

# 1. RESOLUCIÓN CASO GENERAL SIN APORTACIONES:

Se encuentra recogido en el proyecto de TIA Portal *Trabajo\_68*.

## 1.1. CONSIDERACIONES INICIALES

Comenzamos definiendo las diferentes variables dadas en el enunciado, así como las diferentes marcas que se van a emplear. En nuestro caso definimos 11 inputs (I) y 4 actuadores (Q) dados por el enunciado, y emplearemos además 5 marcas (M). Emplearemos además un temporizador para controlar el cierre de puertas.

Dentro de los inputs podemos diferenciar entre 5 sensores (SI, SD, F, D y P) y 6 botones (BI, BD, PI, PD, AB y PE).

SI y SD serán tratados como sensores de proximidad. De tal forma que cuando el tren se encuentre a una distancia mayor de un determinado valor umbral den "0" como salida, y cuando el tren se encuentre más cerca de dicho valor umbral, proporcionen "1" como salida. Se ha creído más indicado el uso de sensores de proximidad en vez de pulsadores accionados por contacto por el propio tren. Ya que los pulsadores podrían no dar espacio suficiente al tren para que frenase desde su accionamiento, y también es más probable que acaben deteriorándose o rompiéndose.

Es especialmente importante el mantenimiento de estos sensores SI y SD y que se encuentren situados de tal forma que únicamente puedan ser accionados por el tren. Ya que, si fuesen accionados por irse ensuciando con el paso del tiempo, o por otro elemento que se interponga en su campo de actuación sin que el tren se encuentre realmente en el andén, puede dar lugar a un mal funcionamiento del programa y posibles accidentes.

Por otro lado, D y P sí que se consideran sensores de final de carrera que se accionan, respectivamente, al abrirse o cerrarse completamente la puerta. En el caso de D, dando "1" como salida cuando las puertas están completamente abiertas y "0" en caso contrario. Y en el caso de P, dando "1" como salida cuando las puertas están completamente cerradas y "0" en caso contrario.

En cuanto a la fotocélula F, se considera que proporciona "1" como salida cuando detecta movimiento en su rango de acción, y "0" en caso contrario.

Por último, la salida proporcionada por los botones se considera como "1" cuando son accionados y "0" el resto del tiempo. Mientras que PI, PD, BI, BD y AB se consideran pulsadores, PE se ha considerado como interruptor. Pese a que PE podría ser un botón, ya que una vez pulsado el tren únicamente vuelve a ponerse en funcionamiento si BI o BD son accionados por el conductor, se ha decidido que sea un interruptor por extremar la seguridad, ya que BI o BD podrían ser pulsados por error por el conductor antes de haber finalizado la situación de emergencia.

Los actuadores son el motor del tren funcionando hacia la izquierda y hacia la derecha (MI y MD respectivamente) y los motores que permiten la apertura y cierre de las puertas del tren (A y C).

En cuanto a las marcas, hemos definido *Mover izquierda*, *Mover derecha*, *Apertura puertas*, *Cierre puertas* y *Emergencia*.

## 1.2. RESOLUCION Y APORTACIONES

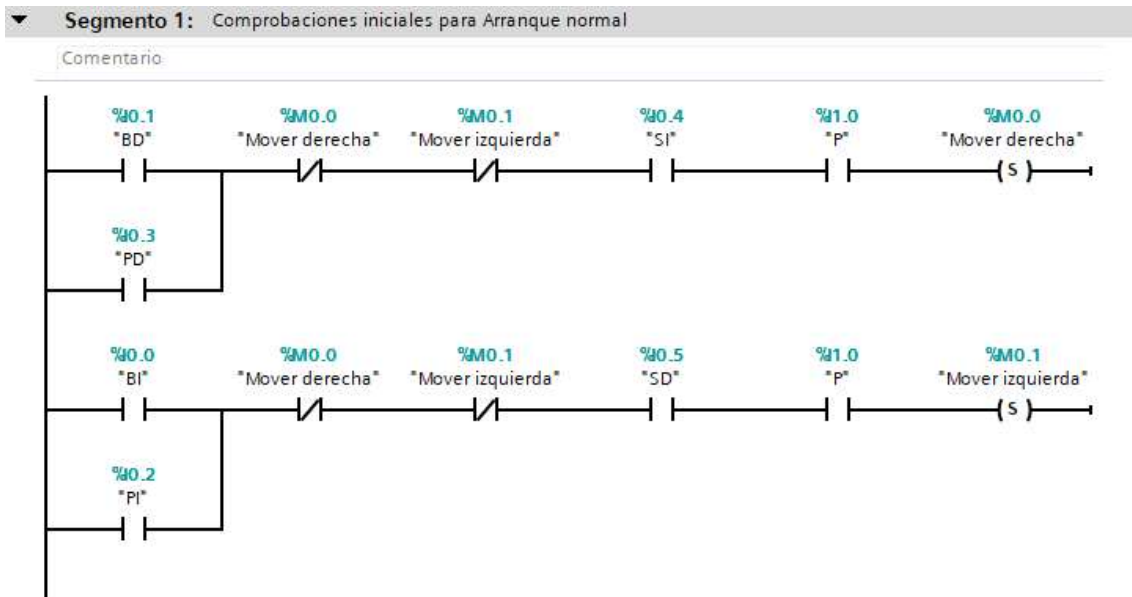
Para la resolución inicial de este ejercicio se han desarrollado 9 segmentos.

