

Laboratorio B: Autómatas programables de Siemens – PLCs y HMIs

Julio Salvador Lora Millán
Juan Alejandro Castaño Peña

Índice

1. Introducción y objetivos	3
2. Descripción del sistema a automatizar	4
3. Entorno y metodología de trabajo	7
a. Configuración de la red Profinet.	8
b. Implementación de GRAFCET en TIA Portal utilizando un S7-1200.....	10
4. Actividad de laboratorio	13

1. Introducción y objetivos

Esta práctica busca llevar a cabo la automatización de un problema real utilizando equipos comerciales de Siemens. Para ello, vamos a poner en práctica los conocimientos vistos en la parte teórica de la asignatura relativos a programación de PLCs mediante lenguaje KOP, programación de HMIs e implementación de diagramas GRAFCET.

Nuestro objetivo será programar la automatización para la escena de la siguiente figura. Se trata del control de los semáforos de una intersección de carreteras y de la entrada y salida de un Parking con plazas limitadas.

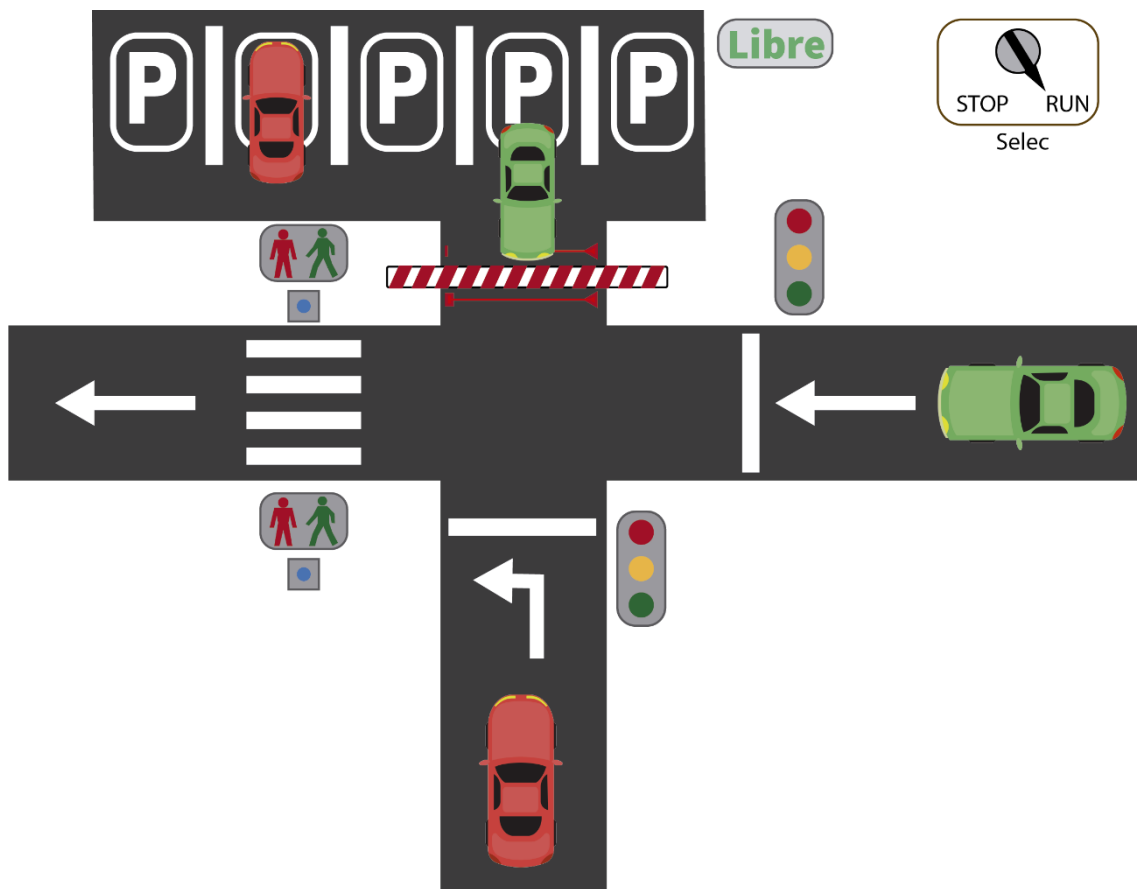


Figura 1: Escena de trabajo

2. Descripción del sistema a automatizar

El sistema completo consta de 10 salidas y 7 entradas, según aparece detallado en la siguiente tabla:

Entradas	
Dispositivo	Funcionamiento
Selector	Conmuta el modo de funcionamiento <ul style="list-style-type: none"> '0': Modo de funcionamiento STOP '1': Modo de funcionamiento RUN
Pulsador P1	Solicita el paso para peatones en cada extremo del paso de cebra <ul style="list-style-type: none"> '0': No hay acción en el pulsador '1': Se está accionando el pulsador
Pulsador P2	
Sensor S_in	Detecta la presencia de un vehículo a un lado de la barrera: <ul style="list-style-type: none"> '0': No se detecta vehículo '1': Se detecta un vehículo
Sensor S_out	
Final de carrera FC_a	Detecta la barrera en posición abierta (FC_a) o cerrada (FC_c) <ul style="list-style-type: none"> '0': Final de carrera no activo '1': Final de carrera activo
Final de carrera FC_c	

Salidas	
Dispositivo	Funcionamiento
Semáforo 1: <ul style="list-style-type: none"> Rojo: LR1 Ámbar: LA1 Verde: LV1 	Todos los luminosos funcionan de manera idéntica: <ul style="list-style-type: none"> '0': El indicador no está luciendo '1': El indicador está encendido
Semáforo 2: <ul style="list-style-type: none"> Rojo: LR2 Ámbar: LA2 Verde: LV2 	
Luminoso parking; Lum	
Semáforo para peatones: SP	El sistema luce o en rojo o en verde, no es posible tener ambos pilotos apagados simultáneamente: <ul style="list-style-type: none"> '0': Luce en rojo '1': Luce en verde
Motor M_a	Motores para ejecutar el movimiento de la barrera en sentido de apertura (M_a) o cierre (M_c) <ul style="list-style-type: none"> '0': El motor no se encuentra activo '1': El motor está activo
Motor M_c	

El sistema completo puede dividirse en 5 sub-conjuntos de elementos con funcionalidades concretas:

Control de puesta en marcha:

Todo el sistema está gobernado por un selector de dos posiciones el cual conmuta entre modo normal de funcionamiento (RUN) o estado de parada (STOP):

- En el modo STOP del sistema, todos los semáforos deberán lucir la luz roja y la barrera deberá tener los motores desactivados en un primer momento. En este estado se permitirá el manejo directo de todos los actuadores desde un sistema SCADA que estará disponible para que un operario realice el mantenimiento.
- En el modo de funcionamiento RUN, el sistema completo se comportará de acuerdo con las especificaciones que se muestran a continuación

Semáforos de vehículos:

Se trata del funcionamiento combinado de los semáforos que regulan la circulación de automóviles en la intersección. Su funcionamiento debe ser alternativo, siguiendo la secuencia de encendido que se muestra en la siguiente figura. Para mejorar la simulación del sistema, se considera que cada uno de los diferentes estados debe durar tres segundos, a pesar de que este tiempo no sería válido en la aplicación real.



Figura 2: Secuencia de luces en los semáforos.

Semáforo de peatones:

Se trata de un semáforo de peatones con dos únicos pilotos gobernados por la misma salida del PLC (consultar tabla de entradas/salidas).

Se plantean dos posibles modos de funcionamiento:

- Sincronizado con los semáforos de vehículos: se reserva una franja de tiempo en todos los ciclos para permitir el paso a peatones.
- Disparado por pulsador: cada lado del paso de peatones incluye un pulsador diferente que, en caso de accionarse, programa una interrupción del ciclo normal de funcionamiento de los semáforos de vehículos. De esta manera, sólo tras el accionamiento del pulsador, se alarga la siguiente ocasión en la que se bloquea el paso de vehículos (ambos semáforos en rojo) para permitir el paso de peatones.

