



UNIVERSITAT  
POLITÈCNICA  
DE VALÈNCIA



Escuela Técnica Superior de Ingeniería del Diseño

Escuela Técnica Superior de Ingeniería del Diseño

Grado en Ingeniería Aeroespacial

Trabajo Final de Grado

---

# Diseño de Sistema de Control Robótico para un Puesto de Soldadura con Medición 3D Asistida por CAD.

---

MANUAL DE PROGRAMACIÓN

**Autor:**

Guillermo García-España Brines

**Director:**

Sergio García-Nieto Rodríguez

**Codirectores:**

Alfredo Rosado Muñoz

Antonio Valls Obrer

JULIO 2017





# Índice general

<b>1. Introducción</b>	<b>1</b>
<b>2. GRAFCET</b>	<b>3</b>
<b>3. TIA Portal</b>	<b>7</b>
3.1. Instalación de dispositivos . . . . .	7
3.2. Programación . . . . .	11
3.2.1. Puesta a punto del programa . . . . .	12
3.2.2. Método de programación . . . . .	12
<b>4. Implementación del programa</b>	<b>15</b>
4.1. Módulo de etapas . . . . .	15
4.2. Temporizadores . . . . .	20
4.3. Módulo de salidas . . . . .	21
4.4. Parada de Emergencia . . . . .	22
<b>5. Simulación</b>	<b>25</b>



# Índice de figuras

2.1. GRAFCET del proceso . . . . .	3
3.1. Acceso al TIA Portal . . . . .	8
3.2. Crear proyecto . . . . .	8
3.3. Configurar dispositivo (1) . . . . .	9
3.4. Configurar dispositivo (2) . . . . .	10
3.5. Configuración general (1) . . . . .	10
3.6. Configuración general (2) . . . . .	10
3.7. Configuración general (3) . . . . .	11
3.8. Módulo de entradas digitales . . . . .	11
3.9. Módulo de salida digitale . . . . .	11
3.10. Agregar bloque de programa . . . . .	12
3.11. Llamar al nuevo bloque desde el Main . . . . .	12
3.12. Programación desde Favoritos . . . . .	13
3.13. Activación de SET y RESET . . . . .	13
4.1. Segmento 1 . . . . .	15
4.2. Segmento 2 . . . . .	16
4.3. Segmento 3 . . . . .	16
4.4. Segmento 4 . . . . .	16
4.5. Segmento 5 . . . . .	17
4.6. Segmento 6 . . . . .	17
4.7. Segmento 7 . . . . .	17
4.8. Segmento 8 . . . . .	18
4.9. Segmento 9 . . . . .	18
4.10. Segmento 10 . . . . .	18
4.11. Segmento 11 . . . . .	18
4.12. Segmento 12 . . . . .	19
4.13. Segmento 13 . . . . .	19
4.14. Segmento 14 . . . . .	19
4.15. Segmento 15 . . . . .	20
4.16. Temporizador de establecimiento . . . . .	20
4.17. Temporizador de soldadura . . . . .	21
4.18. Salida Referencia 1 . . . . .	21
4.19. Salida Referencia 2 . . . . .	21
4.20. Salida Referencia 3 . . . . .	22
4.21. Salida Referencia 4 . . . . .	22
4.22. Salida SOLDADOR . . . . .	22

4.23. Parada de emergencia . . . . .	23
5.1. Simulación en Online . . . . .	25
5.2. Vista preliminar Carga . . . . .	26
5.3. PLCSIM . . . . .	26
5.4. Simulación real . . . . .	27
5.5. Forzar contactos . . . . .	27
5.6. Ejemplo de simulación real . . . . .	27



---

# Capítulo 1

## Introducción

El objetivo de este documento es plasmar toda la información necesaria con respecto a la programación del sistema de control robótico para el puesto de soldadura. La programación de este sistema se implementa utilizando el software TIA Portal del proveedor Siemens. Tanto la parte de hardware, que consistirá en el PLC SIMATIC S7-1200, como la parte de software, que incluye el programa ya mencionado, son proporcionados por el proveedor Siemens. Se han utilizado más programas informáticos, como puede ser el RobotStudio descrito en el documento “*Memoria*”, pero el TIA Portal es el único que envuelve la programación completa del sistema y, por ello, el que se utilizará para el diseño principal y aparecerá descrito en este documento.

Se procederá a exponer las funciones básicas del programa TIA Portal. Posteriormente se reflejará toda la programación de las secuencias correspondientes para la creación del sistema y se explicará en detalle cada uno de las etapas. Finalmente se contemplará el funcionamiento general del programa.

Se explicará cuales son los pasos a seguir para programar el proyecto, es decir, el desarrollo completo del GRAFCET implementado, y la manera de proceder para conseguir las entradas y salidas digitales necesarias a utilizar así como el enlazamiento del PLC con el PC y otros aspectos que se incluirán para el pleno entendimiento de la creación del sistema.



# Capítulo 2

## GRAFSET

En este capítulo se va a explicar el desarrollo completo del GRAFCET implementado para el correcto funcionamiento del proceso en cuestión.

A continuación se adjunta directamente el GRAFCET que gobierna el proceso de la acción de soldadura con el brazo robótico.

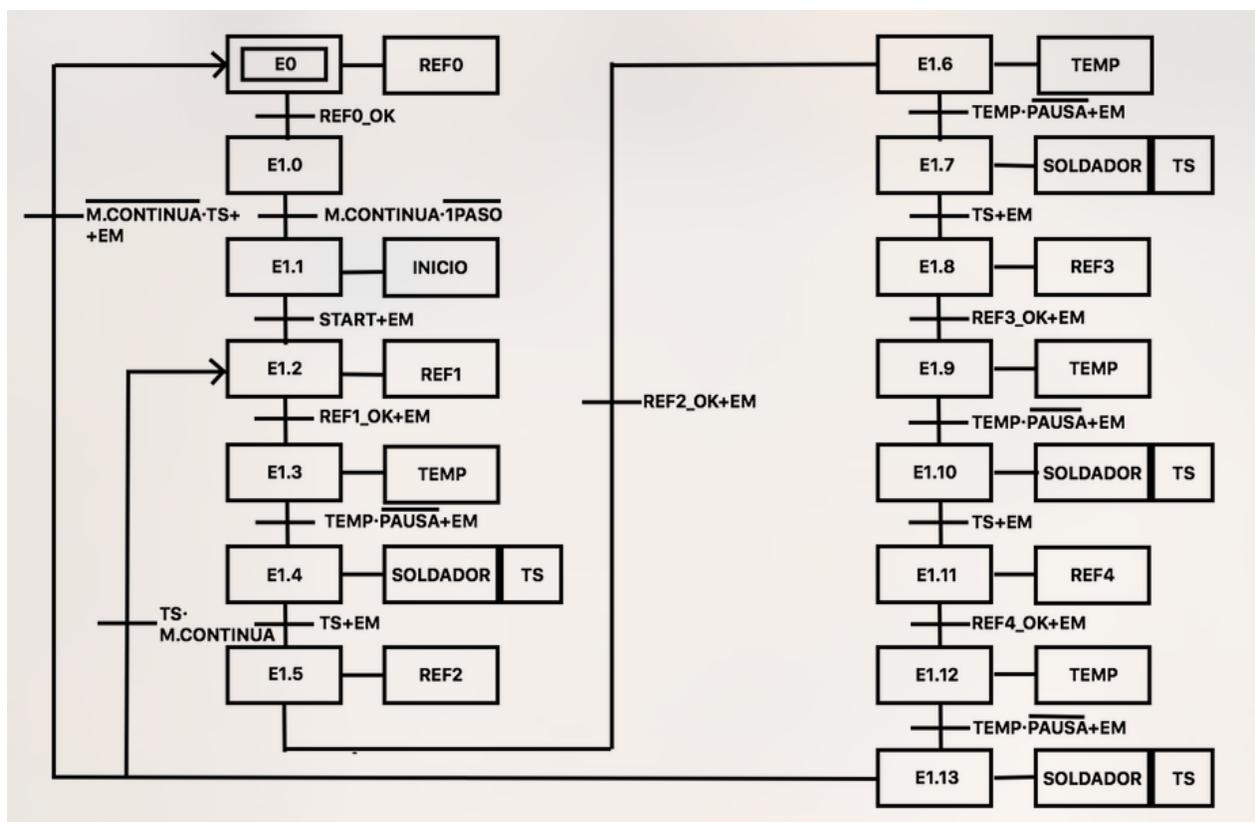


Figura 2.1: GRAFCET del proceso

Acción	Descripción
<i>Ref0</i>	<i>Lleva el robot a la posición inicial.</i>
<i>Ref1</i>	<i>Lleva el robot a la posición de referencia 1.</i>
<i>Ref2</i>	<i>Lleva el robot a la posición de referencia 2.</i>
<i>Ref3</i>	<i>Lleva el robot a la posición de referencia 3.</i>
<i>Ref4</i>	<i>Lleva el robot a la posición de referencia 4.</i>
<i>Inicio</i>	<i>Activa los sistemas del robot.</i>
<i>temp</i>	<i>Activa el temporizador de establecimiento.</i>
<i>ts</i>	<i>Activa el temporizador de soldadura.</i>
<i>soldadura</i>	<i>Realiza la acción de soldadura.</i>

Tabla 2.1: Acciones del GRAFCET

Transición	Descripción (en valor 1, conectado)
<i>Ref0_OK</i>	<i>El robot ha llegado a la Ref0.</i>
<i>Ref1_OK</i>	<i>El robot ha llegado a la Ref1.</i>
<i>Ref2_OK</i>	<i>El robot ha llegado a la Ref2.</i>
<i>Ref3_OK</i>	<i>El robot ha llegado a la Ref3.</i>
<i>Ref4_OK</i>	<i>El robot ha llegado a la Ref4.</i>
<i>M.CONTINUA</i>	<i>Se ha activado la marcha continua.</i>
<i>1PASO</i>	<i>Se ha activado 1 paso (1 ciclo del proceso).</i>
<i>START</i>	<i>Se ha puesto en marcha el proceso.</i>
<i>PAUSA</i>	<i>Realiza una pausa en el proceso.</i>
<i>EM</i>	<i>Se ha activado la opción de emergencia.</i>
<i>TEMP</i>	<i>Se ha cumplido el tiempo de establecimiento.</i>
<i>TS</i>	<i>Se ha cumplido el tiempo de soldadura.</i>

Tabla 2.2: Transiciones del GRAFCET

Se procede a explicar los elementos que componen el GRAFCET de este proyecto.

- La etapa “0” es la inicial. Se pone en funcionamiento el sistema llevando a cabo la acción “*Ref0*”. Esta lleva el brazo robótico a la posición inicial, independientemente de donde se encuentre en ese instante. Una vez los sensores del robot detectan que ha llegado al punto de referencia, se cumple la condición de la primera transición, “*Ref0\_OK = 1*”, y se activa el estado 1.
- La etapa “1” no contiene ninguna acción. Simplemente se utiliza como apoyo para poder ejecutar las siguientes condiciones de forma más sencilla e intuitiva. Para poder avanzar a la siguiente etapa, el operario debe seleccionar si desea realizar tan solo un ciclo, o si quiere que el proceso no se detenga. Para ello, el sistema está diseñado de forma que en este punto, debe estar “*MarchaContinua = 1*” y “*1Paso = 0*” para que el programa se ejecute. De esta forma, y como veremos más adelante, podemos optar a ambas opciones con tan solo 1 rama en el grafcet, por lo que el proceso es más eficiente y rápido.
- En la etapa “1,1” se ejecuta la acción de Inicio. Esto es un pulsador que activa los sistemas del robot para estar a punto para cuando el operario decida iniciar el proceso. A partir de esta etapa, cada transición estará compuesta de 2 cosas: la primera, la

---

condición para poder avanzar a la siguiente etapa; la segunda, la opción de paro de emergencia “*EM*” por si algo falla y hay que detener el proceso rápidamente. En esta etapa, se debe poner “*Start = 1*” para poder avanzar a la siguiente.

