

E.E.T.P. N° 485 “Vicecomodoro Marambio”



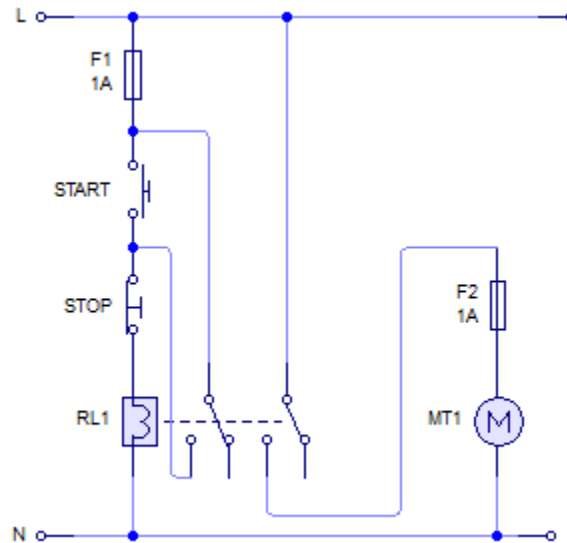
Cuadernillo de Práctica de Automatización
Industrial con lógica programable (PLC)

M.E.T.: Frassi, Lucas

Curso: 601

Los programas a utilizar en este cuadernillo son tres: LOGO!Soft Comfort de Siemens, Zelio Soft 2 de Schneider y Clic02 de Weg.

Práctica 1: arranque directo de un motor



Como vemos en el ejemplo anterior, MT1 (motor 1) se enciende al pulsar START ya que se energiza el RL1 (relé 1) y se accionan sus contactos.

Formas de programación

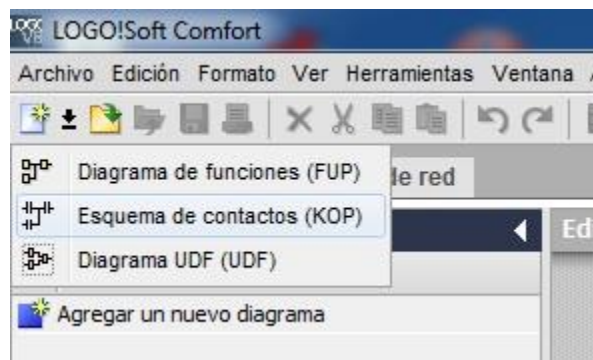
Existen básicamente dos formas de programar. Por un lado la programación directa sin marcas internas, y por otro, la programación con el método GRAFCET (que incluye marcas internas).

Programa sin marcas internas

En este tipo de programación se utiliza directamente en lenguaje ladder (o KOP) sobre las bobinas físicas del proceso (las Q). Procedemos a colocar las bobinas y aquellas condiciones que las encienden, y, en la misma línea, aquellas que la apagan.

LOGO!Soft Comfort

Una vez que abrimos el programa, desplegamos la pestaña de archivo nuevo y elegimos la opción "Esquema de contactos" (KOP) que es el equivalente al ladder.

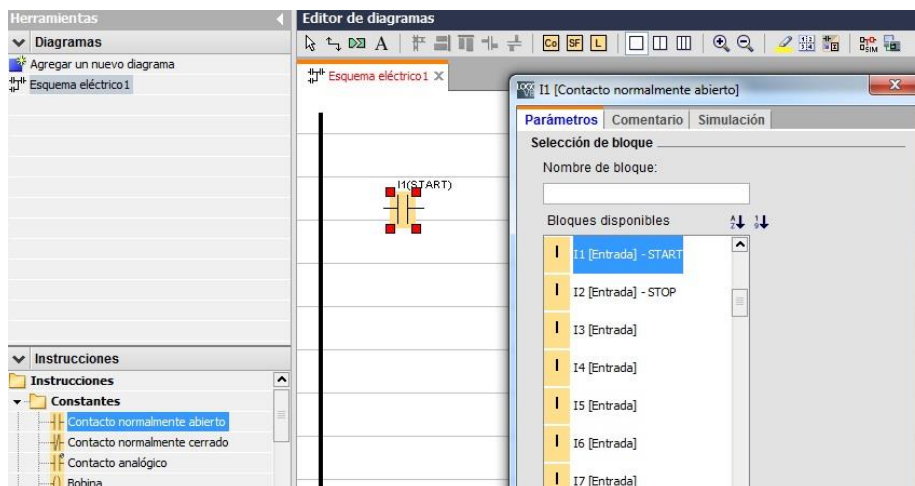


En Edición → Nombres de conexiones podemos cambiar los nombres para las entradas y salidas.

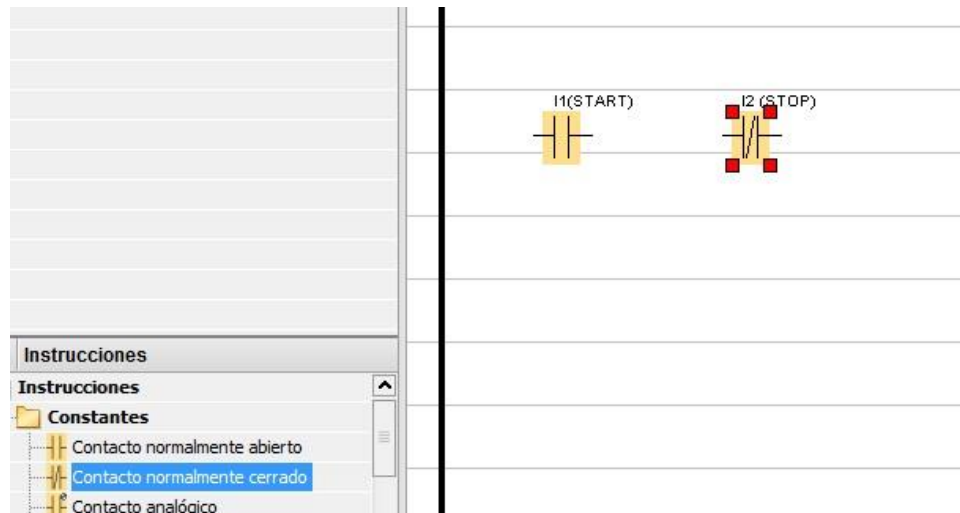
Nombres de E/S	
Bornes de entrada:	Nombre
F2	
F3	
F4	
I1	START
I10	
I11	
I12	
I13	
I14	
I15	
I16	
I17	
I18	
I19	
I2	STOP
I20	
I21	
I22	
I23	

Bornes de salida:	Nombre
NQ54	
NQ55	
NQ56	
NQ57	
NQ58	
NQ59	
NQ6	
NQ60	
NQ61	
NQ62	
NQ63	
NQ64	
NQ7	
NQ8	
NQ9	
Q1	RL1
Q10	
Q11	
Q12	

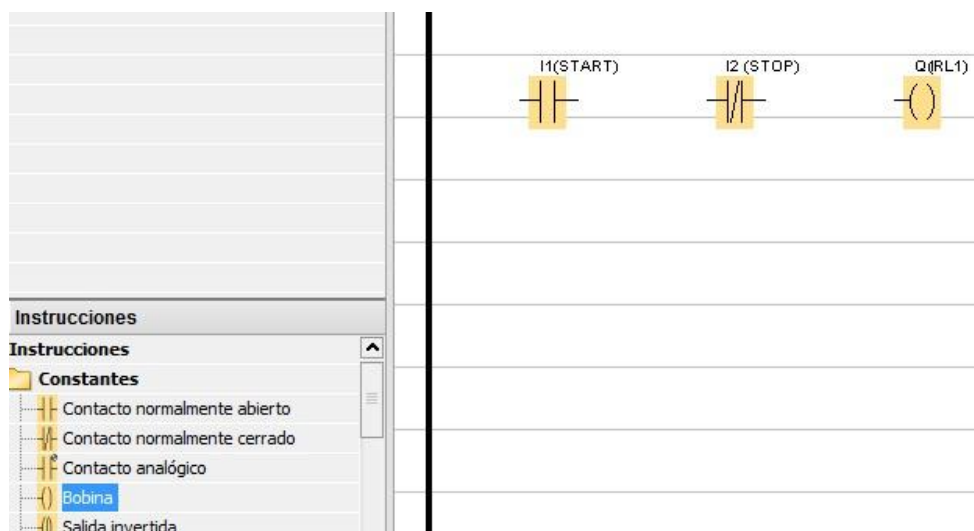
Una vez asignadas las E/S, procedemos a ir al menú de la izquierda (Instrucciones→Constantes) y seleccionar “Contacto normalmente abierto”, seleccionamos “I1 START” y hacemos clic en aceptar.



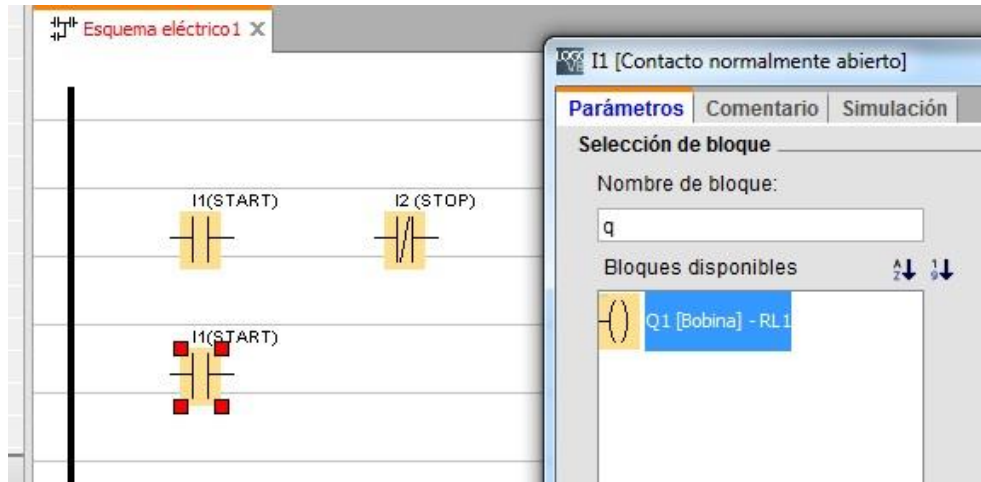
Luego hacemos vamos de nuevo al menú y seleccionamos “Contacto normalmente cerrado”, hacemos clic en la pantalla y elegimos “I2 STOP”, finalizamos con aceptar.



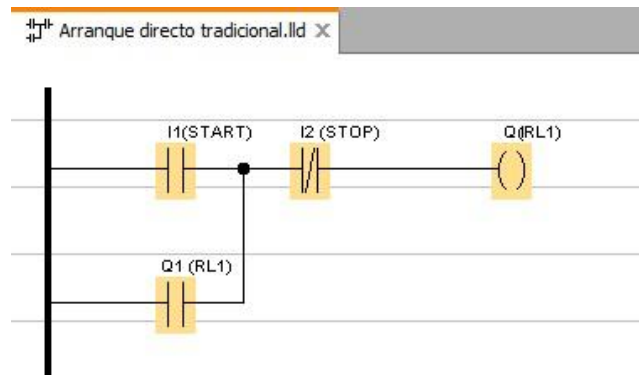
Una vez colocadas ambas entradas procederemos a colocar la bobina "Q1", la cual se conectará al RL1 para accionar el motor. En el mismo menú de *Instrucciones* → *Constantes* seleccionamos "Bobina".



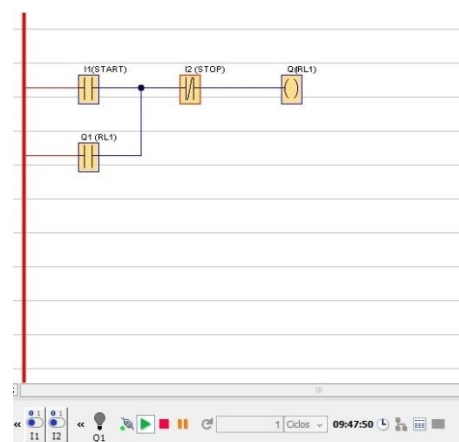
El último elemento a colocar es la retención. Para esto volvemos al mismo menú y seleccionamos nuevamente "Contacto normalmente abierto". Una vez puesto en la pantalla aparecerá como "I1 START", para cambiarlo colocaremos la letra "Q" en el cuadro de búsqueda y nos dará la opción de seleccionar la bobina "Q1". Es decir, estaremos colocando un contacto NA del relé Q1.



Ahora solo resta unir con cable todos los contactos de la forma correcta. Para esto hacer clic en cualquier extremo de los elementos y arrastrar hasta el destino. El circuito debería quedar así:

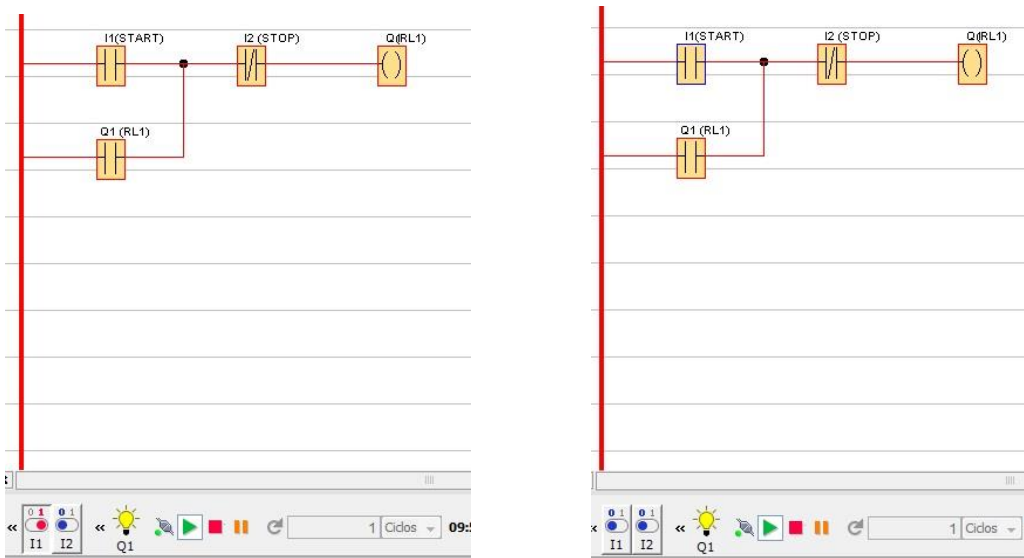


Para comprobar el funcionamiento activamos el simulador con "F3" y veremos la siguiente pantalla:



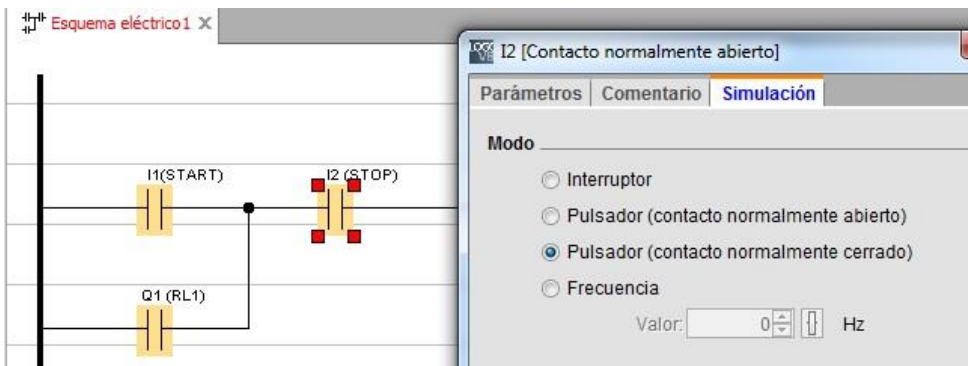
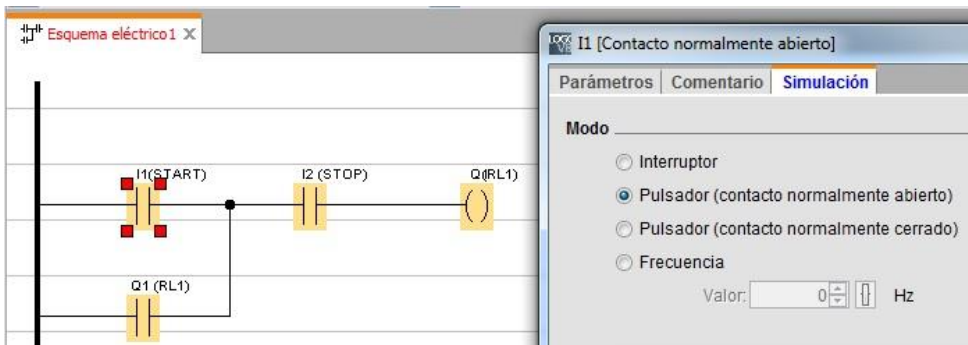
Como podemos ver, tenemos los dos interruptores (entradas) y la bobina (salida). En la imagen de la izquierda de la figura siguiente, cuando accionamos START se enciende la lámpara que simboliza que se activa la salida Q1.

Además se energizan todas las conexiones indicando que hay flujo de corriente.



En la imagen de la derecha, si “soltamos” el START vemos que la Q1 sigue encendida debido a la retención.

Este programa permite configurar a los contactos como pulsadores. Para hacer esto simplemente hacemos doble clic en los mismos y vamos a la pestaña “simulación”, ahí elegimos el modo “pulsador” (normal abierto o cerrado según corresponda).



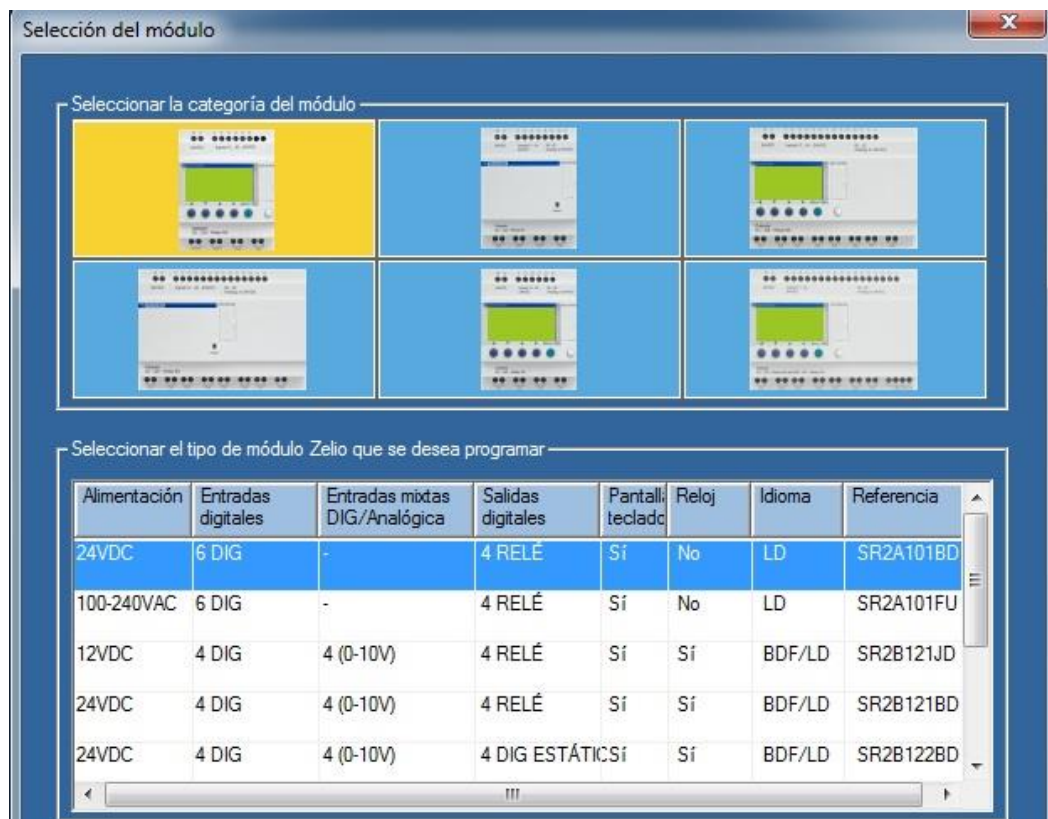
Al configurar el "STOP" como pulsador normal cerrado, éste deberá ser cambiado de contacto NC a contacto NA para que funcione. Al estar conectado en serie, si mantenemos el ícono NC no dejará que se encienda Q1.

