

ESCUELA POLITECNICA DEL EJÉRCITO

DEPARTAMENTO DE ELÉCTRICA Y ELECTRÓNICA

CARRERA DE INGENIERÍA EN ELECTRÓNICA, AUTOMATIZACIÓN
Y CONTROL

PROYECTO DE GRADO PARA LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO EN
INGENIERÍA ELECTRÓNICA

“AUTOMATIZACIÓN DE LA ESTACIÓN NEUMÁTICA PN-2800 DEL
LABORATORIO C.I.M. 2000 MEDIANTE LA PLATAFORMA
COMPACTLOGIX DE ALLEN BRADLEY”

Calvache Bonifaz Edison Antonio.

López Moscoso Gregorio Antonio.

SANGOLQUI – ECUADOR

2009

CERTIFICACION

Por medio de la presente certificamos que el proyecto de grado para la obtención de título en ingeniería electrónica **“AUTOMATIZACIÓN DE LA ESTACIÓN NEUMÁTICA PN-2800 DEL LABORATORIO C.I.M. 2000 MEDIANTE LA PLATAFORMA COMPACTLOGIX DE ALLEN BRADLEY”** fue desarrollado en su totalidad por el Señor Edison Antonio Calvache Bonifaz y el Señor Gregorio Antonio López Moscoso

Atentamente,

Ing. Paul Ayala
Director

Ing. Rodolfo Gordillo
Codirector

AGRADECIMIENTO

A Dios por ofrecernos la dicha de vivir y de esta manera poder luchar diariamente por un futuro más próspero, a nuestros padres y hermanos(as) por todo el apoyo y confianza que nos brindaron durante éste duro camino, a los Ingenieros Paúl Ayala y Rodolfo Gordillo los cuales nos permitieron desarrollar el estudio y ejecución del presente proyecto y nos brindaron todo su apoyo, compartieron con nosotros sus conocimientos y nos ayudaron a ser mejores profesionales mediante la predica del ejemplo y responsabilidad y a todos nuestros amigos y compañeros con los cuales compartimos muchos momentos buenos y malos logrando así llegar a la unidad y como meta final culminar con éxito nuestra carrera.

A todos ustedes quedamos eternamente agradecidos.

Edison Antonio Calvache Bonifaz

Gregorio Antonio López Moscoso

DEDICATORIA

El presente trabajo dedico con todo amor a mis padres, Tito y Rosita quienes mediante su ejemplo, amor y comprensión han sido mi guía constante a lo largo de toda mi vida, a mi esposa Yolanda quien siempre me animó a ser el mejor en todos los aspectos relacionados con mi formación profesional, a mi hijo Jared porque él es quien da sentido a mi vida, a mi hermana Victoria quien siempre supo darme aliento en los momentos difíciles y en especial dedico la culminación de este proyecto a mi abuelito René Moscoso La Torre quien fue como mi segundo padre y me animó a seguir ésta carrera que tanto me apasiona.

Todos mis éxitos de aquí en adelante se los dedico a ustedes.

Gregorio Antonio López Moscoso

DEDICATORIA

Este proyecto va dedicado a mis padres quienes has sido la luz de mi vida y la fuerza que siempre me ha motivado a mirar hacia adelante, brindándome su amor y comprensión.

A mis hermanos Marco, Paola y Gabriel que han sido un gran apoyo durante todo este tiempo.

Edison Antonio Calvache Bonifaz

INDICE DE CONTENIDO

CAPÍTULO 1

INTRODUCCIÓN A LA ESTACIÓN NEUMÁTICA PN-2800	- 11 -
1.1. JUSTIFICACIÓN.....	- 13 -
1.2. ALCANCE	- 14 -
1.3. DESCRIPCIÓN GENERAL DE LA ESTACIÓN NEUMÁTICA PN-2800	- 14 -
1.3.1. LA ESTACIÓN NEUMÁTICA DENTRO DE LA PIRÁMIDE DE AUTOMATIZACIÓN.....	- 14 -
1.3.2. ESTRUCTURACIÓN DE LA ESTACIÓN NEUMÁTICA PN-2800.....	- 17 -

CAPÍTULO 2

HARDWARE DE LA ESTACION NEUMATICA PN-2800	- 23 -
2.1. ELEMENTOS Y ESTADO DE LA ESTACIÓN NEUMÁTICA PN-2800 EN LA PLATAFORMA INICIAL MODICON CON EL PROTOCOLO MODBUS.....	- 24 -
2.1.1. CARACTERÍSTICAS DEL PROTOCOLO MODBUS	- 27 -
2.1.2. Características del Controlador 984-130-COMPACT-A120	- 32 -
2.2. PLATAFORMA COMPACT LOGIX DE ALLEN BADLEY.....	- 35 -
2.2.1. MODELO DE COMUNICACIÓN DE LA PLATAFORMA LOGIX.....	- 36 -
2.2.2. CARACTERÍSTICAS DE LA PLATAFORMA COMPACTLOGIX	- 39 -
2.3. CONTROLADOR AUTÓNOMO PROGRAMABLE COMPACTLOGIX 5000.....	- 40 -
2.3.1. FUENTE DE ALIMENTACIÓN (1768-PA3).....	- 41 -
2.3.2. CONTROLADOR (1768-L43).....	- 43 -
2.3.3. MODULOS I/O DIGITALES 1769.....	- 49 -
2.3.4. MÓDULO DE COMUNICACIÓN ETHERNET 1768-ENBT.....	- 56 -
2.4. ESTRUCTURA DE CABLEADO DEL CONTROLADOR COMPACLOGIX 5000 DE ALLEN BRADLEY.....	- 59 -
2.4.1. SISTEMA DE ALIMENTACION DE LA ESTACIÓN NEUMÁTICA PN-2800.....	- 59 -
2.4.2. CONEXIONADO DEL PANEL FRONTAL DE LA ESTACIÓN NEUMÁTICA PN-2800.....	- 60 -

2.5. ELEMENTOS FUNCIONALES Y ACTUADORES NEUMÁTICOS DE LA ESTACIÓN NEUMÁTICA PN-2800.....	- 61 -
2.5.1. COMPRESOR.....	- 62 -
2.5.2. TUBERIAS.....	- 63 -
2.5.3. UNIDAD DE MANTENIMIENTO (F150)	- 63 -
2.5.4. CILINDROS.....	- 64 -
2.5.5. MANIPULADORES	- 67 -
2.5.6. VALVULAS DE CONTROL DIRECCIONAL	- 68 -
2.5.7. SENSORES DE PROXIMIDAD.....	- 70 -
2.6. ESTRUCTURA DE CONEXIÓN DE LOS MÓDULOS DE ENTRADAS Y SALIDAS DEL CONTROLADOR COMPACLOGIX 5000 A LOS ACTUADORES DE LA ESTACIÓN NEUMÁTICA PN-2800.....	- 73 -
CAPÍTULO 3	
SOFTWARE	- 76 -
3.1. ACTIVACIÓN DE LICENCIA	- 78 -
3.2. CREACIÓN DE UN ARCHIVO EN SOFTWARE RSLogix 5000.....	- 80 -
3.2.1. Elección de Controlador	- 80 -
3.2.2. Asignación de módulos de comunicación	- 81 -
3.2.3. Asignación de módulos de entrada y salida.....	- 83 -
3.3. PROGRAMACIÓN EN SOFTWARE RSLogix 5000	- 85 -
3.3.1. Creación de Subrutinas	- 86 -
3.3.2. Creación de Variables dentro de Programa.....	- 88 -
3.3.3. Creación de Mensajes	- 91 -
3.3.4. Envío de Mensajes.....	- 93 -
3.3.5. Recepción de Mensajes	- 94 -
3.4. DIAGRAMAS DE FLUJO DE PROCESO DE LA ESTACIÓN NEUMÁTICA PN-2800.....	- 95 -
3.4.1. Diagrama de Flujo del Programa Principal.....	- 96 -
3.4.2. Diagrama de Flujo de Subrutina Salida Palletas.....	- 98 -
3.4.3. Diagrama de Flujo de Subrutina Salida de Batch	- 99 -
3.4.4. Diagrama de Flujo de Subrutina Salida de Cilindros Pequeño y Grande ...	- 100 -
3.4.5. Diagrama de Flujo de Subrutina Manipulador de Bandeja Inclinada	- 101 -
3.4.6. Diagrama de Flujo de Subrutina Manipulador de Entrega Y Recepción	- 103 -
3.5. DISEÑO DE LA HMI.....	- 105 -
3.5.1. Tareas dentro de una HMI	- 105 -

3.5.2. Objetivos en una HMI	- 106 -
3.5.3. Color en una HMI	- 107 -
3.5.4. Diseño de la HMI para la Estación Neumática PN-2800	- 108 -
3.5.5. Creación de archivo en Software Factory Talk View ME	- 109 -
3.5.6. Comunicación entre Factory Talk ViewME y Controlador	- 111 -
3.5.7. Creación de Nuevas Ventanas dentro de la Interfaz	- 115 -
3.5.8. Corrida de Programa en Factory Talk View ME	- 116 -
3.5.9. Diseño de Carátula.....	- 117 -
3.5.10. Diseño de Pantalla Principal.....	- 129 -
3.5.11. Diseño de Pantalla de Modo Automático	- 140 -
3.5.12. Diseño de Pantalla de Modo Semiautomático.....	- 142 -
3.5.13. Diseño de Pantalla de Modo Manual	- 147 -
3.5.14. Diseño de Pantalla de Animación de Proceso	- 149 -
3.5.15. Diseño de Pantalla de Salida de Interfaz	- 150 -
3.5.16. Diseño de Pantalla de Trends.....	- 153 -
3.5.17. Diseño de Pantalla de Alarmas.....	- 158 -
3.6. COMUNICACIÓN MEDIANTE LA PLATAFORMA ETHERNET/IP	- 167 -
3.6.1. Equipo e Información necesaria.....	- 167 -
3.6.2. Asignación de dirección IP al controlador o módulo de comunicación.....	- 168 -
3.6.3. Asignación de dirección IP al controlador o módulo de comunicación mediante conexión serial	- 170 -
3.6.4. Configuración de un Driver Ethernet	- 171 -
3.7. RED ETHERNET/IP	- 173 -
3.7.1. Protocolo TCP/IP	- 175 -
3.7.2. Protocolo UDP/IP	- 176 -
3.7.3. Protocolo CIP	- 177 -
3.7.4. Arquitectura NetLinx.....	- 177 -
3.7.5. Modelo Productor Consumidor.....	- 179 -
3.7.6. Comunicación Full Dúplex	- 179 -
3.8. CONFIGURACIÓN DE LA RED ETHERNET PARA EL CABLEADO DE ALIMENTACIÓN AL PLC COMPACT LOGIX 5000.....	- 180 -
CAPÍTULO 4	
PRUEBAS Y RESULTADOS EXPERIMENTALES.....	- 181 -
4.1. DESCRIPCIÓN FÍSICA DE LA ESTACIÓN NEUMÁTICA PN-2800.....	- 182 -

4.1.1. Fuente de Alimentación 1768-PA3.....	- 183 -
4.1.2. Controlador Compact Logix 1768-L43	- 185 -
4.1.3. Módulo de Comunicación Ethernet/IP 1768-ENBT.....	- 187 -
4.1.4. Módulo de I/O digitales 1769.....	- 188 -
4.1.5. Secciones de Estación Neumática PN-2800	- 190 -
4.2. PRUEBAS EXPERIMENTALES.....	- 194 -
4.2.1. Entrega de Palleta Vacía.....	- 195 -
4.2.2. Entrega de Palleta con Batch	- 195 -
4.2.3. Entrega de Palleta con cilindro pequeño.....	- 196 -
4.2.4. Entrega de Palleta con cilindro grande	- 197 -
4.3. ANÁLISIS TÉCNICO DEL FUNCIONAMIENTO DE LA ESTACIÓN NEUMÁTICA PN-2800 CON EL CONTROLADOR COMPACT LOGIX.....	- 198 -
4.4. RESULTADOS.....	- 199 -
4.5. LIMITACIONES.....	- 200 -
CAPITULO 5	
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	- 201 -
5.1. CONCLUSIONES.....	- 202 -
5.2. RECOMENDACIONES.....	- 204 -
ANEXOS.....	- 206 -
ANEXO 1	
CILINDRO DE SIMPLE ACCION TIPO S	- 207 -
ANEXO 2	
CILINDRO DE DOBLE ACCION TIPO D	- 208 -
ANEXO 3	
MANIPULADOR NEUMATICO Y SENSORES INDUCTIVOS TIPO SWITCHES	- 209 -
ANEXO 4	
VALVULAS SOLENOIDES TIPO 310 Y 410.....	- 210 -
ANEXO 5	
ANALISIS INTERNO DE LAS VALVULAS SOLENOIDES TIPO 310 Y 410.....	- 211 -
ANEXO 6	
SENSORES INDUCTIVOS DE LAS VALVULAS SOLENOIDES TIPO 310 Y 410...-	- 212 -
ANEXO 7	
SENSOR INDUCTIVO DE PROXIMIDAD TIPO CILINDRO	- 213 -
ANEXO 8, 9 Y 10	
DIAGRAMA DE CONEXIONADO DE LOS MODULOS DE ENTRADA Y SALIDA...-	- 214 -

ANEXO 11	
LISTADO DE SEÑALES DE LA ESTACION NEUMATICA PN-2800	- 215 -
ANEXO 12	
ESQUEMA GENERAL DEL CONTROLADOR COMPACTLOGIX 1768-L43	- 216 -
ANEXO 13	
CONEXIÓNADO ELECTRICO PANEL FRONTAL	- 217 -
ANEXO 14	
PROGRAMACION DEL PLC COMPACTLOGIX 5000.....	- 218 -
ANEXO 15	
PROGRAMACION GRAFICA DEL PLC COMPACTLOGIX 5000.....	- 219 -
ANEXO 16	
UNIDAD DE MANTENIMIENTO NEUMATICA.....	- 220 -
BIBLIOGRAFIA	- 221 -

CAPÍTULO 1

INTRODUCCIÓN A LA ESTACIÓN NEUMÁTICA PN-2800

CAPITULO 1

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 más alta 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.

Dentro del Departamento de Eléctrica y Electrónica, en el Área de Automatización y Control, se dispone del laboratorio C.I.M. 2000, el cual fue instalado en los laboratorios del Departamento en el año 1995 y está conformado por un grupo de estaciones, mismas que mantienen una labor determinada, aquí 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.

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.

1.1. JUSTIFICACIÓN

Cada vez que se genera la necesidad de obtener información dentro de un proceso productivo, uno de los problemas más importantes es el desconocimiento de saber qué información es necesaria, cuando se necesita la información, y de qué manera se la necesita.

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, debido a 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 , logrando así que los problemas de comunicación existentes en las estaciones se reduzcan y sean más fáciles de asimilar ya que se constaría 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 ya que se logrará mantener una correcta supervisión de todos los procesos inmersos en el C.I.M.2000, permitiendo así que los estudiantes del Departamento puedan manejar de una manera teórica-práctica una nueva tecnología de comunicación para el control de procesos industriales y sepan mejorar los diferentes sistemas en las diferentes empresas con conocimientos previamente adquiridos en el C.I.M. 2000.

1.2. ALCANCE

Las metas que se buscan con el proyecto son diversas, entre ellas es realizar un cambio de plataforma de comunicación en el laboratorio C.I.M 2000 del Departamento, mediante la plataforma de comunicaciones ETHERNET/IP de Allen Bradley, de igual manera el desarrollo de una ingeniería básica y de detalle es necesaria para el entendimiento y manejo de los equipos utilizados en las estaciones inherentes, logrando de esta manera una integración de la información que permita poder utilizarla y usarla en forma adecuada para el correcto funcionamiento del proceso aquí realizado.

Entre las metas se involucra la actualización de la estación NEUMÁTICA PN-2800, que admita mantener varios modos de operación, con una HMI que permita 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.

1.3. DESCRIPCIÓN GENERAL DE LA ESTACIÓN NEUMÁTICA PN-2800

1.3.1. LA ESTACIÓN NEUMÁTICA DENTRO DE LA PIRÁMIDE DE AUTOMATIZACIÓN.

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, de la siguiente manera:



Figura 1.1. Pirámide de Automatización Industrial

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 figura 1.1. la estación Neumática basa su funcionamiento en la adquisición de datos con autonomía local, a través de sensores, actuadores y su correspondiente PAC (Controladores de Automatización Programables).

- **Sensores.-** los sensores como elementos primarios permiten detectar o localizar los diferentes materiales a ser despachados, la estación

neumática PN-2800 cuenta con sensores de presencia, sean estos inductivos o de fin de carrera, mismos que emiten las diferentes señales a ser utilizadas en el respectivo controlador para realizar el control necesario.

- **Actuadores.-** dentro del nivel operacional ejecutan la acción necesaria para realizar el despacho de la materia prima correspondiente.
- **Redes de Dispositivos de Campo.-** son las diferentes redes de comunicaciones que transmiten los diferentes datos o señales que obtenemos de los diferentes sensores o actuadores a su correspondiente controlador.
- **PAC's.-** con los PAC's (Programmable Automation Controllers) es posible implementar funcionalidades avanzadas con cálculos análogos, acceso de datos y comunicaciones en sus sistemas de control. En la estación neumática PN-2800 se utilizará el CompactLogix 5000 de Allen Bradley.
- **Redes de Datos.-** estas redes comunican los PAC's con los diferentes paneles de operador o computadores locales y de esta manera supervisar el proceso en ejecución, en el caso de la estación PN-2800 la red utilizada es Ethernet/IP.



Figura.1.2. Sistema de Comunicaciones en la Pirámide de Automatización.

Control Supervisorio / Nivel Operacional.

Se realiza mediante la supervisión del proceso a ejecutarse, este control es de forma remota, permite actuar sobre el proceso de una manera rápida y eficaz desde un punto alejado al proceso, tal como indica la Figura.1.1. y 1.2. La estación Neumática PN-2800 mantiene un control local, mismo que mediante algunas modificaciones en la integración del software correspondiente permitirá realizar un control remoto sobre el proceso.

1.3.2. ESTRUCTURACIÓN DE LA ESTACIÓN NEUMÁTICA PN-2800.

La estación Neumática PN-2800 está constituida por las siguientes partes principales:



Figura.1.3. Estación PN-800

- **Bandeja de Almacenamiento y 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, 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.

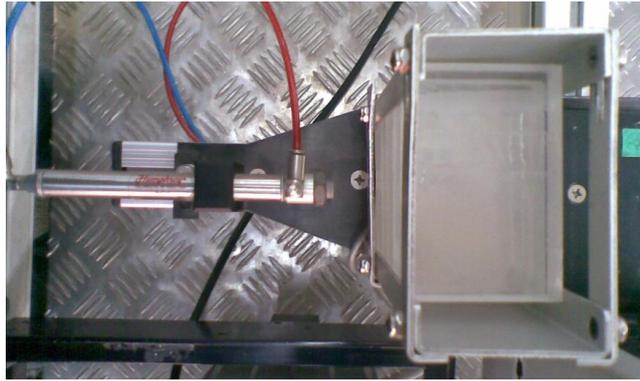


Figura.1.4. Storage de prismas ST-01

- **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.

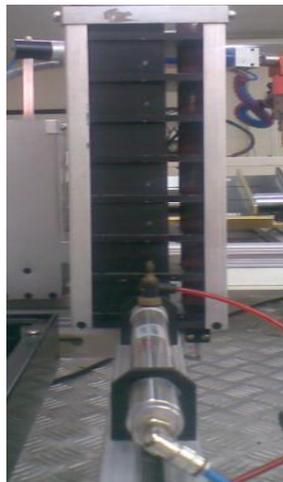


Figura.1.5. Storage de paletas ST-02

- **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. Ésta 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.

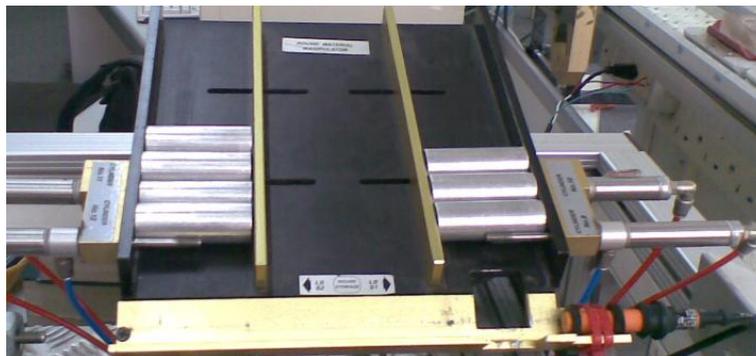


Figura.1.6. Storage de cilindros LS-01/02

- **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.

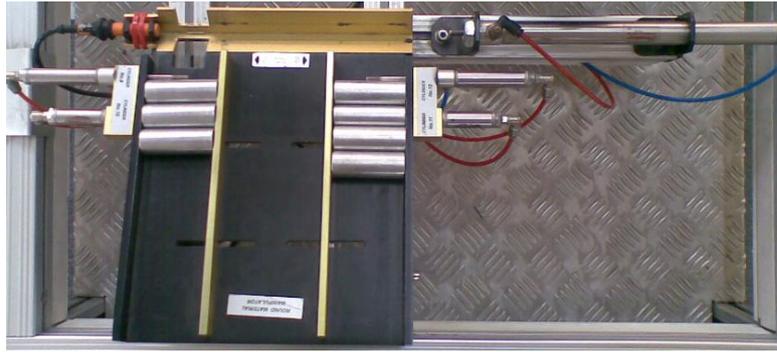


Figura.1.7. Storage de cilindros y plataforma receptora LS-03

- 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 **ZG553** 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.



Figura.1.8. Manipulador de cilindros MC-01

- 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 **ZG553** 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. 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.



Figura.1.9. Manipulador de despacho MD-01

- **Electroválvulas.**- son las encargadas del accionamiento de los diferentes pistones y manipuladores de la estación, según la lógica de control establecida.



Figura.1.10. Electroválvulas

- **Gabinete Eléctrico:** La alimentación de toda la estación llega a éste gabinete que dispondrá de la energía necesaria por todos los elementos utilizados dentro de la estación de neumática PN-2800.

Éste 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.

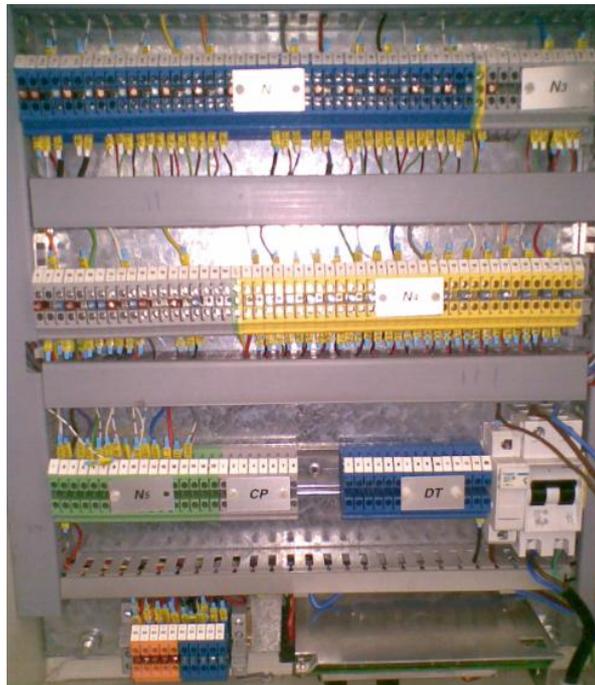


Figura.1.11. Gabinete eléctrico

- **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.

CAPÍTULO 2

HARDWARE DE LA ESTACION NEUMATICA PN-2800

CAPITULO 2

INTRODUCCIÓN

En el presente capitulo se realizará la descripción detallada de los elementos que conforman la estación neumática PN-2800, considerando el estado de los mismos y su relación con la plataforma MODICON dentro del protocolo MODBUS.

Como parte de la actualización de la estación PN-2800 se describirá la plataforma COMPACT LOGIX de ALLEN BRADLEY, las características de hardware del controlador utilizado, módulos de entrada y salida, módulo Ethernet empleado en la comunicación y dentro del software se describirá el formato de la trama utilizada para el intercambio de información entre el PAC y la red.

Dentro de la parte física de la estación se detallarán las conexiones eléctricas del tablero principal y su distribución eléctrica para alimentar los sensores y las conexiones neumáticas referentes a los manipuladores y pistones con los que cuenta la estación, a más de sus funciones específicas durante la ejecución de una determinada subrutina.

Este capítulo mostrará la importancia de la migración de plataformas y por ende la necesidad de la tecnología en los procesos de manufactura integrada por computador.

2.1. ELEMENTOS Y ESTADO DE LA ESTACIÓN NEUMÁTICA PN-2800 EN LA PLATAFORMA INICIAL MODICON CON EL PROTOCOLO MODBUS.

La estación Neumática PN-2800 se encontraba integrada anteriormente por los siguientes elementos: sensores de presencia tanto inductivos como fines de

carrera, actuadores, brazos neumáticos, elementos de protección, pistones y un controlador (PLC: 984-130-COMPACT-A120).

De los elementos anteriormente nombrados solo se requirió el cambio del PLC 984-130-COMPACT-A120, por otro cuya plataforma es COMPACTLOGIX DE ALLEN BRADLEY, los demás elementos solo necesitaron mantenimiento para su el normal funcionamiento de la estación PN-2800.

Los Controladores Lógicos Programables 984-130-COMPACT-A120 de Modicon, mantienen un desempeño que en la actualidad es limitado y cuya flexibilidad y programación se ve afectada por el bajo nivel de memoria que maneja. El PLC 984-130-COMPACT-A120 implementa un conjunto común de instrucciones que permiten desarrollar la lógica de usuario, a través de los protocolos de comunicación Modbus y opcionalmente Modbus Plus.

El controlador 984-130-COMPACT-A120, es de gama media y viene empaquetado en un modulo pequeño y provee 256 puertos discretos de I/O bajo control local, con 4K palabras de memoria de usuario, de los cuales 1K de memoria de usuario está designado para el correcto desempeño del sistema y las demás palabras están disponibles para aplicaciones lógicas a más de ello posee un puerto de comunicación Modbus.

Dentro de la estación PN-2800 se integraba tres modos de comunicación como son: Comunicación mediante señales discretas (entradas y salidas), comunicación a través de Modbus y comunicación mediante Modbus Plus. La estación PN-2800 constaba de cuatro módulos I/O, dos módulos de entrada DEP 216, un módulo de salida DAP 216 y un módulo combinado de entrada/salida DAP 212.

Los módulos DEP 216 es un módulo de 16 entradas discretas de 24 VDC, mismo que era utilizado para censar las señales de los sensores ubicados en los manipuladores, buffer de carga y estaciones de carga y descarga de la estación.

El módulo DAP 216 es un módulo de 16 salidas independientes de 24 VDC, esta salidas manejaban las electroválvulas que son las encargadas de manejar los diferentes pistones de los manipuladores del sistema y de los cilindros de descarga de materia prima.

El módulo DAP 212 era el encargado de recibir las señales de entrada del panel de control, a más de ello las señales lógicas eran utilizadas dentro del controlador para activar cuatro relés independientes normalmente abiertos e individualmente acoplados.

Con estos módulos la estación PN-2800, tenía un modelo de comunicación básico mediante señales de control con la Estación Central que es conocido como comunicación discreta, misma que utilizaba el estándar de comunicación, RS-232, logrando así ser capaces de soportar redes tales como Modbus y Modbus Plus, la única desventaja de con este modelo de comunicación, era la gran cantidad de cableado utilizado, a más de las grandes distancias recorridas entre las diferentes estaciones que conformaban el C.I.M.-2000, dificultando así el mantenimiento y la detección de errores.

El estándar de comunicaciones RS-232 puede transmitir datos hasta 20Kbps hasta una distancia máxima de 15m; donde el puerto comm 1 RS-232, RTU soporta 9600 baudios, y ASCII puede soportar 2400 baudios, este puerto está restringido a paridad par y un bit de parada tanto para RTU y ASCII. Dentro de la estación PN-2800 éste estándar era el encargado de la transmisión de datos seriales dentro de la plataforma Modicon mediante el protocolo Modbus, entre el controlador y la PC correspondiente a cada estación, la información entre una unidad y otra se transmitía en grandes cantidades, tiempos pequeños y distancias pequeñas. El estándar Modbus es un protocolo de capa de mensajería posicionado en el nivel 7 del modelo OSI, dirigido a la comunicación entre un cliente y un servidor dentro de una red; y que al utilizar la transmisión serial su actividad se desarrolla dentro de la capa dos del modelo OSI, convirtiéndose de esa manera en un protocolo de tipo Maestro\Esclavo tal como nos indica la Figura.2.1.

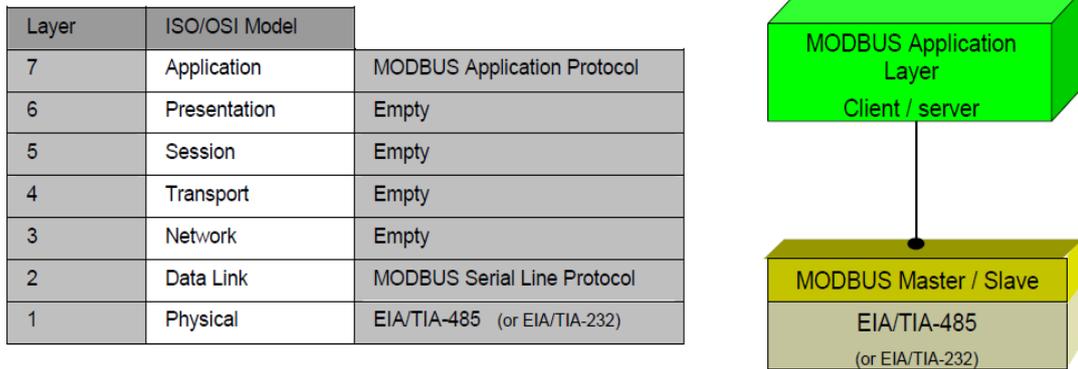


Figura.2.1. Modelo Maestro/Esclavo

2.1.1. CARACTERÍSTICAS DEL PROTOCOLO MODBUS

Para comprender las características principales del protocolo Modbus, debemos visualizar la interacción jerárquica de conexión entre los diferentes dispositivos, los cuales hacen uso de diferentes técnicas de comunicación. El protocolo Modbus embebido utiliza para la transacción de información por mensajes un lenguaje de comunicación común, el cual permite la comunicación entre dispositivos.

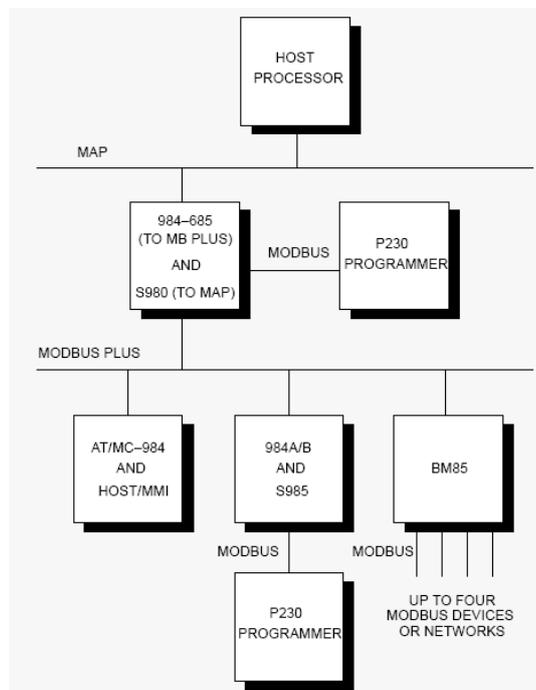


Figura.2.2. Modelo jerárquico de comunicación

El protocolo Modbus al utilizar la técnica Maestro/Esclavo, permite que un dispositivo principal (Maestro) inicie todo tipo de transacción y los otros (esclavos) respondan a los requerimientos mandatorios de información del dispositivo principal, lo cual genera una interacción entre dispositivos a través de preguntas (unicast o broadcast) y respuestas (unicast) como lo indica la Figura.2.3.

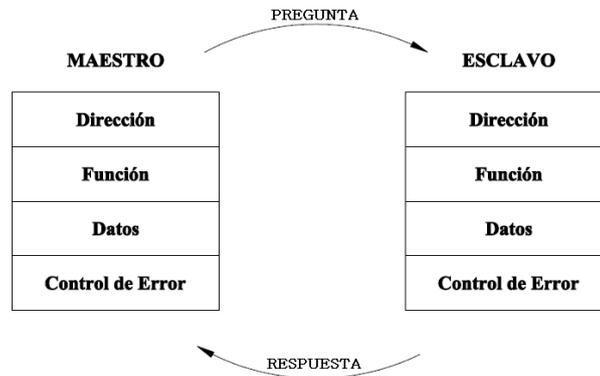


Figura.2.3. Modelo Maestro/Esclavo

DIRECCIONAMIENTO DENTRO DEL PROTOCOLO MODBUS.

Dentro del direccionamiento del protocolo Modbus se consideran 256 diferentes direcciones tal como lo muestra la figura 2.4., donde la dirección 0 es la reservada a la dirección de broadcast y los nodos esclavos deben reconocer esta dirección.

0	From 1 to 247	From 248 to 255
Broadcast address	Slave individual addresses	Reserved

Figura.2.4. Direccionamiento del protocolo Modbus

El nodo Maestro no tiene una dirección específica, pero todos los nodos Esclavos tienen una dirección, la misma que es única.

El protocolo Modbus define una PDU simple (*Protocol Data Unit*), independiente de las capas sub-adyacentes. El mapeo del protocolo MODBUS puede añadir en la red campos adicionales en la ADU (*Aplication Data Unit*).

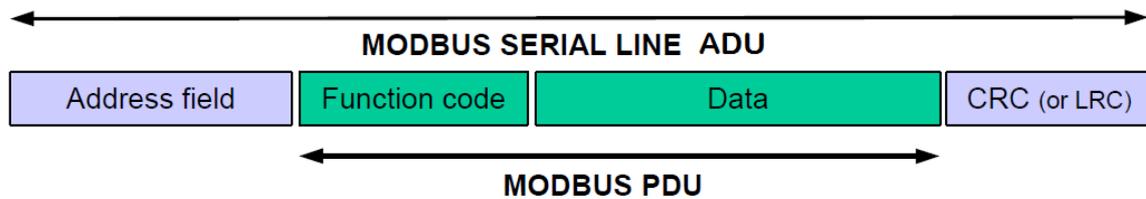


Figura.2.5. PDU y ADU de Modbus

La ADU es creada por el cliente que inicia la transacción.

El campo **Address field** únicamente contiene la dirección de los dispositivos que funcionan como esclavos.

El campo **Function Code** indica al servidor la acción a ejecutar o realizar y finalmente el protocolo de aplicación establece la comunicación entre el cliente y el servidor.

El tamaño de la PDU sobre líneas seriales, sin tomar en cuenta los campos **Server Address** y **Error Check**, es 253 bytes.

MODBUS PDU para líneas seriales = 256 - Server address (1 byte) - CRC (2 bytes) = **253 bytes**.

RS232/RS485 **ADU** = 253 bytes + Server address (1 byte) + CRC (2 bytes) = **256 bytes**.

MODOS DE TRANSMISIÓN SERIAL DENTRO DEL PROTOCOLO MODBUS

Existen dos modos de transmisión serial dentro del protocolo Modbus, como se indica en la figura 2.6. los cuales son los siguientes:

- Modo RTU
- Modo ASCII

Estos modos de transmisión serial son los que ocupan la plataforma anterior de la estación PN-2800, a través del controlador PLC 984-130-COMPACT-A120.

Modo ASCII					
Comienzo de Trama	Dirección	Función	Datos	Control de Errores	Fin de Trama
:	2 bytes	2 bytes	N x 2 bytes	2 bytes	CR + LF

Modo RTU					
Comienzo de Trama	Dirección	Función	Datos	Control de Errores	Fin de Trama
Tiempo de 3 bytes	1 bytes	1 bytes	N x 1 bytes	2 bytes	

Figura.2.6. Modos de transmisión serial de Modbus

MODO DE TRANSMISIÓN SERIAL RTU

Cuando los dispositivos se comunican sobre una línea serial de Modbus utilizando en modo de transmisión RTU (Remote Terminal Unit), cada 8 bit de un byte en un mensaje contiene dos caracteres hexadecimales de 4 bits. Esta es una gran ventaja de este modo de transmisión, por el gran volumen de transferencia de datos que maneja, superando al modo de transmisión serial ASCII al transmitir a la misma tasa de velocidad.

El formato (11 bits) por cada byte en el modo de transmisión serial RTU es el siguiente:

- Código del Sistema: 8 bit binarios
- Bits por Byte: 1 bit de arranque.
8 bit de datos, el bit menos significativo primero.
1 bit para completar la paridad.
1 bit de parada.

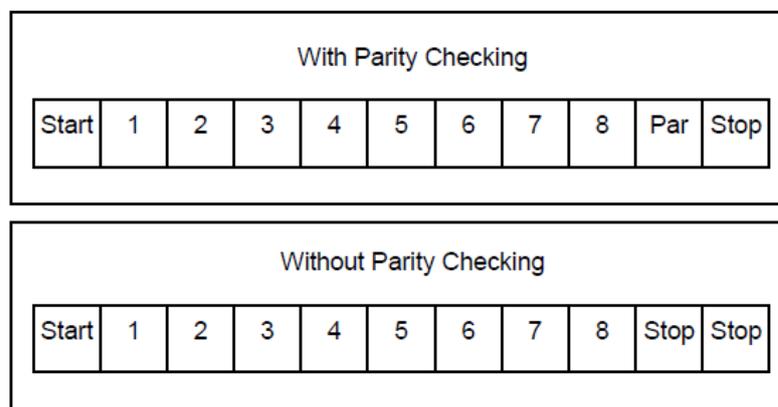


Figura.2.7. Modo de comunicación serial RTU

MODO DE TRANSMISIÓN SERIAL ASCII

Cuando los dispositivos se comunican sobre una línea serial de Modbus utilizando en modo de transmisión ASCII (American Standart Code for Information Interchange), cada 8 bit de un byte en un mensaje es enviado como dos caracteres ASCII. Este modo es utilizado cuando la comunicación física o cuando las especificaciones del dispositivo no son compatibles con los requerimientos de los tiempos o timers requeridos por el modo de transmisión serial RTU.

El formato (10 bits) por cada byte en el modo de trasmisión serial ASCII es:

- Código del sistema: Hexadecimal, caracteres ASCII 0-9, A-F. Un carácter hexadecimal contiene 4 bits de datos por cada carácter ASCII del mensaje.
- Bits por Byte: 1 bit de inicio
 - 7 bits de datos, el bit menos significativo es enviado primero.
 - 1 bit de paridad.
 - 1 bit de parada.

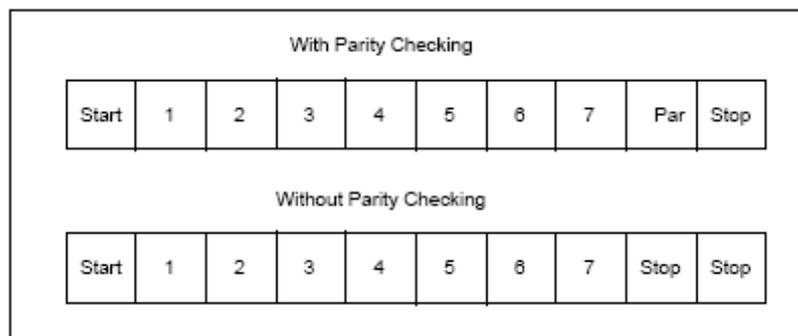


Figura.2.8. Modo de comunicación serial ASCII

RED MODBUS PLUS.

Modbus Plus utiliza la estructura de operación en la red, llamada TOKEN, o paso de testigo circulante, donde los nodos extraen o actualizan la información que cada uno de los nodos contiene. Su secuencia va desde el nodo de más baja dirección hasta llegar el nodo de más alta dirección, secuencialmente, repitiéndose la secuencia nuevamente desde la dirección más baja.

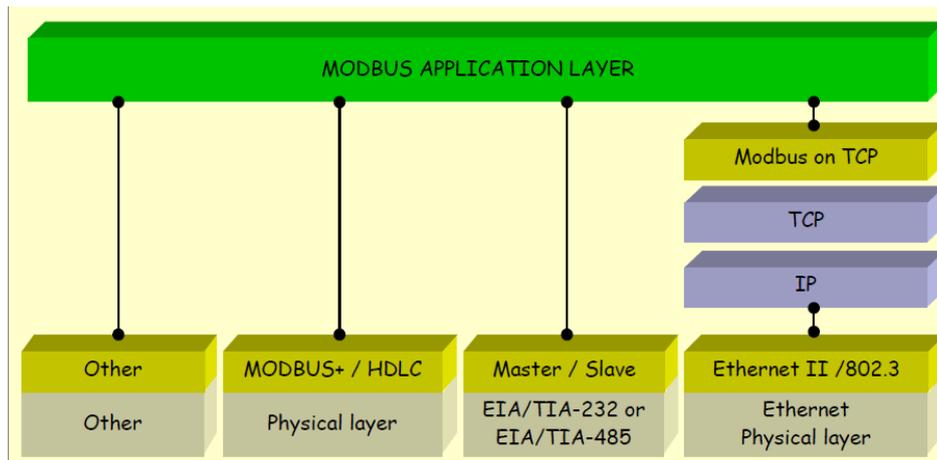


Figura.2.9. Acceso a la capa de Aplicación Modbus

En el C.I.M.200 la comunicación a través de la red MODBUS PLUS permitía en intercambio de información entre los controladores y la estación central, el objetivo primordial del diseño de ésta red era establecer una red local industrial (LAN), misma que tendría la capacidad de soportar hasta 32 nodos, a una distancia mínima de separación entre nodos de 3m o hasta una distancia máxima de 1500 pies (pear to pear), en una configuración Multi Drop, utilizando cable BELDEN apantallado de 2 hilos, un Shield y una velocidad de 1 Mbps .

Esta red mantiene una topología tipo anillo de alta velocidad con paso de testigo, por lo cual se aplica el concepto de secuencia rotativa, lo que implicaba que el mensaje dirigido a un nodo debería pasar por los demás hasta llegar a su destino.

2.1.2. Características del Controlador 984-130-COMPACT-A120

ARQUITECTURA DEL CONTROLADOR 984-130-COMPACT-A120.

El controlador **984-130-COMPACT-A120** mantiene las siguientes características:

- Una sección de memoria donde se amacena la lógica del usuario, la RAM de estado, y una memoria no volátil EPROM que mantiene el sistema operativo permanente del controlador.

- La CPU que es la encargada de resolver la programación lógica establecida por el usuario.
- La sección de proceso I/O, que es la encargada de dirigir las señales desde los módulos de de entrada a la RAM de estado y provee el camino para que las señales lógicas emitan su solución a los módulos de salida.
- La sección de comunicación, que es la encargada de proveer uno o más puertos de interface, mismas que son las encargadas de comunicar al controlador con terminales externas así como controladores adicionales y otros nodos en una red Modbus o Modbus Plus.

Todas estas características ver Fig2.10. permitieron al C.I.M.-2000 mantener la compatibilidad necesaria con otros procesadores de la misma familia, integrando así toda la red de controladores, logrando una red centralizada.

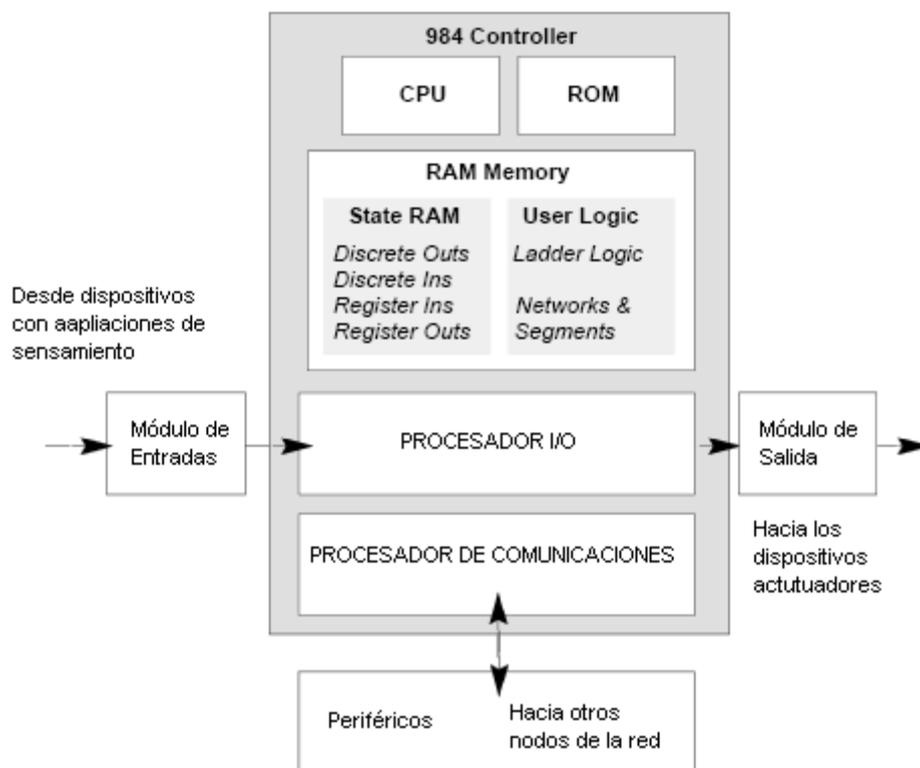


Figura.2.10. Arquitectura del controlador 984

CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DEL CONTROLADOR 984-130-COMPACT-A120

El controlador 984-130-COMPACT-A120 que pertenecía a la estación neumática PN-2800, posee las siguientes características:

- Posee un puerto de comunicación MODBUS y otro MODBUSPLUS para la comunicación en la red per-to-per.
- Ranura para Memoria EEPROM de 8 a 32 bytes.
- Memoria interna de 4Kbytes.
- Posee una fuente interna de 5 VDC que provee 2.5 A.
- Alimentación externa de 24VDC (rango -15% a +20%, 1ª mínimo)
- 2Kbytes de memoria RAM y 8Mhz de CPU

En la figura.2.11. se observa la cara frontal del controlador 984-130 compact, esta figura muestra el controlador de la estación PN-2800.

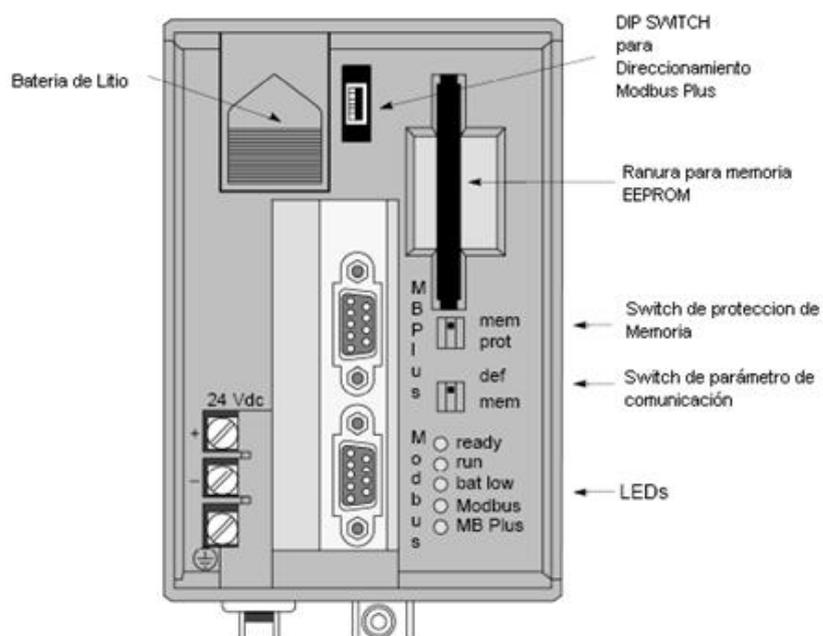


Figura.2.11.Vista frontal del Controlador 984-130-COMPACT-A120.

SOFTWARE UTILIZADO PARA CONFIGURAR EL CONTROLADOR 984-130-COMPACT-A120.

El software utilizado para la configuración del controlador de la estación PN-2800 eran, VUNIQ y CDMODSOFT, los cuales eran los encargados de generar la interfaz gráfica humana (HMI) y la configuración / programación del controlador, respectivamente. Los paquetes computacionales implementados hacían que la interfaz no sea muy amigable con el usuario y poco interactiva, pero si necesaria, tal como se puede observar en la figura 2.12.

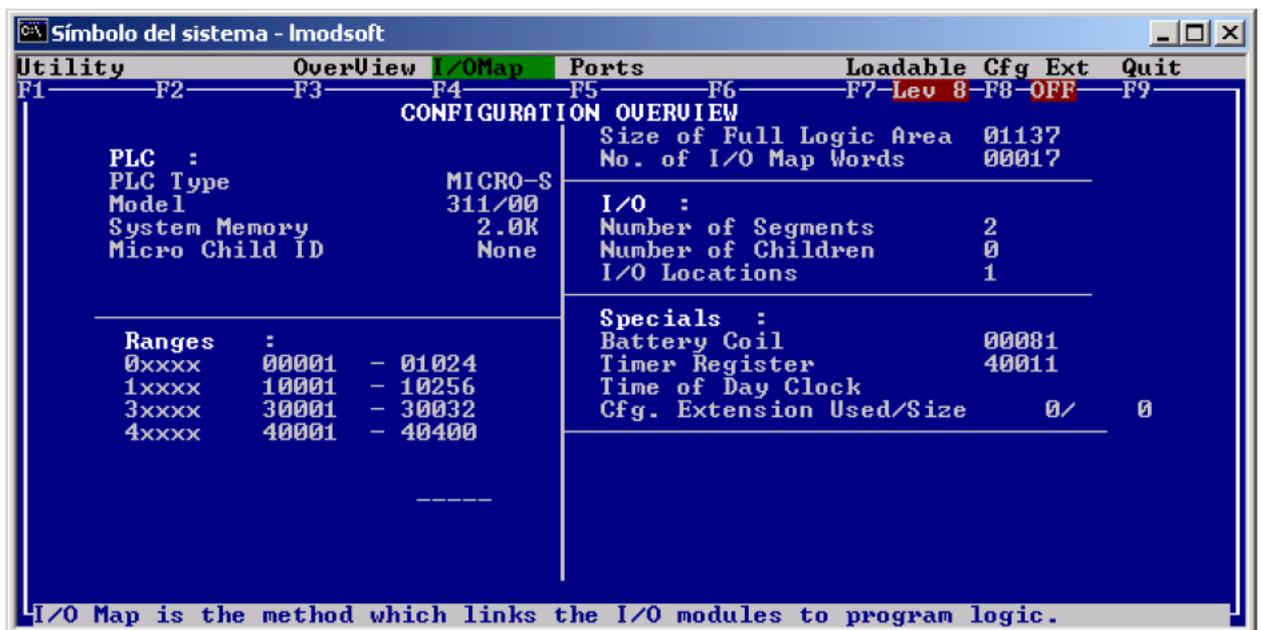


Figura. 2.12. Ventana de la aplicación CDMODSOFT

2.2. PLATAFORMA COMPACT LOGIX DE ALLEN BADLEY.

La Plataforma CompactLogix de Allen Bradley, presenta una gran variedad de soluciones de control a nivel 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 acabo, 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 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.

2.2.1. MODELO DE COMUNICACIÓN DE LA PLATAFORMA LOGIX

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 RSLogix 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 2.13. la cual nos muestra la interacción del estación PN-2800 con la estación Central, montada sobre la red Ethernet/IP.

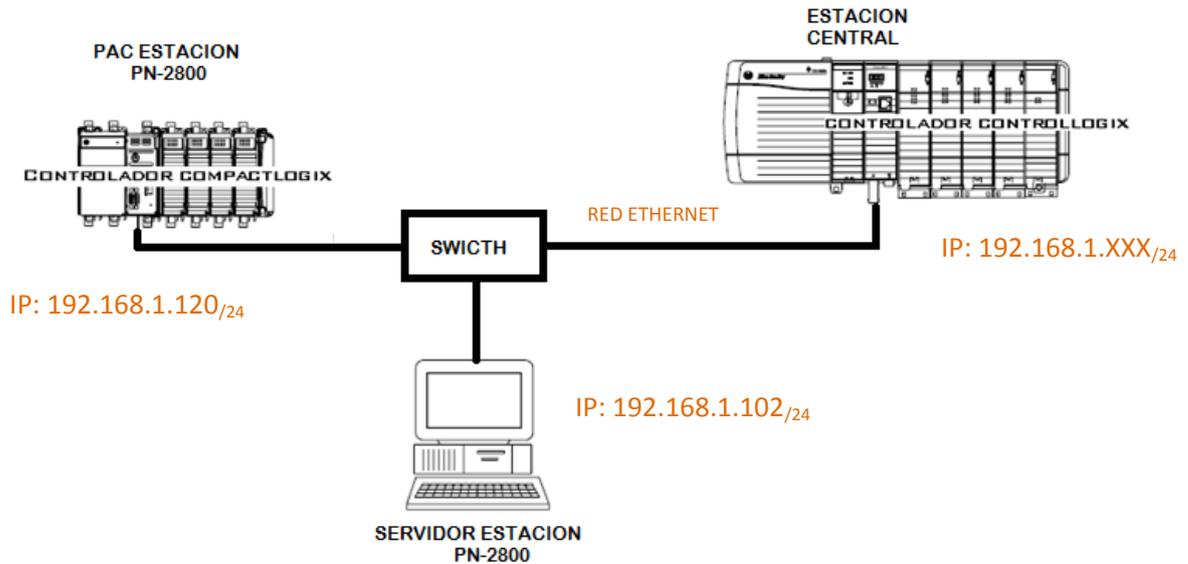


Figura. 2.13. Topología de la Red Ethernet

MODOS DE TRANFERENCIA DE VARIABLES DEL CONTROLADOR 1768-L43

MODO PRODUCTOR/CONSUMIDOR

Los tipos de variables manejadas en este modo son: producida y consumida.

- Variable **producida**.- es aquella variable que el controlador tipo productor, pone sobre la red, para ser utilizada por cualquier controlador tipo consumidor que la necesite, es enviada mediante protocolo RPI (Request Packet Inerval), que se encuentra configurado en el controlador. El controlador tipo productor hace uso de una conexión por cada variable producida que sea generada, es por ello que mientras más controladores tipo consumidor ocupen la misma variable reducen el número de conexiones.
- Variable **consumida**.- variable creada por el controlador tipo consumidor, misma que hace uso de una conexión por cada variable consumida.

Para poder utilizar estas variables y este modo de transferencia, es necesario que los controladores pertenezcan a la misma red o subred, ya que el controlador no puede comunicarse entre diferentes redes.

