

# Capítulo 3

## Interconexiones y programación

Una vez descritos los componentes de la estación se tratará en este capítulo cómo se interconectan entre ellos. Básicamente la banda transportadora y las válvulas del pistón de doble efecto se conectan al PLC FC20 que es quien las acciona.

El conjunto de banda, pistón y cargador por gravedad sirve de complemento para el robot TP-801, es decir, forman un entorno en donde podrá mover la pieza de trabajo, sortear obstáculos y realizar trayectorias que se verían en entornos industriales.

### 3.1. Conexiones eléctricas

Es importante señalar que todas las conexiones eléctricas en la industria que sirven para control de procesos se realizan en paralelo. Este también es el caso de la estación TP-801. La fuente de 24 V suministra energía directamente al PLC FC20 y al CompactRIO como se muestra en la Figura 3.1. Los dos componentes están protegidos por pastillas que conmutarán si la corriente sobrepasa 1 A.

Ahora bien, lo que interesa más es saber como se conecta el PLC a los sensores y actuadores de la estación. Para ello podemos enlistar los siguientes elementos:

- Sensores
  - Sensor óptico que activa la banda
  - Sensor óptico que desactiva la banda
  - Sensor óptico frontal del pistón
  - Sensor magnético lateral delantero del pistón
  - Sensor magnético lateral trasero del pistón
- Actuadores
  - Motor de la banda transportadora

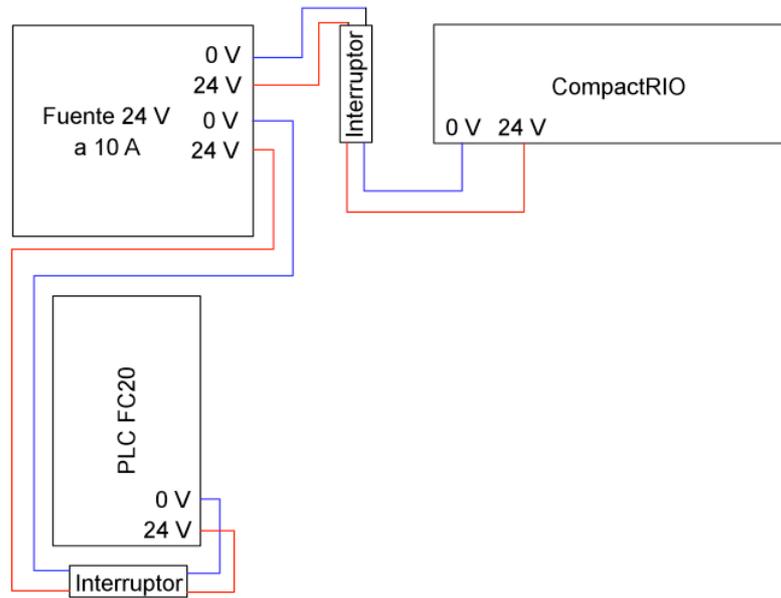


Figura 3.1: Conexiones eléctricas entre la fuente, el PLC FC20 y el CompactRIO

- Electroválvula 5/2 (con dos bobinas de accionamiento)
- Electroválvula 3/2 (con una bobina de accionamiento)

Cada uno de los sensores cuenta con tres cables: dos para la alimentación de 24 V y otro que al ser activado lleva la señal de 24 V generada hacia el PLC. Los cables de alimentación van conectados a un mismo nodo, ya sea de +24 V ó 0 V, formado por clemas con puentes de tornillo. En cambio los actuadores sólo cuentan con dos cables: uno conectado a la alimentación de 0 V del PLC y otro a cada salida del mismo en espera de la señal que lo active a excepción de la electroválvula 3/2 que va conectada al módulo NI 9474 del CompactRIO.