Zelio Soft 2

Una vez abierto el programa, vamos a la opción "crear un nuevo programa".



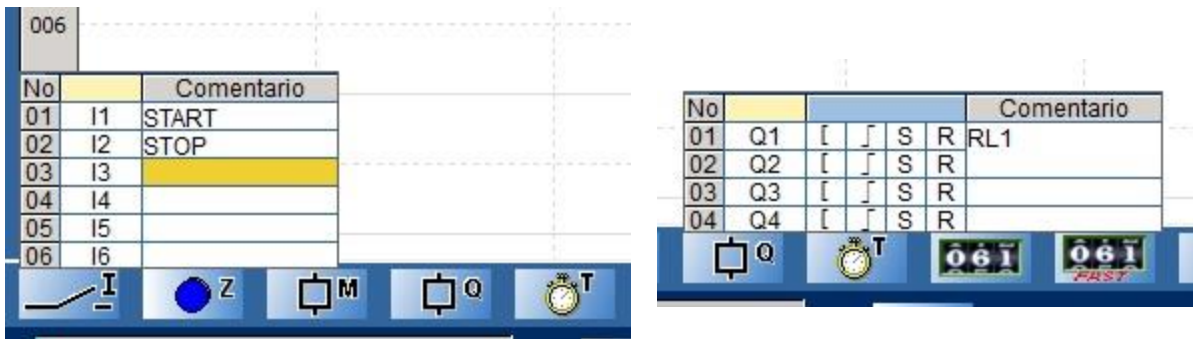
Elegimos el módulo correcto para el automatismo, en este caso podemos seleccionar el PLC más chico de la línea.



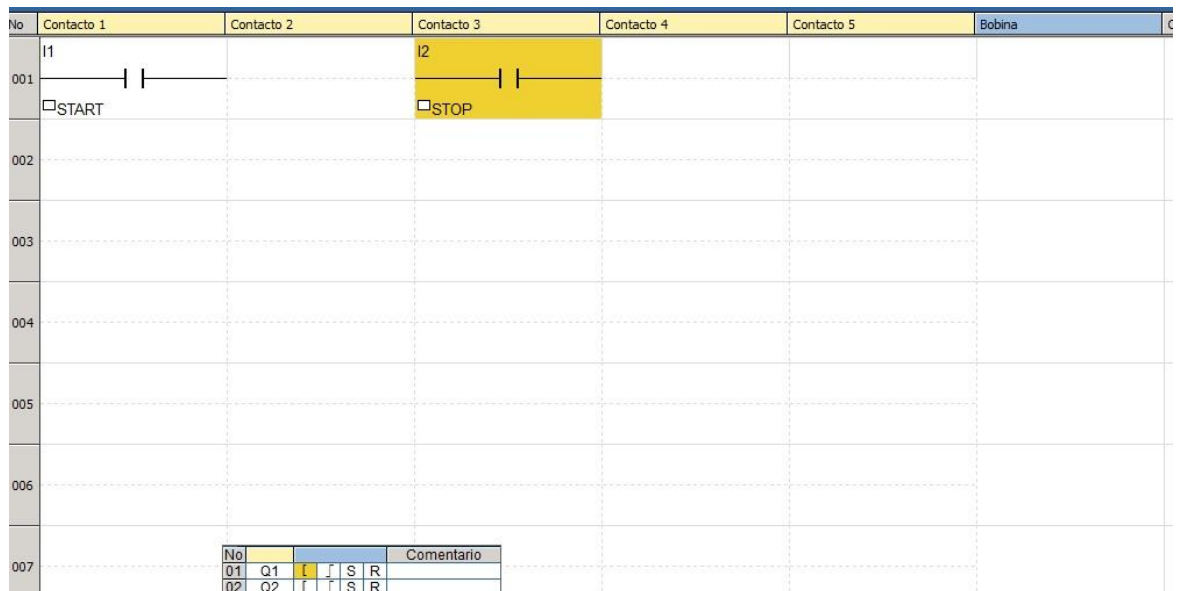
Una vez elegido el módulo, aparecerá la pantalla principal donde se programa en lenguaje ladder. Observemos (en la figura siguiente) que están bien definidos los sectores donde se conectan los contactos y las bobinas.



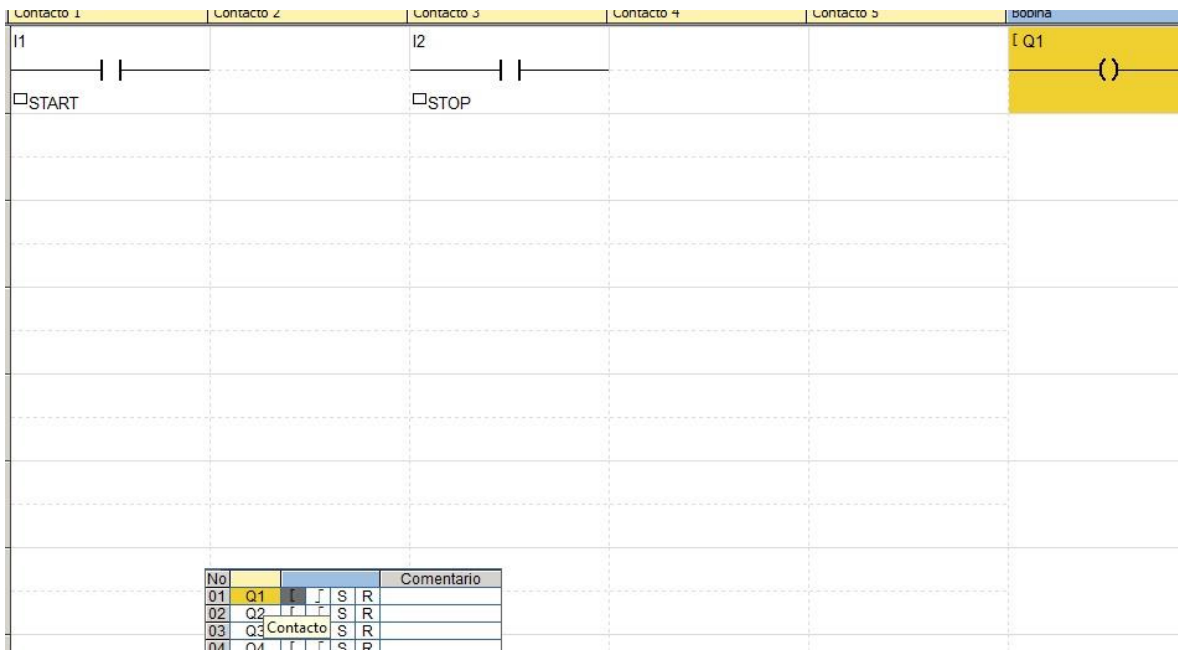
El próximo paso es asignar los nombres de las entradas y salidas:



Una vez realizado este paso se procede a hacer clic en las entradas y salidas y “arrastrarlas” hacia los espacios asignados correspondientes a cada una (entradas/contactos – salidas/bobina) como se muestra en la siguiente imagen. Al seleccionar la bobina debemos clicar en el corchete “[” para elegir la modalidad “activo en contacto” para que la bobina trabaje como un relé. Las otras opciones se verán más adelante en este cuadernillo.



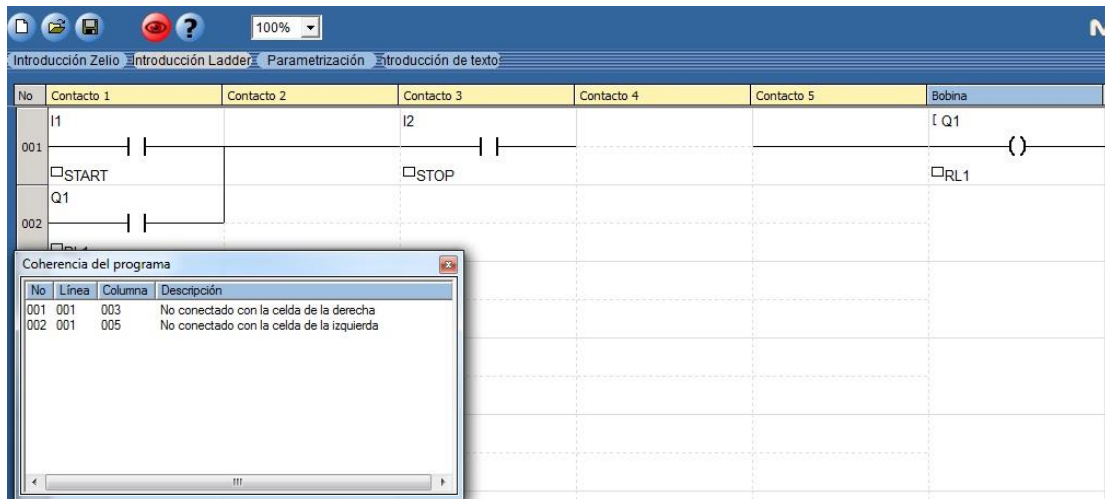
Para colocar la retención o enclavamiento se debe hacer clic sobre el nombre "Q1" y arrastrarlo al lugar que corresponde.



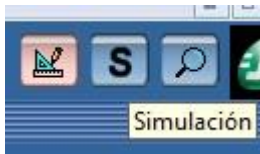
Una vez puestos todos los elementos se procede a unirlos haciendo clics en las líneas que simbolizarían los cables de conexión. El programa debería quedar así:



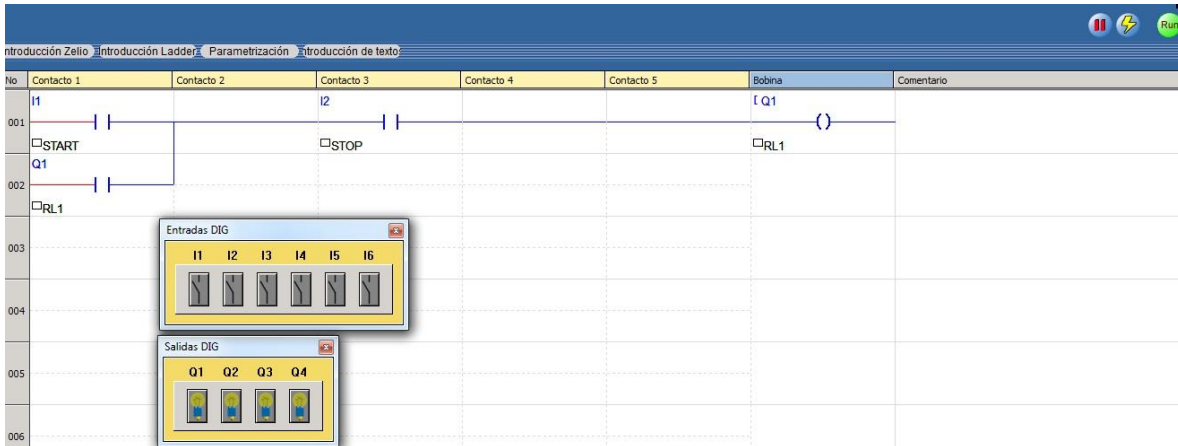
Una herramienta muy interesante de este software es el indicador de coherencia del programa. Se lo encuentra en el panel superior y tiene la forma de un ojo humano. Si ese indicador está encendido en color rojo significa que el programa no es coherente, es decir, que alguno de sus componentes está mal conectado o directamente no posee conexión. En la imagen siguiente se mostrará el circuito anterior con un error de conexión para poder visualizar el funcionamiento de la herramienta.



Terminado el programa, accedemos al modo simulación:



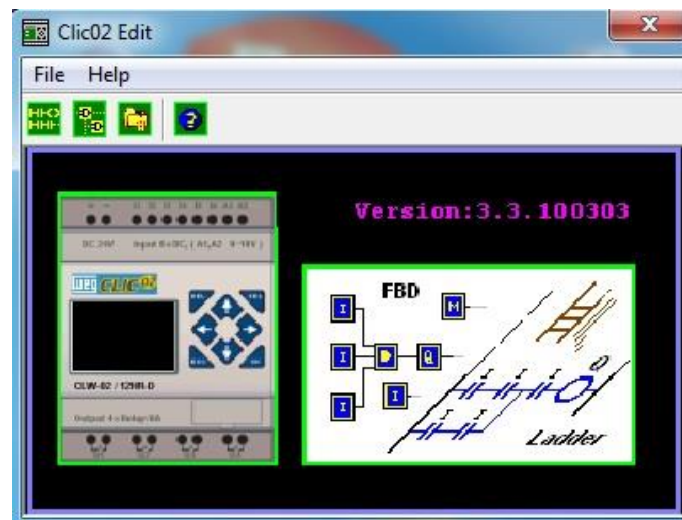
Ahí podemos ver el estado de las entradas y salidas, al hacer clic en "RUN" el simulador comienza a correr el programa.



La forma de simularlo es igual al LOGO!Soft Comfort, haciendo clics en las entradas vemos como van accionando las salidas.

Clic02

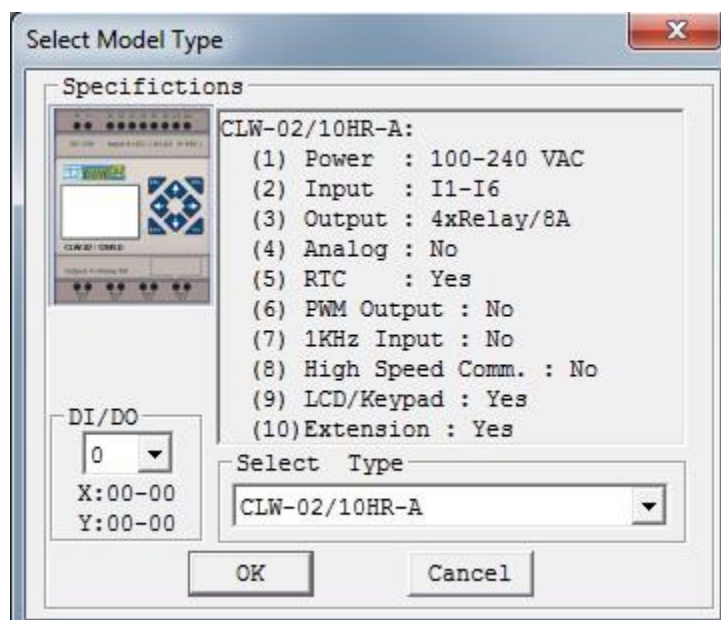
Al abrir el programa aparece el siguiente cuadro, para programar en LD se debe hacer clic en el botón verde de la izquierda que significa "New ladder document"



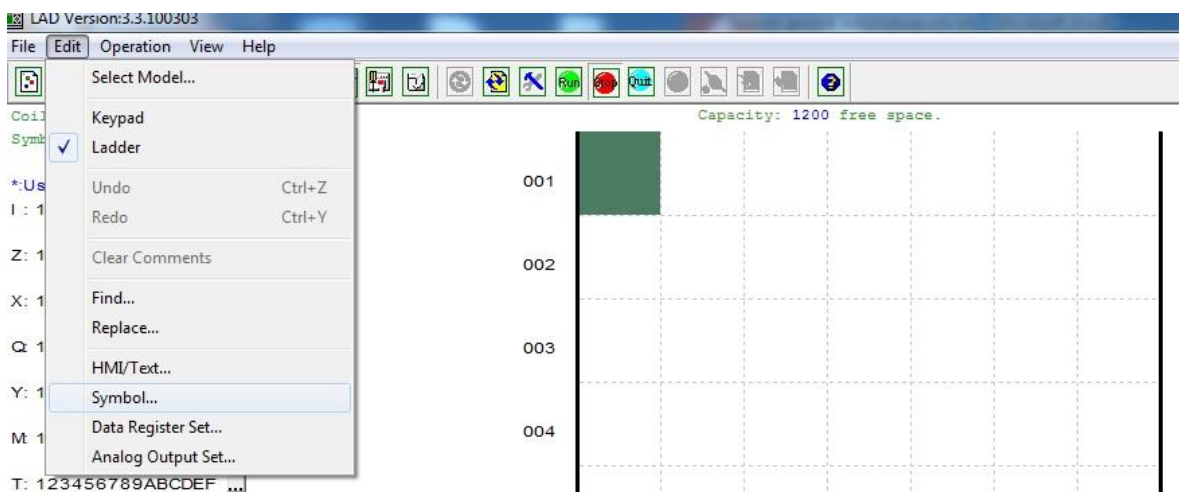
Una vez abierto seleccionamos para crear un nuevo proyecto eligiendo el botón blanco debajo de "File" o entrando a File→New:



En el siguiente cuadro elegimos el PLC a programar, para este ejemplo, el que aparece por defecto es el más chico de la línea y es el más adecuado para realizar el programa.

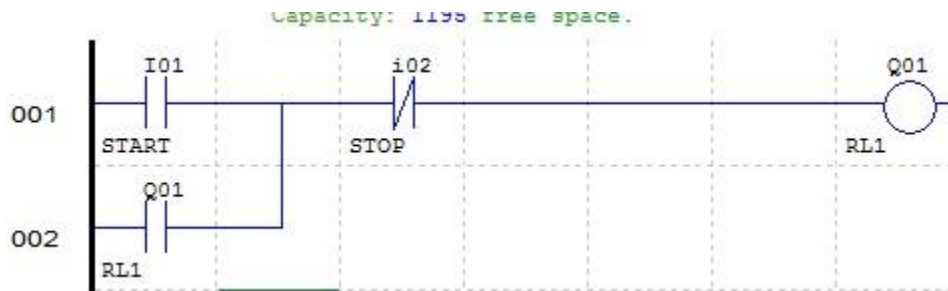


Para asignar el nombre de las entradas y salidas vamos al menú Edit → Symbol:



Ahora solo resta "arrastrar" las entradas y salidas a sus lugares correspondientes. Recordemos que en todo software las bobinas (salidas) siempre van a la derecha y los contactos (entradas) siempre a la izquierda. A diferencia del Zelio, en el que se pueden conectar hasta 5 contactos en una línea de programación, vemos que en Clic02 sólo podemos colocar 3. (En LOGO! podemos poner cuantos queramos).

