



*estudios abiertos*

**SEAS**

GRUPO SANVALERO

## «Guillermo Orbea Pérez»

Trabajo Obligatorio Automatas Programables

Abril de 2020

FUNDACIÓN SAN VALERO

SEAS, Centro de Formación Abierta

ZARAGOZA



# ÍNDICE

<i>1.- DEFINICIÓN DEL TRABAJO PROPUESTO.....</i>	<i>3</i>
<i>2.- DESARROLLO FUNCIONAMIENTO .....</i>	<i>5</i>
<i>3.- COMPONENTES DE LA MÁQUINA.....</i>	<i>37</i>
<i>4.- CONCLUSIONES.....</i>	<i>40</i>
<i>Anexos.....</i>	<i>Página web</i>

## 1.- DEFINICIÓN DEL TRABAJO PROPUESTO

**Podrás ver este trabajo en una plataforma web: [www.guillermoorbea.droppages.com](http://www.guillermoorbea.droppages.com)**

En este trabajo vamos a realizar el diseño de un túnel de lavado para coches, el cual contará con 5 estaciones de lavado y 4 programas diferentes:



**1.1 croquis túnel de lavado**

Dicho autolavado constará de 2 tipos de accionamiento para el lavado y un mecanismo de avance para el coche, un panel para usuario y varias bombas, tanto hidráulicas como neumáticas.

**Podrás ver un modelo 3D del trabajo en el siguiente enlace: <https://skfb.ly/6Rqxy>**

El funcionamiento principal de la máquina consiste en la detección del coche mediante los diversos sensores de estación. Estos indicarán el posicionamiento del coche en su respectiva estación, donde tendrá lugar el proceso de lavado correspondiente.

Antes de comenzar el ciclo de lavado, el usuario tendrá que seleccionar uno de los 4 programas disponibles. Cada programa es excluyente de los demás y sin la selección de éste, no podrá comenzarse el ciclo.

A continuación, se muestra el cuadro propuesto de programas:

Opciones de lavado
Opción N°1: lavado + aclarado + secado
Opción N°2: lavado + espuma + aclarado + secado
Opción N°3: lavado + aclarado + encerado + secado
Opción N°4: lavado + espuma + aclarado + encerado + secado

**1.2 programas de lavado**



Tras seleccionar el programa, estacionar el coche en la marca correspondiente y dar al botón de inicio, el ciclo de lavado comenzará.

Una cinta se encargará del transporte del vehículo por las distintas estaciones. Según el programa elegido, el coche se detendrá o seguirá por la estación correspondiente.

EN cada estación se llevará a cabo el procedimiento pertinente, y se dará paso, mediante válvulas de distribución, al elemento necesario para la función que se esté realizando en ese momento.

Tras la finalización de los ciclos, el vehículo quedará operativo para su retirada y la máquina estará lista para realizar un nuevo ciclo.

### Mejoras sobre el trabajo propuesto:

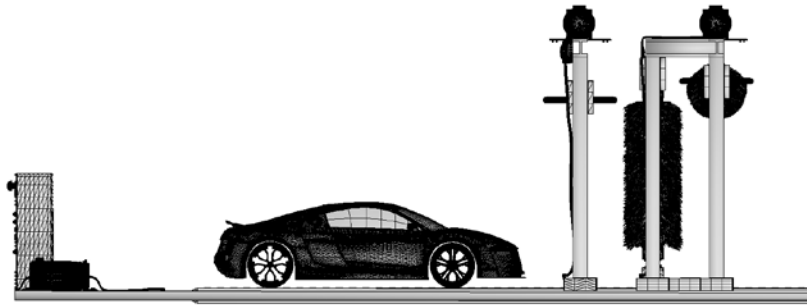
Una vez cubiertas las necesidades de diseño que se habían pedido, al trabajo se le ha ido añadiendo distintas características que conforman un elemento más complejo.

Las distintas mejoras serán enumeradas a continuación y explicadas de forma somera. Más adelante, en el apartado correspondiente, se explicará detalladamente el funcionamiento completo del autolavado.

- **Led indicativo** → *Se añaden Leds al que ayudan a la comprensión del programa.*
- **Semáforo** → *Semáforo de señalización para el estacionamiento del vehículo.*
- **Paro de emergencia** → *Seta de emergencia que para la instalación.*
- **Paro Técnico** → *Botón de paro para el técnico que detiene la instalación.*
- **Reset Técnico** → *Botón de reset de posición para el técnico de la instalación.*
- **Contador litros** → *pantalla digital de contador del consumo de litros de agua.*
- **Control de rodillos y barreras** → *El programa cuenta con una programación real que controla los rodillos y barreras de acción (agua/ aire) durante los ciclos de lavado.*

Estas mejoras llevan a la programación actual a contar con un total de 222 variables y 28 funciones de programa que complementan al OB1 del autómata.

El control real de los movimientos de la estación, hacen de este trabajo un complejo programa, por lo que será cuidadosamente explicado y acompañado de material multimedia, el cual facilitará su comprensión.



1.3 croquis estación 1

---

## 2.- DESARROLLO DEL FUNCIONAMIENTO

---

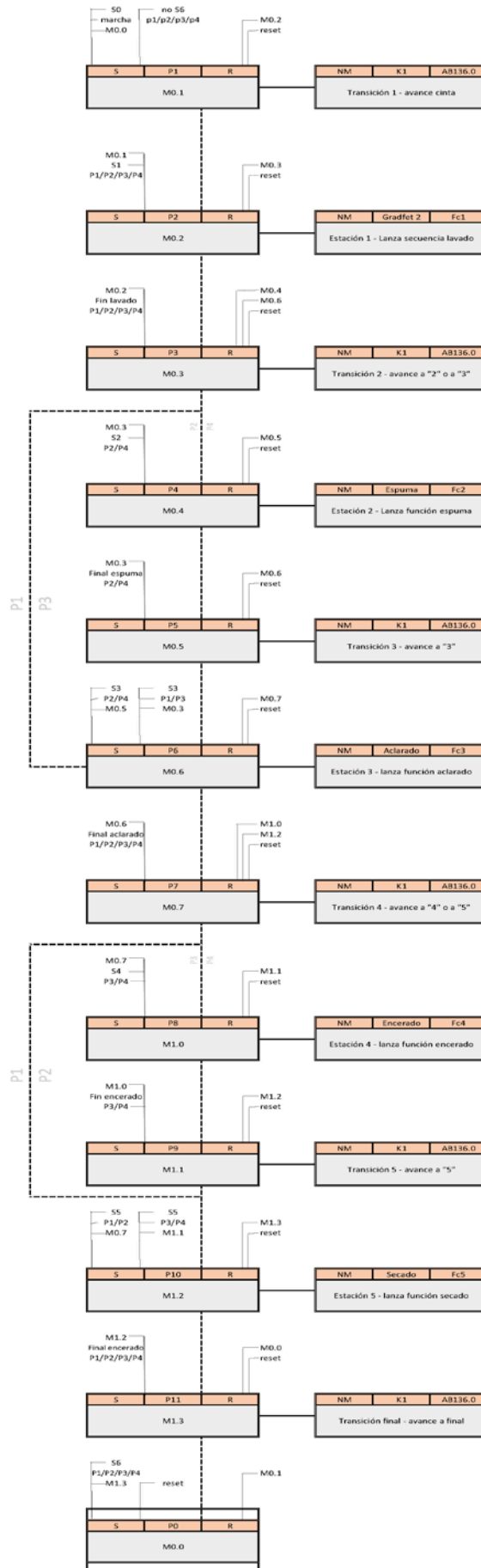
Pasaremos a desarrollar las distintas etapas de trabajo agrupadas en los distintos niveles de programación.

Por una parte, explicaremos el funcionamiento general del autolavado, el funcionamiento individual de las etapas de trabajo y las subrutinas de programas auxiliares.

El comportamiento general del autolavado responde a una línea de programación selectiva, donde la selección de los distintos programas, harán el salto selectivo de las distintas etapas de trabajo.

Esto se verá más fácilmente atendiendo al graficet de trabajo, el cual facilitará nuestra tarea de programación.

A continuación, se muestra el graficet del programa principal (Ob1):



Como se puede comprobar en el graficet, existen unas estaciones comunes a todos los programas elegibles (P0, P1, P2, P3, P7, P10 y P11) y una serie de estaciones que se verán saltadas de forma condicional por el programa elegido. Esta variable de memoria auxiliar, junto con los elementos de entrada correspondientes, serán los encargados de realizar la secuencia adecuada para cada una de las situaciones elegidas.

De esta manera, el programa 4, programa completo, realizará el paso por cada una de las estaciones de la programación del bloque principal (Ob1). Mientras que el programa 1, por ejemplo, realizará un salto de la secuencia que le hará pasar de la etapa 3 a la etapa 6, y de la etapa 7 a la etapa 10.

Para la correcta interpretación de este programa, se han definido 222 variables, las cuales quedarán reflejadas en el siguiente cuadro:

ENTRADAS							
<b>E0</b>							
7	6	5	4	3	2	1	0
1-Sensor agua HT2	1-Sensor agua HD2	1-Sensor agua HT1	1-Sensor agua HD1	1-Sensor agua VT	1-Sensor agua VD	S1	S0
<b>E3</b>							
7	6	5	4	3	2	1	0
3-Sensor agua Princ VT	3-Sensor agua Princ VD	S3	2-Sensor rodillo HT2	2-Sensor rodillo HT1	2-Sensor rodillo HD2	2-Sensor rodillo HD1	2-Sensor rodillo VT2
<b>E7</b>							
7	6	5	4	3	2	1	0
3Fc bott agua	3Fc top agua	3Fc general agua	2Fc horizontal rodillo	2Fc bott rodillo	2Fc top rodillo	2Fc general rodillo	1Fc horizontal rodillo
<b>E1</b>							
7	6	5	4	3	2	1	0
1-Sensor rodillo HD2	1-Sensor rodillo HD1	1-Sensor rodillo VT2	1-Sensor rodillo VT1	1-Sensor rodillo VD2	1-Sensor rodillo VD1	1-Sensor rodillo princ VT	1-Sensor rodillo princ VD
<b>E4</b>							
7	6	5	4	3	2	1	0
4-Sensor rodillo VT1	4-Sensor rodillo VD2	4-Sensor rodillo VD1	4-Sensor rodillo princ VT	4-Sensor rodillo princ VD	S4	3-Sensor agua HT1	3-Sensor agua HD1
<b>E8</b>							
7	6	5	4	3	2	1	0
3-Sensor agua HD2	5Fc bott aire	5Fc top aire	5Fc general aire	4Fc horizontal rodillo	4Fc bott rodillo	4Fc top rodillo	4Fc general rodillo
<b>E2</b>							
7	6	5	4	3	2	1	0
2-Sensor rodillo VT1	2-Sensor rodillo VD2	2-Sensor rodillo VD1	2-Sensor rodillo princ VT	2-Sensor rodillo princ VD	S2	1-Sensor rodillo HT2	1-Sensor rodillo HT1
<b>E5</b>							
7	6	5	4	3	2	1	0
5-Sensor agua princ VT	5-Sensor agua princ VD	S5	4-Sensor rodillo HT2	4-Sensor rodillo HT1	4-Sensor rodillo HD2	4-Sensor rodillo HD1	4-Sensor rodillo VT2
<b>E9</b>							
7	6	5	4	3	2	1	0
					3-Sensor agua HT2	3-Sensor agua HD2	3-Sensor agua HT2
<b>E136</b>							
7	6	5	4	3	2	1	0
reset	paro software	programa 4	programa 3	programa 2	programa 1	marcha	paro seta
<b>E6</b>							
7	6	5	4	3	2	1	0
1Fc bott rodillo	1Fc top rodillo	1Fc bott agua	1Fc top agua	1Fc general rodillo	1Fc general agua	5-Sensor agua HT1	5-Sensor agua HD1
<b>E137</b>							
7	6	5	4	3	2	1	0
			S6	Presostato 3	Presostato 2	Presostato 1	Descompress

2.2 Cuadro de entradas programa

**SALIDAS**

A136							
7	6	5	4	3	2	1	0
→	←	↑	↓	→	←	←	→
1-rodillo	1-rodillo	1-agua	1-agua	1-agua	1-agua	K2 cinta	K1 cinta

A10							
7	6	5	4	3	2	1	0
Válvula presión 2	Válvula presión 1	Rodillos giro 3	Rodillos giro 2	Rodillos giro 1	Compresor aire	Bomba agua	Bomba principal

A137							
7	6	5	4	3	2	1	0
↑	↓	→	←	A-	A+	↑	↓
2-rodillo	2-rodillo	2-rodillo	2-rodillo	1-rodillo	1-rodillo	1-rodillo	1-rodillo

A11							
7	6	5	4	3	2	1	0
Llave paso aire	Llave paso cera	Llave paso jabón	Llave paso agua 3	Llave paso agua 2	Llave paso agua 1.2	Llave paso agua 1.1	Válvula presión 3

A8							
7	6	5	4	3	2	1	0
→	←	↑	↓	→	←	B-	B+
4-rodillo	4-rodillo	3-agua	3-agua	3-agua	3-agua	2-rodillo	2-rodillo

A12							
7	6	5	4	3	2	1	0
Luz programa 4	Luz programa 3	Luz programa 2	Luz programa 1	Luz semáforo rojo	Luz semáforo verde	Luz máquina paro	Luz máquina marcha