## 3.2. Conexiones neumáticas

Al describir los componentes neumáticos en el Capítulo 2 se explicó brevemente el lugar al que iba conectado cada uno de ellos. De manera formal las conexiones de este equipo se muestran en la Figura 3.2

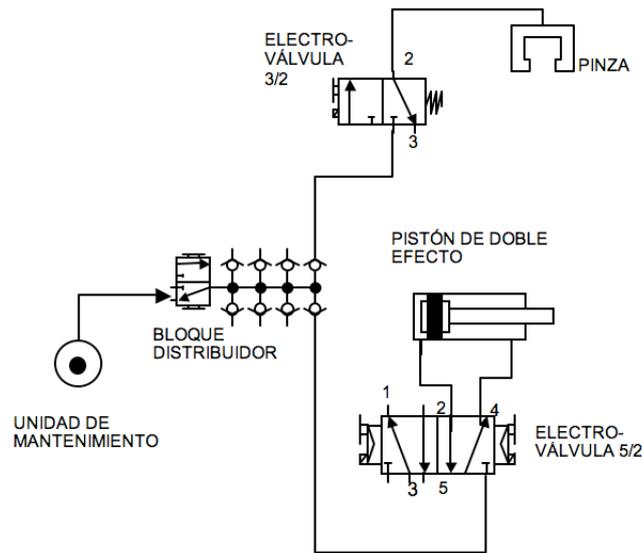


Figura 3.2: Diagrama neumático de la estación (obtenida de [4])

Este circuito neumático es básico en la industria y es exactamente el mismo que se utilizaba en la antigua estación, sólo que esta vez es controlado mediante el PLC FC 20. La manera en como se accionan la pinza y el pistón se muestra en las Figuras 3.3 y 3.4.

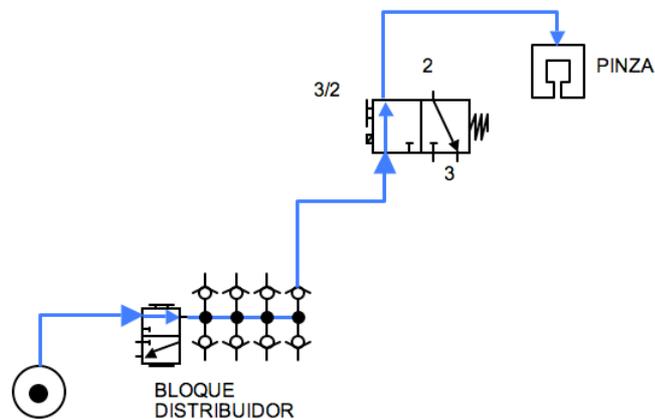


Figura 3.3: Diagrama neumático de la pinza accionada (obtenida de [4])

La principal precaución que debemos tener es asegurarnos de que la presión en la unidad de mantenimiento esté fijada en 3.8 bar y que la válvula de corredera manual del bloque distribuidor esté en la posición de encendido antes de comenzar a trabajar.

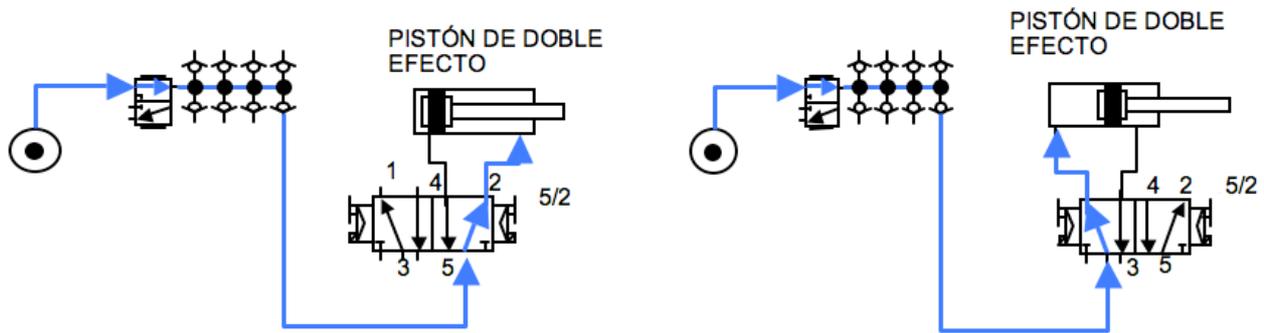


Figura 3.4: Diagrama neumático del pistón accionado (obtenida de [4])