La ventaja de este modo de transferencia de variables radica en que se puede generar un solo dato que puede ser utilizado por n-controladores de la red.

MODO DE MENSAJES

Modo de transferencia de variables sencilla y fácil de configurar. Son generados por controladores que necesiten compartir información única y confiable, se transmite mediante un unicast y se configura dependiendo si es un mensaje de escritura o de lectura.

Las formas de configurar un mensaje son las siguientes:

- **Mensaje de conexión constante.**- se utiliza un mensaje de conexión en caché, logrando así que el mensaje se mantenga, optimizando así el tiempo de ejecución.
- **Mensaje de conexión de poca frecuencia.**- se lo configura cuando es utilizado muy pocas veces para transmitir información.

2.2.2. 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.
- Manejo de hasta 16 tareas, de las cuales una de ellas es se la conoce 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 MODBUS.
- Tipos de comunicación opcional: Ethernet, ControlNet, DeviceNet, mediante módulos de comunicaciones o scanner.
- Conexiones: 32 – 64 conexiones TCP
64 – 128 conexiones CIP.

El número de conexiones dependerá del firmware del controlador.
- Tasa de transmisión de paquetes: 5000 paquetes/segundo para I/O.

900 paquetes/segundo para HMI/MSG

2.3. CONTROLADOR AUTÓNOMO PROGRAMABLE COMPACTLOGIX 5000.

El controlador autónomo programable PAC CompactLogix 5000 está conformado por una fuente de alimentación, CPU, dos buses de comunicaciones que interactúan con el controlador, uno de comunicaciones y movimiento y otro de I/O, todos estos elementos en conjunto conforman un equipo robusto, eficiente y flexible, para la ejecución de cualquier proceso.

2.3.1. FUENTE DE ALIMENTACIÓN (1768-PA3).

La fuente de alimentación del controlador 1768-L43 opera entre los siguientes rangos de voltaje y corriente:

- Entre 85Vac - 265Vac o 108Vdc - 135Vdc.
- Entrega 24V dc al controlador.
- El controlador entregar 24V dc y 5 V dc para los módulos 1769 I/O y 5Vdc para los módulos 1768 de comunicaciones y módulos de movimiento.
- La capacidad máxima de corriente que puede soportar la fuente de alimentación en backplane es 3.5A a 24v y la corriente máxima que puede soportar la fuente externamente es de 0.25A a 24V.
- La capacidad máxima de consumo de corriente de la fuente es de 118 W.

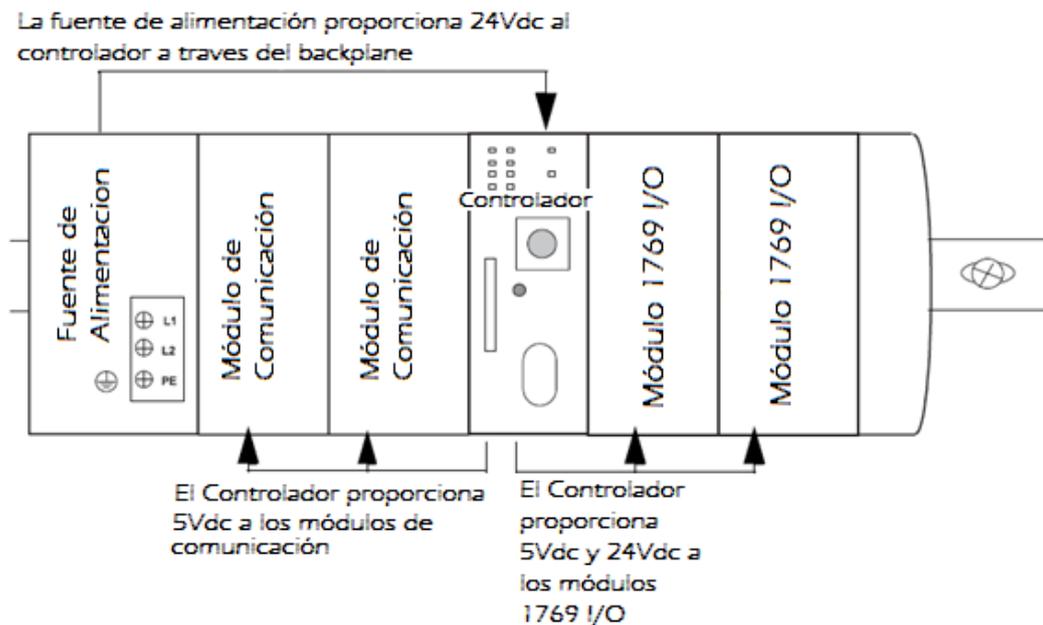


Figura. 2.14. Fuente de alimentación

La fuente de alimentación cuenta con un fusible interno soldado e irremplazable. Este fusible se lo considera de protección en caso de producirse un cortocircuito y por ende causar un incendio.

La fuente es capaz de proveer de alimentación hasta 8 módulos 1769 I/O dentro del mismo banco al cual pertenece la fuente de alimentación.

La presente tabla nos indica los posibles sucesos que se pueden presentarse al interactuar la fuente de alimentación con el controlador.

ESTATUS INDICADOR PWR EN LA FUENTE	SIGNIFICADO	ACCIONES REQUERIDAS
OFF	ALIMENTACIÓN DESCONECTADA O INADECUADA	Verificar que la alimentación este funcionando y que este correctamente conectada la fuente
	SOBRECARGA EN EL SISTEMA 1768	Aislar la fuente de alimentación del sistema para que no afecte a los demás componentes
	FUENTE DE ALIMENTACIÓN NO TRABAJA	Reemplazar la fuente de Alimentación
VERDE	FUENTE DE ALIMENTACIÓN TRABAJA CORRECTAMENTE	Ninguna acción es necesaria y se puede trabajar apropiadamente
ROJO	LA FUENTE DE ALIMENTACIÓN NO ENTREGA 24V A LOS MÓDULOS 1768	Desconectar todos los módulos del sistema
		Reactivar el sistema.
		Si el indicador permanece en rojo la fuente tiene que ser reemplazada
		Si el indicador cambia de rojo a verde, puede ser que los otros módulos tengan errores
		Reinstale cada uno de los módulos 1768
		Desconectar de uno en uno los módulos 1768
		Probar de uno en uno cada uno de los módulos 1768.
Probar hasta que el estado del indicador pase de rojo a verde		

Tabla. 2.1. Status de la Fuente de Alimentación

2.3.2. CONTROLADOR (1768-L43)

El controlador es la base fundamental de la estación PN-2800, ya que es el encargado de realizar todos los procesos y procedimientos que la estación central pida.

El controlador está compuesto por varios elementos los cuales son:

- Módulo de alimentación.
- Módulo de comunicación.
- CPU.
- Módulos I/O digitales.
- Unidad de alta Impedancia.

El controlador mantiene dos tipos de memorias independientes tal como se indica en la figura 2.14. que son:

- La **CPU Logix**.- que es la encargada de la ejecución de la lógica del programa.
- La **CPU Backplane**.- procesa las señales de entrada y salida y es la encargada de enviar y recibir los datos hacia el backplane y de ahí al controlador.

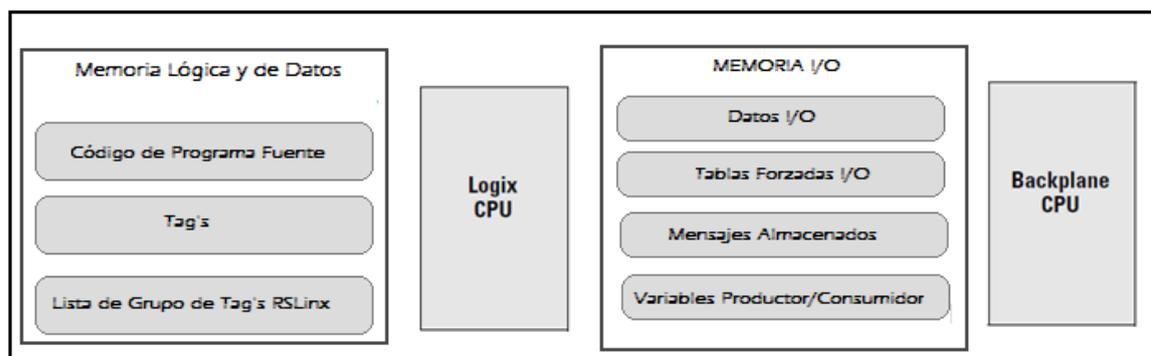


Figura. 2.14. Memoria Interna del Controlador

El CPU es el encargado del procesamiento y de la lógica ejecutada para realizar un proceso, la siguiente figura 2.15. muestra los indicadores que se tienen en los controladores CompactLogix 1768-L43.

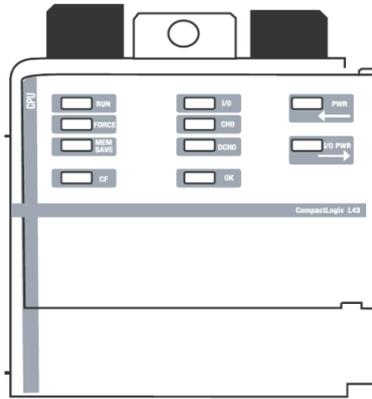


Figura. 2.15. Vista frontal del la Unidad de Control Central de la Estación PN-2800 (Controlador).

La tabla 2.2. indica los estados que presentará el controlador y las acciones a tomar al presentarse cualquier eventualidad de orden físico.

INDICADOR	CONDICIÓN	SIGNIFICADO	ACCIONES REQUERIDAS
RUN	OFF	EL CONTROLADOR ESTA EN MODO DE PROGRAMA O PRUEBA	Ninguna operación es necesaria realizarla porque la operación es normal
	VERDE	EL CONTROLADOR ESTA EN MODO RUN	
FORCE	OFF	-NINGUNA VARIABLE I/O ESTA FORZADA -FORZAMIENTOS I/O ESTAN DESABILITADOS	
	AMBAR	.-FORZAMIENTOS	

		I/O ESTAN ACTIVOS .-PUEDE EXISTIR O NO FORZAMIENTOS I/O	
	INTERMITENTE AMBAR	UNA O ALGUNAS DIRECCIONES HAN SIDO FORZADAS. PERO NO HAN SIDO HABILITADAS	Habilitar los forzamientos o quitarlos de uno en uno
MEM SAVE	OFF	NO HA SIDO GRABADO EN LA MEMORIA FLASH DEL CONTROLADOR EL PROGRAMA NI LOS DATOS DE CONFIGURACIÓN	Ninguna operación es necesaria realizarla porque la operación es normal
	VERDE	SE HA GRABADO EN LA MEMORIA FLASH DEL CONTROLADOR EL PROGRAMA Y LOS DATOS DE CONFIGURACIÓN	
I/O	OFF	- NO SE HAN CONFIGURADO LOS MÓDULOS I/O -EL CONTROLADOR NO POSEE ALGUN PROYECTO O PROGRAMA	
	VERDE	EL CONTROLADOR ESTA TRATANDO DE COMUNICARSE CON LO MÓDULOS I/O	

	INTERMITENTE VERDE	LA CONFIGURACIÓN DE LOS MÓDULOS I/O NO ES LA CORRECTA Y EL CONTROLADOR NO LOS DETECTA	<ul style="list-style-type: none"> - Verificar que los módulos I/O estén correctamente configurados. - Verificar el firmware de los dispositivos. - Con la ayuda del RSLogix 5000 determinar que módulo I/O no responde.
	INTERMITENTE ROJO	EL CONTROLADOR NO SE ESTA COMUNICANDO CON NINGUNO DE LOS MÓDULOS I/O	
OK	OFF	<ul style="list-style-type: none"> - NO HAY ENERGIA ELECTRICA -SI <i>MEM SAVE</i> ESTA VERDE, EL PROGRAMA DE USUARIO Y LOS DATOS DE CONFIGURACIÓN ESTÁN SIENDO ALMACENADO EN LA MEMORIA DEL CONTROLADOR 	Ninguna operación es necesaria realizarla porque la operación es normal
	INTERMITENTE ROJO	EL CONTROLADOR REQUIERE UNA ACTUALIZACIÓN DE FIRMWARE	Instalar la última actualización de firmware
		UNA FALLA MAYOR	Pasar la llave de programación del

		OCURRIDA EN EL CONTROLADOR	controlador de Modo RUN a PROG o viceversa
		CODIGO DE FALLA 60 O 61	Seguir procedimientos operacionales del manual 1768-um001_en
	ROJO	EL PROYECTO SE BORRA DE LA MEMORIA DEL CONTROLADOR	Descargar el proyecto al controlador y pasarlo a modo RUN. Si el error continua hay que llamar a soporte técnico
	VERDE	EL CONTROLADOR ESTA OPERANDO CORRECTAMENTE	Ninguna operación es necesaria realizarla porque la operación es normal
INTERMITENTE VERDE	EL CONTROLADOR ESTA ALMACENANDO O CARGANDO UNA APLICACIÓN DE LA MEMORIA INTERNA		
PWR	OFF	FUENTE DESCONECTADA O POTENCIA INSUFICIENTE FALLA DE FUENTE	VERIFICAR LA FUENTE
	VERDE	LA FUENTE ESTA OPERANDO CORRECTAMENTE	Ninguna operación es necesaria realizarla porque la operación es normal

	ROJO	LA FUENTE DE ALIMENTACIÓN NO ESTA FUNCIONANDO APROPIADAMENTE	Realizar procedimientos operacionales del manual 1768-um001_en
I/O PWR	OFF	PUEDA QUE TANTO EL CONTROLADOR O LA FUENTE NO TRABAJEN CORRECTAMENTE	Realizar procedimientos operacionales del manual 1768-um001_en
	VERDE	EL CONTROLADOR ESTA OPERANDO CORRECTAMENTE	Ninguna operación es necesaria realizarla porque la operación es normal
	ROJO	-CONTROLADOR DEBE SER REEMPLAZADO .- UNO DE LOS MODULOS 1768 ESTA OPERANDO INCORRECTAMENTE	Realizar procedimientos operacionales del manual 1768-um001_en

Tabla. 2.2. Tabla de estados del Controlador.

MEMORIA DE MANTENIMIENTO NO VOLÁTIL

La importancia de mantener una memoria no volátil, radica, en permitir al programador tener almacenada un respaldo del las tareas/programa en el controlador.

La memoria no volátil utilizada por el controlador CompactLogix 1768-L43, es la memoria CompactFlash 1784-CF4, esta memoria permite aumentar la memoria interna del controlador y su configuración es realizada desde el software RSLogix 5000.

Su uso fundamental es la de mantener una copia del programa del controlador, siendo muy útil en el momento de realizar actualizaciones y recuperación de la información interna del controlador al presentarse inconvenientes con la memoria del mismo.

Las características principales de la memoria externa CompactFlash son las siguientes

- No contiene el Firmware del controlador.
- Contiene el programa del proyecto.
- Es utilizada para realizar la actualización del Firmware del controlador.
- El lector de memoria soporta archivos tipo FAT 16.
- No hace uso de batería, debido a que el controlador almacena el programa en su memoria interna.

PULSADOR FRONTAL

El pulsador tiene dos funciones:

1. Si el pulsador es presionado antes de energizar el controlador, la configuración del puerto RS-232 regresa a sus condiciones por defecto.
2. Si el pulsador es presionado mientras el controlador esta energizado, se borra el programa de usuario de la memoria del controlador.

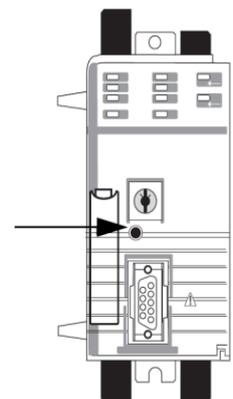


Figura. 2.16

2.3.3. MODULOS I/O DIGITALES 1769.

Los módulos digitales de entrada/salida 1769, son los encargados de recibir las señales provenientes de los diferentes dispositivos y elementos primarios de la estación PN-2800, a través de los módulos de entrada y de enviar

las señales correspondientes desde el controlador hacia los diferentes actuadores de la estación mediante los módulos de salida.

El controlador 1768-L43 soporta 8 módulos 1769 I/O por sistema y hasta un total de 16 módulos 1769 I/O por configuración esclavo/maestro, para poder soportar una mayor cantidad de módulos se hace uso de bancos I/O adicionales como se muestra en la figura 2.17. con su respectiva fuente de alimentación 1769.

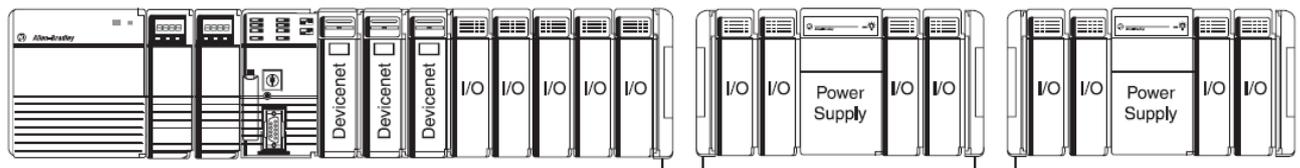


Figura. 2.17. Expansión del controlador 1768-L43 mediante bancos.

Para lograr un perfecto acoplamiento de los módulos I/O se utiliza el modulo 1769-ECR, mismo que es el encargado de evitar un retorno de la señal al bus, protegiendo de esta manera los equipos conectados al bus y es la culminación del bus de comunicación serial.

La expansión de los módulos I/O se la puede realizar tanto de forma horizontal como vertical, esta expansión por bancos se la realiza desde la culminación del bus del controlador mediante cables de tipo especial como se muestra en la tabla 2.3.

Si se agrega	Modo de conexión del Banco adicional	Cable
Banco 2	Der. ->lzq.	1769-CRLx
	Der. ->Der.	1769-CRRx
Banco 3	Der. ->lzq.	1769-CRLx
	Der. ->Der.	1769-CRRx
	lzq. ->lzq.	1769-CLLx

Tabla. 2.3 Tipos de cables utilizados para conectar terminales de bus

2.3.3.1. MÓDULO DIGITAL DE ENTRADA 1769-IQ16F

El módulo digital de entrada 1769-IQ16F tiene dos modos de configuración para la recepción de señales de los diferentes sensores de la estación PN-2800 que son los siguientes:

- **Modo de configuración 0 Vdc común.-** utiliza como punto común o referencia a la fuente negativa (0 V), donde las entradas se alimentan desde el controlador con +24 Vdc tal como lo indica la figura 2.18.

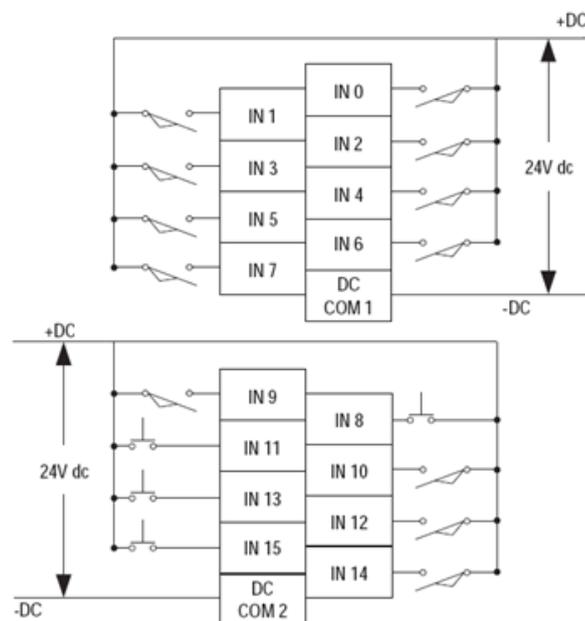


Figura. 2.18 Modo de configuración 0Vdc común

- **Modo de configuración +Vdc común.-** utiliza como punto de referencia a la fuente positiva +24 Vdc y las entradas del módulo se alimentan con la fuente negativa 0 Vdc, tal como se indica en la figura 2.19.

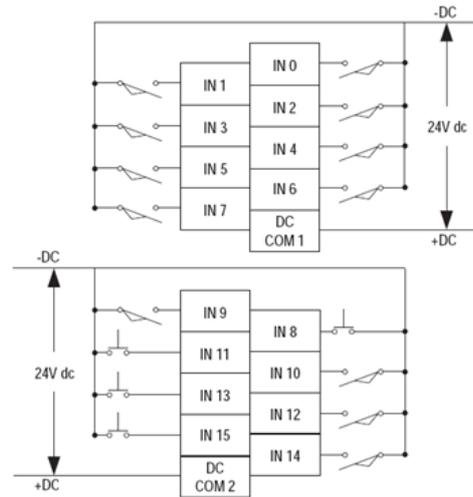


Figura. 2.19 Modo de configuración +Vdc común

Las partes principales del módulo digital de entrada 1769-IQ16F son las siguientes:

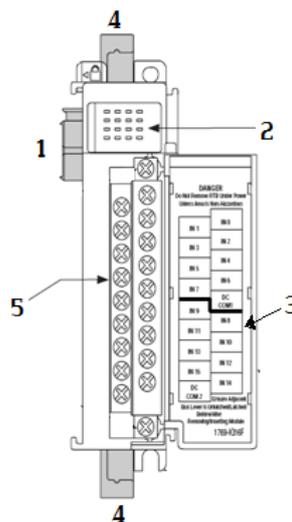


Figura. 2.20. Módulo digital de entrada 1769-IQ16F

- Número 1.- conector de interconexión a bus.
- Número 2.- led's de estado.
- Número 3.- Tapa identificadora de entradas.
- Número 4.- Sujetador rail DIN.

- Número 5.- Borneras de señales de entrada.

Las características físicas del módulo de entrada 1769-IQ16F se describen en la tabla 2.4 y su conexionado con la estación neumática PN-2800 se detalla en el anexo 8 y 9.

Impedancia de entrada	3KΩ	
Rango de Funcionamiento	10->30 Vdc	
Corriente de Bus	110mA/5Vdc	
Filtro Digital	OFF->ON	0s,100μs,500μs,1ms,2ms
	ON->OFF	0s,100μs,500μs,1ms,2ms
Corriente de Irrupción	250mA	
Tiempo de Respuesta de cada punto del módulo de entrada	OFF->ON	100μs 300μs (máximo)
	ON->OFF	250μs 1ms (máximo)

Tabla. 2.4. Características Físicas del Módulo de Entrada 1769-IQ16F

2.3.3.2. MÓDULO DIGITAL DE SALIDA 1769-OB16

El módulo digital de salida 1769-OB16, es el encargado de transferir las señales lógicas del controlador en forma de voltaje, hacia los diferentes actuadores de la estación neumática PN-2800.

El módulo se alimenta de una fuente de 24 Vdc y cada bornera debido a ser una salida a relé, entrega 24 Vdc según la lógica de programación utilizada.

La protección del módulo está basada en una arreglo de diodos 1N4004 tal como lo indica la figura 2.21, cuya función primordial es, evitar que la corriente reingrese en el módulo generando daños en el equipo. Los diodos soportan una corriente de salida de 1mA y son capaces de soportar 1A de corriente a 175°C de temperatura.

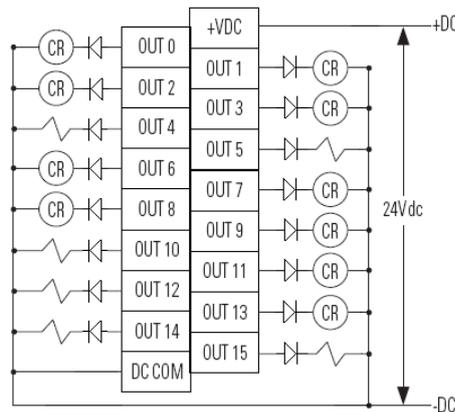


Figura. 2.21. Arreglo de diodos 1N4004.

Para poder ofrecer una correcta señal de salida, el módulo 1769-OB16 tiene una configuración interna basada en resistores, capacitores, diodos, optoacopladores, tal como se indica en la figura 2.22.

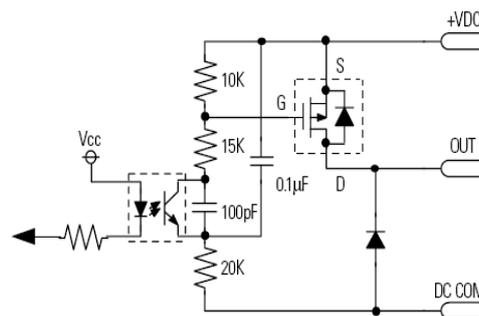


Figura. 2.22. Configuración Interna del Módulo 1769-OB16

Las partes principales del módulo digital de salida 1769-OB16 son las siguientes:

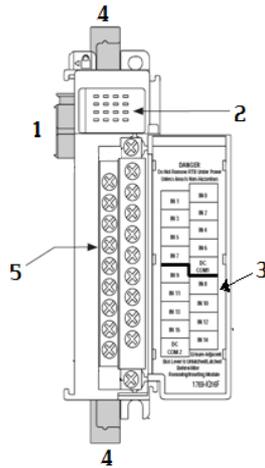


Figura. 2.23. Módulo digital de salida 1769-OB16

- Número 1.- conector de interconexión a bus.
- Número 2.- led's de estado.
- Número 3.- Tapa identificadora de entradas.
- Número 4.- Sujetador rail DIN.
- Número 5.- Borneras de señales de salida.

Las características físicas del módulo de salida 1769-OB16 se describen en la tabla 2.5 y su conexionado con la estación neumática se detalla en el anexo 10.

Rango de Funcionamiento	20.4->26.4 Vdc	
Corriente del módulo de salida	1mA.	
Tiempo de respuesta	Al encendido: 0.1ms Al apagado: 1ms	
Corriente de Bus	200mA/5Vdc	
Tiempo de Respuesta de cada punto del módulo de entrada	OFF->ON	100µs
	ON->OFF	1ms

Tabla .2.5. Características físicas del modulo de salida 1769-OB16

2.3.4. MÓDULO DE COMUNICACIÓN ETHERNET 1768-ENBT.

La red Ethernet ha sido una de las redes más maduras y confiables dentro de aplicaciones de automatización industriales. La red Ethernet/IP hace principal uso del estándar Ethernet, arquitectura TCP/IP y un protocolo de capa de aplicación abierta, llamada CIP (Protocolo de Control e Información), el cual es utilizado generalmente en redes DeviceNet y ControlNet, para la comunicación entre los dispositivos de la familia Rock Well Automation.

La red Ethernet/IP permite realizar operaciones de manipulación y control de las variables que se encuentran dentro del controlador de la mejor manera, logrando así obtener una estación debidamente actualizada y controlada.

Para poder establecer la comunicación entre el controlador y al red Ethernet, es necesario hacer uso de un módulo que posea puerto Ethernet, ya que el controlador no tienen un puerto de Ethernet nativo.

El módulo 1768-ENBT mantienen las siguientes características:

- Permite mantener control sobre los módulos I/O del controlador.
- Permite mantener comunicación con otros controladores mediante la configuración Productor/Consumidor.
- Hace posible la comunicación con la HMI, de manera eficiente y veraz.
- Permite transmitir mensajes mediante la trama de Ethernet.
- La tasa de transmisión capaz del módulo es de 100Mbps/s, establecida por la norma IEEE 802.3.
- Permite la administración continua, parcial y eventual del proceso de la estación neumática PN-2800.
- Permite la administración, control y recolección de datos de un proceso de forma rápida y sencilla.
- Permite realizar acceso remoto y local de las aplicaciones existentes en el controlador.

- Soporta hasta 32 conexiones TCP y 64 conexiones CIP a una tasa de transferencia de 5000 paquetes/segundo, dependiendo del tipo de firmware que posea el módulo.
- Permite mantener dos modos de transferencia de datos, tanto como productor/ consumidor y por medio de mensajes.

Las especificaciones requeridas por el módulo de Ethernet se muestran en la Figura. 2.24 y el medio de comunicación utilizado por este tipo de red es conocida como 10base T.

Tasa de comunicación	Número de Conexiones Max.	Número de Módulos x Controlador	Tipo de Conector	Potencia de Disipación	Corriente de consumo en Backplane (5v)
10/100MB	- 64 Conexiones CIP (I/O e Información) - 32 Conexiones TCP/IP	Hasta 2 módulos de comunicación 1768	RJ 45	4.38W	834mA

Tabla 2.6. Características del Módulo Ethernet 1768-ENBT

El módulo de Ethernet 1768-ENBT, está compuesto por led's indicadores que representan los estados de las diferentes funciones internas del módulo, a mas de ello está compuesto por un display ubicado en la parte superior frontal del módulo, que nos permite identificar la dirección IP asignada, su dirección MAC y su estado correcto e incorrecto de funcionamiento tal como lo indica la figura 2.24.

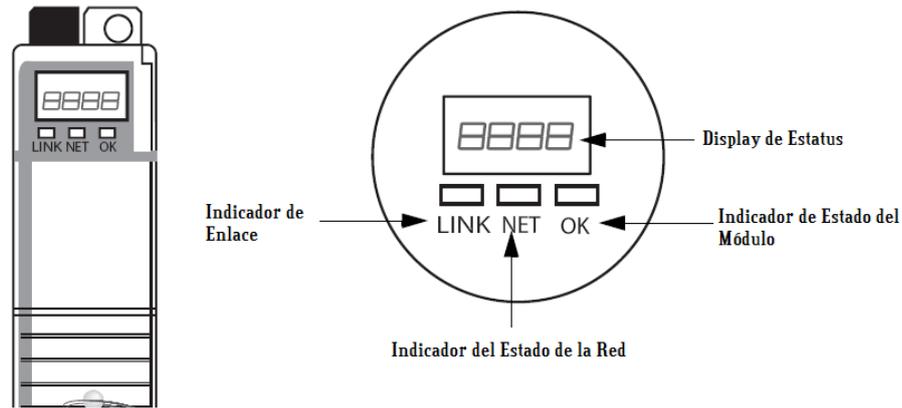


Figura. 2.24 Módulo de Ethernet 1768-ENBT.

La tabla 2.7. muestra el significado de los diferentes estados de los led's indicadores y las soluciones a los posibles problemas de operación del módulo de Ethernet 1768-ENBT.

INDICADOR	CONDICIÓN	SIGNIFICADO	ACCIONES REQUERIDAS
NET	OFF		Módulo desconectado o no tiene configurado un dirección IP
	PARPADEANDO EN VERDE	PROBLEMA DE COMUNICACIÓN DEL CONTROLADOR	El controlador posee una dirección IP pero no se ha establecido conexiones todavía
	VERDE	IP OK	El módulo posee una dirección IP establecida, por lo cual su funcionamiento esta correcto
	PARPADEANDO EN ROJO	CONEXION AGOTADA	Las conexiones establecidas en el módulo han agotado, por lo que toca nuevamente establecer las conexiones.
	ROJO	IP DUPLICADA	Una dirección IP ha sido detectada como duplicada, dado a que coincide con la dirección IP asignada al Módulo.
LINK	OFF	ENLACE PERDIDO	Ningún dato está siendo transmitido. El cable esta desconectado.
	VERDE	192.168.1.104	Dirección IP correctamente configurada

	PARPADEANDO EN VERDE		Se están transmitiendo datos sobre la red
OK	OFF		El módulo no posee alimentación
	PARPADEANDO EN VERDE	BOOTP/DHCP	El módulo no esta configurado.
	VERDE	192.168.1.104	El módulo esta operando correctamente
	PARPADEANDO EN VERDE	Dirección IP duplicada Actualización del Firmware	La dirección de red Configurado en el módulo, coincide con otra dirección de red de otro dispositivo ubicado en la misma. Actualización del Firmware
	PARPADEANDO EN VERDE Y ROJO	Rev%d.%%	El módulo se está diagnosticando.

Tabla 2.7. Estados de los led's indicadores del Módulo Ethernet 1768-ENBT

2.4. ESTRUCTURA DE CABLEADO DEL CONTROLADOR COMPACLOGIX 5000 DE ALLEN BRADLEY.

La estación neumática PN-2800, consta de un armario de conexiones, que está constituido por dos partes, una que alimenta los actuadores y sensores y otra para la alimentación del controlador 1768-L43 con sus respectivos módulos.

2.4.1. SISTEMA DE ALIMENTACION DE LA ESTACIÓN NEUMÁTICA PN-2800.

El armario de conexionado de la estación PN-2800, recibe la alimentación desde el tablero principal del C.I.M.-2000, con una tensión de entrada de 220 Vac, el cual es rectificado a un voltaje de 24 Vdc, este voltaje es utilizado para la alimentación de indicadores, sensores y actuadores que integran la estación, mientras que el controlador es alimentado por una tensión de entrada de 110 Vac.

Dentro del armario de conexionado se tienen las debidas protecciones para los equipos, como son: disyuntores por cada fase y un fusible colocado en una de las líneas de alimentación, tal como lo inca la figura. 2.25.

2.4.2. CONEXIONADO DEL PANEL FRONTAL DE LA ESTACIÓN NEUMÁTICA PN-2800.

El conexionado del panel frontal de la estación neumática PN-2800 está conformado por: 2 pulsadores, 3 luces indicadoras y 1 botón de emergencia tal como se muestra en la figura 2.26.

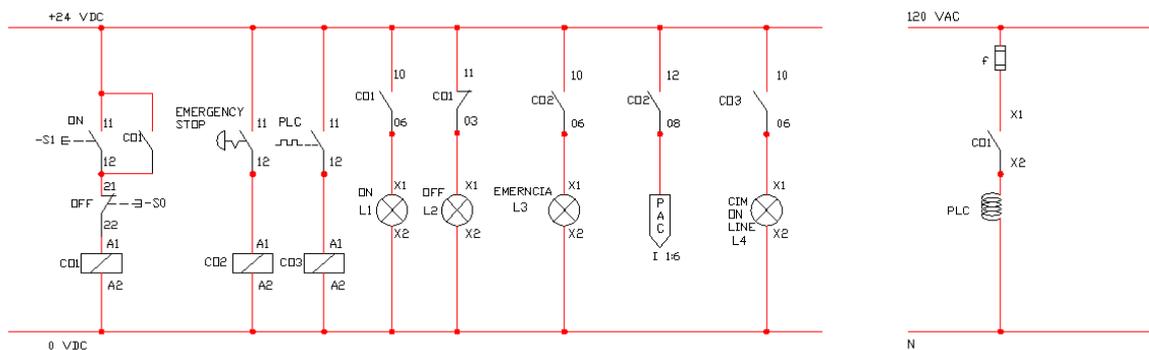


Figura. 2.26. Diagrama de Conexionado del Panel Frontal de la Estación neumática PN-2800

La condición de funcionamiento para el panel frontal de la estación neumática, es que se encuentre energizado el gabinete de conexionado y está diseñado para el encendido y apagado del controlador, verificación de estado de la estación y parada de emergencia del controlador en caso de existir alguna eventualidad.

El pulsador ON activa a un relé CO1, alimentando a 24 Vdc, esta acción hace que cambien de condición de estado sus contactos. Uno de los contactos del relé CO1 energiza al controlador, ya que permite el paso de energía eléctrica de una de las fases hacia el controlador, los otros contactos están dirigidos hacia las luces indicadoras de estado de la estación neumática PN-2800, como son,

estado ON-OFF del PAC, alimentados a 24 Vdc, logrando así que el operador identifique el estado del controlador de la estación.

Las otras luces indicadores son activadas mediante señales provenientes del controlador, logrando saber mediante condiciones de estado el estado del C.I.M. 2000 ONLINE/OFFLINE.

El pulsador de emergencia, nos indicara la condición de falla de la estación neumática PN-2800 y enviara una señal al PAC, para de esa manera informar a la estación de central de fallos en la estación neumática.

Las luces indicadoras están diseñadas para trabajar a 24 Vdc y a 3mA, mientras que los relés C01/02/03 están diseñados para trabajar a 24 Vdc y sus contactos pueden trabajar hasta 240 Vac o 28 Vdc a una corriente máxima de 5A.

2.5. ELEMENTOS FUNCIONALES Y ACTUADORES NEUMÁTICOS DE LA ESTACIÓN NEUMÁTICA PN-2800.

Los elementos neumáticos de la estación PN-2800 son los siguientes

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 2.8. Elementos de la estación Neumática PN-2800

La presión mínima de funcionamiento requerida por los actuadores de la estación neumática PN-2800 es de 3 bares / 46 psig, con una fuente alimentación mínima de aire de 250 litros/min.

A continuación se describe los elementos funcionales y los actuadores de la estación neumática PN-2800.

2.5.1. COMPRESOR

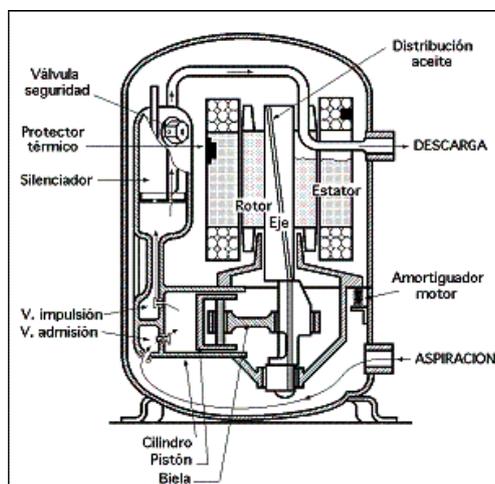


Figura. 2.27. Compresor alternativo

Los compresores son máquinas que tienen por finalidad aportar una energía a los fluidos compresibles (gases y vapores) sobre los que operan, para hacerlos fluir aumentando al mismo tiempo su presión. Un compresor admite gas o vapor a una presión P_1 dada, descargándolo a una presión P_2 superior, la energía necesaria para efectuar ese trabajo, la proporciona un motor eléctrico o turbina de vapor.

Para presiones de hasta 6 bares, se usa compresores de una etapa, para presiones de hasta 15 bares se usan compresores multi-etapa.

Un compresor alternativo generalmente entrega gas de forma intermitente, para ello este gas generado, es almacenado en acumuladores, mismos que serán los encargados de distribuirlo a una presión constante a la red.

2.5.2. TUBERIAS

Las tuberías utilizadas en las redes de aire comprimido, pueden ser metálicas, de goma o de plástico, según los requerimientos de cada instalación en particular.

Para determinar los diámetros de las tuberías hay que considerar diferentes factores como son:

- Caudal de aire comprimido
- Longitud de la red
- Caída de presión deseada.

La calidad de la tubería viene dada por el poco índice de rozamiento interior, ya que esto evita las pérdidas de presión por cada pie recorrido y como norma de instalación deberán quedar a la vista y en la mayoría de los casos se debe evitar empotrar en paredes o techos, con la finalidad de localizar perdidas de forma inmediata. Las tuberías horizontales deben ser instaladas con una inclinación o pendiente del 1 a 2% en el sentido de la circulación.

2.5.3. UNIDAD DE MANTENIMIENTO (F150)

La unidad de mantenimiento representa una combinación de los siguientes elementos:

- Filtro de aire comprimido.
- Regulador de presión.
- Lubricador de aire comprimido.

Deben tenerse en cuenta los siguientes puntos:

1. El caudal total de aire en m^3/h es decisivo para la elección de tamaño de la unidad. Si el caudal es demasiado grande, se produce en las unidades una caída de presión demasiado grande. Por eso, es imprescindible respetar los valores indicados por el fabricante.

2. La presión de trabajo no debe sobrepasar el valor estipulado en la unidad, y la temperatura no deberá ser tampoco superior a 50 °C.

La unidad de mantenimiento utilizada para la estación neumática PN-2800 es la F150, misma que no cuenta con lubricador de aire comprimido y cuyo detalle esta en el anexo.16.

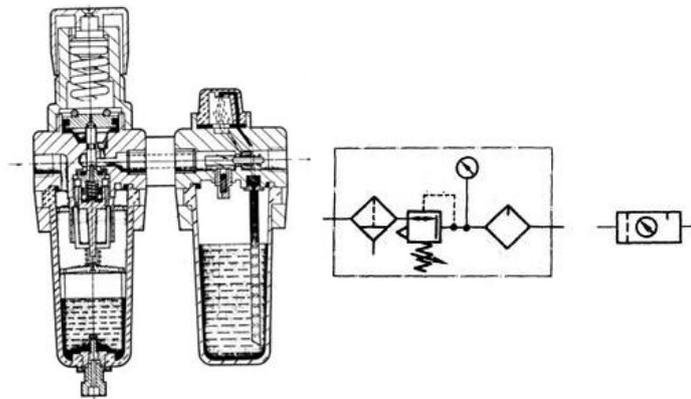


Figura. 2.27. Unidad de Mantenimiento y su Representación Esquemática

2.5.4. CILINDROS

CILINDROS DE SIMPLE ACCIÓN

Los cilindros de simple acción basan su trabajo en el desplazamiento de un émbolo, debido a la presión del aire comprimido ejercida sobre una de sus caras, una vez que esta presión deja de ejercer presión, el pistón del émbolo es retornado a su posición inicial por acción de un resorte.

En los cilindros de simple acción con muelle incorporado, la longitud de éste limita la carrera. Por eso, estos cilindros no sobrepasan una carrera de unos 100 mm.

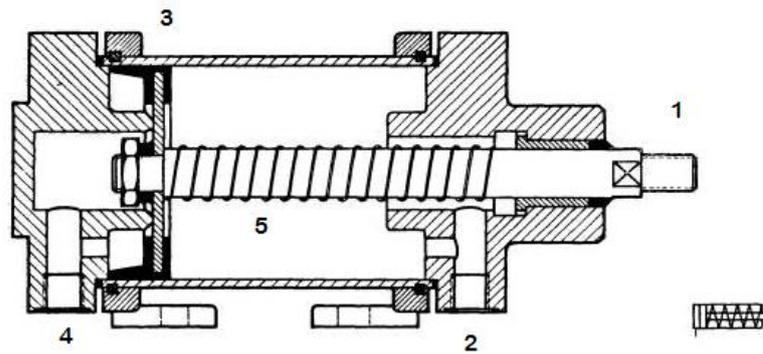


Figura. 2.28. Cilindro de Simple Acción y su representación Esquemática

1. Vástago del émbolo
2. Lumbreira de Alivio.
3. Anillo O-ring.
4. Entrada de aire
5. Resorte.

Los cilindros de simple acción utilizados en la estación neumática PN-2800, son de tipo S, los detalles del mismo figuran en el anexo 1.

CILINDROS DE DOBLE ACCIÓN.

La fuerza ejercida por el aire comprimido anima el émbolo, en cilindros de doble acción, a realizar un movimiento de traslación en los dos sentidos. Se dispone de una fuerza útil tanto en la ida como en el retorno.

Los cilindros de doble acción se emplean especialmente en los casos en que el émbolo tiene que realizar una misión también al retornar a su posición inicial. En principio, la carrera de los cilindros no está limitada, pero hay que tener en cuenta el pandeo y doblado que puede sufrir el vástago salido.

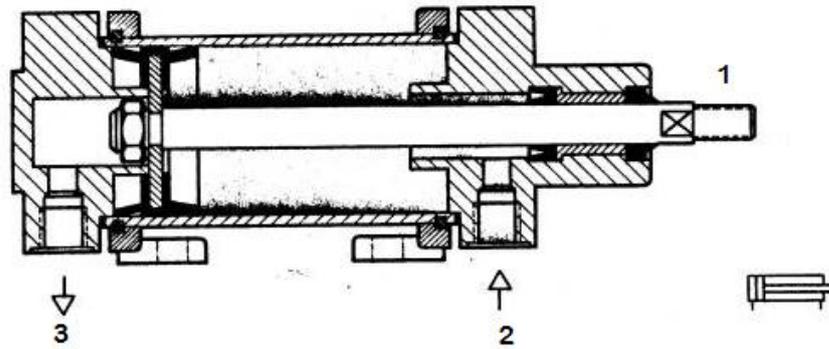


Figura. 2.29. Cilindro de Doble Acción y su representación Esquemática

1. Vástago del émbolo.
2. Entrada de aire.
3. Salida de aire.

Los cilindros de doble acción utilizados en la estación neumática PN-2800, son de tipo D, los detalles del mismo figuran en el anexo 2.

CILINDROS DE EJE GIRATORIO

Es un tipo de cilindro de doble acción, donde el vástago es una cremallera que acciona un piñón y transforma el movimiento lineal en un movimiento giratorio, hacia la izquierda o derecha, según el sentido del émbolo. Los ángulos de giro corrientes pueden ser de 45°, 90°, 290°. Es posible determinar el margen de giro dentro del margen total por medio de un tornillo de ajuste.

El par de giro es función de la presión, de la superficie del émbolo y de la desmultiplicación.

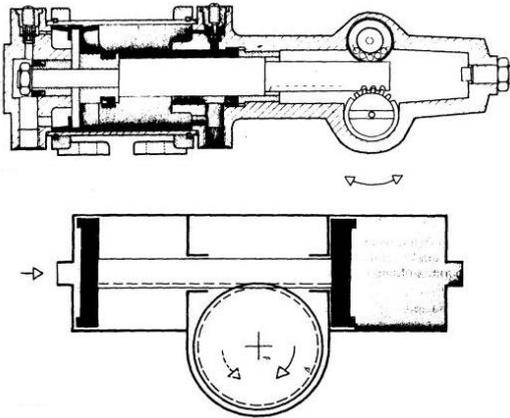


Figura. 2.30. Cilindro de Eje Giratorio

FIJACIÓN DE CILINDROS

Existen diversas formas y sistemas de fijación de Cilindros tal como se puede observar en la figura. 2.31, estos métodos tratan de evitar que el vástago del cilindro se encuentre sometido a otros esfuerzos que no sean los de tracción o de compresión, producidos por el aire comprimido, evitando así el deterioro de los cilindros.

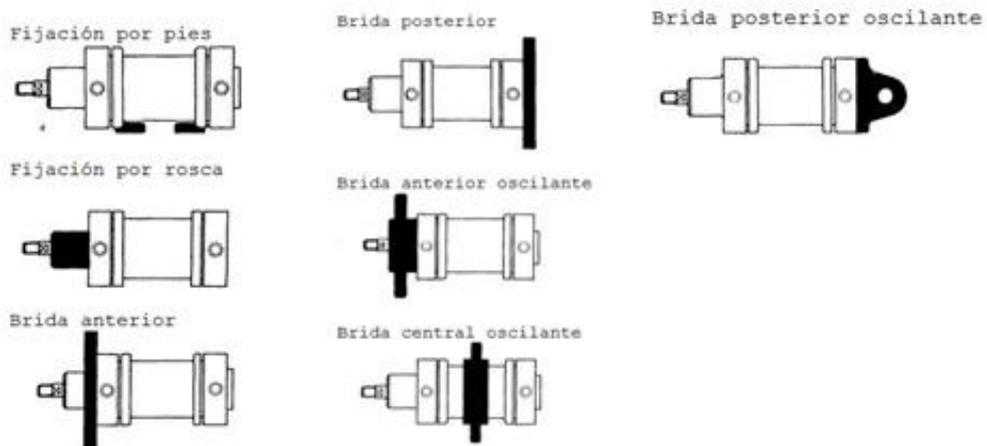


Figura. 2.31. Fijación de Cilindros

2.5.5. MANIPULADORES

Los manipuladores son una combinación de cilindros, tanto de eje giratorio, como cilindros de doble acción, la estación Neumática PN-2800, consta de dos

manipuladores, los cuales cumplen la función primordial de despachar la materia prima de la estación. Los manipuladores constan con sensores inductivos tipo switch magnético **ZG553** con la finalidad de detectar el recorrido del vástago, y de esa manera ejecutar el proceso de una mejor manera. Para mayor información sobre el manipulador y los sensores referirse al anexo 3.

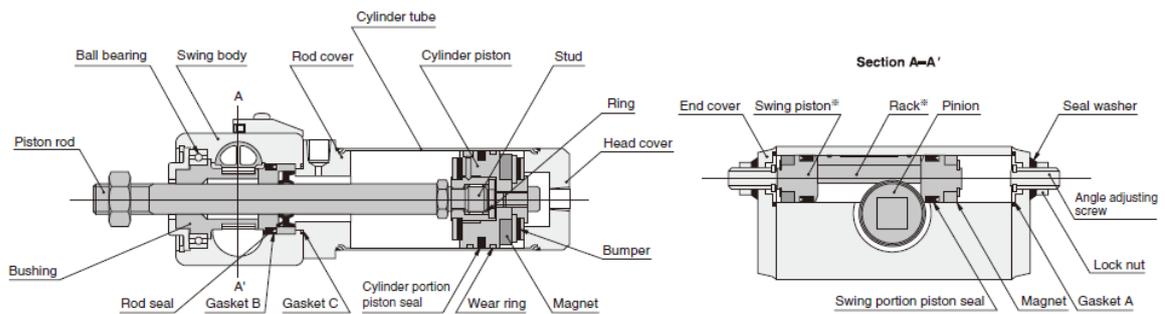


Figura. 2.32. Manipulador SDA40

2.5.6. VALVULAS DE CONTROL DIRECCIONAL

Las válvulas de control direccional tienen por objeto comandar el caudal de aire comprimido hacia los cilindros y motores neumáticos, haciéndolos operar en el momento adecuado y retornándolos a su posición inicial según la lógica programada.

La clasificación de las válvulas se efectúa en base a los orificios de entrada y salida de aire, llamados vías, y al número de posiciones, las válvulas que integran la estación neumática PN-2800 son las siguientes:

- 3 vías 2 posiciones.
- 4 vías 2 posiciones.

La siguiente figura nos muestra el funcionamiento de un pistón, con la utilización de una válvula de direccionamiento.

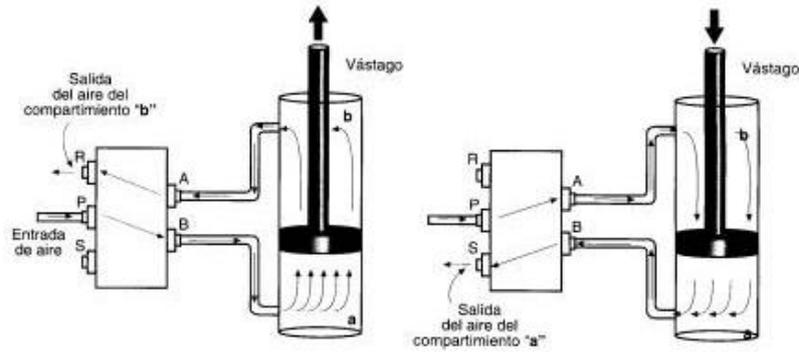


Figura. 2.33. Funcionamiento de Un pistón con una Válvula 5/2

ELECTROVÁLVULAS

Estas válvulas son utilizadas cuando la señal proviene de un temporizador eléctrico, un final de carrera eléctrico, presostatos o mandos electrónicos. En general, se elige el accionamiento eléctrico para mandos con distancias extremadamente largas y cortos tiempos de conexión.

Las electroválvulas o válvulas electromagnéticas se dividen en válvulas de mando directo o indirecto. Las de mando directo solamente se utilizan para un diámetro de luz pequeño, puesto que para diámetros mayores los electroimanes necesarios resultarían demasiado grandes.

La figura 2.34. indica una válvula distribuidora 3/2 con retorno de resorte de mando electromagnético.

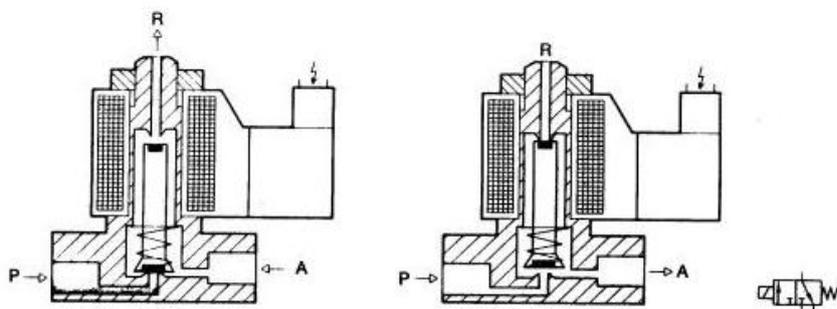


Figura. 2.34. Electroválvula 3/2 y su Esquemático

Las electroválvulas utilizadas en la estación neumática PN-2800 son:

- 410-70 / 24Vdc / 4Watt / 0-125 P.S.I
- 310-70 / 24Vdc / 4Watt / 0-125 P.S.I

Para mayor información sobre las electroválvulas y su montaje véase el anexo 4 y 5.

2.5.7. SENSORES DE PROXIMIDAD

La estación neumática PN-2800 utiliza para su funcionamiento sensores tipo inductivo, mejor conocidos como sensores de proximidad, para la detección de metales. Los sensores inductivos no se ven afectados por factores ambientales hostiles, tales como aceite, ácidos o vibraciones.

En general, los sensores de proximidad inductivos, se componen de cuatro elementos básicos: la bobina, un oscilador, un circuito de disparo, y un circuito de conmutación de salida, protegido contra corto-circuitos. El oscilador, genera un campo electromagnético de alta frecuencia, el cual será emitido por la bobina, radiando desde la superficie de la zona sensitiva.

Al penetrar un objeto metálico en éste campo electromagnético, se producen unas corrientes parásitas, que absorben energía, tanto del campo electromagnético, como del oscilador. Esta absorción de energía, llamada atenuación, se incrementa al acercarse el objeto metálico a la superficie sensible. El circuito de disparo activa el circuito de salida, al excederse un determinado valor de atenuación. En los detectores de proximidad de DC (CC), el circuito de salida puede ser un transistor NPN, que conectará una carga al polo negativo, o también puede ser un transistor PNP que conecta la carga al polo positivo. En las unidades previstas para AC (CA) un thyristor o un triac suelen ser los que efectúan la conmutación.

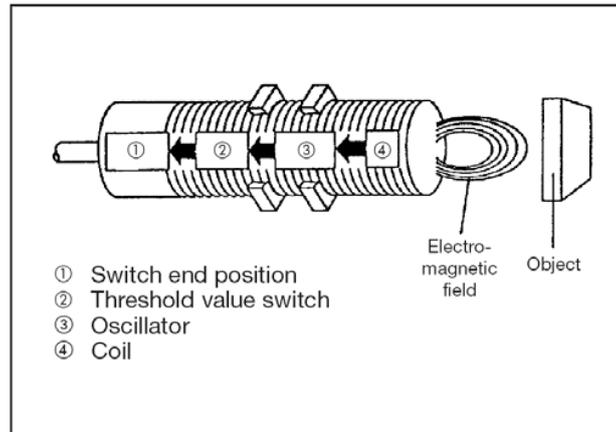


Figura. 2.35. Partes de un sensor Inductivo

Los sensores de proximidad tienen bobinas enrolladas en núcleo de ferrita. Estas pueden ser blindadas o no blindadas. Los sensores no blindados generalmente tienen una mayor distancia de sensado que los sensores blindados.



Figura. 2.36. Sensor Blindado y no Blindado

Cuando el material a ser sensado no es acero dúctil, es necesario aplicar un factor de corrección que se describe en la tabla 2.9.

