



UNIVERSIDAD DE JAÉN

1er curso de Ingeniería en Organización
Industrial:

Automatización de Procesos Industriales

Práctica 4^a:

Electroneumática /
Entradas y salidas del S7-314.

PRÁCTICA ELECTRONEUMÁTICA

Mando Electroneumático Simultáneo.

Analizar y montar el automatismo electroneumático para el mando de una cortadora accionada por un cilindro neumático. Se empleará un esquema de mando eléctrico de seguridad de manera que el operario que maneja la máquina tenga ocupadas sus dos manos sobre los pulsadores de marcha cuando la cuchilla descienda. La cuchilla descenderá y ascenderá lentamente.

La cuchilla no debe bajar si el intervalo entre la pulsación de ambos pulsadores es superior a dos segundos.

1.1.1 Objetivos y conceptos fundamentales

Esta práctica introduce los esquemas electroneumáticos, cuyos actuadores finales son neumáticos, típicamente cilindros, pero que incorporan componentes eléctricos en el mando de las válvulas distribuidoras. Son elementos distintivos de este tipo de mando: las electroválvulas que reciben órdenes provenientes del mando eléctrico para realizar acciones que se manifiestan en el esquema neumático; los captadores de señal eléctricos, más variados que los neumáticos, que recogen información del sistema neumático y se la comunican al mando eléctrico; y los presostatos que, mediante la conmutación de sus contactos, informan al mando eléctrico sobre la presencia o no de aire a presión en determinados puntos del esquema neumático.

Suele encomendarse al mando eléctrico la elaboración de las órdenes que hay que dar en función de las señales de mando y señal; esto es, el mando eléctrico estará formado por una combinación lógica de los pulsadores, conmutadores y captadores de señal que da como resultado la decisión de actuar sobre los cilindros.

1.1.2 Material necesario

- 1 unidad de acondicionamiento (filtro + regulador de presión).
- 1 válvula 3/2 accionamiento manual con enclavamiento.
- 1 cilindro de doble efecto
- 1 electroválvula 4/2 con retroceso a la posición de reposo por resorte.
- 2 reguladores de flujo unidireccionales.
- 2 pulsadores de marcha NO
- 1 temporizador eléctrico con retardo a la conexión + 1 contacto auxiliar NC.
- 3 relés de conmutación con dos contactos NO y alimentación de 24 Vdc

1.1.3 Descripción del proceso

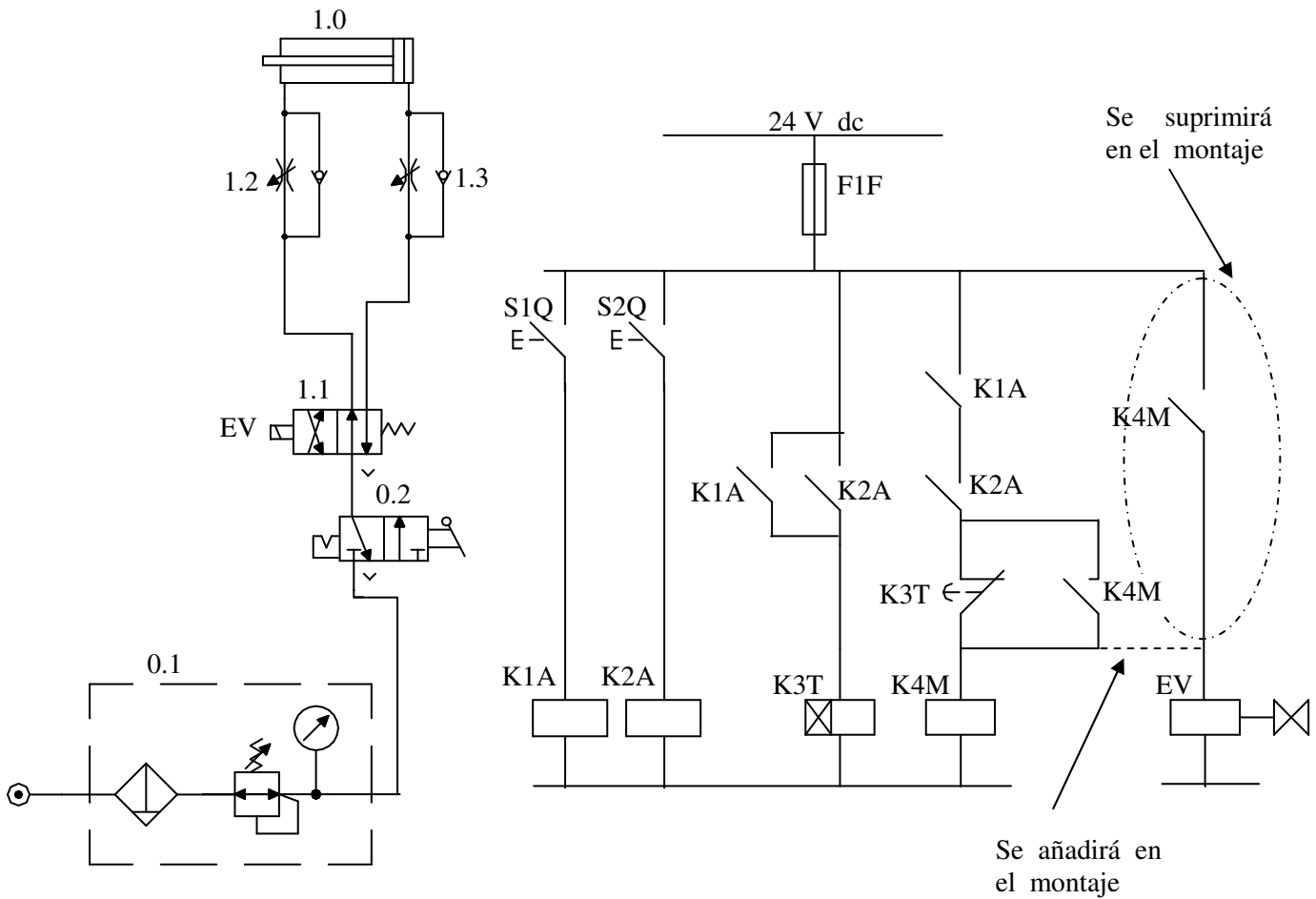
Se trata del mando electroneumático de un cilindro de doble efecto por medio de un distribuidor 4/2 pilotado por una electroválvula y con retroceso a la posición de reposo por resorte.