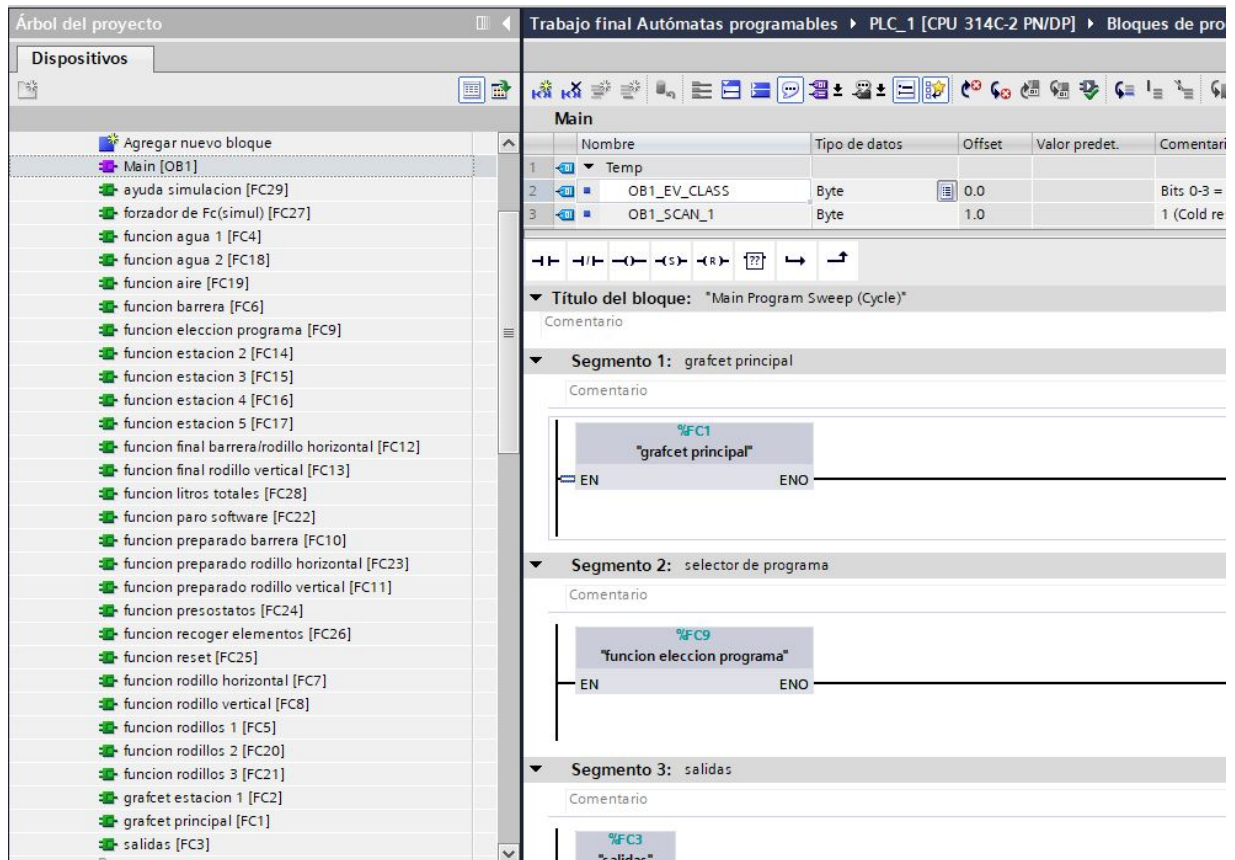
A9							
7	6	5	4	3	2	1	0
↑	↓	→	←	∪	∩	↑	↓
5-aire	5-aire	5-aire	5-aire	4-rodillo	4-rodillo	4-rodillo	4-rodillo

A13							
7	6	5	4	3	2	1	0
			Luz Secado	Luz Encerado	Luz Aclarado	Luz Enjabonado	Luz Lavado

2.3 Cuadro salidas programa



Una vez hemos definido nuestras variables, pasemos a distinguir los distintos bloques de programa visualizando una imagen del árbol del programa TIAportal:



## 2.4 Árbol de los bloques de programa

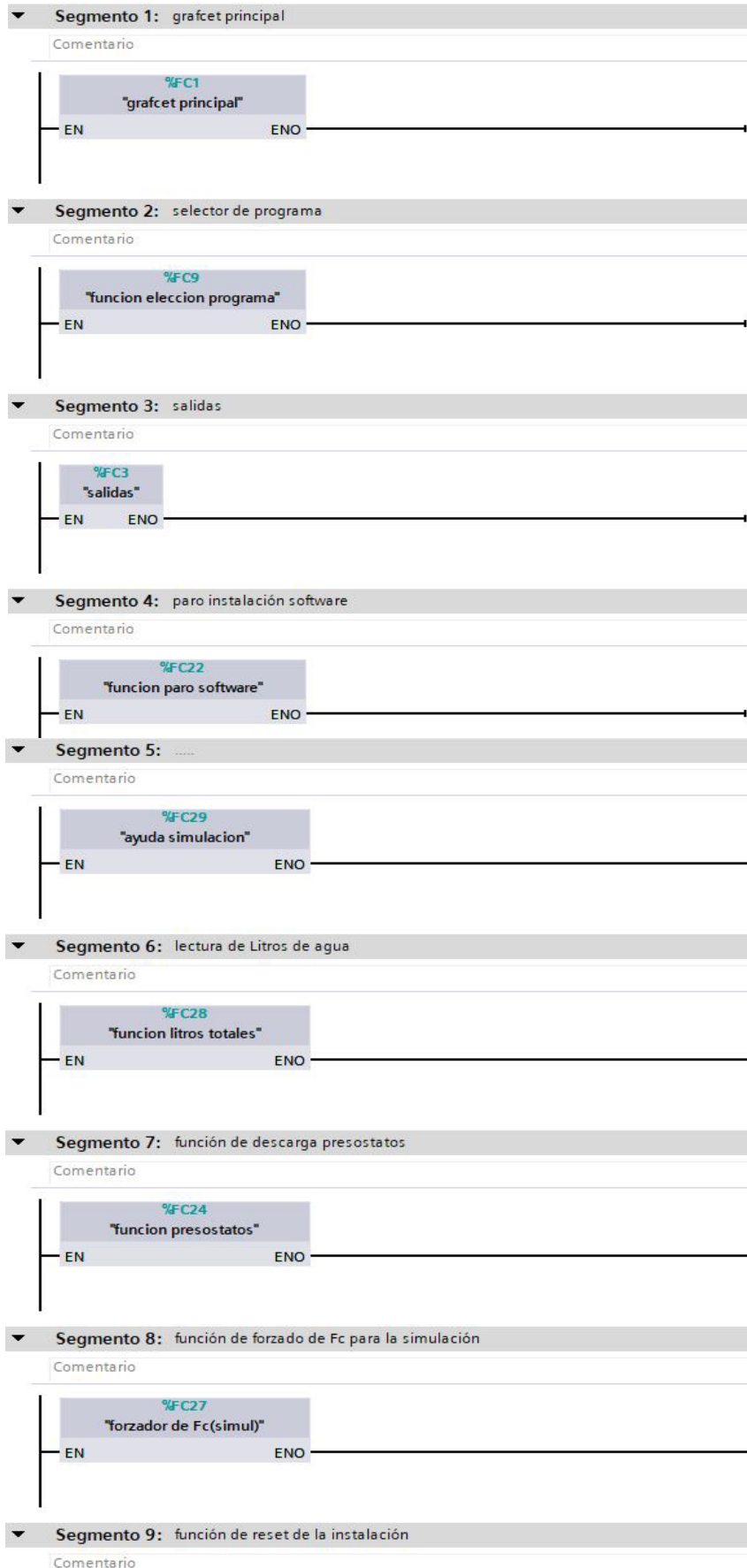
El programa que gobierna nuestra estación de lavado consta del bloque principal y 29 funciones extra.

A continuación, explicaremos cada uno de los bloques de programa que intervienen en nuestra programación:

### **BLOQUE OB1 – BLOQUE PRINCIPAL**

Se trata del bloque principal de lectura del autómatas. Tras iniciar los Ob's internos, el primer bloque de ejecución será el Ob1. En este bloque lanzaremos las distintas funciones que hemos programado. De manera que se irán completando todas ellas para ejecutar correctamente el programa.

A continuación, se muestran los segmentos en programación KOP del Ob1:



**2.5 Segmentos bloque Ob1**

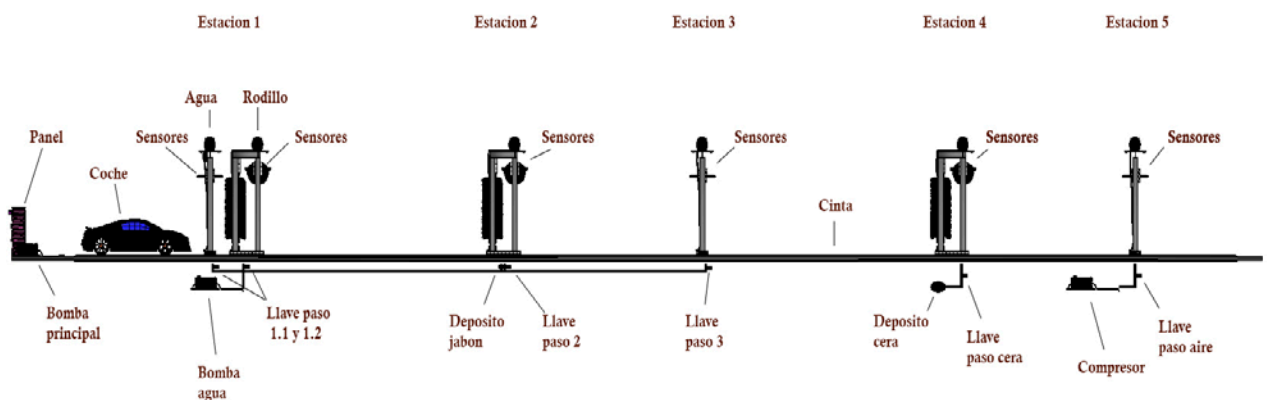
En este bloque se hace la llamada a las funciones que conforman el comportamiento principal. En primer lugar, se hace la llamada al graficet principal, la función de selección de programa y las salidas. En una segunda instancia, se hace llamada a las funciones auxiliares del autolavado. Entre las funciones auxiliares se encuentran dos bloques que están definidos solamente para la simulación de muestra en el TIAportal.

### **·BLOQUE FCI – GRAFCET PRINCIPAL**

El graficet principal es el encargado del comportamiento general del autolavado. Podríamos decir que en él se encuentra el grueso de la programación que controla el autolavado y que, este bloque de función, se ayuda de otros bloques auxiliares para gobernar todos los movimientos de la instalación. El graficet principal respondería así a la propuesta de este trabajo final. Mientras que los bloques auxiliares serían el extra que nosotros hemos añadido.

Pero para entender mejor las partes que intervienen en este bloque, y futuros bloques auxiliares, es necesario que entendamos el funcionamiento mecánico de nuestra instalación.

A continuación, se muestra un pequeño croquis del autolavado, en el cual definiremos los elementos principales.



### **2.6 Croquis estación de lavado**

Como ya se ha mencionado anteriormente, el autolavado está constituido por 5 estaciones. En cada una de ellas se lleva a cabo la acción pertinente. Dentro de los actuadores de cada estación, podemos distinguir dos tipos: Barrera y rodillos.

El actuador de barrera recibe este nombre al tratarse de una barrera horizontal con una zona hueca desde la parte inferior. De ella podrá salir agua o aire. Las estaciones 1 y 3 contienen una barrera de agua, mientras que la estación 5 tiene una barrera de aire para realizar la función de secado del vehículo.



**2.7 Ejemplo de elemento barrera.**

El actuador de rodillo está constituido por un rodillo horizontal y dos rodillos verticales. El rodillo horizontal se encarga de la limpieza del capó y el techo del vehículo. Mientras que los rodillos verticales, por su parte, se encargan de la limpieza de los elementos laterales del coche.

Cada rodillo tiene un rotor para accionar el giro de limpieza de los elementos por fricción.

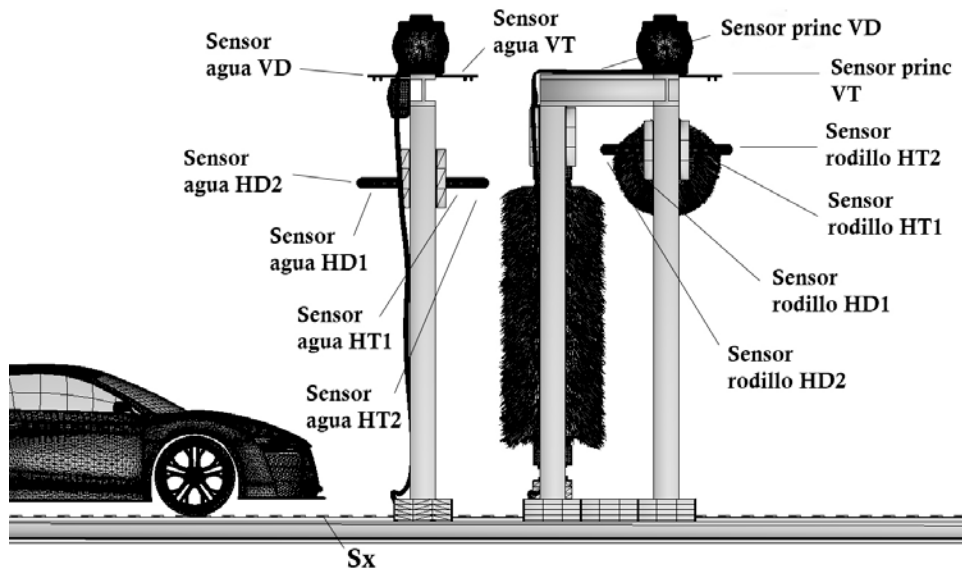
Encontramos elementos de rodillo en las estaciones 1, 2 y 4. La estación 1, dota al rodillo de paso de agua, para ayudar a la limpieza del vehículo, mientras que en la estación 2, se abre a su vez, la llave de paso del depósito de jabón. En la estación 4, no tendremos presencia de agua, sino que un sistema individual suministrará la cera necesaria para el ciclo de encerado del vehículo.



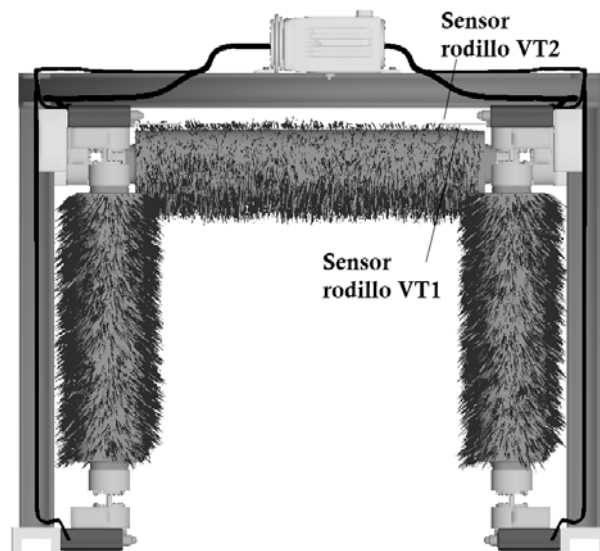
**2.8 Ejemplo de elemento rodillo**

El movimiento de los elementos, tanto barrera como rodillos, está controlado por un bloque de función independiente.

A nivel mecánico, el control de movimiento de estos elementos viene dado por las lecturas recogidas de una serie de sensores ópticos, los cuales darán tensión si ven su camino interrumpido por algún objeto.