- La etapa “1,2” contiene la acción de Ref1. Como en la etapa inicial, el robot se mueve hasta la primera posición donde realizará un punto de soldadura. Cuando los sensores detecten que el robot ha llegado, es decir, “*Ref1\_OK = 1*”, se avanzará a la siguiente etapa.
- Esta etapa, la “1,3”, se añade para asegurarse de que el proceso se realizará correctamente. Para ello, se obliga al robot a estar un cierto tiempo parado, mediante la acción “*temp*”, para que se estabilice y realice la acción de soldadura correctamente. Cuando se cumpla que “*temp = 1*” y además que “*pausa = 0*”, se cumplirá la transición. En este caso se deben cumplir ambas cosas porque aquí el operario tiene la opción de pausar el proceso para ver que todo está cumpliendo las expectativas. Esta opción de pausa se puede ejecutar antes de cada acción de soldadura, para comprobar que la anterior ha salido correctamente. Una vez desactivada la opción, las condiciones se cumplirán y se avanzará a la siguiente etapa.
- La etapa “1,4” es la encargada de ejecutar la acción de soldar. En ella, además, se activa la acción “*ts*”, la cual activa un temporizador de soldadura. Cuando se cumplen los 0.5 segundos de soldadura, “*ts = 1*” y se avanza a la siguiente etapa.
- Una vez llegados a la etapa “1,5”, el proceso anterior se repite para los 4 puntos de referencia distintos en los cuales hay que realizar la acción de soldar. Por ello, avanzamos a la última etapa de todas.
- En la etapa final, la “1,13”, hay dos caminos que se pueden seguir. Después de realizar la soldadura, se puede ir tanto a la etapa inicial como a la “1,2”. La diferencia reside en lo mencionado anteriormente dependiendo de si se quiere realizar uno o más ciclos del proceso.
  - Si después de la etapa final “*mc = 0*” y “*ts = 1*”, o “*EM = 1*”, el sistema vuelve a la etapa inicial, permaneciendo en reposo a partir de aquí hasta que alguien lo vuelva a activar. Esta sería la opción de “1Paso”, es decir, tan solo se realizaría un ciclo del proceso. El hecho de que la parada de emergencia aparezca en esta rama es debido a que se está obligando al sistema a volver a la posición inicial tras la parada, es decir, el sistema no puede seguir funcionando hasta que el operario haya comprobado que todo está bien. Esto se suele hacer para verificar que todo funciona correctamente antes de ponerse a producir en cadena.
  - En cambio, si solo se cumple que “*ts = 1*” y “*mc = 1*”, es decir, no se desactiva la marcha continua, el proceso regresa a la etapa “1,2” y se repite todo de nuevo, hasta que se desactive la Marcha Continua.



---

# Capítulo 3

## TIA Portal

El TIA Portal es el programa principal de los controladores de Siemens. Con este software se pueden crear diversos proyectos con el objetivo de automatizar y gestionar las líneas de control de muy diversos fines.

Este software se basa en una arquitectura ladder, es decir, su funcionamiento propio es lenguaje de lógica en el cual se crean u obtienen entradas y salidas digitales para utilizarlas en contactos digitales normalmente abiertos o cerrados. También se dispone de distintos elementos como puedan ser temporizadores, comparadores, contadores, etc.

El funcionamiento básico propio consiste en recibir información de robots u otros dispositivos mediante, por ejemplo, sistema de interbus o cableado ethernet. Esta información, la cual consiste en entradas y salidas digitales (I/Os) que los propios equipos y autómatas contienen, puede ser utilizada a merced del usuario para gestionar como se pretende diseñar una línea automatizada o bien para optimizarla.

Por ejemplo, los sistemas de anticolidión están muy extendidos y normalizados en las plantas de InPro electric España. Así, si en alguna ocasión el cabezal u otro componente del robot golpea a un elemento externo, los sensores localizados en éste se activan, actuando como input, que una vez definido en el TIA Portal, se activará si el contacto fuese definido como normalmente abierto, e iniciará una serie de secuencias de emergencia para que el robot pare y lance avisos o alertas a los trabajadores para solucionar el problema.

También se pueden crear tags propios para utilizarlos, tanto en marcas, entradas y/o salidas. Si tras activar una serie de inputs en un programa ladder se activa una determinada salida creada por el usuario, ésta puede ser utilizada posteriormente como input en otra secuencia distinta.

Ese es el funcionamiento a grandes rasgos del software. Posteriormente se expondrán ejemplos más específicos de este proyecto y su desarrollo. A continuación se procederá a explicar como se realiza la programación del presente proyecto.

Se puede partir de la opción de abrir un proyecto existente, pero se tratará de explicar desde cero por posibles implementaciones futuras.

### 3.1. Instalación de dispositivos

Para acceder al software basta con presionar el icono que aparece en el escritorio creado durante la instalación del software, como se observa en la siguiente figura.

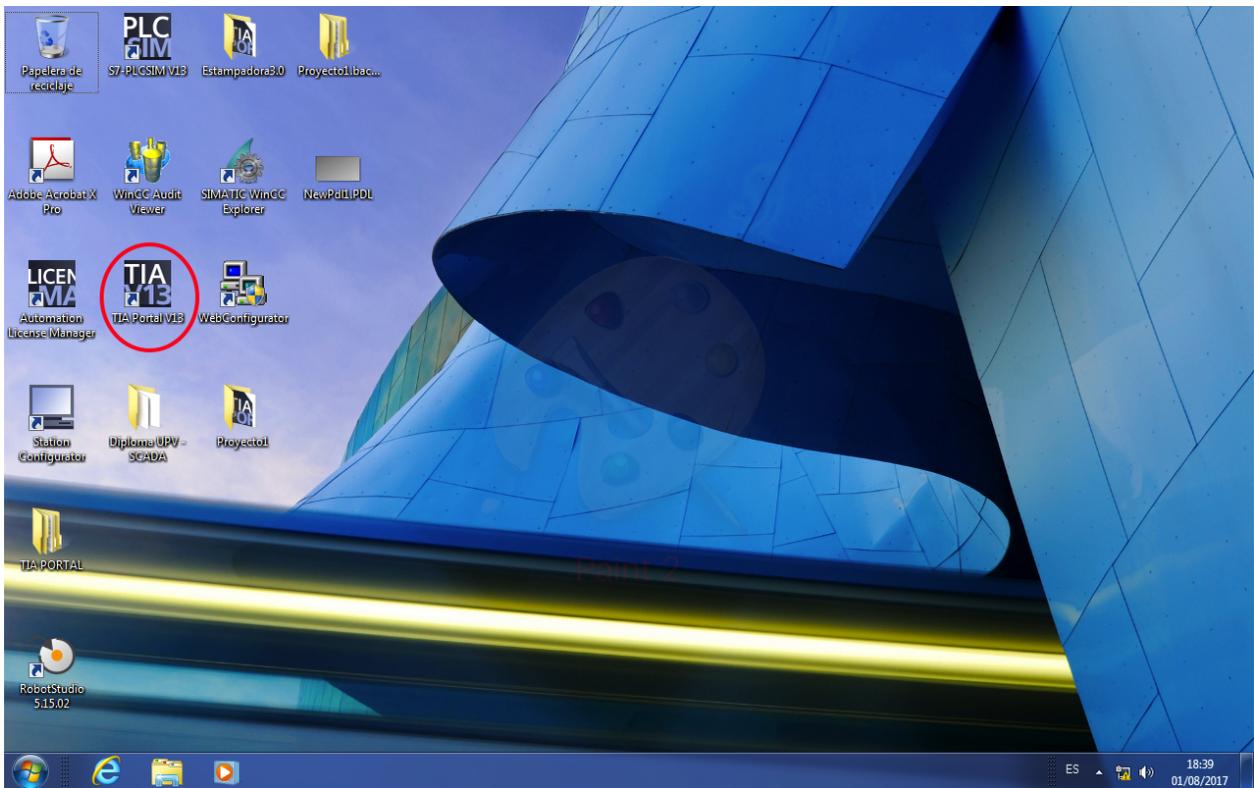


Figura 3.1: Acceso al TIA Portal

Al abrir el programa se accede a la pantalla principal desde donde se tiene acceso a todo el menu. Se le da a la opción de crear proyecto. Hay que indicarle el nombre deseado y la ruta, en este caso, el escritorio. A continuación seleccionamos crear. Es posible que tarde un poco en crear el proyecto, por lo que es recomendable esperar sin darle a ninguna otra opción.

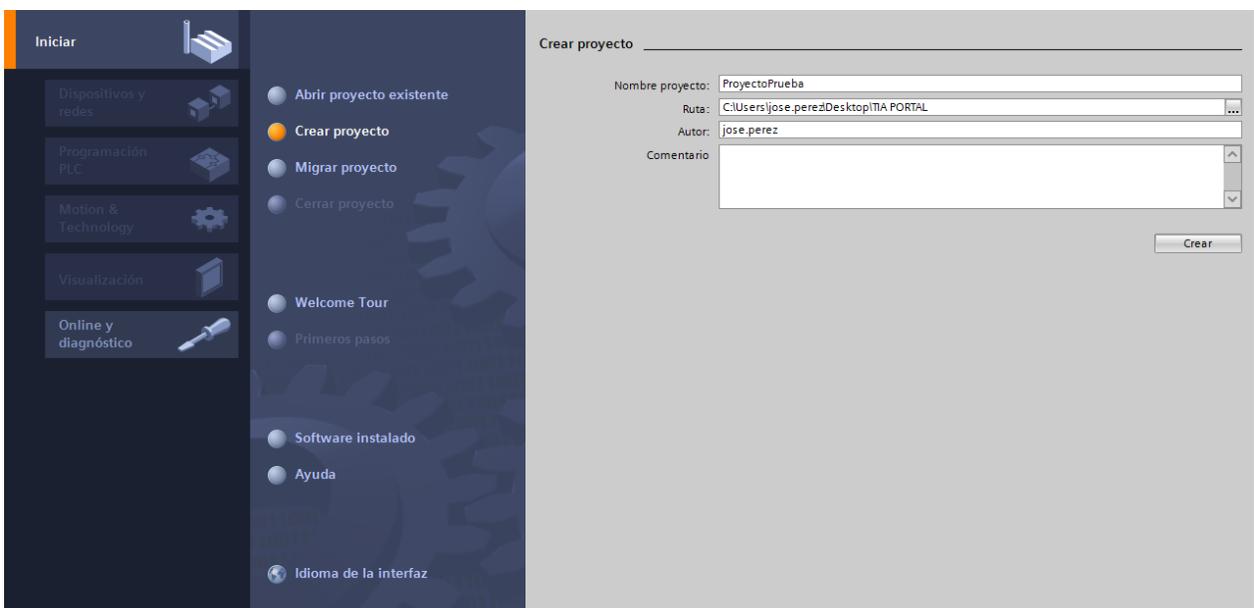


Figura 3.2: Crear proyecto

El siguiente paso es configurar un dispositivo. Seleccionamos esa opción en el menu.

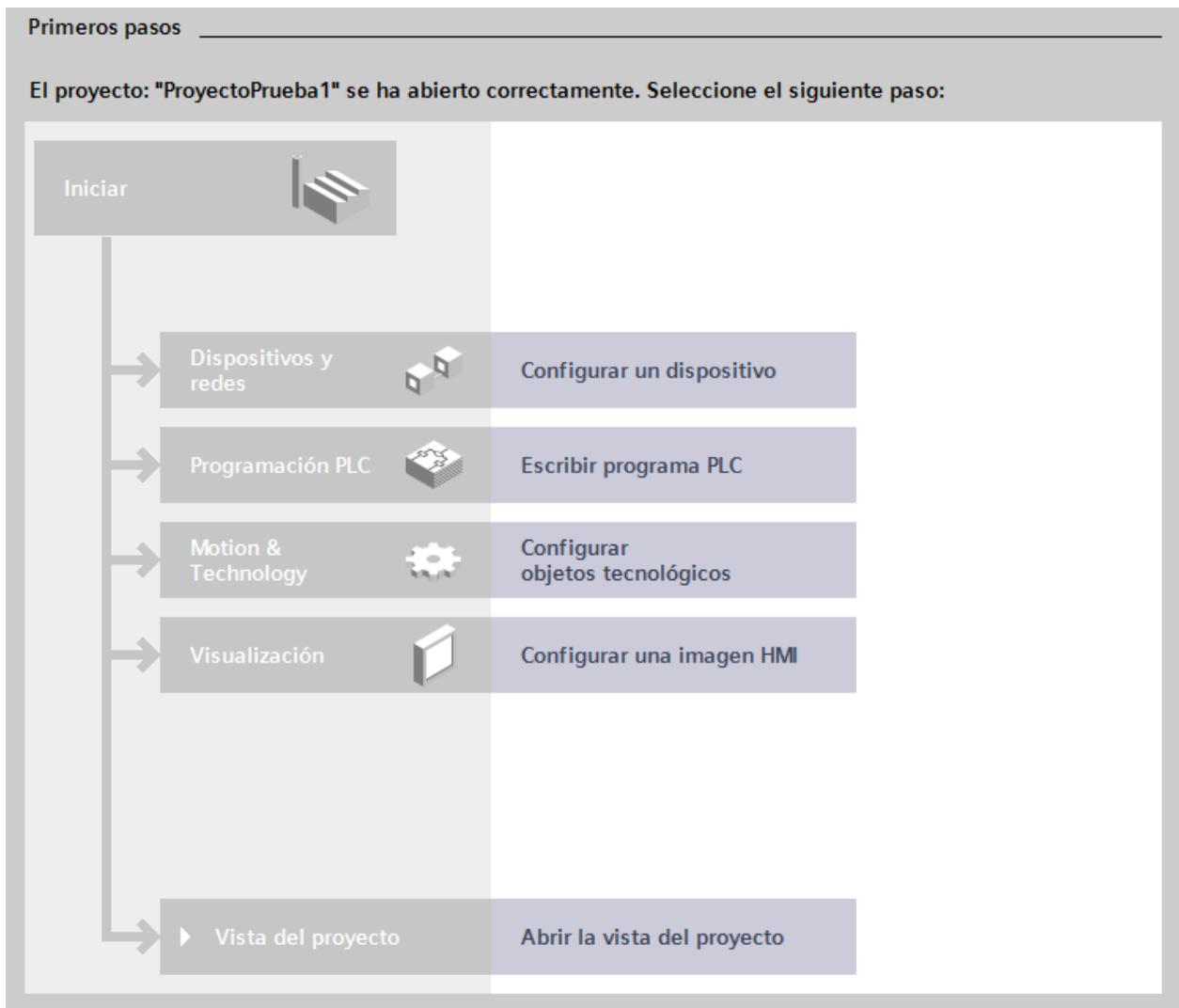


Figura 3.3: Configurar dispositivo (1)

Pinchamos en agregar dispositivo. Se desplegarán varias opciones. En nuestro caso elegimos, por este orden, Controladores, SIMATIC S7-1200, CPU, y la CPU 1214C AC/DC/RLY 6E57 214-1BG40-0XB0. Una vez seleccionado, pinchamos sobre la opción Agregar. De nuevo es probable que tarde un poco en arrancar, ya que tiene que configurar la CPU completamente. Debemos esperar hasta que se ponga en marcha.