Una vez accionada la válvula 0.2 queda el circuito alimentado de aire a presión. Accionando de manera simultánea los pulsadores SI +SD la cuchilla descenderá lentamente debido a la acción del regulador unidireccional de caudal 1.2.

Si se sueltan uno o ambos, se deberá llevar la cuchilla a su posición superior, para lo que la válvula 1.1 conmuta su posición provocando el ascenso de la cuchilla, también a velocidad lenta.

El temporizador evitará que la cuchilla descienda si el intervalo entre la pulsación de ambos pulsadores es superior a dos segundos.

1.1.4 Esquemas

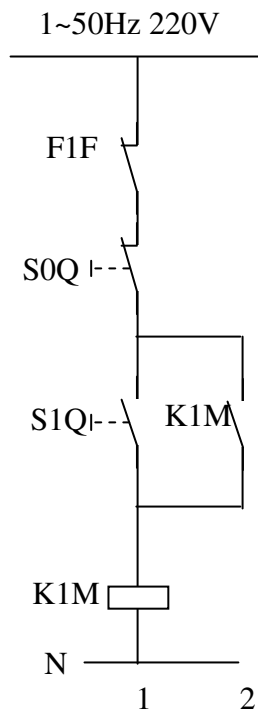


Entradas y salidas digitales en el autómatas S7-300

Los autómatas programables deben interactuar con el proceso, recibiendo las señales de entrada de los captadores y elementos de control y dando lugar a las salidas que serán ejecutadas por los órganos correspondientes. Para hacer llegar esta información al módulo de señales de entrada y para hacer llegar asimismo dichas órdenes desde el módulo de salida es necesario:

- saber qué entradas y salidas están disponibles
- asignar a cada entrada y salida una dirección de memoria (p.ej. se puede asignar a un pulsador de paro la entrada E4.1)
- saber las características de dicho módulo, y finalmente
- conectar captadores, elementos de control y actuadores a los bornes asociados a las correspondientes entradas y salidas.

Para visualizar esto, se considerará el ejemplo del arranque directo de un motor de inducción. Se pretende sustituir el esquema cableado del circuito de mando por un automatismo programado en el S7-314 disponible en el laboratorio.



a) En el caso del autómatas empleado en estas prácticas las entradas digitales se encuentran direccionadas desde 4.0 hasta 4.7 y desde 5.0 hasta 5.7. Las salidas digitales se direccionan desde 8.0 a 9.7

b) Las entradas que han de llegar al autómatas son únicamente las correspondientes al estado del relé térmico, al pulsador de paro y al de marcha. Se asignará, por ejemplo:

- Relé térmico: E4.0
- Pulsador de paro: E4.1
- Pulsador de marcha: E4.2
- Dado que la autorretención se hará por software (sin necesidad de contactos auxiliares de K1M), no es necesaria otra entrada para la rama del circuito 2

Solamente es necesaria una salida, la que debe hacer actuar al contactor K1M. Se le asignará la dirección A8.0

c) En cuanto a las características del módulo de entradas digitales, estas dependen del modelo instalado. Del que se dispone en el laboratorio es para entradas de tensión continua de 24 V. En la figura 1 se representa el bornero (a la izquierda) y una representación del cableado que habría que realizar externamente (es un dibujo que se encuentra en la cara interior de la tapa). Este dibujo nos indica que podemos hacer llegar un nivel alto en una entrada (digamos p.ej la E4.2) de dos formas:

c.1. Conectando una diferencia de tensión *próxima* a 24 V entre el borne correspondiente a la entrada E4.2 (borne 4) y el terminal M (borne 20). Sería el caso de disponer de fines de carrera inductivos, capacitivos o fotoeléctricos. En

