



25 - Módulo de salida

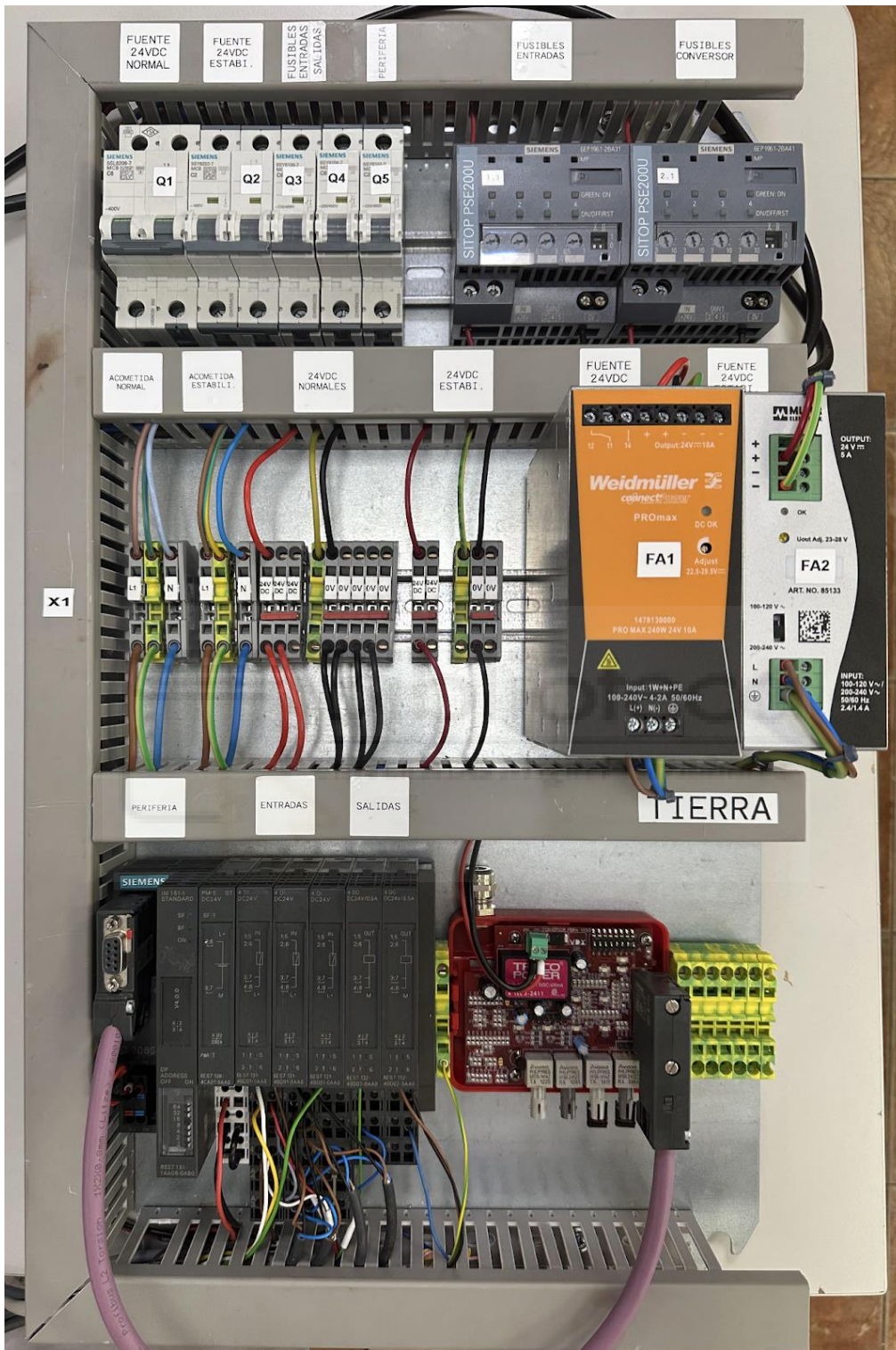
BOTONERAS

Las botoneras son un conjunto de botones físicos dispuestos en un panel para realizar diferentes acciones. En el proyecto se han dispuesto dos botoneras. La primera, contiene los botones asignados para las plantas 1 y 2 del montacargas y la seta de emergencia. En la segunda botonera, tendremos los botones correspondientes a las plantas 3 y 4 y la luz que indica que el montacargas está en funcionamiento.



26 - Botoneras

Foto del cuadro eléctrico



27 - Cuadro eléctrico

1.4.3 Componentes de la maqueta

En la maqueta disponemos de ciertos componentes que terminan de dar sentido al proyecto, mostrando visualmente el ascensor en movimiento. En este apartado, se van a explicar los dispositivos instalados en la estructura de aluminio.

CILINDRO NEUMÁTICO

Un cilindro neumático es un dispositivo mecánico que utiliza aire comprimido para producir un movimiento lineal. El cilindro neumático recibe aire comprimido a través de una conexión de entrada. Dentro del cilindro, un émbolo conectado a un vástago se desplaza haciendo que el vástago se extienda. La entrada de aire se controla mediante válvulas de solenoide que regulan el flujo de aire hacia el cilindro. Mediante la apertura y cierre de estas válvulas, se puede controlar el movimiento del émbolo dentro del cilindro.

Dicho cilindro se dispone en posición vertical para que la guía realice un desplazamiento ascendente y descendente representando el movimiento de un montacargas. Dicho cilindro, dispone de una guía donde se va a instalar el espejo que cambiará el estado de los sensores y una pequeña superficie que representa la zona de carga del montacargas.

El cilindro neumático instalado es el siguiente:

Norgren M/146100



28 - Cilindro neumático

VÁLVULA DE SOLENOIDE

Las válvulas de solenoide son un tipo de válvulas que utilizan un solenoide eléctrico para controlar el flujo de aire. Estas válvulas permiten un control preciso y rápido del aire, así como su capacidad para funcionar de forma remota mediante señales eléctricas. Al aplicar una corriente eléctrica, el núcleo móvil se mueve y abre la válvula, permitiendo que el fluido fluya a través de los orificios. Al interrumpir la corriente eléctrica, el núcleo se mueve hacia su posición inicial y cierra la válvula.

La válvula de solenoide está compuesta por dos entradas eléctricas. Estas dos entradas permiten el desplazamiento de la guía en todo el recorrido del cilindro tanto en un movimiento ascendente como descendente. Estas entradas eléctricas están conectadas a las tarjetas de salida de la periferia. La válvula de solenoide dispuesta en la maqueta es la siguiente:

Norgren - V60A611A-A2000



29 - Válvula de solenoide



30 - Válvula de solenoide (Montaje)

CONECTOR DE LA VÁLVULA DE SOLENOIDE

La conexión entre la válvula de solenoide y la periferia se realizará a través de un conector de válvulas. Este conector está cableado al zócalo de una de las tarjetas de salida. El conector dispuesto en la maqueta es el siguiente:

Murrelektronik-7000-41601-2360000



31 - Conector de válvula de solenoide

VÁLVULA NEUMÁTICA DE MANDO MANUAL

Se ha dispuesto una válvula de mando manual a la entrada del circuito de aire comprimido con el objetivo de disponer de una llave de paso para cortar el paso de aire en caso de que necesitemos cambiar algún elemento. La válvula neumática utilizada en el proyecto es la siguiente:

Parker P31VB12LBNN



32 - Válvula neumática

FILTRO REGULADOR

A continuación de la válvula neumática, se ha instalado un filtro regulador, dispositivo con una doble funcionalidad. Por un lado, filtra las partículas indeseadas en el circuito de aire y por otro lado, nos permite regular la presión del aire que entra al cilindro neumático. La presión proveniente del compresor es muy elevada y si no se regulara, el cilindro neumático actuaría con mucha rapidez. Esto no es favorable en este caso, ya que lo que se busca es ver el desplazamiento entre plantas del montacargas y no un pulso inmediato. El filtro regulador que se ha implementado es el siguiente:

PARKER P31EB12EGBBNTP



33 - Filtro regulador

FOTOCÉLULAS

Las fotocélulas, también conocidas como células fotoeléctricas, son sensores ópticos que se utilizan para detectar la presencia o ausencia de luz. Estos dispositivos funcionan emitiendo un haz de luz (infrarrojo, láser, o visible) desde una fuente de emisión hacia un receptor, que está colocado en el otro lado. Cuando un objeto o material se interpone en el camino del haz de luz, se produce una interrupción en la recepción de la luz, lo que activa la fotocélula y permite que se desencadene una acción específica

En este caso, se van a utilizar fotocélulas de espejo. Estas fotocélulas utilizan un espejo para devolver el haz de luz infrarroja que emite la fotocélula. Cuando se interrumpe el haz de luz, la fotocélula cambia de estado. El espejo va incorporado en la plataforma del ascensor por lo que las fotocélulas detectarán la señal una vez el ascensor haya llegado a la planta. Cuando el ascensor llega a la planta designada, la fotocélula registra ese cambio y detiene el movimiento del ascensor

Las fotocélulas utilizadas para el proyecto son las siguientes:

OMRON E3Z-B81



34 - Fotocélula

1.5 SOFTWARE UTILIZADO

1.5.1 Simatic Manager

Simatic Manager es una aplicación de ingeniería desarrollada por Siemens que ofrece un entorno completo y versátil para la programación, configuración y administración de sistemas de automatización industrial. Está diseñado para satisfacer las necesidades de ingenieros, programadores, etc. Simatic Manager facilita la creación de programas de control para controladores programables (PLCs), así como la configuración de hardware y gestión de proyectos.

Dispone de un soporte para múltiples lenguajes de programación como Ladder Logic, Lista de instrucciones y Lenguaje de Control Estructurado (SCL). Los usuarios pueden crear programas de control de manera efectiva y eficiente. Además, permite configurar la estructura del hardware de manera intuitiva, definiendo conexiones entre módulos de entrada y salida, controladores y otros dispositivos para establecer una base sólida para el sistema de automatización.

Los usuarios pueden crear, organizar y gestionar proyectos de automatización, lo que incluye la agrupación lógica de bloques de programa, definición de parámetros y establecimiento de relaciones coherentes.

Contiene herramientas de simulación eficiente, gracias a las cuales es posible probar y depurar programas antes de la implementación, permitiendo la detección temprana de errores y optimizando la eficiencia del proceso. Incluye también herramientas de diagnóstico en tiempo real que posibilita identificar y abordar problemas potenciales, lo que contribuye a un mantenimiento más rápido y una mayor confiabilidad del sistema.

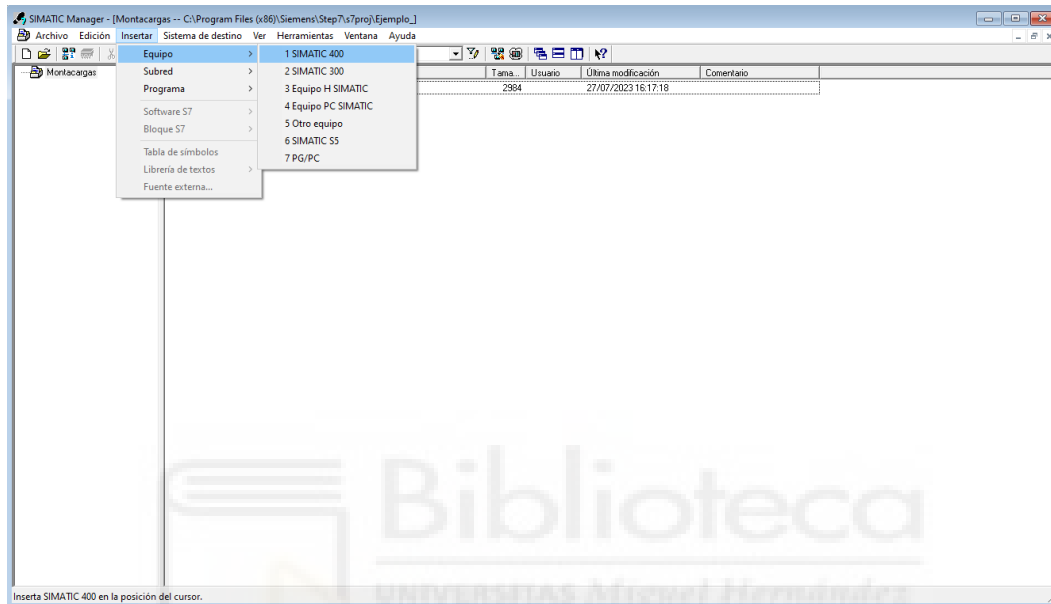
Simatic Manager permite generar documentación técnica detallada para proyectos de automatización, lo que garantiza una gestión de proyectos más completa y eficaz. Simatic Manager es una herramienta esencial que potencia la eficiencia y la confiabilidad en la programación y configuración de sistemas de automatización industrial, contribuyendo al éxito y rendimiento de las operaciones industriales.



35 - Simatic Manager

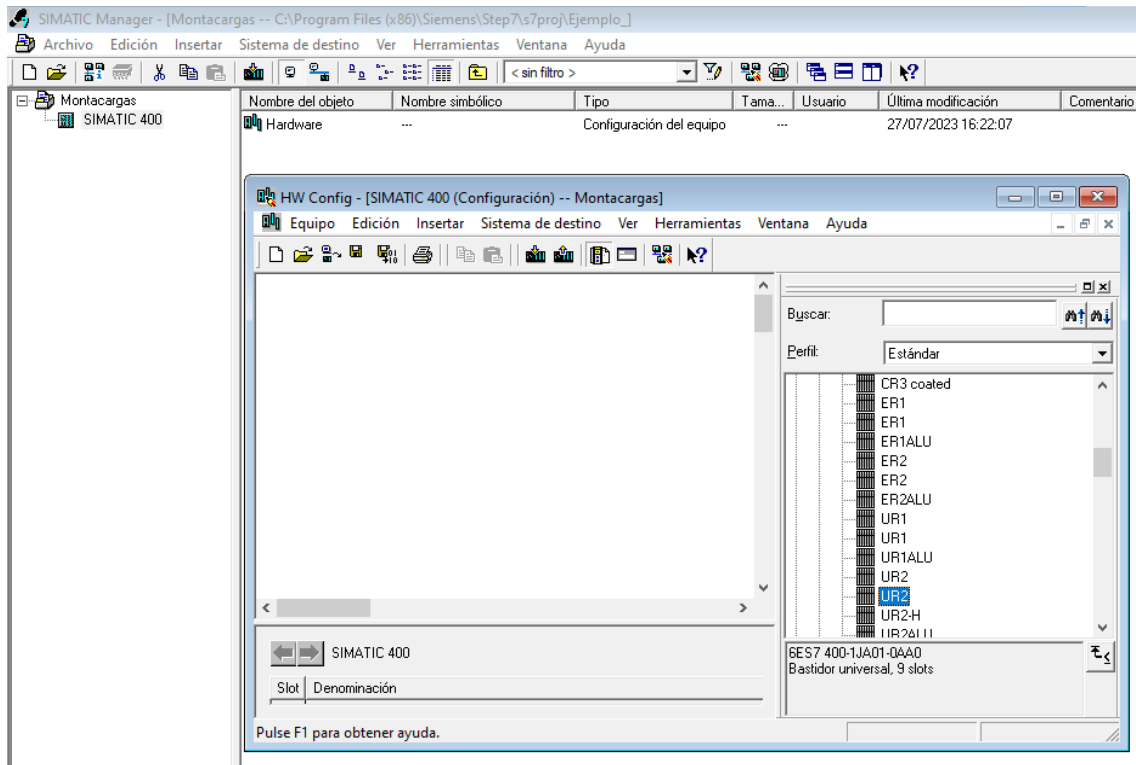
1.5.2 Configuración del Software

Para la generación del proyecto vamos a utilizar el programa de Simatic Manager. En dicho programa, el primer paso es crear nuestro proyecto donde se va a configurar tanto el PLC como la periferia. El equipo que disponemos es un SIMATIC 400. Por lo tanto, lo seleccionaremos dentro de nuestro proyecto para comenzar con su configuración.



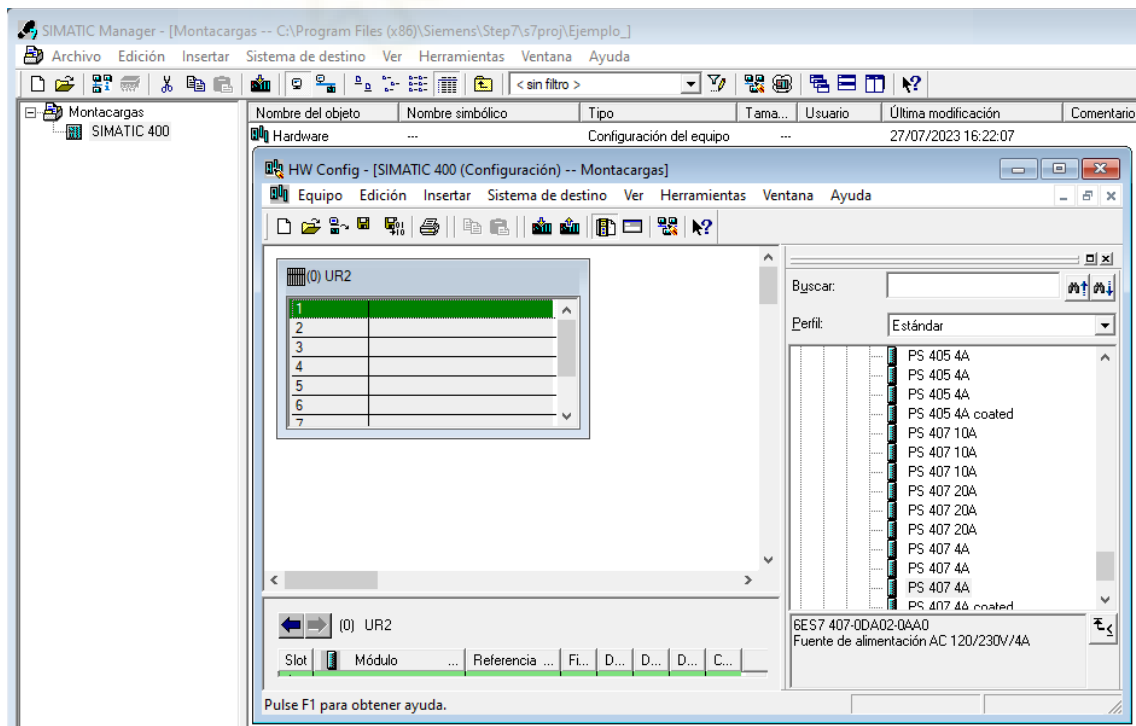
36 - Configuración Software. 1

Una vez elegido el equipo, el siguiente paso es establecer el tipo de bastidor que se va a disponer. En dicho elemento, se va a montar el módulo de alimentación PS, la CPU (donde se conectará la periferia a través de un cable profibus) y el módulo CP. Se procede a su busca a través del buscador existente en la parte derecha de la ventana. Este buscador nos permite localizar cualquier componente a través de su referencia.