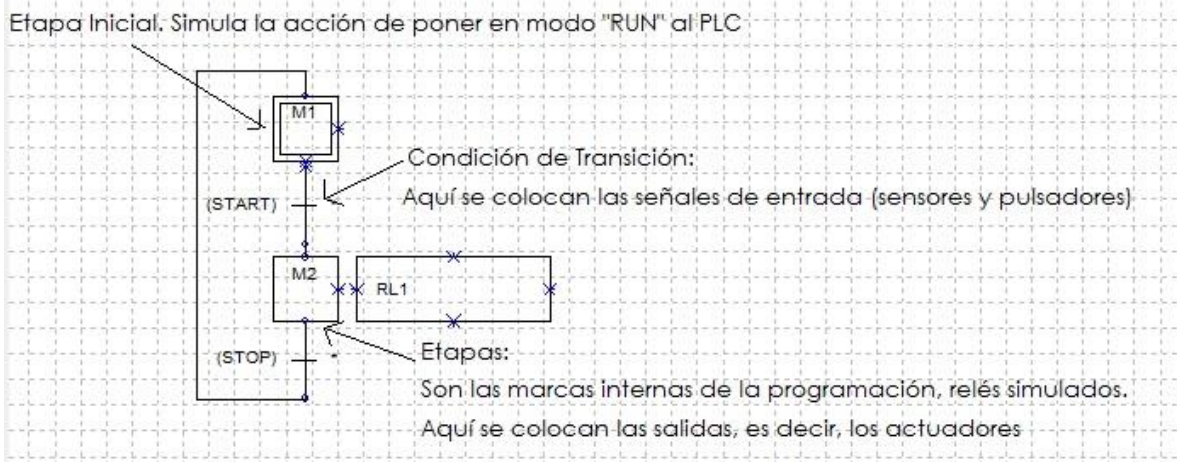
El programa terminado debería quedar así:



Al simulador se accede haciendo clic en la opción "RUN". El sistema es muy similar a Zelio donde aparecen las entradas para simular su estado (0 ó 1) y se van coloreando (con verde) las conexiones.

Programación con GRAFCET y marcas internas

En los ejemplos anteriores hemos utilizado la forma de programación directa, ahora veremos el mismo ejemplo realizado con GRAFCET para luego si pasar al esquema de contactos Ladder o KOP (para Siemens).



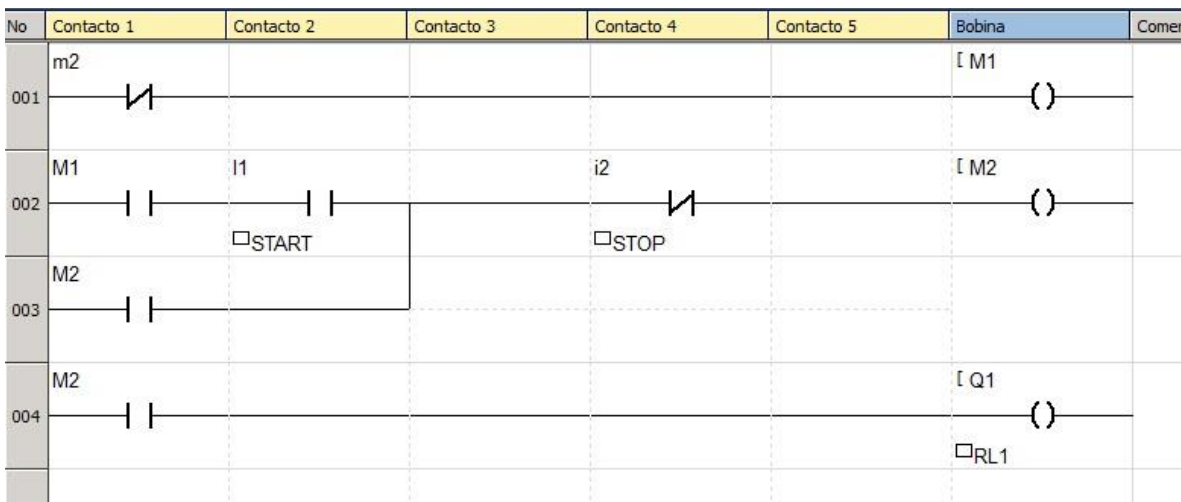
El gráfico se analiza de la siguiente forma: La etapa M1 se enciende al colocar "RUN" en el simulador del PLC. Esta etapa seguirá en ese estado hasta que se dé la transición siguiente (pulsador START), donde se encenderá la etapa M2 y se apagará la anterior (es decir, M1). Como se puede ver en el gráfico, la etapa M2 realiza la acción de encender el relé RL1 (que es el que finalmente enciende el motor). Esta etapa seguirá en este estado (y por ende, el motor funcionando) hasta que se dé la próxima condición de transición (pulsador STOP), donde el programa volverá a la etapa inicial. En esta inicial, es necesario

marcar, que la salida RL1 no aparece a su lado, esto quiere decir que en dicha etapa ese actuador está apagado.

Existen dos formas de trasladar este GRAFCET al formato ladder. Por un lado utilizando las marcas internas (o etapas) como relés simulados y con el mismo principio de funcionamiento. Y por el otro, utilizando las etapas con la función SET y RESET.

Se utilizará como ejemplo el programa Zelio Soft 2, pero se podrá realizar lo mismo en cualquier programa, siempre teniendo en cuenta las diferencias entre los mismos.

Programación utilizando las marcas internas como relés



Al entrar al simulador y hacer clic en la opción "RUN", veremos que se encenderá la etapa M1, ya que está unida directamente a línea por el contacto normalmente cerrado de M2.

Cuando se encienda M1, también lo hará su contacto asociado de la fila 002. Si a continuación presionamos START, se encenderá M2 porque anteriormente solo tiene un contacto normal cerrado del STOP.

Al encender M2 sucederán tres cosas, por un lado se accionará su contacto NA de la fila 003, el cual aplicará una retención o enclavamiento para que cuando "soltemos" START no se apague el motor. Por otro lado se accionará también su otro contacto NA de la fila 004, el cual permitirá que la corriente llegue a RL1 encendiéndolo. Y finalmente se abrirá el contacto NC de la fila 001, lo cual apagará la etapa inicial M1. De más está decir, que estas acciones se realizan simultáneamente.

Programación de las marcas con SET y RESET

En esta metodología a las etapas las tratamos como si fueran memorias flip flop RS, es decir, si le llega energía (un estado alto, un 1 lógico, tensión) a la entrada SET, la etapa se encenderá, y quedará en ese estado, hasta que llegue energía a la entrada RESET, lo cual hará que la etapa se apague.

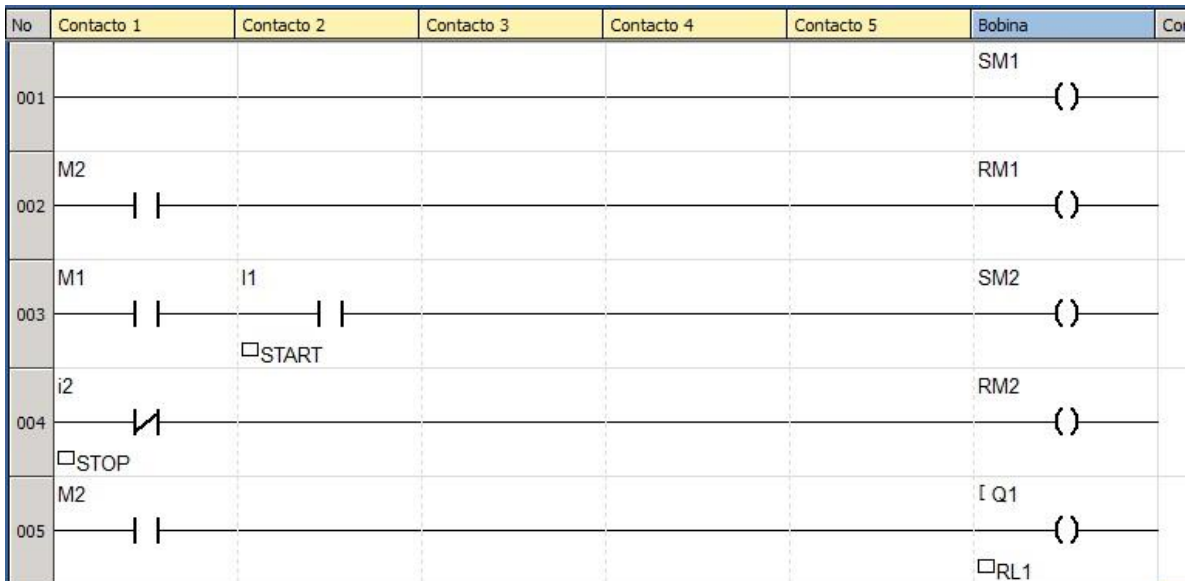
En la figura siguiente lo analizaremos con un ejemplo:



Al elegir las bobinas ahora ya no lo hacemos desde los corchetes "[" (que significa activo en estado, o como un relé tradicional), si no que seleccionamos desde la S de SET y la R de RESET. Como se puede ver en la columna de las bobinas, tienen la letra indicadora del estado delante del nombre de la etapa. SM1 significa SET M1 y RM1 RESET M1. En clic02 aparecen con una flecha hacia arriba o abajo.

Analizando la figura anterior, si activamos la entrada I3 se encenderá la etapa M1, al soltar I3 seguirá encendida M1, es decir, queda retenida. Sólo cuando accionemos I4, se procederá a apagar la etapa M1.

El programa con esta metodología quedaría de la siguiente manera:



Para programar de esta forma, necesitamos analizar las condiciones de encendido y apagado de cada etapa. Es decir, debemos hacernos las siguientes preguntas:

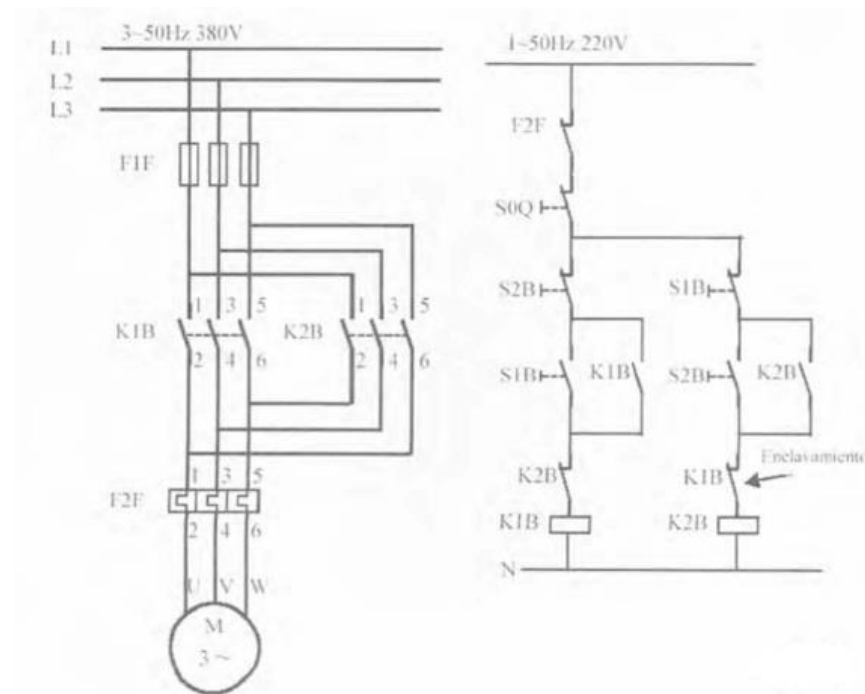
¿Qué condiciones setean la etapa Mx? ¿Qué condiciones la resetean?

En este caso, la etapa M1 es encendida (SM1) al colocar RUN en el simulador, por ende la conectamos directamente a línea. Para apagarla (RM1), necesitamos que se encienda M2. Para encender M2 (SM2), necesitamos que esté encendida previamente M1 y además pulsemos START. Para apagar M2 (RM2), lo hacemos directamente con STOP.

Nota importante: en este tipo de programación, debemos cambiar la simulación del STOP para poder mantener el contacto como NC. Al simularlo debemos dejarlo pulsado, para que la corriente no fluya todo el tiempo y apague M2 al energizar RM2. De esta manera simulamos realmente cómo se conecta una parada como contacto NC en campo.

Práctica 2: arranque con inversión de giro

Se trata de cambiar la secuencia de fases de alimentación al motor, por ejemplo L1 L2 L3 a L3 L2 L1. Para cambiar de un sentido de giro al contrario, no es necesario pulsar antes el pulsador de paro (sí sería necesario si no estuviesen los contactos normalmente cerrados de S1B S2B). El enclavamiento producido por los contactos normalmente cerrados de K2B y K1B impide físicamente que se active una bobina estando excitada la otra, con lo que evita un posible cortocircuito bifásico.



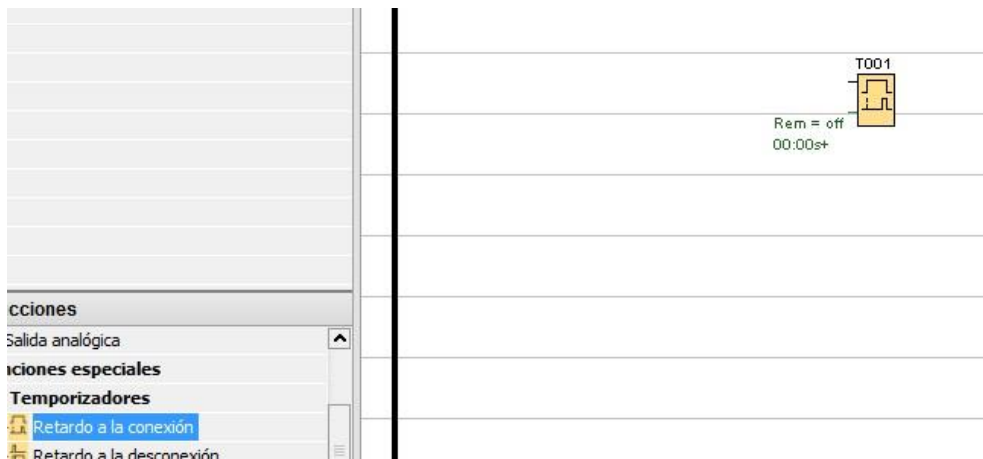
- Asignar entradas y salidas
- Programación directa
- Programación con marcas (set y reset)
- Utilizar todos los programas
- Dibujar esquema de cableado de PLC

Funcionamiento del temporizador

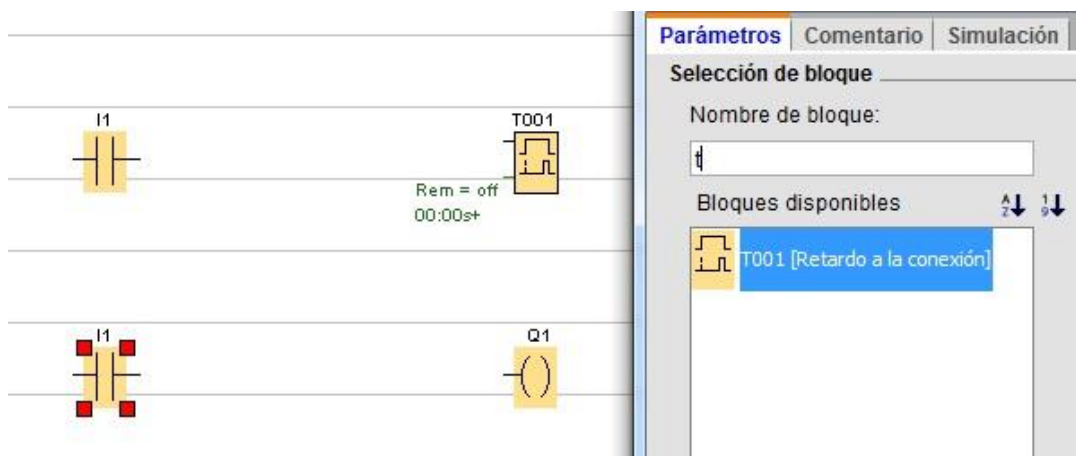
A continuación veremos ejemplos de cómo funcionan los temporizadores en los programas a utilizar. Los temporizadores son dispositivos que permiten encender o apagar salidas con un retardo de tiempo (PRESET).

LOGO!Soft Comfort

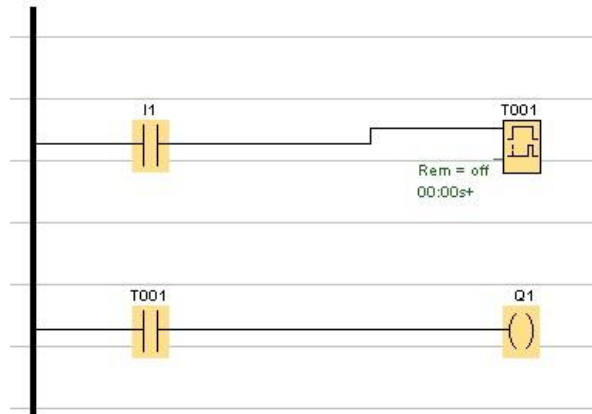
Primero vamos al menú de la izquierda y buscamos donde dice “temporizadores”. Seleccionamos el que dice “retardo a la conexión” y hacemos clic en la grilla de programación.



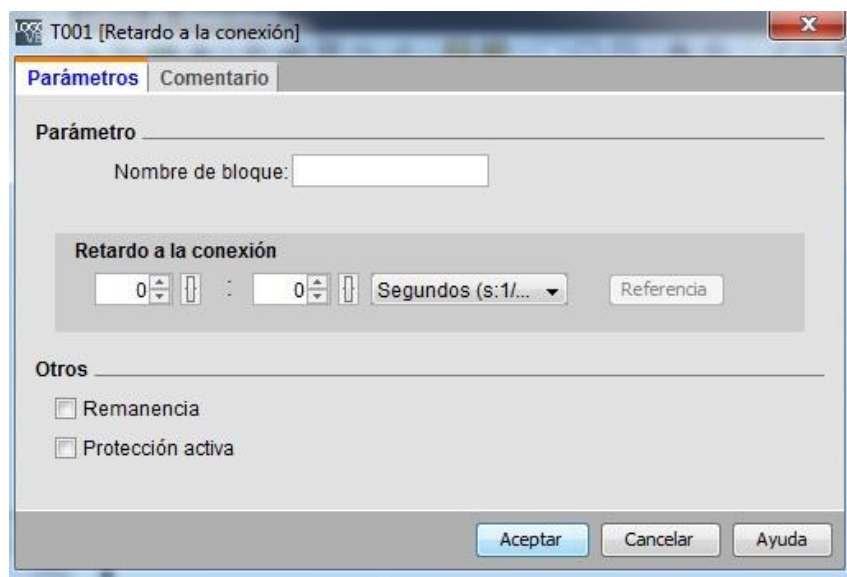
Luego agregamos una entrada en forma de contacto NA y una salida Q1. Al agregar un nuevo contacto NA ahora en el cuadro de búsqueda apretamos la letra “T” y saldrá el nombre del bloque T001, lo cual nos permitirá asociar ese contacto a la bobina T001.



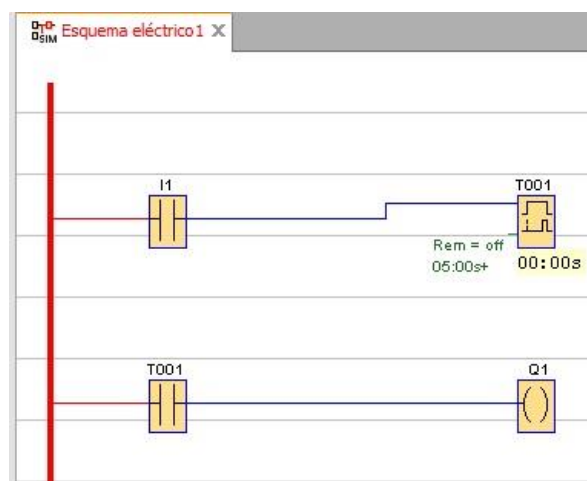
A continuación unimos los componentes para que el circuito quede de la siguiente forma:



Ahora procederemos a configurar el temporizador. Hacemos doble clic en la bobina T001.