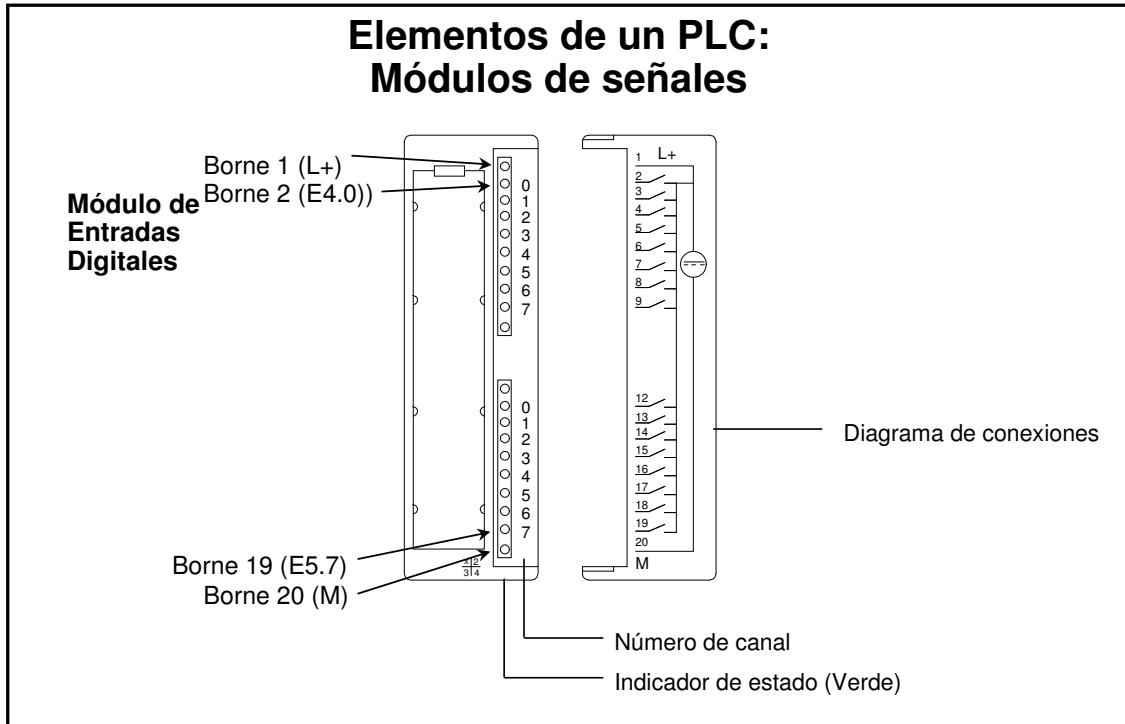
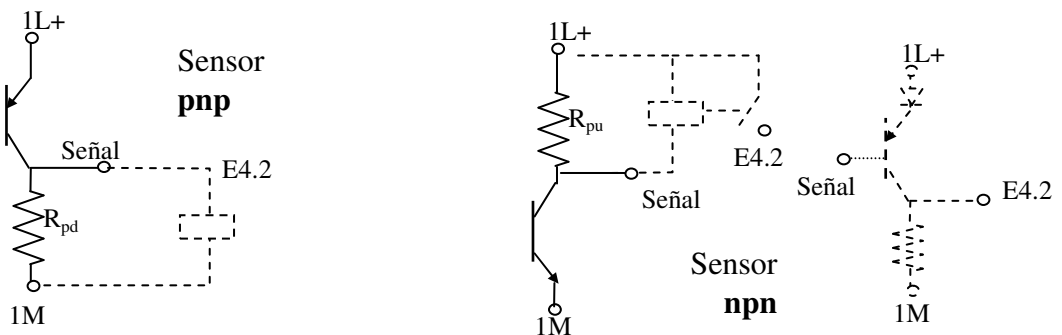


Figura 1. Módulo de entradas digitales

este caso habrá que prestar atención a si el sensor es de tipo pnp o npn. Para el primer caso la conexión interna del sensor es la que aparece a la izquierda de la figura siguiente. Esta disposición obliga a que la carga a activar (en este caso la entrada del autómata) se tenga que disponer entre el contacto Señal de salida y tierra. Esto es así a menos que la impedancia de la carga sea mucho mayor que la resistencia de Pull-down, en cuyo caso no es necesario disponer la carga en paralelo con dicha resistencia. Por tanto, para llevarlo como entrada al autómata, se conectará el cable de 0V del sensor (generalmente azul) a la conexión 1M del autómata, el cable de alimentación del sensor (generalmente marrón) a la conexión 1L+ del autómata y la salida de Señal del sensor a la entrada correspondiente (E4.2). Para el caso npn, la disposición es la de la derecha, y la conexión de una carga hay que realizarla entre el positivo de la fuente y la Señal de salida. En el caso del módulo de entradas digitales del laboratorio, internamente al autómata la entrada está conectada a tierra a través de una resistencia y de un fotodiodo, y su impedancia no es excesivamente elevada. No se puede conectar la entrada entre la señal y tierra sino que la carga ha de estar en paralelo con la resistencia de pull-up. Una opción sería la de emplear un relé o transistor pnp como salida.



c.2. Disponiendo una fuente de tensión de 24 V entre L+ (borne 1) y M, y cortocircuitando los bornes 1 y 4 (con un contacto que cuando queramos introducir un nivel alto habrá de estar cerrado); en este caso, para disponer dicha fuente de 24 V es suficiente con llevar sendos cables a los bornes L+ y M que se encuentran en el módulo de la fuente de alimentación (ver figura 2). Este caso es el más empleado.