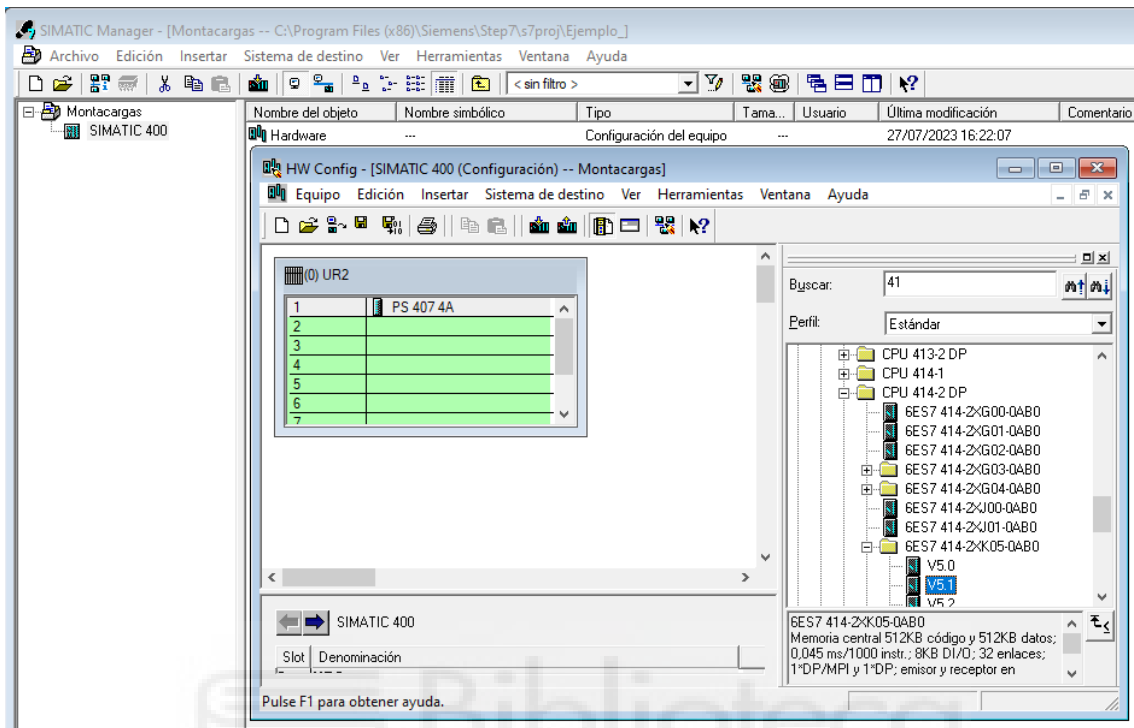
37 - Configuración Software. 2

Una vez localizado el bastidor, se arrastra el mismo a la parte izquierda del display para añadir los slots.



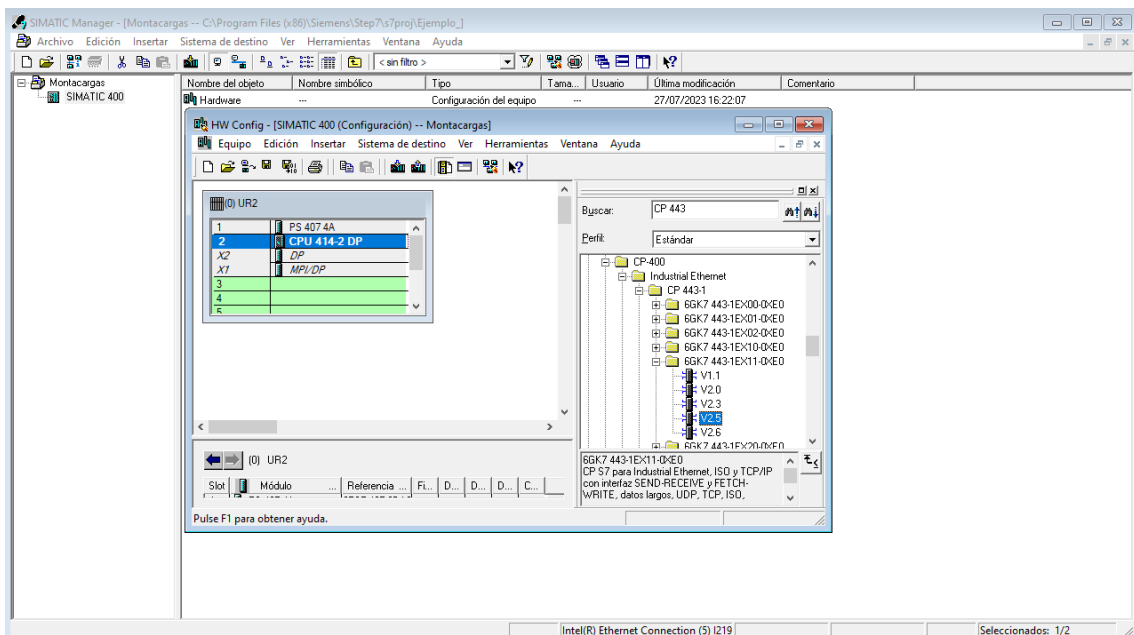
38 - Configuración Software. 3

De la misma manera que el bastidor, se introduce el modelo del módulo de alimentación PS para añadirlo al bastidor.



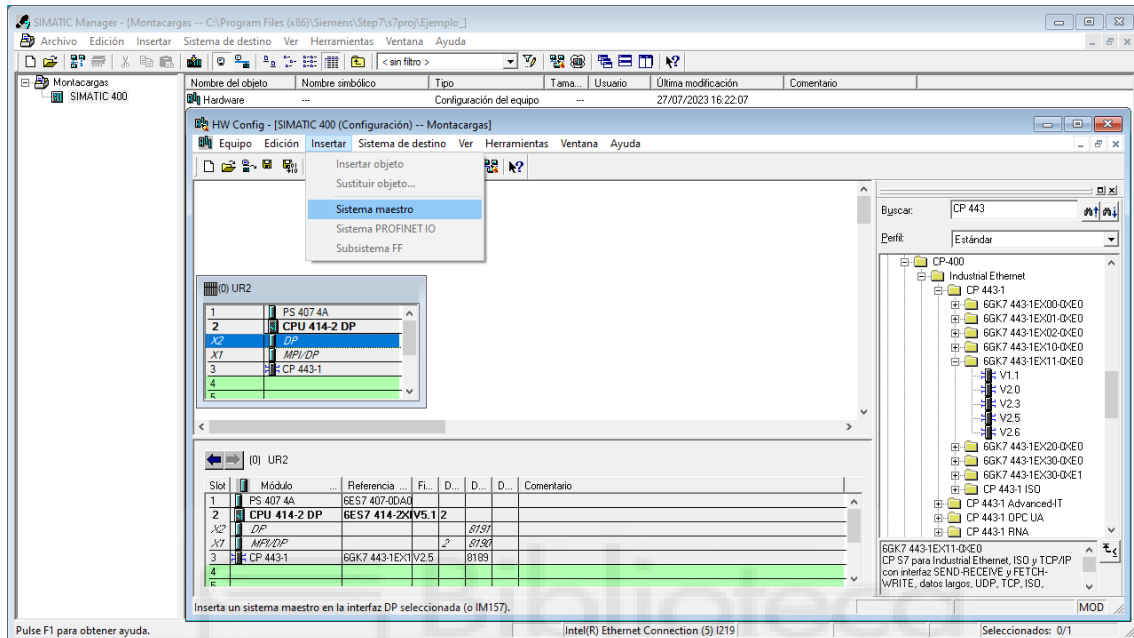
39 - Configuración Software. 4

Ahora, se añade la CPU y el módulo CP:



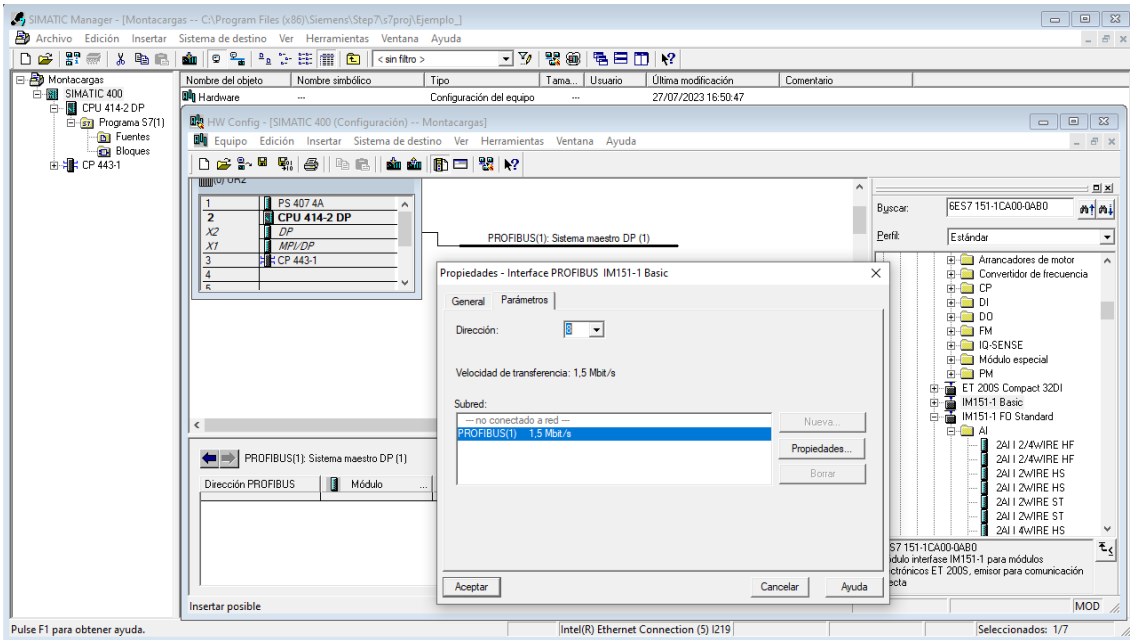
40 - Configuración Software. 5

De esta forma quedarían todos los componentes del PLC configurados. Para realizar la conexión con la periferia, se procede a la creación de un sistema maestro-esclavo en la CPU. El sistema maestro-esclavo es el protocolo de comunicación en el que el dispositivo (PLC) controla al esclavo (Periferia).



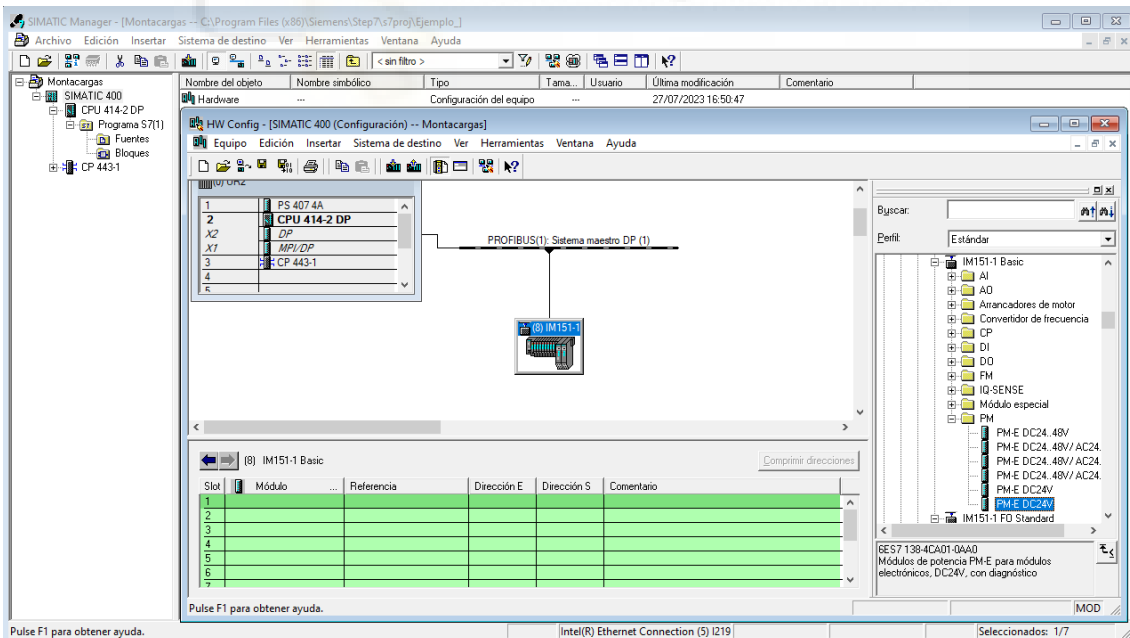
41 - Configuración Software. 6

Como se ha comentado anteriormente, el tipo de clave para la conexión es un cable PROFIBUS de una velocidad de 1.5 Mbit/s. Además, es necesario configurar la dirección. Dicha dirección seleccionada (8), es la dirección con la que el esclavo se comunica dentro del sistema maestro-profibus. Esta dirección debe coincidir con la dirección de la periferia.



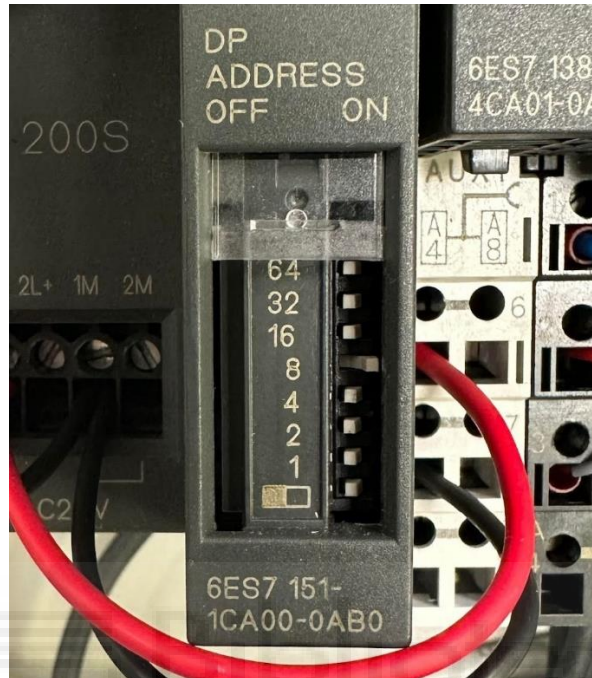
42 - Configuración Software. 7

La periferia empleada es la SIEMENS ET 200S. Se procede a introducir el modelo específico en el buscador para añadirla al sistema maestro y así poder incorporar el módulo de alimentación PM y los módulos de entrada y salida.



43 - Configuración Software. 8

Se ajusta la dirección en la periferia para que se realice la conexión. Para ajustar la dirección disponemos de diferentes switches. El switch de la dirección elegida debe estar desplazado hacia la derecha.

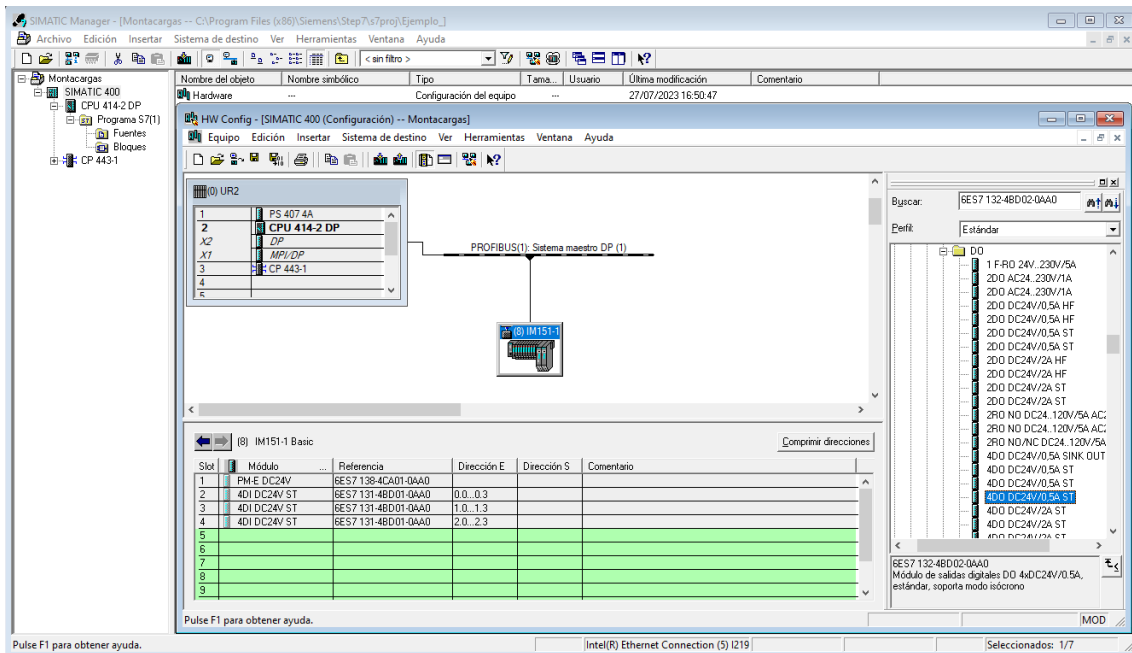


44 - Switchs de dirección periferia

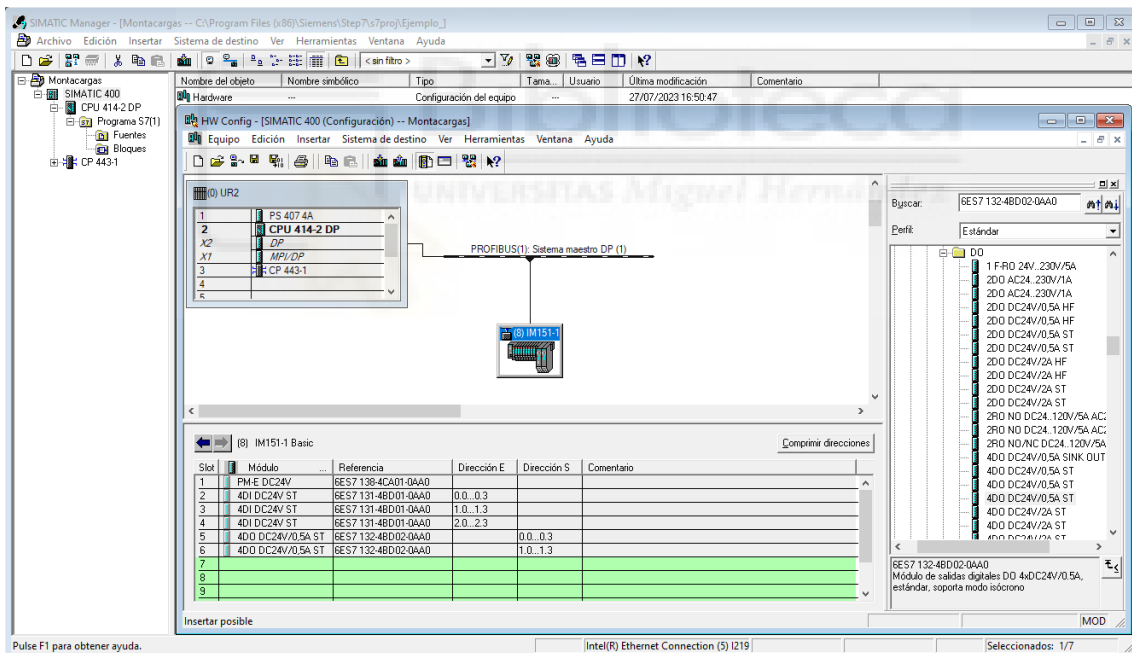
Una vez ajustada la dirección tanto en el programa como en la periferia, incluimos el módulo PM y los módulos de entrada y salida para completar la configuración del software.

Se disponen 3 módulos de entrada. El primero se destina a la conexión de los botones correspondientes a las plantas a las que el montacargas puede acceder. El segundo módulo, para la conexión de las fotocélulas que detectan que el ascensor está en la planta deseada y el último módulo para la conexión de la seta de emergencia que permitirá detener el movimiento del ascensor en caso de avería.

Por otro lado, se instalan dos módulos de salida. Uno de ellos se destina a la conexión de la luz indicadora del funcionamiento del ascensor y el otro, para las dos salidas de la válvula de solenoide que permite al montacargas ascender y descender.

