

**ESCUELA POLITÉCNICA DEL EJÉRCITO**

**DEPARTAMENTO DE ELÉCTRICA Y ELECTRÓNICA**

**CARRERA DE INGENIERÍA EN ELECTRÓNICA Y  
AUTOMATIZACIÓN Y CONTROL**

**PROYECTO DE GRADO PARA LA OBTENCIÓN DEL  
TÍTULO EN INGENIERÍA**

**ACTUALIZACIÓN DE TECNOLOGÍA A LA ESTACIÓN  
HIDRÁULICA HYD – 2800 DEL C.I.M. 2000 A LA  
PLATAFORMA COMPACTLOGIX DE ALLEN BRADLEY**

**AUTORES: FRANKLIN AVELLÁN G.  
ANDRÉS MENDOZA D.**

**SANGOLQUÍ-ECUADOR**

**2010**

## **CERTIFICACIÓN**

Certificamos que el siguiente proyecto titulado “Actualización de tecnología a la estación Hidráulica HYD – 2800 del C.I.M. 2000 a la plataforma COMPACTLOGIX de ALLEN BRADLEY” fue desarrollado en su totalidad por el Sr. Franklin Julián Avellán Gómez con C.I. 1717129843 y el Sr. Iván Andrés Mendoza Dávila con C.I. 1715690564 bajo nuestra dirección.

---

Ing. Paúl Ayala

DIRECTOR

---

Ing. Rodolfo Gordillo

COORDIRECTOR

## **AGRADECIMIENTO**

*A mi Papito Dios, por tu plan perfecto en mi vida, porque se cumple un sueño con tu respaldo, por la bendición que pusiste sobre mí cada día para llegar a cumplir con este propósito.*

*A mis Padres, principal motivación de mi vida, los amo con todas las fuerzas de mi corazón, por su trabajo y paciencia todos estos años, el fruto de su amor está plasmado en mí.*

*A mi hermana y sobrinos, por su sonrisa y su abrazo en todo momento, cuando los necesite, siempre estaban ahí para alentarme a llegar a la meta.*

*A mis amigos, gracias por todos los momentos vividos y que viviremos, porque formamos una familia en la amistad que nos sostiene.*

*A los profesores que pudieron impartir sus conocimientos y parte de su experiencia para darnos una correcta instrucción.*

*Al ingeniero Paúl Ayala y Rodolfo Gordillo por su paciencia, experiencia y tiempo, para la realización de este proyecto, superando las expectativas que se tenían.*

*Franklin Julián Avellán Gómez*

## DEDICATORIA

*Este proyecto lo dedico a mi Papito Dios que me ha dado el privilegio de la vida para poder cumplir con este anhelo de mi corazón, y porque se cumple su plan perfecto en mi vida.*

*A mi mami Fabiola Gómez hermosa mujer que ha sido mi inspiración para salir adelante, por su ternura, paciencia y porque gracias a un Sí de ella es que estoy aquí.*

*A mi papi Franklin Avellán por su trabajo incansable día a día, por su apoyo en todo momento, ya que a más de ser mi padre, siempre ha sido mi amigo, este sueño es tuyo también.*

*A mi hermana Glorita Avellán y mis sobrinos Jorgito y Danielito preciosa familia que son un ejemplo a seguir para mí.*

*A mis amigos por todos los años que pasamos juntos, ya que parte de llegar a este punto, fue por su colaboración en el camino.*

*Franklin Julián Avellán Gómez*

## **AGRADECIMIENTO**

*A Dios, por darme cada día la oportunidad de vivir, de corregir mis errores y de avanzar hacia el siguiente día para empezar de nuevo.*

*A mi familia, por ser tan unidos, por darme estabilidad emocional y por hacer que la casa siempre sea un hogar.*

*A mis amigos verdaderos por su amistad incondicional, sea cual fuere la situación, nunca me han retirado su amistad.*

*A mis profesores y compañeros que hicieron de la vida universitaria un buen tiempo de convivencia.*

*A los Ingenieros Paúl Ayala y Rodolfo Gordillo, por haber sido los guías durante todo el proyecto, brindando todo su conocimiento y profesionalismo para culminar con satisfacción todas las etapas del mismo.*

*Andrés Mendoza Dávila*

## DEDICATORIA

*Este trabajo va dedicado a Dios que ha sido mi guía en todo mi camino, a mis Padres, Eddin Mendoza e Isabel Dávila, que me brindaron su apoyo y cariño incondicional y supieron formarme para enfrentar la vida, a mis Hermanos, Xavier y Diana, ejemplos de vida, que son espejos brillantes en donde siempre quisiera reflejarme.*

*Dedico también este trabajo a Evelyn que siempre estuvo a mi lado sin dejarme desmayar y ayudándome a levantar en los momentos difíciles.*

*De manera especial hago una dedicatoria de este proyecto de grado a mi abuelita Lolita Solano quién siempre tuvo el sueño de que sus nietos lleguen a ser profesionales, el mismo que fue una gran motivación para alcanzar este logro en mi vida; Mami Lolí esto es por ti.*

*Andrés Mendoza Dávila*

# INDICE

Capítulo 1 .....	1
1 Introducción .....	1
1.1 Justificación Del Proyecto .....	2
1.2 Alcance Del Proyecto.....	3
1.3 Descripción General De La Estación Hidráulica Hyd-2800 .....	3
Capítulo 2 .....	7
2 Esquema Del Hardware Y Descripción De La Estación .....	7
2.1 Análisis Del Estado Actual De La Estación Hidráulica Hyd-2800 .....	7
2.2 Análisis De Los Dispositivos Y Elementos Funcionales .....	10
2.3 Fuente De Alimentación Eléctrica .....	14
2.4 Controlador Lógico Programable Compactlogix De Allen Bradley.....	19
2.5 Módulo De Entradas Y Salidas De Señales .....	24
2.5.1 Módulo De Entradas Digitales Compact 1769-Iq16f .....	24
2.5.2 Módulo De Salidas Digitales Compact 1769-Ob16.....	26
2.5.3 Módulo De Entradas Analógicas Compact 1769-If4 .....	29
2.5.4 Módulo De Salidas Analógicas Compact <sup>™</sup> 1769-Of2 .....	31
2.6 Módulo De Comunicación Ethernet.....	33
2.7 Cableado De Alimentación Al Plc Compactlogix De Allen Bradley.....	37
2.8 Cableado De Comunicación Entre Pc Y Plc Compactlogix De Allen Bradley .....	38
2.9 Cableado De Conexión Entre El Plc Compactlogix De Allen Bradley A Los Actuadores De La Estación Hidráulica Hyd-2800.....	39
2.10 Actuadores Y Manipuladores De La Estación Hidráulica Hyd-2800 .....	40
2.11 Válvulas .....	47
2.11.1 Válvula Solenoide.....	47
2.11.2 Válvula De Control Proporcional De Flujo .....	52
2.12 Elementos De La Estación Hidráulica .....	57
2.12.1 Manguera Hidráulica .....	57
2.12.2 Unidad Hidráulica De Poder Estación Hyd-2800.....	59
2.12.3 Válvula De Escape De Presión (Vickers) .....	60
2.12.4 Motor Eléctrico .....	61
2.12.5 Medidor De Nivel De Fluido (Ucc <sup>™</sup> ) .....	65
2.12.6 Tanque De Aceite (O.M.T <sup>™</sup> ).....	67
2.12.7 Elementos Del Control Eléctrico Desde El Panel Principal.....	68
Capítulo 3 .....	70
3 Software .....	70
3.1 Diagrama De Flujo .....	70
3.2 Diseño De La Hmi .....	73
3.3 Comunicación Mediante La Plataforma Ethernet/Ip .....	95
3.3.1 Introduccion .....	95
3.3.2 Mensajería Dentro De Ethernet/Ip .....	96
3.3.3 El Modelo Productor/Consumidor .....	98
3.4 Red Ethernet .....	99
3.4.1 Configuración Del Plc Compact-Logix Dentro De La Red Ethernet/Ip...	100

Capítulo 4 .....	108
4 Pruebas Y Resultados Experimentales .....	108
4.1 Pruebas Experimentales.....	108
4.2 Resultados .....	115
4.3 Limitaciones .....	122
Capitulo 5 .....	124
5 Conclusiones Y Recomendaciones .....	124
5.1 Conclusiones.....	124
5.2 Recomendaciones .....	126
Referencias Bibliograficas .....	127
Anexo 1.....	128
6 Diagramas De Flujo.....	128
6.1 Modo Manual.....	129
6.2 Modo Automático .....	130
6.3 Subrutina Home .....	131
6.4 Subrutina Cilindro Disponible .....	132
6.5 Subrutina Recoger.....	133
6.6 Subrutina Levantar .....	134
6.7 Subrutina Colocar.....	135
6.8 Subrutina Esperar.....	136
6.9 Subrutina Cilindro.....	137
6.10 Subrutina Llevar .....	138
6.11 Subrutina Volver.....	139
6.12 Subrutina Trasladar .....	140
6.13 Subrutina Terminar .....	141
6.14 Subrutina Soltar.....	142
6.15 Articulacion En General.....	143
Anexo 2.....	144
7 Programación Gráfica De Factory Talk.....	144
Anexo 3.....	180
8 Manual De Usuario.....	180
8.1 Introducción .....	181
8.2 Puesta En Marcha Del Sistema Hyd-2800 .....	182
8.3 Crear Conexión Entre El Plc Y La Computadora .....	185
8.4 Crear Conexión En Rslinx.....	188
8.5 Cargar Programa En Plc.....	191
8.6 Ejecutar Hmi.....	195
8.7 Explicación Del Hmi.....	198
8.7.1 Pantalla Automático .....	202
8.7.2 Pantalla Semi- Automático .....	205
8.7.3 Pantalla Manual .....	206
8.7.4 Pantalla De Alarma .....	208
Anexo 4.....	210
9 Estructura De Programación .....	210
9.1 Subrutinas De Control De Movimiento De Las Articulaciones.....	211



9.1.1	(*Control Movimiento Articulacion A*) .....	211
9.1.2	(*Control Movimiento Articulacion B*) .....	212
9.1.3	(*Control Movimiento Articulacion C*) .....	213
9.1.4	(*Control Movimiento Articulacion D*) .....	214
9.2	Main Routine.....	215
9.3	Manual .....	217
9.4	Automatico.....	219
9.5	Home .....	222
9.6	Cilindro Disponible .....	224
9.7	Recoger.....	225
9.8	Levantar.....	226
9.9	Colocar.....	227
9.10	Esperar .....	228
9.11	Cilindro .....	229
9.12	Llevar .....	230
9.13	Volver .....	231
9.14	Trasladar.....	232
9.15	Soltar .....	233
9.16	Terminar.....	234
9.17	Desactivar.....	235
9.18	Resetear .....	237
Anexo 5	.....	238
10	Wiring Diagrams.....	238
Glosario	.....	245
Hoja De Entrega	.....	247

## PRÓLOGO

El presente proyecto describe la actualización de tecnología de la Estación Hidráulica HYD-2800 del C.I.M. 2000 a la Plataforma CompactLogix de Allen Bradley.

La Estación cuenta con una unidad de Poder (Bomba Hidráulica) y el sistema completo HYD-2800 incluidos el Robot, los cables y mangueras correspondientes a las conexiones hidráulicas, neumáticas y eléctricas del sistema.

La Estación Hidráulica HYD-2800 ha trabajado por medio de la interface PCL-711 PC Multilab, que recibe las señales eléctricas del Robot y son enviadas por medio de la interface con la tarjeta, la cual establece una conversación con el sistema, recibiendo y enviando una serie de señales que controlan el trabajo global del Robot, ya que controla la válvula proporcional, las solenoides, las válvulas interiores y exteriores. Debido a la manipulación de la estación en el camino de aprendizaje en los años pasados, se ha visto afectada por el deterioro de los dispositivos utilizados en el control, por lo cual su funcionamiento no es totalmente óptimo para la práctica, además de la obsolescencia tecnología que hoy en día representa esta interface.

Por esta razón del Departamento de Eléctrica y Electrónica ha adquirido nuevos equipos electrónicos ALLEN BRADLEY con tecnología de última generación, hacia una mejora del Laboratorio C.I.M. 2000, ya que estos equipos permiten realizar de forma más fácil y flexible el manejo de los diferentes procesos que se realizan en las diferentes estaciones inmersas en el laboratorio, además de la plataforma de comunicación que utilizan ETHERNET/IP.

# **CAPÍTULO 1**

## **1 INTRODUCCIÓN**

La estación Hidráulica HYD-2800 es un sistema de entrenamiento para que los estudiantes perciban una aplicación real, dentro de los laboratorios del departamento, ya que la estación HYD-2800 cuenta con un robot hidráulico para aplicaciones industriales, dotado de un brazo fácilmente programable, para poder realizar diversas operaciones de acuerdo a la programación con la que se lo requiera para el trabajo y se pueda substituir al ser humano en tareas repetitivas, peligrosas y de gran precisión.

El sistema de impulsión hidráulica el cual utiliza el robot es uno de los más usados ya que utiliza un fluido, generalmente aceite, para que el robot pueda movilizar sus mecanismos. El sistema de impulsión hidráulica consta de un circuito de regeneración compuesto por una bomba, un actuador hidráulico y un divisor de flujo rotatorio que funciona conjuntamente la válvula proporcional, la misma que regula el flujo de la regeneración para la impulsión hidráulica. Este sistema se asocia a los robots con altos índices entre potencia y carga, mayor exactitud, rango amplio de velocidad.

El Robot hidráulico permite trabajar independientemente o en una configuración dentro del C.I.M con las demás estaciones, lo cual da grandes prestaciones para su utilización, ya que se lo podría utilizar para prácticas de Robótica, Informática Industrial y C.I.M.

La nueva actualización que se le ha realizado a la estación hidráulica, permitirá una mayor flexibilidad en la programación y que se puedan poner en práctica los conocimientos que se van adquiriendo en materias como sistemas neumáticos e hidráulicos, programación de PLC, control de procesos y también se tendrá la posibilidad de manejar interfaces humano maquina (HMI), según la necesidades que se requieran.

## 1.1 JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO

Debido a la adquisición de equipos electrónicos ALLEN BRADLEY con tecnología de última generación por parte del Departamento de Eléctrica y Electrónica se ha orientado esta adquisición hacia una mejora del Laboratorio C.I.M. 2000, ya que estos equipos permiten realizar de forma más fácil y flexible el manejo de los diferentes procesos que se realizan en las diferentes estaciones inmersas en el laboratorio, mediante la utilización de Ethernet/IP.

La estación ha trabajado por medio de la interface PCL- 711 PC Multilab, que recibe tanto señales discretas como analógicas del robot hidráulico y se conecta a un PC mediante el puerto ISA, y que en la actualidad este puerto ha quedado fuera de uso. La integración con el C.I.M. se la realiza a través de la entrega de señales de tipo ON/OFF desde la tarjeta, impidiéndose un control más avanzado de la estación.

Para las aplicaciones que se realizan se hace imprescindible realizar una renovación de la estación mediante el equipo COMPACTLOGIX que consta con la plataforma de comunicación ETHERNET/IP, ya que todos los demás equipos presentes en el laboratorio constaran con la misma plataforma de comunicación, permitiendo así que los estudiantes del Departamento puedan

manejar nuevamente todas las estaciones del C.I.M para realizar un aprendizaje de manera teórica-práctica y les permita conocer diferentes procesos industriales y puedan mejorar estos sistemas.

## **1.2 ALCANCE DEL PROYECTO**

Es necesario previamente realizar un diagnostico del estado de la estación y de cada uno de sus componentes, para efectuar los cambios y ajustes necesarios que se debieran de dar.

Lo que se pretende lograr con la ejecución de este proyecto es cambiar la interface PCL- 711 PC Multilab con la que anteriormente trabaja la estación hidráulica, haciendo que la nueva sea a través del controlador lógico programable (PLC) de modelo COMPACTLOGIX DE ALLEN BRADLEY, quien controlará los diferentes movimientos del brazo hidráulico HYD-2800 y permitirá una integración de la misma con el C.I.M. por medio de una interface Ethernet/IP.

Además se pretende realizar una interfaz HMI bajo el software que maneja ALLEN BRADLEY de nombre FACTORY TALK que permitirá al usuario entender y manejar la estación de una manera fácil y sencilla en tiempo real, con la posibilidad de que la interfaz pueda ser descargada si es necesario a un PANEL VIEW.

## **1.3 DESCRIPCIÓN GENERAL DE LA ESTACIÓN HIDRÁULICA HYD-2800**

La estación puede trabajar en 2 modos de control:

- Control Manual

- Control por computador

Para que se pueda obtener el funcionamiento del brazo en cualquiera de los dos modos, es necesario que se conmute el switch principal del panel de control entre las dos posiciones.

Para que el usuario pueda familiarizarse con los movimientos del brazo es necesario que el robot hidráulico inicialmente permanezca en modo MANUAL de trabajo, ya que en este modo es mucho más sencillo de comprender la secuencia de movimientos del brazo, para que posteriormente se los pueda realizar cuando se tenga que integrar la estación con el C.I.M.

Los movimientos del brazo se lo realizan mediante los switch de cada articulación que se tienen en el tablero principal, y la velocidad es controlada manualmente mediante el potenciómetro que actúa sobre la válvula de control proporcional.

Para que el brazo y la prensa puedan ser utilizados y manipulados desde el computador, se debe mover el switch principal a la posición COMPUTER.

Para el caso del control por software, los movimientos del brazo deben ser registrados mediante la medición de niveles de voltaje de las señales eléctricas que se producen en los potenciómetros (encoders) ubicados en cada una de las articulaciones del robot.

La dirección de movimientos, flujo de aceite son aspectos que deben ser controlados por computador; esos parámetros son regulados por dispositivos

electromecánicos que reciben señales eléctricas desde el exterior. Las señales eléctricas que recibe el Robot son enviadas por medio de la interface con la tarjeta de adquisición de señales PCL-711, la cual establece una comunicación con el sistema, recibiendo y enviando una serie de señales que controla el trabajo del brazo hidráulico.

Las señales enviadas por la tarjeta PCL-711 controlan la válvula proporcional, las válvulas solenoides, que reciben las señales de respuesta de los potenciómetros colocados en cada cilindro del brazo, de tal manera que se pueda visualizar y cuantificar los niveles de tensión por medio del software de control HYD-NEW instalado en el computador.

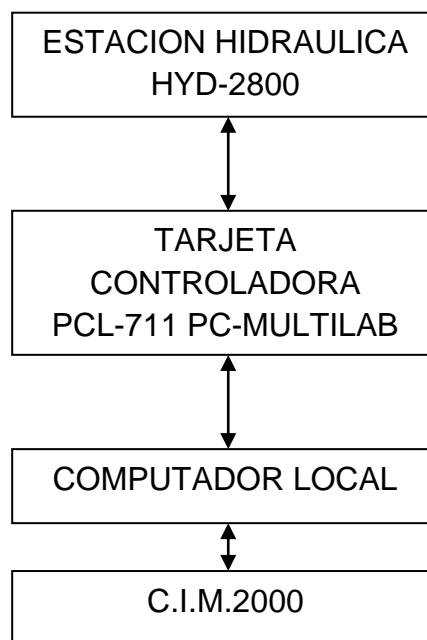
La tarjeta PCL-711 PC-Multilab es de fácil uso y permite una efectiva y multifuncional adquisición de datos desde computadores IBM PC/XT/AT y demás compatibles. Las especificaciones de esta tarjeta por tamaño y soporte de software la hacen ideal para una amplia gama de aplicaciones en la industria y en el laboratorio. Estas aplicaciones incluyen adquisición de datos, control de procesos y automatización industrial.

Entre las características principales se tiene:

- 8 canales de terminales simples para entradas analógicas de 12 bits de resolución.
- Conversor industrial A/D AD574 estándar de 12 bits para entradas analógicas.
- Rango de entradas analógicas de -5V a +5V.
- El trigger A/D y la transferencia de datos son controlados por programa.

- Un canal de salida D/A de 12 bits. El rango de salida es de 0V a +5V o 0V a +10V.
- 16 canales de entrada y 16 canales de salida digitales compatibles con TTL.

La tarjeta provee también de rutinas fáciles de usar, las cuales pueden ser utilizadas mediante comandos del soporte de software con el que viene la misma. Este soporte de software es provisto por PC-LabDas, un software de propósito general en la adquisición de datos provisto por Advantech.



**Figura. 1.1 Esquema de Trabajo con la Tarjeta PCL-711.**



## **CAPÍTULO 2**

### **2 ESQUEMA DEL HARDWARE Y DESCRIPCIÓN DE LA ESTACIÓN**

#### **2.1 ANÁLISIS DEL ESTADO ACTUAL DE LA ESTACIÓN HIDRÁULICA HYD-2800**

El equipo completo corresponde del Robot Hidráulico HYD-2800 y consta de dos partes fundamentales:

- El sistema completo HYD-2800 incluidos los cables y mangueras correspondientes a las conexiones hidráulicas, neumáticas y eléctricas del sistema.
- La unidad de Poder (Bomba Hidráulica) para el sistema HYD-2800.

La estación hidráulica presente en el CIM no se encuentra funcional, debido a que no se le ha realizado un mantenimiento adecuado a la Bomba Hidráulica y al Sistema completo HYD-2800.

En la tabla 2.1 se presenta el diagnóstico previo de los componentes de la estación.

**Tabla. 2.1. Diagnóstico de Componentes.**

<b>ROBOT HIDRAULICO</b>		
<b>Numero</b>	<b>Elemento</b>	<b>ESTADO</b>
4	Actuadores	OK
1	Gripper Anular	OK
1	Cilindro Hidráulico (prensa)	OK
10	Manguera	DAÑADO
10	Switch Reed	DAÑADO
1	Pierna de Robot	OK
3	Elevadores	OK
1	Pierna para Presión	OK
1	Casquete para Presión	OK
<b>BLOQUE DE VALVULAS</b>		
5	Válvulas solenoides	OK
1	Válvula proporcional	OK
1	Válvula Check	OK
1	Bloque Hidráulico	OK
1	Válvula control de flujo	OK
<b>BOMBA HIDRAULICA</b>		
1	Tanque	OK
1	Bomba de Aceite	OK
1	Válvula presión auxiliar	OK
1	Indicador de Presión	OK
1	Válvula de escape	OK
1	Motor Eléctrico	OK
1	Filtro	OK
1	Respiradera y casquete	OK
1	Medidor de nivel fluido	OK
1	Conector retorno al tanque	DAÑADO
1	Medidor de presión	OK
1	Acoplador salida presión	OK

<b>CONTROL ELECTRICO</b>		
1	Potenciómetro	OK
11	Leds Rojos	DAÑADO
10	Switch de 3 posiciones	DAÑADO
1	Switch de 2 posiciones	DAÑADO
1	Pushbutton encendido	OK
1	Pushbutton apagado	OK
1	Pushbutton emergencia	DAÑADO
3	Indicadores Luminosos de las Lámparas	DAÑADO
<b>COMPUTADOR</b>		
1	Monitor	DAÑADO
1	CPU	DAÑADO
1	Tarjeta PCL 711	DAÑADO
1	Mouse	DAÑADO
1	Teclado	DAÑADO

En la figura 2.1 se puede observar a la tarjeta PCL-711.



**Figura. 2.1. Tarjeta PCL-711 Multilab.**

## 2.2 ANÁLISIS DE LOS DISPOSITIVOS Y ELEMENTOS FUNCIONALES

### ❖ Bomba Hidráulica

- **Indicador de Presión:**
  - 100 bar (Máximo 30 bar).
- **Válvula de Presión Auxiliar:**
  - Fija el valor de presión de salida de la bomba hidráulica.
  - Presión máxima: 200 bar.
- **Motor Eléctrico:**
  - Monofásico 230 V, 1 HP.
  - Capacitor Permanente.
  - 1500 RPM.
- **Filtro de Aceite con cubierta y respiradera:**
  - Permite la oxigenación del aceite dentro del tanque.
  - Nivel de calibración: 76mm 10 mm
- **Indicador del nivel de fluido:**
  - Maximo: 100 bar.
  - Tubería de  $\frac{3}{4}$ ".
- **Conector de Retorno al Tanque:**
  - Retorna el aceite del bloque hidráulico hacia la bomba.

- **Tanque de Aceite:**

- Capacidad: 10 litros de aceite.
- Freno para vaciado del Tanque:
- Permite vaciar el tanque, para el mantenimiento que se deba realizar.

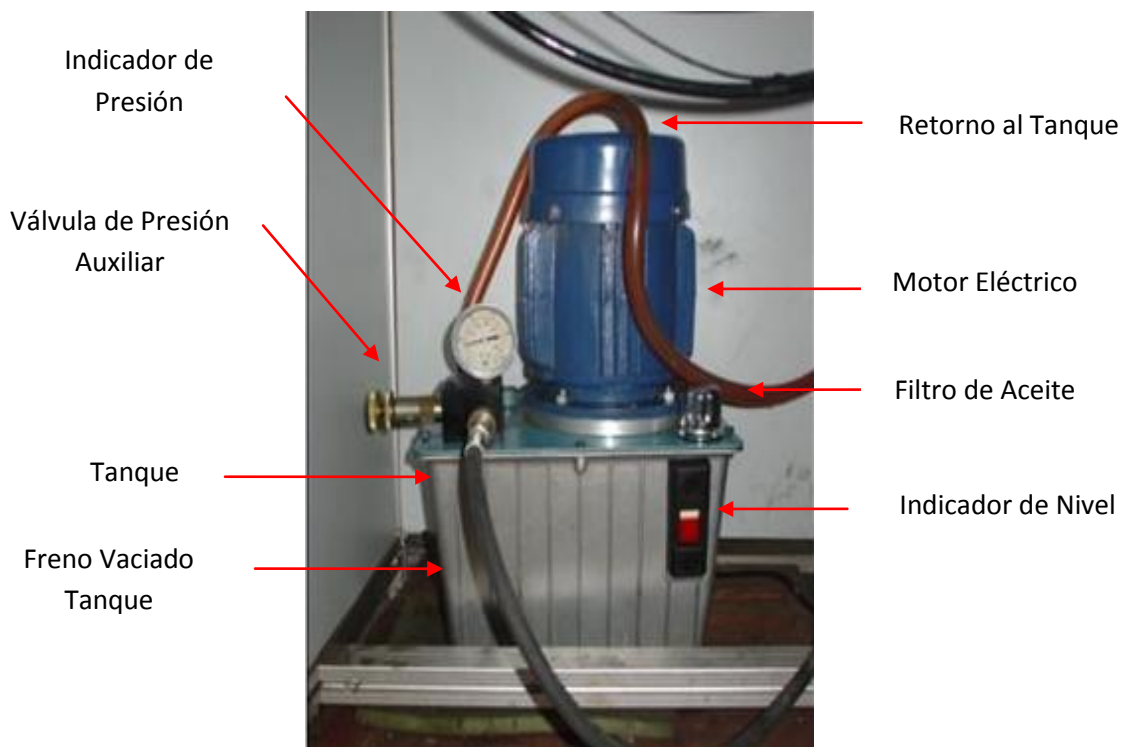


Figura. 2.2. Bomba hidráulica HYD-2800.

- ❖ **Robot Hidráulico**

- **Actuadores:**

- Cilindro de eje giratorio.
- Cilindro de doble efecto.

- **Gripper:**
  - Gripper neumático.
  - La presión establecida es dada por el compresor.
- **Elevador:**
  - Los 3 elevadores que permiten el movimiento y sostenimiento del mismo.
- **Manguera Hidráulica:**
  - Diferentes longitudes.

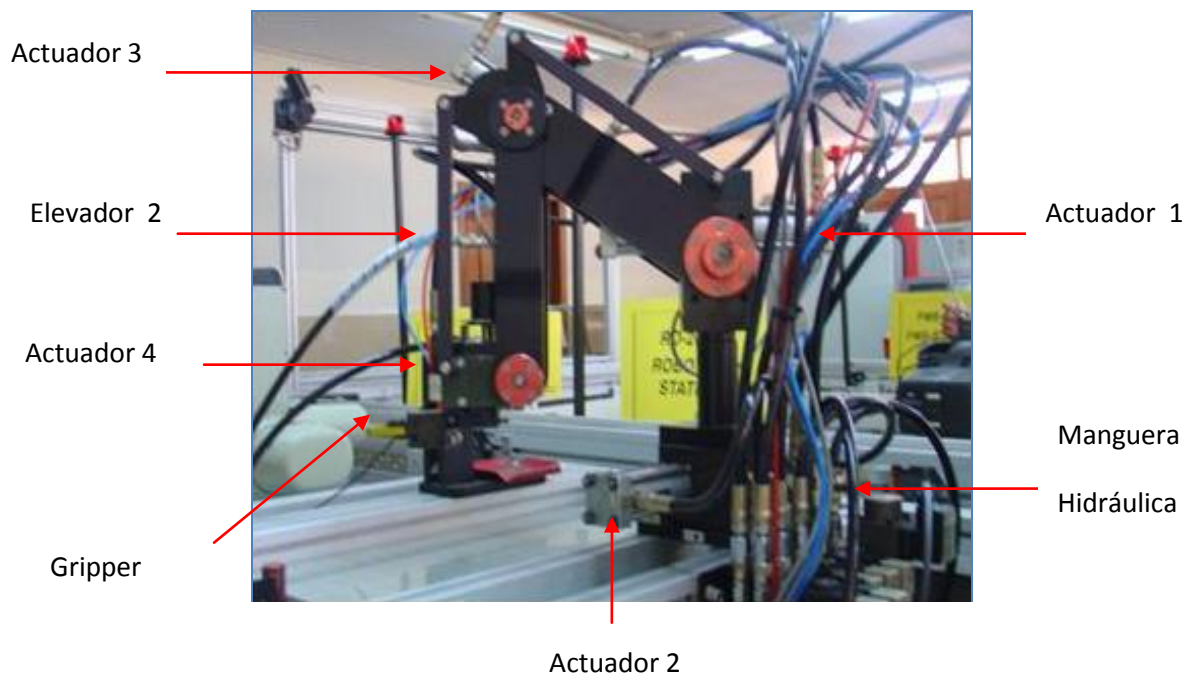


Figura. 2.3. Robot Hidráulico HYD-2800.

## ❖ **Bloque de Válvulas**

- **Válvula Proporcional:**

- Válvula de 3/2 vías.
- Controla el flujo de aceite en los actuadores.
- Regula la velocidad de movimiento del brazo.
- Regula hasta 65 l/m, 350 bar y 24 VDC.

- **Válvulas Solenoides:**

- 5 válvulas 4/3 de control bidireccional.
- Pueden manejar un flujo de 65 l/min. Y 350 bar

- **Válvula Check:**

- Controlan un volumen de flujo de 100ml.
- Maxima presión de 350 bar.

- **Válvula Control de flujo:**

- Controla el flujo en una sola vía.
- Caudal máximo que soporta es 35 l/min.
- Presión máxima 400 bar.

- **Acople Rápido:**

- Permite conectar y desconectar la manguera con facilidad.

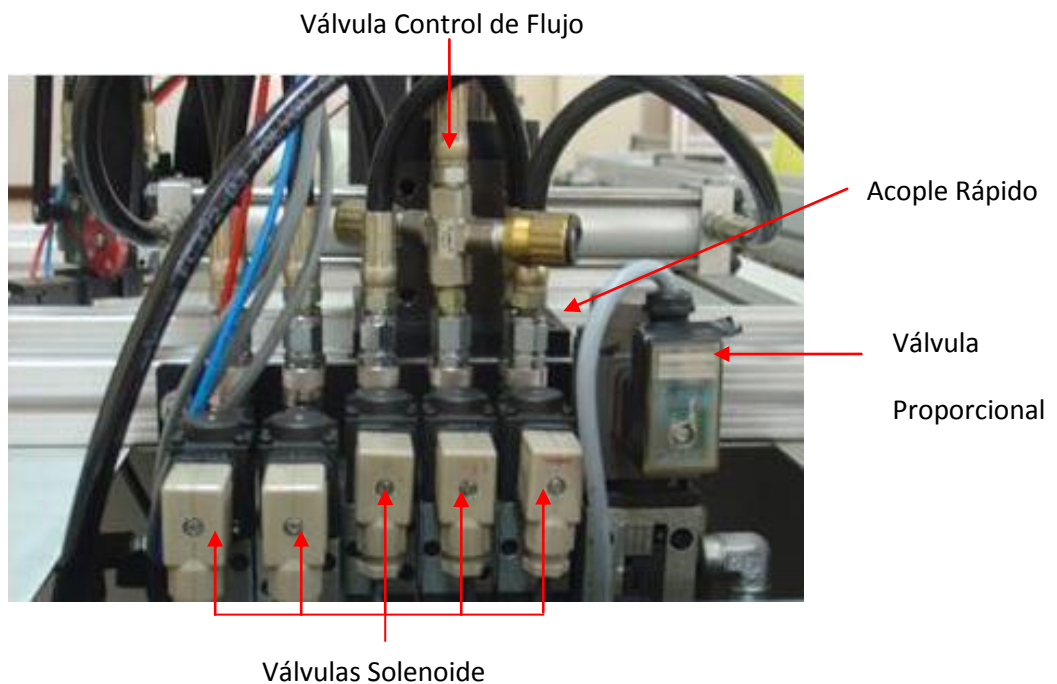


Figura. 2.4. Bloque de Válvulas.

### 2.3 FUENTE DE ALIMENTACIÓN ELÉCTRICA

La fuente de alimentación eléctrica CompactLogix proporciona alimentación a través del backplane CompactLogix. El backplane está incorporado en los módulos de E/S, controladores y fuentes de alimentación eléctrica 1768.

La fuente de alimentación eléctrica 1768-PA3 ofrece un terminal externo de alimentación eléctrica de 24 VCC.



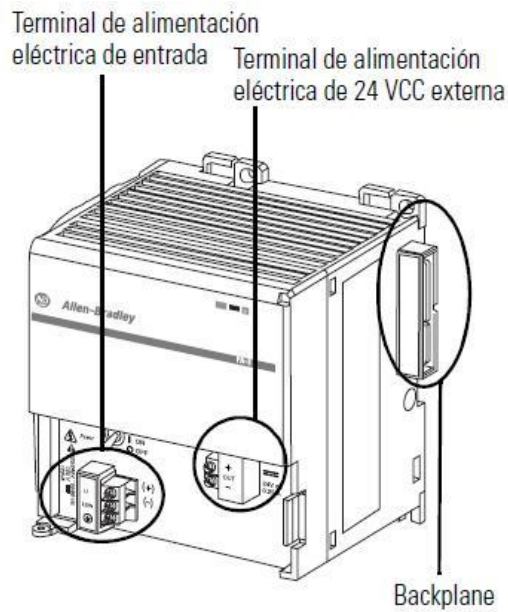


Figura. 2.5. Fuente de alimentación eléctrica PA3.

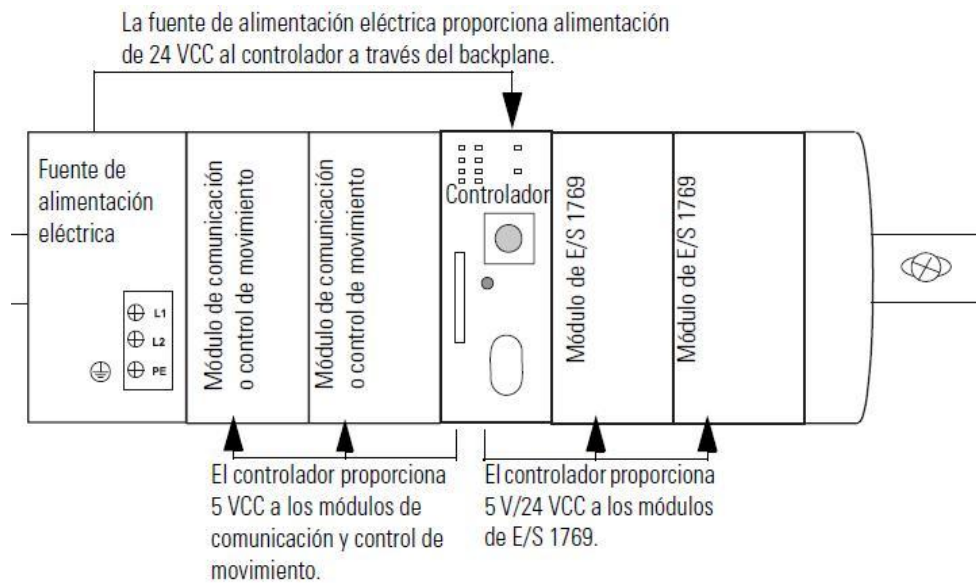
### Fuente de alimentación eléctrica 1768-PA3

La fuente de alimentación eléctrica 1768-PA3 ofrece las siguientes opciones de fuente de alimentación eléctrica de entrada:

- 85...265 VCA
- 108...132 VCC

### Sistema CompactLogix 1768

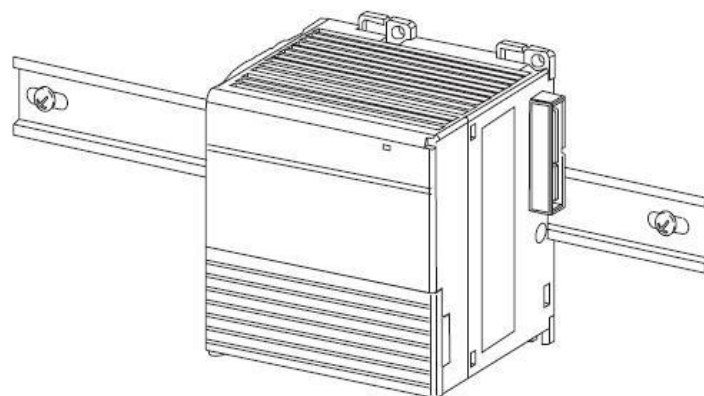
Para activar el sistema, la fuente de alimentación eléctrica, 1768-PA3, requieren que un controlador 1768 CompactLogix esté instalado en el mismo banco que la fuente de alimentación, como se indica en la figura 2.6.



**Figura. 2.6. Sistema CompactLogix 1768.**

### Colocación de la Fuente

- Se necesita mantener el espacio indicado con respecto a las paredes del envolvente, las canaletas de cable y el equipo adyacente, para tener una ventilación adecuada.



**Figura. 2.7. Instalación de la Fuente en un riel DIN.**

## Conexión de los cables de la Fuente de Alimentación Eléctrica

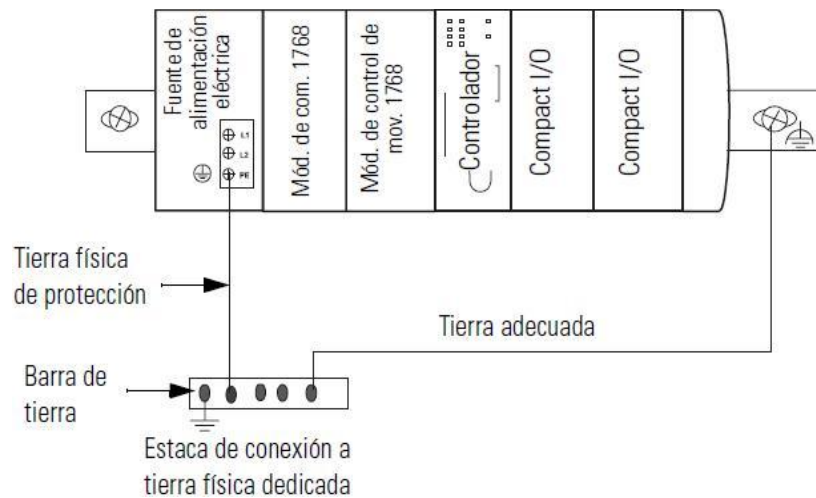
- Si conecta o desconecta los cables con la alimentación del lado de campo encendida, se puede producir un arco eléctrico.
- Usar un cable de cobre calibre 14 AWG de 75 °C (167 °F) para conectar la alimentación eléctrica de entrada.
- Los terminales son como se indican en la figura 2.3.7.



Figura. 2.8. Instalación de la Fuente en un riel DIN.

## Conexión a tierra de la Fuente Eléctrica

- Conectar a la tierra del chasis a través del riel DIN.



**Figura. 2.9. Conexión a Tierra de la Fuente Eléctrica.**

### Interpretación de los indicadores LED

- Para resolver cualquier problema de alimentación del sistema, se debe usar:
  - El indicador de estado “PWR” de la fuente de alimentación
  - Los indicadores de estado “PWR” e “I/O PWR” del controlador.
  
- Se deben resolver primeramente los problemas que muestra el indicador de estado “PWR” de la fuente de alimentación, ya que si la fuente no está funcionando correctamente, el controlador tampoco funcionará correctamente.

Tabla. 2.2. Fuente Eléctrica.

<b>Fuente Eléctrica 1768-PA3</b>	
<b>Eficiencia</b>	• 75 % normalmente
<b>Rango de Voltajes de entrada</b>	• De 85 a 365 VCA
	• De 108 a 132 VCC
<b>Rango de Frecuencia de entrada</b>	• 47 a 63 Hz
<b>Disipación máxima de temperatura</b>	• 30 W
<b>Protección sobrecorriente interna</b>	• Fusible no reemplazable
<b>Protección sobrecorriente externa</b>	• Fusible de 4 a 6 A
<b>Protección máxima sobrecorriente</b>	• 15 A
<b>Peso Aproximado</b>	• 0.98 Kg
<b>Temperatura de funcionamiento</b>	• De 0 a 60 °C

## 2.4 CONTROLADOR LÓGICO PROGRAMABLE COMPACTLOGIX DE ALLEN BRADLEY

El controlador que se utilizó para la realización es CompactLogix 1768 –L43, para el cual mencionaremos las principales características.

- Se recomienda planificar el espacio mínimo que se debe dejar entre el equipo y las paredes del envolvente, las canaletas de cable y otros equipos.

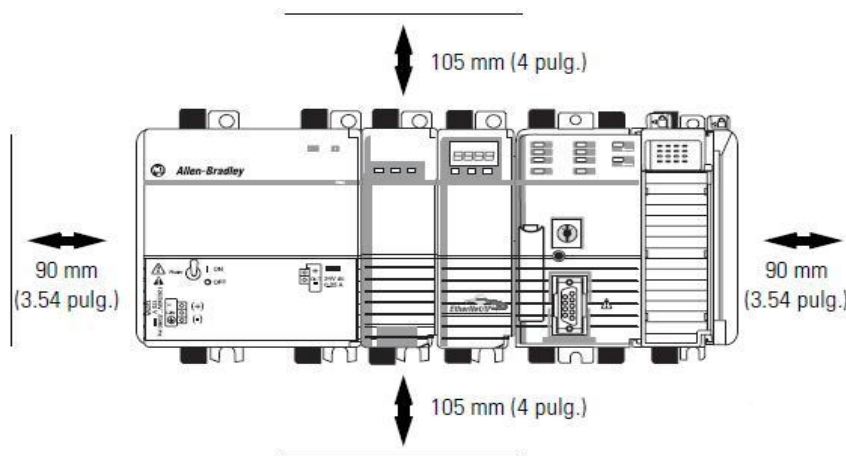


Figura. 2.10. Espaciamento de los módulos con la envolvente.

### Ubicación de Módulos

- Es posible instalar hasta 8 módulos de E/S de la serie 1769 en el banco local del controlador serie 1768.
- El número máximo de módulos de E/S serie 1769 en cualquier combinación (hasta un máximo de 3 bancos) es 16.
- La fuente de alimentación eléctrica 1768 CompactLogix distribuye la alimentación desde el lado derecho de la fuente y debe ser el módulo del extremo izquierdo en el sistema.

### Indicador de estado PWR del Controlador

Tabla. 2.3. Indicadores de estado PWR.

Indicador PWR	Significado
Apagado	• Fuente desactivada o falta de alimentación eléctrica.
	• Condición de cortocircuito o sobrecarga.
	• Fuente tiene que ser reemplazada.
Verde	• Funcionamiento correcto.
Rojo	• La fuente no produce los 24 V para los módulos.

### Indicador de estado I/O PWR del Controlador

Tabla. 2.4. Indicadores de estado I/O PWR.

Indicador I/O PWR	Significado	Acción a tomar
Apagado	Reemplazar Controlador	Reemplazo del controlador.
Verde	Funcionamiento Correcto	Ninguna acción.
Rojo	• Reemplazar Controlador	• Conectar la fuente eléctrica.
	• Reemplazar los módulos de E/S	• Desconectar los módulos.
	• Fuente 1769 en el banco de E/S	• Verificar estado BUS PWR.

### Indicadores de Estado del Controlador

Los indicadores de estado son los que se presentan en la figura 2.11.

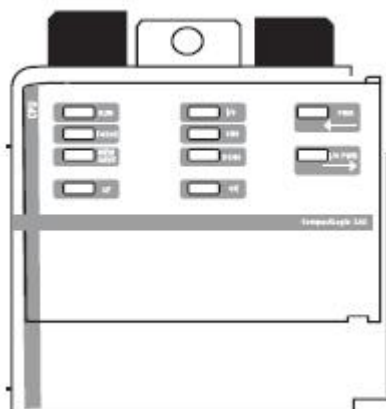


Figura. 2.11. Indicadores de estado del Controlador.

Tabla. 2.5. Indicadores de Estado del Controlador.

Indicador	Color	Significado
RUN	Apagado	• Controlador está en modo de programación O modo de prueba.
	Verde	• Controlador en modo Marcha.
FORCE	Apagado	• No hay tags que contengan valores forzados. • Tags forzados de E/S inactivos (inhabilitados).
	Ámbar fijo	• Tags forzados de E/S activos (habilitados). • Puede o no existir valores forzados de E/S.
	Ámbar Parpadeante	• Una o más direcciones han sido forzadas, sin ser habilitadas.
MEM SAVE	Apagado	• El programa y los datos no están guardados en la Flash.
	Verde	• El programa y los datos están guardados en la Flash.
I/O	Apagado	• No hay dispositivos de E/S del controlador. • El controlador con contiene un proyecto.
	Verde Fijo	• Controlador se comunica con los dispositivos de E/S.
	Verde Parpadeante	• Uno o más dispositivos no responden.
OK	Rojo Parpadeante	• El controlador no está comunicado con ningún dispositivo.
	Apagado	• La alimentación eléctrica desconectada.
	Rojo Parpadeante	• Controlador necesita actualización de Firmware. • Fallo mayor recuperable en el controlador. • Fallo mayor no recuperable en el controlador.



	Rojo fijo	• Fallo mayor no recuperable se borra el proyecto.
	Verde Fijo	• Controlador en buen estado.
	Verde Parpadeante	• Controlador almacenando un proyecto.
CF	Apagado	• No hay actividad.
	Verde Parpadeante	• Controlador leyendo tarjeta CompactFlash.
	Rojo Parpadeante	• La tarjeta CompactFlash no tiene un sistema válido.
DCHO	Apagado	• La configuración del canal 0 es diferente.
	Verde Fijo	• El canal 0 tiene la configuración de la conexión en serie.
CHO	Apagado	• No existe actividad de RS-232
	Verde Parpadeante	• Existe actividad de RS-232

### Especificaciones:

Tabla. 2.6. Especificaciones del Controlador

<b>Controlador 1768 - L43</b>	
<b>Tareas de Control</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 16 tareas (1 a continuación)</li> <li>• Tareas de evento: Tarea consumido, Instrucción de EVENTO, Eje, y de evento de movimiento</li> </ul>
<b>Capacidad de Memoria</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 2 MB</li> </ul>
<b>Lenguajes de Programación</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Logica Ladder</li> <li>• Diagrama de Bloques</li> <li>• Texto Estructurado</li> <li>• Bloques Secuencial</li> </ul>
<b>Construcción en Puertos de Comunicación</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 1 puerto RS - 232 serial (DF1 o ASCII)</li> </ul>
<b>Opciones de Comunicación</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ethernet/IP</li> <li>• DeviceNet</li> <li>• ControlNet</li> </ul>
<b>Comunicación por Puerto Serial</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• ASCII</li> <li>• DF1 full/half duplex</li> <li>• DF1 radio modem</li> </ul>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>• DH-485</li> <li>• Modbus via logic</li> </ul>
<b>Corriente Backplane (mA) a 5V</b>	0 Amp 1768 salida <ul style="list-style-type: none"> <li>• 2.8 A @ 5.2 V</li> </ul> 1769 salida <ul style="list-style-type: none"> <li>• 2.0 A@ 5.2 V</li> </ul>
<b>Corriente Backplane (mA) a 24V</b>	13 Amp 1769 salida <ul style="list-style-type: none"> <li>• 1.0 A@ 24 V</li> </ul>
<b>Disipación de Poder</b>	6.3 W
<b>Capacidad de Módulos de Expansión</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 2 (1768 módulos)</li> <li>• 16 (1769 módulos)</li> </ul>

## 2.5 MÓDULO DE ENTRADAS Y SALIDAS DE SEÑALES

### 2.5.1 Módulo de Entradas Digitales Compact 1769-IQ16F

Mediante el modulo de entradas digitales podemos monitorear señales de tipo discreto, que pueden venir de pulsadores, botones, switches, contactos, etc., para el accionamiento o finalización de un proceso.

Este dispositivo modular está equipado con 16 entradas digitales, que se activarán en presencia de energía y se desactivarán en ausencia de la misma, también posee un panel de led's, que se encenderán cuando se active la entrada correspondiente. A continuación se observa en la figura 2.5.1. los componentes del módulo:

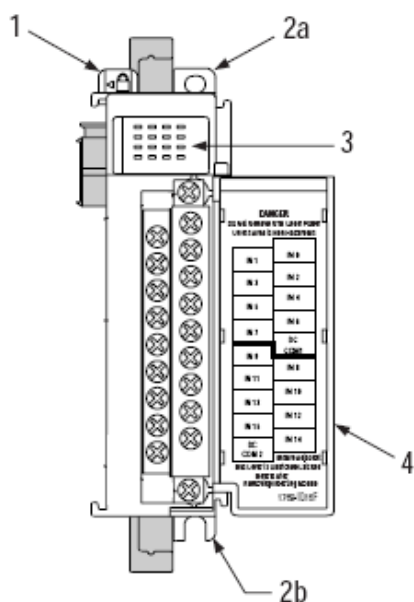


Figura. 2.12. Descripción del módulo de entradas digitales.

<i>Item</i>	<i>Descripción</i>
<b>1</b>	Palanca de Bus (con función de bloqueo).
<b>2a</b>	Pestaña superior de montaje (RIEL DIN).
<b>2b</b>	Pestaña inferior de montaje (RIEL DIN).
<b>3</b>	Led's indicadores de estado.
<b>4</b>	Puerta con indicación de terminales.

Las especificaciones eléctricas para el funcionamiento de este módulo se presentan en la siguiente tabla:

Tabla. 2.7. Especificaciones Eléctricas.

<b>Especificación</b>	<b>Valor de Trabajo</b>
<b>Categoría de Voltaje</b>	24 V dc.
<b>Rango Operativo de Voltaje</b>	10 a 30 V dc a 30 °C 10 a 26.4 V dc a 60 °C
<b>Voltaje de Estado Apagado (max).</b>	5 V dc.
<b>Voltaje de Estado Encendido (min).</b>	10 V dc.
<b>Corriente de Estado Apagado (max).</b>	1.5 mA.
<b>Corriente de Estado Encendido (min).</b>	2.0 mA.

## Conexiones

Este módulo requiere una conexión a la referencia de la fuente de alimentación de 24 V dc. que activará las entradas por medio de los dispositivos de accionamiento usados.

En la figura a continuación se da a conocer la manera de realizar las conexiones eléctricas pertinentes:

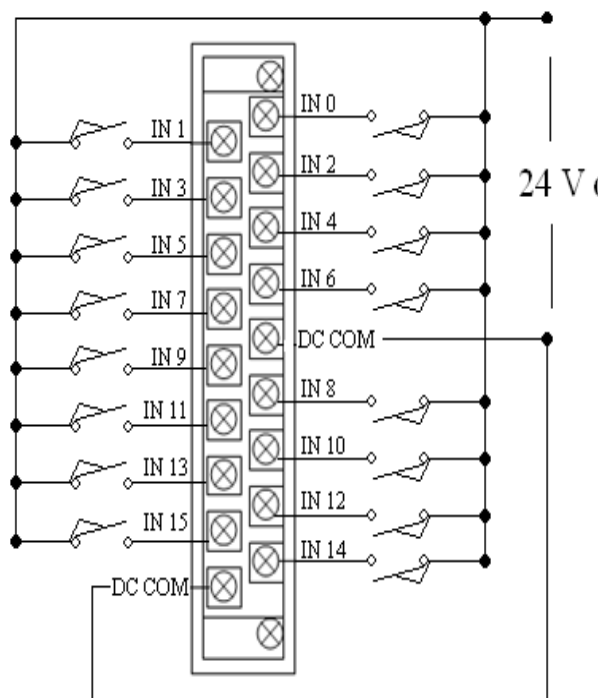


Figura. 2.13. Conexión Señales Digitales (vista superior del módulo).

### 2.5.2 Módulo de Salidas Digitales Compact 1769-OB16

Las entradas digitales que ofrece el controlador CompactLogix, vienen en este módulo, lo cual permite tener control sobre actuadores o manipuladores de tipo ON-OFF.

Dentro de este equipo se ofrecen 16 salidas de voltaje en corriente continua, además tiene una alimentación fija de 24 V dc. energía que será provista a los actuadores a partir de su activación.

En la Figura 2.14. se muestra las características del módulo:

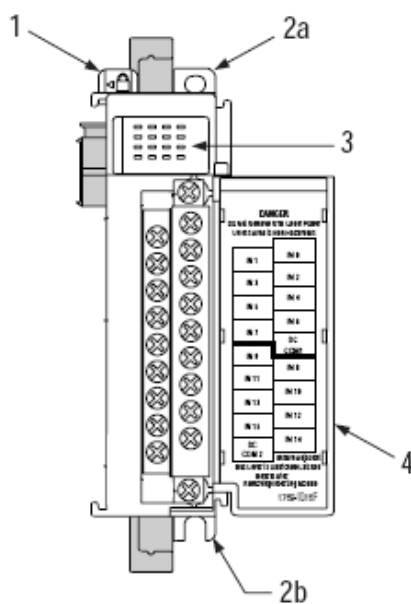


Figura. 2.14. Descripción del módulo de entradas digitales.

<i>Item</i>	<i>Descripción</i>
<b>1</b>	Palanca de Bus (con función de bloqueo).
<b>2a</b>	Pestaña superior de montaje (RIEL DIN).
<b>2b</b>	Pestaña inferior de montaje (RIEL DIN).
<b>3</b>	Led's indicadores de estado.
<b>4</b>	Puerta con indicación de terminales.

Las especificaciones eléctricas para el funcionamiento del módulo se presentan en la Tabla 2.8. :

Tabla. 2.8. Especificaciones Eléctricas.

Especificación	Valor de Trabajo
Categoría de Voltaje	24 V dc.
Rango Operativo de Voltaje	20.4 V dc a 26.4 V dc (fuente)
Caída de Voltaje de Estado Encendido (min).	1.0 V dc at 1.0 A
Corriente de Estado Encendido (min).	1.0 mA.

### Conexiones

Este módulo requiere de una fuente de alimentación de 24 V dc. que activará las salidas para controlar los elementos de efecto final.

En la figura a continuación se da a conocer la manera de realizar las conexiones eléctricas pertinentes:

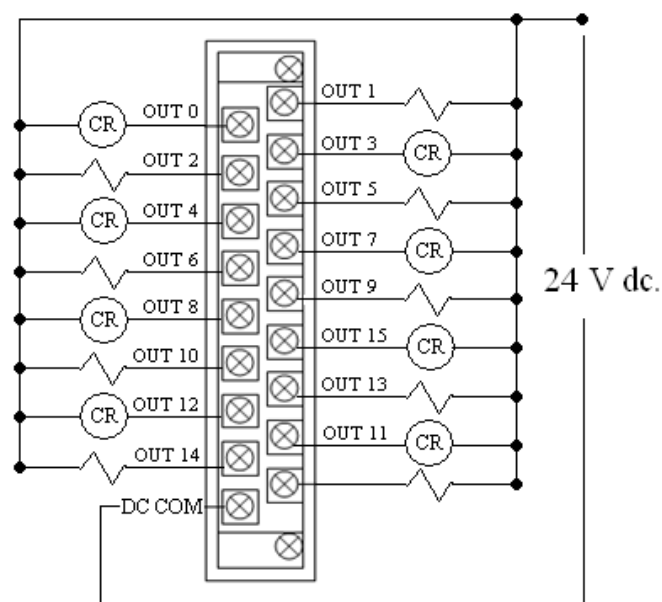


Figura. 2.15. Conexión Señales Digitales (vista superior del módulo).

### 2.5.3 Módulo de Entradas Analógicas Compact 1769-IF4

Este módulo, permite recibir señales analógicas de la planta a controlar, que se utilizan para realizar operaciones, las que darán una mejor perspectiva de lo que sucede dentro del proceso.

Consta de 4 entradas analógicas, que son compatibles con señales de voltaje o de corriente que provengan de sensores o transmisores de las mismas. Los rangos de trabajo y demás especificaciones eléctricas se encuentran en la Tabla 2.9.:

**Tabla. 2.9. Especificaciones Eléctricas.**

<b>Especificación</b>	<b>Valor de Trabajo</b>
<b>Rangos Analógicos Normales de Operación</b>	Voltaje: $\pm 10$ V dc, 0 - 10 V dc, 0 - 5 V dc, 1 - 5 V dc. Corriente: 0 - 20 mA, 4 - 20 mA.
<b>Rangos Analógicos a Escala Completa</b>	Voltaje: $\pm 10.5$ V dc, -0.5 – 10.5 V dc, -0.5 – 5.25 V dc, 0.5 – 5.25 V dc. Corriente: 0 - 21 mA, 3.2 - 21 mA.
<b>Resolución Máxima (bits)</b>	14 → Señales unipolares. 14 + signo → Señales bipolares.
<b>Voltaje Máximo de Trabajo</b>	30 V ac/30 V dc.
<b>Impedancia en las entradas</b>	Terminales de Voltaje: 220 K $\Omega$ Terminales de Corriente: 250 K $\Omega$

## Tipos de Conexión

Este módulo ofrece 2 tipos de conexiones para señales analógicas, las cuales son:

- Cableado de señales diferenciales (Differential Inputs).
- Cableado de señales de un solo terminal (Single-Ended Inputs).

### Cableado de señales diferenciales (Differential Inputs).

Este tipo de señales están formadas por dos puntos de potencial eléctrica cuya diferencia es la señal que se requiere monitorear, la manera de conexión se muestra en la Figura 2.16.

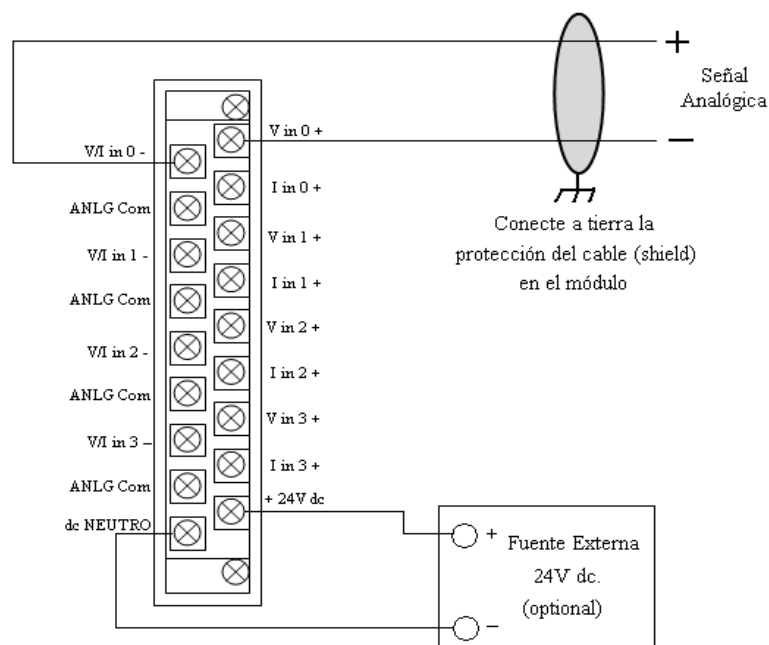


Figura. 2.16. Conexión Señales Diferenciales (vista superior del módulo).



### Cableado de señales de un solo terminal (Single-Ended Inputs).

Esta configuración de cableado se usa cuando los transmisores o sensores ya sea de corriente o de voltaje están conectados a una referencia/tierra común, por lo que se conectan al módulo mediante un solo cable, a continuación en la Figura. 2.17. se indica como se debe hacerlo.

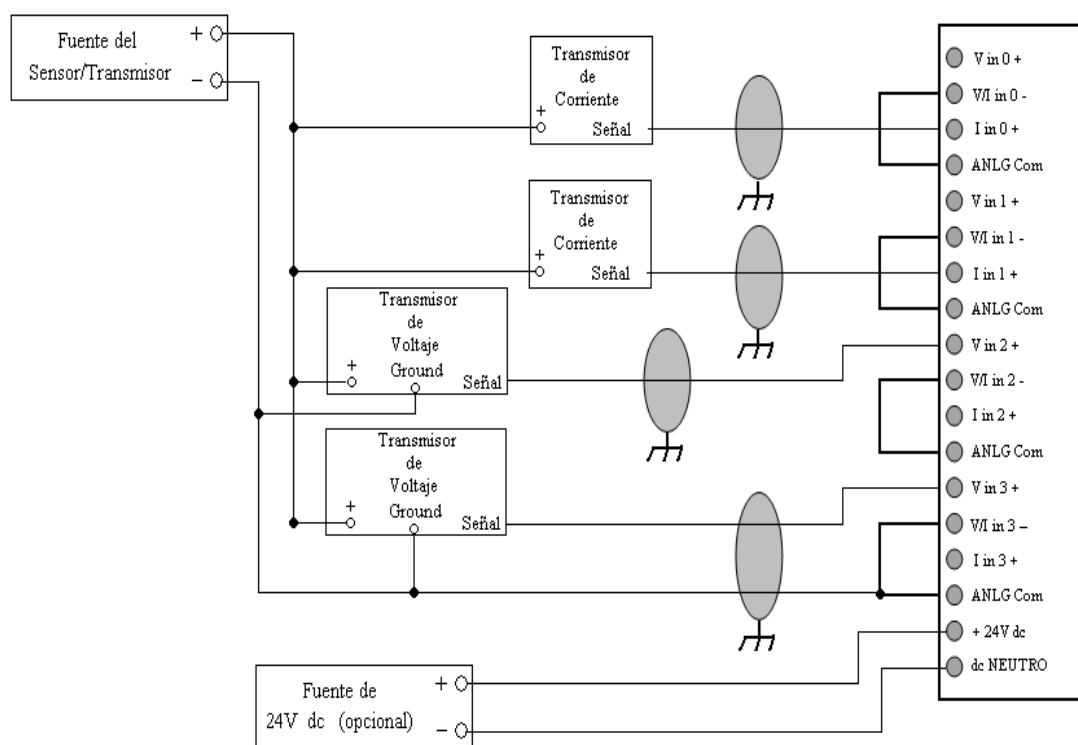


Figura. 2.17. Conexión Señales Con Un Solo Terminal.

#### 2.5.4 Módulo de Salidas Analógicas Compact™ 1769-OF2

A través de este modulo se podrá enviar señales analógicas hacia actuadores dentro de un proceso determinado, de esta manera se puede realizar

varios tipos de control dentro del mismo, como por ejemplo control PID o control por realimentación.

Este módulo consta de 2 salidas analógicas, que pueden ser usadas como salidas de voltaje o como salidas de corriente, los rangos de trabajo y demás especificaciones eléctricas las especificamos a continuación:

**Tabla. 2.10. Especificaciones Eléctricas**

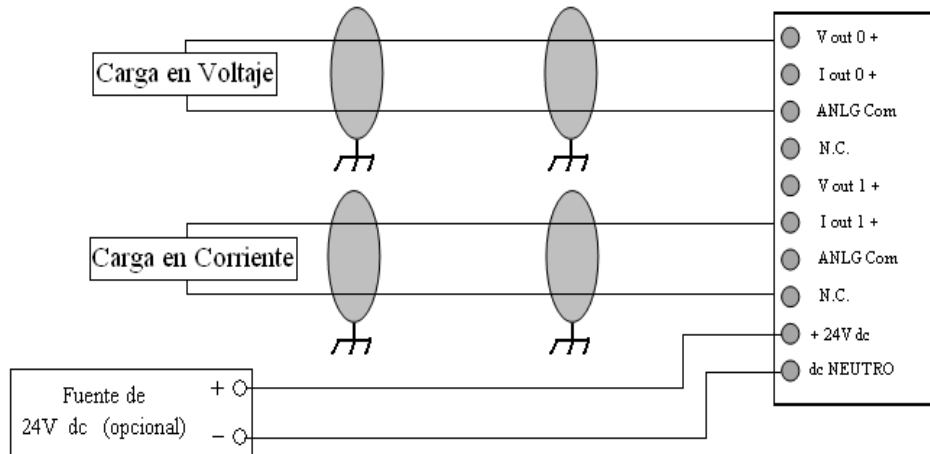
<b>Especificación</b>	<b>Valor de Trabajo</b>
<b>Rangos Analógicos Normales de Operación</b>	Voltaje: $\pm 10$ V dc, 0 - 10 V dc, 0 - 5 V dc, 1 - 5 V dc. Corriente: 0 - 20 mA, 4 - 20 mA.
<b>Rangos Analógicos a Escala Completa</b>	Voltaje: $\pm 10.5$ V dc, -0.5 – 10.5 V dc, -0.5 – 5.25 V dc, 0.5 – 5.25 V dc. Corriente: 0 - 21 mA, 3.2 - 21 mA.
<b>Resolución Máxima (bits)</b>	14 $\rightarrow$ Señales unipolares. 14 + signo $\rightarrow$ Señales bipolares.
<b>Corriente de Carga en la Salida de Voltaje</b>	10 mA. Max.
<b>Carga Resistiva en la Salida de Corriente</b>	0 - 500 $\Omega$ ( incluyendo la resistencia del cable ).