2.9 Croquis de sensores agua y rodillo (visión lateral)



2.10 Croquis sensores rodillo (vista frontal)

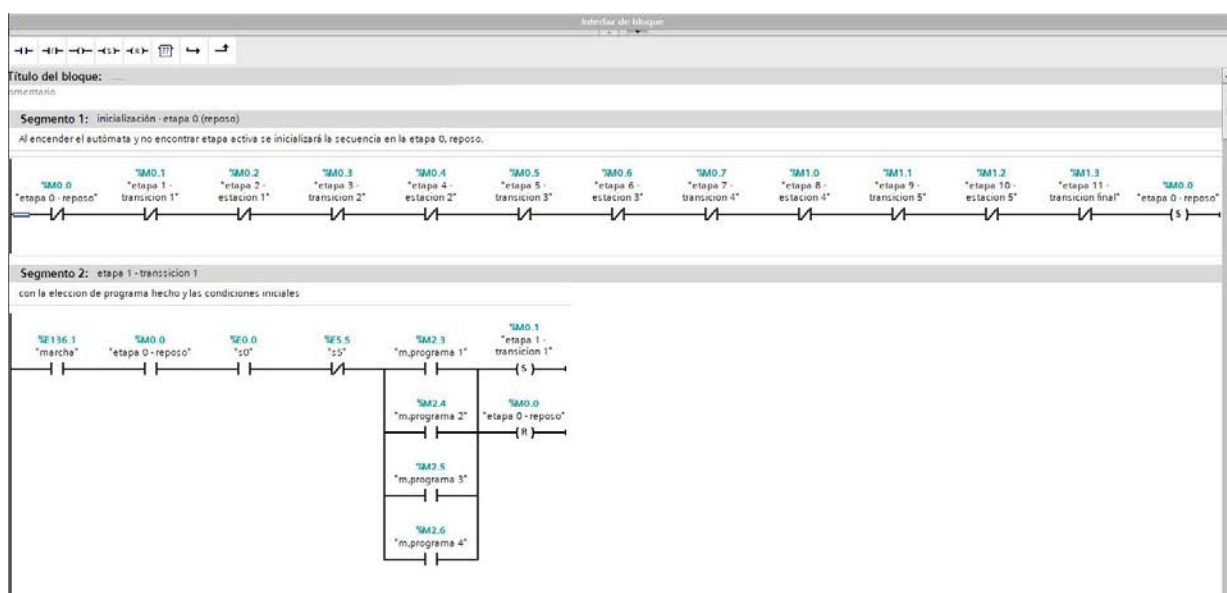
Una vez que el coche es detectado por el correspondiente sensor “Sx” (donde la letra “x” hace referencia al numero asignado de “0” a “6”, siendo “0” la posición de inicio, “1” a “5” las distintas estaciones y “6” el final del autolavado), la cinta se detiene y se ejecuta el ciclo correspondiente. Este ciclo concreto será explicado en mayor detalle en el bloque de función correspondiente.

Tras la finalización del ciclo, se volverá a poner en marcha la cinta hasta la detección del siguiente “Sx”, asignado por el tipo de programa elegido. De esta manera, se irán sucediendo las estaciones hasta completar el programa.

Pero, pasemos ahora a la explicación general del programa sobre la propia programación del bloque “grafcet principal”:

• **Segmentos 1 y 2:**

Comenzaremos visualizando el segmento 1.



**2.11 Grafcet principal – segmento 1 y 2**

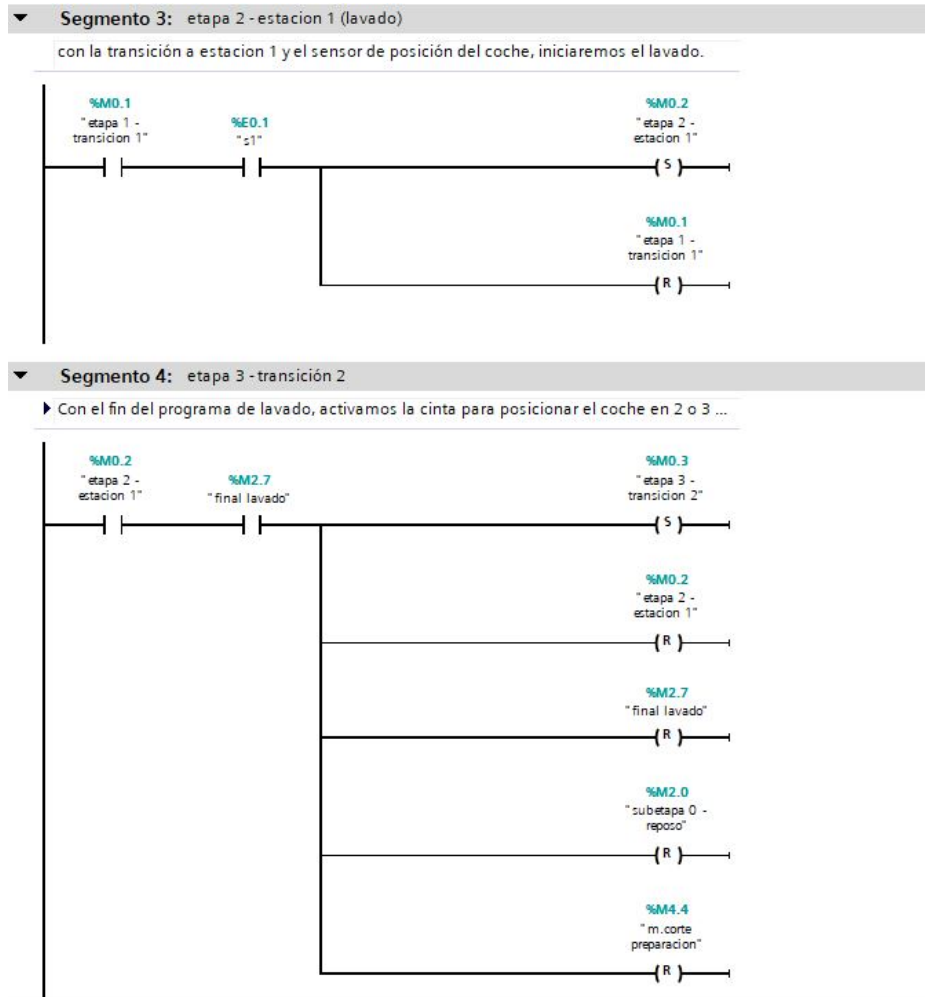
En el primer segmento se hace una llamada al estado de reposo al iniciar el autómata. Al no encontrarse ninguna de las etapas activas y el paro de emergencia en posición de tensión, éste realizará un “set” sobre el bloque de memoria “M0.0” asignado a la *etapa0 – reposo*.

Una vez que tenemos la etapa cero activa, ya podremos realizar el paso a la etapa 1. En el segmento dos, vemos como el cumplimiento de las variables “marcha”, “S0” y no habiendo detección en “S5”, nos da la oportunidad de pasar a la etapa 1. Para que estas condiciones sean verdaderas, debe detectarse el coche en la posición inicial “S0”, debemos estar en la etapa de reposo “M0.0”, no se debe detectar ningún vehículo en “S5” y debemos de pulsar el botón de “marcha”. Además, debe cumplirse otra condición más. El programa de lavado debe haber sido establecido.

Esta elección se explicará en su propio bloque, pero el resultado de dicho bloque es la activación de una de las memorias asignada a cada programa.

Están colocadas en paralelo, por lo que una de ellas es suficiente para permitir el paso de corriente a la condición “set” de la etapa siguiente y el “reset” de la etapa de reposo.

· Segmentos 3 y 4:

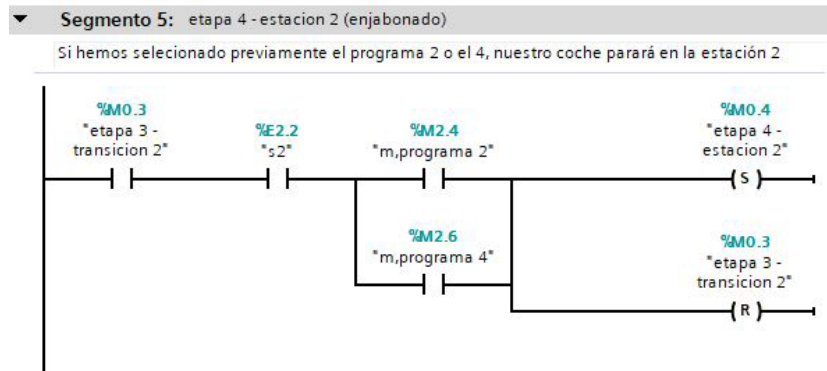


**2.12 Grafcet principal – segmento 2 y 3**

Con la detección del coche en “S1” y estando activa “etapa 1 – transición 1”, realizaremos el “set” de la etapa de lavado y se realizará el “reset” de la etapa de transición, dando la orden de desconexión de la cinta transportadora.

Cuando el ciclo de lavado ha finalizado (se explicará en su bloque correspondiente el funcionamiento de dicho ciclo), se lanza la señal de “final lavado”, que lanzará la orden “set” de la siguiente etapa de transición y “reset” de los distintos elementos activos involucrados en el ciclo de lavado.

**Segmentos 5, 7, 9 y 11:**

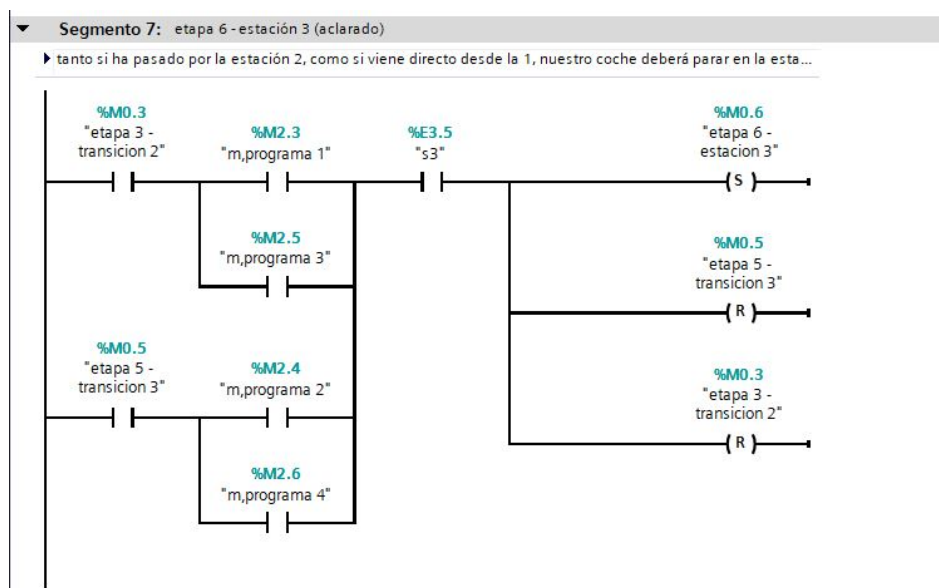


**2.13 Grafcet principal – segmento 5**

En el segmento 5 se da la primera bifurcación en el programa. Se trata de un salto de secuencia dado por el tipo de programa elegido.

Como se puede comprobar, solo si hemos seleccionado el programa 2 o el programa 4, realizaremos el “set” de la etapa 4 – estación 2 (enjabonado).

Por otro lado, si nuestro programa es el programa número 1 o el programa número 3, el “set” se hará sobre la etapa 6 directamente, dando paso a la estación 3 (aclarado).



**2.14 Grafcet principal – segmento 7**

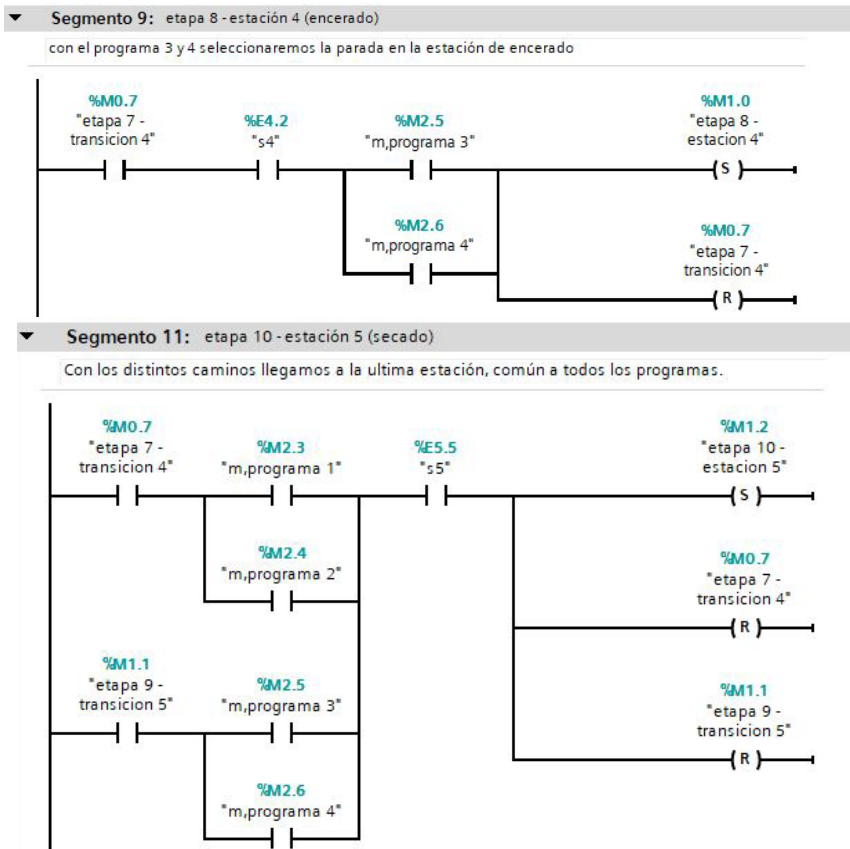
En este caso, pasaremos desde la transición 2 a la etapa 6 – estación 3 directamente, al ser detectado el coche en “S3”. Hay que señalar que, si hemos seleccionado el programa 1 o 3, aunque detectemos el coche en el “S2”, no cumpliremos la condición de activación, y el “reset” de la etapa de transición no se llevará a cabo, por lo que la cinta continuará avanzando sin pararse en la estación 2.

Por otro lado, en la imagen, podemos apreciar como desde el camino de la bifurcación donde se ha seleccionado el programa 2 y 4, llegamos también a la estación común



número 3. En este caso el camino pasa por haber acabado la estación 2 y estar en activo la transición 3.

Este mismo caso se repite a la hora de hacer el segundo salto de secuencia del programa, donde el número 3 y 4 harán el paso por la estación 4 (encerado), mientras que el programa 1 y 2 saltarán directamente a la estación 5 (secado).