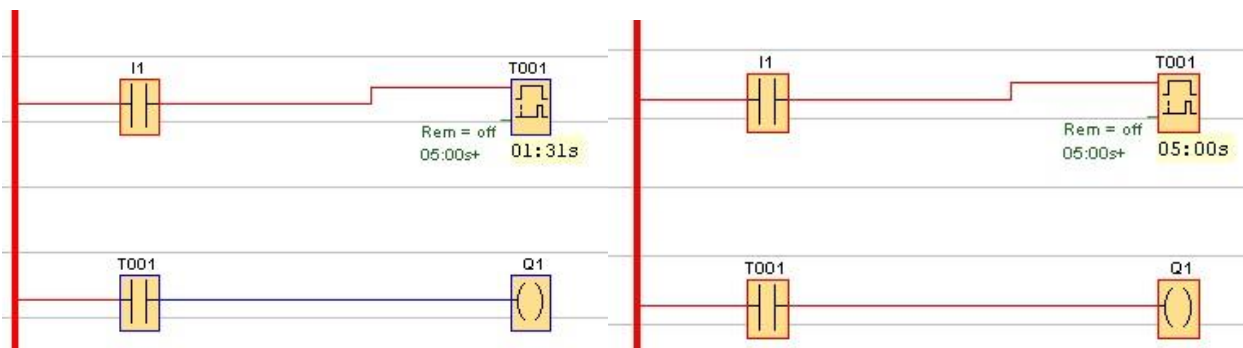


En este cuadro podemos configurar la duración del retardo, ya sean segundos, minutos u horas. Colocamos 5 en el primer casillero y procedemos a simular.



Como podemos ver al iniciar la simulación, aparece el PRESET (05:00s) al lado del temporizador y el tiempo transcurrido (00:00s).

Al accionar la entrada I1 le llegará un estado alto a la entrada Trg (trigger, gatillo) del temporizador, lo cual iniciará el conteo. Al finalizar ese conteo se encenderá la bobina T001, la misma encenderá T001 (contacto NA) y éste le hará llegar tensión a Q1. Este proceso se verá en las dos imágenes siguientes:



El funcionamiento del temporizador con retardo a la desconexión es similar, sólo que la bobina T001 se enciende automáticamente cuando le llega el pulso alto a Trg (lo mismo que su contacto asociado T001 NA) y luego de transcurrido el tiempo (PRESET) se apagarán.

Zelio Soft 2

En este programa desplegamos la opción de los temporizadores y debemos "arrastrar" la letra T (que pertenece al comando de la bobina) hasta la columna de las bobinas.

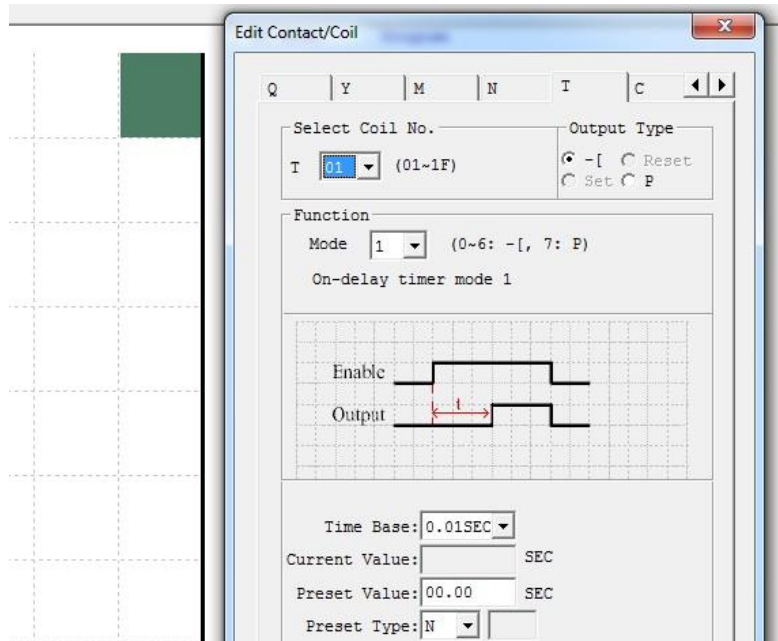
No			Comentario
01	T1	T R	
02	T2	T R	
03	T3	T	Comando
04	T4	T R	
05	T5	T R	
06	T6	T R	
07	T7	T R	
08	T8	T R	
09	T9	T R	
10	TA	T R	
11	TB	T R	
12	TC	T R	
13	TD	T R	
14	TE	T R	

Una vez colocada la bobina del temporizador, insertamos la entrada I1 y el contacto asociado T1.

Aquí es donde elegimos el modo del temporizador y la duración del retardo.

Clic02

Al presionar la letra T o arrastrar la opción desde abajo al espacio de las bobinas nos aparecerá el siguiente cuadro:



Aquí directamente elegimos el modo del temporizador y la duración del retardo. Tener en cuenta que el valor colocado en el espacio "Preset Value" se multiplicará por la constante de "Time Base", el resultado de esa cuenta será la duración del retardo. Para insertar el contacto asociado NA de T1 solo basta con presionar "T" en el espacio donde van los contactos. El circuito de prueba debería quedar así:

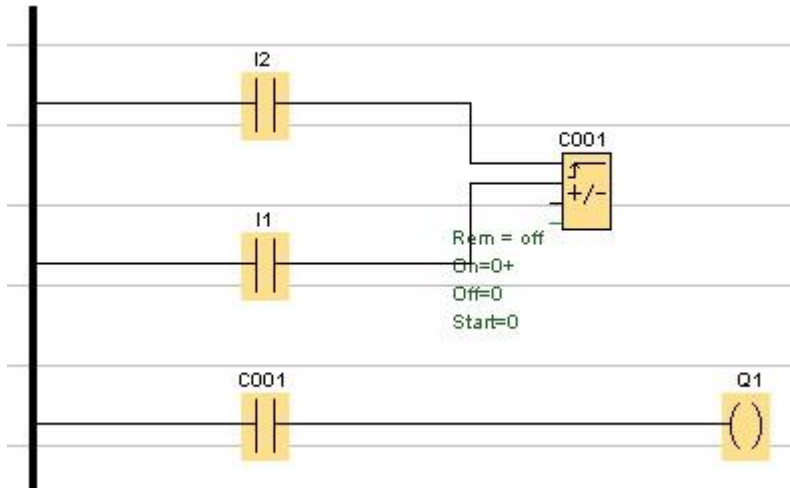


Contadores

Los contadores son dispositivos que permiten accionar contactos después de contabilizar una cantidad determinada de pulsos (configurada por nosotros en un PRESET). Su funcionamiento es similar al del temporizador, nada más que en lugar de contar segundos/minutos/horas cuenta las veces que recibe un pulso. Pueden ser configurados para contar y descontar.

LOGO!Soft Comfort

Elegimos en el menú de la izquierda el “contador adelante/atrás” y armamos el circuito de la figura siguiente:



Los contadores tienen 3 terminales (o bobinas, según el programa) de conexión. Estas son:

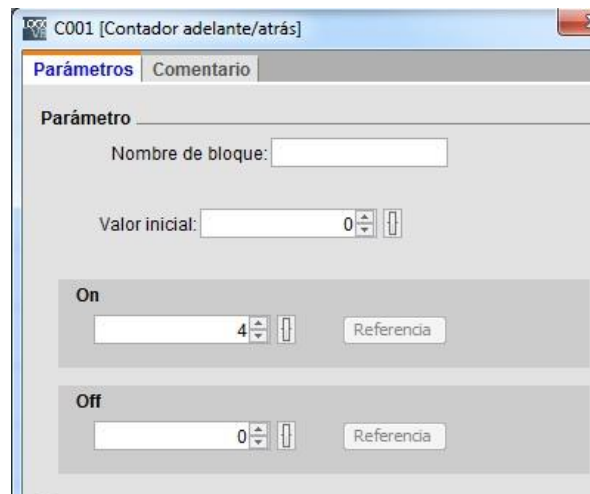
- Reset
- Contaje
- Dirección de contaje

La entrada RESET nos permite poner a 0 (cero) el contador. En el ejemplo de la figura anterior está conectada la entrada I2.

El terminal Contaje es el que recibe el pulso para que el contador cuente. En el ejemplo, cada vez que se accione I1 el contador contará +1

Si quisiéramos hacer que el contador descuenta (o cuente -1), deberíamos conectar otra condición tanto a la terminal de “Contaje” (Cnt) como a la de “Dirección de contaje” (Dir).

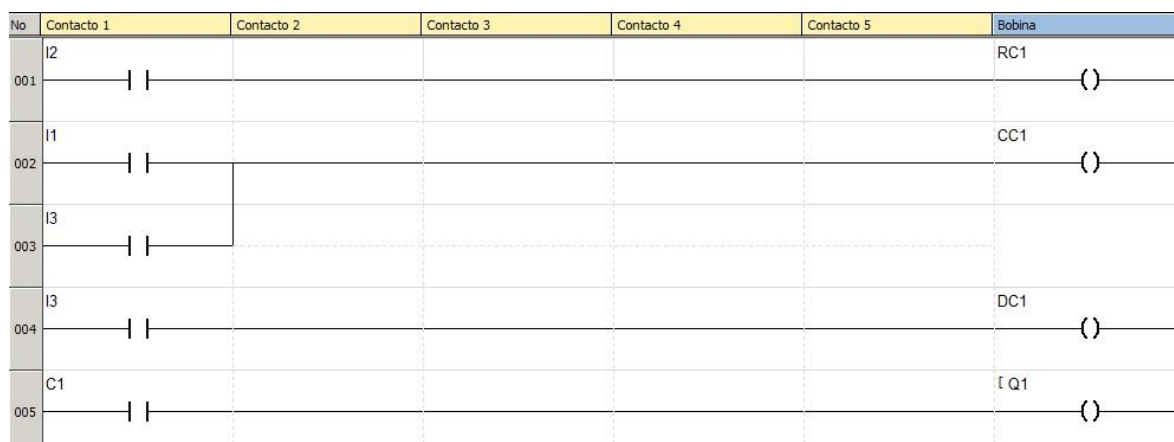
Una vez que esté todo conectado procedemos a configurar el contador haciendo doble clic sobre el mismo.



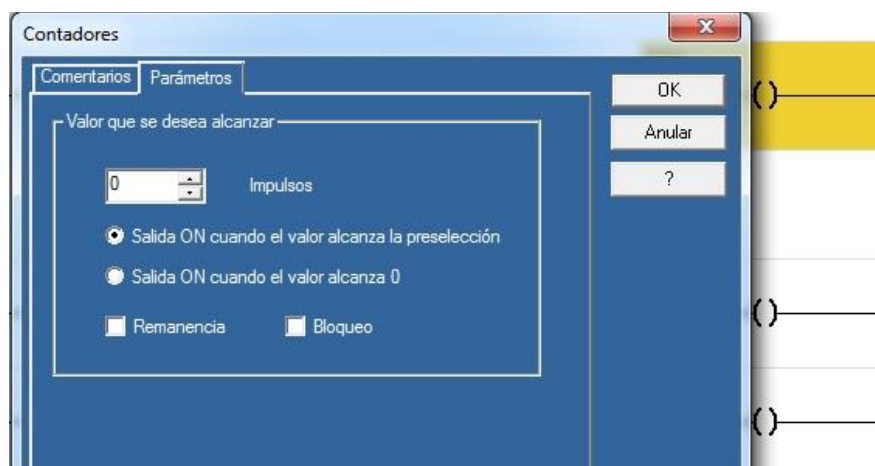
En "Valor inicial" colocamos desde donde empieza a contar los pulsos. En la opción "On", al colocar 4, la bobina del contador y su contacto asociado C001 se encenderán al accionarse 4 veces I1.

Zelio Soft 2

En Zelio se colocan 3 bobinas para las 3 opciones. La bobina de contaje (CC1), la de reset (RC1) y la de dirección de contaje (DC1) de ser necesaria. A continuación se verá el mismo ejemplo anterior pero le agregaremos la condición para contar -1.



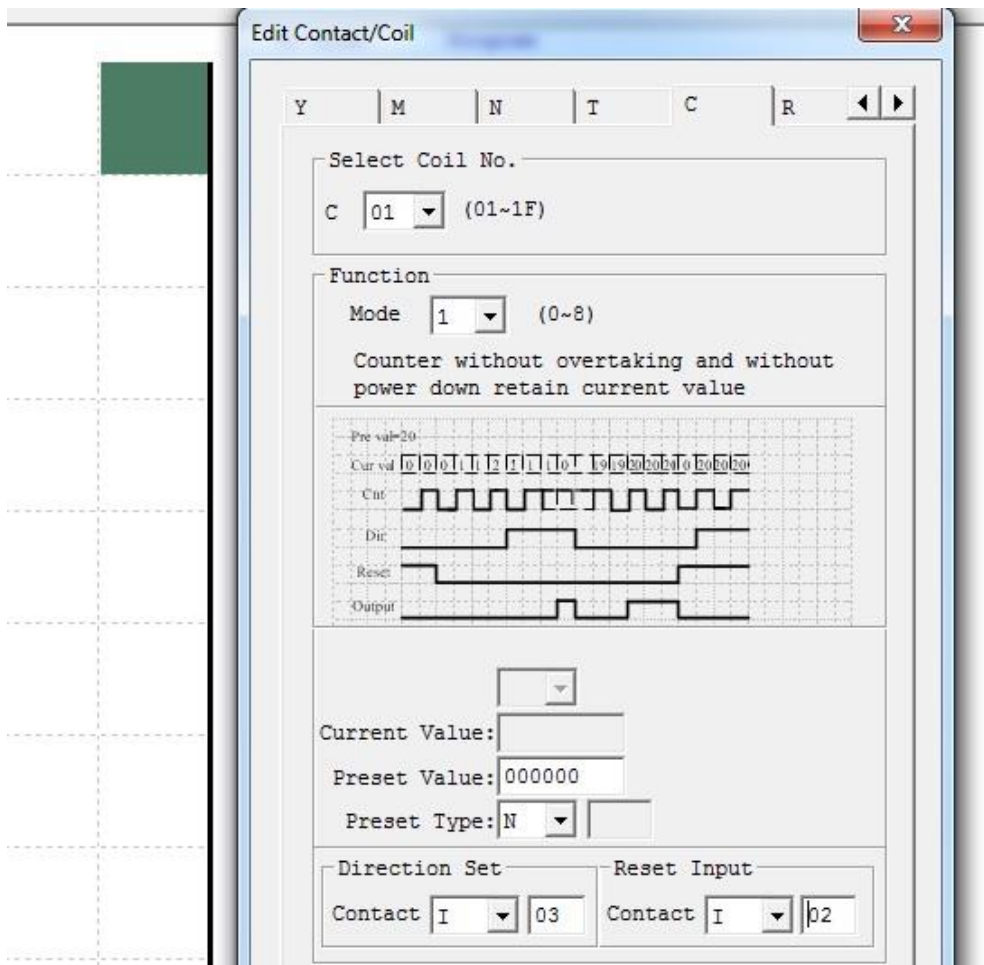
Como vemos en la imagen anterior, I2 pondrá a 0 el contador, I1 mandará un pulso a "Contaje" por ende el contador realizará +1 e I3 tendrá una doble función; por un lado activará el "contaje" (CC1) pero al mismo tiempo cambiará la dirección del mismo (DC1). Para configurar el contador hacemos doble clic sobre CC1.



En definitiva, al contar la cantidad que coloquemos en el recuadro, su contacto C1 se activará en consecuencia.

Clic02

Al presionar la letra C en el lugar de las bobinas saldrá el siguiente cuadro del contador:



Notemos que además de elegir el modo y la cantidad de pulsos a contar (Function y Preset Value), es aquí mismo donde configuramos las entradas de reset (I2) y de dirección de contaje (direction set, I3). El circuito final quedaría así:

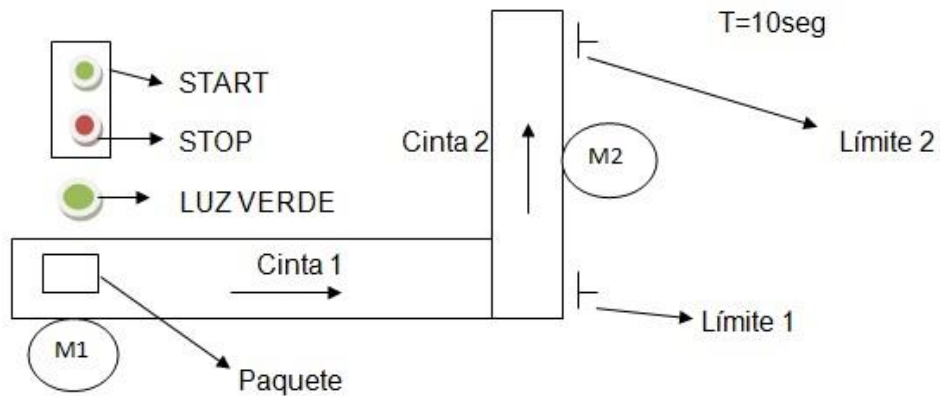


Nota: en Clic02 el contador clásico adelante/atrás es el modo 5

Práctica 3: cintas transportadoras

Al presionar START, arranca la cinta 1 (motor 1), cuando el paquete alcance el límite 1, se deberá detener la cinta 1 y comenzará a funcionar la cinta 2 (motor 2). Al llegar la mercadería al límite 2 se deberá detener la cinta 2 además de encender la impresora. Al mismo tiempo un temporizador con retardo a la conexión debe activarse con un preset de 10 segundos que reinicie el sistema para comenzar nuevamente con START. En todo momento que el proceso funcione deberá estar encendida la luz verde.

- Elegir equipo y sensores adecuados. Asignar entradas y salidas
- Realizar graficet
- Programar en ladder (Weg, Zelio, LOGO!)
- Dibujar el cableado en PLC



Práctica 4: semáforo de ruta en reparación



Secuencia:

Al presionar START:

- LVS1 y LRS2 (30seg)
- LRS1 y LRS2 (15seg)

- LVS2 y LRS1 (30seg)
- LRS1 y LRS2 (15seg)
- Repite el ciclo hasta STOP
- Elegir equipo y sensores adecuados. Asignar entradas y salidas
- Realizar graficet
- Programar en ladder (Weg, Zelio, LOGO!)
- Dibujar el cableado en PLC

Práctica 5: semáforo de 2 vías



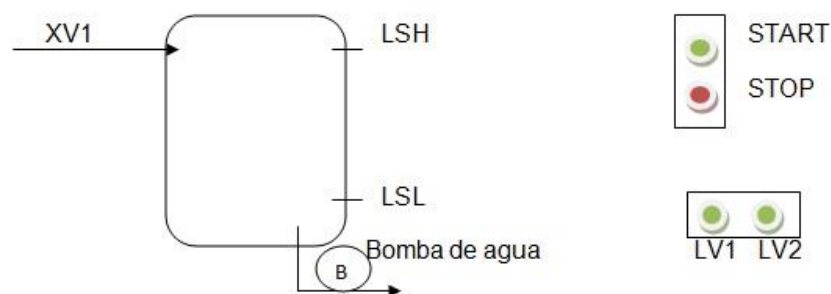
Secuencia:

Al conectar el PLC (modo RUN) debe arrancar en intermitente (A1 y A2)

Luego al presionar START comienza el funcionamiento normal del mismo, empezando ambas luces en rojo durante 5 segundos para sí después dar paso al ciclo de luces.