### 3.3. Programación y conexión del PLC FC20

Existen varias formas de programar los PLC's. La más utilizada es el Lenguaje de Escalera o Ladder y se realiza de manera similar al diseño de un circuito eléctrico con relevadores. El diagrama se crea entre dos líneas verticales dispuestas en los márgenes del esquema que representan la alimentación del circuito. Sus elementos pueden colocarse sobre líneas horizontales o ramales conectados entre ellos por líneas ya sean horizontales y verticales. Hay que tomar en cuenta algunas reglas para realizar este tipo de programación:

1. Cada ramal puede contener como máximo seis elementos del circuito en posiciones determinadas.
2. En las cinco primeras posiciones pueden disponerse sólo contactos y en la última solamente bobinas.
3. Cada ramal debe subdividirse en dos zonas: la zona condicional y la zona ejecutiva. La primera contiene todas las condiciones para realizar una acción determinada, y la segunda, contiene todas las acciones a realizar cuando estas se cumplen
4. El máximo número de ramales paralelos permitidos es cuatro.
5. Las bobinas pueden conectarse en paralelo pero deben tener una sola entrada en común.

Esto es igual a lo que sucede en un circuito eléctrico: una carga representa la parte ejecutiva de un ramal, y los contactos en serie o en paralelo de tipo normalmente cerrados o abiertos, representan la parte condicional.

Aparte de entradas y salidas existen otro tipo de operandos en la mayoría de los PLC's que nos ayudan a realizar muchas mas acciones que si solamente se programara con contactos y bobinas. Estos son las banderas, los temporizadores y los contadores.

### **Banderas**

Las banderas son alocaiones auxiliares que no tienen relación física con algún componente. Son de uso interno y generalmente se usan cuando se necesita hacer referencia de un sensor o actuador en alguna parte del programa

### **Temporizadores**

Los temporizadores se utilizan generalmente para retrasar la ejecución de alguna parte del programa. La inicialización de un tiempo se efectúa utilizando una bobina de temporización e introduciendo como operando una sigla válida para temporizador. Existen dos tipos de temporizadores. El primero es el de retardo a la desconexión y su función es desactivar alguna parte ejecutiva del programa una vez finalizado el tiempo asignado al temporizador. El segundo es el de retardo a la conexión y activará la zona ejecutiva sólo hasta haberse cumplido el tiempo asignado.

### **Contadores**

Los contadores se utilizan generalmente para estimar la cantidad de ocurrencias de un evento. Las operaciones de conteo se programan utilizando distintos tipos de bobina y haciéndoles corresponder operandos válidos de contadores. Se pueden efectuar conteos tanto hacia adelante como hacia atrás. Para el accionamiento de la estación TP-801 no se utilizan contadores.

#### **3.3.1. Simbología de programación**

La simbología en la programación de un PLC es bastante amplia, en este caso sólo se utilizan los símbolos mostrados en la Tabla 3.1. Una vez conocidos estos símbolos se puede definir la lista de localidades de memoria que asigna a cada sensor y actuador una entrada o salida del PLC. Esto es muy importante ya que los registros internos trabajaran con una y sólo una localidad de memoria asignada y es fundamental que ésta coincida con el sensor o actuador conectado. Esta lista se define en las Tablas 3.2 y 3.3.

#### **3.3.2. Programa**

Se procede a continuación a realizar el programa final que activa el pistón y la banda. Cabe mencionar que se diseñó un programa muy sencillo y que es solo uno de los que se pudieron haber implementado. Su único objetivo es que cuando la pieza de trabajo (transportada por el robot) sobrepase algún sensor, éste active o desactive su correspondiente actuador.

