de Instrumentación y Control
Calle Pontevedra N24-76 y Barcelona Esq. Sector la Floresta. Quito, Ecuador.
E-mail: g.lopez@petgasecuador.com

Editado por/Edited by: R. Játiva, M.Sc.

Recibido/Received: 08/19/2010. Aceptado/Accepted: 03/03/2011.

Publicado en línea/Published on Web: 06/30/2011. Impreso/Printed: 06/30/2011.

Abstract

This paper describes the automation of the air station PN-2800 by the Allen Bradley CompactLogix platform; it is an integral part of the Laboratory Industrial Control, Department of Electrical and Electronics of the Polytechnic School Army (ESPE), called C.I.M.2000. AIR station PN-2800, meets with the primary role of providing raw material in order to implementation of various CIM2000 processes within, for which it maintains a fully autonomous in relation to the implementation of the steps needed for release of raw materials requested. Updating AIR station PN-2800, supports maintaining operation's multiple modes, with an HMI that allows the user to understand and manage the control at station providing easy and convenient way to understanding this way, development and functionality of industrial processes found in many businesses.

For this project was made migration MODICON platform, with 984 PLC COMPACT A130, to the platform with the PLC COMPACTLOGIX 1768 - L43A of ALLEN BRADLEY, and there was a wide optimization of the air station, directly related to time optimization, flexibility in the processes are carried out as mixed orders of raw materials, as well as reduced wiring. Through a single network cable and using the Ethernet network infrastructure, the transfer was made information and communication with other stations and CIM Lab especially with the Central Station, thus improving the wiring used before with PLC 984 COMPACT A130 on the platform MODBUS.

Keywords. Air Station PN-2800, Allen Bradley CompactLogix platform, Laboratory Industrial Control, C.I.M.2000

Resumen

El presente artículo describe la automatización de la estación neumática PN-2800 mediante la plataforma Compactlogix de Allen Bradley, misma que es parte integral del Laboratorio de Control Industrial del Departamento de Eléctrica y Electrónica de la Escuela Politécnica del Ejército(ESPE), denominado C.I.M.2000. La estación NEUMÁTICA PN-2800, cumple con la función primordial de proporcionar la materia prima para la ejecución de los diversos procesos dentro del C.I.M.2000, para lo cual mantiene un sistema completamente autónomo, en relación a la ejecución de los pasos necesarios para el despacho de la materia prima solicitada. La actualización de la estación NEUMÁTICA PN-2800, admite mantener varios modos de operación, con una HMI que permite al usuario entender y manejar el control de la estación de una manera fácil y adecuada aportando de esta manera al entendimiento, desarrollo y funcionalidad de los procesos industriales encontrados en muchas empresas.

Para éste proyecto se efectuó la migración de la plataforma MODICON, con el PLC 984 COMPACT A130, a la plataforma COMPACTLOGIX con el PLC 1768- L43A de ALLEN BRADLEY; y se observó una amplia optimización de la estación neumática, directamente relacionada con tiempos de optimización, flexibilidad en los procesos realizados como son pedidos mixtos de materia prima, así como también la reducción de cableado. A través de un único Cable de red y aprovechando la infraestructura de red Ethernet, se hizo la transferencia de información y comunicación con las otras estaciones del Laboratorio CIM y en especial con la estación Central, logrando así mejorar el cableado utilizado anteriormente con el PLC 984 COMPACT A130 en la plataforma MODBUS.

Palabras Clave. Estación Neumática PN-2800, Plataforma CompactLogix de Allen Bradley, Laboratorio de Control Industrial, C.I.M.2000