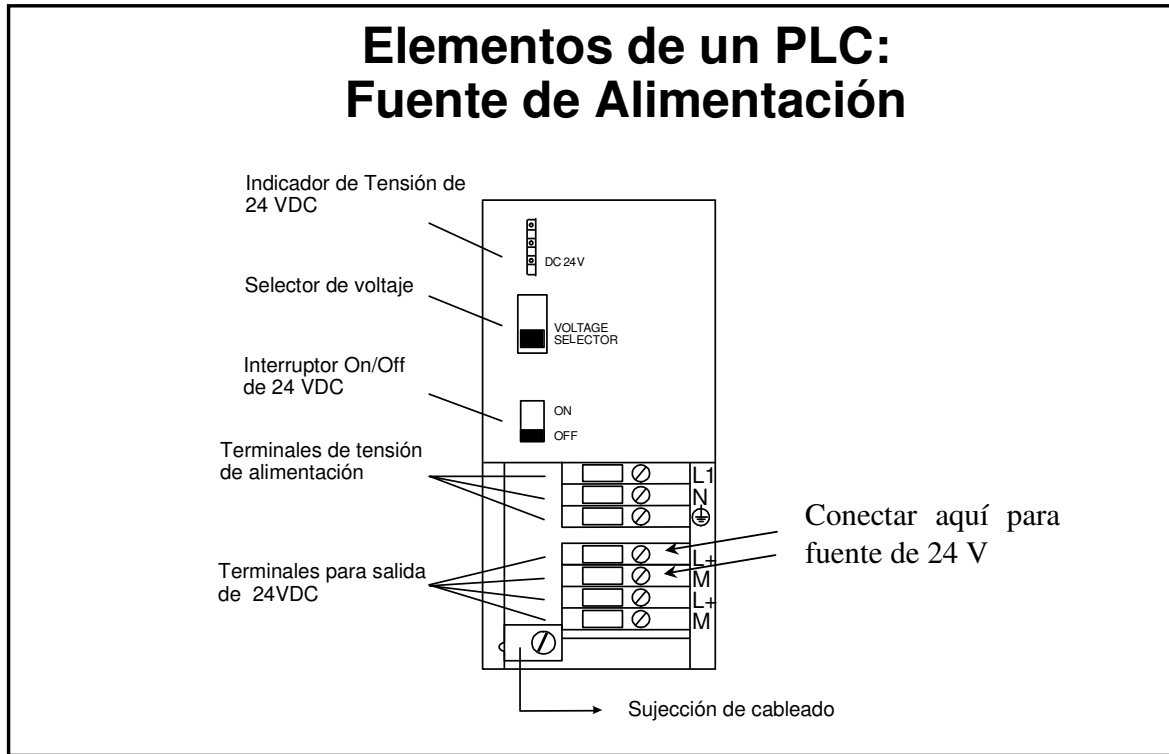
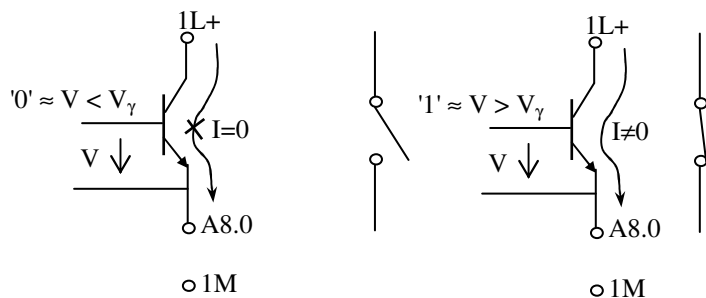


Figura 2. Fuente de alimentación

Por otro lado, para conectar las salidas también habrá que conocer las características del módulo de salidas. Estas se muestran, para el módulo que se encuentra en el laboratorio, en la figura 3.

En este esquema se dan las indicaciones para conectar los actuadores. Hay que tener en cuenta que una salida (p.ej A8.0) puesta a '1' lógico tiene el efecto de conectar unidireccionalmente (por medio de un transistor) 1L+ (borne 1) con el borne correspondiente a esa salida (en el ejemplo de salida A8.0, sería el borne 2). La conexión unidireccional se refiere a que de una forma simplificada se puede representar la salida como