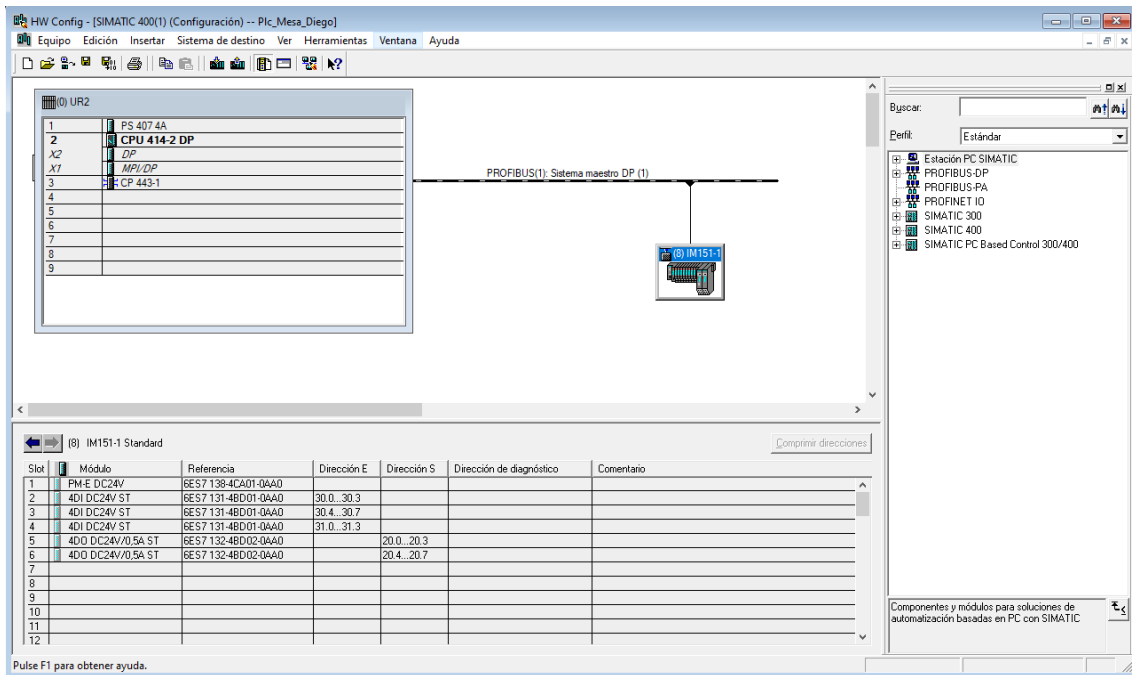


45 - Configuración de Software. 9



46 - Configuración de Software. 10

Una vez configurados todos los componentes tanto del PLC como de la periferia, el último paso es determinar las direcciones de los módulos de entrada y salida. Estas direcciones se incluirán en el programa y estarán asociadas a las entradas y salidas correspondientes para que todo funcione correctamente.

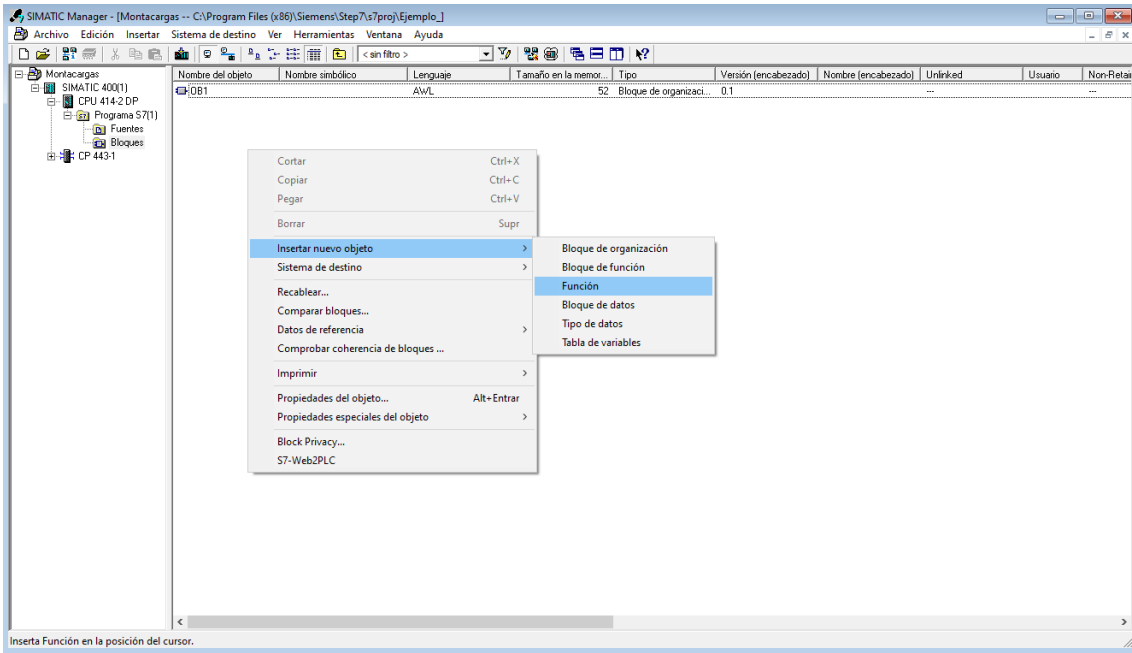


47 - Configuración de Software. 11

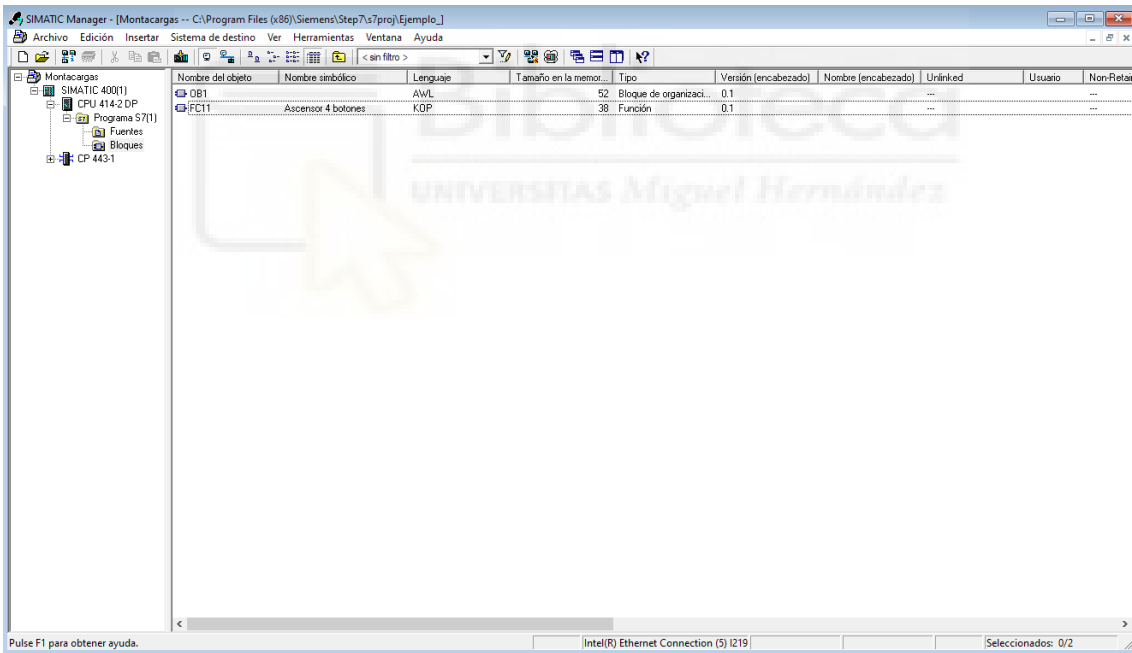
1.5.3 Creación de la función y los bloques de organización y datos

Una vez está todo configurado, se accede a los bloques del programa S7 donde se creará la función del montacargas y una serie de bloques los cuales servirán para gestionar determinados fallos de comunicación con las periféricas.

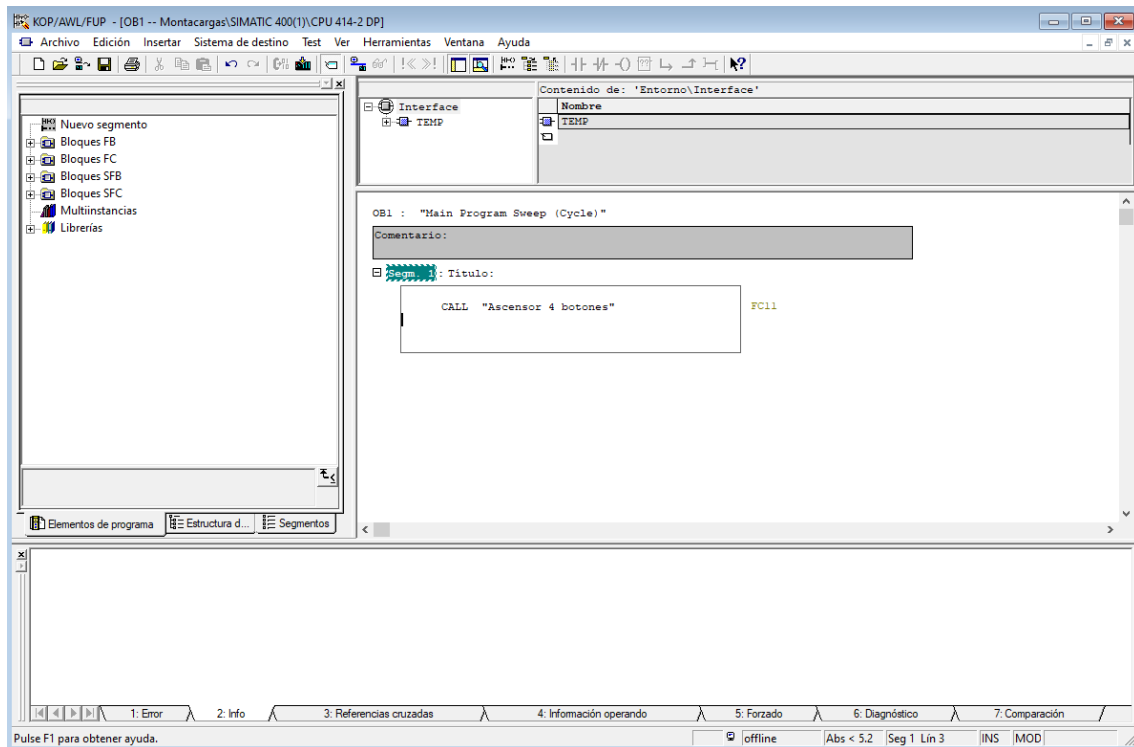
El bloque de organización OB1 es un bloque de ciclo. Este bloque es el encargado de ejecutar la función del montacargas de forma periódica y constante. En este punto, se creará la función del montacargas y se llamará dentro del bloque de organización.



48 - Creación de la función. 1



49 - Creación de la función. 2



50 - Llamada a la función

Una vez la función del montacargas está llamada dentro del bloque OB, ya se puede proceder a la escritura del código que ejecutará el montacargas. Sin embargo, se va a proceder a la explicación de una serie de bloques OB que gestionan determinados fallos de comunicación con las periféricas:

- OB80: OB de error de tiempo. Interrumpen el procesamiento cíclico del programa cuando se rebasa el tiempo de ciclo máximo
- OB81: OB de fallo de alimentación. La CPU pasa al estado operativo STOP al detectar un fallo de la alimentación.
- OB82: OB de alarma de diagnóstico: En caso de producirse un fallo, el PLC dispara una alarma de diagnóstico.
- OB83: Alarma de presencia de módulo. En cada ciclo de consulta, se compara la nueva configuración real determinada con la configuración real anterior.
- OB84: Error de hardware CPU.
- OB85: Error de ejecución del programa. Se llama al OB85 cuando se da un error al acceder a un bloque cargado en el PLC.

- OB86: Fallo de un aparato de ampliación, sistema maestro DP o periferia descentralizada. Este error se genera cuando falla la comunicación, es decir, tiene un error de comunicación con un participante de periferia distribuida
- OB87: Error de comunicación. Se llama al OB87 cuando se produce un evento activado por un error de comunicación.
- OB100: En un nuevo arranque, el programa comienza desde el principio.
- OB101: Rearranque. Tras la vuelta de un corte de tensión, la CPU realiza un rearranque.
- OB102: Arranque en frío. Los módulos de datos creados por el SFC se borran de la memoria del trabajo, el resto de módulos de datos tienen el valor preajustado en la memoria de carga
- OB121: Fallo de programación. Se llama al OB121 si dentro del programa se llama a un bloque que no fué cargado en la CPU.
- OB122: Fallo de acceso a la periferia. Se llama al OB122 cuando la CPU reconoce un error de lectura al acceder a datos de un módulo de señales.

Estos bloques OB se incluyen en junto con la función del montacargas. Tras la inclusión de estos, ya estaría todo listo para la generación del programa.

1.5.4 Interfaz digital

1.5.4.1 Descripción de TIA Portal

El TIA Portal (Totally Integrated Automation Portal) es una plataforma de software integral desarrollada por Siemens que reúne una amplia gama de herramientas para la programación, configuración y diagnóstico de sistemas de automatización industrial. Permite integrar todos los componentes de las máquinas para controlar procedimientos y operaciones. Está diseñado para simplificar y optimizar el proceso de desarrollo, implementación y mantenimiento de soluciones de automatización, el TIA Portal se ha convertido en una herramienta fundamental en la industria.

El entorno proporcionado por TIA Portal, permite a los usuarios trabajar en todas las etapas del ciclo de vida del proyecto, desde la planificación hasta la puesta en marcha y el mantenimiento. Permite programar y configurar una variedad de dispositivos, incluidos

controladores programables (PLCs), interfaces de operador (HMI), sistemas de accionamiento, sensores y más, desde un único entorno de software.

La interfaz de usuario del TIA Portal es intuitiva y fácil de usar, lo que facilita la navegación, la configuración y la programación, incluso para usuarios nuevos en la plataforma. Permite simular y probar programas antes de su implementación en el hardware real, lo que ayuda a detectar errores y optimizar el rendimiento.

TIA Portal permite la configuración y administración de redes de comunicación industrial, como Profinet, para garantizar la conectividad y la transferencia de datos entre dispositivos. Además, incluye funciones de seguridad integradas para proteger los proyectos y el acceso a nivel de usuario, lo que garantiza una implementación segura.

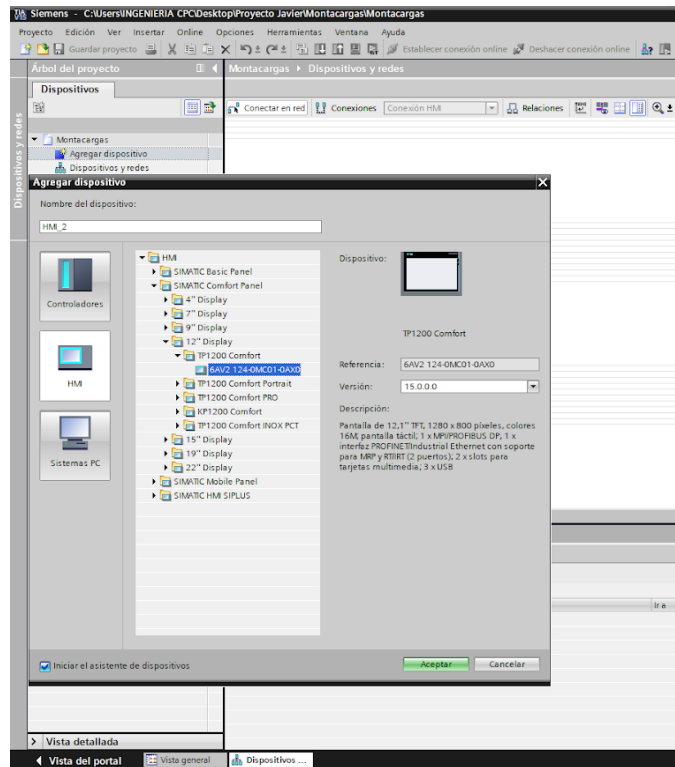


51 - Logo TIA PORTAL

1.5.4.2 Representación en TIA PORTAL

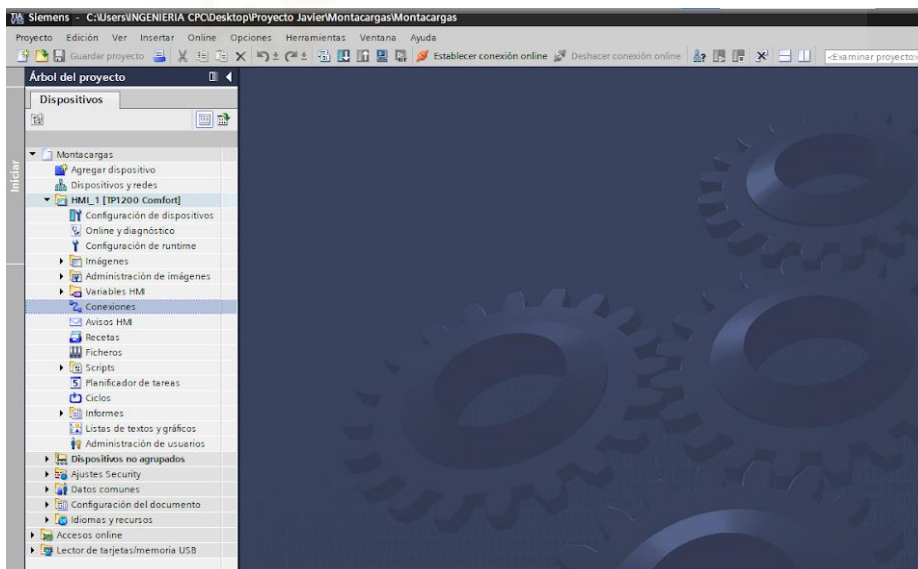
El objetivo de la utilización del software TIA Portal es la creación de una interfaz donde se pueda tener unos botones digitales que se correspondan con los botones de las plantas del montacargas, un botón de emergencia, unos pilotos que indiquen cuando la señal este activada o desactivada y una representación gráfica del montacargas ascendiendo en más o menos distancia en función de la planta a la que se tenga que dirigir.

El primer paso a realizar es la creación un proyecto en blanco. En este proyecto, tenemos que establecer el tipo de HMI que disponemos por lo que se procede a agregar un dispositivo:



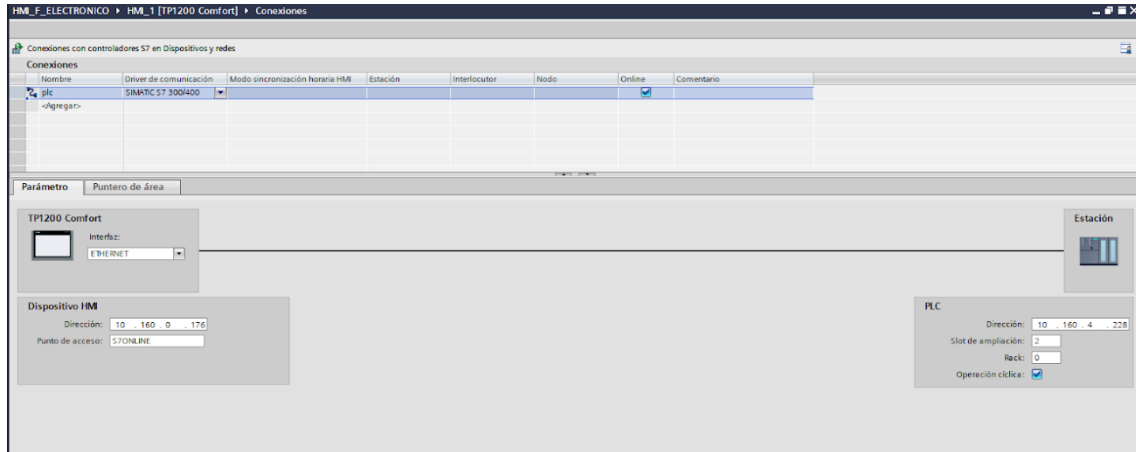
52 - Configuración HMI. 1

Con el tipo de HMI definido, el siguiente paso es realizar la conexión del PLC dentro del apartado de conexiones:



53 - Configuración HMI. 2

Se procede a establecer la conexión TIA Portal – PLC. Configuraremos en el apartado de conexiones el tipo de PLC donde se ha realizado el código, el protocolo que usa, su IP y la frecuencia de muestreo.