- Elegir equipo y sensores adecuados. Asignar entradas y salidas
- Realizar graficet
- Programar en ladder (Weg, Zelio, LOGO!)
- Dibujar el cableado en PLC

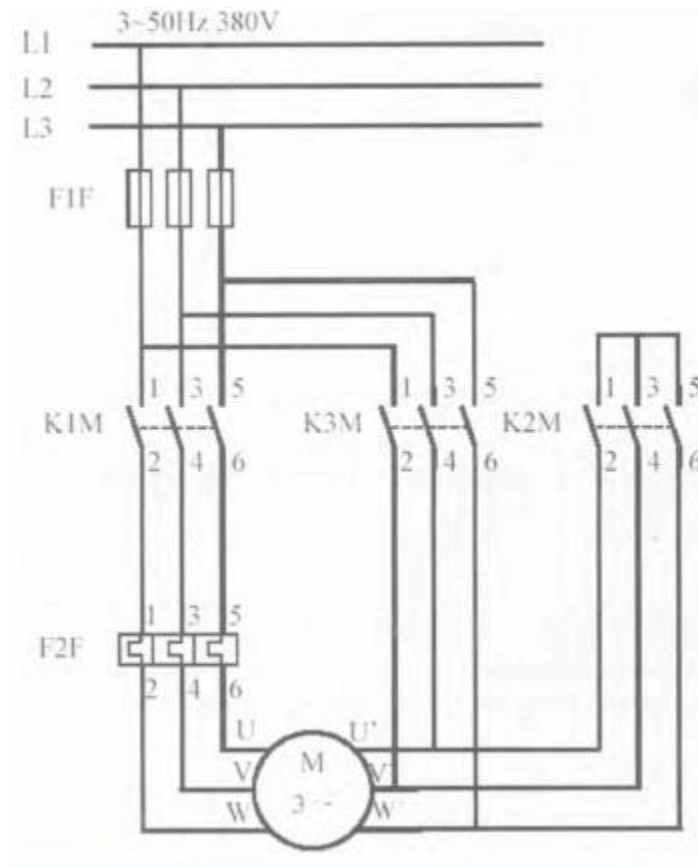
Práctica 6: tanque nivelado



Se debe mantener el nivel de líquido entre los dos niveles. Indicar con una luz verde cuando funcione XV1 y con otra cuando lo haga la bomba de agua.

- Elegir equipo y sensores adecuados. Asignar entradas y salidas
- Realizar graficet
- Programar en ladder (Weg, Zelio, LOGO!)
- Dibujar el cableado en PLC

Práctica 7: arranque estrella-triángulo



- Elegir equipo y sensores adecuados. Asignar entradas y salidas
- Realizar graficet
- Programar en ladder (Weg, Zelio, LOGO!)
- Dibujar el cableado en PLC

Programación con fallas

En una programación profesional se deben tener en cuenta situaciones de fallas en los equipos. Esto sin duda es una programación más realista que permitirá al operador optar por la mejor opción en el proceso y recurrir a mantenimiento.

Existen varios elementos que pueden ser programables para incluir una posible falla en el proceso. Uno de ellos son las protecciones para los motores (relé térmico), los cuales se programan como un contacto NC a la entrada del PLC. Si la protección salta, se debe abrir ese contacto y parar todo el proceso. En los circuitos de inversión de giro (práctica 2) y arranque E-T (práctica 7) aparece como "F2F".

Otro de los elementos más utilizados son los contactos auxiliares de los contactores. Si cableamos uno de ellos (NA) a la entrada del PLC puede indicarnos si efectivamente el contactor funcionó bien cuando fue requerido, si el contacto se cierra quiere decir que si,

si al dar la orden que se encienda el contactor el contacto auxiliar permanece NA significa que el dispositivo está dañado.

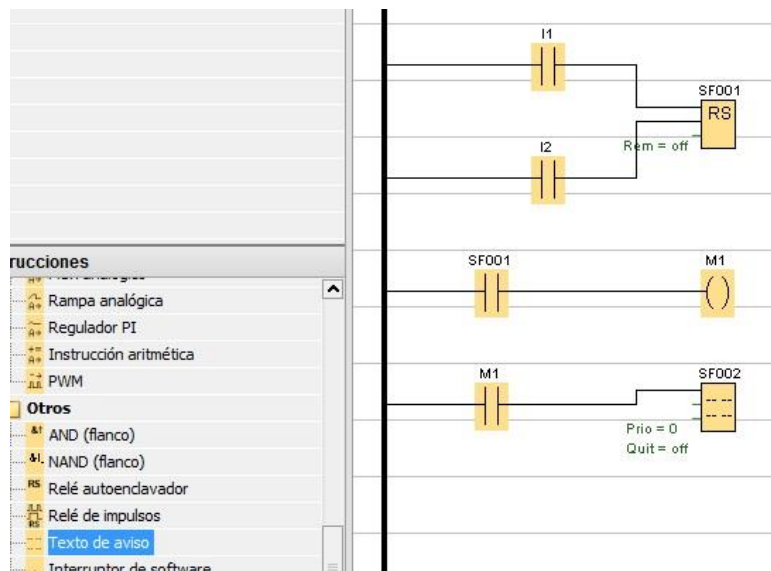
Carteles (HMI)

Ya sea en pantallas HMI (human machine interface) o en los displays de los PLC podemos informar de la falla o del funcionamiento del proceso, de este modo, el operario tiene información que le indica qué está sucediendo en el mismo y puede proceder de forma correcta.

Ejemplo de configuración de carteles

LOGO!Soft Comfort

Primero armamos un simple encendido y apagado manual de la marca M1. Luego seleccionamos en el menú de la izquierda "Texto de aviso" y lo colocamos uniéndolo a M1 (aparece como el bloque SF002).



Luego hacemos doble clic en el bloque SF002 y procedemos a configurarlo. Dependiendo del modelo de LOGO! que utilicemos tendremos más opciones y más espacio para escribir. Como se ve en la imagen también se puede agregar la fecha y la hora actual. Si en el programa hubiera habido temporizadores o contadores también podríamos elegir que se muestre su valor actual.



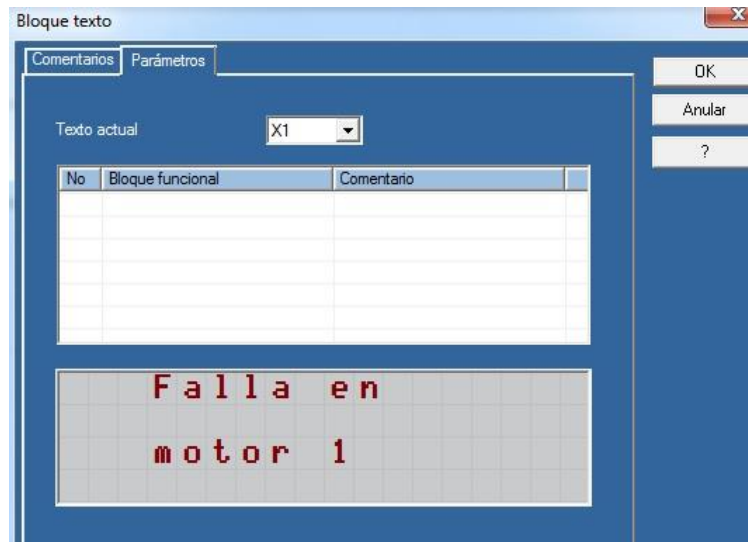
De esta forma, en la simulación, al presionar I1 se encenderá M1 y por lo tanto aparecerá el cartel mostrando lo editado, y al pulsar I2 se cerrará el mismo.

Clic02

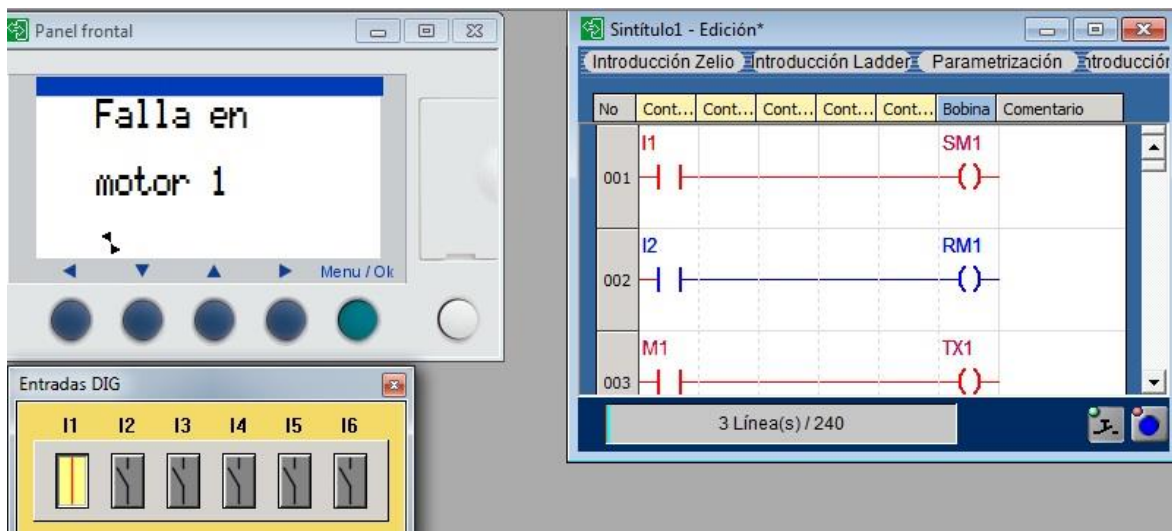
Realizamos el mismo programa para Clic02 y en la columna que corresponden a las bobinas colocamos "H01" (en logo era SF002) unida a M1, lo que sería una bobina virtual que enciende el texto de aviso o cartel.



Luego editamos el H01 en el menú Edit → HMI/text.



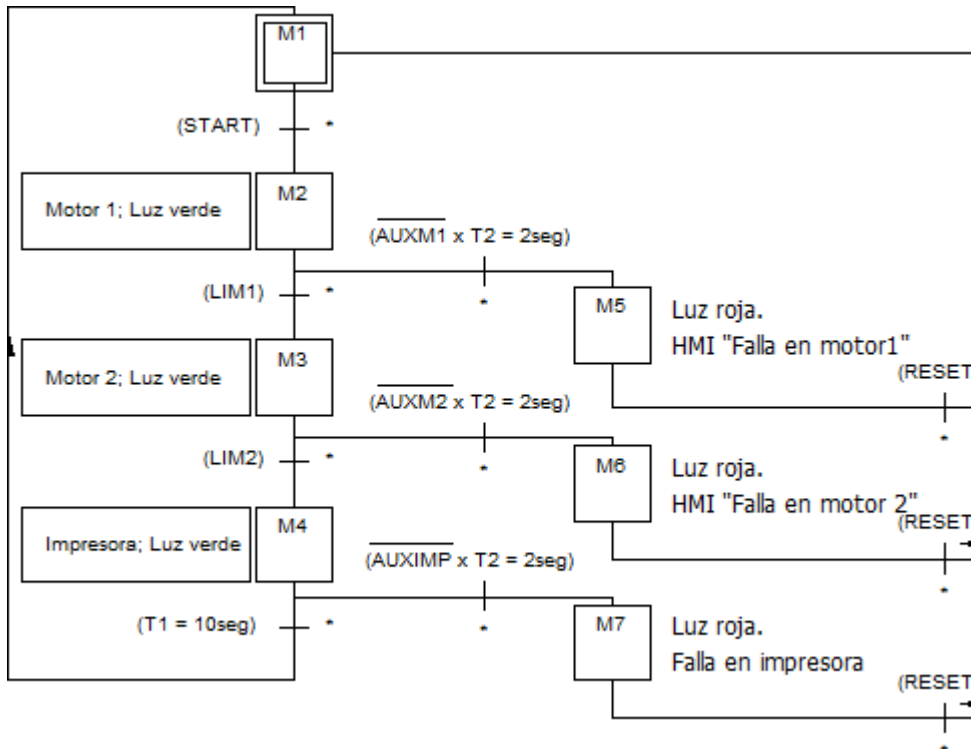
Al comenzar la simulación se verá lo siguiente:



Ejemplo de práctica 3 con fallas

Para esta práctica utilizaremos los contactos auxiliares de los relés que comandan a los motores 1, 2 y la impresora. Las memorias que indiquen fallas (M5, M6 y M7) quedarán activas hasta que el operario pulse RESET para reiniciar el programa una vez solucionado el error. El temporizador T2 indica el tiempo que daremos al relé de activarse, por ejemplo en la transición hacia M5, de pasar 2 segundos y NO activarse (por eso AUXM1 figura negado) el contacto auxiliar del relé que comanda al motor 1 se encenderá M5.

Grafset



Práctica 8: estación de taladrado automática

Secuencia de funcionamiento:

Al presionar START debe arrancar una cinta transportadora (impulsada por el motor 1) que lleva una pieza a taladrar, ésta es detectada por un sensor inductivo ZS1 que hace que se detenga la cinta, además debe extenderse un cilindro de sujeción (activado por XV1-CILA) que sostiene la pieza para que quede inmóvil.

Cuando el sensor que indica que el cilindro se extendió completamente (A1) se active, deben ponerse en marcha el motor del taladro (motor 2) y el cilindro que lo empuja a taladrar la pieza (XV2-CILB). Cuando el sensor de cilindro extendido se encienda (B1) indica que la pieza ya fue taladrada y por ende se debe apagar el motor 2 así como también deben retraerse ambos cilindros (es decir, se apagan XV1CILA y XV2CILB).

La cinta transportadora sólo deberá ponerse en marcha nuevamente cuando ambos cilindros se encuentren totalmente retraídos, es decir, (A0) y (B0) activos.

Cuando la pieza ya taladrada atraviese el sensor ZS2 al final del recorrido, el programa deberá contar 1 pero la cinta no se detendrá, ya que llevará otra pieza a realizar el mismo proceso. La pieza ya perforada queda alojada al final de la cinta en un tope.

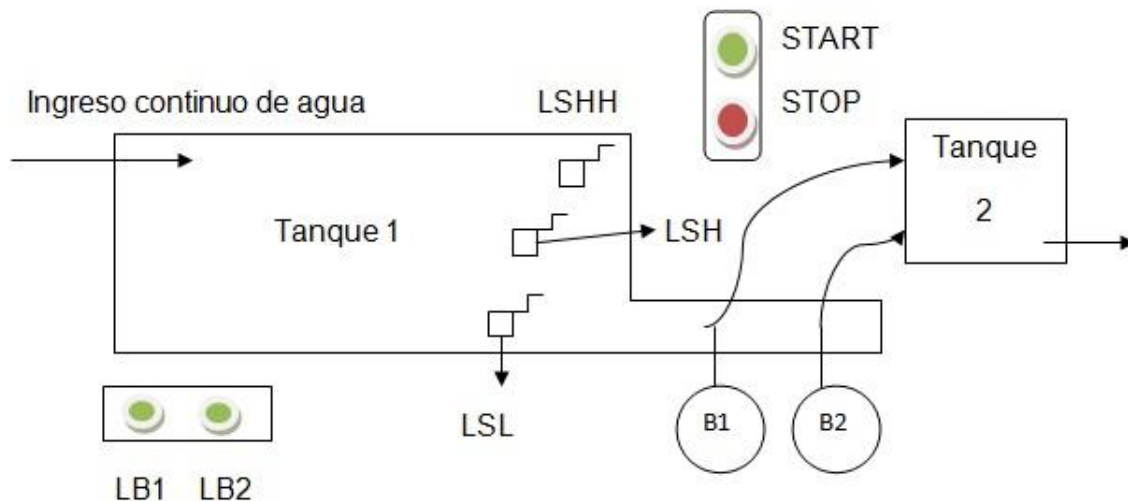
Cuando se cuenten 6 piezas listas, se deberá detener el sistema y tendrá que quedar listo para reiniciar con START.

Condición de arranque: ambos cilindros deben estar retraídos (es decir, encendidos A0 y B0)

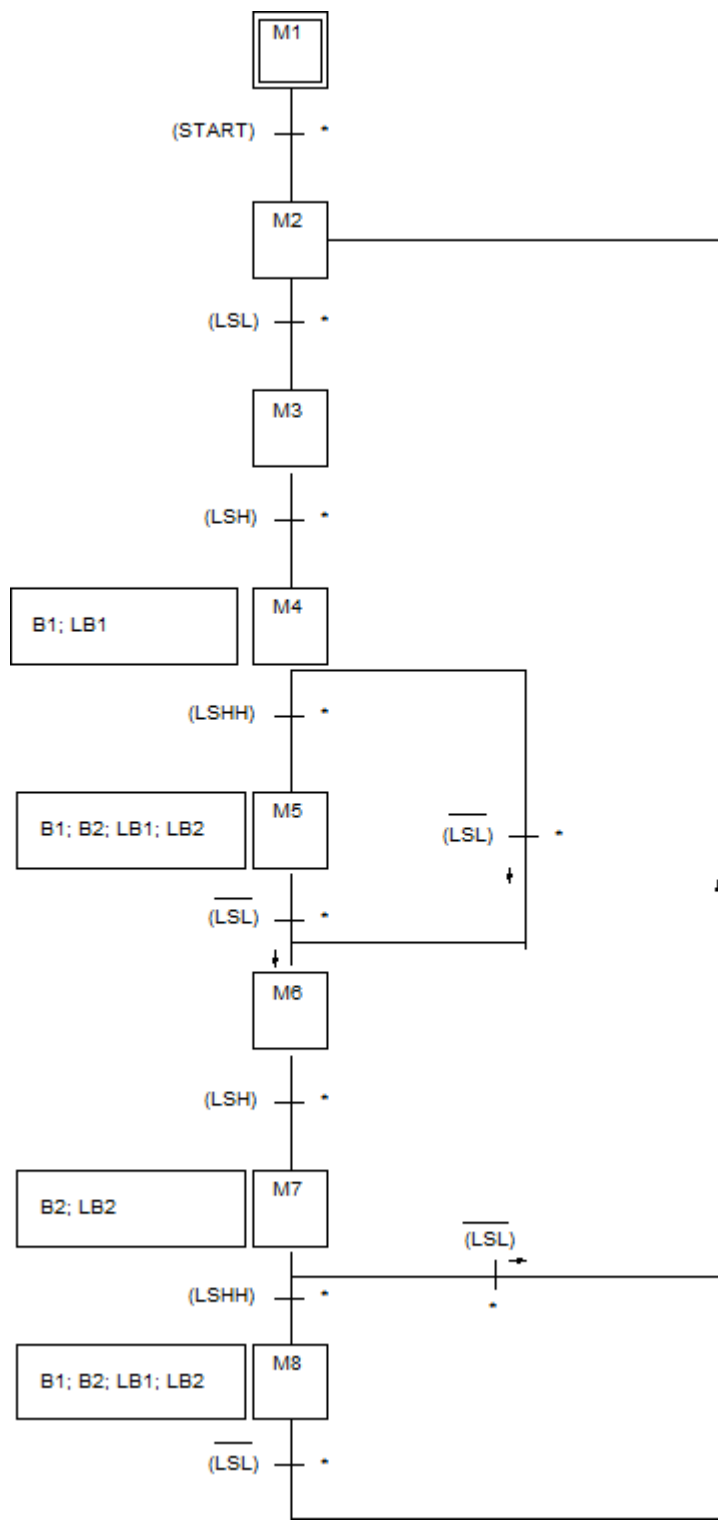
- Elegir equipo y sensores adecuados. Asignar entradas y salidas
- Realizar graficet
- Programar en ladder (Weg, Zelio, LOGO!)
- Dibujar el cableado en PLC