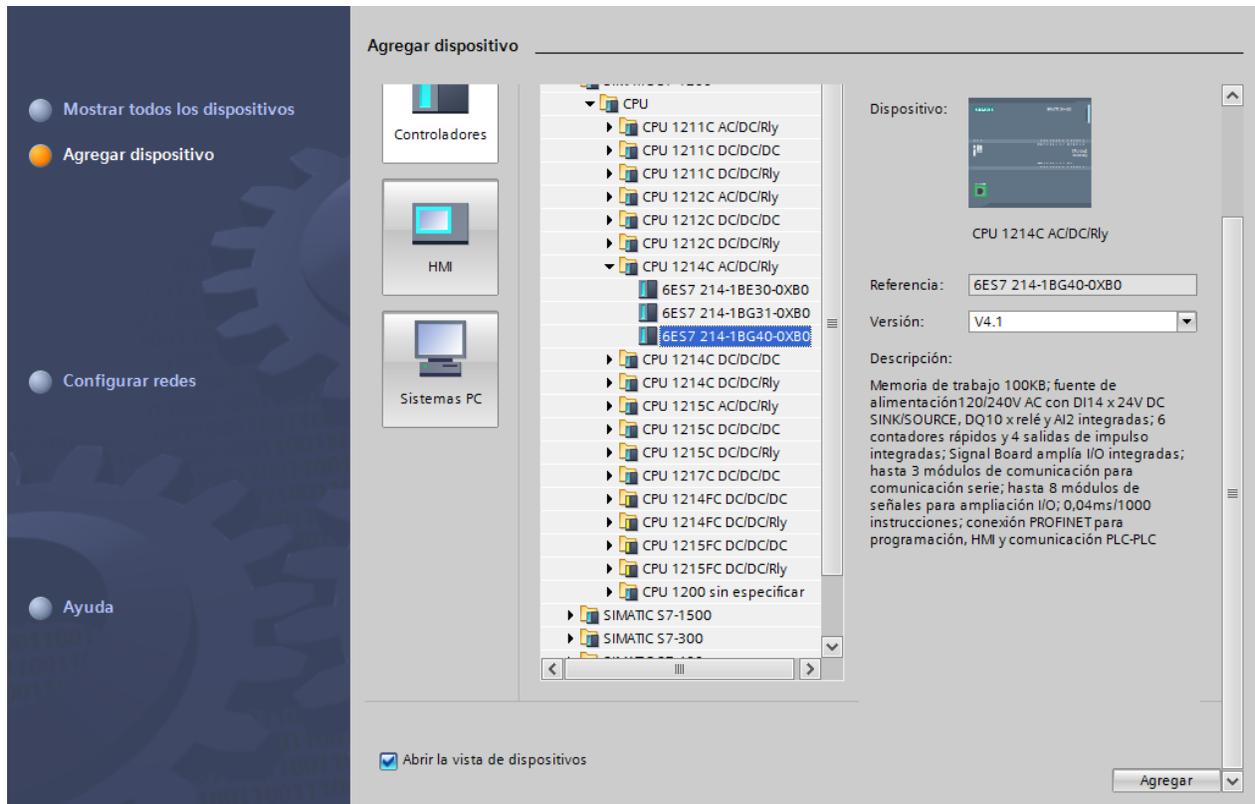


Figura 3.4: Configurar dispositivo (2)

Una vez se haya abierto, configuramos el proyecto para que siempre aparezca en la vista proyecto. Esto hace que el programa arranque antes y directamente en la interfaz que se utilizará. Para ello, pulsamos sobre el botón de Opciones, Configuración.

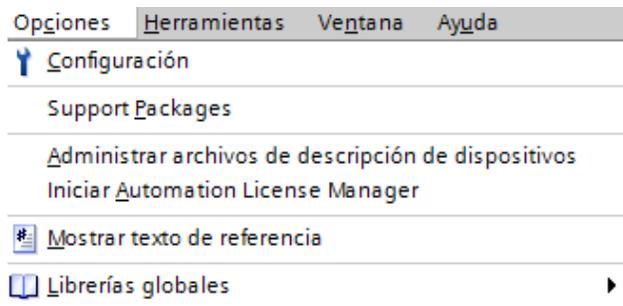


Figura 3.5: Configuración general (1)

En General, nos vamos a Vista inicial y pinchamos sobre Vista de proyecto. Además, pinchamos sobre la opción Programación PLC para poner la norma internacional para programar. Trás hacer estas modificaciones, cerramos el menu.

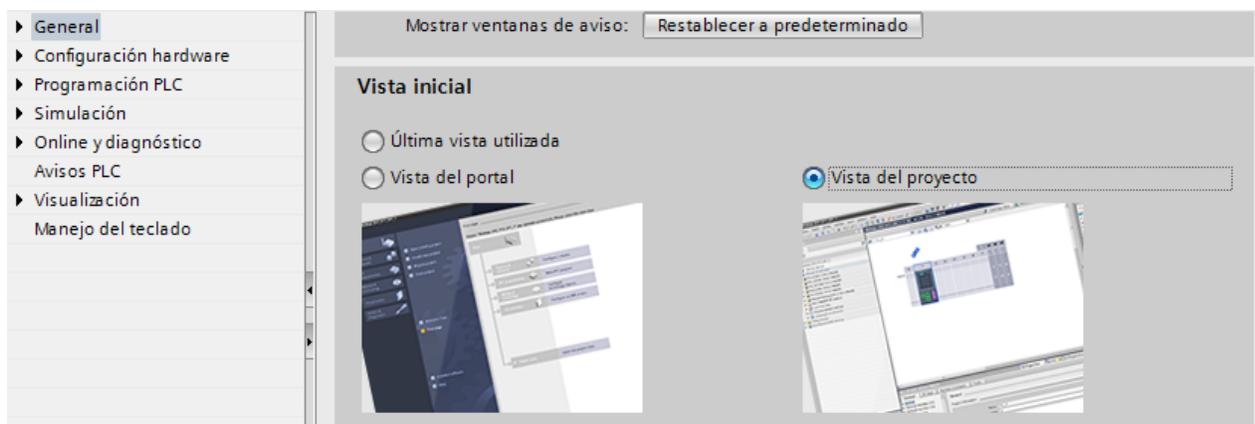


Figura 3.6: Configuración general (2)

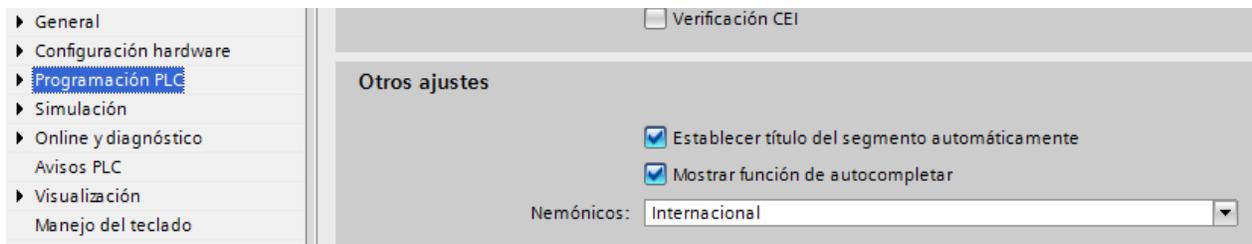


Figura 3.7: Configuración general (3)

El siguiente paso es agregar las tarjetas de entradas y salidas digitales que se utilizarán en el proyecto. En el menú Catálogo que aparece a la derecha del dispositivo, desplegamos la carpeta DI. Desplegamos la que pone 16 y seleccionamos la 6ES7221-1BH32-0XB0. La arrastramos hasta uno de los huecos que hay a la derecha de la CPU, y repetimos este proceso dado que disponemos de dos tarjetas de entradas digitales en este proyecto.

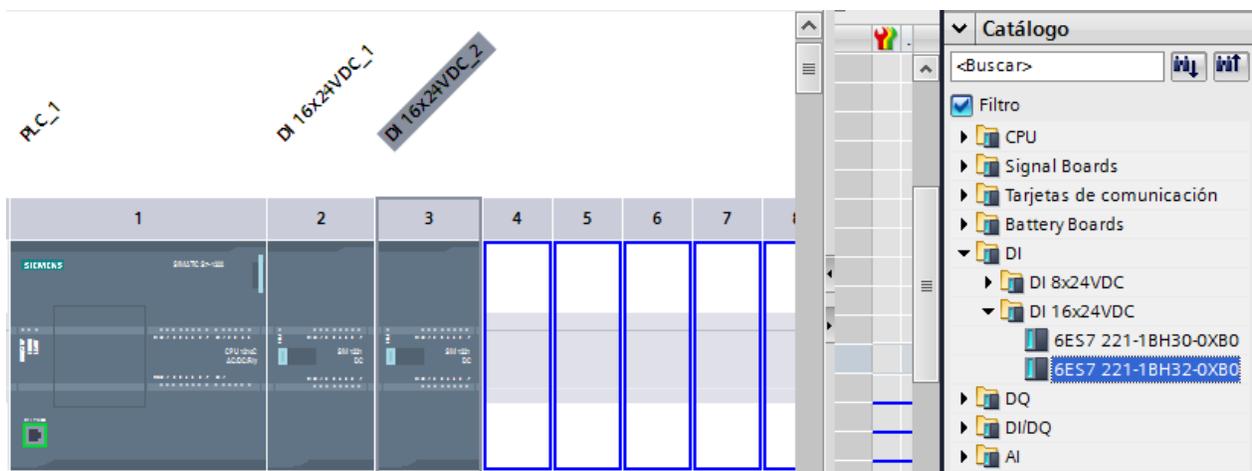


Figura 3.8: Módulo de entradas digitales

Para la tarjeta de salida digital, se despliega la carpeta DQ, y tras seleccionar la tarjeta de 8 bits, se repite el proceso de arrastrarla, tan solo una vez en esta ocasión.

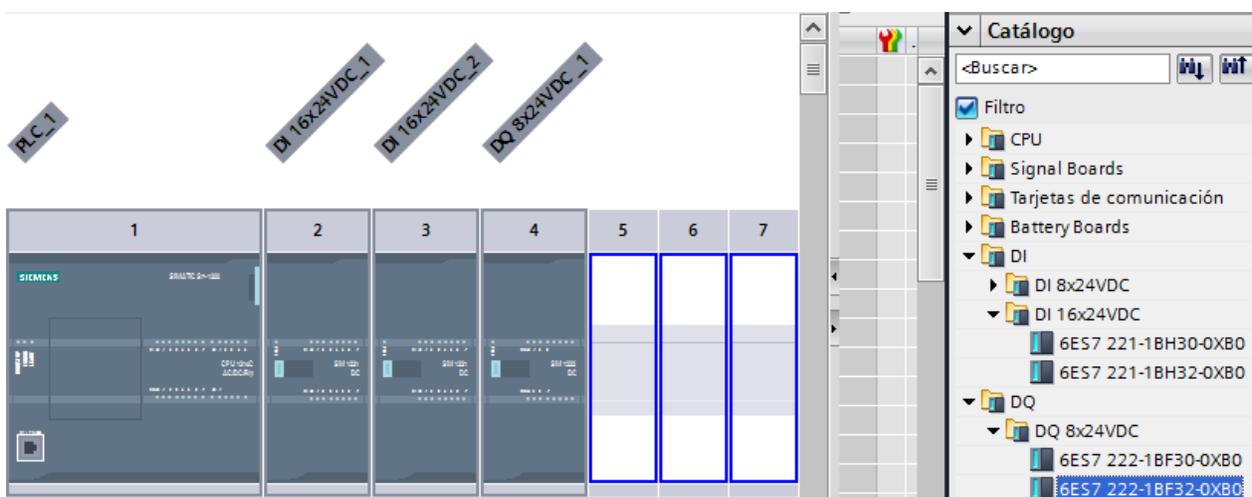


Figura 3.9: Módulo de salida digital

## 3.2. Programación

Una vez todos los dispositivos instalados, se procede a explicar la programación en el software.