En cualquiera de los casos, la secuencia de funcionamiento del semáforo para peatones se corresponde con la siguiente secuencia:

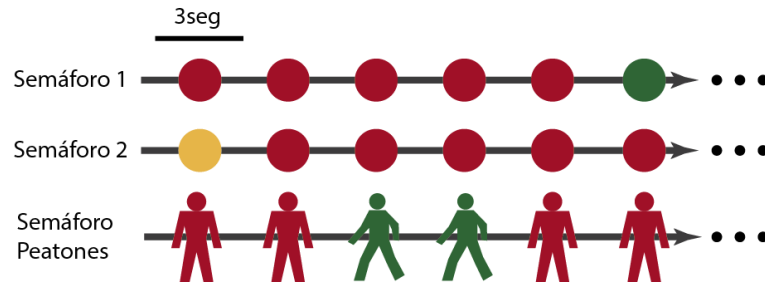


Figura 3: Secuencia de funcionamiento del semáforo de peatones.

Aparcamiento:

Se trata del control automático de la barrera de entrada del aparcamiento. Este control se realiza teniendo en cuenta los siguientes aspectos:

- La barrera puede ser controlada en el sentido de apertura y de cierre. Existen dos finales de carrera para saber cuándo se termina el recorrido de la barrera, así como dos sensores ópticos para saber cuándo hay un vehículo en la zona interior dispuesto para salir (S_in) o en la zona exterior dispuesto para entrar (S_out). En caso de que un vehículo sea detectado en estas posiciones, la barrera deberá abrirse y permanecerá abierta hasta que el vehículo haya pasado por completo (al ser detectado por el sensor en el lado opuesto de la barrera).
- Puesto que la capacidad del aparcamiento está limitada a 5 vehículos, la barrera solo se abrirá desde fuera del recinto cuando existan huecos disponibles. Para ello será necesario llevar un control de los coches que entran y salen del aparcamiento. La condición de plazas libres será informada a los usuarios a través del indicador luminoso dispuesto a tal efecto.
- El control de la salida del aparcamiento está sincronizado con el estado de los semáforos, de manera que sólo se permitirá cuando ambos semáforos impidan el paso de vehículos.

Sistema SCADA:

Debe permitir la monitorización completa del entorno dando toda la información relevante del estado sistema. Esto incluye el estado de todos los sensores y actuadores, pero también otros datos de utilidad como, por ejemplo, la ocupación del aparcamiento.

Además, el sistema SCADA debe ser capaz de controlar de manera independiente todos los actuadores del sistema, pero únicamente cuando éste se encuentre en modo STOP. En este sentido, aunque se ha de permitir el movimiento de la barrera, por seguridad sólo será posible cuando los finales de carrera informen de que aún es posible el recorrido. También se ha de tener la posibilidad de resetear manualmente el número de plazas ocupadas en el aparcamiento.

3. Entorno y metodología de trabajo

Cada equipo de trabajo estará compuesto por entre tres y cuatro alumnos. Para el desarrollo del ejercicio, cada equipo dispondrá de dos ordenadores con el Software TIA Portal instalado, dos PLCs, un HMI y una botonera para simular las entradas digitales al sistema (ver figura Figura 4). De esta manera, cada equipo podrá trabajar simultáneamente sobre dos PLCs independientes y paralelizar tareas de desarrollo.

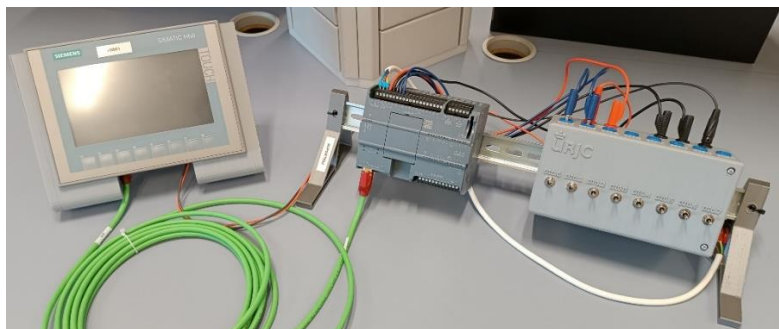


Figura 4: Equipo de trabajo

Una sugerencia para la organización del trabajo es dividir las tareas en una primera etapa. De manera que se desarrollen varias sub-tareas en paralelo, por ejemplo: diseño del SCADA, control del aparcamiento, control de los semáforos, etc. En una segunda etapa de trabajo, una vez que las sub-tareas funcionen correctamente, se procedería a la integración de ambos desarrollos.

a. Importar elementos desde un proyecto diferente.