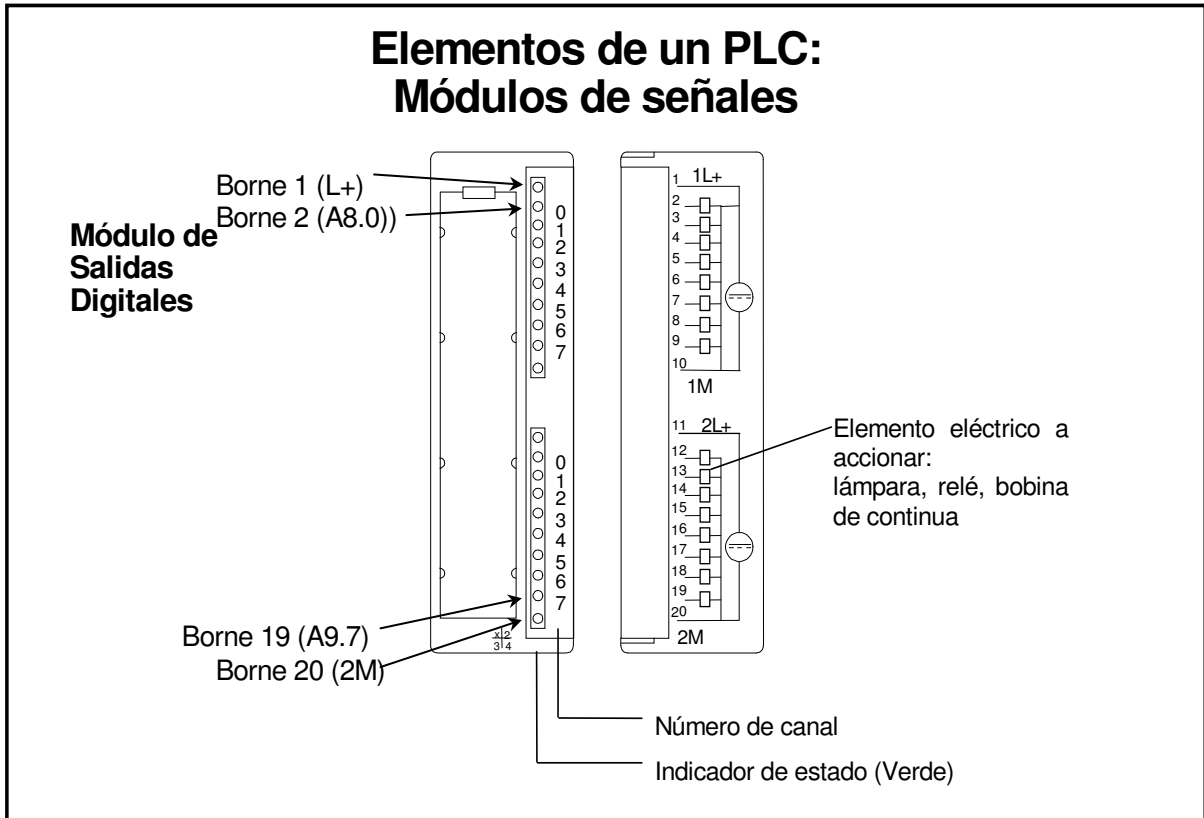
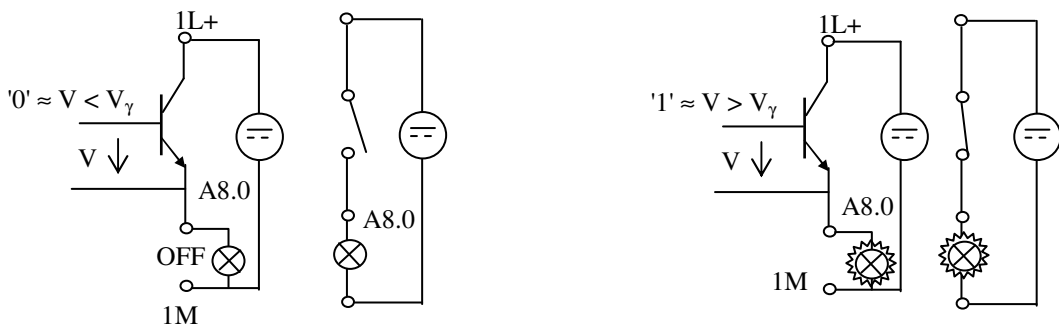


Figura 3. Módulo de salidas digitales

Es decir, conectando 1L+ a uno de los bornes L+ de la fuente de alimentación y el borne 1M al borne M que hay debajo (en la fuente de alimentación), y disponiendo una lámpara entre el borne 2 (A8.0) y 1M, se tendría que cuando la salida A8.0 estuviera a nivel alto por programación, se tendría que el borne 2 estaría a un potencial próximo a 24 V respecto a 1M y la bombilla luciría. Si está a nivel bajo, la tensión sería próxima a 0V respecto a 1M y la bombilla no luciría.



En el caso del arranque directo, la salida debe actuar sobre la bobina del contactor. Si la bobina del contactor debe ser excitada por una corriente alterna, el hecho de que la conexión sea unidireccional impide que en las semiondas negativas de la curva de tensión exista paso de intensidad. Por tanto, este tipo de salidas sólo sirve para conectar elementos que se alimentan de corriente continua. Una solución sería que la salida

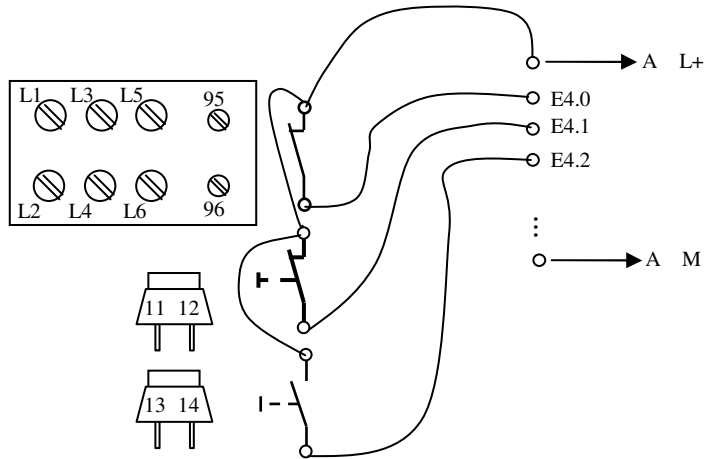
actuase sobre un pequeño relé con bobina accionada a 24 V de continua y que al cerrarse los contactos normalmente abiertos del relé, se produzca la alimentación alterna de la bobina del contactor.

Para evitar estos artificios, existen módulos de señales digitales con salida a relé, que ya incorporan dicho relé internamente, y por tanto permiten la conducción en ambos sentidos, y también módulos de señales digitales para tensiones alternas (120 y 220 V) de conmutación electrónica (igual que los primeros), pero que también permiten la conducción para tensiones negativas.

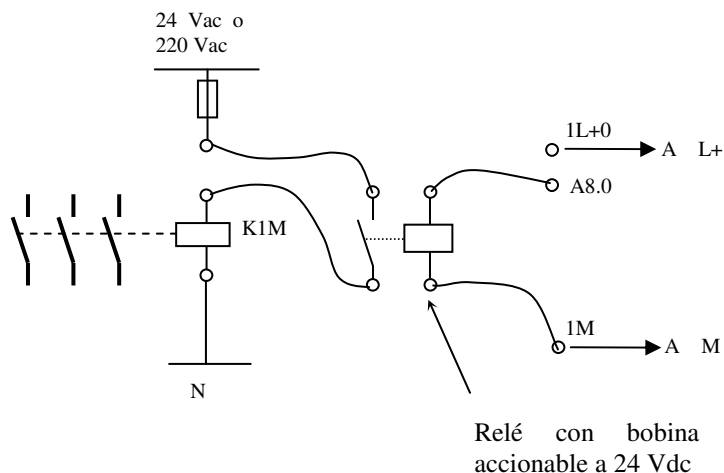
d) Con esta información ya se puede realizar la conexión de las entradas y salidas.