### 3.2.1. Puesta a punto del programa

En el menú de la izquierda de Dispositivos, desplegamos la carpeta Bloques de programa, y pinchamos sobre la opción de Agragar nuevo bloque de programa. En la pantalla que se abre, seleccionamos la opción Función, la nombramos y le damos a aceptar.

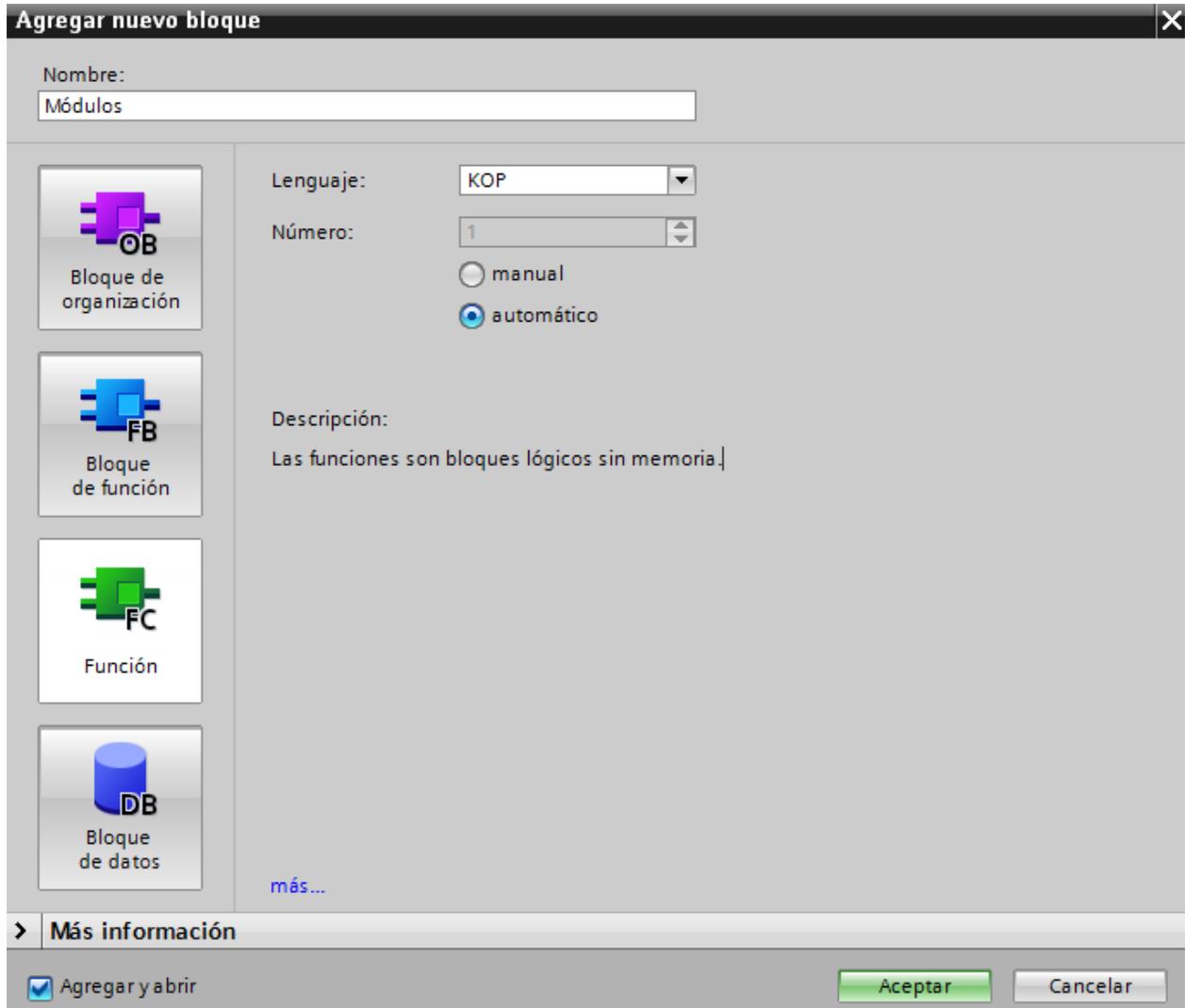


Figura 3.10: Agregar bloque de programa

El siguiente paso es llamar al bloque que acabamos de crear en el Main. Para ello, abrimos el propio programa Main, y arrastramos el programa que acabamos de crear a la línea horizontal del segmento 1.

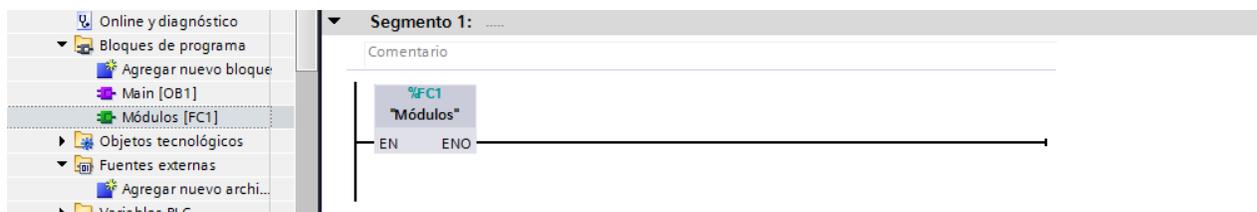


Figura 3.11: Llamar al nuevo bloque desde el Main

### 3.2.2. Método de programación

El siguiente paso es empezar a programar en básicos, y empezaremos a trabajar con bits.

Abrimos el bloque que hemos creado antes, en nuestro caso el llamado Módulos. Por

defecto nos aparecerá arriba de los segmentos los comandos favoritos. Si no es el caso, pinchamos el botón con tres cuadrados al lado de una estrella. Desde aquí, tan solo hay que pulsar la parte del segmento donde queremos poner los contactos, y una vez esté marcada, pulsar sobre el contacto para que se añada automáticamente. Se muestra en la siguiente imagen como ejemplo dos contactos en serie, dos en paralelo y una salida.

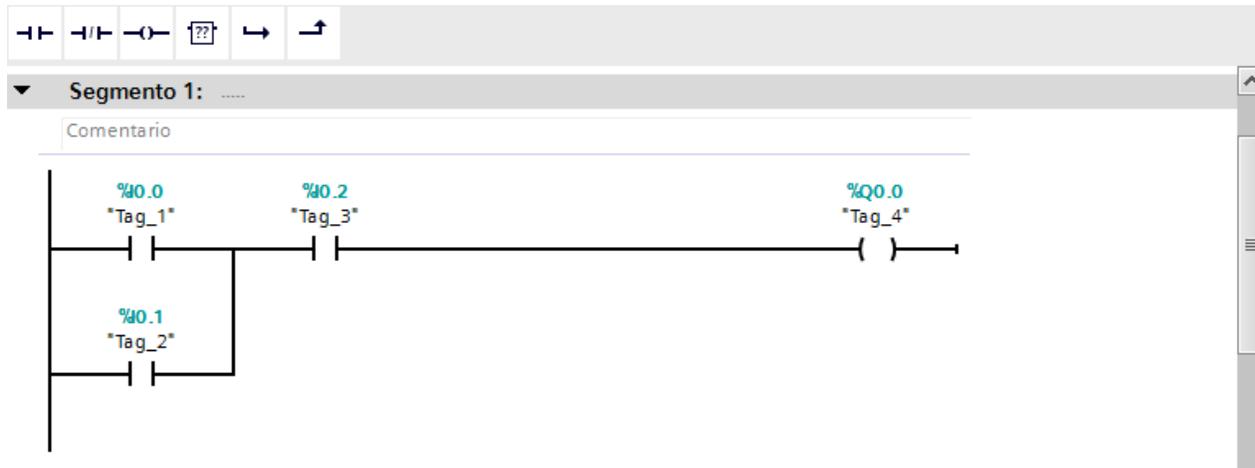


Figura 3.12: Programación desde Favoritos

Cada contacto tiene varias opciones, accesibles pulsando sobre él y desplegando el menú que aparece. Las que se utilizarán en este proyecto serán las de SET y RESET.



Figura 3.13: Activación de SET y RESET

Esta es la forma en la que se implementarán cada uno de los procesos que se llevan a cabo en el GRAFCET diseñado para el presente proyecto.



---

# Capítulo 4

## Implementación del programa

Una vez conocida la interfaz del software, se procederá a crear el programa que registrará el comportamiento del robot en el proceso de soldadura.

Como se verá a continuación, es necesario crear un segmento nuevo para cada módulo que se vaya a implementar. Los tags que empiezan por “P.” son los estados o etapas del GRAFCET.

### 4.1. Módulo de etapas

El primer segmento está formado por la marca del sistema, en paralelo con el estado 1.13, la marcha continua negada y el temporizador de soldadura (estos tres en serie), y en paralelo también con los estados 0.0 y 1.0 negado. Todo esto está en paralelo con la parada de emergencia negada, y hay dos salidas programadas. Como se puede ver en la imagen, el estado 0.0 está en SET, y el 1.13 en RESET. Esto se hace para apagar un estado al activar el siguiente, ya que de lo contrario las condiciones del GRAFCET no se cumplirían y no se podría avanzar.

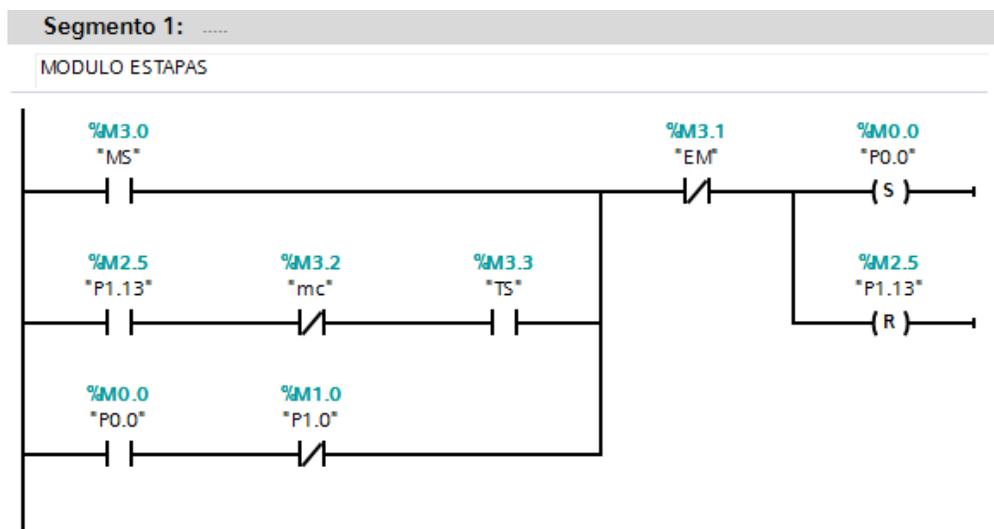


Figura 4.1: Segmento 1

El segundo segmento se compone del estado 0.0 y la entrada REF0\_OK en serie, ambas en paralelo con el estado 1.0 y el 1.1 negado. Aquí también tenemos la emergencia negada en paralelo, y esto es así en todos los segmentos del programa, por lo que desde ahora en adelante omitiremos esta explicación. La etapa que se activa en este caso si se cumplen las

condiciones anteriores es la 1.0, mientras que la 0.0 se desactiva.