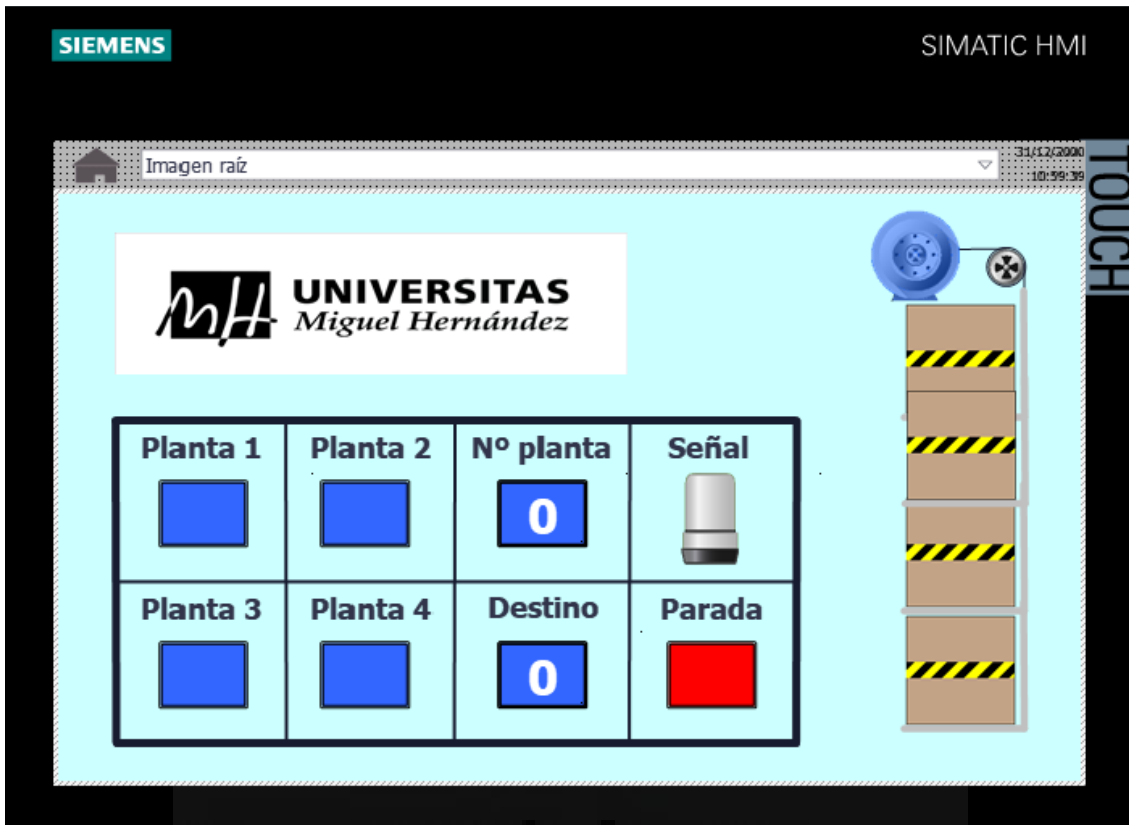
54 - Configuración HMI. 3

Una vez establecida la conexión del PLC con el software, el siguiente paso es realizar una tabla de variables en la que se declaren las marcas de los botones y la parada de emergencia que tenemos asignados en el PLC para accionar los botones digitales. Además, se declaran los bloques de datos con el objetivo de poder generar displays para saber la planta en la que se ubica el montacargas y las solicitudes recibidas. La tabla de variables quedaría de la siguiente manera:

Nombre	Tipo de datos	Conexión	Nombre del PLC	Variable PLC	Dirección	Modo de acceso	Ciclo de adquisi...	Archi...
Botón 1	Bool	plc		<No definido>	%M10.0	<Acceso absoluto>	1 s	<input type="checkbox"/>
Botón 2	Bool	plc		<No definido>	%M10.2	<Acceso absoluto>	1 s	<input type="checkbox"/>
Botón 3	Bool	plc		<No definido>	%M10.3	<Acceso absoluto>	1 s	<input type="checkbox"/>
Botón 4	Bool	plc		<No definido>	%M10.1	<Acceso absoluto>	1 s	<input type="checkbox"/>
Destino Ascensor	Int	plc		<No definido>	%DB1.DBW38	<Acceso absoluto>	1 s	<input type="checkbox"/>
Número de planta	Int	plc		<No definido>	%DB1.DBW34	<Acceso absoluto>	1 s	<input type="checkbox"/>
Parada	Bool	plc		<No definido>	%M11.0	<Acceso absoluto>	1 s	<input type="checkbox"/>
Señal	Bool	plc		<No definido>	%Q20.0	<Acceso absoluto>	1 s	<input type="checkbox"/>

55 - Configuración HMI. Tabla de variables

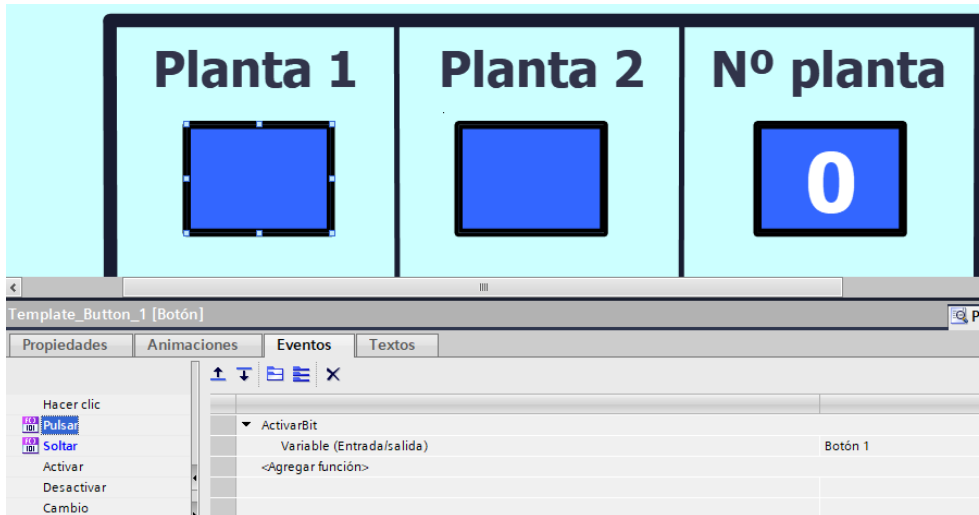
A continuación, se crea una interfaz donde se incluyan los botones en los que se asocian las marcas de los botones digitales, el botón de parada de emergencia, los dos displays, un elemento luminoso que indica el funcionamiento del montacargas y una representación de este.



56 - Interfaz generada

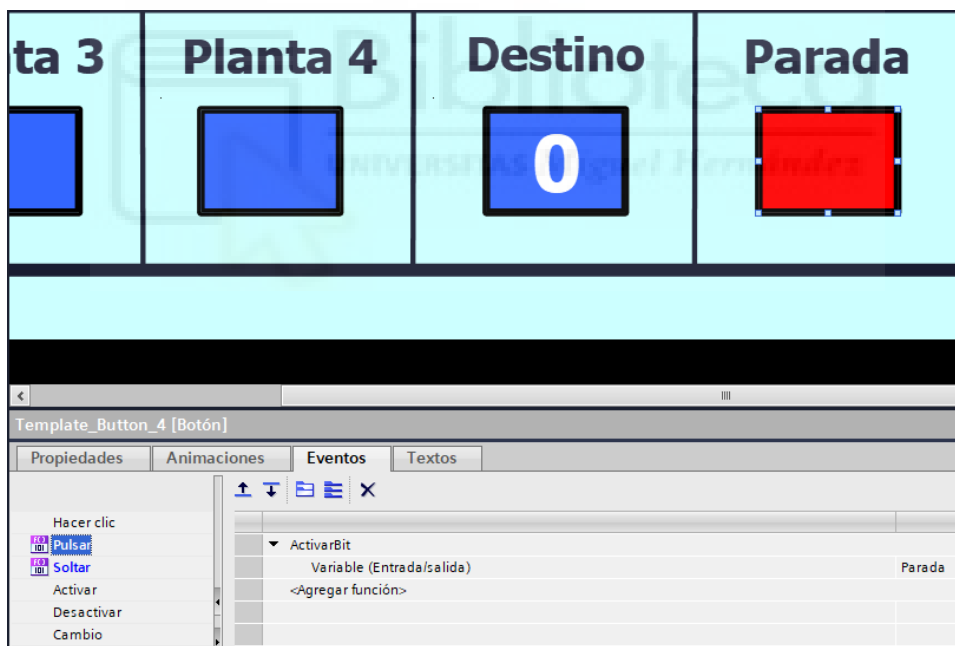
Para la implementación de los botones, displays y demás elementos disponemos de un menú desplegable que contiene diversos elementos para personalizar la interfaz. Una vez el aspecto del HMI es el deseado, se procede a asociar todos los elementos a sus correspondientes marcas o bloques de datos

Para asociar las marcas a cada botón, se hace clic derecho sobre el botón que se quiera asociar. En el apartado de eventos, se genera una acción para que al pulsar el botón se active la variable asociada. Se hace lo mismo para soltar el botón y no quede la variable en estado 1



57 - Marcas de botones. 1

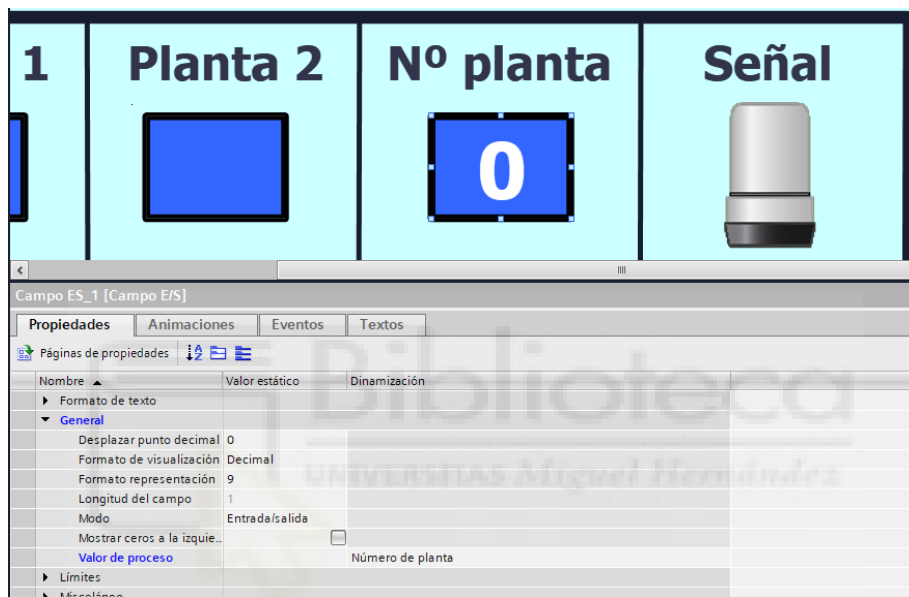
Al igual que para los botones de las plantas, la parada de emergencia tiene asociada su variable “Parada” que se utilizará en los eventos de pulsar y soltar:



58 - Marcas de botones. 2

Para los displays, se utilizará un campo de E/S disponible en el menú. Estos displays muestran por pantalla el valor del bloque de datos asociado.

Para el número de planta, asociamos el bloque de datos DB1.DBW34, designado en la tabla de variables como “Número de planta”. Para ello, se hace clic derecho sobre el mismo, y se busca en las propiedades el apartado de valor del proceso para incluir la variable. Para el segundo display (Destino) se realiza el mismo procedimiento utilizando la variable “Destino Ascensor”.

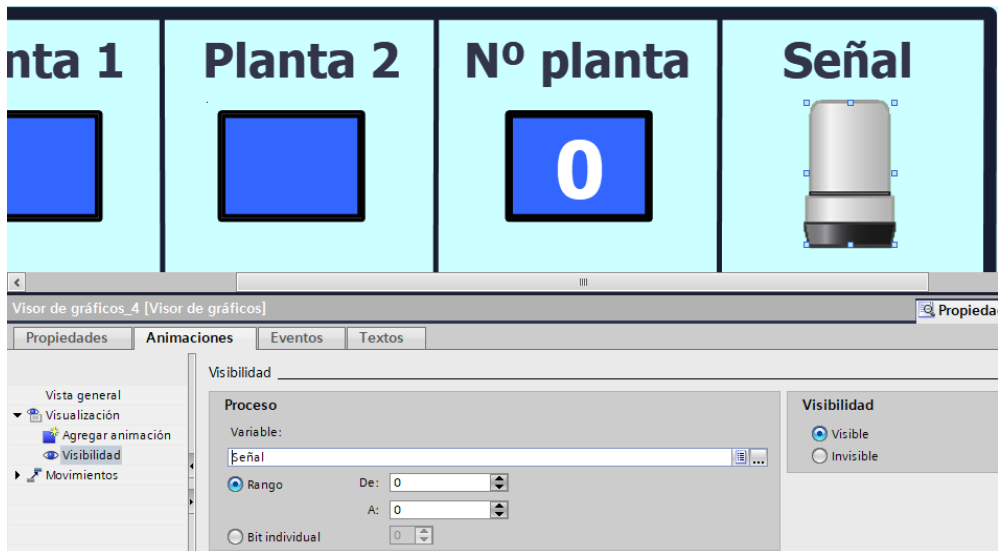


59 - Displays. 1



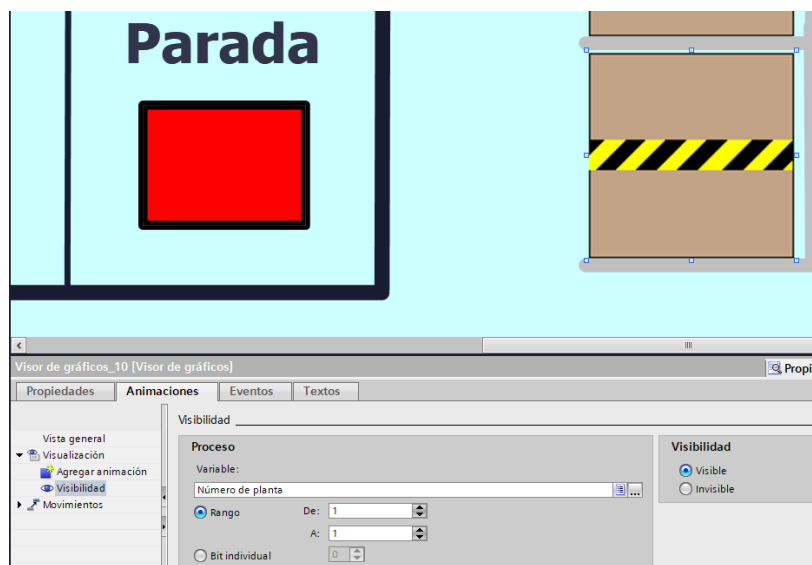
60 - Displays. 2

Para el indicador de la señal se han solapado dos indicadores, uno gris y el otro verde. El indicador gris está sobre el indicador verde y se ha añadido una restricción de visibilidad al indicador gris de tal forma que, cuando la variable está en estado 1, el indicador gris se hace invisible quedando el verde visible dando la sensación de que ha cambiado de color. Esto se ha realizado de esta forma ya que el software no dispone de la posibilidad de que un indicador pueda cambiar de color. Para generar la restricción de visibilidad accedemos a la parte de animaciones y se asigna la variable y el rango en el que tiene que estar visible.



61 - Señal luminosa

Para la representación del montacargas se procede de forma similar al apartado anterior. El software dispone de animaciones de movimientos, pero está muy limitado y no permite incluir los diversos movimientos ascendentes y descendentes para cada una de las plantas por lo que se ha optado por generar una representación del montacargas en cada una de las plantas de tal forma que cada representación tiene una restricción de visibilidad en su planta. Esto es, cuando el montacargas está en la planta 1, las representaciones del montacargas en las plantas 2, 3 y 4 permanecen invisibles mientras que en la planta 1 permanece visible.



62 - Marcas de visualización del montacargas

1.7 PROGRAMA GENERADO

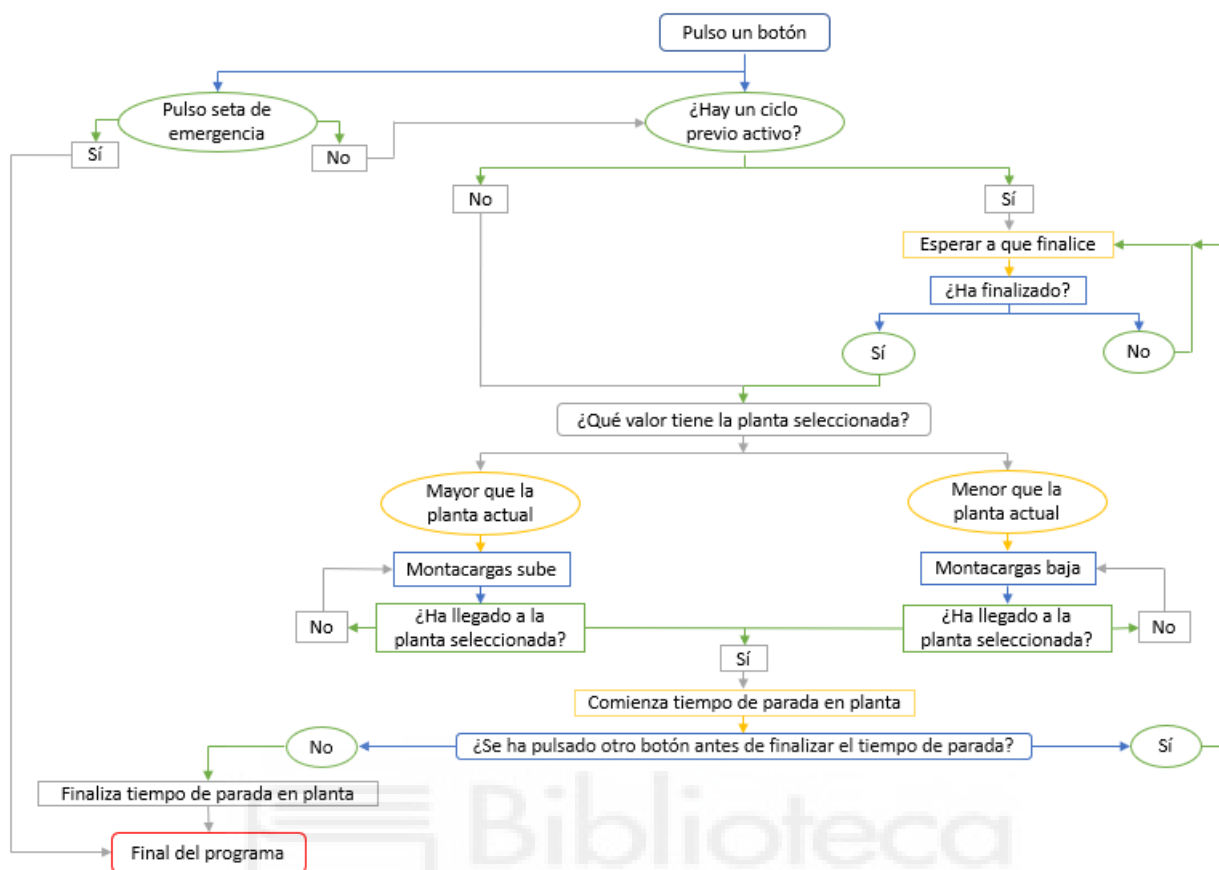
1.7.1 Lenguaje KOP

El programa generado para el correcto funcionamiento del montacargas ha sido realizado en lenguaje KOP (Knowledge Oriented Programming o Programación Orientada al Conocimiento). Es un enfoque de programación que se centra en la representación, manipulación y aplicación del conocimiento dentro de un sistema informático. A diferencia de los lenguajes de programación tradicionales que se centran en la lógica y los algoritmos, el lenguaje KOP se basa en el uso y manejo de conocimientos.