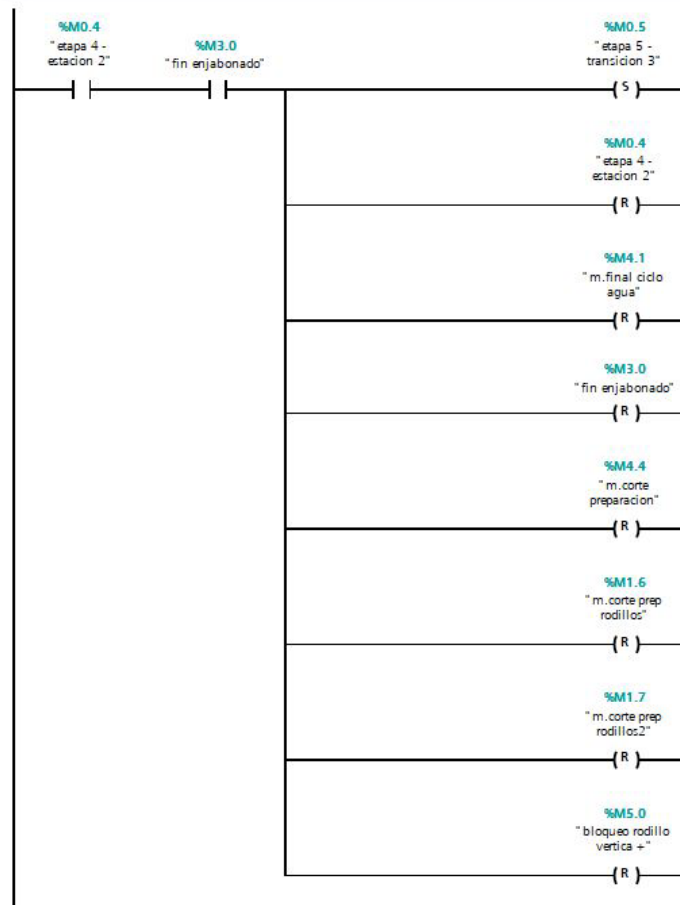


### 2.15 Grafcet principal – segmentos 9 y 11

En cuanto al resto de los segmentos del bloque, responden todos a la misma estructura de condicionantes y “set” de la siguiente etapa, con el “reset” correspondiente de los elementos partícipes de la etapa anterior.

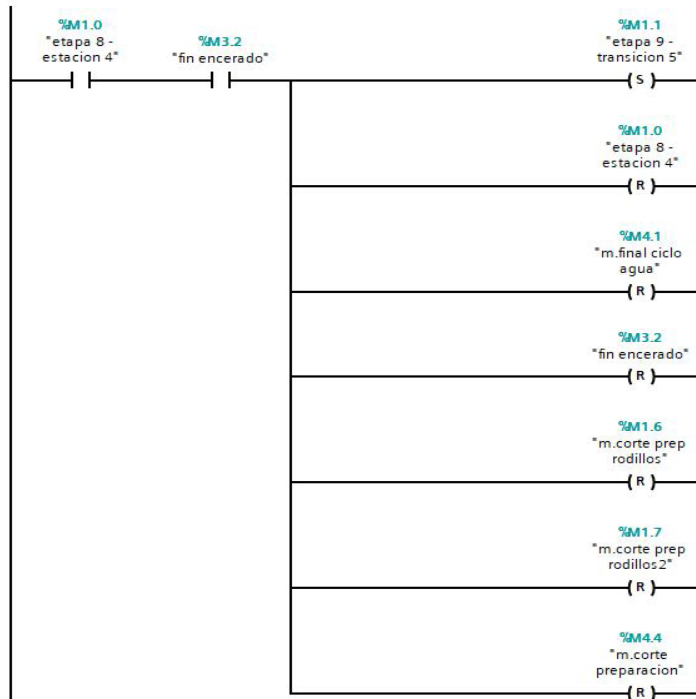
▼ **Segmento 6:** etapa 5 - transición 3

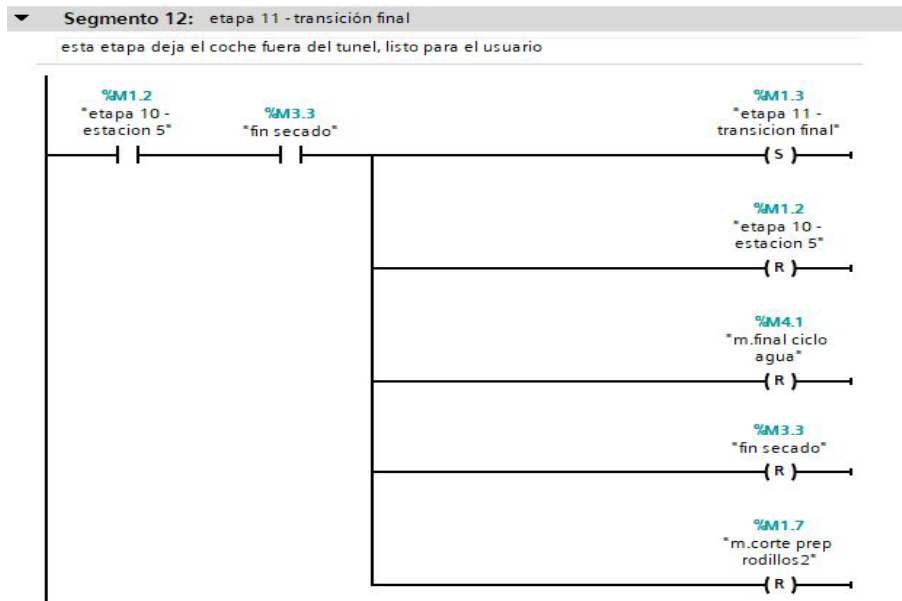
► con el fin de programa enjabonado, activamos de nuevo la cinta para saltar a la estación...



▼ **Segmento 10:** etapa 9 - transición 5

► tras pasar por la estación 4 realizamos la transición 5 hacia la estación final



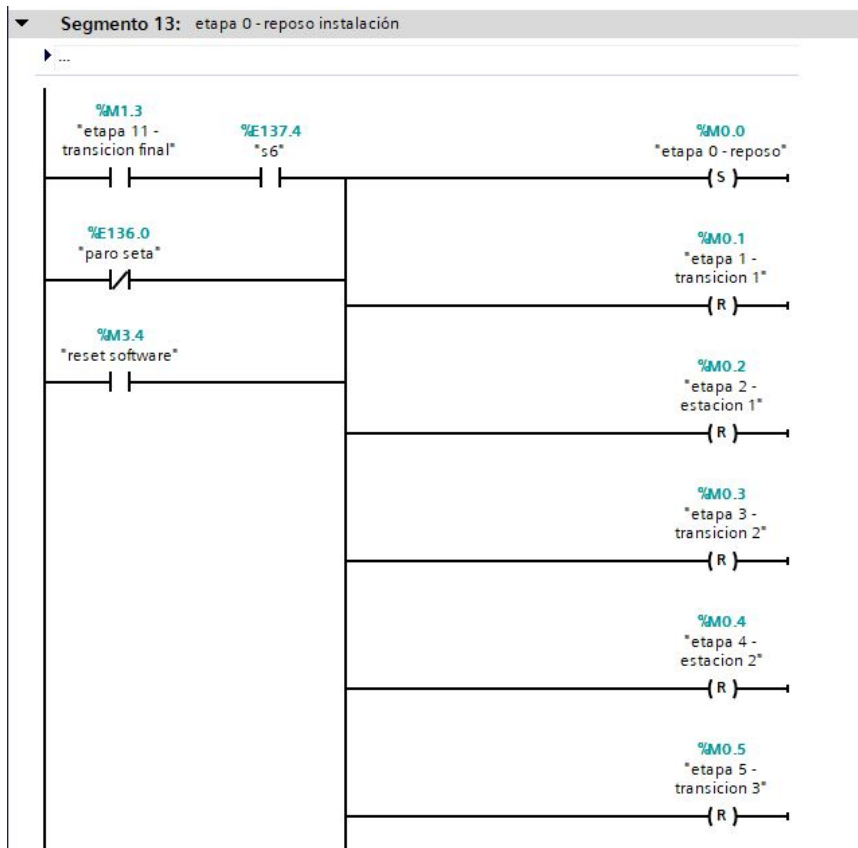


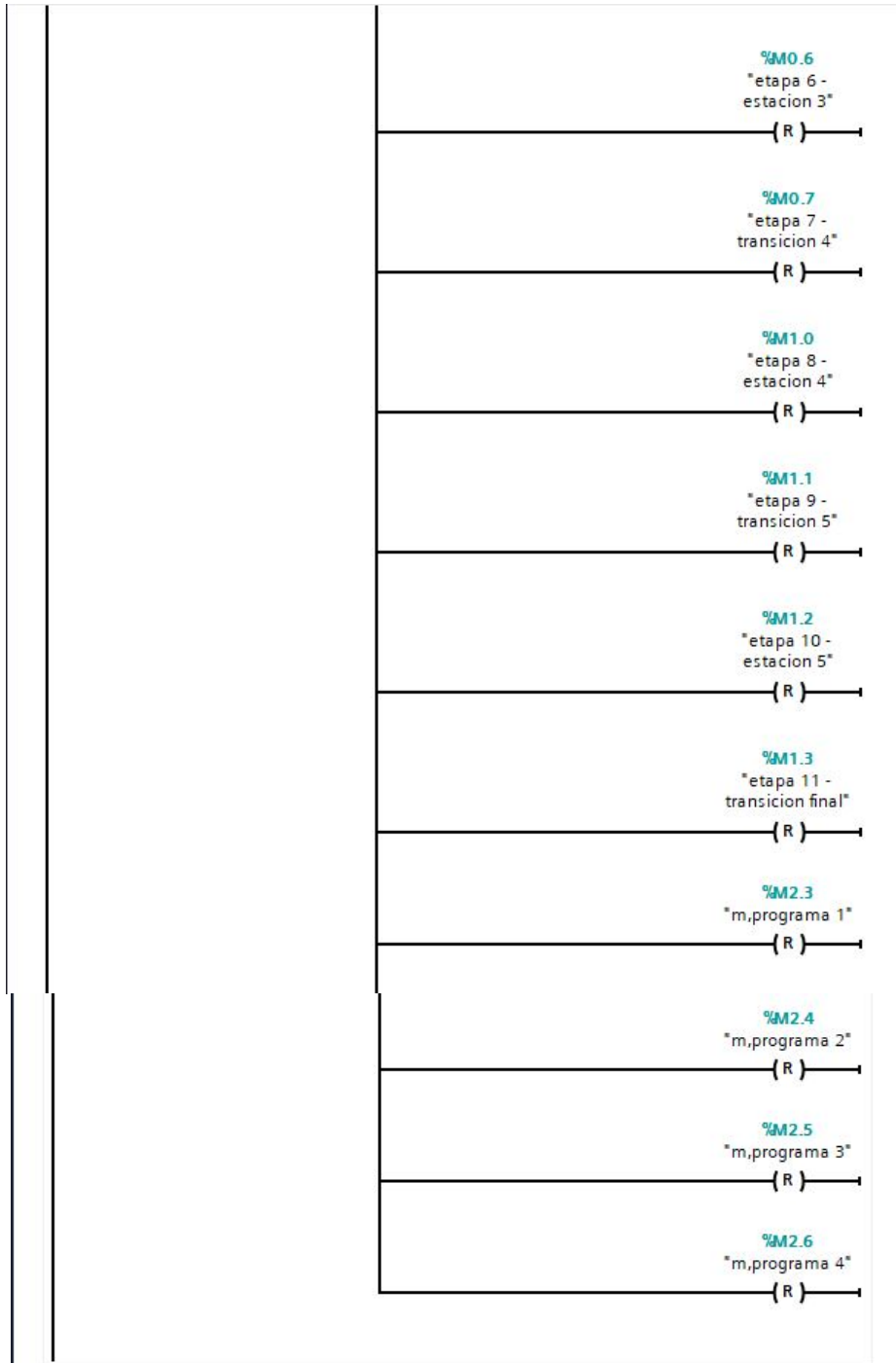
2.16 Grafcet principal – segmentos 6, 10 y 12

· **Segmento 13:**

El segmento 13 es el segmento final.

En él se finaliza la secuencia del grafcet principal y el autolavado quedará listo para una nueva secuencia de lavado.





2.17 Grafcet principal – Segmento 13

Tras darse la condición de encontrarnos en la transición final, después de haber superado la etapa de secado, y detectándose el coche en “S6”, detector fuera del espacio de trabajo de las distintas estaciones, el programa realizará el “set” de la etapa de reposo y el “reset” de todas las condiciones activas en la etapa anterior.

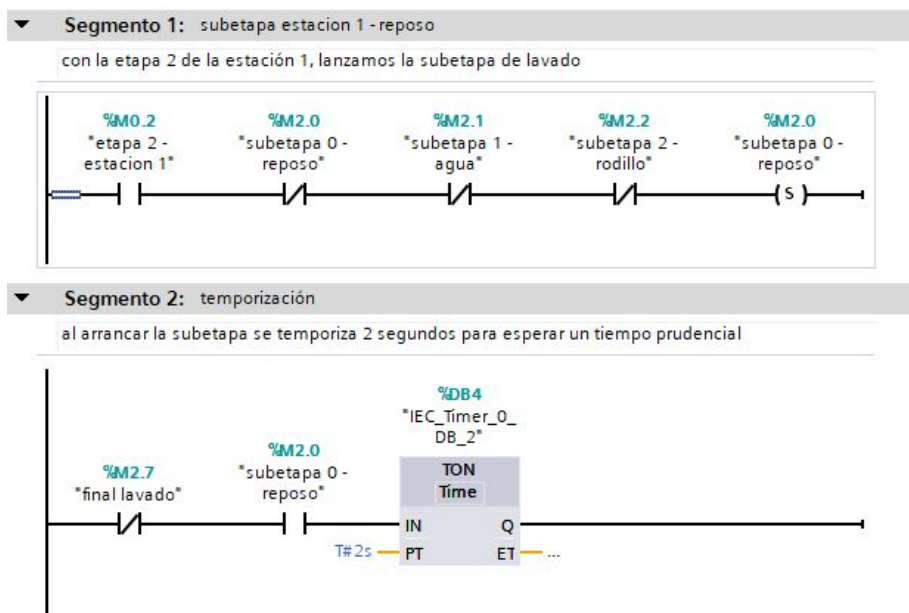
Pero además de ser la etapa final, el segmento 13 lleva alojado el comportamiento del autolavado ante la pulsación de la seta de emergencia o del botón de “paro software” asignado al área del técnico de la instalación.

Estos dos elementos en paralelo, sin necesidad de ninguna otra condición activa, ejercen el “set” de la etapa de reposo y el “reset” de todos los elementos activos anteriormente.