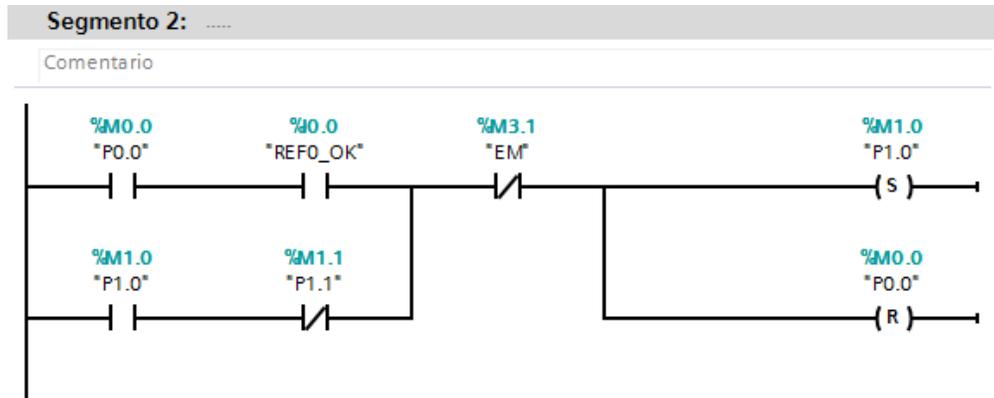


Figura 4.2: Segmento 2

En cuanto al tercer segmento, cambia un poco con respecto del anterior debido a que tenemos un contacto más. Esto es, tenemos el estado 1.0 en serie junto con la Marcha Continua (mc) y el 1Paso negado. En paralelo a esto tenemos los estados 1.1 y 1.2, estando el segundo de ellos negado. Se activa el estado 1.1 y se desactiva el 1.0 si se cumplen todas las condiciones.

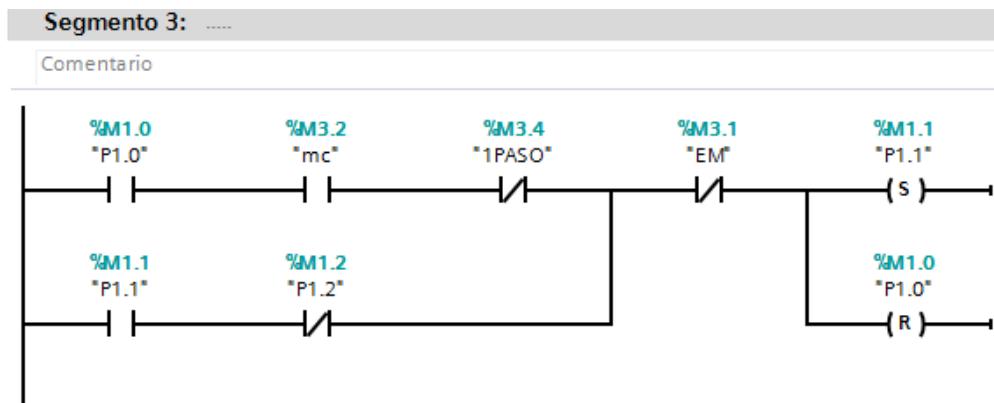


Figura 4.3: Segmento 3

El segmento 4 es algo más complicado de diseñar, debido a que le afecta directamente una rama del último estado del GRAFCET. Por ello, se compone de el estado 1.1 y el START en serie. Se le añade en paralelo el estado 1.2 y 1.3 negado como hasta ahora, pero además, en paralelo, se añaden también el estado 1.13, el temporizador de soldadura (TS) y la mc. Se activa el estado 1.2 y se desactiva el 1.1.

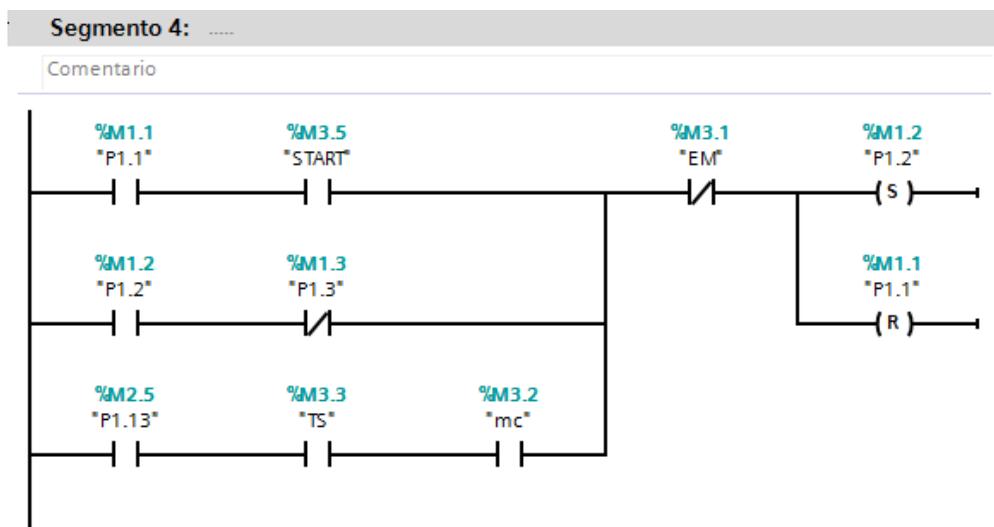


Figura 4.4: Segmento 4

Para programar el segmento 5, añadimos el estado 1.2 en serie con la entrada REF1\_OK. Se añade en paralelo el estado 1.3 y el 1.4 negado. En este caso, el estado que se activa es el 1.3 y se desactiva el 1.2.

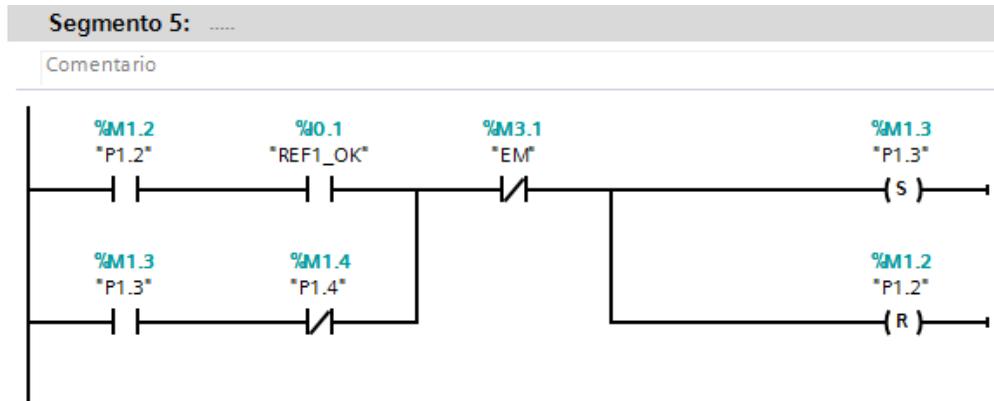


Figura 4.5: Segmento 5

El segmento 6 contiene, además del estado 1.3, el temporizador de establecimiento (TEMP) y la marca de PAUSA en serie. Se añade como ya es habitual el estado 1.4 en paralelo junto con el estado 1.5 negado.

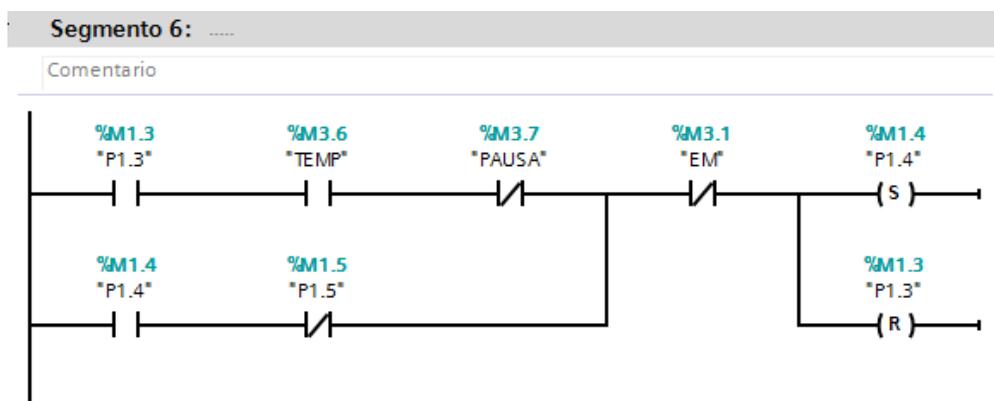


Figura 4.6: Segmento 6

El segmento 7 es el que se encarga del tiempo de soldadura. Para programarlo, se pone en serie el estado 1.4 y el temporizador de soldadura (TS), junto con el estado 1.5 y el 1.6 negado en paralelo. Se activa el estado 1.5 y se desactiva el 1.4.

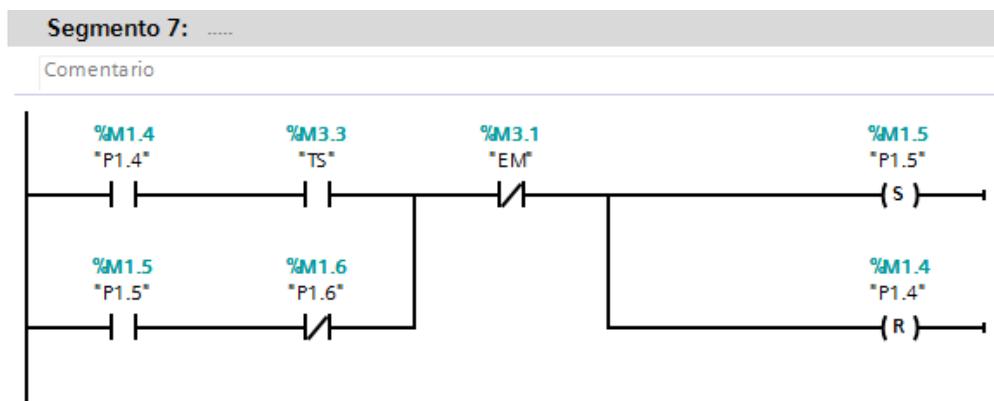


Figura 4.7: Segmento 7

Desde aquí y hasta el segmento 15 se repiten de forma cíclica, por lo que se añaden capturas de cada uno de ellos, pero no se comentarán.