### **Tipos de Conexión**

Presenta 2 tipos de conexión:

- Conexión para salida analógica de corriente, y
- Conexión para salida analógica de voltaje.

Estos 2 tipos de conexiones se muestran en la figura siguiente:



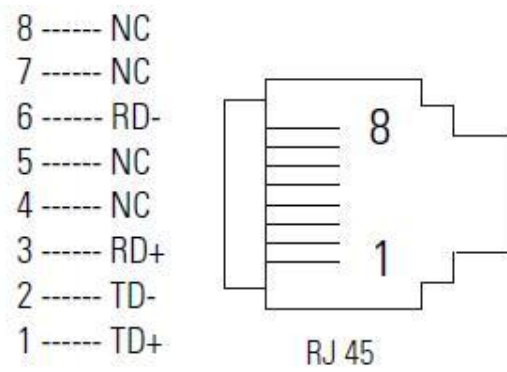
**Figura. 2.18. Conexión Señales de Salida Analógicas de Corriente y Voltaje.**

## 2.6 MÓDULO DE COMUNICACIÓN ETHERNET

El Módulo Ethernet que se utilizó para la realización es el 1768-ENBT/A, para lo cual mencionaremos las principales características.

### Cableado del módulo

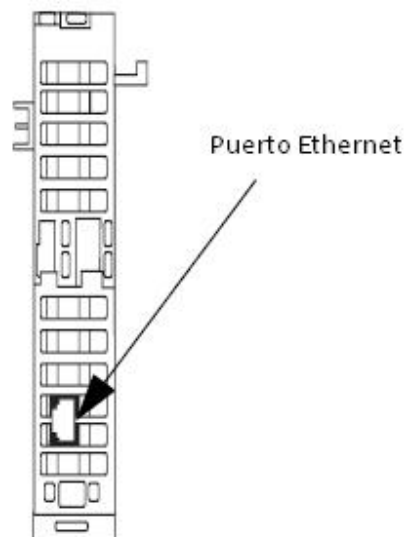
Se tiene que utilizar un conector RJ-45 para conectar a la red Ethernet / IP.



**Figura. 2.19. Conector RJ 45.**

Cuando se vaya conectar o se tiene que asegurar de que la alimentación eléctrica no es peligrosa antes de continuar con la conexión o desconexión del módulo.

El conector RJ-45 se lo conecta al puerto Ethernet de la parte inferior del módulo.



**Figura. 2.20. Puerto Ethernet del módulo.**

Es recomendable conectar el módulo a la red a través de un switch de Ethernet de 100 MB, ya que se reducirá las colisiones, pérdida de paquetes y el ancho de banda de la red aumentará.

### Solución de los problemas del módulo

Los tres bi-colores (rojo / verde), indicadores de estado LED en el módulo que se encargan de proporcionar información de diagnóstico y sus conexiones a la red. Si la pantalla alfanumérica y los indicadores LED no se encuentran en secuencia a través de los estados, se refieren a las tablas de solución de problemas.



Figura. 2.21. Estados del módulo.

Tabla. 2.11. Indicadores de Estado del módulo de Ethernet.

Indicador	Color	Significado
<b>LED de estado de Red</b>	Apagado	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Desactivado</li> <li>• Sin dirección IP</li> </ul>
	Verde Parpadeante	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Sin conexiones.</li> </ul>
	Verde	<ul style="list-style-type: none"> <li>• CIP conexiones (establecida).</li> </ul>
	Rojo Parpadeante	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Tiempo de espera de conexión.</li> </ul>
	Rojo	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Dirección IP duplicada.</li> </ul>
<b>Led de estado Conexión</b>	Apagado	<ul style="list-style-type: none"> <li>• No hay transmisión de datos.</li> </ul>
	Verde	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Módulo listo para comunicarse.</li> </ul>
	Verde Parpadeante	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Realizando transmisión de datos.</li> </ul>
<b>Led de estado OK</b>	Apagado	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Suministro de energía apagado.</li> </ul>
	Verde Parpadeante	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Modulo no configurado.</li> </ul>
	Verde	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Modulo funciona correctamente.</li> </ul>
	Rojo Parpadeante	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Error en la configuración.</li> </ul>
	Rojo	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Reemplazo del módulo.</li> </ul>
	Rojo y Verde Parpadeante	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Auto-test, realiza un test de poder del módulo</li> </ul>

## 2.7 CABLEADO DE ALIMENTACIÓN AL PLC COMPACTLOGIX DE ALLEN BRADLEY

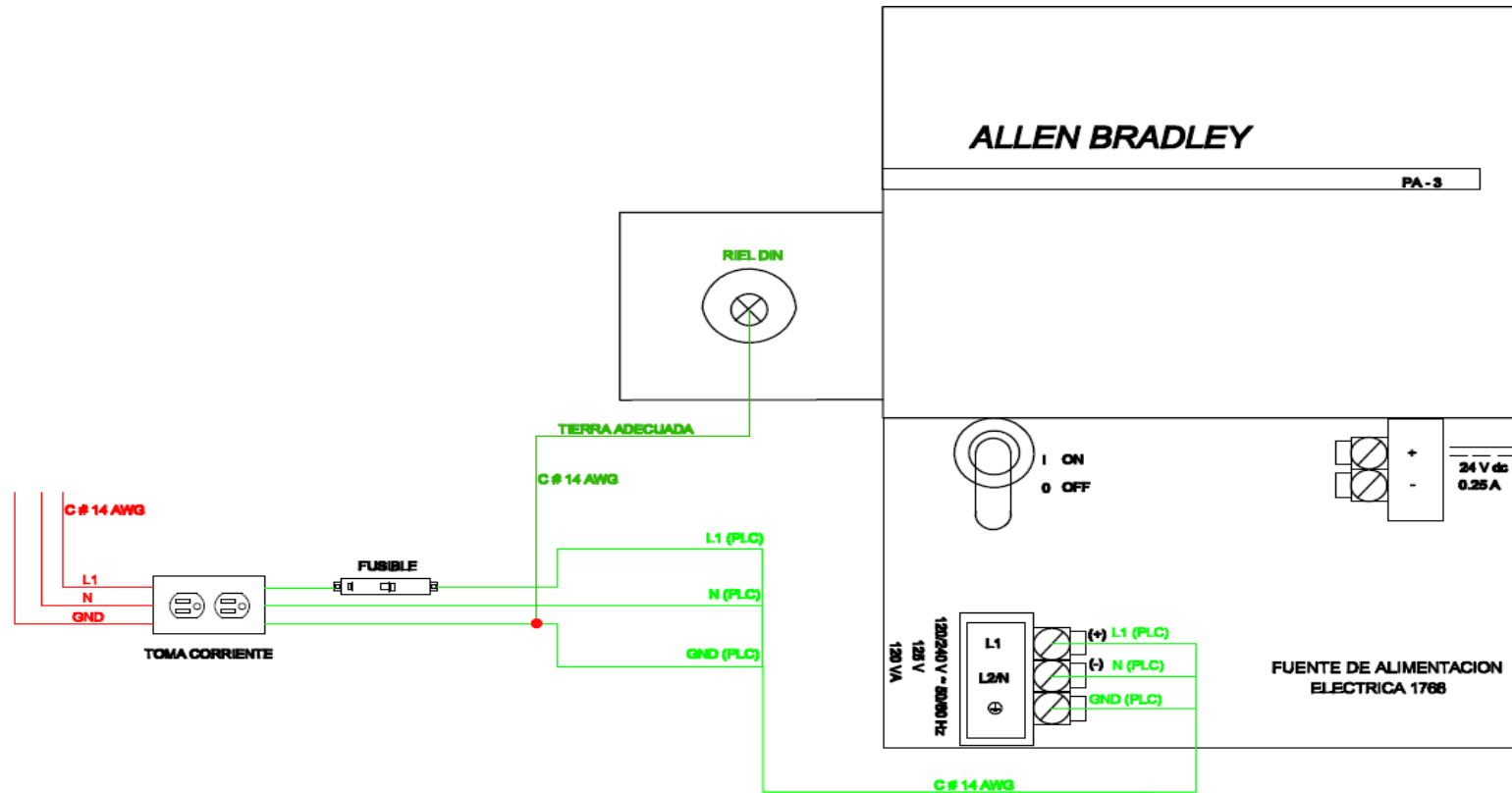


Figura. 2.22. Cableado del PLC.

## 2.8 CABLEADO DE COMUNICACIÓN ENTRE PC Y PLC COMPACTLOGIX DE ALLEN BRADLEY

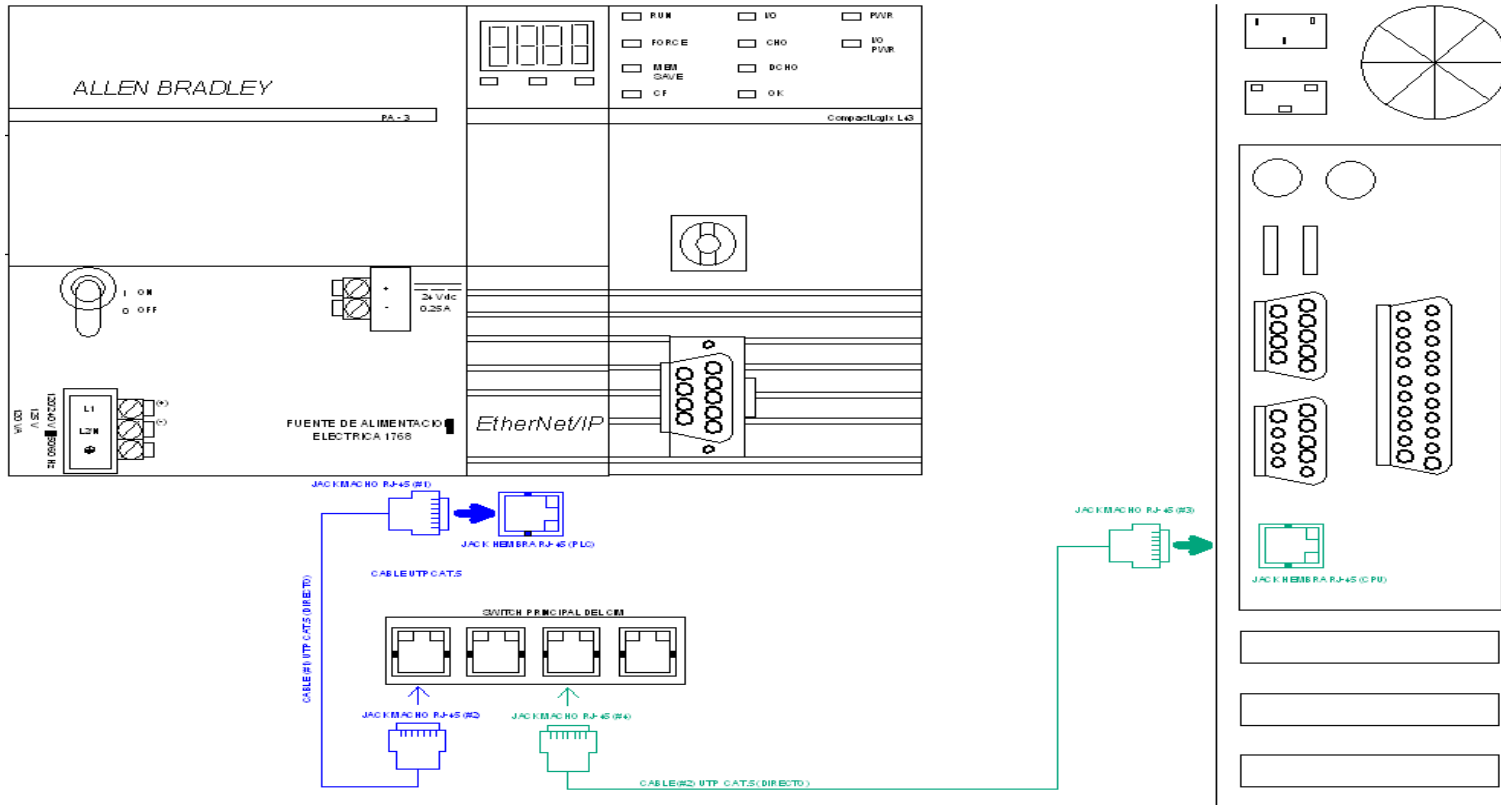


Figura. 2.23. Cableado de Comunicación.



## 2.9 CABLEADO DE CONEXIÓN ENTRE EL PLC COMPACTLOGIX DE ALLEN BRADLEY A LOS ACTUADORES DE LA ESTACIÓN HIDRÁULICA HYD-2800

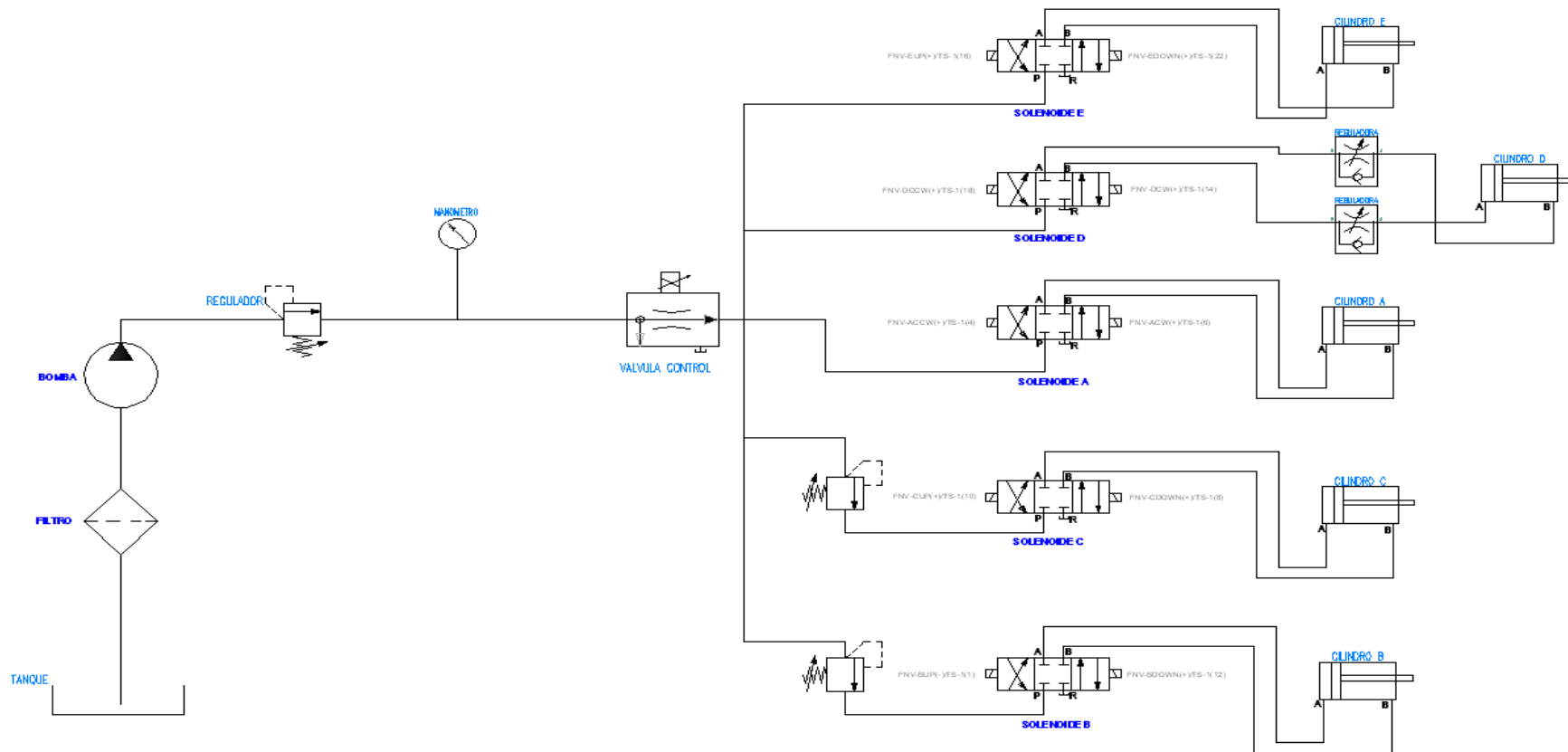


Figura. 2.24. Cableado de Conexión de Actuadores.

## 2.10 ACTUADORES Y MANIPULADORES DE LA ESTACIÓN HIDRÁULICA HYD-2800

### Actuadores Hidráulicos

Un actuador es un dispositivo que convierte la potencia en fuerza y movimientos mecánicos. La presión del fluido determina la fuerza de empuje de un cilindro, quien establece la velocidad de desplazamiento del mismo, la combinación de fuerza y recorrido produce trabajo, y cuando este trabajo es realizado en un determinado tiempo produce potencia.

El cilindro consiste en un émbolo o pistón operando dentro de un tubo cilíndrico, los actuadores para los sistemas neumáticos e hidráulicos son similares en diseño y operación.

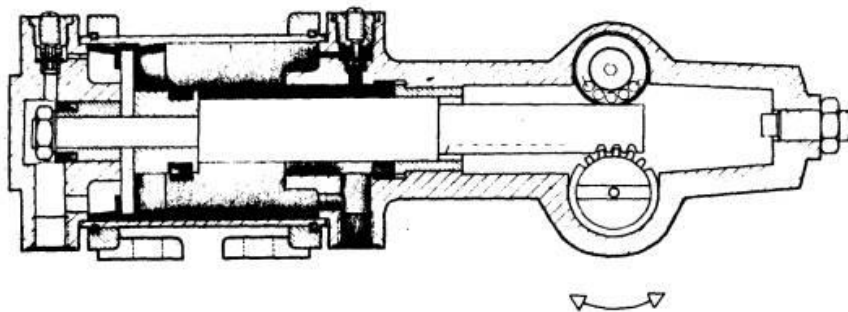
Existen varias clases de cilindros:

- Cilindros de simple efecto
- Cilindros de doble efecto
- Cilindros de eje giratorio
- Cilindros con amortiguación

Para el caso de la estación hidráulica HYD-2800 nos basaremos en los de eje giratorio de doble acción. El cilindro de giro en la ejecución de doble efecto, el vástago es una cremallera que acciona un piñón y transforma el movimiento lineal en un movimiento giratorio hacia la izquierda o hacia la derecha, según el sentido del émbolo. Los ángulos de giro corrientes pueden ser de  $45^{\circ}$ ,  $90^{\circ}$ ,  $180^{\circ}$ ,

300°. Es posible determinar el margen de giro dentro del margen total por medio de un tornillo ajustable.

El par de giro es función de la presión, de la superficie del émbolo y de la desmultiplicación. Los accionamientos de giro se emplean para voltear piezas, doblar tubos metálicos, accionar válvulas de cierre.



**Figura. 2.25. Cilindro de eje giratorio.**

En el caso del sistema HYD-2800 el cilindro es un pistón al que se le inyecta aceite por sus extremos, de manera que la presión que se ejerce al ingresar el aceite por uno de los extremos produce el movimiento de un sistema de cremallera que se encuentra dentro del cilindro, el cual genera el giro de un engranaje sujeto al brazo del robot, este movimiento que se realiza solo se produce en un solo sentido, para que se consiga el de sentido contrario, se debe inyectar aceite por el otro extremo del cilindro, lo cual producirá el mismo efecto físico pero en sentido contrario.

La estación cuenta con 4 cilindros de la marca phd (Solutions for industrial automation) que son de la Serie 1000-8000 que pertenecen a una línea resistente de servicio hidráulico o neumático. Estas unidades poseen un amplio rango de rotaciones, las cuales abarcan hasta los 450° con torques de 31.800 lb-pulg.



**Figura. 2.26. Cilindro Series 1000-800.**

De la misma manera el robot hidráulico HYD-2800 no requiere más de un solo cilindro de doble acción para el trabajo de la prensa hidráulica en la mesa de trabajo. El movimiento es causado por la presión del aceite aplicada a una u otra cara del émbolo según se exija.



**Figura. 2.27. Detalle interno del Cilindro phd 1000-8000.**

## Prensa Hidráulica

La prensa es una máquina que tiene como finalidad lograr la deformación permanente o incluso cortar un determinado material, mediante la aplicación de una carga.

Una de las causas que han hecho posible la producción y popularidad de muchos objetos de uso diario y de lujo que actualmente consideramos como de utilización normal en nuestra vida, es la aplicación creciente de las prensas a la producción en masa.

Las prensas hidráulicas son producidas en varios tipos y tamaños. Debido a que pueden proveerse de casi ilimitada capacidad, la mayoría de las prensas más grandes son de este tipo. El uso de varios cilindros hidráulicos permite la aplicación de fuerzas en el martinete en varios puntos, y proveen de la fuerza y ritmo necesario al soporte de discos. Las prensas hidráulicas de alta velocidad proporcionan más de 600 golpes por minuto, y se utilizan para operaciones de corte de alta velocidad.

La estación hidráulica HYD-2800 consta con una prensa hidráulica la misma que une al cilindro con el prisma, en el proceso del CIM.



**Figura. 2.28. Cilindro hidráulico Clippard.**

Las características de este cilindro son las que se describen a continuación:

- **Descripción:** cilindro de bronce.
- **Descripción:** 7/8" Trabajo fuerte, Doble efecto.
- **Diámetro Interior:** 0.875 plg.
- **Varilla:** varilla rotante.
- **Máxima Presión:** 2000 psi.
- **Rango de Temperatura:** 30 a 230 F
- **Carrera:** 3000 plg.
- **Factor de Potencia:** 0.6 sq.
- **Puertos:** 1/8 NPT.
- **Peso:** 0.8100 gr.

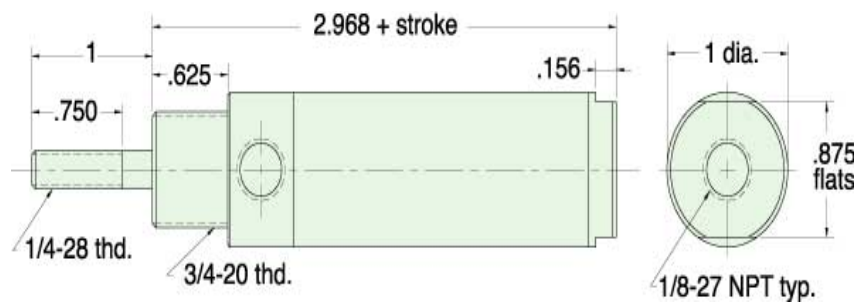


Figura. 2.29. Grafico del Cilindro y sus dimensiones.

## Gripper o efector final

El efector final (griper) es un dispositivo que se une a la muñeca del brazo del robot con la finalidad de activarlo para la realización de una tarea específica. La razón por la que existen distintos tipos de efectores finales es por las funciones que realizan. Existen diversos tipos de Gripper los cuales se dividen en dos categorías: pinzas y herramientas.

Las pinzas han sido diseñadas para que el robot cargue y descargue objetos, transporte materiales y ensamble piezas. Los dedos de la pinza giran en relación con los puntos fijos del pivote, de esta manera, la pinza se abre y se cierra. Se distingue entre las que utilizan dispositivos de agarre mecánico y las que utilizan algún otro tipo de dispositivo (ventosas, pinzas magnéticas, adhesivas, ganchos, etc.)

El accionamiento neumático es el más utilizado por ofrecer mayores ventajas en simplicidad, precio y fiabilidad, aunque presenta dificultades de control de posiciones intermedias. En ocasiones se utilizan accionamientos de tipo eléctrico.



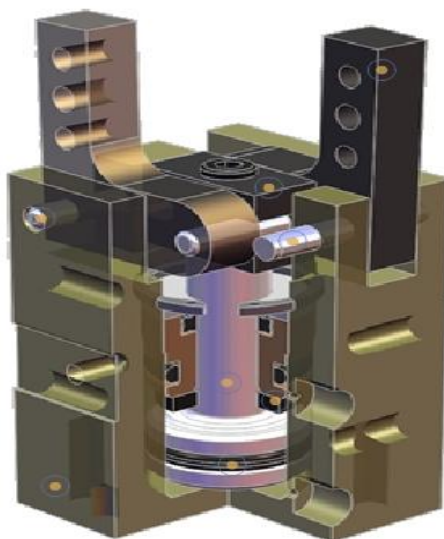
Figura. 2.30. Gripper

El sistema hidráulico HYD-2800 contiene un Gripper neumático, el cual nos permite retirar el pallet del conveyor y dirigirlo hacia la prensa hidráulica y también regresar el producto ensamblado. Para cuestiones de prácticas el Gripper puede sujetar al cilindro colocado en forma vertical.



**Figura. 2.31. Gripper 8400 A.**

El Gripper es activado neumáticamente por el compresor que proporciona aire a las estaciones que requieren, en este caso la estación hidráulica HYD-2800 requiere de una entrada para el Gripper.



**Figura. 2.32. Figura Interna Gripper 8400 A.**



## 2.11 VÁLVULAS

### 2.11.1 Válvula Solenoide

La válvula de solenoide es un dispositivo operado eléctricamente, y es utilizado para controlar el flujo de líquidos o gases en posición completamente abierta o completamente cerrada. La válvula de solenoide no regula el flujo aunque puede estar siempre completamente abierta o completamente cerrada.

La válvula solenoide puede usarse para controlar el flujo, considerando presiones y temperaturas involucradas, viscosidad del fluido y la adaptabilidad de los materiales usados en la construcción de la válvula.

La válvula de solenoide puede ser cerrada por gravedad, por presión o por la acción de un resorte; y es abierta por el movimiento de un émbolo operado por la acción magnética de una bobina energizada eléctricamente, o viceversa.

Una válvula de solenoide consiste de dos partes accionantes distintas, pero integrales:

- Un solenoide (bobina eléctrica).
- El cuerpo de la válvula.

Este tipo de válvula es controlada variando la corriente que circula a través de del solenoide, esta corriente, al circular por el solenoide, genera un campo magnético que atrae un émbolo móvil. Por lo general esta válvula opera de forma completamente abierta o completamente cerrada, aunque existen aplicaciones en las que se controla el flujo en forma lineal.

Al finalizar el efecto del campo magnético, el émbolo vuelve a su posición por efecto de la gravedad, un resorte o por presión del fluido a controlar.

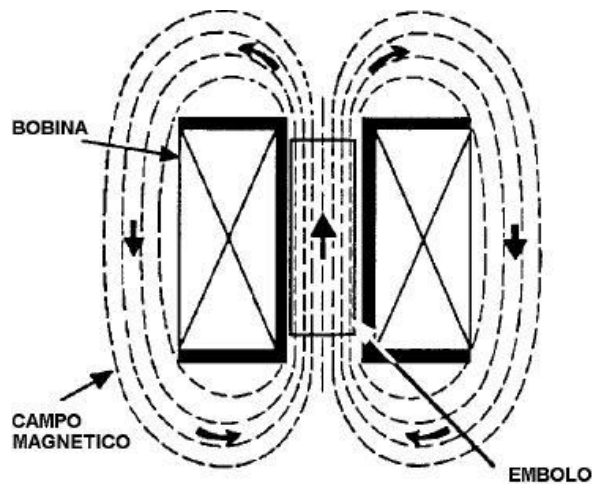
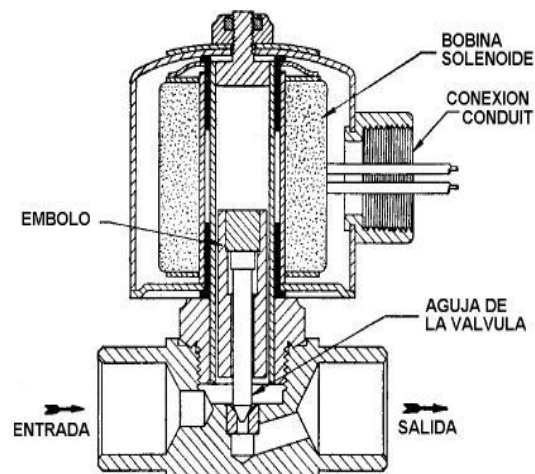


Figura. 2.33. Bobina energizada.

La aguja de la válvula está unida mecánicamente a la parte inferior del émbolo. Cuando se energiza la bobina, el émbolo es levantado hacia el centro de la bobina, levantando la aguja del orificio donde está sentada, permitiendo así el flujo.

Cuando se desenergiza la bobina, el peso del émbolo hace que caiga por gravedad y cierre el orificio, deteniendo el flujo. En algunos tipos de válvulas, un resorte empuja el émbolo para que cierre la válvula; esto permite que la válvula pueda instalarse en otras posiciones diferentes a la vertical.



**Figura. 2.34. Válvula solenoide de 2 vías normalmente cerrada.**

Las válvulas solenoides que utiliza la estación hidráulica HYD-2800 son las que describiremos a continuación:

- Válvula de diseño de carrete NG3-Mini.
- Interfaz estándar Wandfluh con 4 puertos.
- Solenoide de operación directa con 5 diseños de cámara.
- Detección por Carrete y elasticidad de reajuste.
- Solenoide de tipo aguja.
- Modelo 4/3 de control direccional.
- 2 Solenoides y 3 posiciones de la bobina, resorte en el centro.
- Cuando la solenoide está desenergizada el resorte regresa a la posición en el centro.

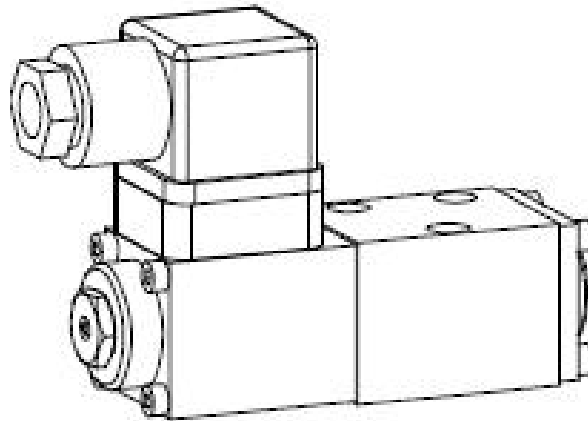


Figura. 2.35. Válvula solenoide 4/3 de control direccional.

### Especificaciones Generales:

- **Medida Nominal:** NG3-Mini bajo el estándar de Wandfluh.
- **Construcción:** Válvula de carrete directo
- **Instalación:** 3 orificios para ajustar los tornillos M4X30.
- **Conexiones:** Placas de conexión roscada Multi-ángulo.
- **Temperatura:** -20... +50 °C.
- **Posición de Instalación:** Preferiblemente horizontal.
- **Ajuste:**  $M_D = 2,8 \text{ Nm}$  (calidad de tornillo 8.8)
- **Peso:**  $m = 0.65 \text{ kg}$ .

### Especificaciones Hidráulicas:

- **Líquido:** Aceite mineral.
- **Rango de viscosidad:** 12 mm<sup>2</sup>/s...320 mm<sup>2</sup>/s.
- **Temperatura del Líquido:** -20... +70 °C.
- **Presión de Trabajo:** En los puertos P, A,B:
  - p<sub>max</sub> = 350 bar (p<sub>T</sub> < 20 bar)
  - p<sub>max</sub> = 315 bar (p<sub>T</sub> > 20 bar)
- **Presión de Tanque en el puerto T:** p<sub>Tmax</sub> = 100 bar.
- **Máximo volumen de corriente:** Q<sub>max</sub> = 15 l/min.
- **Especificaciones Eléctricas:**
  - **Voltaje Nominal:**
    - U<sub>N</sub> = 12 VDC
    - U<sub>N</sub> = 24 VDC
  - **Tolerancia del voltaje:** ±10% del voltaje nominal.

### Símbolo

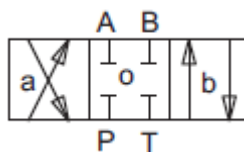


Figura. 2.36. Símbolo de la válvula solenoide 4/3 de control direccional.

### Gráfico detallado

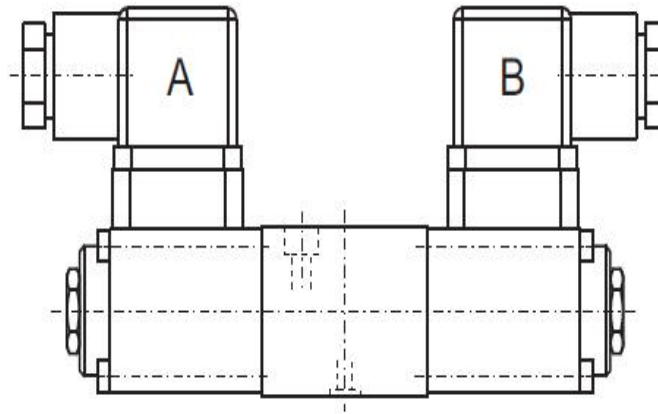


Figura. 2.37. Detalle de válvula solenoide 4/3 de control direccional.

#### 2.11.2 Válvula de Control Proporcional de Flujo

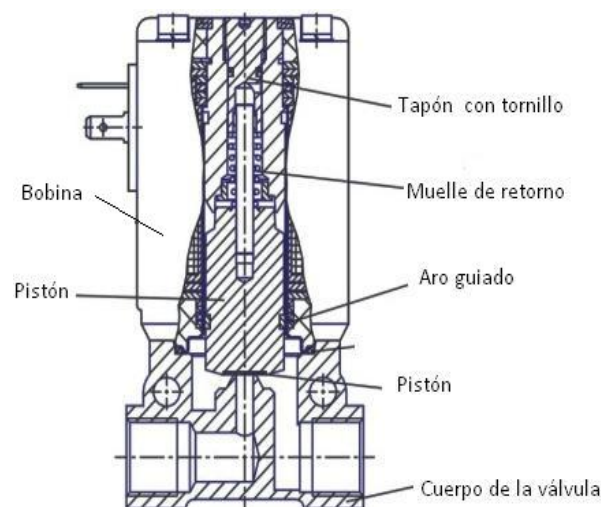
Una válvula de control proporcional de flujo contiene una válvula de control direccional que posee un carrete, un servo actuador o medios del servo para funcionar la válvula de control direccional.

Como su nombre lo indica son válvulas que permiten el paso de flujo o caudal proporcional, en función de la variable que se esté controlando. En el caso de la estación hidráulica HYD-2800 la válvula proporcional realiza una función sumamente importante, ya que es la encargada de regular la velocidad de movimientos de todos los actuadores del brazo.

Esta válvula controla el caudal de aceite que ingresa al sistema de alimentación de los cilindros hidráulicos, permitiendo al usuario, que fácilmente se pueda ajustar la velocidad de los movimientos del brazo de acuerdo a las necesidades.

La válvula está compuesta por un circuito eléctrico que es puesto en funcionamiento por un potenciómetro que varía en su valor de acuerdo a los ajustes del usuario, estableciendo los valores de voltaje y corriente que activen al sistema que controla el paso de aceite.

La válvula permite únicamente la variación del caudal de aceite, ya que si variamos la posición del potenciómetro de control, de igual manera en una relación lineal lo realizar el flujo de aceite a través de la válvula proporcional. Al tener un rango en el que se puede variar la velocidad se pueden lograr ajustes finos en el movimiento de nuestro robot.

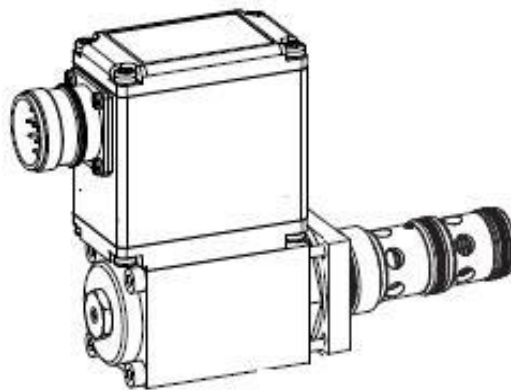


**Figura. 2.38. Válvula proporcional de acción directa.**

La válvula de control proporcional que utiliza la estación hidráulica HYD-2800 es la que describiremos a continuación:

- Válvula de mando directo.
- Presión pro-compensada.

- Válvula proporcional de control de flujo integrado con electrónica de un tornillo en el cartucho para roscar.
- Alta reproducibilidad de la válvula.
- El volumen de flujo se ajusta con las válvulas solenoides Wandfluh.
- Protección contra corrosión, características bajas de fricción.
- Válvula de 3 vías mantiene el flujo constante, independiente de la carga.
- El excedente de volumen de flujo es desviado a la línea de tranque, para el ahorro y prevenir un sobrecalentamiento del sistema.
- La fuerza de control proporcional solenoide se ejecuta en el líquido ya que actúa directamente sobre el carrete de control que abre las muescas de estrangulamiento en el cuerpo del cartucho.
- Cuando la válvula solenoide no recibe corriente, la bobina de control se mantiene en la posición cerrada por medio de un resorte.



**Figura. 2.39. Válvula proporcional 3/2.**



### Especificaciones Generales:

- **Descripción:** Válvula 3/2 de control de flujo proporcional con electrónica integrada.
- **Construcción:** Tornillo interno en el cartucho para la cavidad.
- **Instalación:** Tornillos de rosca de M33x2.
- **Temperatura:** -20... 65 °C.
- **Posición de Instalación:** De acuerdo a las necesidades.
- **Ajuste:**  $M_D = 2,8 \text{ Nm}$
- **Peso:**  $m = 1.3 \text{ kg}$ .

### Especificaciones Hidráulicas:

- **Líquido:** Aceite mineral.
- **Rango de viscosidad:** 12 mm<sup>2</sup>/s...320 mm<sup>2</sup>/s.
- **Temperatura del Líquido:** -20... +70 °C.
- **Máximo Presión:**  $p_{\max} = 350 \text{ bar}$ .
- **Presión de Flujo Nominal:**  $Q_N = 12.5 \text{ l/min}$ .
- **Máximo flujo de Volumen:**  $Q_{\max} = 63 \text{ l/min}$ .
- **Mínimo flujo de Volumen:**  $Q_{\min} = 0.2 \text{ l/min}$
- **Presión de Tanque en el puerto T:**  $p_{T\max} = 100 \text{ bar}$ .
- **Máximo volumen de corriente:**  $Q_{\max} = 15 \text{ l/min}$ .

- **Repetibilidad:**  $\leq 2 \%$ .
- **Histéresis:**  $\leq 5 \%$ .

### Especificaciones Eléctricas:

- **Voltaje Nominal:**  $U = 12 \text{ VDC}$        $U = 24 \text{ VDC}$
- **Corriente Máxima:**  $I_G = 1780 \text{ mA}$        $I_G = 810 \text{ mA}$
- **Interface Analógica:** M23, 12-polos (macho).
- **Conector:** plug M23, 12-polos (hembra).
- **Valor de la señal:** Voltaje/Corriente.
- **Configuración de Parámetros:** RS 232 C.

### Símbolo

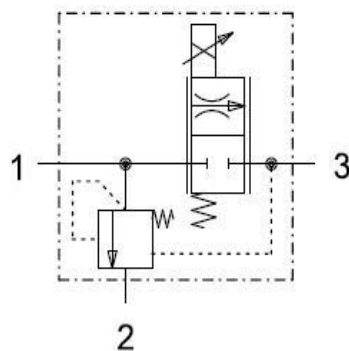
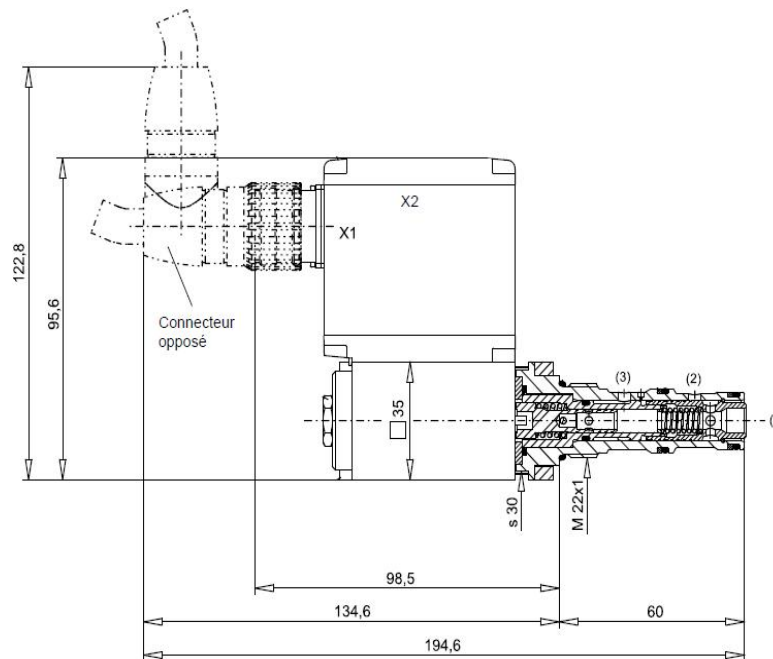


Figura. 2.40. Símbolo de la válvula proporcional 3/2.

**Grafico detallado:**

**Figura. 2.41. Detalle de la válvula proporcional 3/2.**

## 2.12 ELEMENTOS DE LA ESTACIÓN HIDRÁULICA

### 2.12.1 Manguera Hidráulica

Las mangueras que utiliza la estación hidráulica HYD-2800 son especiales debido a la presión que tiene que manejar en su interior, y que deben de tener una buena flexibilidad por el movimiento del brazo. Las mangueras están en la categoría de baja y media presión.



Figura. 2.42. Mangueras de baja y media presión.

A continuación se presentan las características de la manguera:

- **Material:** Termoplástico, Polyon.
- **Medida interna (I.D.):** 0.13 plg.
- **Medida Externa (O.D.):** 0.33 plg.
- **Presión Máxima de Operación:** 2500 psi.
- **Mínima Presión de Estallido:** 10000 psi.
- **Mínimo radio de Inclinación:** 0.50 plg.
- **Rango de Temperatura:** -65 a 200 F.



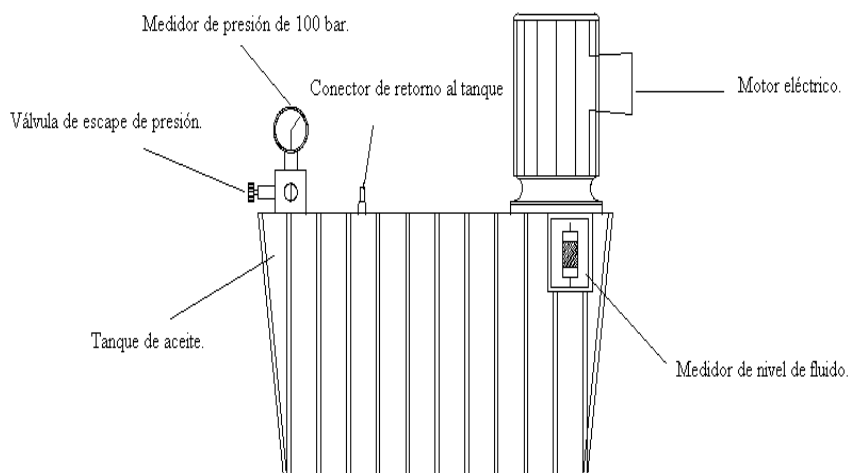
Figura. 2.43. Gráfico Interno de la Manguera.

### 2.12.2 Unidad Hidráulica de Poder Estación HYD-2800

La unidad hidráulica de poder de la estación HYD-2800 está compuesta por:

- Válvula de escape de presión.
- Motor eléctrico.
- Filtro de aceite.
- Medidor de nivel de fluido.
- Conector de retorno al tanque.
- Tanque de aceite.
- Medidor de presión de 100 bar.

En las siguientes figuras se puede observar los componentes antes señalados y el esquema de la unidad hidráulica de poder:



**Figura. 2.44. Descripción de la Unidad Hidráulica de Poder.**

### 2.12.3 Válvula de Escape de Presión (Vickers)

Una válvula de escape de presión realiza la función de enviar el fluido de retorno al tanque, si el fluido no se utiliza, así el aceite puede ser re-usado en el circuito hidráulico y no causa daño a las válvulas dentro del mismo, por exceso de presión.

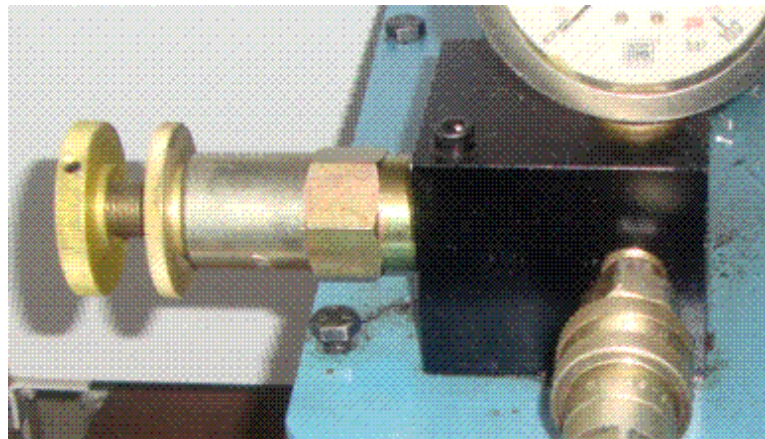


Figura. 2.45. Válvula de Escape.

En la siguiente figura se observa un esquema de una válvula de escape de presión:

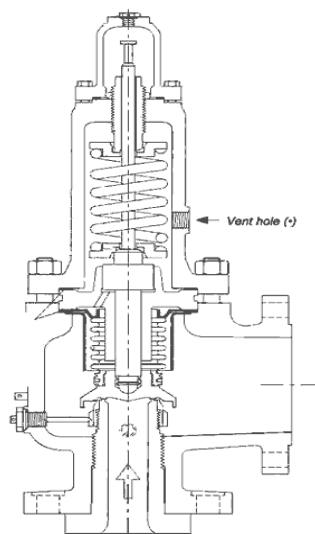


Figura. 2.46. Esquema de la Válvula de Escape de Presión.

La válvula funciona cuando el fluido sobre pasa un cierto valor de presión y se abre para que el mismo regrese al tanque de almacenamiento. En el caso de la estación hidráulica HYD-2800 ésta se encuentra acoplada a un indicador de presión por lo que se puede saber cuando la presión del fluido dentro del circuito llega a su valor crítico.

### **Especificaciones:**

- **Diámetro:** ¼" pulgada.
- **Presión de Disparo:** 13.6 l/min.

#### **2.12.4 Motor Eléctrico**

La estación hidráulica HYD-2800, consta posee un motor eléctrico de bobinado de jaula de ardilla, el cual impulsa el sistema de bombeo del aceite, produciendo la circulación del fluido, a través de una presión aplicada al convertir energía eléctrica en energía mecánica.

El fácil manejo de transmisión, distribución y transformación de la C.A, se ha constituido en la corriente con más uso en la sociedad moderna.

Es por ello que los motores de C.A, son los más normales y con el desarrollo tecnológico se ha conseguido un rendimiento altísimo que hace que más del 90 % de los motores instalados sea de C.A.

Los motores de C.A, se dividen por sus características en:

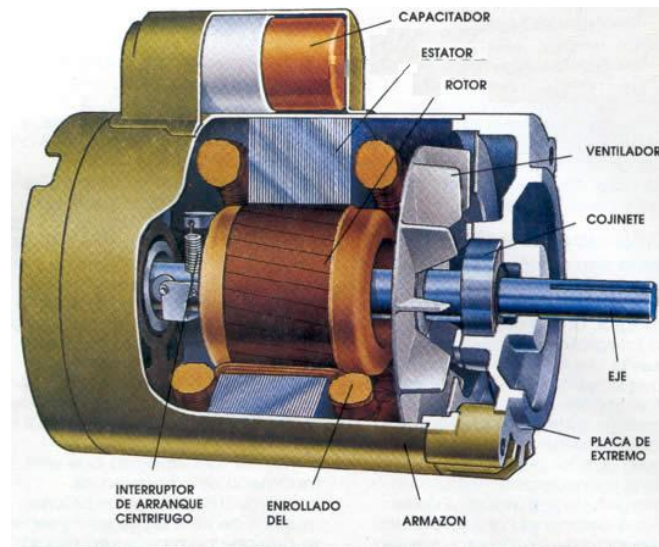


Figura. 2.47. Esquema del Motor Eléctrico.

### Sincrónicos

- Trifásico con Colector.
- Trifásico con Anillos.
- Y Rotor Bobinado.

### Asincrónicos o de Inducción

- Trifásico Jaula de Ardilla.
- Monofásico: Condensador, Resistencia.
- Asincrónicos Sincronizados: Serie o Universal.
- Espira en corto circuito.
- Hiposincrónico.
- Repulsión.



## 1) Motor Sincrónico

Está fundamentado en la reversibilidad de un alternador. El campo interior de una aguja se orienta de acuerdo a la polaridad que adopta en cada momento el campo giratorio en que se halla inmersa y siempre el polo S de la aguja se enfrenta al polo N cambiante de posición del campo giratorio, la aguja sigue cambiando con la misma velocidad con que lo hace el campo giratorio. Se produce un perfecto sincronismo entre la velocidad de giro del campo y la de la aguja.

Si tomamos un estator de doce ranuras y lo alimentamos con corriente trifásica, se creará un campo giratorio. Si al mismo tiempo a las bobinas del rotor le aplicamos una C.C, girará hasta llegar a sincronizarse con la velocidad del campo giratorio, de tal manera que se enfrentan simultáneamente polos de signos diferentes, este motor no puede girar a velocidades superiores a las de sincronismo, de tal forma que será un motor de velocidad constante. La velocidad del campo y la del rotor, dependerán del número de pares de polos magnéticos que tenga la corriente. Un motor de doce ranuras producirá un solo par de polos y a una frecuencia de 60 Hz, girará a 3600 R.P.M.

Como se verá el principal inconveniente que presenta los motores sincrónicos, es que necesitan una C.C. para la excitación de las bobinas del rotor, pero en grandes instalaciones (Siderúrgicas), el avance de corriente que produce el motor sincrónico compensa parcialmente el retraso que determinan los motores asincrónicos, mejorando con ello el factor de potencia general de la instalación, es decir, el motor produce sobre la red el mismo efecto que un banco de condensadores, el mismo aprovechamiento de esta propiedad, es la mayor ventaja del motor sincrónico.

## 2) Motores Asíncronos o de Inducción

Son los de mayor uso en la industria, por lo tanto son los que mayor análisis merecen.

Cuando aplicamos una corriente alterna a un estator, se produce un campo magnético giratorio, este campo de acuerdo a las leyes de inducción electromagnéticas, induce corriente en las bobinas del rotor y estas producen otro campo magnético opuesto según la ley de Lenz y que por lo mismo tiende a seguirlo en su rotación de tal forma que el rotor empieza a girar con tendencia a igualar la velocidad del campo magnético giratorio, sin que ello llegue a producirse. Si sucediera, dejaría de producirse la variación de flujo indispensable para la inducción de corriente en la bobina del inducido.

A medida que se vaya haciéndose mayor la diferencia entre la velocidad de giro del campo y la del rotor, las corrientes inducidas en él y por lo tanto su propio campo, irán en aumento gracias a la composición de ambos campos se consigue una velocidad estacionaria. En los motores asíncronos nunca se alcanza la velocidad del sincronismo, los bobinados del rotor cortan siempre el flujo giratorio del campo inductor.

### Potencia de Accionamiento

- Potencia en KW = 0,736 \* Potencia en HP
- Potencia en HP = 1,36 \* Potencia en KW

La potencia está definida en dos factores: La fuerza en Kg y la velocidad en metros por segundo.

- $Potencia = F * V = Kgm/Seg.$

El par del motor es una magnitud decisiva hasta el punto de determinar las dimensiones de un motor. Motores de igual par tienen aproximadamente las mismas dimensiones aunque tengan diferentes velocidades. En el arranque de un motor, es decir, en el intervalo de tiempo que pasa de la velocidad 0 a la nominal, el par toma distintos valores independientemente de la carga. La potencia nominal debe ser lo más parecida posible a la potencia requerida por la máquina a accionar. Un motor de potencia excesiva da lugar a una mayor intensidad de corriente durante el arranque.

### **Especificaciones:**

- **Potencia:** 1 HP.
- **Voltaje de Alimentación Nominal:** 220 V A.C.
- **Tipo de Alimentación:** Monofásica.
- **Velocidad Nominal:** 1500 RPM.
- **Corriente de Arranque:** 3,8 A.

#### **2.12.5 Medidor de Nivel de Fluido (UCC™)**

Este dispositivo mide el nivel del fluido dentro del tanque en una escala proporcional a la capacidad del tanque, está conectado al mismo y mide la magnitud de nivel de una manera indirecta, ya que en este proceso interviene la presión que ejerce el fluido dentro del tanque.



Figura. 2.48. Medidor de Nivel.

Podemos observar a continuación un diagrama esquemático:

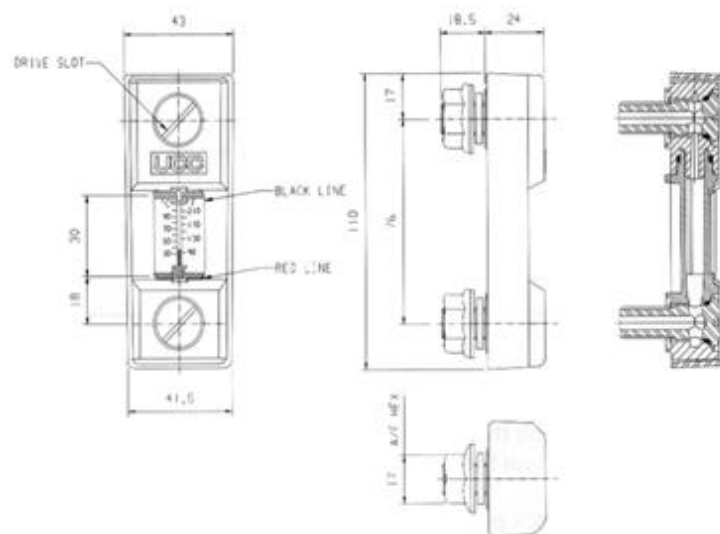


Figura. 2.49. Esquema del Medidor de Nivel.

### Especificaciones:

- **Lentes** : Poliamida Trasparente
- **Base de los lentes** : nylon 66
- **Cuerpo** : Poliestileno de alto impacto, sin contenido de aluminio

- **Sellos** : Nitrilo
- **Presión Máxima de Trabajo** : 300 bar
- **Temperatura de Trabajo** : -30°C a +90°C
- **Compatibilidad de Fluidos**: Fluidos a base mineral y a base de petróleo.
- **Torque recomendado de Ajuste** : 10 Nm Máximo
- **Indicador** : Alcohol Rojo

### 2.12.6 Tanque de Aceite (O.M.T <sup>TM</sup>)

El tanque de aceite es fundamental dentro del circuito hidráulico, ya que aquí se almacena el fluido que va a proporcionar la energía dentro del mismo, se lo puede encontrar de varios materiales, capacidades y otros parámetros a considerar.



**Figura. 2.50. Tanque de Aceite OMT de Aluminio.**

La estación HYD-2800 usa un tanque OMT de aluminio de color azul, el que viene provisto de un conector para la válvula de desfogue como se puede observar en la figura 2.50. También se encuentra aquí la válvula reguladora de presión y el indicador de la misma magnitud.

**Especificaciones:**

- **Capacidad:** 10 L.
- **Material:** Aluminio

En la siguiente figura se muestran las dimensiones del tanque OMT:

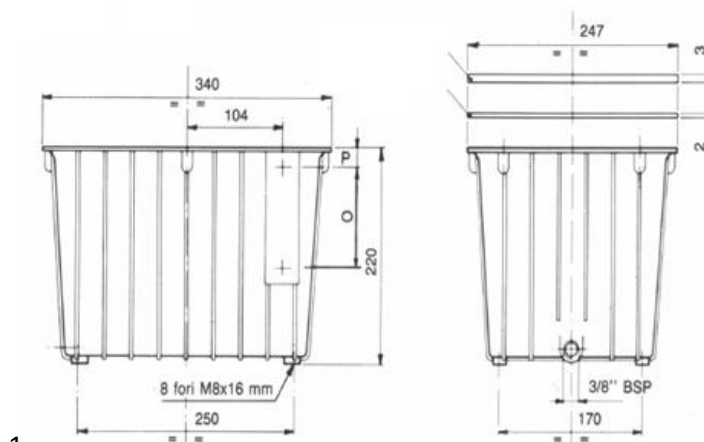


Figura. 2.51. Tanque de Aceite OMT de Aluminio.

**2.12.7 Elementos del Control Eléctrico desde el Panel Principal**

El panel principal de la estación cuenta con los siguientes elementos:

- Potenciómetro Lineal de 10 K con capuchón protector (Regulación Válvula Proporcional).
- LED ROJO 3/4 W x11 (Indicadores de Acción de Electrovalvulas).
- Switch 3 Posiciones ON-OFF-ON. x5 (Control de Articulaciones).
- Switch 2 Posiciones ON-OFF de Retorno (GRIPPER).

- Lámparas de Señal x3 (Energización de la Estación).
- Push Button x2 (Encendido y Apagado de la Estación).
- Push Button de Emergencia (Detención Abrupta de la Estación y Error ).

## **CAPÍTULO 3**

### **3 SOFTWARE**

En el presente capítulo se analizan los diagramas de flujos para entender el correcto funcionamiento del sistema HYD-2800.

Además se da una explicación del diseño de la interface HMI con todos los componentes, y se podrá conocer sobre el tema de Ethernet para establecer la comunicación con el PLC.

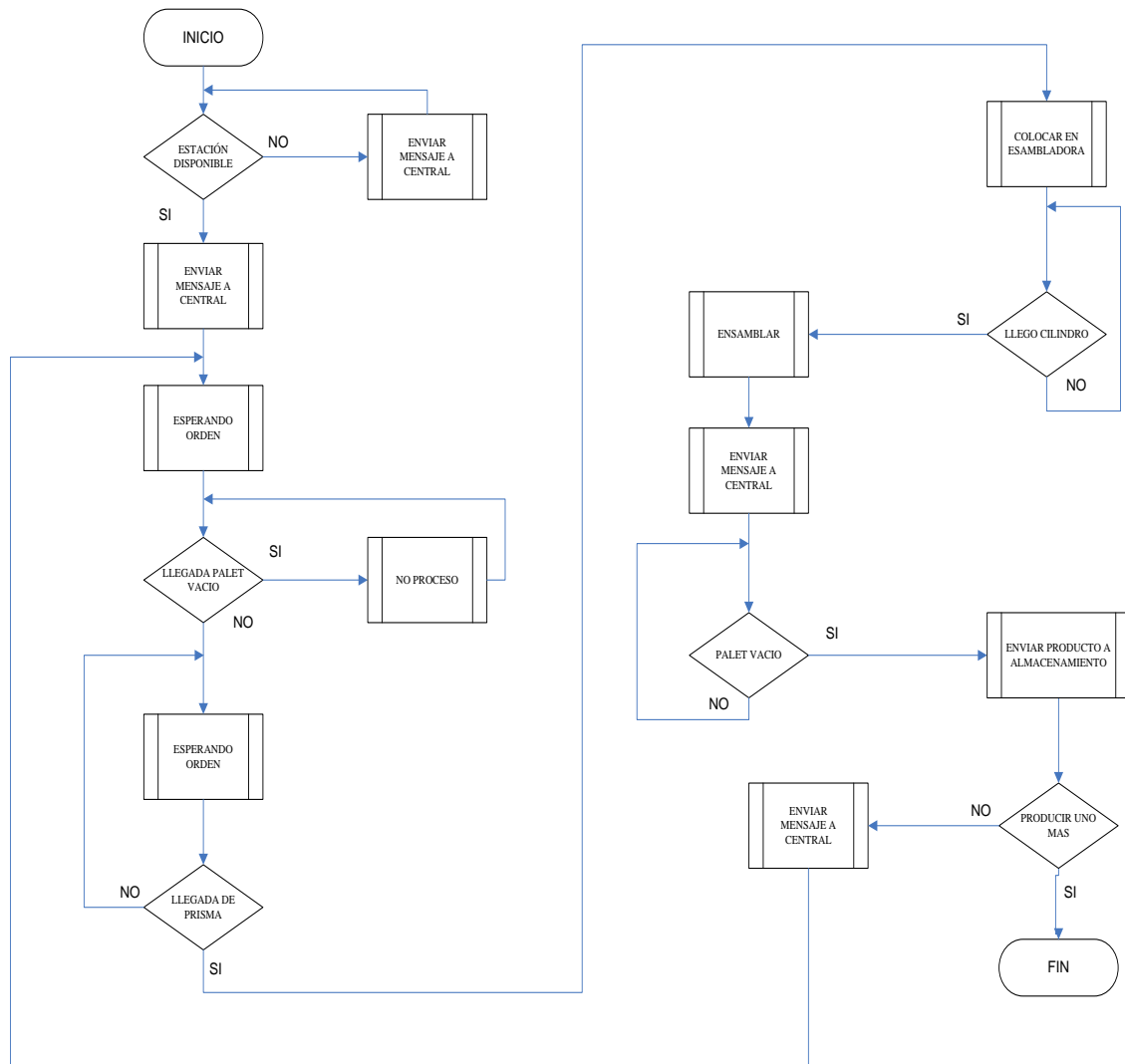
#### **3.1 DIAGRAMA DE FLUJO**

Se realizaron 2 diagramas de flujos los cuales se describen a continuación:



**General**

El diagrama de flujo general permite al Usuario conocer el funcionamiento de la Estación Hidráulica HYD-2800 tanto en línea con el laboratorio C.I.M. o de manera individual.



**Figura. 3.1. Diagrama de Flujo General.**

## Modo de Operación

En la figura Figura 3.2. Se Indica los 2 modos de operación con los que consta el sistema HYD-2800, el modo Semiautomático forma parte del modo Automático, con la ejecución de las 2 subrutinas que forman parte de dicho modo.

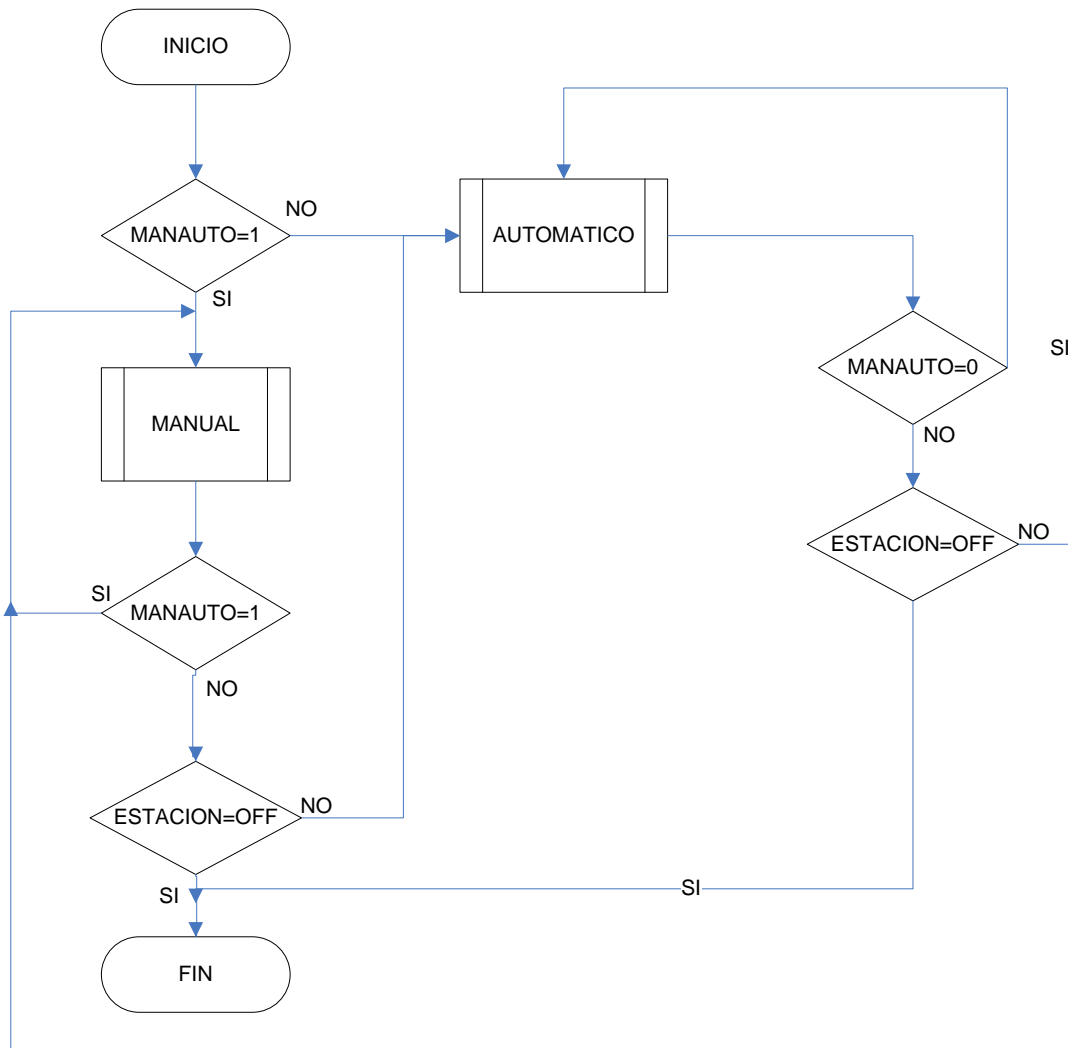


Figura. 3.2. Diagrama de Flujo Modos de Operación.

Los demás diagramas de flujos se encontrara en los anexos para todas las subrutinas de:

- Manual

- Automático

Además todas las subrutinas del programa:

- Home
- Cilindro Disponible
- Recoger, etc.

### **3.2 DISEÑO DE LA HMI**

Como su nombre lo indica HMI (“Human Machine Interface”) es el medio por el cual se presentan los datos a un operador a través de éste puede visualizar, controlar, corregir el proceso que se esté realizando.

La interfaz HMI de la estación hidráulica fue realizada bajo los 5 parámetros principales que son usabilidad, navegabilidad, teoría del color, manejo de la información y consistencia.