Material	Factor de Corrección	
	Blindado	No Blindado
Acero dúctil, Carbón	1	1
Lámina de Aluminio	0,9	1
Acero inoxidable serie 300	0,7	0,08
Bronce	0,4	0,5
Aluminio	0,35	0,45
Cobre	0,3	0,4

Tabla 2.9. Factores de Corrección de los sensores inductivos

La estación neumática PN-2800, cuenta con tres tipos de sensores inductivos, que son:

- Switch LBSP141-18 de 3 hilos de tipo NPN y PNP, ver anexo 6.
- Switch magnético **ZG553** de 2 hilos ver anexo 3.
- Switch LBSP142-18 de 3 hilos de tipo NPN y PNP ver anexo 7.

En la siguiente figura 2.37 y 38. se indica el conexionado de los sensores de proximidad de 3 y 2 hilos de DC.

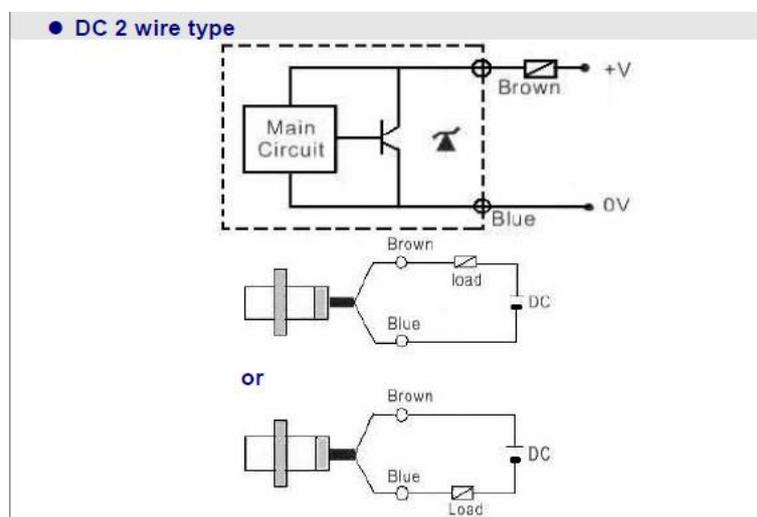


Figura. 2.37. Diagrama de conexionado de los sensores de proximidad de 2 hilos

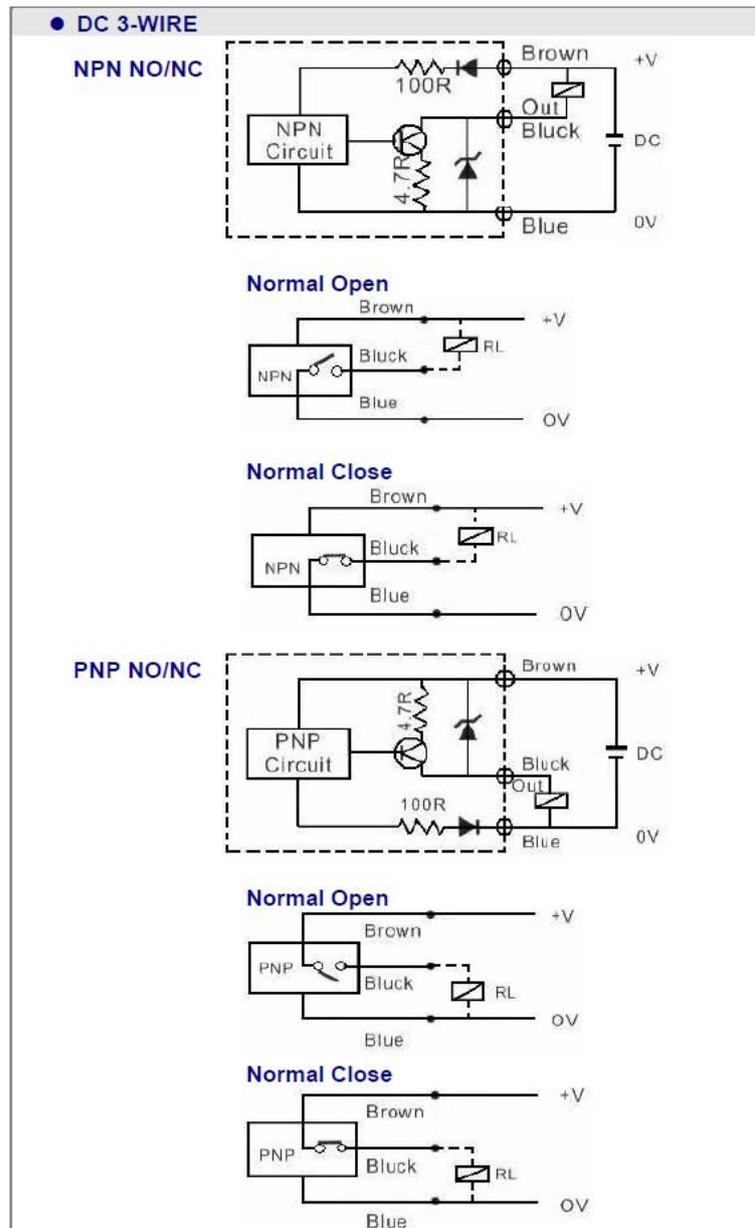


Figura. 2.38. Diagrama de conexionado de los sensores de proximidad de 2 hilos

2.6. ESTRUCTURA DE CONEXIÓN DE LOS MÓDULOS DE ENTRADAS Y SALIDAS DEL CONTROLADOR COMPACLOGIX 5000 A LOS ACTUADORES DE LA ESTACIÓN NEUMÁTICA PN-2800.

El controlador de la estación Neumática PN-2800 está compuesto por dos módulos de entrada y uno de salida, identificados por medio de un color, dependiendo el servicio prestado, es decir azul para las entradas y verde para las salidas, tal como se muestra en la figura 2.39.

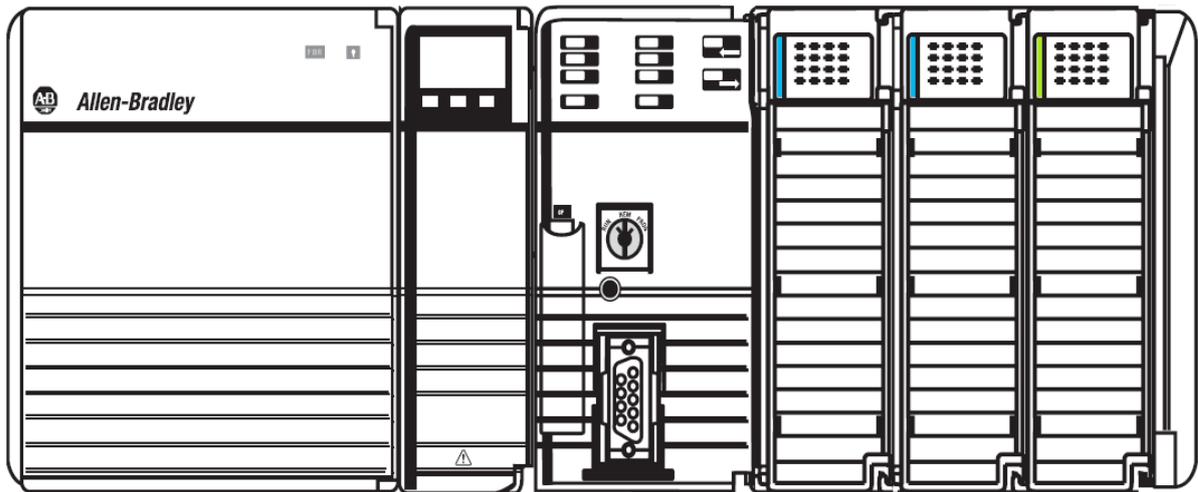


Figura. 2.39. PAC 1768-L43

Las señales enviadas al los diferentes módulos son las siguientes:

ALMACEN			
VARIABLE	ENTRADA PLC	SALIDA PLC	NUMERACIÓN GAVETA
senspalleta	M1-0		17BN3
sensbatch	M1-1		8BN3
sensfuerapall	M1-2		7BN3
cilinpalletas		M3-0	20AN4
cilinbatch		M3-1	19AN4
BANDEJA INCLINADA			
VARIABLE	ENTRADA PLC	SALIDA PLC	NUMERACIÓN GAVETA
sensmetapeq	M1-3		10BN3
sensmetagran	M1-4		9BN3
senshaymetal	M1-5		14BN3
cilmetpeqarriba		M3-2	14AN4
cilmetpeqabajo		M3-3	15AN4
cilmetgranarriba		M3-4	16AN4
cilmetgranabajo		M3-5	17AN4
cilindrobarrido		M3-6	18AN4
BRAZO DE BANDEJA INCLINADA			

VARIABLE	ENTRADA PLC	SALIDA PLC	NUMERACIÓN GAVETA
brasensarr5	M1-6		14BN1
brasensaba5	M1-7		15BN1
brasensdere6	M1-8		16BN1
brasensizqu6	M1-9		17BN1
brasenssal7	M1-10		18BN1
brasensmet7	M1-11		19BN1
brabaja5		M3-7	7AN4
bragira6		M3-8	8AN4
brasale7		M3-9	9AN4
bragripper		M3-10	10AN4
MANIPULADOR			
VARIABLE	ENTRADA PLC	SALIDA PLC	NUMERACIÓN GAVETA
subirON1	M1-12		3BN1
bajoON1	M1-13		4BN1
giropalleta2	M1-14		6BN1
girobandeja2	M1-15		5BN1
metido3	M2-0		8BN1
salido3	M2-1		9BN1
activarsalida1		M3-11	3AN4
girar2		M3-12	4AN4
salida3		M3-13	5AN4
gripper		M3-14	6AN4

Tabla 2.10. Variables y su conexionado en el PAC y la gaveta de conexionado

La tabla 2.10. indica las variables por cada proceso de la estación neumática PN-2800 y su ubicación en el gabinete de conexionado.

CAPÍTULO 3

SOFTWARE

CAPITULO 3

SOFTWARE

En este capítulo se muestra el software necesario para el desarrollo de los programas que controlan la estación Neumática PN-2800, según las necesidades que puede tener el usuario se han realizado programas fáciles de utilizar y optimizar, de esta manera la plataforma permite un manejo más flexible de los cambios que se puedan tener en la estación tanto en entradas como en salidas hacia el controlador. En la

Tabla. 3.1 se puede observar el software utilizado para la activación de licencia, configuración de la IP del controlador, comunicación de controlador a PC, el desarrollo del programa y desarrollo de la HMI.

SOFTWARE	UTILIDAD
Factory Talk Activation Tool	Activación de licencia
BOOTP Server	Configuración de IP del controlador
RSLinx Classic	Comunicación de Software y Controlador
RSLogix 5000	Desarrollo de programa
Factory Talk View ME	Desarrollo de HMI

Tabla. 3.1 Software necesario para Controlador Compact Logix

3.1. ACTIVACIÓN DE LICENCIA

Para activar todos los programas contenidos dentro del paquete que ofrece Rockwell Automation es necesario realizarlo mediante una llave de activación (dongle), para esto se debe instalar el software FACTORY TALK ACTIVACION.

Una vez instalado se abre el software y se selecciona el host que se utilizará para la activación en este caso será *USE HOST ID OF A DONGLE* como muestra la Figura. 3.1, se detectará automáticamente la dongle conectada al computador y empezará a funcionar como muestra la Figura. 3.2.

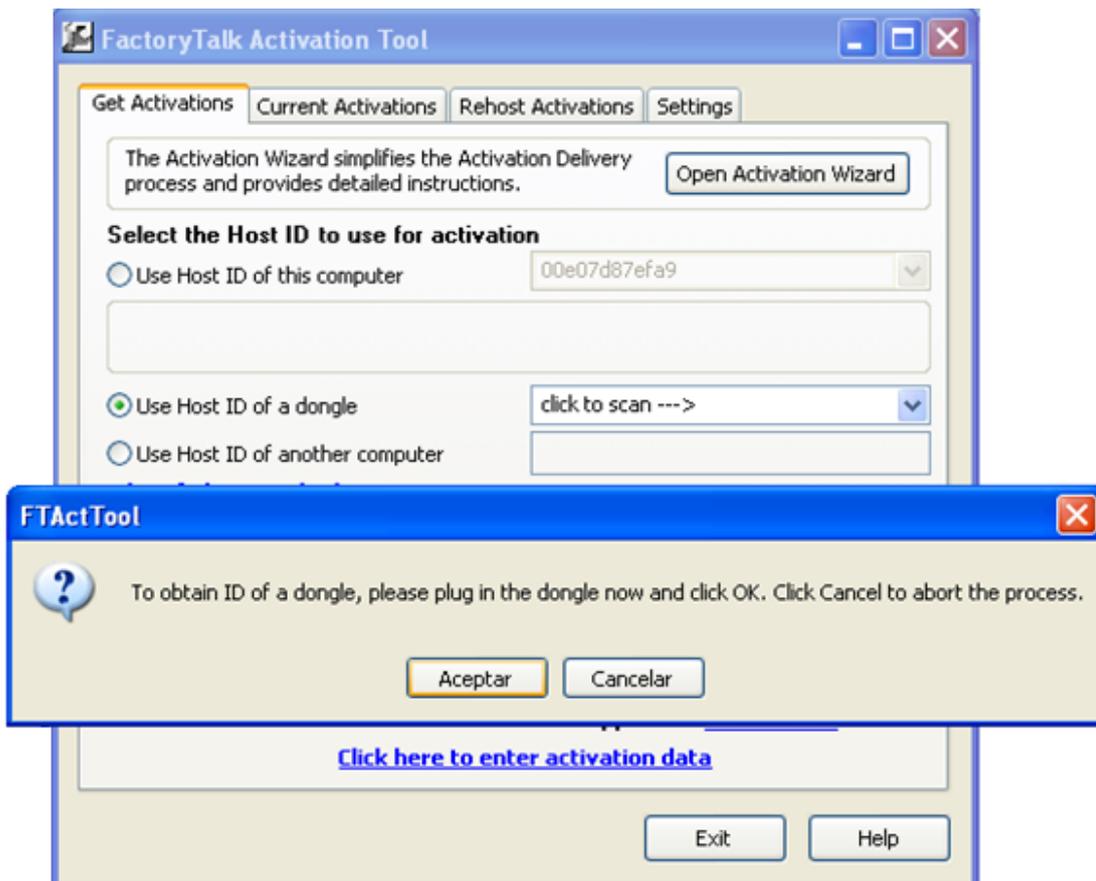


Figura. 3.1 Dongle para activación de Software

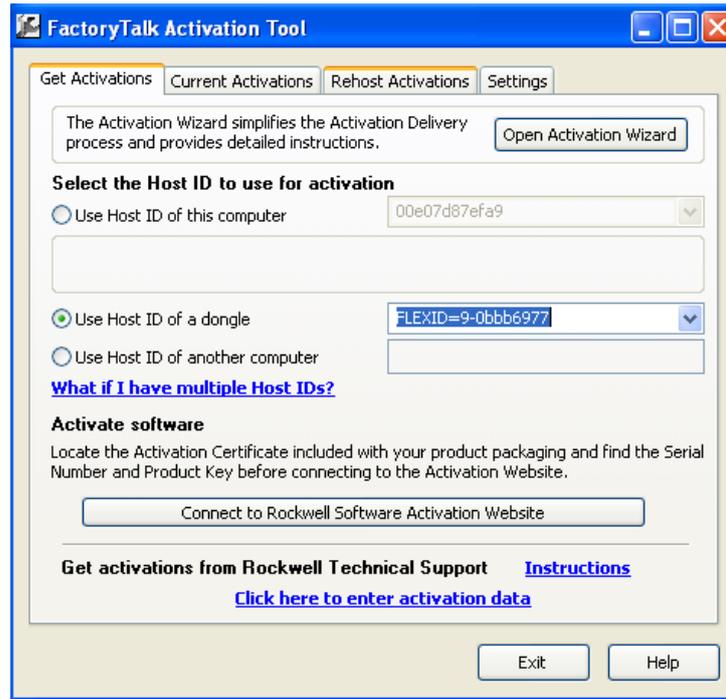


Figura. 3.2 Detección automática de Dongle

Al finalizar la utilización de los programas de Rockwell Automation bastará solamente con detener la activación como muestra la Figura. 3.3 para terminar con la sesión.

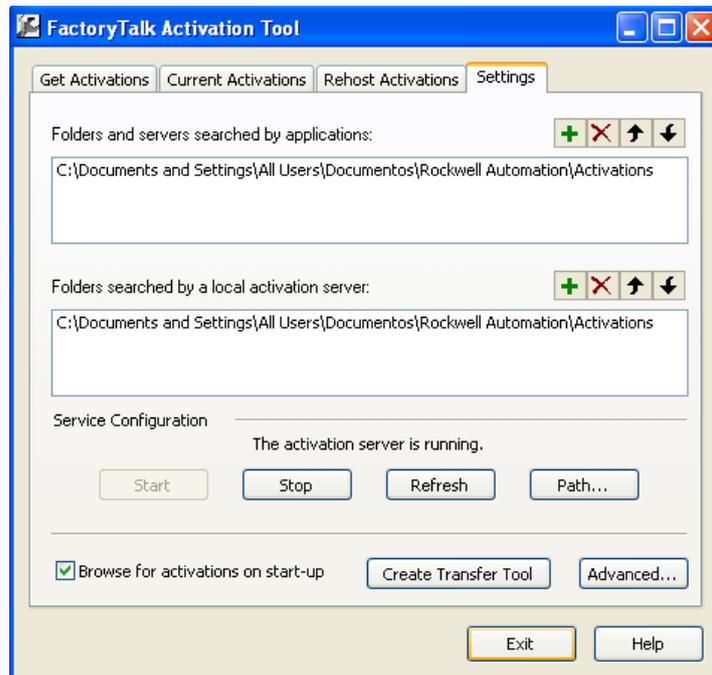


Figura. 3.3 Parar utilización de Dongle

3.2. CREACIÓN DE UN ARCHIVO EN SOFTWARE RSLogix 5000

Dentro del paquete de programas que trae Rockwell Automation se encuentra el software RSLogix5000 el cual permite realizar programas para el PAC Compact Logix que controla el proceso dentro de la estación neumática PN-2800. Una vez abierto el software se elige en la barra de menús el ítem *FILE* la opción *NEW* haciendo click aquí empezaremos a crear un nuevo archivo, a continuación se muestra como crear un archivo dentro de este software.

3.2.1. Elección de Controlador

Como primer paso en la creación de un archivo es necesario elegir el controlador al cual se va a asignar toda la programación realizada como muestra la Figura. 3.4, los parámetros a configurar son el tipo de controlador, la revisión, nombre del archivo y ruta en la cual se guarda. En este caso la estación neumática PN-2800 tiene el controlador Compact Logix tipo 1768-L43, la revisión del mismo se encuentra en REV 17 por lo cual es importante elegir esta versión.

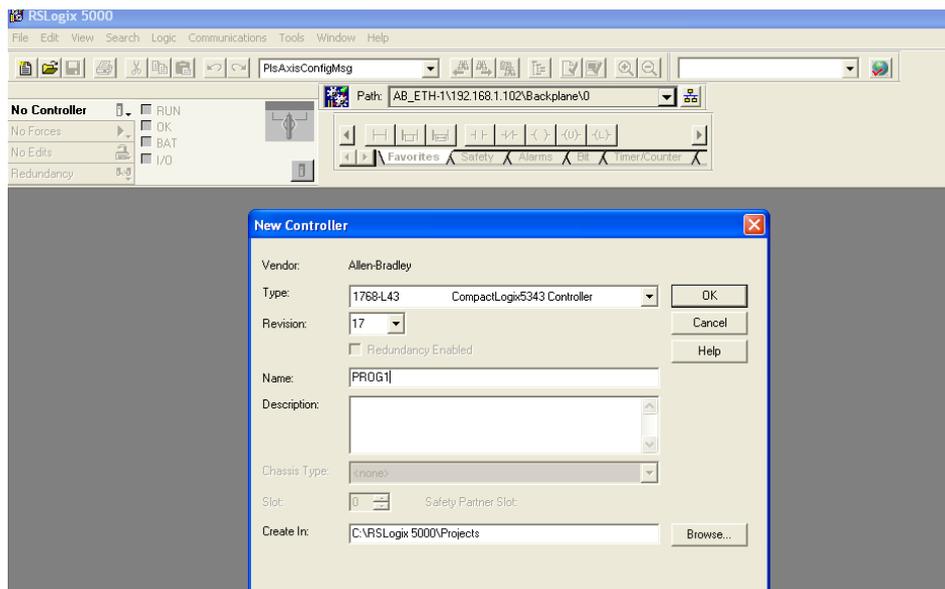


Figura. 3.4 Elección de Controlador en archivo nuevo

3.2.2. Asignación de módulos de comunicación

Para conseguir la comunicación con el controlador es necesario asignar el tipo de módulo que se tiene en la estación, en este caso es el módulo Ethernet tipo 1768 ENBT mediante el cual se comunica el controlador con todos los controladores de las diferentes estaciones dentro del CIM, para la configuración de esta asignación no se debe olvidar que el bus que utiliza el controlador para las comunicaciones es el 1768.

En la barra de exploración se escogerá el bus 1768 y se elegirá un nuevo módulo como muestra la Figura. 3.5, paso seguido se seleccionará el tipo de módulo en este caso 1768 ENBT/A en la opción de *COMMUNICATIONS*, y se escogerá la mayor revisión disponible como muestra la Figura. 3.6.

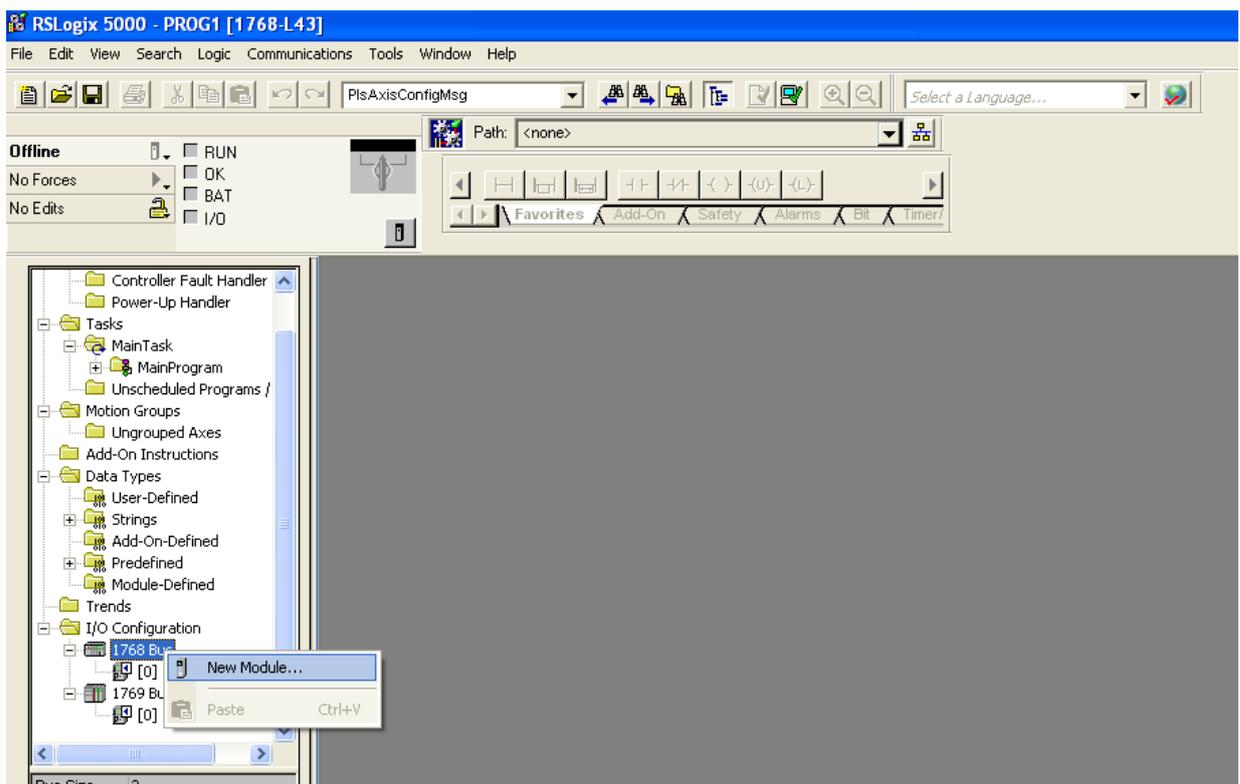


Figura. 3.5 Nuevo Módulo de Comunicaciones

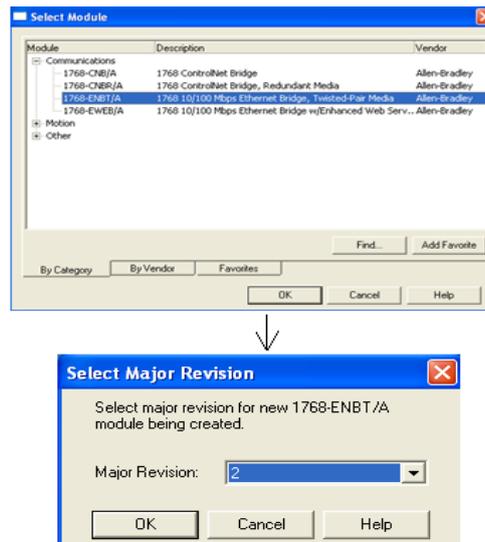


Figura. 3.6 Selección de Módulo de Comunicaciones

Una vez realizado esto se asignará el nombre que se le va a dar al módulo dentro del programa, la dirección IP que tiene el módulo en este caso 192.168.1.102, el slot en el cual se encuentra ubicado dentro del bus que en este caso es el número 1 ya que el controlador por default tiene el número 0 y la elección del Electronic Keying en este caso siempre se recomienda elegir la opción *DISABLE KEYING* para no tener problemas de compatibilidad, como muestra la Figura. 3.7.

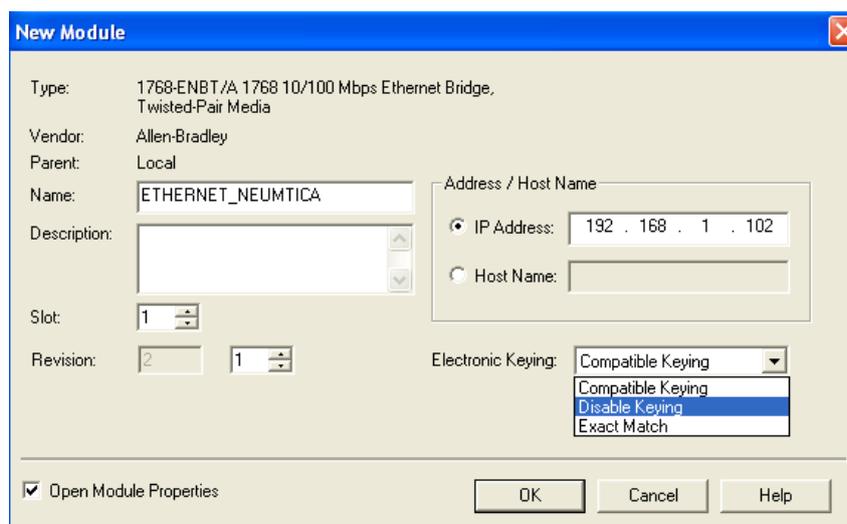


Figura. 3.7 Asignación de parámetros de módulo de comunicación

3.2.3. Asignación de módulos de entrada y salida

Dentro de la estación Neumática PN-2800 se manejan entradas y salidas discretas de 24VDC por lo cual se ha asignado módulos discretos tanto en entradas y salidas con protección de corriente de regreso, para la asignación de estos módulos dentro del programa no hay que olvidar que el bus que controlan estos módulos es el 1769.

En la barra de exploración se escogerá el bus 1769 y se elegirá un nuevo módulo como muestra la Figura. 3.8, paso seguido se seleccionará el tipo de módulo en este caso son módulos digitales tanto de entrada como de salida, para entradas es el módulo 1769-IQ16F de alta velocidad y el módulo de salidas es el 1769-OB16P con protección como muestra la Figura. 3.9.

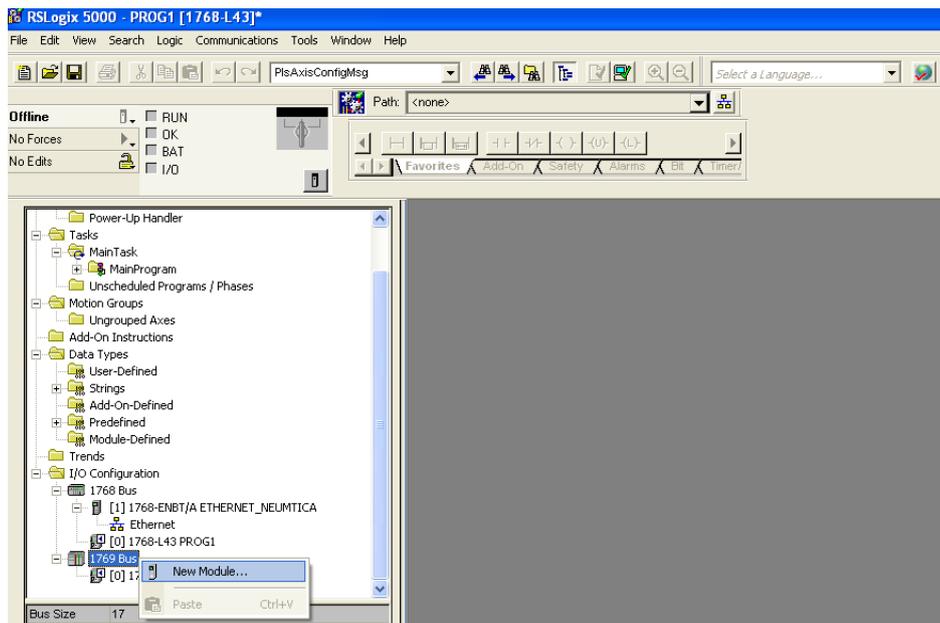


Figura. 3.8 Nuevo módulo de entradas o salidas

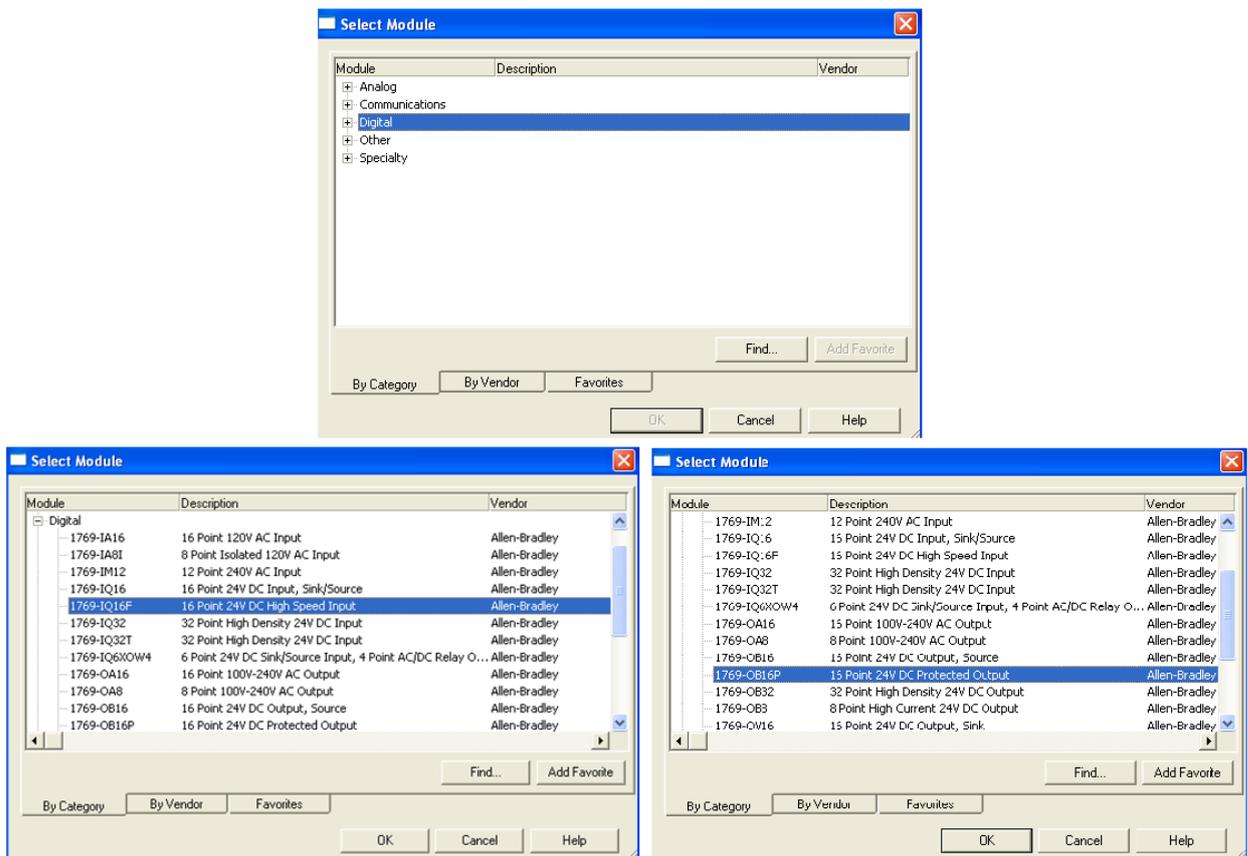


Figura. 3.9 Selección de Módulo de entradas o salidas

Una vez realizado esto se ingresará el nombre del módulo dentro del programa, el número de slot que empiezan desde 1 ya que el controlador posee el número 0, en la opción *CHANGE* del ítem *Module Definition* se configurará la revisión del módulo, para no tener problemas de compatibilidad en el ítem *ELECTRONIC KEYING* se elegirá la opción *DISABLE KEYING* como muestra la Figura. 3.10.

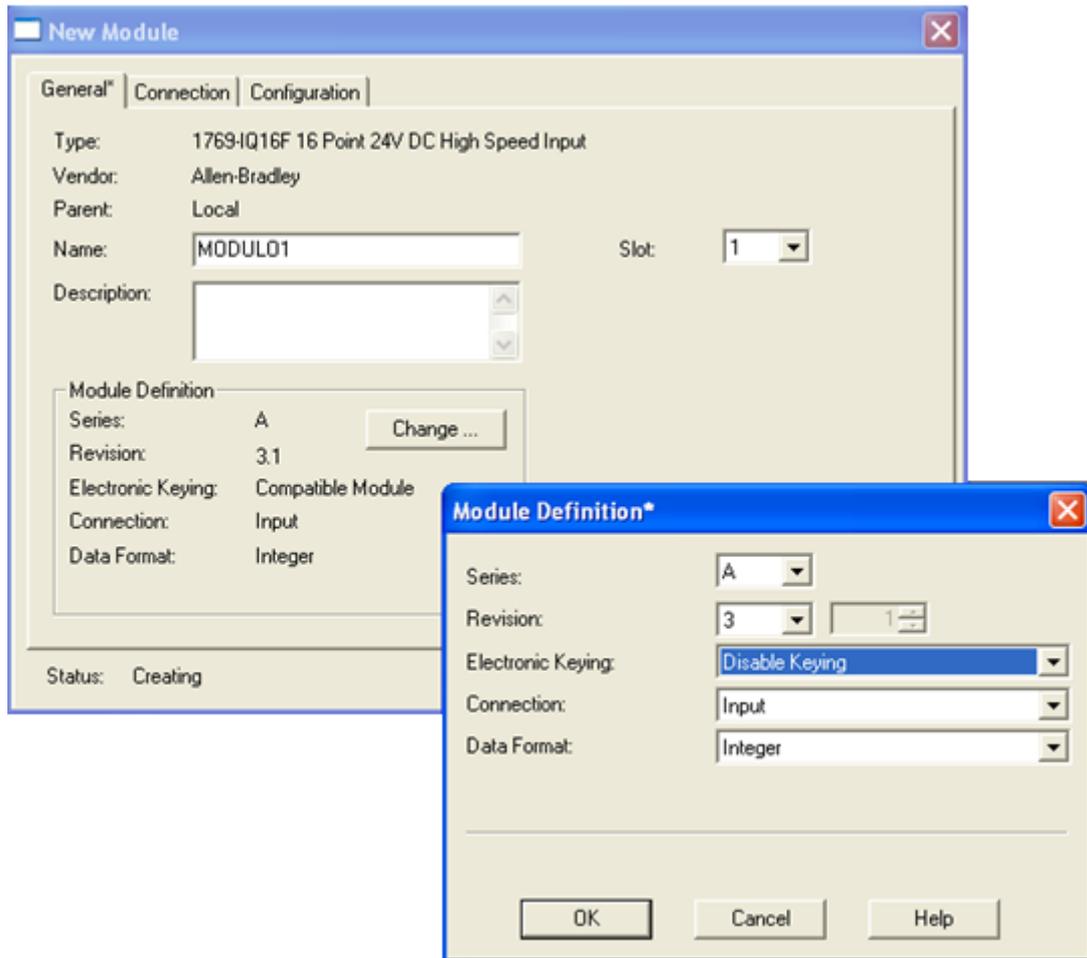


Figura. 3.10 Asignación de parámetros de módulo de entradas y salidas

3.3. PROGRAMACIÓN EN SOFTWARE RSLogix 5000

La lógica de programación dentro del software RSLogix 5000 es similar a muchos otros software con la diferencia que es más amigable y flexible, con aditamentos que permiten crear programas con una capacidad en Mbytes de lo contrario que era con versiones inferiores a los PAC que eran en Kbytes. Otra diferencia importante es que se manejan palabras de 32 bits en las cuales se pueden monitorear y controlar más señales que en cualquier PLC ordinario. A continuación se presentan elementos del programa que involucran nuevas alternativas de comunicación y control dentro del controlador CompacLogix y utilizadas en la Estación Neumática PN-2800.

3.3.1. Creación de Subrutinas

Gracias a la facilidad y versatilidad de programación que tiene el software RSLogix 5000, la programación puede realizarse en varios tipos de lenguaje en el mismo programa como son Diagrama de Escalera, Diagrama de Bloques o Lenguaje C++ como se muestra en la Figura. 3.11, dando así una mayor flexibilidad al usuario para el manejo de todas las entradas y salidas al controlador desde la estación.

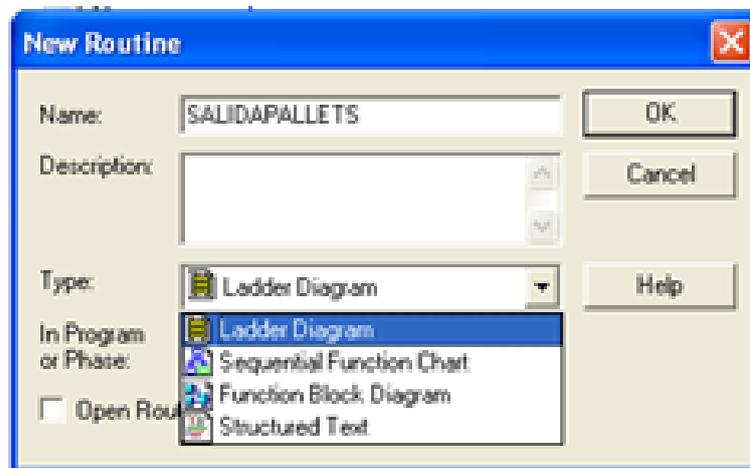


Figura. 3.11 Tipos de Programación en Compact Logix

Para crear una nueva rutina, en la barra de exploración se da click derecho en la carpeta *MAINPROGRAM* y se elige *NEW ROUTINE* como muestra la Figura. 3.12, una vez realizado esto se escoge el tipo de programación que se realizará dentro de la nueva rutina y se elige el nombre de la misma dentro del programa como muestra la Figura. 3.13.

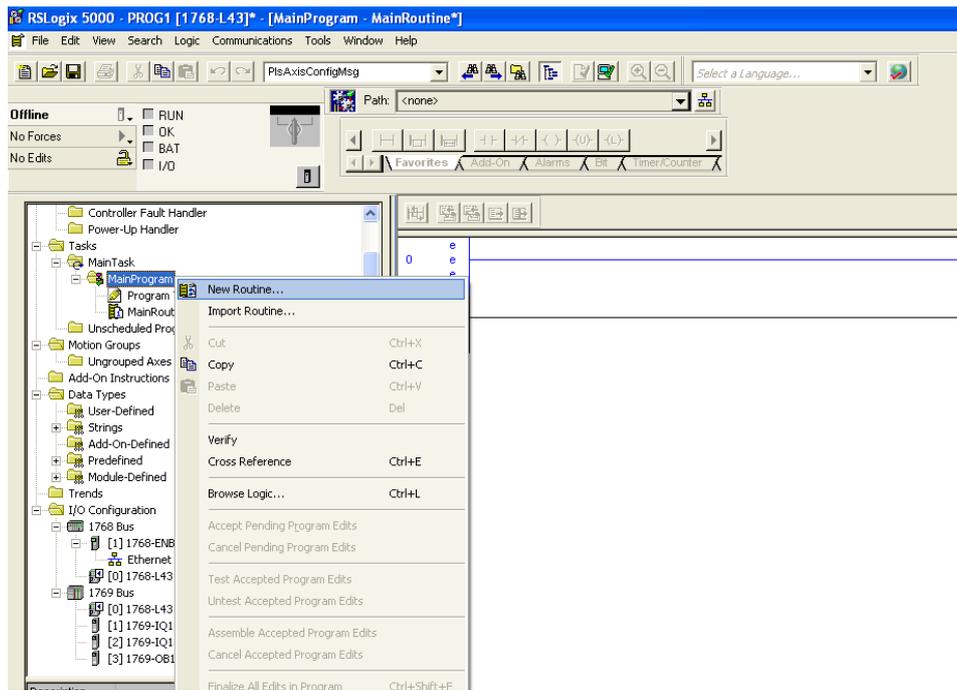


Figura. 3.12 Creación de Rutinas

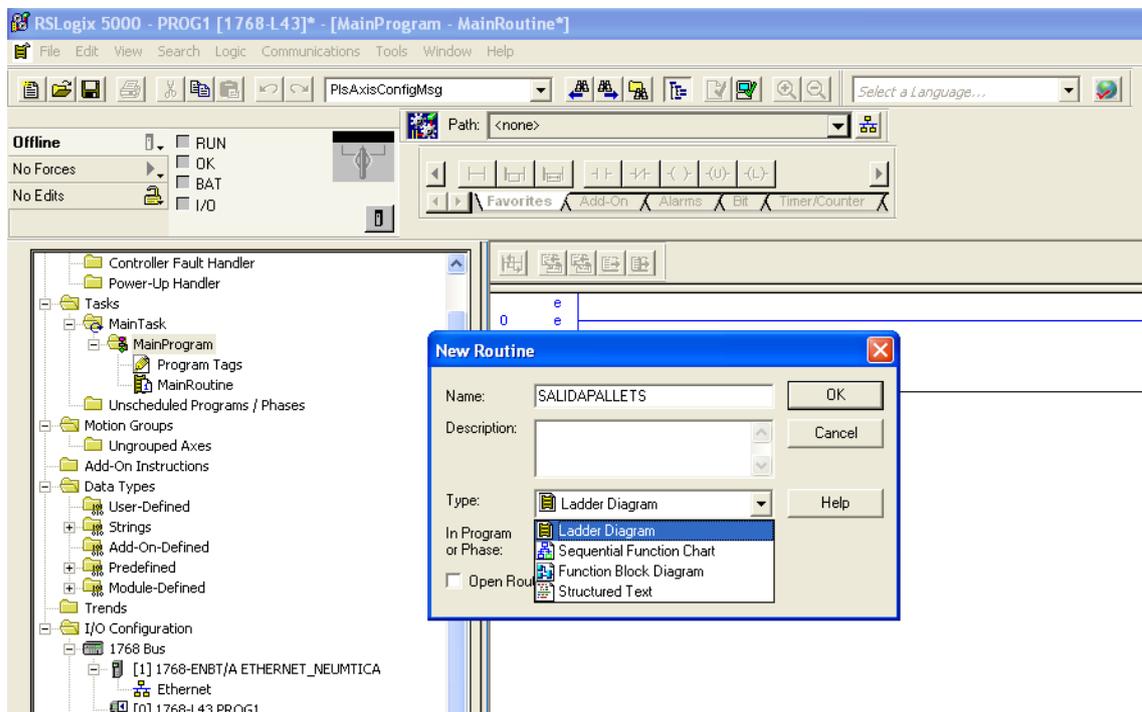


Figura. 3.13 Configuración de Nueva Rutina

3.3.2. Creación de Variables dentro de Programa

Para el manejo de entradas y salidas digitales o analógicas, mensajes, timers, contadores, etc. el controlador RSLogix 5000 cuenta con una creación versátil y flexible de variables tanto de controlador como de programa.

Para crear una nueva variable se lo realiza en la barra de exploración, aquí se escoge las opciones de Program Tags o Controller Tags dependiendo de la variable a crear como muestra la Figura. 3.14, después se selecciona el tipo de variable y su nombre.

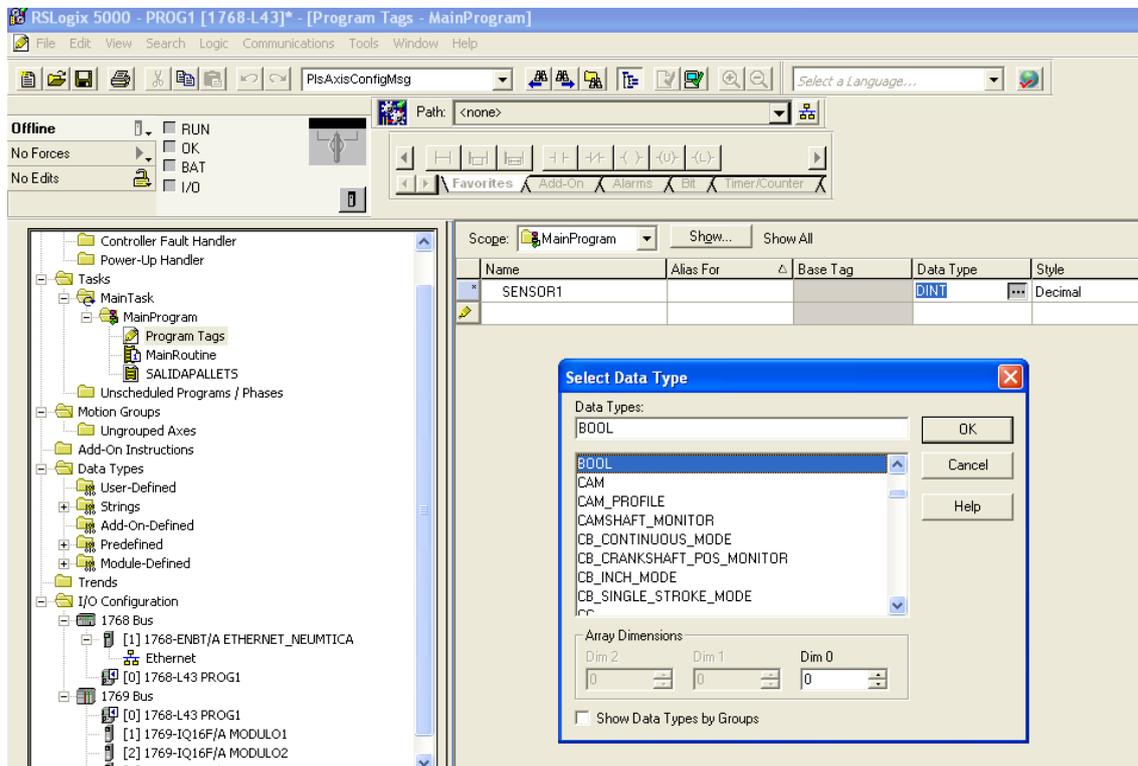


Figura. 3.14 Tipo de Variable dentro de programa

Para la asignación de la variable creada a los módulos de entrada se debe elegir el ítem *ALIAS FOR*, después se elige el módulo al cual se va a asignar, que se encuentra identificado por *LOCAL: #módulo : I*, donde *#módulo* es el número de slot en el que se encuentra dentro del bus 1769 del PLC y la letra "I" sirve para identificar que es módulo de entrada, se debe considerar que la letra "C" se

refiere a la identificación de las entradas dentro del controlador por lo cual no se debe alterar estos valores, a continuación se procede a elegir el bit al cual se lo asignará como muestra la Figura. 3.15.

Si la variable no se asigna a ningún módulo (variables auxiliares) entonces en el ítem ALIAS FOR no se ingresa ninguna referencia.

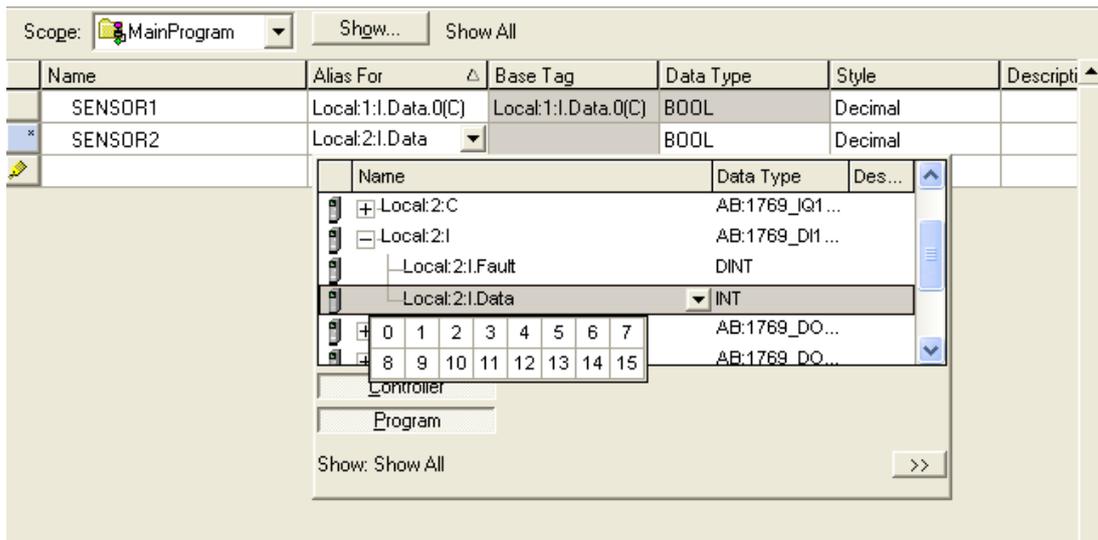


Figura. 3.15 Asignación de Variable a Módulos de Entrada

Para la asignación de la variable creada a los módulos de salida se debe elegir el ítem ALIAS FOR, después se elige el módulo al cual se va a asignar, que se encuentra identificado por LOCAL: #módulo : O, donde #módulo es el número de slot en el que se encuentra dentro del bus 1769 del PLC y la letra "O" sirve para identificar que es módulo de salida, se debe considerar que la letra "C" se refiere a la identificación de las entradas dentro del controlador por lo cual no se debe alterar estos valores, a continuación se procede a elegir el bit al cual se lo asignará como muestra la Figura. 3.16.

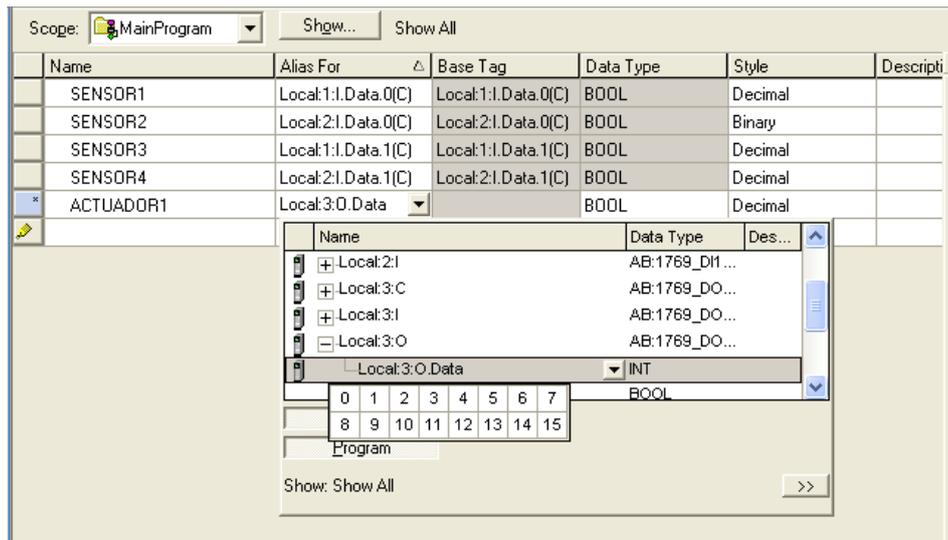


Figura. 3.16 Asignación de Variable a Módulos de Salida

De esta manera se pueden crear cuantas variables se requiera dentro del programa como muestra la Figura. 3.17, también se debe hacer diferencia entre variables de programa y de controlador, las variables de controlador se utilizan en el envío de mensajes ya que se reconocerán por otros controladores y por el controlador en el cual se realiza el programa y las variables de programa serán reconocidas solamente por el controlador en el cual se realiza el programa.

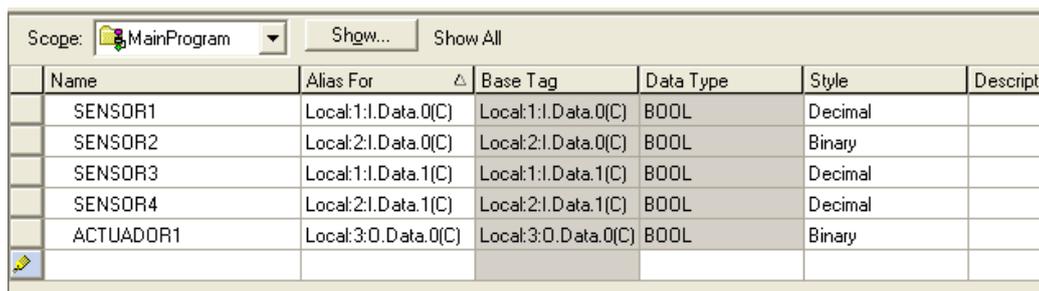


Figura. 3.17 Variables dentro de Programa

Para la asignación de las variables dentro del programa se da click en el elemento a asignar como pueden ser contactos, timers, contadores, etc. Y se escoge la variable creada como muestra la Figura. 3.18.