Las acciones que se puede ver realizar a la estación de trabajo gracias a este programa son las siguientes:

Símbolos utilizados en el accionamiento de la estación	
Símbolo	Nombre
	Contacto normalmente abierto
	Contacto normalmente cerrado
	Bobina directa
	Bobina de set
	Bobina de reset
	Temporizador

Tabla 3.1: Simbología para el PLC FC20

Entradas	
Sensor	Alocación de memoria
Sensor óptico al inicio de la banda	I0.0
Sensor óptico al final de la banda	I0.1
Sensor óptico frontal del pistón	I0.2
Sensor magnético lateral delantero del pistón	I0.3
Sensor magnético lateral trasero del pistón	I0.4

Tabla 3.2: Tabla de localidades de memoria para las entradas

1. Se deja caer manualmente la pieza de trabajo por la parte superior del cargador por gravedad.
2. Al llegar a la parte inferior del cargador por gravedad, el pistón de doble efecto la empuja fuera de éste.
3. El robot recoge la pieza y la lleva hacia el inicio de la banda transportadora.
4. La banda se acciona y lleva la pieza a su otro extremo.
5. La banda se desactiva.
6. El robot recoge la pieza de trabajo nuevamente y la lleva hacia la parte superior del cargador por gravedad.
7. El robot suelta la pieza y la deja caer por el cargador.

Salidas	
Actuador	Alocación de memoria
Motor de la banda	O0.0
Bobina 1 de la válvula 5/2	O0.1
Bobina 2 de la válvula 5/2	O0.2

Tabla 3.3: Tabla de localidades de memoria para las salidas

8. El proceso vuelve a iniciar.

El programa final puede verse en las Figuras 3.5 y 3.6.

A continuación se explicará brevemente lo que hace cada línea de este programa y como interactúa con los la pieza de trabajo.

- Línea 1

Al activarse el sensor óptico marcado por I0.0 querrá decir que la pieza de trabajo habrá llegado al inicio de la banda, entonces se activará el temporizador con retardo a la conexión TON4. Este dura 20 s. Sin embargo, si está encendido el sensor frontal del pistón marcado por I0.2 se abrirá su correspondiente contacto inhabilitando la acción anterior. De esta manera se evita que la banda y el pistón trabajen al mismo tiempo. El factor de conversión para los temporizadores en el PLC FC20 es 100, de ahí la marca de V2000 en el símbolo del temporizador TON4 que se aprecia en la Figura 3.5.

- Línea 2

Con una bandera se hace referencia al temporizador TON4 de la primera línea. Al acabarse los 20 s, mismos que son aprovechados por el robot para colocar la pieza y desplazarse hacia arriba, se activará el motor de la banda marcado por O0.0 el cual permanecerá encendido moviendo la banda gracias a la acción de SET que se seleccionó.

- Línea 3

Al activarse el sensor óptico marcado por I0.1 querrá decir que la pieza de trabajo habrá llegado al final de la banda y se desactivará el motor que la mueve por medio de la acción de RESET que se seleccionó en la bobina O0.0.

- Línea 4

Si se activan el sensor óptico en la parte frontal del pistón (I0.2) significará que la pieza de trabajo habrá caído por el cargador y que se encuentra frente a él. Además deberá estar accionado su sensor magnético trasero (I0.4) para garantizar que el pistón se encuentra en la posición inicial (adentro). Cumplidas estas condiciones se activará el temporizador de retardo a la desconexión TON0 con una duración de