#### **Usabilidad**

Conociendo que usabilidad es la propiedad que permite reconocer si una interfaz es fácil de utilizar y agradable para el usuario, se ha realizado el diseño del Robot Hidráulico con 2 perspectivas que son:

##### **1. Vista Superior**

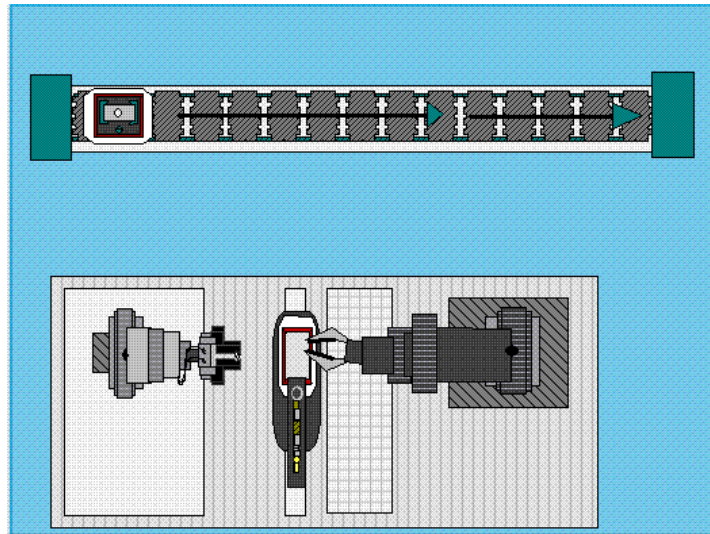


Figura. 3.3. Vista Superior del Robot del HMI.

## 2. Vista Frontal

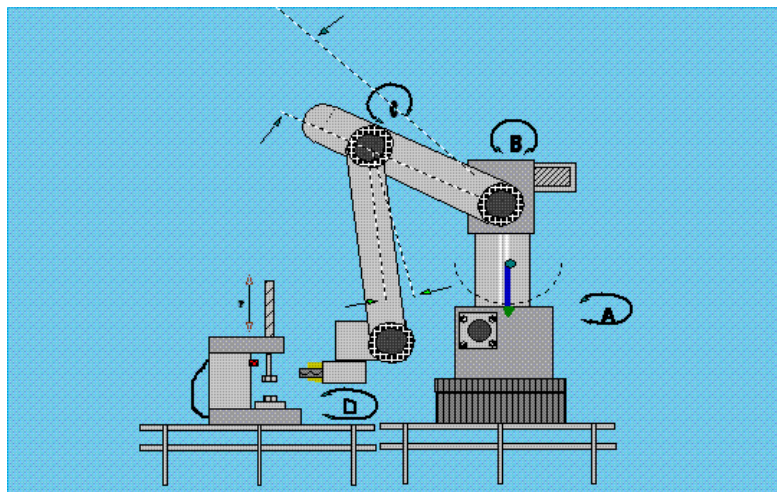


Figura. 3.4. Vista Frontal del Robot del HMI.

Se ha realizado de esta manera para que el usuario pueda saber en todo momento la posición del Robot y el proceso que esté realizando.

De igual manera tanto como en el panel de la Estación Hidráulica HYD-2800 se tienen los switch que activan las articulaciones del Robot, de la misma manera se tiene en la interfaz con su respectiva nomenclatura.

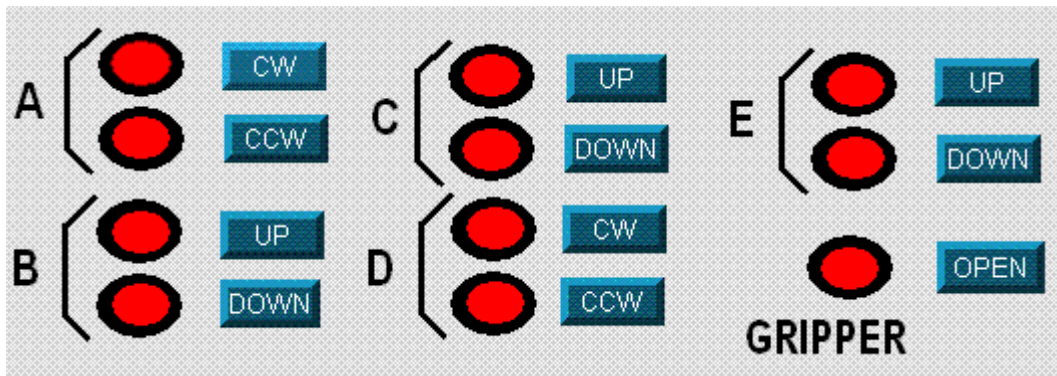


Figura. 3.5. Panel de switch del HMI.

## Navegabilidad

La navegabilidad es la propiedad para hacer la interfaz sencilla o compleja dependiendo el uso que se le dé a cada una de las ventanas.

El HMI tiene ventanas de Realización, en la cual indica el proceso que se va ejecutando (información), evaluación de variables y emergentes.

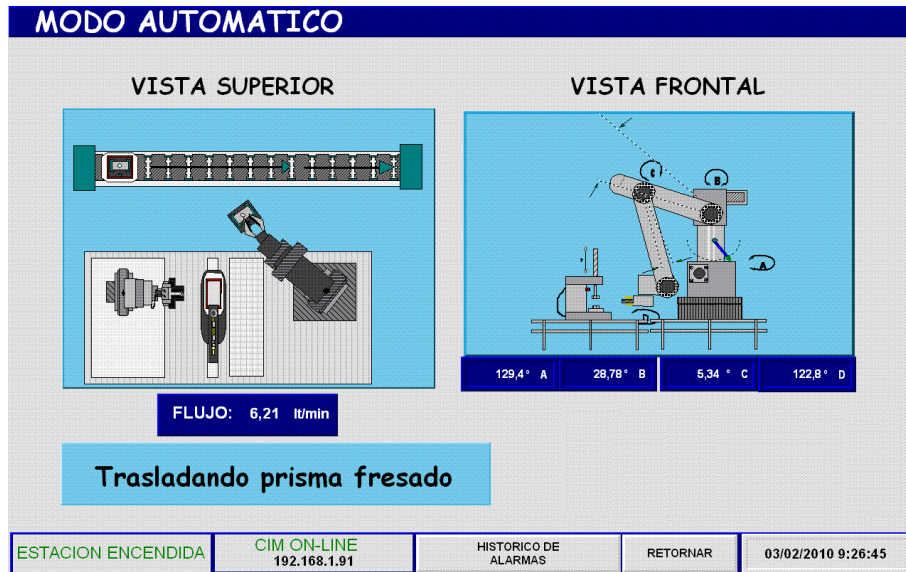


Figura. 3.6. Ventana de Proceso Automatico.

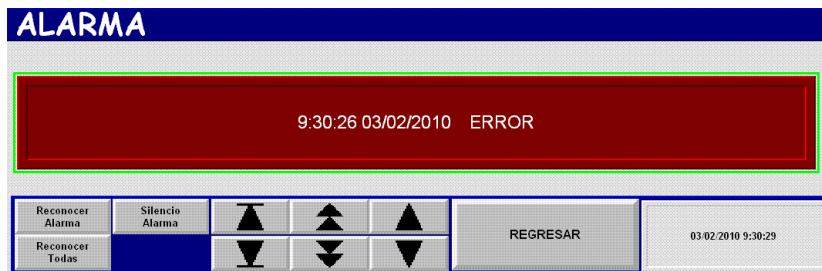


Figura. 3.7. Ventana de Emergencia.

### Uso del Color

Conociendo que el uso correcto del color permite al usuario reconocer el estado en que se encuentra el proceso, y el fácil monitoreo del mismo. Además a las figuras dependiendo de la tonalidad se les puede observar tridimensionalmente o con profundidad.

El usuario en la interfaz puede saber cuando la estación ha sido encendida, y en qué momento está en línea con el CIM para poder realizar los diferentes procesos que se requieran.

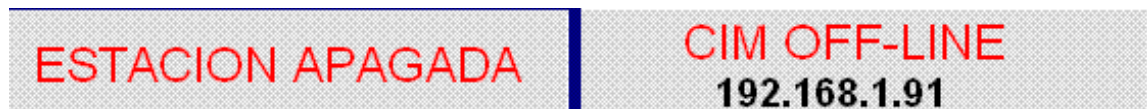


Figura. 3.8. Estación Apagada y CIM off-line.



Figura. 3.9. Estación Encendida y CIM on-line.

### Manejo de la Información

Es de suma importancia la información que se maneje dentro de un sistema de HMI debido a que se debe de registrar el proceso que se ha realizado y quien fue la persona que lo realizó, y si ocurrieron alarmas, cuales fueron y en cuanto tiempo se demoraron en desactivarlas.

Debido a eso es que la interfaz cuenta con una ventana de Históricos de Proceso la cual informa la hora a la cual el usuario ha ingresado, el momento en que encendió la estación y el numero de procesos que ha realizado, de la misma manera si se suscitó una alarma cuanto tiempo se tardó en reconocerla.

Tiempo Evento	Tiempo Reconocimie	Mensaje
03/02/2010 9:26:23		ESTACION ENCENDIDA
03/02/2010 9:26:48		ESTACION ENCENDIDA
A 03/02/2010 9:21:18		EMPLEADO
03/02/2010 9:18:33		ESTACION ENCENDIDA
03/02/2010 9:13:39		ESTACION ENCENDIDA
03/02/2010 9:13:37		EMPLEADO
03/02/2010 9:08:21		ESTACION ENCENDIDA
03/02/2010 9:08:18		GERENTE
03/02/2010 9:07:07		ESTACION ENCENDIDA
03/02/2010 9:07:03		GERENTE
03/02/2010 9:01:31		ESTACION ENCENDIDA
* 03/02/2010 9:01:23	03/02/2010 9:01:26	ERROR
03/02/2010 8:59:42		ENTRESANDO PRODUCTO FINAL
03/02/2010 8:59:40		ESTACION ENCENDIDA
03/02/2010 8:57:59		EMPLEADO

RETORNAR 03/02/2010 9:28:51

Figura. 3.10. Ventana de Histórico de Proceso.

ALARMA	
9:35:36 03/02/2010 ERROR	
Reconocer Alarma	Silencio Alarma
Reconocer Todas	Borrar Todas
REGRESAR 03/02/2010 9:35:39	

Figura. 3.11. Ventana de Alarma y reconocimiento de la misma.

## Consistencia

Es importante esta característica que permite que la interfaz sea robusta tanto en su interior, como el proceso real, facilitando el entrenamiento y practica del usuario.

Internamente el Robot realiza los movimientos al mismo tiempo que el real de una manera proporcional, haciendo que el usuario pueda manejar con facilidad y amigabilidad el proceso.





Figura. 3.12. Proceso del HMI.



Figura. 3.13. Proceso Real.

### Explicación para la utilización del HMI

Para el diseño del HMI se basó en el siguiente diagrama de flujo:

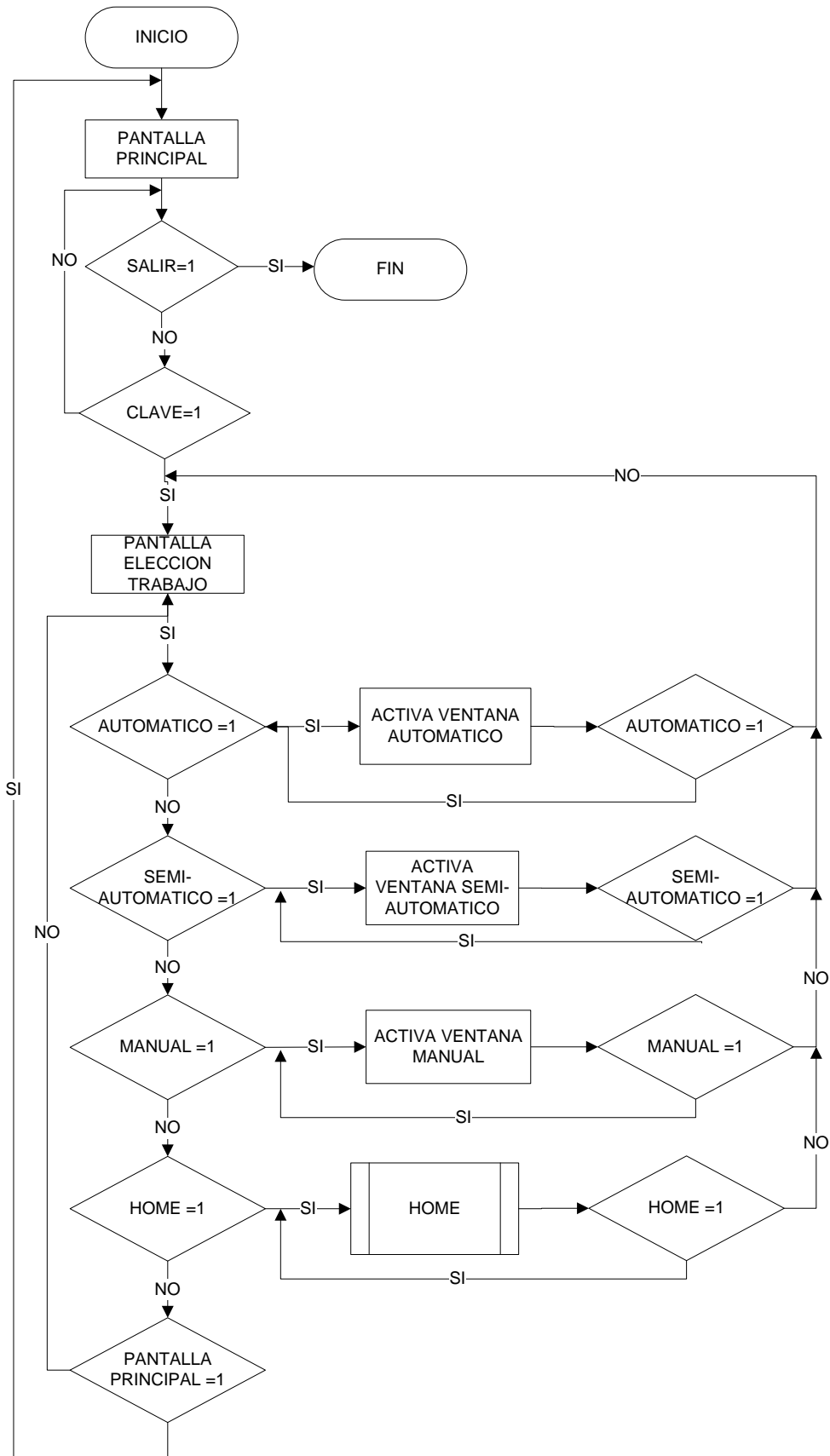


Figura. 3.14. Diagrama de Flujo HMI.

## Pantalla Principal

Al ejecutar el programa HMI en el Factory Talk tendremos la siguiente pantalla principal:



Figura. 3.15. Pantalla Principal.

En el diseño se tienen 2 usuarios con sus respectivos niveles de seguridad, debido a que para ciertas opciones el acceso tiene que ser restringido.

Usuario: **Administrador**

Clave: **Administrador**

El Administrador como su nombre lo indica tiene acceso a todas las ventanas y los niveles de seguridad no están restringidos para dicho usuario, debido a que puede controlar y supervisar lo realizado por el operador, el Administrador es el único que tiene la posibilidad de borrar las alarmas del cuadro de Históricos.

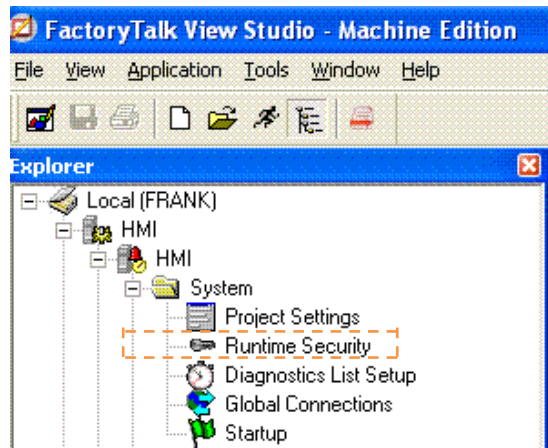
Usuario: **Operador**

Clave: **Operador**

El Operador tiene acceso a todas las ventanas ya que es el encargado de estar en el proceso siempre que se lo esté realizando, el operador tiene restricciones debido a que no es capaz de borrar las alarmas que suceden y puede ser evaluado en el tiempo que tarda en reconocer la Alarma.

Al iniciar la aplicación aparecerá el usuario **Default** el cual no consta con contraseña debido a que este solo se activa en el momento de salir de la aplicación y volver a iniciarla.

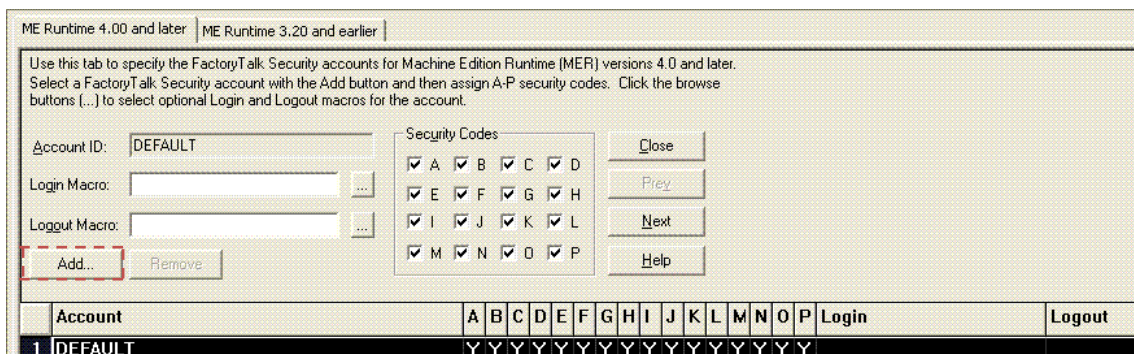
Para la creación de los usuarios y sus respectivas claves en el programa Factory Talk, se los debe de ingresar como se indica en las siguientes figuras:



**Figura. 3.16. Pantalla Principal de Factory Talk.**

Se tiene que dar doble clic sobre Runtime Security del cual se desplegará la ventana que se encuentra en la Figura 3.17.

Runtime security genera la opción de ingresar a los usuarios que se desee puedan hacer uso de la interfaz, con sus respectivos niveles de seguridad que tenga cada uno de ellos.



**Figura. 3.17. Pantalla Runtime Security.**

Para ingresar un nuevo usuario se debe dar clic sobre Add, se desplegará otra ventana de la cual se tiene que elegir dentro de Filter Users la opción de Show users only. Para crear el usuario damos click sobre Create New y se escoge la opción User.

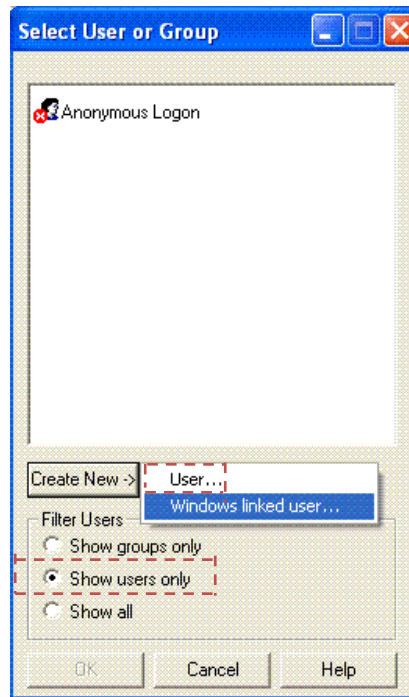


Figura. 3.18. Selección de Usuario.

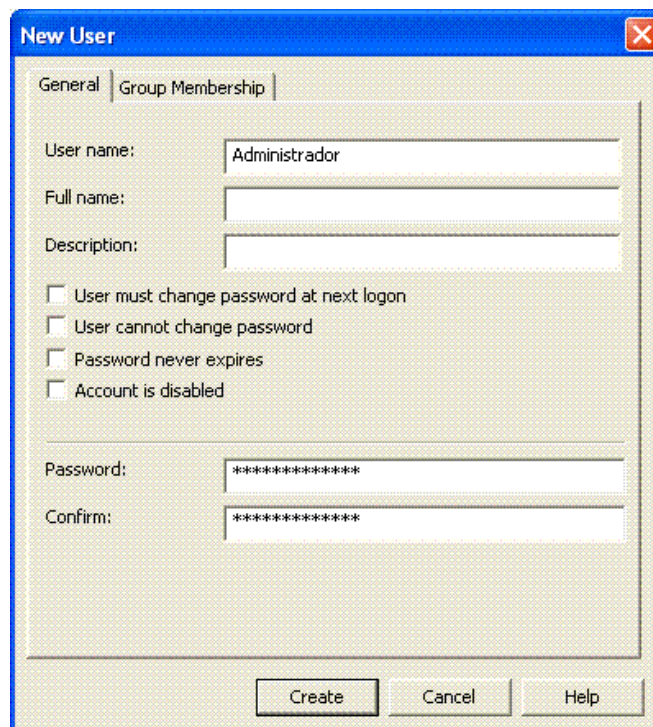


Figura. 3.19. Ingresar el Usuario.

En la Figura 3.19 Se debe ingresar en User Name el nombre de usuario que se desee para el HMI, cabe tomar en cuenta que el uso de mayúsculas y minúsculas es sumamente importante, ya que si desde el principio se utiliza cualquiera de las 2 opciones, cuando se solicite se debe ingresar de la misma manera en la que se está ingresando en este momento.

Para asignar los distintos niveles de seguridad que tendrá cada usuario en la misma ventana de Runtime Security se tiene los Security Codes que tiene 16 niveles de seguridad, distribuidos en letras, desde la A hasta la P, a cada usuario se le colocará con vistos en cada letra el nivel que se le quiera dar, en el caso de que no se le quiera dar dicho nivel de seguridad se le quitará el visto como se indica en la siguiente figura.

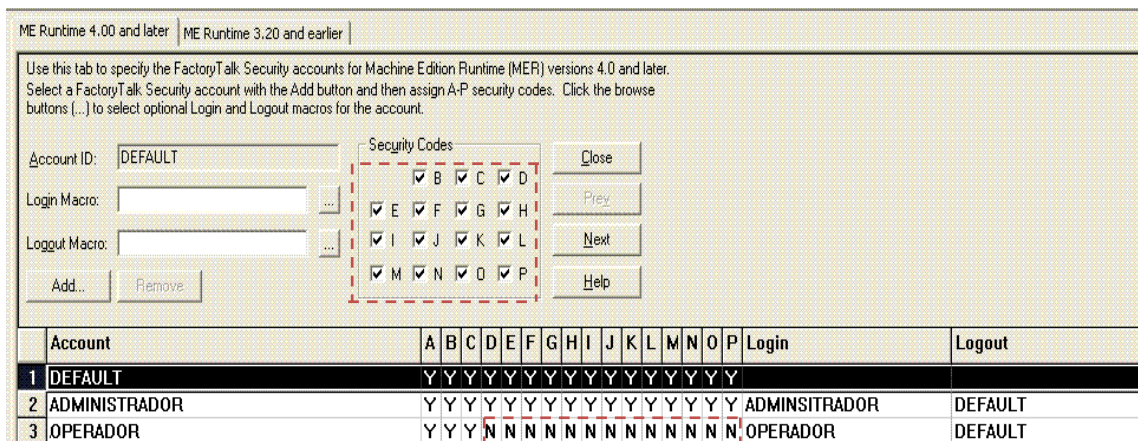


Figura. 3.20. Ingresar el Usuario.

Como se puede observar en la Figura 3.20. El usuario **Operador** solo tiene un nivel de seguridad 3, ya que solo se le permitirá ingresar a las ventanas que tengan de acceso A, B y C, a las demás ventanas este usuario no podrá ingresar.

Cuando se desee hacer que una ventana tenga el nivel de seguridad que se quiera se debe de dar click derecho sobre la ventana y escoger la opción Display Settings.



Figura. 3.21. Menú de ventana.

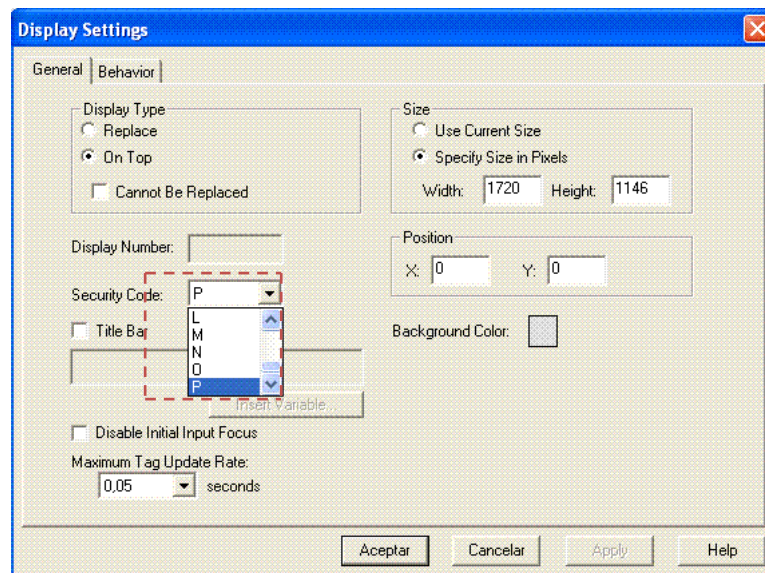


Figura. 3.22. Menú de ventana.

En la opción de Security Code se coloca la letra de acuerdo al nivel de seguridad a la ventana y a la restricción que se quiera darle de acuerdo al usuario.



En la pantalla principal del HMI se tiene 2 botones los cuales son:

A rectangular button with a dark background and the word "SALIR" in yellow, bold, uppercase letters.

**Salir.-** Cierra la aplicación del HMI.

A rectangular button with a dark background and the words "USER LOGIN" in yellow, bold, uppercase letters.

**User Login.-** Ingresar el Usuario y la Clave respectiva para cada uno de ellos.

En la Pantalla Principal el usuario al ingresar en la aplicación, debe de registrarse o salir del proceso.

Un vez ingresado el usuario y la clave en la aparecerá el botón continuar.



Figura. 3.23. Pantalla Principal y usuario ingresado.

**CONTINUAR**

**Continuar.-** Permite avanzar en el HMI hacia la pantalla de elección de trabajo.



**Figura. 3.24. Elección de trabajo.**

La pantalla elección de trabajo permite al usuario conocer el estado de la estación, si se encuentra apagado o encendida y si esta en comunicación con el CIM.

Además en esta pantalla como su nombre lo indica se elige el trabajo que se requiera realizar pulsando uno de los tres botones que son:

**AUTOMATICO**

**Automático.-** Proceso Automático del Robot Hidráulico HYD-2800, en línea con el CIM.

SEMI-AUTOMATICO

**Semi-Automático.-** Proceso semi-automático el Robot Hidráulico tiene 2 modos de operación, el de recoger material, o el de entregar material terminado.

MANUAL

**Manual.-** Proceso manual el Robot hidráulico HYD-2800 es manipulado como si fuese del tablero principal de la estación.

Además cada botón tiene un signo de interrogación a su lado derecho que permite informar al usuario sobre cada proceso en detalle, antes de ingresar al mismo.



**Signo de Interrogación.-** Información básica de lo que hace cada proceso.

El Botón HOME permite que el usuario coloque al Robot Hidráulico HYD-2800 en una posición adecuada para iniciar el proceso, ya que no se conoce la posición en la que se haya mantenido en un proceso anterior.

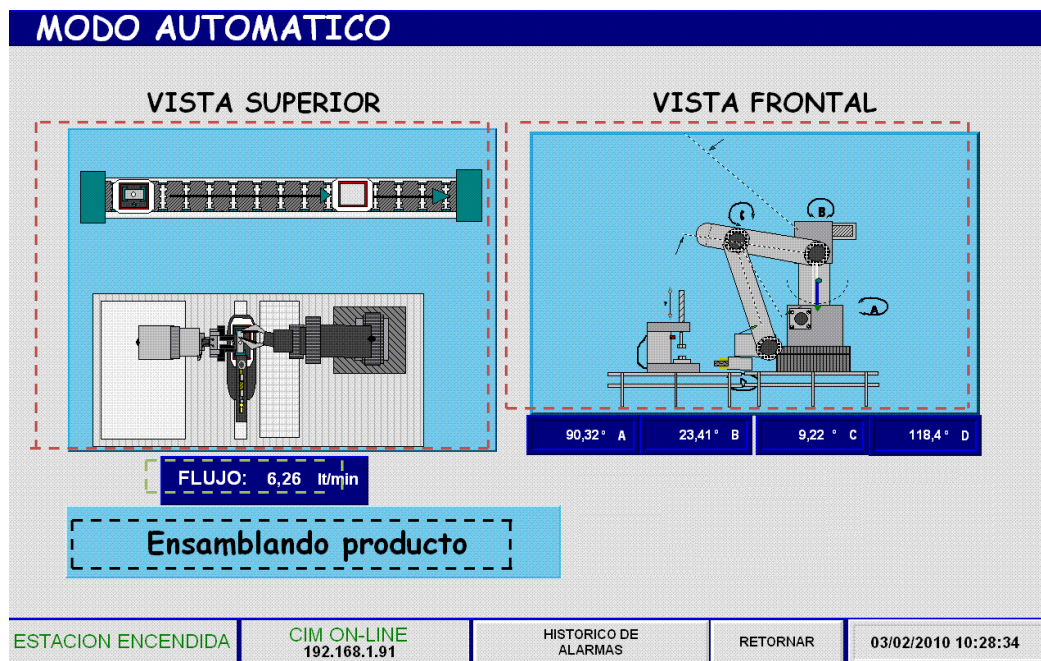
HOME

**Home.-** El botón de Home genera que el Robot se coloque en una posición general establecida por el programador.

El botón Pantalla Principal regresa al menú principal la aplicación.

**PANTALLA PRINCIPAL**

**Pantalla Principal.-** El botón de Pantalla principal regresa a la pantalla inicial donde el usuario puede cambiar de usuario según la necesidad que se requiera.

**Modo Automático**

**Figura. 3.25. Modo Automático.**

En la ventana de Automático tanto el Operador como el Administrador podrán visualizar el proceso del Robot desde las 2 vistas con que se consta el HMI, la vista Superior y la vista Frontal. En la vista Frontal se consta de unos displays, los cuales muestran los grados de inclinación que tiene cada articulación en el proceso que se esté realizando.

Al mismo tiempo se visualiza el proceso que está realizando por medio de los mensajes, que indican en todo momento de la ejecución lo que se está

ejecutando, en la Figura 3.25. Se tiene el proceso de **Ensamblando Producto** y se muestra que el robot Hidráulico, está en espera de recoger el prisma y cilindro ensamblados, y que el Robot Eléctrico de la estación de visión sostiene el cilindro en la prensa.

Además se puede visualizar la cantidad de aceite **FLUJO: 6.26 lt/min**, que está circulando por la válvula proporcional como se muestra en la Figura 3.25.

El usuario puede observar en todo momento el estado de la estación si se encuentra encendida y si se encuentra en línea con el C.I.M., ya que la condición para funcionar en modo automático, es que la estación Hidráulica y el C.I.M. se encuentren en línea.

### Modo Semi-Automático

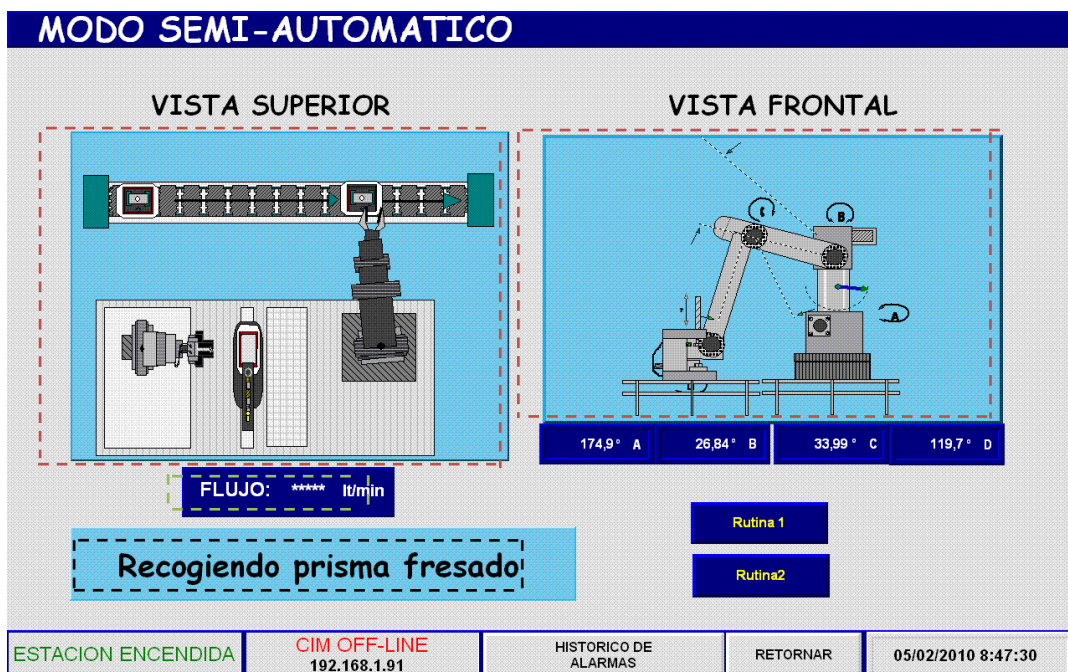


Figura. 3.26. Modo Semi-Automático.

Para el modo Semi-automático se tiene la misma ventana de proceso que en el modo Automático, tanto los mensajes que indican el Estado del Robot, como la visualización del flujo de la válvula proporcional, con la diferencia que en este modo se tiene 2 procesos que puede realizar el Robot Hidráulico.

**Rutina1:** La rutina 1 permite que el Robot se dirija hacia el conveyor a recoger un palet.

**Rutina 2:** La rutina 2 genera que el Robot, recoja de la prensa hidráulica el palet y lo lleve hacia el conveyor.

**Modo Manual**

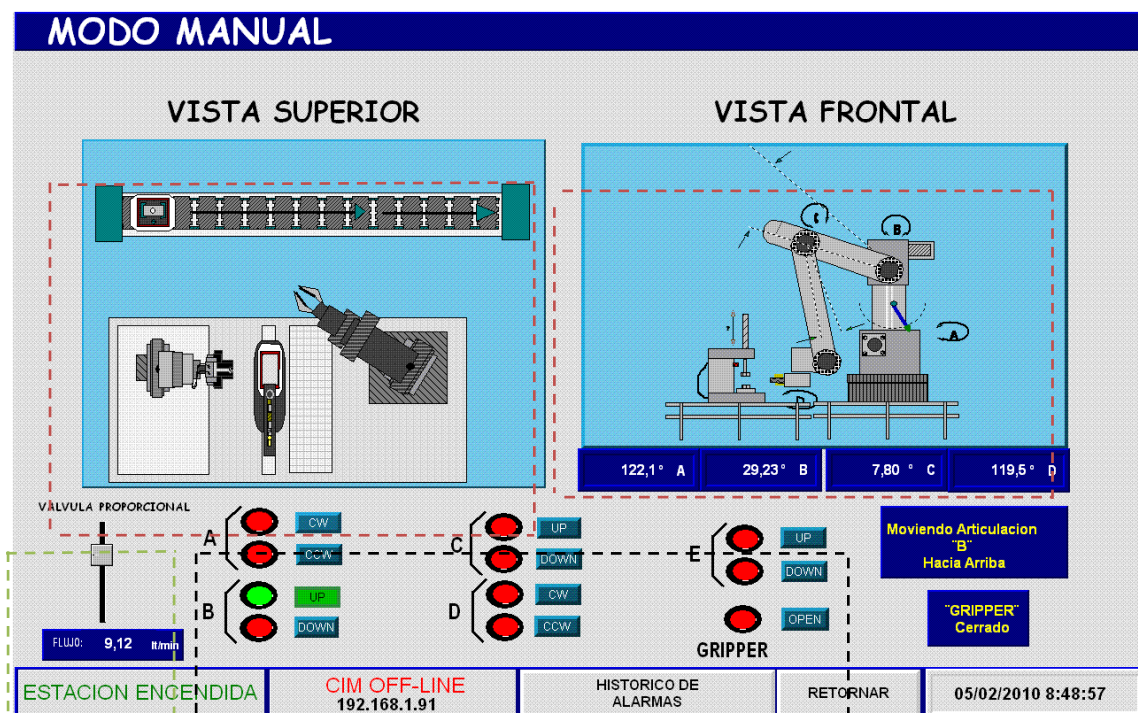


Figura. 3.27. Modo Manual.

El modo Manual del HMI se tiene una réplica del panel superior de la Estación Hidráulica HYD-2800, simulado por botones para el movimiento de las articulaciones del Robot, y el slider para el control de la válvula proporcional.

La nomenclatura de los switch no es muy clara en el panel de la estación debido a eso, se ha colocado la mensajería necesaria, para saber qué movimiento realiza el Robot en el momento de pulsar cada uno de los switch, como por ejemplo ACCW (Movimiento Articulación “A” en sentido Horario).

La regulación del caudal se realiza por medio del slider que se encuentra en la parte inferior izquierda, y se visualiza su valor en el display con el que consta.

Los botones para el movimiento del brazo, tienen una seguridad ya que si se llega al rango máximo de movimiento, el botón desaparece para que no se siga inyectando aceite hacia la válvula y se produzcan más daños sobre los retenedores.

### **Pantalla de Históricos de Alarmas**

La pantalla tiene acceso mediante el Botón del mismo nombre, la que permite conocer el historial de funcionamiento, que son los usuarios ingresados, los productos entregados, etc.

**HISTORICO DE  
ALARMAS**

**Historico de Alarmas.-** El botón de histórico de alarmas permite al usuario, tanto al Administrador como al Operador, conocer el historial de la estación Hidráulica.

Este botón se lo tiene en los 3 modos de funcionamiento para conocer en cualquier proceso el trabajo realizado anteriormente.

HISTORICO DE PROCESO		
Tiempo Evento	Tiempo Reconocimie	Mensaje
A 04/02/2010 11:36:20		EMPLEADO
03/02/2010 10:51:34		ENTREGANDO PRODUCTO FINAL
03/02/2010 10:51:26		GERENTE
03/02/2010 10:51:06		EMPLEADO
03/02/2010 10:49:12		GERENTE
03/02/2010 10:44:45		EMPLEADO
03/02/2010 10:35:01		ERROR
03/02/2010 10:34:58		ERROR
03/02/2010 10:28:19		ESTACION ENCENDIDA
03/02/2010 10:25:50		ESTACION ENCENDIDA
03/02/2010 10:01:37		GERENTE
03/02/2010 9:37:38		ESTACION ENCENDIDA
* 03/02/2010 9:35:36	03/02/2010 9:35:41	ERROR
* 03/02/2010 9:35:23	03/02/2010 9:35:30	ERROR
03/02/2010 9:35:18		GERENTE
03/02/2010 9:33:01		ESTACION ENCENDIDA
* 03/02/2010 9:30:37	03/02/2010 9:30:39	ERROR
03/02/2010 9:30:26		ERROR
03/02/2010 9:26:23		ESTACION ENCENDIDA
03/02/2010 9:23:48		ESTACION ENCENDIDA
03/02/2010 9:21:18		EMPLEADO
03/02/2010 9:18:33		ESTACION ENCENDIDA
03/02/2010 9:13:39		ESTACION ENCENDIDA
03/02/2010 9:13:37		EMPLEADO
03/02/2010 9:08:21		ESTACION ENCENDIDA

RETORNAR

04/02/2010 11:36:28

Figura. 3.28. Histórico de Alarmas.



## Pantalla de Alarma

La pantalla de alarma se genera en el momento que se ha producido un error en el proceso y que el usuario ha presionado el botón de ERROR en el panel superior de la estación Hidráulica HYD-2800.

El usuario debe reconocer la alarma y regresar a la aplicación, en la cual se encontraba el proceso, cada generación de alarma se graba en el histórico de proceso.

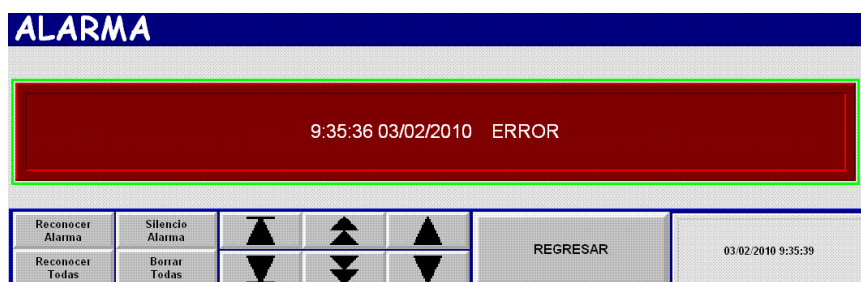


Figura. 3.29. Alarma.

## 3.3 COMUNICACIÓN MEDIANTE LA PLATAFORMA ETHERNET/IP

### 3.3.1 INTRODUCCION

Ethernet es una arquitectura de red que incluye los modelos Cliente/Servidor y Productor/Consumidor, en este caso se usará este último modelo, lo que permite darle al sistema en donde se encuentra implementada la red industrial, tres características principales que le brindan flexibilidad y eficiencia al mismo.

Estos parámetros son:

- Control;
- Configuraciones, y;
- Recolección de Datos.

**Control** es una característica muy importante dentro de una red industrial, ya que el sistema debe tener comunicación en tiempo real con los sensores y actuadores.

**Configuraciones** el usuario debe tener acceso a cambiar parámetros del dispositivo de control, además debe poder realizar esto en modo *Run Time* o tiempo en el que se ejecuta una tarea.

**Recolección de datos** es importante que la red provea al sistema la posibilidad de obtener datos del proceso, así como procesarlos y enviarlos hacia la planta de nuevo, y todo esto en tiempo real.

Ethernet/IP (Industrial Protocol) fue creado recientemente por Rockwell Automation y posteriormente adquirido por ODVA (Open DeviceNet Vendor Association) y ControlNet Internacional.

Debido a su naturaleza Ethernet/IP funciona en las cuatro primeras capas del Modelo OSI, sin embargo esto le permite determinar la óptima implementación de *la Recolección de Datos, Configuración de Dispositivos y Control* dentro de un sistema.

### 3.3.2 MENSAJERÍA DENTRO DE ETHERNET/IP

El proceso de mensajes dentro de una red Ethernet/IP, es de tipo implícito, lo cual hace que la transferencia de información entre los nodos de la red, sea invisible para los usuarios, entonces los nodos productores y consumidores, siempre están esperando por información disponible.

Dentro de este tipo de mensajería implícita existen cuatro clases, las cuales están disponibles dentro del CIP (Control and Information Protocol) que está inmerso en Ethernet/IP, estos tipos son:

- Mensajería Cíclica
- Mensajería Por Cambio de Estado
- Mensajería Por Sondeo
- Mensajería Estroboscópica

**Mensajería Cíclica.-** Consiste en que un dispositivo de control produce un mensaje predeterminado de forma programada y a dicho mensaje se asocia una identificación de conexión (ID-Conexión), entonces a cualquier dispositivo consumidor se le da a conocer de ésta identificación de conexión y aceptará cualquier paquete que se vea en la red con dicha identificación de conexión.

**Mensajería Por Cambio de Estado.-** En este tipo, el mensaje es producido o es manifestado por un evento dentro de la red o del dispositivo controlador, aquí también se mantiene un evento cíclico, que les permite a los dispositivos consumidores saber que un nodo está activo y trabajando.

**Mensajería Por Sondeo.-** Este método de mensajería es el clásico método de comunicación de un sistema de Entradas/Salidas, ya que aquí el productor pregunta secuencialmente a todos los dispositivos de los nodos enviándoles sus datos de salida y recibe una respuesta con sus datos de entrada.

**Mensajería Estroboscópica.**- Es parecida a la anterior, con la diferencia de que se envía una sola petición multicast (emitida varias veces), en donde los dispositivos responden con sus datos sin requerir una respuesta del productor.

Gracias a que el controlador Compact-Logix que posee tecnología de comunicación Ethernet/IP, se busca integrar la estación HYD-2800 a la red Ethernet del C.I.M. 2000, dándole así a todo el entorno industrial todas las características de esta arquitectura de red antes mencionada.

### 3.3.3 EL MODELO PRODUCTOR/CONSUMIDOR

El modelo Productor/Consumidor permite dentro de una red, que los paquetes de datos se identifiquen de acuerdo con los contenidos de sus datos en vez de su ubicación física, además le permiten al nodo principal, producir un mensaje y ponerlo en la red, entonces todos los nodos dentro de dicha red podrán “escuchar” el mensaje, y consumirlo las veces que sean necesarias.

La familia de controladores Allen Bradley, y en este caso específico del controlador COMPACT-LOGIX 1768-L43, está capacitado para realizar este tipo de transmisión de mensajes, al realizar un Broadcast para producir mensajes, enviándolos así a la red donde los controladores dentro de la misma lo pueden consumir, los mensajes pueden ser variables, que pueden ser transmitidas dentro de un bloque de mensajería provisto por el software RS-LOGIX, en este bloque se puede “producir” más de un mensaje, así se aprovecha el ancho de banda poniendo en la red un mensaje con múltiples variables, las cuales todas pueden ser “consumidas” por los controladores que están “escuchando” dentro de la red.

Cada mensaje es procesado y enviado a la red de controladores en un intervalo configurable de pedido llamado Intervalo de Pedido de Mensaje (RPI), el

cual viene integrado en el controlador y se accede a el mediante el software ya indicado, este parámetro está definido como la cantidad de tiempo (en milisegundos) entre las actualizaciones de los mensajes (variables o múltiples variables) desde un controlador remoto hasta el que “consumió” el mensaje.

Este valor será escalado como una variable de tipo *REAL* por los microsegundos almacenados en el controlador. El controlador local recibirá los datos tan pronto como este parámetro sea configurado.

Dado este modelo de transmisión de mensajes, se puede deducir que es confiable, ya que realiza una transmisión Unicast o Multicast, para que todos los controladores dentro de la red puedan “consumir” los mensajes, dándole así gran eficiencia para que la información esté disponible en toda la comunidad de controladores, tal como lo emitió el controlador “productor”.

### **3.4 RED ETHERNET**

Refiriéndose más específicamente a la estación HYD-2800, se debe decir que se encuentra en un entorno industrial, que forma parte de una línea de producción, el cual posee una red Ethernet con topología de estrella como se puede observar en el siguiente gráfico:

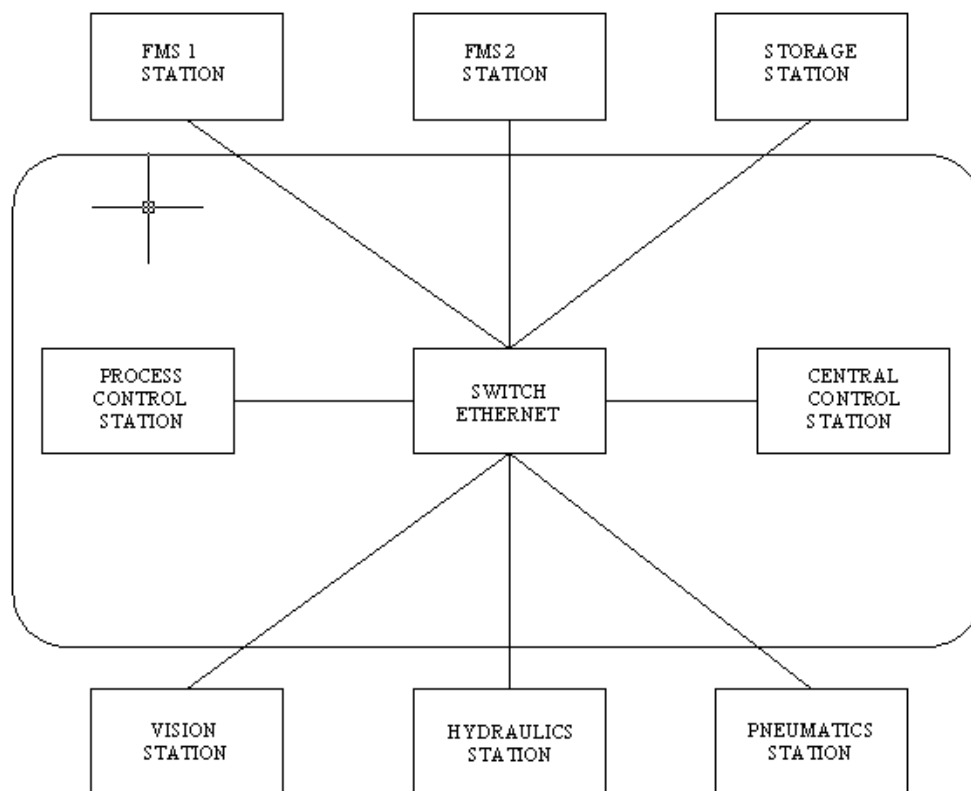


Figura. 3.30. Esquema Red Ethernet C.I.M. 2000.

El dispositivo que realiza la gestión de conexión central para los controladores que forman parte del C.I.M. 2000, es un SWITCH DE COMUNICACIÓN ETHERNET 3COM, con 24 puntos de red, ya que a este deben conectarse los ordenadores locales y de igual manera los controladores locales.

#### 3.4.1 CONFIGURACIÓN DEL PLC COMPACT-LOGIX DENTRO DE LA RED ETHERNET/IP

El controlador COMPACT-LOGIX 1769, como se ha visto anteriormente está provisto de un módulo de comunicaciones, el cual permite una conexión vía Ethernet/IP mediante un conector RJ-45, también este módulo posee un puerto de comunicaciones serial con un conector RS-232.

En este caso se compete analizar la integración de la estación HYD-2800 en la red ETHERNET/IP del C.I.M. 2000, en donde la estación central es la productora principal de mensajes y las demás estaciones o nodos son los consumidores; sin embargo debemos aclarar que dada la *Topología en Estrella*, que se ha adoptado en este laboratorio todos los nodos están en capacidad de ser productores y consumidores.

El paquete de software que se va a usar en este proyecto, permitirá enlazar a la estación y su controlador mediante el módulo ya mencionado a la red Ethernet/IP implementada en el C.I.M. 2000.

Como todo dispositivo dentro de una red Ethernet se debe asignar en primer lugar una dirección IP al módulo de comunicaciones que identificará al PLC dentro de la red. Para esto usamos el BOOTP/DHCP Server que a través de la dirección MAC del PLC asignará la dirección deseada, la siguiente figura muestra la manera realizar esta acción.

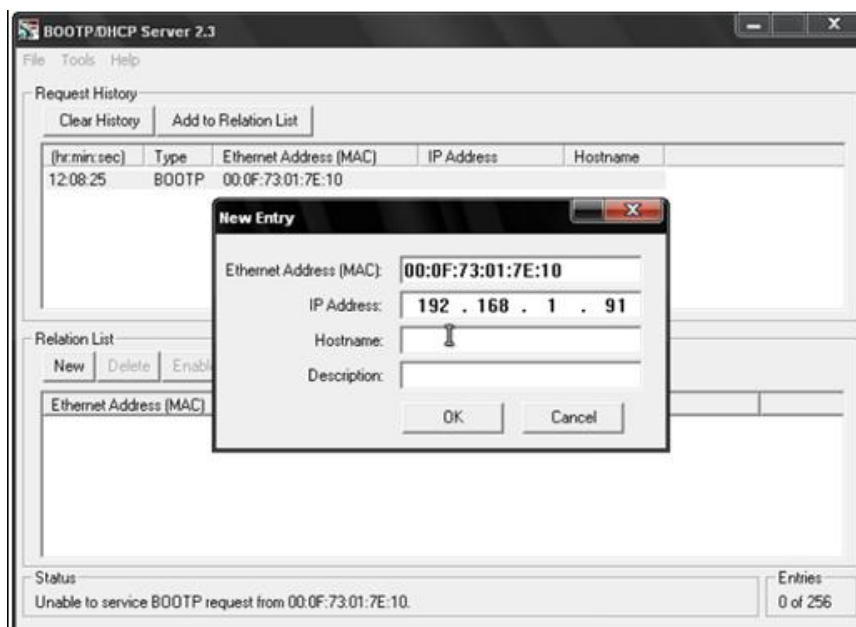
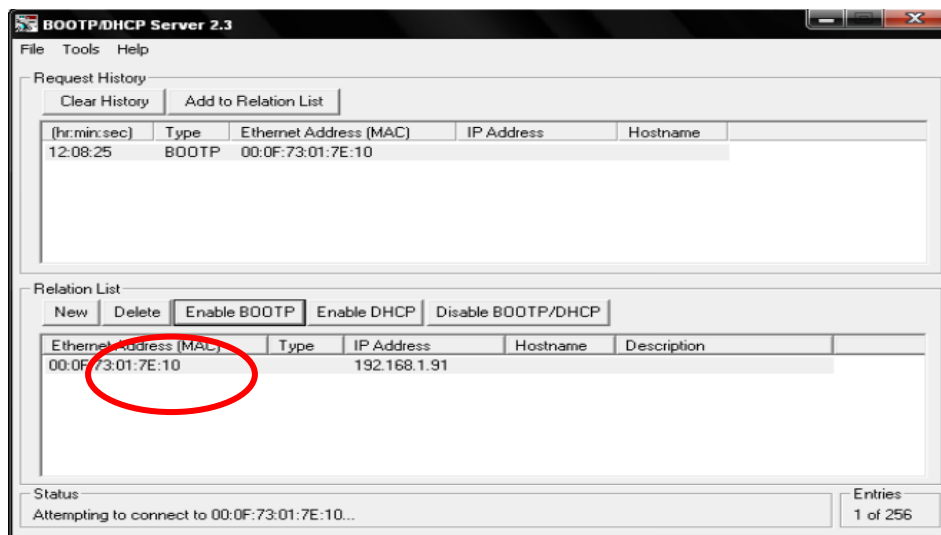


Figura. 3.31. Designación de Dirección IP al Controlador.

Luego de asignar la dirección IP deseada se debe activar el servidor BOOTP haciendo click en el botón de activación mostrado en la siguiente imagen:



**Figura. 3.32. Habilitación del Servidor BOOTP.**

Hecho este procedimiento el controlador adquiere la dirección IP, ahora se puede proceder a configurar los drivers de red, necesarios para la conexión entre una PC y el PLC. Se debe tener muy claro que tanto el módulo de comunicaciones, como la PC deben estar conectados al SWITCH ETHERNET central del C.I.M 2000 mediante un cable de red Ethernet directo, y la dirección IP que se debe asignar, debe estar homologada a las direcciones IP de los nodos existentes en la red.

Ahora se usará el software RS-LINX CLASSIC, para crear los drivers de conexión de Ethernet, que permitirán crear el nexo entre los dispositivos ya mencionados.

A continuación se puede observar en la figura el uso de RS-LINX, creando el driver de Ethernet y asignando las direcciones del PC y del controlador:



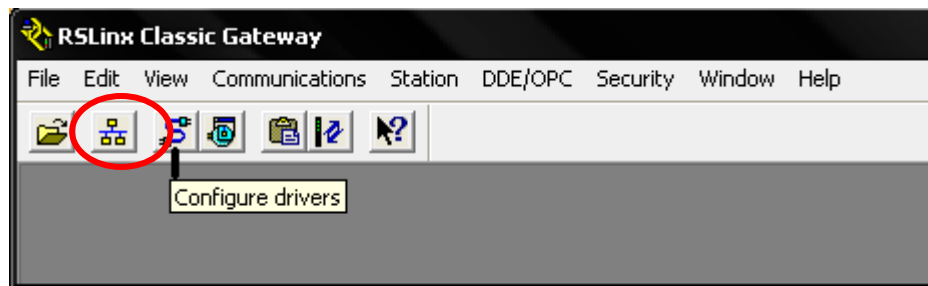


Figura. 3.33. Configuración de los Drivers de Ethernet Para el Controlador.

Al hacer click en este ícono se abrirá una ventana en la cual se tiene varias opciones como: “Tipos de Drivers Disponibles”, “Lista de Drivers Configurados”, además las opciones para “arrancar”, “detener”, “configurar” y “borrar” los drivers ya creados, eso se puede constatar en la imagen a continuación

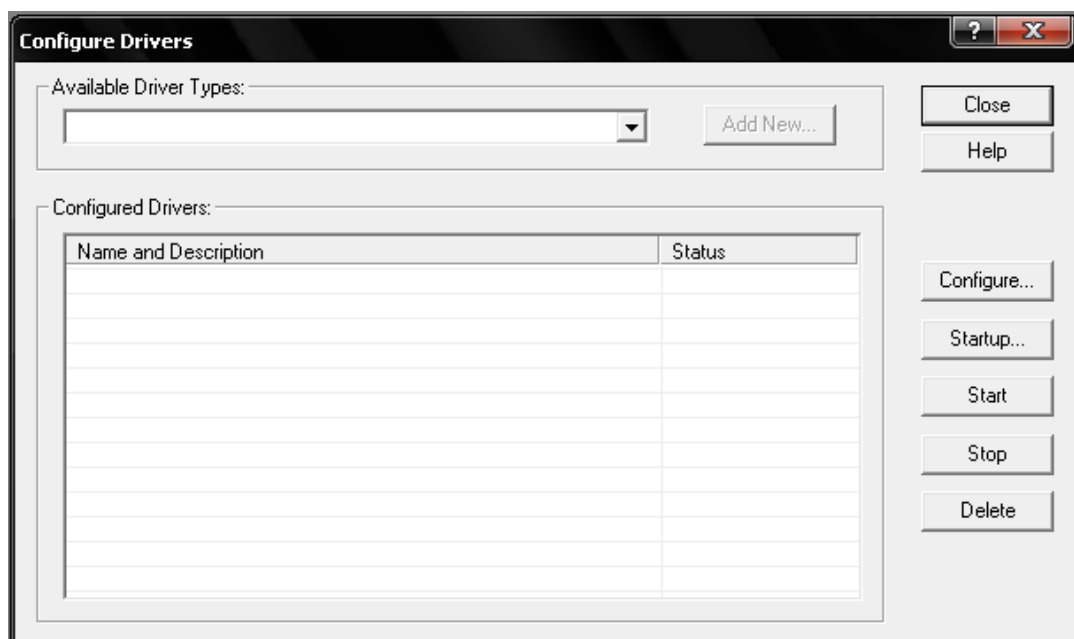

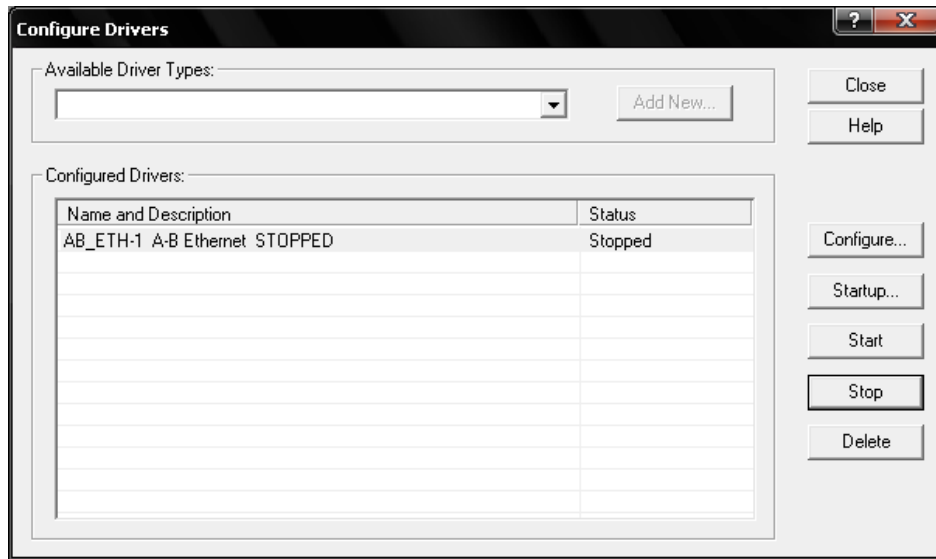


Figura. 3.34. Ventana de Configuración de Drivers.

Para escoger el driver de Ethernet se abrirá la lista de selección mediante el ícono  donde se puede encontrar la opción “Ethernet Devices”, al señalar esta opción se debe seleccionar “Add New”, entonces aparecerá en la lista el driver creado, de la siguiente manera:



**Figura. 3.4.5. Driver Ethernet Asignado.**

Para arrancar el driver de comunicación se selecciona la opción "Start", al efectuar esta acción el estado del driver cambiará a "Running".

El siguiente proceso a realizar es asignar a los equipos dentro del driver de comunicación, esto a través del botón "Configure", ubicado en la zona derecha de la ventana, entonces se tiene una nueva vista en donde es posible añadir hasta 64 estaciones o nodos desde 0 a 63 mediante el botón "Add New", lo cual se observa en la figura a continuación:

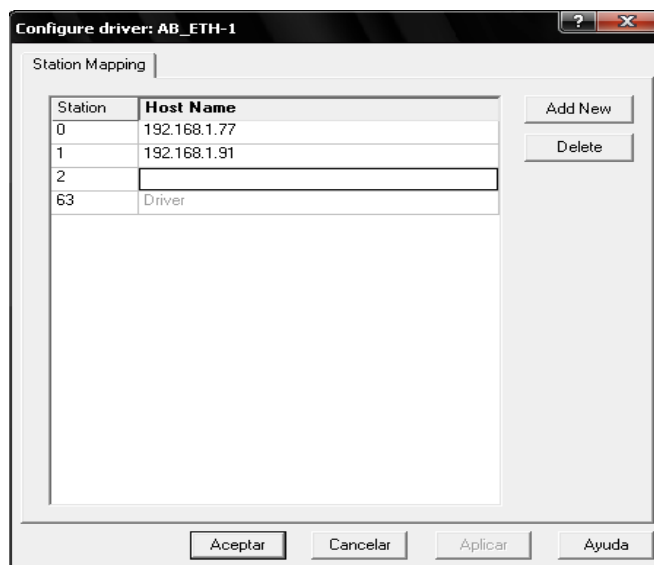


Figura. 3.35. Asignación de Estaciones de Red Ethernet Mediante Dirección IP.

En este caso se han añadido la PC y el controlador con sus respectivas direcciones IP, luego de hecho esto se selecciona “Aceptar”, como siguiente paso se abre la ventana *RS-Who*, mediante su ícono de acceso mostrado en el gráfico posterior:

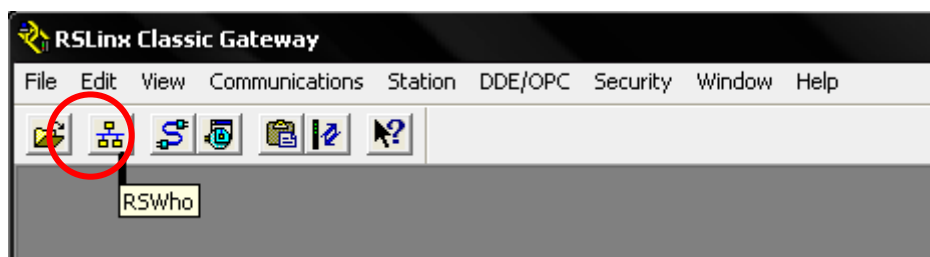


Figura. 3.36. Ventana de Exploración de Red RS Who.

La nueva ventana que se abrirá será un explorador de la red configurada, en donde se podrá observar que ya es parte de la red el PC y el controlador, además dentro de este último se podrá observar los módulos de entrada y salida, así como el módulo de comunicaciones, en la figura subsiguiente se muestra lo antes descrito:

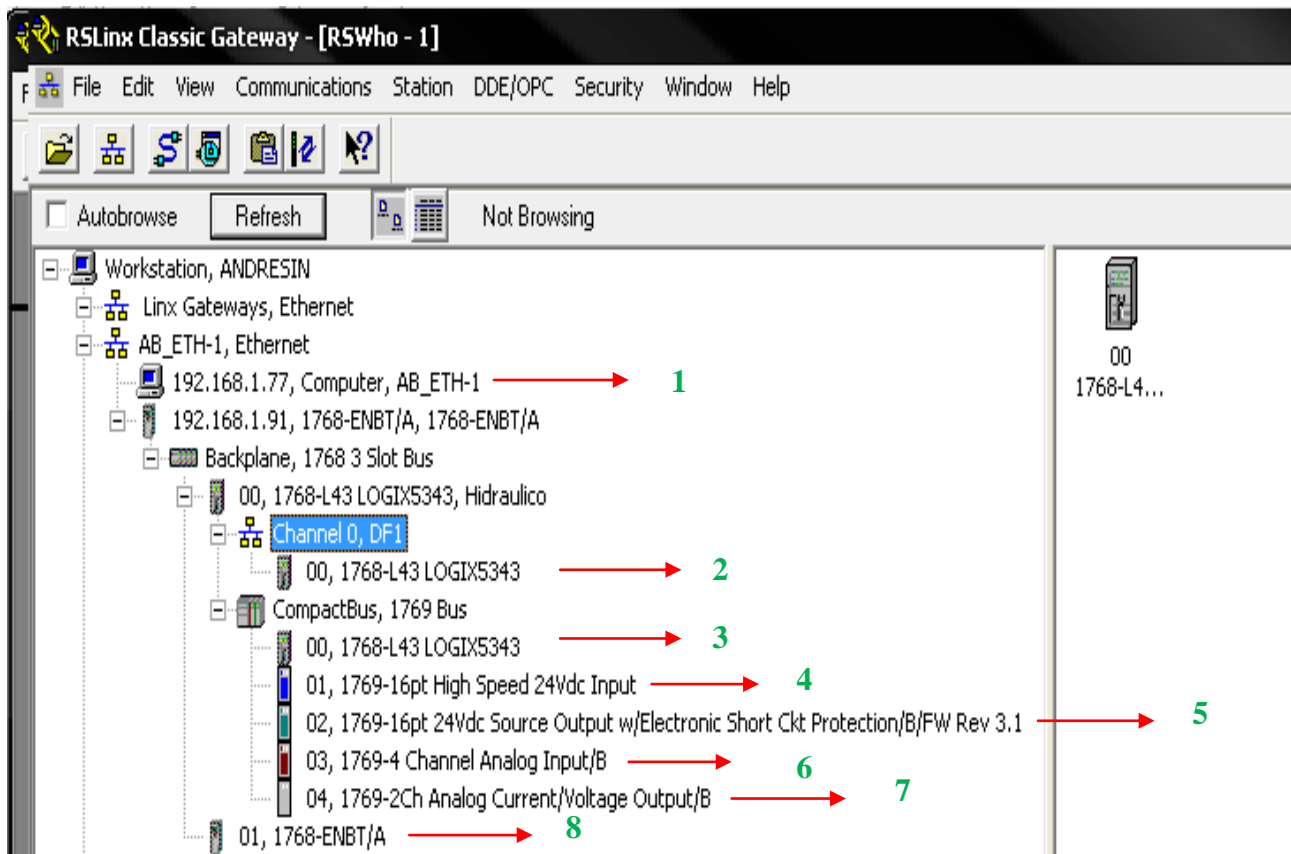


Figura. 3.37. Exploración de Red Mediante RSLinx Classic.