Sin embargo, para lo que sería la programación del autómatas será necesario saber de qué tipo son los contactos correspondientes al contacto auxiliar del relé térmico, al pulsador de marcha y al pulsador de paro. Se supondrá en principio que los contactos del térmico son normalmente cerrados, es decir, será un contacto cerrado si no existe sobrecarga y se abrirá cuando se produzca. Para el pulsador de paro y de marcha, se prefiere que sean normalmente cerrado y normalmente abierto, respectivamente.

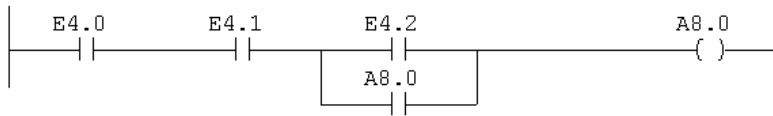
Las conexiones que habrá que hacer para las entradas son:



La conexión de la salida sería



Con esta elección del estado de los contactos de entrada, el programa en KOP que habría que introducir en el autómatas sería:



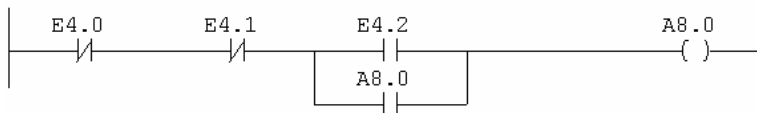
Su traducción a lenguaje AWL sería:

```

U  E  4.0
U  E  4.1
U(
O  E  4.2
O  A  8.0
)
=  A  8.0
    
```

Nótese que los contactos lógicos que deben emplearse al programar el automatismo en lenguaje KOP no se corresponden exactamente con los empleados en lógica cableada, sino que dependen del tipo de contacto físico asociado a la entrada.

Por ejemplo, si se hubiese utilizado un contacto normalmente abierto tanto para el relé térmico como para el pulsador de paro, el programa sería:



```

UN  E  4.0
UN  E  4.1
U(
O  E  4.2
O  A  8.0
)
=  A  8.0
    
```

Entradas y salidas analógicas en el autómata S7-300

1. Conexiones

El autómata programable con el que se trabaja en el laboratorio tiene un módulo de entradas (4) y salidas (2) analógicas con una resolución de 8 bits y es el que se presenta en la figura 1.

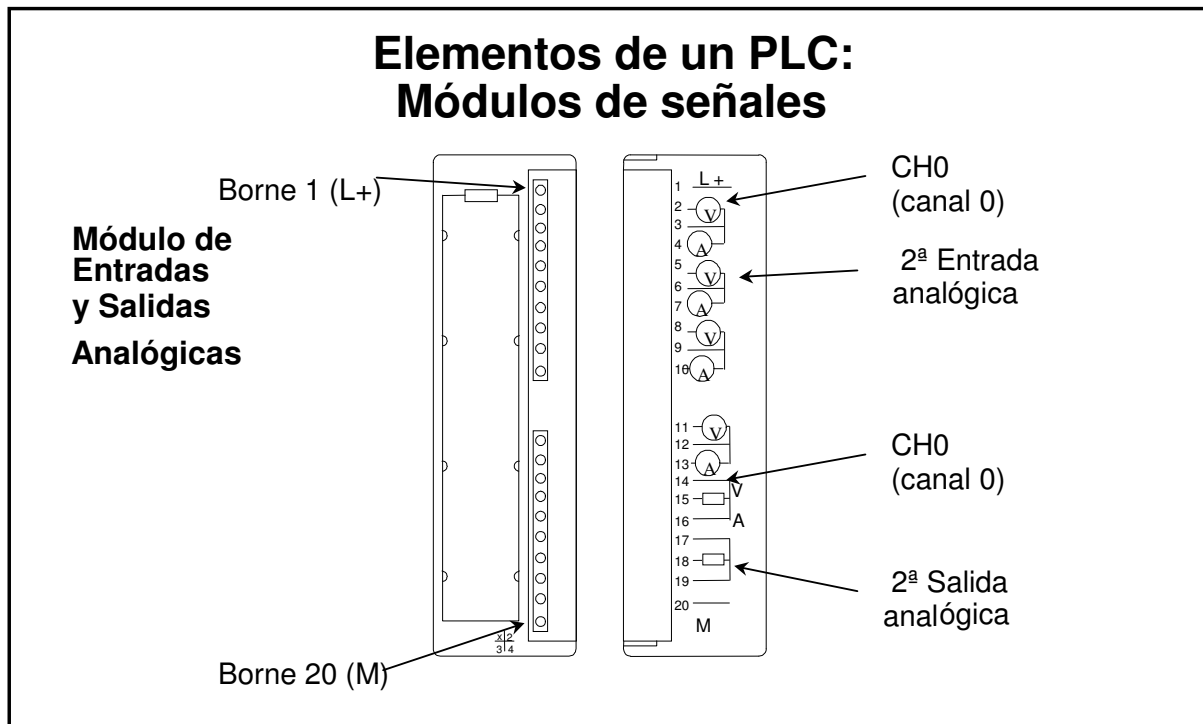
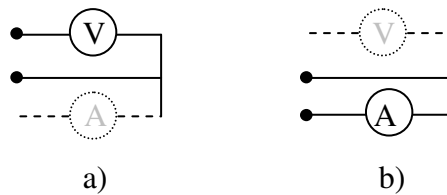