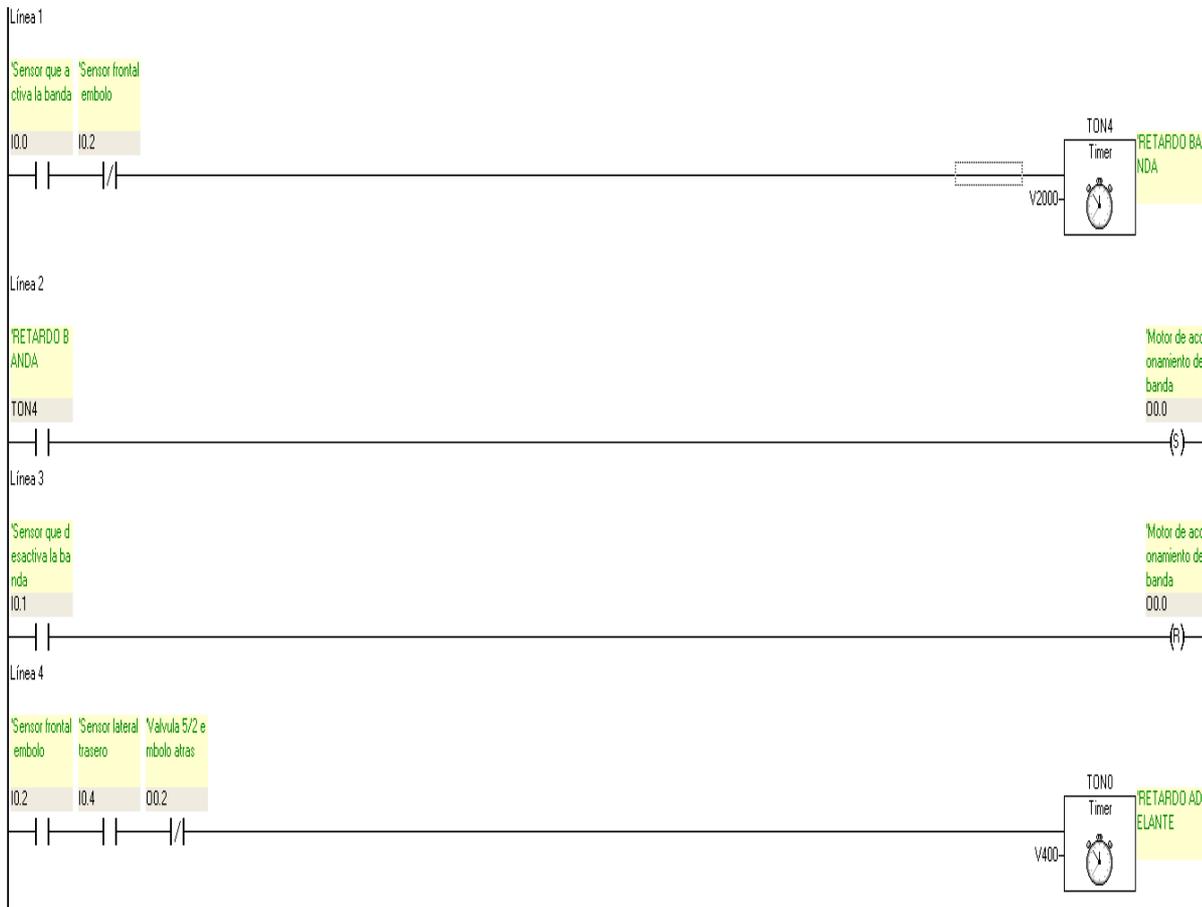


Figura 3.5: Programa en lenguaje de escalera para la estación (Parte1)

cuatro segundos. Este retardo solo se incluyó para que la pieza termine de caer y no se atore al ser empujada por el pistón. Además se toma otra precaución similar a la de la Línea 1: si la bobina de la válvula que lleva el pistón hacia atrás (O0.2) está encendida no se podrá accionar el temporizador. Esto garantiza que las bobinas de la electroválvula no estén encendidas al mismo tiempo.