Estos tres caminos son totalmente válidos para dejar la instalación en la situación de reposo. Aunque bien es cierto, que solo la condición natural del final del proceso de lavado, deja al autolavado en condiciones de volver a ejecutar un nuevo ciclo de lavado. Las otras dos vías dejarían el autolavado en la situación de reposo, pero los elementos se encontrarían en la posición en las que el paro los hubiera encontrado. Siendo necesario un rearme de los elementos, los cuales se dan en el programa correspondiente que se explicará más adelante.

### **· BLOQUE FC1 – GRAFCET ESTACIÓN 1**

Durante la estación 1, se hace una llamada al bloque de función “*Grafcet estación 1*”. Este bloque tiene la programación correspondiente para el gobierno de la instalación durante el ciclo de lavado.

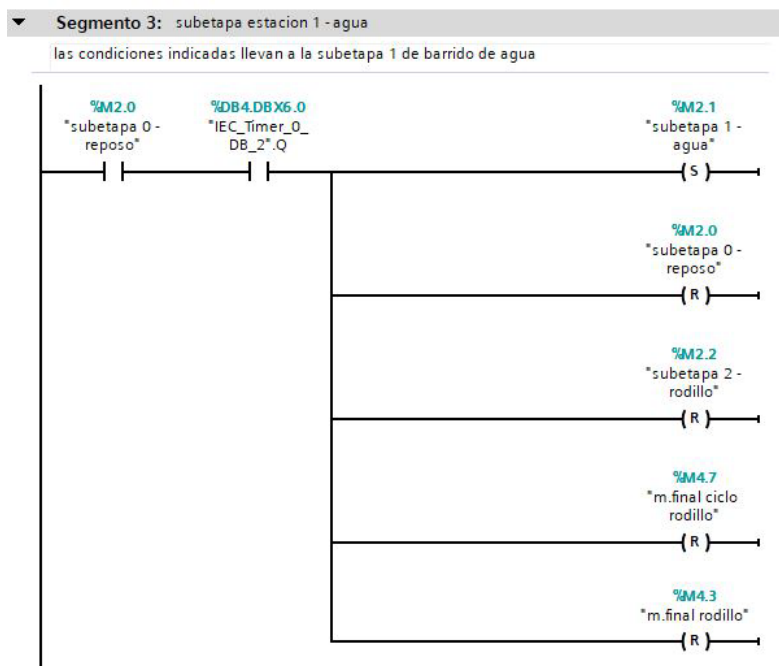


2.18 Grafcet estación 1 - segmentos 1 y 2

El primer segmento hace referencia a la llamada de inicio del subprograma.

En él, se inicia el estado de reposo, debido a que la estación no se encuentra en ninguna de las fases condicionantes y, además, se espera a que el condicionante “M0.2” esté activo, siendo este condicionante la entrada en funcionamiento de la estación 1.

En el segundo segmento se inicia un temporizador de 2 segundos, el cual solo es activado si nos encontramos en la etapa de reposo y no se ha marcado el final del lavado.



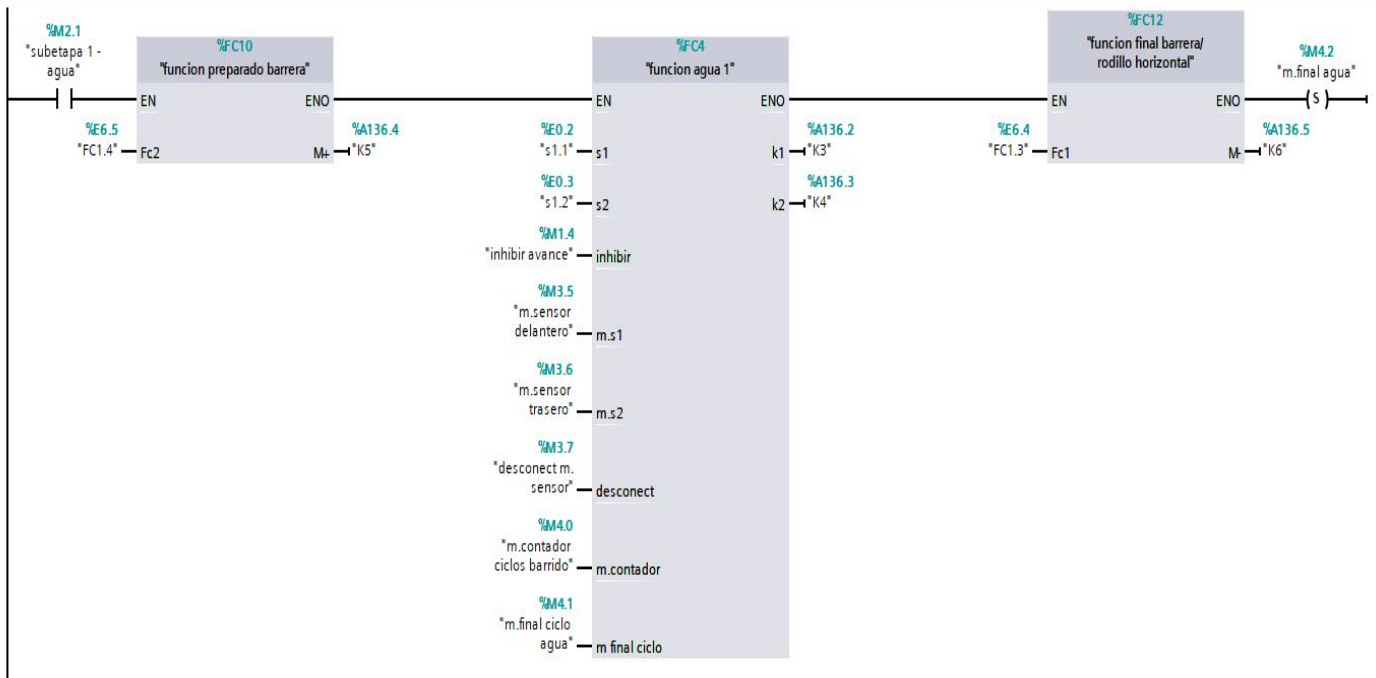
2.19 Grafcet estación 1 - segmento 3

Con la estación de reposo y el temporizador de 2 segundos activo, realizamos el “set” de la siguiente etapa: *Subetapa 1 – agua*.

Realizamos también los “resets” de la etapa de reposo y los elementos que intervienen en la subfunción de rodillos (a modo ciclico, si venimos de un segundo ciclo de lavado).

▼ **Segmento 4:** memoria auxiliar final agua

con el establecimiento de la subetapa, primero preparamos la barrera de agua a su posición más baja, luego hacemos el ciclo de agua y después recogemos la barrera de agua



1.20 Grafcet estación 1 - segmento 4

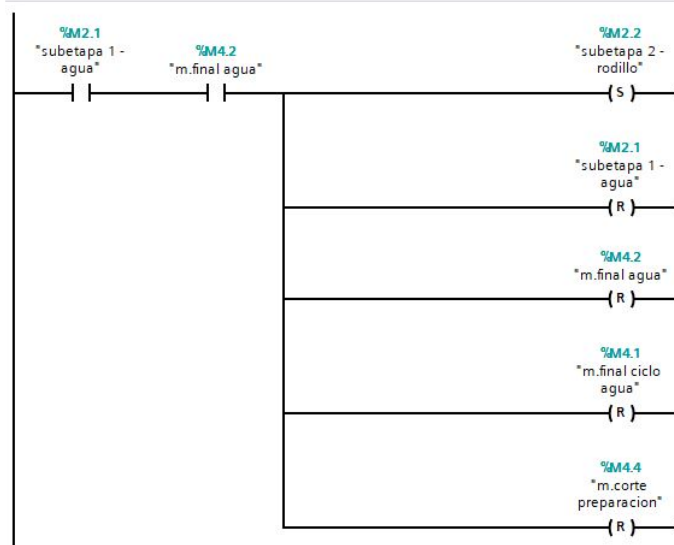
Con la activación de la subetapa 1, se inician tres bloques de función, los cuales serán explicados más adelante.

Estos tres bloques son los encargados del manejo de los elementos barrera de la primera estación.

Los bloques están parametrizados, por lo que su configuración es igual para todas las estaciones donde son necesarios. Lo único que hay que hacer es asignarle las variables locales para cada parámetro.

▼ **Segmento 5:** subetapa estación 1 - rodillo

tras finalizar el ciclo de agua se pasa a la subetapa 2 que inicia el ciclo de rodillos

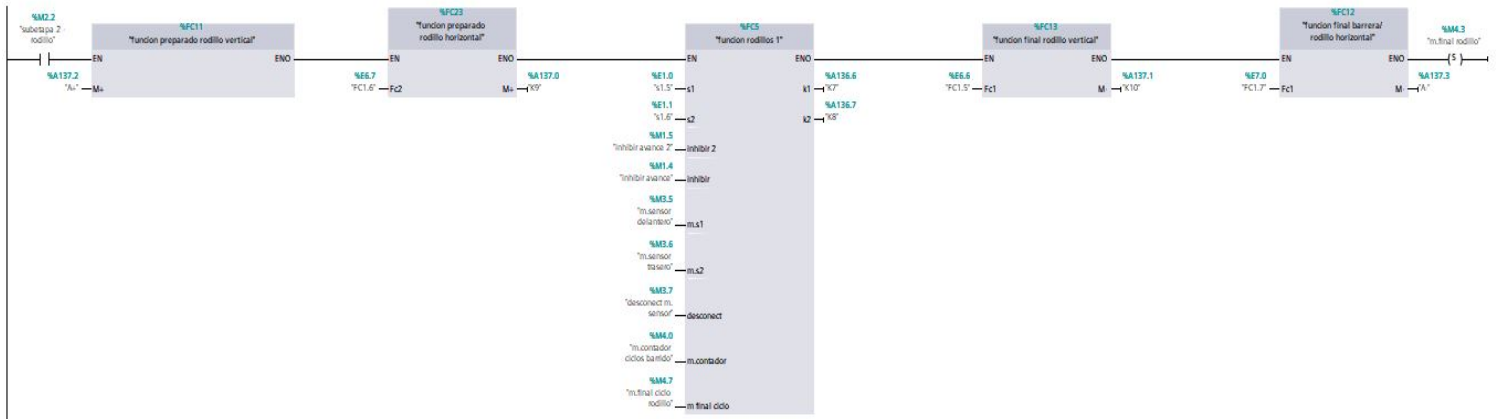


2.21 Grafcet estación 1 - segmento 5

Con la activación de “*m.final agua*”, se realiza el “set” de la siguiente subetapa y se hace el “reset” de los elementos que habían intervenido en la subetapa “agua”.

**Segmento 6:** memoria auxiliar final rodillo

con el establecimiento de la subetapa, primero preparamos los rodillos a su posición más baja, luego hacemos el ciclo de rodillos y despues recogemos los rodillos



**2.22 Grafcet estación 1 - segmento 6**

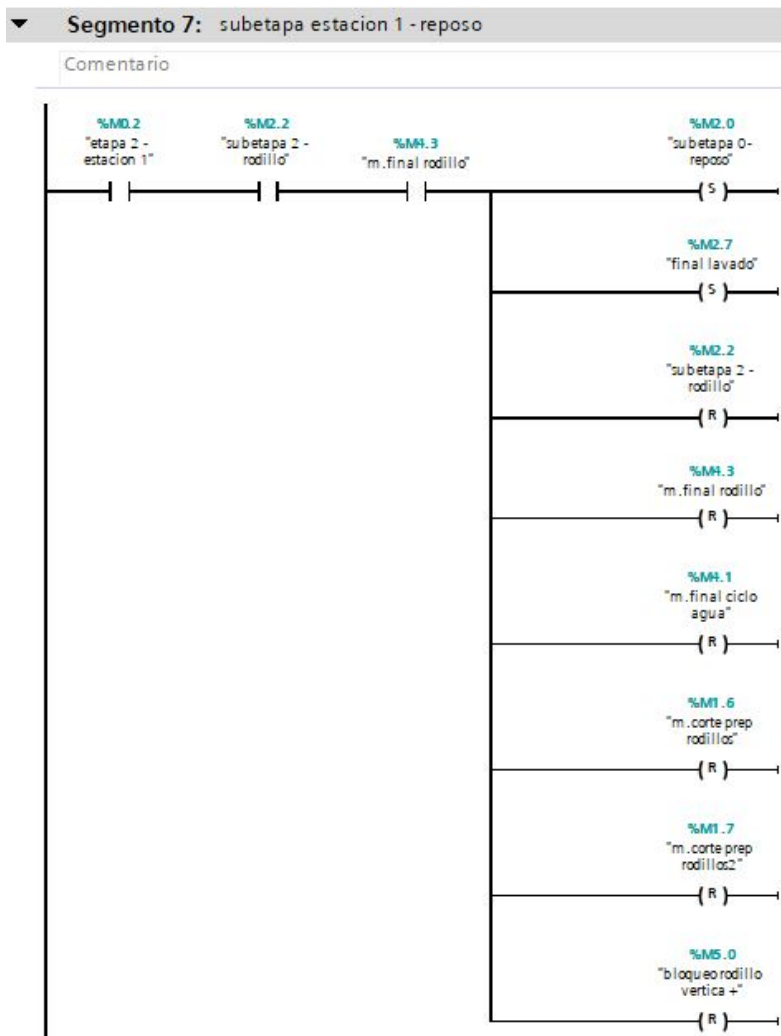
La subetapa 2 (*rodillos*) es como la subetapa *agua*, pero contiene mas bloques de función en su llamada. La razón es que debe gobernar más elementos que en el ciclo *agua*, ya que dispone de un rodillo horizontal y dos verticales. Es por esto que tendremos un bloque de función para el manejo horizontal y un bloque de función para los rodillos verticales. Se ha simplificado la programación atendiendo a un solo rodillo vertical, en lugar de los dos elementos.

Como en el caso anterior, las funciones están parametrizadas y se han definido las variables locales.

Una vez que se cumplen todos los bloques y se habilita las salidas de los bloques, se accionará “*m.final rodillos*”.

La activación de este bit de memoria auxiliar dará paso al ultimo de los segmentos del bloque.