Práctica 9: control de desagote de tanque con 2 bombas secuenciales

Ejemplo de salto o by pass en graficet

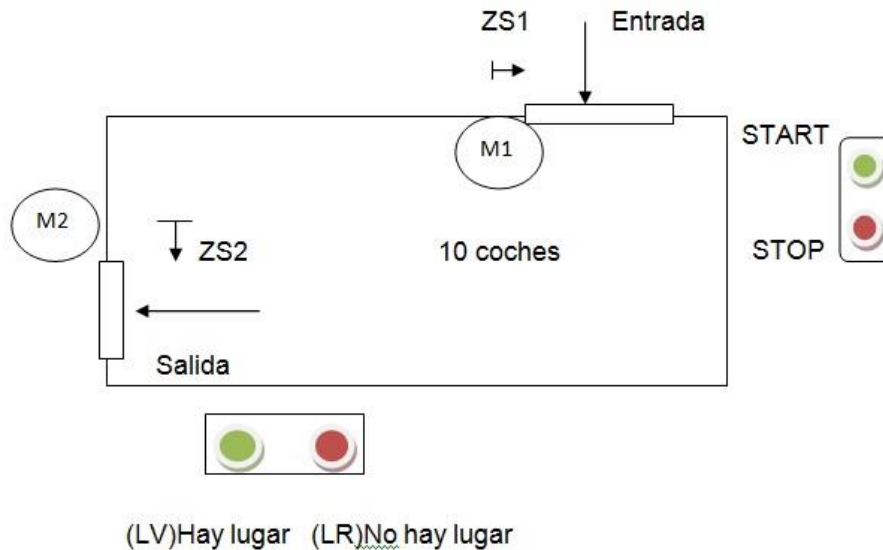


Se debe configurar el sistema accionando las bombas de forma tal que vayan descansando para no exigir siempre a la misma. También deberá indicarse con una luz en el tablero para cada una de las bombas cuando éstas se activen. (Luz bomba 1 y luz bomba 2. Observar y registrar de forma escrita el funcionamiento del proceso analizando el graficet siguiente:



- Elegir equipo y sensores adecuados. Asignar entradas y salidas
- Realizar graficet
- Programar en ladder (Weg, Zelio, LOGO!)
- Dibujar el cableado en PLC

Práctica 11: estacionamiento automatizado



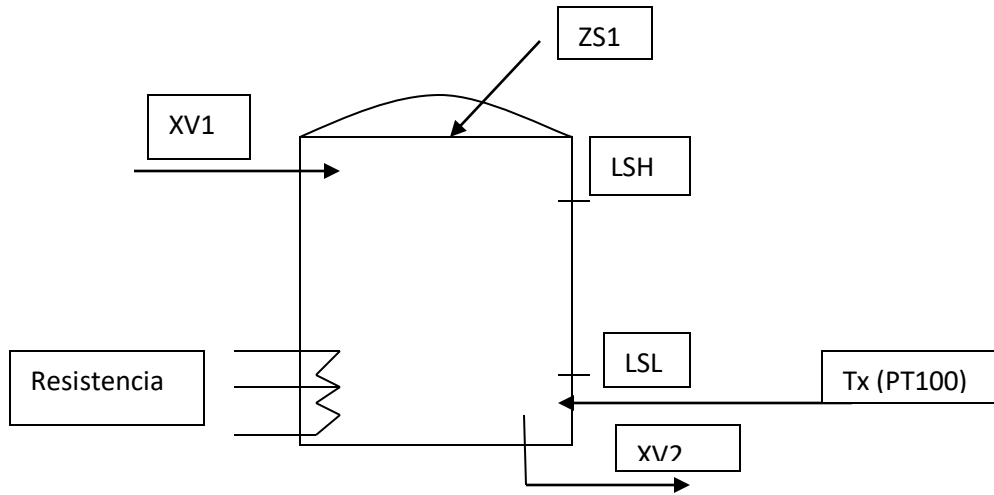
Funcionamiento:

El estacionamiento solo puede albergar 10 autos. Las barreras de entrada y salida se abren y se cierran automáticamente al detectar un auto con ZS1 o ZS2. Mientras haya espacio deberá encender una luz verde que indica "hay lugar". Al completarse el estacionamiento deberá encender una luz roja de "no hay lugar" y debe bloquearse la barrera de entrada hasta que se libere algún espacio.

- Elegir equipo y sensores adecuados. Asignar entradas y salidas
- Realizar graficet
- Programar en ladder (Weg, Zelio, LOGO!)
- Dibujar el cableado en PLC.

Tratamiento de señales analógicas

Ejemplo. Práctica 12: termotanque programable

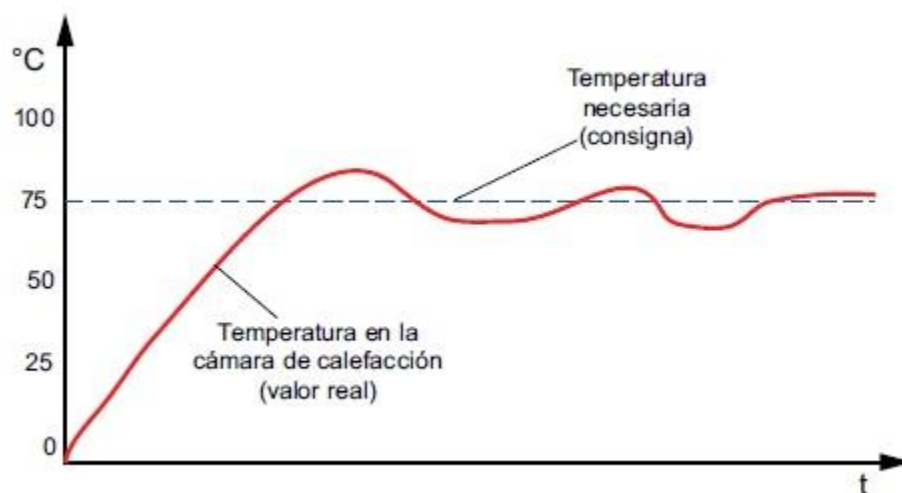


Funcionamiento:

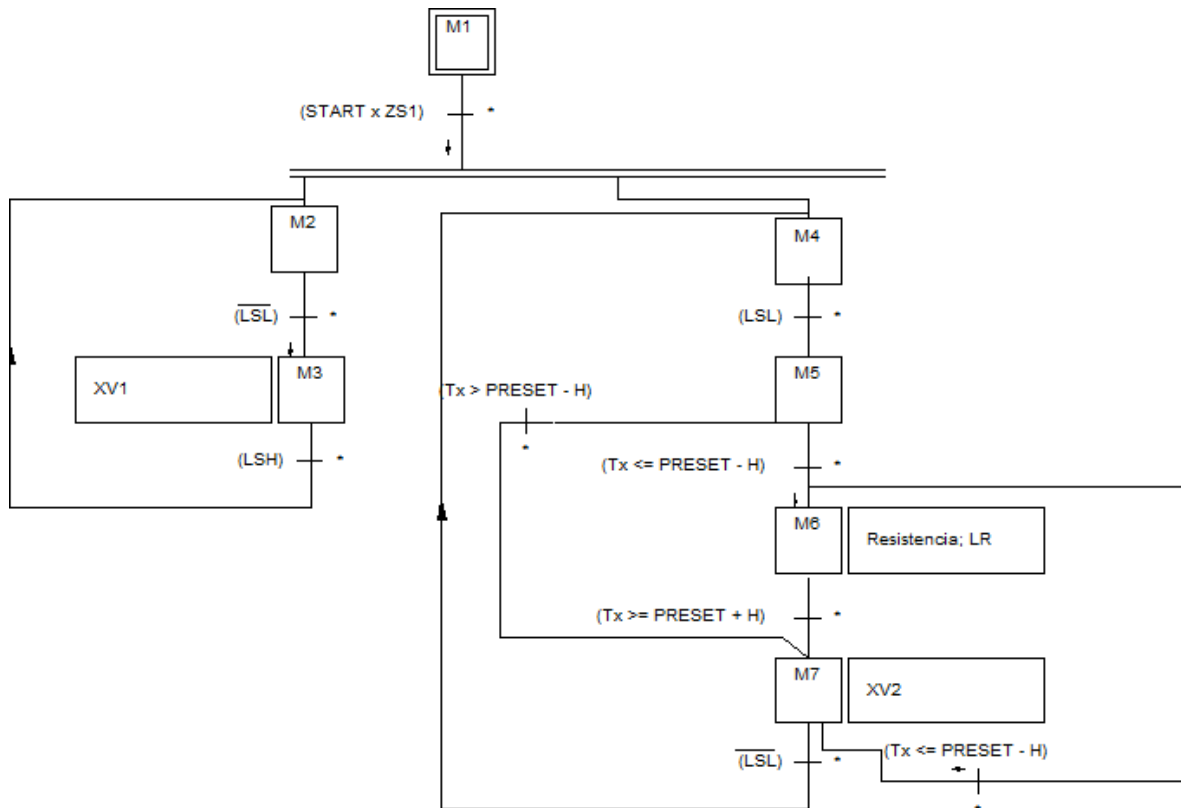
Cuando el tanque posea agua se deberá calentar a la temperatura prefijada por el operario, cuando esto suceda se evacuará el mismo por XV2 para comenzar nuevamente el ciclo. Asegurarse que la tapa esté siempre cerrada. Al encenderse la resistencia que calienta el agua deberá señalizarse con una luz roja en el tablero.

En este ejemplo puede producirse un rebase de la consigna porque el elemento calefactor sigue irradiando calor una vez desconectado. Este efecto se denomina sobreoscilación y aparece cuando entre la regulación y la medición del valor real se produce un retardo.

La figura siguiente muestra la posible evolución de la curva de temperatura después de conectar la instalación por primera vez:



En los programas este fenómeno aparece con la letra H (histéresis) o en logo como el gain.

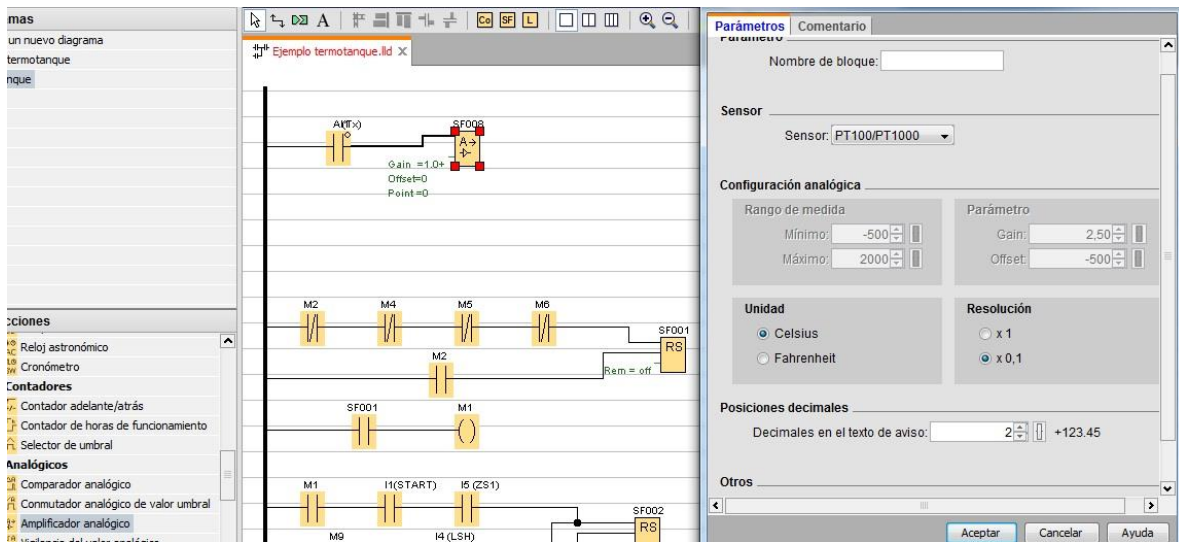


Para este proceso se utilizarán 2 entradas analógicas del PLC (A01 y A02). La primera será para conectar el señor de temperatura PT100 (con su respectivo transmisor) y la segunda para el potenciómetro que servirá para que el operario regule a qué temperatura querrá el agua del tanque.

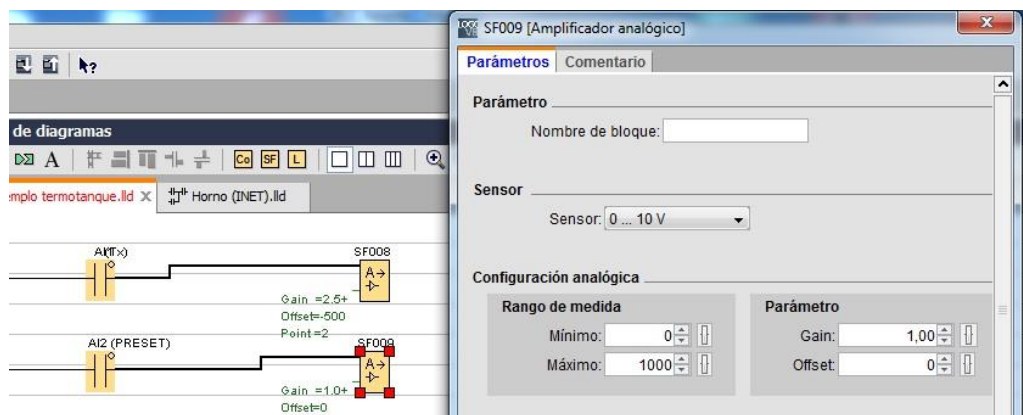
LOGO!Soft Comfort

Para configurar la entrada Tx seleccionamos a la izquierda en el menú instrucciones→constantes→contacto analógico y colocamos AI1. Luego colocamos un amplificador analógico que está ubicado más abajo en instrucciones→analógicos y lo conectamos.

Hacemos doble clic en el amplificador analógico (SF008) y lo configuramos como sensor PT100/1000. Ya nos ajusta el sensor automáticamente a los valores de fábrica que trabaja, por ejemplo el mínimo y máximo que mide, la ganancia (histéresis), etc.

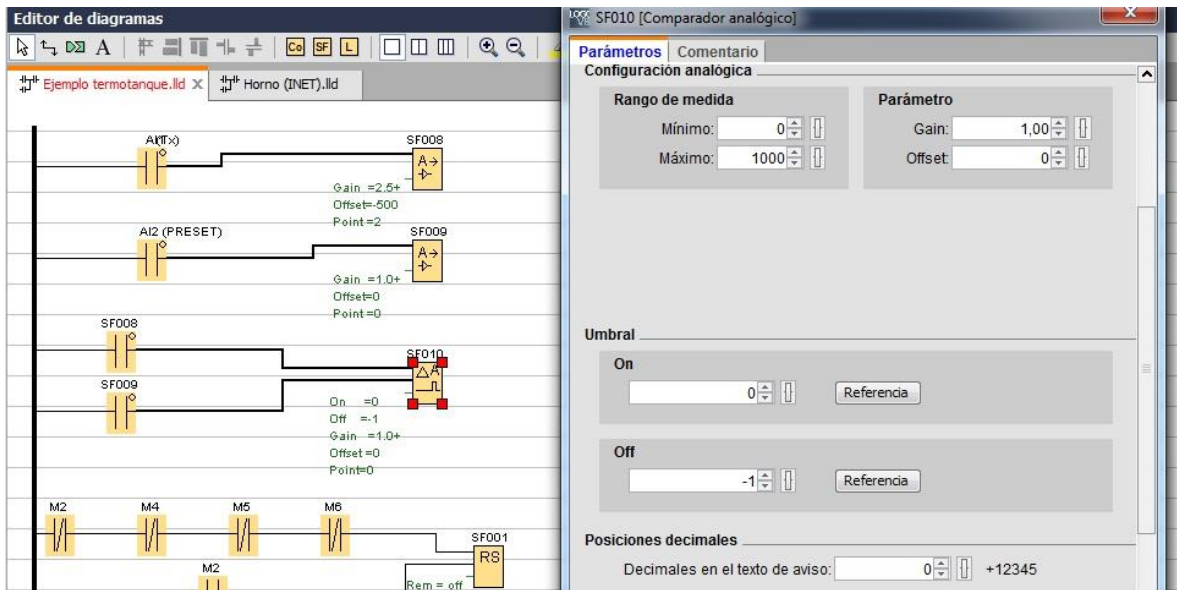


A continuación agregamos otra entrada analógica (AI2) que será para el potenciómetro de ajuste de la temperatura y lo conectamos a otro amplificador analógico. Hacemos doble clic en el mismo (SF009) y lo configuramos como sensor de 0 a 10V. Esto significa que el potenciómetro entregará una tensión dentro de ese rango donde 0V será el mínimo que mide el sensor y 10V será el máximo.



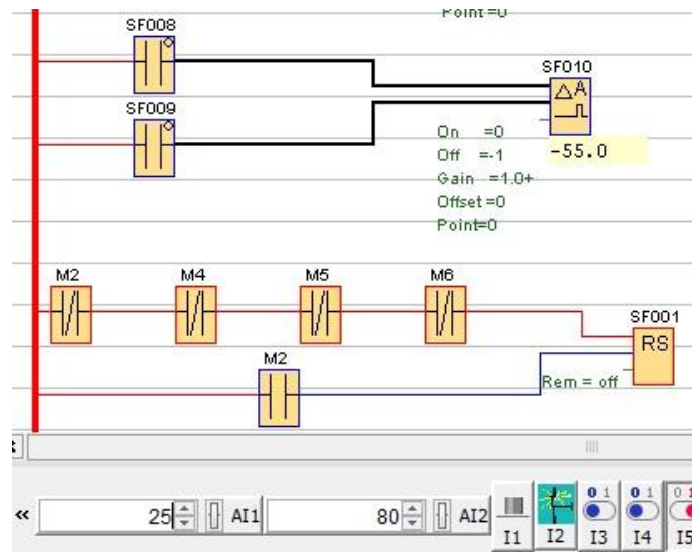
Para finalizar la configuración analógica agregamos un comparador analógico. Como podemos ver tiene dos entradas (Ax y Ay). A esas entradas conectamos las salidas de los amplificadores analógicos. A la correspondiente a Ax enviamos SF008 que pertenece a Tx, es decir, al sensor de temperatura. A la entrada Ay enviamos SF009, la cual corresponde al PRESET, es decir, al potenciómetro.

Este comparador realiza la diferencia entre ambas entradas y se enciende o apaga según la configuración.



Como vemos en la configuración, donde dice "umbral" vemos 2 opciones, de encendido y apagado. Básicamente esta función se encenderá (SF010) cuando la diferencia entre Ax y Ay sea 0 + el gain (histéresis) y se apagará cuando el resultado sea -1 + gain.

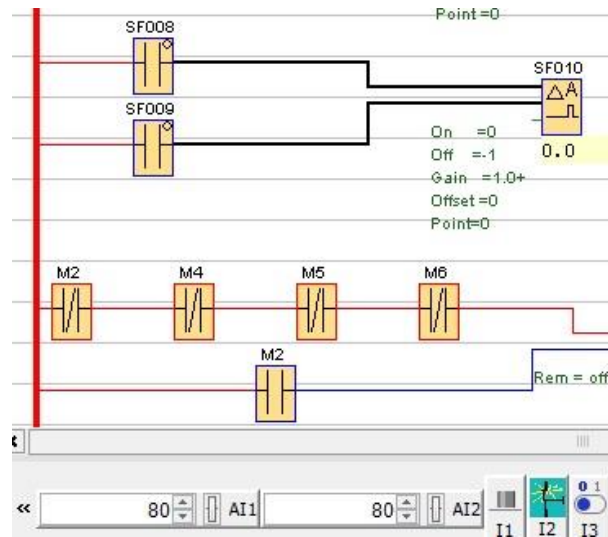
En la simulación se puede ver cómo funciona:



Al comienzo colocamos una temperatura de inicio cualquiera en AI1, por ejemplo 25°C que es la temperatura ambiente normal. Esto reflejaría lo que mide el sensor. En AI2 colocamos la temperatura a la cual queremos que se caliente el agua, es decir, el PRESET, que en este caso será de 80°C.