- **Línea 5**  
Con una bandera se hace referencia al temporizador TON0 de la línea anterior, el cual al terminar los cuatro segundos asignados activará la bobina de la electroválvula 5/2 marcada por O0.1 que hace que el pistón vaya hacia adelante y empuje a la pieza de trabajo.
- **Línea 6**  
Una vez que el pistón haya llegado adelante activará al sensor magnético marcado por I0.3 mismo que activará al temporizador con retardo a la desconexión TOFF2.

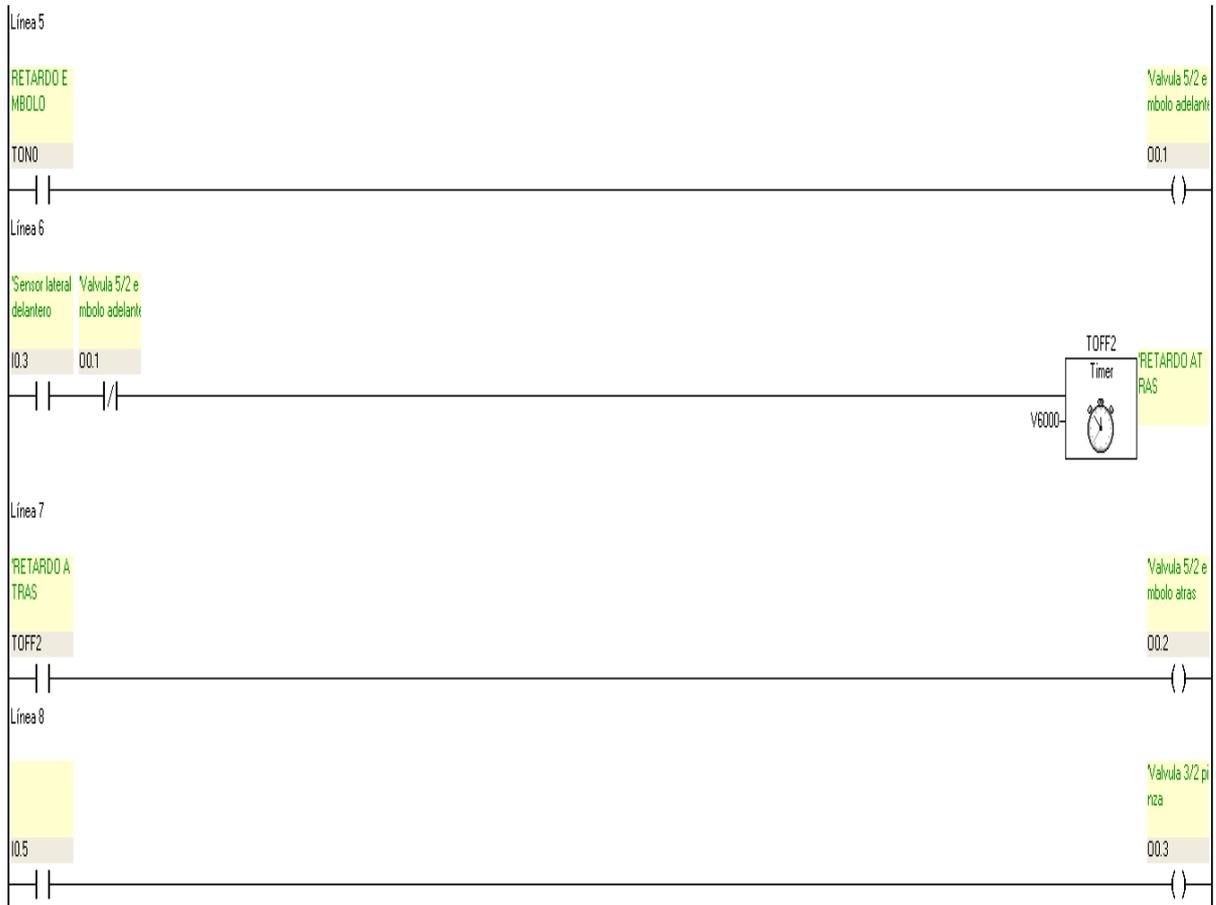


Figura 3.6: Programa en lenguaje de escalera para la estación (Parte 2)