En el *Segmento 1* se analiza la activación de los botones para la puesta en marcha normal del tren. Denominamos esta puesta en marcha como normal para diferenciarla de la puesta en marcha después de una parada de emergencia. En el caso de una parada de emergencia, el tren se encontrará a medio trayecto entre un andén y otro y su implementación, como veremos posteriormente, es distinta.

Para la puesta en marcha normal, el tren debe encontrarse en uno de los dos andenes. Si se encuentra en el andén izquierdo, se moverá hacia la derecha (rama superior en la imagen), y viceversa (rama inferior). Tanto los botones BI y BD como los PI y PD activan el proceso de puesta en marcha.

En el segmento se llevan a cabo varias verificaciones de seguridad antes de comenzar el movimiento. Se verifica que el tren no se encuentre ya en movimiento, que las puertas del tren se encuentran cerradas y que el tren se encuentre en alguno de los dos andenes (sensores SI y SD).

La inclusión de SI y SD en este segmento evitan también que se intente ir hacia la izquierda estando en el andén de la izquierda y viceversa. Y permite a su vez al tren, saber a qué señal debe hacer caso si se pulsasen dos botones contradictorios a la vez (BD y BI | PD y PI | BD y PI | BI y PD).



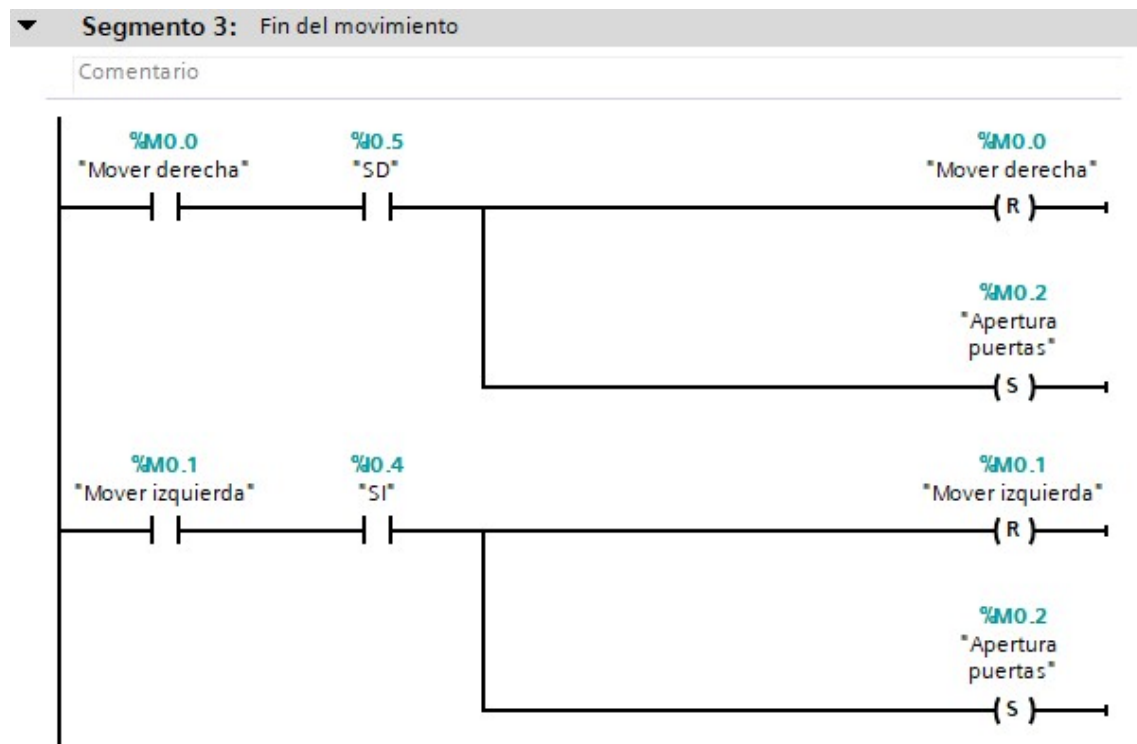
En el *Segmento 2* se implementa el giro de los motores hasta que se llega al andén de destino, marcado por los sensores SD y SI respectivamente.