La metodología de trabajo propuesta consiste en el desarrollo en paralelo de diferentes tareas. Esto implica que en un primer momento se trabajará desde dos proyectos de TIA Portal diferentes que deben de unificarse llegado el momento. Para ello, esta integración ha de realizarse desde la ventana “Proyectos de Referencia” (Figura 5).

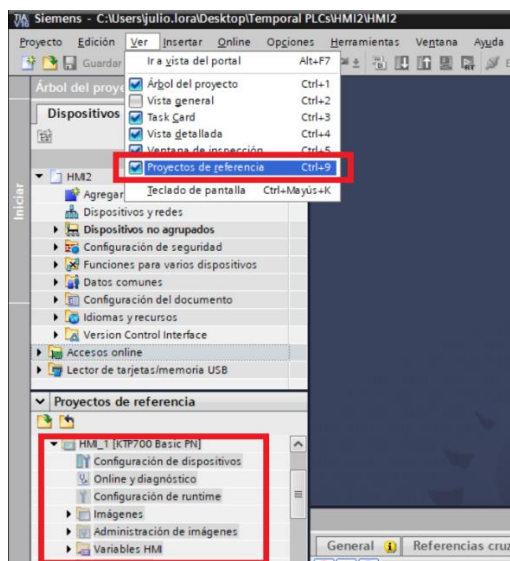


Figura 5: Proyectos de referencia

Una vez seleccionado el proyecto desde el que se quieren importar los recursos, basta con copiarlos y pegarlos en el proyecto actual. Es posible importar todo un recurso hardware (un PLC o un HMI), tablas de variables, bloques de código o fragmentos de un diagrama de contactos. Una vez importados, es importante comprobar que la asignación de variables es correcta puesto que si existe conflicto con las variables prevalecerá la asignación realizada en el proyecto original. También es necesario realizar la configuración de la conexión entre los elementos hardware incorporados desde el menú “Dispositivos y Redes” (Figura 6).

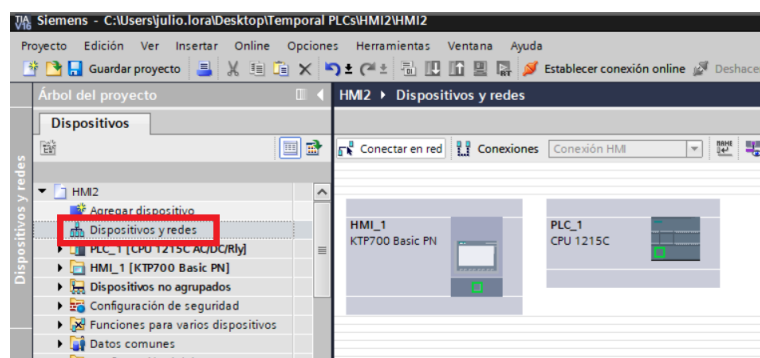


Figura 6: Dispositivos y redes

b. Configuración de la red Profinet.

Todos los dispositivos involucrados en el sistema (PC, PLC y HMI) se han de conectar a través de una misma red Profinet. De esta manera se asignarán IPs locales (192.168.0.xxx) a los tres equipos y una misma máscara de subred (255.255.255.0), de manera que sea posible la comunicación entre ellos en la misma red.

Es importante asignar IPs fijas en este caso, de manera que aseguremos una comunicación estable en el sistema. A modo de ejemplo se asignará la IP 192.168.0.1 al PLC y la IP 192.168.0.2 al HMI. La configuración de las direcciones IPs del PLC está accesible según se muestra en la Figura 7 (Configuración de dispositivos → Direcciones Ethernet).