Introducción

El sistema de Manufactura Asistido por Computadora, (Computer Integrated Manufacturing-C.I.M.), se introdujo, como término, a inicios de los años 70, en donde se comenzó a hablar de la integración de computadoras para realizar procesos industriales. Con el transcurso de los años y el avance de la tecnología, hoy en día se cuenta con computadoras muy poderosas y eficientes, las cuales permiten realizar procesos cada vez más complejos y por lo tanto productos de mayor calidad. Es por ello que dentro del entorno económico e industrial de la última década se ha reconocido el efecto de internacionalización de las actividades empresariales, la evolución tecnológica y de ideas asociadas a la implantación y fomento de tecnología en las empresas. El Departamento de Eléctrica y Electrónica de la Escuela Politécnica del Ejército (ESPE), en el área de Automatización y Control, dispone del laboratorio C.I.M. 2000, el cual fue instalado en el año 1995 y está conformado por un grupo de estaciones, que mantienen una labor determinada. En este laboratorio se emulan los procesos de Manufactura Integrada por Computadora, utilizados en la mayoría de las Empresas y Fábricas de todo el Mundo. Una de las estaciones que conforman al laboratorio C.I.M.-2000, es la estación NEUMÁTICA PN-2800, la cual despacha la materia prima a ser utilizada en los diferentes procesos industriales, mediante métodos y configuraciones computacionales concretos. La recolección de datos en tiempo real en los diferentes procesos industriales, es el reto que mantiene toda empresa en la actualidad. Es por ello que debido a la adquisición de equipos electrónicos ALLEN BRADLEY con tecnología de última generación, por parte del Departamento de Eléctrica y Electrónica, se ha visto la necesidad de mejorar el sistema de comunicaciones ya existente en el C.I.M. - 2000, mediante la migración de la plataforma MODBUS de MODICON a la plataforma ETHERNET/IP de ALLEN BRADLEY, ya que estos equipos permiten realizar de forma más fácil y flexible el manejo de los diferentes procesos que se realizan en las estaciones inmersas en el laboratorio, de forma especial en la estación NEUMÁTICA PN-2800. En relación a las fallas ocasionadas por el deterioro de dispositivos electrónicos en las estaciones del C.I.M 2000, el manejo de las señales de las diferentes estaciones se hace más complejo, en la plataforma hoy utilizada, por lo cual se hace imprescindible realizar una actualización de las estaciones hacia la plataforma de comunicación ETHERNET/IP que utilizan los equipos COMPACTLOGIX, pues ésta cuenta con un sistema de mensajería más eficiente, consiguiendo un sistema menos rígido y orientado con nuevas tecnologías existentes en la industria. De esta manera el C.I.M. 2000 podrá emular de una forma más real los procesos encontrados en la industria y el manejo de fallas será más fácil de detectar al mantener una correcta supervisión de todos los procesos inmersos, permitiendo que los estudiantes del Departamento se enfrenten bajo una perspectiva teórico-práctica a una nueva tecnología de



Figura 1: Pirámide de Automatización Industrial

comunicación para el control de procesos industriales y desarrollen capacidades útiles para mejorar sistemas diversos durante su vida profesional. En la industria actual se realiza el intercambio de información entre dispositivos, considerando muchos factores, entre ellos comunicación en tiempo real, redundancia, accesibilidad desde diferentes puntos, etc, todos estos factores han sido importantes para la elección de una nueva plataforma de comunicaciones para el laboratorio C.I.M.2000 y la estación NEUMÁTICA PN-2800.

Metodología

Descripción general de la estación Neumática PN-2800

La estación NEUMÁTICA PN-2800, cumple con la función primordial de proporcionar la materia prima para la ejecución de los diversos procesos dentro del C.I.M.-2000, para lo cual mantiene un sistema completamente autónomo, en relación a la ejecución de los pasos necesarios para el despacho de la materia prima solicitada. La autonomía de la estación radica en la robustez del sistema de control implementado, mismo que cumple con la estructura primordial y básica de la pirámide de automatización, como se muestra en la Fig. 1.

El proceso como tal dentro de la estación Neumática PN-2800, permite realizar un conjunto de pasos o acciones dirigidas a la entrega de la materia prima solicitada en el proceso a ser ejecutado.