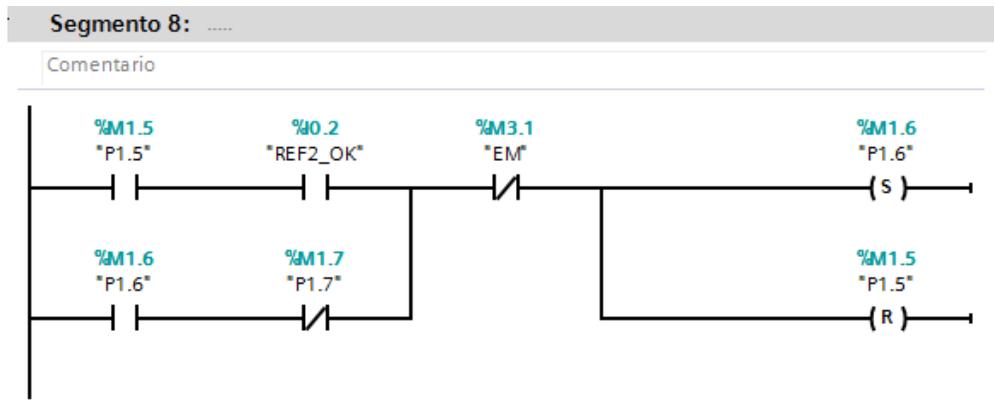


Figura 4.8: Segmento 8

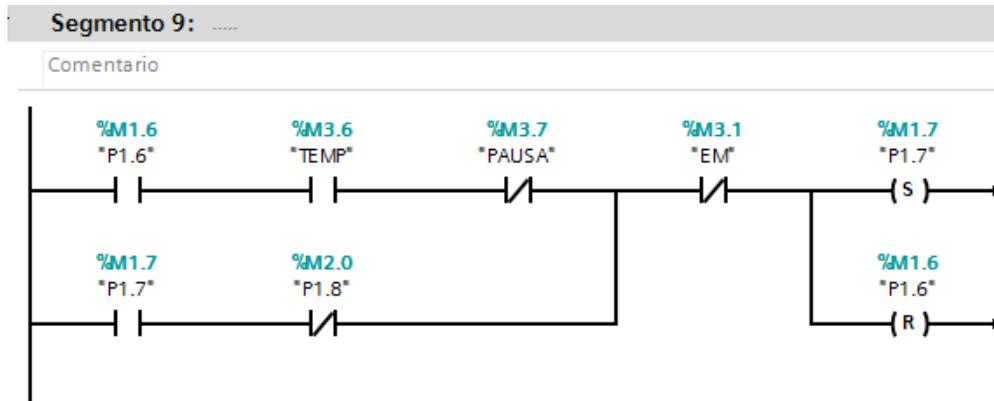


Figura 4.9: Segmento 9

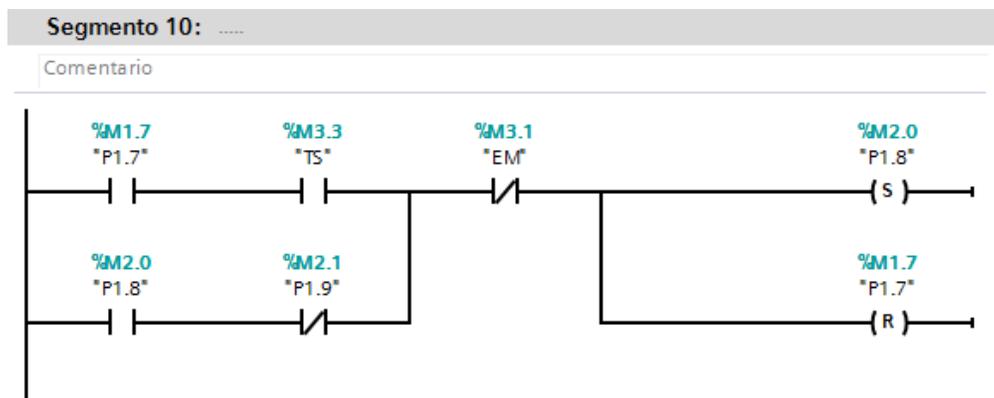


Figura 4.10: Segmento 10

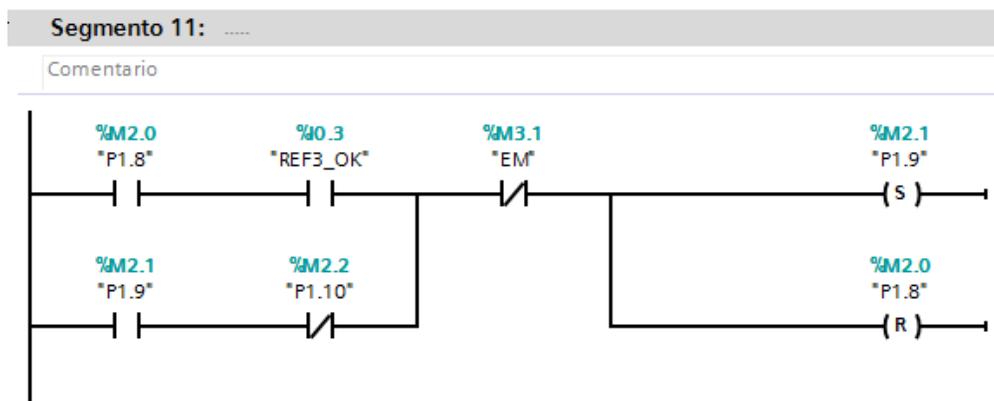


Figura 4.11: Segmento 11

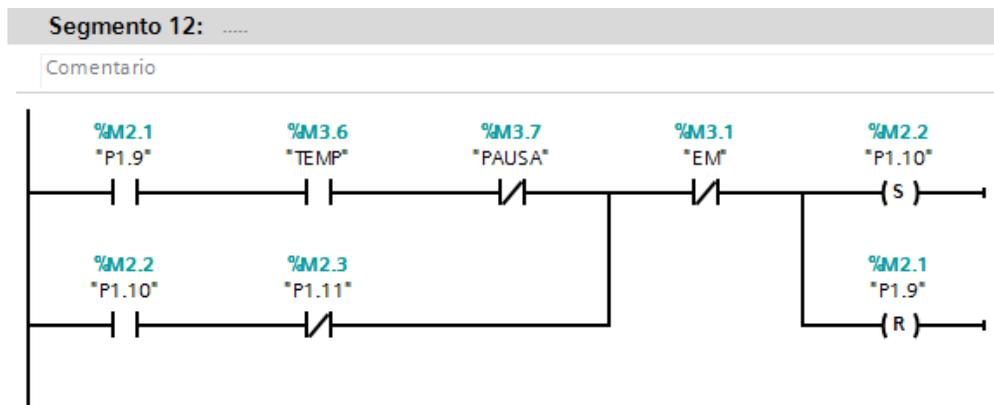


Figura 4.12: Segmento 12

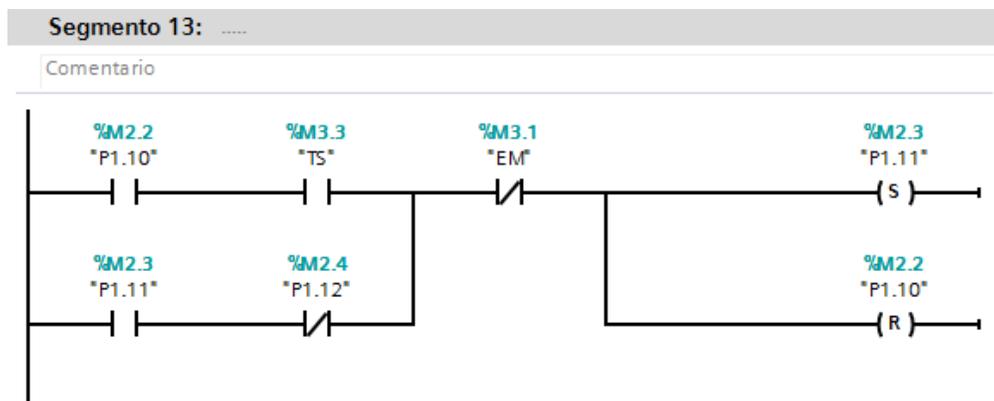


Figura 4.13: Segmento 13

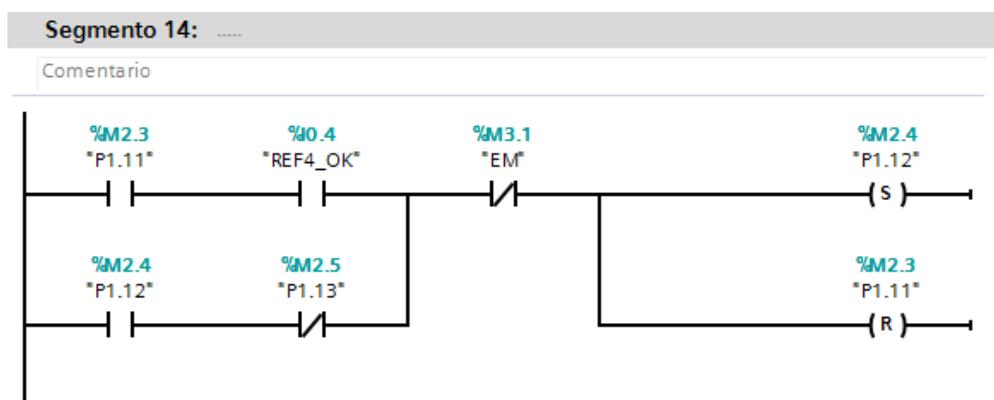


Figura 4.14: Segmento 14

El segmento 15 tiene la diferencia de que intervienen más estados, debido a la unión de éste último estado con el inicial y con el 1.2. Se ponen en serie el estado 1.12, TEMP y PAUSA, mientras que en paralelo se añaden el estado 1.13, el 1.2 y el 0.0, estos dos últimos negados. Se activa el estado 1.13 y se desactiva el 1.12.

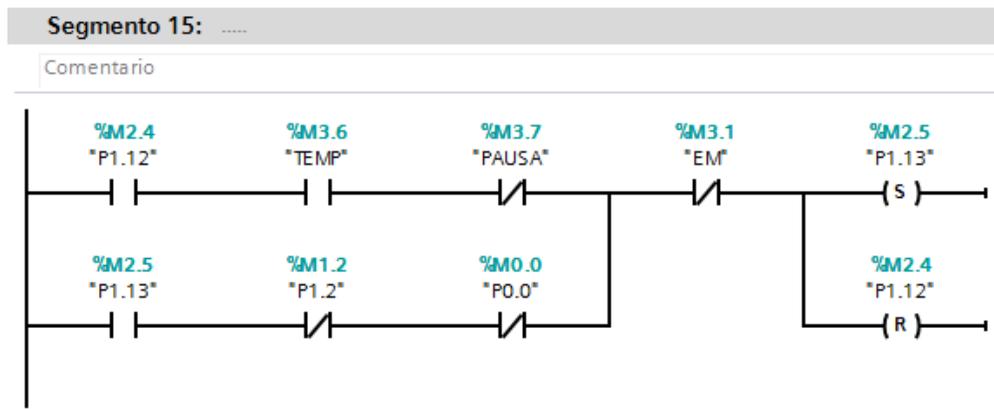


Figura 4.15: Segmento 15

## 4.2. Temporizadores

Para añadir un temporizador, tan solo hay que seleccionarlo en el menú que aparece a la derecha de Instrucciones básicas. Desplegamos la carpeta de temporizadores y añadimos el que pone TON.

En nuestro caso tenemos dos temporizadores distintos, el de estabilización y el de soldadura. Se procede a explicar la programación de cada uno de ellos.

Para programar la marca TEMP, es decir, el temporizador de establecimiento, es necesario conectar en serie todos los estados en los cuales interviene. Esto es, el 1.3, 1.6, 1.9 y 1.12. Los conectamos al temporizador TON mencionado anteriormente. Aquí es muy importante introducir el tiempo en el cual el temporizador estará activado, en este caso 1 segundo. Se conecta esto a la marca de salida TEMP y ya tenemos programado TEMP para cuando intervenga en el proceso.

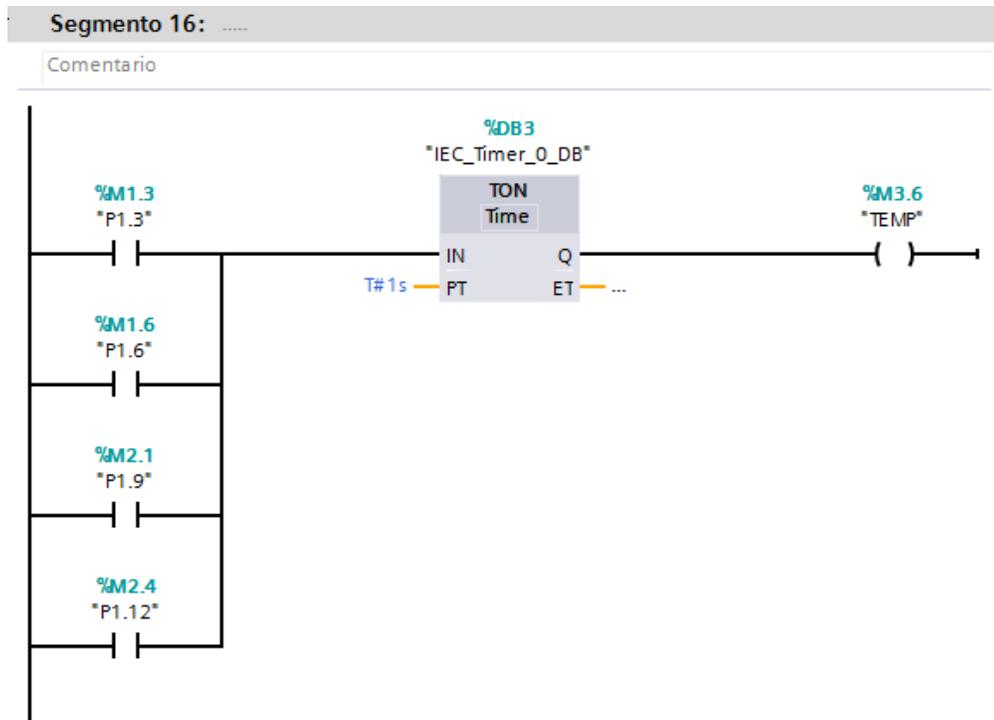


Figura 4.16: Temporizador de establecimiento

Repetimos el proceso pero esta vez con los estados 1.4, 1.7, 1.10 y 1.13. Introducimos ahora el valor de 2 segundos, ya que este será el tiempo de soldadura, y lo conectamos a la marca de salida TS, teniendo programado así el tiempo de soldadura.