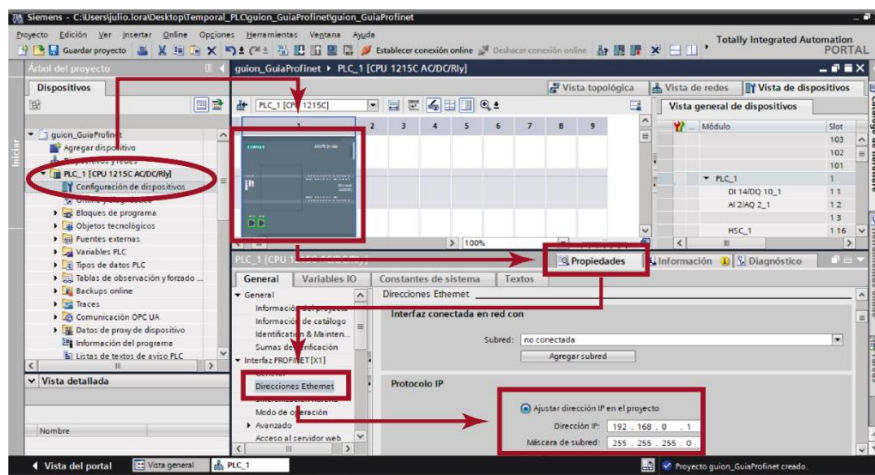


Figura 7: Configuración de IP para el PLC

A la hora de configurar el dispositivo HMI, es importante escoger la versión adecuada del dispositivo, de manera que se ajuste a los equipos del laboratorio. El HMI que tenemos disponible es el KTP700 Basic PN (Ref: 6AV2 123-2GB03-0AX0), con versión de firmware v15.1.

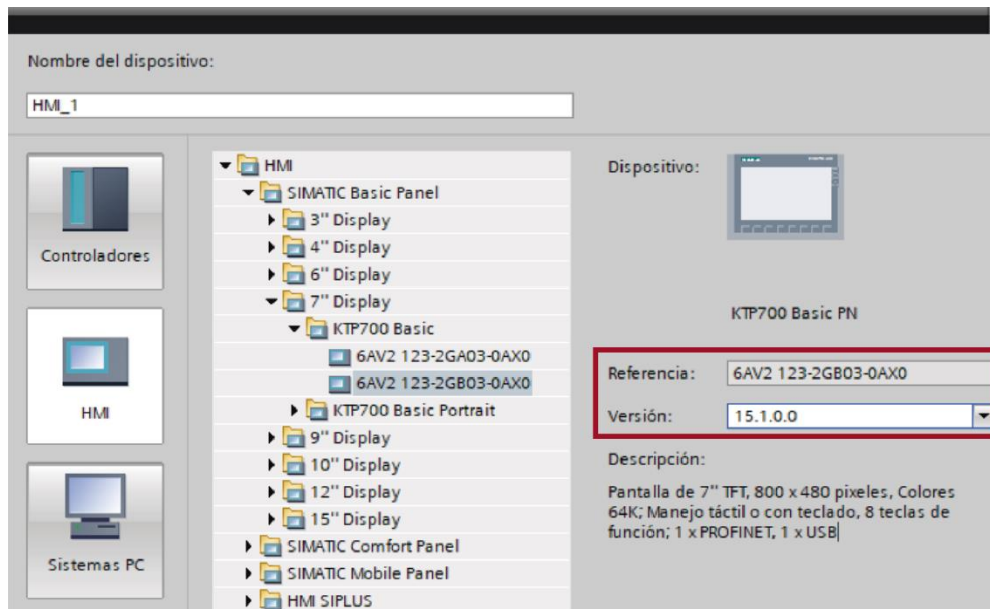


Figura 8: Configuración y versión del HMI

En Tia Portal hemos de conectar el HMI con un   nico PLC, cuyo contenido de memoria será accesible. Esta configuración se hace desde el asistente cuando se incorpora el HMI al proyecto.

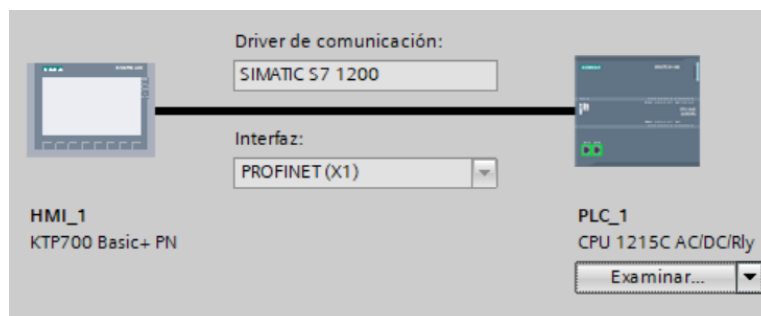


Figura 9: Conexión PLC-HMI

Por último, hay que fijar la IP del HMI dentro de la red Profinet, de manera equivalente a cómo se hizo para el caso del PLC (Configuración de dispositivos    Direcciones Ethernet).