Control de procesos / Nivel Operacional

La estación PN-2800 se embarca dentro del nivel operacional en la pirámide de automatización, ya que en la Fig. 1 la estación Neumática basa su funcionamiento en la adquisición de datos con autonomía local, a través de sensores, actuadores y su correspondientes Controladores de Automatización Programables (PAC). La estación Neumática PN-2800 Fig. 2 está constituida por las siguientes partes principales:

Bandeja de almacenamiento / despacho de prismas

Esta bandeja es mejor conocida como alimentador deslizante y está equipada con un sensor de presencia, que en este caso es un fin de carrera normalmente abierto,



Figura 2: Estación PN-2800

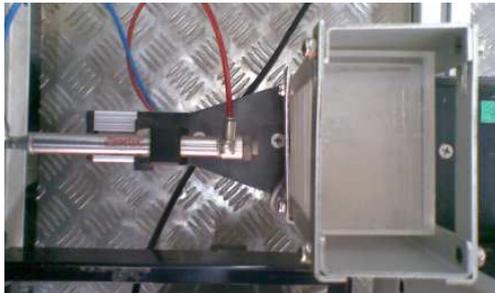


Figura 3: Almacén de prismas ST-01

mismo que envía una señal de 24 Vdc si está lleno y 0Vdc cuando ya no existen prismas, a más de ello ésta bandeja de almacenamiento cuenta con un pistón horizontal, que es el encargado de localizar el prisma en su paleta correspondiente, tal como podemos verlo en la Fig. 3.

Bandeja de almacenamiento y despacho de paletas

Este alimentador deslizante es el encargado de proporcionar al sistema de las paletas correspondientes, consta a su vez de un sensor inductivo, con la finalidad de detectar la presencia de las paletas y un pistón horizontal de doble acción, mismo que a ubica las paletas en el sistema. Como extensión a esta bandeja existe una plataforma de alimentación, la cual actuará como un buffer e informará que hay materia prima para ser despachada, dependiendo del pedido recibido, tal como podemos ver en la Fig. 4.

Plataforma o buffer de alimentación

Es la encargada de la recepción progresiva de la materia prima correspondiente, y su despacho al proceso integrado del C.I.M.-2000.

Bandeja de alimentación de cilindros o alimentador de pendiente

Es una bandeja inclinada que provee al proceso de dos tipos de cilindros. Esta bandeja está compuesta por dos rampas, cada una de las rampas está dedicada a proveer un tipo de cilindro, para lo cual está equipada de un par de pistones por rampa, con la finalidad de proveer al proceso de un cilindro a la vez. A más de ello cada rampa tiene un sensor inductivo para asegurar la presencia de los cilindros respectivos, tal como podemos verlo en la Fig. 5.



Figura 4: Almacén de paletas ST-02



Figura 5: Almacén de cilindros LS-01/02



Figura 6: Plataforma receptora LS-03

Plataforma receptora de cilindros

Es un receptor horizontal en forma de V, mismo que consta de un pistón de doble acción que es el encargado de empujar o colocar el cilindro en el lugar asignado para que el manipulador lo coloque en la bandeja de traslado. Para efectuar esta operación existe un sensor inductivo al final de la plataforma receptora que asegura la presencia de un cilindro y así da la señal de activación al manipulador correspondiente (Fig. 6).



Figura 7: Manipulador de cilindros MC-01



Figura 8: Manipulador de despacho MD-01

Manipulador de cilindros

Está compuesto específicamente por un cilindro Axial de doble acción, un cilindro de Eje Giratorio y un Gripper Neumático. Los cilindros del manipulador cuentan con sensores inductivos tipo switch magnético de 2 hilos de posición de vástago, los cuales censan la carrera del vástago durante la ejecución de un proceso, lo que permite emitir una señal de 24 Vdc al PAC, para que este envíe una señal de activación de 24 Vdc a las electroválvulas y así lograr una correcta distribución en la alimentación de aire en el cilindro de doble acción y de eje giratorio, logrando así una secuencia ordenada de eventos, tal como podemos ver en la Fig. 7.

Manipulador de despacho

Está compuesto específicamente por un cilindro Axial de doble acción, un cilindro de Eje Giratorio y un Gripper Neumático. Los cilindros del manipulador cuentan con sensores inductivos tipo switch magnético de 2 hilos de posición de vástago, los cuales censan la carrera del vástago durante la ejecución de un proceso, lo que permite emitir una señal de 24 Vdc al PAC, para que éste envíe una señal de activación de 24 Vdc a las electroválvulas y así lograr una correcta distribución en la alimentación de aire en el cilindro de doble acción y de eje giratorio, logrando así una secuencia ordenada de eventos. Este manipulador es el encargado del despacho de la materia prima hacia el proceso general, por lo que para la activación del mismo se necesita cumplir eventos determinados, tal como podemos ver en la Fig. 8.