### Elementos de la figura

1. PC (Computador de la Estación).
2. Módulo CPU (Nombre pre-asignado).
3. Módulo CPU.
4. Módulo de Entradas Digitales.
5. Módulo de Salidas Digitales.
6. Módulo de Entradas Analógicas.
7. Módulo de Salidas Analógicas.
8. Módulo de Comunicaciones.

Cuando se agreguen el resto de estaciones a la red, se observará los mismos elementos de cada estación del C.I.M. 2000 en la ventana *RS-WHO*,

es decir el conjunto *computador local y controlador* con sus respectivos módulos.

## **CAPÍTULO 4**

### **4 PRUEBAS Y RESULTADOS EXPERIMENTALES**

#### **4.1 PRUEBAS EXPERIMENTALES**

En este capítulo se muestra las pruebas que se realizó con la Estación Hidráulica HYD-2800, después de la actualización a la plataforma CompactLogix de Allen Bradley. Estas pruebas son:

- Repetitividad.
- Precisión/Exactitud.
- Presión en la bomba.
- Variación de caudal mediante válvula proporcional.
- Comprobación de sensores.
- Comprobación de Entradas y Salidas.
- Elaboración de tablas y resultados.

Las pruebas con el Sistema Hidráulico HYD-2800 cuando se inicio el trabajo se las realizó mediante la manipulación manual de los switch del panel superior y el control de la válvula proporcional mediante el potenciómetro.

Las pruebas que se realizaron fueron las siguientes:

- La prueba principal que se realizó fue la presión de la bomba la cual alimentará a todo el sistema hidráulico, se estableció que debe estar entre 20 y 30 bares, para tener un correcto funcionamiento, al subir la presión mayor a este valor, se tiene que existe un presión excesiva y no se producirá movimiento alguno por la seguridad que tiene el sistema pero se crea un sobrepresión en las mangueras la cual causa daño en los retenedores, al disminuir la presión la bomba trabajará en un estado inadecuado, disminuyendo la vida útil de la misma.
- Se realizó la configuración de manera manual al robot y los movimientos por medio de los switch para las articulaciones A, B, C y D. La prueba consistía en mover cada articulación a su máxima abertura posible y conocer los ángulos de movilidad de las articulaciones A, B, C y D.
- La siguiente prueba fue la manipulación del potenciómetro el cual regula el caudal de la válvula proporcional, su funcionamiento es correcto a pesar de que para voltajes menores a 3 V el movimiento de las articulaciones no es posible.
- La prueba con la presa hidráulica se efectuó para comprobar el estado del cilindro y del sensor, se ejecutó por medio del switch E en el tablero superior y la comprobación del correcto funcionamiento del sensor por el encendido del indicador luminoso con el que cuenta.
- Para comprobar el correcto funcionamiento de los sensores de posición se generaron movimientos de todas las articulaciones del Robot hasta su máxima y mínima posición y se obtuvieron los valores entre -5 a 5 V aproximadamente para cada sensor.

Las pruebas antes realizadas se las realizó en el momento que se recibió el sistema HYD-2800, tanto para familiarizarse con la Bomba y el Robot. Las siguientes pruebas que se describirán a continuación se las efectuó posteriormente a la actualización a la plataforma ALLEN BRADLEY.

- Para iniciar se colocaron los nuevos switch y estos se conectaron a las borneras en el tablero principal para posteriormente hacer la unión con el módulo de Entradas Digitales Compact 1769-IQ16F del PLC, de la misma manera con los botones del panel superior y del sensor de la prensa hidráulica.
- Las pruebas realizadas fueron de ejecución de los switch de 3 posiciones (A, B, C, D) como el de 2 posiciones (Gripper) teniendo el correcto funcionamiento de los mismos y activando las entradas del módulo de Entradas Digitales Compact 1769-IQ16F del PLC respectivamente.
- Para el sensor capacitivo presente en la prensa se realizó la prueba de funcionamiento del mismo haciendo retroceder el pistón del cilindro hasta el nivel en que el casquete de presión activa el sensor, obteniendo buenos resultados y activando la entrada respectiva del módulo de Entradas Digitales 1769-IQ16F del PLC.
- Para los botones del tablero superior (ON PUSHBUTTON, OFF PUSHBUTTON y EMERGENCY STOP) de la misma manera se realizó pruebas de ejecución obteniendo un correcto funcionamiento con la activación y desactivación de los mismos en el módulo de Entradas Digitales 1769-IQ16F del PLC.
- Las electroválvulas se las conectó a las borneras del tablero principal, para posteriormente adjuntarlas hacia el módulo de Salidas Digitales 1769-OB16 del PLC, una vez realizada la conexión se procedió a llevar a cabo las pruebas de ejecución desde el programa RSLogix 5000. Al accionar las



bobinas desde el programa, se obtuvo el movimiento de las articulaciones y de la prensa, se consiguió el correcto funcionamiento.

- Una vez comprobado el funcionamiento tanto de las Entradas Digitales como de las Salidas Digitales, por medio del programa RSLogix se procedió a relacionar cada switch (entrada) a su respectiva electroválvula (salida), para el modo manual del Robot. Se consiguió el resultado deseado después de 10 pruebas.
- Una Salida Digital del módulo 1769-IQ16F del PLC, está conectada al Indicador Luminoso (CIM ON LINE) en el tablero superior, la cual es activada cuando se establece la comunicación con la Estación Central. Para encender el Indicador luminoso se tiene que realizar la programación necesaria en el RSLogix 5000. Se generó 10 pruebas para comprobar la ejecución y adecuada realización.
- Los 4 sensores de posición se conectaron a las borneras en el panel principal para subsiguiente al módulo de Entradas Analógicas 1769-IF4 del PLC. Antes de iniciar las pruebas se estableció en el programa RSLogix 5000 la configuración del módulo, habilitando las 4 canales, el rango de lectura de -10 a 10 V y el formato de los datos en unidades de ingeniería -5000 a 5000, ya que si los datos se los se los coloca en proporcionales tendremos de -31206 a 31206.
- Las pruebas consistieron en el movimiento de las articulaciones, para obtener las lecturas esperadas entre los rangos previstos de -5 a 5 V aproximadamente, se efectuó alrededor de 15 pruebas con buenos resultados.
- El módulo de Salida Analógica 1769-OF2 del PLC fue conectado a las borneras del tablero principal para posteriormente conectar a la válvula de flujo proporcional. De la misma manera que el módulo de Entradas Analógicas 1769-IF4 se lo configuró en el RSLogix 5000 habilitando el canal 0, el rango de salida de 0 a 10 V y el formato de los datos en

unidades de ingeniería 0 a 10000, la escala en datos proporcionales es de 0 a 31207.

- Las pruebas que se realizó con la salida analógica, fue mover cualquier articulación incluyendo la prensa, modificando en el programa el valor de la salida analógica, como se explico anteriormente el rango de salida es de 0 a 10 V que traducido a unidades de ingeniería es de 0 a 10000 que , por lo tanto las variaciones que se realiza es en unidades de ingeniería. Se incrementó el valor de la salida proporcionalmente, para conocer en qué valor se obtiene movimiento de cada articulación, aproximadamente se mueve a partir de 2000, en unidades de ingeniera que transformado a voltaje nos daría 2 v.
- Las pruebas con el módulo de Salida Analógica 1769-OB2 cumplieron con las expectativas, ya que se conoció los valores adecuados de trabajo y que no se produzcan movimientos violentos en el Robot, que pueda ocasionar algún daño, el número total de pruebas realizadas fueron 150 aproximadamente.
- Una vez que se realizó pruebas de todos los módulos tanto de entradas como salidas digitales y analógicas, se procedió a seguir con pruebas de repetitividad de cada articulación estableciendo valores en el programa RSLogix 5000 a los que el Robot debía alcanzar y mantenerse en dicha posición, el número de pruebas fue aproximadamente de 100. Obteniendo buenos resultados, con pequeñas variaciones en la exactitud de las posiciones debido a la velocidad del Robot por el control de la válvula proporcional.
- Una vez realizadas las pruebas de las articulaciones, se continuó con el control de la válvula proporcional, para lo cual se definió una posición a la que el Robot debía alcanzar, modificando el valor de su salida analógica en el programa, los valores eran modificados en unidades de ingeniería de 0 a 10000, el número de pruebas fue de 80. Se obtuvo que el valor mínimo en unidades de ingeniería es de 2000, pero el Robot tarda en llegar a su

posición, al contrario de utilizar un valor alto como 9000 el Robot llega rápidamente, pero no se mantiene en la posición y se mueve bruscamente la articulación, por lo que se tiene que realizar un control proporcional de la misma para tener un movimiento normal y preciso.

- Para realizar la secuencia del Robot en trabajo individual, así como dentro del CIM, se definió en el programa varias subrutinas, las mismas que indican posiciones a las que el Robot tiene que llegar a efectuar y una vez alcanzada dicha posición continuar a la siguiente, el número de pruebas fue de 200, con buenos resultados.
- Se estableció que el Robot Hidráulico HYD-2800 tiene que retirar del conveyor, el prisma conjuntamente con el Palet, para lo cual se tuvo que cambiar la base sobre la prensa hidráulica para que se pueda colocar al Palet, las pruebas fueron aproximadamente de 40, obteniendo los resultados ansiados en los que el palet conjuntamente con el prisma y al colocar el cilindro, la prensa es capaz de ensamblar por medio del casquete de presión con el que cuenta.
- El Robot Hidráulico HYD-2800 tiene que transportar el Palet, prisma y cilindro ensamblado, para ser puesto sobre el vagón en el conveyor, sin ningún inconveniente, las pruebas fueron alrededor de 30, esta variación se la realizó debido a que la estación es capaz de soportar el peso de los materiales en conjunto.
- Se realizaron las pruebas de toda la secuencia del programa final, ejecutándose con normalidad cada una de ellas y dentro de los rangos establecidos para un correcto y adecuado funcionamiento, las pruebas fueron de 150.
- Para la comunicación con los mensajes desde la Estación Central hacia la Estación Hidráulica y viceversa, no existió ningún inconveniente, y se

realizó alrededor de 20 pruebas, obteniendo la correcta comunicación y ejecución de acuerdo al mensaje.

- Al no tener disponible la comunicación con la Estación Central todo el tiempo se simuló los mensajes desde el programa de la Estación Hidráulica, y no se tuvo problema alguno, las pruebas fueron de 40.
- Al realizar la interfaz gráfica HMI, se realizaron pruebas de la misma en accionamiento de botones desde la interfaz hacia el exterior, y desde el exterior hacia la interfaz, teniendo un correcto funcionamiento, se hicieron 50 pruebas.
- La interfaz gráfica HMI consta con las vistas del Robot tanto Frontal como Superior, se tuvo el resultado esperado ya que los sensores de posición permiten conocer en todo momento el movimiento del Robot en sus articulaciones, las pruebas fueron aproximadamente de 200.
- Además de una simulación de la prensa hidráulica en el momento de ensamblar conjuntamente con el Robot Eléctrico de la Estación de Visión Vi-2000.
- Los mensajes que proyecta la interfaz HMI, conjuntamente recibiendo de la ejecución de las subrutinas del programa funcionaron con normalidad, se hicieron unas 50 pruebas.
- Al tener cambios de materiales en la Estación Hidráulica HYD-2800, y los mismos tienen que ser mostrados desde la interfaz HMI, se realizó distintos dibujos para cuando se tiene Prisma + Palet, Prisma + Cilindro + Palet + Prisma y Vagón vacío, los cuales su diferencia es notable dentro de la ejecución del proceso se generó 20 pruebas con los resultados deseados.
- Para que el usuario al momento de efectuar en modo manual el proceso desde la interfaz HMI, no produzca daños en la misma impulsando aceite a los retenedores cuando ya se haya alcanzado la máxima o mínima

posición, se utilizó la propiedad de visibilidad propia del Factory Talk que permite aparecer o desaparecer un botón de acuerdo a la programación que se coloque en el, con un número de 20 pruebas satisfactorias para todos los botones del modo manual.

- Para el control manual de la válvula de flujo proporcional, se generó un slider para que el usuario conozca la cantidad de aceite que se está inyectando en unidades de caudal y no en ingeniería o voltaje, generando 30 pruebas satisfactorias en manejo y visualización del proceso.

## 4.2 RESULTADOS

Los resultados obtenidos en la actualización del sistema Hidráulico HYD-2800 han sido satisfactorios, ya que se ha cumplido con el cambio de la tecnología antes usada por la estación e integrarla con el CIM.

Después de haberse realizado las pruebas experimentales y los cambios que se realizaban de acuerdo a los problemas que se iban presentando se ha llegado a obtener un nivel alto de efectividad del 100%.

Entre los resultados que se han obtenido podemos detallar los siguientes:

- El proceso en general se logró con un 100% de factibilidad, ya que todos los elementos de la estación están funcionables.
- Para definir los resultados obtenidos y basarse en hechos reales, se analizará las siguientes Tablas y Figuras que se tiene a continuación.

Se estableció un punto del Robot, el cual colocándolo en cualquier posición distinta tenía que llegar al lugar previsto.

El punto tenía los valores (Unidades de Proceso<sup>1</sup>):

- **A = 5000**
- **B = 8894**
- **C = 689**
- **D = 6400**

Se realizaron 12 pruebas en el mismo punto y los resultados obtenidos son los siguientes:

**Tabla. 4.1. Resultados Obtenidos (En Unidades de Proceso)**

	<b>A</b>	<b>B</b>	<b>C</b>	<b>D</b>
<b>1</b>	5005	8741	677	6510
<b>2</b>	4988	8994	670	6327
<b>3</b>	5078	9096	689	6364
<b>4</b>	5037	8991	690	6554
<b>5</b>	4955	8702	710	6391
<b>6</b>	4964	8912	675	6384
<b>7</b>	4978	8857	698	6376
<b>8</b>	4964	8913	684	6555
<b>9</b>	4996	8941	670	6289
<b>10</b>	4995	8758	698	6349
<b>11</b>	5045	8865	685	6427
<b>12</b>	4978	8896	701	6402

Se calculó el error que en cada posición para tener una referencia de precisión y exactitud del Sistema, ya que para el mismo el error no debe de superar el 5%.

**Tabla. 4.2. Cálculo del Error.**

<sup>1</sup>Unidad de Proceso=Unidad Cruda +5000

Unidad de Ingeniería (Grados Sexagecimales)=Unidad de Proceso\*10000/180

		Error de Movimiento de Articulación (%)			
		A	B	C	D
Articulación No. Muestras	1	-0,1	1,72	1,74	-1,72
	2	0,24	-1,12	2,76	1,14
	3	-1,56	-2,27	0	0,56
	4	-0,74	-1,09	-0,15	-2,41
	5	0,9	2,16	-3,05	0,14
	6	0,72	-0,2	2,03	0,25
	7	0,44	0,42	-1,31	0,38
	8	0,72	-0,21	0,73	-2,42
	9	0,08	-0,53	2,76	1,73
	10	0,1	1,53	-1,31	0,8
	11	-0,9	0,33	0,58	-0,42
	12	0,44	-0,02	-1,74	-0,03
	Error Promedio (%)		0,028	0,06	0,25

Como se puede comprobar en la Tabla 4.2. los errores promedio que obtuvieron son muy pequeños (menores al 5%). Dando a notar que el sistema tiene muy buena exactitud y mantiene una tendencia de llegar al punto deseado.

Para facilidad de comprensión se presentarán graficas de cada articulación.

La línea azul (teórico) es el valor que como su nombre lo indica es el esperado tener en cada movimiento y la línea roja (real), representan el verdadero valor que se obtuvo en cada movimiento de la articulación.

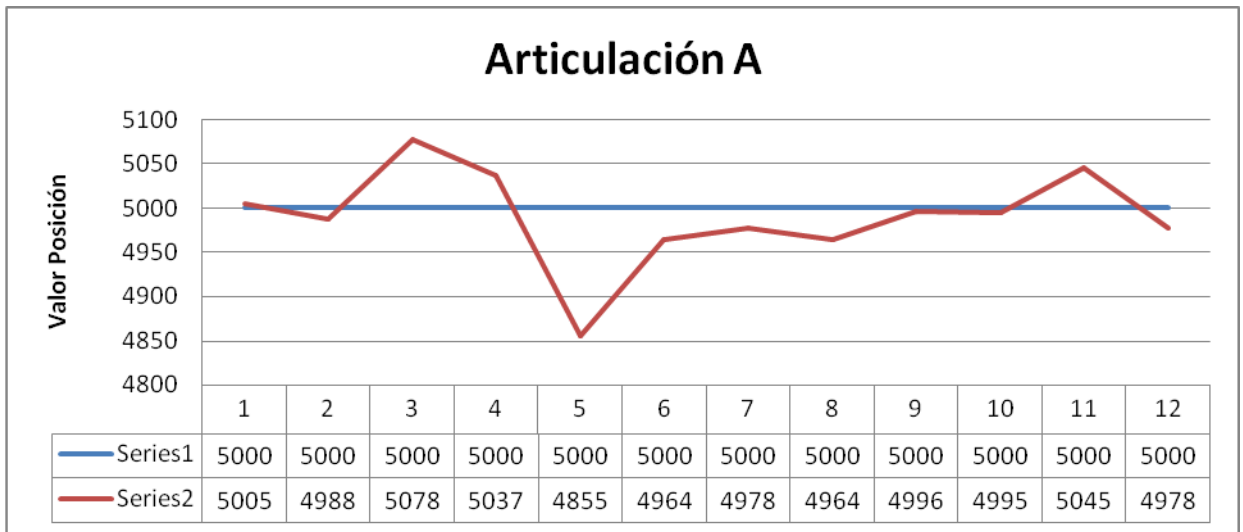


Figura. 4.1. Valor Teórico vs Valor Real de la Articulación A.

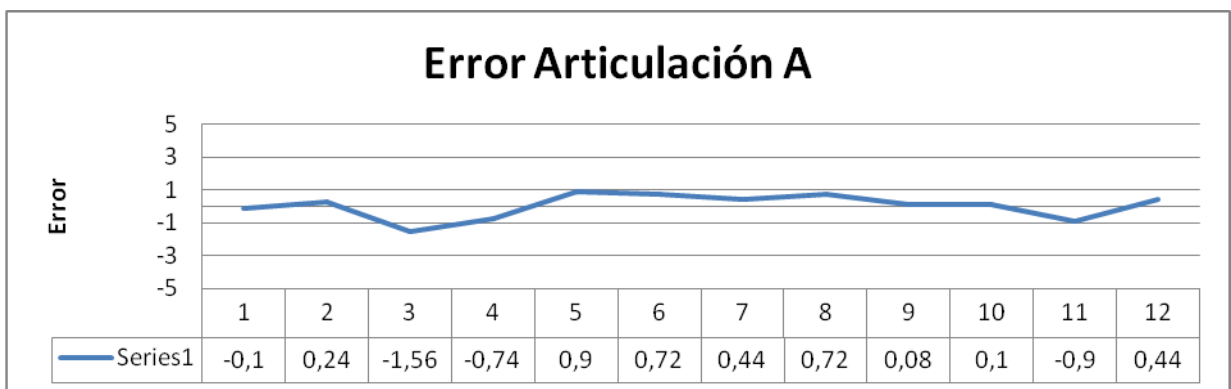


Figura. 4.2. Error de la Articulación A.

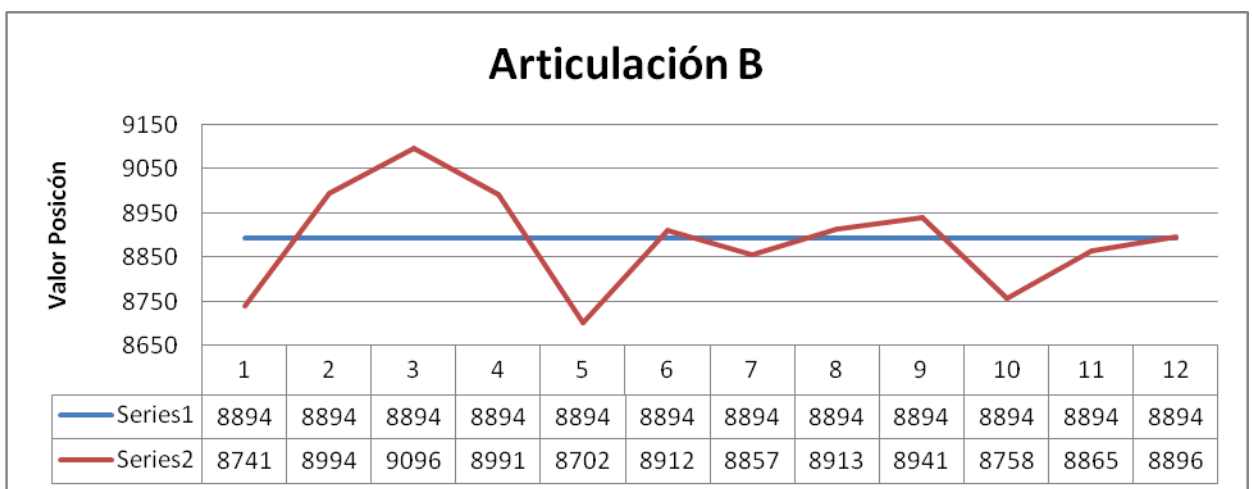


Figura. 4.3. Valor Teórico vs Valor Real de la Articulación B.



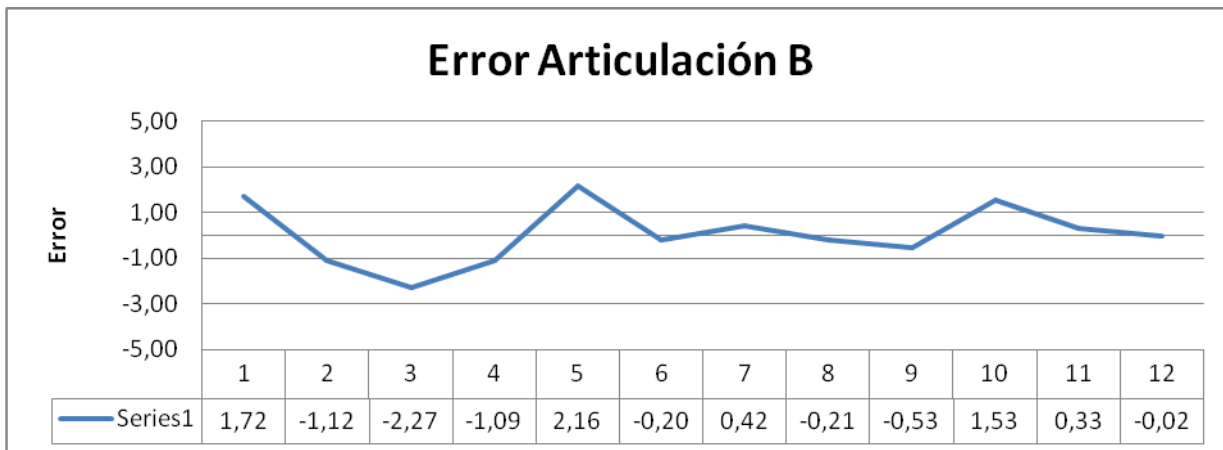


Figura. 4.4. Error Articulación B.

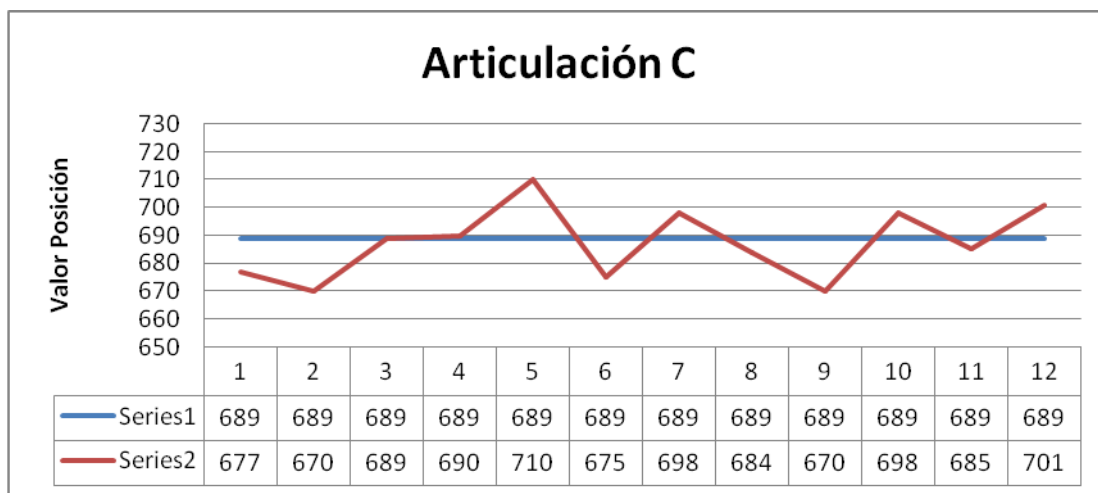


Figura. 4.5. Valor Teórico vs Valor Real de la Articulación C

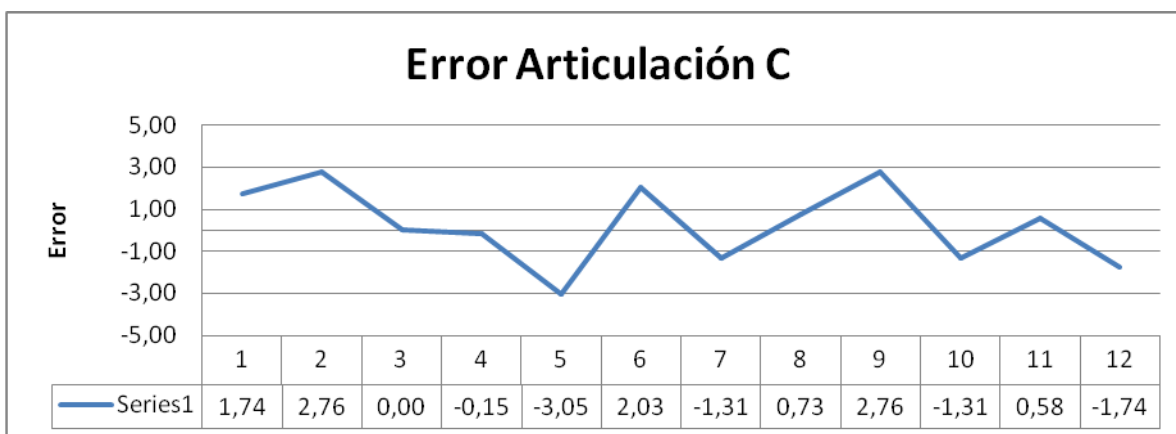
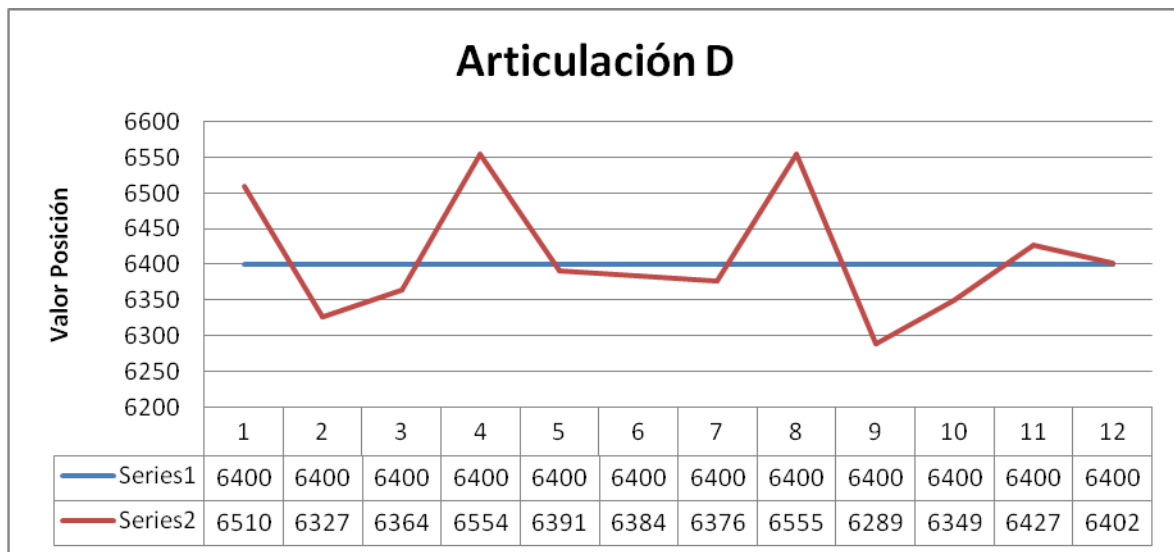
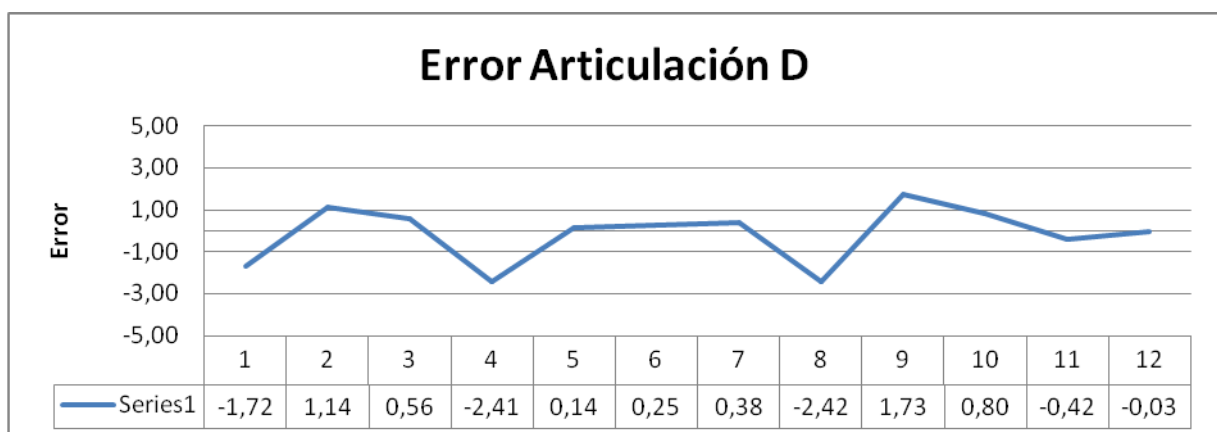


Figura. 4.6. Error Articulación B.



**Figura. 4.7. Valor Teórico vs Valor Real de la Articulación D.**



**Figura. 4.8. Error Articulación D.**

- Como se puede observar el error en las figuras de las articulaciones no es de mayor consideración y el resultado es que el sistema es eficaz.
- Al mismo tiempo se puede concluir como resultado que el sistema es eficiente debido a que se aproxima con la mayor eficacia y en menor tiempo en realizar el proceso.

- El sistema tiene buena Exactitud cómo se puede observar en la Figuras de las Articulaciones, ya que mantiene el rango de valores aproximándose de manera similar al teórico.
- El tiempo de comunicación con las otras estaciones es prácticamente en tiempo real lo cual optimiza al proceso.
- Tanto en el proceso de recepción de material como en el de entrega de producto se lo realiza con normalidad dentro de los parámetros esperados teniendo el 100% del resultado deseado.
- Dentro de la programación se necesita de la utilización de temporizadores para las subrutinas y que cada una se ejecute dentro de lo establecido para no tener problemas de que se realicen 2 procesos a la vez.
- El agarre del Gripper no tiene ningún problema funciona con un 100% de eficiencia debido a que el Palet es tomado fuertemente, y en el movimiento del Robot mantiene la posición del mismo.
- Para el caso de las subrutinas se tiene el 100% de eficacia y eficiencia, ya que cada una cumple con su trabajo correctamente sin tener ningún inconveniente.
- Todo el proceso de la estación al principio generó algunos inconvenientes con el manejo de todas las variables, que fueron resueltos de poco en poco hasta terminar en los resultados deseados 100% para la estación y así lograr un resultado general satisfactorio con respecto a las aspiraciones del proyecto.
- En conclusión la ejecución del proyecto con el nuevo Hardware y el nuevo Software, como se refleja en el programa y en el HMI, obtuvo los resultados esperados, cumpliéndose lo planteado y deseado desde un principio.

### 4.3 LIMITACIONES

Las limitaciones que se tuvieron en la realización del proyecto fueron muy pocas, pero de gran consideración las cuales se describirá continuación:

- El Robot Hidráulico HYD-2800 tiene un problema de retenedores lo cual genera que no se pueda mantener en una posición por mucho tiempo sin que empiece a caer su articulación B o C que son las que soportan el mayor peso del Robot.
- El Robot al tener solo 4 grados de libertad no proporciona ciertos movimientos que permitirán realizar otros tipos de procesos con el mismo, generando un rango limitado de acción.
- Para la prensa hidráulica no se tiene un sensor en su parte inferior lo cual genera que de manera manual o automática sino se tiene el debido cuidado se puede dañar a los retenedores al seguir impulsando aceite hacia la manguera.
- A pesar de ser una limitante el no poder usar el potenciómetro del panel superior para el manejo manual de la válvula proporcional, y en forma automática la salida analógica del módulo del PLC, ya que si no se tiene el cuidado y estarían las 2 activadas en serie, el voltaje se sumaría de cada una de ellas alimentando a la válvula con un voltaje inadecuado de trabajo.
- La articulación D del brazo del Robot no tiene un movimiento fijo, producto de los años de uso que ha tenido y del posible del manejo inadecuado.
- Se requiere del uso de la tarjeta presente en el panel superior de la Estación Hidráulica HYD-2800, la misma que era utilizada en el anterior sistema PCL-711 PC-Multilab, ya que en la actualidad se encarga de entregar -12 V y +12V, para la alimentación de los sensores de posición.

- Una limitación en el Robot Hidráulico es la velocidad con la que se realiza el proceso, ya que si se requiere efectuar una ejecución muy precisa se la tiene que hacer lentamente, pero si se realiza un proceso excesivamente rápido puede ocasionar movimientos muy bruscos generando que no se alcance los puntos deseados o establecidos, además este tipo de movimiento puede producir daños a los elementos del Robot y en el peor de los casos al operador.
- Se tiene un único botón de ERROR el cual ante cualquier daño se lo tiene que activar, y requiere de la habilidad del usuario que está utilizando para reconocer rápidamente el motivo del error y la rápida resolución del mismo.
- Para cualquier uso del Robot Hidráulico HYD-2800 de manera manual se tiene que tener grabado en el PLC un programa básico que reconozca las entradas y salidas digitales para el movimiento del mismo. A pesar de ser una limitante es una seguridad al mismo tiempo, ya que el que realmente quiera usar el Robot tiene que realizar dicho programa.
- Ya que el Sistema Hidráulico HYD-2800 inicialmente no se lo tenía pensado para la colocación de un PLC, no tiene botones de mando para el encendido y apagado del mismo, es por eso que el PLC es encendido o apagado desde el switch que tiene en su fuente.

## **CAPITULO 5**

### **5 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

#### **5.1 CONCLUSIONES**

- La actualización de la estación hidráulica HYD-2800 a la tecnología CompactLogix de ALLEN BRADLEY, resultó con altas prestaciones tanto individualmente, como hacia la integración de del CIM 2000, ya que en la actualidad todas las estaciones han migrado a dicha tecnología.
- La comunicación a través de la red Ethernet implementada en el CIM 2000 y su modelo productor/consumidor, permitió un enlace fiable entre la estación Hidráulica HYD-2800 y la Estación Central, al enviar mensajes con un mínimo de probabilidades de pérdida de información, debido a la gran robustez de la red.
- La actualización permitió que la estación hidráulica optimice sus recursos en cuanto a espacio y energía se refiere, ya que en la actualidad consta con dispositivos de mínimo consumo de potencia eléctrica como los que tenía anteriormente.

- La migración no se orientó hacia un bajo consumo de recursos económicos, sino más bien a un cambio de tecnología por antigüedad de los dispositivos utilizados anteriormente y de darle una posibilidad de escalamiento dentro de las nuevas tendencias de tecnología industrial.
- El Robot Hidráulico tiene una gran exactitud, debido a la alta capacidad de procesamiento del controlador, que le da una supervisión detallada del proceso, en tiempo real, lo que permite optimizar tiempo y recursos en la secuencia de producción.
- El software RSLogix 5000 es muy flexible debido a que posee varias estructuras de programación, que le permiten al administrador múltiples opciones de generar un proceso a través de la combinación de las diferentes lógicas como: ladder (en escalera), texto estructurado y diagrama de bloques.
- El cambio de tecnología de la estación Hidráulica permitió conocer el estado de todos los dispositivos que la componen, además se realizó un mantenimiento y cambio de los elementos en mal estado como: switch, indicadores luminosos, cableado y protecciones eléctricas.
- El software Factory Talk, con la que se realizó la Interfaz Humano Máquina, otorgó la facilidad de generar y mostrar el proceso al operador, de manera semejante a como se está realizando físicamente el trabajo de la estación.

## 5.2 RECOMENDACIONES

- Realizar un mantenimiento periódico y continuo de la estación, para prolongar la vida útil de los dispositivos mecánicos, eléctricos y electrónicos.
- Cambiar los retenedores del Robot Hidráulico para eliminar al máximo los errores de posicionamiento y darle precisión al sistema.
- Antes de permitir el acceso de los estudiantes al manejo de la Estación Hidráulica, se debe capacitarlos teóricamente del funcionamiento de los dispositivos encontrados dentro de la misma.
- Mantener actualizados hardware y software por medio del fabricante, para que la estación no vuelva a quedar obsoleta, además buscar nuevas tecnologías que puedan ser implementadas en la estación.
- Dentro del HMI se deben realizar gráficos a escala del proceso real, para no tener incongruencias en la operación de la estación mediante el ordenador.



## REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- Cat. No. 1769-CRR1, -CRR3, -CLL1, -CLL3, -CRL1, -CRL3; 1769 Compact I/O Communication Bus Expansion Cables; Publication 1769-IN014B-EN-P - May 2002; 12 páginas; Printed in the U.S.A.
- Catalog Number 1769-OB16, Series B; Compact™ Solid State 24V dc Source Output Module; Publication 1769-IN054A-EN-P - April 2001; 20 páginas; Printed in the U.S.A.
- Catalog Number 1769-IQ16F; Compact 16-point 24V dc Sink/Source High-speed Input Module; Publication 1769-IN064A-EN-P - April 2003; 16 páginas; Printed in the U.S.A.
- Power Supplies; Publication 1768-IN001B-EN-P - July 2006; Catalog Numbers 1768-L43, 1768-L45; CompactLogix Controllers, Series B; Publication 1768-IN004C-EN-P - October 2008; 40 páginas; Printed in the U.S.A.
- Logix5000 Controllers; 1756 ControlLogix, 1769 CompactLogix, 1789 SoftLogix, 1794 FlexLogix, PowerFlex 700S with DriveLogix; Publication 1756-QR107C-EN-P - June 2005; 402 páginas; Printed in the U.S.A.
- Getting Results with RSLinx, Rockwell Software, LINX-GR001B-EN-P.pdf; Introducción a RSLinx Lite; 8 páginas; Printed in the U.S.A.
- Cat. No. 1756-ENET; Módulo de interface de comunicación ControlLogix Ethernet; Publicación 1756-6.5.1.ES – Agosto de 1997; 42 páginas.
- Developing a Logix5000™ Project Using RSLogix5000™ Software; Version 8.0; Catalog Number ABT-1756-TSM50-October 2001; Printed in USA.
- Controladores Logix5000; (Num. cat.) 1756-L1, -L1Mx; 1756-6.4.1ES - Octubre de 1999; 400 páginas; Printed in the U.S.A.
- Getting Results with RSLinx, Rockwell Software, LINX-GR001B-EN-P.pdf.
- Ethernet/IP Specification, Release 1.0, June 5, 2001, © 2000, 2001 by ControlNet International and Open DeviceNet Vendor Association.
- DeviceNet Specification, Release 2.0, 4, April 1, 2001, © 1995-2001 by Open DeviceNet Vendor Association.
- ControlNet Specification, Release 2.0, 2, December 31, 1999, © 1998, 1999 by ControlNet International.
- 16\_serbatoi\_alluminium.pdf. Aluminium oiltanks for hydraulic power units.

## **ANEXO 1**

### **6 DIAGRAMAS DE FLUJO**

## 6.1 MODO MANUAL

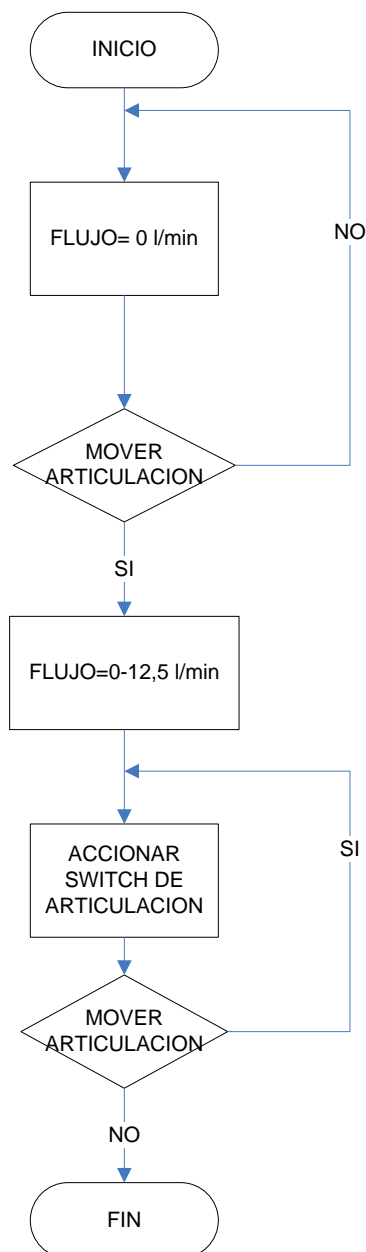


Figura. 6.1. Diagrama de flujo Modo Manual.

### 6.2 MODO AUTOMÁTICO

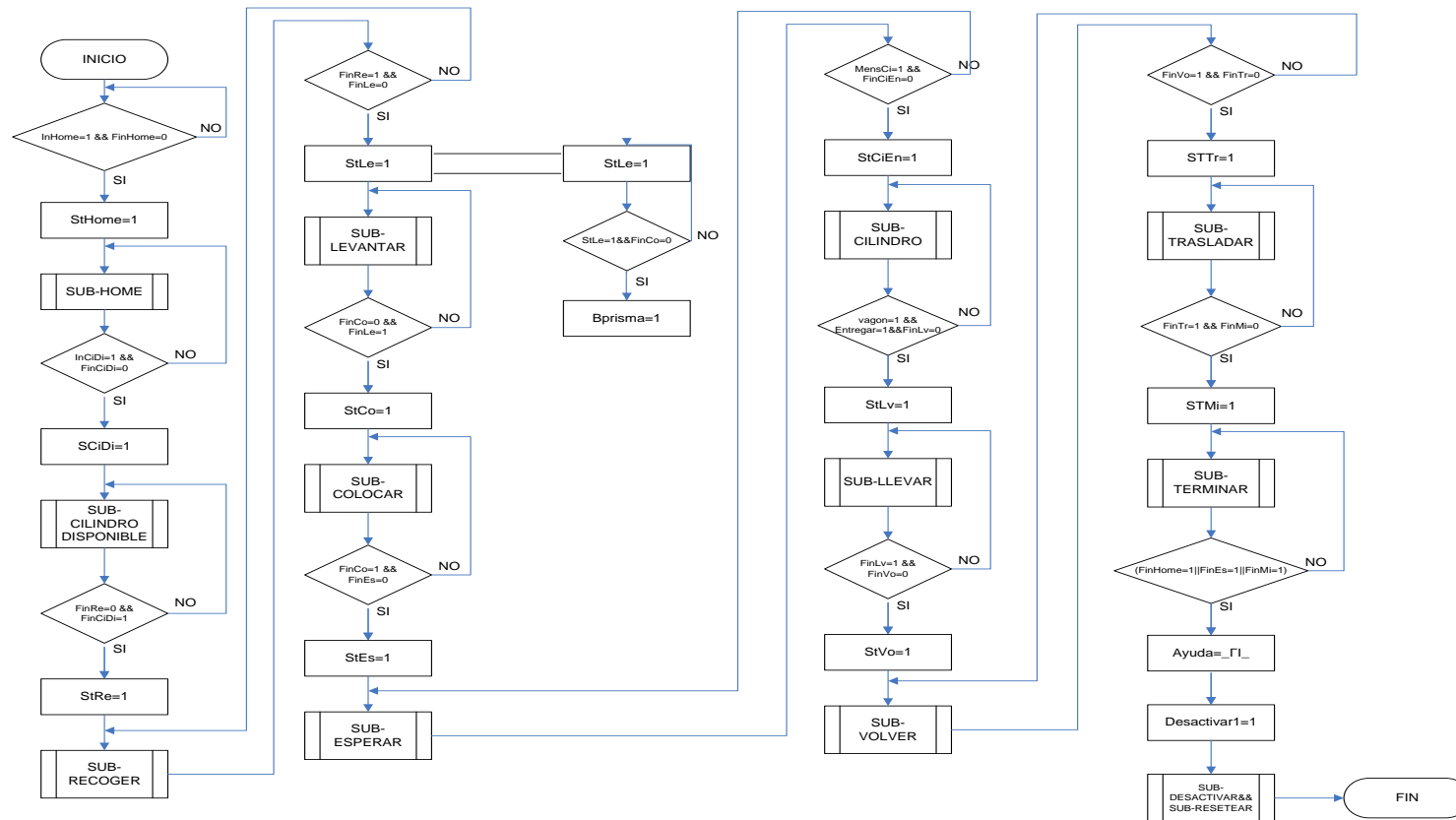


Figura. 6.2. Diagrama de Flujo Modo Automático.

## 6.3 SUBROUTINA HOME

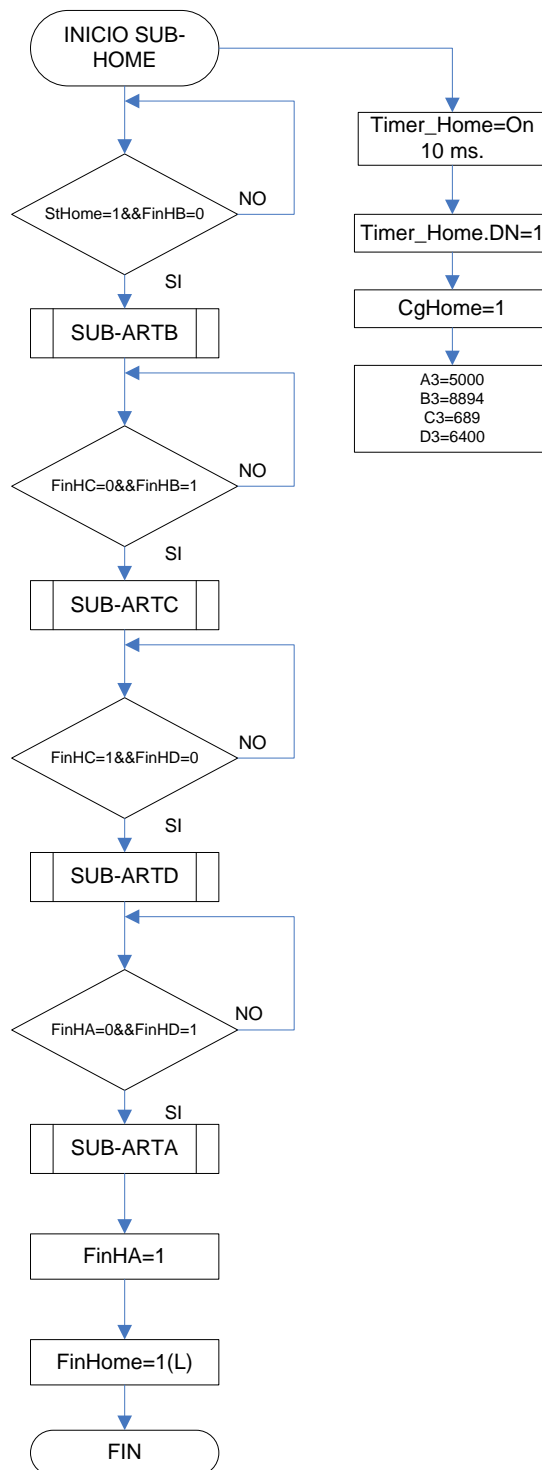


Figura. 6.3. Diagrama de Flujo Subrutina Home.

## 6.4 SUBROUTINA CILINDRO DISPONIBLE

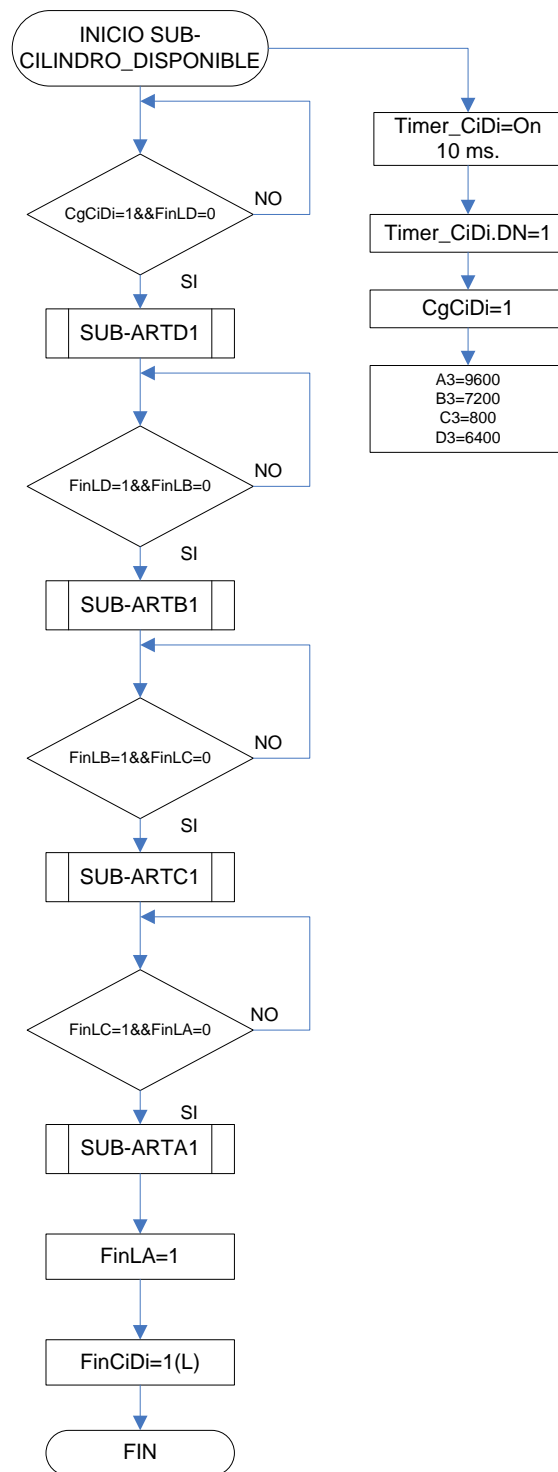


Figura. 6.4. Diagrama de Flujo Subrutina Cilindro Disponible.

## 6.5 SUBROUTINA RECOGER

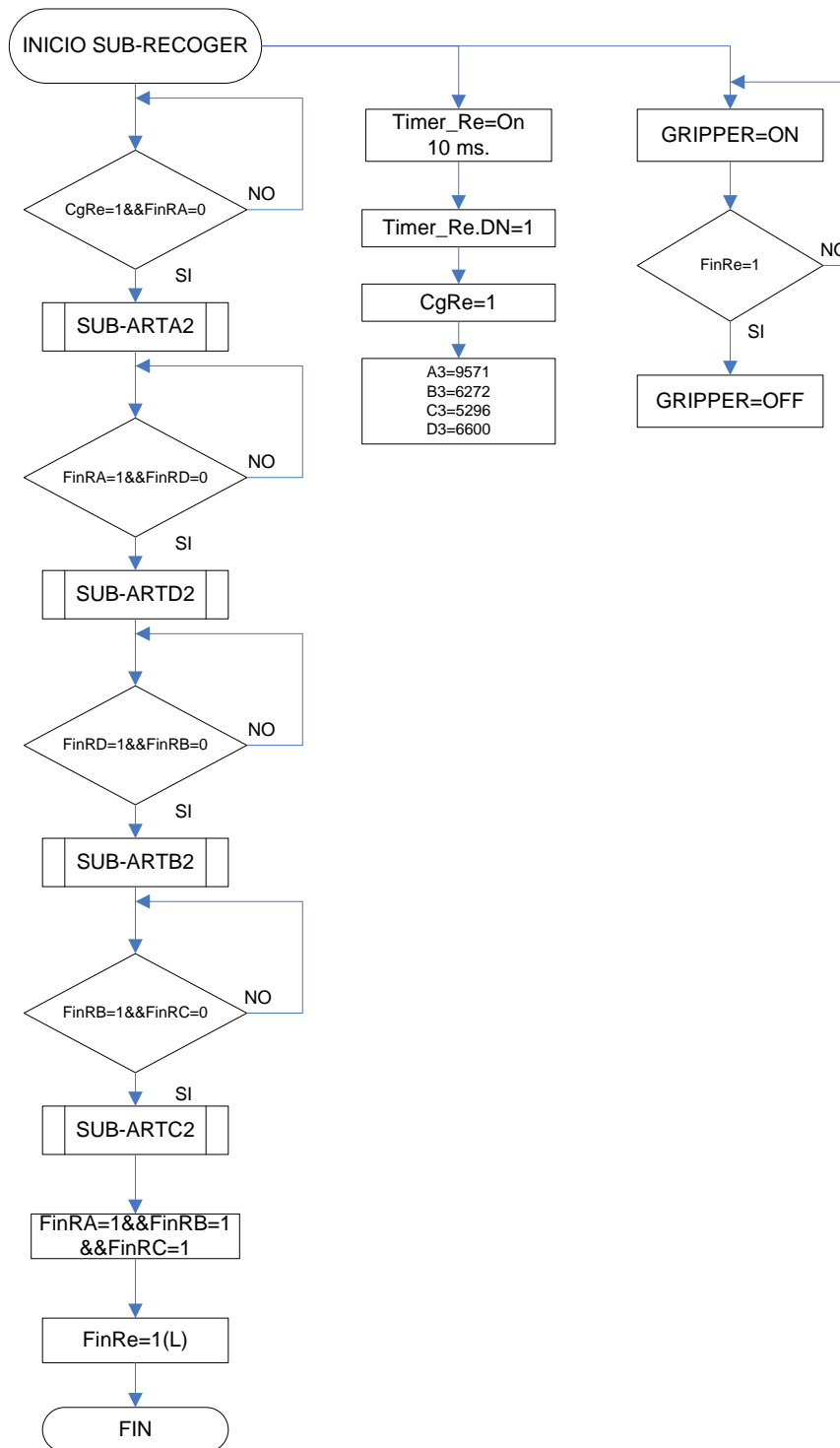


Figura. 6.5. Diagrama de Flujo Subrutina Recoger.

### 6.6 SUBROUTINA LEVANTAR

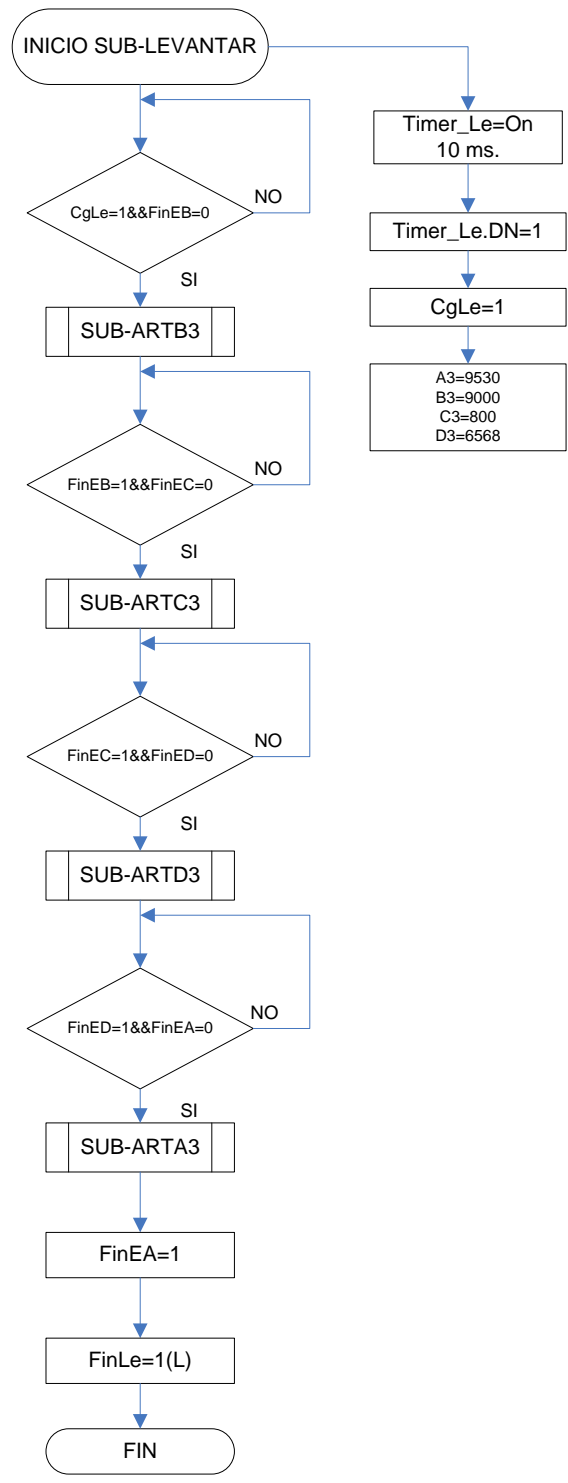


Figura. 6.6. Diagrama de Flujo Subrutina Recoger.



6.7 SUBROUTINA COLOCAR

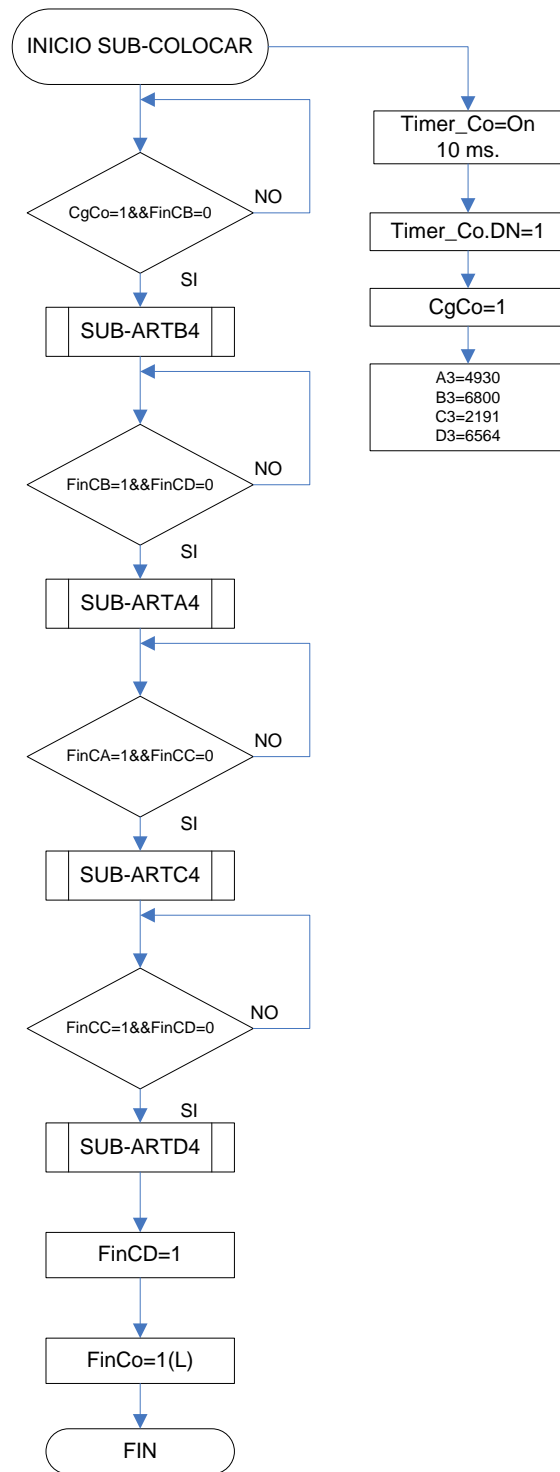


Figura. 6.7. Diagrama de Flujo Subrutina Colocar.

## 6.8 SUBROUTINA ESPERAR

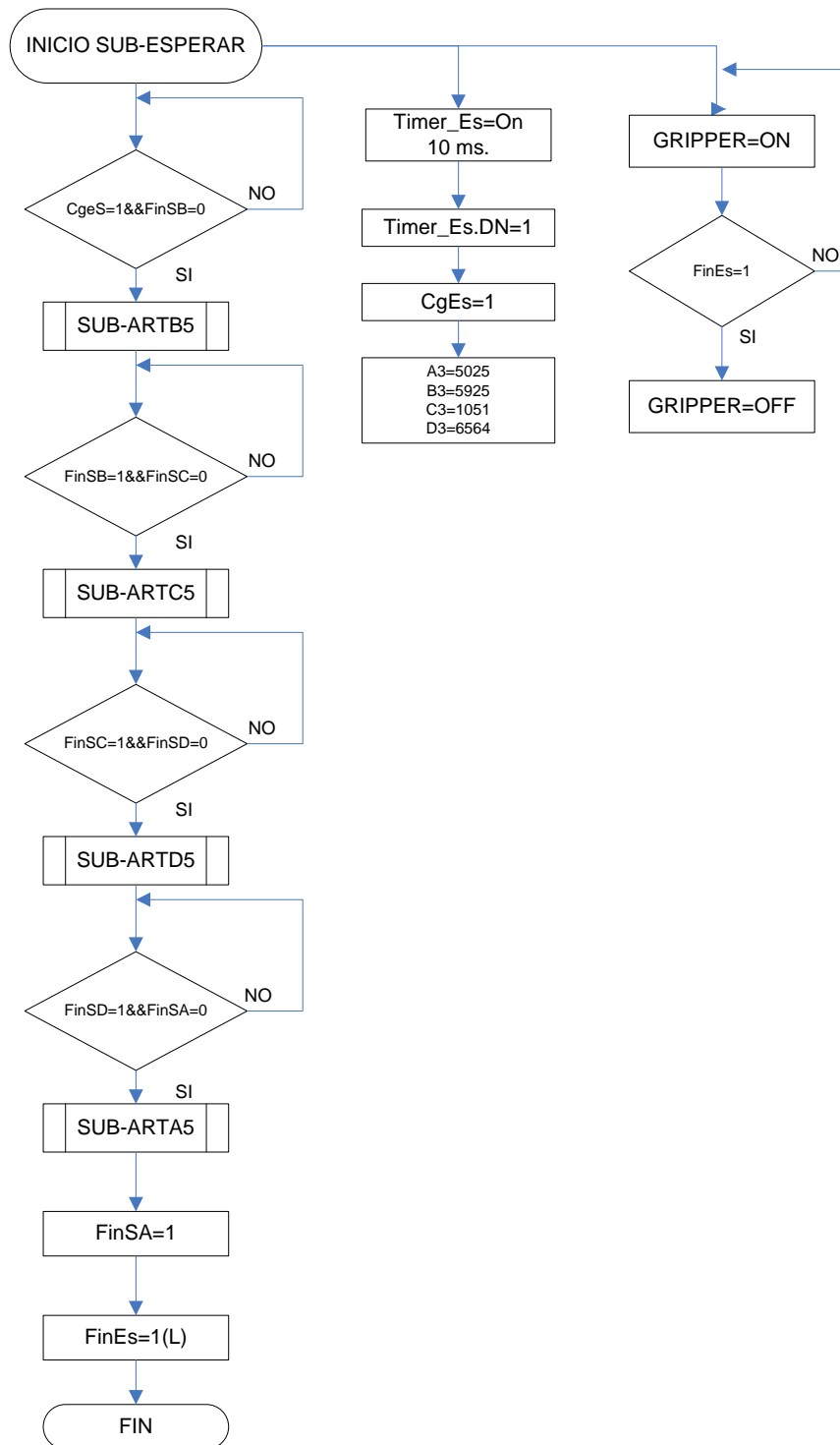


Figura. 6.8. Diagrama de Flujo Subrutina Esperar.

## 6.9 SUBROUTINA CILINDRO

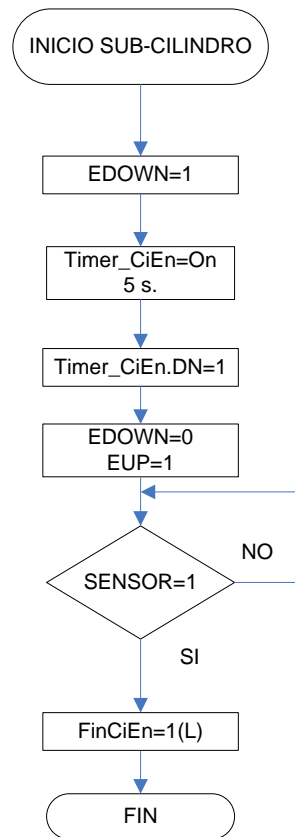


Figura. 6.9. Diagrama de Flujo Subrutina Cilindro.