Utiliza estructuras de datos específicas para representar el conocimiento y utiliza operaciones que permiten manipular y trabajar con este conocimiento de manera eficiente. Se ha utilizado en sistemas expertos, sistemas de gestión del conocimiento y otras áreas donde el énfasis está en la representación y manipulación del conocimiento más que en los procedimientos algorítmicos típicos de otros lenguajes de programación.

1.7.2 Diagrama de flujo

Con el objetivo de disponer una visión general y facilitar la comprensión del programa, se representa un diagrama de flujo en el que se puede comprender la secuencia de operaciones básicas que sigue el programa en función de las variables disponibles.



63 - Diagrama de flujo

1.7.3 Descripción del programa generado

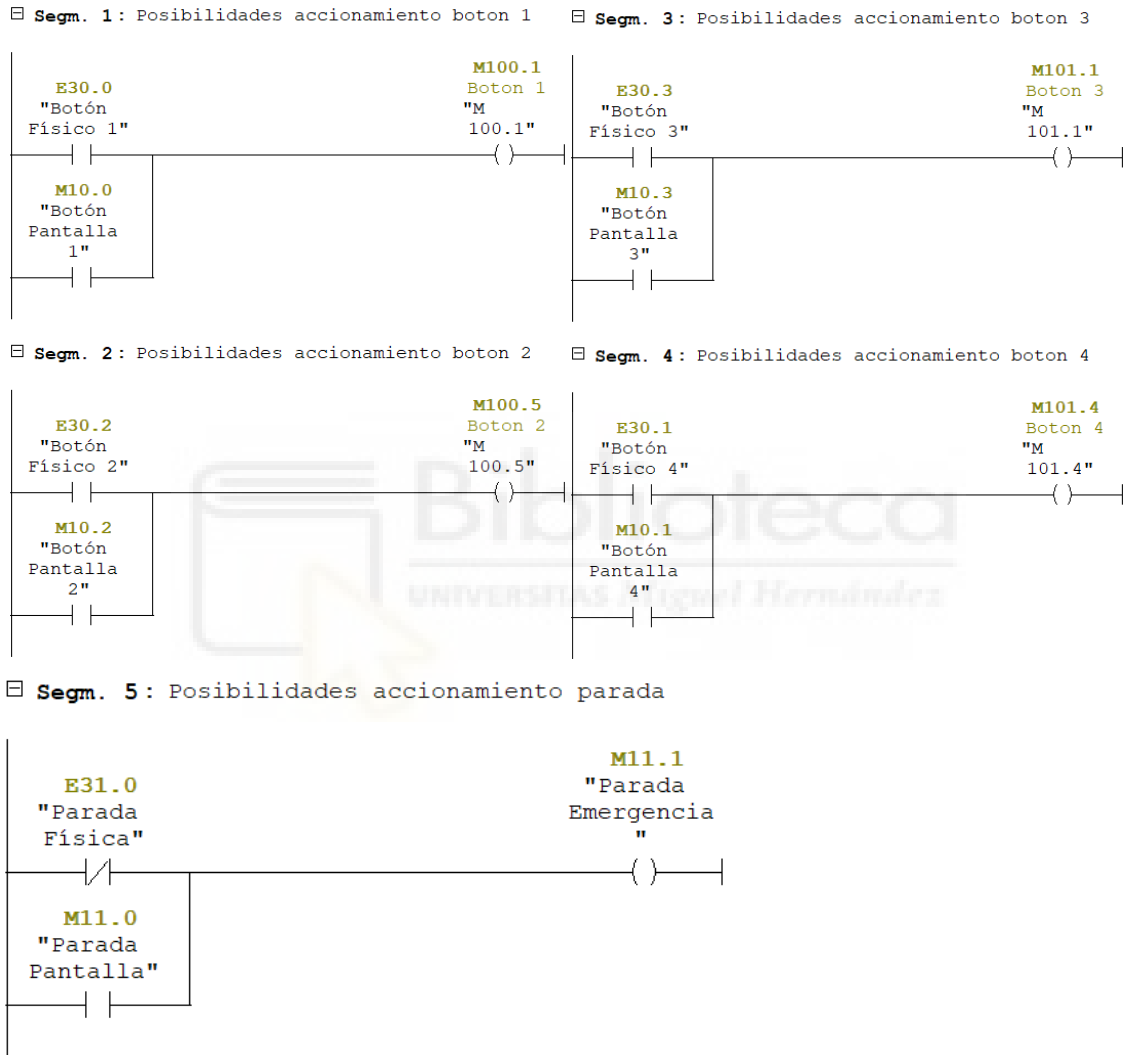
El código se ha estructurado de tal manera que se diferencian dos casuísticas

- Solo se ha pulsado un botón con un botón con una repetición
- Se han pulsado varios botones o se ha pulsado un botón antes de completarse el tiempo de ciclo del primer botón

Los 5 primeros segmentos del código sirven para las dos casuísticas y engloban las posibilidades de accionamiento de cada botón y la seta de emergencia.

1.7.3.1 Posibilidades de accionamiento

Los 5 primeros segmentos se han destinado a las posibilidades existentes para el accionamiento de los distintos botones y la seta de emergencia. Con el objetivo de no atacar directamente a la variable para evitar fallos posteriores, se ha asignado una entrada para cada botón físico y una marca para cada botón mostrado en el HMI.

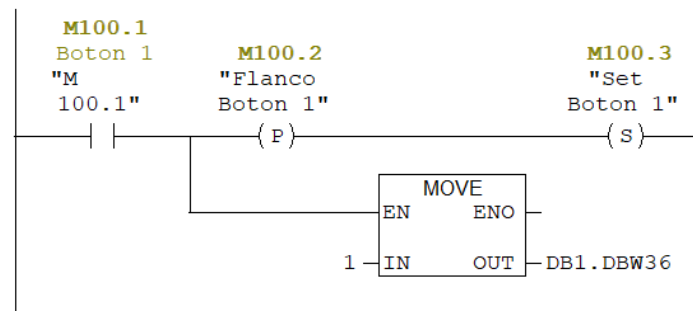


64 - Código. Segmentos 1-5

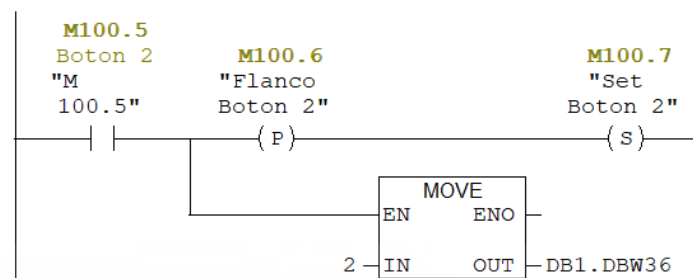
De esta forma, cada botón físico tiene asignada su entrada correspondiente con la dirección configurada en el software y cada botón digital tiene asociada la marca asignada en la tabla de variables en TIA Portal. Ambas entradas, accionan las marcas de botones y seta de emergencia con la que realmente se trabaja en el programa.

1.7.3.2 Acciones de los botones

Segm. 6: Acciones Botón 1

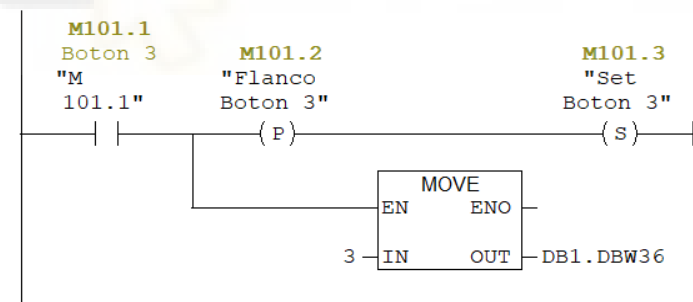


Segm. 7: Acciones Botón 2

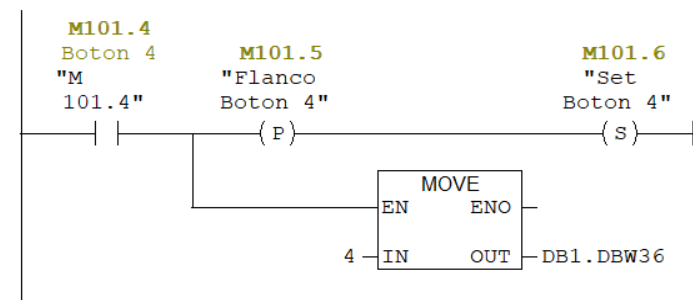


65 - Código. Segmentos 6 y 7

Segm. 8: Acciones Botón 3



Segm. 9: Acciones Botón 4



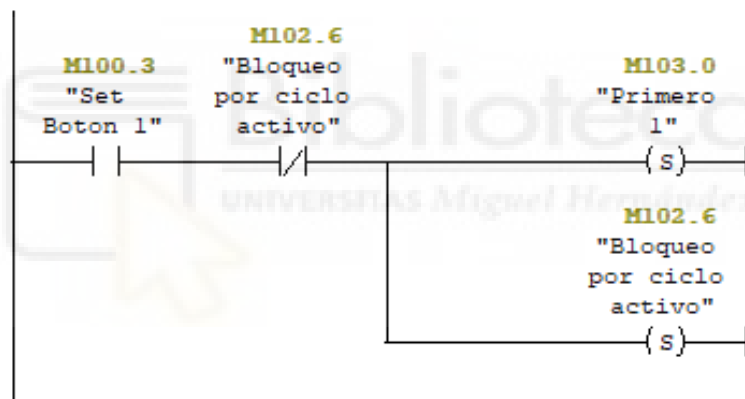
66 - Código. Segmentos 8 y 9

Estos cuatro primeros segmentos representan las acciones correspondientes a los 4 botones de planta. Al pulsar cualquiera de ellos, la señal queda guardada en un set para que, aunque dejemos pulsado el botón, no se vuelva a activar el set del botón al acabar la solicitud

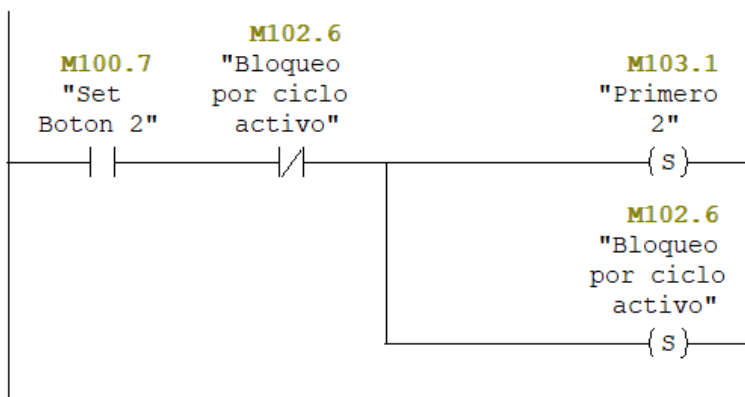
Por otro lado, cada vez que pulsamos un botón, el bloque de datos DB1.DBW36 almacena el último número de botón al que se le haya dado. Este bloque de datos va a ser el bloque de datos que marca el destino o la planta a la que se desea ir y que, como se mostrará en segmentos posteriores, participa en la determinación del movimiento ascendente o descendente del montacargas.

1.7.3.3 Controladores primera casuística

Segm. 10 : Controlador Boton 1

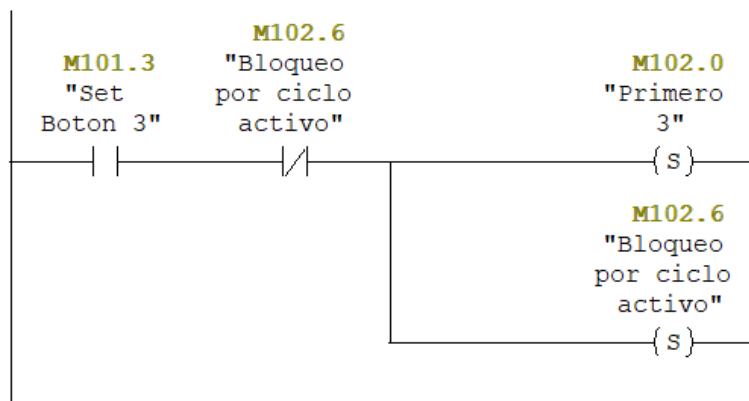


Segm. 11 : Controlador Boton 2

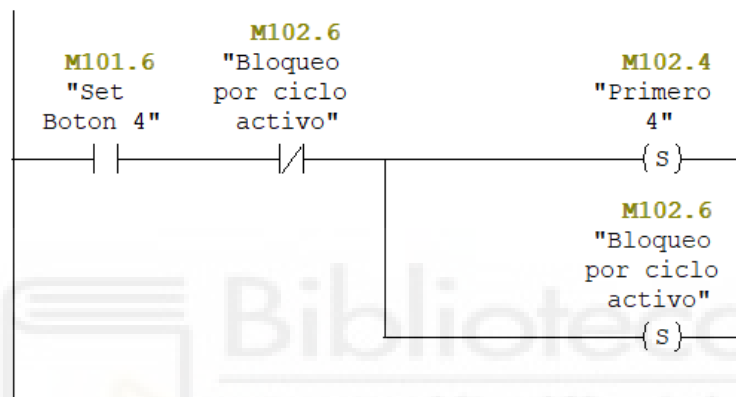


67 - Código. Segmentos 10 y 11

Segm. 12 : Controlador Boton 3



Segm. 13 : Controlador Boton 4



68 - Código. Segmentos 12 y 13

Los cuatro segmentos mostrados, están destinados a evitar el solapamiento de los diferentes botones. En esta primera casuística, las marcas que confirman a que planta es a la que hay que ir, son “Primero X”. Para evitar el solapamiento, cada controlador dispone de un set (Bloqueo por ciclo activo) que acciona un contacto normalmente cerrado en todos los segmentos.

Como se ha mencionado anteriormente, en la primera casuística solo le damos a un botón por lo que dicho botón tiene que producir un bloqueo en los demás controladores. Al pulsar cualquier botón el bloqueo se activa impidiendo que, al pulsar cualquier otro botón se active su set de “Primero x” ya que no sería coherente con la casuística dada. Este bloqueo, como veremos más adelante, se resetea una vez finaliza el tiempo en el que el montacargas debe estar en la planta seleccionada exceptuando el caso en el que le hayamos dado a otro botón, caso en el que el bloqueo seguirá estando activo.

1.7.3.4 Secuencia de operaciones

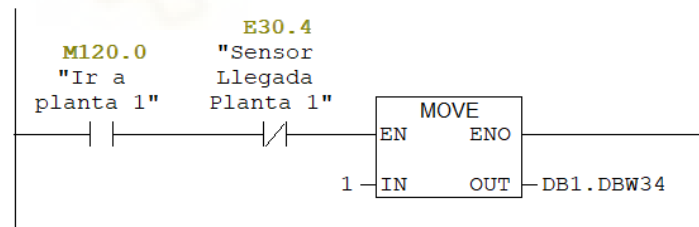
En los segmentos 14, 16, 18 y 20, los dos casos que se pueden dar para ir a la planta seleccionada se juntan en uno. Esta marca, “Ir a la planta X”, es la que realmente activa la señal.

En los segmentos 15,17,19 y 21, se utiliza la marca mencionada anteriormente junto con el sensor de llegada a la planta seleccionada para pasar al bloque de datos DB1.DBW34, el número correspondiente a la planta. Este bloque de datos, representa la planta en la que nos situamos y será clave para que, al tener otra solicitud, saber si el montacargas debe ascender o descender como se mostrará posteriormente

☐ **Segm. 14:** Voy a planta 1



☐ **Segm. 15:** Estoy en Planta 1

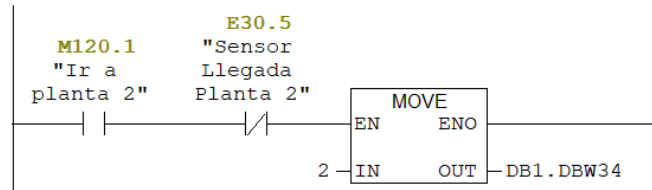


69 - Código. Segmentos 14 y 15

☐ **Segm. 16:** Voy a Planta 2



☐ **Segm. 17:** Estoy en Planta 2

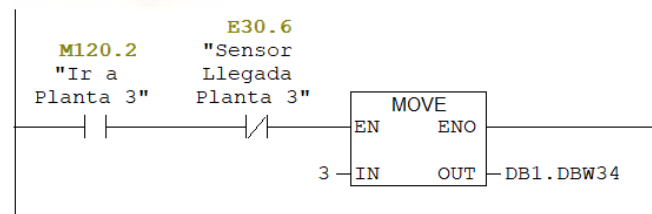


70 - Código. Segmentos 16 y 17

☐ **Segm. 18:** Voy a Planta 3



☐ **Segm. 19:** Estoy en Planta 3

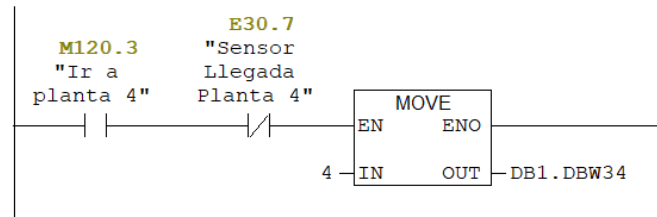


71 - Código. Segmentos 18 y 19

☐ **Segm. 20** : Voy a planta 4



☐ **Segm. 21** : Estoy en planta 4



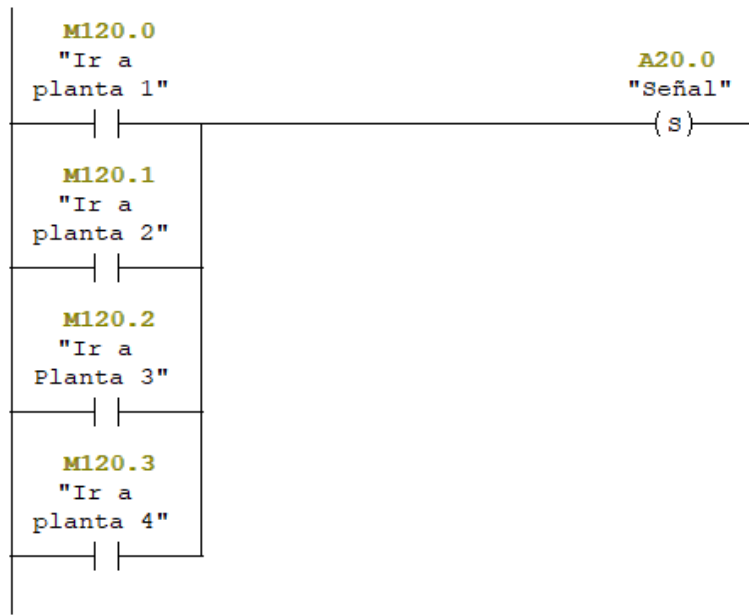
72 - Código. Segmentos 20 y 21

Los sensores dispuestos en cada una de las plantas están asignados como contactos normalmente cerrados porque al estar el espejo de las fotocélulas en la plataforma del montacargas, la señal del sensor va a estar siempre en estado 1 excepto cuando el haz refleja en el espejo. Cuando esto sucede, el montacargas estará en la planta seleccionada y la señal pasará a estar en estado 0. Esto, junto con la orden de ir a dicha planta, hace que el bloque de datos adquiera la información de que el ascensor ya está en la planta deseada

1.7.3.5 Entradas

En este segmento, las marcas que engloban las dos casuísticas para cada botón, se colocan en paralelo para activar el set de la señal, que provocará la activación de la luz de la botonera indicando que el ascensor está en movimiento.