Electroválvulas

Son las encargadas del accionamiento de los diferentes pistones y manipuladores de la estación, según la lógica de control establecida, como se ve en la Fig. 9.



Figura 9: Electroválvulas



Figura 10: Gabinete eléctrico

Gabinete eléctrico

La alimentación de toda la estación llega a este gabinete que dispondrá de la energía necesaria por todos los elementos utilizados dentro de la estación de neumática PN-2800. Este armario cuenta con los elementos indispensables para la distribución de energía eléctrica a todo el sistema, así como también de las debidas protecciones del caso, como son contactores por cada línea de alimentación, un fusible en una de las líneas de alimentación, diodos en las borneras, tal como podemos ver en la Fig. 10.

PAC's

La estación neumática PN-2800 utilizará en CompactLogix 5000 de Allen Bradley y será el encargado de manejar la lógica de control de la estación PN-2800.

Plataforma CompactLogix de Allen Bradley

La plataforma CompactLogix de Allen Bradley, presenta una gran variedad de soluciones de control a nivel

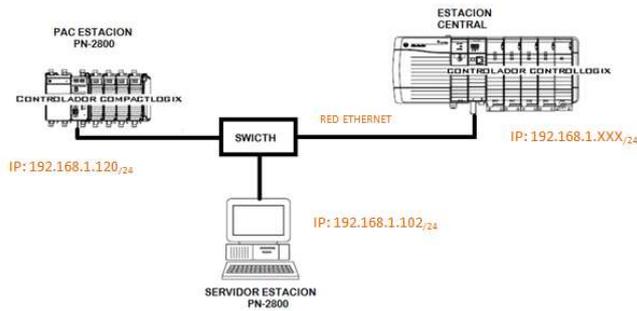


Figura 11: Topología de la red Ethernet

de máquina haciendo uso de módulos I/O, recolección y transmisión de datos a través de sus módulos de comunicaciones, movimiento y requerimientos de red, es la razón de haber sido escogida para conformar parte integral de la estación neumática PN-2800. La estación Neumática PN-2800 integrará los PAC's logix de la familia 5000, ya que comparten una plataforma que funciona de forma general de la siguiente manera:

- Alta velocidad de operación para instrucciones lógicas, algebraicas.
- Maneja palabras de 32 bits.
- Realizan aplicaciones de control Secuencial, Control de movimiento, Control de procesos, etc.
- La memoria del controlador combina información, lógica y direccionamiento de bases de datos.

Estas ventajas permiten que la estación PN-2800 pueda mejorar el proceso que lleva a cabo, como es el despacho de materia prima al sistema central, con una mayor flexibilidad y en menor tiempo de ejecución por cada tarea. Los modos de programación de la familia Logix son los siguientes:

- Programación en modo Ladder (escalera).
- Programación en lenguaje estructurado.
- Programación por bloques.

Estos modos de programación, dentro de los procesos realizados por la estación Neumática PN-2800 permiten manejar de mejor manera las variables a ser utilizadas, nos permiten una mayor flexibilidad en la lógica de programación ya que podemos combinar todos los modos de programación en un mismo programa, rutina o subrutina, para ello cada modo de programación tiene sus instrucciones específicas.

Modelo de comunicación

La plataforma logix maneja un modelo de comunicaciones en base a mensajes, es decir, mediante mensajes se transmiten toda la información necesaria para una acción, donde cada nodo utiliza la misma según sus necesidades. Los mensajes son del tipo no determinístico, y permiten realizar tareas de comunicación entre controladores, entre servidor/controlador, permitiendo de esta manera la actualización, descarga de los programas alojados en la memoria del controlador. Los modos de comunicación y transferencia de variables de la familia Logix 5000 son los siguientes:

- **Productor/Consumidor:** Semejante al modo Maestro/Esclavo de Modbus, con la diferencia que en este modo, el productor genera la información necesaria y mediante broadcast la pone sobre la red y el consumidor que la necesite la utiliza, sin opción de modificarla.
- **Mensajería:** Se genera mediante un unicast entre controladores.