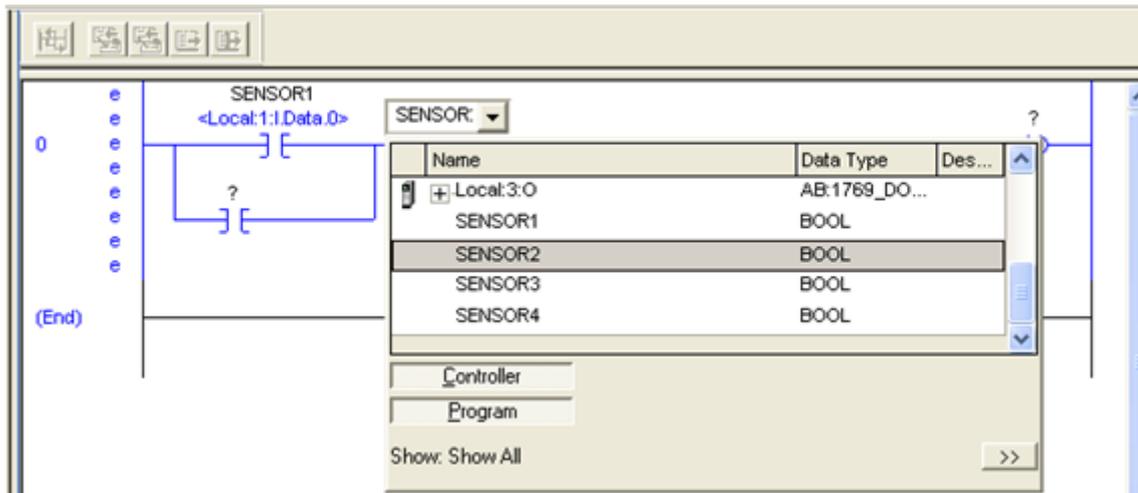


Figura. 3.18 Asignación de Variable a elementos de Programación

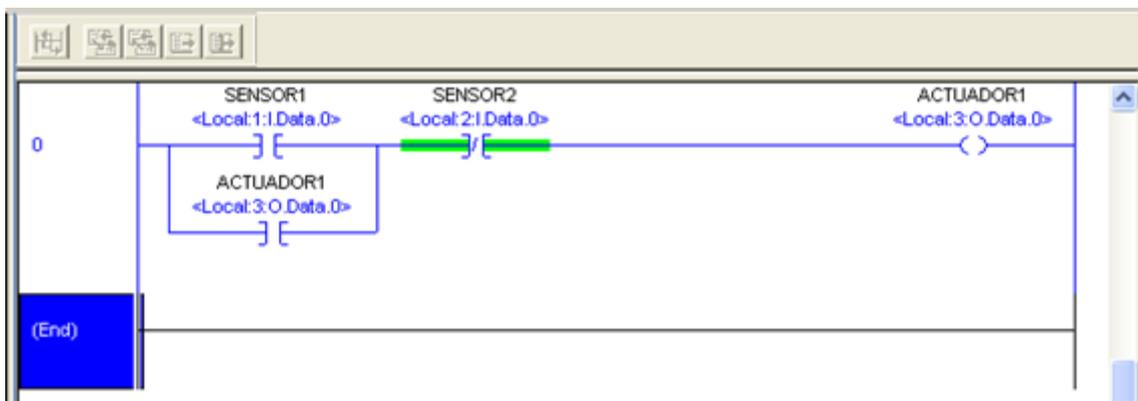


Figura. 3.19 Variables asignadas

3.3.3. Creación de Mensajes

Para la comunicación con otro controlador en la red es necesario utilizar mensajes ya que de esta manera no se tendrá ocupada la red excepto cuando se envía el mensaje logrando así evitar pérdida de datos y mayor velocidad de transmisión.

Para esto se utiliza dentro del programa el elemento de lenguaje *MESSAGE*, el cual permite enviar la información contenida en una variable tipo *DINT* hacia otro controlador que receipta esta información en otra variable tipo *DINT*. Para utilizar este elemento de lenguaje es necesario crear una variable de tipo *MESSAGE* la cual se encarga de enviar o receiptar la información contenida en

una variable de tipo *DINT*, se necesario que estas variables tienen que ser creadas como variables de controlador en *CONTROLLER TAGS* como se muestra en la

Figura. 3.20.

Es importante anotar que para la lectura continúa de los mensajes se debe utilizar timers infinitos que se basan en el funcionamiento de un Timer ON y un Timer OFF, activando el mensaje mediante un contacto asignado al dato .DN o .TT (activación mediante flanco) del Timer ON u OFF el cual dependerá de la programación realizada.

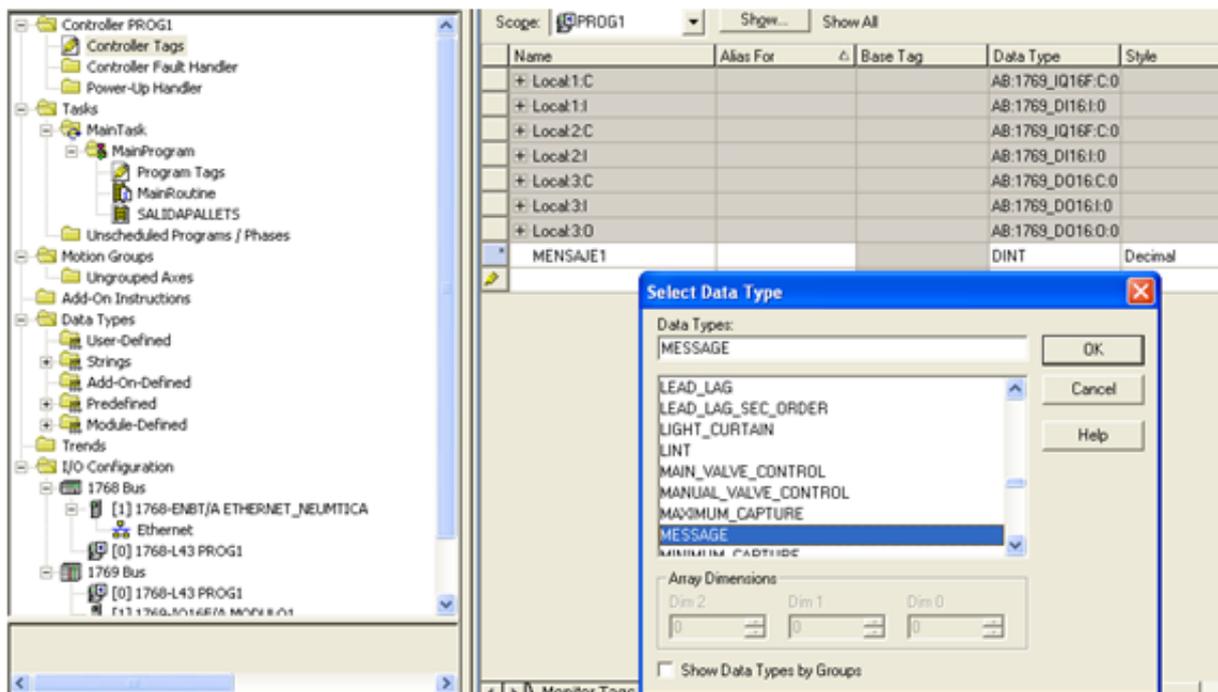


Figura. 3.20 Variable de Controlador tipo MESSAGE

Name	Alias For	Base Tag	Data Type	Style	Descripti
+ Local:1:C			AB:1769_IQ16F:C:0		
+ Local:1:I			AB:1769_DI16:I:0		
+ Local:2:C			AB:1769_IQ16F:C:0		
+ Local:2:I			AB:1769_DI16:I:0		
+ Local:3:C			AB:1769_DO16:C:0		
+ Local:3:I			AB:1769_DO16:I:0		
+ Local:3:O			AB:1769_DO16:O:0		
+ MENSJE1			MESSAGE		
+ MENSJE_RECIBIDO1			DINT	Decimal	
+ MENSJE2			MESSAGE		
+ MENSJE_ENVIADO2			DINT	Decimal	

Figura. 3.21 Variables para envío de mensajes

3.3.4. Envío de Mensajes

Para enviar mensajes es necesario configurar el elemento de lenguaje MESSAGE, en el cual se selecciona primero la variable tipo message que será asignada a este elemento como muestra la Figura. 3.22.

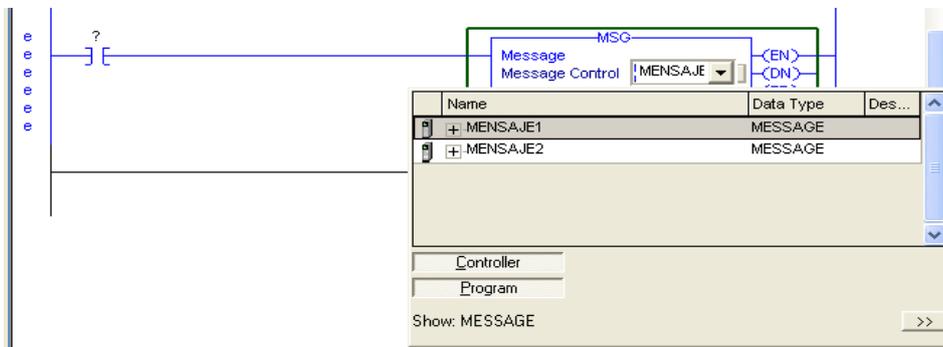


Figura. 3.22 Asignación de variable tipo MESSAGE

Después se debe seleccionar en configuración del elemento el tipo de mensaje, que para el envío es de tipo *CIP Data Table Write*, el elemento de fuente que es la variable tipo DINT en la cual se encuentra la información (señales de entradas, datos de programa, etc.) y el elemento de destino que es la variable de tipo DINT que se encuentra en el otro controlador a enviar el mensaje como muestra la Figura. 3.23.

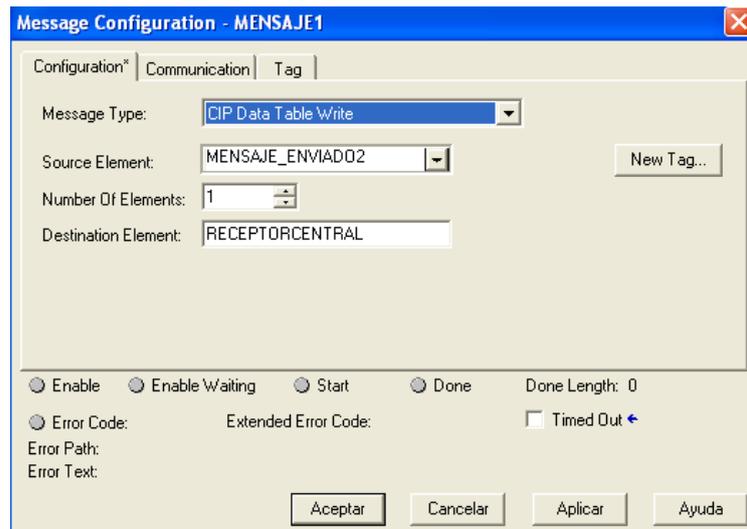


Figura. 3.23 Configuración del elemento de lenguaje MESSAGE para envío

Como paso final se asigna la ruta en la cual se encuentra el controlador a enviar el mensaje como muestra la Figura. 3.24.

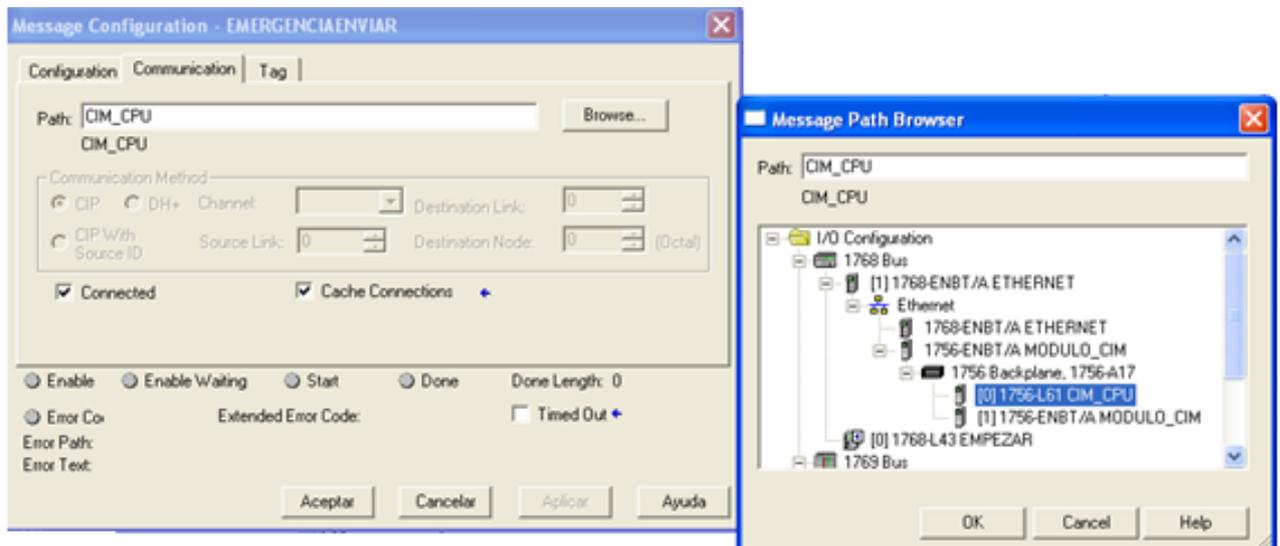


Figura. 3.24 Path para envío de Mensaje

3.3.5. Recepción de Mensajes

Después de seleccionar la variable de elemento de lenguaje MESSAGE como muestra la Figura. 3.22 se debe configurar dicho elemento, que para la recepción es de tipo *CIP Data Table Read*, el elemento de fuente que es la

variable tipo DINT que el otro controlador envía en el cual se encuentra la información (señales de entradas, datos de programa, etc.) y el elemento de destino que es la variable de tipo DINT que se encuentra en nuestro controlador a recibir el mensaje como muestra la Figura. 3.25.

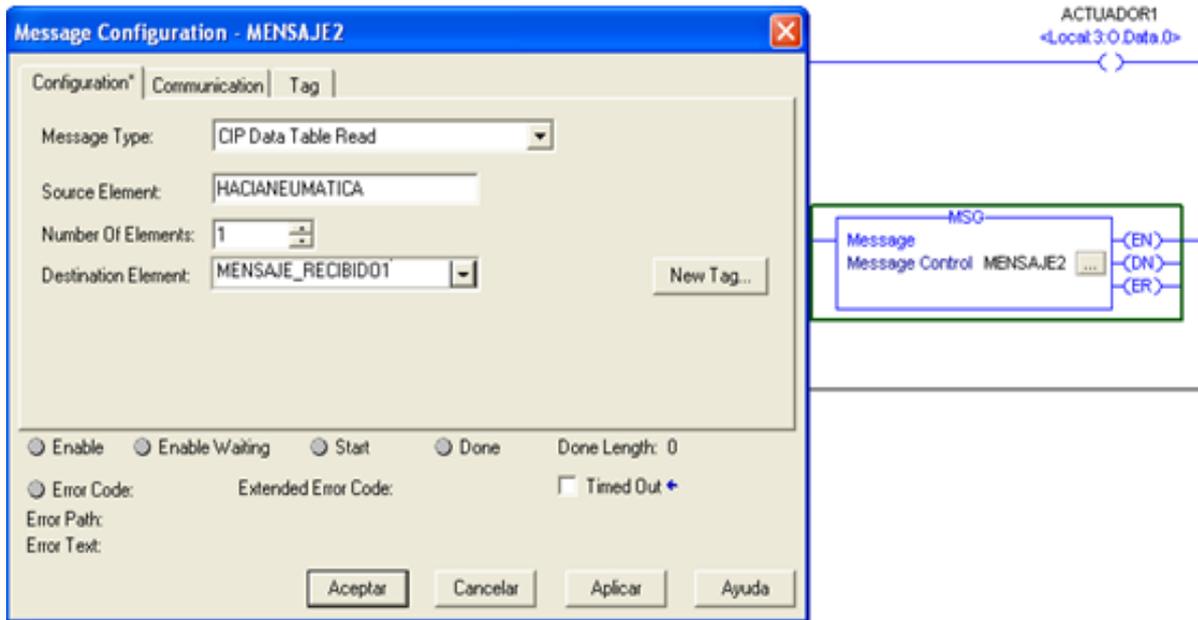


Figura. 3.25 Configuración del elemento de lenguaje MESSAGE para recepción

Como paso final se asigna la ruta en la cual se encuentra el controlador a enviar el mensaje como muestra la Figura. 3.24.

3.4. DIAGRAMAS DE FLUJO DE PROCESO DE LA ESTACIÓN NEUMÁTICA PN-2800

La estación Neumática PN-2800 cumple diferentes procesos los cuales dependen del tipo de producto que se va a entregar, como se muestra en la

Producto	Código
Palleta Vacía	2
Palleta con Cilindro Pequeño	3
Palleta con Cilindro Grande	4
Palleta con Batch	5

Tabla. 3.2, donde la entrega de un producto tiene un número o código de asignación, pudiendo diferenciar así la entrega del producto de una manera

ordenada y segura sin depender del modo de operación ya que cada código será implementado en todos estos modos.

Producto	Código
Palleta Vacía	2
Palleta con Cilindro Pequeño	3
Palleta con Cilindro Grande	4
Palleta con Batch	5

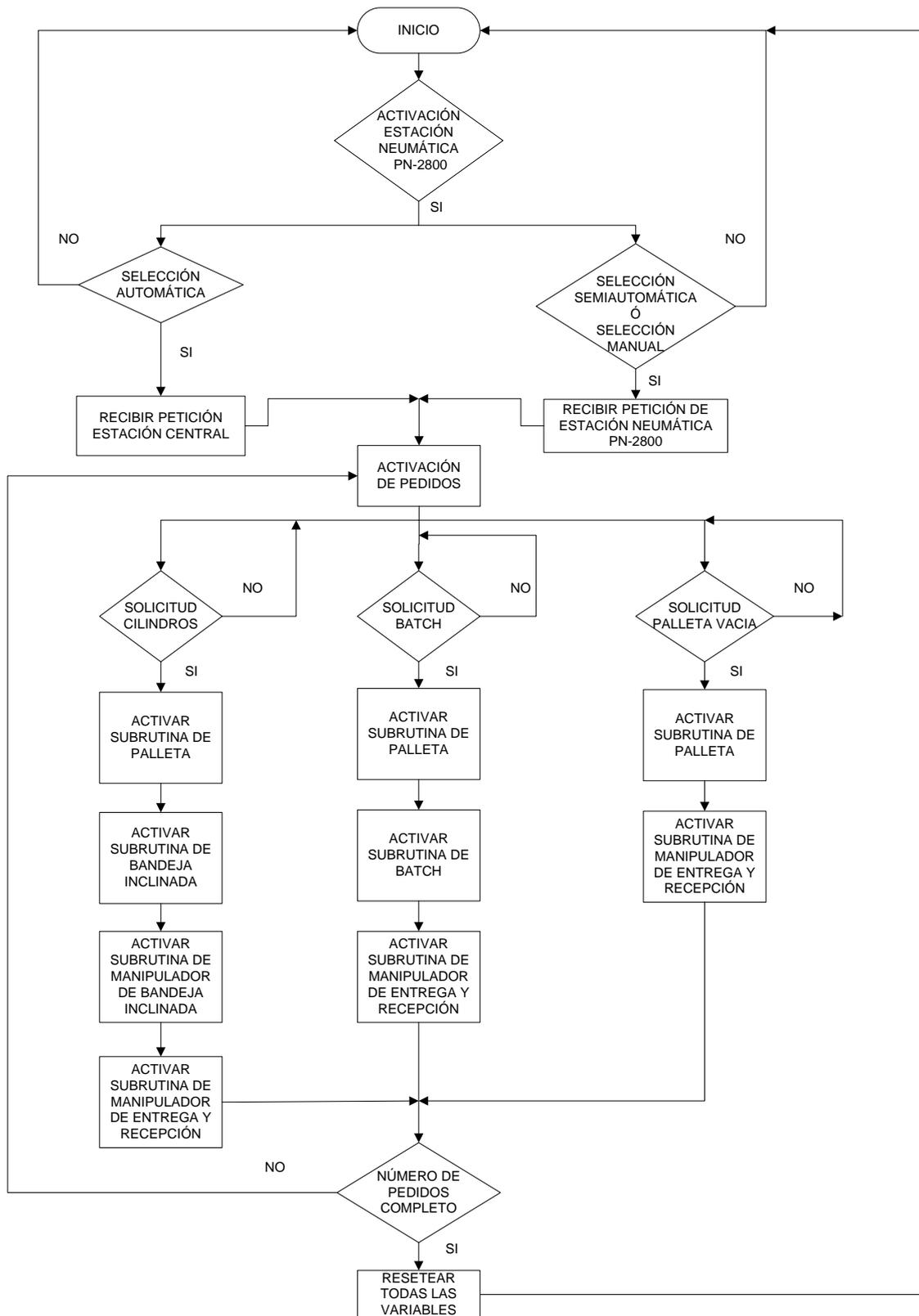
Tabla. 3.2 Códigos para entrega de Productos

El programa a implementar debe estar constituido de un programa principal en el cual se incluyen las diferentes subrutinas y líneas de código que permitirán el manejo de todos los modos de operación y productos que entrega la estación.

3.4.1. Diagrama de Flujo del Programa Principal

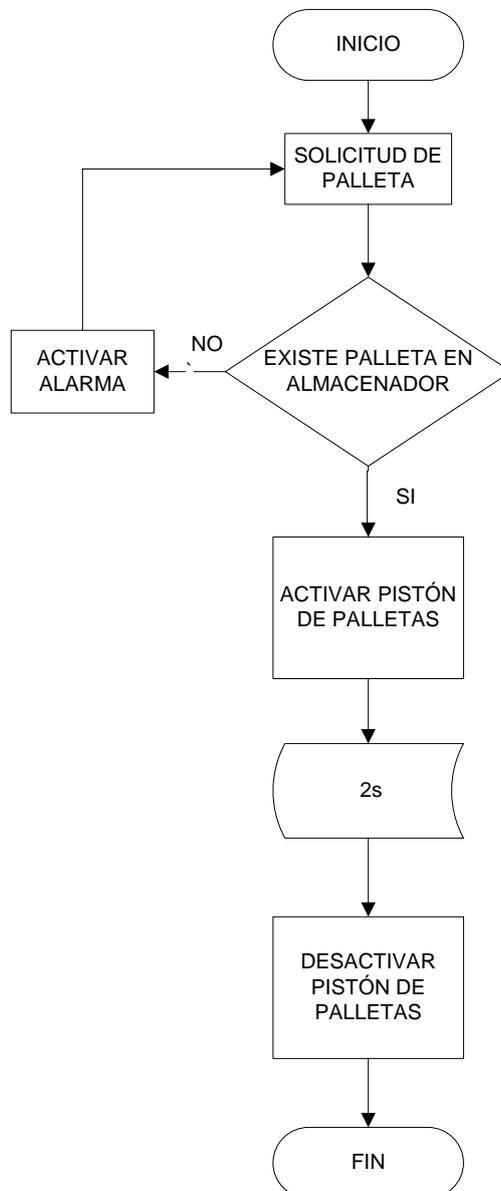
En el programa principal se consideran todos los procesos que realiza la estación para la entrega del producto, los cuales serán separados en subrutinas, y serán manejados en todos los modos de operación tanto por la estación central como por la estación neumática.

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.



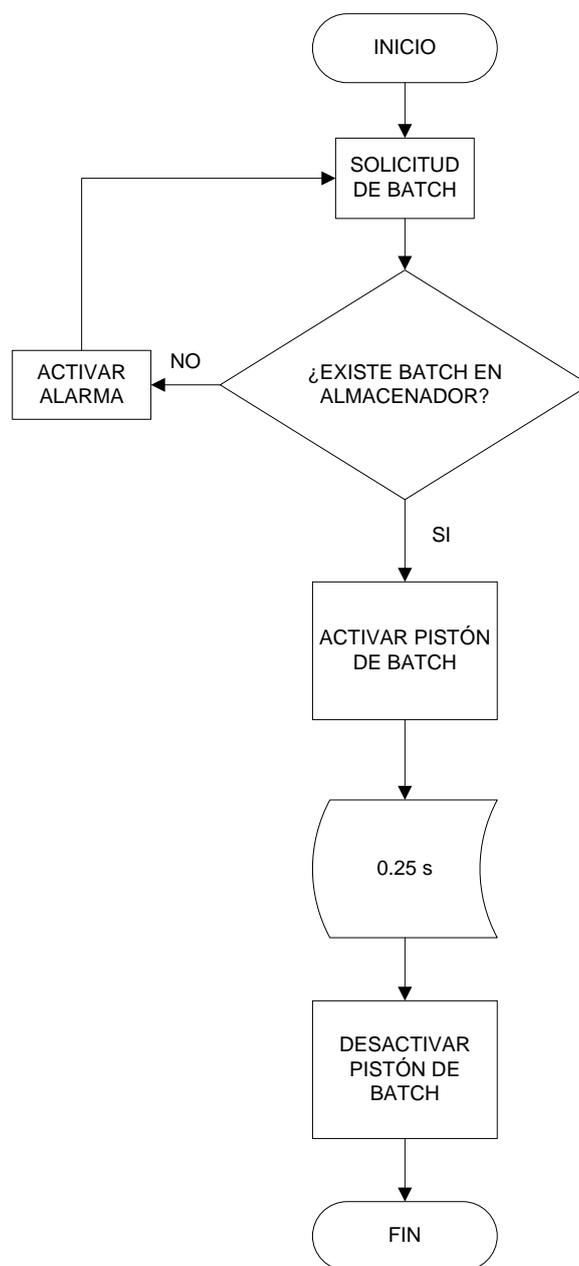
3.4.2. Diagrama de Flujo de Subrutina Salida Palletas

Para la entrega de palletas primero se debe verificar que exista el material en el almacenador de palletas de la estación, caso contrario se activa una alarma para indicar que no existe material, si existe material se activará el pistón del cilindro que empuja la palleta durante 2s hacia la bandeja de palletas y mediante un sensor inductivo que se activa cuando existe una palleta en la bandeja se desactivará el pistón.



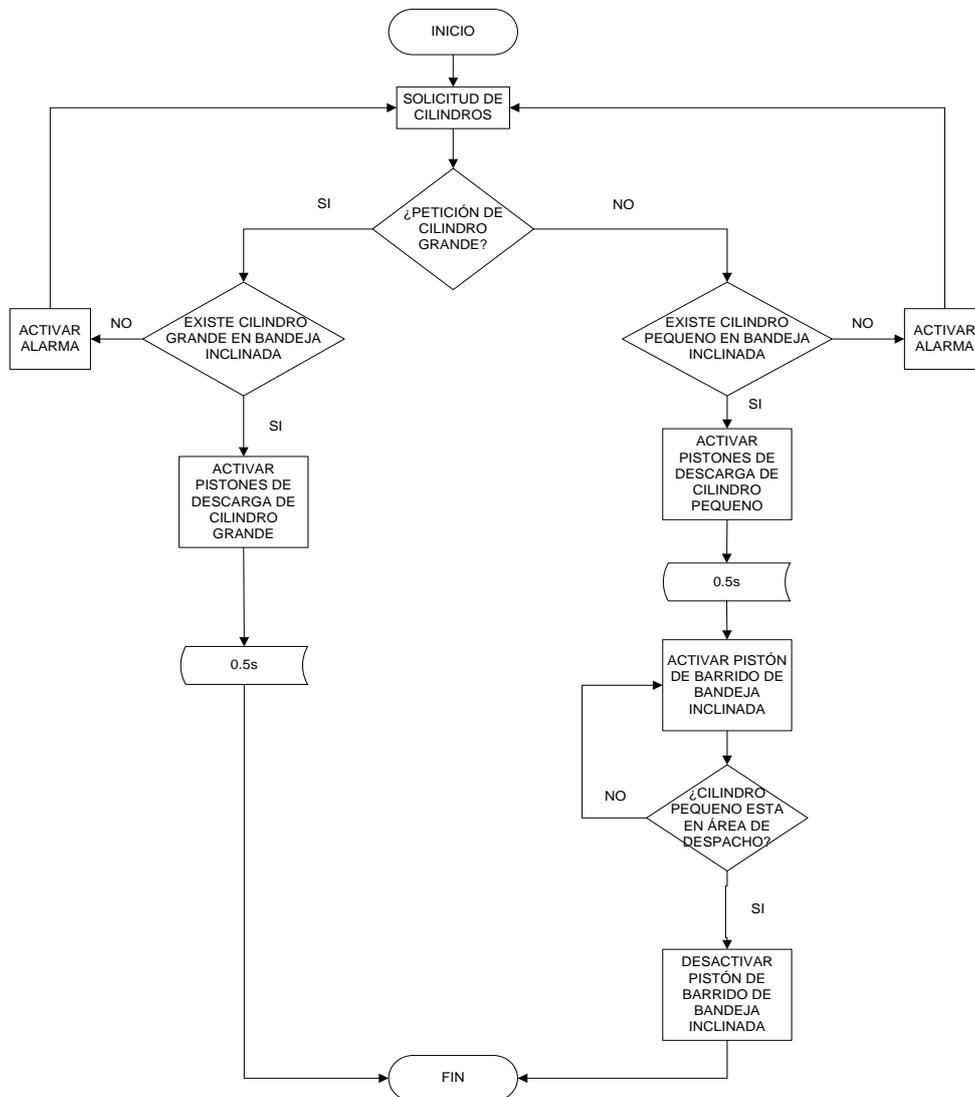
3.4.3. Diagrama de Flujo de Subrutina Salida de Batch

Para la entrega de batchs primero se debe verificar que exista batchs en el almacenador de la estación, caso contrario se activa una alarma para indicar que no existe material, si existe material se activará el pistón del cilindro que empuja el batch durante 0.25s hacia la palleta, este pistón se desactivará una vez terminado el tiempo de activación.



3.4.4. Diagrama de Flujo de Subrutina Salida de Cilindros Pequeño y Grande

Para la entrega de cilindros primero se debe recibir la petición del cilindro pequeño o grande a despachar, después se verificará que exista el cilindro de la petición en la bandeja inclinada de la estación, caso contrario se activa una alarma para indicar que no existe material, si existe material se activarán los pistones de descarga del cilindro durante 0.5s y el cilindro caerá hacia el área de despacho. Si la petición fue de cilindro pequeño se deberá activar el pistón del cilindro de barrido que llevará el material hacia el área de despacho, este pistón se desactivará mediante un sensor inductivo que indica la presencia del material en el área de despacho.

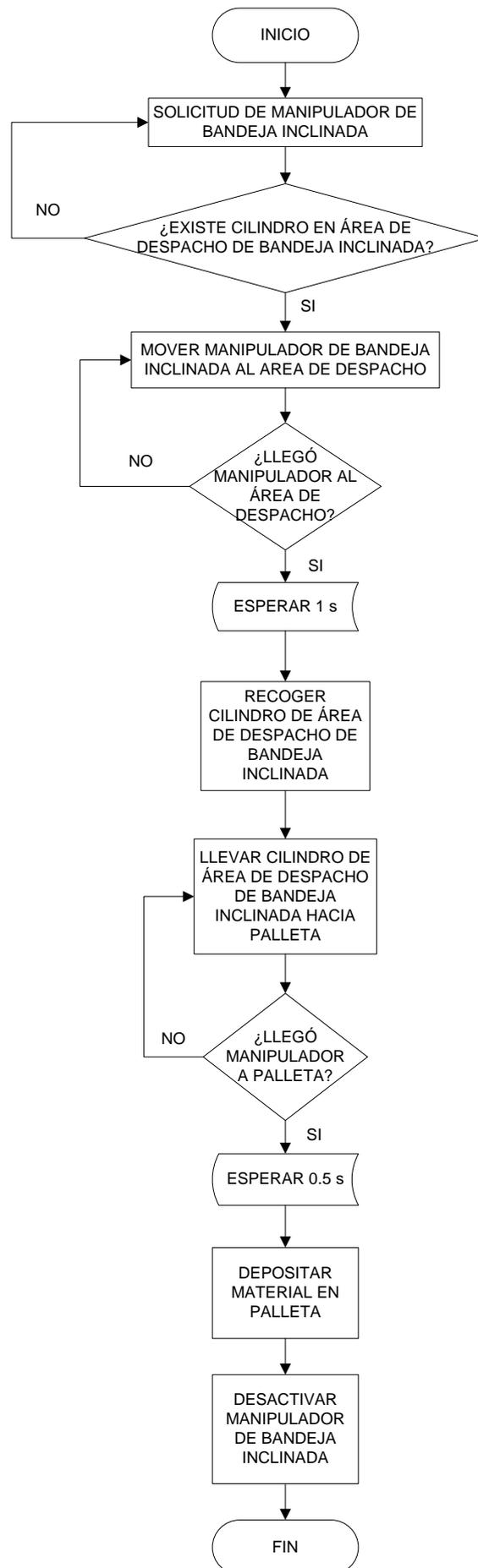


3.4.5. Diagrama de Flujo de Subrutina Manipulador de Bandeja Inclinada

Para la activación del manipulador de bandeja inclinada es necesario que haya existido una petición de cilindro pequeño o grande para que el sensor inductivo del área de despacho este activado, una vez que exista un cilindro se procede a activar el pistón para bajar hacia el área de despacho, ya ahí se esperará 1s debido al golpeteo existente por el desgaste mecánico del cilindro.

Se procede entonces a activar el gripper para tomar el cilindro y llevarlo hacia la palleta, activando los cilindros necesarios para el movimiento hacia la derecha y subir o bajar hasta llegar, una vez en el área de la bandeja de despacho se esperará 1s debido al golpeteo existente por el desgaste mecánico del cilindro y se depositará el cilindro en la palleta.

Después se procede a desactivar los cilindros y llevar el manipulador hacia su posición de espera donde aguardará hasta que exista otra petición de algún cilindro pequeño o grande.

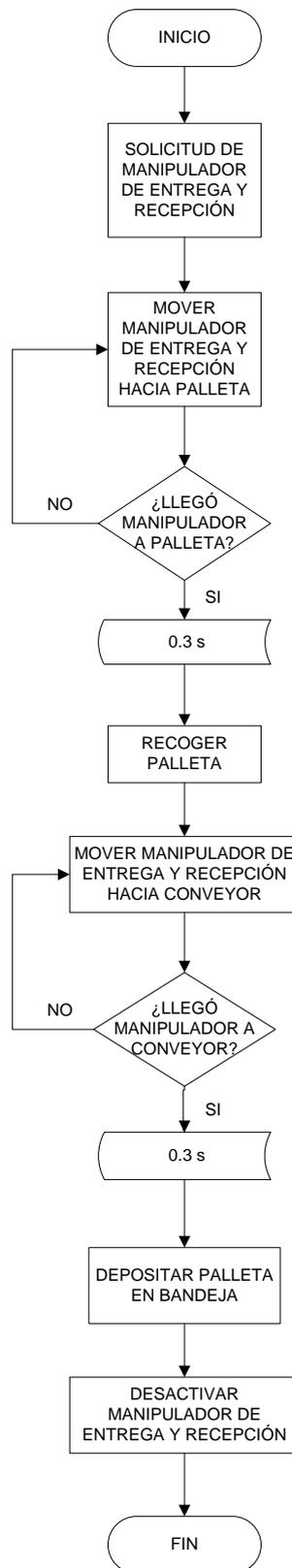


3.4.6. Diagrama de Flujo de Subrutina Manipulador de Entrega Y Recepción

Para la activación del manipulador de entrega y recepción es necesario que haya existido una petición de cilindro pequeño o cilindro grande o palleta vacía o batch que lo controla el programa principal, una vez que exista algún producto a entregar se activan los pistones necesarios para llevar el manipulador hacia la bandeja de palletas, ya ahí se esperará 0.3s debido al golpeteo existente por el desgaste mecánico del cilindro.

Después se activará el gripper para recoger la palleta con el material a entregar y se lo llevará hacia el conveyor del CIM, ya ahí se esperará 0.3s debido al golpeteo existente por el desgaste mecánico del cilindro.

Por último se depositará la palleta con el material en la banda del conveyor y se desactivarán los pistones para llevar al manipulador a su posición de espera donde aguardará hasta que exista otra petición de algún producto desde la estación neumática o desde la estación central del CIM.



3.5. DISEÑO DE LA HMI

Para el diseño de la HMI (Human Machine Interface) se debe tomar en cuenta las tareas necesarias para el buen entendimiento y claridad de la misma, garantizando que el usuario al manejar por primera vez la HMI tenga claro el proceso y para qué sirve cada botón y ventana incluidos.

3.5.1. Tareas dentro de una HMI

Las tareas tomadas en cuenta que debe cumplir la interfaz están asociadas con las necesidades y características del proceso, por lo tanto es indispensable conocer cada una de ellas e implementarlas, en la

Tabla. 3.3 se muestran las tareas tomadas en cuenta en una HMI.

Tarea	Característica
Monitoreo	Mostrar datos en pantalla en tiempo real
Supervisión	Ajustar condiciones de trabajo del proceso directamente desde la PC
Control	Aplicación de algoritmos que permitan mejorar el proceso
Alarmas	Reconocer eventos de error dentro del proceso
Históricos	Permitir almacenar datos históricos para medir el rendimiento o comportamiento del proceso
Seguridad	Permitir el acceso únicamente a personas involucradas con el proceso

Tabla. 3.3 Tareas de la HMI

3.5.2. Objetivos en una HMI

El resultado de una HMI depende de varios objetivos que se deseen implementar para permitir una comunicación adecuada la cual brinde comodidad y eficiencia, por eso se toman en cuenta todos aquellos objetivos que involucren al proceso y a la comunicación del usuario y la máquina como son los mostrados en la

Tabla. 3.4.

Objetivo	Descripción
Funcionalidad	Que haga el trabajo para el cual fue creado
Confiabilidad	Que lo haga bien
Disponibilidad	Que todas las personas que la utilicen no tengan problemas
Seguridad	La persona que no esté autorizada no tenga acceso a la misma o parte de ella
Integridad	Que la información sea verídica
Estandarización	Que las características de la interfaz debe ser común en todas las pantallas desplegadas
Integración	Que todos los módulos sean de fácil acceso
Consistencia	Que el apoyo visual y terminología sea iguales en todas las pantallas
Retroalimentación	Que toda acción muestre su efecto para evitar dudas en el usuario mediante sonidos, iconos mensajes u otros métodos.

Tabla. 3.4 Objetivos de una HMI

3.5.3. Color en una HMI

Para la asignación de colores en la interfaz es necesario hacerlo siguiendo pautas establecidas, que permitan al usuario identificar cada espacio dentro de una pantalla desplegada logrando un entendimiento rápido y eficaz en la comunicación.

El color además de ser un elemento atractivo dentro de una interfaz, también posee cualidades que influyen psicológicamente sobre las personas, como lo son los mostrados en la Figura. 3.26, aprovechar esto para definir estados, ayuda a establecer pautas de diseño dentro de una interfaz.

COLOR DEL ESTADO	SIGNIFICADO
	Estados de Peligro y de Alarma
	Estados Estables o de Movimiento
	Estados Estables o Neutrales
	Estados de Advertencia

Figura. 3.26 Definición de estados por el color

De igual manera de debe tener en cuenta el contraste que utilizándolo de manera adecuada puede proporcionar la posibilidad de dar mayor sentido a una interfaz. Los contrastes más comunes son:

- Contraste por tonalidad
- Contraste por claridad y obscuridad
- Contraste por complementos

En la Figura. 3.27 se muestran las diferencias de contraste que se pueden utilizar en una interfaz.

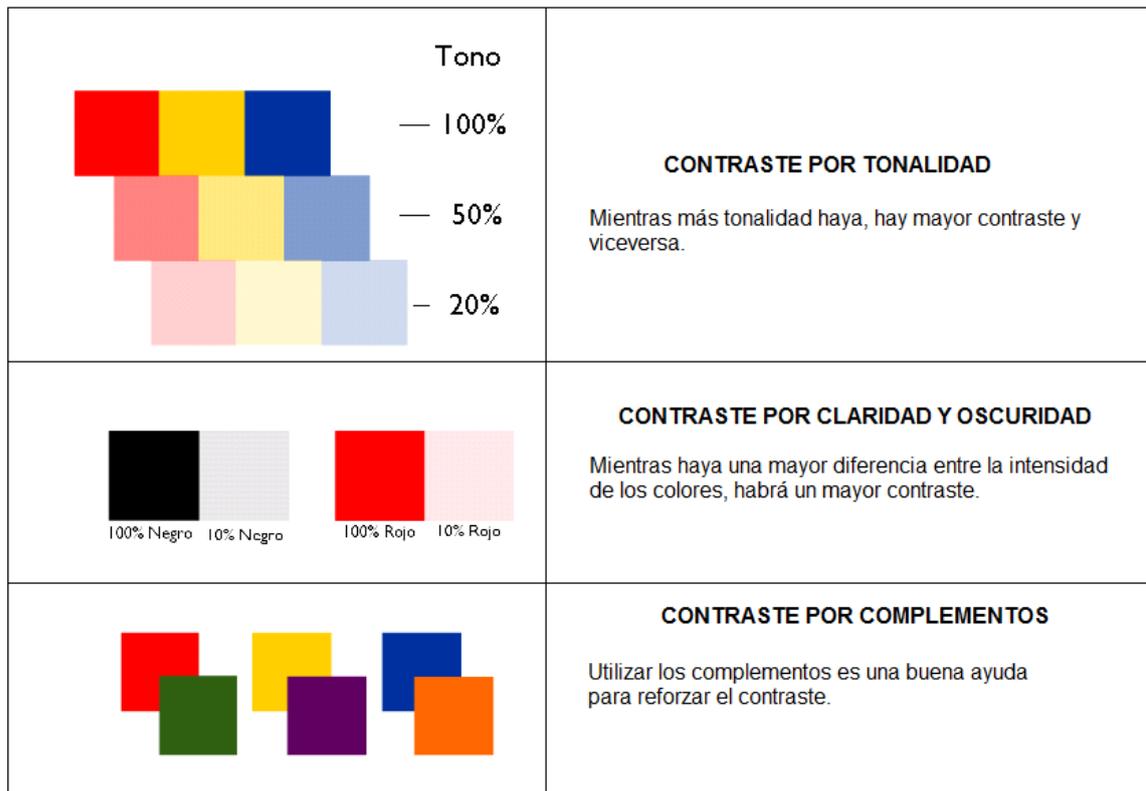


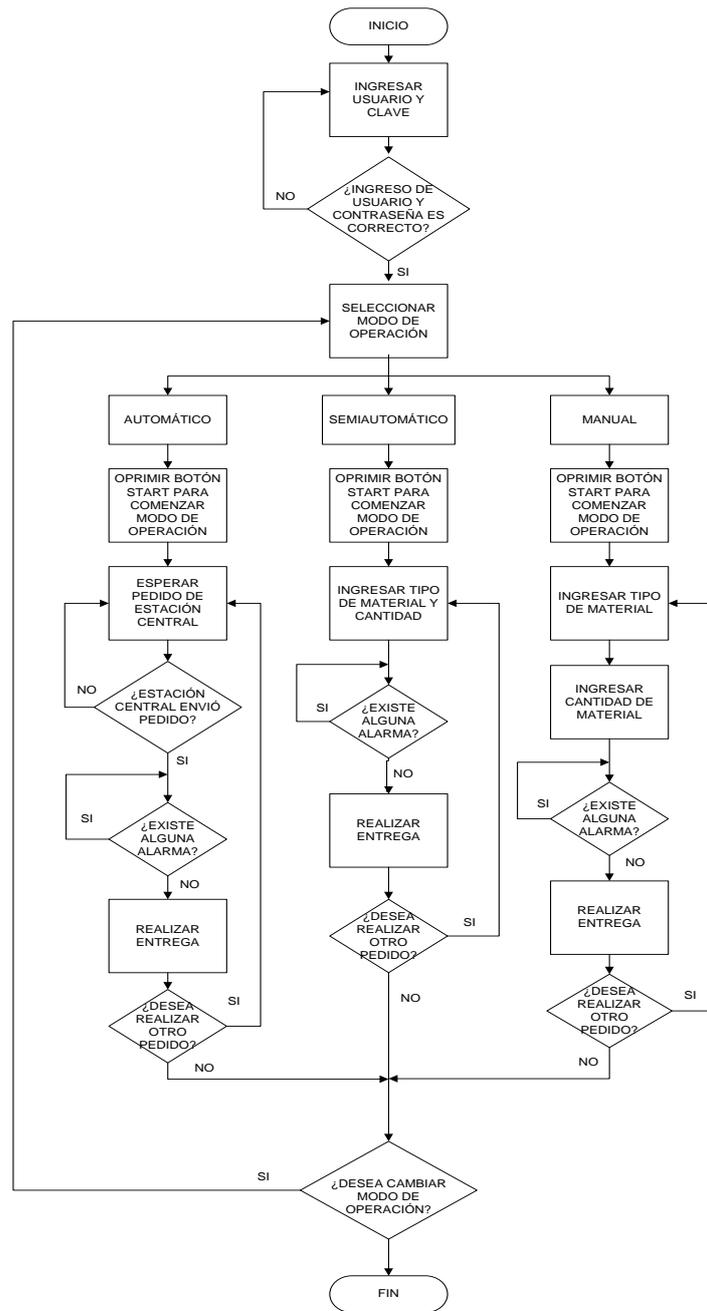
Figura. 3.27 Tipos de Contraste

3.5.4. 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, como son las indicadas en la

Tabla. 3.3,

Tabla. 3.4, en la Figura. 3.26 y Figura. 3.27, 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 de la interfaz.



3.5.5. Creación de archivo en Software Factory Talk View ME

Dentro del paquete de programas que trae Rockwell Automation se encuentra el software Factory Talk View ME el cual permite realizar interfaces que se asocian con los controladores Compact Logix que controla el proceso dentro de la estación neumática PN-2800.

Para la creación de un nuevo archivo es necesario haber activado con la dongle todos los programas como se muestra en el ítem 0, para tener todas las utilidades dentro del software Factory Talk View ME, una vez esto hecho se procede a abrir el software y elegir la edición máquina (MACHINE EDITION) que ofrece este software para el desarrollo de la interfaz como se muestra en la Figura. 3.28.

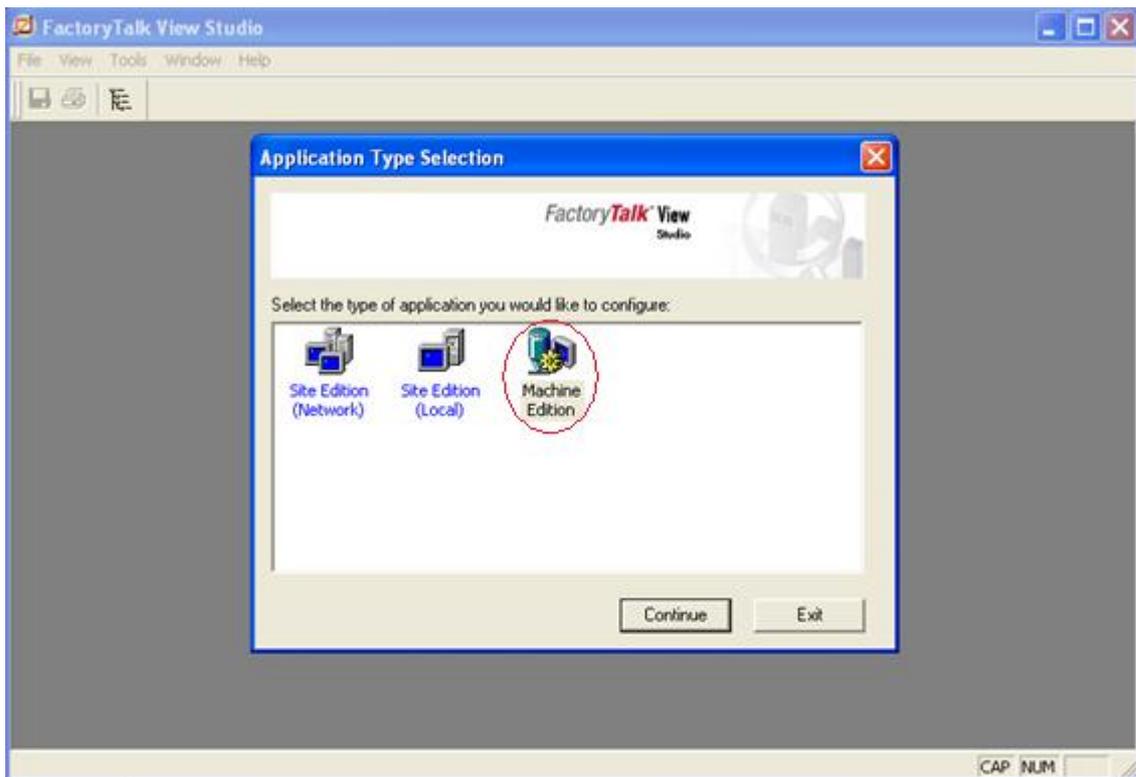


Figura. 3.28 Selección de Edition en Factory Talk View ME

Después se ingresa el nombre e idioma a utilizar dentro del software para la realización de la interfaz como se muestra en la Figura 3.29.

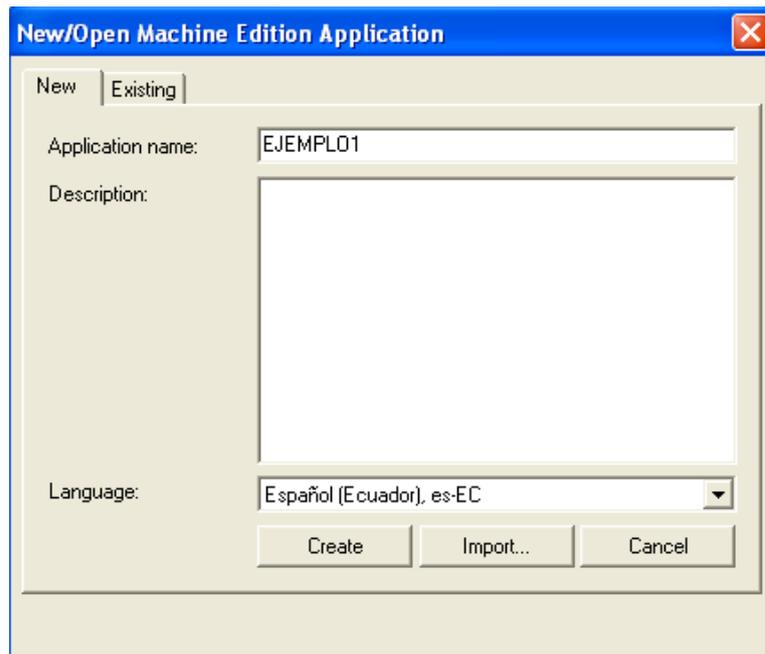


Figura. 3.29 Parámetros de una nueva interfaz

3.5.6. Comunicación entre Factory Talk ViewME y Controlador

Para lograr comunicación con el controlador Compact Logix es necesario configurar los parámetros necesarios tanto en modo de diseño como en modo de corrida de la interfaz.

Para esto primero se selecciona el ítem de *COMMUNICATIONS SETUP* en la barra de exploración como se muestra en la Figura. 3.30, después en modo de diseño se crea un nuevo dispositivo que tendrá el Path hacia el controlador de la estación como se muestra en la Figura. 3.31.

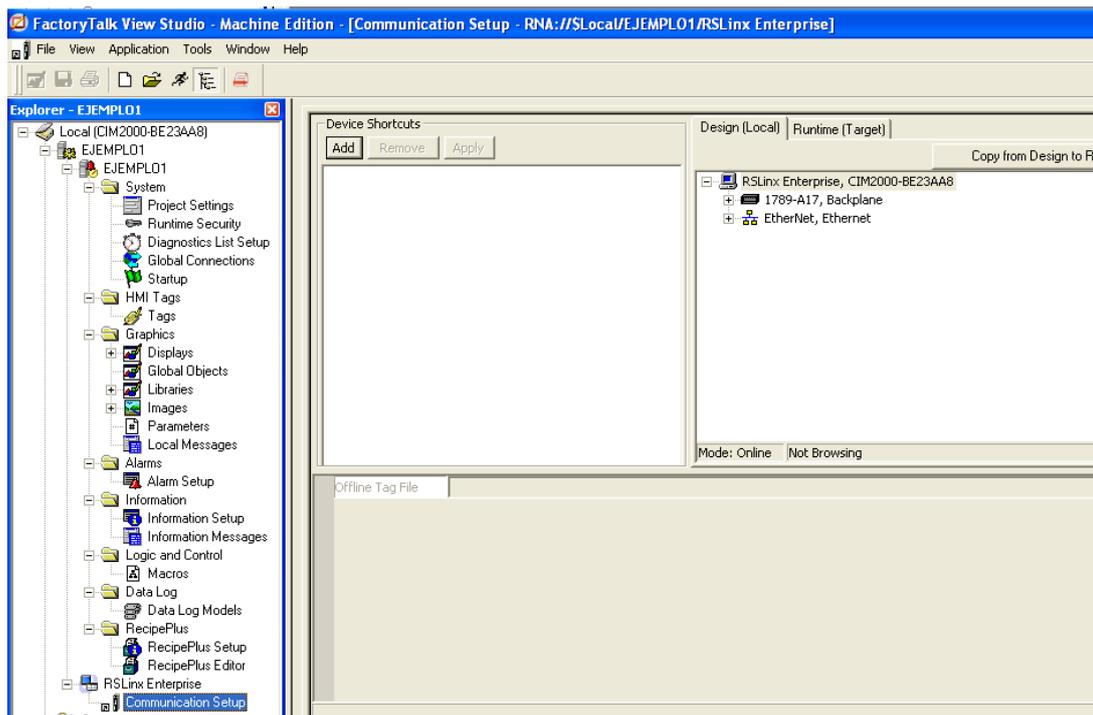


Figura. 3.30 Configuración de Comunicación

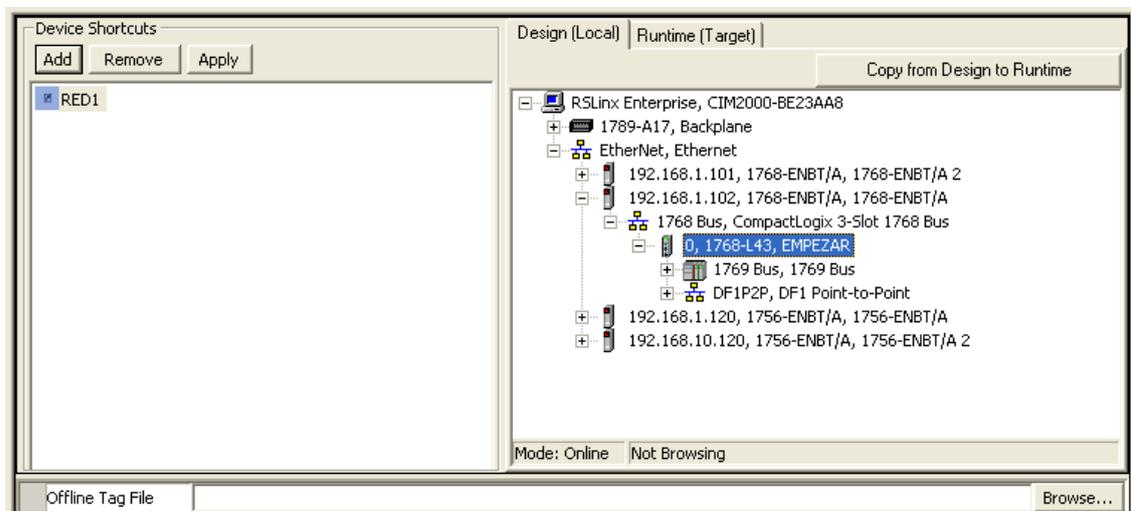


Figura. 3.31 Path de Comunicación al Controlador en Modo de Diseño

Después en modo de corrida se añadirá el un nuevo dispositivo como muestra la Figura. 3.32, el cuál será el módulo de comunicación Ethernet 1768-ENBT/A como muestra la Figura. 3.33, y la dirección IP del módulo 192.168.1.102 como muestra la Figura. 3.34.