2.23 Grafcet estación 1 - segmento 7

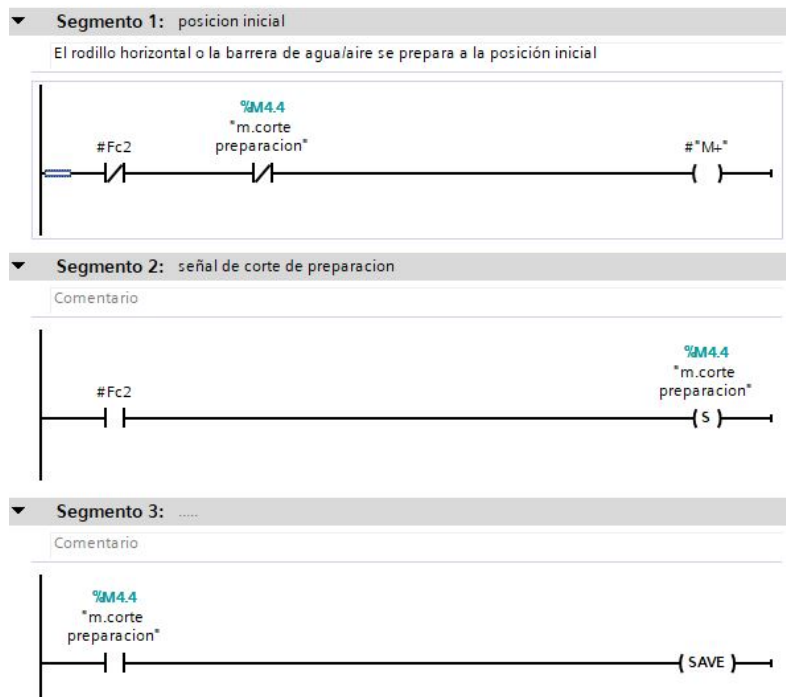
Este segmento realiza el “reset” de todos los elementos involucrados hasta ahora y genera el “set” de la subetapa reposo, así como el bit de memoria auxiliar “*final lavado*”, el cual es necesario como condición de transición en el grafcet principal. La condición de “*final lavado*” también rompe el segmento 2, no dejando que el temporizador se inicie y de lugar a la repetición de ciclos de lavado.

Esta programación está pensada para la posibilidad de que con un ajuste sencillo (añadir un contador de ciclos y la activación del bit “*final lavado*” tras alcanzar el numero deseado, sea posible realizar más de un ciclo de lavado completo en la estación 1.

Tras finalizar el *grafcet estación 1* pasaremos a la transición de estación correspondiente explicada anteriormente.

**BLOQUE FC10 – PREPARACIÓN BARRERA**

Este bloque de función es llamado al comienzo del ciclo de agua, sea en la estación que sea. Se trata de una función parametrizada, por lo que solo es necesario asignar las variables locales en cada uno de los bloques en los que la función es llamado.



2.24 Bloque preparación barrera

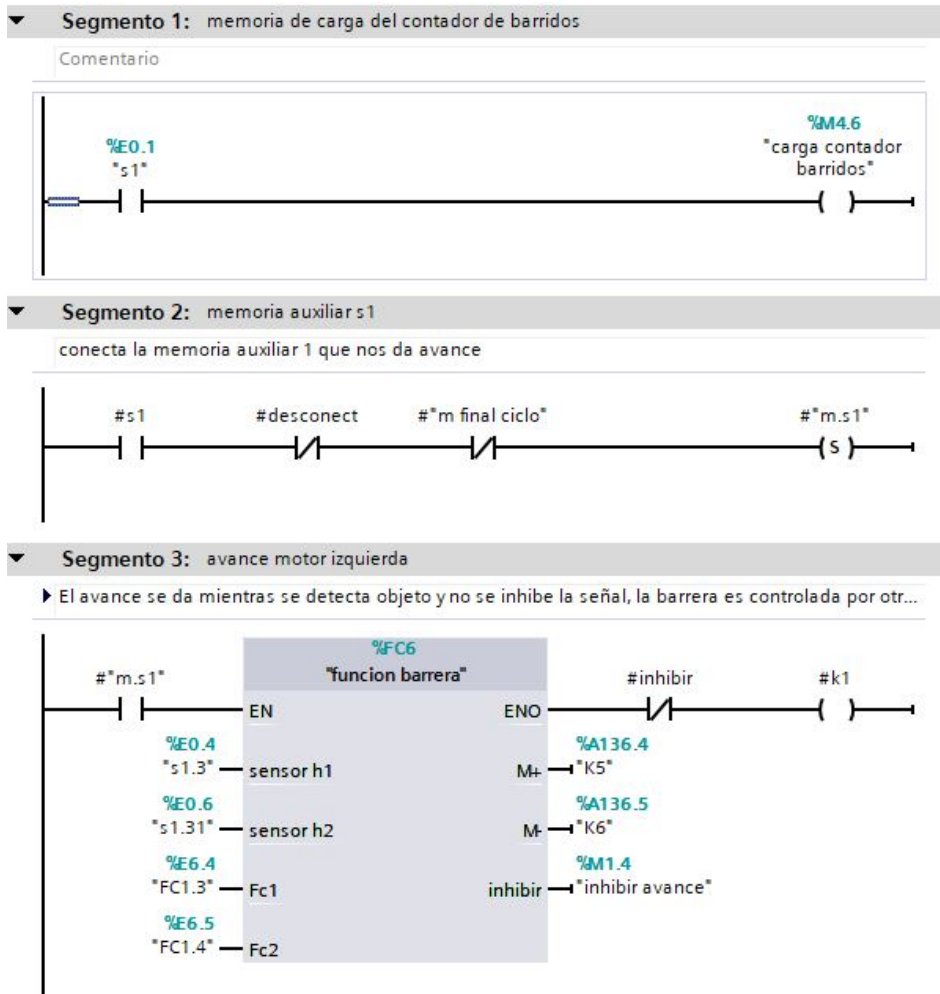
El primer segmento estará siempre libre, por lo que comenzará a bajar el elemento de la barrera hasta que éste encuentre el final de carrera correspondiente.

Una vez que la barrera llegue hasta el final de carrera, se realizará un “set” sobre el bit de la memoria auxiliar “m.corte preparacion”. El RLO será guardado para general así la señal *EnableOut* del bloque, y que no de señal al siguiente bloque de función hasta que no se haya completado la preparación de la barrera.

A su vez, se ha añadido a la condición de corte de la salida motor abajo el bit “m.corte barrera” para que cuando la barrera se libere del final de carrera en el resto del ciclo, no se accione el avance del motor.

**BLOQUE FC4 – FUNCIÓN AGUA**

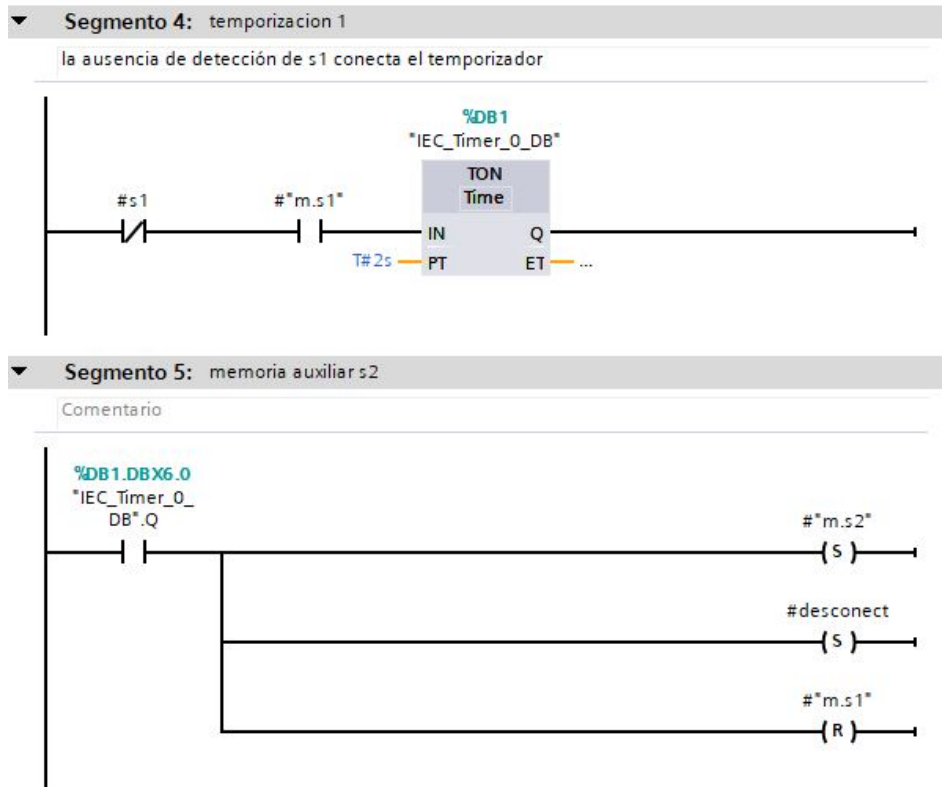
Tras preparar la barrera para el comienzo de ciclo, se habilita el bloque de función *agua*. Dicho bloque será repetido en las distintas estaciones que así lo necesiten.



### 2.25 Bloque función agua - segmentos 1, 2 y 3

El bloque agua comienza cargando el contador de barridos de la barrera al ser detectado el coche en “S1”, donde “S1” esta vez estará definido como variable local en el *sensor vertical delantero*. Después de esto, en el segmento 2 y, si no se dan las condiciones señaladas en la imagen, se activa un bit de memoria auxiliar que sirve de apoyo al funcionamiento del programa.

Dicho bit, en el segmento 3, hace la llamada a un nuevo bloque “*función barrera*”, el cual contiene el funcionamiento interno de los motores de la barrera. Si todo es correcto, “K1” es estimulado y la barrera de agua avanza desde su posición inicial hacia la parte trasera del coche. Si dentro de la función que controla los motores de la barrera se da la condición oportuna, se lanzará la variable “*inhibir*”, la cual impide que la barrera avance hacia adelante. Luego explicaremos el porqué de esta acción.



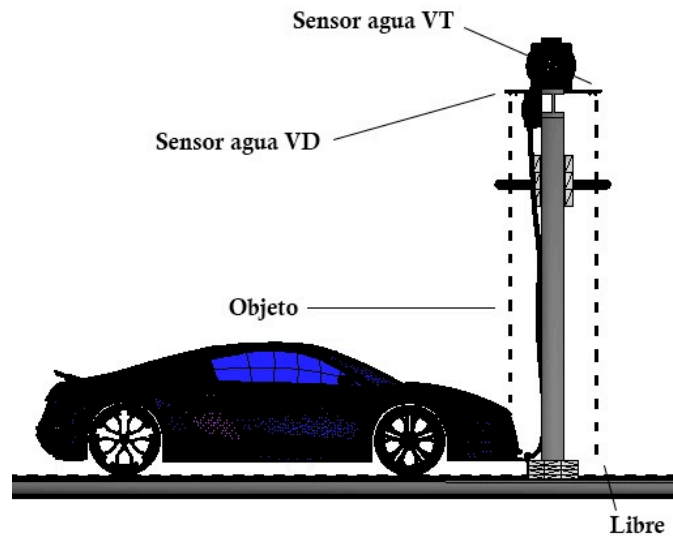
### 2.26 Bloque función agua - segmentos 4 y 5

Como durante el comienzo del ciclo *agua*, el *sensor VD* se encuentra activo al detectar el frontal del coche, el temporizador de 2 segundos no se inicia. Solo cuando este sensor, debido al avance de la barrera de agua a lo largo del coche, deja de detectar vehículo, se iniciará la conexión de dicho temporizador.

Este temporizador desconecta la memoria auxiliar “*m.s1*” que mantenía activos los segmentos en dirección *ida* y pasa a realizar un “set” de la memoria auxiliar que activa los segmentos de avance en dirección *vuelta*.

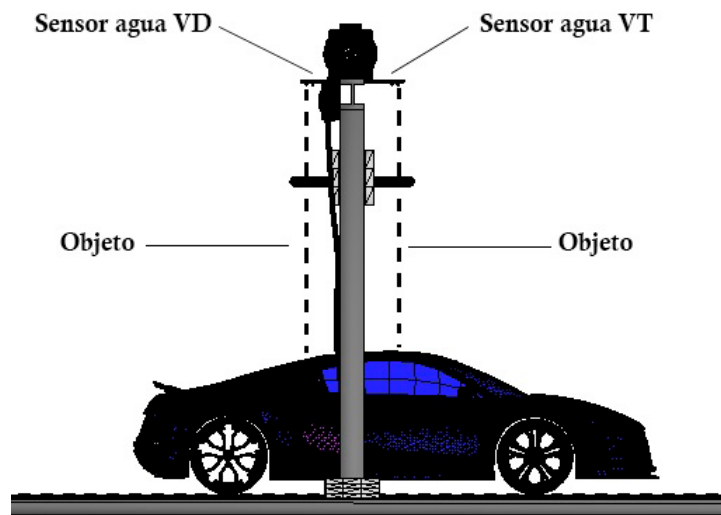
La explicación a la mecánica de los detectores verticales principales de las estaciones se entenderá mejor mediante las siguientes imágenes.

El funcionamiento de todos ellos es el mismo, por lo que haremos la explicación sobre el elemento barrera de agua.



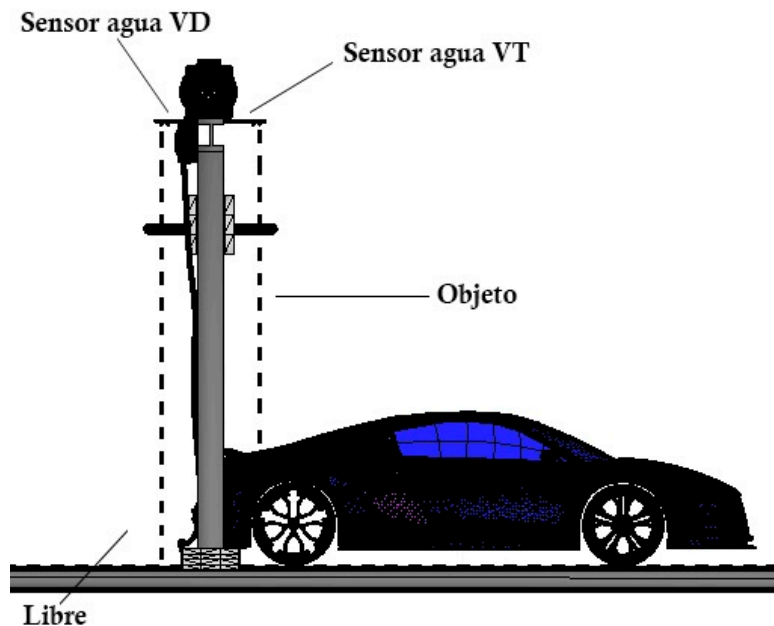
2.27 Sensor vertical delantero

Como se puede ver en la imagen, el sensor VD detecta objeto y emite señal, mientras que el sensor VT sigue su paso libre, sin emitir respuesta al bit correspondiente. Esta condición hace que el motor de avance de la columna avance hacia adelante.