Segm. 22 : Señal

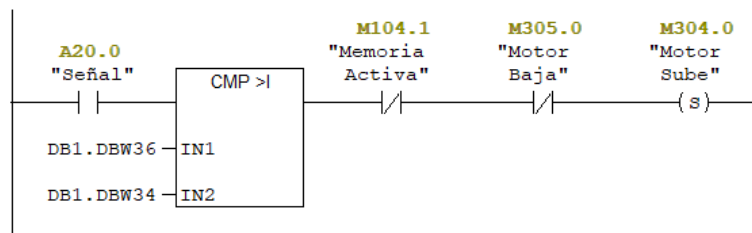


73 - Código. Segmento 22

1.7.3.6 Accionamiento del motor

En estos segmentos, se comparan los dos bloques de datos. Si el bloque de datos que marca el destino es mayor al bloque de datos que marca la planta en la que nos situamos, la señal pasa por el segmento 23 y, siempre que no esté activa la memoria ni la acción de movimiento contrario al deseado, se activa el set de “Motor sube”. En el caso contrario, si el destino es menor que la planta en la que nos situamos se activa el set de “Motor baja”. Si se pulsa la misma planta en la que nos encontramos en un determinado momento el motor permanece constante. Al igual que antes, para no atacar directamente a la variable, utilizamos una marca intermedia que activa la entrada asignada en el hardware.

Segm. 23 : Motor Sube

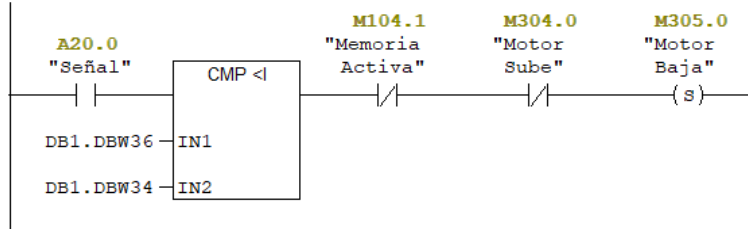


74 - Código. Segmento 23

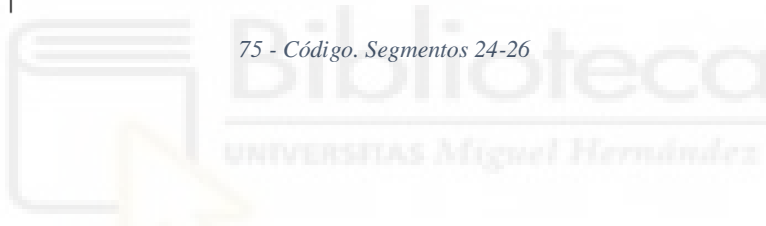
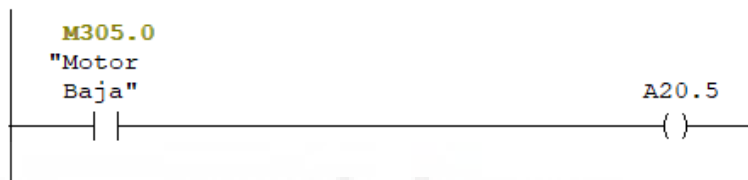
☐ Segm. 24 : Motor Sube



☐ Segm. 25 : Motor Baja



☐ Segm. 26 : Título:



1.7.3.7 Salida

Al igual que se ha procedido para pasar la señal al bloque de datos que representa la planta en la que nos situamos, se procede de la misma manera para hacer los reset. En este segmento entran los reset de toda la primera y segunda casuística.

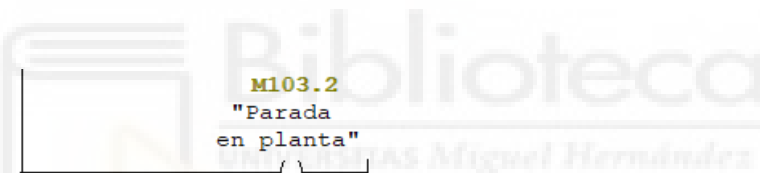
Por otro lado, la seta de emergencia ataca a este segmento. Todos los sets que determinan las acciones se resetean este segmento por lo que, al activarse la marca de la parada de emergencia, todo se resetea esperando una nueva solicitud.

Además, este segmento activa el tiempo de parada en planta que es el tiempo que tiene que permanecer el montacargas antes de empezar la siguiente solicitud en el caso de que haya una nueva solicitud.

Segm. 27 : Salida

M120.0 "Ir a planta 1"	E30.4 "Sensor Llegada Planta 1"	A20.0 "Señal"
/	/	(R)
M120.1 "Ir a planta 2"	E30.5 "Sensor Llegada Planta 2"	M100.3 "Set Boton 1"
/	/	(R)
M120.2 "Ir a Planta 3"	E30.6 "Sensor Llegada Planta 3"	M100.7 "Set Boton 2"
/	/	(R)
M120.3 "Ir a planta 4"	E30.7 "Sensor Llegada Planta 4"	M101.3 "Set Boton 3"
/	/	(R)
M11.1 "Parada Emergencia "		M101.6 "Set Boton 4"
/	/	(R)

76 - Código. Segmento 27 (1)



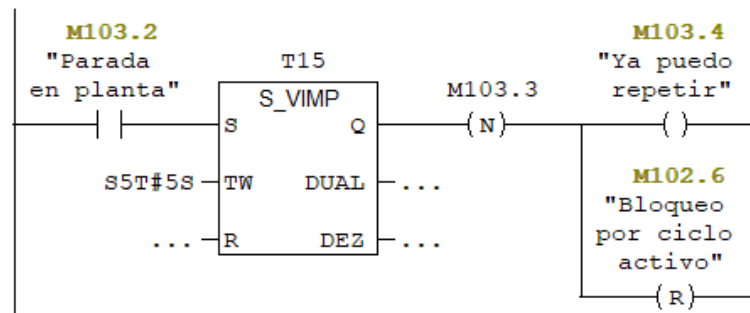
M103.2 "Parada en planta"		
()		
M103.0 "Primero 1"		M104.3 "Repetir 2"
(R)		(R)
M103.1 "Primero 2"		M104.4 "Repetir 3"
(R)		(R)
M102.0 "Primero 3"		M104.5 "Repetir 4"
(R)		(R)
M102.4 "Primero 4"		M304.0 "Motor Sube"
(R)		(R)
M104.2 "Repetir 1"		M305.0 "Motor Baja"
(R)		(R)

77 - Código. Segmento 27 (2)

1.7.3.8 Parada en planta

Una vez está reseteada la señal, el montacargas mantiene un tiempo de para en planta entre una solicitud y otra. La activación de este tiempo de apagado se inicia mediante una bobina visible en el segmento anterior (Tiempo de apagado [M103.2]). Esta marca, inicia el siguiente segmento.

☐ Segm. 28 : Tiempo de permanencia en planta



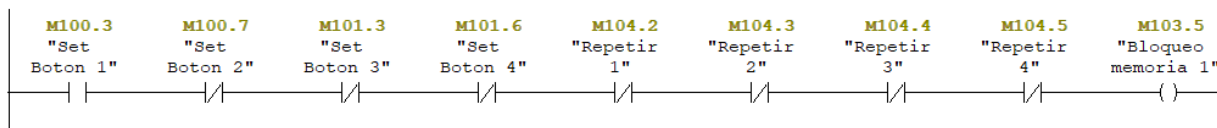
78 - Código. Segmento 28

Tras la activación de la marca mencionada anteriormente, se inicia el contador del desfase. La marca de “Parada en planta” está solo activa en un periodo de tiempo muy corto de tiempo, pero este tipo de contador mantiene el contaje dejando pasar la señal aunque la señal previa ya se haya desactivado. Cuando este se desactiva, el flanco negativo [M103.3], deja pasar la señal activando una señal que indica que ya podemos repetir el inicio de la señal y reseteamos el ciclo activo descrito en los segmentos 10,11,12 y 13.

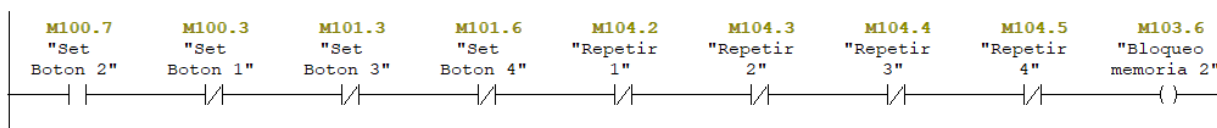
A partir de este segmento, comenzamos a trabajar con la segunda casuística, válida para el caso en el que hayamos pulsado un segundo botón antes de que se complete todo el ciclo del primer botón. La memoria del montacargas debe ser estrictamente desactivada en todos los casos en los que solo hemos pulsado un botón en todo el ciclo. Para ello, destinamos 4 segmentos al control de esta.

1.7.3.9 Bloqueos de la memoria

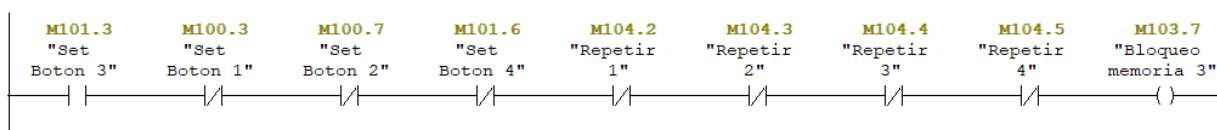
☐ Segm. 29: Bloqueo de memoria por botón 1



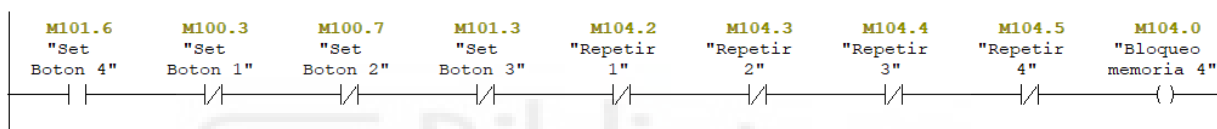
☐ Segm. 30: Bloqueo de memoria por botón 2



☐ Segm. 31: Bloqueo de memoria por botón 3



☐ Segm. 32: Bloqueo de memoria por botón 4



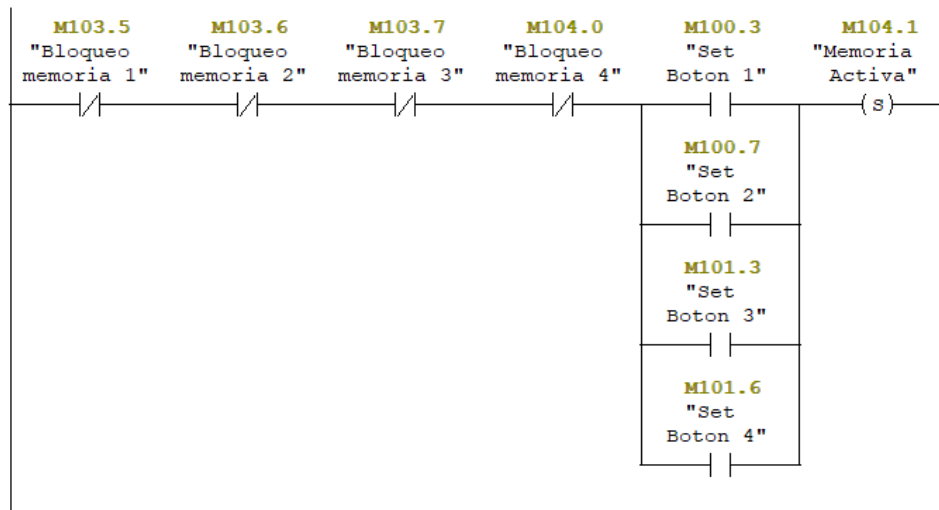
79 - Código. Segmentos 29-32

Estos cuatro segmentos valoran todas las posibilidades de solo haber pulsado un botón. En cualquiera de los casos de haber pulsado un solo botón se activa un bloqueo que impide que la memoria se active como se verá en el siguiente segmento. Estos segmentos actúan a la inversa que los controladores de la primera casuística, evitando así que se active una solicitud por las dos casuísticas.

1.7.3.10 Activación de la memoria

Una vez conocemos las condiciones en las que la memoria debe estar bloqueada, ya podemos formar el segmento que muestra la activación de esta.

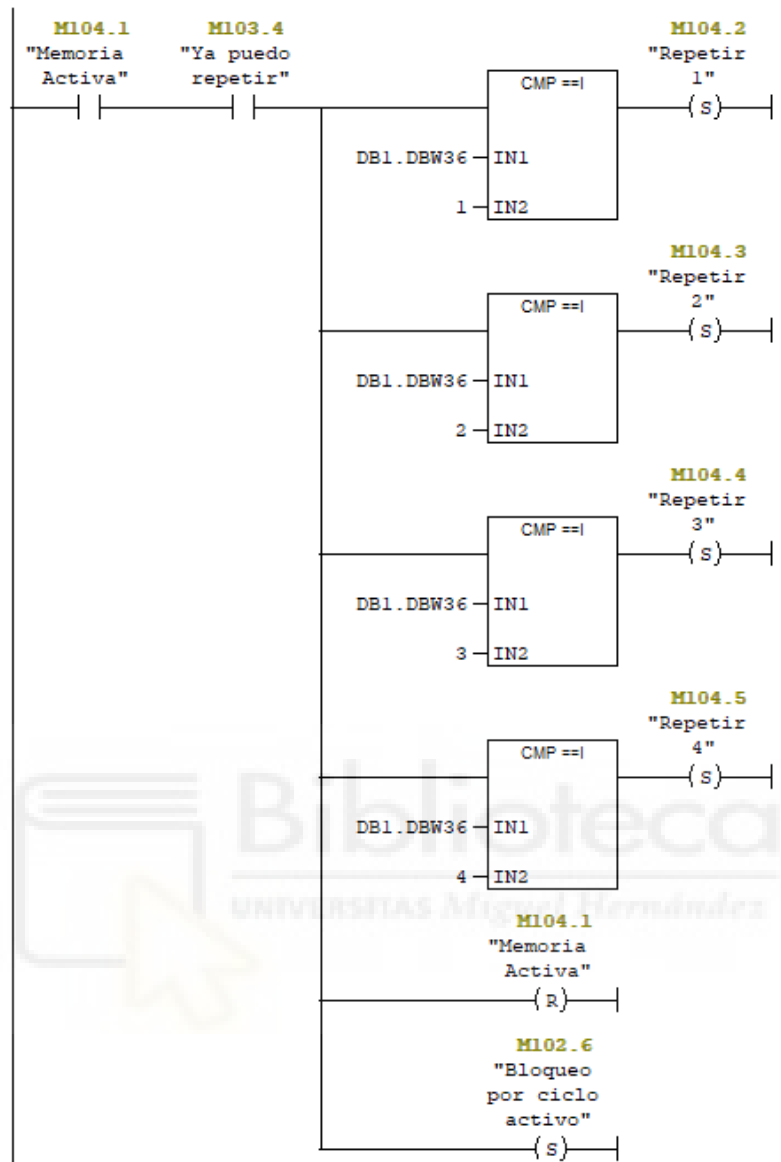
Segm. 33 : Memoria de la botonera



80 - Código. Segmento 33

Sabiendo que se cumplen las condiciones para que la memoria esté activa y el tiempo de desfase se ha cumplido, ya podemos repetir la activación de la salida. El bloque de datos de destino, ha almacenado el último botón que se ha pulsado mientras la señal estaba activa por lo que lo que vamos a comparar el número que ha almacenado para saber cuál es el botón que se va a accionar una vez se apague la señal y se complete el tiempo de desfase:

Segm. 34 : Memoria de la botonera

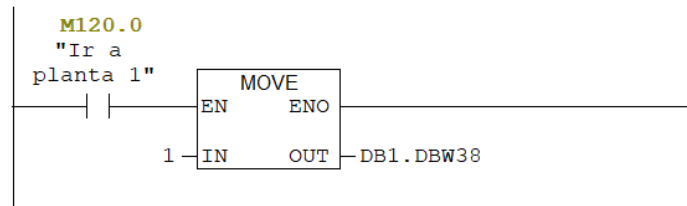


81 - Código. Segmento 34

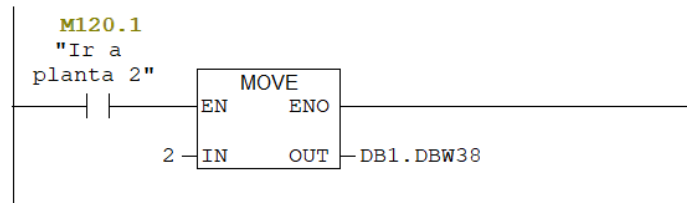
1.7.3.11 Variable destino ascensor

Para el segundo display de la interfaz del HMI no se dispone de ningún bloque de datos que guarde la secuencia de solicitudes. El bloque de datos DB1.DBW36 almacena el último botón que se ha pulsado que servirá para compararlo en la memoria y saber qué número se debe repetir si es que se debe repetir pero no muestra las solicitudes en orden. Es por ello que, es necesario crear otro bloque de datos que muestre una primera solicitud y al acabar, si se ha generado otra solicitud, muestre esta última. El bloque de datos creado es el DB1.DBW38 y se activa con los siguientes segmentos.