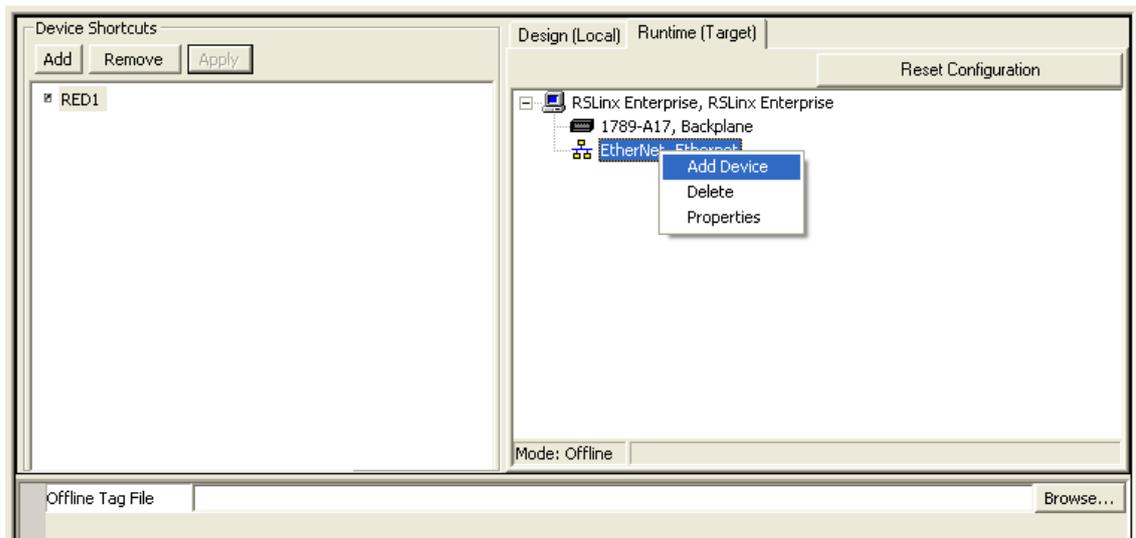


Figura. 3.32 Añadir Nuevo Dispositivo en Modo de Corrida

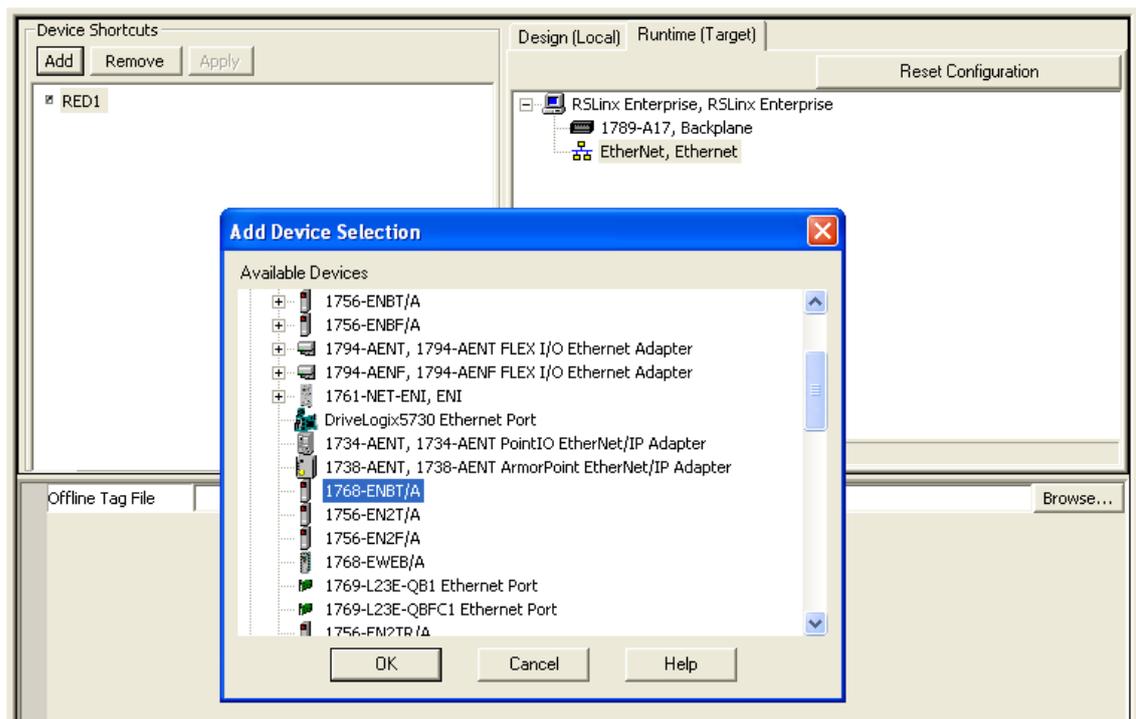


Figura. 3.33 Añadir módulo de Comunicación Ethernet en Modo de Corrida

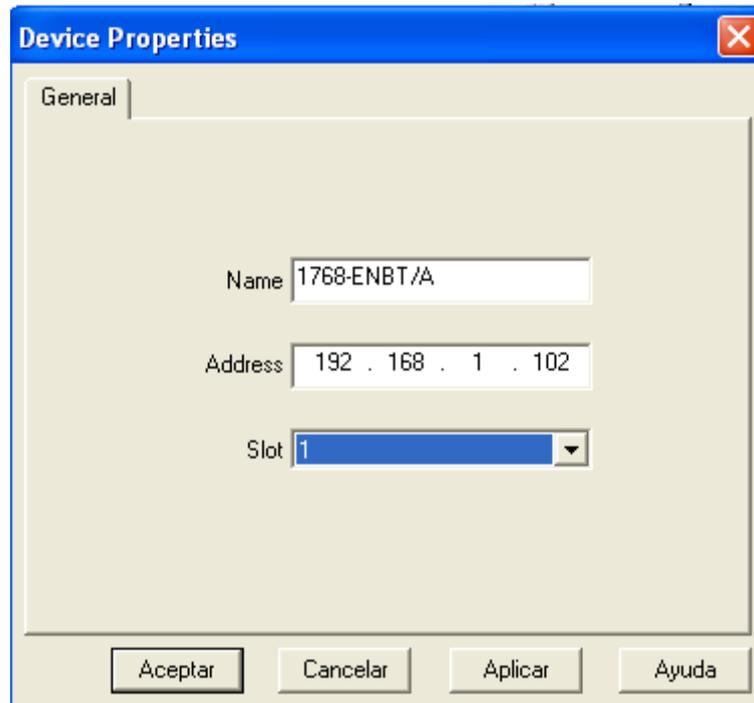


Figura. 3.34 Dirección IP de módulo de Comunicación en Modo de Corrida

Como último pasó para tener toda la ruta se añadirá el controlador como se muestra en la Figura. 3.35, y se indicará el número de slot que como ya se había revisado siempre será 0 como muestra la Figura. 3.36.

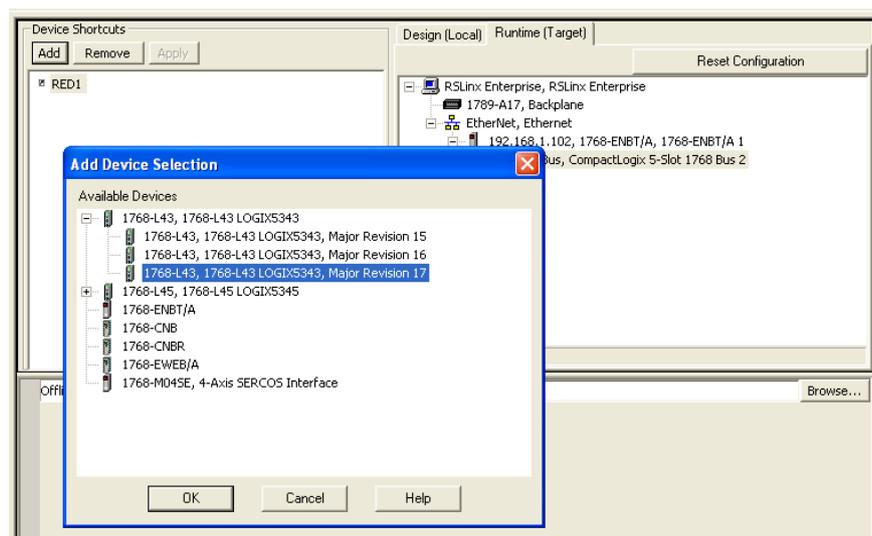


Figura. 3.35 Añadir Controlador en Modo de Corrida

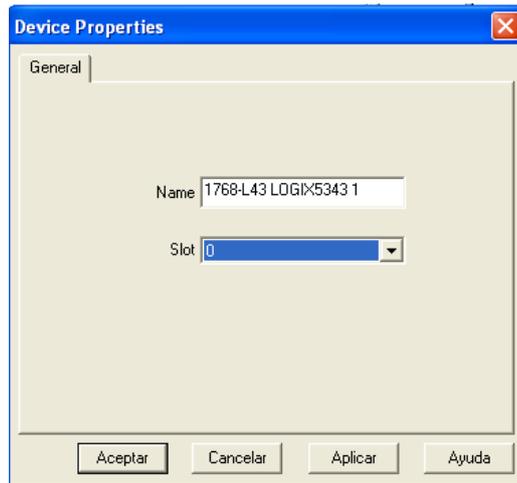


Figura. 3.36 Asignación de Slot de Controlador en Modo de Corrida

3.5.7. Creación de Nuevas Ventanas dentro de la Interfaz

Para crear una nueva ventana se debe elegir en la barra de exploración el ítem *DISPLAY* y con click derecho seleccionar *NEW* como se muestra en la Figura. 3.37.

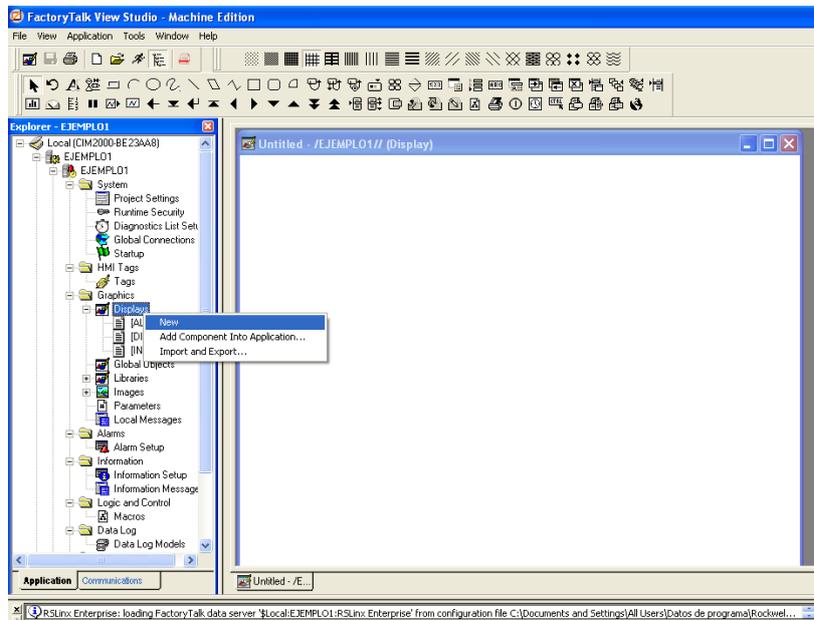


Figura. 3.37 Nueva Ventana en Interfaz

Después se debe guardar la nueva ventana, para esto se seleccionará en la barra de menú en el ítem *FILE* la opción *SAVE* como se muestra en la Figura. 3.38, e ingresar el nombre de la ventana.

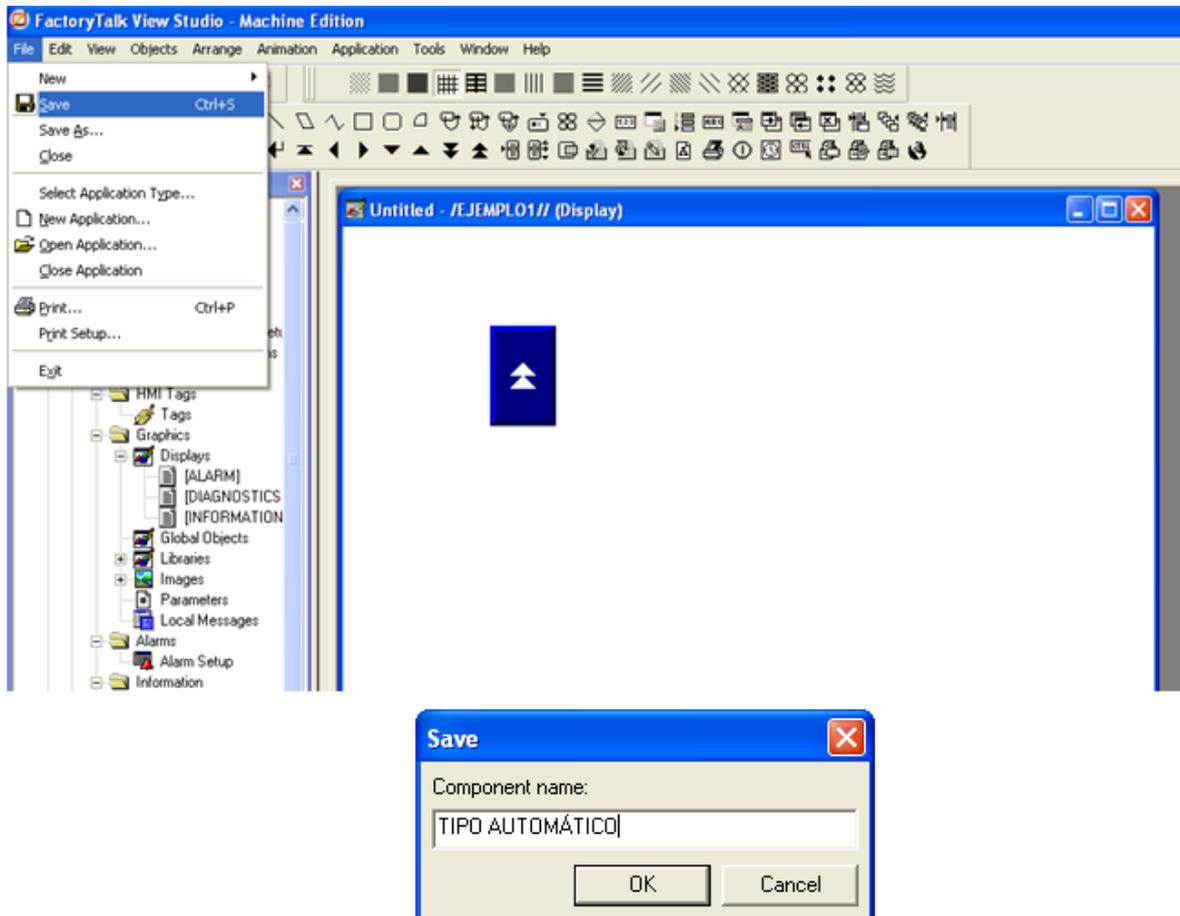


Figura. 3.38 Guardar Nueva Ventana

3.5.8. Corrida de Programa en Factory Talk View ME

Para la corrida del programa realizado solamente se debe seleccionar el ícono de *TEST APLICACION* que se encuentra en la barra estándar del software como muestra la Figura 3.39.



Figura. 3.39 Icono de Corrida de Programa

3.5.9. Diseño de Carátula

En la Figura. 3.40 se muestra la carátula desarrollada para la estación neumática PN-2800 siendo esta la primera pantalla desplegada en la interfaz, la cual ha sido diseñada para cumplir con la tarea de seguridad, aquí se puede llegar a la pantalla principal después de ingresar el usuario y clave correspondiente evitando así que una persona no afín al proceso pueda hacer mal uso de la misma.



Figura. 3.40 Carátula HMI de Estación Neumática PN-2800

Los colores utilizados para los botones usuario y de ingreso se han escogido azules ya que representan un estado estable o de acción, mientras que para salir de la interfaz se ha utilizado un botón de color rojo para obtener un contraste por complemento, reforzando así la colorimetría de la interfaz para que el usuario tenga claro la función de cada botón. De igual manera es de gran utilidad que la interfaz cuente con la hora real en la cual el usuario se encuentra para que tenga presente las tareas que debe realizar a un determinado tiempo por lo cual se ha incluido esta utilidad en todas las pantallas de la interfaz.

Para obtener el resultado deseado dentro de la pantalla es necesario elegir los botones adecuados para esto, por lo cual se muestra a continuación la configuración y elección de los botones que se encuentran disponibles dentro del software Factory Talk View ME.

3.5.9.1. Creación de Usuarios

Para la utilización de la interfaz es necesario tener añadidos los usuarios que van a utilizar la misma para tener la seguridad que ésta no será utilizada de mala manera. Para esto Factory Talk View ME trae la utilidad *RUNTIME SECURITY* necesaria para esto.

Para la creación de nuevos usuarios es necesario dirigirse a la barra de exploración donde se encuentra el ítem *RUNTIME SECURITY*, aquí aparecen todos los usuarios existentes como muestra la Figura. 3.41.

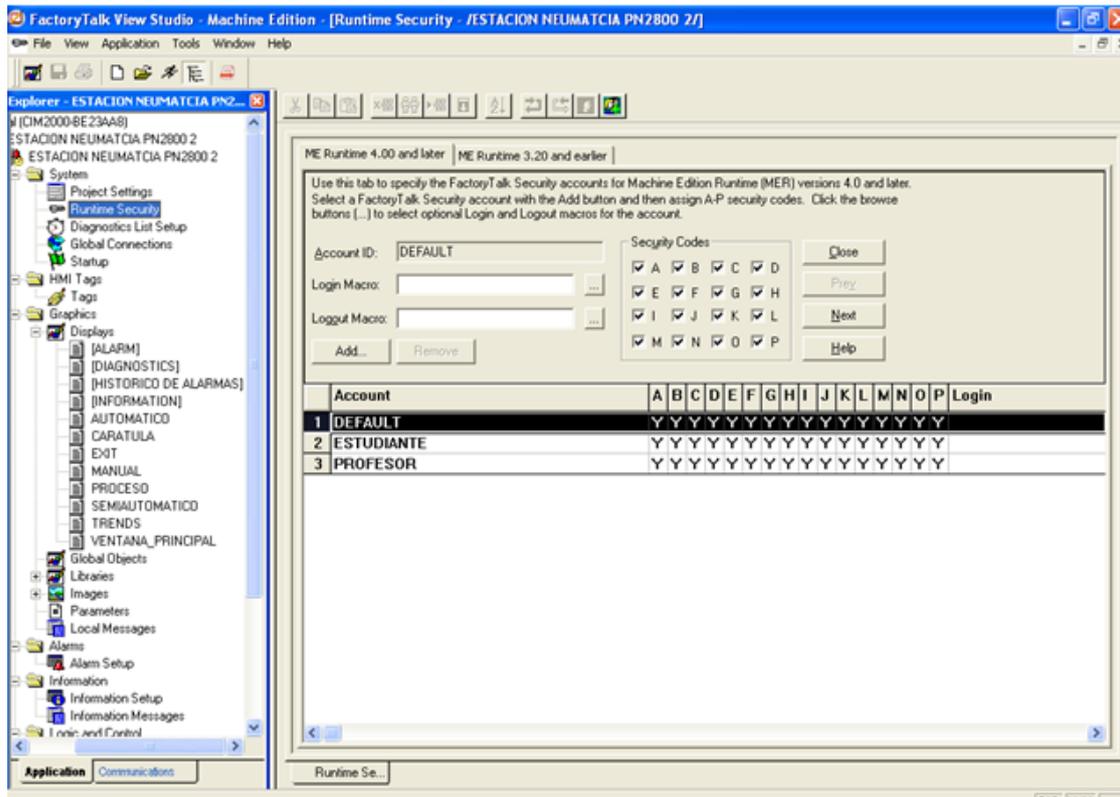


Figura. 3.41 Usuarios de HMI

Para la creación de usuarios se elige la opción *ADD*, entonces se desplegará la ventana que permite añadir grupos o usuarios que es nuestro caso, se seleccionará la opción *CREATE NEW* y después *USER* para crear el nuevo usuario como muestra la Figura. 3.42.

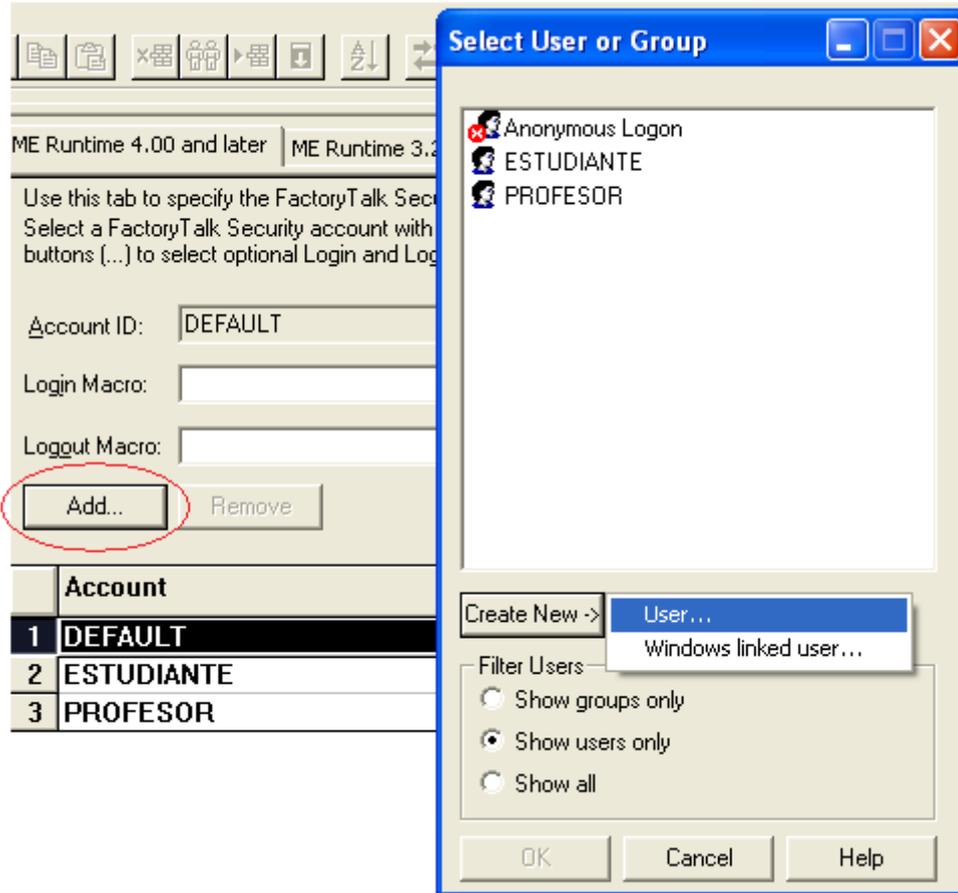


Figura. 3.42 Creando Nuevo Usuario

Se desplegará la ventana en la cual se configuran los parámetros del usuario como son el nombre, la clave y opciones de cambio de clave dependiendo del usuario como muestra la Figura. 3.43, una vez ingresados todos estos parámetros se creará el nuevo usuario como muestra la Figura. 3.44.

Figura. 3.43 Configuración de Parámetros de Nuevo Usuario

Figura. 3.44 Nuevo Usuario

3.5.9.2. Restricción de Pantallas para Usuarios

Cuando se realiza una interfaz cierta información no debe ser compartida entre todos los usuarios por lo cual es importante restringirlos, para lograr esto en el ítem *RUNTIME SECURITY* se puede elegir que pantallas de la interfaz puede utilizar el usuario en el área *SECUTIY CODES* mediante check boxes que están direccionadas por letras a cada pantalla como muestra la Figura. 3.45.

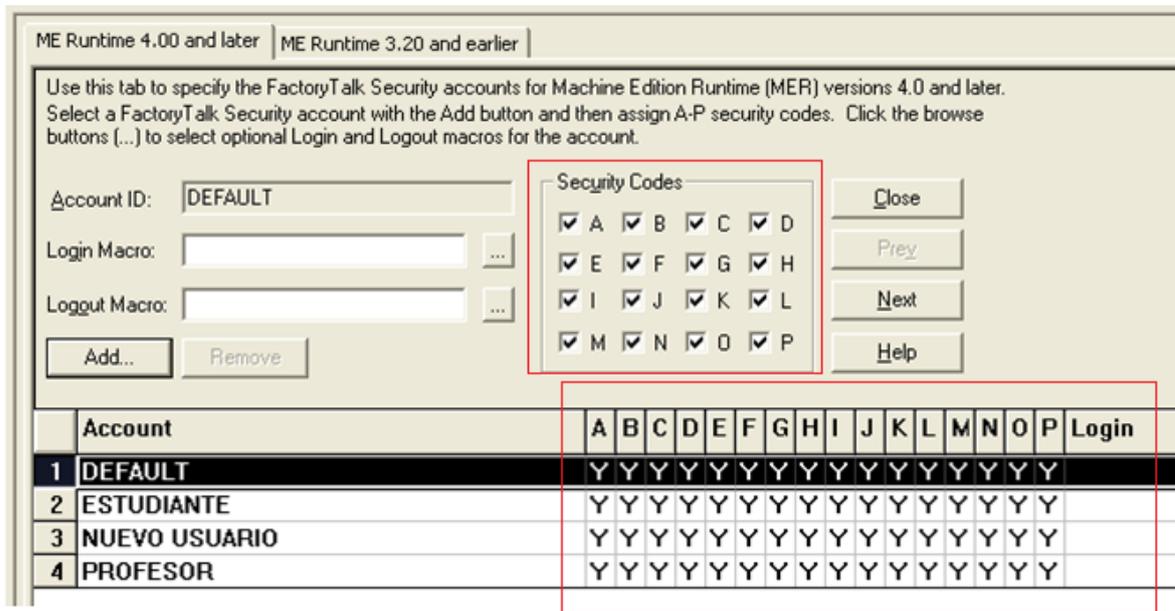


Figura. 3.45 Restricción de Pantallas

Ahora bien antes de esto es necesario asignar una letra a cada pantalla y esto solamente se lo realiza en la opción DISPLAY SETTINGS como muestra la Figura. 3.46, aquí en la opción SECURITY CODE se asigna la letra a cada pantalla como muestra la Figura. 3.47.



Figura. 3.46 Display Settings

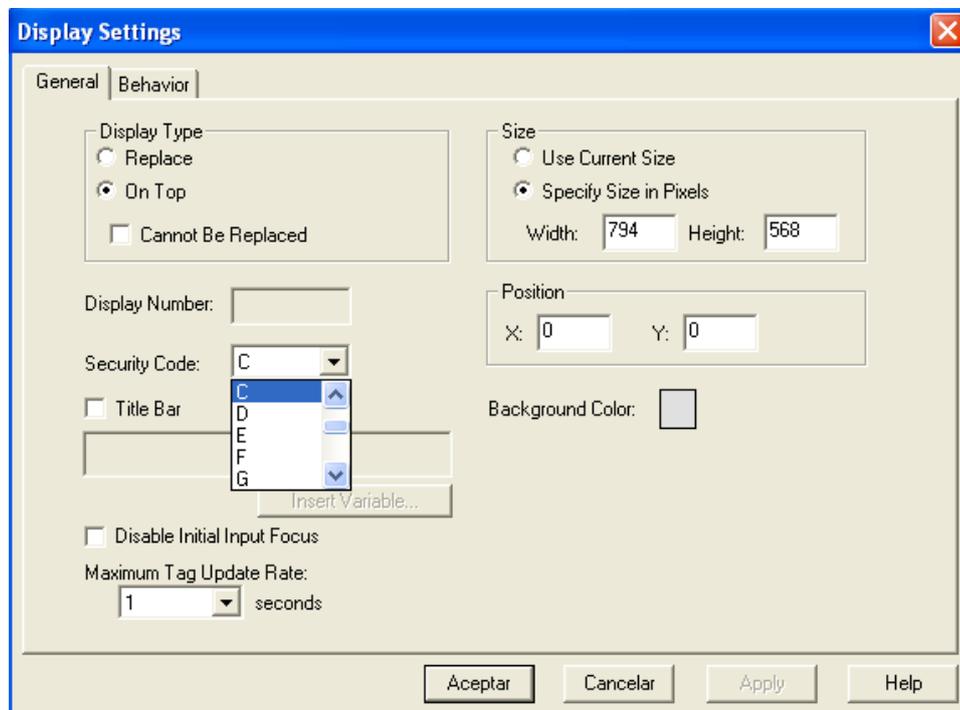


Figura. 3.47 Asignación de Letra a Cada Pantalla

3.5.9.3. Cambios en Configuración de Usuarios

Una vez creados los usuarios que podrán utilizar la interfaz se pueden realizar cambios en sus parámetros solamente en la opción *USERS* que se encuentra en la barra de exploración como muestra la Figura. 3.48.

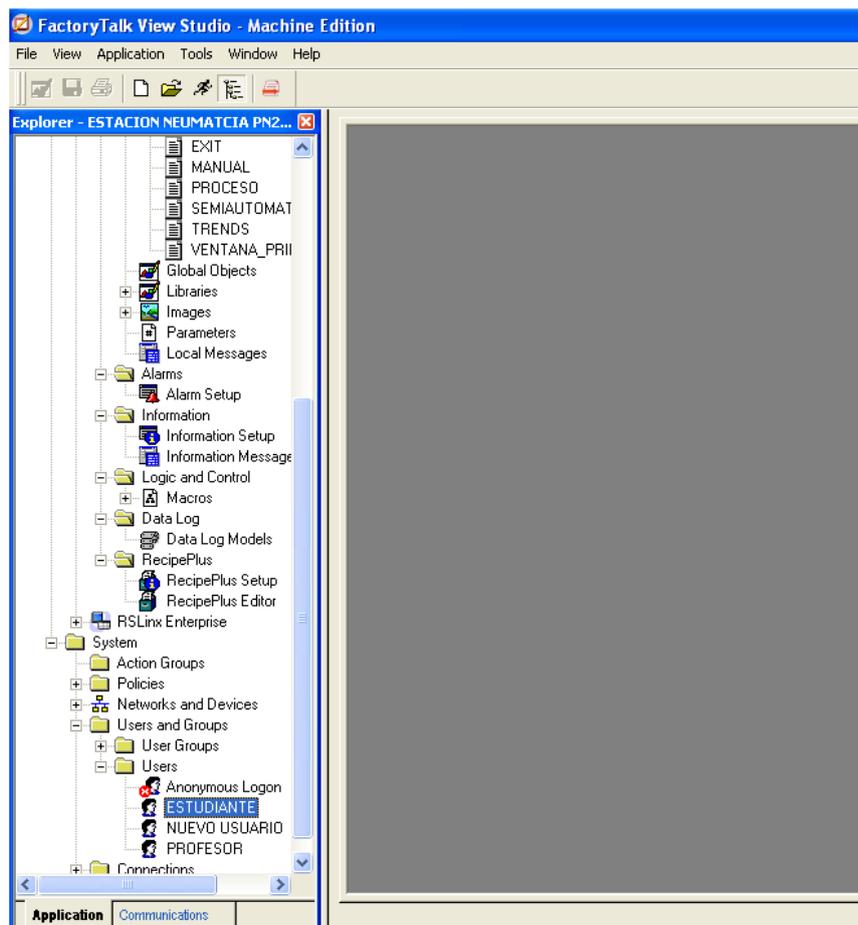


Figura. 3.48 Opción para Cambios en parámetros de Usuarios

Con click derecho se puede tanto borrar como ir a las propiedades de cada usuario y realizar los cambios necesario como muestra la figura 3.49.

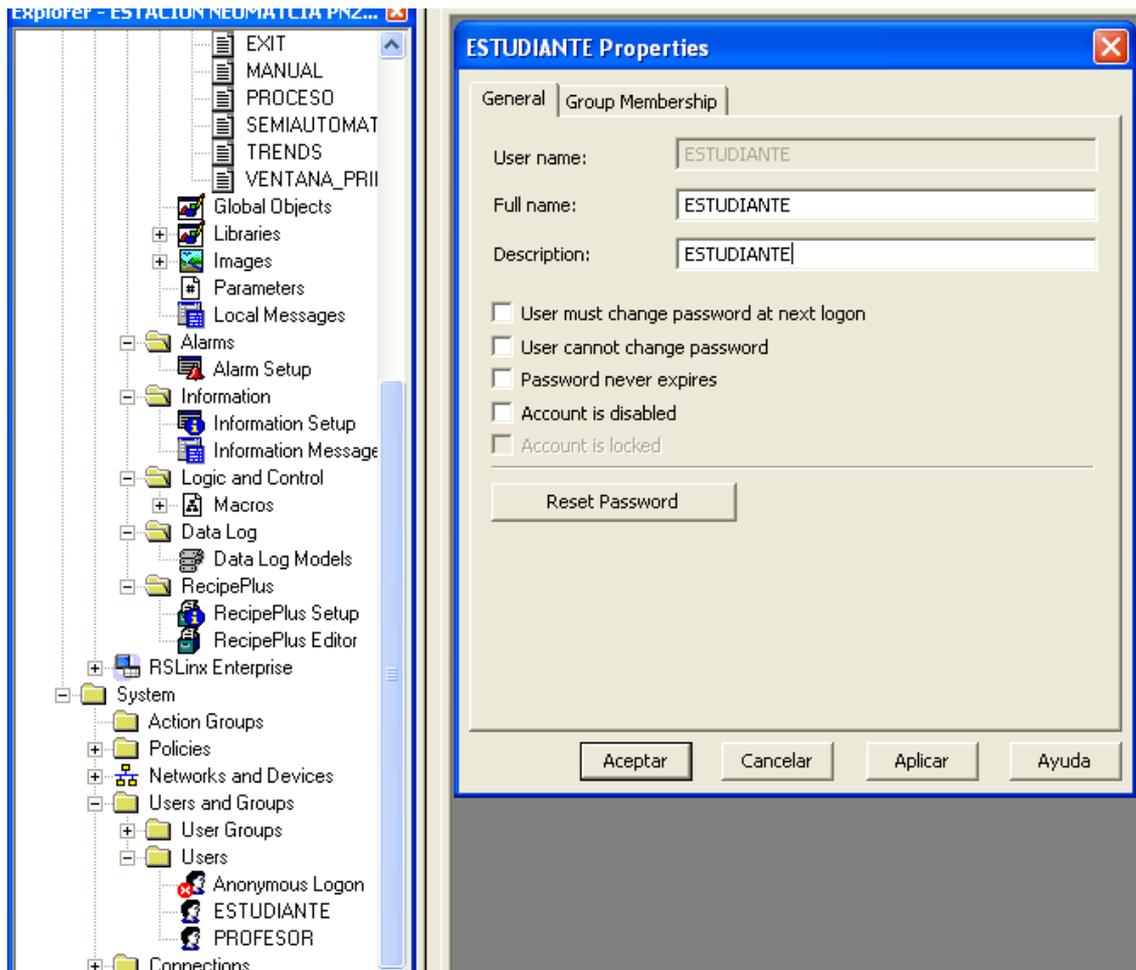


Figura. 3.49 Configuración nueva de parámetros de usuarios

3.5.9.4. Botón USUARIO

Este botón permitirá el ingreso de usuario y clave registrados en el programa dejando al usuario ingresar al programa principal que controle el proceso de la estación.

Para ello es necesario registrar los usuarios y claves correspondientes en el programa como lo muestra el ítem anterior, para esto se debe escoger el botón *LOGIN BUTTON* que se encuentra en la barra de elementos y configurar la apariencia del mismo como muestra la Figura. 3.50.

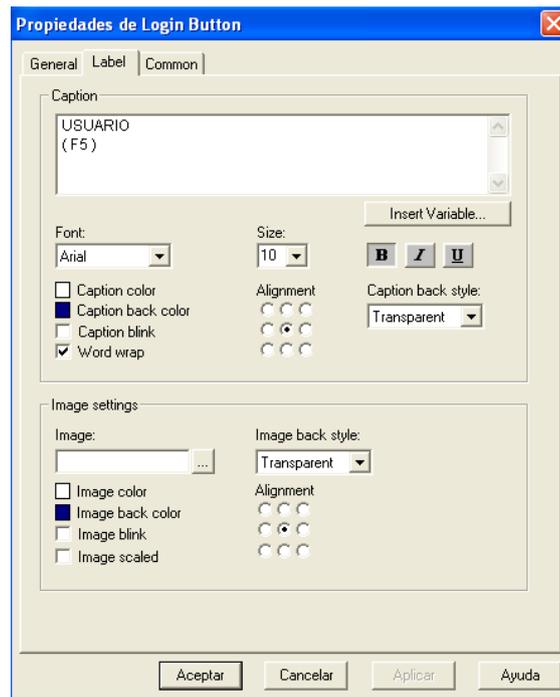


Figura. 3.50 Login Button

3.5.9.5. Botón INGRESAR

Este botón debe aparecer solamente si el usuario y la clave ingresados son correctos, y al ser seleccionado llevará a la pantalla principal del programa. Para esto se debe seleccionar el botón *GOTO DISPLAY BUTTON* y configurar la pantalla a la cual estará direccionada en la opción *DISPLAY*, así como la apariencia del botón esto se muestra en la Figura. 3.51 .

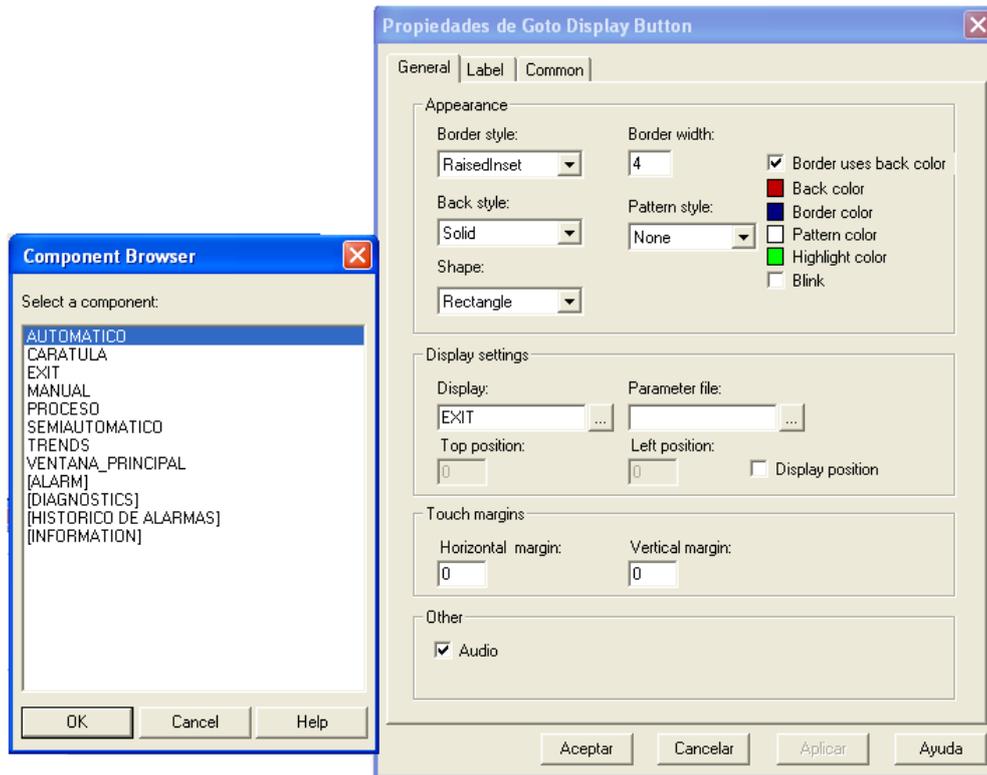


Figura. 3.51 Goto Display Button

3.5.9.6. Visibilidad de un BOTÓN

Para realizar la animación de visibilidad, este botón debe ser configurado y programado como se muestra a continuación y en la Figura. 3.52, teniendo presente que el usuario es reconocido como “system\User” en la memoria del programa en Factory Talk View ME:

- Click derecho → Animation → Visibility → Expression Editor

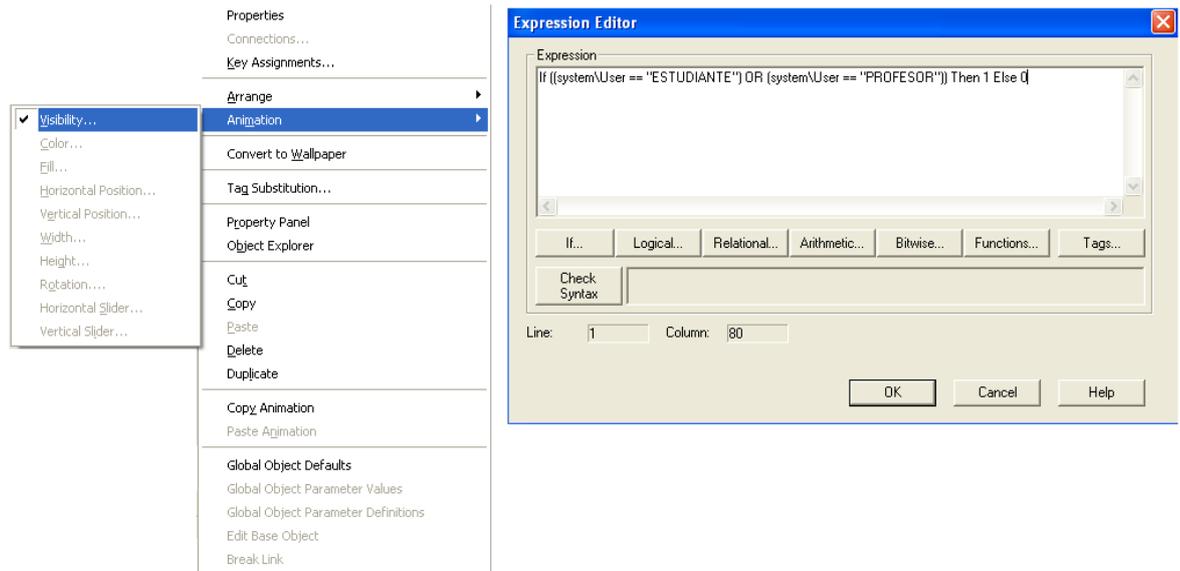


Figura. 3.52 Animación de visibilidad de un botón

3.5.9.7. Asignación de Teclado a un BOTÓN

Para la asignación de una tecla cualquiera en el teclado del computador para un botón se debe configurar de la siguiente manera y como muestra la Figura. 3.53.:

- Click derecho → Key Assignment

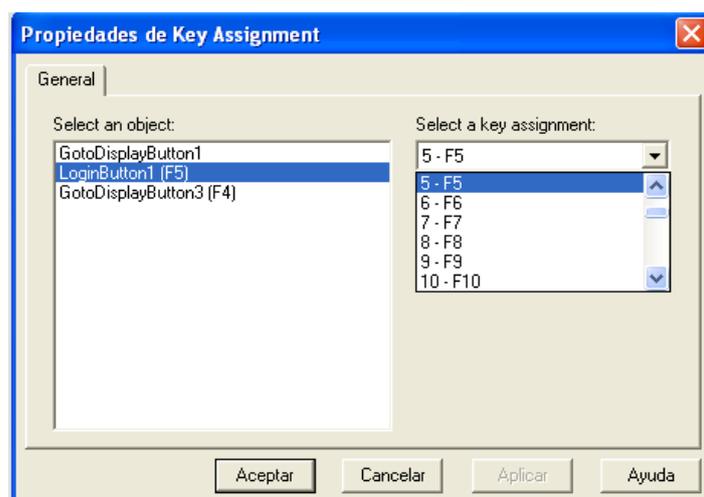


Figura. 3.53 Asignación de tecla a un botón

3.5.9.8. Botón SALIR

Este botón permite salir de la interfaz, para ello se debe utilizar un botón *GOTO DISPLAY BUTTON* cuya configuración es la mostrada en la Figura. 3.51.

3.5.9.9. Botón de TIEMPO

Este botón desplegará la hora actual como muestra la Figura. 3.54, tomando como referencia la hora del computador para esto se selecciona el botón *TIMER DISPLAY BUTTON* que se encuentra en la barra de elementos.

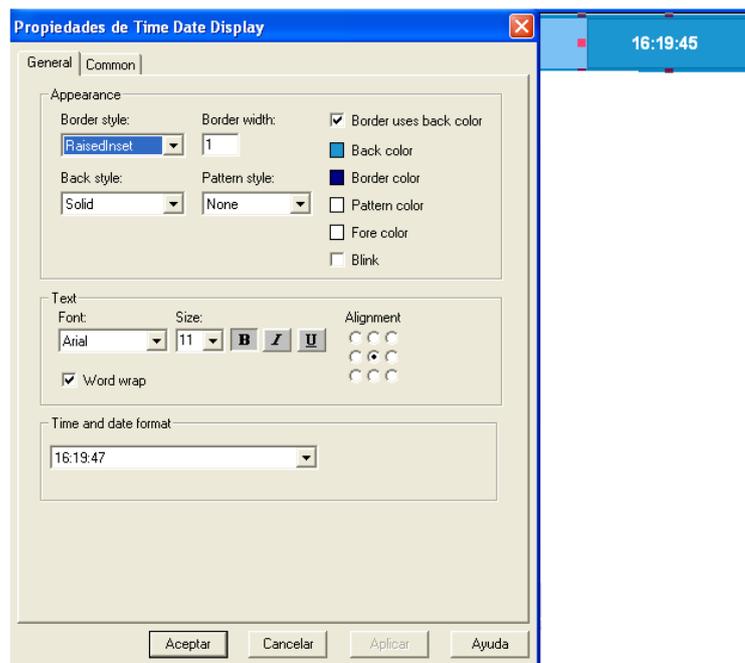


Figura. 3.54 Timer display button

3.5.10. Diseño de Pantalla Principal

En la Figura. 3.55 se muestra la pantalla principal desarrollada para la estación neumática PN-2800, la cual ha sido diseñada para cumplir con la tarea de seleccionar el modo de operación que el usuario va a elegir en una lista

desplegada en la pantalla después de haber iniciado mediante un botón correspondiente, de esta manera se asegura que el usuario tenga tiempo para saber qué modo va a elegir, como puede ser modo automático, modo semiautomático y modo manual, y dar inicio al programa que se encuentra en el controlador. De igual manera debe contar con la ayuda necesaria para entender que realiza cada botón en cada área de la pantalla y con su reset correspondiente para que el usuario no tenga dudas al momento de utilizar la interfaz.

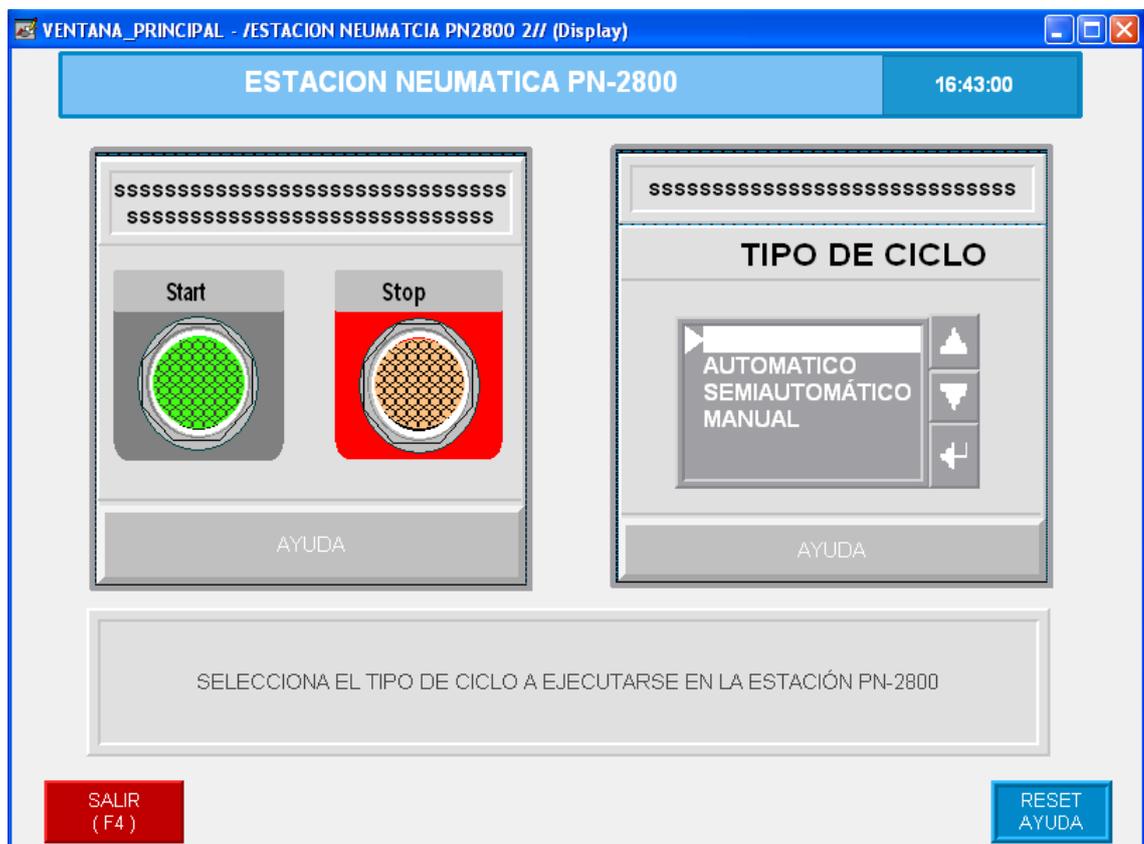


Figura. 3.55 Pantalla Principal HMI de Estación Neumática PN-2800

Los colores utilizados para el botón reset ayuda se ha escogido azul ya que representan un estado estable, para la inicialización de la selección se escogió un botón color verde ya que indica una acción a realizar para dar comienzo a un proceso, y un botón rojo para terminar el proceso, mientras que para salir de la interfaz se ha utilizado un botón de color rojo para obtener un contraste por

complemento, reforzando así la colorimetría de la interfaz para que el usuario tenga claro la función de cada botón.

Para obtener el resultado deseado dentro de la pantalla es necesario elegir los botones adecuados para esto, por lo cual se muestra a continuación la configuración y elección de los botones que se encuentran disponibles dentro del software Factory Talk View ME.

3.5.10.1 Botones START y STOP

Estos botones permitirán iniciar y finalizar respectivamente la selección de los modos de operación de la estación como son: automático, semiautomático y manual. Para esto se debe seleccionar el botón *MOMENTARY PUSH BUTTON* que se encuentra en la barra de elementos.

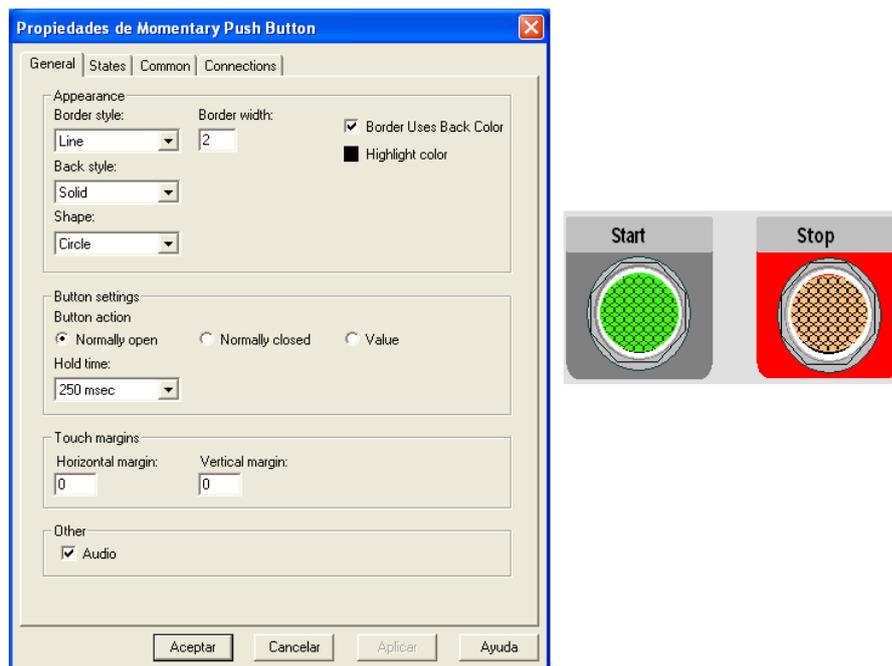


Figura. 3.56 Momentary Push Button

Para la asignación de la variable se debe escoger la pestaña Connections y buscar la variable del programa del controlador como se muestra en la Figura. 3.57, para esto previamente se debe correr el programa del controlador para que al momento de seleccionar en la interfaz aparezcan todas las variables existentes.