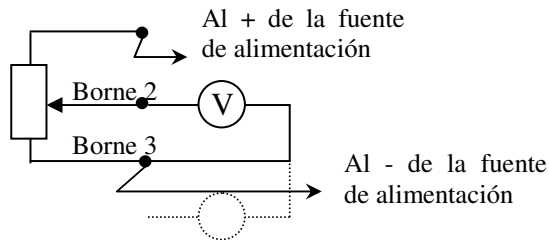
Figura 1. Módulo de salidas analógicas

Tanto las entradas como las salidas pueden funcionar con tensión o con intensidad. El rango para la tensión es de 0 a 10 V, tanto para la entrada como para la salida. El rango para la intensidad es de 0 a 20 mA.

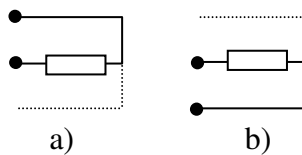
Las entradas analógicas estarán conectadas a captadores que transforman una determinada señal continua correspondiente a una magnitud física (nivel, caudal, presión, tensión, intensidad, temperatura) en unos niveles de tensión o intensidad en el rango de 0 a 10 V para la tensión y de 0 a 20 mA para la intensidad. En el caso de captadores que dan como salida una diferencia de tensión entre dos terminales, deberán ser conectados en paralelo, en la posición a), mientras que si el captador da como salida una intensidad, deberá conectarse en serie, tal como se indica en b).



En el autómatas que se encuentra en el laboratorio, para simular el captador con salida de tensión, se introduce un reostato, conectado de la forma:



En cuanto a la salida, dependerán de la señal que espera el actuador. Si es una señal de tensión lo que espera, se conectará en paralelo, en la posición a), y si es una señal de intensidad lo que espera, se conectará en serie, en la posición b) .



2. Resolución

Se ha comentado que las entradas y salidas del módulo de señal con el que se va a trabajar en el laboratorio tiene una resolución de 8 bits. Esto significa que la precisión será:

- para las entradas y salidas en tensión: $10 / 2^8 = 0.04 \text{ V}$
- para las entradas y salidas en intensidad: $10 / 2^8 = 0.08 \text{ mA}$

En realidad, para las entradas y salidas se aceptan valores hasta 11.759V y 23.516mA, correspondiendo estos valores a 7EFFh, y los diez voltios y veinte miliamperios corresponden a 6C00h (27648₁₀) . En este caso, la precisión teórica sería de 0.046 V para la tensión y de 92 μA para la intensidad.

Sin embargo, es normal y conveniente limitar dichos valores a 10 V y 20 mA y no usar los valores superiores.

Si el módulo de entradas y salidas analógicas está en el *slot* para el primer módulo de señal, a las entradas analógicas le corresponderán las posiciones 256-257, 258-259, 260-261 y 262-263, mientras que a las salidas analógicas le corresponderán las posiciones 256-257 y 258-259. Como se ve, la CPU asigna 2 bytes a cada canal analógico.

Con 2 bytes se podría llegar al número hexadecimal FFFF. En este rango, de 0 a 7FFF serían los valores positivos y de 8000 a FFFF serían valores negativos. Como el rango de entradas y salidas analógicas es de 0 a 10 V, estos valores negativos carecen de sentido, con lo que en realidad se tendrían 15 bits útiles. Al ser un módulo con una resolución de 8 bits, se pierden los siete bits menos significativos (los de menor peso) del canal de 2 bytes que se asigna a cada entrada o salida analógica.

Esto quiere decir que la salida AW (A por ser salida y W porque son 2 bytes) sacará el mismo resultado si le asignamos a esa salida el valor 0101 0101 0000 0000 (21760₁₀ o 5500h) que si le asignamos el valor 0101 0101 0111 1111 (21887₁₀ o 557Fh). Si se trata de una entrada analógica, al no considerar los siete bits menos significativos, siempre se verán valores en la forma 0XXX XXXX X000 0000, es decir YY80h o YY00h.

3. Tratamiento de señales analógicas

Las direcciones analógicas corresponden siempre a datos de 16 bits y se identifican como datos de palabra W. Se accede a ellas en la periferia, no a través de la memoria imagen (como era preferible hacer con las señales digitales): para las entradas se utiliza PEX donde P indica periferia y X identifica el tipo de dato (como son datos de 16 bits se empleará típicamente PEW), y para las salidas, PAX (principalmente PAW).