El software utilizado para las tareas de control es el RS-Logix 5000, que es el encargado de la configuración del PAC a utilizar, mediante este software se realiza la programación de la lógica a utilizar en el proceso dentro de la estación PN-2800; y el Factory Talk View que nos servirá como IHM (Interfaz Humano Máquina) de las tareas de control a realizar, permitiendo así alcanzar el nivel de supervisión dentro de la pirámide de control con todas las características de este nivel, como son alarmas, presentación de informes, históricos, eventos, seguridad, etc. La plataforma Compact Logix de Allen Bradley nos permite llevar a cabo la comunicación con una amplia capacidad de memoria, alta tasa de transferencia de datos, logrando así verificar que la migración de plataformas traerá una mayor flexibilidad a la estación PN-2800 y por ende al C.I.M.2000. La topología de red del C.I.M.2000 debido a la migración de plataformas se verifica en la figura 1.11. la cual nos muestra la interacción del estación PN-2800 con la estación Central, montada sobre la red Ethernet/IP.

Características de la plataforma CompactLogix

Las características principales de la plataforma CompactLogix son las siguientes:

- Es una plataforma modular y autónoma.
- Permite realizar varios procesos a la vez.
- Se instala en espacios reducidos, debido a su orientación hacia aplicaciones autónomas.
- Puede crecer horizontalmente como verticalmente, hasta 16 módulos I/O.

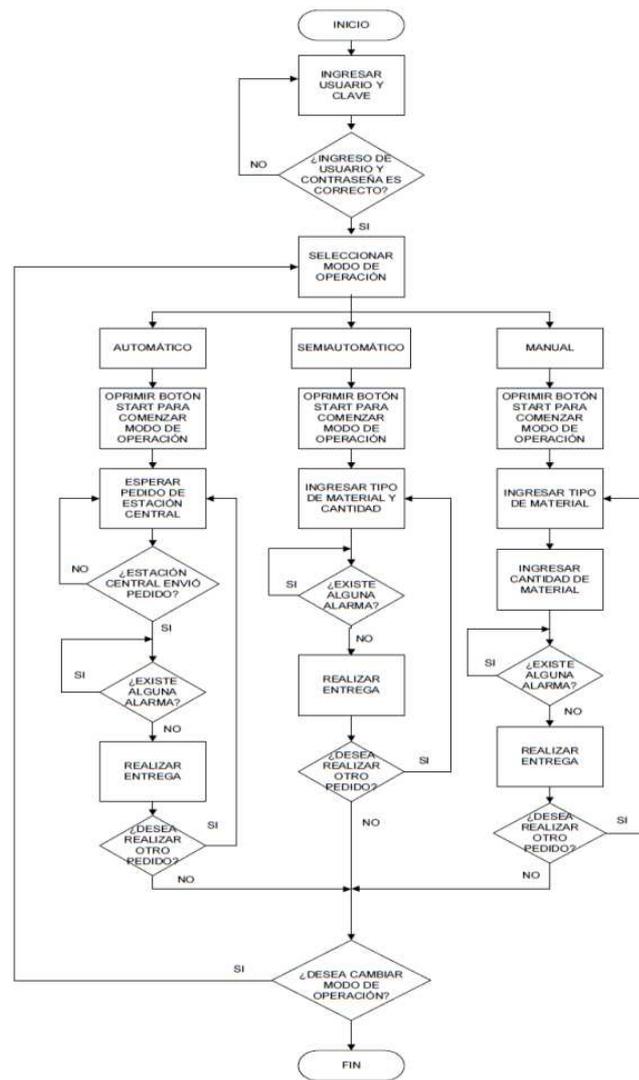


Figura 12: Diagrama de flujo del programa principal

- Manejo de hasta 16 tareas, de las cuales una de ellas es la conocida como tarea continua.
- Cada tarea puede contener hasta 32 programas, cada uno con sus propias rutinas y variables internas.
- Manejo de eventos a través de instrucciones.
- Memoria del controlador 1768-L43: 2Mbytes.
- Tipo de memoria No volátil: CompactFlash.
- Puerto de comunicación integrado: RS-232.
- Tipo de Comunicación serial: ASCII, DF1 (full / halfduplex), DF1 radio modem DH-485 Y MOD-BUS.
- Tipos de comunicación opcional: Ethernet, ControlNet, DeviceNet, mediante módulos de comunicaciones o scanner.