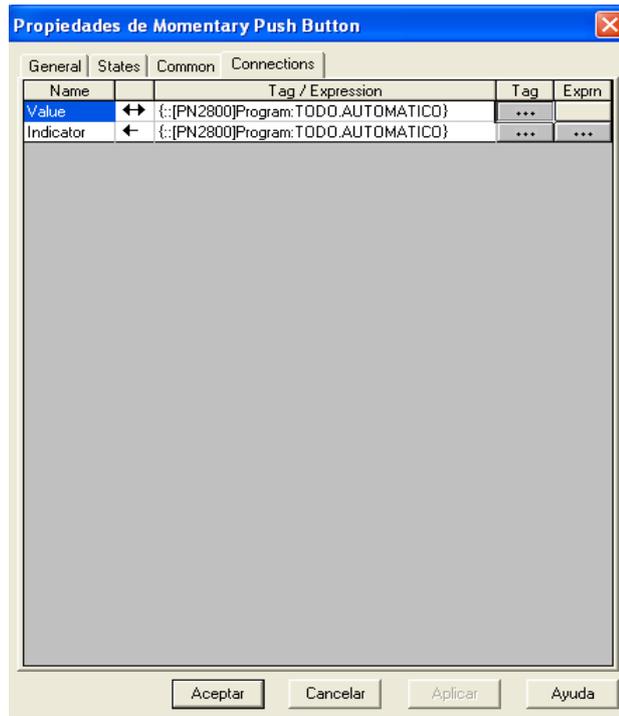


Figura. 3.57 Asignación de Variable de Controlador

3.5.10.2 Indicador de Ayuda

Este botón permitirá al usuario tener una clara idea de que acción se puede producir en la estación al momento de pulsar cualquier botón de la pantalla. Para esto se debe seleccionar el botón *MULTISTATE INDICATOR*, el cual al ser cambiado de estado mostrará el texto incluido en el estado como muestra la Figura. 3.58, primero para esto se debe crear una variable análoga de memoria donde se almacene el texto a ingresar como ayuda, como muestra la Figura. 3.59.

CÓDIGO DE PRODUCCIÓN
 MATERIALES: Indica el tipo de material pedido
 CANT. MATERIAL: Indica la cantidad de material solicitado
 CANT. ENVIADA: Indica la cantidad de material entregada del lote pedido

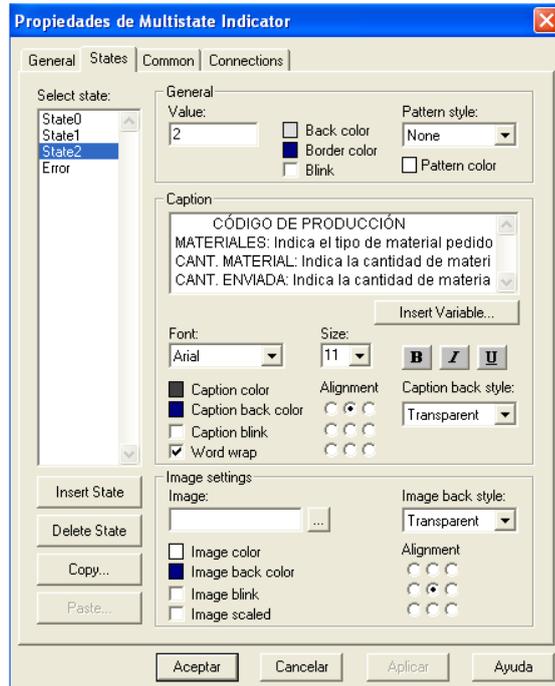


Figura. 3.58 Multistate Indicator

Tag

Name: mem\ayudaauto

Type: Analog

Description:

Minimum: 0 Scale: 1

Maximum: 100 Offset: 0 Data Type: (Default)

Data Source

Type: Device Memory

Initial Value: 0

Retentive

Close

Prev

Next

New

Help

Search For:	Tag Name	Type	Description
	1 mem\ayudaauto	Analog	
	2 mem\ayudamanu	Analog	
	3 mem\ayudaprin	Analog	
	4 mem\ayudasemiaut	Analog	
	5 mem\dig	Digital	
	6 mem\pass	String	
	7		

Figura. 3.59 Variable Análoga de memoria de MHI

3.5.10.3. Botón de AYUDA

Para poder desplegar la ayuda contenida en el botón multistate indicator se lo realizará mediante el botón *INTERLOCKED PUSH BUTTON*, el cual al ser pulsado cambia de estado cero al estado asignado en la pestaña *STATE* del botón, para esto se debe asignar el estado en la opción *SELECT STATE* el cual puede ser estado1 ó estado 2 ó cualquier estado como muestra la Figura. 3.60.

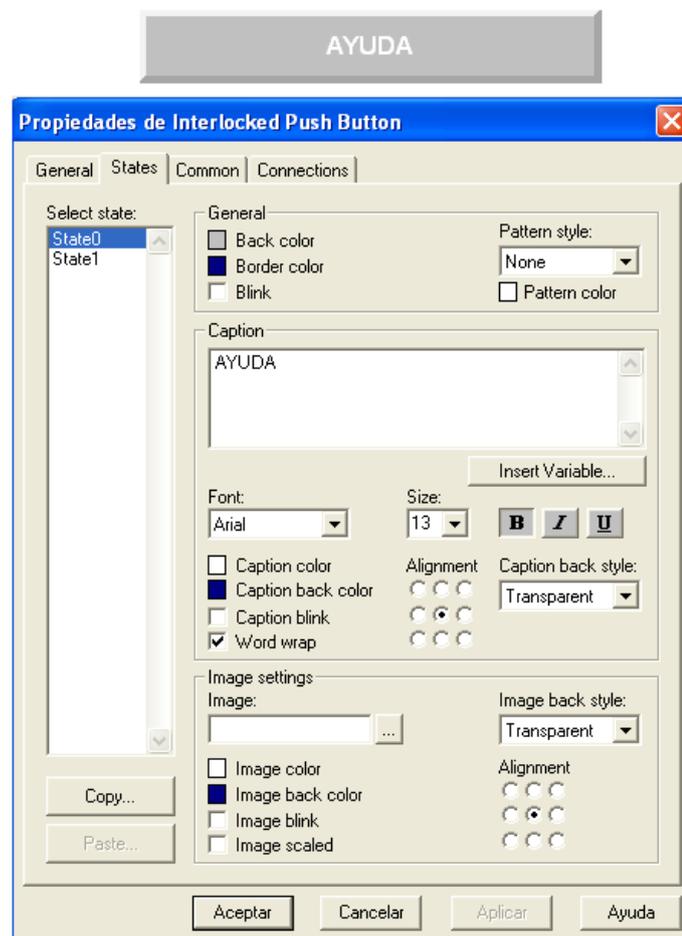


Figura. 3.60 Interlocked Push Button

Para asignar la variable de la cual se va a obtener la ayuda se selecciona la pestaña *Connections* como muestra la Figura. 3.61, y se busca en este caso de la memoria del programa de la interfaz la variable requerida.

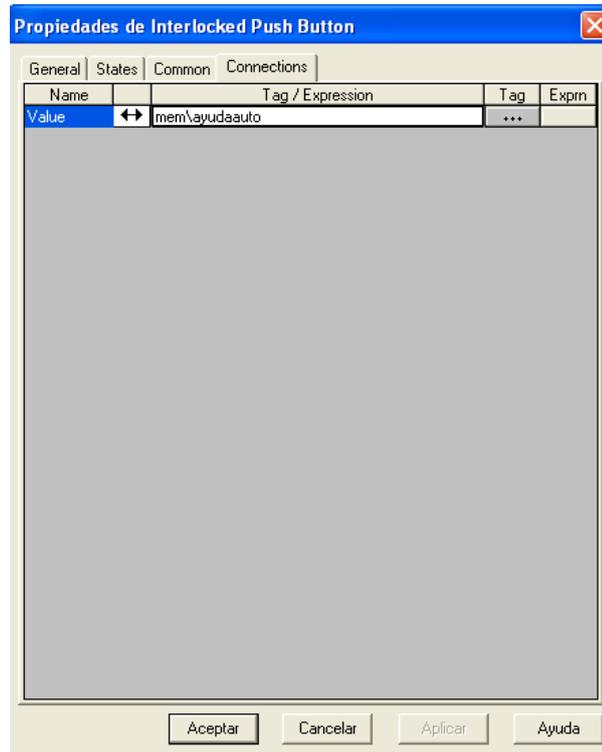


Figura. 3.61 Asignación de variable a botón

3.5.10.4. Botón RESET de AYUDA

Para poder resetear la ayuda contenida en el botón multistate indicator se lo realizará mediante el botón *INTERLOCKED PUSH BUTTON*, el cual al ser pulsado cambia de estado cero al estado asignado en la pestaña STATE del botón, para esto se debe asignar el estado en la opción SELECT STATE el cual en este caso solamente mostrará el estado 0, como muestra la Figura. 3.60. Y la asignación de variable de memoria del programa de la interfaz se lo realizará como muestra la Figura. 3.61.

3.5.10.5. Despliegue de Texto como Ventana

Para mostrar texto como ventana dentro de la pantalla se debe utilizar un *STRING DISPLAY* como muestra la Figura. 3.62, que se encuentra en la barra de

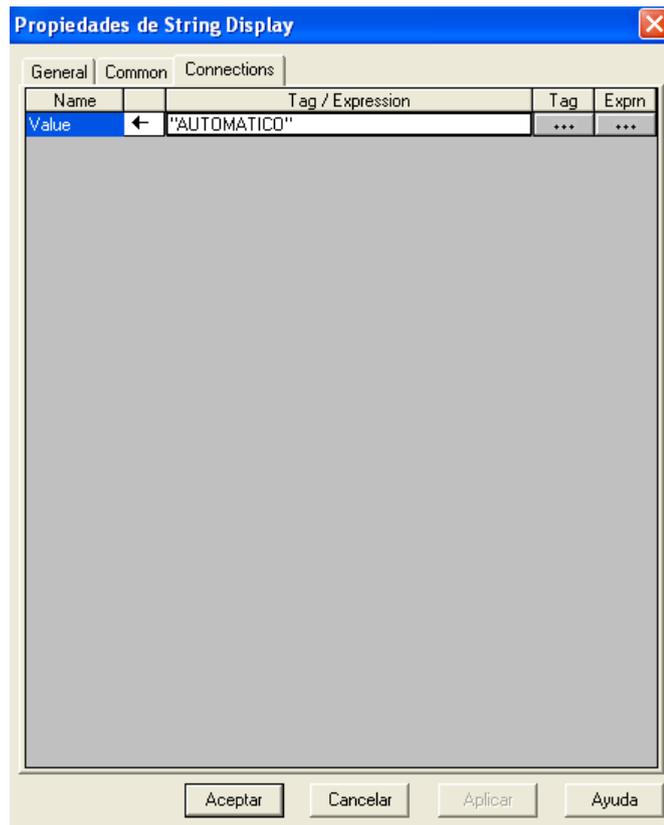


Figura. 3.63 Texto en un String Display

3.5.10.6. Botón SALIR

Este botón permite salir de la interfaz, para ello se debe utilizar un botón *GOTO DISPLAY BUTTON* cuya configuración es la mostrada en la Figura. 3.51.

3.5.10.7. Selector de Lista

Para elaborar una manera segura de selección de modo de operación y permita el despliegue de las opciones en forma sencilla se debe utilizar un *DISPLAY LIST SELECTOR* como se muestra en la Figura. 3.64, que se encuentra en la barra de elementos, las opciones dentro de la lista no puede ser seleccionada desde la misma, eliminando así la opción a equivocación al momento de seleccionar el modo de operación.

Para la selección de la ventana a la cual se va a enlazar, dependiendo del estado elegido, se debe escoger la opción *DISPLAY* en la pestaña States como muestra la Figura. 3.65.

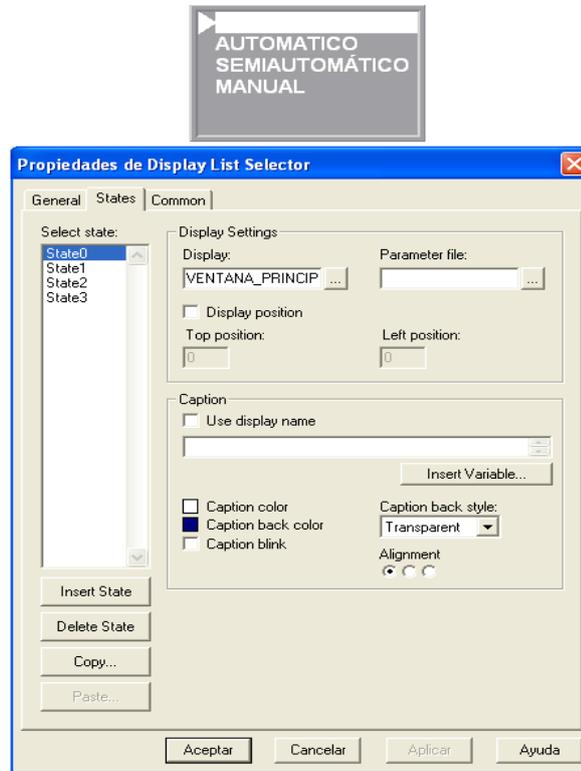


Figura. 3.64 Display List Selector

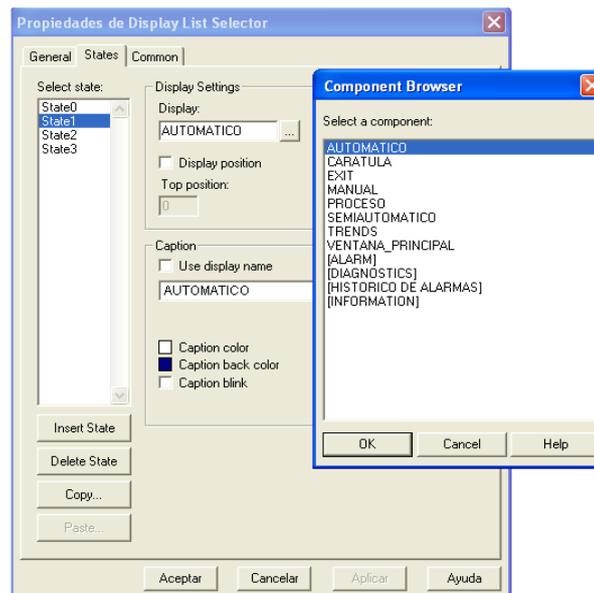


Figura. 3.65 Enlace a Ventana del Display List Selector

3.5.10.8 Navegación en Selector de Lista

Para poder seleccionar el modo de operación es necesario navegar dentro del *DISPLAY LIST SELECTOR* se deben utilizar varios botones disponibles en *Factory Talk View* como lo muestra la Figura. 3.66, estos botones se enlazarán al display list selector mediante la opción *LINKED OBJECT* en la pestaña general de las propiedades de cada botón como muestra la Figura. 3.67.

MOVE UP BUTTON		Movimiento para arriba dentro del Display List Selector
MOVE DOWN BUTTON		Movimiento para abajo dentro del Display List Selector
ENTER BUTTON		Selección de modo de operación

Figura. 3.66 Elementos de navegación para Display List Selector

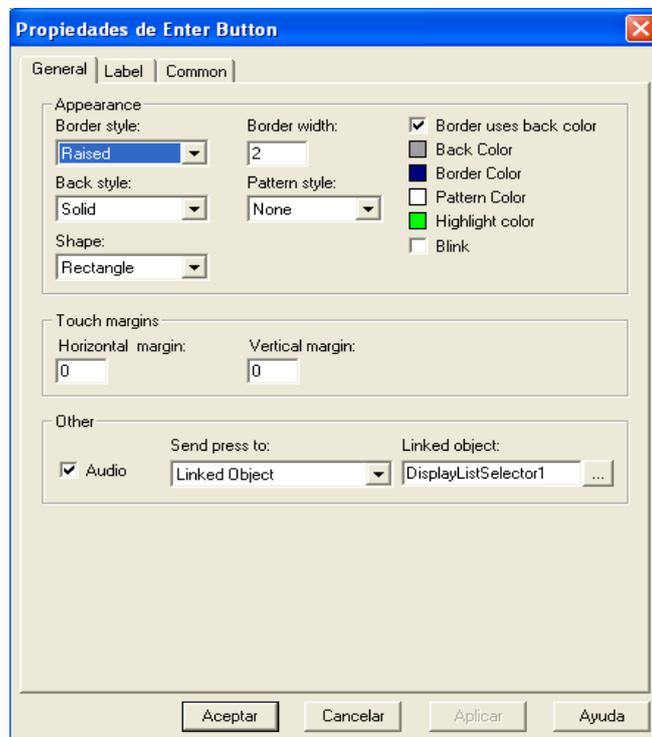


Figura. 3.67 Enlace de botones de navegación a Display List Selector

3.5.11. Diseño de Pantalla de Modo Automático

En la Figura. 3.68 se muestra la pantalla de Modo Automático desarrollada para la estación neumática PN-2800, la cual ha sido diseñada para cumplir con la tarea de operar el modo automático, en la que la entrega de algún producto será manejado mediante la estación central del CIM, por lo tanto debe existir un elemento que indique que la estación se encuentra en línea, y dar inicio al programa que se encuentra en el controlador una vez que se pulse un botón para dar comienzo a este modo dando tiempo al operador que pueda regresar a la pantalla principal si existió alguna equivocación al momento de selección del modo de operación. De igual manera debe contar con la ayuda necesaria para entender que realiza cada botón en cada área de la pantalla y con su reset correspondiente para que el usuario no tenga dudas al momento de utilizar la interfaz.

Además de esto la interfaz contendrá botones que enlazarán hacia una animación del proceso y otro hacia un histórico de datos de los productos entregados por la estación permitiendo así tener una interfaz eficiente y clara para el usuario.

Los colores utilizados para los botón reset, trends, animación, regreso y ayuda se han escogido color azul ya que representan un estado estable, para la inicialización de la selección se escogió un botón color verde ya que indica una acción a realizar para dar comienzo a un proceso, y un botón rojo para terminar el proceso, mientras que para salir de la interfaz se ha utilizado un botón de color rojo para obtener un contraste por complemento, reforzando así la colorimetría de la interfaz para que el usuario tenga claro la función de cada botón.



Figura. 3.68 Pantalla Modo Automático HMI de Estación Neumática PN-2800

Para obtener el resultado deseado dentro de la pantalla es necesario elegir los botones adecuados para esto, por lo cual se muestra a continuación la configuración y elección de los botones que se encuentran disponibles dentro del software Factory Talk View ME.

Los botones START, STOP, AYUDA, RESET AYUDA, DESPLIEGUE DE AYUDA son similares a los mostrados en la Pantalla Principal.

Los botones SALIR, ANIMACION, TRENDS y REGRESAR son botones *GOTO DISPLAY BUTTON* cuya configuración se muestra en la Figura. 3.51.

3.5.11.1 Indicadores de Tipo de Producto, Cantidad de producto pedida y enviada

Es necesario tener en cuenta que tipo de pedido y qué cantidad de productos ha requerido la estación central del CIM por lo cual es preciso tener indicadores que lo hagan, para esto se debe utilizar un *STRING DISPLAY*, cuya configuración cambia con respecto a la establecida en la Figura. 3.63, ya que en este caso será enlazada a una variable de controlador como muestra la Figura. 3.69

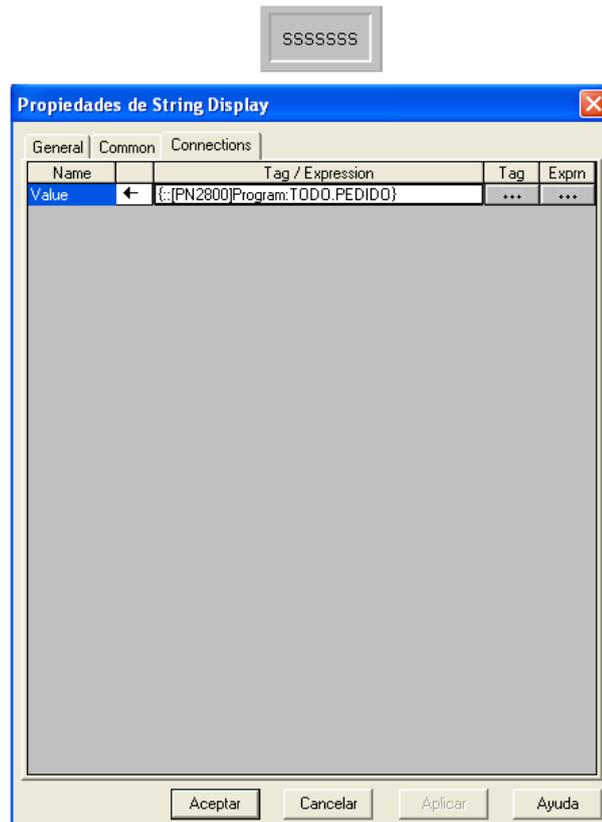


Figura. 3.69 Asignación de variable de controlador en un String Display

3.5.12. Diseño de Pantalla de Modo Semiautomático

En la Figura. 3.70 se muestra la pantalla de Modo Semiautomático desarrollada para la estación neumática PN-2800, la cual ha sido diseñada para cumplir con la tarea de operar el modo semiautomático, en la que la entrega de algún producto será manejado mediante la misma estación neumática, y dar inicio al programa que se encuentra en el controlador una vez que se pulse un botón para dar comienzo a este modo dando tiempo al operador que pueda regresar a la pantalla principal si existió alguna equivocación al momento de selección del

modo de operación. De igual manera debe contar con la ayuda necesaria para entender que realiza cada botón en cada área de la pantalla y con su reset correspondiente para que el usuario no tenga dudas al momento de utilizar la interfaz.

Además de esto la interfaz contendrá botones que enlazarán hacia una animación del proceso y otro hacia un histórico de datos de los productos entregados por la estación permitiendo así tener una interfaz eficiente y clara para el usuario.

Los colores utilizados para los botones reset, trends, animación, regreso y ayuda se han escogido color azul ya que representan un estado estable, para la inicialización de la selección se escogió un botón color verde ya que indica una acción a realizar para dar comienzo a un proceso, y un botón rojo para terminar el proceso, mientras que para salir de la interfaz se ha utilizado un botón de color rojo para obtener un contraste por complemento, reforzando así la colorimetría de la interfaz para que el usuario tenga claro la función de cada botón.

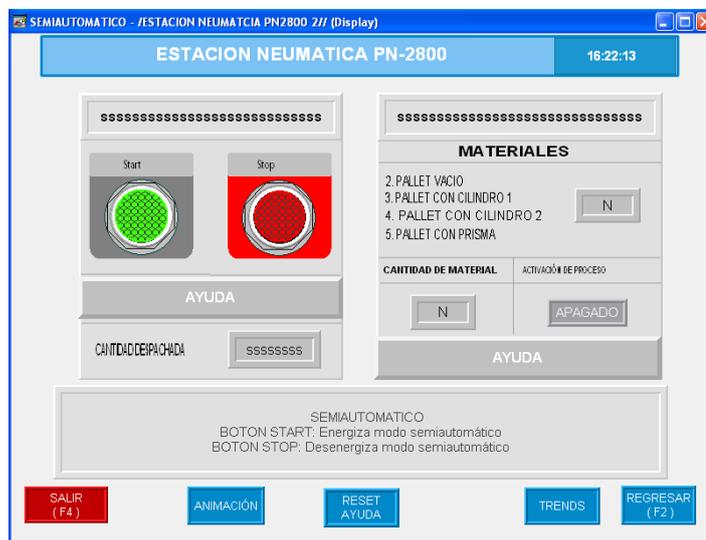


Figura. 3.70 Pantalla Modo Semiautomático HMI de Estación Neumática PN-2800

Para obtener el resultado deseado dentro de la pantalla es necesario elegir los botones adecuados para esto, por lo cual se muestra a continuación la

configuración y elección de los botones que se encuentran disponibles dentro del software Factory Talk View ME.

Los botones START, STOP, AYUDA, RESET AYUDA, DESPLIEGUE DE AYUDA son similares a los mostrados en la Pantalla Principal.

Los botones ANIMACION, SALIR, TRENDS y REGRESAR son botones *GOTO DISPLAY BUTTON* cuya configuración se muestra en la Figura. 3.51.

El indicador de cantidad despachada tiene la misma configuración del *STRING DISPLAY* de la Figura. 3.69 que se muestra en la pantalla de modo automático.

3.5.12.1. Botones TIPO DE MATERIAL y CANTIDAD DE MATERIAL

Para la selección del tipo de material y cantidad de material a producir, se debe utilizar los botones *NUMERIC INPUT CURSOR POINT*, que permiten manejar directamente las variables de controlador correspondientes desde la interfaz como se muestra en la Figura. 3.71. La asignación de la variable de controlador se muestra en la Figura. 3.72.

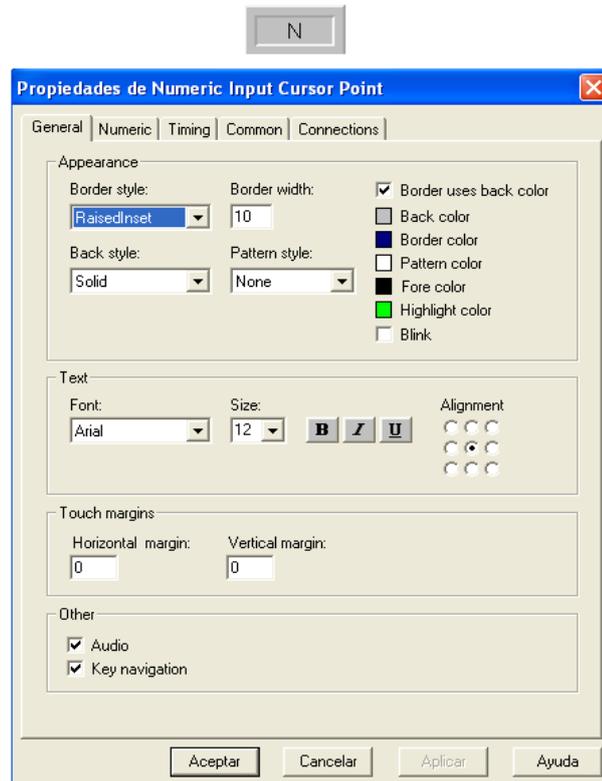


Figura. 3.71 Numeric Input Cursor

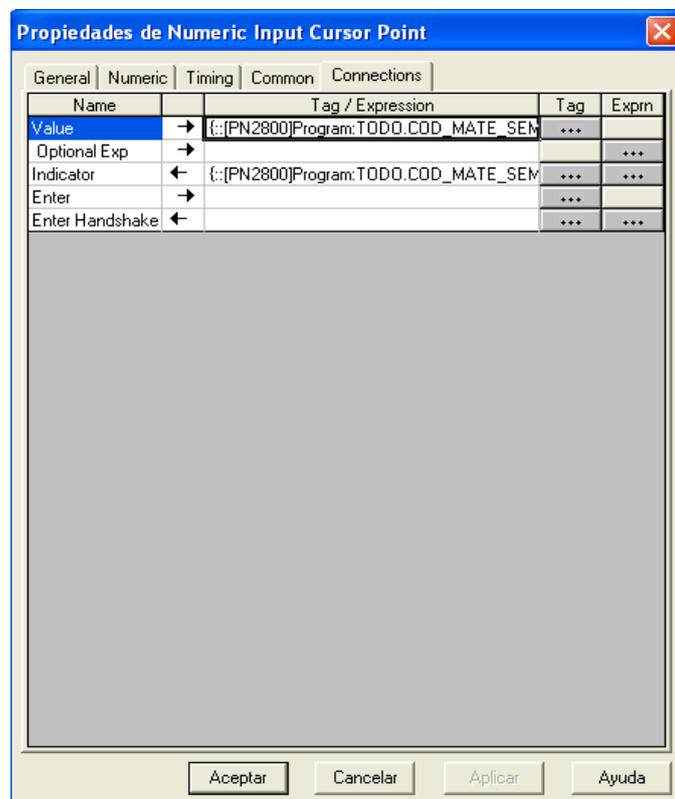


Figura. 3.72 Asignación de variable a un Numeric Input Cursor Point

3.5.12.2. Botón ACTIVACIÓN DE PROCESO

Este botón deberá aparecer una vez ingresada el tipo de material y la cantidad mediante la animación de visibilidad mostrada en la Figura. 3.52 y así asegurar que el usuario introduzca los campos necesarios para realizar el proceso en la estación. Para esto se debe utilizar un botón *MULTISTATE PUSH BUTTON* cuya configuración de asignación a variable se muestra en la Figura. 3.73, en cada estado este botón va enviar a la variable de controlador el valor de 1 ó 0 para activar o desactivar el proceso como se muestra en la Figura. 3.74.

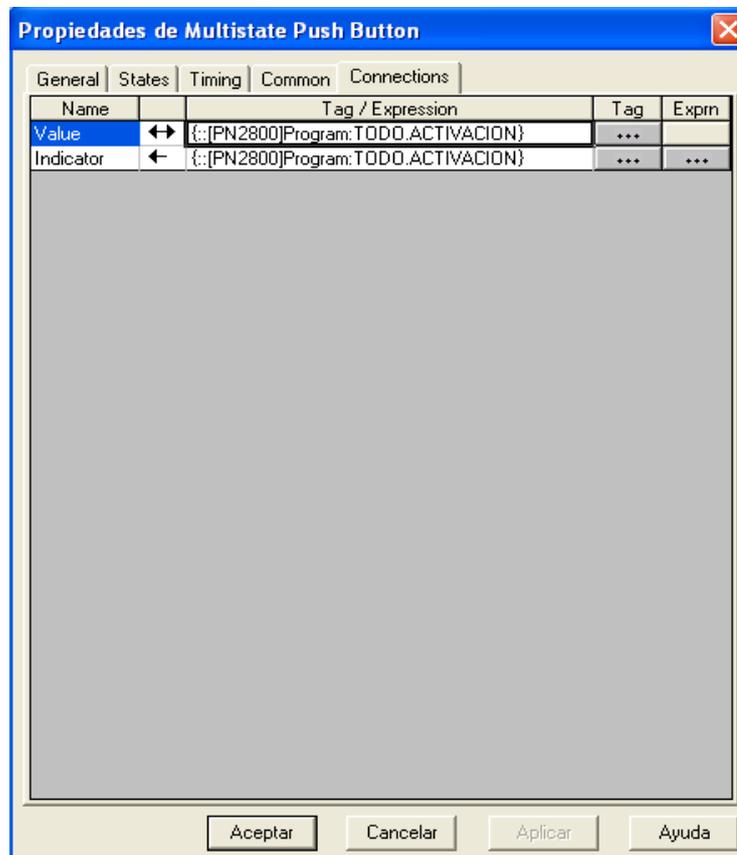


Figura. 3.73 Asignación de variable de Controlador a Multistate Push Button

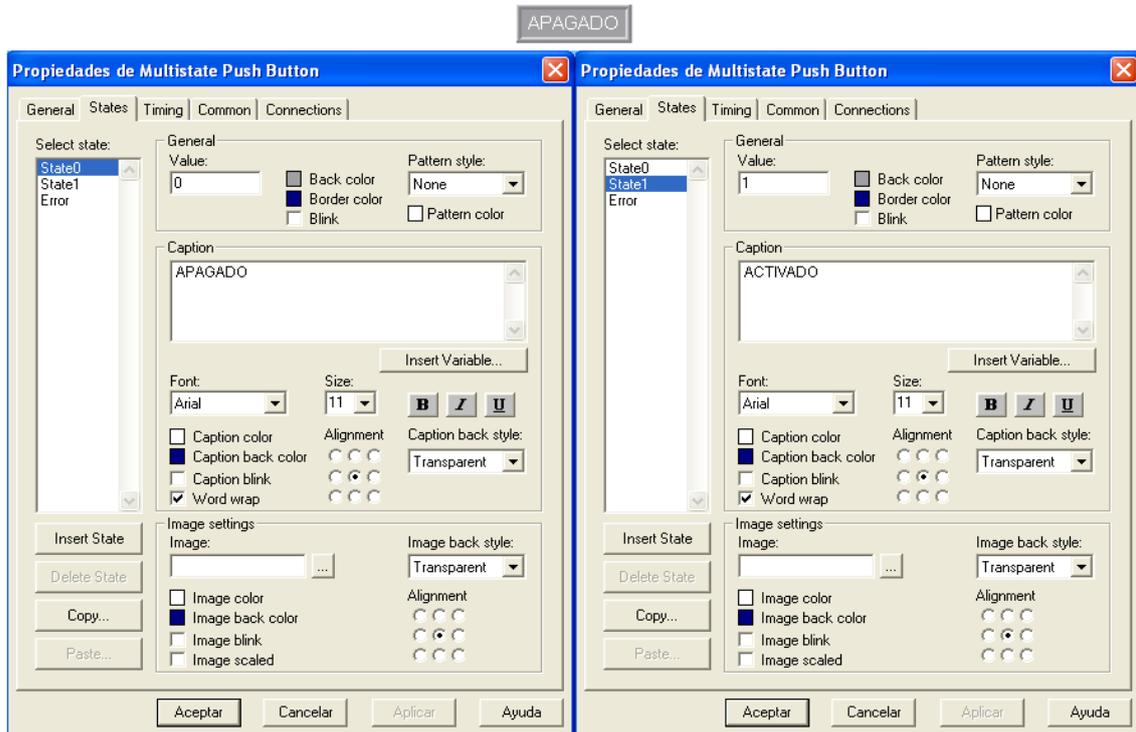


Figura. 3.74 Asignación de valor a estado de Multistate Push Button

3.5.13. Diseño de Pantalla de Modo Manual

En la Figura. 3.75 se muestra la pantalla de Modo Manual desarrollada para la estación neumática PN-2800, la cual ha sido diseñada para cumplir con la tarea de operar el modo Manual, en la que la entrega de algún producto será manejado mediante la misma estación neumática, y dar inicio al programa que se encuentra en el controlador una vez que se pulse un botón para dar comienzo a este modo, dando tiempo al operador que pueda regresar a la pantalla principal si existió alguna equivocación al momento de selección del modo de operación. De igual manera debe contar con la ayuda necesaria para entender que realiza cada botón en cada área de la pantalla y con su reset correspondiente para que el usuario no tenga dudas al momento de utilizar la interfaz.

Además de esto la interfaz contendrá la animación del proceso y un botón de enlace hacia un histórico de datos de los productos entregados por la estación permitiendo así tener una interfaz eficiente y clara para el usuario.

Los colores utilizados para los botones trends, regreso y reset de ayuda se han escogido color azul ya que representan un estado estable, para la inicialización de la selección se escogió un botón color verde ya que indica una acción a realizar para dar comienzo a un proceso, y un botón rojo para terminar el proceso, mientras que para salir de la interfaz se ha utilizado un botón de color rojo para obtener un contraste por complemento, reforzando así la colorimetría de la interfaz para que el usuario tenga claro la función de cada botón.

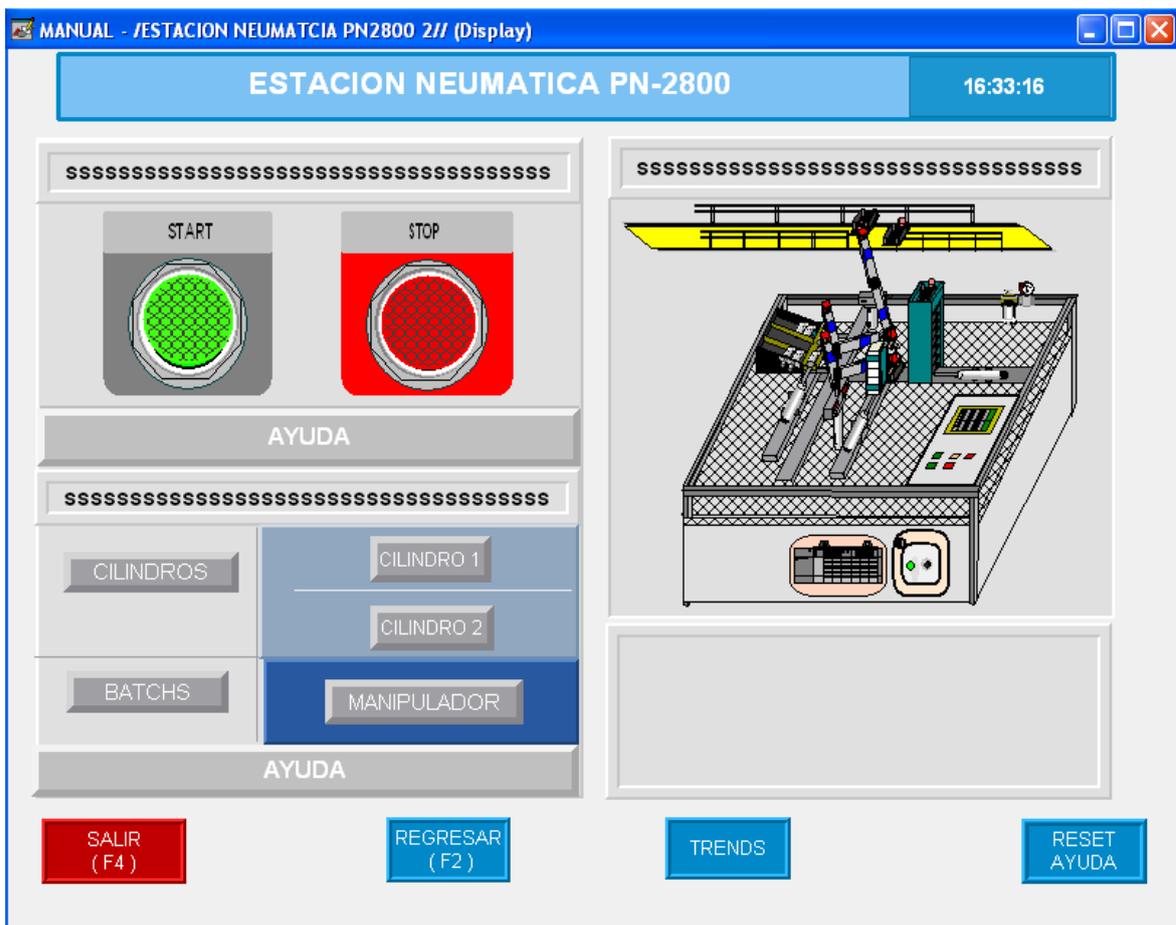


Figura. 3.75 Pantalla Modo Manual HMI de Estación Neumática PN-2800

Para obtener el resultado deseado dentro de la pantalla es necesario elegir los botones adecuados para esto, por lo cual se muestra a continuación la configuración y elección de los botones que se encuentran disponibles dentro del software Factory Talk View ME.

Los botones START, STOP, AYUDA, RESET AYUDA, DESPLIEGUE DE AYUDA son similares a los mostrados en la Pantalla Principal.

Los botones SALIR, TRENDS y REGRESAR son botones *GOTO DISPLAY BUTTON* cuya configuración se muestra en la Figura. 3.51.

Los botones CILINDROS, Cilindro1, Cilindro 2, BATCHS y MANIPULADOR son botones MOMENTARY PUSH BUTTON cuya configuración se muestra en la Figura. 3.56.

3.5.14. Diseño de Pantalla de Animación de Proceso

En la Figura. 3.76 se muestra la pantalla de Animación de Proceso desarrollada para la estación neumática PN-2800, la cual ha sido diseñada para cumplir con la tarea de mostrar de forma didáctica el proceso de la estación, en la que la entrega de algún producto será visto en tiempo real en la interfaz.

La visibilidad de cada elemento de la animación será percibida cuando la estación realice el proceso, para esto la configuración de cada elemento se muestra en la Figura. 3.52, una ayuda importante es dibujar cada línea u objeto y volverlo un grupo dentro de la ventana para así manejar un solo elemento y no demasiados elementos que a la final confundirán a quien programe la interfaz.

Los colores utilizados para el botón regresar se ha escogido color azul ya que representan un estado estable, mientras que para salir de la interfaz se ha utilizado un botón de color rojo para obtener un contraste por complemento, reforzando así la colorimetría de la interfaz para que el usuario tenga claro la función de cada botón.



Figura. 3.76 Pantalla Animación de Proceso HMI de Estación Neumática PN-2800

Para obtener el resultado deseado dentro de la pantalla es necesario elegir los botones adecuados para esto, por lo cual se muestra a continuación la configuración y elección de los botones que se encuentran disponibles dentro del software Factory Talk View ME.

Los botones SALIR y REGRESAR son botones *GOTO DISPLAY BUTTON* cuya configuración se muestra en la Figura. 3.51.

3.5.15. Diseño de Pantalla de Salida de Interfaz

En la Figura. 3.77 se muestra la pantalla de Salida de la Interfaz desarrollada para la estación neumática PN-2800, la cual ha sido diseñada para cumplir con la tarea de mostrar un mensaje de confirmación de salida una vez que el usuario a pulsado el botón SALIR en cualquiera de las pantallas de la interfaz.

Los colores utilizados para los botones SI y NO se ha escogido color azul ya que representan un estado estable y así el usuario tenga claro la función de cada botón.

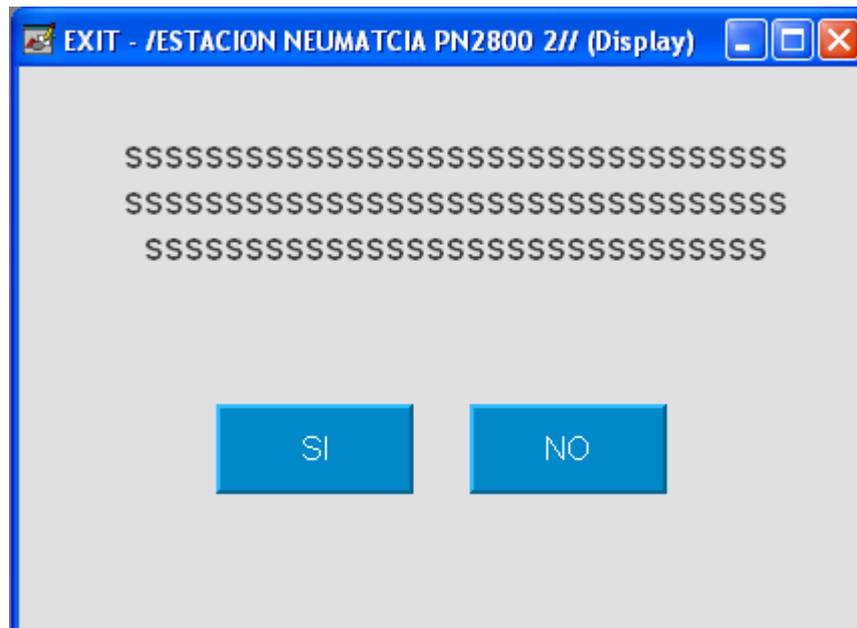


Figura. 3.77 Pantalla Salida de Interfaz de Estación Neumática PN-2800

Para obtener el resultado deseado dentro de la pantalla es necesario elegir los botones adecuados para esto, por lo cual se muestra a continuación la configuración y elección de los botones que se encuentran disponibles dentro del software Factory Talk View ME.

Para mostrar el texto desplegado en la pantalla se utilizará el indicador *STRING DISPLAY* cuya configuración se muestra en la Figura. 3.62.

3.5.15.1. Botón SI

Este botón deberá cerrar todas las pantallas de la interfaz, para lo cual se debe utilizar el botón *SHUTDOWN BUTTON* que se encuentra en la barra de elementos y cuya configuración se muestra en la Figura. 3.78.

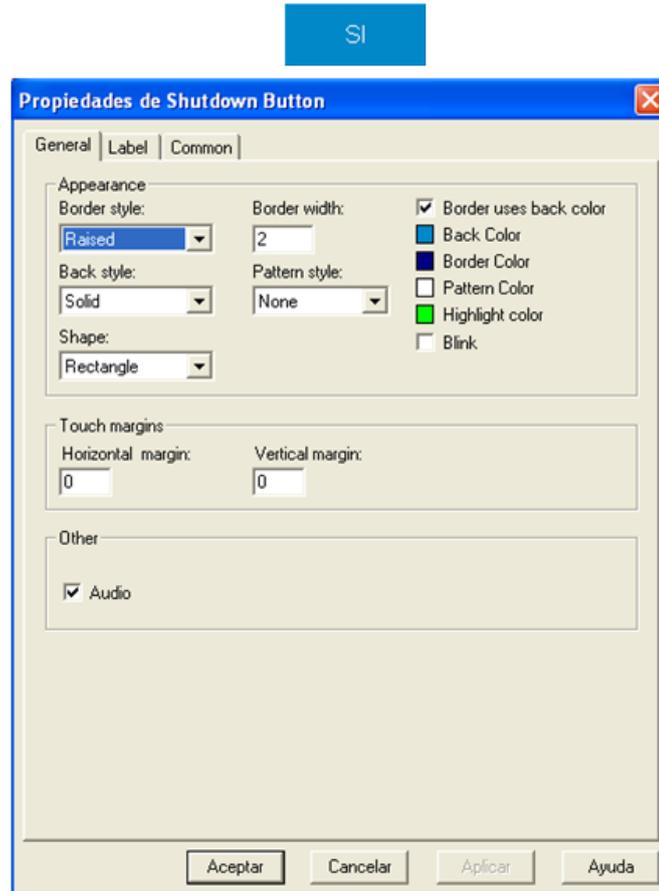


Figura. 3.78 Shutdown Button

3.5.15.2. Botón NO

Este botón deberá regresar a la pantalla anterior y cerrar la pantalla de exit, para lo cual se debe utilizar el botón *CLOSE DISPLAY BUTTON* que se encuentra en la barra de elementos y cuya configuración se muestra en la Figura. 3.79.

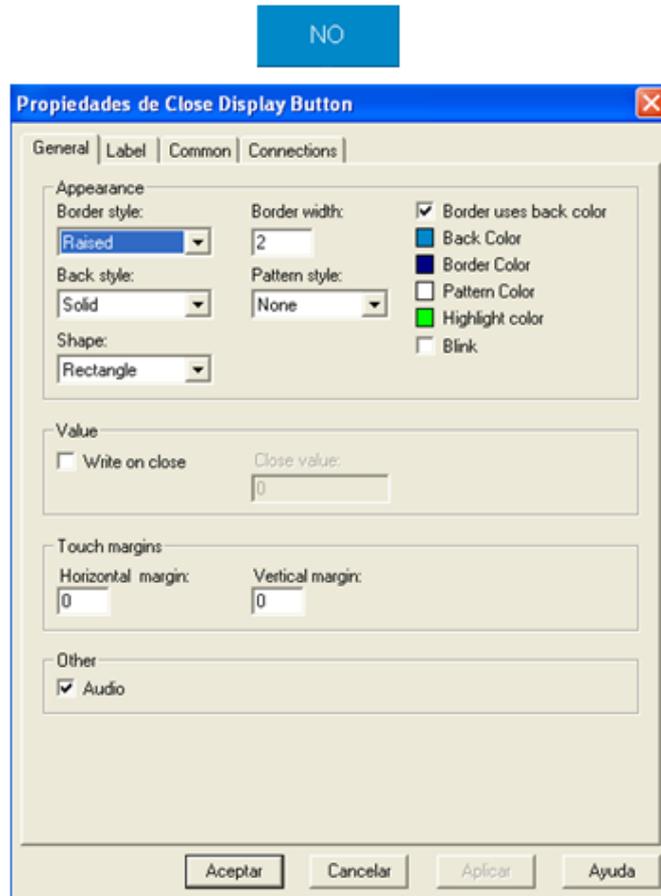


Figura. 3.79 Close Display Button

3.5.16. Diseño de Pantalla de Trends

En la Figura. 3.80 se muestra la pantalla de Trends desarrollada para la estación neumática PN-2800, la cual ha sido diseñada para cumplir con la tarea de mostrar un histórico de los productos entregados por la estación, de esta manera el usuario podrá mantener un registro de cada producto que la estación entregue.

Los colores utilizados para el botón regresar se ha escogido color azul ya que representan un estado estable, mientras que para salir de la interfaz se ha utilizado un botón de color rojo para obtener un contraste por complemento, reforzando así la colorimetría de la interfaz para que el usuario tenga claro la función de cada botón.

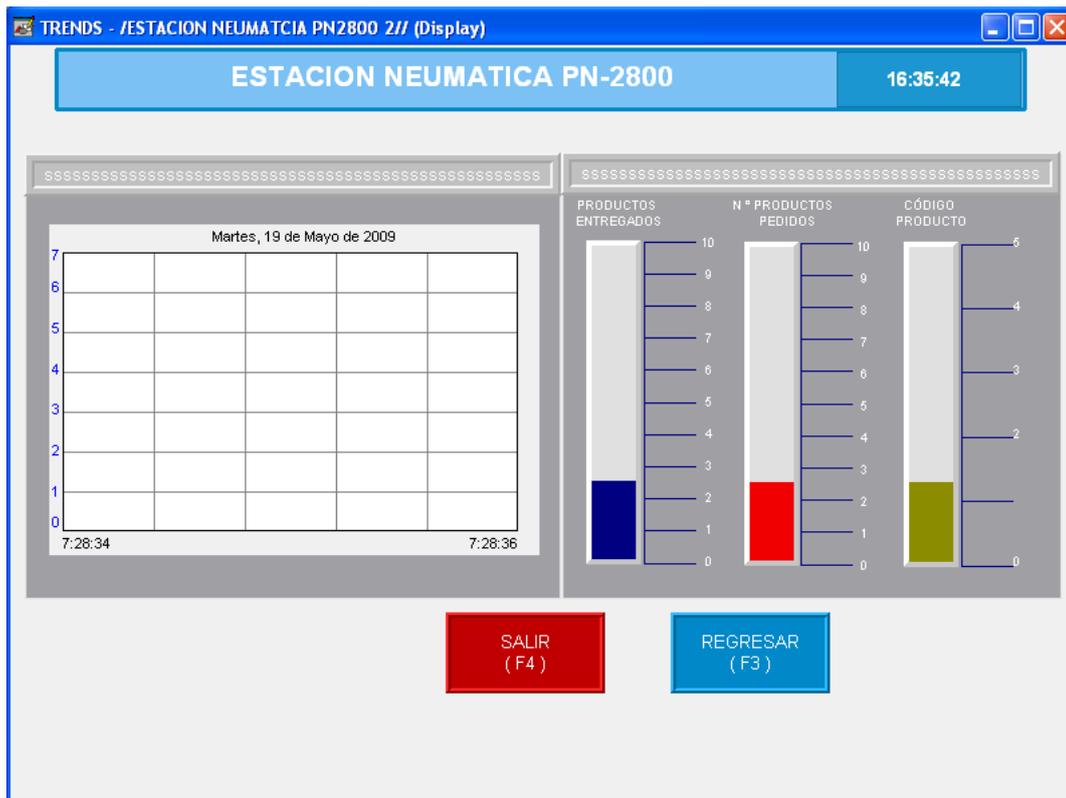


Figura. 3.80 Pantalla Trends de Estación Neumática PN-2800

Para obtener el resultado deseado dentro de la pantalla es necesario elegir los botones adecuados para esto, por lo cual se muestra a continuación la configuración y elección de los botones que se encuentran disponibles dentro del software Factory Talk View ME.

Los botones SALIR y REGRESAR son botones *GOTO DISPLAY BUTTON* cuya configuración se muestra en la Figura. 3.51.

Para mostrar el texto desplegado en la pantalla se utilizará el indicador *STRING DISPLAY* cuya configuración se muestra en la Figura. 3.62.

3.5.16.1. Trends Object

Para mantener un registro de los productos entregados por la estación es importante incluir una herramienta que permita al usuario de manera clara hacerlo, para ello se debe incluir un *TRENDS OBJECT* el cual se encuentra en la barra de elementos y se muestra en la Figura. 3.81, cuya configuración más

importante es el elegir la variable a visualizar como se muestra en la Figura. 3.82, así como el tipo de variable de la misma como puede ser analógica o digital y su color a ser representado lo cual se muestra en la Figura. 3.83 .

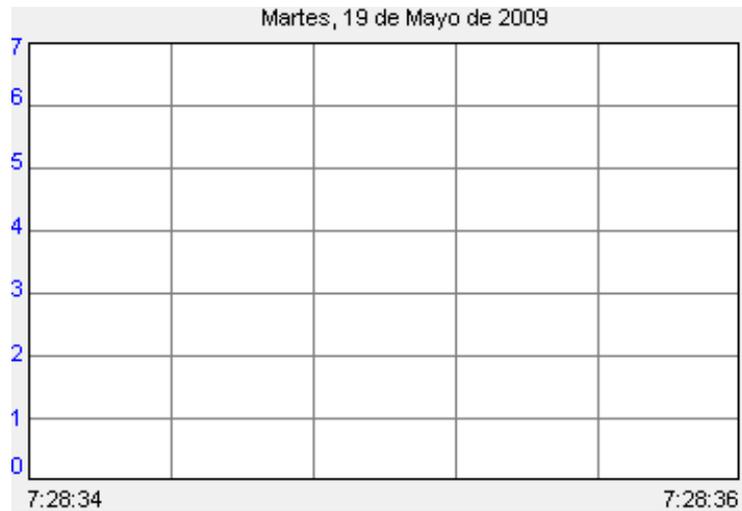


Figura. 3.81 Trends Object

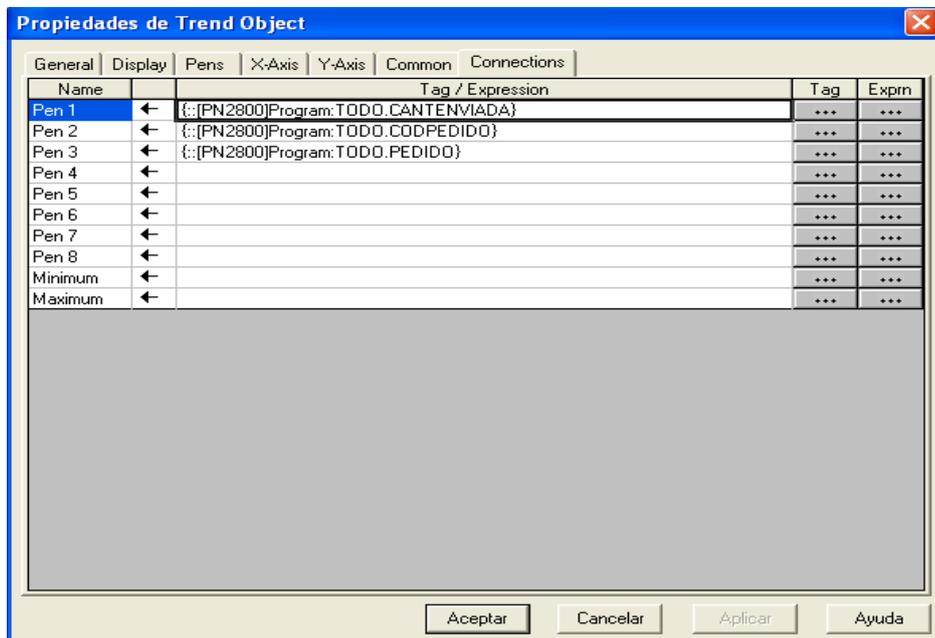


Figura. 3.82 Asignación de Variable a Trend

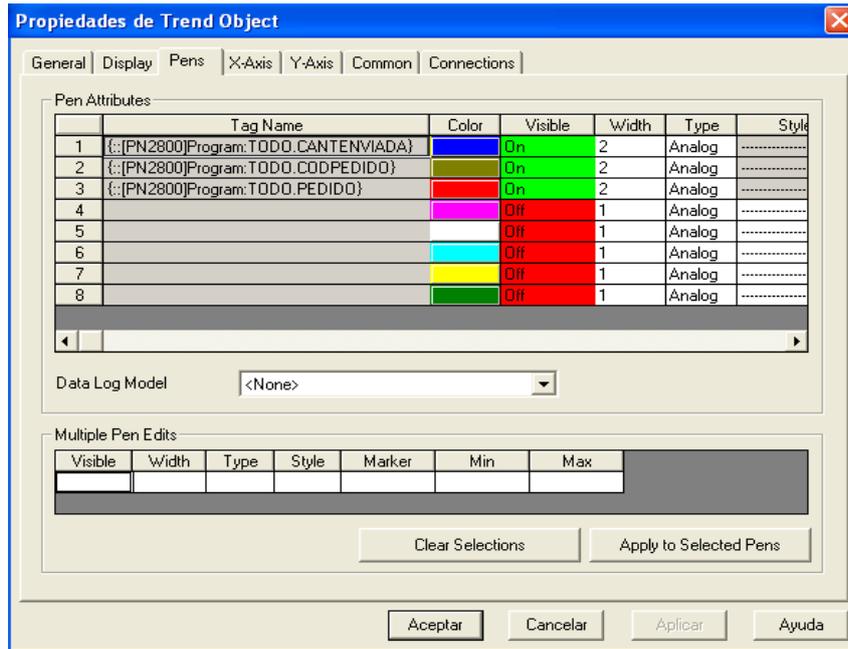


Figura. 3.83 Asignación de tipo de variable en Trend

3.5.16.2. Bar Graph

Para una representación más sencilla del registro de los productos entregados es necesario tener en la interfaz un gráfico de barras, de pastel, etc, para esto se ha elegido un diagrama de barras *BAR GRAPH*, como se muestra en la Figura. 3.84, así ayudará al usuario a entender más claramente que producto está siendo entregado. Es necesario configurar el límite de elementos a registrar como se muestra en la Figura. 3.85 y la variable a la cual se va a asignar como muestra la Figura. 3.86.