### 6.10 SUBROUTINA LLEVAR

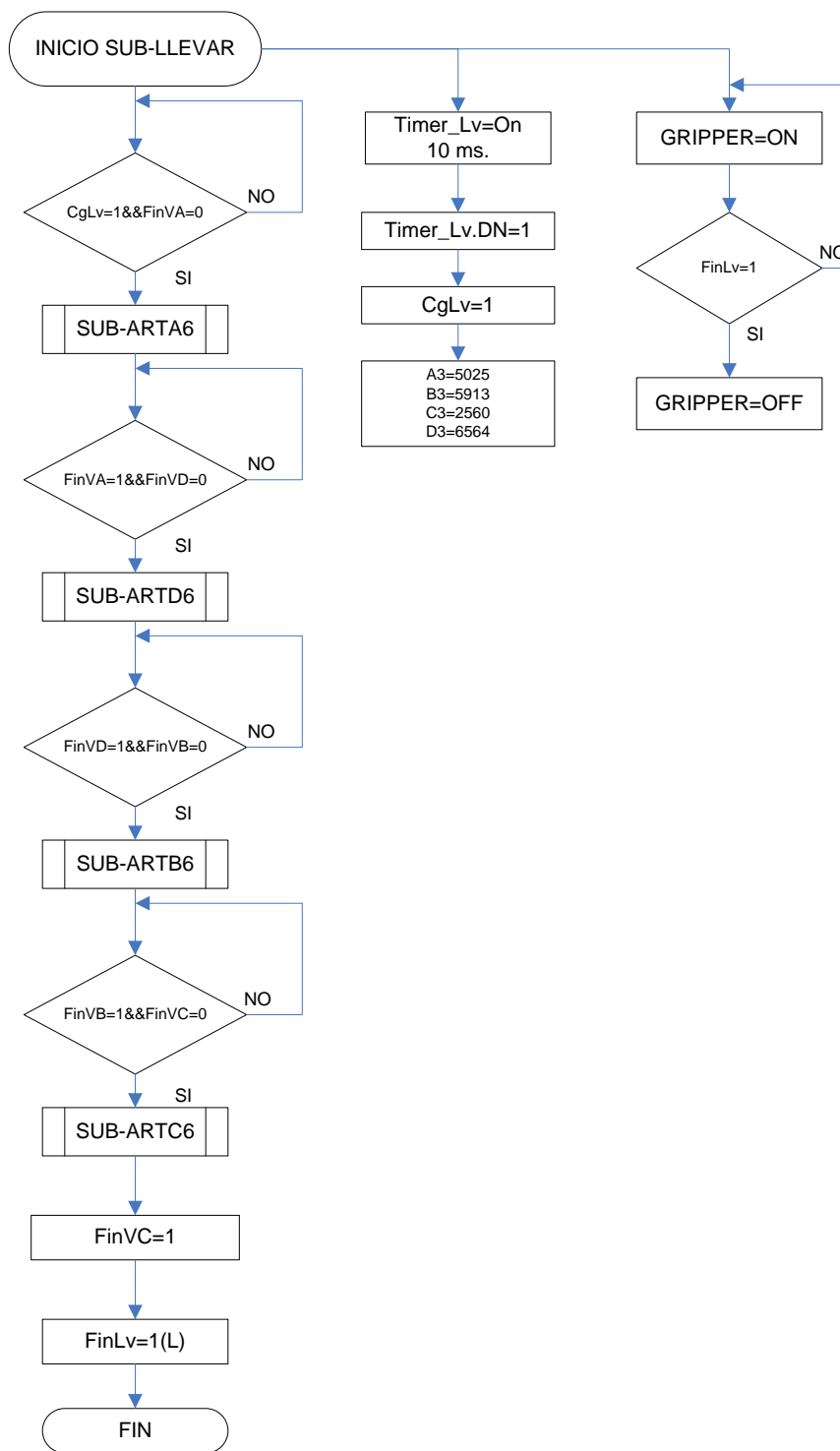


Figura. 6.10. Diagrama de Flujo Subrutina Llevar.

## 6.11 SUBROUTINA VOLVER

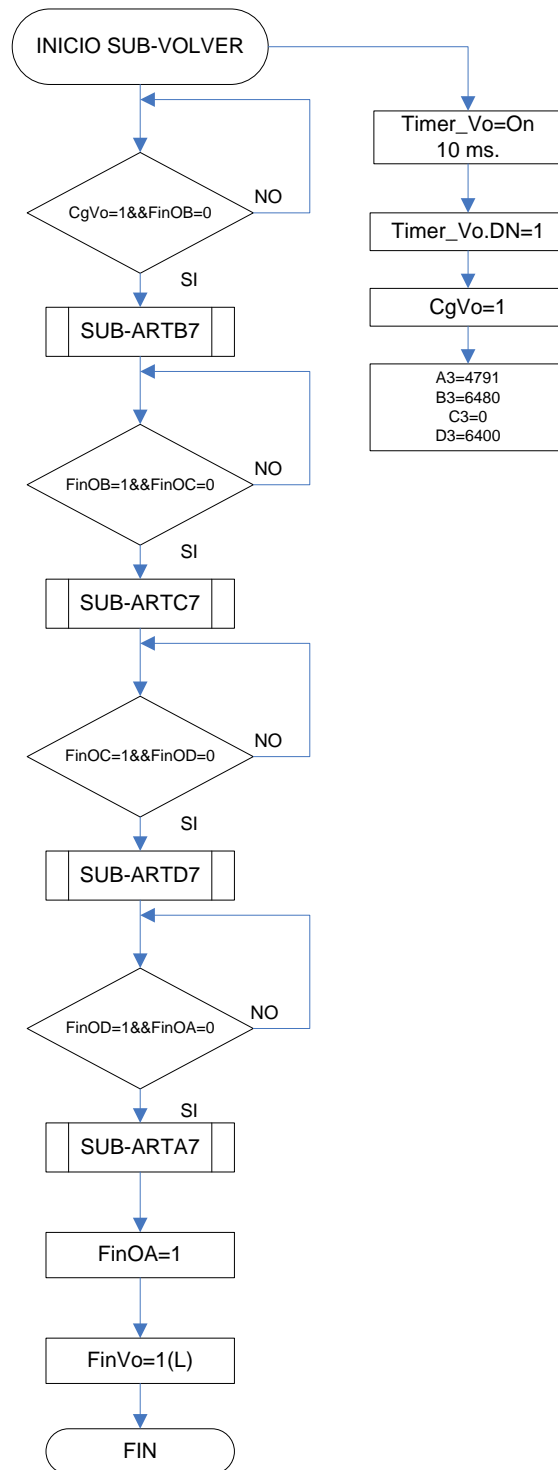


Figura. 6.11. Diagrama de Flujo Subrutina Volver.

## 6.12 SUBROUTINA TRASLADAR

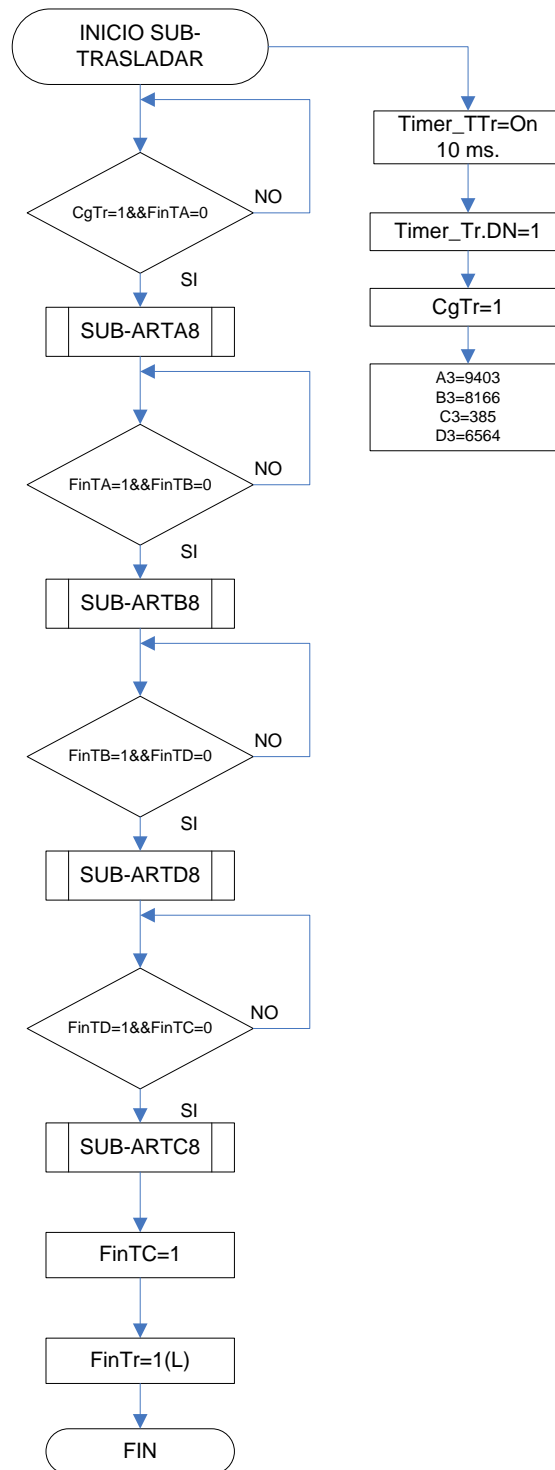


Figura. 6.12. Diagrama de Flujo Subrutina Trasladar.

## 6.13 SUBROUTINA TERMINAR

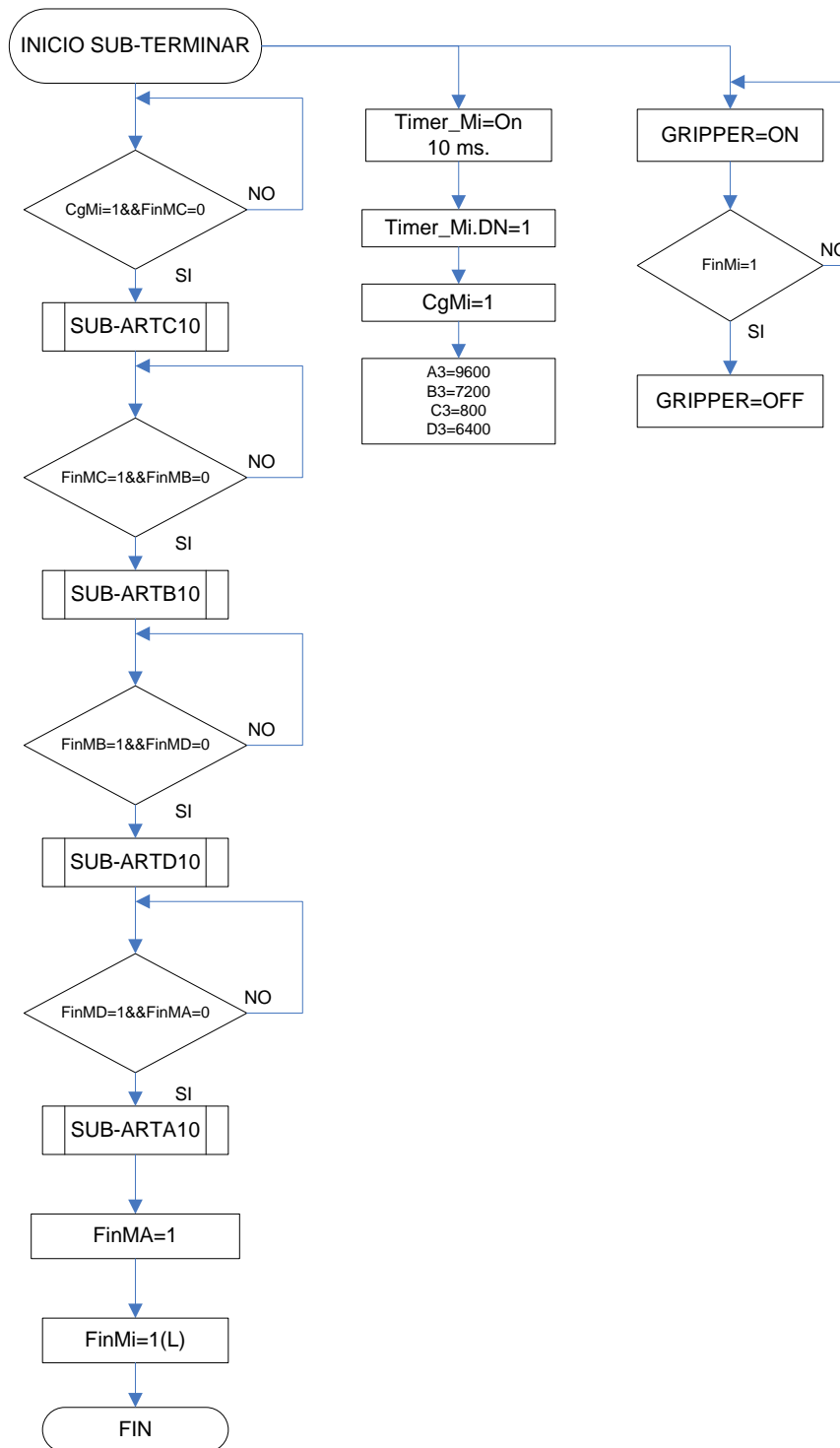


Figura. 6.13. Diagrama de Flujo Subrutina Terminar.

## 6.14 SUBROUTINA SOLTAR

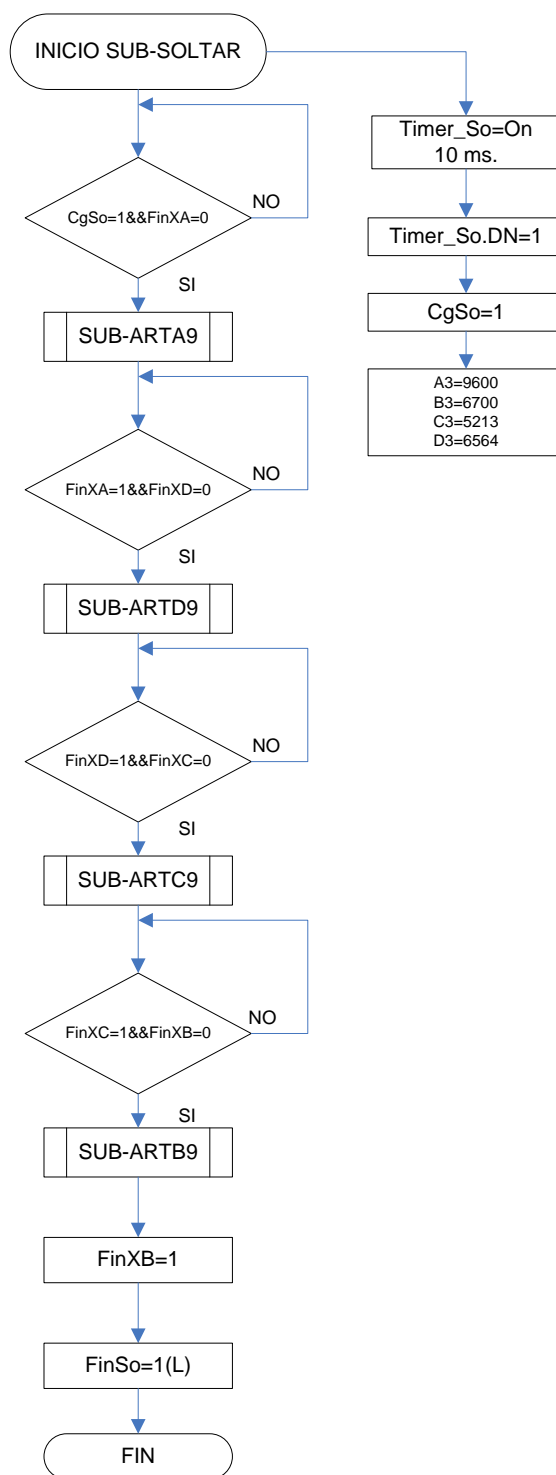


Figura. 6.14. Diagrama de Flujo Subrutina Soltar.



## 6.15 ARTICULACION EN GENERAL

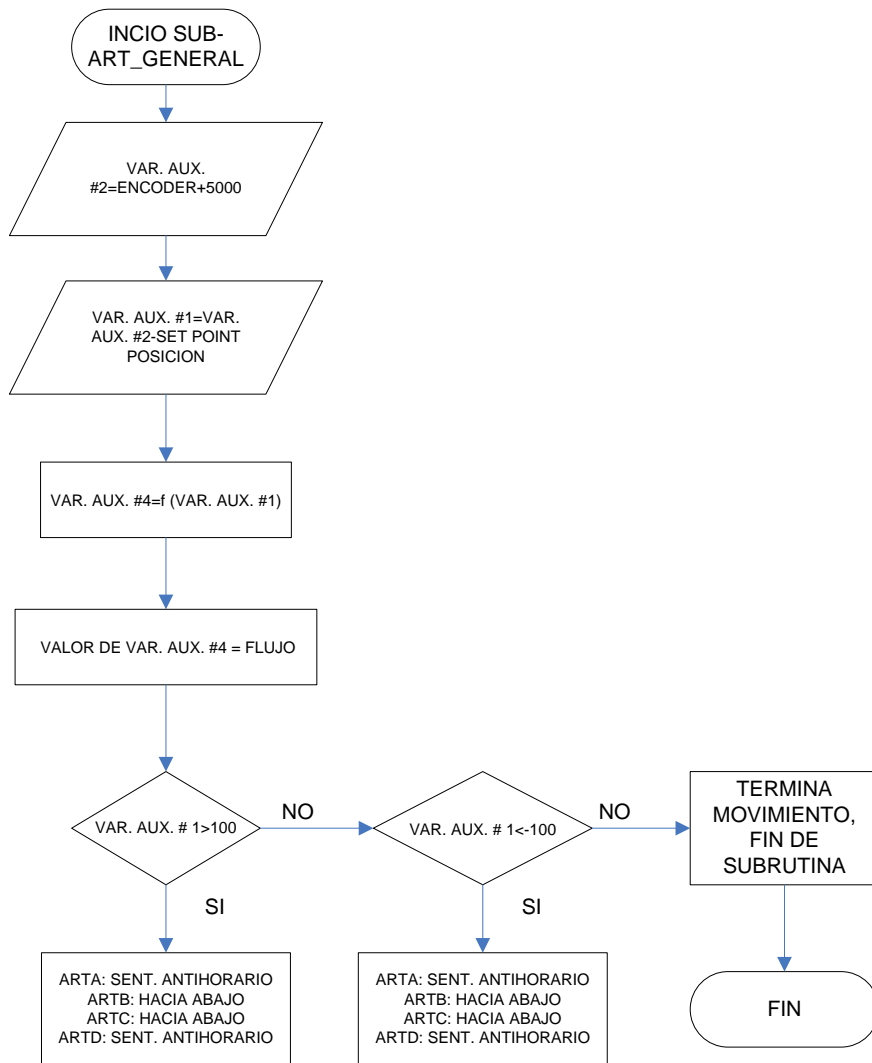


Figura. 6.15. Diagrama de Flujo Articulación en General.

## **ANEXO 2**

### **7 PROGRAMACIÓN GRÁFICA DE FACTORY TALK**

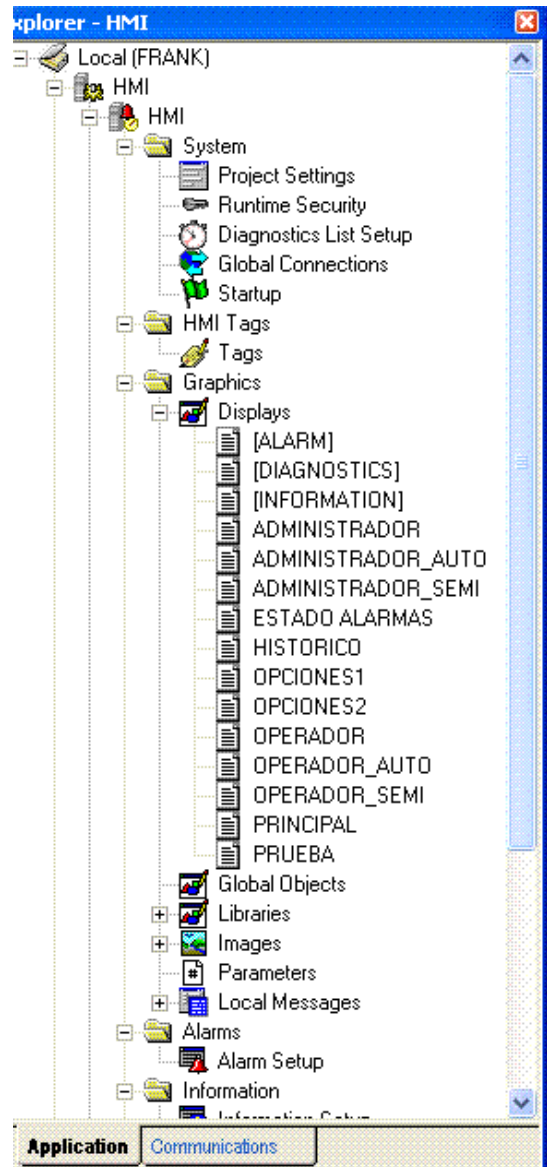


Figura. 7.1. Explorador de Factory Talk.

## Project Settings

Esta opción permite al usuario establecer el tamaño de la pantalla con que se va proyectar la interfaz. Cabe recalcar que al usar un Panel View se debe colocar la resolución del mismo.

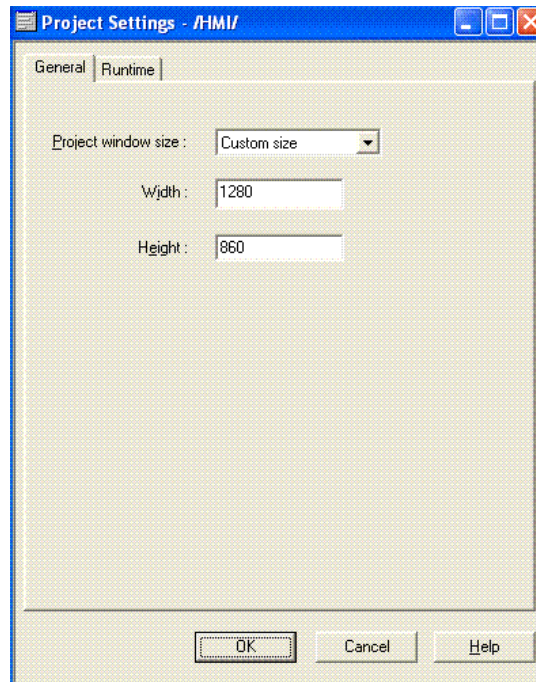


Figura. 7.2. Explorador de Factory Talk

## 🔑 Runtime Security

Permite ingresar los usuarios que van hacer uso de la interfaz gráfica, y además establecer los niveles de seguridad que van a tener cada uno de ellos.

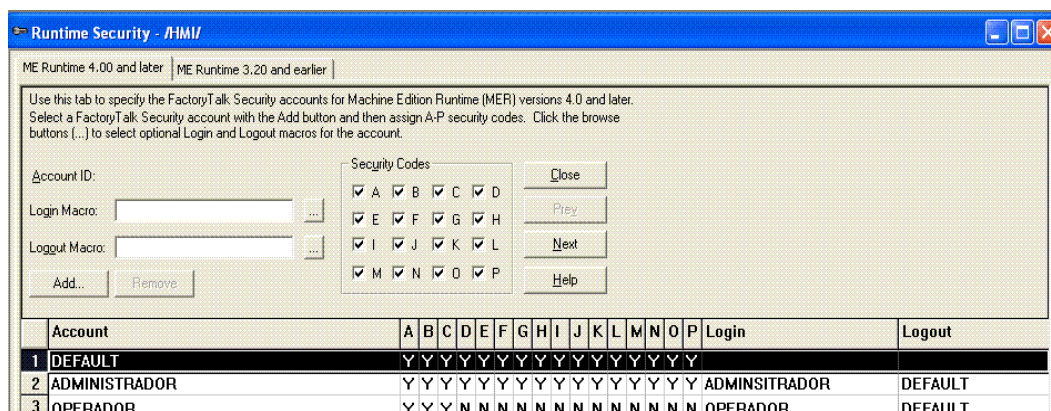


Figura. 7.3. Ventana Runtime Security.

## Diagnostics List Setup

Genera que la ventana del sistema se despliegue en la parte superior de la ejecución de la interfaz, si se desea se puede deshabilitar la activación de la ventana, quitando todos los vistos de las opciones que nos presenta la ventana de DIAGNOSTICS.

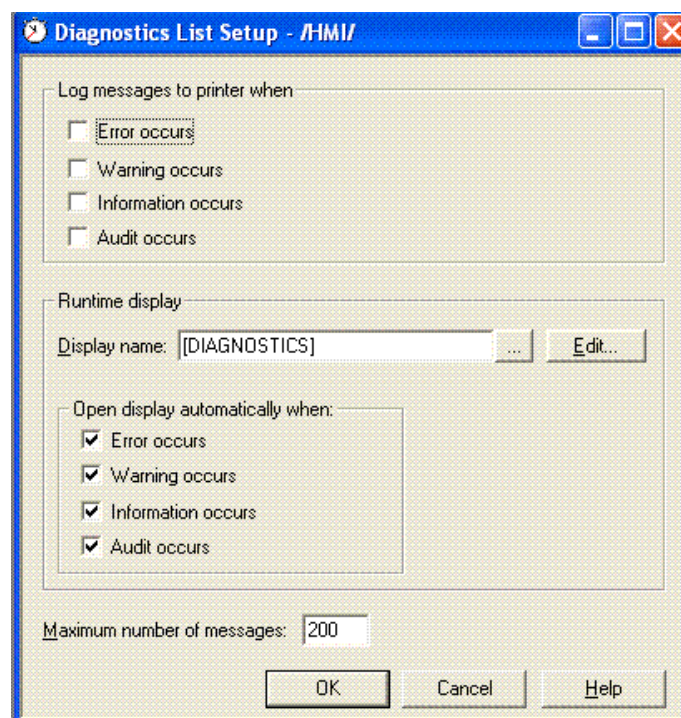


Figura. 7.4. Ventana de Diagnostico.

## Startup

Faculta al Administrador el decidir que ventana se ejecuta al inicio del programa, además puede habilitar o deshabilitar que se desplieguen las ventanas de INFORMACIÓN DE MENSAJES y ALARMAS.

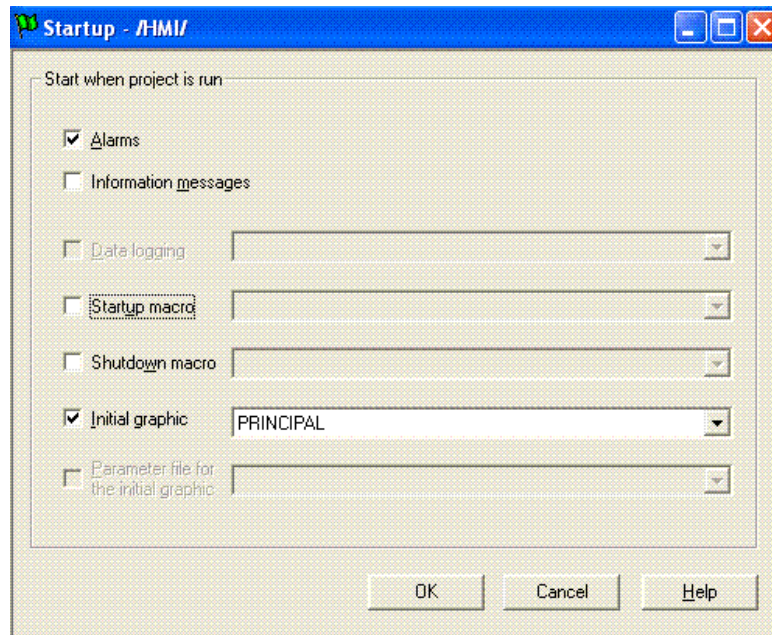


Figura. 7.5. Ventana Startup.

## Tags

Otorga la posibilidad de crear variables dentro del HMI de tipo Digital o Análogo, o de la misma manera, crea variables que hacen referencia a bobinas del programa del PLC.

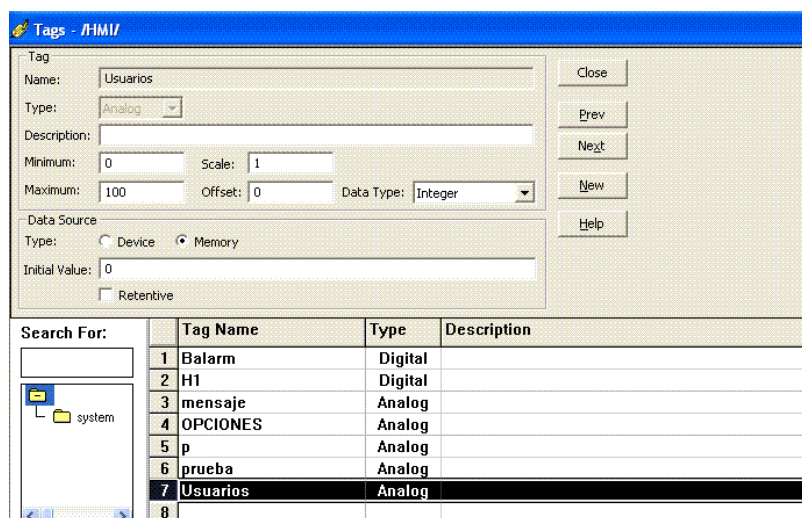
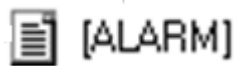


Figura. 7.6. Ventana Tags.



Presenta la ventana de alarma cuando se acciona el botón de EMERGENCY STOP del panel superior.

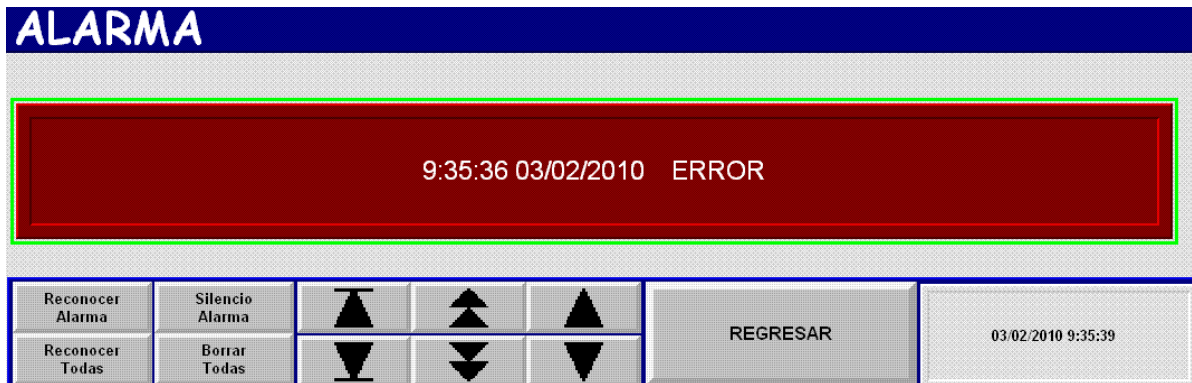
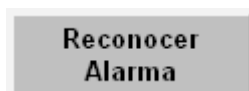
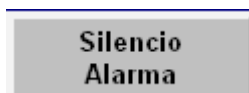


Figura. 7.7. Ventana Alarma.

Los botones se detallan a continuación:



Quando se ha producido la alarma es necesario que el Administrador u el Operador pulsen sobre este botón ya que detiene el tiempo desde el momento en que fue activada la alarma.



Quando ha sido activada la alarma se produce un sonido de alerta, si el Operador u Administrador no reconoce el motivo por el cual la alarma fue propiciada, para no tener el sonido latente puede hacer uso del botón.

**Reconocer  
Todas**

En el caso de existir más de una alarma que sucediera se puede hacer uso de este botón.

**Borrar  
Todas**

Otorga al Administrador la posibilidad de borrar las alarmas que se han generado. El Operador tiene deshabilitada esta opción por medio de la propiedad de visibilidad del botón.

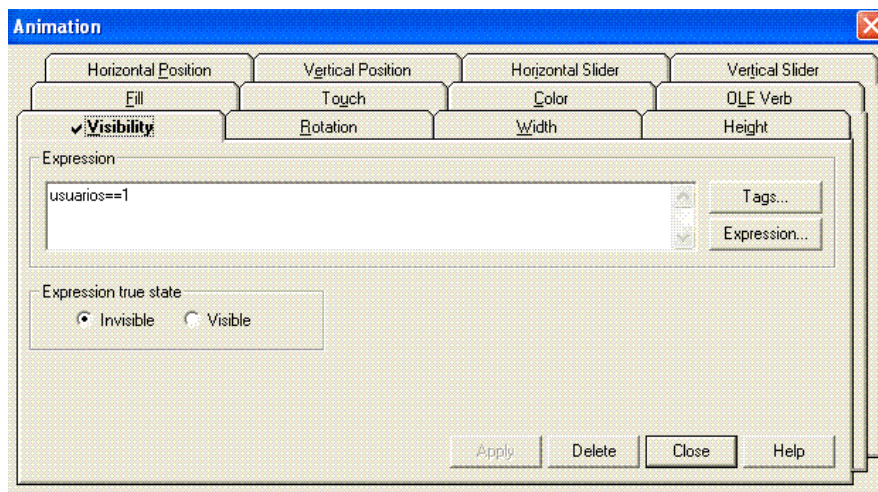


Figura. 7.8. Propiedad de visibilidad del Botón Borrar Todas.

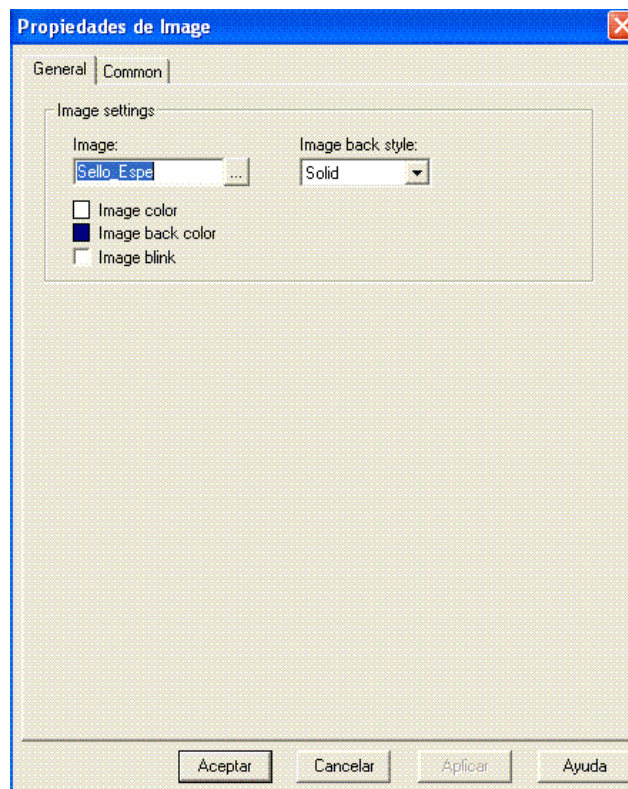
Solo cuando el Administrador haya ingresado, aparecerá el botón de Borrar Todas, con la macro de **usuarios==2**, ya que para el Operador es **usuarios==1**, razón por la que desaparece el botón, ya que tiene activada la opción de invisibilidad.



 PRINCIPAL

La pantalla principal se ejecuta al inicio de la interfaz, dentro de la cual tenemos lo siguiente:

- 4 imágenes en las que se tiene el sello de la Escuela Politécnica del Ejército, la Especialización de Control y la foto de la Estación Hidráulica HY-2800.



**Figura. 7.9. Propiedades de Imagen.**

- Dentro de las propiedades en "Image", se debe colocar la imagen a la cual se está haciendo referencia, y las propiedades que se desee cambiar como el fondo, el color y si se desea que la imagen parpadee.

- La imagen que cambia de acuerdo al usuario que ha ingresado está relacionada de acuerdo a la propiedad de visibilidad.



Figura. 7.10. Propiedades de Imagen

Administrador

Es un String Display, el cual de acuerdo al usuario que ha ingresado; presentará el nombre como Administrador u Operador.

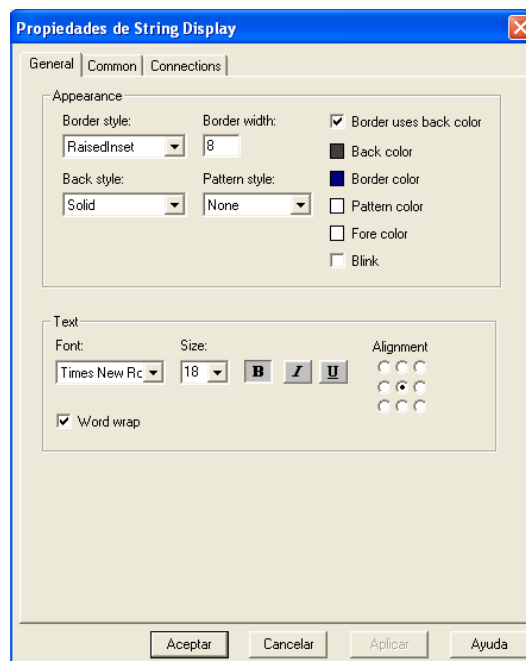
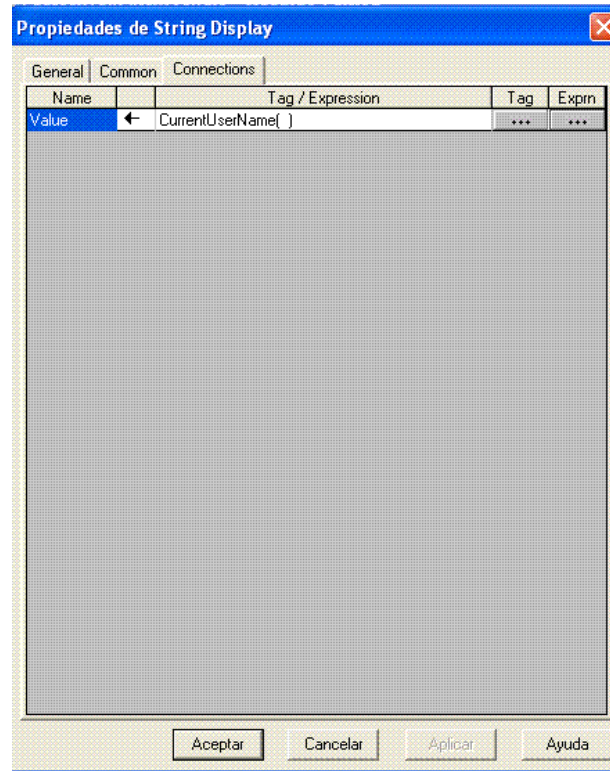


Figura. 7.11. Propiedades del String Display.

- Las propiedades que el usuario puede modificar se encuentran en la Figura 3.11, en la pestaña de “connections” se tiene que colocar “CurrentUsername()” que hace referencia al usuario que ingreso correctamente la clave.



**Figura. 7.12. Propiedades del String Display.**

## **USER LOGIN**

Es un botón Login Button que permite el ingreso de los usuarios con sus respectivas claves para ser validados por el sistema de RUNTIME SECURITY. Se puede modificar tipo de letra, tamaño, color, etc.

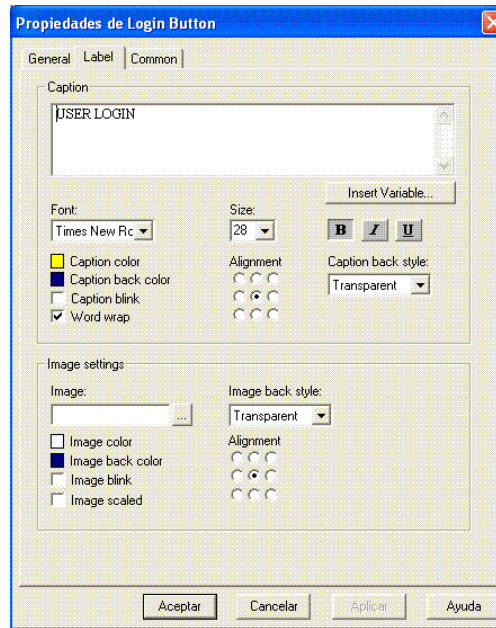


Figura. 7.13. Propiedades de Login Button.

**SALIR**

El botón Shutdown Button cierra la aplicación del HMI.  
Se pueden hacer las mismas modificaciones en el botón.

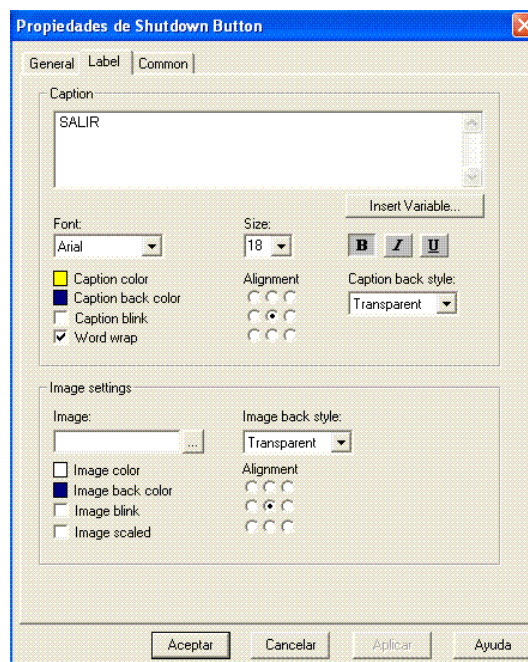
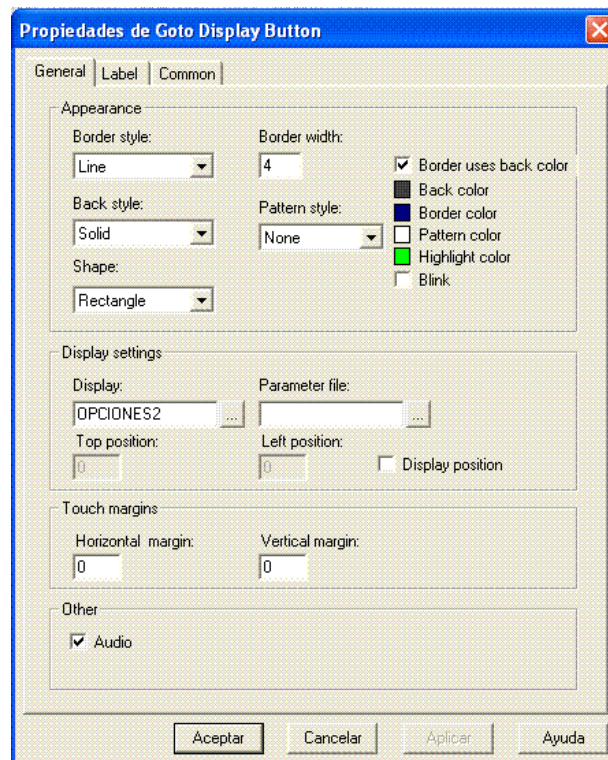


Figura. 7.14. Propiedades de Shutdown Button.

**CONTINUAR**

El botón Goto Display Button permite dirigirse hacia la próxima ventana de ELECCIÓN DE TRABAJO. De acuerdo al usuario ingresado aparecerá el botón continuar, ya que existen 2, pero cada uno tiene la propiedad de visibilidad.



**Figura. 7.15. Propiedades de Goto Display Button.**

- En la opción de “Display” se debe colocar la ventana hacia la que se quiera dirigir, en este caso OPCIONES 2 es la ventana de ELECCIÓN DE TRABAJO para el Operador y OPCIONES 1 para el Administrador.

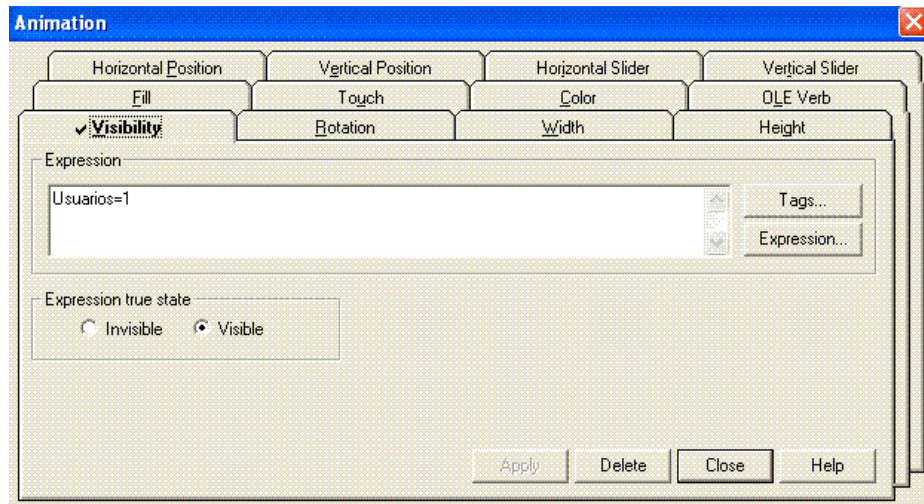


Figura. 7.16. Visibilidad del Botón Continuar, OPCIONES 2.

24/02/2010 17:05:58

Es un botón Time Date Display el cual desplegará la Fecha y la Hora.

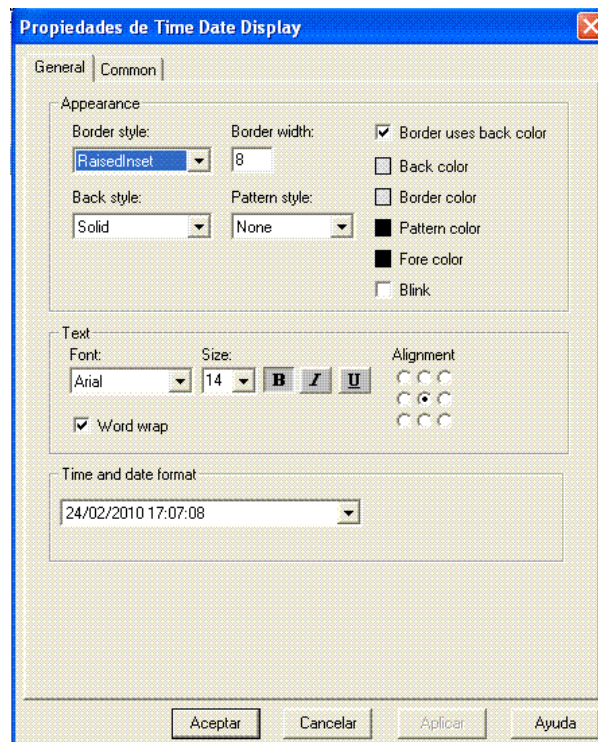
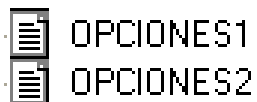


Figura. 7.17. Propiedades de Time Date Display.

En la opción de “Time and date format” se puede configurar la manera en que se desea visualizar la fecha y hora, si se desea incluir también el día de la semana, etc.



Son las ventanas de ELECCIÓN DE TRABAJO, las mismas que se repiten en su totalidad con la diferencia en el acceso a cada una de ellas, desde la ventana principal, OPCIONES 2 para Operador y OPCIONES 1 para Administrador.

**AUTOMATICO**

Es un botón Goto Display Button y permite acceder hacia la ventana de Proceso automático. Para el Administrador la ventana es ADMINISTRADOR\_AUTO, para el Operador es OPERADOR\_AUTO.

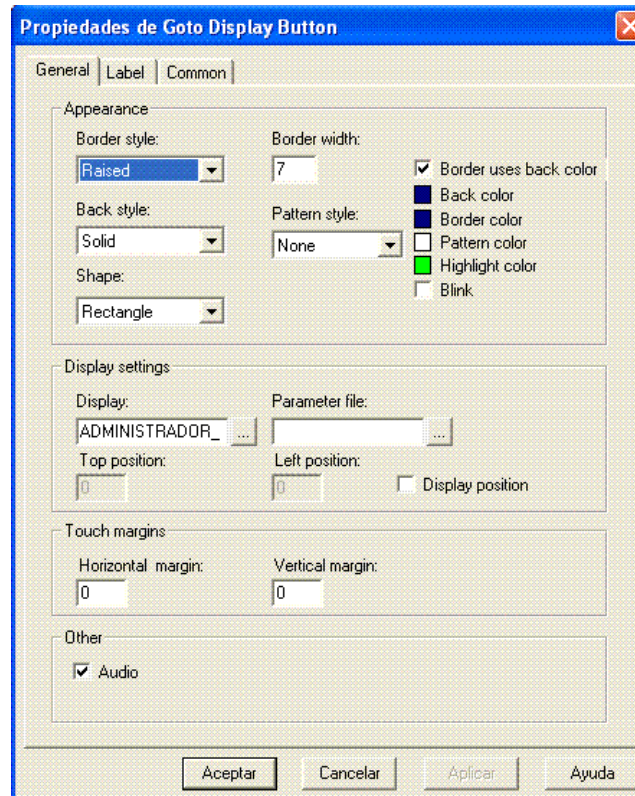


Figura. 7.18. Propiedades Botón Automático.

### SEMI- AUTOMATICO

Es un botón “Goto Display Button” y permite acceder hacia la ventana de Proceso Semi-automático. Para el Administrador la ventana es ADMINISTRADOR\_SEMI, para el Operador es OPERADOR\_SEMI.



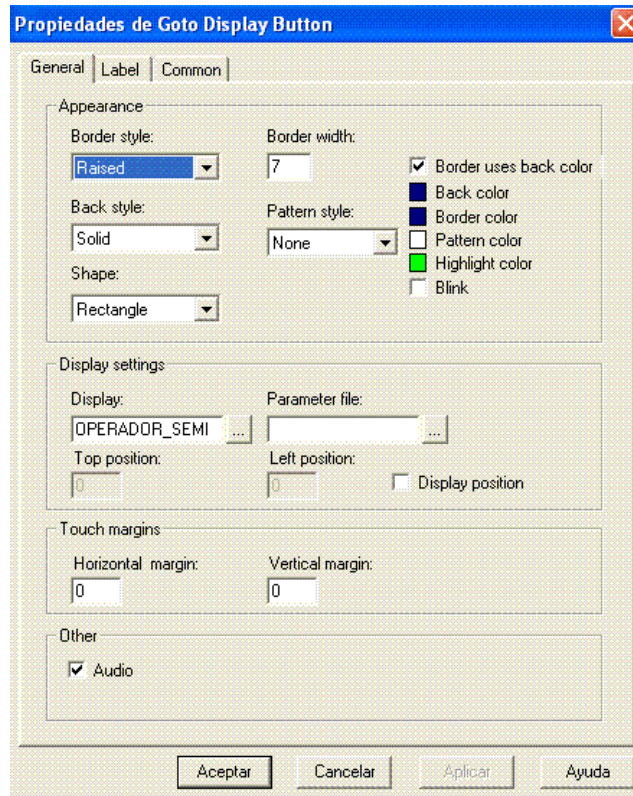


Figura. 7.19. Propiedades Botón Semi-automático.

## MANUAL

Es un botón Goto Display Button y permite acceder hacia la ventana de Proceso Manual. Para el Administrador la ventana es ADMINISTRADOR, para el Operador es OPERADOR.

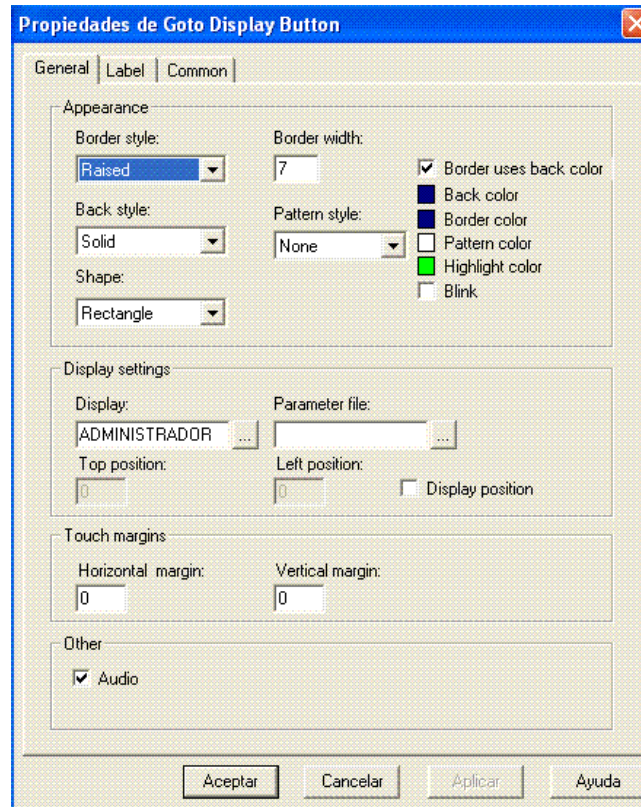


Figura. 7.20. Propiedades Botón Manual.



Es un botón Interlocked Push Button y genera que se despliegan los mensajes dentro de la pantalla ELECCIÓN DE TRABAJO, por medio de la opción “Connections” y en relación con el “tag” prueba del “Local Message”.

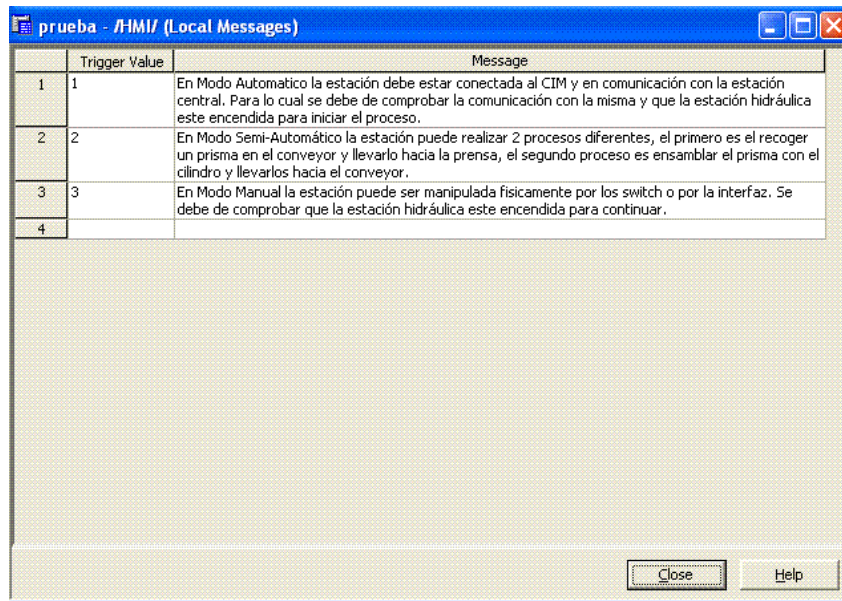


Figura. 7.21. Local Message, PRUEBA.

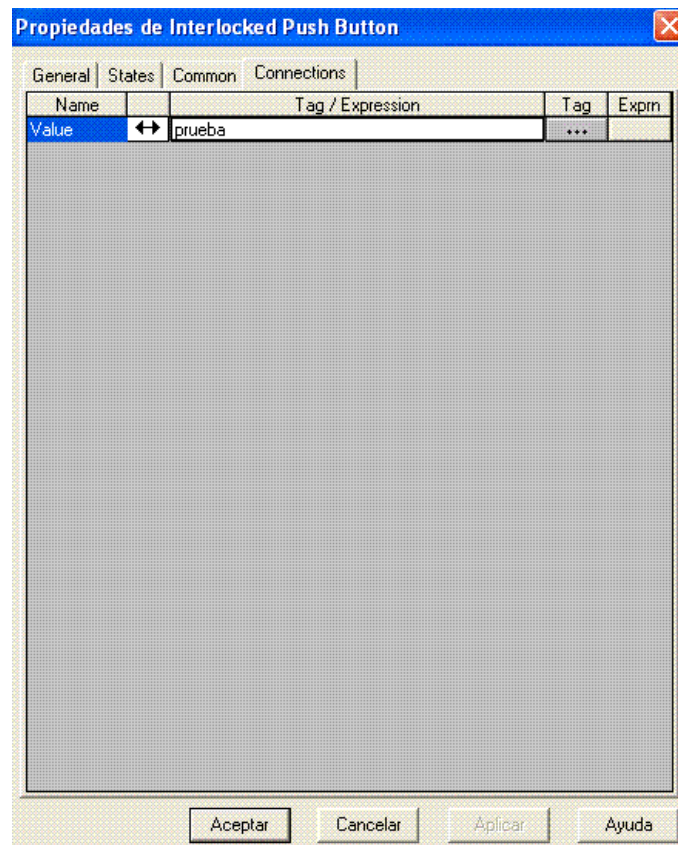


Figura. 7.22. Propiedades Interlocked Push Button.

## Local Message Display

Despliega la explicación de los modos de operación Automático, Semi-automático y manual. Tiene que estar relacionado de la misma manera al “tag” prueba del “Local Message”.

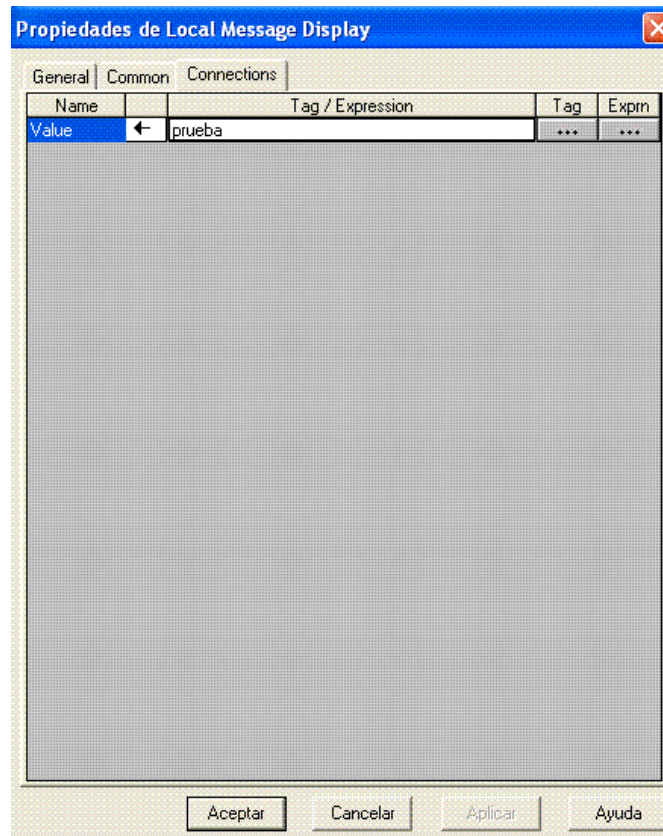


Figura. 7.23. Propiedades Local Message Display.

## ESTACION ENCENDIDA

Es un texto con propiedad de visibilidad, que cuando se enciende la estación cambia a Estación Encendida.

Además el texto está relacionado con la bobina que detecta el encendido de la estación.

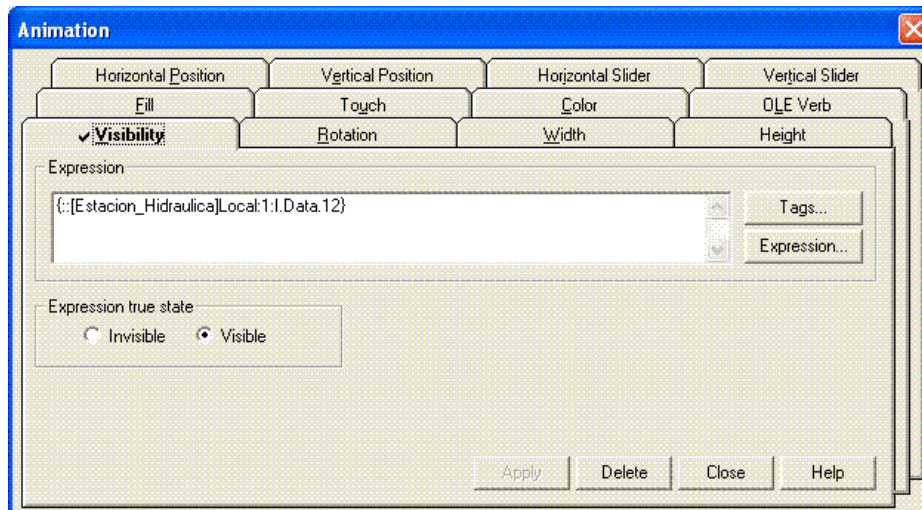


Figura. 7.24. Propiedades de Texto, Encendido de estación.

## CIM OFF-LINE

Es un texto con propiedad de visibilidad que cambia cada vez que está en línea con el CIM.

Está relacionado con la bobina que se activa desde el PLC cuando existe la comunicación con la Estación Central.

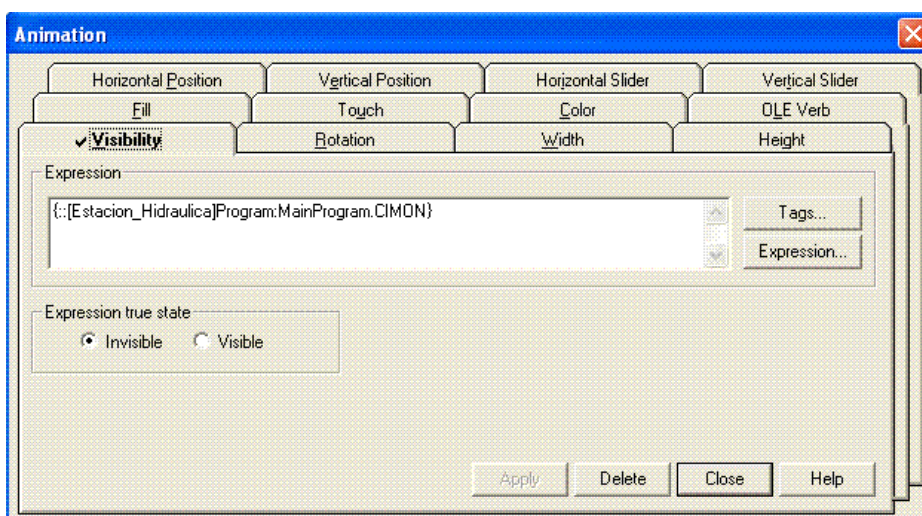


Figura. 7.25. Propiedades de Texto, CIM-ON LINE.

**HOME**

Es un botón Momentary Push Button que posiciona al Robot en un lugar establecido por el programa. Está relacionado con la bobina InHome.

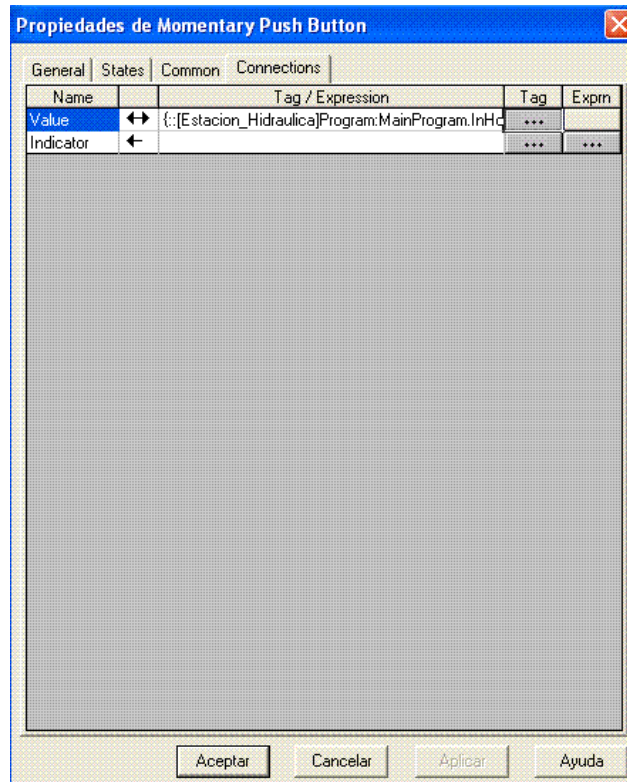
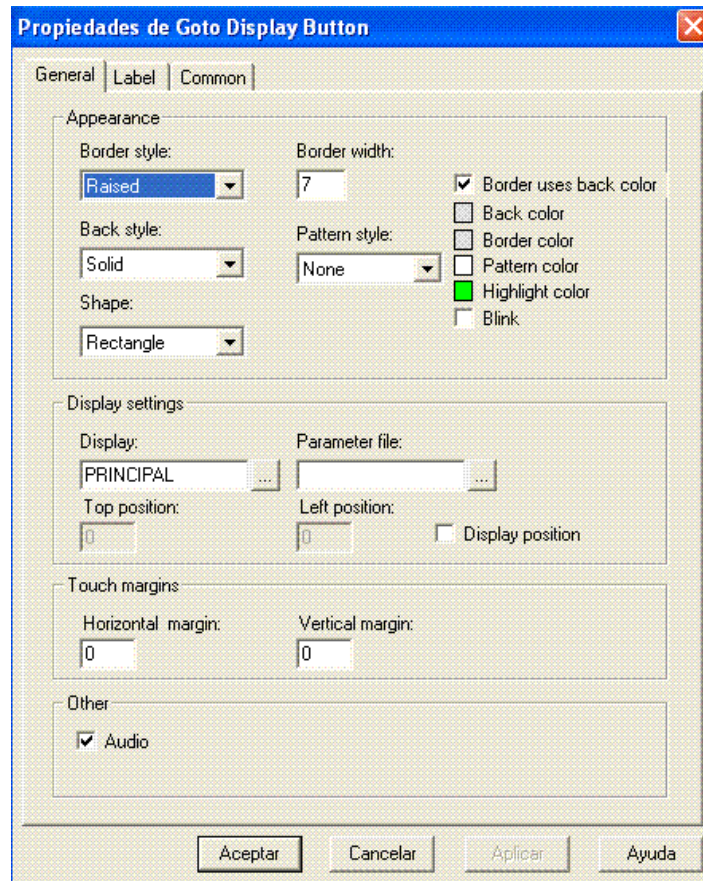


Figura. 7.26. Propiedades de Momentary Push Button, HOME.

**PANTALLA PRINCIPAL**

Es un botón Goto Display Button y permite regresar a la ventana PRINCIPAL, por medio de la propiedad "Display".