Elementos funcionales y actuadores neumáticos de la estación neumática PN-2800

Los elementos neumáticos de la estación PN-2800 se resumen en la Tabla 1.

Elemento	Cantidad	Observaciones
Actuador Neumático	9	Pistones
Manipulador Neumático	2	
Gripper Neumático	2	
Válvulas 4/2	13	
Válvulas 3/2	2	
Sensores magnéticos	16	
Regulador de presión	1	0-10 bares
Presóstato de seguridad	1	

Tabla 1: Elementos de la estación neumática PN-2800

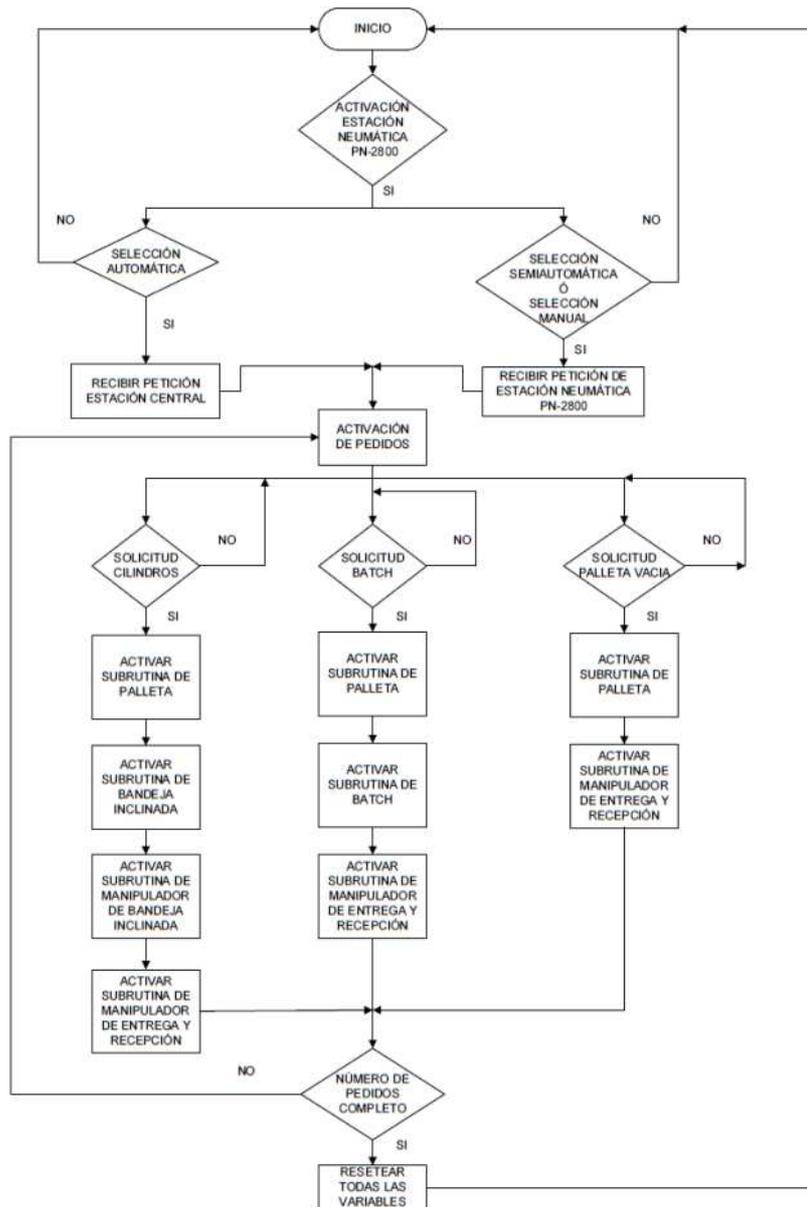


Figura 13: Diagrama de flujo de la HMI para la estación neumática PN-2800

Resultados y Discusión

Diagrama de flujo del programa principal

En el programa principal se consideran todos los procesos que realiza la estación para la entrega del producto, los cuales serán separados en subrutinas, y serán manejados en todos los modos de operación tanto por la estación central como por la estación neumática. Una vez activada la estación se realizará la comunicación mediante mensajes con la estación central si se eligió el modo de operación automático y con la estación neumática si se eligió el modo de operación manual o semiautomático, después se procede a esperar la petición