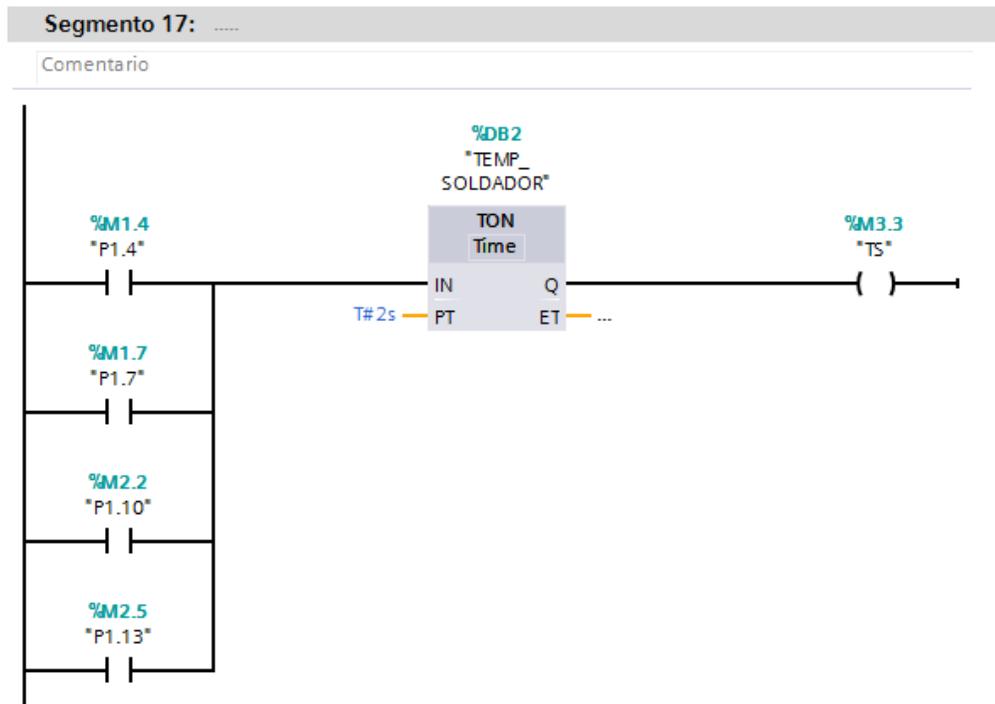


Figura 4.17: Temporizador de soldadura

### 4.3. Módulo de salidas

En esta sección se muestra la implementación de las salidas del GRAFCET. Estas son, REF1, REF2, REF3, REF4 y SOLDADOR. La programación de las 4 primeras, las referencias, es sencilla y consiste en el contacto del estado en el que se encuentra la salida, y directamente la salida conectada a él. Se representan las 4 referencias a continuación.

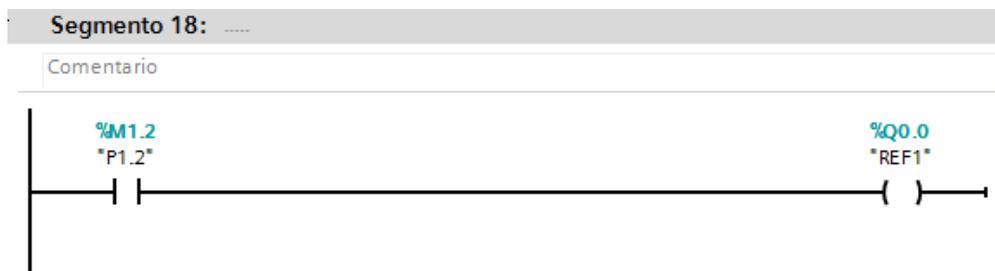


Figura 4.18: Salida Referencia 1

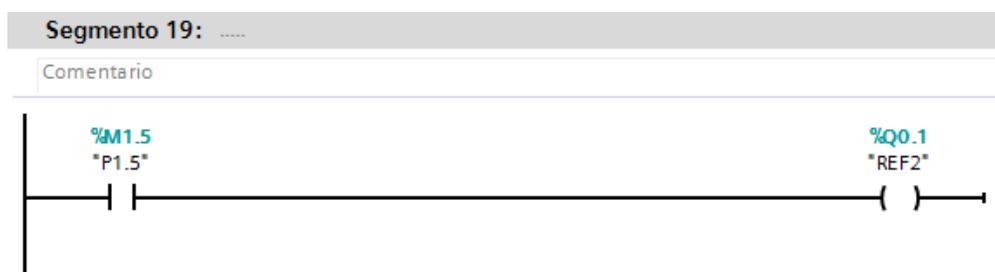


Figura 4.19: Salida Referencia 2



Figura 4.20: Salida Referencia 3

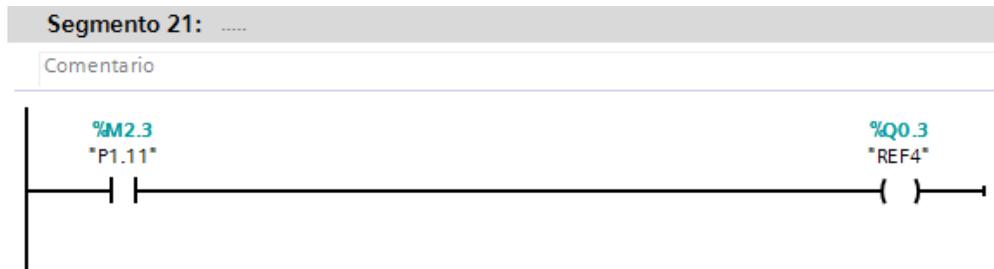


Figura 4.21: Salida Referencia 4

La salida restante, la de SOLDADOR, es un poco más complicada, pero nada fuera de lo común. Introducimos en serie los 4 estados en los que interviene, estos son, en 1.4, 1.7, 1.10 y 1.13, y simplemente los conectamos a la salida correspondiente.

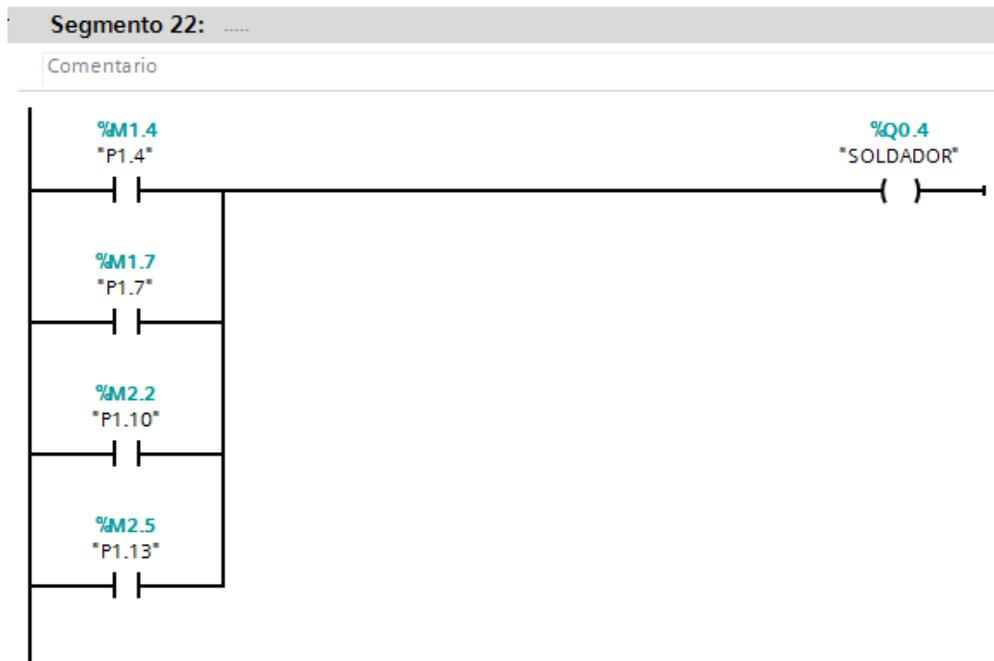


Figura 4.22: Salida SOLDADOR

## 4.4. Parada de Emergencia

Una vez programado todo, es necesaria la programación de un segmento, el cual su función sea obligar al programa a regresar a la posición inicial si se activa la parada de emergencia, es decir, un programa en el que una vez se active la señal de emergencia, el programa vaya saltando por todos los estados regresando al inicial. Esto se puede hacer de varias formas, pero la más sencilla e intuitiva es la que se muestra en la siguiente imagen. (Debido a la grandaria de esta, se ha optado por insertar tres fotos representando la imagen completa).

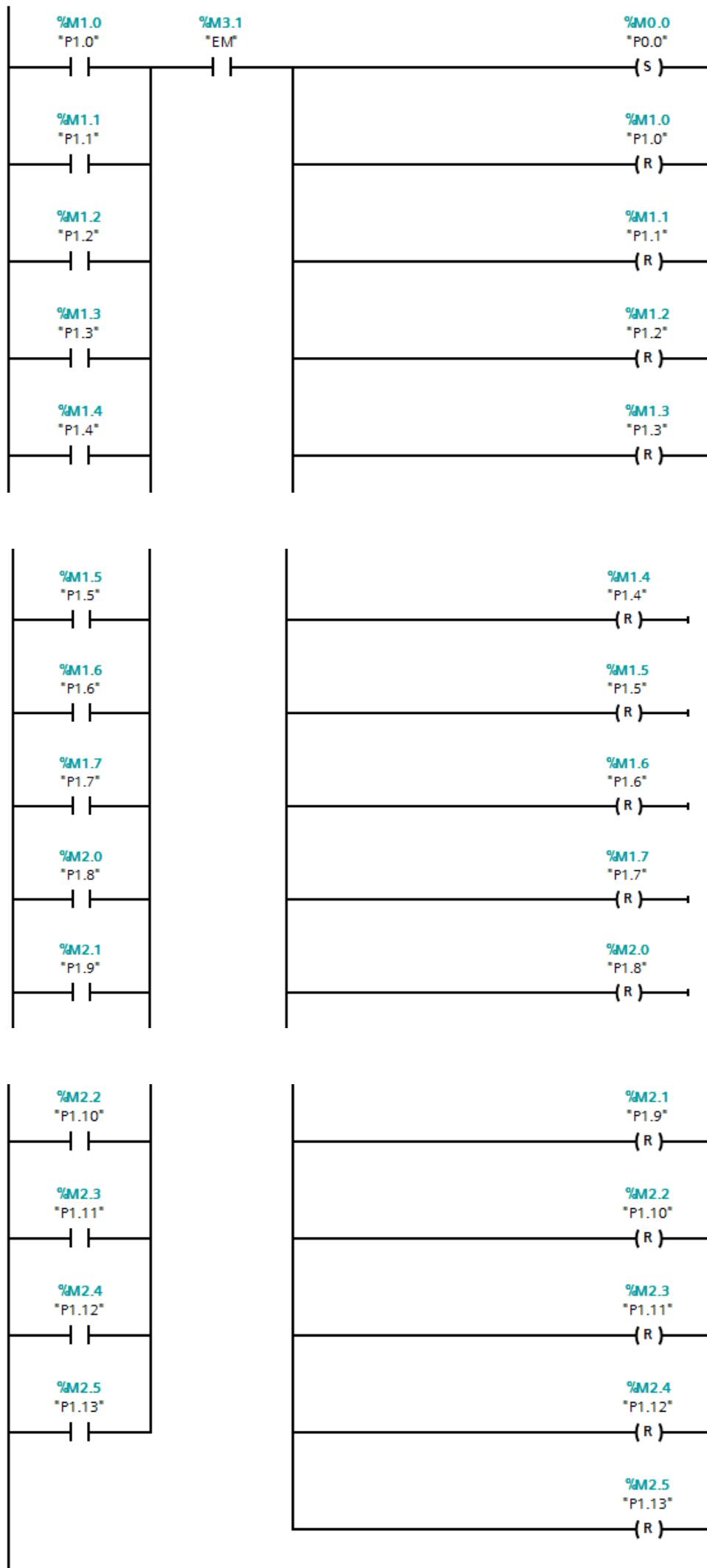


Figura 4.23: Parada de emergencia



---

# Capítulo 5

## Simulación

Ahora que ya está toda la programación implementada, hay que simular los segmentos para verificar que el programa funciona bien. Esto es, al activar nosotros las entradas, se deben activar las salidas correspondientes y viceversa, ya que en nuestro caso tenemos programados RESETS que harán que ciertas cosas deban desactivarse para poder continuar.

Para ello, en el menu seleccionamos la opción Online, Simulación y aceptar.