Antes de poner en marcha los motores, se implementa la comprobación de seguridad que se pide en el enunciado de que MI y MD no puedan estar activos a la vez. Empleando para ello los biestables *Mover izquierda* y *Mover derecha* como condición.

Pese a ser redundante con el *Segmento 1*, por seguridad se comprueba de nuevo que las puertas estén cerradas (señal P).



En el *Segmento 3* se implementa el fin del movimiento una vez el tren llega al andén de destino, dando paso a la activación del proceso de apertura de puertas.

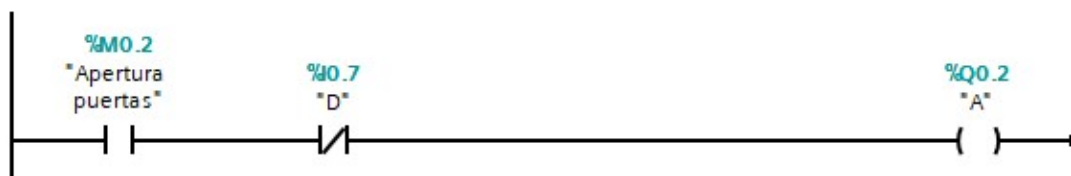


En el *Segmento 4* se activa el motor de apertura de las puertas (señal A), hasta que éstas se abren por completo (activación de D).

El uso de la D no haría falta ya que en el *Segmento 5* se resetea el biestable de *Apertura puertas* en cuanto D se activa. Pero se ha creído interesante incluir esta comprobación para evitar que el motor se pueda ver forzado, intentando seguir abriendo la puerta cuando ya está completamente abierta.

#### ▼ Segmento 4: Apertura de puertas

Comentario

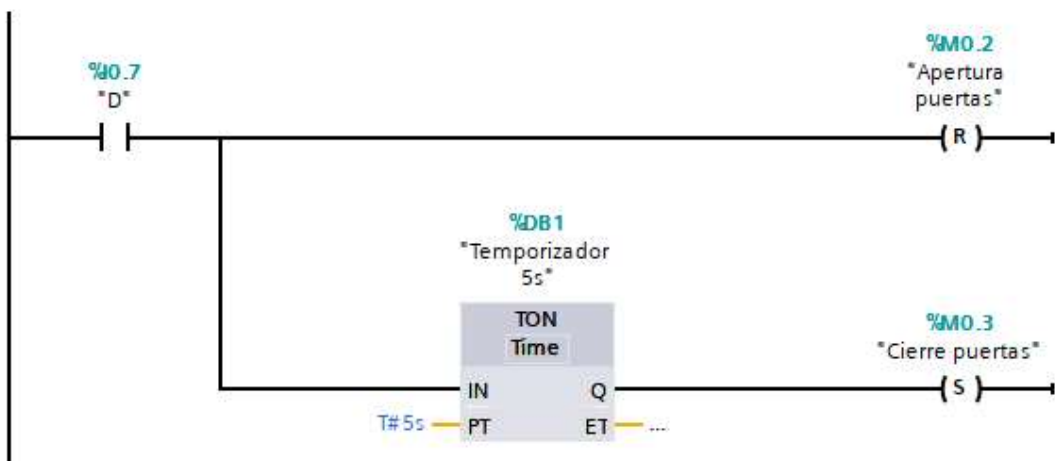


En el *Segmento 5* se resetea el biestable de apertura de puertas una vez estas están abiertas y se establece el temporizador de 5 segundos tras los cuales se cerrarán las puertas.

Se ha decidido el uso un temporizador TON, ya que se desea que la cuenta de 5 segundos se inicialice cada vez que el IN pase de "0" a "1".