de producto a entregar, una vez que la petición es ingresada ya sea mediante mensajes o de forma manual se entrega el producto hasta realizar la entrega de todo el número de pedidos y al final se resetearán todas las variables del programa para esperar el pedido de otro lote ya sea por la estación central o la estación neumática.

Diseño de la HMI para la estación neumática PN-2800

Para el diseño de la HMI se han tomado en cuenta todas las tareas, objetivos y color necesarios para obtener una interfaz clara y eficiente, ya que al tener una interfaz pobre se tiene como consecuencia que el usuario cometa errores al no obtener una idea clara del proceso dentro



Figura 14: Carátula HMI de estación neumática PN-2800



Figura 17: Pantalla modo semiautomático HMI de estación neumática PN-2800



Figura 15: Pantalla principal HMI de estación neumática PN-2800

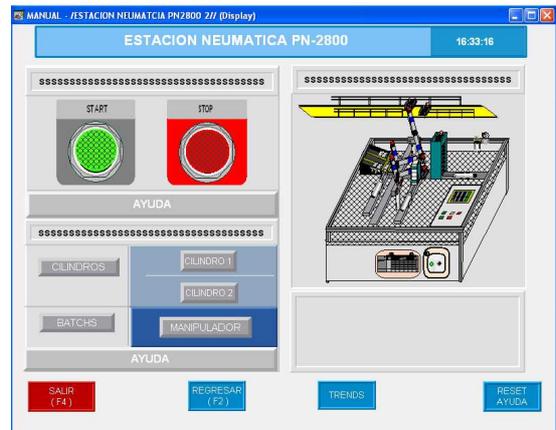


Figura 18: Pantalla modo manual HMI de estación neumática PN-2800



Figura 16: Pantalla modo automático HMI de estación neumática PN-2800

de la interfaz, el siguiente diagrama de flujo nos indica los niveles de prioridad manejados dentro de la HMI de la estación Neumática PN-2800. Tomando en consideración el diagrama de flujo, se generaron ventanas de ayuda tanto para el operador como para el ingeniero. Los principales modos de operación de la estación neumática PN-2800 se presentan en las Figs. 14-18:

Conclusiones

La arquitectura NetLinx manejada por la familia Logix, permite la transmisión de datos en tiempo real a través de distintos métodos como puede ser frecuencias de actualización de E/S programadas, cíclicas y por cambio de estado. Los controladores CompactLogix y ControlLogix permiten manejar todos los dispositivos de red desde una ubicación centralizada, configurarlos durante la puesta en marcha o modificar parámetros con el mouse o mediante lógica de controlador sin que el control se vea afectado. Esta plataforma NetLinx ofrece soluciones para la presentación de HMI, análisis y tendencias, tareas de mantenimiento y solución de problemas a intervalos regulares o a petición sin necesidad que los controladores deban regular el tráfico de red con programación adicional. El modelo productor- consumidor permite gran eficiencia en transmisión de datos y configuración de equipos similares, ya que los datos se producen una sola vez desde un productor y todos los consumidores que lo necesiten lo toman. El cambio de plataforma de comunicación dentro del CIM, de Modbus a Ethernet/IP es una solución abierta estándar que aprovecha los medios físicos y los chips de comunicaciones Ethernet comerciales y permite el intercambio de mensajes mediante protocolos CIP, UDP, TCP,IP lo cual re-

presenta una gran ventaja para el control de un proceso. La capacidad de memoria del controlador 1768-L43 supera en demasía a la capacidad de memoria del controlador anterior de 16 Kbytes a 2Mbytes, lo cual genera gran flexibilidad en los procesos y gran velocidad en la transferencia de datos, a más de evitar solapamiento en la información y desbordes en las diferentes operaciones realizadas en la lógica de control. Una de las ventajas principales entre el PAC 1768-L43 con el PLC 984-130-COMPACT-A120, es la fuente de alimentación, ya que el PAC tiene su propia fuente de alimentación y el PLC necesita una fuente externa para poder alimentar sus módulos, esta ventaja hizo que reduzca el cableado de la estación PN-2800.