**Figura. 7.27. Propiedades de Goto Display Button, PANTALLA PRINCIPAL.**

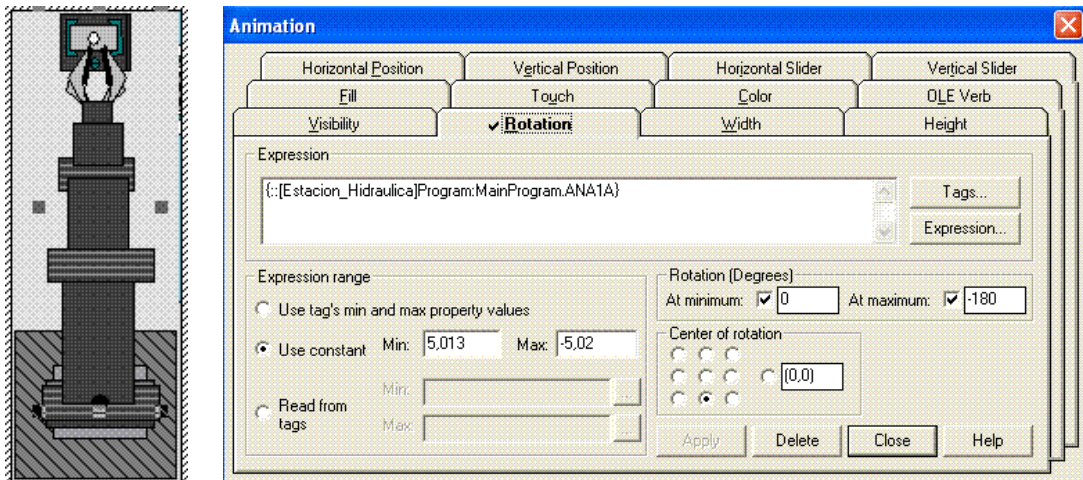
ADMINISTRADOR\_AUTO  
OPERADOR\_AUTO

Es la ventana donde el Administrador y Operador pueden realizar el proceso automático en línea con la estación Central.

Dentro de la ventana contamos con los siguientes elementos:



Es un conjunto de imágenes asociadas a propiedades de visibilidad, rotación, desplazamiento, etc. A continuación se dará varios ejemplos de cómo está programada la movilidad del Robot.



**Figura. 7.28. Animación Rotación.**

Se ha señalado al conjunto de todo el brazo, este movimiento se lo genera por medio de la articulación A con la variable de entrada analógica que viene del PLC de nombre ANA1A. Los valores máximos y mínimos que va generar nuestra entrada analógica están dentro de los rangos de 5.013 a -5.02 VDC. Por lo que asociándole con el movimiento de rotación para el valor mínimo de 0 le corresponde 5.013 VDC y para el valor máximo de rotación le corresponde -5.02 VDC. Se debe tomar en cuenta el eje sobre el cual se realiza el movimiento, en la propiedad de “Center of rotation”.



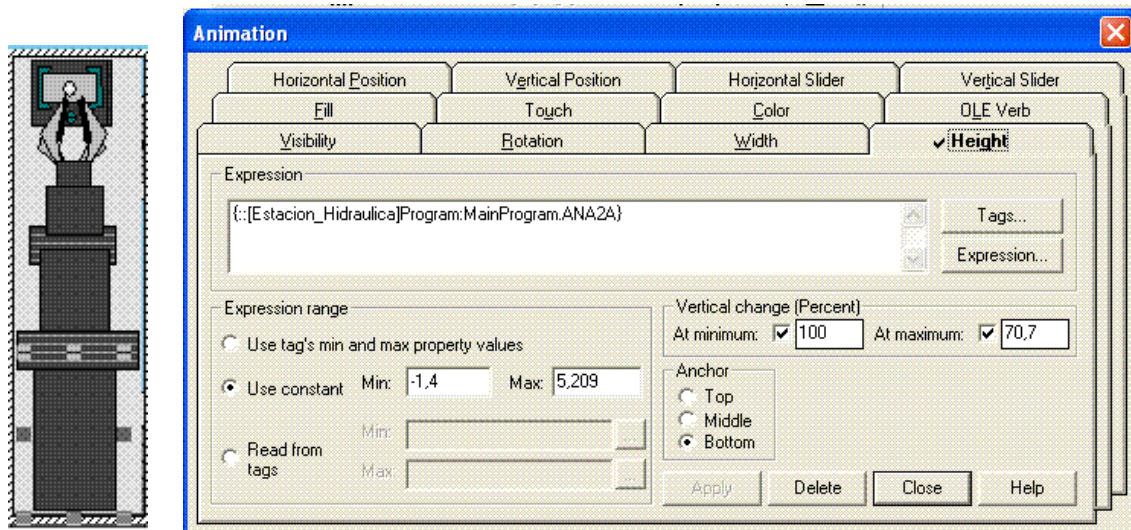


Figura. 7.29. Animación Alargamiento.

Se ha señalado la articulación B, la misma que está relacionada a la variable ANA2A del programa. Los valores que recibirá la variable por medio del movimiento de la articulación son de -1.4 a 5.209 VDC, por lo que para el mínimo valor se tiene que la imagen debe tener el 100% de su longitud, y cuando se haya alargado toda la articulación del 70.7%. Cabe recalcar que el valor de la longitud de alargamiento, depende de la figura que se desee, ya que para otra será totalmente diferente.

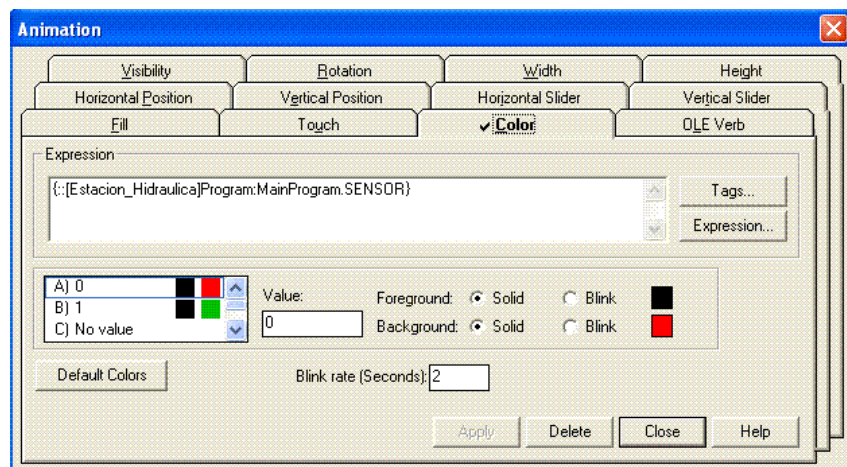
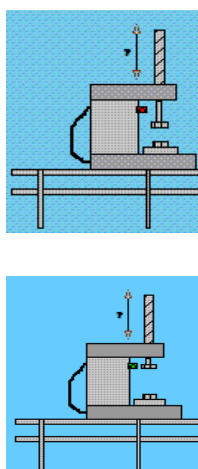


Figura. 7.30. Animación Color.

Para la prensa hidráulica se ha realizado una animación de color utilizando la entrada digital llamada SENSOR que proviene del programa, las cual indica el momento de ensamblaje y la finalización del mismo. Por lo que en el momento de ensamblar el casquete de la prensa no hace contacto con el sensor y cambia a color rojo, mientras que, cuando hace contacto con el sensor se tiene en color verde.

## Recogiendo prisma fresado

Los mensajes que se visualizan en el HMI cuando se está realizando un proceso, son textos que constan con la propiedad de visibilidad y que se visualizan de acuerdo a la activación de las bobinas dentro del programa del PLC.

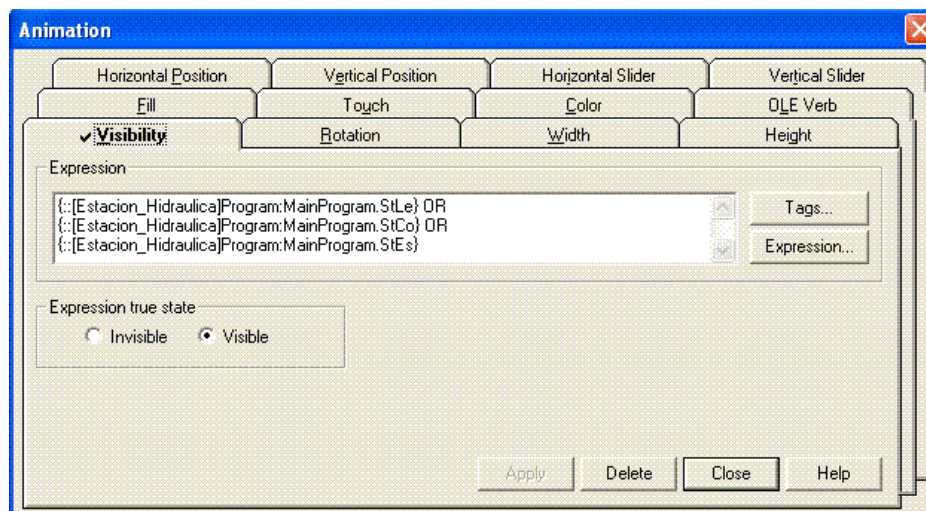


Figura. 7.31. Animación Visibilidad de textos de proceso.

FLUJO: 6,28 l/min

89,50 ° A

Tanto el visualizador del flujo de la válvula proporcional, como los señores de posición del Robot Hidráulico son "Numeric Display" que están asociados a las variables del programa del PLC.

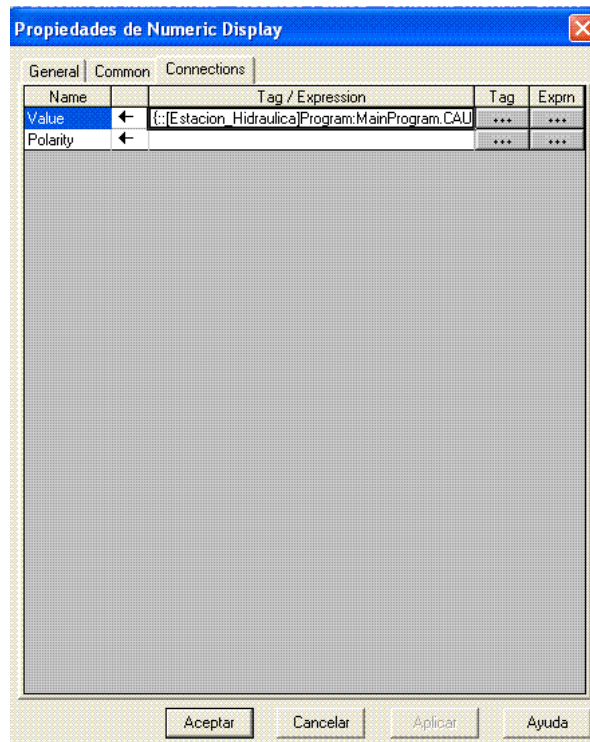


Figura. 7.32. Numeric Display.

## HISTORICO DE ALARMAS

Es un botón GoTo Display que genera la ventana de HISTORICO.

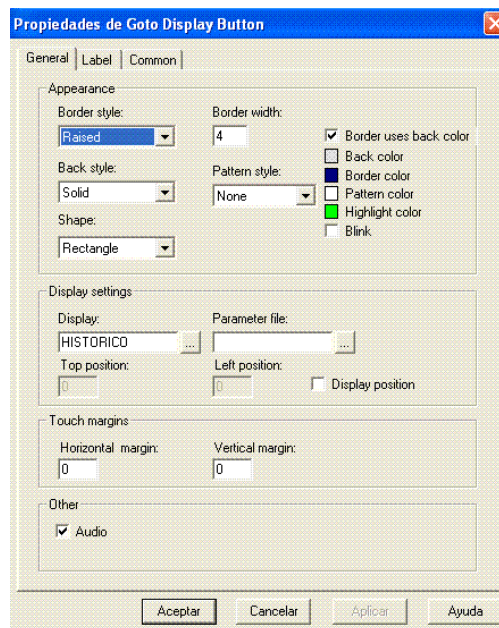


Figura. 7.33. Goto Display, HISTORICO.

- ADMINISTRADOR\_SEMI
- OPERADOR\_SEMI

Las pantallas para el proceso Semi-Automático, tienen la misma presentación que las de Automático, con la diferencia que estas tienen 2 botones adicionales que son para realizar las 2 subrutinas con las que consta el proceso.

### Rutina 1

Es un botón Momentary Push Button que realiza la Subrutina presente en el programa del PLC.

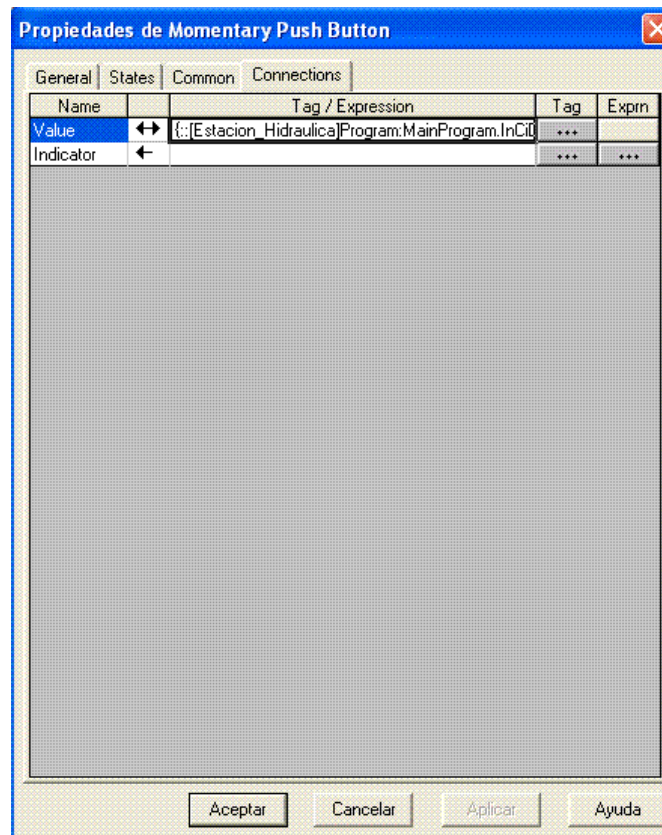


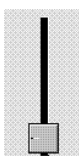
Figura. 7.34. Momentary Push Button, RUTINA 1.



Son las 2 ventanas en que se puede realizar el proceso manual del Sistema, tanto para el Administrador, como para el Operador.

En estas ventanas la interfaz cambia en su mayoría, debido a que, en esta se puede manipular las articulaciones del Robot Hidráulico a deseo del Administrador u Operador.

Debido a que se puede manipular las articulaciones sin tener ninguna restricción, por medio de la propiedad de visibilidad se implementó un seguro para no continuar inyectando aceite cuando se encuentra en los puntos límites las articulaciones.



Es un botón tipo Slider que permite el paso de aceite por la válvula proporcional de acuerdo a la velocidad de movimiento que se requiera.

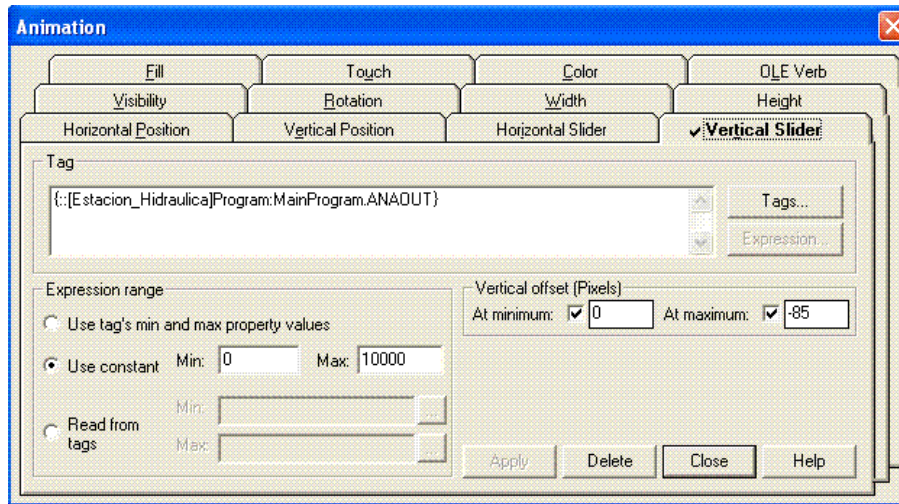
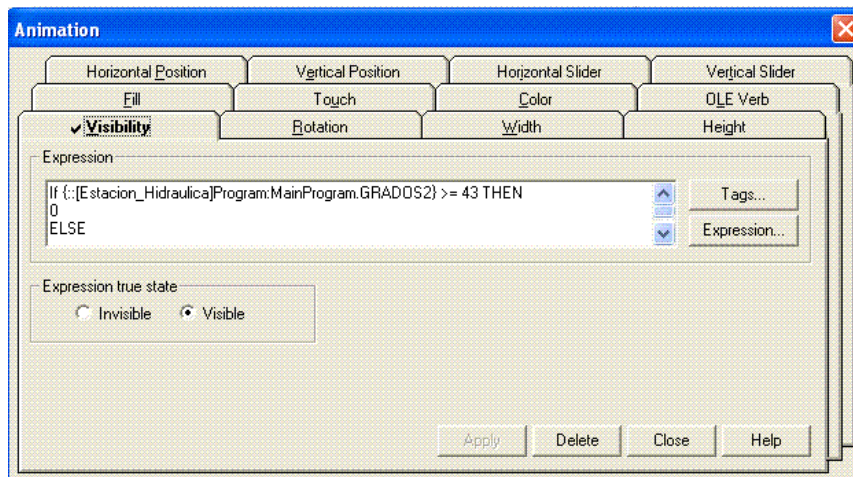


Figura. 7.35. Slider.

Se puede realizar el movimiento del slider por medio de la propiedad de movimiento vertical como indica la figura 3.35. La salida analógica del PLC está en el rango de 0 a 10 VDC, por lo que en "Expression range" se tiene de 0 a 10000 que está en unidades de proceso, asociado al movimiento en pixeles del slider. Cuando el movimiento es 0 en el slider la salida será de 0 V, y cuando el movimiento en pixeles haya llegado a -85 la salida analógica será de 10 V.



Son botones Momentary Push Button que están asociados a las salidas digitales del PLC por medio del programa que accionan las electroválvulas.



**Figura. 7.36. Propiedad Visibilidad, ACCION MANUAL.**

La propiedad de visibilidad utiliza la lectura del sensor de posición convertida a grados desde el programa, para este caso de la articulación B, GRADOS2. Como se conoce que la apertura máxima para la articulación B es  $45^{\circ}$ , la condición se realizó a los  $43^{\circ}$ , ya que sí se supera los  $43^{\circ}$  el botón desaparecerá generando que el usuario no pueda seguir inyectando aceite a la articulación y dañe los retenedores.

## HISTORICO

La ventana de histórico nos permite conocer el detalle de trabajo de la Estación Hidráulica.

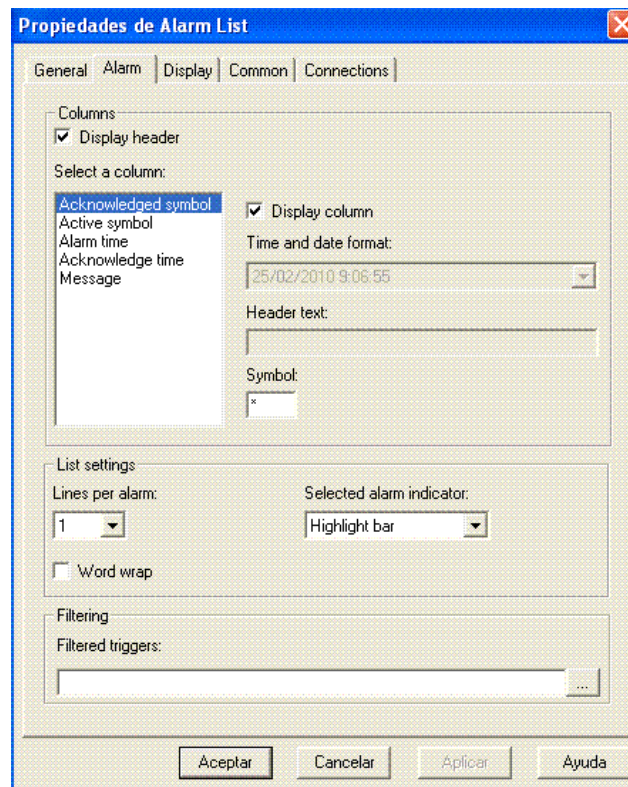


Figura. 7.37. Pestaña Alarm de la ventana Históricos.

En la pestaña de “Alarm” se tienen las opciones para configurar la pantalla que se presentará al usuario, en la opción de “Acknowledged symbol” se tiene que el símbolo es el asterisco, cada vez que se reconozca la alarma se pondrá este símbolo en la ventana, al lado izquierdo del tiempo cuando sucedió el evento.

“Alarm time” se cambio la cabecera y se reemplazo por Tiempo de Evento, de la misma manera “Acknowledge time” por Tiempo de Reconocimiento y “Message” por Mensaje.

En la pestaña de “Display” se tiene que poner el visto en la opción “Display”, para que de acuerdo a lo que se desee aparezca en la ventana de Históricos.





Son librerías tanto de ventanas, como de imágenes que ofrece el Factory Talk, si el usuario desea usar cualquiera de ellas, lo puede hacer, solo se las tiene que hacer referencia a las variables del programa.



“Local Messages” como se explicó anteriormente permite desplegar los mensajes dentro del “Local Messages Display”, por medio de la variable prueba y de la activación mediante el signo de interrogación en la ventana de OPCIONES 1 y 2, donde se elige el trabajo a realizar.



La ventana de Alarmas del Sistema se configuró para que sea la ventana de Históricos, por lo que la ventana de “ALARM” es la que única que se despliega en el momento de producirse un ERROR, al contrario de esta ventana que solo se despliega al momento en que se accede y muestra todo el proceso realizado.

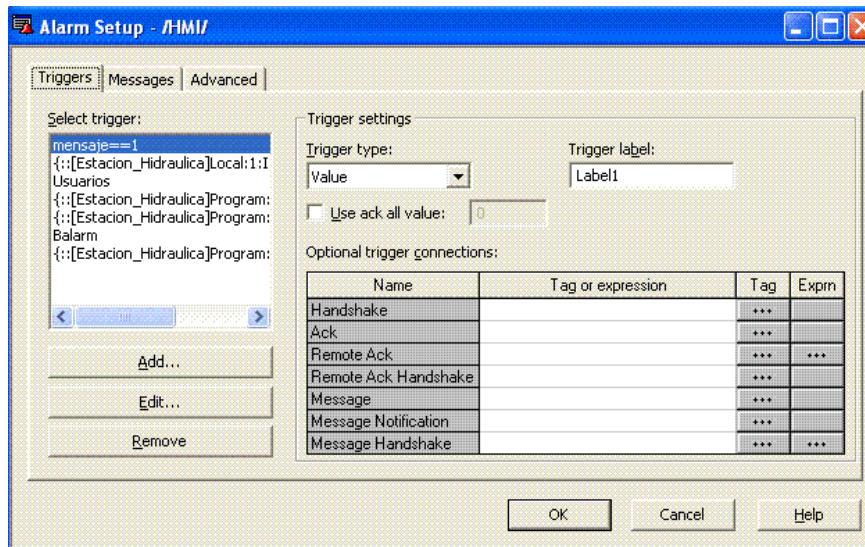


Figura. 7.38. Pestaña de Triggers.

En la pestaña de “triggers” se añaden las variables que se van a utilizar y que se desea tener en la pantalla de Históricos.

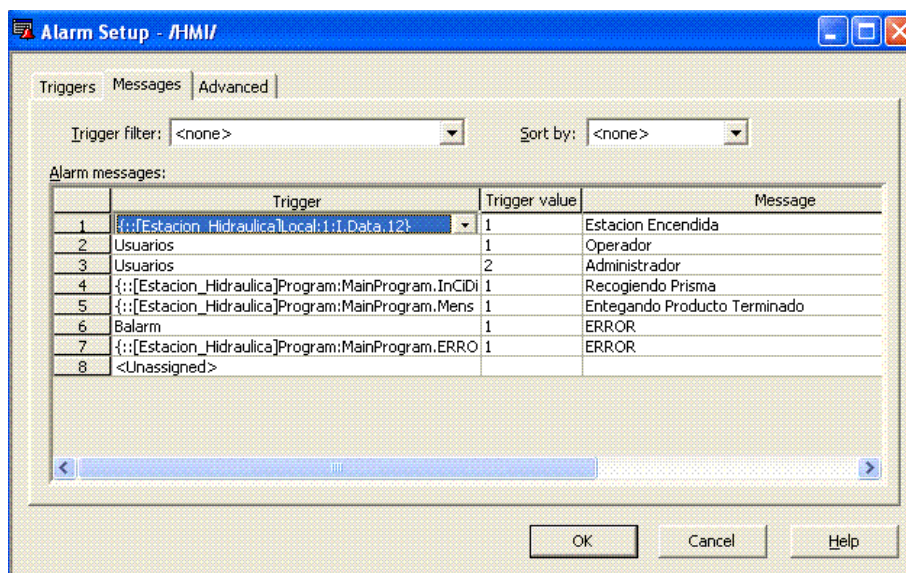
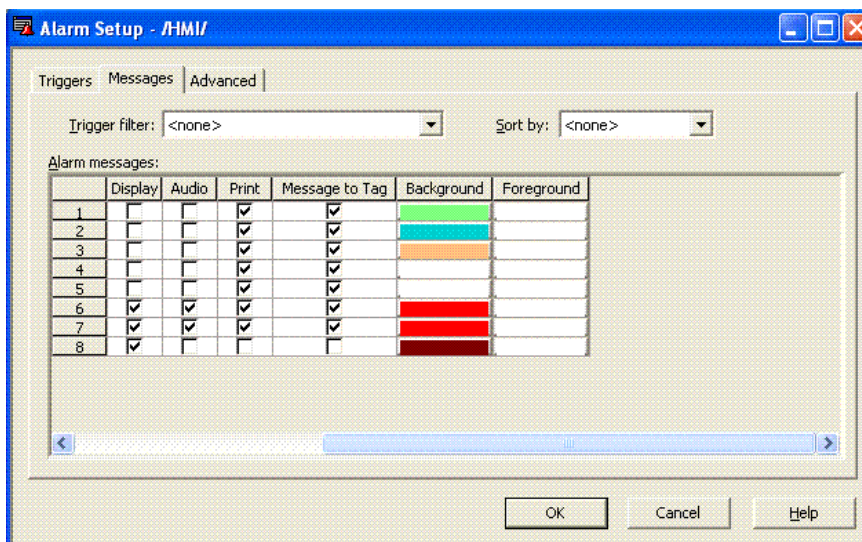


Figura. 7.39. Pestaña de Messages.

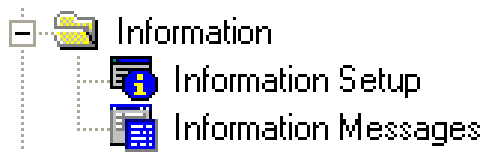
En la pestaña de “Messages” se configura la variable que se elige para estar en los históricos en la parte de “Trigger”, el valor que debe tener en

“Trigger value”, y en “Message” el mensaje que aparecerá en la pantalla de Históricos. Como por ejemplo, al encender la estación Hidráulica HYD-2800 se acciona la entrada digital 12 del PLC, el valor es de 1 ya que estaría activada, y el mensaje que se debe tener es Estación Encendida.

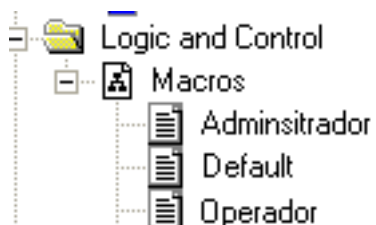


**Figura. 7.40. Pestaña de Messages.**

Además se puede activar la opción “Display”, es decir, que una vez que ha sido activada la variable, la ventana de Alarma se despliegue, también se le puede dar sonido en la opción “Audio”, la opción “Print” hace que la variable aparezca en el Histórico de Proceso, “Message to Tag” es el mensaje que se escribe para cada variable una vez activada, y las opciones de “Background” y “Foreground” para darle el fondo que se quiera a la variable dentro de la ventana Histórico.



Al utilizar la ventana de “INFORMATION” se deben ingresar los mensajes en estas 2 opciones tanto en la información del sistema como en información de mensajes.



Los macros se utilizan para ser ejecutados cuando el usuario lo desee conveniente, en este caso el macro Administrador hace referencia a **usuarios==2**, y el macro Operador **usuarios==1**. Ya que al momento de registrarse en el programa, ingresando el nombre y la clave aparece el nombre en el “String Display” de Administrador u Operador, ya que se hace referencia a “CurrentUserName( )”, que es el nombre de la cuenta del usuario.

De igual manera un Macro puede ser ejecutado en las ventanas de proceso, es decir que cada vez que se ingrese a una ventana se ejecuta el macro, esta puede ser la activación de una bobina en el programa del PLC.



En la ventana de RSLink Enterprise se hace todo el proceso de comunicación entre la interfaz HMI, el PLC y el programa de RSLogix 5000.

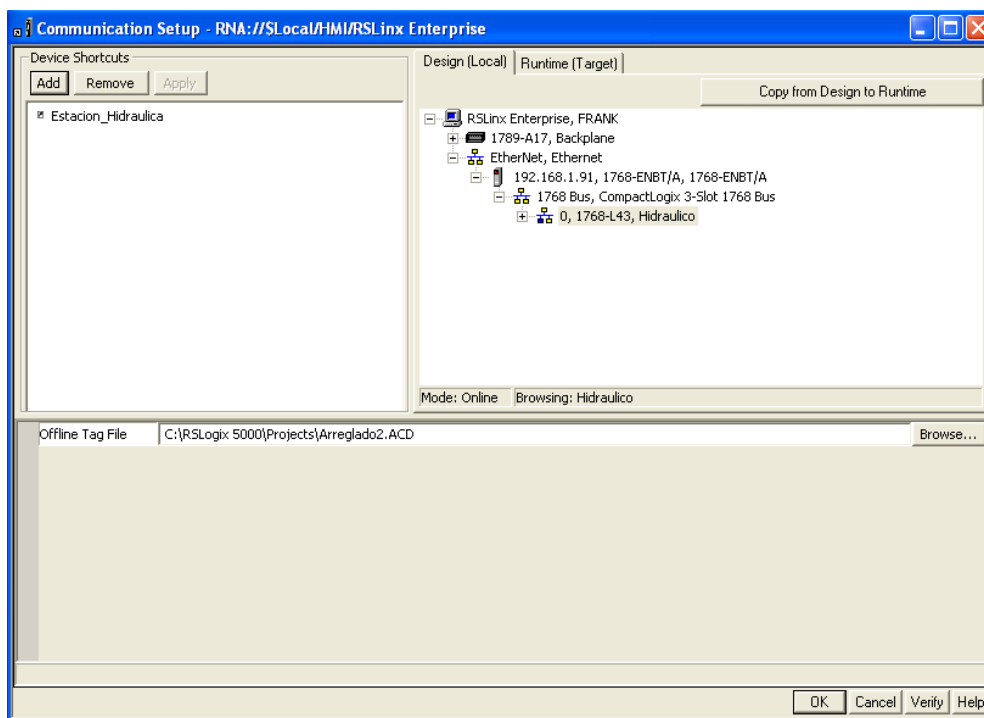


Figura. 7.41. Ventana de Comunicación del Sistema.

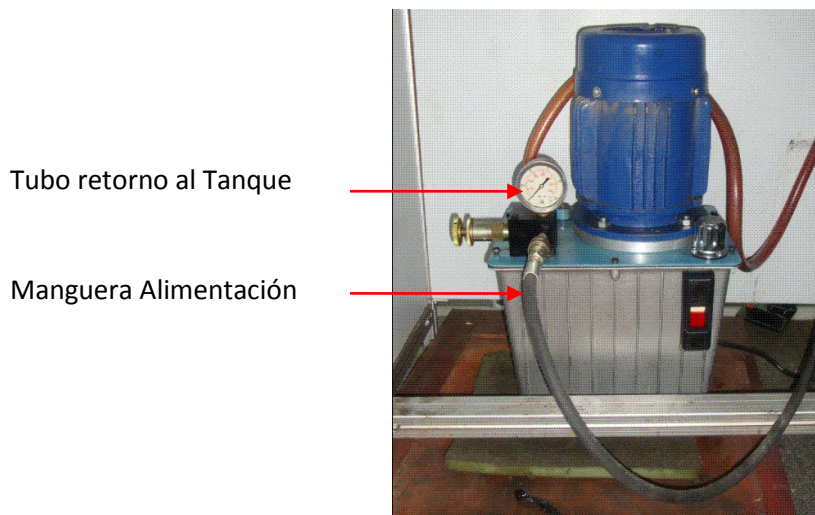
## **ANEXO 3**

### **8 MANUAL DE USUARIO**

## 8.1 INTRODUCCIÓN

Antes de iniciar para seguridad de la persona que va utilizar el sistema HYD-2800 debe verificar ciertos aspectos necesarios antes de iniciar un proceso, los cuales detallaremos a continuación:

- Retirando el panel frontal, la unidad debe de estar ubicada en la parte inferior del sistema del Robot HYD-2800, la manguera de alimentación debe estar conectada a la salida Rápida de presión y el tubo de retorno al tanque.



**Figura. 8.1. Bomba Hidráulica.**

- De igual manera se debe conectar el cable eléctrico de la Unidad de Poder al tablero eléctrico como indica la figura 4.2. La alimentación de todo el sistema de Robot HYD-2800 debe de estar conectado a la red de 230V la cual tenemos en la parte inferior del conveyor.



**Figura. 8.2. Cable Eléctrico.**



**Figura. 8.3. Alimentación del sistema.**

- Para la a conexión neumática se toma la manguera de aire que la encontramos en la parte inferior del conveyor.



**Figura. 8.4. Toma neumática del sistema.**

## **8.2 PUESTA EN MARCHA DEL SISTEMA HYD-2800**

Para empezar se debe de realizar una inspección visual de la Estación Hidráulica, en la cual debemos de asegurarnos de:



- Todas las mangueras de conexión rápida deben estar correctamente conectadas.
- La manguera de alimentación y el tubo de retorno al tanque deben estar conectados.
- La conexión eléctrica debe estar correctamente conectada y estar recibiendo el voltaje necesario para su funcionamiento.

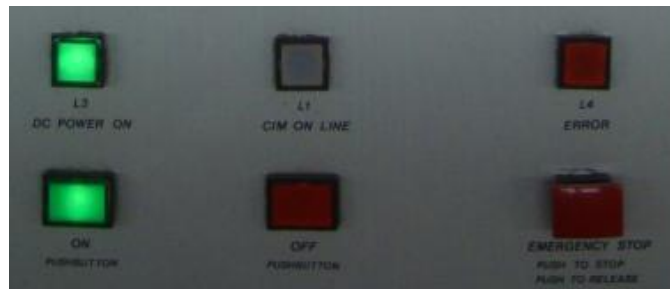
Al haber terminado con la inspección visual y comprobar que todo este correctamente conectado, se procederá a poner en marcha la estación, para lo cual necesitamos realizar:

- Se activa el switch principal que se tiene en el tablero frontal del Robot, se cambia de "0" a "1". Se encenderá un foco de color verde en el momento de la activación.



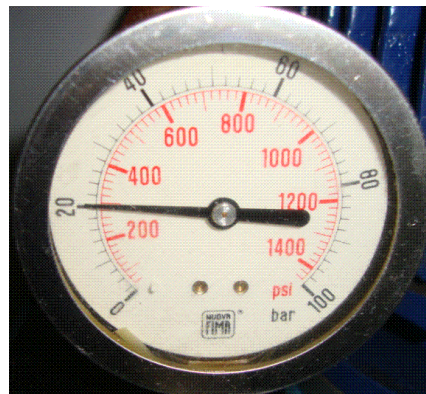
**Figura. 8.5.** Encendido del Sistema HYD-2800.

- A continuación, se tiene que presionar el botón en el panel principal (ON PUSHBUTTON) y su foco tiene que encenderse, y al mismo instante se encenderá la unidad de Poder (Bomba) Hidráulica HYD-2800.



**Figura. 8.6.** Encendido del Sistema HYD-2800.

- Se tiene que verificar que la presión de la bomba en el indicador nos muestre una lectura entre 20 a 30 bar.



**Figura. 8.7.** Manómetro de Presión de la bomba Hidráulica HYD-2800.

- Presionar el botón en el panel principal (OFF PUSHBUTTON), para apagar la Unidad de Poder (Bomba) Hidráulica HYD-2800.
- Se tiene que verificar la funcionalidad del botón EMERGENCY STOP, para lo cual se debe encender la estación como en los pasos anteriores indicados, en el momento que esté funcionando se puede presionar el botón EMERGENCY STOP, el cual apagará la bomba y encenderá el foco de ERROR en el panel principal. Mientras el botón se haya presionado y el foco de ERROR permanecerá encendido y no se podrá poner en marcha la unidad de Poder así presionemos el botón (ON PUSHBUTTON). Para volver al estado inicial se debe de volver a

presionar el botón de EMERGENCY STOP y se apagará el foco de ERROR, en ese instante si volvemos a presionar el botón (ON PUSHBUTTON) se volverá a encender la Bomba Hidráulica. Cabe aclarar que el botón EMERGENCY STOP tiene un enclavamiento mecánico, el cual nos permite este tipo de funcionamiento.



Figura. 8.8. Botón de EMERGENCY STOP presionado HYD-2800.

### 8.3 CREAR CONEXIÓN ENTRE EL PLC Y LA COMPUTADORA

Para crear la conexión entre el PLC y la computadora se deben de seguir los siguientes pasos a continuación:

1. En el computador con el cual se va a trabajar se debe de configurar una dirección IP, para lo cual se realiza lo siguiente: Inicio -> Conectar a -> Mostrar todas las conexiones. Dentro de esta ventana de Conexiones se elige Conexión de Área Local.



Figura. 8.9. Elección de conexión Área Local.

2. Una vez escogida la Conexión de área local, se da clic derecho y se despliega el menú que se observa en la figura 4.9 del cual se da clic en Propiedades. Se despliega otra ventana, dentro de la misma se escoge Protocolo Internet (TCP/IP), como se indica en la figura 4.10.

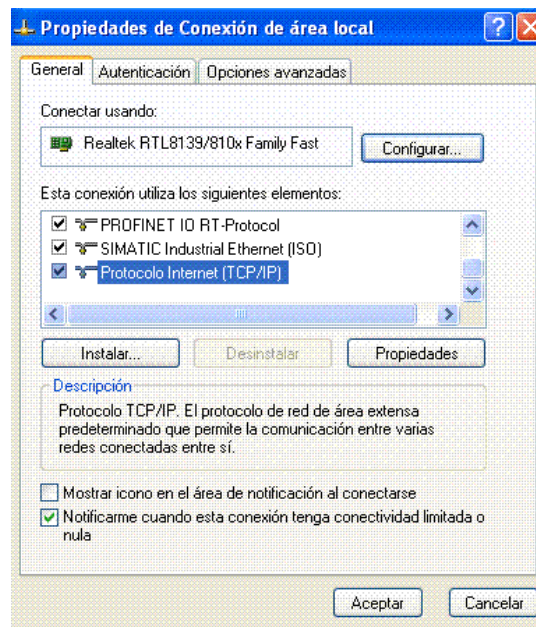
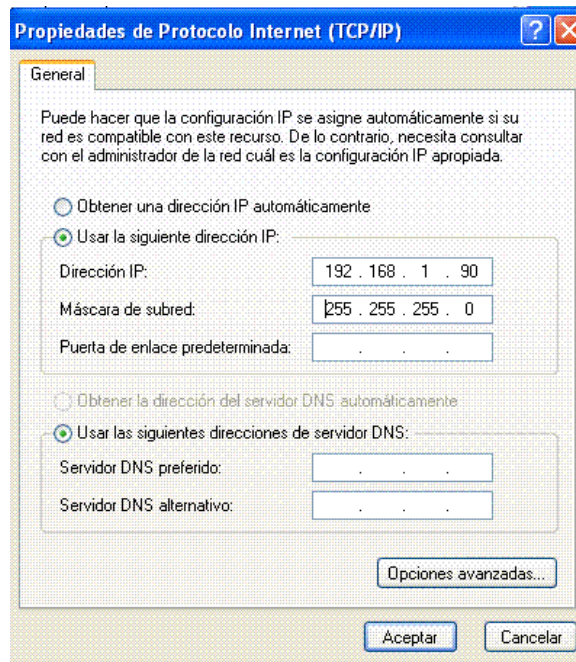


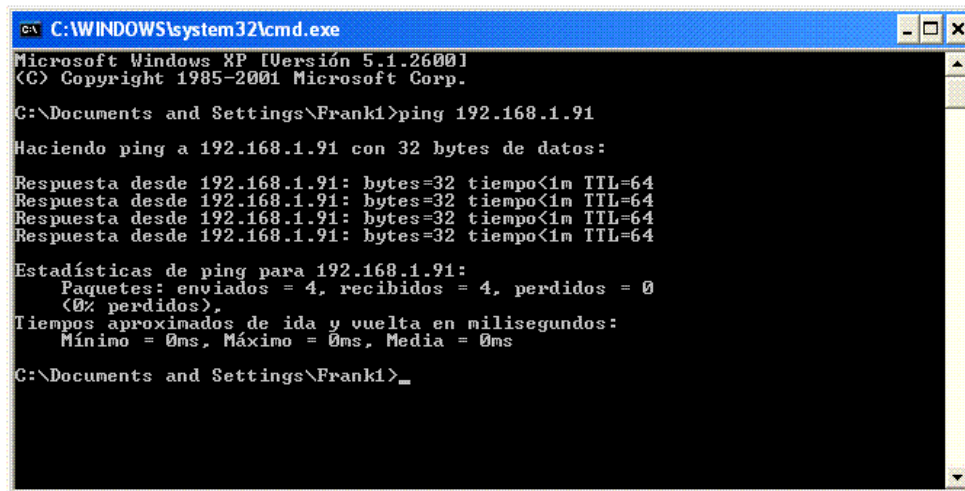
Figura. 8.10. Propiedades de la conexión de área local.

3. Se introduce la dirección IP establecida para el computador de la estación Hidráulica HYD-2800 que es 192.168.1.90. con la máscara de sub red 255.255.255.0 como se indica en la figura 4.11.



**Figura. 8.11. Dirección IP y Mascara de subred.**

4. Se da clic en aceptar y en los demás del proceso de regreso hacia el escritorio. Una vez terminado este procedimiento, para comprobar la conexión entre el PLC y el computador se realiza un PING como se muestra en la figura 4.12.



```
C:\WINDOWS\system32\cmd.exe
Microsoft Windows XP [Versión 5.1.2600]
(C) Copyright 1985-2001 Microsoft Corp.

C:\Documents and Settings\Frankl>ping 192.168.1.91

Haciendo ping a 192.168.1.91 con 32 bytes de datos:

Respuesta desde 192.168.1.91: bytes=32 tiempo<1m TTL=64
Respuesta desde 192.168.1.91: bytes=32 tiempo<1m TTL=64
Respuesta desde 192.168.1.91: bytes=32 tiempo<1m TTL=64
Respuesta desde 192.168.1.91: bytes=32 tiempo<1m TTL=64

Estadísticas de ping para 192.168.1.91:
    Paquetes: enviados = 4, recibidos = 4, perdidos = 0
    (0% perdidos),
    Tiempos aproximados de ida y vuelta en milisegundos:
    Mínimo = 0ms, Máximo = 0ms, Media = 0ms

C:\Documents and Settings\Frankl>_
```

Figura. 8.12. Ping a la dirección del PLC.

## 8.4 CREAR CONEXIÓN EN RSLINX

Para crear la conexión entre el PLC y la computadora es necesario hacerlo mediante el software RsLinx, y seguir los siguientes pasos:

1. Abrir el programa RsLinx Classic, para lo cual se debe ir hacia inicio -> buscar en programas Rockwell Software -> RsLinx -> RsLinx Classic. Como indica la figura 4.13.

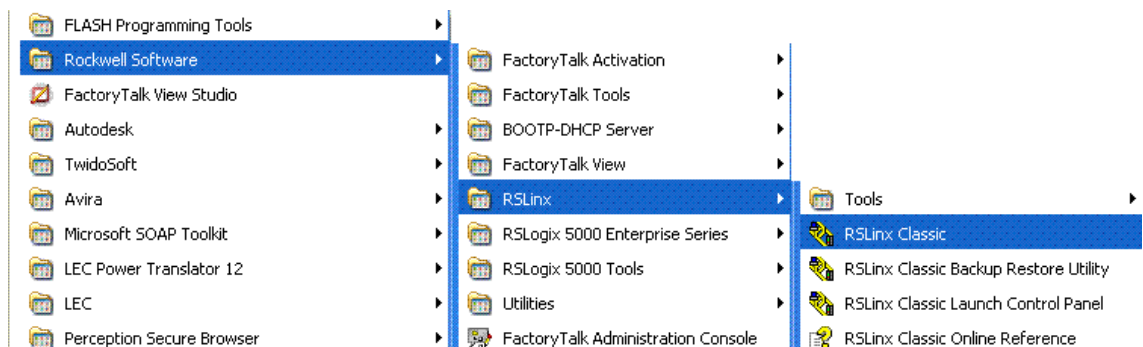


Figura. 8.13. Secuencia para abrir RSLinx Classic.

- Una vez abierta la ventana del RSLinx Classic se escoge el icono en la de Configure Drivers.

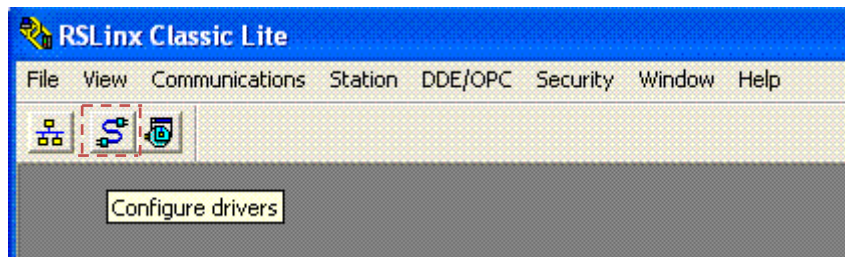


Figura. 8.14. Configure Drivers.

- Dentro de las opciones que se nos despliegan se tiene que escoger Ethernet Devices y posteriormente dar clic sobre “Add New” y “Aceptar” y se nos cargara dentro de la configuración la nueva red.

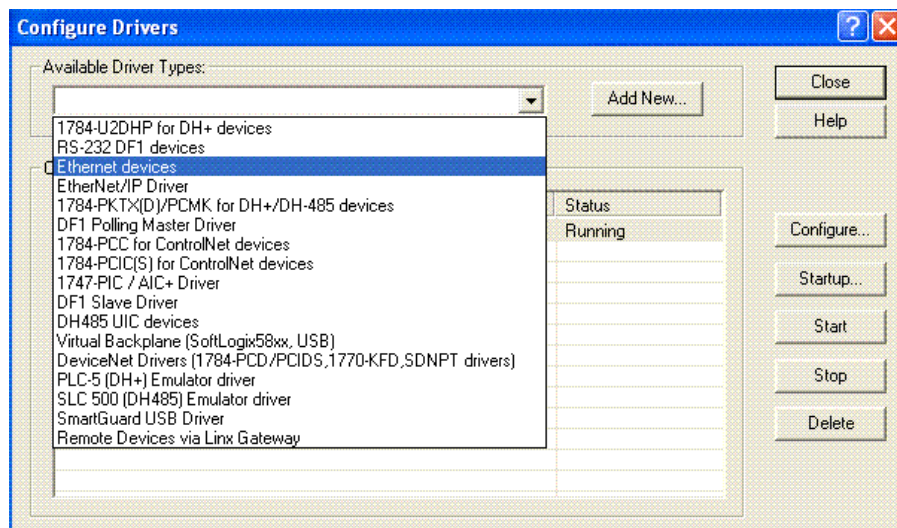


Figura. 8.15. Ethernet Devices.

- Una vez señalada la nueva red creada, se da clic sobre “Configure” para ingresar las IP de nuestra red, como indica la Figura 3.16. Cabe recalcar

que se pueden ingresar las demás IP de las demás estaciones que conforman el CIM.

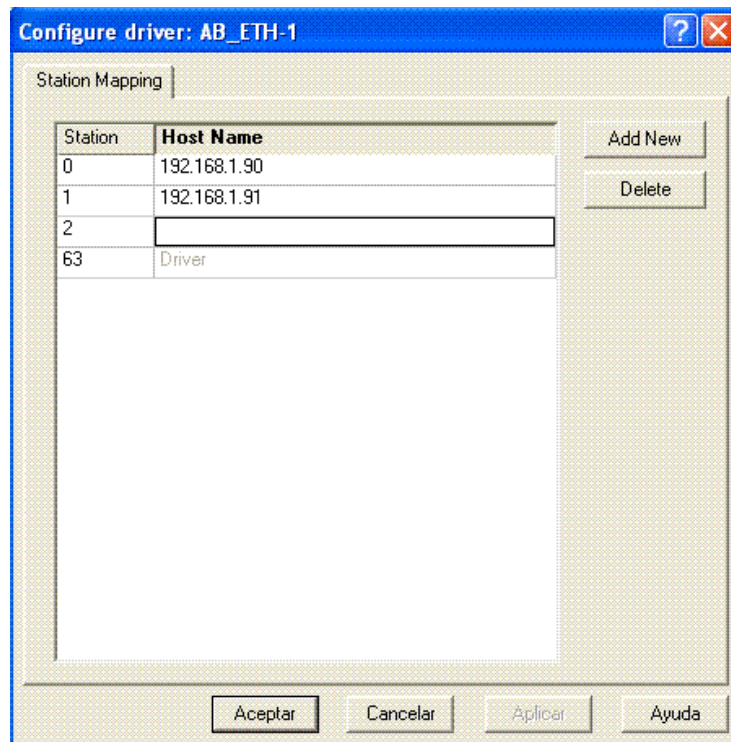


Figura. 8.16. Direcciones IP de PLC y Computador.

5. Se acepta y se cierra la ventana de Configure Drivers para abrir la ventana de RsWho como se indica en la figura 3.17.

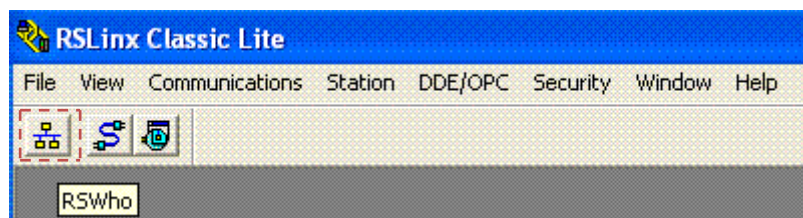


Figura. 8.17. RSWho.



- Una vez elegido la opción RSWho podemos avanzar y comprobar los módulos con los que cuenta nuestro PLC y que la comunicación ha sido realizada correctamente.

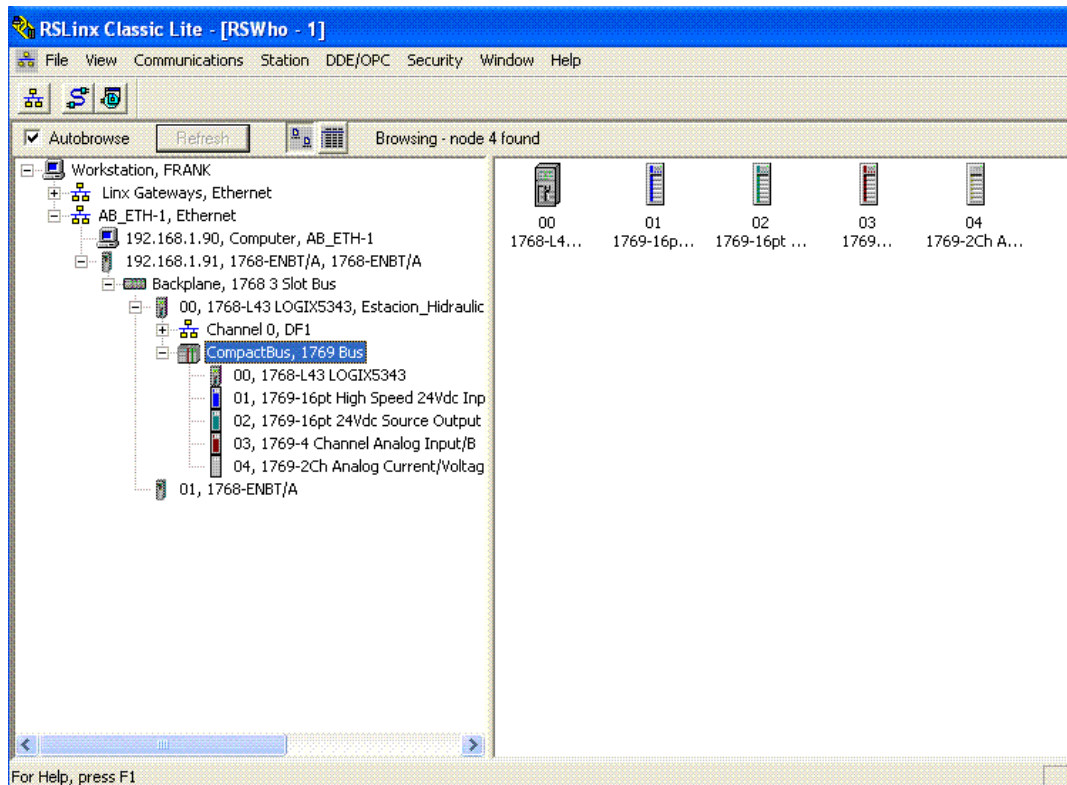
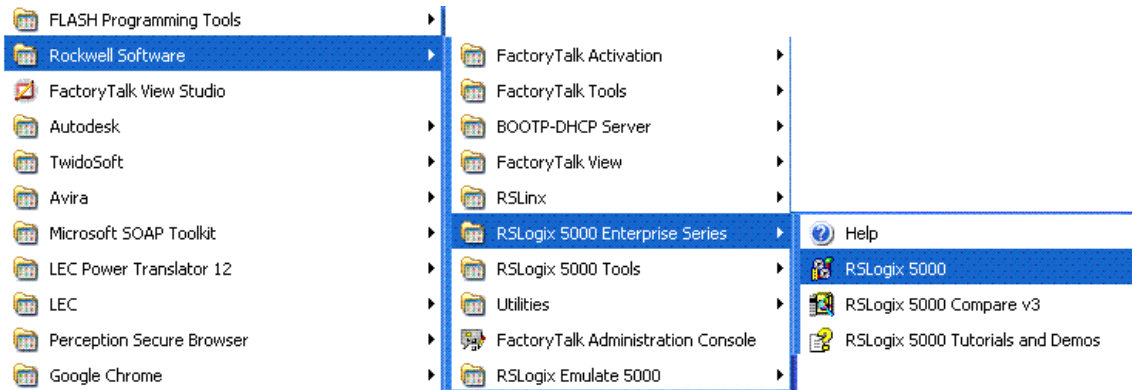


Figura. 8.18. Comprobación de comunicación.

## 8.5 CARGAR PROGRAMA EN PLC

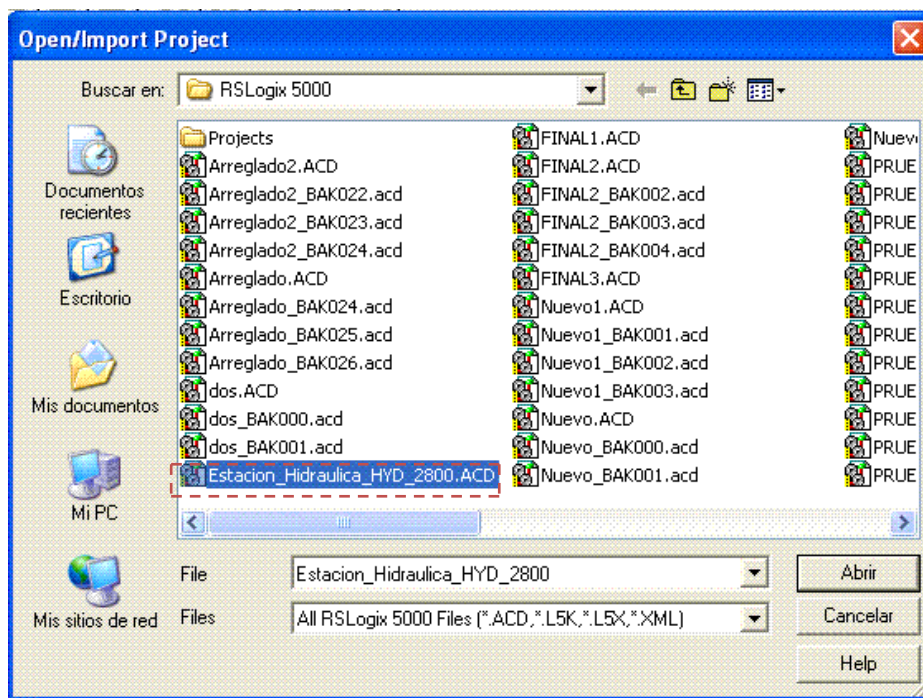
Para cargar el programa del PLC se debe de seguir los siguientes pasos:

1. Abrir el programa RsLogix 5000, para lo cual se debe ir hacia inicio -> buscar en programas Rockwell Software -> RsLogix 5000 Enterprise Series -> RsLogix 5000. Como indica la Figura 3.19.



**Figura. 8.19. Secuencia para abrir RsLogix 5000.**

2. Dentro del Programa RsLogix 5000 se debe ir al menú del Programa escoger File-> Open y buscar el programa que se llama Estacion\_Hidraulica\_HYD\_2800 como se indica en la Figura 3.20.



**Figura. 8.20. Buscar el programa para cargar en el PLC.**

3. Como ya se tiene a la computadora y al PLC dentro de la red, se tiene que cargar el programa, para lo cual el programa tiene que conocer el

modulo de comunicación al cual por medio de este cargar el programa en el controlador. Como se indica en la Figura 3.21.

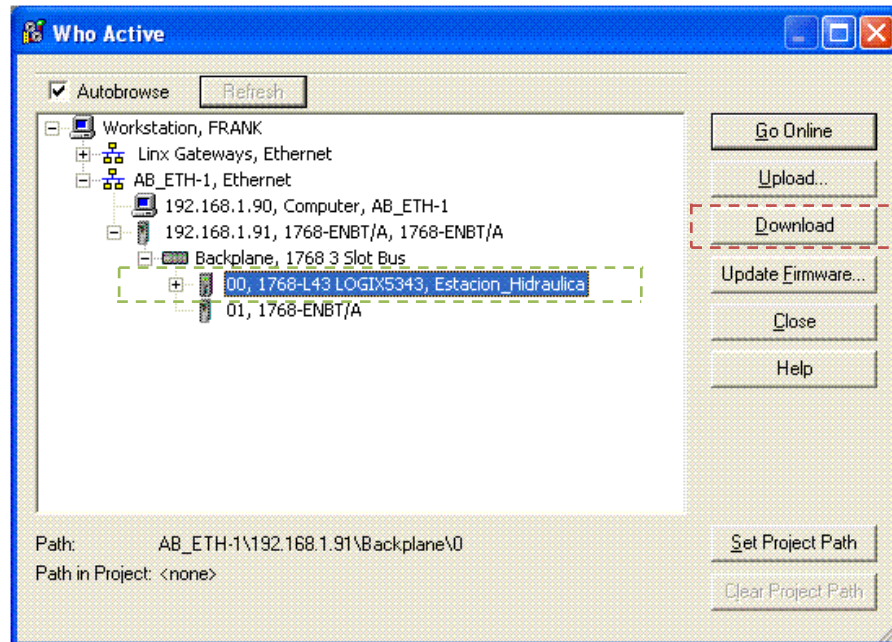


Figura. 8.21. Establecer comunicación entre PLC y programa RsLogix 5000.

4. Una vez elegido el módulo de comunicación se habilita las opciones del lado derecho de la pantalla como indica la Figura 3.21. Para lo cual se debe escoger "Download". Una vez escogida la opción nos aparecerá otra ventana la cual de la misma manera se escoge "Download" como indica la Figura 3.22.

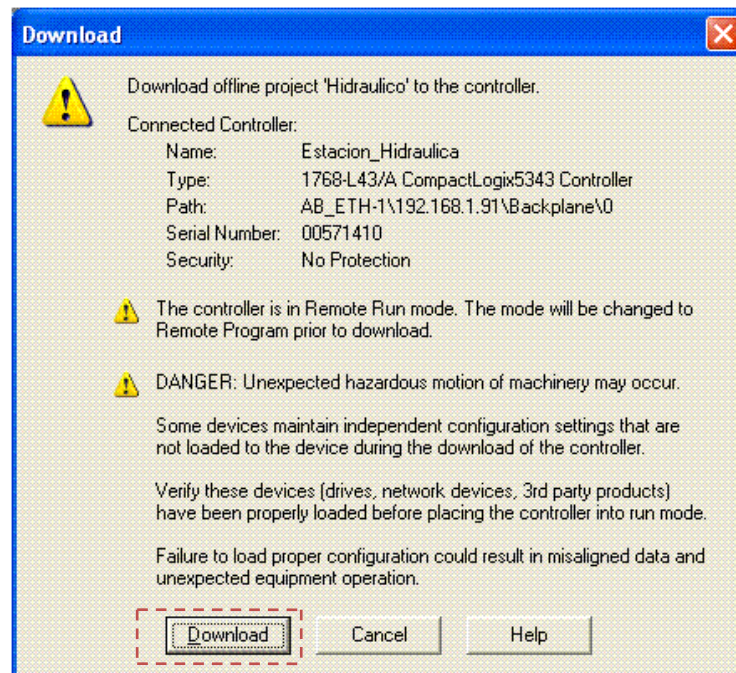


Figura. 8.22. Descargar programa en PLC.

5. Una vez cargado el programa en el PLC debemos de colocar en modo RUN, como se indica en la figura 3.23.

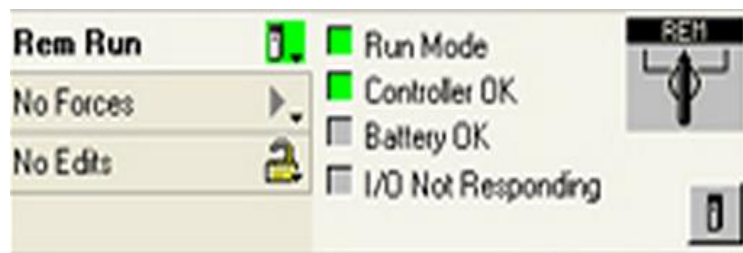
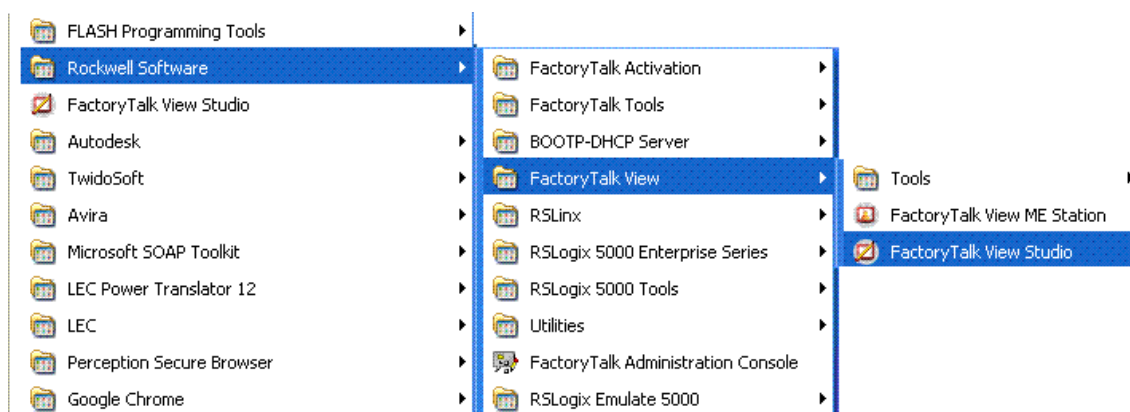


Figura. 8.23. Modo Run PLC.

## 8.6 EJECUTAR HMI

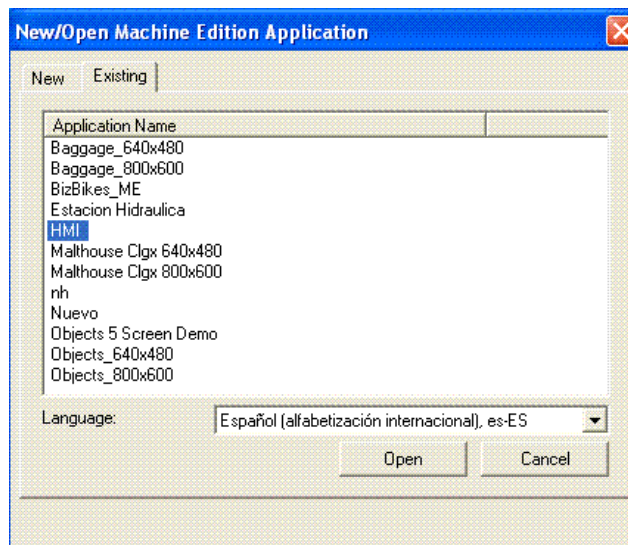
Para la ejecución de la interfaz gráfica HMI, se debe de seguir los siguientes pasos:

1. Abrir el programa Factory Talk View Studio, para lo cual se va hacia inicio -> buscar en programas Rockwell Software -> Factory Talk View -> Factory Talk View Studio. Como indica la Figura 3.24



**Figura. 8.24. Secuencia para abrir Factory Talk View Studio.**

2. Una vez ejecutado el programa aparecerá una ventana en la que se debe de cargar la aplicación que se tiene realizada con el nombre de HMI y se da clic en Open y se espera que el programa se cargue.