2.28 Sensor vertical delantero y trasero

Al avanzar, los dos sensores emiten señal, por lo que los bits correspondientes son activados. Esto no desencadena ningún tipo de acción en la programación, como ya hemos visto anteriormente en la captura del segmento 4.



### 2.29 Sensor vertical trasero

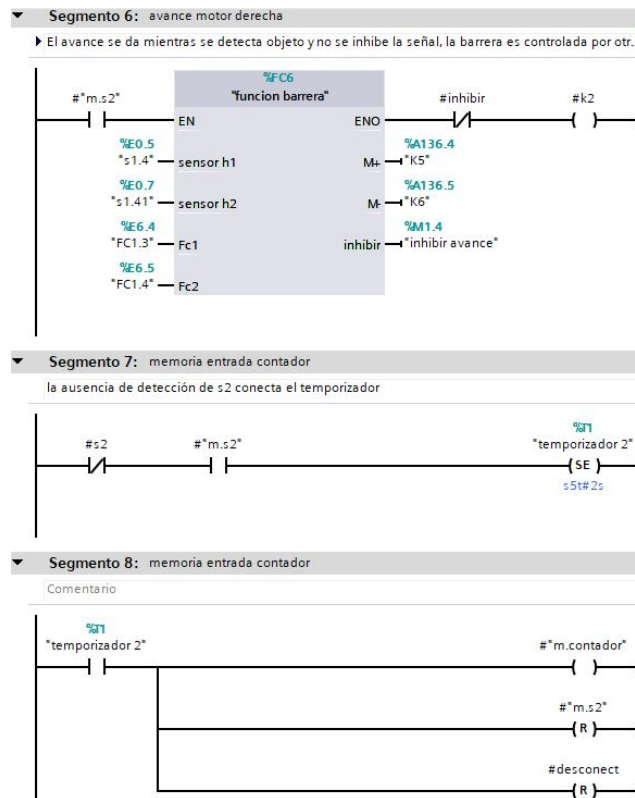
Al seguir avanzando, el sensor vertical delantero deja de detectar objeto y el bit deja de estar activo. Tal y como hemos visto en la captura del segmento 4, esto activa el temporizador de 2 segundos. Dicho temporizador está implementado para que la columna avance unos centímetros más después de perder la detección en el sensor delantero, asegurándonos así de que la barrera llega hasta la parte trasera del vehículo. No es algo tan importante en la barrera de agua, pero sí en los rodillos, y al tratarse de una programación común, este punto ha sido reforzado.

Como hemos visto en la captura del segmento 5, el temporizador apaga la memoria de avance y nos enciende la memoria de retroceso de la columna.

Esta memoria auxiliar no da tensión a la llamada del bloque de función *barrera*, el cual, al estar definido de forma parametrizada, es posible redefinir con unas nuevas variables locales.

Una vez más, al cumplir todo lo necesario, se activa el motor de avance de retroceso, siempre y cuando no haya ninguna acción que active la variable *inhibir*.

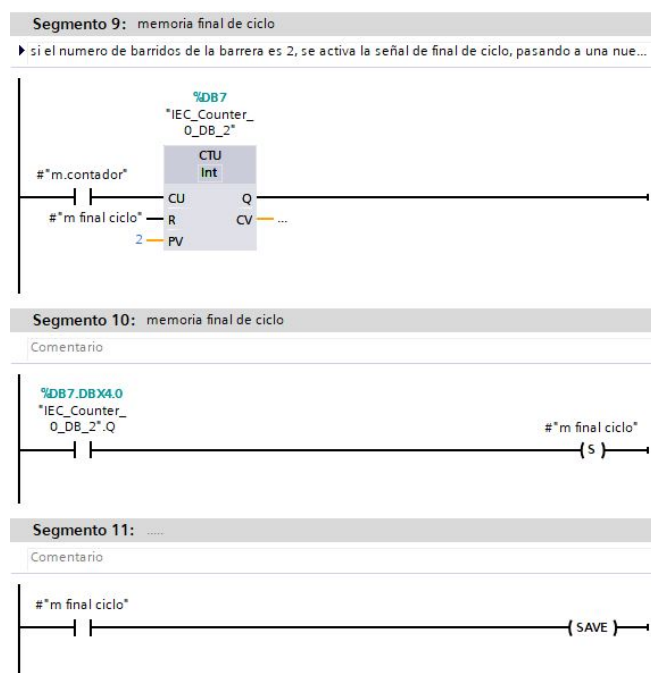
La función *barrera* será explicada en su correspondiente apartado, junto con la función *rodillos*, que responde a la misma naturaleza en cuanto a principio de funcionamiento.



### 2.30 Grafcet función agua - segmentos 6, 7 y 8

Al avanzar de vuelta a la posición inicial, se sucederán las imágenes 2.27, 2.28 y 2.29, pero en orden inverso. Por tanto, el sensor vertical delantero volverá a detectar objeto y al seguir avanzando, el sensor vertical trasero dejará de hacerlo.

Una vez deja de detectar objeto se activa el temporizador de 2 segundos, por el motivo que ya se ha explicado, y dicho temporizador suma un ciclo al contador de ciclos.



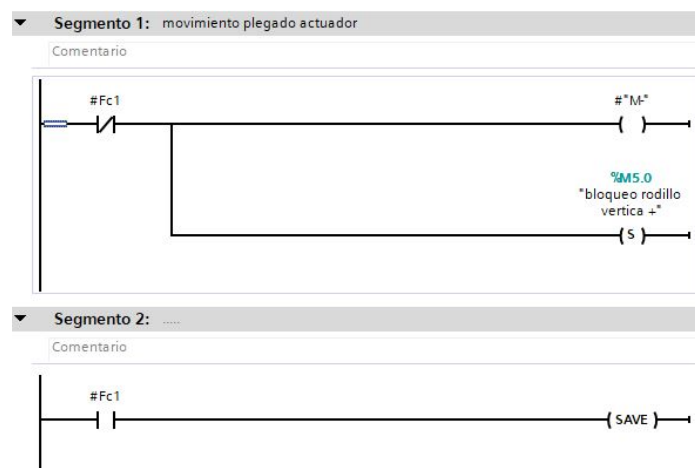
### 2.31 Grafcet función agua - segmentos 9,10 y 11

El valor de comparación de dicho contador de ciclos será 2, de manera que cuando la columna realice 2 ciclos de ida y vuelta, se lanzará la activación del bit “*m.final ciclo*”, lo cual dará paso a la siguiente etapa del graficet donde la función agua había sido llamada y finalizará dicho bloque.

En cuanto a la función *rodillo*, el funcionamiento es el mismo, solamente se añade el control del rodillo vertical, el cual cuenta con sus propios detectores y un actuador lineal para la extensión del rodillo hasta posición máxima de carrera y un final de carrera para la detección del rodillo en posición inicial.

Debido a la extensión y complejidad del programa y la limitación del trabajo a 40 páginas, deberemos entrar en detalle de los bloques más significativos.

Los bloques de final de ciclo, tanto de barrera como de rodillo, tan solo llevan los actuadores a su posición inicial, utilizando el final de carrera como señal de transición de los elementos.



2.32 final barrera/rodillos

### **BLOQUE FC6 – FUNCIÓN BARRERA**

Debido a su funcionamiento parejo, explicaremos la función *barrera*, que servirá de ejemplo para el funcionamiento de los elementos de agua, aire y rodillos.

Para entender bien el funcionamiento de este bloque de función, será necesario entender la parte práctica de los elementos implicados.

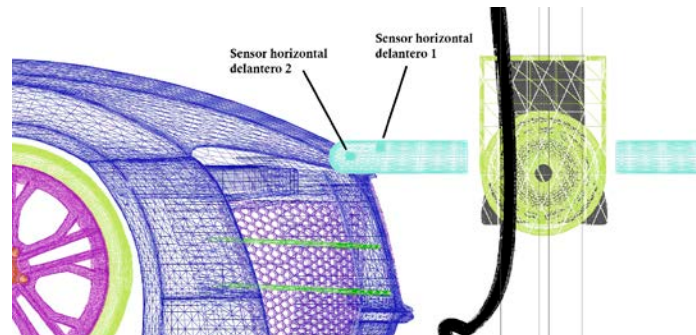
Para ello nos serviremos de una serie de imágenes en las que quedarán ilustrados los 3 comportamientos de los elementos móviles del autolavado.

Tanto los elementos horizontales de barrera y rodillo, como los elementos verticales de rodillo, cuentan con una zona de sensores delanteros y otros traseros.

Cada zona de sensores está equipada con dos sensores ópticos. Uno de ellos en posición más avanzada y baja, y el otro más retrasado y elevado.

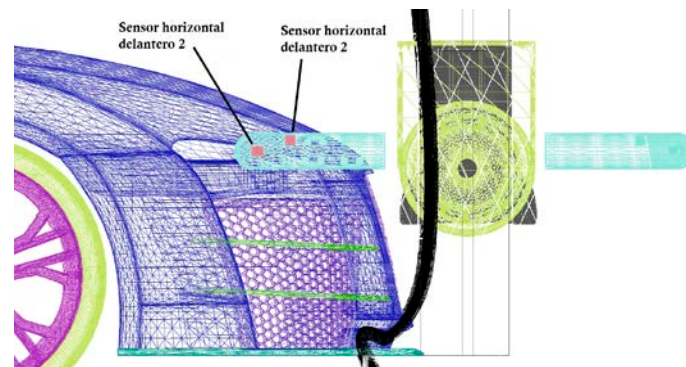
De esta manera, se consigue el seguimiento del perfil del objeto atendiendo a las siguientes condiciones.





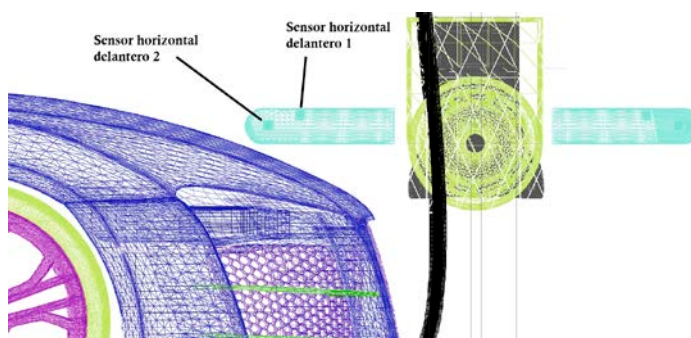
**2.33 Detalle sensores avance**

Cuando el sensor “2” detecta objeto y emite señal, y el sensor “1” no encuentra objeto (no emite señal), la columna de elementos avanzará a lo largo del coche, ya sea en sentido de avance o retroceso, según corresponda.



**2.34 Detalle sensores arriba**

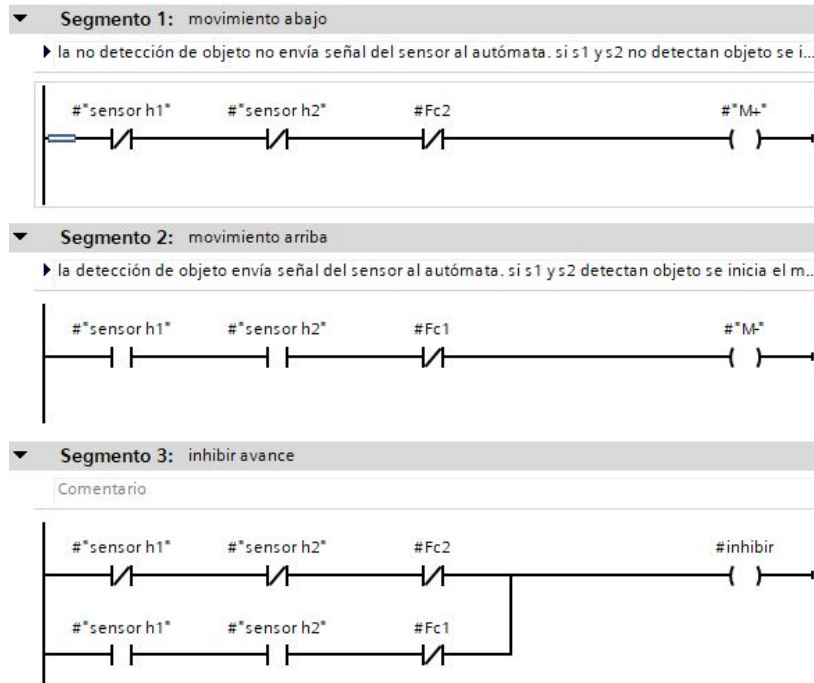
En el momento en que, al avanzar, perdemos el perfil quedando por debajo del contorno del coche y el sensor “1” también detecta el vehículo, se interrumpe el avance y comenzamos a subir el elemento horizontal (recogeremos el cilindro en caso de elemento vertical). Una vez recuperamos la situación de la imagen 2.33, cesaremos en nuestro ascenso para retomar el movimiento de avance de la columna.



**2.35 Detalle sensores abajo**

Por otro lado, cuando con el avance perdemos el perfil del vehículo, y los dos detectores dejan de emitir señal, se detendrá una vez más el avance y pasaremos a descender.

Una vez retomada la captación de la señal del sensor “2”, continuaremos el avance por nuestro perfil.



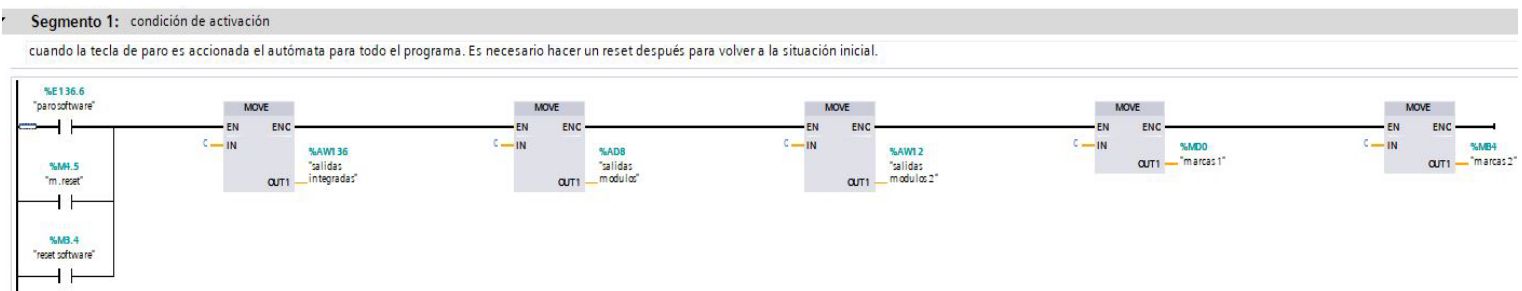
### 2.36 Función barrera

Esta explicación queda reflejada en el código, donde podemos apreciar cómo la activación de “M+” o “M-“, aplica tensión sobre la señal “Inhibir”, la cual jugaba un papel importante en los graficets de gobierno de las estaciones.