#### ▼ Segmento 5: Espera puertas abiertas

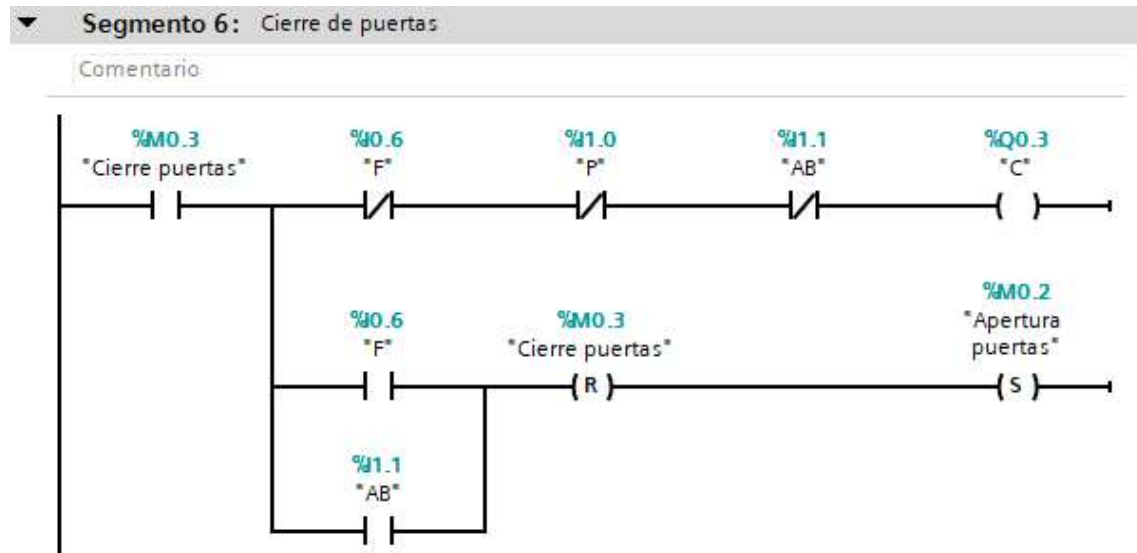
Comentario



En el *Segmento 6* se implementa el cierre de puertas una vez transcurridos los 5 segundos. Para ello, en la rama superior se activa el motor de cierre de las puertas hasta que se cierran

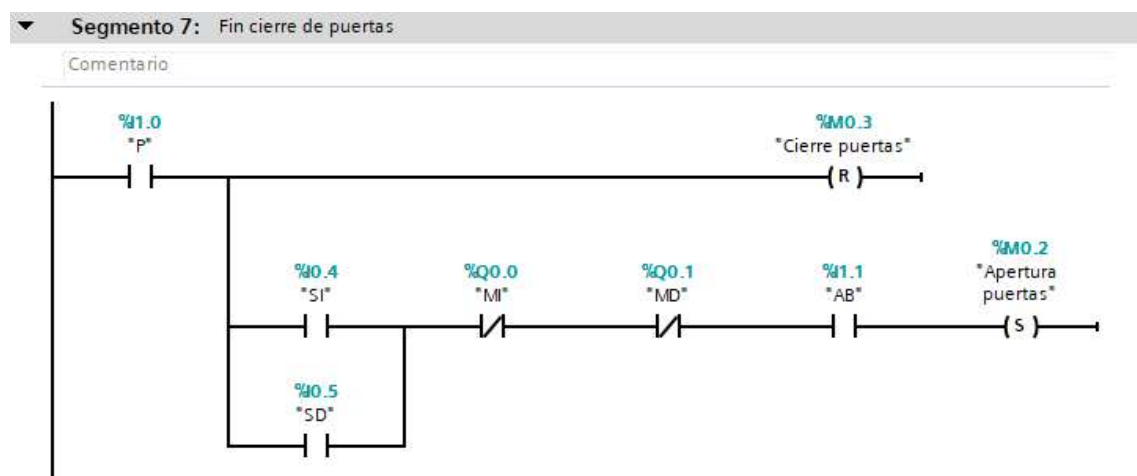
completamente (señal P), siempre y cuando la fotocélula no detecte ningún movimiento y el botón AB no sea accionado por el conductor.

En la rama inferior se implementa la reapertura de puertas que tiene lugar tanto si la fotocélula detecta movimiento, como si el botón AB es accionado, volviéndose al *Segmento 4* de apertura de puertas.