Como puede verse debajo del comparador (SF010), expresa un valor (-55.0) que es el resultado de la diferencia entre AI1 y AI2. Como esa diferencia está por debajo de -1 el comparador está apagado (en azul).

Al simular que la temperatura sube e iguala a la del PRESET el resultado de la diferencia es 0. Pero al tener una ganancia la compuerta aun no se encenderá.



Al alcanzar el valor de la ganancia (en este caso +2°C) se encenderá el comparador (SF010 en rojo).

Zelio Soft 2

Primero debemos seleccionar un equipo que posea entradas analógicas:

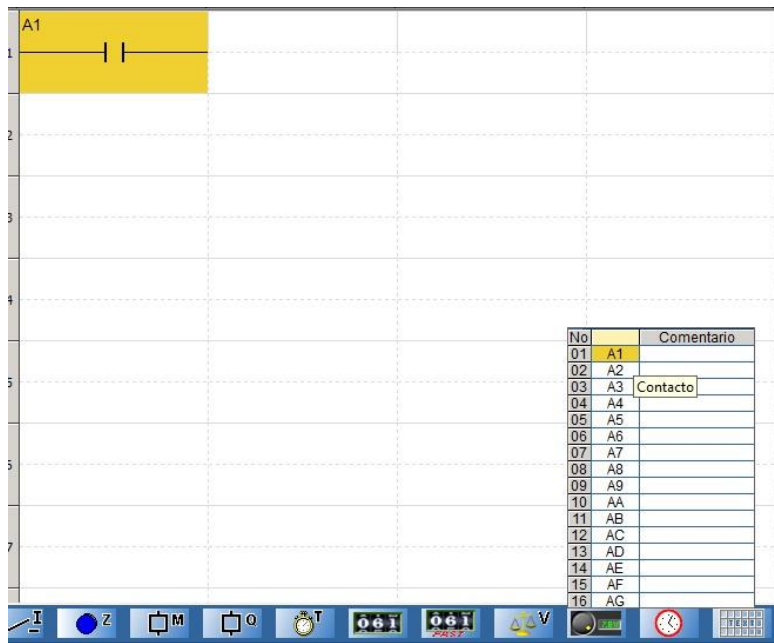
Selección de módulos en Zelio Soft 2:

Selección de la categoría del módulo:

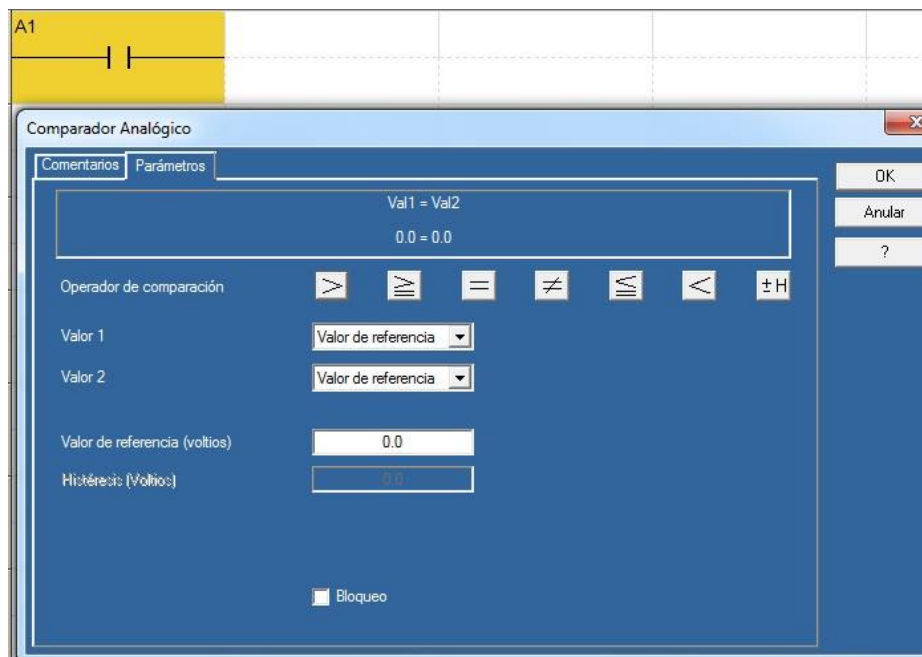
Selección del tipo de módulo Zelio que se desea programar:

Alimentación	Entradas digitales	Entradas mixtas DIG/Analógica	Salidas digitales	Pantalla/teclado	Reloj	Idioma	Referencia
100-240VAC	6 DIG	-	4 RELÉ	Sí	No	LD	SR2A101FU
12VDC	4 DIG	4 (0-10V)	4 RELÉ	Sí	Sí	BDF/LD	SR2B121JD
24VDC	4 DIG	4 (0-10V)	4 RELÉ	Sí	Sí	BDF/LD	SR2B121BD
24VDC	4 DIG	4 (0-10V)	4 DIG ESTÁTICO	Sí	Sí	BDF/LD	SR2B122BD
24VAC	8 DIG	-	4 RELÉ	Sí	Sí	BDF/LD	SR2B121B

Luego, en el programa, agregamos un comparador analógico:

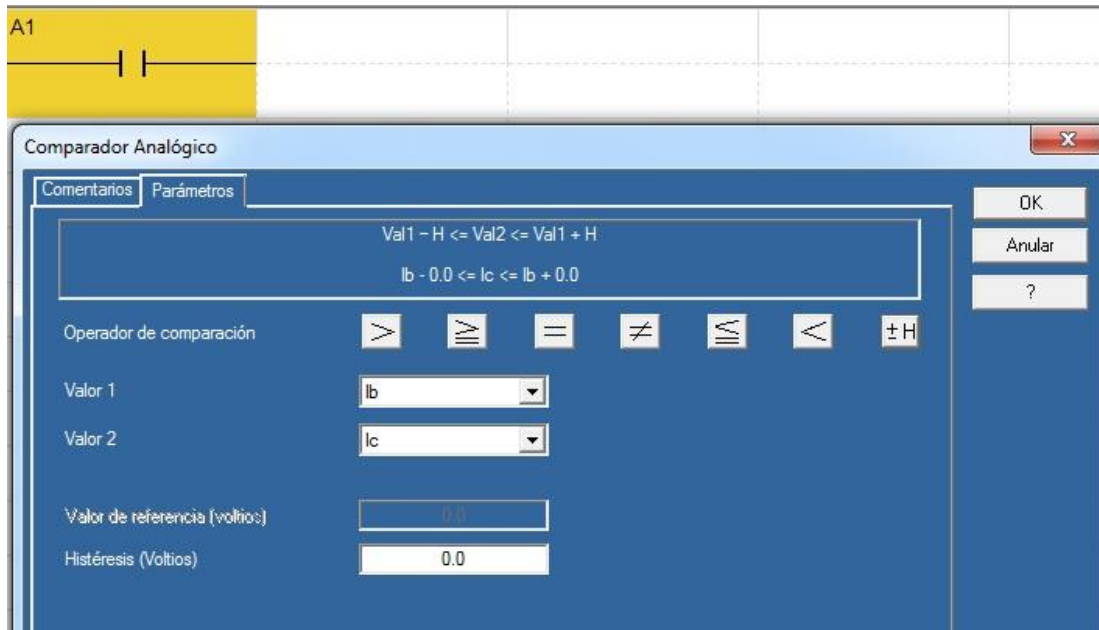


Al hacer doble clic en el mismo se abre el cuadro de configuración.



Valor 1 puede corresponder al sensor de temperatura y valor 2 al PRESET de ajuste que deseamos que se caliente el agua. Al desplegar las opciones aparecen las posibles entradas analógicas que posee el equipo (ib, ic, id, ie, para este caso que son 4 entradas).

En el operador de comparación elegimos lo que corresponda para la ocasión. Para este caso elegimos +/- H (suma y resta de histéresis).



En histéresis, debemos hacer la cuenta para averiguar qué voltaje representan 2°C (para este ejemplo). Suponiendo que el sensor de temperatura va a sensar entre 0 y 100°C, y el preset de ajuste de la temperatura se hace con un potenciómetro que regula entre 0 y 10v podemos concluir lo siguiente:

$$100^{\circ}\text{C} \rightarrow 10\text{v}$$

$$2^{\circ}\text{C} \rightarrow x$$

$$X = (2 \times 10) / 100$$

$$\mathbf{X = H = 0,2v}$$

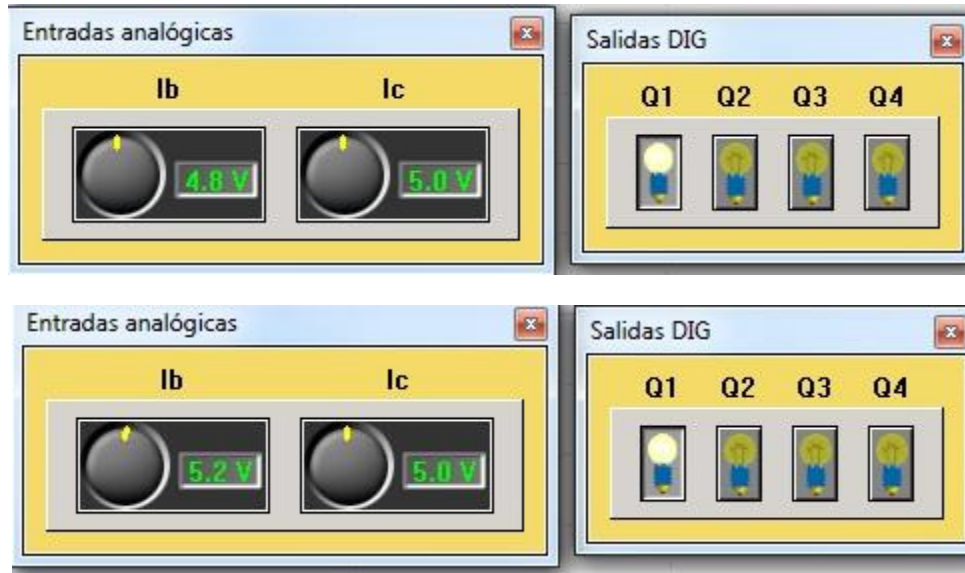
Una vez configurado procedemos a simular.



Como podemos ver en la imagen anterior, la perilla Ic está ajustada a 5v, lo que significa, para nuestro ejemplo, que seteamos la temperatura del agua para que se caliente a

50°C. La perilla Ib, simula lo que mide el sensor PT100, para el caso pusimos 2,5v, lo que serian unos 25°C de temperatura ambiente.

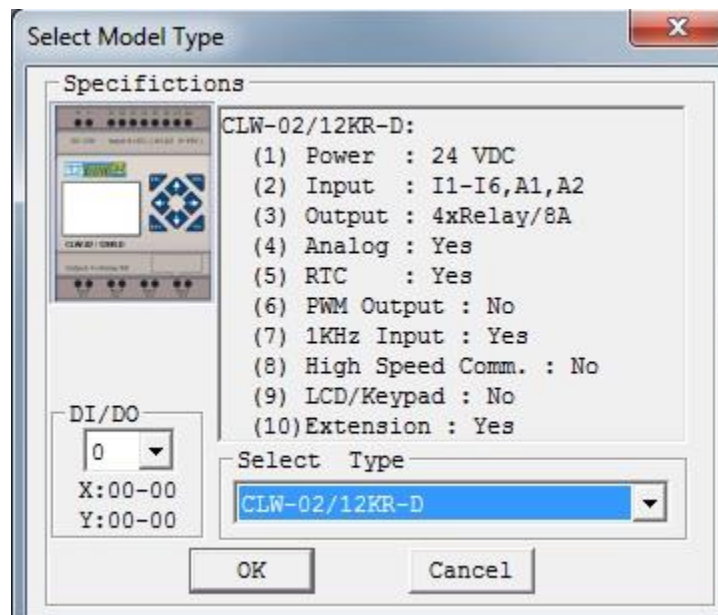
Cuando el agua comience a calentarse, deberemos mover la perilla Ib simulando que el sensor detecta ese cambio en la temperatura. Cuando la perilla esté entre 4,8v y 5,2v la salida asociada Q1 se encenderá. Fuera de ese rango se apagará.



Recordemos que ese 0,2v de diferencia es la histéresis configurada previamente y que significa 2°C.

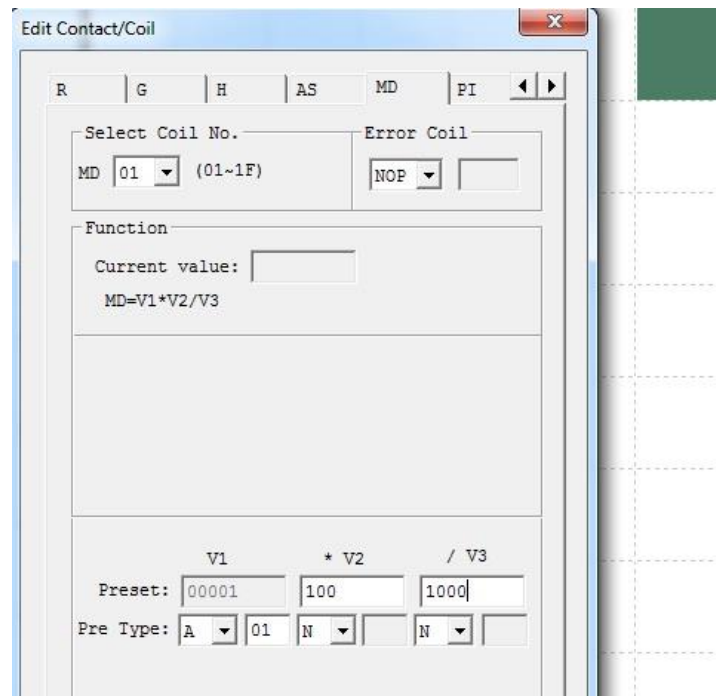
Clic 02

Al elegir el equipo, debemos asegurarnos que posea entradas analógicas.



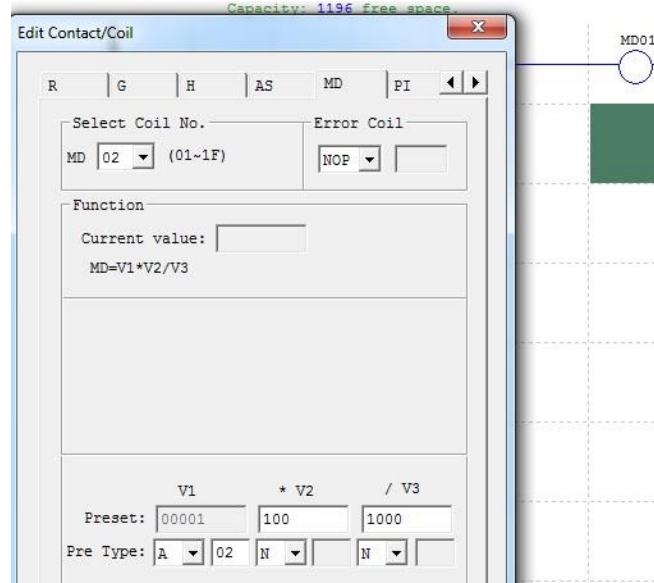
Como vemos en la imagen anterior, en el punto 4 donde dice "Analog" indica "yes", y en el punto 2 (Input, entradas) figuran A1 y A2. Por ende, este PLC está apto para realizar el problema. Tomaremos A1 para el sensor PT100 y A2 para el potenciómetro de ajuste de temperatura.

Para configurar el sensor conectado a A1 utilizaremos la función MD (multiplicador/divisor):

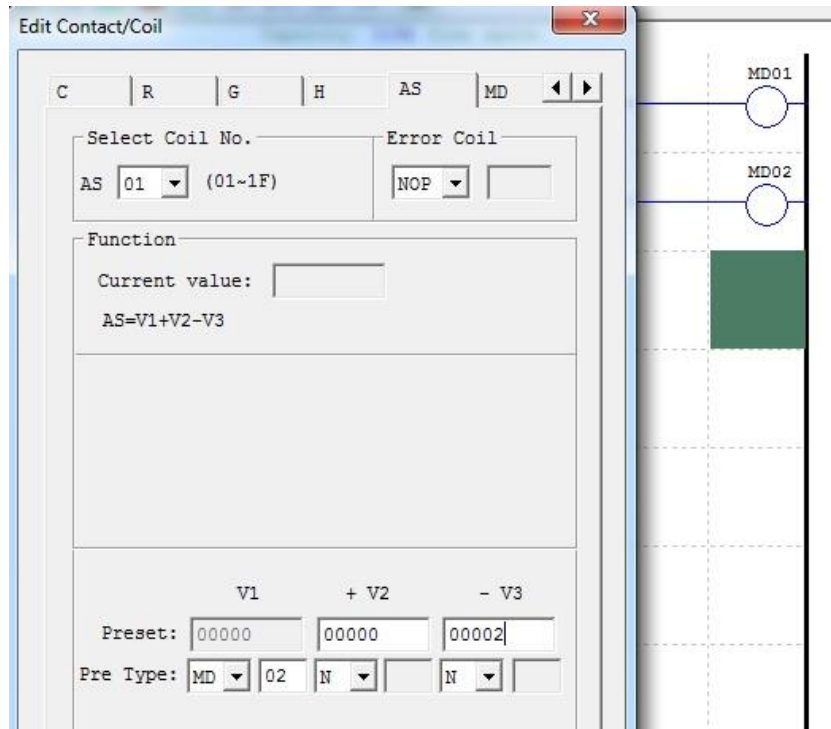


En "Pre Type" seleccionamos la entrada a configurar (A01 = A1). Luego lo multiplicamos por el rango máximo que va a medir (en este ejemplo 100°C) y lo dividimos por la cantidad de cuentas que realiza el convertor A/D. Esto puede verse en las variables V2 y V3.

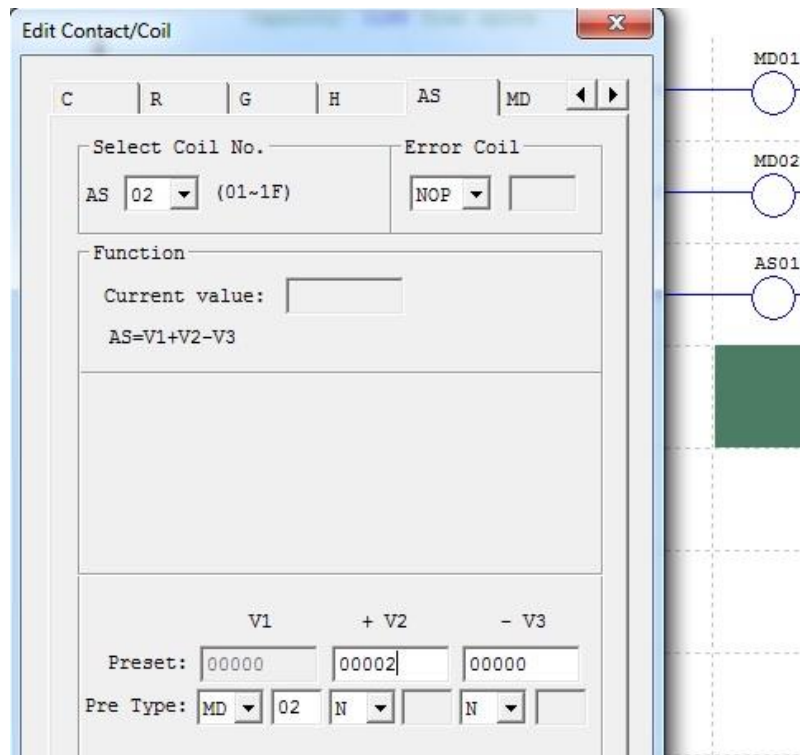
Luego hacemos la misma operación (agregando un MD02) para setear la entrada A2 que corresponde al potenciómetro de selección de temperatura.