**Figura. 8.25. Elección de la interfaz llamada HMI.**

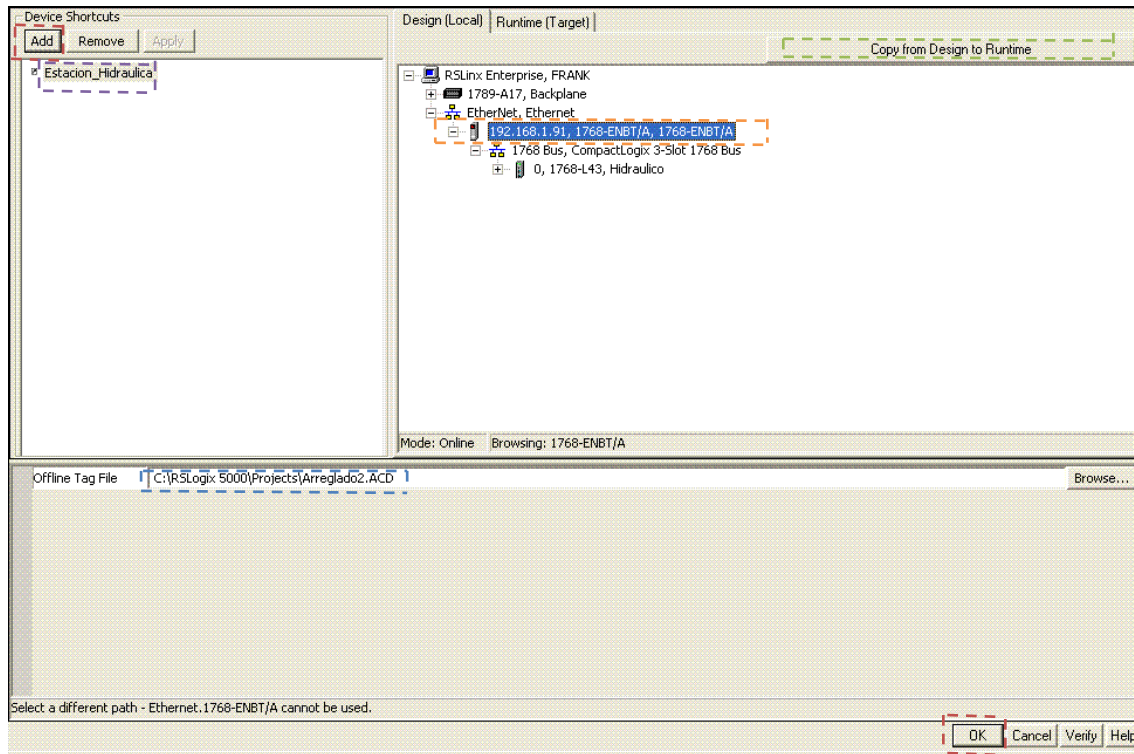
3. Una vez abierta la aplicación se tiene que verificar la comunicación entre el programa Factory Talk con el PLC, para lo cual en el menú principal del programa se da clic sobre el icono de RSLinx Enterprise y se despliega un sub Menu que se denomina Communication Setup sobre el mismo se da doble clic.



**Figura. 8.26. RsLinx Enterprise comunicación con PLC.**

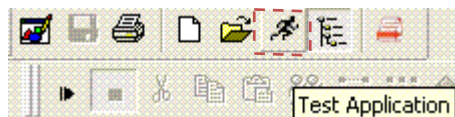
4. En la pantalla que aparece a continuación se crea una conexión con el nombre de Estacion\_Hidraulica añadiéndole con el botón "Add" del Menu, una vez creada la nueva conexión, en la pestaña de "Design" (Local) se busca al modulo de comunicación de nuestro PLC, se lo señala y en la pestaña "Copy From Design to Runtime" damos clic y se acepta el mensaje

que se obtiene. Además en la parte inferior se tiene que agregar el programa sobre el cual estamos trabajando en “Offline Tag File” y dando clic en aceptar.



**Figura. 8.27. Establecer la comunicación.**

5. Una vez establecida la comunicación se debe ejecutar el programa realizado, se debe dar clic en el icono de la Figura 3.28 del menú principal de nombre Test Application.



**Figura. 8.28. Icono para la ejecución del HMI.**

## 8.7 EXPLICACIÓN DEL HMI

Para utilizar el HMI se debe de conocer los botones y las ventanas de proceso con las que se cuenta y se describe a continuación:



Figura. 8.29. Pantalla Principal

En la pantalla principal del HMI tenemos 2 botones los cuales se describirá continuación:

**SALIR**

**Salir.-** El botón salir como su nombre lo indica, cierra la aplicación de nuestro HMI.



**USER LOGIN**

**User Login.-** El botón de User Login permite que se pueda Ingresar el Usuario y la Clave respectiva para cada uno de ellos. Al dar click sobre este botón se desplegara la ventana que observamos en la Figura 3.30.



Figura. 8.30. Ingresar Usuario y Clave.

Un vez ingresado el usuario y la clave en nuestra Pantalla Principal aparecerá un nuevo botón que es del continuar.



Figura. 8.31. Pantalla Principal y usuario ingresado.

**CONTINUAR**

**Continuar.-** El botón continuar aparecerá después de ser ingresada la clave correctamente y nos llevara hacia otra pantalla, que es la de elección de trabajo.

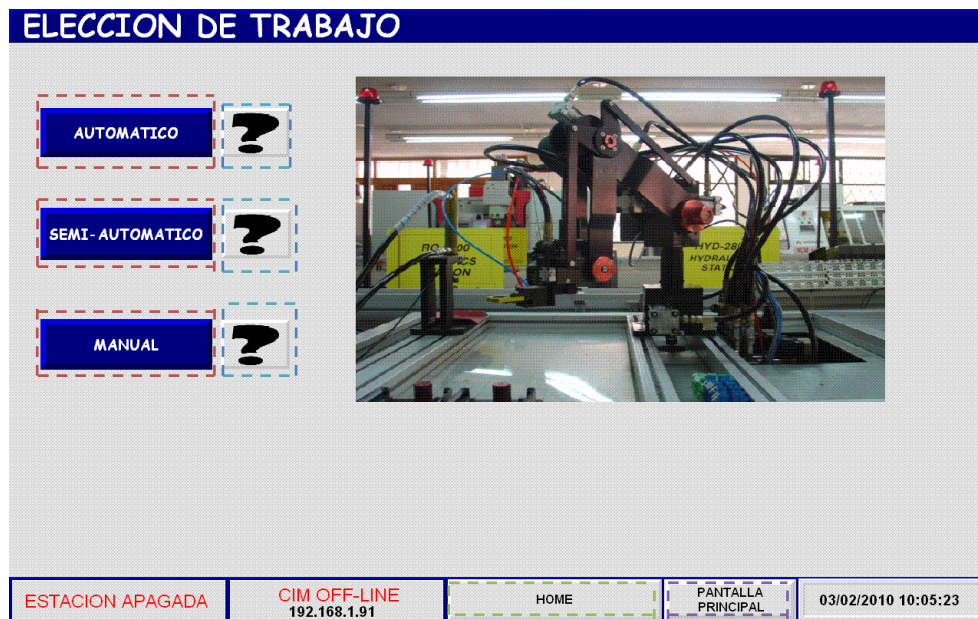


Figura. 8.32. Elección de trabajo.

**AUTOMATICO**

**Automático.-** El botón de automático nos llevara hacia otra pantalla para realizar el proceso del Robot de manera automática con el CIM, cabe recalcar que está relacionado con el botón ? que se encuentra a su derecha.

**SEMI-AUTOMATICO**

**Semi-Automático.-** El botón semi-automático permite al usuario dirigirse a los 2 modos de operación que tiene el Robot, el de poder recoger prisma del conveyor, como el de llevar un producto terminado hacia el conveyor, de la misma manera está relacionado con el botón ? que se encuentra a su derecha.

MANUAL

**Manual.-** El botón manual de la facilidad de realizar el proceso manual desde el HMI como si se estuviera ejecutando desde el tablero principal como con los switch`s.



**Signo de Interrogación.-** El signo de interrogación que tenemos al lado derecho de cada uno de los botones tanto de automático, semi-automático y manual nos dan la información básica de lo que hace cada proceso, ya que podría ser que el usuario este ingresando por primera vez a la utilización del Robot Hidráulico HYD-2800.

HOME

**Home.-** El botón de Home genera que el Robot se coloque en una posición general establecida por el programador.

PANTALLA  
PRINCIPAL

**Pantalla Principal.-** El botón de Pantalla principal regresa a la pantalla inicial donde el usuario puede cambiar de usuario según la necesidad que se requiera.

ESTACION APAGADA

**Estación Apagada.-** Es un display que cambia tanto de color, como de nombre al momento que la estación Hidráulica se encuentra apagada.

ESTACION ENCENDIDA

**Estación Encendida.-** Es el mismo display que el de estación apagada con la diferencia que este cambia tanto de mensaje como de color indicando el encendido de la estación Hidráulica.

**CIM OFF-LINE**  
192.168.1.91

**CIM OFF-LINE.-** El display CIM OFF-LINE con la dirección del PLC de la estación Hidráulica indica si la estación puede funcionar en modo automático o no, ya que para el dicho modo debe de estar ON-LINE.

**CIM ON-LINE**  
192.168.1.91

**CIM ON-LINE.-** El display CIM ON-LINE permite al usuario asegurar que existe la comunicación con la estación central y puede entrar en funcionamiento en modo automático.

### 8.7.1 Pantalla Automático

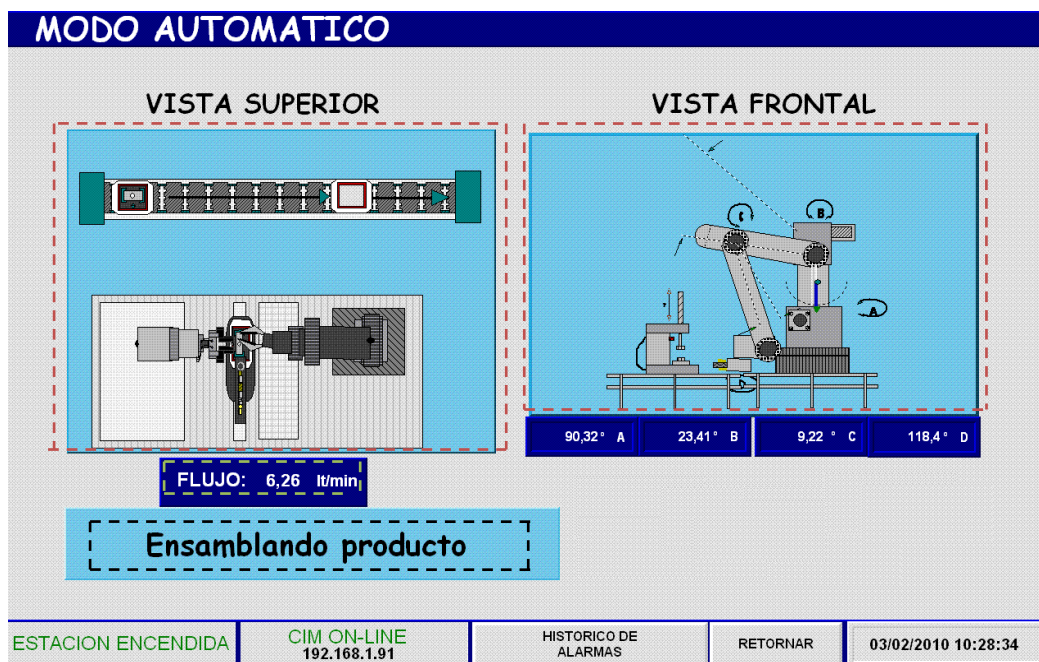


Figura. 8.33. Modo Automático.

**VISTA SUPERIOR**

**Vista Superior.-** Es una imagen que permite al usuario conocer el proceso en tiempo real de todas las articulaciones del Robot Hidráulico y de su movimiento a través de la Estación Hidráulica, además en esta vista aparecen en el conveyor los materiales que llegan o se entregan, diferenciados por sus gráficos.

**VISTA FRONTAL**

**Vista Frontal.-** Es el grafico del robot que permite al usuario conocer en grados el movimiento del mismo, ya que no todas las articulaciones tienen la misma amplitud de movimiento. En esta vista se visualiza la prensa con su sensor que se tiene de la misma manera físicamente en la estación.

**FLUJO: 6,28 l/min**

**Flujo.-** Es un display que permite al usuario en todo momento del proceso conocer el flujo de aceite que pasa por la válvula de control proporcional.

**Recogiendo prisma fresado**

**Display de mensajes.-** El display genera el mensaje de proceso que se está ejecutando, para que el usuario conozca en todo momento lo que está sucediendo y en caso de alguna falla saber en que proceso sucedió.

**RETORNAR**

**Retornar.-** El botón retornar, regresa hacia la pantalla anterior que se estaba trabajando, ya que este botón se tiene presente tanto en las pantallas de trabajo como en históricos de proceso.

## HISTORICO DE ALARMAS

**Historico de Alarmas.-** El botón de histórico de alarmas permite al usuario tanto al Administrador como al Operador conocer el historial de la estación Hidráulica, el poder conocer quien ha ingresado, cuantas veces ha prendido la estación, cuantos productos ha entregado y las veces que la alarma ha sido activada por algún problema o inconveniente.

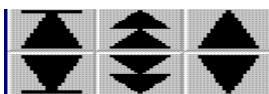
HISTORICO DE PROCESO		
Tiempo Evento	Tiempo Reconocimie	Mensaje
09/02/2010 12:20:15		Administrador
05/02/2010 8:48:42		Estacion Encendida
05/02/2010 8:47:13		Estacion Encendida
05/02/2010 8:47:05		Administrador

09/02/2010 12:20:25

Figura. 8.34. Histórico de Alarmas.

BORRAR  
TODAS

**Borrar Todas.-** El botón de Borrar todos solo se habilita cuando el Administrador ha ejecutado su clave y es el que está realizando el procedimiento. Este botón elimina toda la lista del histórico.



**Movilidad.-** Estos cursores permiten al usuario poder moverse dentro de la ventana de los Históricos.

## 8.7.2 Pantalla Semi- Automático

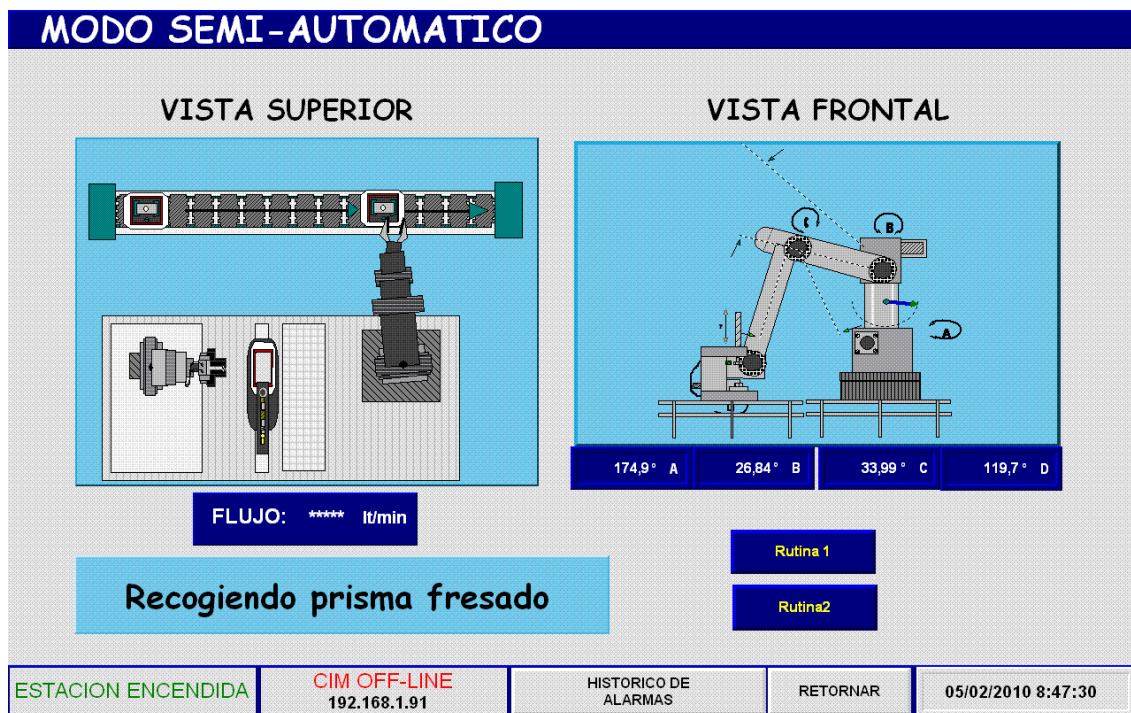


Figura. 8.35. Modo Semi-Automático.

La pantalla de Semi-Automático se tiene las mismas vistas, los mismos botones y displays que encontramos en el modo automático, con la diferencia de los 2 nuevos botones de Rutina 1 y Rutina 2.

### Rutina 1

**Rutina 1.-** Al activar el botón, el Robot va realizar el proceso de recoger el palet del conveyor y llevarlo hacia la prensa hidráulica.

### Rutina2

**Rutina 2.-** Al activar este el botón, el Robot realiza el proceso de dirigirse hacia la prensa hidráulica y llevar el palet hacia el conveyor. Que es el proceso inverso de la rutina 1.

### 8.7.3 Pantalla Manual

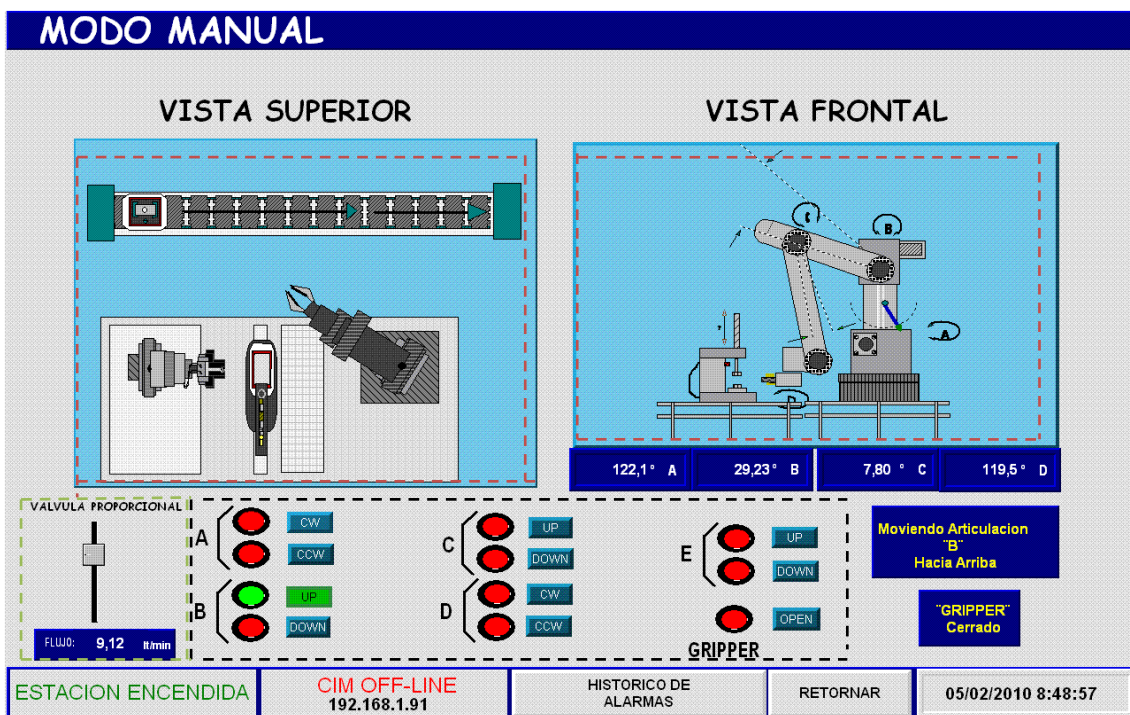


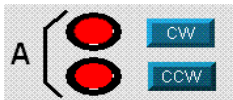
Figura. 8.36. Modo Manual.

La pantalla de Manual tiene las mismas vistas, los mismos botones y displays que encontramos en el modo automático y semi-automático, con la diferencia de nuevos botones para el control del Robot y nuevos mensajes que especifican dichos movimientos, además de un slider para el control de la válvula de proporcional.

#### VALVULA PROPORCIONAL

**Válvula proporcional.-** Consta de un slider para el aumento o decremento del flujo de aceite por la válvula proporcional, y de un display que nos permite conocer el máximo nivel y el mínimo que se tiene. Se tiene que tener mucho cuidado con la manipulación de la válvula y los movimientos del Robot si se lo realiza con un flujo elevado.





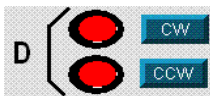
**Articulación A.-** La articulación consta de 2 movimientos uno en sentido de las manecillas del reloj y el otro en contrario a las manecillas. Con un rango de movimiento de  $180^{\circ}$ . Se tiene una seguridad en los  $179^{\circ}$  ya que después solo se estaría dañando a los retenedores.



**Articulación B.-** La articulación consta de 2 movimientos el uno hacia arriba y el otro hacia abajo, con un rango de movimiento de  $43^{\circ}$ . Para este movimiento se tiene una seguridad que no se puede bajar menor a  $15^{\circ}$  ya que se estaría golpeando con la base superior de la estación.



**Articulación C.-** Al igual que las demás consta de 2 movimientos hacia arriba y abajo, con un rango de movimiento de  $75^{\circ}$ . Con la seguridad de  $72^{\circ}$  para la subida y  $0^{\circ}$  para la bajada.



**Articulación D.-** Al igual que la articulación A tiene movimientos en sentido horario y anti horario, con un rango de movimiento de  $180^{\circ}$ . Con seguridades en  $179^{\circ}$  y en  $10^{\circ}$ .



**Movimiento E.-** Es el presente en la prensa hidráulica hacia arriba como hacia abajo para sellar el ensamblado.



**Gripper.-** El Gripper se lo abre y automáticamente se cierra.

**Moviendo Articulacion  
"B"  
Hacia Arriba**

**Display de mensajes.-** Indica el movimiento de cada articulación especificando claramente el movimiento debido a que su nomenclatura no puede ser clara como en el caso de DCCW ( Moviendo la Articulación "D" en Sentido horario).

#### 8.7.4 Pantalla de Alarma

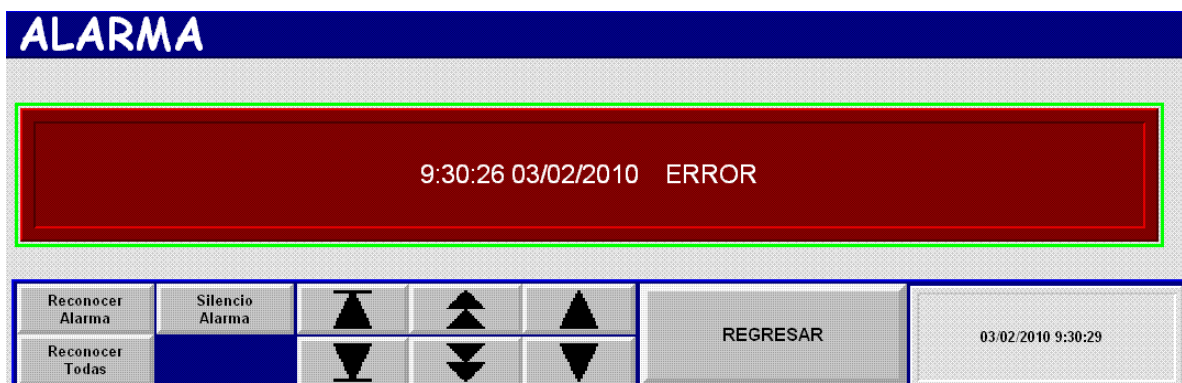
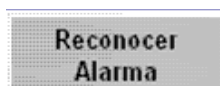



Figura. 8.37. Pantalla de alarma.



**Reconocer Alarma.-** Cuando una alarma se ha suscitado, el usuario debe de dar clic sobre este botón al momento de reconocer porque fue dado el daño y para que continúe el proceso. Si el usuario no acciona Reconocer Alarma la ventana seguirá apareciendo.



Reconocer  
Todas

**Reconocer Todas.-** En el caso de que hubiesen sido varias alarmas que se accionaran debe de pulsarse este botón. En el caso de la estación pueden ser muchas las condiciones de falla pero existe un solo botón de Error que permite salir la ventana de alarma. Tiene el mismo funcionamiento de Reconocer Alarma.



Silencio  
Alarma

**Silencio Alarma.-** Al haberse dado el error y no descubrirlo el usuario puede hacer uso de este botón para no tener el sonido de la alarma presente, ya que puede ser molesto en el momento que se esté tratando de reconocer que ocasiono la alarma.

## **ANEXO 4**

### **9 ESTRUCTURA DE PROGRAMACIÓN**

## 9.1 SUBROUTINAS DE CONTROL DE MOVIMIENTO DE LAS ARTICULACIONES

Esta subrutina permite el control de flujo de aceite en las articulaciones, el cual influye en la velocidad con que el robot se moverá al recibir la orden de posicionarse en coordenadas específicas, las cuales se establecerán de acuerdo al punto al que se quiera llegar. El principio de control usado, es orientado hacia la posición en que se encuentra y la posición a la que debe moverse el robot hidráulico, es decir entre mayor sea la diferencia entre esos puntos, el robot se empezará a mover con mayor velocidad y disminuirá su velocidad mientras más se acerque el set point deseado. Idealmente el robot deberá llegar a su posición con una velocidad nula, pero esto haría que el proceso sea muy lento, para lo cual se relacionó la velocidad para que cuando llegue al lugar deseado tenga una velocidad baja pero visible, en ese momento se desactivará la electroválvula que controla la articulación, esto permite que al realizar esta acción la inercia del robot sea nula y así no tenga un gran error que sobrepase el punto al que se quiso llevar al robot, esto le da una buena exactitud al movimiento de las articulaciones.

### 9.1.1 (\*CONTROL MOVIMIENTO ARTICULACION A\*)

A2:=ANA1+5000;      \*Conversión de rango de unidades de sensor de posición analógico: 0 – 10000\*

A1:=A2-A3;      \*Diferencia entre valor actual del sensor de posición analógico y Set point\*

A4:=(ABS(A1)/1.538)+5000;      \*Variable auxiliar como función de A1\*

ANAOUT:=ABS(A4);      \*Envío de valor de control a válvula proporcional

IF A1 > 100 THEN      \*Validación para movimiento Anti-horario\*

    Local:2:O.Data.1:=1;

    Local:2:O.Data.2:=0;

ELSE

    IF A1<-100 THEN      \*Validación para movimiento Horario\*

```
Local:2:O.Data.2:=1;

Local:2:O.Data.1:=0;

ELSE *Validación detención del movimiento y salida de
subrutina*

Local:2:O.Data.2:=0;

Local:2:O.Data.1:=0;

FinHA:=1;

RET();

END_IF;

END_IF;
```

### 9.1.2 (\*CONTROL MOVIMIENTO ARTICULACION B\*)

```
B2:=ANA2+5000;
```

```
B1:=B2-B3;
```

```
B4:=(ABS(B1)/1.54)+6000;
```

```
ANAOOUT:=ABS(B4);
```

```
IF B1 > 100 THEN *Validación para movimiento hacia abajo*
```

```
Local:2:O.Data.5:=1;
```

```
Local:2:O.Data.0:=0;
```

```
ELSE IF B1<-100 THEN
```

```
Local:2:O.Data.0:=1; *Validación para movimiento hacia arriba*
```

```
Local:2:O.Data.5:=0;
```

```
ELSE
```

Local:2:O.Data.0:=0; \*Validación detención del movimiento y salida  
de subrutina\*

Local:2:O.Data.5:=0;

FinHB:=1;

RET();

END\_IF;

END\_IF;

### 9.1.3 (\*CONTROL MOVIMIENTO ARTICULACION C\*)

C2:=ANA3+5000;

C1:=C2-C3;

C4:=(ABS(C1)/1.428)+3000;

ANAOUT:=ABS(C4);

IF C1 > 100 THEN

\*Validación para movimiento hacia abajo\*

Local:2:O.Data.3:=1;

Local:2:O.Data.4:=0;

ELSE IF C1<(-100) THEN

\*Validación para movimiento hacia arriba\*

Local:2:O.Data.4:=1;

Local:2:O.Data.3:=0;

ELSE

\*Validación detención del movimiento y salida de

subrutina\*

Local:2:O.Data.4:=0;

Local:2:O.Data.3:=0;

FinHC:=1;

```
RET();
```

```
END_IF;
```

```
END_IF;
```

#### 9.1.4 (\*CONTROL MOVIMIENTO ARTICULACION D\*)

```
D2:=ANA4+5000;
```

```
D1:=D2-D3;
```

```
D4:=(ABS(D1)/1.428)+3000;
```

```
ANAOUT:=ABS(D4);
```

```
IF D1 > 100 THEN
```

\*Validación para movimiento Anti-horario\*

```
Local:2:O.Data.8:=1;
```

```
Local:2:O.Data.6:=0;
```

```
ELSE IF D1<-100 THEN
```

\*Validación para movimiento Horario\*

```
Local:2:O.Data.6:=1;
```

```
Local:2:O.Data.8:=0;
```

```
ELSE  
subrutina*
```

\*Validación detención del movimiento y salida de

```
Local:2:O.Data.6:=0;
```

```
Local:2:O.Data.8:=0;
```

```
FinHD:=1;
```

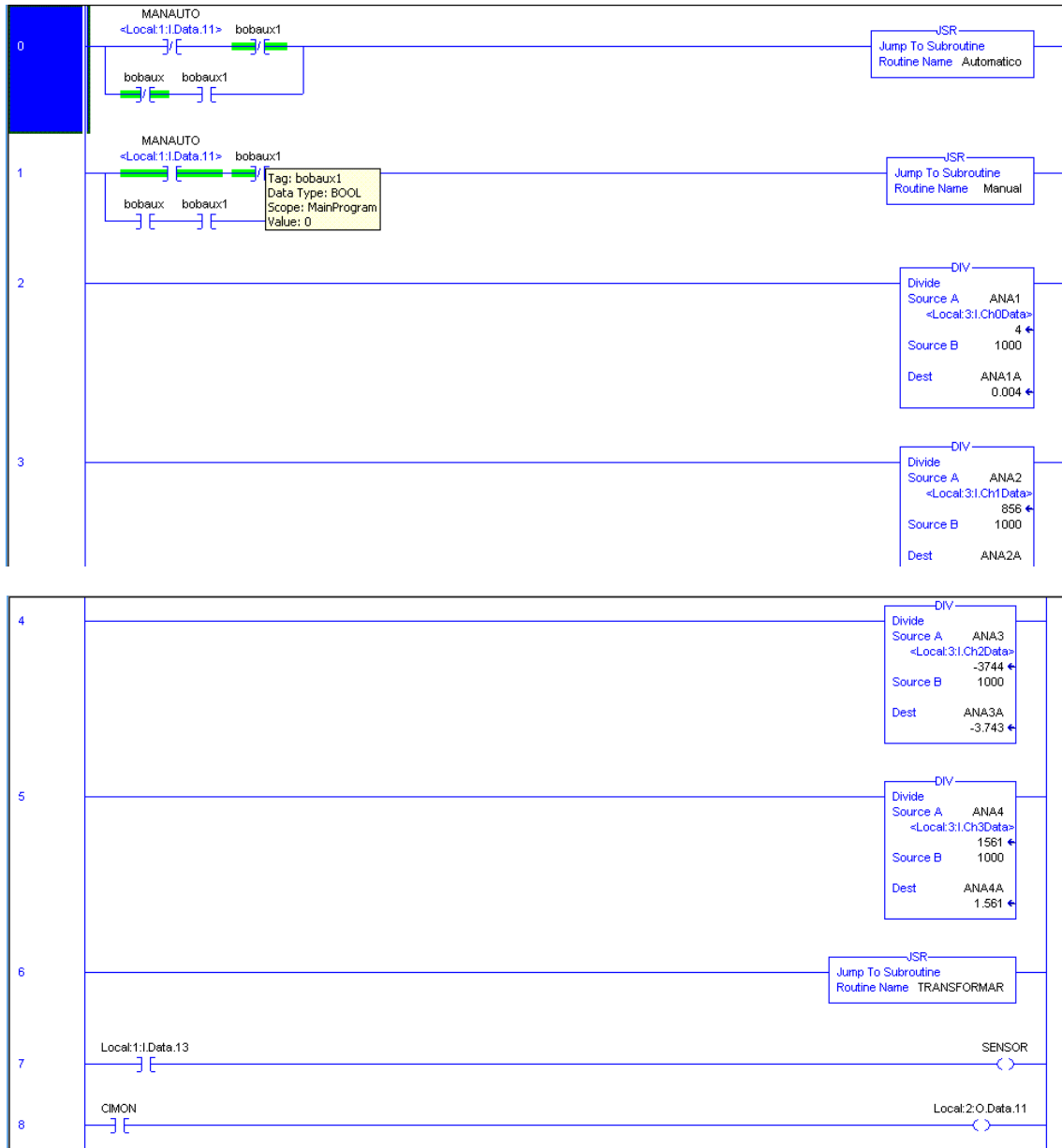
```
RET();
```

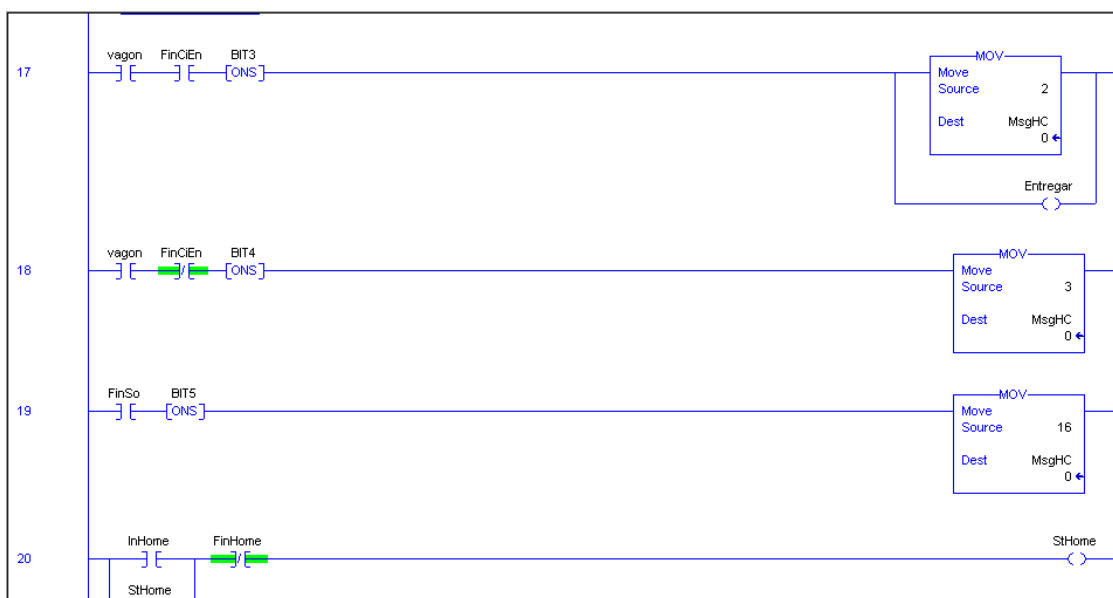
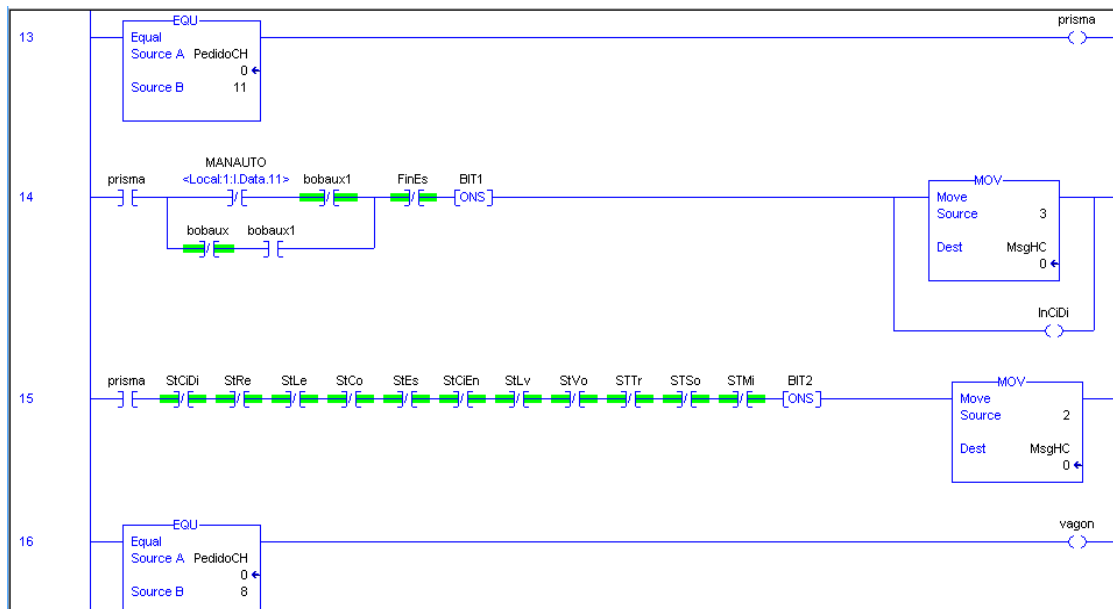
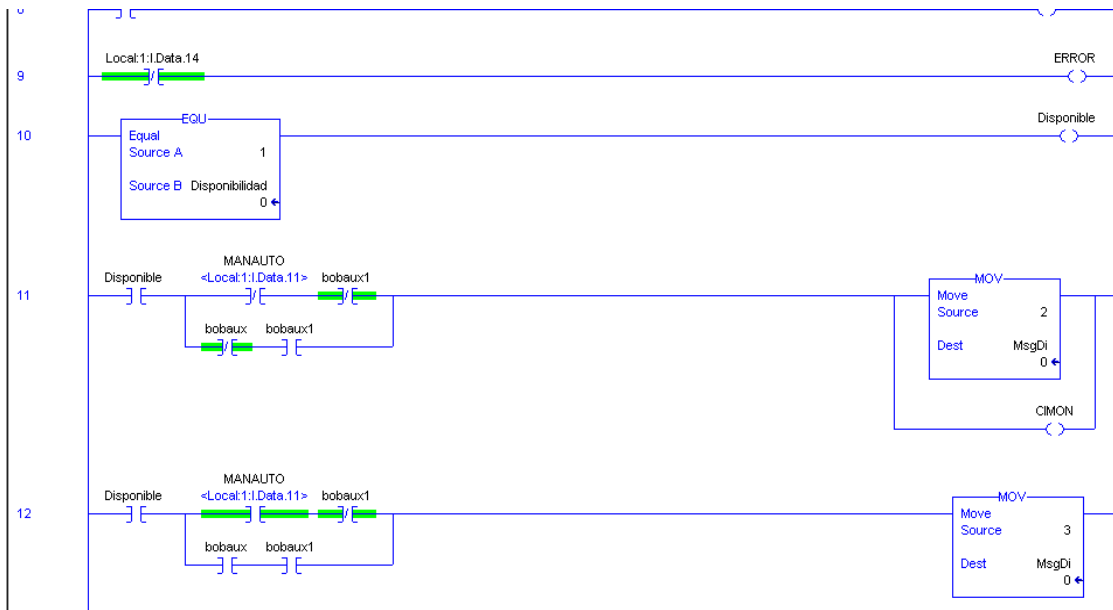
```
END_IF;
```

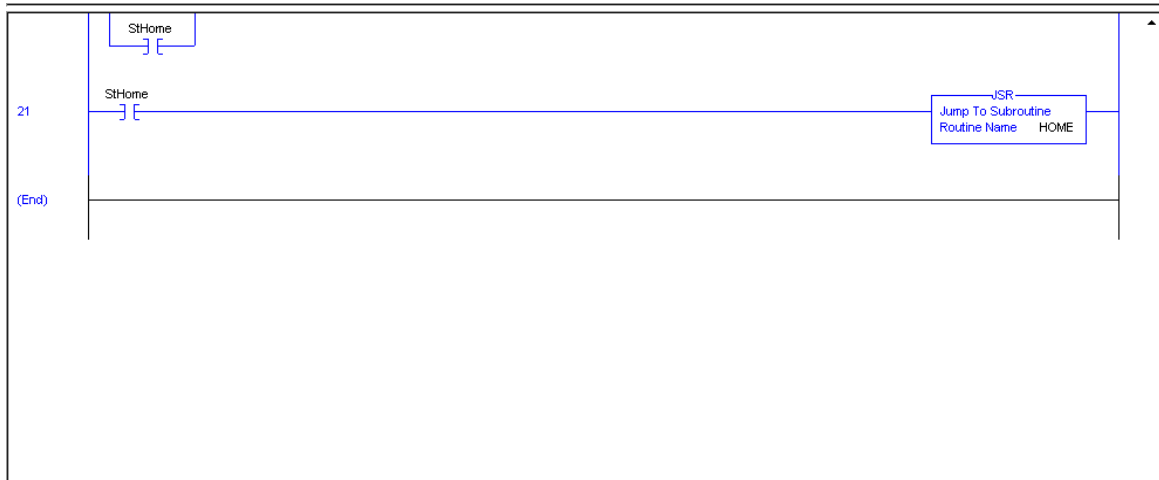
```
END_IF;
```



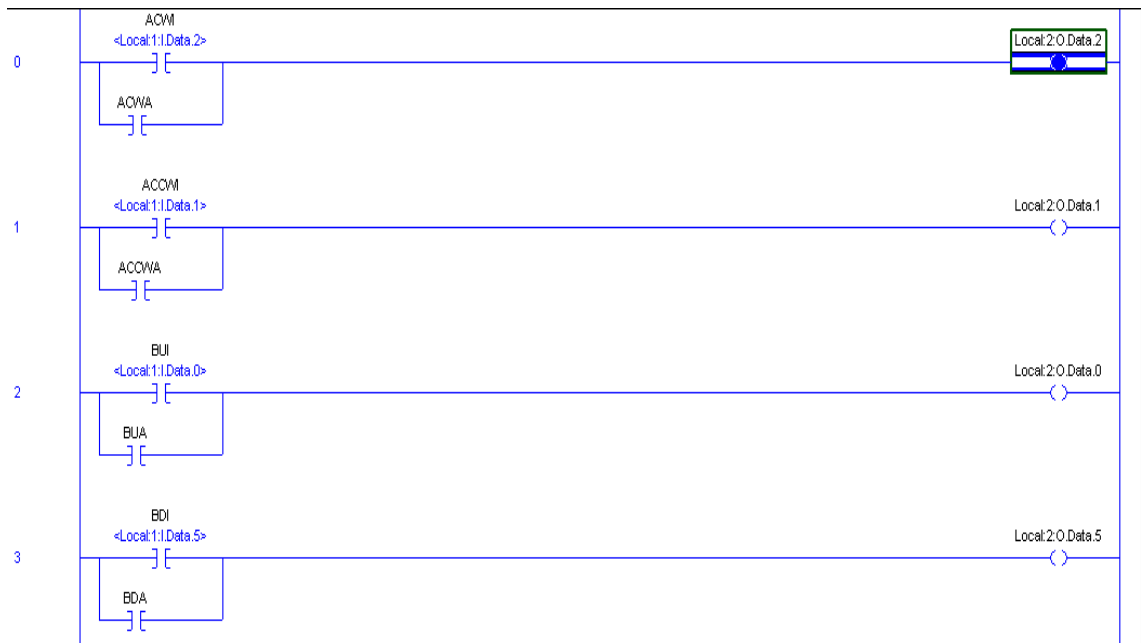
### 9.2 MAIN ROUTINE

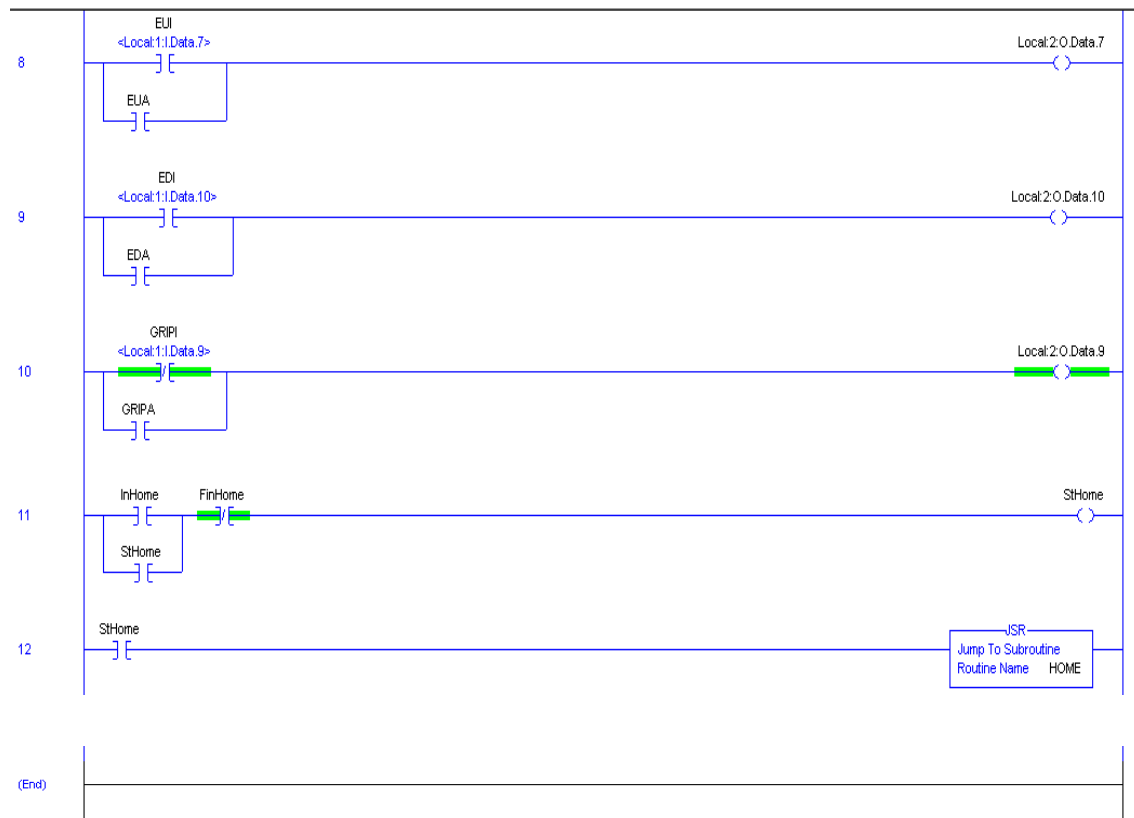
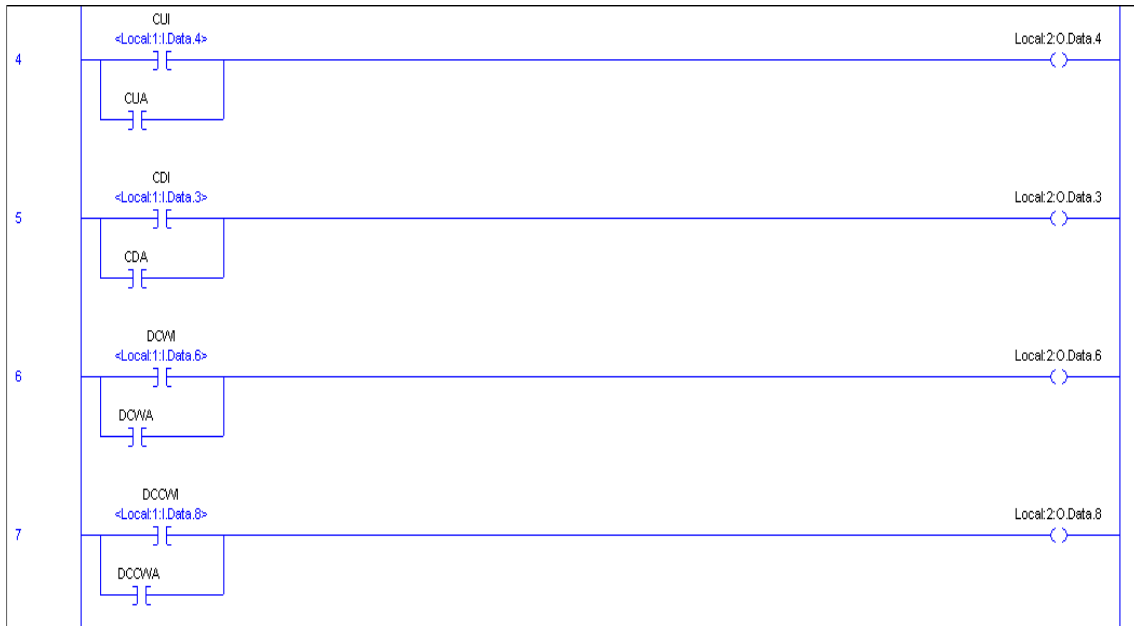




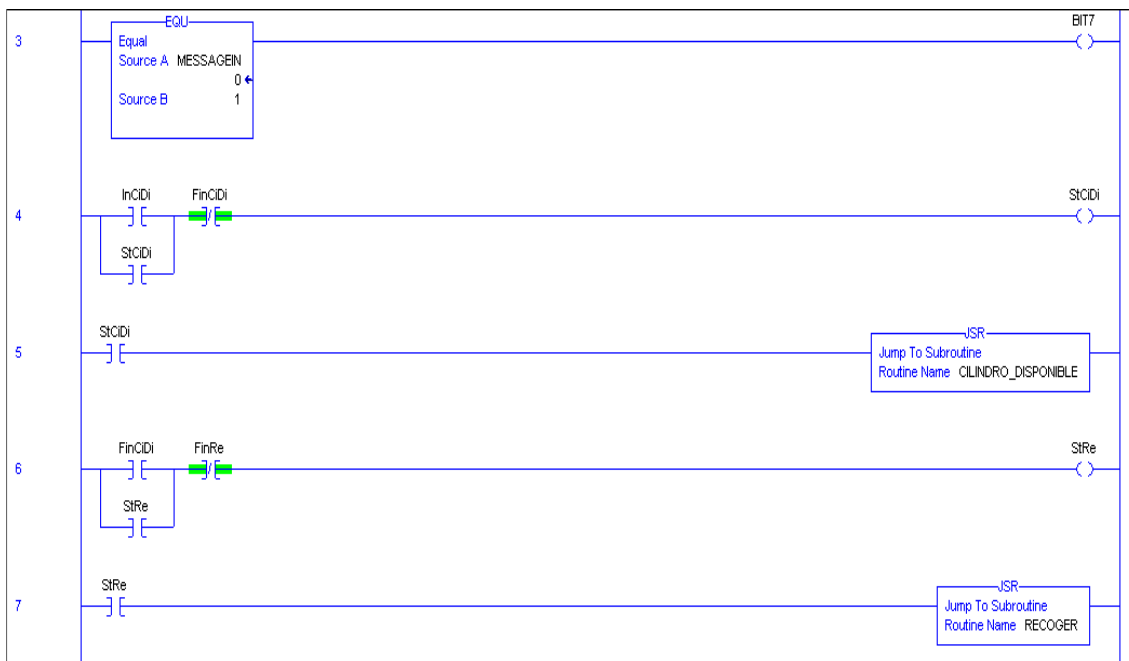
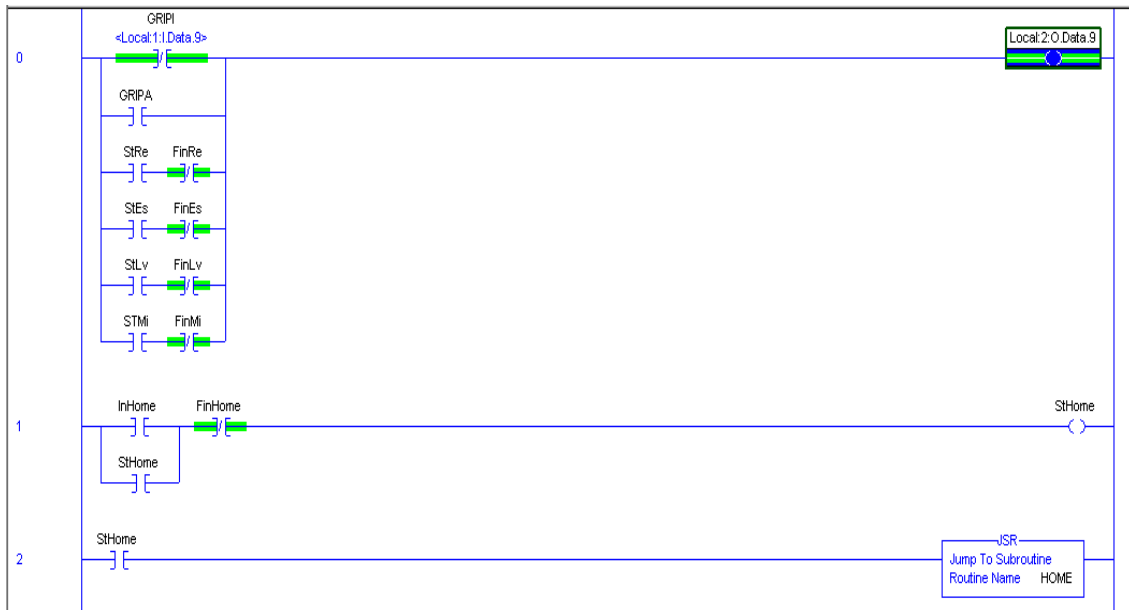


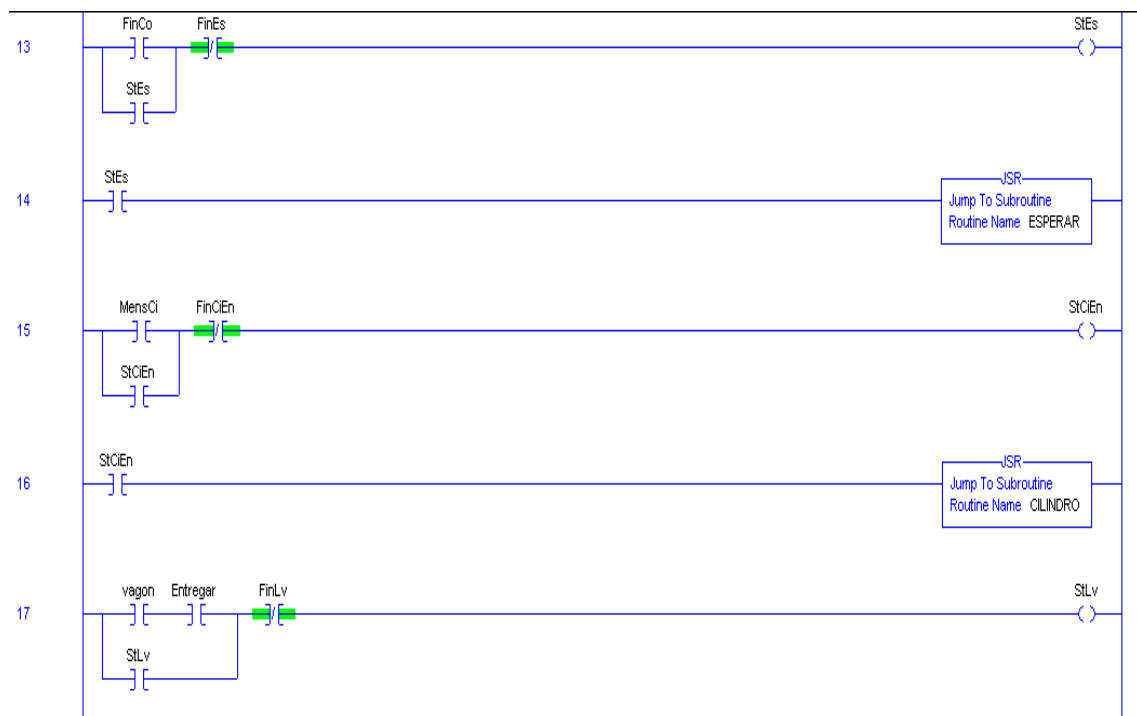
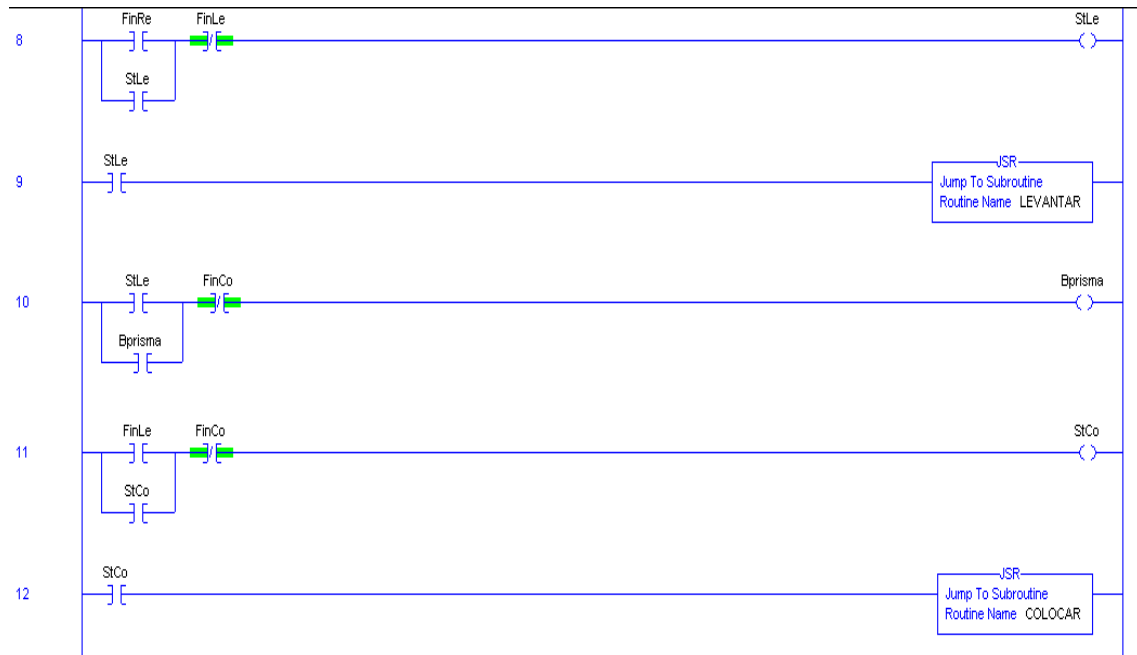
### 9.3 MANUAL

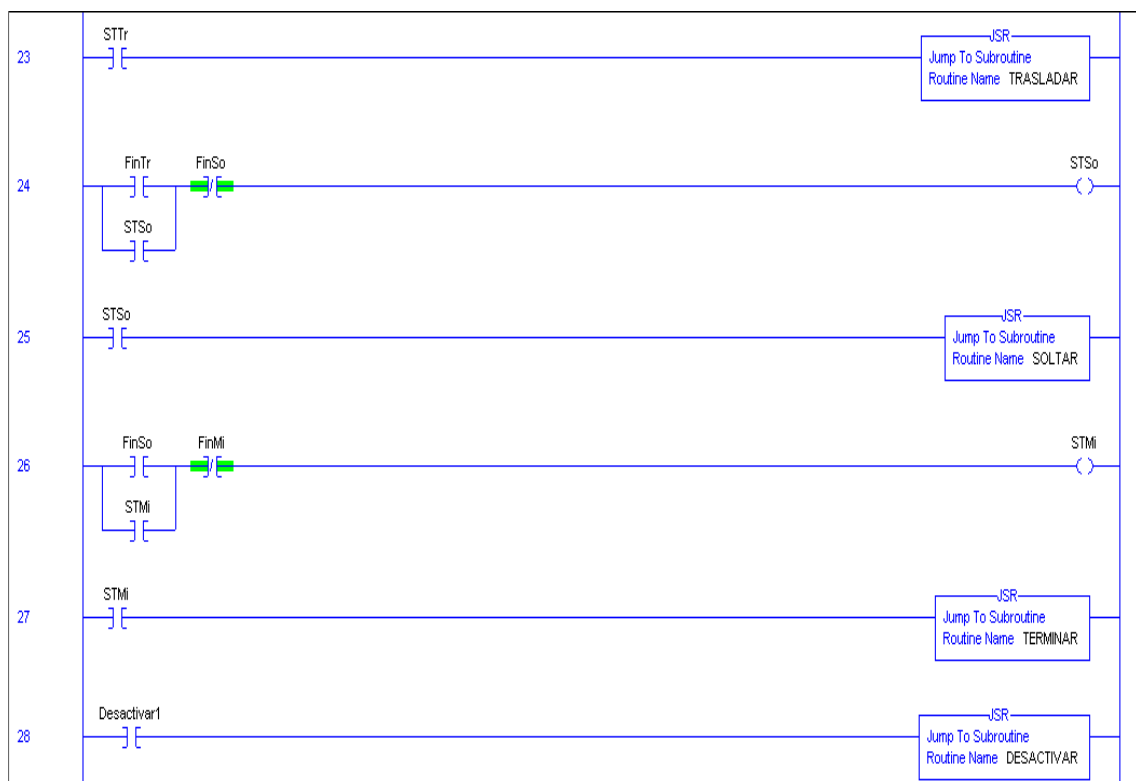
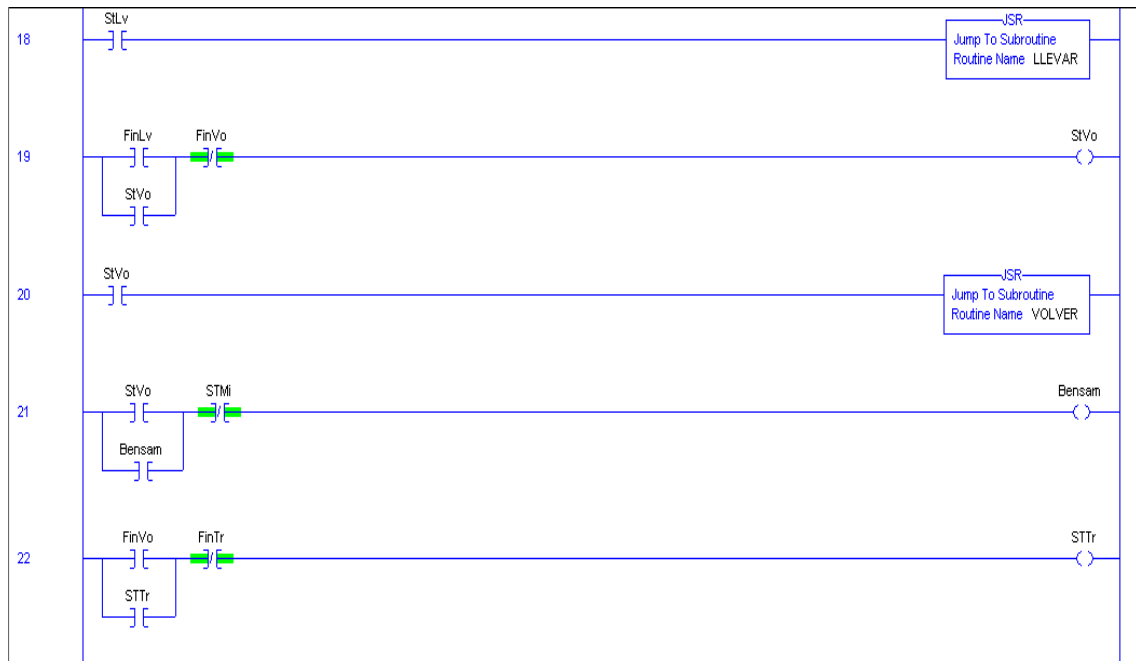