A continuación se presenta un sencillo ejemplo que lee la señal analógica existente en el canal 0 (bytes 256 y 257), la guarda en la marca de palabra MW 4, la compara con el valor decimal 7000 (que corresponde a $7000/27648 \cdot 10 \text{ V} = 2.53 \text{ V}$), pone un 1 en A8.0 si el valor leído es mayor o igual que el umbral, y pone un 1 en A8.0 si el valor es menor que 7000. La comparación se realiza entre los acumuladores ACCU1 y ACCU2, siendo el procedimiento como sigue:

- Al hacer la primera operación de carga (L PEW 256) se lleva al ACCU1 el valor de PEW 256. La operación de transferencia T no modifica el valor de ACCU1.
- Al hacer la segunda operación de carga (L 7000) se lleva lo que había en ACCU1 a ACCU2 (se lleva PEW 256 a ACCU2) y se carga ACCU1 con el valor 7000₁₀.
- La instrucción >=I compara ACCU1 con ACCU2 y si ACCU2 (PEW 256) es mayor o igual que ACCU1 (7000₁₀), el RLO será 1. En caso contrario, será 0.

```
L PEW 256
T MW 4
L 7000
>=I
= A 8.0
<I
= A 8.1

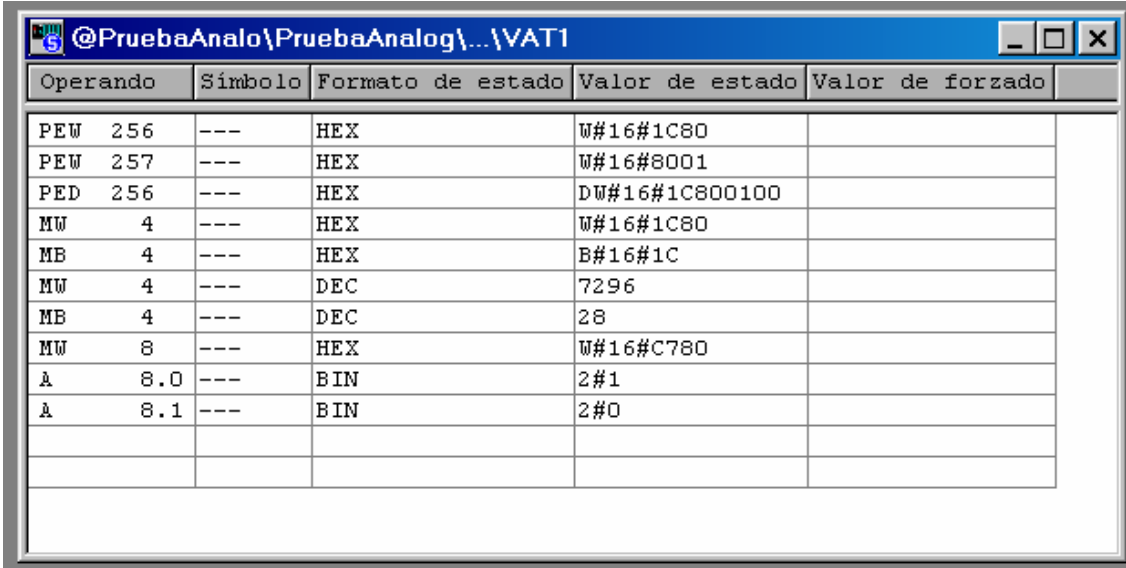
L MW 4
L 7
*I
T MW 8
T PAW 256
```

Después, se recoge (carga) el valor que se encontraba almacenado en MW4 y carga también el valor 7. La operación de multiplicación entre acumuladores funciona de forma igual que la comparación, sólo que ahora el resultado queda almacenado en ACCU1. Este resultado se trasfiere (se guarda) en la posición de memoria MW8 y además, se saca por el canal 0 de salida analógica.

Tabla de variables. Observación de datos

A continuación se presenta la tabla de observación y forzado de variables, que se puede crear desde el *Administrador Simatic*, dentro del grupo *Bloques* donde se encuentra OB1, seleccionando *Insertar* → *Bloque 7* → *Tabla de Variables*.

Se puede elegir el operando y el formato en que se quiere que se presenten los datos.



Operando	Símbolo	Formato de estado	Valor de estado	Valor de forzado
PEW 256	---	HEX	W#16#1C80	
PEW 257	---	HEX	W#16#8001	
PED 256	---	HEX	DW#16#1C800100	
MW 4	---	HEX	W#16#1C80	
MB 4	---	HEX	B#16#1C	
MW 4	---	DEC	7296	
MB 4	---	DEC	28	
MW 8	---	HEX	W#16#C780	
A 8.0	---	BIN	2#1	
A 8.1	---	BIN	2#0	

En el momento en que se capturó la imagen, se había introducido un valor de 1C80h ($7296_{10} = 2.64V$), superior al umbral, por lo que la salida A8.0 debe estar a 1 y la salida A8.1 debe estar a 0. De acuerdo a lo comentado sobre la precisión de la entrada, se ve que esta toma un valor del tipo XY80 o XY00 con $X \in [0,7]$ e $Y \in [0,F]$. Este valor de 2 bytes (1C80h) está almacenado en las direcciones de entrada analógica 256 y 257.

Si queremos observar la palabra de entrada PEW 257, nos dará un valor incoherente, pues estaría sacando lo que existe en las direcciones 257 y 258, esto es, el segundo byte del canal 0 (1C80) y el primer byte del canal 1 (0100).

Por otro lado, la doble palabra PED 256 engloba desde 256 a 259, del que sólo interesan los dos primeros bytes.

Igualmente se visualiza el valor de MW4 que debe ser igual que PEW 256, y el primer byte o byte más significativo. Ambos valores se encuentran representados en decimal y hexadecimal. Con el primer byte (28_{10}) puede bastar para saber el valor de salida, aunque con la mitad de precisión. El valor de salida en función de MB4 sería:

$$28 \cdot 256 \cdot 10 V / 27648 = 2.59$$

Como se ve, pierde precisión, pero sólo se necesita un byte.

Finalmente se tendría en MW8 el valor de la entrada pero multiplicado por 7, es decir, C780h, valor que no se podría sacar por el puerto de salida porque es superior al máximo 7FFFh.