A continuación colocamos un sumador/restador (AS) donde asignaremos la histéresis a la variable SET (o preset, que corresponde a A02). En primer lugar le restaremos 2°c:

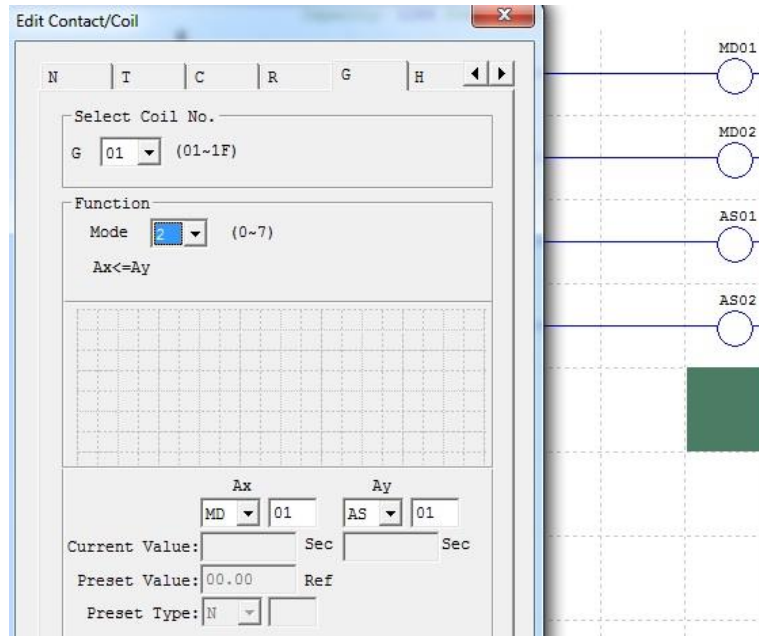


Luego agregamos otro sumador (AS02) y agregamos 2°c al MD2 (preset de temperatura).



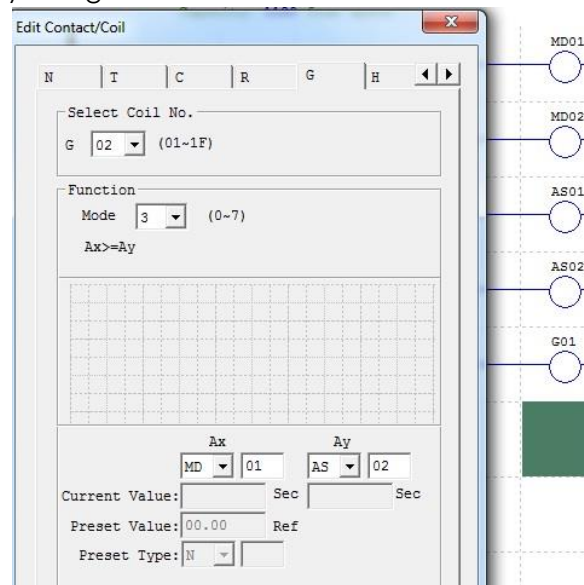
Por último, y respetando el graficet, creamos las comparaciones "Set - H" y "Set + H". Éstas serán las utilizadas en las transiciones.

Apretando la letra G en el lugar de las bobinas procederemos a configurar la primera comparación G01 perteneciente a "Tx <= Set - H". Es decir, si la temperatura sensada es menor o igual a la ajustada por el preset restando los 2°C de histéresis, se encenderá la bobina G01 y sus contactos asociados. Tengamos presente que Tx está asignada a la entrada A01 y que fue configurada en la función MD1; y el Set - H fue establecido en AS01.

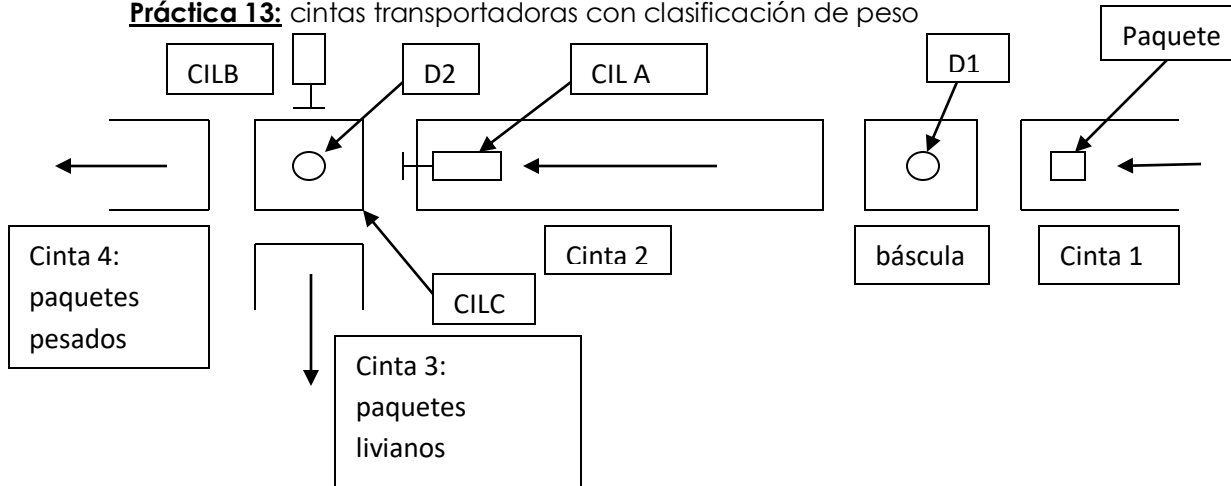


Veamos que en "Function" elegimos el número 2, que pertenece a la acción "menor o igual". Este comparador se encenderá si $Ax \leq Ay$. En Ax colcamos MD1 (Tx) y en Ay el Set - H, es decir, AS01.

A continuación hacemos lo mismo para el Set + H con otro comparador, esta vez eligiendo la función mayor o igual.



Práctica 13: cintas transportadoras con clasificación de peso



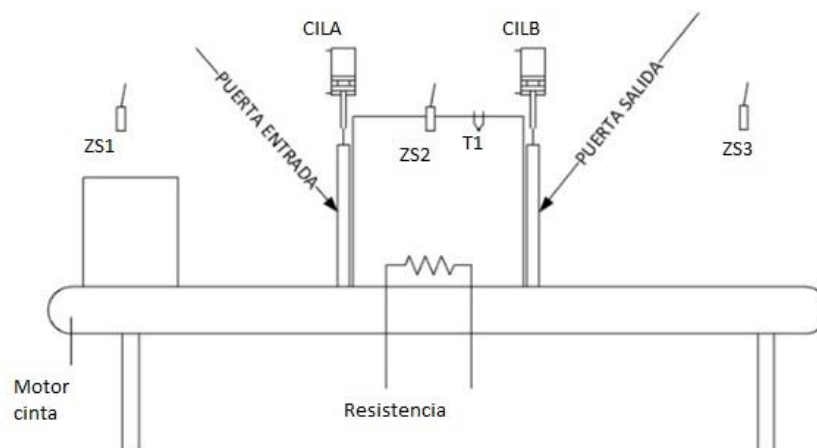
Al dar arranque al sistema se encenderá la cinta 1 que lleva el paquete a la báscula donde será pesado. Luego la cinta 2 lo lleva hasta el próximo sensor D2. Si el paquete pesa menos de 500kg se deberá encender el CILC que elevará la plataforma que sostiene el paquete. Cuando la plataforma se elevó completamente, se activará el CILB, el cual empujará el paquete a la cinta 3 que pertenece a los paquetes livianos.

Si el paquete pesa más de 500kg, se accionará el CILA, el cual empujará el paquete a la cinta 4.

Las cintas 3 y 4 deberán quedar encendidas por 10 segundos antes que se reinicie el sistema.

- Elegir equipo y sensores adecuados. Asignar entradas y salidas
- Realizar graficet
- Programar en ladder (Weg, Zelio, LOGO!)
- Dibujar el cableado en PLC.

Práctica 14: cinta transportadora con horno



Al colocar una pieza sobre la cinta transportadora el sensor ZS1 detecta la presencia de la misma, con lo cual se ordena la apertura de la puerta de entrada del horno.

Una vez verificada la apertura de la puerta, arranca la cinta transportadora y desplaza la pieza hasta que es detectada por el sensor ZS2, momento en el cual se ordena el cierre la puerta.

Una vez verificado el cierre de la puerta se inicia el proceso de calentamiento mediante el encendido de la resistencia, el valor que debe alcanzar la temperatura es de 125 °C (ajustable desde panel de operador en $\pm 10^{\circ}\text{C}$), momento en el cual se comienza a contar un tiempo de 15 segundos. Si durante ese tiempo la temperatura supera 135 °C (siempre $+10^{\circ}\text{C}$ de la de trabajo) se corta la alimentación de la resistencia, por el contrario, si la misma baja a un valor inferior de 115°C (siempre -10°C de la de trabajo) se debe volver a conectar la misma.

Una vez finalizado el tiempo de 15 segundos, se corta la alimentación de la resistencia y se procede a abrir la puerta de salida, una vez verificada la apertura de dicha puerta se arranca la cinta transportadora hasta que la pieza alcanza el sensor ZS3, momento en el que se procede a cerrar la puerta de salida y se detiene la cinta.

Para el caso del sensor de temperatura se utilizará una termocupla y un conversor de señal adecuado la misma para obtener un rango de 0 a 10 Volt.

Condición de funcionamiento del proceso (enclavamientos funcionales)

- 1.** Para que el proceso comience al colocar una pieza en ZS1 se debe cumplir que no se detecten objetos en los sensores ZS2 y ZS3.
- 2.** Para el arranque de la cinta se debe siempre verificar que la puerta respectiva se encuentre abierta, es decir para acceder al horno se debe comprobar que el sensor b1 esté actuado y para salir del horno el sensor b2 deberá estar actuado.
- 3.** Para iniciar el proceso de calentamiento la cinta debe estar detenida, y los sensores de puertas a1 y a2 deben estar accionados.
- 4.** En caso de que la temperatura supere el máximo fijado por más de 10 segundos se debe dar aviso a través del panel de operador.
 - Elegir equipo y sensores adecuados. Asignar entradas y salidas
 - Realizar grafcet
 - Programar en ladder (Weg, Zelio, LOGO!)
 - Dibujar el cableado en PLC.

Anexo N°1

Sensores y actuadores más utilizados

Anexo N°2

Simbología. Normas ISA

ISA

La Instrument Society of America de los Estados Unidos crea y actualiza permanentemente, las normas usadas en la instrumentación empleada en todo proceso.

La creación de un manual tiene como objetivo el uniformar los conocimientos en el campo de la instrumentación y no pretende ser un elemento estático, sino en permanente revisión, pues una de las características de una norma es su actualización repetitiva.

- ANSI / ISA S 5.1 - 1984 (R1992).

Identificación de un instrumento

Instrumento: Objeto fabricado, simple o formado por una combinación de piezas, que sirve para realizar un trabajo o actividad, especialmente el que se usa con las manos para realizar operaciones manuales técnicas o delicadas, o el que sirve para medir, controlar o registrar algo.

Identificación funcional de un instrumento:

- Todas las letras son mayúsculas.
- No más de 4 letras son utilizadas.
- Identificación del instrumento + identificación funcional.
- La identificación de los símbolos y elementos debe ser alfa numérica, los números representan la ubicación y establecen el lazo de identidad, y la codificación alfabética identifica al instrumento y a las acciones a realizar.

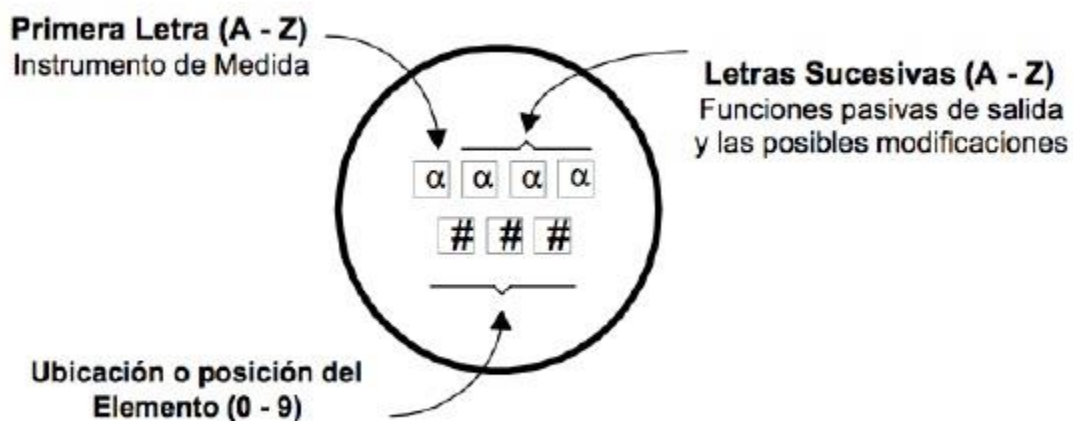
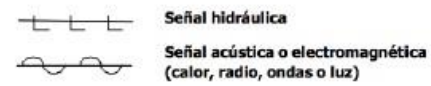
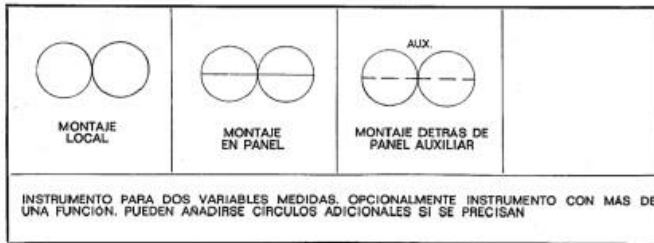
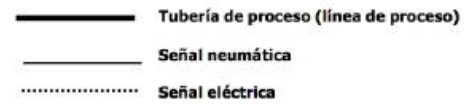
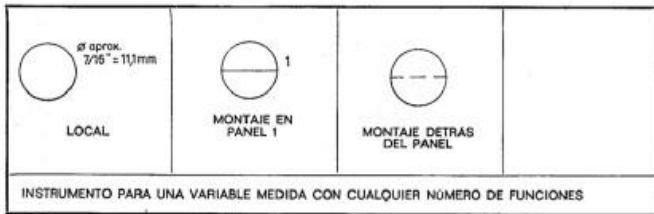


TABLA 1 LETRAS DE IDENTIFICACION					
PRIMERA LETRA			LETRAS SUCESIVAS		
	MEDIDA O VARIABLE INICIAL	MODIFICADOR	LECTURA O FUNCION PASIVA	FUNCION DE SALIDA	MODIFICADOR
A	Análisis(5,19)		Alarma	Opción usuario	Opción usuario
B	Arder, combustión		Opción usuario		
C	Opción usuario				
D	Opción usuario	Diferencial (4)			
E	Voltaje		Sensor Elemento primario		
F	Razón de flujo	Razón (fracción) (4)	Vidrio, Dispositivo		
G	Opción usuario				
H	Manual				High (7,15,16)
I	Corriente		Indicador (10)		
J	Potencia	Scan (7)			
K	Tiempo			Estación control	
L	Nivel		Luz (11)		Low (7,15,16)
M	Opción usuario	Momentáneo			
N	Opción usuario		Opción usuario	Opción usuario	
O	Opción usuario		Orificio, restricción		
P	Presión, Vacío		Punto (conexión de prueba)		
Q	Cantidad	Integrador, totalizador			
R	Radiación		Registro (17)		
S	Velocidad frecuencia	Seguridad (8)		Switch (13)	
T	Temperatura			Transmisor (18)	
U	Multivariable (6)		Multifunción (12)	Multifunción	Multifunción
V	Vibración, Análisis mecánico (19)			Válvula, Damper,	
W	Peso Fuerza				
X	No clasificada	Eje X	No clasificado	No clasificado	No clasificado
Y	Evento, estado o presencia Posición Dimensión	Eje Y		Rele, computador, convertidor	
Z		Eje Z		Actuador, Dirigir Elemento final no clasificado	

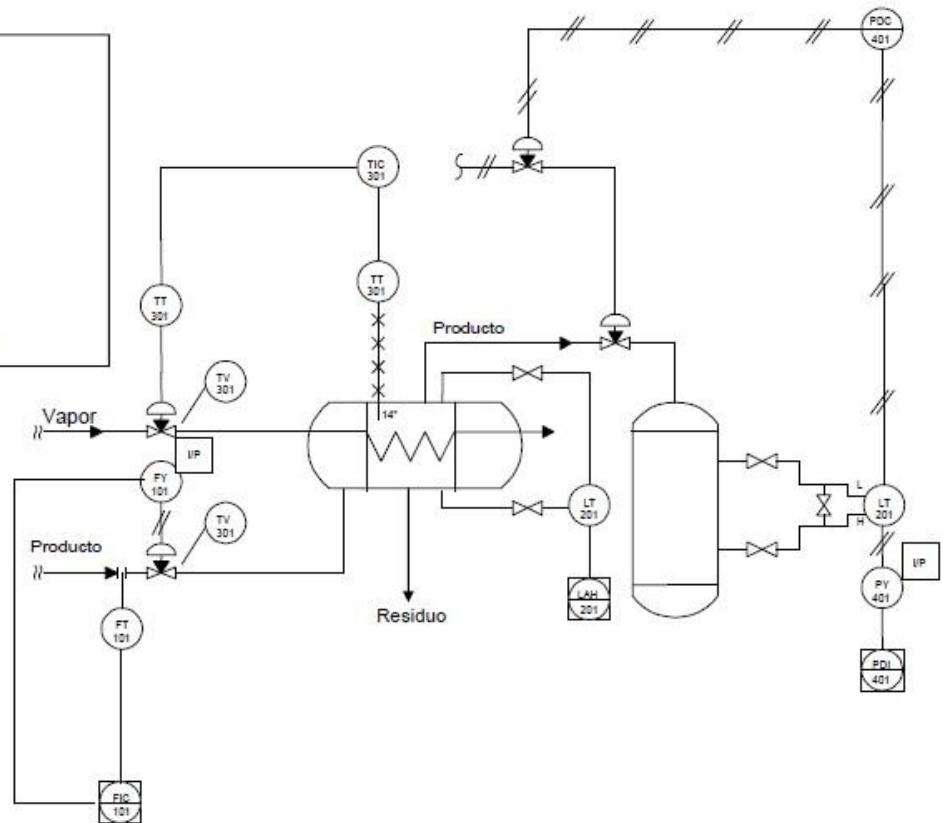
Simbología. Líneas y Símbolos generales.



Ejemplo:

Leyenda:

FT : Transmisor de Flujo
 FIC : Controlador Indicador de flujo
 FY : Relé de Flujo
 LAH: Nivel con Alarma de Alta
 LT : Transmisor de Nivel
 I/P : Corriente/Neumático
 PY : Relé de presión
 PDI: Indicador Presión Diferencial
 PDC: Controlador Presión Diferencial
 TT : Transmisor de Temperatura
 TV : Válvula de Temperatura
 TIC: Controlador Indicador de Temperatura



Bibliografía

- RODRÍGUEZ, Julián; CERDÁ, Luis; BEZOS, Roberto: "Automatismos Industriales". Ed. Jerez. Paraninfo. 2017.
- Material didáctico brindado por INET en curso virtual de "Automatización Industrial".
- Material didáctico brindado por UTN en cursos de "Programación y mantenimiento de PLC 1 y 2".
- Instrument Society of America: Normas ISA para automatismos industriales.
- Información de sensores y actuadores: páginas web de Siemens, Schneider, Weg.