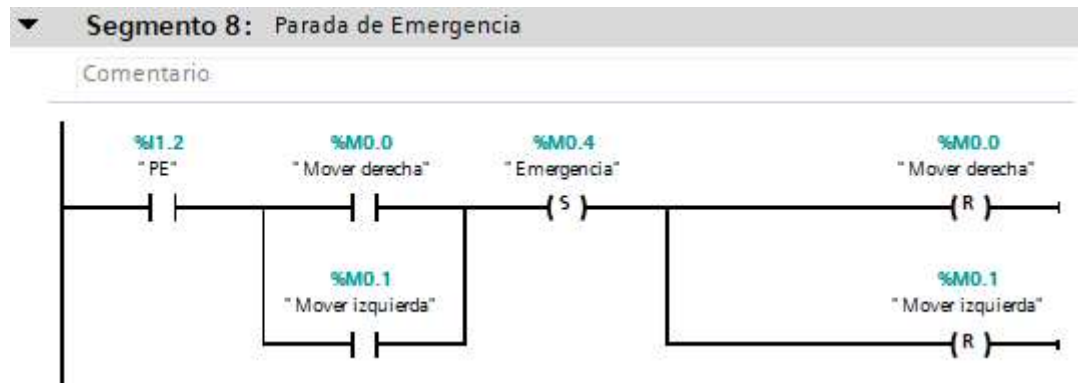


En el *Segmento 7* se implementa el fin del proceso de cierre de puertas una vez P se activa (rama superior en la imagen). En esta situación, la reapertura de puertas que tiene lugar si el botón AB es accionado (rama inferior).

Tal y como se pide en el enunciado, antes de abrir las puertas se comprueba que el tren se encuentre parado y en uno de los dos andenes.



En el *Segmento 8* se detiene por completo el tren cuando el botón PE es accionado. Se hace una comprobación inicial de que el tren se encuentra en movimiento, por lo que, si el tren se encuentra parado, el accionamiento de PE no tiene ningún efecto.



En el Segmento 9, una vez PE deja de ser accionado, el tren reanuda su marcha únicamente si los botones BD (rama superior en la imagen) o BI (rama inferior) son pulsados por el conductor.

Aunque se supone que el conductor no debería hacerlo, se incluye una comprobación en cada rama de que ambos botones (BD y BI) no están siendo pulsados a la vez, ya que podría dar lugar a un error.



### 1.3. PRUEBAS REALIZADAS

#### 1.3.1. Ciclo normal de funcionamiento:

Encontrándose el tren en su posición inicial (detenido, andén izquierdo y puertas cerradas) con únicamente SI y P activos, al accionarse ya sea BD o PD, el tren comienza a desplazarse hacia la derecha con la activación de MD (desactivándose SI al alejarse del andén izquierdo). Al llegar al

andén derecho (detectado mediante la activación de SD), se desactiva MD y comienza la apertura de puertas, activándose A, y desactivándose consecuentemente P.

Una vez las puertas se han abierto completamente se activa D, desactivándose con ello A y activándose el temporizador TON de 5 segundos. Transcurridos los 5 segundos, se activa C, comenzando así el cierre de puertas. Si mientras se están cerrando las puertas se activan la fotocélula F o el botón AB, esto hace que se desactive C y se vuelva a activar A, volviéndose así al proceso seguido desde el comienzo de este párrafo (apertura de puertas). Una vez las puertas se cierran completamente, se activa P y se desactiva C. En este punto, ante el accionamiento de AB, se vuelve al proceso seguido desde el inicio de este párrafo con la activación de A para la apertura de puertas.

Una vez las puertas están cerradas, si se accionan BI o PI, el tren comienza a moverse hacia la izquierda, activándose MI y desactivándose SD. Una vez el sensor SI se activa (se llega al andén izquierdo), MI se desactiva y se activa A de nuevo para la apertura de puertas descrita en el párrafo anterior, cerrándose así el ciclo de funcionamiento normal.

#### 1.3.2. Activación de PE:

Encontrándose el tren en su posición inicial con únicamente SD y P activos, se acciona PE y no se observa ninguna reacción del sistema.

Una vez se activa MD, al pulsarse PE se desactiva MD. Una vez el interruptor PE es desactivado, el accionamiento de BD activa MD permitiendo llegar al andén derecho, y el accionamiento de BI activa MI permitiendo volver al andén izquierdo.