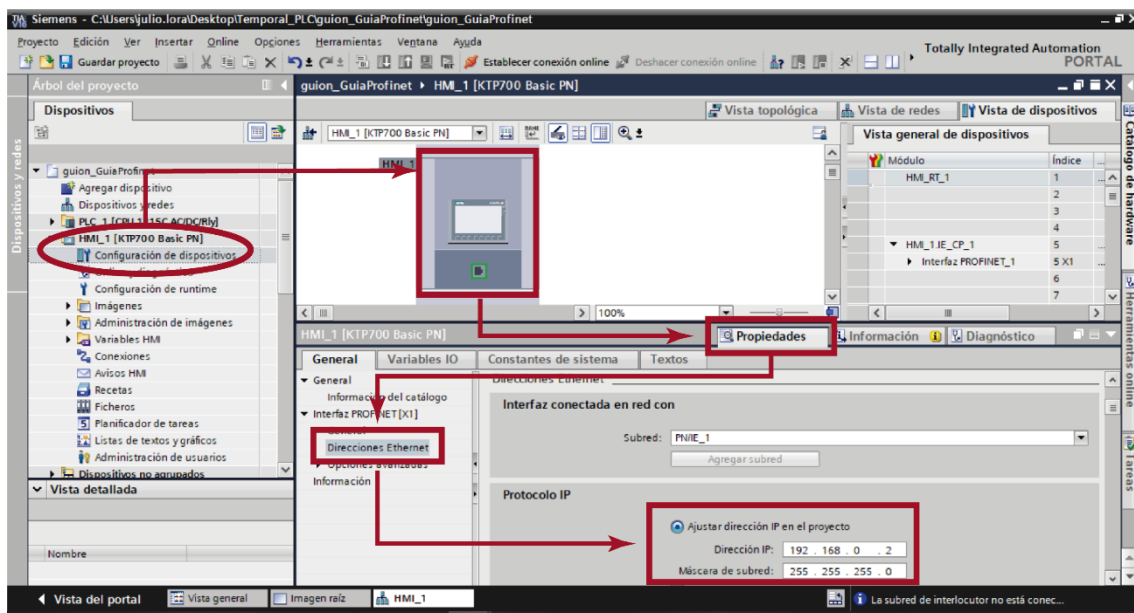


Figura 10: Configuración de IP en el HMI

c. Implementación de GRAFCET en TIA Portal utilizando un S7-1200

Aunque algunos PLCs de Siemens permiten la implementación directa de diagramas GRAFCET utilizando lenguaje SFC, el modelo S7-1200 no permite la programación utilizando este lenguaje. Por este motivo es necesario traducir el diagrama GRAFCET del proceso a lenguaje KOP.

A modo de breve recordatorio, el proceso completo consiste en 5 fases:

- **Fase 1:** desarrollo del diagrama siguiendo las especificaciones del proceso, por ejemplo:



Figura 11: Ejemplo de diagrama GRAFCET

- Fase 2:** asignación de las posiciones de memoria a las variables implicadas. La manera más directa de hacerlo es mediante la tabla de direccionamiento de memoria del PLC, en el caso del ejemplo anterior sería:

Etapas	Entradas	Salidas
E0: %M0.0	Pulsador: %I0.0	Act_entradaPieza: %Q0.0
E1: %M0.1	FC_avance: %I0.1	Act_avancePieza: %Q0.1
E2: %M0.2	FC_retroceso: %I0.2	Act_retrocesoSoporte: %Q0.2