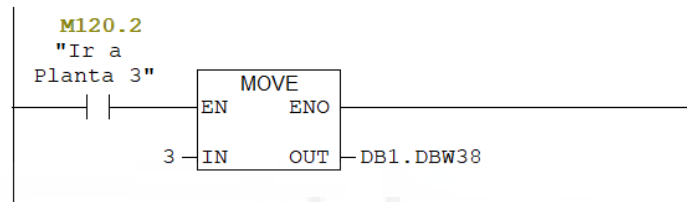
☐ **Segm. 35** : Título:



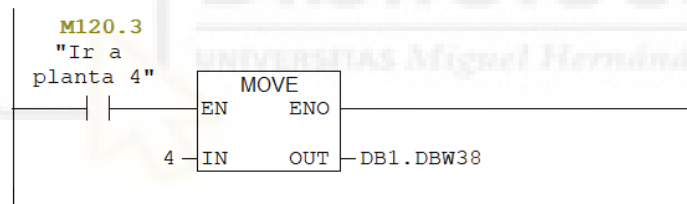
☐ **Segm. 36** : Título:



☐ **Segm. 37** : Título:



☐ **Segm. 38** : Título:



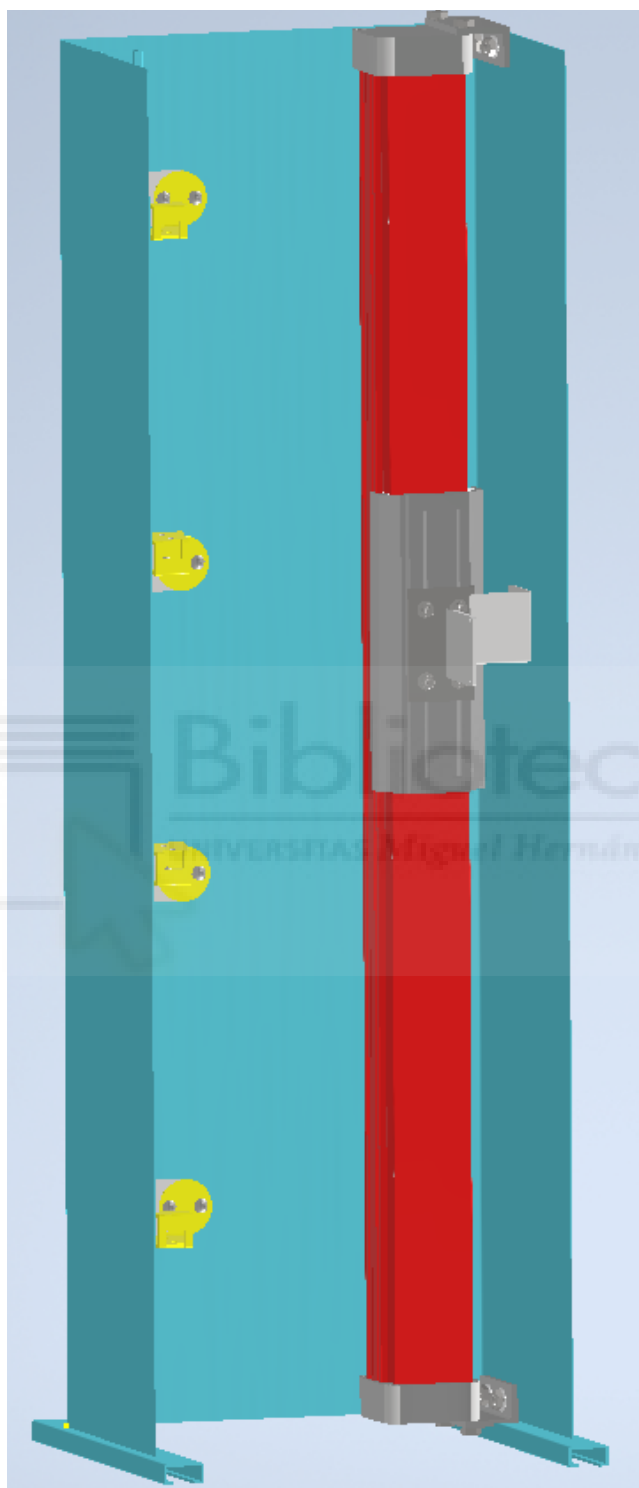
1.8 CONCLUSIONES Y TRABAJOS FUTUROS

Este equipo de elevación permite aumentar la productividad dentro de la fábrica. El almacenamiento de las solicitudes permite al operario realizar tareas simultáneas al funcionamiento del montacargas y así poder eliminar un cuello de botella previamente identificado en la producción. Este tipo de autómatas permiten dar solución a distintas tareas que resultan repetitivas y así liberar al operario de estas.

Como posibles mejoras, se podría destacar la implantación de ciertos elementos para la seguridad en el funcionamiento del montacargas. El uso de puertas con sensores bloquearía el montacargas en caso de que un operario esté manipulando el contenido del montacargas en una planta al haber finalizado el tiempo de permanencia en dicha planta y así evitar accidentes durante su uso. Otra posible mejora sería la adición de señales luminosas en cada planta que señalicen la proximidad del montacargas para que los operarios estén preparados para su llegada y así aumentar la productividad. Además, en caso de que fuera necesario, se podría modificar el código para que pueda almacenar más solicitudes y poder dar más autonomía al montacargas.

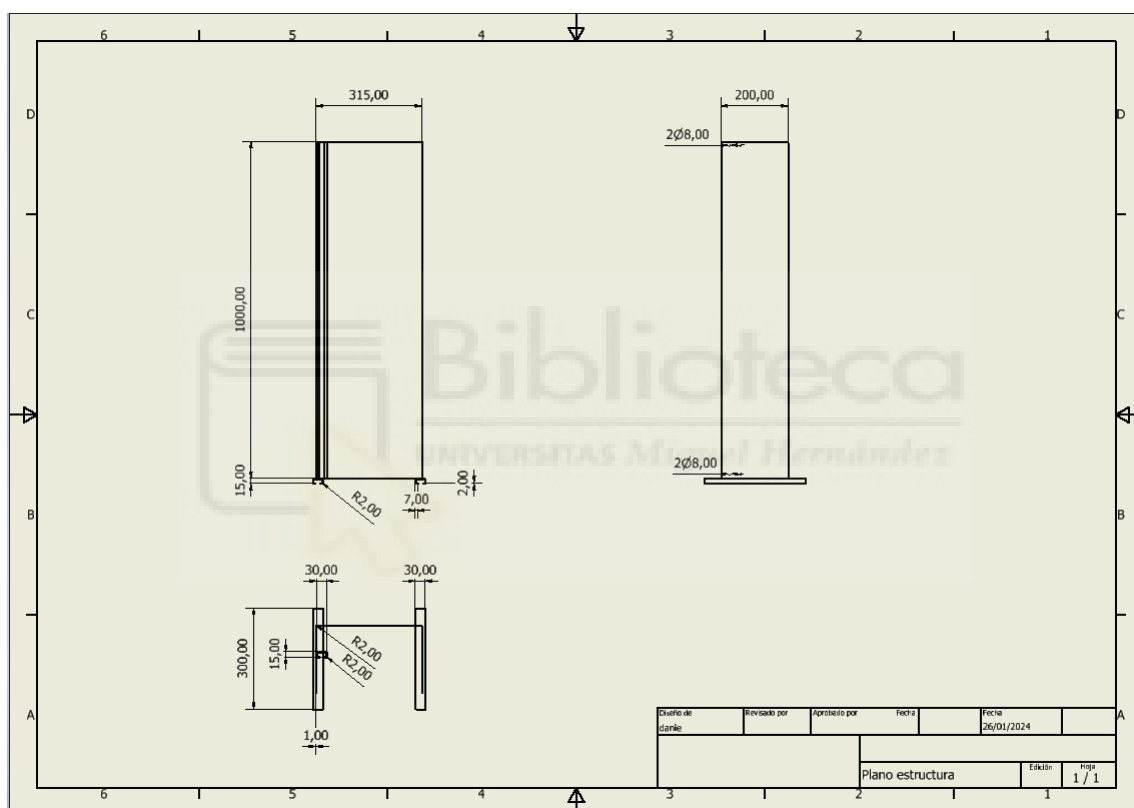
Como ampliación al montacargas, esta misma dinámica de automatización se puede aplicar en cada planta del ascensor, diseñando líneas de transporte de gavetas para el transporte del material que llega a cada planta a su destino final. En función de la clase de producto, el operario puede disponer de una botonera para elegir el destino del producto y así poder clasificarlo en distintos almacenes.