Una vez se llega al andén derecho y MD se desactiva, el accionamiento de PE no afecta al sistema en ninguna de las distintas fases de apertura, espera y cierre de puertas. Una vez MI se activa para volver al andén izquierdo, se produce una situación análoga a la descrita: el accionamiento de PE desactiva MI, y una vez PE es desactivado, el accionamiento de BI permite reactivar MI, y BD activa MD.

#### 1.3.3. Tratar de pulsar los botones (BI, BD, PI, PD o AB) mientras se desarrolla el ciclo:

Estando el tren en su posición inicial (únicamente SD y P activos), el accionamiento de BI y PI no afecta al sistema. BD y PD activan MD. AB hace que se active A y se lleve a cabo el ciclo normal de apertura, espera y cierre de puertas descrito en el punto 1.3.1.

Estando MD activo, se comprueba que ninguno de los 5 botones afecta a ninguno de los actuadores.

Una vez se llega al andén derecho, se desactivan MD y P y se activan SD y A. Mientras A está activo (apertura de puertas), y también cuando A se desactiva y se activa D (espera), ninguno de los 5 botones afecta al sistema. Cuando D se desactiva y se activa C (cierre de puertas), la activación de BI, BD, PI o PD sigue sin afectar al sistema, mientras que AB da lugar a la reapertura de puertas, tal y como se describió anteriormente.

Una vez las puertas se cierran, manteniéndose únicamente P y SI activos, de las pruebas realizadas se han obtenido resultados análogos a los obtenidos en los 3 párrafos anteriores, hasta llegar de nuevo a la posición de partida, cerrándose el ciclo.



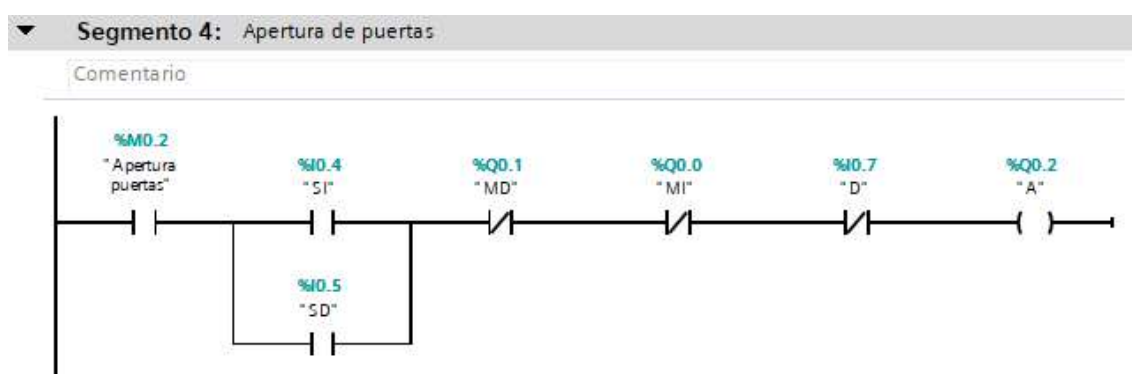
## 2. MEJORAS

Mejoras reflejadas en el proyecto de TIA Portal *Trabajo\_68\_Mejoras*. Las mejoras planteadas son las 3 siguientes:

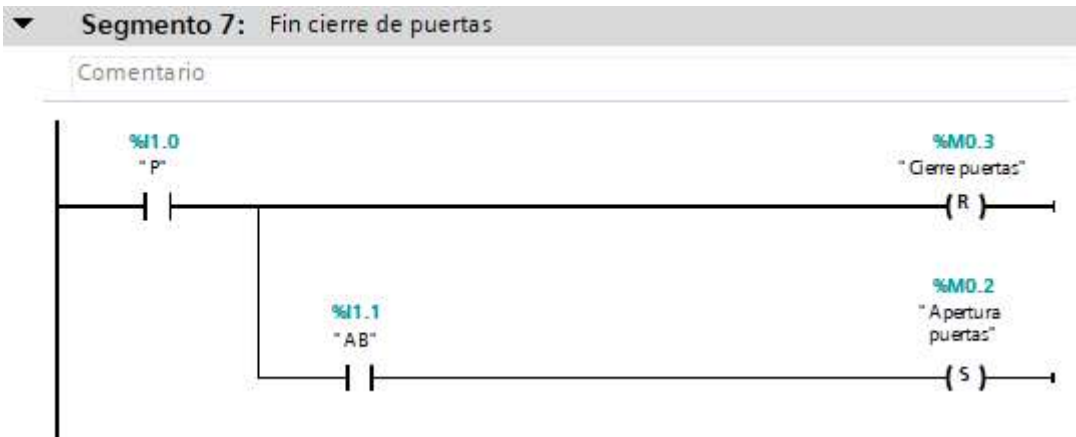
### 2.1. Extremar la seguridad en la apertura de puertas:

En el *Segmento 4* anteriormente descrito, no hay ninguna comprobación de seguridad previa a la activación de A. Esto no genera ningún problema ya que en todos los segmentos en los que se activa el biestable *Apertura puertas*, o bien se ha realizado de antemano una comprobación de que el tren se encuentra detenido y en el andén, o bien son segmentos que sabemos que únicamente se van a llevar a cabo con el tren detenido y en el andén.

Pero debido a la importancia para la seguridad de los pasajeros que tiene el garantizar que el tren se encuentra detenido y en el andén antes de abrir las puertas, y el hecho de que este programa pueda ser actualizado en un futuro para añadir nuevas funcionalidades que puedan activar el biestable *Apertura puertas* en otras circunstancias, se deciden añadir dichas comprobaciones (imagen inferior).



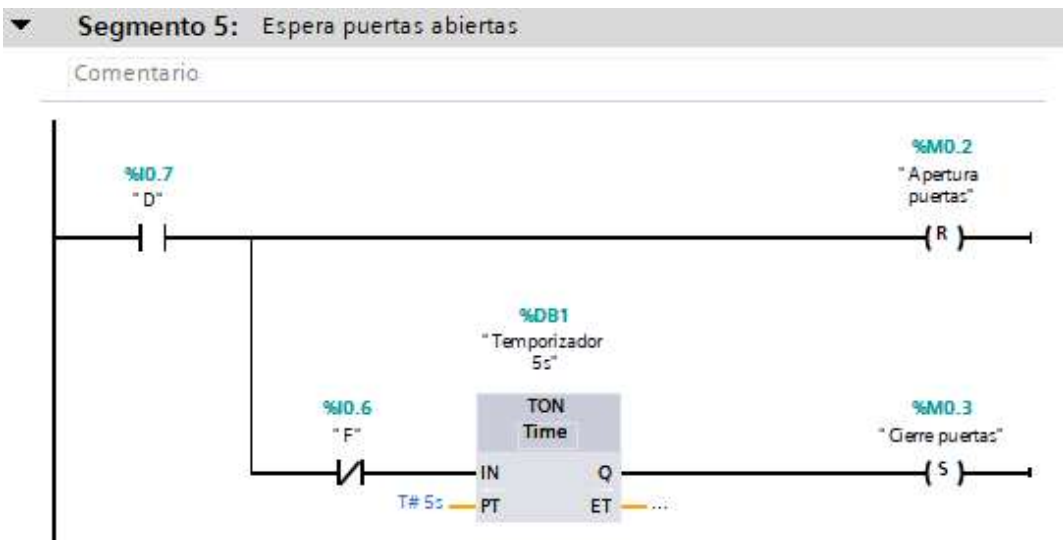
Debido a estas comprobaciones incluidas en el *Segmento 4*, se pueden eliminar del *Segmento 7*, quedando como se muestra a continuación. En este caso, aunque se active el biestable *Apertura puertas*, las puertas no se abrirán mientras no se cumplan las condiciones incluidas en el *Segmento 4*.



## 2.2. Empleo de la fotocélula mientras las puertas están abiertas.

En el caso de que una persona entre justo cuando la puerta está a punto de comenzar a cerrarse, ésta se cerrará justo en cuanto ella pase, pudiendo ser un poco violento. Por ello se ha modificado el *Segmento 5* según representado en la imagen inferior, haciendo que, durante la espera de 5 segundos, la cuenta se inicialice cada vez que una persona sea detectada por la fotocélula F.

Evitando así que el cierre de puertas esté constantemente saltando cuando haya muchas personas.