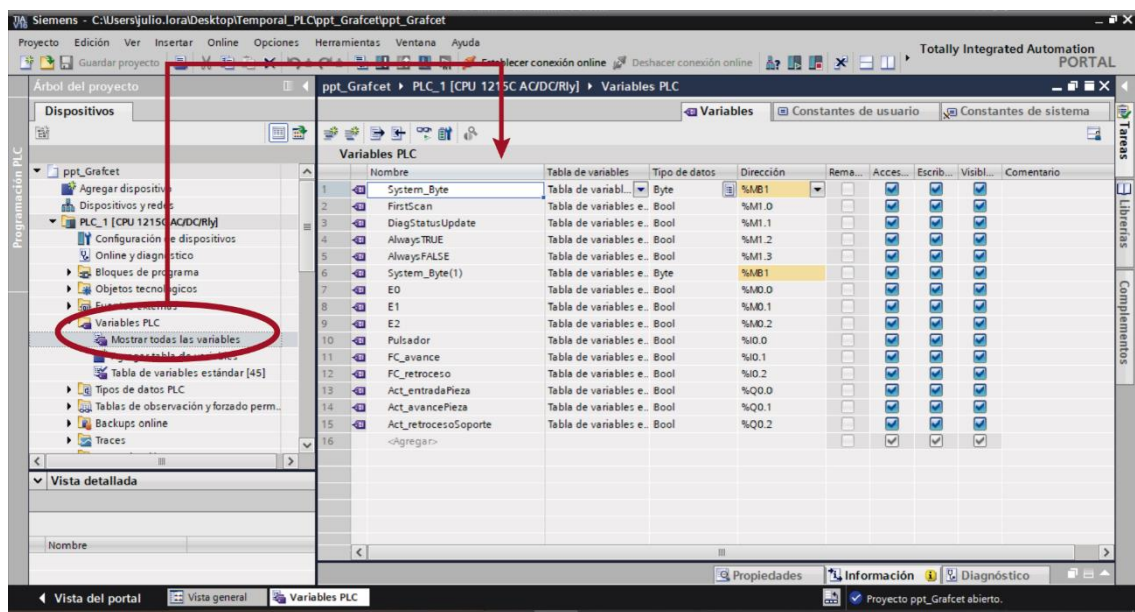


Figura 12: Tabla de variables del PLC

- Fase 3:** ecuaciones para implementar la lógica de transición entre etapas. En el caso del ejemplo sería:

Etapas	Set / Reset
E0:	Set E0 = (E2*FC_retroceso) + FSM Reset E0 = E1
E1:	Set E1: E0*Pulsador Reset E1: E2
E2:	Set E2: E1*FC_avance Reset E2: E0

Debéis tener en cuenta que la etapa 0 se activa siempre con la FSM (Marca de primer ciclo, llamada FirstScan en Siemens). Esta marca tiene que ser habilitada y configurada junto al resto de marcas del sistema, utilizando una posición de memoria que no interfiera con el resto de variables de vuestro sistema.

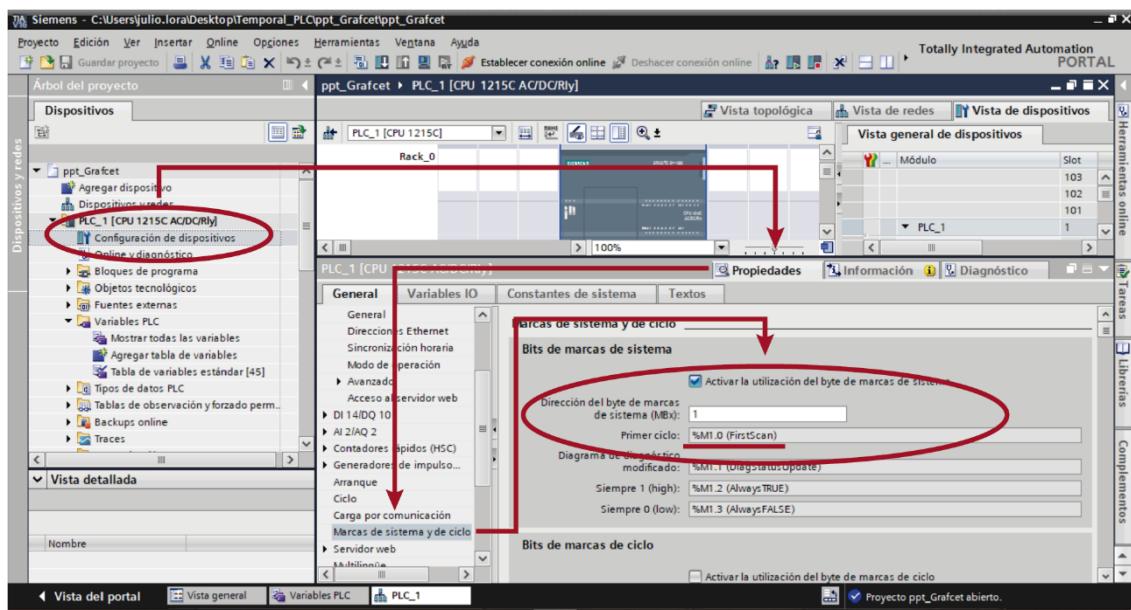


Figura 13: Habilitación de la marca de primer ciclo.