Figura. 3.84 Bar Graph

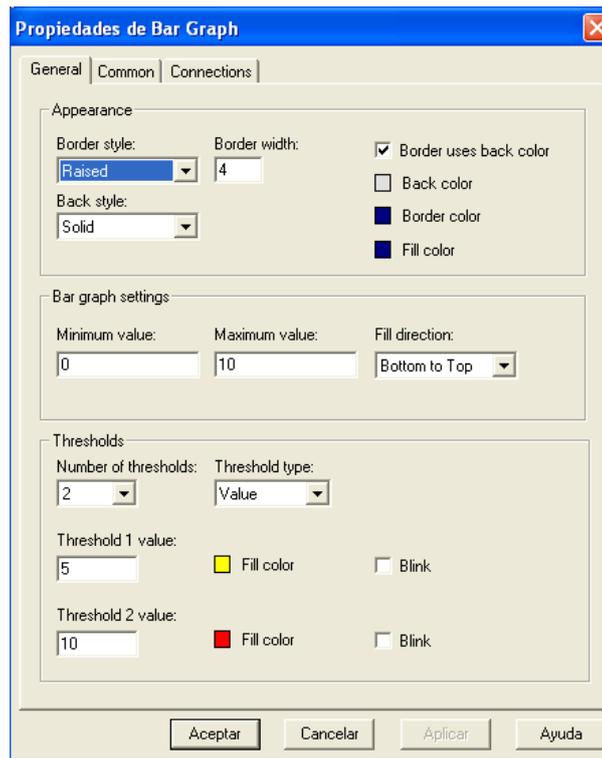


Figura. 3.85 Asignación de límites en el Bar Graph

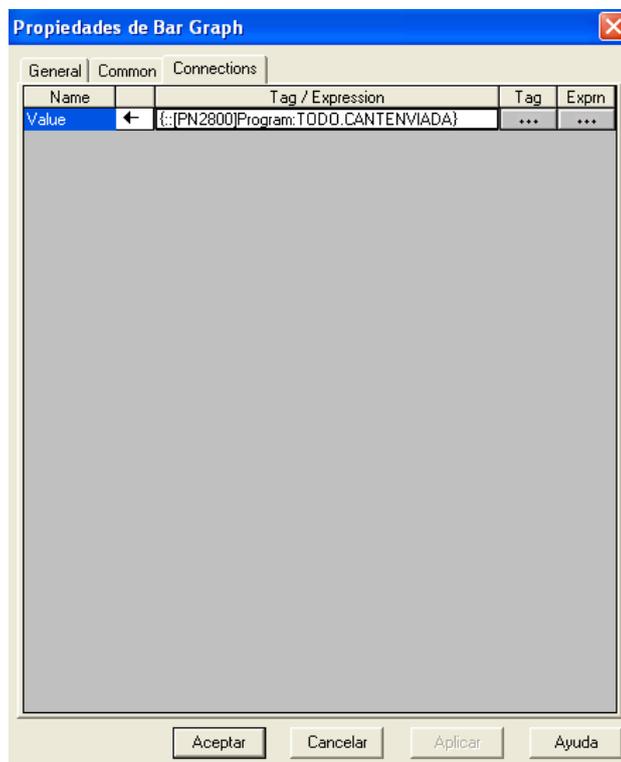


Figura. 3.86 Asignación de variable en el Bar Graph

3.5.17. Diseño de Pantalla de Alarmas

En la Figura. 3.87 se muestra la pantalla de Alarmas desarrollada para la estación neumática PN-2800, la cual ha sido diseñada para cumplir con la tarea de mostrar las alarmas que se han activado debido a la falta de material dentro de la estación y llevar un registro de las mismas.

Los colores utilizados para mostrar las alarmas se han escogido rojos ya que representan estados de peligro dentro del proceso y los botones de navegación se han escogido color gris para obtener un contraste por claridad y obscuridad, reforzando así la colorimetría de la interfaz para que el usuario tenga claro la función de cada botón y de los indicadores.

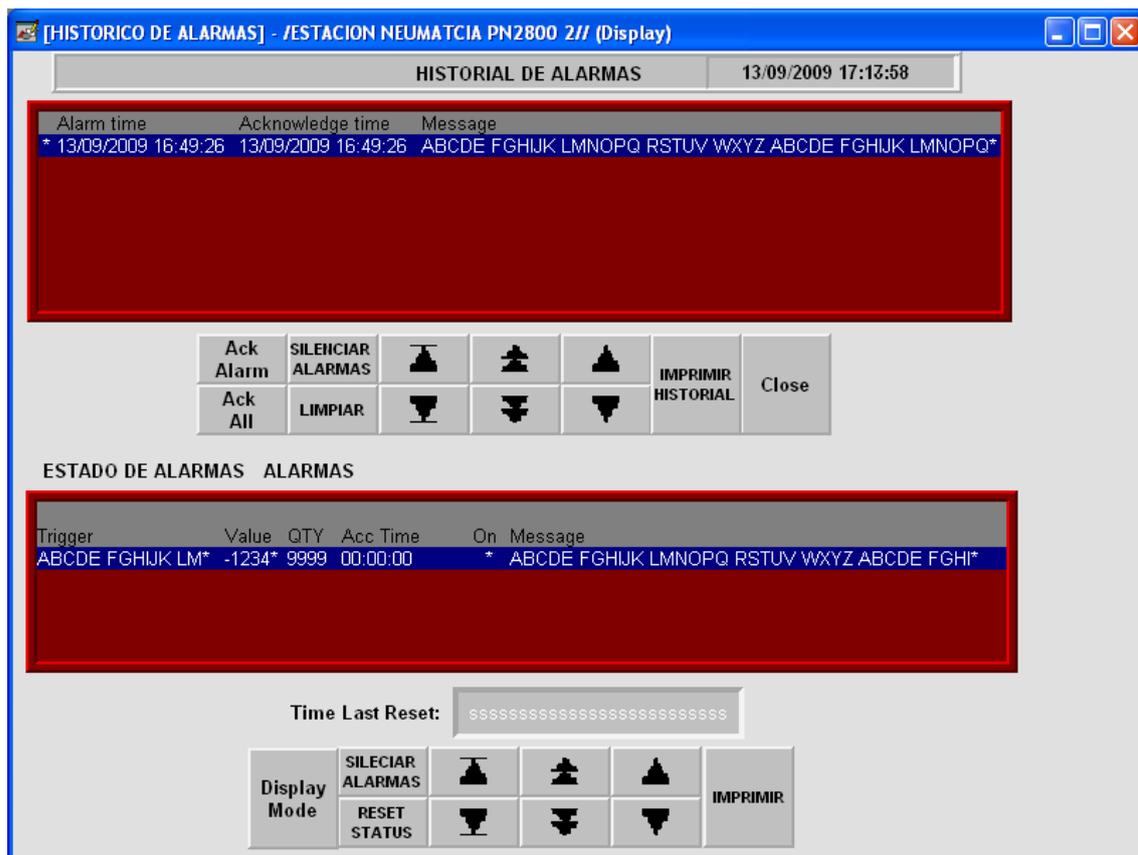


Figura. 3.87 Pantalla de Alarmas MHI de Estación Neumática PN-2800

Para obtener el resultado deseado dentro de la pantalla es necesario elegir los botones adecuados para esto, por lo cual se muestra a continuación la configuración y elección de los botones que se encuentran disponibles dentro del software Factory Talk View ME.

3.5.17.1. Creación de Triggers para Alarmas

Para la activación de una alarma dentro de la interfaz es necesario asociar la variable del controlador a una señal que se dispare dentro de interfaz, por lo cual es necesario crear triggers de alarmas para esto. Todo esto puede realizarse en el ítem *ALARM SETUP* que se encuentra en la barra de exploración como muestra la Figura. 3.88.

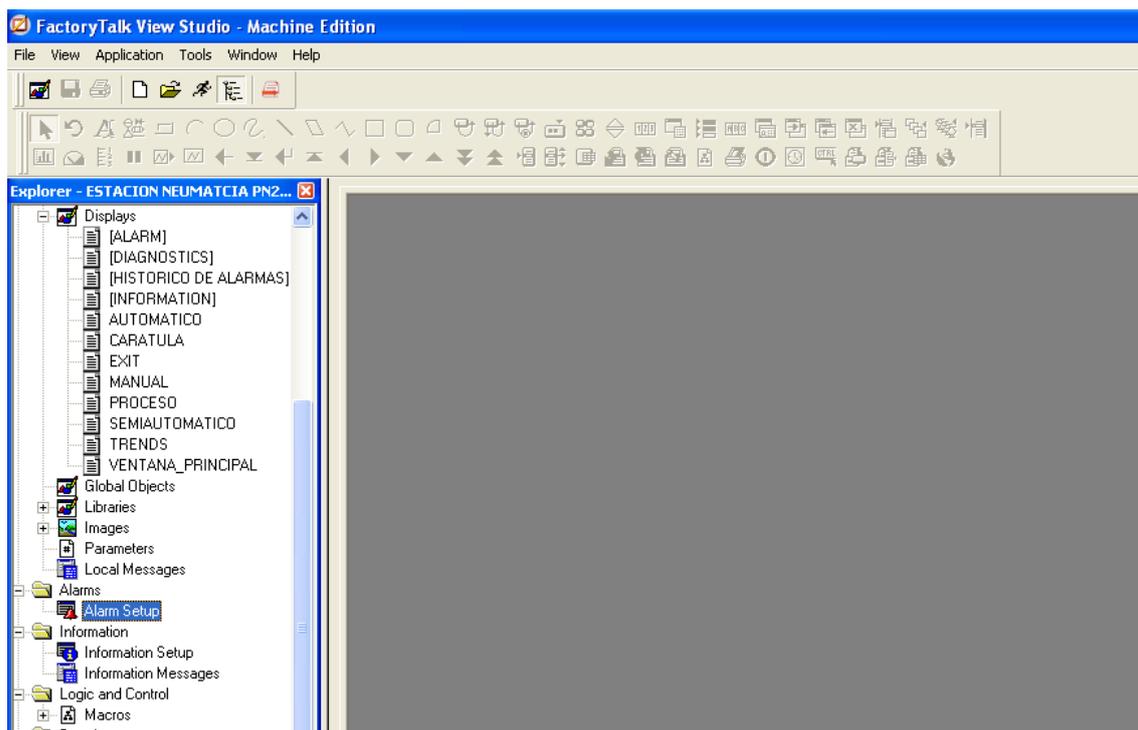


Figura. 3.88 Alarm Setup

En la pestaña triggers se configuran parámetros como el nombre de cada señal, el valor, y añadir nuevos triggers direccionados a una variable dentro del controlador como muestra la Figura. 3.89.

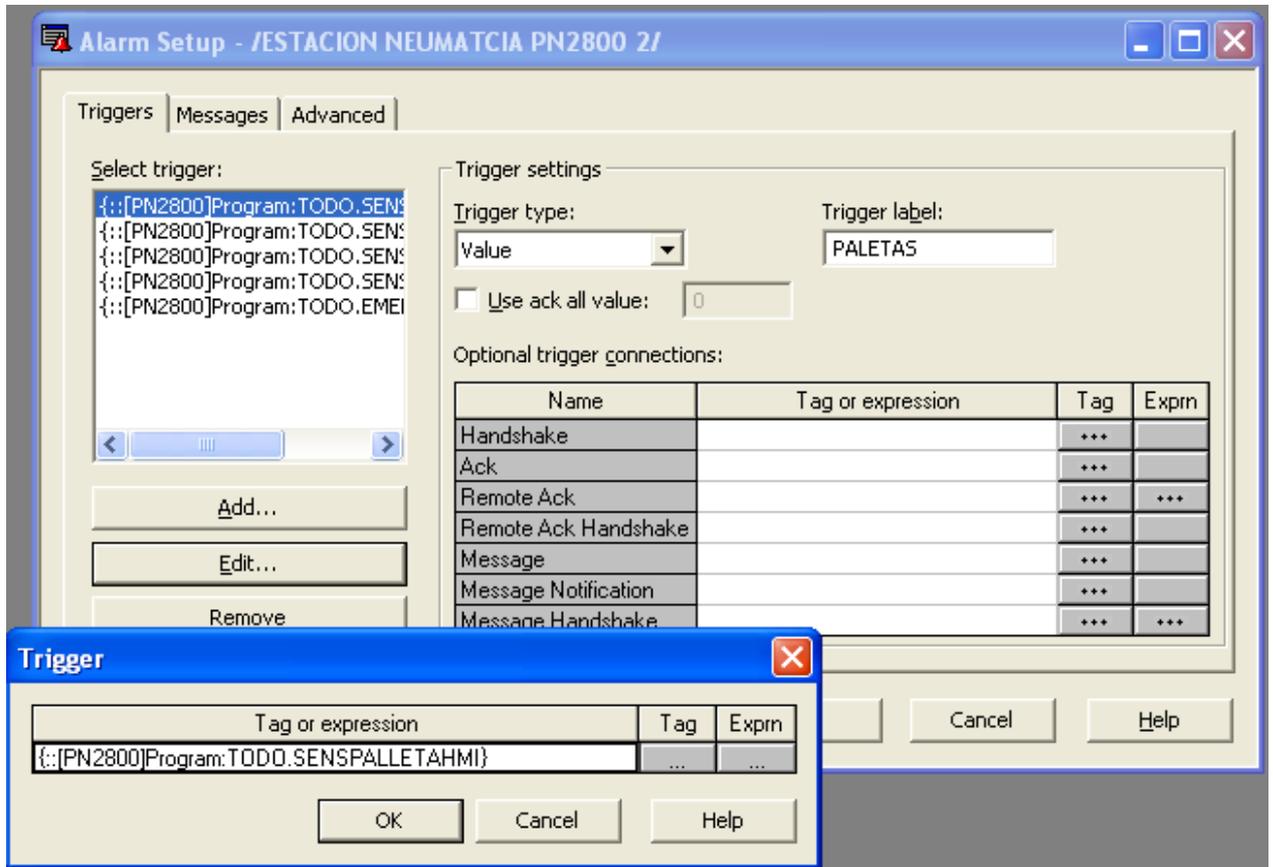


Figura. 3.89 Pestaña Trigger de Alarm Setup

En la pestaña messages se configuran parámetros como el nombre y el valor de referencia al cual se va a disparar la alarma como muestra la Figura. 3.90, este valor debe ser diferente de cero ya que siempre se estará activando por lo cual desde el controlador se debe enviar un valor diferente.

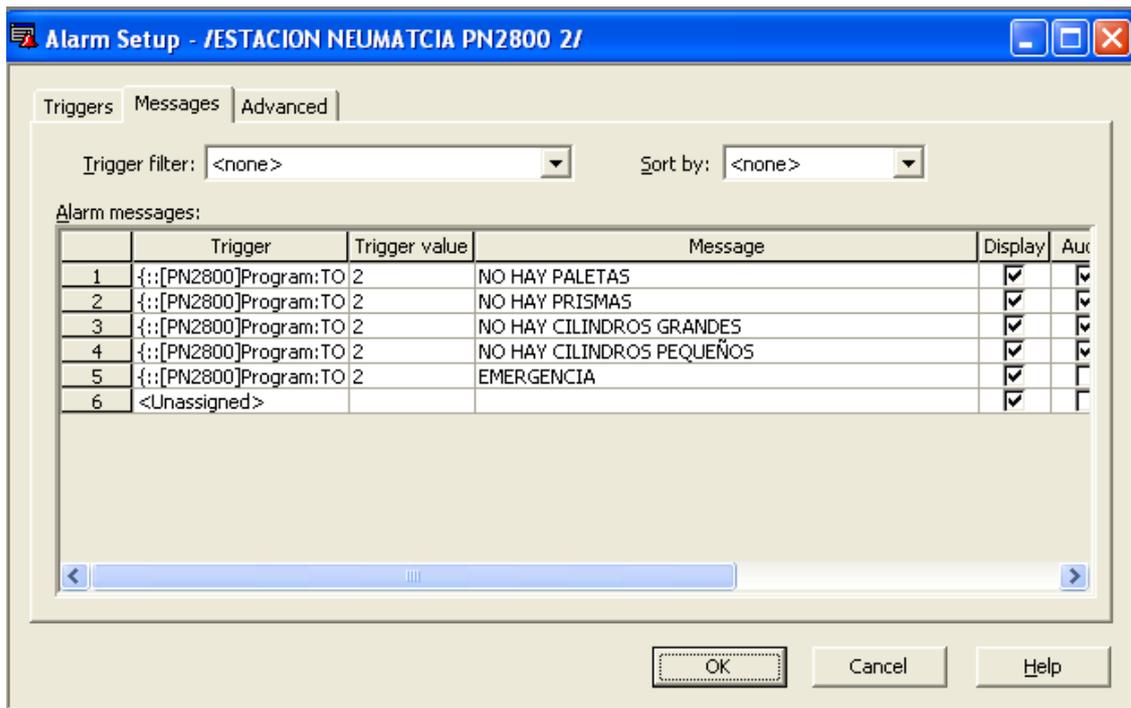


Figura. 3.90 Pestaña Messages de Alarm Setup

En la pestaña advanced se configuran parámetros como muestra la Figura. 3.91 y son:

- *Current Alarms*: Aquí se selecciona en que pantalla estas alarmas se mostrarán.
- *Hold Time (ms)*: Este es el tiempo que se esperará para tomar a la señal como valor cierto.
- *Maximum update rate (second)*: Tasa de transmisión.

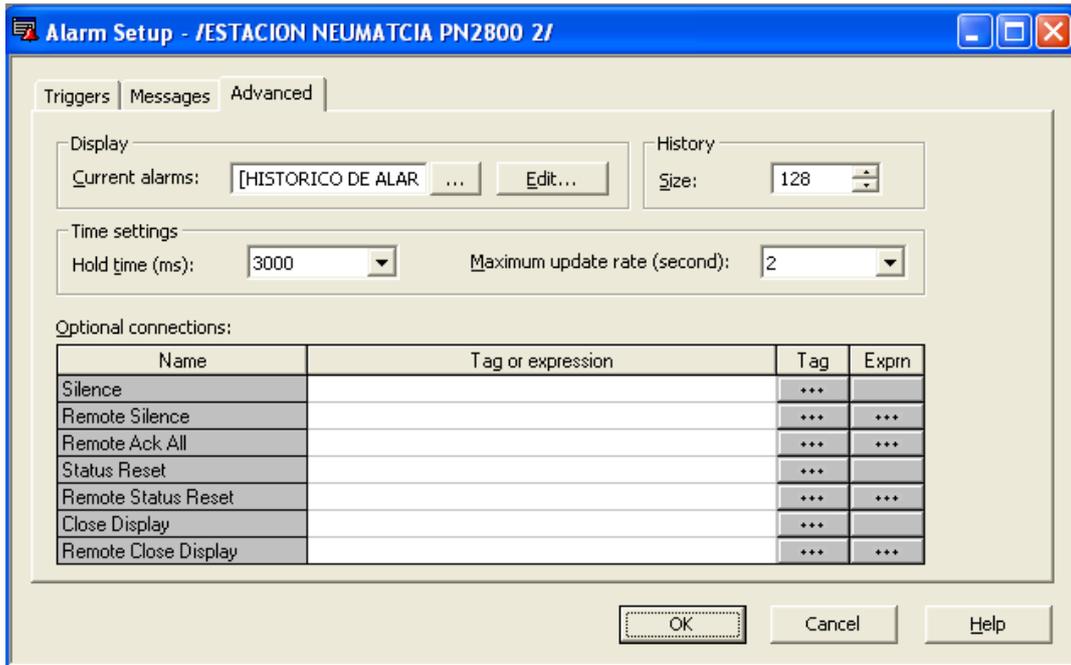


Figura. 3.91 Pestaña Advanced de Alarm Setup

3.5.17.2. Historial de Alarmas

Para mantener un orden de alarmas es necesario tener un solo elemento que muestre en una lista todas las alarmas que se han activado en la semana, para ello se debe utilizar un *ALARM LIST* como se muestra en la Figura. 3.92, para esto es indispensable crear las alarmas como muestra el ítem anterior, después se configuran dentro del Alarm List que alarmas va a mostrar y esto se lo hace en la opción FILTERED TRIGGERS dentro de la pestaña ALARM de propiedades como muestra la Figura. 3.93.

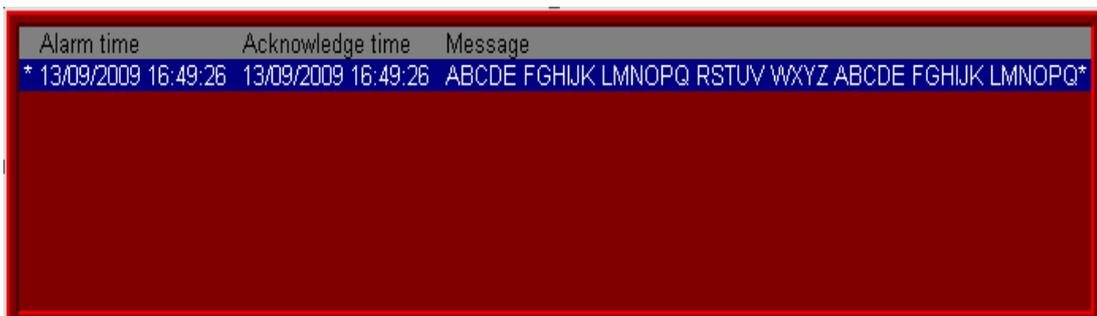


Figura. 3.92 Alarm List

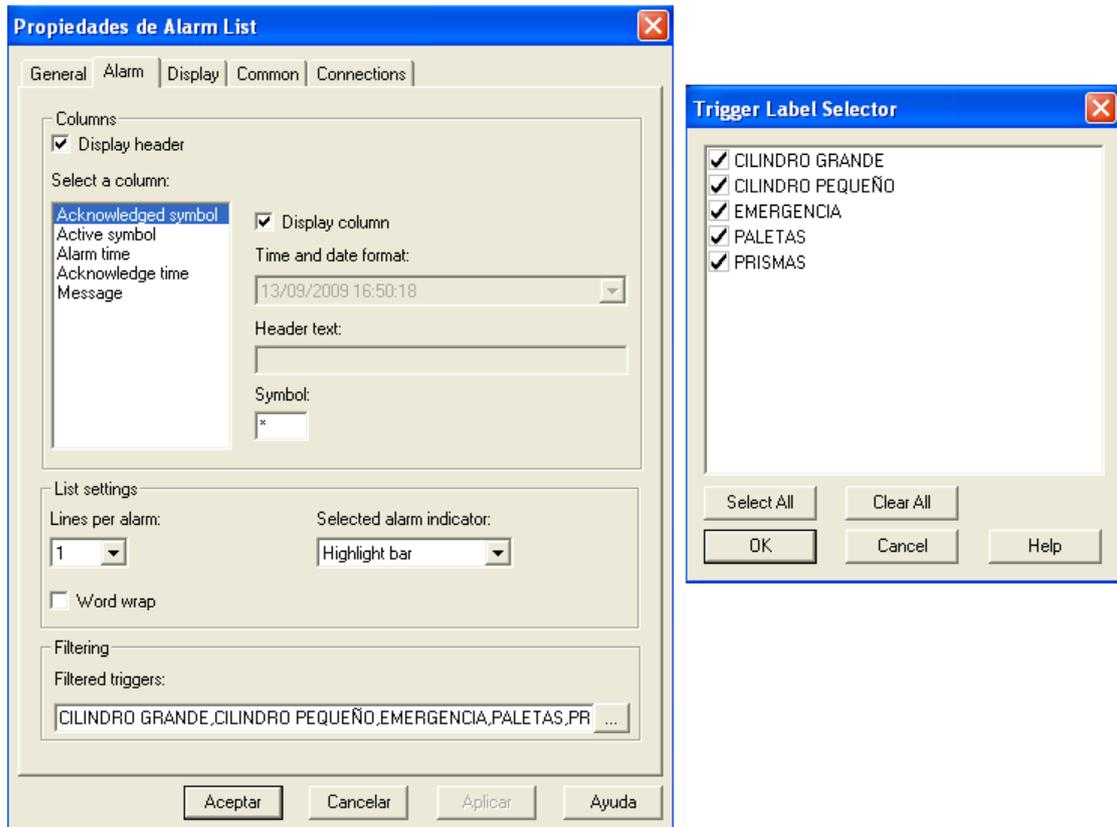


Figura. 3.93 Selección de Alarmas en un Alarm List

Para manejar opciones de navegación, impresión, y audio de las alarmas se utilizan botones afines para esto los cuales se detallan en la Figura. 3.94

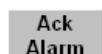
NOMBRE	BOTÓN	CONFIGURACIÓN
PRINT ALARM HISTORY BUTTON		Propiedades->General->Filtered Triggers Filtered triggers: CILINDRO GRANDE,CILINDRO PEQUEÑO,EMERGENCIA,PALETAS,PR ...
SILENCE ALARMS BUTTON		Default
CLEAR ALARM HISTORY BUTTON		Default
ACKNOWLEDGE ALARM BUTTON		Propiedades->General->Send press to->Linked Object Propiedades->General->Linked Object->AlarmList Send press to: Linked object: Linked Object AlarmList1 ...
ACKNOWLEDGE ALL ALARMS		Propiedades->General->Filtered Triggers Filtered triggers: CILINDRO GRANDE,CILINDRO PEQUEÑO,EMERGENCIA,PALETAS,PR ...
HOME BUTTON		Propiedades->General->Send press to->Linked Object Propiedades->General->Linked Object->AlarmList Send press to: Linked object: Linked Object AlarmList1 ...
END BUTTON		
PAGE UP BUTTON		
PAGE DOWN BUTTON		
MOVE UP BUTTON		
MOVE DOWN BUTOON		

Figura. 3.94 Botones de ayuda en un Alarm List

3.5.17.3. Indicador de Alarmas

Para mostrar las alarmas que se accionan debido a la falta de material dentro de la estación y en tiempo real se debe utilizar la herramienta ALARM STATUS LIST como se muestra en la Figura. 3.95, para esto es indispensable crear las alarmas como muestra el manual de usuario de HMI, después se configuran dentro del Alarm Status List que alarmas va a mostrar y esto se lo hace en la opción FILTERED TRIGGERS dentro de la pestaña ALARM de propiedades como muestra la Figura. 3.96 .

Trigger	Value	QTY	Acc Time	On	Message
ABCDE FGHIJK LM*	-1234*	9999	00:00:00	*	ABCDE FGHIJK LMNOPQ RSTUV WXYZ ABCDE FGHI*

Figura. 3.95 Alarm Status List

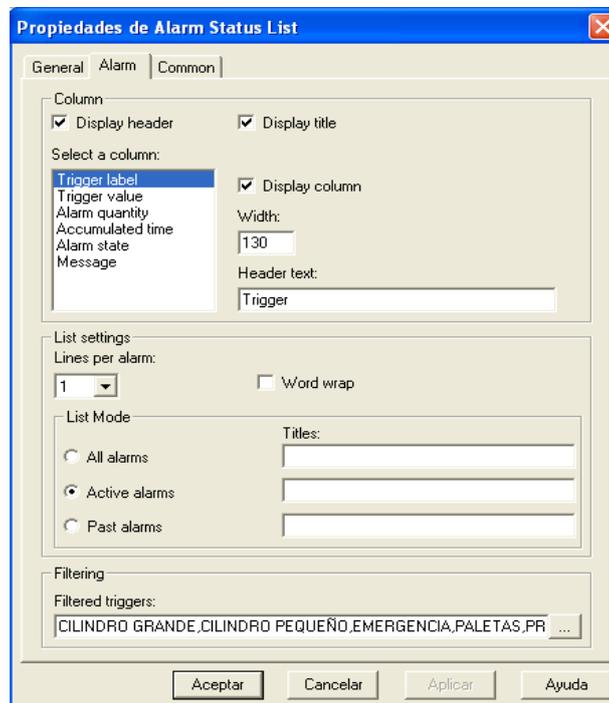


Figura. 3.96 Selección de alarmas en un Alarm Status List

Para manejar opciones de navegación, impresión, y audio de las alarmas se utilizan botones afines para esto los cuales se detallan en la Figura. 3.97.

NOMBRE	BOTÓN	CONFIGURACIÓN
PRINT ALARM STATUS BUTTON		Propiedades->General->Filtered Triggers Filtered triggers: CILINDRO GRANDE,CILINDRO PEQUEÑO,EMERGENCIA,PALETAS,PR ...
SILENCE ALARMS BUTTON		Default
RESET ALARM STATUS BUTTON		Default
ALARM STATUS MODE BUTTON		Propiedades->General->Send press to->Linked Object Propiedades->General->Linked Object->AlarmList Send press to: Linked object: Linked Object AlarmList1 ...
HOME BUTTON		Propiedades->General->Send press to->Linked Object Propiedades->General->Linked Object->AlarmList Send press to: Linked object: Linked Object AlarmList1 ...
END BUTTON		
PAGE UP BUTTON		
PAGE DOWN BUTTON		
MOVE UP BUTTON		
MOVE DOWN BUTOON		

Figura. 3.97 Botones de ayuda en un Alarm Status List

3.6. COMUNICACIÓN MEDIANTE LA PLATAFORMA ETHERNET/IP

El software RSLinx Classic maneja la comunicación entre los controladores Logix5000 y su software, como lo es el software RSLogix 5000. Para la comunicación con un controlador (descargas o datos desde el computador) se debe configurar el software RSLinx Classic.

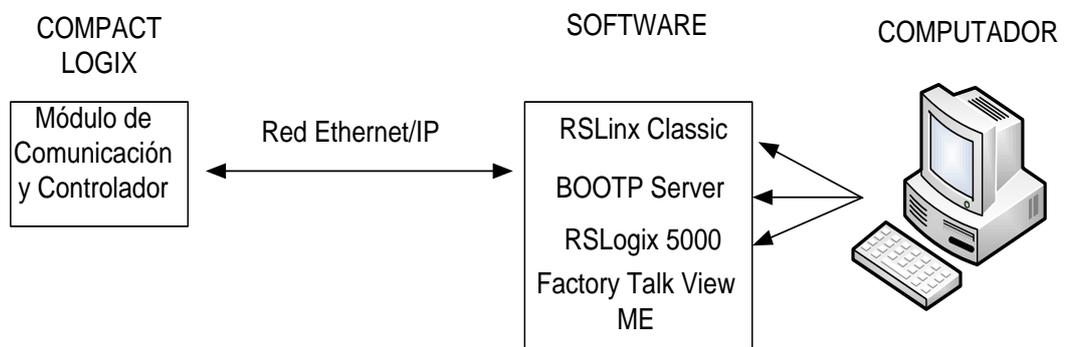


Figura. 3.98 Comunicación Ethernet/IP

3.6.1. Equipo e Información necesaria

Dependiendo del controlador es necesario tener un módulo de comunicación o una tarjeta, en la Tabla 3.5 se muestran los módulos correspondientes para algunos controladores:

CONTROLADOR	MÓDULO	UBICACIÓN
1756 ControlLogix controler	1756-ENBT 10/100 Mbps EtherNet/IP Bridge module	En el mismo chasis como el controlador
1769-L35E CompactLogix controller	No requiere módulo adicional o tarjeta	
1794 FlexLogix controller	1788-ENBT communication daughter card	Ranura en el controlador

Tabla. 3.5 Módulos de controladores Logix

Para un dispositivo Ethernet/IP (controlador, módulo o tarjeta) se debe obtener los datos mostrados en la Tabla 3.6.

OBTENER	SI LA RED ESTÁ CONECTADA A INTERNET	SI ES UNA RED INDEPENDIENTE QUE NO SE CONECTA A INTERNET
Dirección Ethernet	Adherir al dispositivo	Adherir al dispositivo
Dirección IP	Administrador de la Red	192.168.1.X donde X= Algún valor entre 1 y 254
Máscara		255.255.255.0
Dirección Gateway		No es necesario

Tabla. 3.6 Datos necesarios para dispositivo Ethernet/IP

3.6.2. Asignación de dirección IP al controlador o módulo de comunicación

Para asignar una dirección IP al controlador es necesario utilizar el software BOOTP Server de Rockwell, a continuación se presentan los pasos a seguir en la asignación de esta dirección IP:

1. Abrir el software BOOTP Server:

Inicio → Programas → Rockwell Software → BOOTP-DHCP Server → BOOTP-DHCP Server (o también)

Inicio → Programas → Rockwell Software → RSLinx Tools → BOOTP-DHCP Server

Inicio → Programas → Rockwell Software → RSLogix 5000 → Tools → BOOTP-DHCP Server

2. Si esta es la primera vez que utiliza el software, escribir la máscara de subred y puerta de enlace (si es necesario) para la red y hacer click.

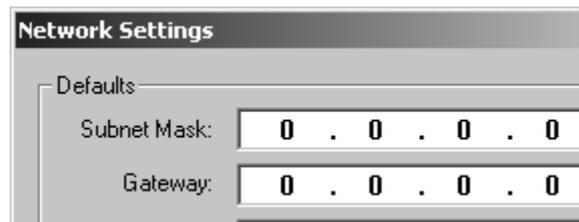


Figura. 3.99 Máscara y puerta de enlace

3. Hacer doble clic en la dirección ethernet del controlador / módulo de comunicación.

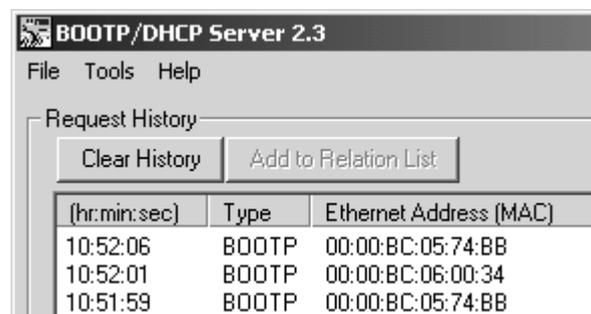


Figura. 3.100 Dirección de Módulo Ethernet

4. Ingresar la dirección IP y hacer click en OK



Figura. 3.101 Dirección IP

5. En la lista de relación (sección inferior), seleccionar el dispositivo y escoger DISABLE BOOTP-DHCP. Esto permite que el dispositivo mantenga la dirección aún después de un ciclo.

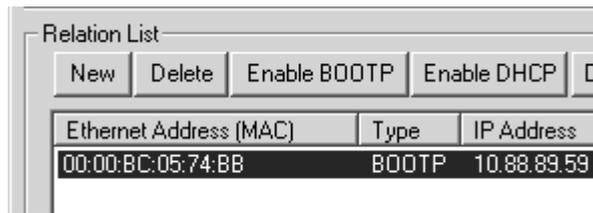


Figura. 3.102 Selección de Dispositivo

6. Al cerrar el software BOOTP Server, se pedirá guardar los cambios.
 - Si se desea un registro de la dirección IP que ha asignado al dispositivo, guardar los cambios.
 - Independientemente de si se guardan los cambios, el dispositivo mantiene la dirección IP.

3.6.3. Asignación de dirección IP al controlador o módulo de comunicación mediante conexión serial

1. Iniciar el Software RSLinx Classic.
2. Click en 
3. Buscar el dispositivo Ethernet/IP.
4. Click derecho en el módulo y escoger MODULE CONFIGURATION.
5. Click en la pestaña PORT CONFIGURACION.
6. Seleccionar el botón STATIC.
7. Limpiar el check box OBTAIN IP ADDRESS FROM BOOTP SERVER.
8. Escribir la dirección IP, mascara y dirección Gateway (si es necesaria).
9. Click en OK y después en YES.

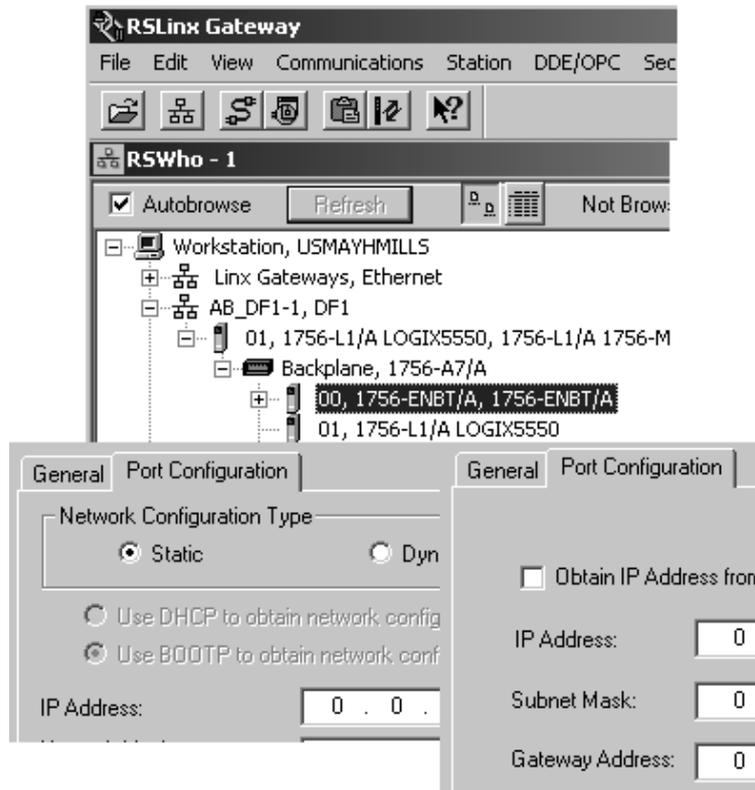


Figura. 3.103 Asignación de dirección IP al controlador mediante conexión serial

3.6.4. Configuración de un Driver Ethernet

Para comunicar los dispositivos Ethernet/IP con el computador es necesario utilizar el software RSLinx Classic como primer paso de comunicación, donde se pueden configurar comunicaciones Ethernet, serial, etc que pueden realizarse con los controladores Logix. En este caso para configurar una comunicación Ethernet se realizan los siguientes pasos:

1. Abrir el software RSLinx CLassic.



Figura. 0.104 RSLinx Classic

2. Click en .
3. Seleccionar ETHERNET DEVICES y añadir un nuevo.

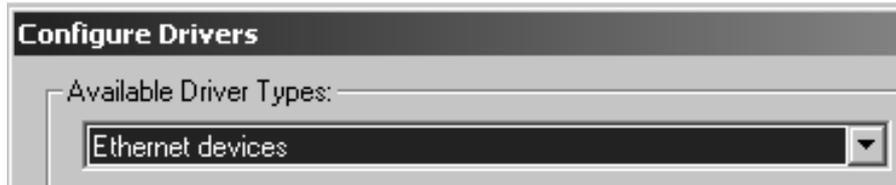


Figura. 3.105 Driver para dispositivos Ethernet

4. Aceptar el nombre por default.
5. Escribir la dirección IP de todas las los dispositivos en la red como los son computadores, controladores o módulos de comunicación.

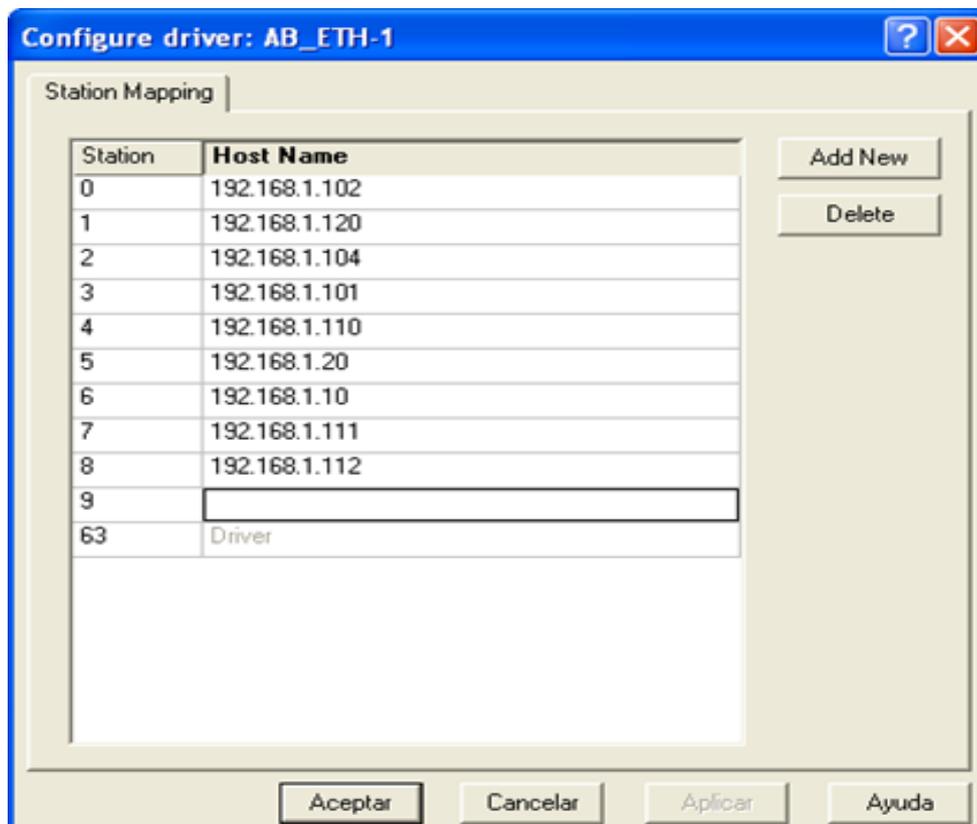


Figura. 3.106 Dirección IP de dispositivos Ethernet

6. Click en OK.
7. El driver está configurado y corriendo satisfactoriamente.

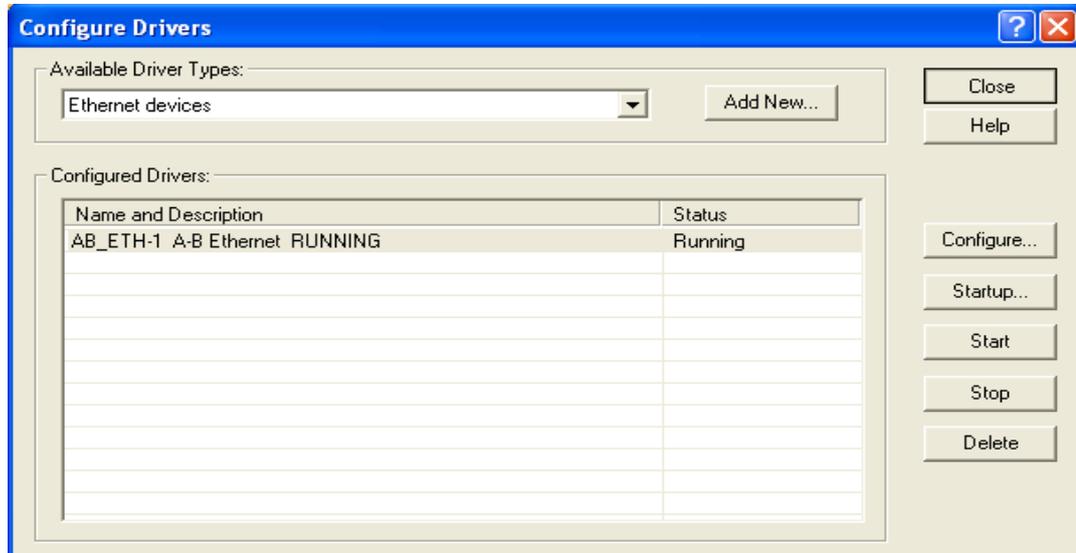


Figura. 3.107 Driver configurado satisfactoriamente

3.7. RED ETHERNET/IP

Ethernet/IP, abreviatura de “Ethernet™ Industrial Protocol” (Protocolo Industrial Ethernet), es una solución abierta estándar para la interconexión de redes industriales que aprovecha los medios físicos y los chips de comunicaciones Ethernet comerciales.

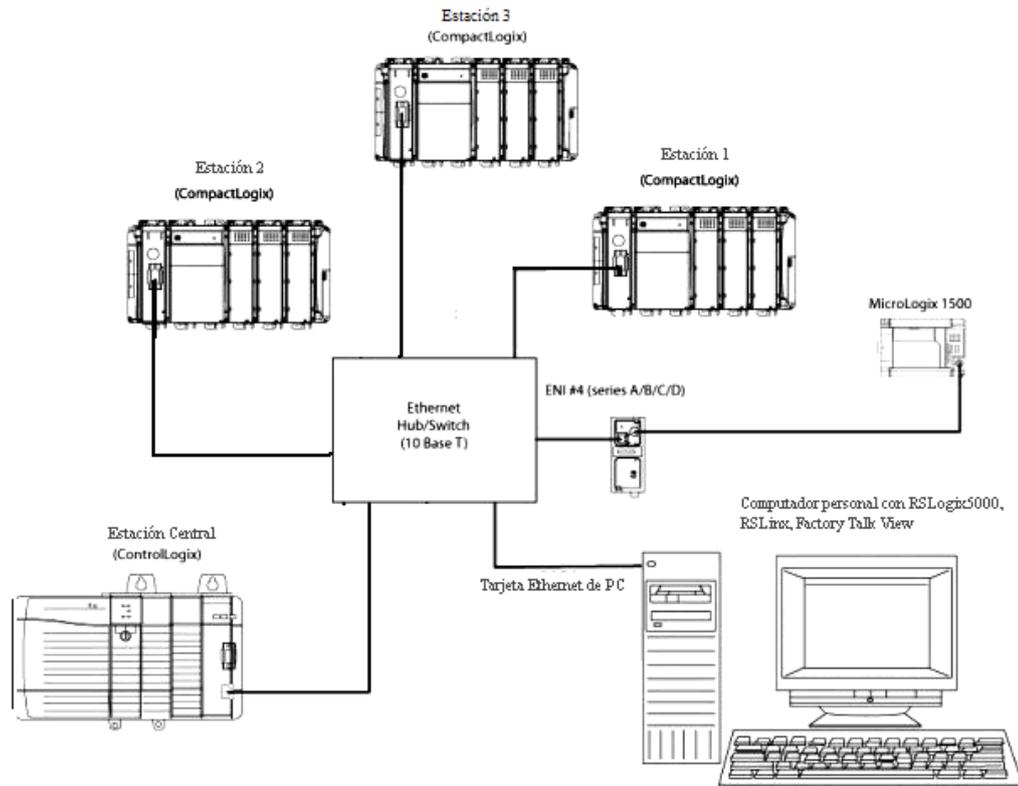


Figura. 3.108 Red Ethernet/IP del CIM

Ethernet/IP ha sido diseñada para satisfacer la gran demanda de aplicaciones de control compatibles con Ethernet. Esta solución estándar para la interconexión de redes admite la transmisión de mensajes de E/S en tiempo real y el intercambio de mensajes que son una gran ventaja para el control.

Ethernet/IP es una red abierta que utiliza tecnología comercial ya existente, como:

- El estándar de vínculo físico y de datos IEEE 802.3
- El conjunto de protocolos Ethernet TCP/IP (Protocolo de control de transmisión/Protocolo Internet), estándar del sector para Ethernet.
- Protocolo de control e información (CIP), el protocolo que permite la transmisión de mensajes de E/S en tiempo real e información/transmisión de mensajes entre dispositivos similares.

Para que Ethernet/IP tenga éxito, se ha agregado el protocolo CIP al conjunto TCP/UDP/IP con el fin de proporcionar un nivel de aplicaciones común.

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

3.7.1. Protocolo TCP/IP

TCP/IP es un conjunto de [protocolos](#). La sigla TCP/IP significa "Protocolo de control de transmisión/Protocolo de Internet". Proviene de los nombres de dos protocolos importantes, es decir, del protocolo [TCP](#) y del protocolo [IP](#).

En algunos aspectos, TCP/IP representa todas las reglas de comunicación para Internet y se basa en la noción de dirección IP, es decir, en la idea de brindar una [dirección IP](#) a cada equipo de la red para poder enrutar paquetes de datos. Debido a que el conjunto de protocolos TCP/IP originalmente se creó [con fines militares](#), está diseñado para cumplir con una cierta cantidad de criterios, entre ellos:

- [dividir mensajes en paquetes](#);
- [usar un sistema de direcciones](#);
- [enrutar datos por la red](#);
- [detectar errores en las transmisiones de datos](#).

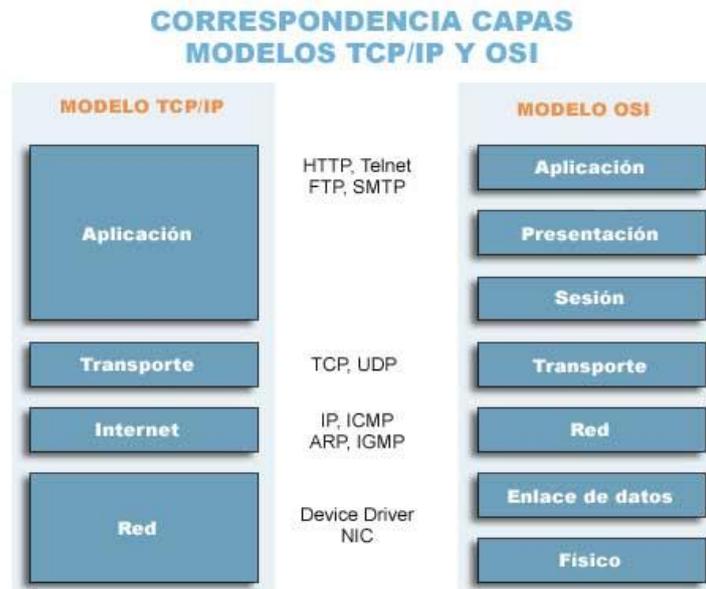


Figura. 3.109 Modelo TCP/IP

3.7.2. Protocolo UDP/IP

El protocolo de datagrama de usuario UDP proporciona un transporte de datos rápido y eficiente necesario para el intercambio de datos en tiempo real.

Proporciona un servicio de datagramas sin conexión que ofrece entrega de mejor esfuerzo, lo que significa que UDP no garantiza la entrega ni comprueba la secuencia de los datagramas. Un host de origen que necesita comunicación confiable debe utilizar TCP o un programa que proporcione sus propios servicios de secuencia y confirmación.

+	Bitso 0 - 15	16 - 31
0	Puerto origen	Puerto destino
32	Longitud del Mensaje	Suma de verificación
64	Datos	

Figura. 3.110 Encabezado de segmento UDP

3.7.3. Protocolo CIP

El protocolo utilizado por Rockwell Automation es el protocolo CIP, que interviene en las tres redes de la arquitectura NetLinx en la parte de comunicación, por lo cual es un componente básico proporcionando prestaciones esenciales como son:

- a) **Servicios comunes de control:** Ofrece un conjunto de servicios estándar basados en el modelo de productor/consumidor para el movimiento de datos de control en tiempo real en la tres redes de la arquitectura NetLinx.
- b) **Servicios Comunes de Comunicación:** Permite la conexión de cualquier red y la configuración y recopilación de datos desde cualquier red.
- c) **Posibilidades comunes de encadenamiento:** Ahorrar tiempo durante la configuración del sistema, ofrece monitoreo remoto y solución de problemas sin necesidad de tablas de encaminamiento, lógica adicional o controladores para transmisión de datos entre redes.
- d) **Base común de conocimientos:** Reduce las necesidades de formación cuando se cambia de red dentro de la arquitectura NetLinx ya que las características y las herramientas de configuración son similares.

3.7.4. Arquitectura NetLinx

La arquitectura NetLinx constituye la base de tres redes abiertas: DeviceNet, ControlNet y EtherNet/IP. Por “abiertas” se entiende que las especificaciones y la tecnología no proceden ni dependen únicamente de Rockwell Automation y que tiene aceptación internacional.

La arquitectura de red abierta NetLinx combina servicios de red con el protocolo CIP (Protocolo de control e información), así como interfaces de

software abiertas para garantizar un flujo eficiente de la información y de los datos de control a nivel de toda la organización.

Está diseñada para:

- Incluir redes de dispositivos, control e información y aportar un medio más eficiente para combinar redes sin que el rendimiento se vea afectado.
- Tener la posibilidad de combinar una, dos o las tres redes, en función de los requisitos de su aplicación.
- Transferir datos sin problemas entre las redes, sin necesidad de programar, configurar o crear tablas de encaminamiento.

Esta arquitectura incluye la plataforma Logix proporcionando un rendimiento y eficiencia de alto nivel abarcando todos los componentes necesarios para la conexión del sistema de producción al sistema comercial.

Con la arquitectura NetLinx se puede:

- a. *Controlar*: 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. Sistema de uno o varios productores, entradas compartidas, transmisión de mensajes entre dispositivos similares e interbloqueo entre controladores.
- b. *Configurar*: Permite configurar 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. Para operaciones de configuración no es necesario desplazarse de una red a otra sino solamente de la misma ubicación con la misma conexión.
- c. *Recopilar*: Presenta soluciones para la presentación de HMI, análisis y tendencias, la gestión de recetas, 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

3.7.5. Modelo Productor Consumidor

La arquitectura NetLinx es eficiente gracias a su modelo productor/consumidor en el cual si un nodo necesita el paquete lo consumirá.