## 2.3. Permitir que el botón AB pueda abrir las puertas mientras que se está en una parada de emergencia

Se ha creído interesante permitir la apertura de puertas mediante el botón AB si se lleva a cabo una parada de emergencia. Ya que según el modelo actual los pasajeros y el conductor no tienen forma de salir si no se encuentran en un andén (excepto forzando las puertas o

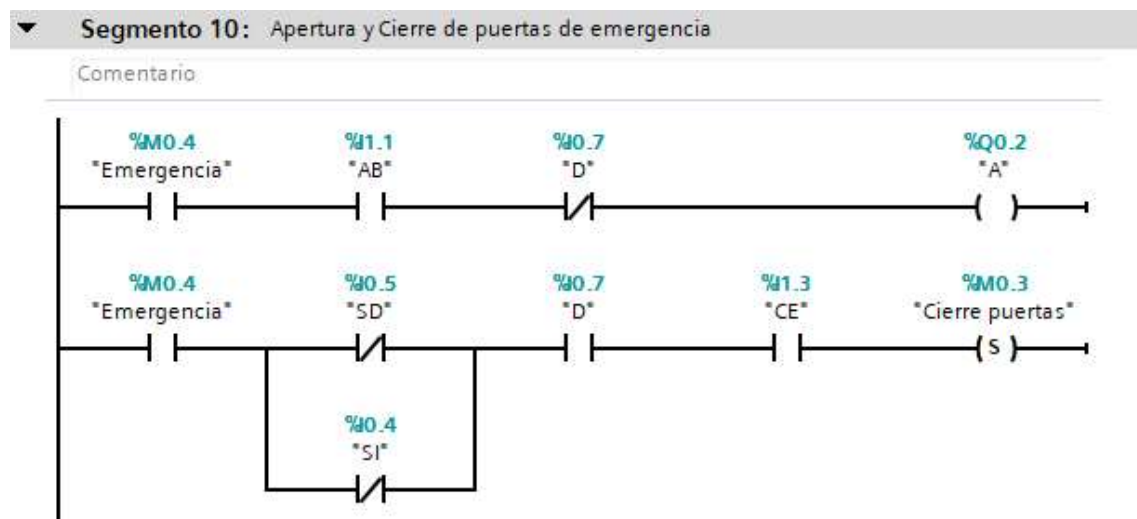
rompiendo las ventanas), aunque pueda ser necesario por la situación (ej. el tren se queda sin combustible, ya sea electricidad o un combustible fósil; o si se inicia un incendio en el tren).

Para ello se plantean dos alternativas.

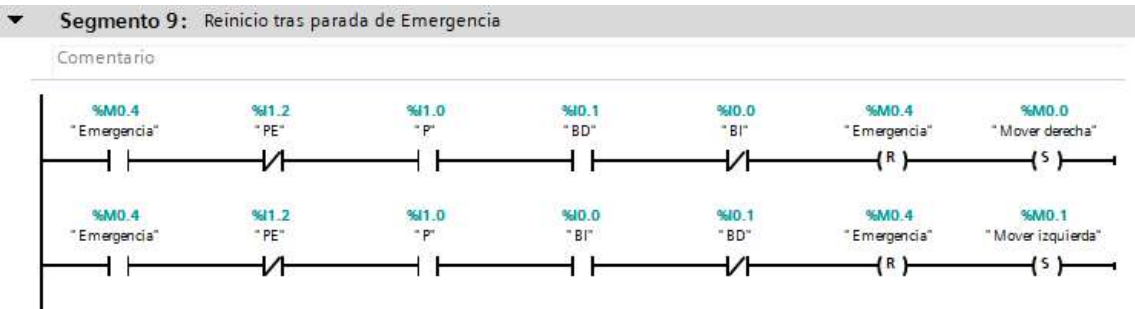
- No llevar a cabo la modificación propuesta en el punto 2.1 del *Segmento 4*, ya que no se permitiría la activación de A al no encontrarse el tren en el andén.
- Implementación de un nuevo segmento para la apertura de puertas.

Se opta por la última opción ya que la primera implicaría disminuir la seguridad del *Segmento 4*. Además, esto permite el desarrollo de un nuevo segmento específico para la apertura de puertas en caso de emergencia, permitiendo programar las puertas para que se mantengan abiertas indefinidamente, en vez de intentar cerrarse cada 5 segundos, lo cuál resulta mucho más conveniente en caso de emergencia.

Se desarrolla a su vez un nuevo botón CE que permite el volver a cerrar únicamente si el tren no se encuentra en uno de los andenes.



Ello implica a su vez añadir la comprobación de que las puertas estén cerradas antes de reanudar la marcha en ambas ramas del *Segmento 9*.



Debido a las pruebas realizadas con este nuevo modelo, se ve que es necesario incluir una nueva comprobación con SI y SD en el *Segmento 5* para que no salte el cierre de puertas durante la parada de emergencia, ya que el tren no se encuentra en el andén.