- **Fase 4:** ecuaciones para la ejecución de acciones, en el caso del ejemplo sería:

Acción	Lógica de activación
Entrada pieza:	Act_entradaPieza = E0
Avance pieza:	Act_avancePieza = E1
Retroceso soporte:	Act_retrocesoSoporte = E2

- **Fase 5:** implementación en KOP de las ecuaciones de las fases 3 y 4. Para estructurar bien el código y facilitar la depuración, se recomienda dividir el diagrama en dos segmentos. El primero con la lógica para la transición entre etapas del GRAFCET y el segundo con la lógica de activación de las acciones.

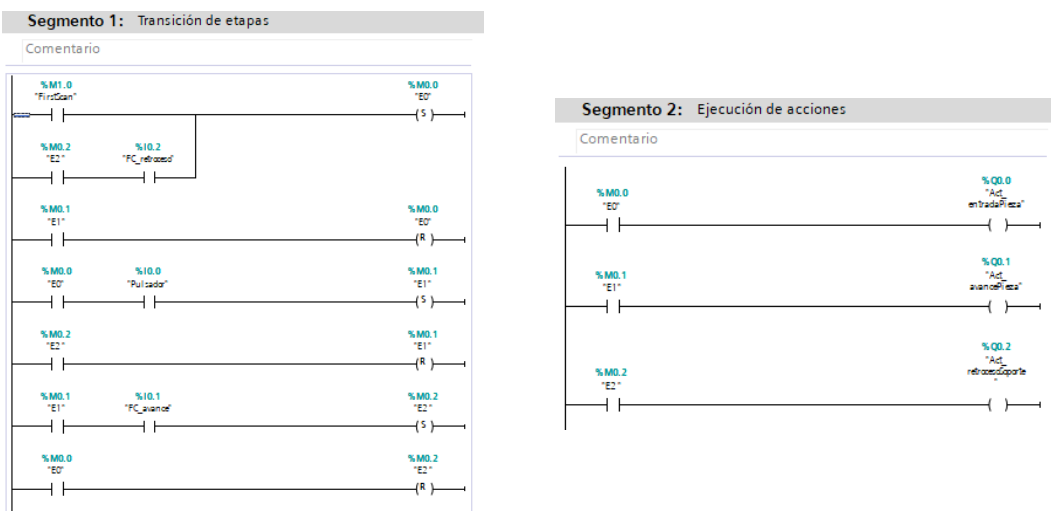


Figura 14: Segmentos KOP con la transición de etapas y la ejecución de acciones

4. Actividad de laboratorio

La actividad consiste en programar la automatización del sistema detallado en este documento utilizando un PLC, una botonera para simular entradas digitales y un HMI de Siemens. El trabajo se valorará de la siguiente manera:

- Entrega previa de un diagrama GRAFCET del sistema: 1 punto
- Control de la temporización de los semáforos de vehículos en modo automático: 1.5 puntos.
- Control del semáforo de peatones: hasta 1.5 puntos, en función del modo de trabajo implementado.
 - Modo sincronizado: 0.5 punto
 - Modo disparado por pulsador: 1.5 puntos.
- Control de la barrera: hasta 4 puntos, divididos en:
 - Control de apertura y cierre de la barrera para entrada y salida: 1.5 puntos
 - Control de ocupación del aparcamiento: 1.5 puntos
 - Sincronización de la salida con el estado de los semáforos: 1 punto.
- Sistema SCADA del proceso: hasta 2 puntos, divididos en:
 - Monitorización de las variables de interés: 1 punto
 - Control de actuadores en modo STOP: 1 punto

Para obtener la máxima puntuación se valorará haber alcanzado la funcionalidad solicitada, la implementación eficiente del programa y la exposición del trabajo realizado.