El controlador de origen envía el paquete una vez y todos los nodos consumen el mismo paquete si lo necesitan. Esta particularidad aporta grandes ventajas como son:

- a. *Mayor Eficiencia:* Los datos se producen una vez, independientemente del número de consumidores.
- b. *Sincronización:* Los datos llegan a todos los nodos al mismo tiempo, y estos se pueden configurar para conseguir un rendimiento más preciso del sistema.
- c. *Comunicación Autónoma:* Los dispositivos similares se pueden configurar de forma autónoma sin necesidad de algún dispositivo maestro, controlador o memoria adicional para la administración de la red.

3.7.6. Comunicación Full Dúplex

Con la introducción de la tecnología de conmutación de Ethernet y la transmisión de datos full-dúplex se eliminan las colisiones de datos y el rendimiento mejora en la red Ethernet/IP ya que una comunicación full dúplex la información puede transmitirse en ambos sentidos simultáneamente mediante frecuencias separadas o cables separados.

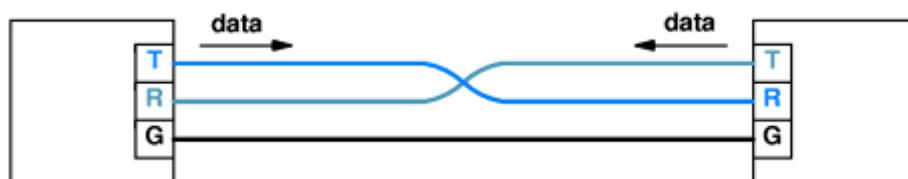


Figura. 3.111 Comunicación Full Dúplex

3.8. CONFIGURACIÓN DE LA RED ETHERNET PARA EL CABLEADO DE ALIMENTACIÓN AL PLC COMPACT LOGIX 5000

Por lo general una red Ethernet/IP utiliza una topología en estrella logrando la ventaja de compatibilidad con equipos de 10 y 100 Mbps donde el conmutador Ethernet negociará la velocidad, asimismo una detección de fallos pudiendo llevar tareas de mantenimiento.

La red Ethernet del CIM ha sido configurada para tener una topología en estrella donde los dispositivos individuales (controladores y estaciones de trabajo) son conectados a un concentrador o hub central, formando un segmento. Las señales de cada dispositivo conectado son enviadas al hub y luego difundidas a todos los otros dispositivos conectados. Este diseño permite a Ethernet operar lógicamente como un bus, pero físicamente el bus solo existe en el hub.

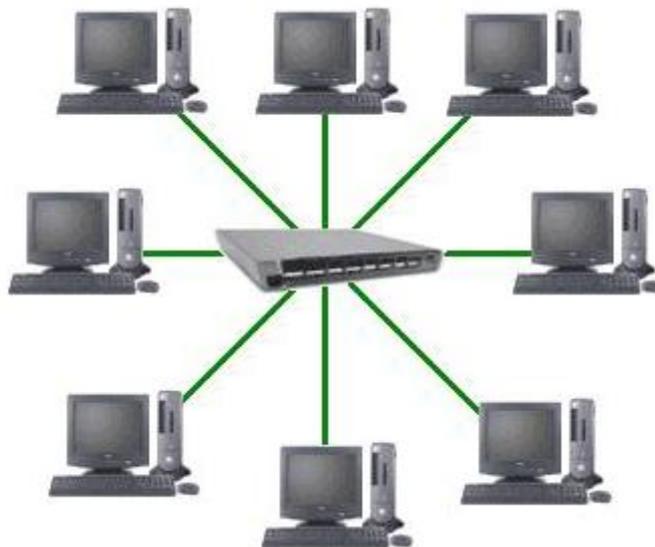


Figura. 3.112 Topología en estrella

Simplificando de esta manera la administración de la red y la resolución de problemas ya que cada tramo de cable conecta solo dos dispositivos, una a cada extremo del cable. Si un dispositivo no puede comunicarse exitosamente con en la red, puede ser movido físicamente a otra ubicación para establecer si la falla reside en el cableado o en el dispositivo.

CAPÍTULO 4

PRUEBAS Y RESULTADOS EXPERIMENTALES

CAPITULO 4

PRUEBAS Y RESULTADOS EXPERIMENTALES

En este capítulo se muestran las pruebas realizadas con el nuevo controlador Compact Logix de Allen Bradley, utilizado para el control del proceso dentro de la estación neumática PN-2800, así como los resultados obtenidos en la comunicación Ethernet/IP tanto entre controladores y PC de la estación.

Mediante estas pruebas se podrán obtener los resultados de comparación entre el PLC convencional utilizado en la estación neumática y el nuevo controlador Compact Logix, tanto en fiabilidad y repetibilidad del proceso, como en velocidad y tiempo de ejecución.

4.1. DESCRIPCIÓN FÍSICA DE LA ESTACIÓN NEUMÁTICA PN-2800

La estación neumática ha sido cambiada a una nueva plataforma Logix que es manejada mediante la arquitectura de red abierta NetLinx la cual constituye la base de la red Ethernet/IP, además combina servicios de red con el protocolo CIP (Protocolo de Control e información).

El controlador utilizado es el CompactLogix de la familia de controladores Logix5000 de Allen Bradley cuyos controladores existentes se muestran en la Figura. 4.1.

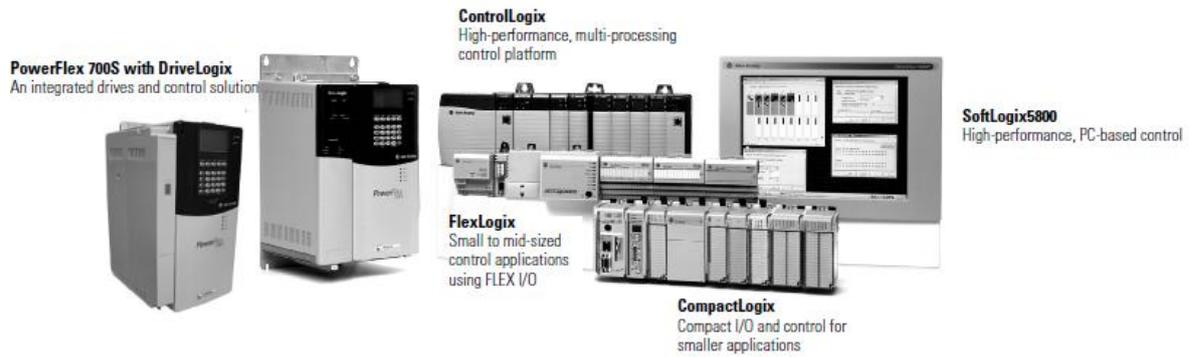


Figura. 4.1 Familia de Controladores Logix

Las características de este PAC es la flexibilidad de conectar tantos módulos de comunicación e I/O como se requiera en el proceso, utilizando un solo controlador, en este caso, la estación ha sido implementada con un controlador Compact Logix 1768-L43. Además se cuenta con un módulo de comunicación Ethernet/IP 1768-ENBT/A 10/100 Mbps, dos módulos de entradas digitales a 24VDC 1769-IQ16F, un módulo de salidas digitales protegidas a 24VDC 1769-OB16P, la fuente de alimentación 1768-PA3 y el fin de bus 1769-ECR.

4.1.1. Fuente de Alimentación 1768-PA3

La fuente de alimentación provee de energía mediante el backplane hacia los buses 1768 y 1769 y llegan a todos los módulos conectados a estos buses como muestra la Figura. 4.2.

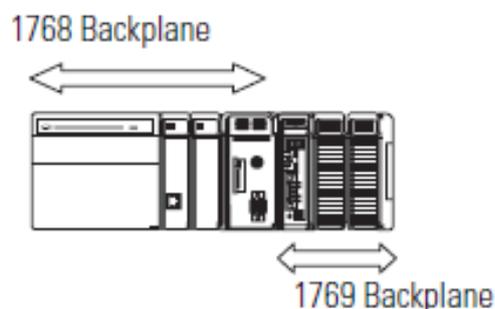


Figura. 4.2 Buses de backplane

En estos buses se ubican los módulos correspondientes teniendo en cuenta el slot en el cual se colocan como muestran la Figura. 4.3 y Figura. 4.4 .

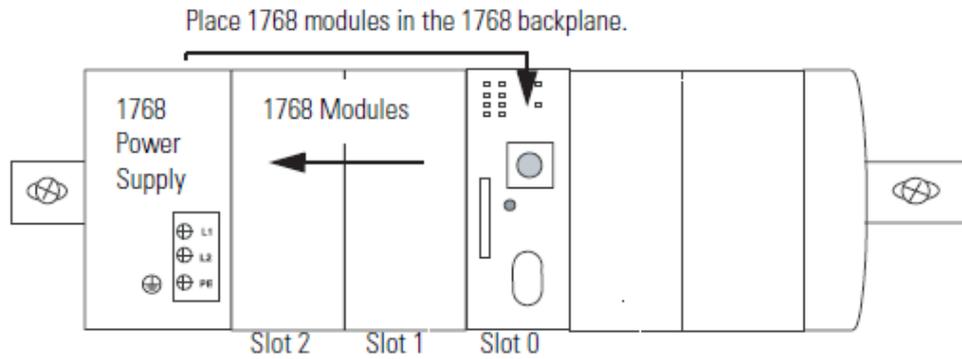


Figura. 4.3 Bus 1768 de Backplane

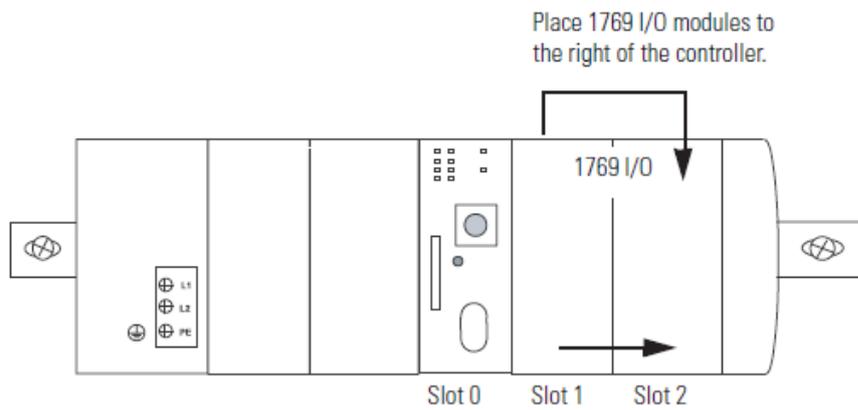


Figura. 4.4 Bus 1769 de Backplane

Las características de esta fuente de alimentación son las siguientes:

Atributo	Valor
Eficiencia	75%
Rango de Voltaje de Alimentación	85...265V ac 108...132V dc
Rango de frecuencia de entrada	47...63Hz (85...265V ac)

Potencia de entrada máxima	120 VA/120W
Corriente de irrupción nominal	25 A, 85...132V ac 50 A, 195...265V ac 25 A, 108...132V dc
Corriente de irrupción máxima	50 A, 85...132V ac 80 A, 195...265V ac
Potencia de disipación máxima	30 W
Protección interna de sobre corriente	Fusible no sustituible
Protección Externa recomendable	4...6A, 28.5...36.7 A ² S
Protección máxima de sobre corriente	15 A
Cable de alimentación de entrada	14 AWG, 75 °C
Cable para voltaje de terminal de salida	14...22 AWG, 75 °C, 24 V dc
Potencia de salida 90W, máx	24 V dc para backplane: 3.5 A 24 V dc para terminal de salida: 0.25 A
Potencia de salida 6 W, mín	24 V dc para backplane: 0.25 A 24 V dc para terminal de salida: 0.0 A

Tabla. 4.1 Especificaciones técnicas de Fuente de poder 1768-PA3

4.1.2. Controlador Compact Logix 1768-L43

Este controlador necesita los componentes antes mencionados como son fuente de alimentación 1768-PA3, y fin de bus 1769-ECR. En la Tabla. 4.2 se muestran las especificaciones del controlador.

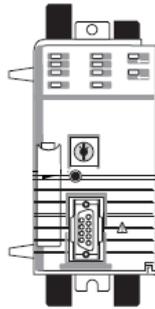


Figura. 4.5 Controlador Compact Logix 1768-L43

Atributo	Valor
Módulos 1768 que soporta el backplane	2
Corriente de backplane	1.3A , 24VDC
Corriente de salida del bus 1769 de backplane	2A, 5.2V - 1A, 24V
Bus 1768 de backplane	2.8 A, 5.2 V (4.8 A total)
Potencia de disipación	6.3 W
Potencia de consumo	31.3 W
Número de módulos 1769 I/O máx.	16
Número de módulo 1768 máx.	2
Cable serial RS-232 a utilizar	1756-CP3 y 1747-CP3
Longitud máxima de cable serial	15.2 m (50 ft)
Memoria	2M
Opciones de Comunicación	<ul style="list-style-type: none"> • Ethernet/IP módulos (1768-ENBT y 1768-EWEB). • ControlNet módulos (1768-CNB y 1768-CNBR). • DeviceNet módulo (1769-SDN). • Serial. • Modbus vía Rutina Ladder. • DH-485

Tabla. 4.2 Especificaciones técnicas de Controlador 1768-L43

Para la configuración del Scan Time se debe considerar la sobrecarga que se le dé al sistema, esto es, comunicación con programa y dispositivos HMI, así como en respuesta y transmisión de mensajes. Esta configuración se la realiza en el ítem opciones del controlador dentro del software RSLogix 5000. En la

Tabla. 4.33 se muestra el Scan Time según el porcentaje de sobrecarga.

Porcentaje de Tiempo	Scan Time
10%	9 ms
20%	4 ms
33%	2 ms
50%	1ms

Tabla. 4.3 Scan Time Controlador 1768-L43

4.1.3. Módulo de Comunicación Ethernet/IP 1768-ENBT

El módulo Ethernet/IP ofrece un conjunto completo de control, configuración y servicios de recolección de datos mediante el protocolo de control e información (CIP) sobre los protocolos estándar de Internet, como TCP / IP y UDP.

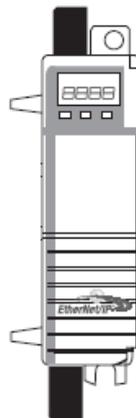


Figura. 4.6 Módulo de comunicación Ethernet/IP 1768-ENBT

Las características técnicas que tiene este controlador son las siguientes:

- Soporta mensajería, etiquetas productor-consumidor y I/O distribuidos
- Encapsulamiento de mensajes con protocolos TCP/UDP/IP
- Comparte una capa de aplicación común con ControlNet y DeviceNet
- Se conecta a través del conector RJ45.
- Soporta half/full-duplex de 10Mb o 100 Mb de operación.
- Compatible con switches estándar.

4.1.4. Módulo de I/O digitales 1769

Estos módulos pueden utilizarse como módulos locales para controladores Compac Logix, se fijan de forma mecánica por medio de un tongue-and-grove a una DIN Rail y poseen un bus de comunicación integrada que se conecta al bus 1769 del backplane. Para mayor seguridad cuentan con una cubierta móvil para proteger las entradas y salidas.



Figura. 0.7 Módulo de I/O 1769 para Compact Logix

A continuación en la tabla 4.4 y tabla 4.5 se muestran las especificaciones técnicas de lo módulo de entradas 1769-IQ16F y salidas 1769-OB16P:

	1769-IQ16F
Número de entradas	16 de alta velocidad
Voltaje de entrada	24V dc
Rango de Voltaje	10...30V dc, 30 °C 10..26.4V dc, 60 °C
Tiempo de transición de ON a OFF	1 ms
Corriente en estado ON	2 mA
Corriente en estado OFF	1.5 mA
Corriente de backplane a 5V	110 mA
Número de módulos recomendados	8

Tabla. 4.4 Especificaciones técnicas Módulo de entrada 1769-IQ16F

	1769-OB16P
Número de salidas	16 protegidas
Voltaje de salida	24V dc
Rango de Voltaje	20.4...26.4V dc
Corriente en estado OFF	1 mA, 26.4 V ac
Corriente por salida	0.5 A, 60 °C 1 A, 30 °C
Corriente por módulo	4 A, 60 °C 8 A, 30 °C
Corriente de backplane a 5V	160 mA
Número de módulos recomendados	8

Tabla. 4.5 Especificaciones técnicas Módulo de salida 1769-OB16P

4.1.5. Secciones de Estación Neumática PN-2800

La estación neumática PN-2800 cuenta con diferentes secciones centralizadas para diferenciar los elementos que intervienen dentro del proceso en la Figura. 4.8 se puede observar la estación neumática PN-2800.

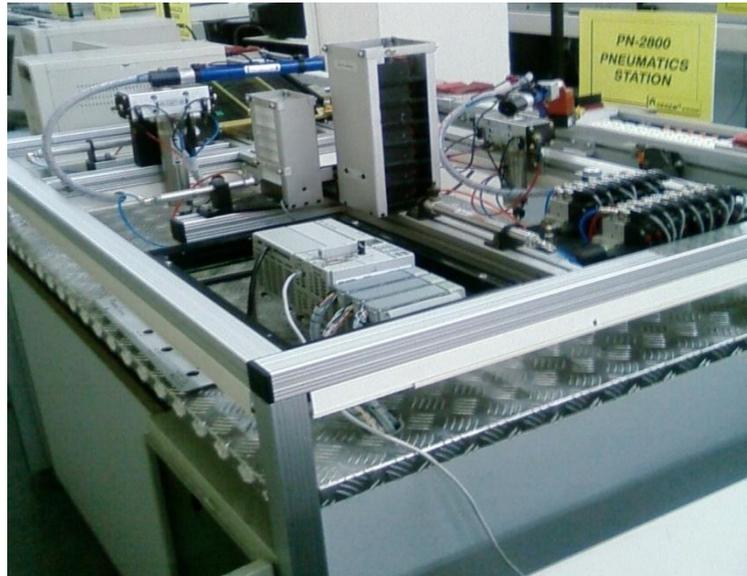


Figura. 4.8 Estación Neumática PN-2800

4.1.5.1. Sección de Electroválvulas

En esta sección se encuentran todas las electroválvulas que controlan los cilindros neumáticos de la estación, a una presión de 80 bares.



Figura. 4.9 Sección Electroválvulas

4.1.5.1.1. Sección de Palleta

En esta sección se encuentra el almacenador de palletas, la bandeja de palletas, el cilindro despachador de palletas y el sensor inductivo que sirve para verificar que exista material en el almacenador.

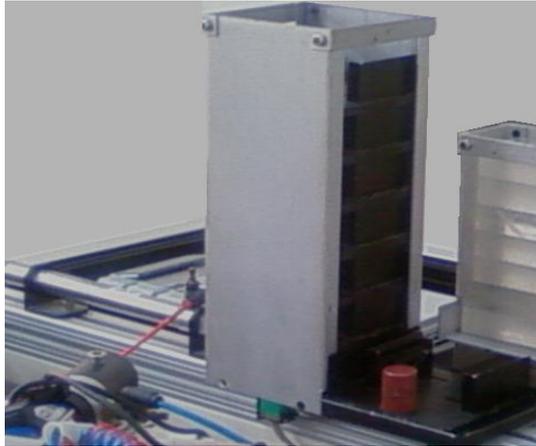


Figura. 4.10 Sección Palletas

4.1.5.1.2. Sección de Batch

En esta sección se encuentra el almacenador de batchs, el cilindro despachador de batchs y el sensor inductivo que sirve para verificar que material en el almacenador.



Figura. 4.11 Sección Batch

4.1.5.1.3. Sección de Bandeja Inclinada y Manipulador

En esta sección se encuentran el manipulador de bandeja inclinada, la bandeja inclinada, los cilindros de descarga, el cilindro de barrido y tres sensores que sirven para; verificar que existan cilindros grande o pequeño y material en el área de despacho.

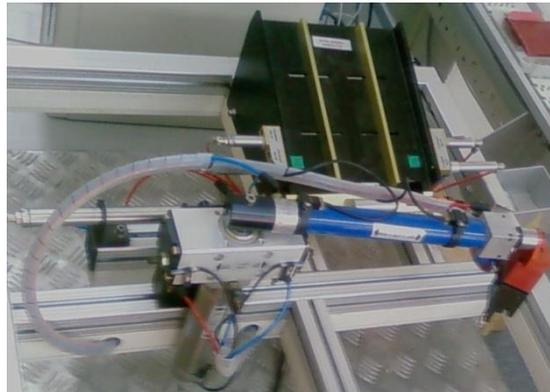


Figura. 4.12 Sección Bandeja Inclinada y Manipulador

4.1.5.1.4. Sección de Entrega

En esta sección se encuentran el manipulador de entrega y recepción que lleva el material producido por la estación neumática hacia el conveyor del CIM.



Figura. 4.13 Sección de Entrega

4.1.5.1.5. Sección de Distribución de Señales

En esta sección se encuentra la alimentación tanto del PAC como de los módulos entrada y salida, así mismo como la distribución de todas las señales de entrada y salida y el circuito reductor que se alimenta a un voltaje de 208VAC y transforma a un voltaje de 24VDC para la alimentación de todos los circuitos que

intervienen en el proceso de la estación neumática sin olvidar los fusibles contra sobre corriente.

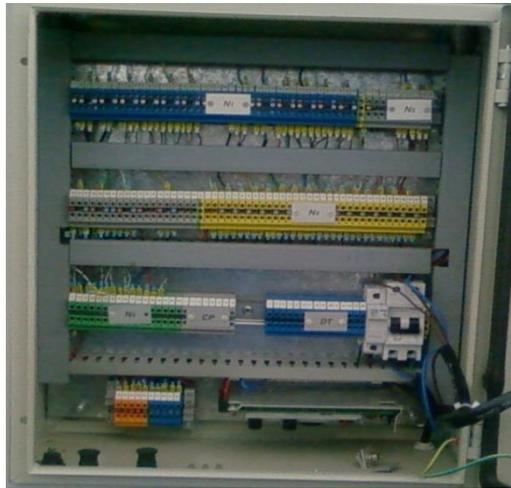


Figura. 4.14 Sección Distribución de Señales

En la Tabla. 4.6 se muestra la codificación de todas las señales tomadas con referencia del programa realizado en RSLogix 5000.

ALMACENES DE PALLETAS Y BATCHS			
VARIABLE	ENTRADA PLC	SALIDA PLC	NUMERACIÓN GAVETA
senspalleta	M1-0		17BN3
sensbatch	M1-1		8BN3
sensfuerafall	M1-2		7BN3
cilinpalletas		M3-0	20AN4
cilinbatch		M3-1	19AN4

BANDEJA INCLINADA			
VARIABLE	ENTRADA PLC	SALIDA PLC	NUMERACIÓN GAVETA
sensmetapeq	M1-3		10BN3
sensmetagran	M1-4		9BN3
senshaymetal	M1-5		14BN3
cilmetpeqarriba		M3-2	14AN4
cilmetpeqabajo		M3-3	15AN4
cilmetgranarriba		M3-4	16AN4
cilmetgranabajo		M3-5	17AN4
cilindrobarrido		M3-6	18AN4

MANIPULADOR DE BANDEJA INCLINADA			
VARIABLE	ENTRADA PLC	SALIDA PLC	NUMERACIÓN GAVETA
brasensarr5	M1-6		14BN1
brasensaba5	M1-7		15BN1
brasensdere6	M1-8		16BN1
brasensizqu6	M1-9		17BN1
brasenssal7	M1-10		18BN1
brasensmet7	M1-11		19BN1
brabaja5		M3-7	7AN4
bragira6		M3-8	8AN4
brasale7		M3-9	9AN4
bragripper		M3-10	10AN4

MANIPULADOR DE ENTREGA Y RECEPCIÓN			
VARIABLE	ENTRADA PLC	SALIDA PLC	NUMERACIÓN GAVETA
subirON1	M1-12		3BN1
bajoON1	M1-13		4BN1
giropalleta2	M1-14		6BN1
girobandeja2	M1-15		5BN1
metido3	M2-0		8BN1
salido3	M2-1		9BN1
activarsalida1		M3-11	3AN4
girar2		M3-12	4AN4
salida3		M3-13	5AN4
gripper		M3-14	6AN4

Tabla. 4.6 Codificación de Señales dentro de la Estación Neumática PN-2800

4.2. PRUEBAS EXPERIMENTALES

Para realizar las pruebas experimentales se han tomado en cuenta los procesos realizados para la entrega de cada material por la Estación Neumática PN-2800. En la Tabla. 4.7 se muestran todos los procesos antes mencionados.

Proceso	Descripción
Proceso 1	Entrega de Palleta Vacía
Proceso 2	Entrega de Palleta con batch
Proceso 3	Entrega de Palleta con cilindro pequeño
Proceso 4	Entrega de Palleta con cilindro grande

Tabla. 4.7 Procesos de la Estación Neumática PN-2800

4.2.1. Entrega de Palleta Vacía

En el proceso de entrega de palleta vacía se han verificado: el funcionamiento del cilindro de despacho, ubicación del almacenador, sensibilidad del sensor de presencia de palleta y el tiempo de comunicación entre el controlador a la PC como del controlador al sistema. En la Tabla. 4.8 se muestran los parámetros medidos en la estación.

PARÁMETROS MEDIDOS	RESULTADO
Repeticiones realizadas	5
Repeticiones exitosas	5
Tiempo de demora entre repeticiones	3 s
Tiempo de demora en iniciar proceso	1 s
Tiempo de ejecución de proceso	9 s
Problemas observados	<ul style="list-style-type: none"> • Inestabilidad en manipulador de entrega y recepción debido al desgaste mecánico. • Accionamiento de alarma de ausencia de palleta debido a mala configuración de tiempo en programa.
Soluciones propuestas para problemas presentados	<ul style="list-style-type: none"> • Aumentar tiempo de accionamiento de alarma en programa de HMI. • Calibrar la entrada de aire mediante las válvulas reguladoras, para disminuir el golpeteo producido por una velocidad que no puede soportar el cilindro.

Tabla. 4.8 Pruebas en proceso de Palleta Vacía

4.2.2. Entrega de Palleta con Batch

En el proceso de entrega de palleta con batch se han verificado: el funcionamiento del cilindro de despacho, ubicación del almacenador, sensibilidad del sensor de presencia de batch y el tiempo de comunicación entre el controlador a la PC como del controlador al sistema. En la Tabla. 4.9 se muestran los parámetros medidos en la estación.

PARÁMETROS MEDIDOS	RESULTADO
Repeticiones realizadas	5
Repeticiones exitosas	3
Tiempo de demora entre repeticiones	3 s

Tiempo de demora en iniciar proceso	1 s
Tiempo de ejecución de proceso	11 s
Problemas observados	<ul style="list-style-type: none"> • Inestabilidad en manipulador de entrega y recepción debido al desgaste mecánico. • Mala inserción de batch en palleta debido a obstrucción provocada por mala orientación de almacenador de batchs. • Accionamiento de alarma incorrecta debido a envío erróneo de dato al controlador
Soluciones propuestas para problemas presentados	<ul style="list-style-type: none"> • Calibrar la entrada de aire mediante las válvulas reguladoras, para disminuir el golpeteo producido por una velocidad que no puede soportar el cilindro. • Ajustar almacenador y dar una mejor orientación para evitar obstrucciones de material. • Enviar datos diferentes de cero para evitar el accionamiento erróneo de la alarma de material.

Tabla. 4.9 Pruebas en proceso de Palleta con Batch

4.2.3. Entrega de Palleta con cilindro pequeño

En el proceso de entrega de palleta con cilindro pequeño se han verificado: la descarga del material en bandeja inclinada hacia área de despacho, el funcionamiento del manipulador de bandeja inclinada, el accionamiento del cilindro de barrido, la sensibilidad del sensor de presencia de cilindro pequeño y el tiempo de comunicación entre el controlador a la PC como del controlador al sistema. En la Tabla. 4.10 se muestran los parámetros medidos en la estación.

PARÁMETROS MEDIDOS	RESULTADO
Repeticiones realizadas	8
Repeticiones exitosas	6
Tiempo de demora entre repeticiones	3 s
Tiempo de demora en iniciar proceso	1 s
Tiempo de ejecución de proceso	14 s
Problemas observados	<ul style="list-style-type: none"> • Inestabilidad en manipulador de entrega y recepción debido al desgaste mecánico. • Mala inserción de cilindro en palleta debido inestabilidad presentada en manipulador de bandeja inclinada. • Descarga fallida debido a mala

	<p>configuración de timers en programa.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Salida fallida de cilindro de barrido debido a mala ubicación de Sensor de presencia en área de despacho de bandeja inclinada.
Soluciones propuestas para problemas presentados	<ul style="list-style-type: none"> • Calibrar la entrada de aire mediante las válvulas reguladoras, para disminuir el golpeteo producido por una velocidad que no puede soportar el cilindro. • Colocar sensor de presencia al final de la carrera del pistón del cilindro de barrido para evitar error en el regreso del mismo.

Tabla. 4.10 Pruebas en proceso de Palleta con Cilindro Pequeño

4.2.4. Entrega de Palleta con cilindro grande

En el proceso de entrega de palleta con cilindro grande se han tomado en cuenta: la descarga del material en bandeja inclinada hacia área de despacho, el funcionamiento del manipulador de bandeja inclinada, la sensibilidad del sensor de presencia de cilindro pequeño y el tiempo de comunicación entre el controlador a la PC como del controlador al sistema.. En la Tabla. 4.11 se muestran los parámetros medidos en la estación.

PARÁMETROS MEDIDOS	RESULTADO
Repeticiones realizadas	8
Repeticiones exitosas	6
Tiempo de demora entre repeticiones	3 s
Tiempo de demora en iniciar proceso	1 s
Tiempo de ejecución de proceso	13 s
Problemas observados	<ul style="list-style-type: none"> • Inestabilidad en manipulador de entrega y recepción debido al desgaste mecánico. • Mala inserción de cilindro en palleta debido inestabilidad presentada en manipulador de bandeja inclinada.
Soluciones propuestas para problemas presentados	<ul style="list-style-type: none"> • Calibrar la entrada de aire mediante las válvulas reguladoras, para disminuir el golpeteo producido por una velocidad que no puede soportar el cilindro.

Tabla. 4.11 Pruebas en proceso de Palleta con Cilindro Grande

4.3. ANÁLISIS TÉCNICO DEL FUNCIONAMIENTO DE LA ESTACIÓN NEUMÁTICA PN-2800 CON EL CONTROLADOR COMPACT LOGIX

En las pruebas experimentales se han observado las mejoras y fallas que presenta el funcionamiento de la estación, las cuales se detallan a continuación.

- La velocidad de transmisión de controlador a PC varía debido a la velocidad de procesamiento del microcontrolador de la PC, por esto la animación realizada dentro de la HMI no se presentará en tiempo real.
- La velocidad de respuesta entre la presión de un botón dentro de la interfaz y el actuador en la estación se considera en tiempo, ya que se maneja alta velocidad de transmisión por ser una red Ethernet de 10 Mbits/s y no se produce interferencia en los cables de las señales porque la estación no se encuentra en un área de ruido constante debido a presencia de motores.
- Existe un problema en los actuadores neumáticos, el cual es la no advertencia de la falta de presión, pues el sensor de presión no se encuentra en funcionamiento por lo cual si hubiera alguna falla el proceso empezará a realizarse mas no se podrá ejecutar totalmente.
- La ejecución de todos los procesos se realizan en menor tiempo ya que la plataforma Logix presenta mejores prestaciones que la utilizada antiguamente dentro del CIM, red Modbus entre PLC's y Modbus plus entre PLC y PC, cuya velocidad de 1 Mbit/s es mucho menor que la velocidad Ethernet mínima de 10Mbits/s.
- La estructura de cableado de la estación se ha reducido ya que para la transmisión de datos entre controladores y PC's solamente se tiene un cable par trenzado y ya no existe la necesidad de conducir cables para manejar 8 o 10 bits y realizar barrido de la señal para conseguir la comunicación, y además esta red permite manejar hasta 64 nodos de comunicación que la hacen una red más amplia y flexible.

4.4. RESULTADOS

Los resultados obtenidos con la inserción de esta plataforma dentro del CIM se detallan a continuación:

- a. Configuración de dispositivos de red desde una ubicación centralizada ya sea que el proceso este en marcha (en caliente) mediante lógica de controlador sin alterar el funcionamiento del sistema.
- b. Recepción de datos en HMI sin necesidad de configurar o programar el tráfico de la red con programación adicional en el controlador.
- c. Mayor velocidad de respuesta tanto en actuadores como en PC debido a velocidad que maneja la red Ethernet/IP.
- d. Conexión de equipos similares de forma autónoma sin necesidad de un coprocesador para el control de la red.
- e. Mejor respuesta a elevadas temperaturas debido a las características presentadas en los equipos que son Clase 1 División 2.
- f. Permite un intercambio de datos en tiempo real con transmisión de mensajes entre controladores cuya palabra de datos es de 32 bits.
- g. 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.
- h. Menor cantidad de cableado en la estación ya que se requiere menor cantidad de cables para la configuración de un equipo y la transmisión de datos.
- i. El modelo productor-consumidor y mensajería presenta mejores prestaciones, ya que los dispositivos similares se pueden comunicar de forma autónoma sin necesidad de un dispositivo maestro que controle la red.
- j. La repetitividad del proceso es de un 90% debido a problemas presentados en el área mecánica que no ofrece las mismas prestaciones que la programación realizada en subrutinas que evitan datos con valores previos de proceso a proceso dentro del controlador.

- k. Poder realizar un cambio de controlador en caliente sin necesidad de parar el proceso y desperdiciar tiempo de producción.

4.5. LIMITACIONES

Las limitaciones presentadas en el funcionamiento de la Estación Neumática PN-2800 se detallan a continuación:

- a. Velocidad de ejecución menor del proceso debido al desgaste mecánico sufrido por los actuadores (cilindros) dentro de la estación.
- b. Manejo de variables analógicas que permitan realizar un control de calidad dentro de la estación debido a la falta de módulos analógicos en el laboratorio.
- c. Obstrucción en la salida de batchs debido al mal dimensionamiento del almacenador.
- d. Mala elaboración de batch dentro del CIM lo cual perjudica en la entrega del mismo ya que se traba dentro del almacenador de la estación.
- e. Falta de prevención ante una falla de presión por el compresor suministrador de aire debido a la avería del sensor ubicado para ello.
- f. Una limitación importante es el no poder contar con la conexión de más de dos módulos de comunicación dentro del PAC ya que las características del mismo no lo permiten, evitando así el manejo de tres redes dentro del CIM.

CAPITULO 5

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

CAPITULO 5

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. CONCLUSIONES

1. 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.
2. 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.
3. 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.
4. 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.
5. 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 representa una gran ventaja para el control de un proceso.

6. 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.
7. 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.
8. 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.
9. 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.
10. 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.
11. 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.

12. 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.
13. 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.

5.2. RECOMENDACIONES

1. 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.
2. 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.
3. 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.
4. 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.

5. 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.

ANEXOS

ANEXO 1

CILINDRO DE SIMPLE ACCION TIPO S

ANEXO 2

CILINDRO DE DOBLE ACCION TIPO D

ANEXO 3

MANIPULADOR NEUMATICO Y SENSORES INDUCTIVOS TIPO SWITCHES

ANEXO 4

VALVULAS SELENOIDES TIPO 310 Y 410

ANEXO 5

ANALISIS INTERNO DE LAS VLAVULAS SOLENOIDES TIPO 310 Y 410

ANEXO 6

SENSORES INDUCTIVOS DE LAS VALVULAS SOLENOIDES TIPO 310 Y 410

ANEXO 7

SENSOR INDUCTIVO DE PROXIMIDAD TIPO CILINDRO

ANEXO 8, 9 Y 10

**DIAGRAMA DE CONEXIONADO DE LOS MODULOS DE ENTRADA
Y SALIDA**

ANEXO 11

LISTADO DE SEÑALES DE LA ESTACION NEUMATICA PN-2800

ANEXO 12

ESQUEMA GENERAL DEL CONTROLADOR COMPACTLOGIX 1768-L43

ANEXO 13

CONEXIÓNADO ELECTRICO PANEL FRONTAL

ANEXO 14

PROGRAMACION DEL PLC COMPACTLOGIX 5000

ANEXO 15

PROGRAMACION GRAFICA DEL PLC COMPACTLOGIX 5000

ANEXO 16

UNIDAD DE MANTENIMIENTO NEUMATICA

BIBLIOGRAFIA

- www.uv.es/~rosado/sid/Capitulo6_Scada.pdf
- <http://www.automatas.org/redes/scadas.htm>
- <http://www.monografias.com/trabajos6/inus/inus.shtml>
- http://www.grancomo.com/e/definiendo_el_interfaz_de_usuario.php
- <http://www.desarrolloweb.com/articulos/1513.php?manual=5>
- <http://www.uag.mx/66/proceso2.htm>
- <http://www.uco.es/~el1momua/ergonomia/>
- <http://www.gsi.dit.upm.es/~fsaez/OtrosArticulos/usabilidadp.html>
- <http://planeta.gaiasur.com.ar/infoteca/siggraph99/disenodeinterfaces-y-usabilidad.html>
- <http://www.poynterextra.org/cp/>
- <http://www.colormatters.com/colortheory.html>
- <http://www.edicionsupc.es/ftppublic/pdfmostra/OE03106M.pdf>
- http://literature.rockwellautomation.com/idc/groups/public/documents/webasets/browse_results.hcst?lineTitle=1769%20Compact%20I/O&familyTitle=Cassis%20Based%20I/O&categoryTitle=I/O&xLanguage=EN%20-%20English&CategoryId=0014&FamilyId=0104&passedLangVal=EN%20-%20English
- http://literature.rockwellautomation.com/idc/groups/literature/documents/rn/1769-rn002_-en-p.pdf
- http://literature.rockwellautomation.com/idc/groups/literature/documents/rn/1769-rn002_-en-p.pdf
- http://literature.rockwellautomation.com/idc/groups/literature/documents/rn/1769-rn002_-en-p.pdf
- http://literature.rockwellautomation.com/idc/groups/literature/documents/pp/1756-pp004_-en-p.pdf
- http://literature.rockwellautomation.com/idc/groups/literature/documents/pp/1756-pp004_-en-p.pdf

INDICE DE FIGURAS

Figura 1.1. Pirámide de Automatización Industrial - 15 -

Figura.1.2. Sistema de Comunicaciones en la Pirámide de Automatización... - 16 -

Figura.1.3. Estación PN-800 - 17 -

Figura.1.4. Storage de prismas ST-01 - 18 -

Figura.1.5. Storage de paletas ST-02..... - 18 -

Figura.1.6. Storage de cilindros LS-01/02 - 19 -

Figura.1.7. Storage de cilindros y plataforma receptora LS-03..... - 20 -

Figura.1.8. Manipulador de cilindros MC-01 - 20 -

Figura.1.9. Manipulador de despacho MD-01..... - 21 -

Figura.1.10. Electroválvulas - 21 -

Figura.1.11. Gabinete eléctrico - 22 -

Figura.2.1. Modelo Maestro/Esclavo..... - 27 -

Figura.2.2. Modelo jerárquico de comunicación - 27 -

Figura.2.3. Modelo Maestro/Esclavo..... - 28 -

Figura.2.4. Direccionamiento del protocolo Modbus - 28 -

Figura.2.5. PDU y ADU de Modbus - 29 -

Figura.2.6. Modos de transmisión serial de Modbus - 30 -

Figura.2.7. Modo de comunicación serial RTU - 30 -

Figura.2.8. Modo de comunicación serial ASCII..... - 31 -

Figura.2.9. Acceso a la capa de Aplicación Modbus..... - 32 -

Figura.2.10. Arquitectura del controlador 984 - 33 -

Figura.2.11. Vista frontal del Controlador 984-130-COMPACT-A120. - 34 -

Figura. 2.12. Ventana de la aplicación CDMODSOFT - 35 -

Figura. 2.13. Topología de la Red Ethernet - 38 -

Figura. 2.14. Fuente de alimentación..... - 41 -

Figura. 2.14. Memoria Interna del Controlador - 43 -

Figura. 2.15. Vista frontal del la Unidad de Control Central de la Estación PN-2800 (Controlador). - 44 -

Figura. 2.16 - 49 -

Figura. 2.17. Expansión del controlador 1768-L43 mediante bancos..... - 50 -

Figura. 2.18 Modo de configuración 0Vdc común..... - 51 -

Figura. 2.19 Modo de configuración +Vdc común..... - 52 -

Figura. 2.20. Módulo digital de entrada 1769-IQ16F - 52 -

Figura. 2.21. Arreglo de diodos 1N4004. - 54 -

Figura. 2.22. Configuración Interna del Módulo 1769-OB16..... - 54 -

Figura. 2.23. Módulo digital de salida 1769-OB16 - 55 -

Figura. 2.24 Módulo de Ethernet 1768-ENBT. - 58 -

Figura. 2.26. Diagrama de Conexionado del Panel Frontal de la Estación neumática PN-2800	- 60 -
Figura. 2.27. Compresor alternativo	- 62 -
Figura. 2.27. Unidad de Mantenimiento y su Representación Esquemática- 64 -	-
Figura. 2.28. Cilindro de Simple Acción y su representación Esquemática - 65 -	-
Figura. 2.29. Cilindro de Doble Acción y su representación Esquemática- 66 -	-
Figura. 2.30. Cilindro de Eje Giratorio	- 67 -
Figura. 2.31. Fijación de Cilindros	- 67 -
Figura. 2.32. Manipulador SDA40.....	- 68 -
Figura. 2.33. Funcionamiento de Un pistón con una Válvula 5/2	- 69 -
Figura. 2.34. Electroválvula 3/2 y su Esquemático.....	- 69 -
Figura. 2.35. Partes de un sensor Inductivo	- 71 -
Figura. 2.36. Sensor Blindado y no Blindado	- 71 -
Figura. 2.37. Diagrama de conexionado de los sensores de proximidad de 2 hilos.....	- 72 -
Figura. 2.38. Diagrama de conexionado de los sensores de proximidad de 2 hilos.....	- 73 -
Figura. 2.39. PAC 1768-L43.....	- 74 -
Figura. 3.1 Dongle para activación de Software	- 78 -
Figura. 3.2 Detección automática de Dongle	- 79 -
Figura. 3.3 Parar utilización de Dongle.....	- 79 -
Figura. 3.4 Elección de Controlador en archivo nuevo.....	- 80 -
Figura. 3.5 Nuevo Módulo de Comunicaciones	- 81 -
Figura. 3.6 Selección de Módulo de Comunicaciones	- 82 -
Figura. 3.7 Asignación de parámetros de módulo de comunicación	- 82 -
Figura. 3.8 Nuevo módulo de entradas o salidas	- 83 -
Figura. 3.9 Selección de Módulo de entradas o salidas	- 84 -
Figura. 3.10 Asignación de parámetros de módulo de entradas y salidas - 85	-
-Figura. 3.11 Tipos de Programación en Compact Logix.....	- 86 -
Figura. 3.12 Creación de Rutinas.....	- 87 -
Figura. 3.13 Configuración de Nueva Rutina	- 87 -
Figura. 3.14 Tipo de Variable dentro de programa	- 88 -
Figura. 3.15 Asignación de Variable a Módulos de Entrada	- 89 -
Figura. 3.16 Asignación de Variable a Módulos de Salida.....	- 90 -
Figura. 3.17 Variables dentro de Programa.....	- 90 -
Figura. 3.18 Asignación de Variable a elementos de Programación	- 91 -
Figura. 3.19 Variables asignadas	- 91 -
Figura. 3.20 Variable de Controlador tipo MESSAGE	- 92 -
Figura. 3.21 Variables para envío de mensajes	- 93 -
Figura. 3.22 Asignación de variable tipo MESSAGE	- 93 -

Figura. 3.23 Configuración del elemento de lenguaje MESSAGE para envío . -	
94 -	
Figura. 3.24 Path para envío de Mensaje	- 94 -
Figura. 3.25 Configuración del elemento de lenguaje MESSAGE para	
recepción	- 95 -
Figura. 3.26 Definición de estados por el color	- 107 -
Figura. 3.27 Tipos de Contraste	- 108 -
Figura. 3.28 Selección de Edition en Factory Talk View ME.....	- 110 -
Figura. 3.29 Parámetros de una nueva interfaz	- 111 -
Figura. 3.30 Configuración de Comunicación	- 112 -
Figura. 3.31 Path de Comunicación al Controlador en Modo de Diseño -	112 -
Figura. 3.32 Añadir Nuevo Dispositivo en Modo de Corrida	- 113 -
Figura. 3.33 Añadir módulo de Comunicación Ethernet en Modo de Corrida -	113 -
Figura. 3.34 Dirección IP de módulo de Comunicación en Modo de Corrida . -	114 -
Figura. 3.35 Añadir Controlador en Modo de Corrida	- 114 -
Figura. 3.36 Asignación de Slot de Controlador en Modo de Corrida	- 115 -
Figura. 3.37 Nueva Ventana en Interfaz.....	- 115 -
Figura. 3.38 Guardar Nueva Ventana.....	- 116 -
Figura. 3.39 Icono de Corrida de Programa	- 117 -
Figura. 3.40 Carátula HMI de Estación Neumática PN-2800	- 117 -
Figura. 3.41 Usuarios de HMI	- 119 -
Figura. 3.42 Creando Nuevo Usuario.....	- 120 -
Figura. 3.43 Configuración de Parámetros de Nuevo Usuario	- 121 -
Figura. 3.44 Nuevo Usuario	- 121 -
Figura. 3.45 Restricción de Pantallas	- 122 -
Figura. 3.46 Display Settings.....	- 123 -
Figura. 3.47 Asignación de Letra a Cada Pantalla.....	- 123 -
Figura. 3.48 Opción para Cambios en parámetros de Usuarios	- 124 -
Figura. 3.49 Configuración nueva de parámetros de usuarios	- 125 -
Figura. 3.50 Login Button	- 126 -
Figura. 3.51 Goto Display Button.....	- 127 -
Figura. 3.52 Animación de visibilidad de un botón	- 128 -
Figura. 3.53 Asignación de tecla a un botón.....	- 128 -
Figura. 3.54 Timer display button	- 129 -
Figura. 3.55 Pantalla Principal HMI de Estación Neumática PN-2800.....	- 130 -
Figura. 3.56 Momentary Push Button	- 131 -
Figura. 3.57 Asignación de Variable de Controlador	- 132 -
Figura. 3.58 Multistate Indicator.....	- 133 -
Figura. 3.59 Variable Análoga de memoria de MHI.....	- 133 -
Figura. 3.60 Interlocked Push Button	- 134 -
Figura. 3.61 Asignación de variable a botón.....	- 135 -

Figura. 3.62 String Display	- 136 -
Figura. 3.63 Texto en un String Display	- 137 -
Figura. 3.64 Display List Selector	- 138 -
Figura. 3.65 Enlace a Ventana del Display List Selector	- 138 -
Figura. 3.66 Elementos de navegación para Display List Selector	- 139 -
Figura. 3.67 Enlace de botones de navegación a Display List Selector .	- 139 -
Figura. 3.68 Pantalla Modo Automático HMI de Estación Neumática PN-2800-141 -	
Figura. 3.69 Asignación de variable de controlador en un String Display-	142 -
-	
Figura. 3.70 Pantalla Modo Semiautomático HMI de Estación Neumática PN-2800	- 143 -
Figura. 3.71 Numeric Input Cursor.....	- 145 -
Figura. 3.72 Asignación de variable a un Numeric Input Cursor Point...	- 145 -
Figura. 3.73 Asignación de variable de Controlador a Multistate Push Button	- 146 -
Figura. 3.74 Asignación de valor a estado de Multistate Push Button...	- 147 -
Figura. 3.75 Pantalla Modo Manual HMI de Estación Neumática PN-2800-	148 -
-	
Figura. 3.76 Pantalla Animación de Proceso HMI de Estación Neumática PN-2800	- 150 -
Figura. 3.77 Pantalla Salida de Interfaz de Estación Neumática PN-2800 -	151 -
-	
Figura. 3.78 Shutdown Button.....	- 152 -
Figura. 3.79 Close Display Button	- 153 -
Figura. 3.80 Pantalla Trends de Estación Neumática PN-2800.....	- 154 -
Figura. 3.81 Trends Object	- 155 -
Figura. 3.82 Asignación de Variable a Trend	- 155 -
Figura. 3.83 Asignación de tipo de variable en Trend.....	- 156 -
Figura. 3.84 Bar Graph.....	- 156 -
Figura. 3.85 Asignación de límites en el Bar Graph	- 157 -
Figura. 3.86 Asignación de variable en el Bar Graph	- 157 -
Figura. 3.87 Pantalla de Alarmas MHI de Estación Neumática PN-2800.	- 158 -
Figura. 3.88 Alarm Setup	- 159 -
Figura. 3.89 Pestaña Trigger de Alarm Setup	- 160 -
Figura. 3.90 Pestaña Messages de Alarm Setup	- 161 -
Figura. 3.91 Pestaña Advanced de Alarm Setup	- 162 -
Figura. 3.92 Alarm List.....	- 162 -
Figura. 3.93 Selección de Alarmas en un Alarm List	- 163 -
Figura. 3.94 Botones de ayuda en un Alarm List.....	- 164 -
Figura. 3.95 Alarm Status List.....	- 165 -
Figura. 3.96 Selección de alarmas en un Alarm Status List	- 165 -
Figura. 3.97 Botones de ayuda en un Alarm Status List.....	- 166 -

Figura. 3.98 Comunicación Ethernet/IP	- 167 -
Figura. 3.99 Máscara y puerta de enlace	- 169 -
Figura. 3.100 Dirección de Módulo Ethernet.....	- 169 -
Figura. 3.101 Dirección IP.....	- 169 -
Figura. 3.102 Selección de Dispositivo	- 170 -
Figura. 3.103 Asignación de dirección IP al controlador mediante conexión serial.....	- 171 -
Figura. 3.104 RSLinx Classic.....	- 171 -
Figura. 3.105 Driver para dispositivos Ethernet	- 172 -
Figura. 3.106 Dirección IP de dispositivos Ethernet	- 172 -
Figura. 3.107 Driver configurado satisfactoriamente.....	- 173 -
Figura. 3.108 Red Ethernet/IP del CIM	- 174 -
Figura. 3.109 Modelo TCP/IP	- 176 -
Figura. 3.110 Encabezado de segmento UDP	- 176 -
Figura. 3.111 Comunicación Full Dúplex.....	- 179 -
Figura. 3.112 Topología en estrella.....	- 180 -
Figura. 4.1 Familia de Controladores Logix	- 183 -
Figura. 4.2 Buses de backplane	- 183 -
Figura. 4.3 Bus 1768 de Backplane.....	- 184 -
Figura. 4.4 Bus 1769 de Backplane.....	- 184 -
Figura. 4.5 Controlador Compact Logix 1768-L43.....	- 186 -
Figura. 4.6 Módulo de comunicación Ethernet/IP 1768-ENBT.....	- 187 -
Figura. 4.7 Módulo de I/O 1769 para Compact Logix	- 188 -
Figura. 4.8 Estación Neumática PN-2800	- 190 -
Figura. 4.9 Sección Electroválvulas	- 190 -
Figura. 4.10 Sección Palletas	- 191 -
Figura. 4.11 Sección Batch.....	- 191 -
Figura. 4.12 Sección Bandeja Inclinada y Manipulador	- 192 -
Figura. 4.13 Sección de Entrega	- 192 -
Figura. 4.14 Sección Distribución de Señales	- 193 -

INDICE DE TABLAS

Tabla. 2.1. Status de la Fuente de Alimentación..... - 42 -

Tabla. 2.2. Tabla de estados del Controlador. - 48 -

Tabla. 2.3 Tipos de cables utilizados para conectar terminales de bus - 50 -

Tabla .2.5. Características físicas del modulo de salida 1769-OB16 - 55 -

Tabla 2.6. Características del Módulo Ethernet 1768-ENBT - 57 -

Tabla 2.7. Estados de los led's indicadores del Módulo Ethernet 1768-ENBT - 59 -

Tabla 2.8. Elementos de la estación Neumática PN-2800 - 61 -

Tabla 2.9. Factores de Corrección de los sensores inductivos - 71 -

Tabla 2.10. Variables y su conexionado en el PAC y la gaveta de conexionado - 75 -

Tabla. 3.1 Software necesario para Controlador Compact Logix - 77 -

Tabla. 3.2 Códigos para entrega de Productos - 96 -

Tabla. 3.3 Tareas de la HMI..... - 105 -

Tabla. 3.4 Objetivos de una HMI..... - 106 -

Tabla. 3.5 Módulos de controladores Logix..... - 167 -

Tabla. 3.6 Datos necesarios para dispositivo Ethernet/IP - 168 -

Tabla. 4.1 Especificaciones técnicas de Fuente de poder 1768-PA3..... - 185 -

Tabla. 4.2 Especificaciones técnicas de Controlador 1768-L43..... - 186 -

Tabla. 4.3 Scan Time Controlador 1768-L43 - 187 -

Tabla. 4.4 Especificaciones técnicas Módulo de entrada 1769-IQ16F.... - 189 -

Tabla. 4.5 Especificaciones técnicas Módulo de salida 1769-OB16P..... - 189 -

Tabla. 4.6 Codificación de Señales dentro de la Estación Neumática PN-2800 - 194 -

Tabla. 4.7 Procesos de la Estación Neumática PN-2800..... - 194 -

Tabla. 4.8 Pruebas en proceso de Palleta Vacía..... - 195 -

Tabla. 4.9 Pruebas en proceso de Palleta con Batch - 196 -

Tabla. 4.10 Pruebas en proceso de Palleta con Cilindro Pequeño - 197 -

Tabla. 4.11 Pruebas en proceso de Palleta con Cilindro Grande..... - 197 -

GLOSARIO

- **Manufactura:** Consiste en la transformación de materias primas en productos terminados, ya sea de forma manual o mediante máquinas.
- **CAD:** Computer Aided Design (Diseño Asistido por Computadora)
- **CAM:** Computer Aided Manufacturing (Manufactura Asistida por Computadora)
- **CIM:** Computer Integrated System (Manufactura integrada por computadora).
- **Bus:** Enlace común, vía de interconexión.
- **Modbus:** Protocolo de comunicaciones situado en el nivel 7 del modelo OSI.
- **HMI:** Human machine interface (Interfaz Hombre Máquina)
- **Tag:** Es el nombre que se le asigna a una variable para identificarla (Etiqueta).
- **BOOTP:** Protocolo de gama inferior que proporciona comunicaciones a otros nodos en la red TCP/IP.
- **Gateway:** Módulo o conjunto de módulos que permite comunicaciones entre nodos en redes diferentes.
- **Dirección IP:** Identificador de 32 bits para cada nodo en la red de protocolo internet.

ACTA DE ENTREGA

El proyecto fue entregado al Departamento de Eléctrica y Electrónica y reposa en la Escuela Politécnica del Ejército desde:

Sangolquí, a _____

Ing. Víctor
Proaño
COORDINADOR DE
CARRERA

Sr. Dr. Jorge
Carvajal
SECRETARIO
ACADÉMICO

AUTORES:

Sr. Edison Antonio Calvache Bonifaz

Sr. Gregorio Antonio López Moscoso