### · BLOQUE FC22 – PARO SOFTWARE

Este bloque de función está pensado para el técnico de la estación. El botón de accionamiento del mismo se encuentra situado en un cuadro oculto del panel de selección de usuario.

Su función es detener la instalación sin tratarse de un paro de emergencia.



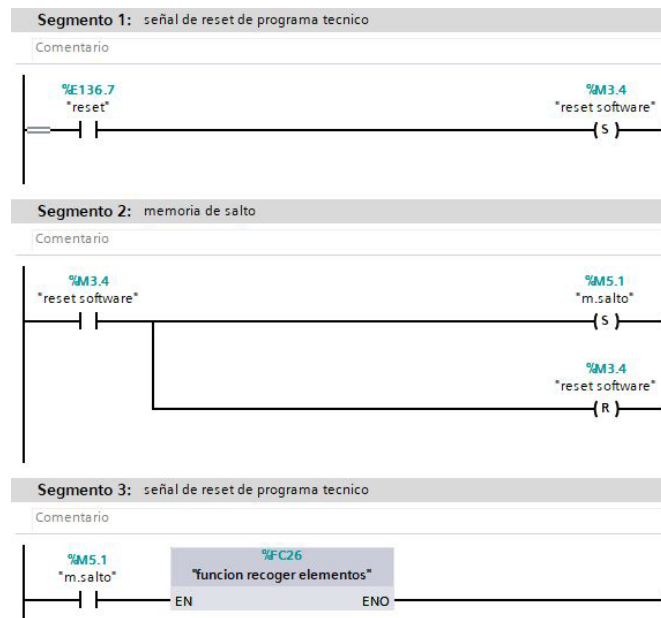
### 2.37 Función paro software

El segmento no tiene otra función que la de forzar la escritura de la palabra “136”, la doble palabra “8” y la palabra “12” de las salidas, así como la doble palabra “0” y el byte “4” de las memorias.

Con esto, todas las salidas y las memorias auxiliares involucradas en el programa de lavado de la instalación quedan escritas con el valor “0”. Por tanto, la estación quedará parada en la posición en que se encuentren sus elementos.

Esta acción va unida (pero lanzada de manera manual por el técnico) al siguiente bloque de función: *función reset*.

**BLOQUE FC25 – FUNCIÓN RESET**

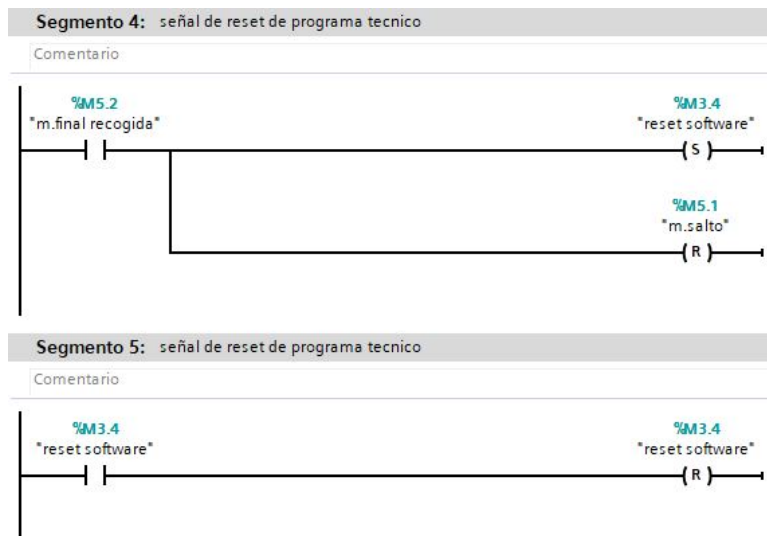


**2.38 Función reset - segmentos 1, 2 y 3**

El primer segmento solamente activa una memoria, la cual es condicionante de activación de la función “*paro software*”, como se puede apreciar en la imagen 2.36.

En el siguiente segmento, desactivamos dicha memoria y activamos una memoria auxiliar que lanzará en el segmento 3 la llamada a la función *recoger elementos*.

Este bloque no es más que una serie de segmentos en los que, si no se detectan los finales de carrera correspondientes a cada actuador, se emitirá señal a dicho movimiento, con el fin de que todos los actuadores queden en su posición inicial.

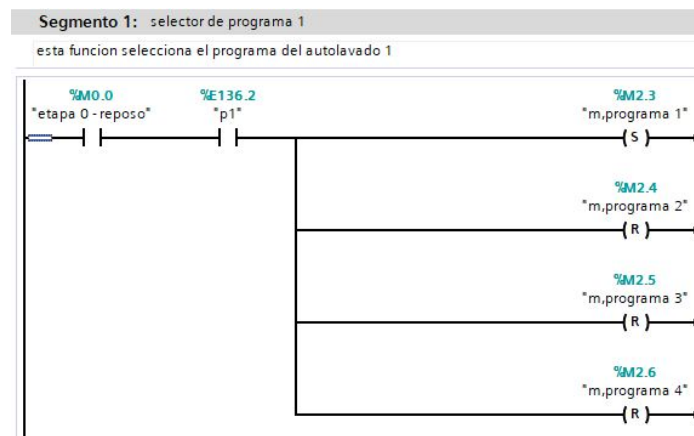


2.39 Función reset - segmentos 4 y 5

Al finalizar el bloque de función llamado, se lanzará una señal de final de ciclo, la cual realizará en dos pasos, la desactivación del bloque de función reset.

### **·BLOQUE FC9 – FUNCIÓN ELECCIÓN PROGRAMA**

Se trata de un bloque de función sencillo, el cual se encarga de la elección del programa que vamos a ejecutar (condición necesaria para el arranque de la estación de lavado), y que anula al resto de programas. Dicha elección solo podrá ser ejecutada durante la etapa de reposo, siendo imposible realizar un cambio de programa en mitad del ciclo.



2.40 Función elección programa

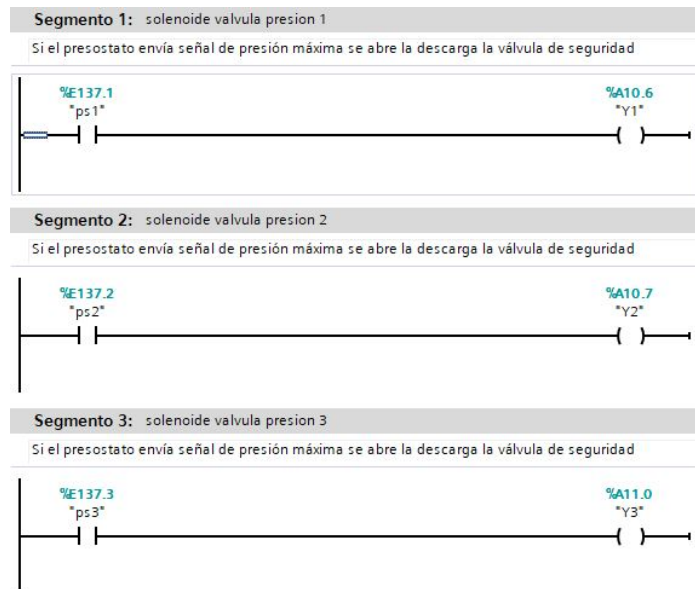
El resto de segmentos es idéntico al primero, con la salvedad de la sustitución de las variables pertenecientes a cada uno de los 4 programas seleccionables.

### **·BLOQUE FC24 – FUNCIÓN PRESOSTATOS**

Este bloque gobierna el control de las válvulas de presión indirecta que han sido instaladas como sistema de seguridad en la instalación.

Mediante la medición de unos presostatos en cada una de las bombas, se enviará una señal a la entrada correspondiente del autómata en caso de superar la presión establecida.

Esta señal ejecutará la función *presostato* y accionará la válvula 4/2 instalada en el conducto de venting, descargando la presión a tanque de manera directa.



2.41 Función presostatos

### 3.- COMPONENTES DE LA MÁQUINA

Para nuestro trabajo hemos elegido la CPU 314C-2PN/DP.

A continuación, definiremos las características de los materiales utilizados. Podrá verse la ficha técnica de cada componente en la parte de anexos:

<b>CPU</b>	
MARCA	SIEMENS
MODELO	314C-2PN/DP
DI/DO	24 / 16
AI/AO	4 / 2
COMUNICACION	MPI/DP & PROFINET
ALIMENTACION INTEGRADA	SÍ



*CPU de Siemens que cuenta con 24 entradas digitales, 16 salidas digitales, 4 entradas analógicas y dos salidas analógicas integradas.*

*Cuenta con fuente de alimentación de 24V integrada y puertos de comunicación MPI/DP y ethernet PROFINET.*

<b>MÓDULO ENTRADAS</b>	
MARCA	SIEMENS
MODELO	6ES7 321-1BP00-0AA0
DI	64
BYTE INICIO	0
BYTE FINAL	7
DC	24V



*Módulo de entradas digitales de 64 bits. Las entradas asignadas empiezan en la dirección E0.0 y terminan en E7.7.*

*Se colocará en el 4º hueco del rack, justo después de las propias entradas/salidas digitales integradas de la CPU*

<b>MÓDULO ENTRADAS</b>	
MARCA	SIEMENS
MODELO	6ES7 321-1BL00-0AA0
DI	32
BYTE INICIO	8
BYTE FINAL	11
DC	24V



*Módulo de entradas digitales de 32 bits. Las entradas asignadas empiezan en la dirección E8.0 y terminan en E11.7.*

*Se colocará en el 5º hueco del rack, justo después de la entrada digital del módulo externo.*

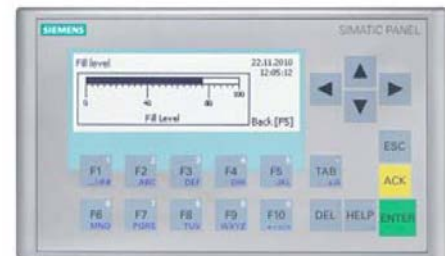
<b>MÓDULO SALIDAS</b>	
MARCA	SIEMENS
MODELO	6ES7 322-1BP50-0AA0
DO	64
BYTE INICIO	8
BYTE FINAL	15
DC	24V



*Módulo de salidas digitales de 64 bits. Las salidas asignadas empiezan en la dirección A8.0 y terminan en A15.7*

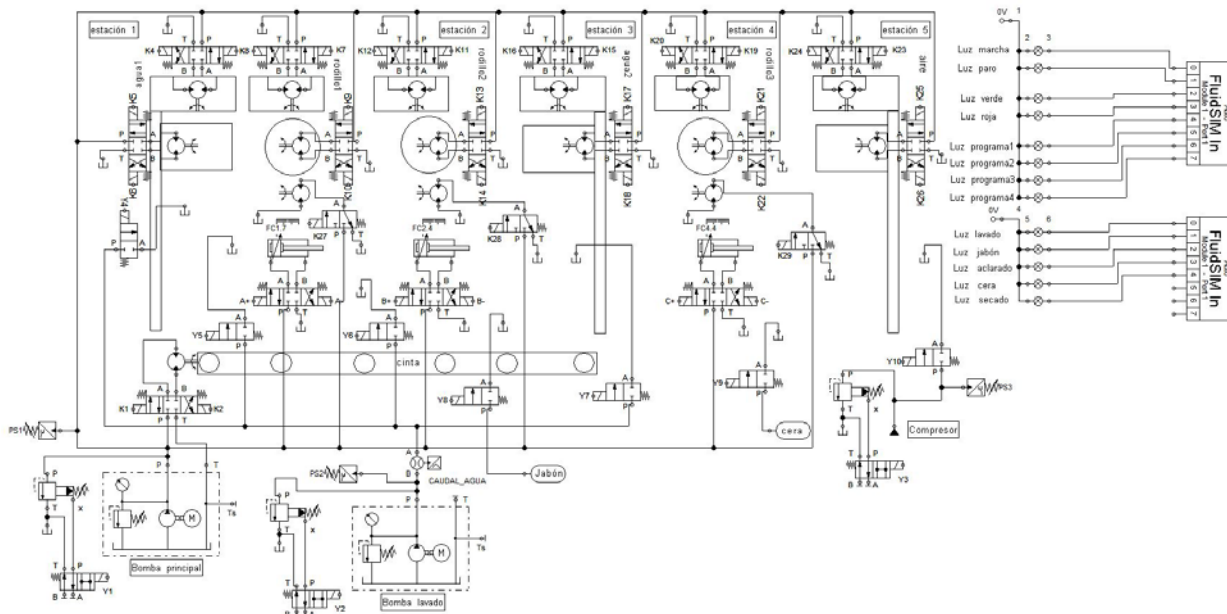
*Se colocará en el 6º hueco, justo después de el módulo de entradas digitales de 32 bits*

<b>HMI</b>	
MARCA	SIEMENS
MODELO	6AV6 647-OAH11-3AX0
PULGADAS	3,6"
RESOLUCIÓN	240 x 80
TECLAS	10
COMUNICACIÓN	PROFINET



*Pantalla de 3.6" FSTN monocromo con retroiluminación LED multicolor, 240 x 80 píxeles; 10 teclas de función; 10 teclas de sistema; 1 x PROFINET*

Se ha integrado también un módulo de salidas analógicas, el cual no ha sido utilizado, pero sirve como posible componente de expansión de la estación para futuras actualizaciones.



### 3.1 Esquema hidráulico autolavado

En la imagen anterior podemos encontrar el esquema hidráulico del autolavado. Se encuentra en una versión simplificada, atendiendo solamente a los elementos esenciales, ya que, por seguridad, muchos elementos deberían haber sido dotados de válvulas antirretorno y reguladores de caudal.

Se ha optado por simplificarlo, no siendo esta la materia que nos atañe, con el fin de hacer más sencilla su visualización.

## 4.- CONCLUSIONES

La instalación realizada es capaz de realizar 4 tipos de lavado, a elección del usuario. Hemos programado el gobierno de cada uno de los elementos que intervendrían realmente en una instalación como esta, además de asignarle funciones de control. Como el consumo de agua, el paro técnico o el reset de los componentes.

Cuenta con el esquema hidráulico para su correcto funcionamiento y todos los componentes han sido identificados correctamente.

Para una mejor comprensión del trabajo expuesto se ha dotado de una página web que aloja el material multimedia, así como un modelo 3D para visualizar la instalación, realizándose una simulación del programa 4:

<https://www.guillermoorbea.droppages.com>  
<https://skfb.ly/6OsTD>