- **Línea 7**

Se hace una referencia al temporizador TOFF2 de la línea anterior mediante una bandera. Al accionarse esta hará que el pistón vaya hacia atrás inmediatamente después de haber llegado adelante y esperar 60 s antes de volver a salir ya que se cumplirán de nuevo las condiciones de la Línea 4. Esta espera es para darle tiempo al robot de bajar por la pieza y volver a levantarla. Una vez que ésto pase el sensor óptico del pistón se habrá desactivado y las condiciones de la línea 4 no se cumplirán haciendo que el pistón permanezca atrás en espera de que la pieza vuelva a caer por el cargador.
- **Línea 8**

Esta línea es de reserva en caso de que se añada otro robot a la estación y se necesite la ranura ocupada por la tarjeta NI 9474. Al detectar la pieza algún sensor óptico colocado en la pinza éste activará la electroválvula 3/2 que a su vez hará que la pinza se cierre. Aún faltaría agregar otras líneas de código ya que la válvula se debe

configurar (setear) y reinicializar (resetear), pero ya que no se utiliza actualmente, se dispondrá hacerlo en trabajos futuros

Como se dijo anteriormente este programa es muy sencillo, se pueden implementar otros más avanzados pero eso dependerá de los requerimientos de los futuros usuarios del equipo.

### 3.3.3. Conexiones

Una vez descargado el programa en el PLC mediante su cable de comunicaciones es necesario conectar los sensores y actuadores que ha de activar. Se procede a continuación a explicar las conexiones necesarias tanto para alimentar el PLC como para los sensores y actuadores de la estación.