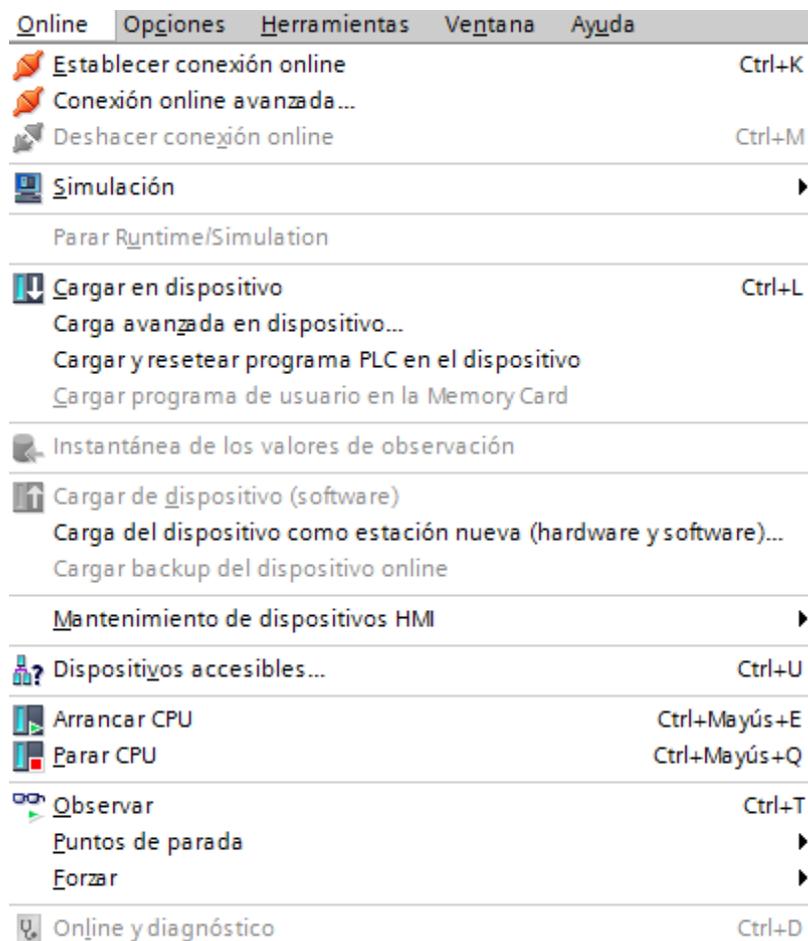


Figura 5.1: Simulación en Online

Nos aparecerá el cuadro que se muestra en la siguiente imagen. Debemos de darle a la cajita de Sobrescribir todos, y después a cargar. Cuando esté listo, pulsamos finalizar y ya estará listo para simular.

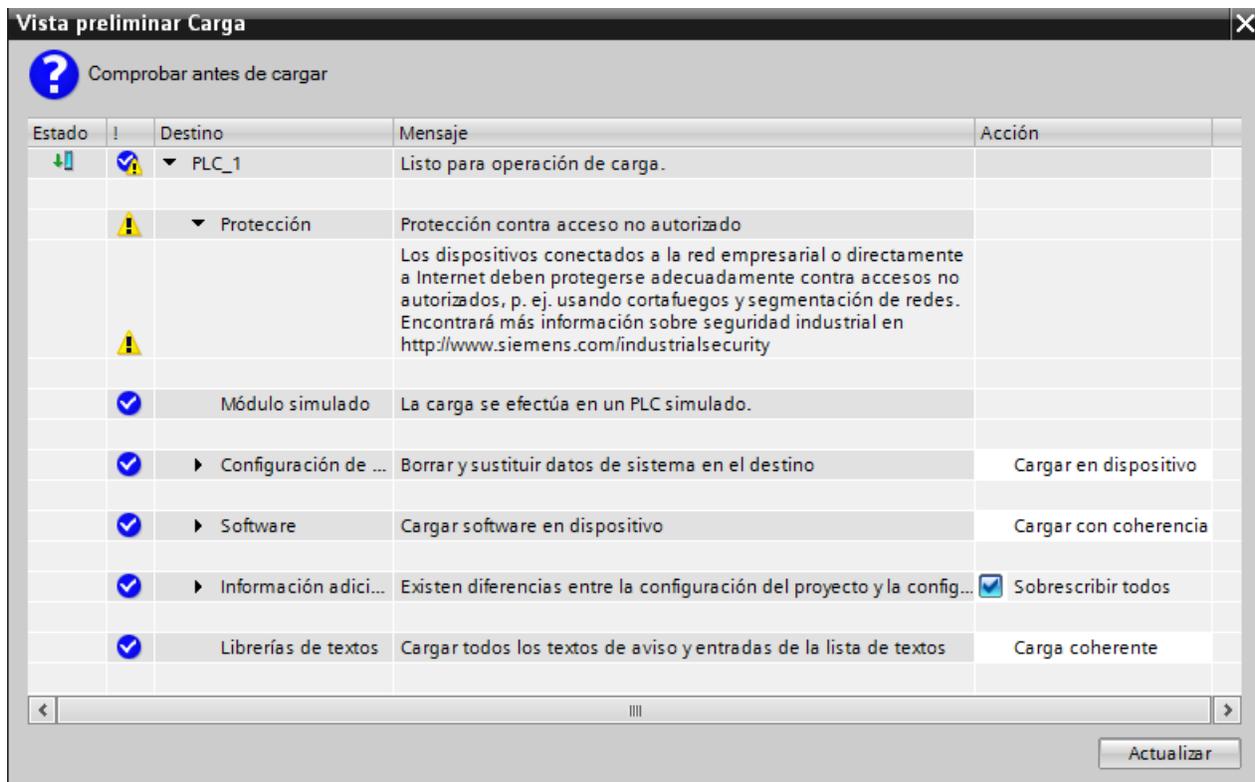


Figura 5.2: Vista preliminar Carga

Se habrá abierto un nuevo programa automáticamente llamado PLCSIM. En el recuadro que aparece al pulsar sobre él, pulsamos el botón RUN y observamos como el cuadrado que lo acompaña se pone verde.

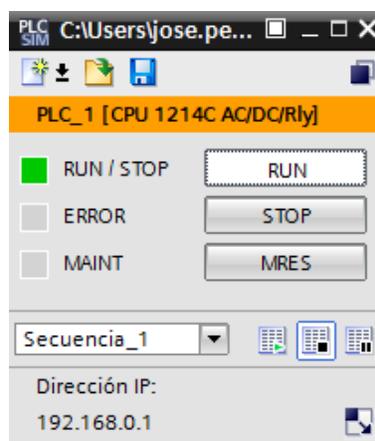


Figura 5.3: PLCSIM

Trás esto, pulsamos el penúltimo botón que aparece en la barra de herramientas justo encima de los segmentos, el que aparecen unas gafas de sol encima de un triángulo verde. Al hacer esto, la interfaz cambiará de color. El borde superior se pondrá de color naranja y los segmentos se pondrán verdes y azules. Las líneas verdes representan los contactos que están encendidos (1) y las azules a rayas significan que no está activado (0). Se muestra todo esto en la siguiente imagen.

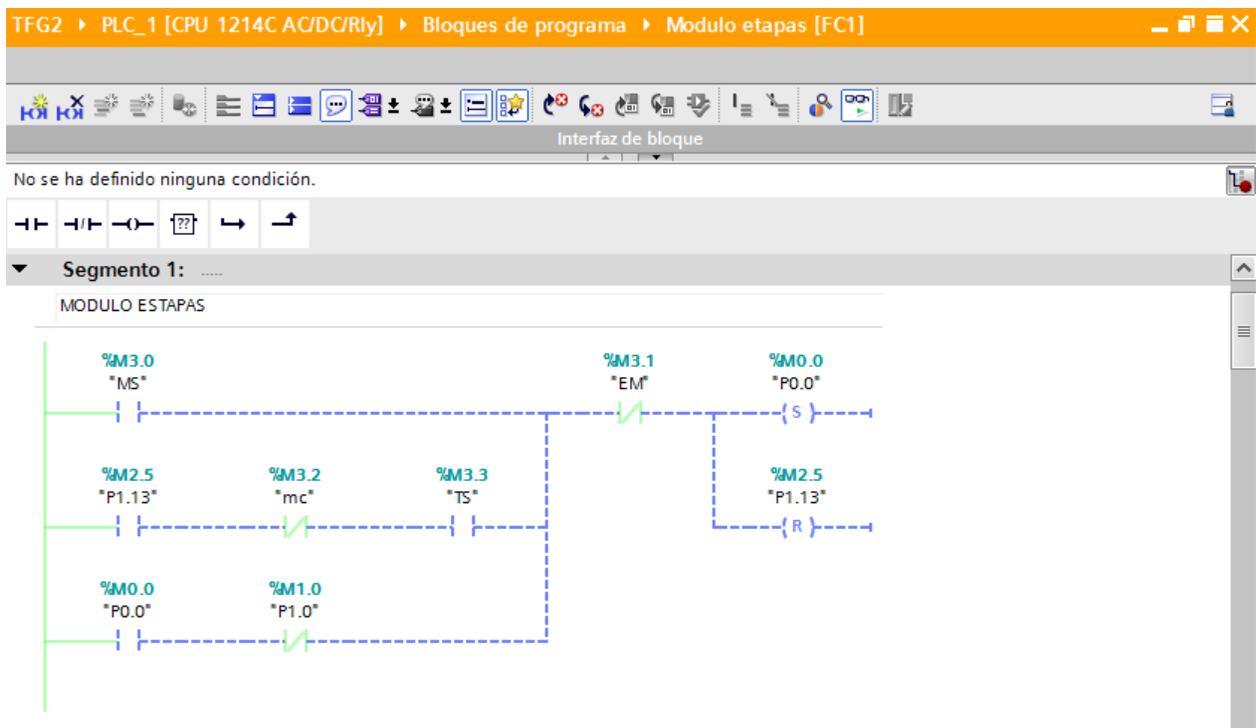


Figura 5.4: Simulación real

Para ir activando o desactivando los contactos, se hace click derecho sobre el propio contacto, y se selecciona Forzar, Forzar a 0 o 1, dependiendo de lo que se desee.

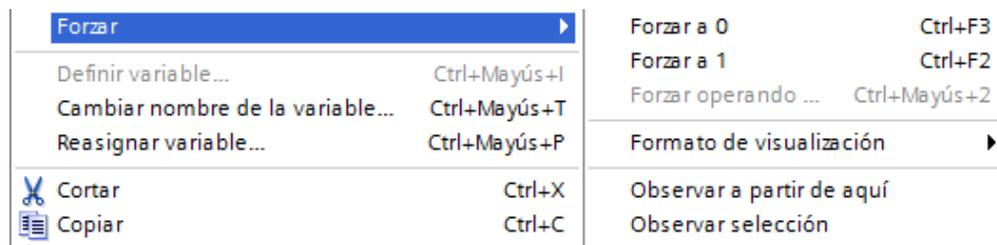


Figura 5.5: Forzar contactos

Como ejemplo, vemos que al forzar el primer contacto “MS” del primer segmento, se cumplen las condiciones necesarias para que las salidas se pongan a (1).

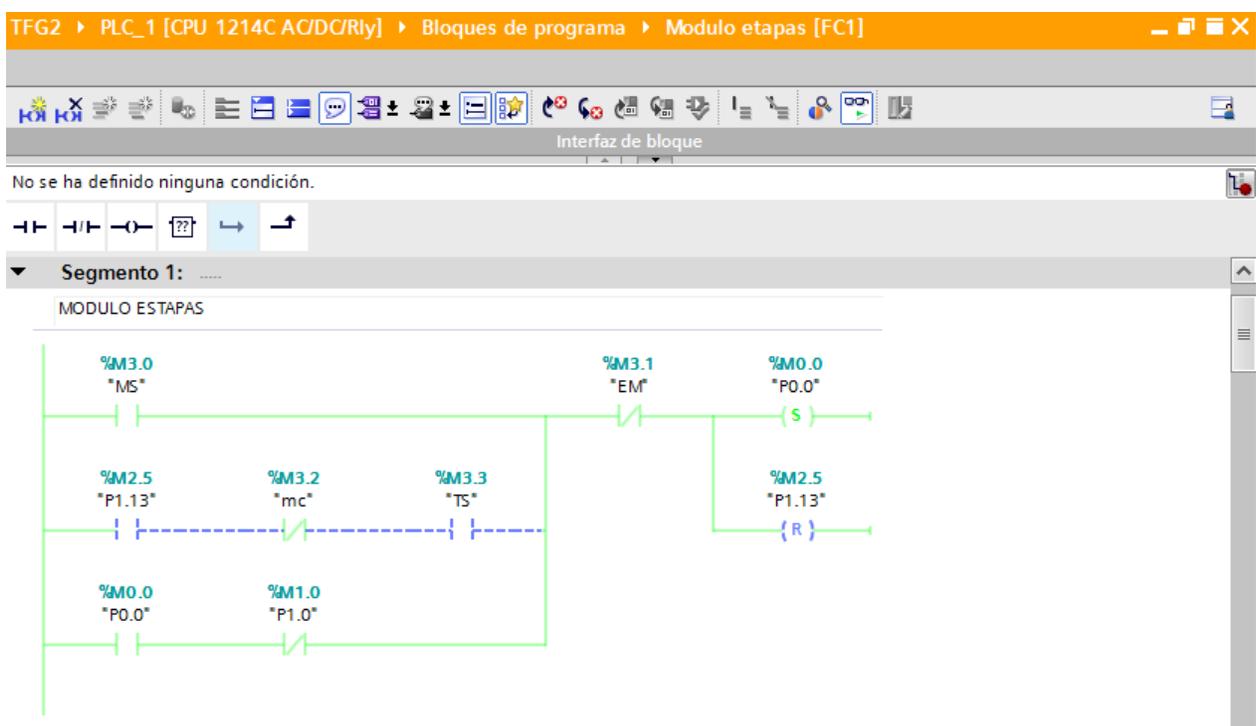


Figura 5.6: Ejemplo de simulación real