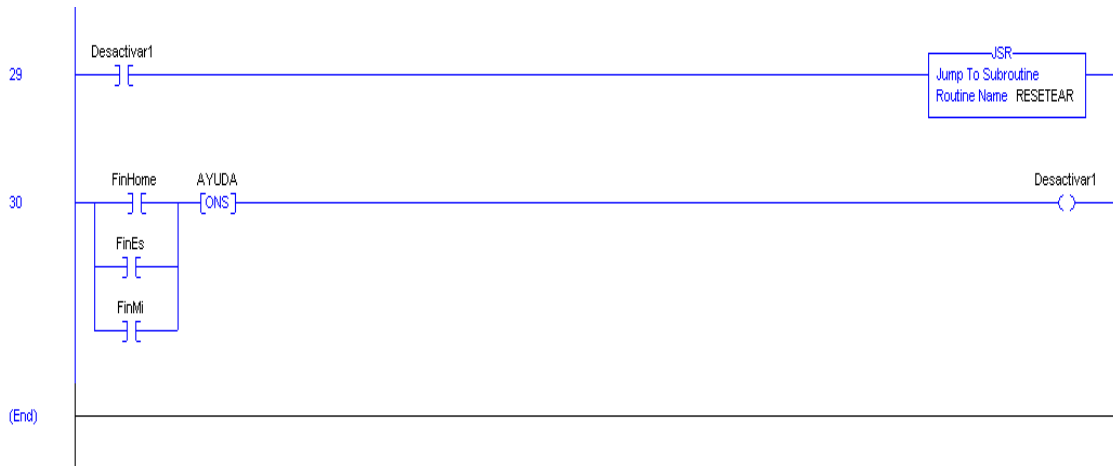


### 9.4 AUTOMATICO

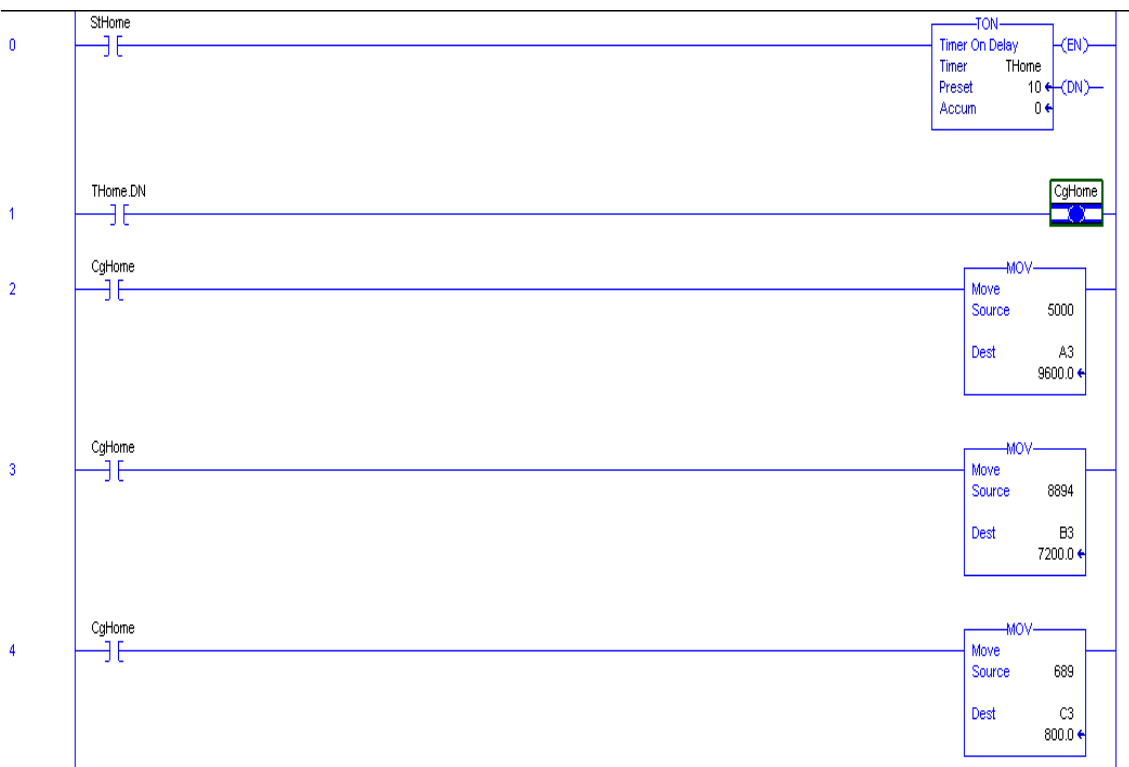




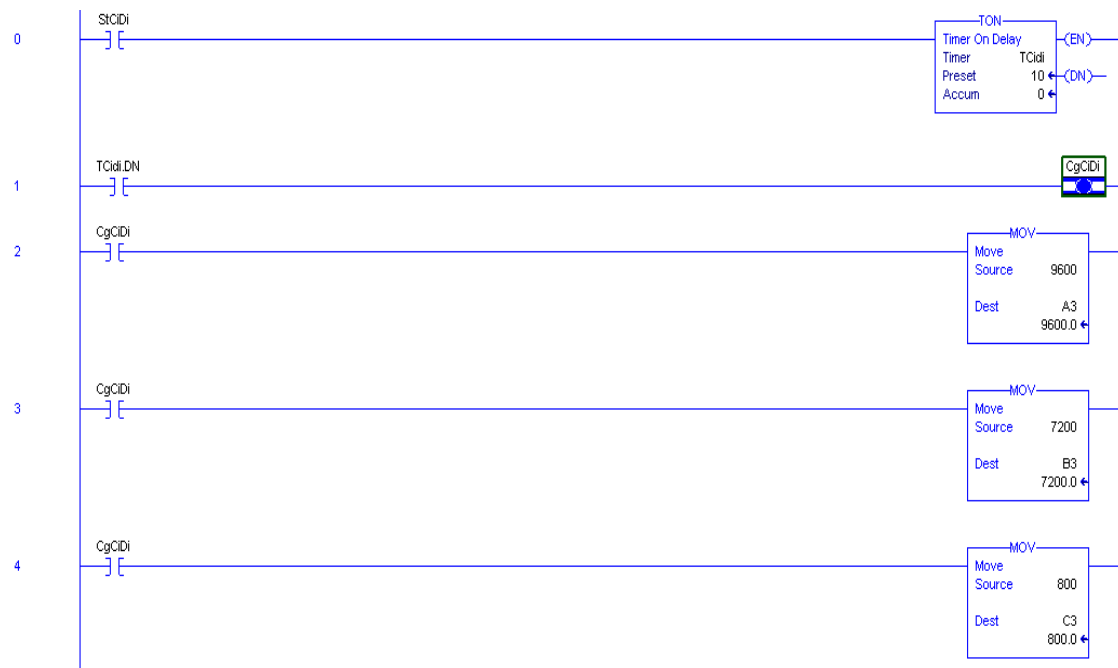


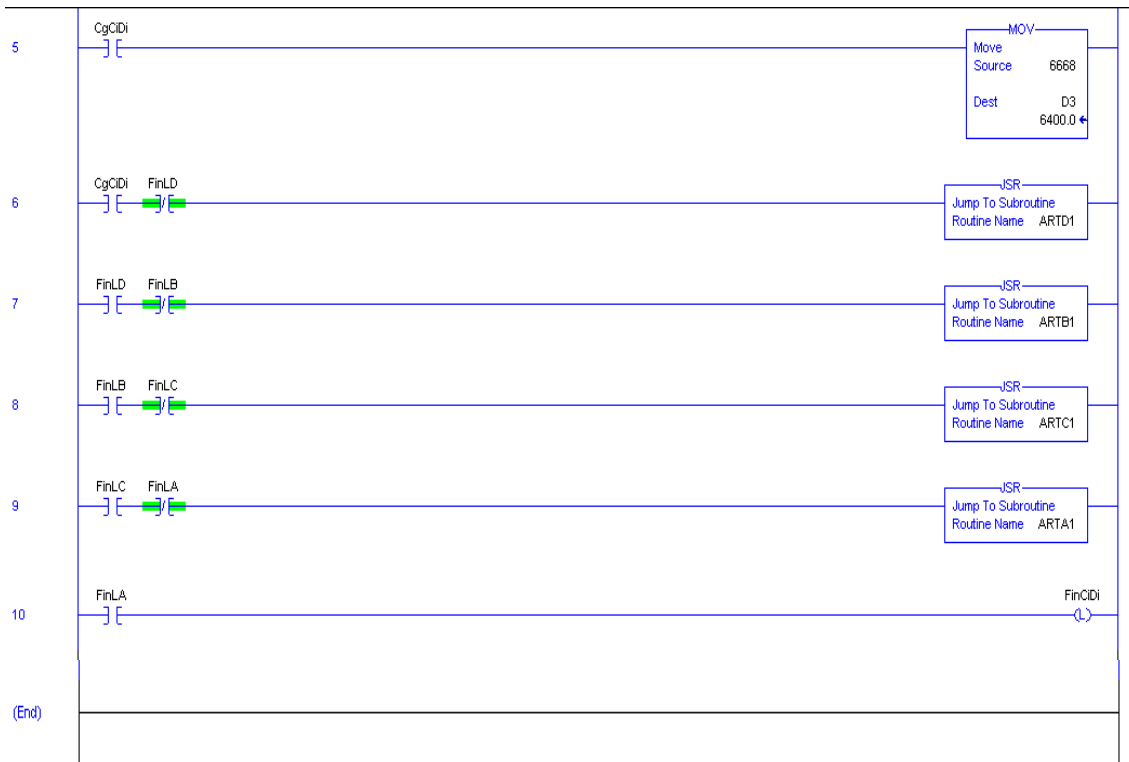


### 9.5 HOME



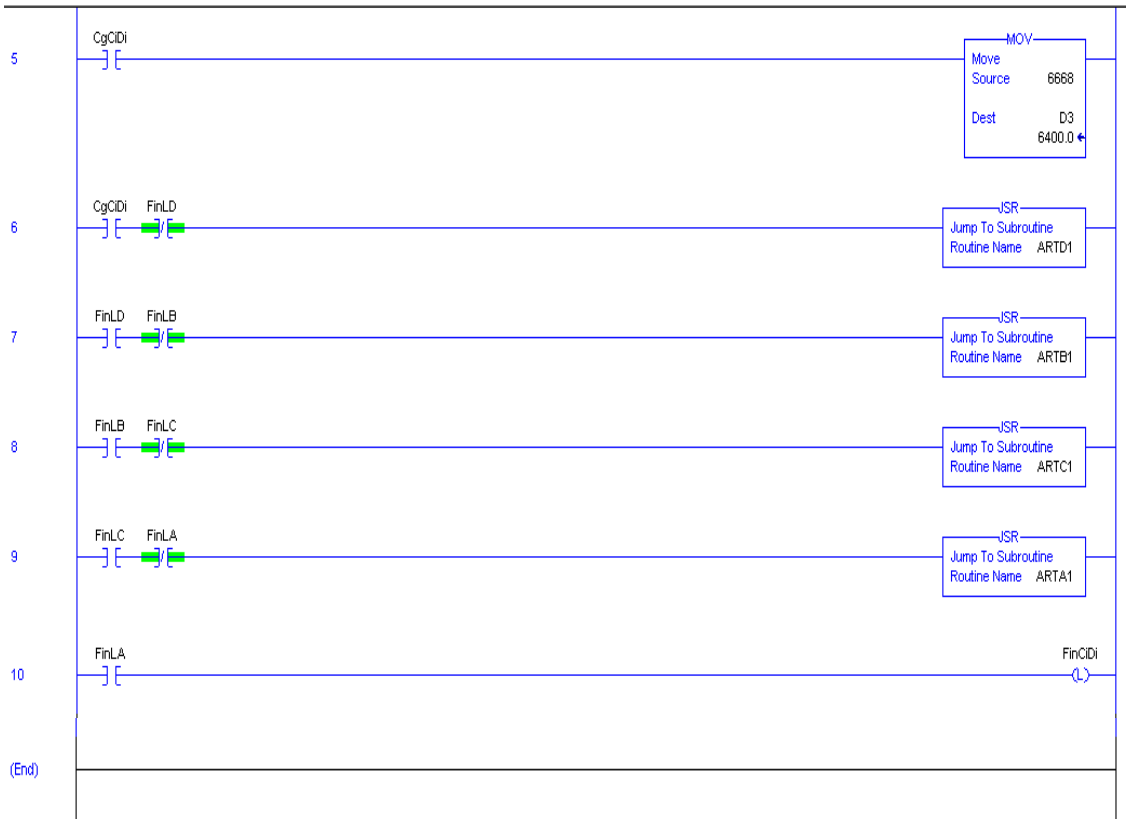




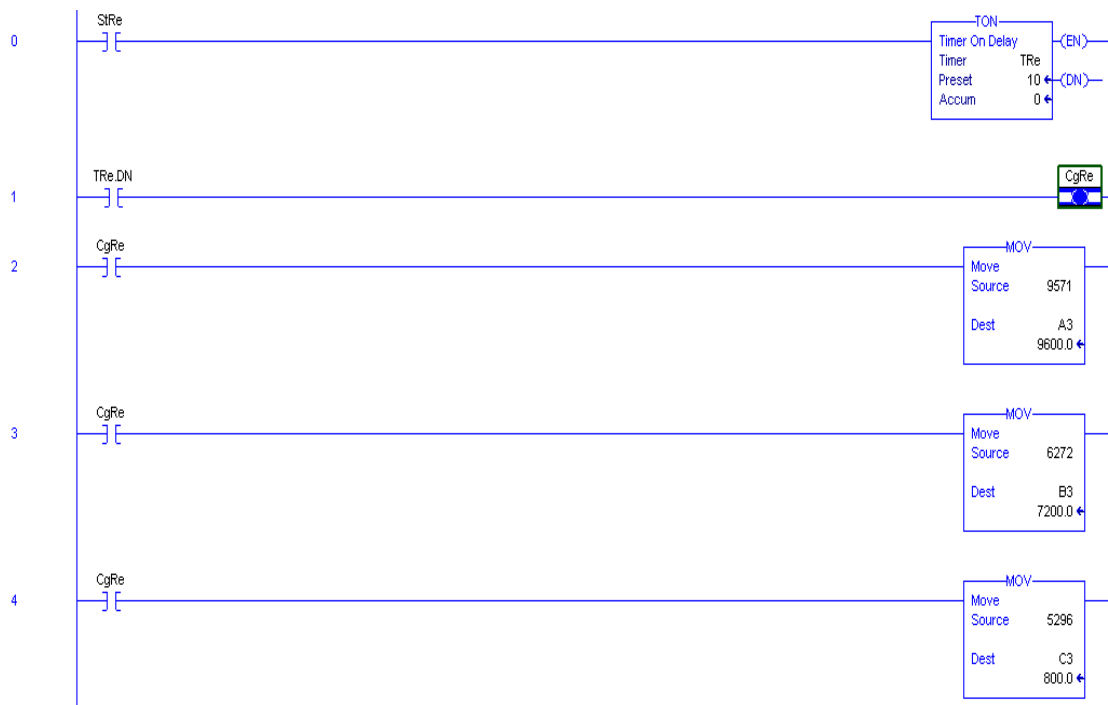


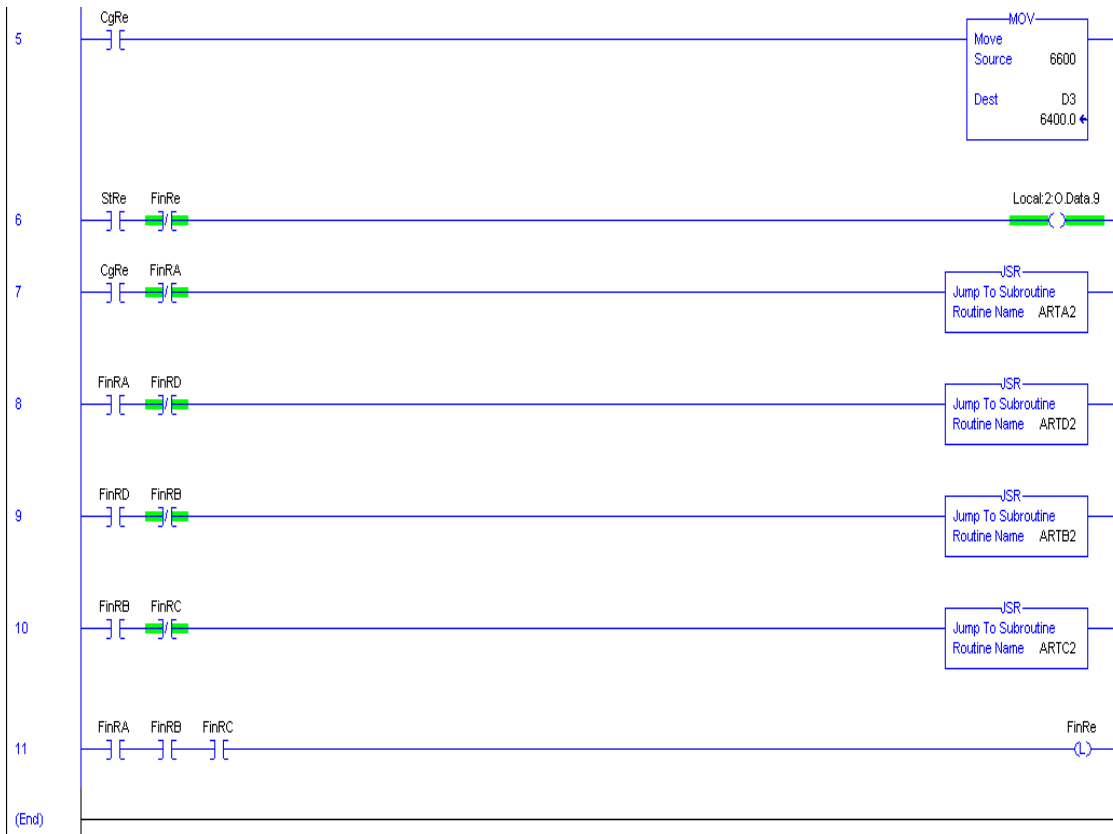
### 9.6 CILINDRO DISPONIBLE





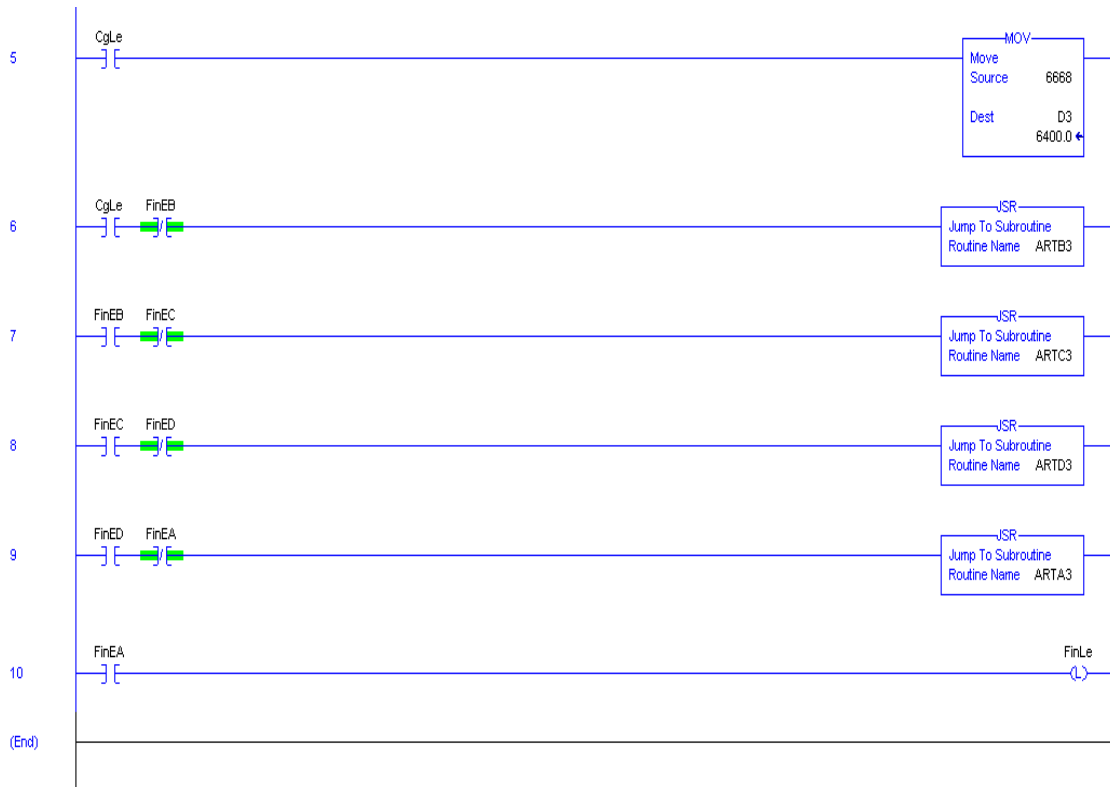
### 9.7 RECOGER





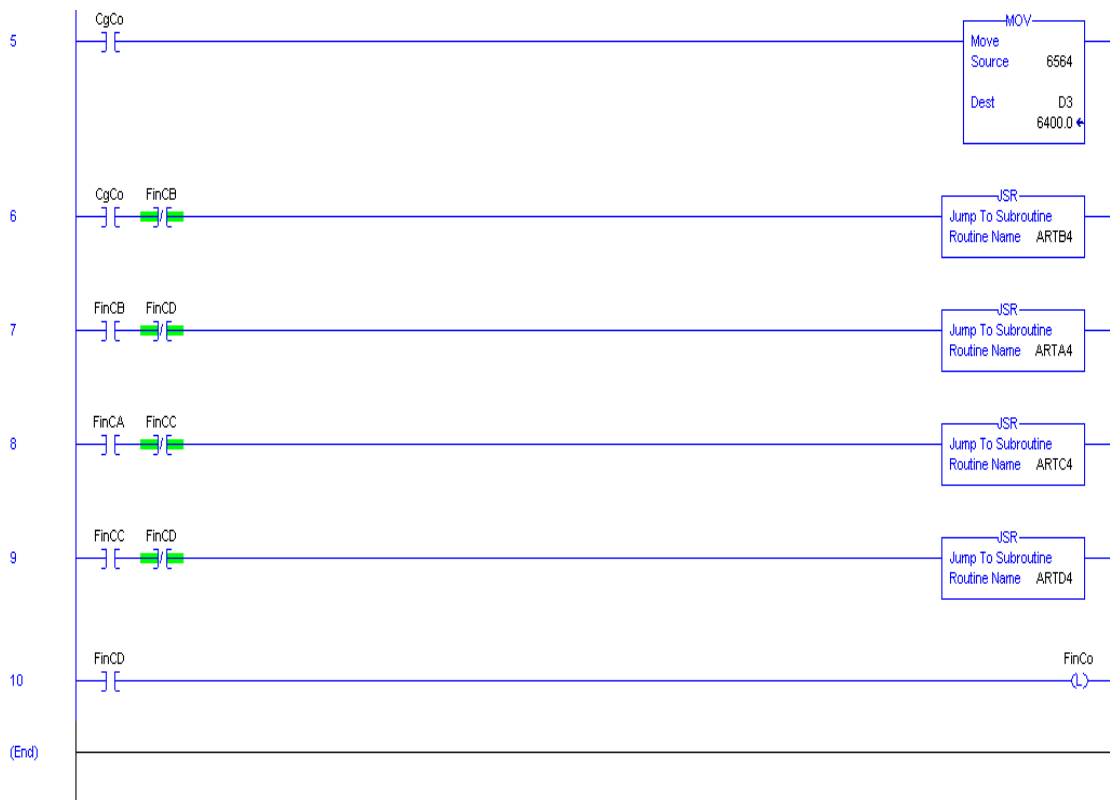
### 9.8 LEVANTAR



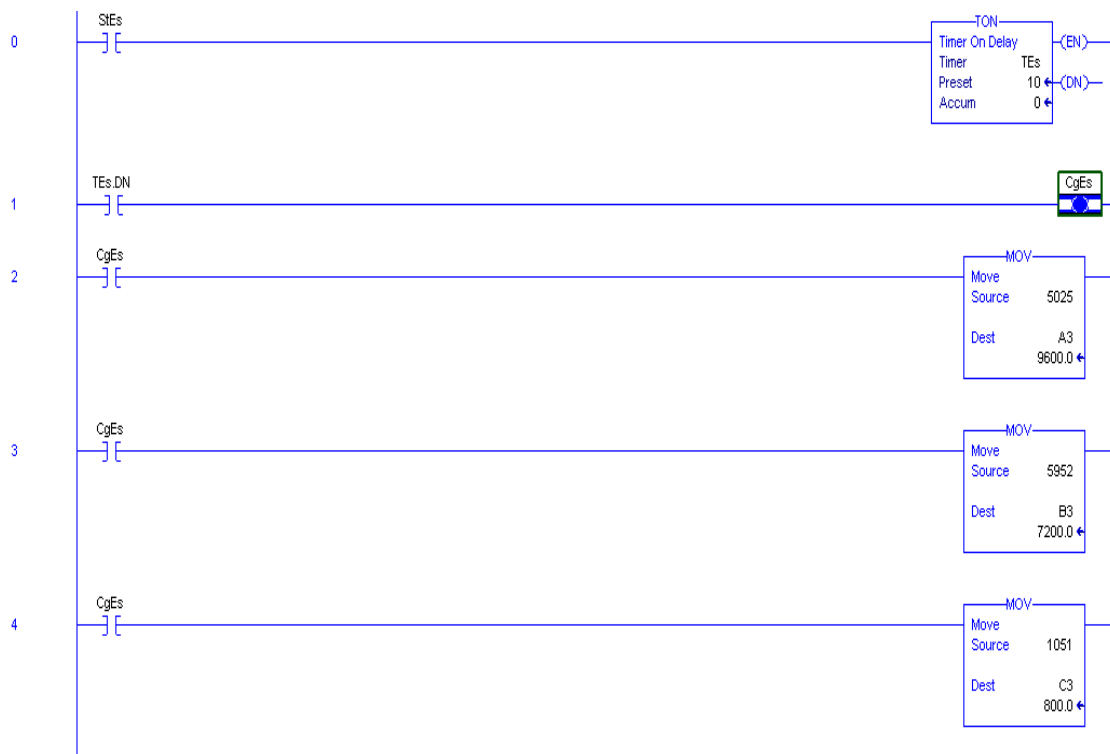


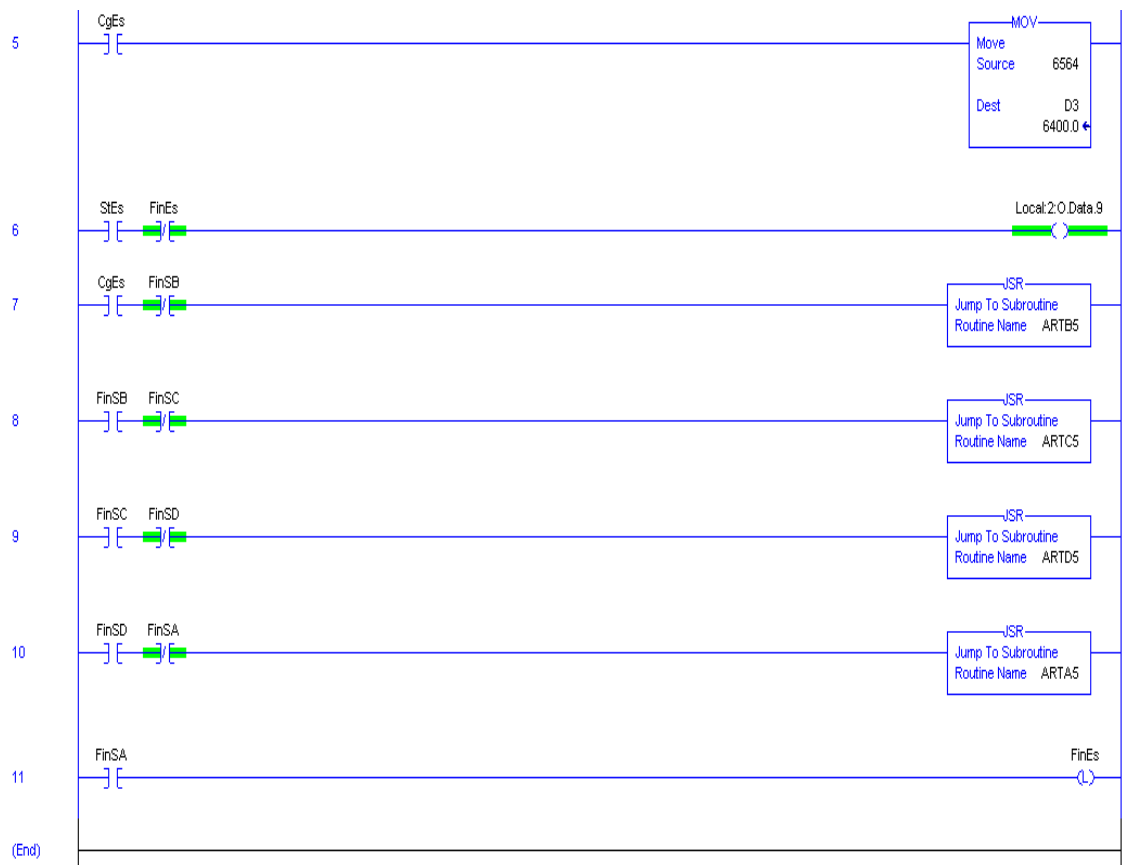
### 9.9 COLOCAR



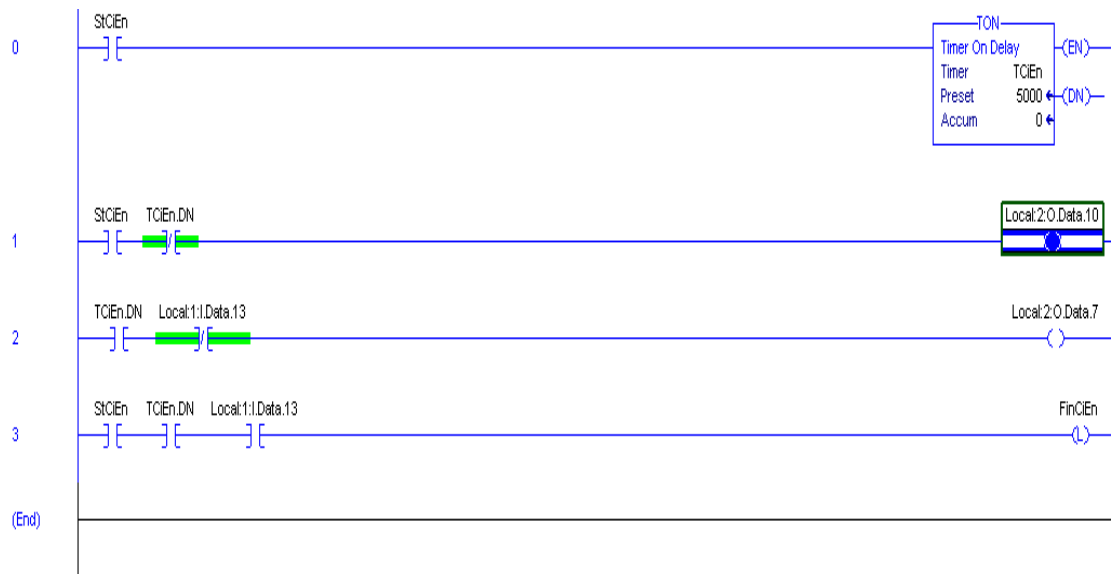


### 9.10 ESPERAR

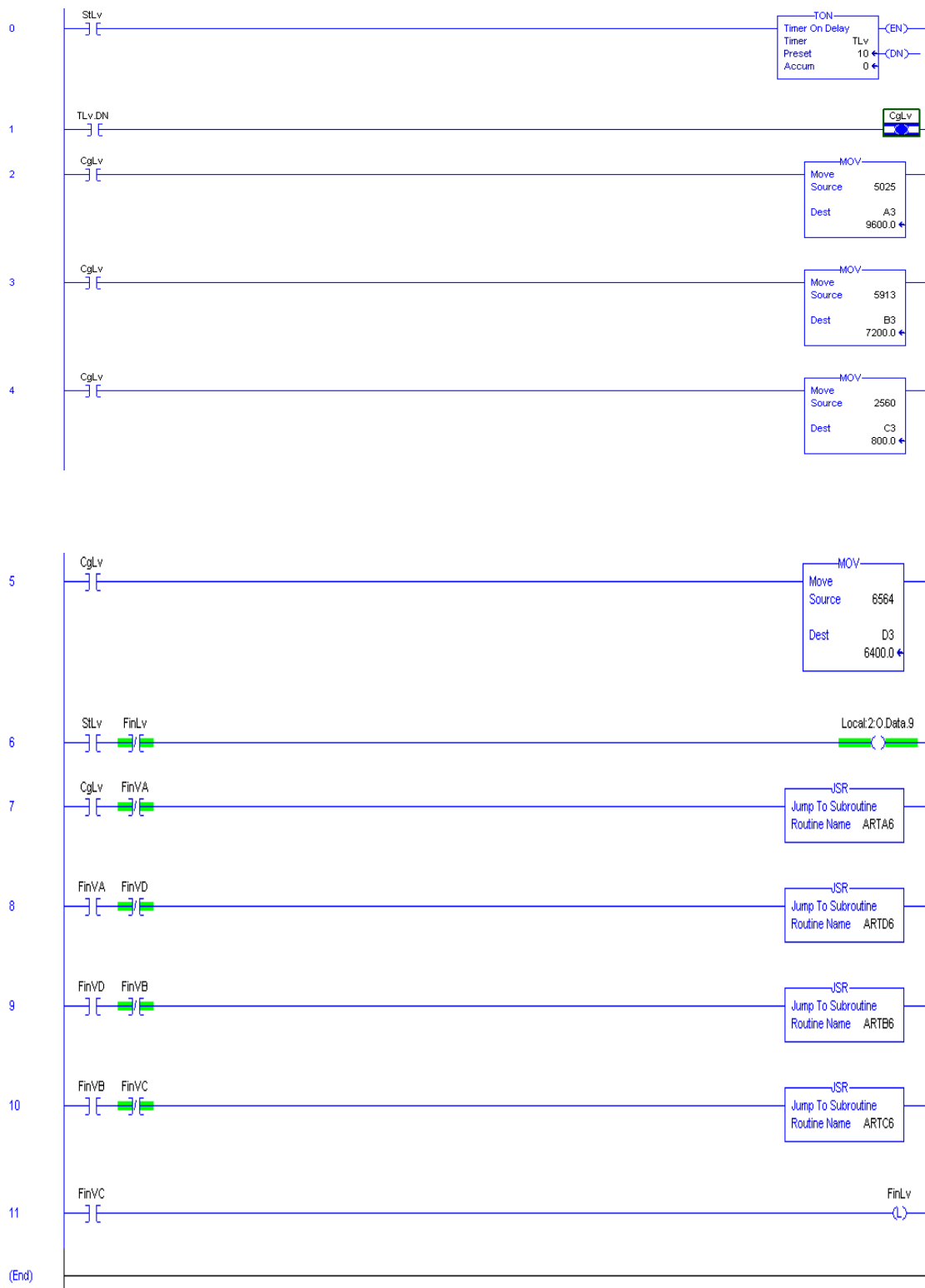




### 9.11 CILINDRO

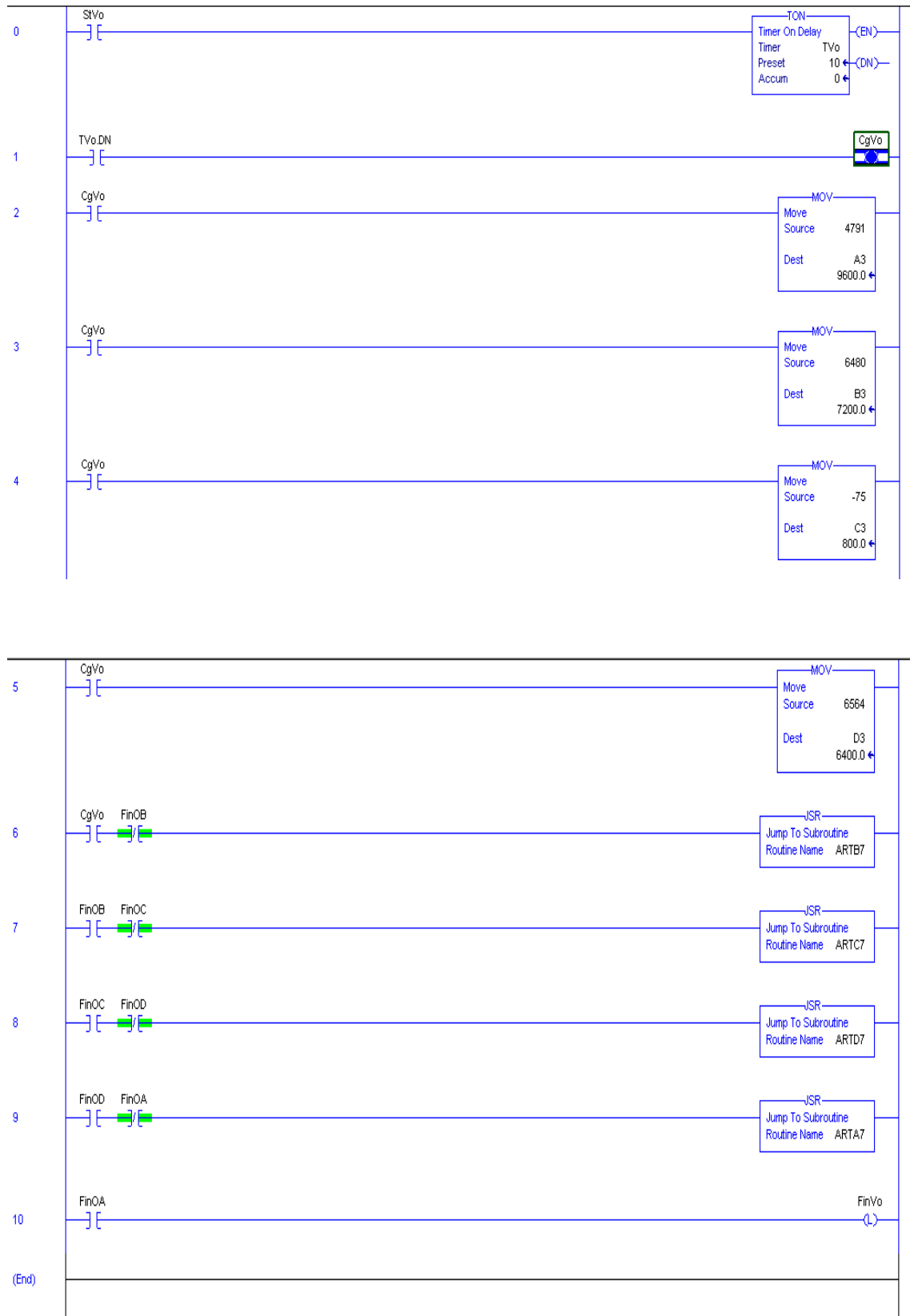


### 9.12 LLEVAR

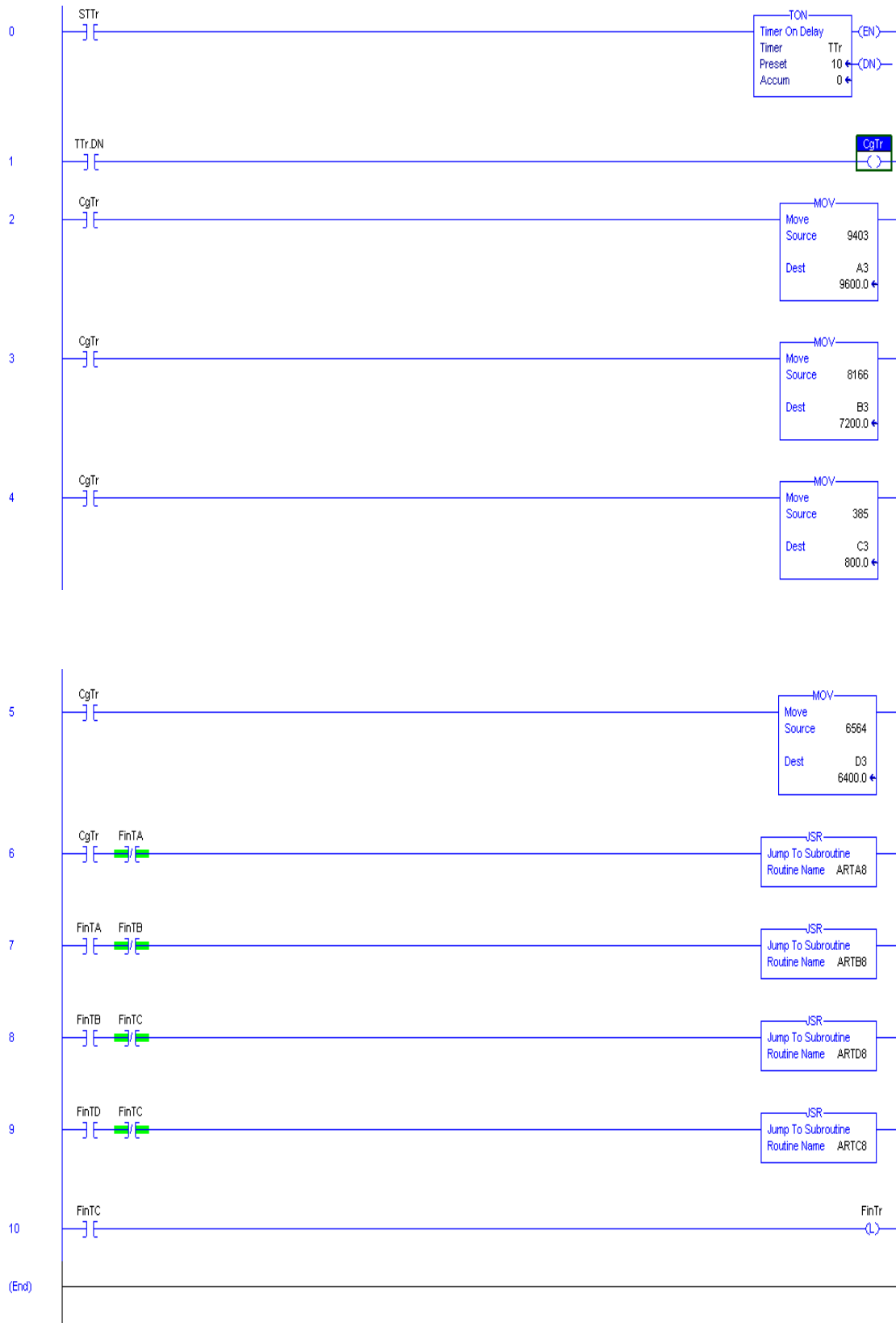




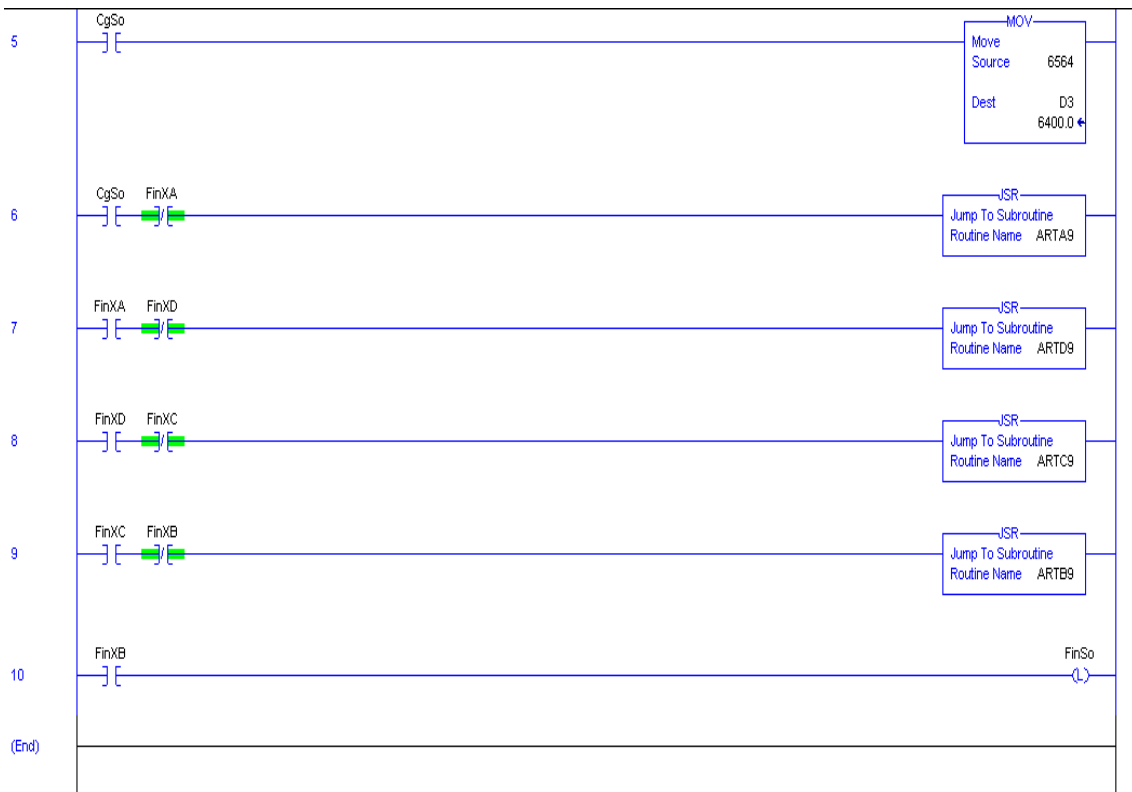
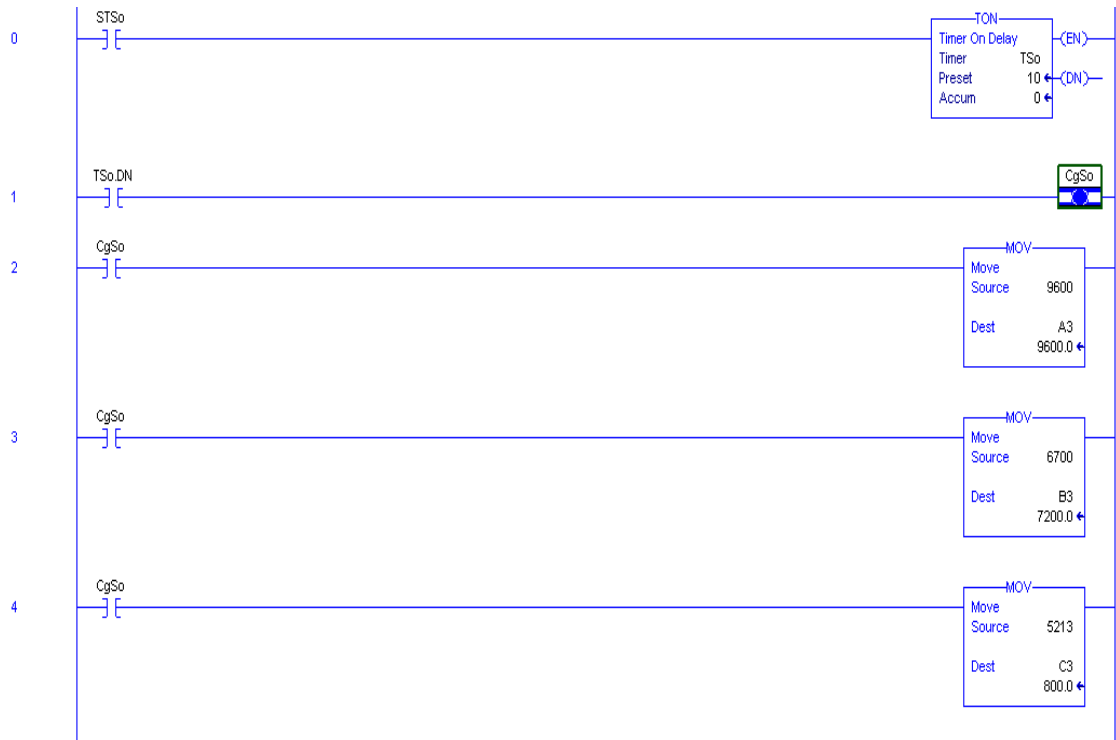
### 9.13 VOLVER



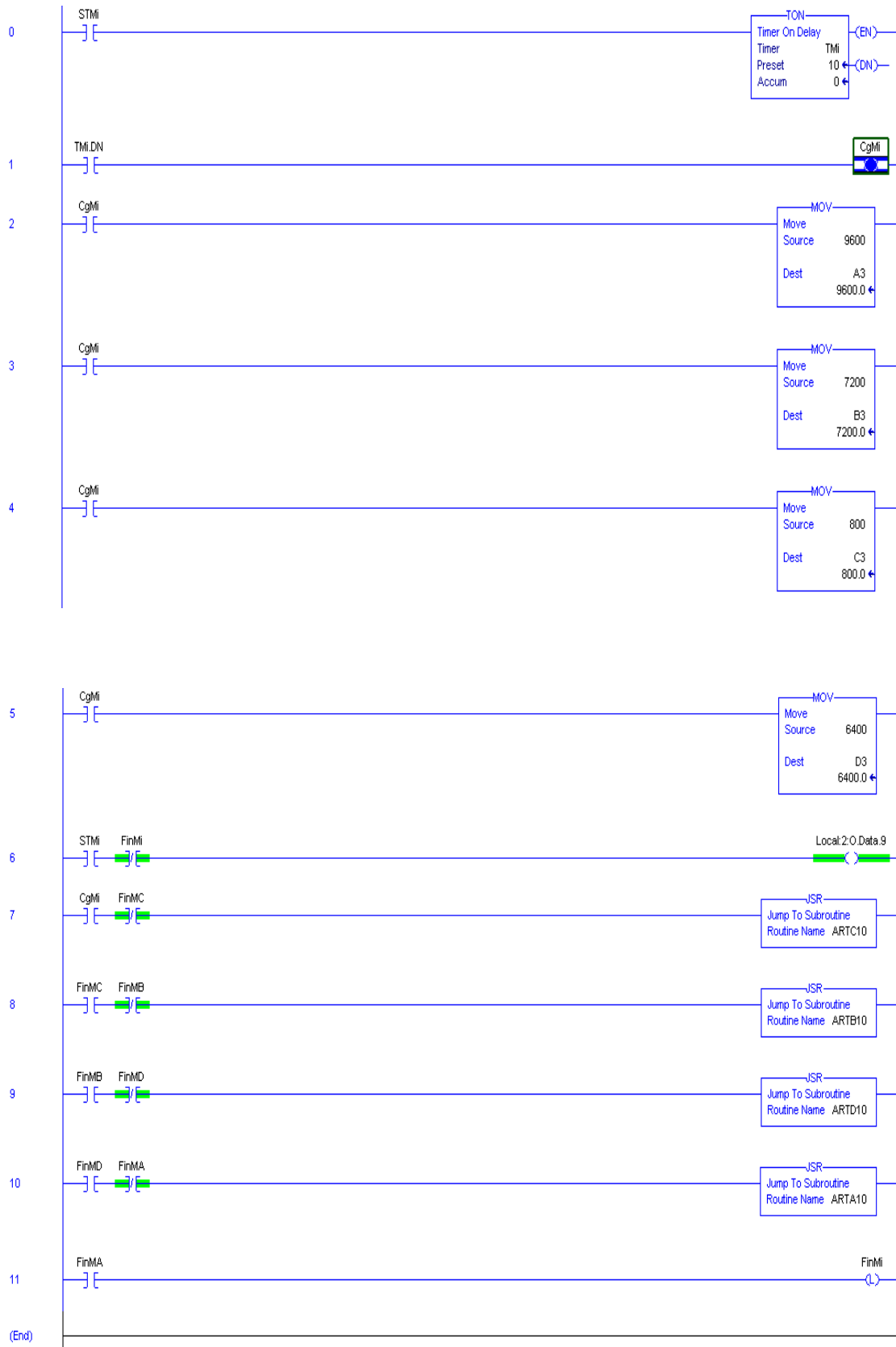
### 9.14 TRASLADAR



### 9.15 SOLTAR



### 9.16 TERMINAR



### 9.17 DESACTIVAR







### 9.18 RESETEAR



## **ANEXO 5**

### **10 WIRING DIAGRAMS**



## INDICE DE FIGURAS

Figura. 1.1 Esquema De Trabajo Con La Tarjeta Pcl-711.....	6
Figura. 2.1. Cableado Antiguo De La Estación Hidráulica Hyd-2800. ....	9
Figura. 2.2. Bomba Hidráulica Hyd-2800. ....	11
Figura. 2.3. Robot Hidráulico Hyd-2800. ....	12
Figura. 2.4. Bloque De Válvulas. ....	14
Figura. 2.5. Fuente De Alimentación Eléctrica Pa3.....	15
Figura. 2.6. Sistema Compactlogix 1768. ....	16
Figura. 2.7. Instalación De La Fuente En Un Riel Din.....	16
Figura. 2.8. Instalación De La Fuente En Un Riel Din.....	17
Figura. 2.9. Conexión A Tierra De La Fuente Eléctrica. ....	18
Figura. 2.10. Espaciamiento De Los Módulos Con La Envolvente. ....	20
Figura. 2.11. Indicadores De Estado Del Controlador.....	22
Figura. 2.12. Descripción Del Módulo De Entradas Digitales. ....	25
Figura. 2.13. Conexión Señales Digitales (Vista Superior Del Módulo). ....	26
Figura. 2.14. Descripción Del Módulo De Entradas Digitales. ....	27
Figura. 2.15. Conexión Señales Digitales (Vista Superior Del Módulo). ....	28
Figura. 2.16. Conexión Señales Diferenciales (Vista Superior Del Módulo). ....	30
Figura. 2.17. Conexión Señales Con Un Solo Terminal. ....	31
Figura. 2.18. Conexión Señales De Salida Analógicas De Corriente Y Voltaje.....	33
Figura. 2.19. Conector Rj 45. ....	34
Figura. 2.20. Puerto Ethernet Del Módulo.....	34
Figura. 2.21. Estados Del Módulo. ....	35
Figura. 2.22. Cableado Del Plc. ....	37
Figura. 2.23. Cableado De Comunicación. ....	38
Figura. 2.24. Cableado De Conexión De Actuadores. ....	39
Figura. 2.25. Cilindro De Eje Giratorio.....	41
Figura. 2.26. Cilindro Series 1000-800. ....	42
Figura. 2.27. Detalle Interno Del Cilindro Phd 1000-8000.....	42
Figura. 2.28. Cilindro Hidráulico Clippard.....	43
Figura. 2.29. Grafico Del Cilindro Y Sus Dimensiones. ....	44
Figura. 2.30. Gripper.....	45
Figura. 2.31. Gripper 8400 A.....	46
Figura. 2.32. Figura Interna Gripper 8400 A.....	46
Figura. 2.33. Bobina Energizada. ....	48
Figura. 2.34. Válvula Solenoide De 2 Vías Normalmente Cerrada.....	49
Figura. 2.35. Válvula Solenoide 4/3 De Control Direccional. ....	50
Figura. 2.36. Símbolo De La Válvula Solenoide 4/3 De Control Direccional. ....	51
Figura. 2.37. Detalle De Válvula Solenoide 4/3 De Control Direccional.....	52
Figura. 2.38. Válvula Proporcional De Acción Directa. ....	53
Figura. 2.39. Válvula Proporcional 3/2.....	54
Figura. 2.40. Símbolo De La Válvula Proporcional 3/2. ....	56
Figura. 2.41. Detalle De La Válvula Proporcional 3/2. ....	57

Figura. 2.42. Mangueras De Baja Y Media Presión. ....	58
Figura. 2.43. Gráfico Interno De La Manguera. ....	58
Figura. 2.44. Descripción De La Unidad Hidráulica De Poder. ....	59
Figura. 2.45. Válvula De Escape. ....	60
Figura. 2.46. Esquema De La Válvula De Escape De Presión. ....	60
Figura. 2.47. Esquema Del Motor Eléctrico. ....	62
Figura. 2.48. Medidor De Nivel. ....	66
Figura. 2.49. Esquema Del Medidor De Nivel. ....	66
Figura. 2.50. Tanque De Aceite Omt De Aluminio. ....	67
Figura. 2.51. Tanque De Aceite Omt De Aluminio. ....	68
Figura. 3.1. Diagrama De Flujo General. ....	71
Figura. 3.2. Diagrama De Flujo Modos De Operación. ....	72
Figura. 3.3. Vista Superior Del Robot Del Hmi. ....	74
Figura. 3.4. Vista Frontal Del Robot Del Hmi. ....	74
Figura. 3.5. Panel De Switch Del Hmi. ....	75
Figura. 3.6. Ventana De Proceso Automatico. ....	76
Figura. 3.7. Ventana De Emergencia. ....	76
Figura. 3.8. Estación Apagada Y Cim Off-Line. ....	77
Figura. 3.9. Estación Encendida Y Cim On-Line. ....	77
Figura. 3.10. Ventana De Histórico De Proceso. ....	78
Figura. 3.11. Ventana De Alarma Y Reconocimiento De La Misma. ....	78
Figura. 3.12. Proceso Del Hmi. ....	79
Figura. 3.13. Proceso Real. ....	79
Figura. 3.14. Diagrama De Flujo Hmi. ....	80
Figura. 3.15. Pantalla Principal. ....	81
Figura. 3.16. Pantalla Principal De Factory Talk. ....	83
Figura. 3.17. Pantalla Runtime Security. ....	83
Figura. 3.18. Selección De Usuario. ....	84
Figura. 3.19. Ingresar El Usuario. ....	84
Figura. 3.20. Ingresar El Usuario. ....	85
Figura. 3.21. Menú De Ventana. ....	86
Figura. 3.22. Menú De Ventana. ....	86
Figura. 3.23. Pantalla Principal Y Usuario Ingresado. ....	87
Figura. 3.24. Elección De Trabajo. ....	88
Figura. 3.25. Modo Automático. ....	90
Figura. 3.26. Modo Semi-Automático. ....	91
Figura. 3.27. Modo Manual. ....	92
Figura. 3.28. Histórico De Alarmas. ....	94
Figura. 3.29. Alarma. ....	95
Figura. 3.30. Esquema Red Ethernet C.I.M. 2000. ....	100
Figura. 3.31. Designación De Dirección Ip Al Controlador. ....	101
Figura. 3.32. Habilitación Del Servidor Bootp. ....	102
Figura. 3.33. Configuración De Los Drivers De Ethernet Para El Controlador. ....	103
Figura. 3.34. Ventana De Configuración De Drivers. ....	103
Figura. 3.35. Asignación De Estaciones De Red Ethernet Mediante Dirección Ip. ...	105

Figura. 3.36. Ventana De Exploración De Red Rs Who. ....	105
Figura. 3.37. Exploración De Red Mediante Rslinx Classic. ....	106
Figura. 4.1. Valor Teórico Vs Valor Real De La Articulación A. ....	118
Figura. 4.2. Error De La Articulación A. ....	118
Figura. 4.3. Valor Teórico Vs Valor Real De La Articulación B. ....	118
Figura. 4.4. Error Articulación B. ....	119
Figura. 4.5. Valor Teórico Vs Valor Real De La Articulación C. ....	119
Figura. 4.6. Error Articulación B. ....	119
Figura. 4.7. Valor Teórico Vs Valor Real De La Articulación D. ....	120
Figura. 4.8. Error Articulación D. ....	120
Figura. 6.1. Diagrama De Flujo Modo Manual. ....	129
Figura. 6.2. Diagrama De Flujo Modo Automático. ....	130
Figura. 6.3. Diagrama De Flujo Subrutina Home. ....	131
Figura. 6.4. Diagrama De Flujo Subrutina Cilindro Disponible. ....	132
Figura. 6.5. Diagrama De Flujo Subrutina Recoger. ....	133
Figura. 6.6. Diagrama De Flujo Subrutina Recoger. ....	134
Figura. 6.7. Diagrama De Flujo Subrutina Colocar. ....	135
Figura. 6.8. Diagrama De Flujo Subrutina Esperar. ....	136
Figura. 6.9. Diagrama De Flujo Subrutina Cilindro. ....	137
Figura. 6.10. Diagrama De Flujo Subrutina Llevar. ....	138
Figura. 6.11. Diagrama De Flujo Subrutina Volver. ....	139
Figura. 6.12. Diagrama De Flujo Subrutina Trasladar. ....	140
Figura. 6.13. Diagrama De Flujo Subrutina Terminar. ....	141
Figura. 6.14. Diagrama De Flujo Subrutina Soltar. ....	142
Figura. 6.15. Diagrama De Flujo Articulación En General. ....	143
Figura. 7.1. Explorador De Factory Talk. ....	145
Figura. 7.2. Explorador De Factory Talk. ....	146
Figura. 7.3. Ventana Runtime Security. ....	146
Figura. 7.4. Ventana De Diagnostico. ....	147
Figura. 7.5. Ventana Startup. ....	148
Figura. 7.6. Ventana Tags. ....	148
Figura. 7.7. Ventana Alarma. ....	149
Figura. 7.8. Propiedad De Visibilidad Del Botón Borrar Todas. ....	150
Figura. 7.9. Propiedades De Imagen. ....	151
Figura. 7.10. Propiedades De Imagen. ....	152
Figura. 7.11. Propiedades Del String Display. ....	152
Figura. 7.12. Propiedades Del String Display. ....	153
Figura. 7.13. Propiedades De Login Button. ....	154
Figura. 7.14. Propiedades De Shutdown Button. ....	154
Figura. 7.15. Propiedades De Goto Display Button. ....	155
Figura. 7.16. Visibilidad Del Botón Continuar, Opciones 2. ....	156
Figura. 7.17. Propiedades De Time Date Display. ....	156
Figura. 7.18. Propiedades Botón Automático. ....	158
Figura. 7.19. Propiedades Botón Semi-Automático. ....	159
Figura. 7.20. Propiedades Botón Manual. ....	160

Figura. 7.21. Local Message, Prueba. ....	161
Figura. 7.22. Propiedades Interlocked Push Button. ....	161
Figura. 7.23. Propiedades Local Message Display. ....	162
Figura. 7.24. Propiedades De Texto, Encendido De Estación.....	163
Figura. 7.25. Propiedades De Texto, Cim-On Line.....	163
Figura. 7.26. Propiedades De Momentary Push Button, Home.....	164
Figura. 7.27. Propiedades De Goto Display Button, Pantalla Principal.....	165
Figura. 7.28. Animación Rotación. ....	166
Figura. 7.29. Animación Alargamiento.....	167
Figura. 7.30. Animación Color.....	167
Figura. 7.31. Animación Visibilidad De Textos De Proceso. ....	168
Figura. 7.32. Numeric Display.....	169
Figura. 7.33. Goto Display, Historico. ....	169
Figura. 7.34. Momentary Push Button, Rutina 1.....	170
Figura. 7.35. Slider.....	172
Figura. 7.36. Propiedad Visibilidad, Accion Manual. ....	173
Figura. 7.37. Pestaña Alarm De La Ventana Históricos. ....	174
Figura. 7.38. Pestaña De Triggers. ....	176
Figura. 7.39. Pestaña De Messages.....	176
Figura. 7.40. Pestaña De Messages.....	177
Figura. 7.41. Ventana De Comunicación Del Sistema.....	179
Figura. 8.1. Bomba Hidráulica.....	181
Figura. 8.2. Cable Eléctrico.                      Figura. 8.3. Alimentación Del Sistema.....	182
Figura. 8.4. Toma Neumática Del Sistema. ....	182
Figura. 8.5. Encendido Del Sistema Hyd-2800. ....	183
Figura. 8.6. Encendido Del Sistema Hyd-2800. ....	184
Figura. 8.7. Manómetro De Presión De La Bomba Hidráulica Hyd-2800. ....	184
Figura. 8.8. Botón De Emergency Stop Presionado Hyd-2800. ....	185
Figura. 8.9. Elección De Conexión Área Local.....	186
Figura. 8.10. Propiedades De La Conexión De Área Local. ....	186
Figura. 8.11. Dirección Ip Y Mascara De Subred.....	187
Figura. 8.12. Ping A La Dirección Del Plc. ....	188
Figura. 8.13. Secuencia Para Abrir Rslinx Classic. ....	188
Figura. 8.14. Configure Drivers. ....	189
Figura. 8.15. Ethernet Devices.....	189
Figura. 8.16. Direcciones Ip De Plc Y Computador. ....	190
Figura. 8.17. Rswwho.....	190
Figura. 8.18. Comprobación De Comunicación. ....	191
Figura. 8.19. Secuencia Para Abrir Rslogix 5000. ....	192
Figura. 8.20. Buscar El Programa Para Cargar En El Plc. ....	192
Figura. 8.21. Establecer Comunicación Entre Plc Y Programa Rslogix 5000.....	193
Figura. 8.22. Descargar Programa En Plc. ....	194
Figura. 8.23. Modo Run Plc.....	194
Figura. 8.24. Secuencia Para Abrir Factory Talk View Studio. ....	195
Figura. 8.25. Elección De La Interfaz Llamada Hmi. ....	196

Figura. 8.26. Rslinx Entreprise Comunicación Con Plc. ....	196
Figura. 8.27. Establecer La Comunicación. ....	197
Figura. 8.28. Icono Para La Ejecución Del Hmi. ....	197
Figura. 8.29. Pantalla Principal .....	198
Figura. 8.30. Ingresar Usuario Y Clave. ....	199
Figura. 8.31. Pantalla Principal Y Usuario Ingresado.....	199
Figura. 8.32. Elección De Trabajo. ....	200
Figura. 8.33. Modo Automático. ....	202
Figura. 8.34. Histórico De Alarmas. ....	204
Figura. 8.35. Modo Semi-Automático. ....	205
Figura. 8.36. Modo Manual.....	206
Figura. 8.37. Pantalla De Alarma.....	208

## INDICE DE TABLAS

Tabla. 2.1. Diagnóstico De Componentes. ....	8
Tabla. 2.2. Fuente Eléctrica.....	19
Tabla. 2.3. Indicadores De Estado Pwr. ....	21
Tabla. 2.4. Indicadores De Estado I/O Pwr.....	21
Tabla. 2.5. Indicadores De Estado Del Controlador. ....	22
Tabla. 2.6. Especificaciones Del Controlador.....	23
Tabla. 2.7. Especificaciones Eléctricas. ....	25
Tabla. 2.8. Especificaciones Eléctricas. ....	28
Tabla. 2.9. Especificaciones Eléctricas. ....	29
Tabla. 2.10. Especificaciones Eléctricas.....	32
Tabla. 2.11. Indicadores De Estado Del Módulo De Ethernet. ....	36
Tabla. 4.1. Resultados Obtenidos (En Unidades De Proceso).....	116
Tabla. 4.2. Cálculo Del Error. ....	116

## GLOSARIO

### B

- *BOOTP*: Protocolo de gama inferior que proporciona comunicaciones a otros nodos en la red TCP/IP.
- *Bus*: Enlace común, vía de interconexión.

### C

- *CA*: Corriente Alterna.
- *CC*: Corriente Continua.
- *CIM*: Computer Integrated System (Manufactura integrada por computadora).
- *CPU*: Central Processing Unit (Unidad central de procesamiento).

### D

- *DIN*: Es el acrónimo de Deutsches Institut für Normung (en español, Instituto Alemán de Normalización).
- *Dirección IP*: Identificador de 32 bits para cada nodo en la red de protocolo internet.

### E

- *E/S*: Entradas/Salidas.

### G

- *GRIPPER*: Pinza mecánica para sostener objetos.

### H

- *HMI*: Human machine interface (Interfaz Hombre Máquina).

### I

- *IEC*: International Electrotechnical Commission: organización internacional encargada de la normalización de productos eléctricos.
- *I/O*: Entradas/Salidas.

## **M**

- *Manufactura*: Consiste en la transformación de materias primas en productos terminados, ya sea de forma manual o mediante máquinas.
- *MODBUS*: Protocolo de comunicaciones.

## **O**

- *ODVA*: Open DeviceNet Vendor Association.

## **P**

- *PID*: Proporcional Integral Derivativo.
- *PLC*: Programmable Logic Controller (Controlador lógico programable).

## **R**

- *Red Ethernet*: Una red de área local diseñada para el intercambio de información a alta velocidad entre computadoras y dispositivos relacionados.

## **T**

- *Tag*: Es el nombre que se le asigna a una variable para identificarla.
- *TCP/IP*: Conjunto de protocolos internet (Protocolo de Control de Transmisión/ Protocolo Internet).



## HOJA DE ENTREGA

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

Sangolquí, a \_\_\_\_\_ de 2009

---

Sr. Franklin Julián Avellán Gómez

171712984-3

---

Sr. Ivan Andrés Mendoza Dávila

171569056-4

---

Ing. Víctor Proaño

DIRECTOR DE CARRERA DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA EN  
AUTOMATIZACIÓN Y CONTROL