La nueva plataforma al manejar palabras de 32 bits, facilita la transferencia de una mayor cantidad de información en una sola palabra de datos a través de un solo mensaje, mientras que la palabra de datos de la anterior plataforma era de 16 bits y para su transmisión se debía encapsular bit a bit, transmitir cada bit y posteriormente realizar el desencapsulamiento de cada bit y formar la palabra, todo este procedimiento ocupaba un tiempo de transferencia de datos mayor al de la actual plataforma. El controlador 1768-L43 soporta tres modos de programación dentro de una misma subrutina, rutina o tarea principal, como son modo escalera, lenguaje estructurado y por diagrama de bloques, lo cual da una mayor flexibilidad al programador y reduce de forma notable la cantidad de código a utilizar. Se verificó que al utilizar un arreglo de subrutinas, se mejora la estructura del programa principal, ya que podemos llamar a una misma subrutina n-veces logrando así una mayor flexibilidad en el programa y una mejora en la eficiencia en la utilización del código implementado. La red Ethernet/IP ha sido diseñada para gestionar grandes cantidades de datos de transmisión de mensajes hasta 1500 bytes por paquete ya que posee velocidades de 10/100 Mbps facilitando aún más la transmisión de datos característica esencial al momento de realizar monitoreo y control de un proceso. La estructura de cableado de la estación se ha reducido notablemente, ya que para la transmisión de datos entre controladores y PC's solamente se tiene un cable par trenzado por donde se envían palabras de 32 bits, eliminando el manejo de 8 o 10 bits y el barrido de las señales para conseguir la comunicación, además esta red permite manejar hasta 64 nodos de comunicación que la hacen una red más amplia y flexible. Esta red admite la conexión del sistema de producción del CIM al internet sin necesidad de equipos adicionales ya que Rockwell Automation cuenta con software especializado para el manejo y registro de la información dentro de un servidor.

Recomendaciones

Se recomienda tomar en cuenta la configuración de la dirección IP de un controlador, ya que pueden existir problemas al momento de transmisión de datos al encontrar dos equipos con la misma dirección IP dentro

de una misma red. No se debe cambiar el Firmware del controlador a una versión más baja ya que el Software RSLogix 5000 o Factory Talk View no reconocerán el controlador o pueden existir problemas al momento de correr el programa. Se recomienda al momento de configurar los módulos de I/O seleccionar las entradas y salidas correctamente de lo contrario se puede exponer los módulos a fallas en referencia de voltajes y protección de los mismos. No se debe olvidar conectar la dongle a la PC para activar la licencia del software de Rockwell Automation como Factory Talk View, RSLogix 5000, etc, para reconocer el controlador y permitir la utilización de un mayor número de pantallas y elementos de programación al momento de realizar un programa o una interfaz. Se recomienda antes de activar la estación verificar la entrada correcta de presión de aire a los actuadores, ya que la estación no posee un sensor que permita dar una alarma, evitando de esta manera fallas en el proceso.

Referencias

- [1] "Power Supplies". Publicación 1768-IN001B-EN-P. 32.
- [2] "CompactLogix Controllers, Series B". Catalog Numbers 1768-L43, 1768-L45. Publicación 1768-IN004C-EN-P. 40.
- [3] "Compact 16-point 24V dc Sink/Source High-speed Input Module" Catalog Number 1769-IQ16F. Publicación 1769-IN064A-EN-P. 16.
- [4] "Compact Solid State 24V dc Source Output Module" Catalog Number 1769-OB16, Series B. 20.
- [5] "Módulo de interface de comunicación ControlLogix Ethernet" Cat. No. 1756-ENET. Publicación 1756-6.5.1.ES. 42.