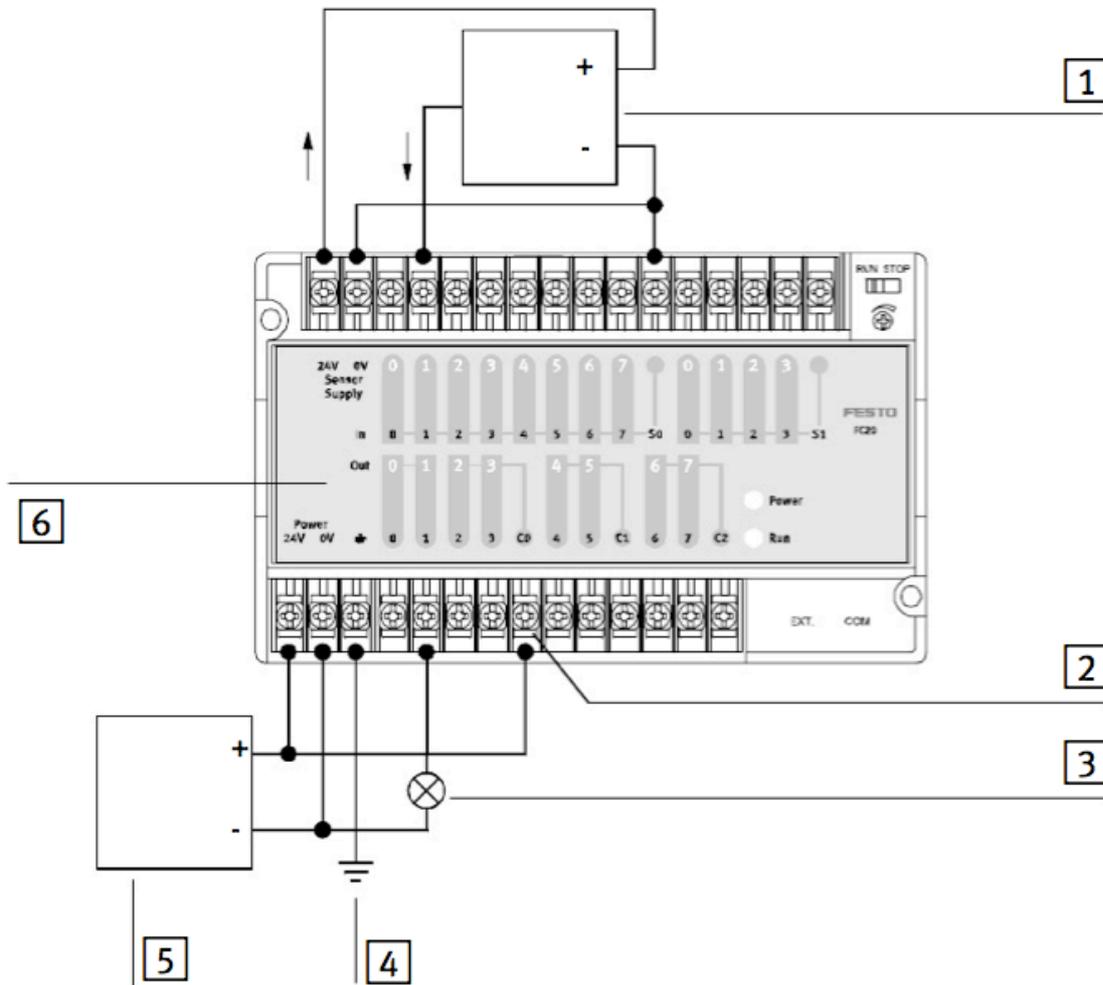


Figura 3.7: Conexión del PLC FC20 (obtenida de [6])

Si nos basamos en la Figura 3.7 tenemos que

- 1 Sensor
- 2 Conexión común C0 para la salida 0.0 hasta 0.3
- 3 Actuador
- 4 Tierra
- 5 Fuente de 24 V
- 6 PLC FC20

El sensor 1 y el actuador 3 están conectados a la entrada 1 y salida 1 respectivamente. Físicamente estos elementos son el sensor que activa la banda y la bobina de la electroválvula 5/2 que hace que el pistón vaya hacia adelante. Las conexiones quedan como se muestra en la Tabla 3.4.

Conexiones de sensores y actuadores al PLC FC20	
Elemento	Borne del PLC
Sensor óptico al inicio de la banda	IN 0
Sensor óptico al final la banda	IN 1
Sensor óptico frontal del pistón	IN 2
Sensor magnético lateral delantero del pistón	IN 3
Sensor magnético lateral trasero del pistón	IN 4
Motor de la banda	OUT 0
Bobina 1 de la válvula 5/2	OUT 1
Bobina 2 de la válvula 5/2	OUT 2

Tabla 3.4: Conexiones físicas del PLC FC20

Vemos que esta asignación coincide con las lista de localidades de memoria de las Tablas 3.2 y 3.3, lo que era de esperarse.

Si se compara la Figura 3.7 con la Tabla 3.4 se observa que se tienen libres seis bornes de entrada y cinco bornes de salida, lo cual será una ventaja si en el futuro se requiere agregar más componentes que vayan a ser controlados por el PLC.

La principal precaución que debe considerarse es tener mucho cuidado en no hacer algún corto circuito en las conexiones del PLC ya que eso supondría un daño en el equipo.

### 3.4. Resumen

Se ha revisado en este capítulo una muy breve descripción de lo que implica habilitar el pistón de doble efecto y la banda transportadora de la estación, mismos que son complementos del robot TP-801. Esto se logró remplazando el antiguo PLC FPC 404 por el FC20 y haciendo una extensa búsqueda tanto en las empresas que lo fabricaron como en manuales e internet. Finalmente se ideó disponer el equipo de manera que su uso resulte lo más sencillo posible y que su activación no lleve más pasos que accionar las pastillas protectoras de la celda para suministrarle energía.