2. PLANOS



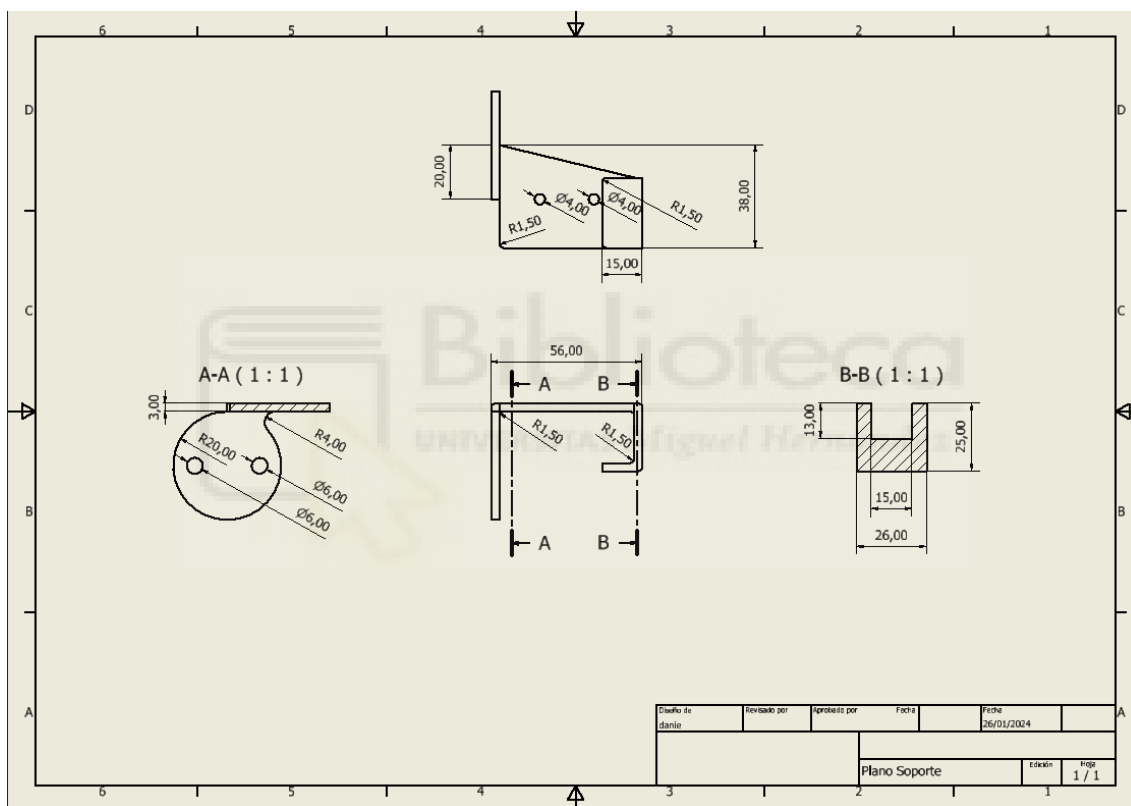
83 - Vista 3d maqueta

2.1 PLANO ESTRUCTURA METÁLICA



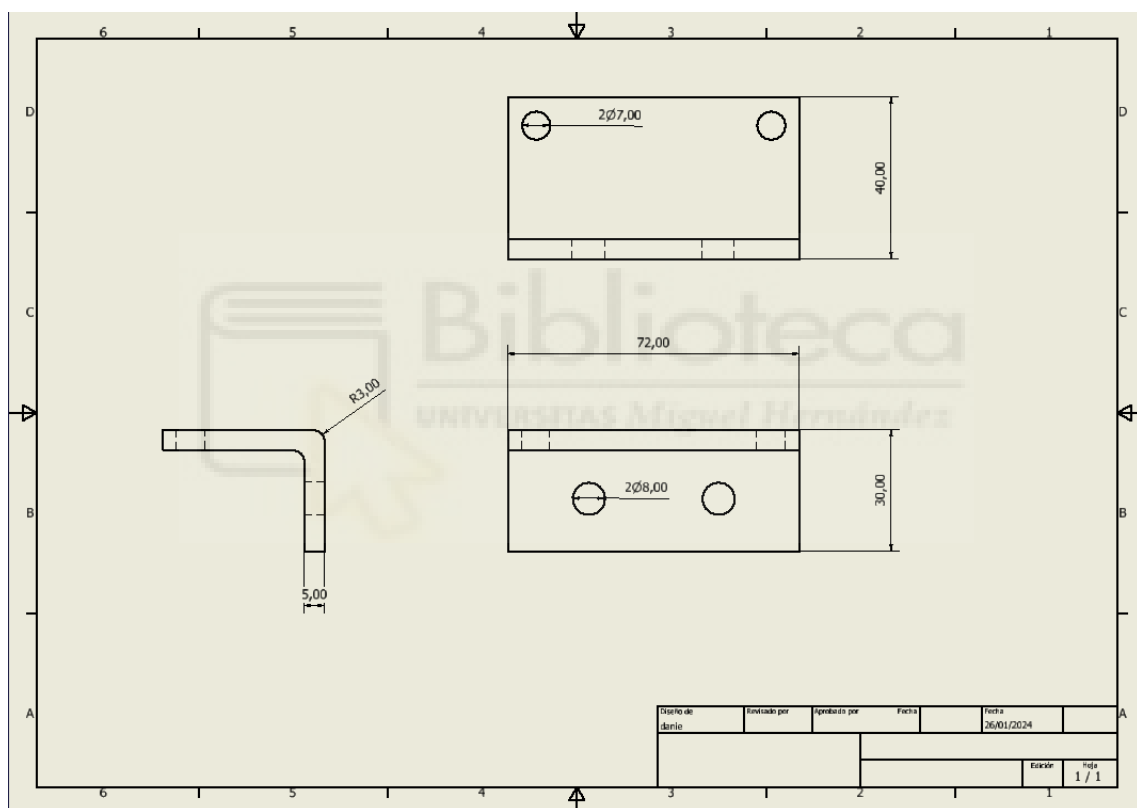
84 - Plano estructura metálica

2.2 PLANO SOPORTE FOTOCÉLULAS



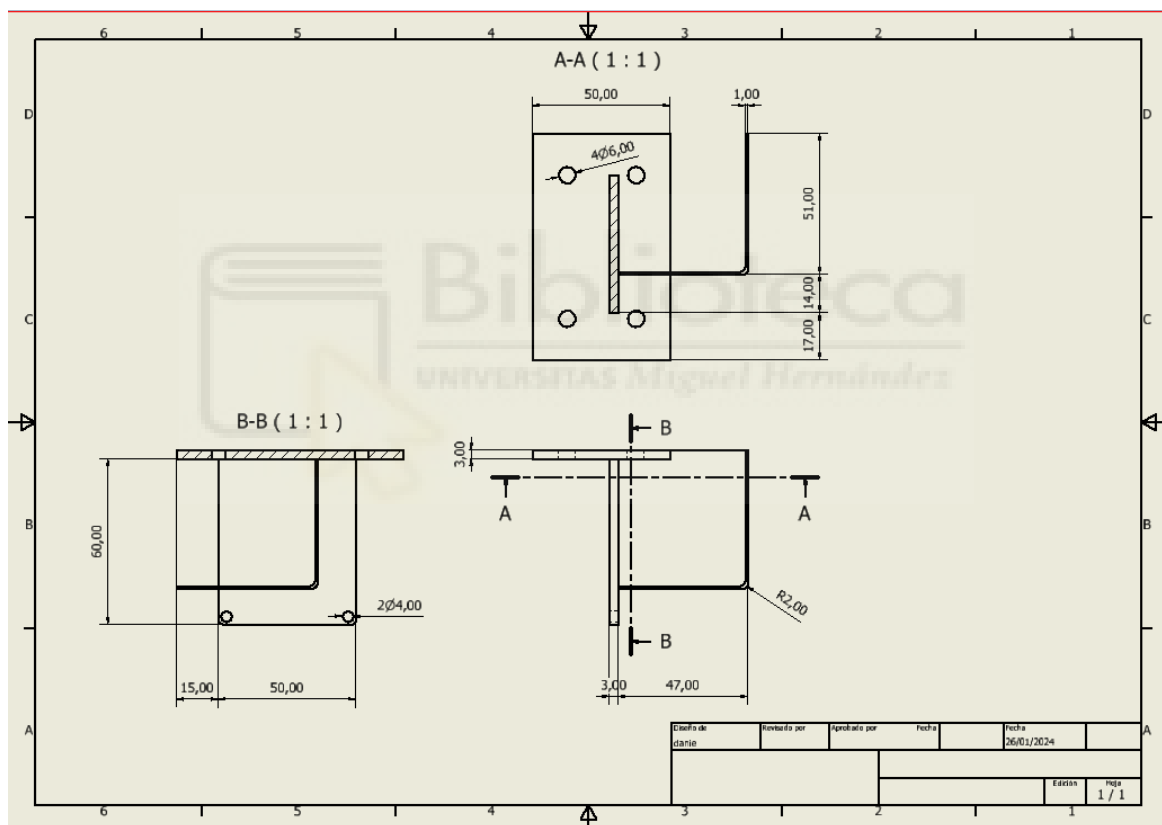
85 - Plano soporte fotocélulas

2.3 PLANO SOPORTE CILINDRO



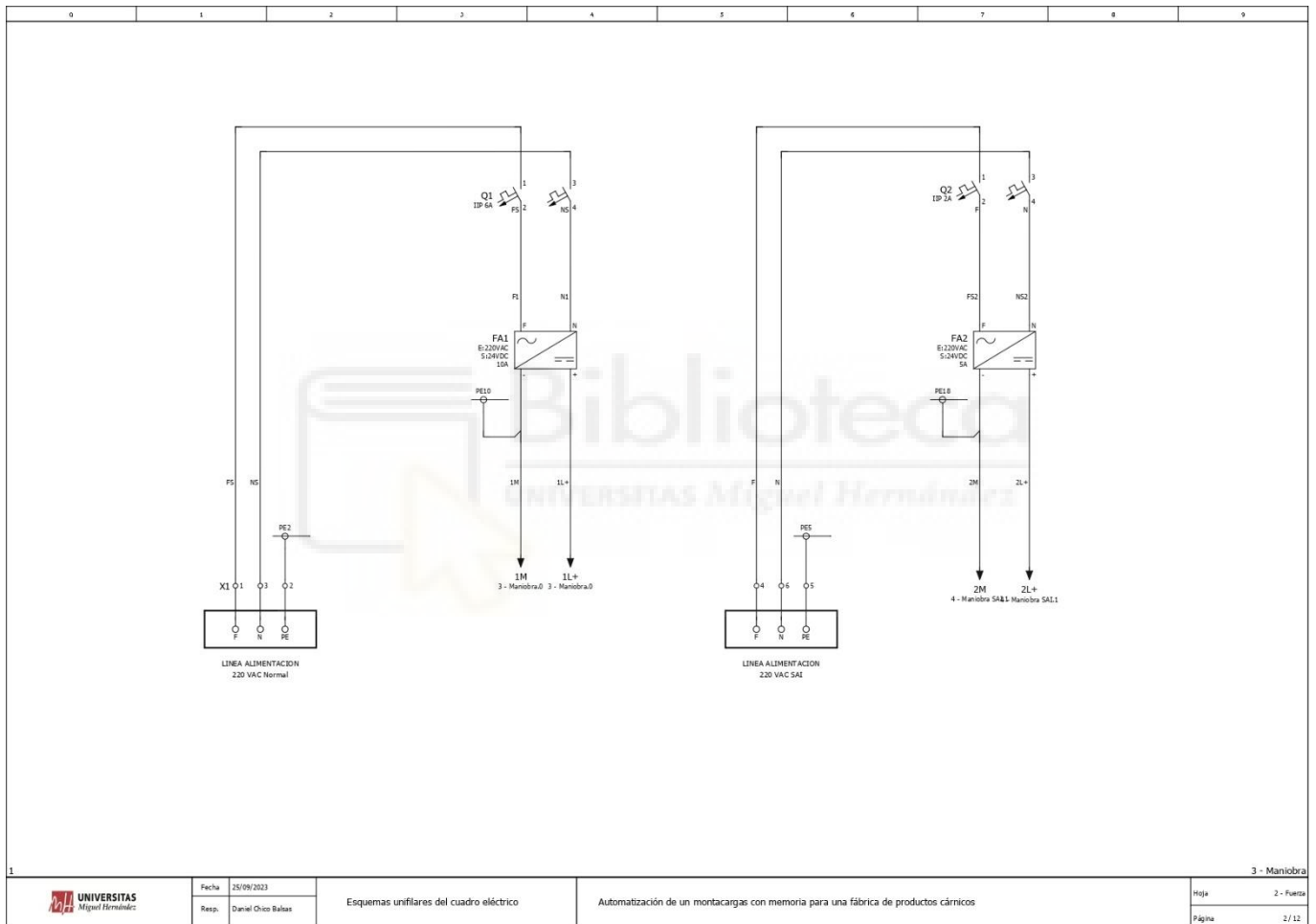
86 - Plano soporte cilindro

2.4 PLANO PLATAFORMA MONTACARGAS

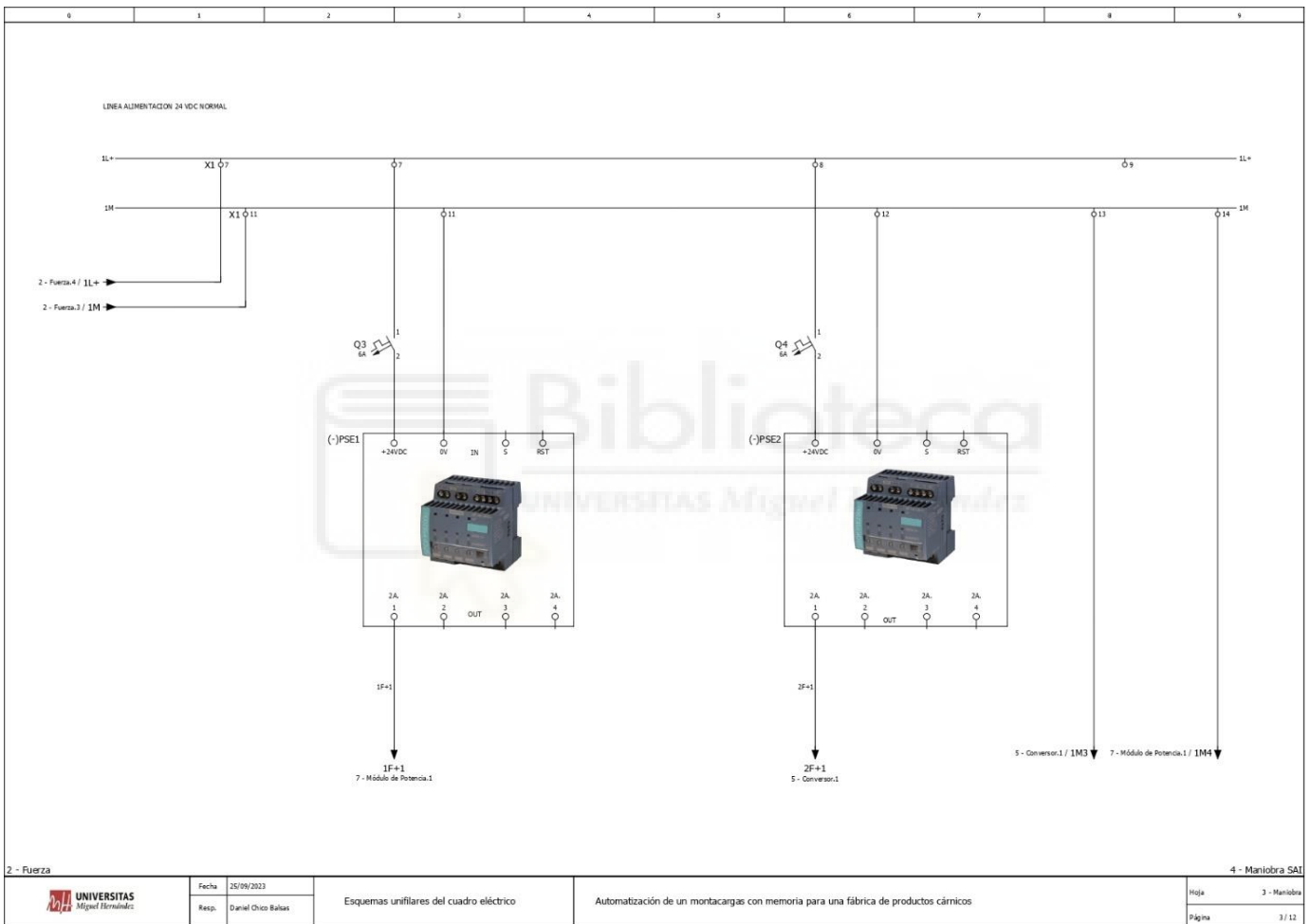


87 - Plano plataforma montacargas

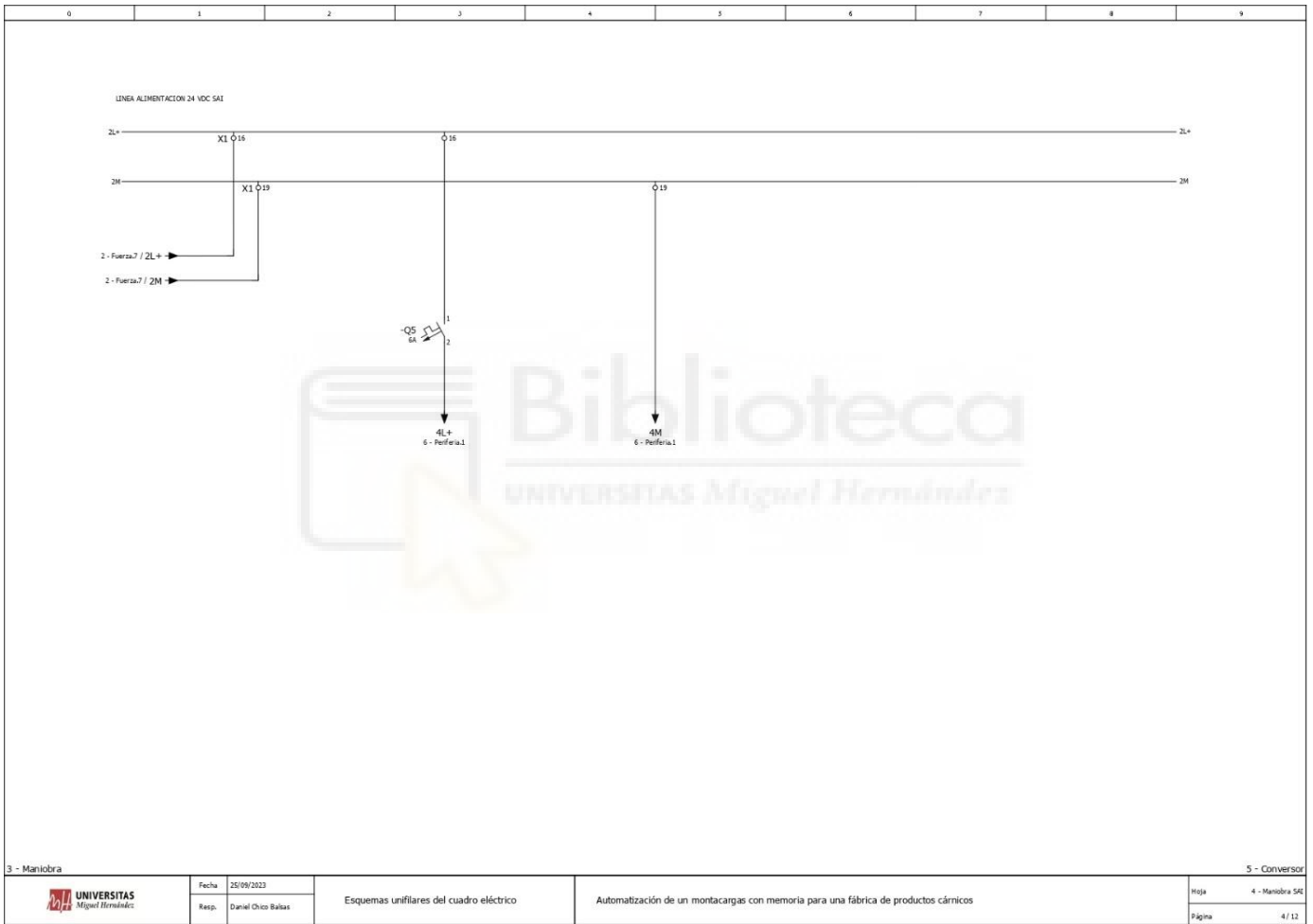
3. ESQUEMAS UNIFILARES



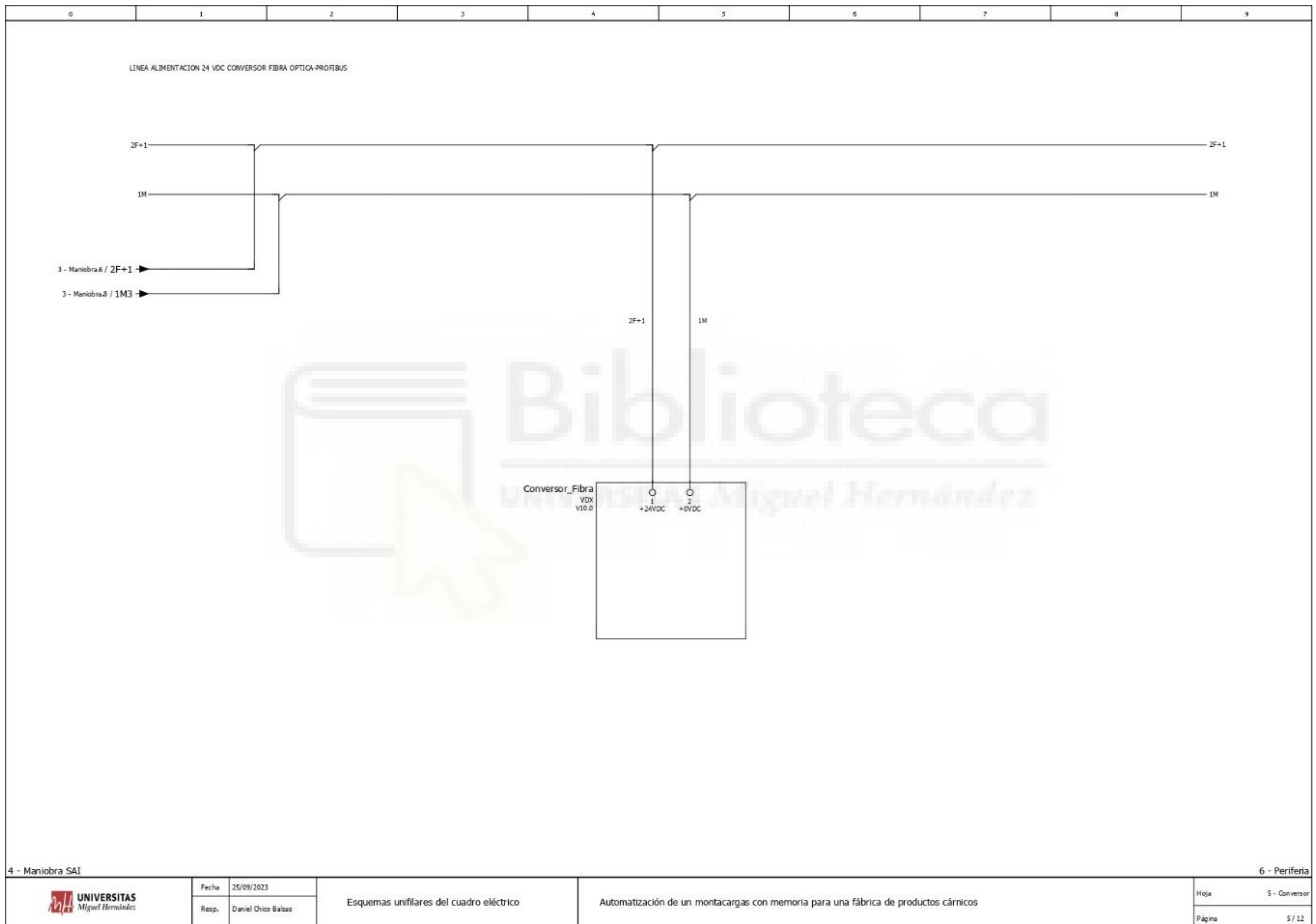
88 - Esquemas unifilares. 1



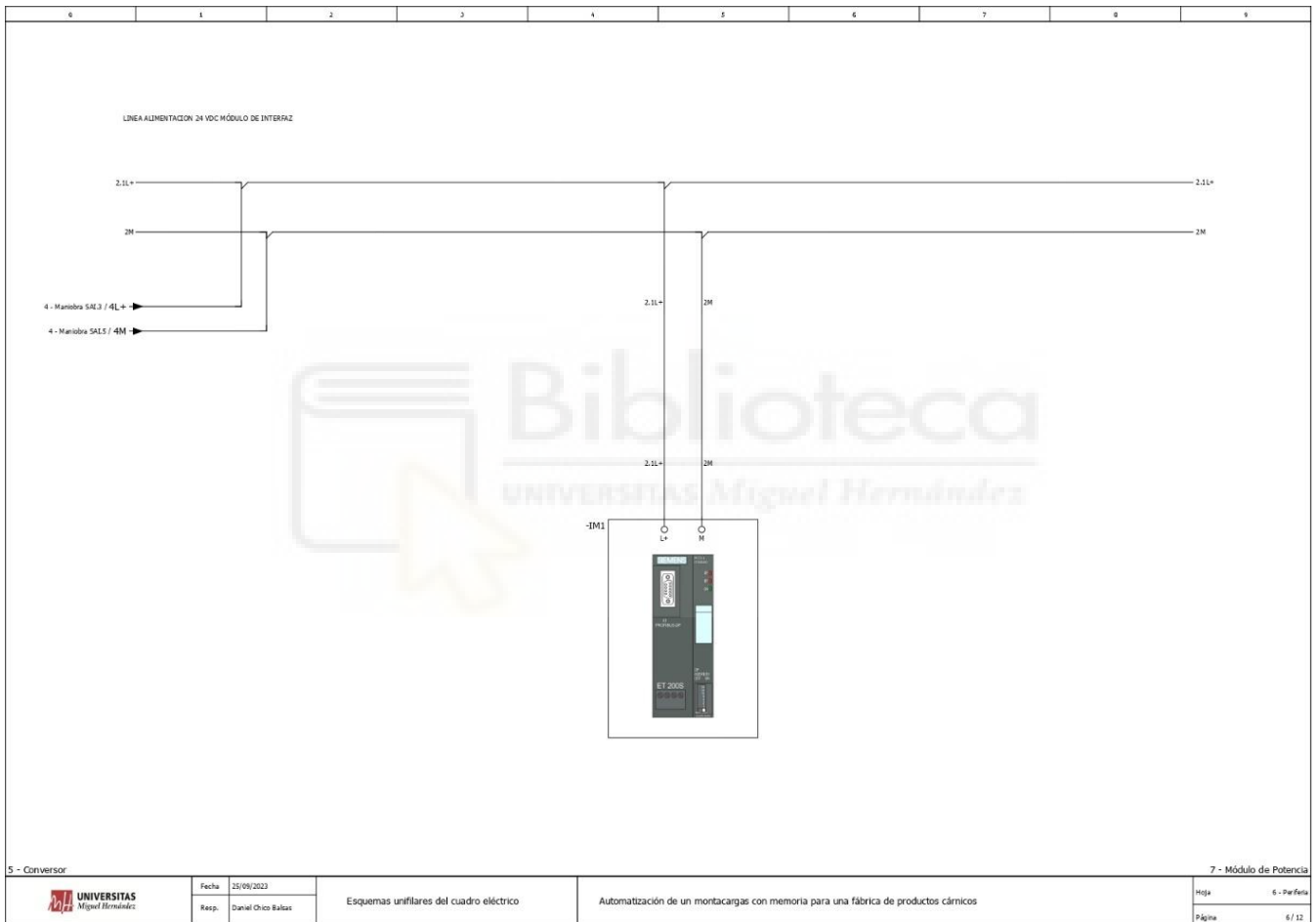
89 - Esquemas unifilares. 2



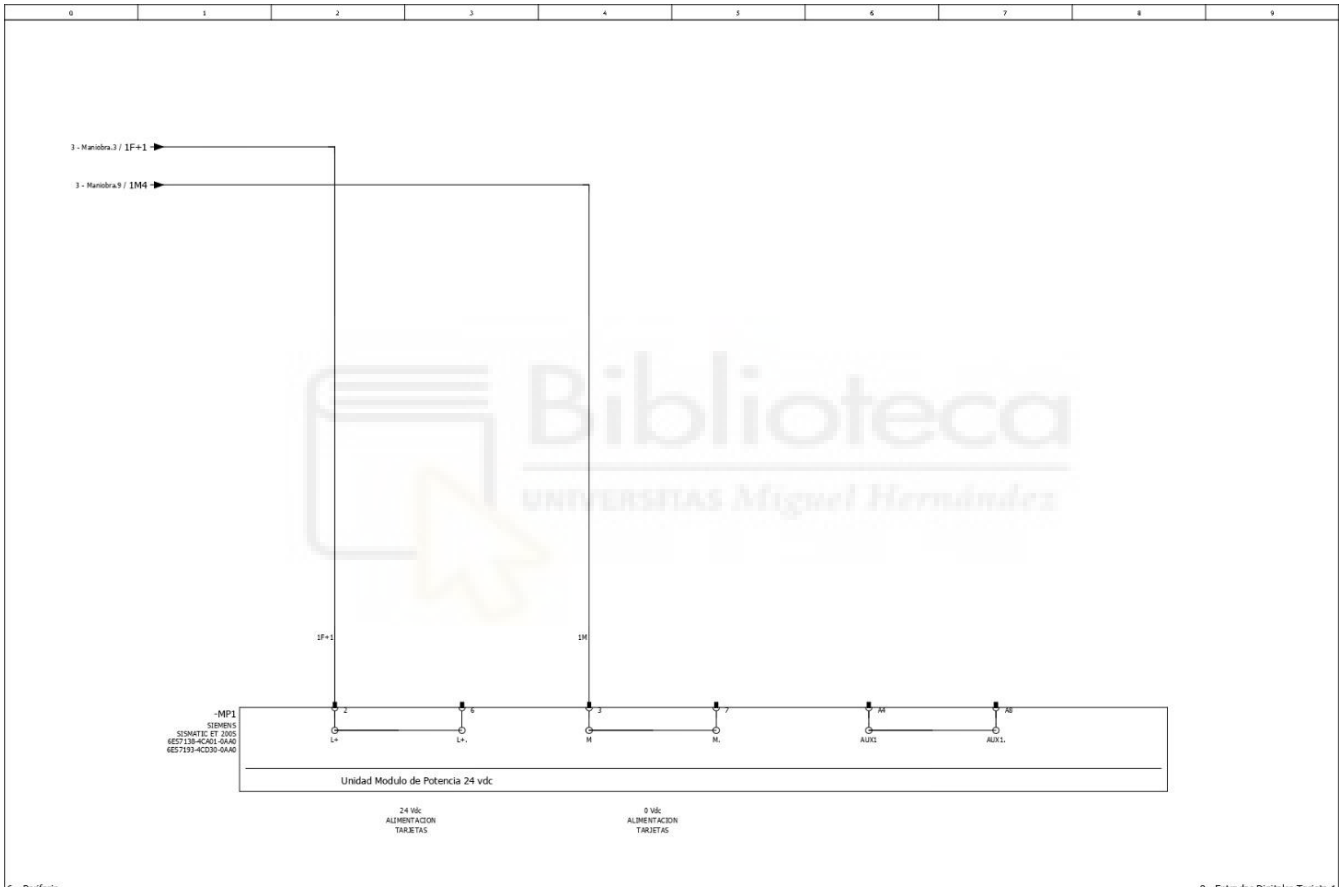
90 - Esquemas unifilares. 3




91 - Esquemas unifilares. 4

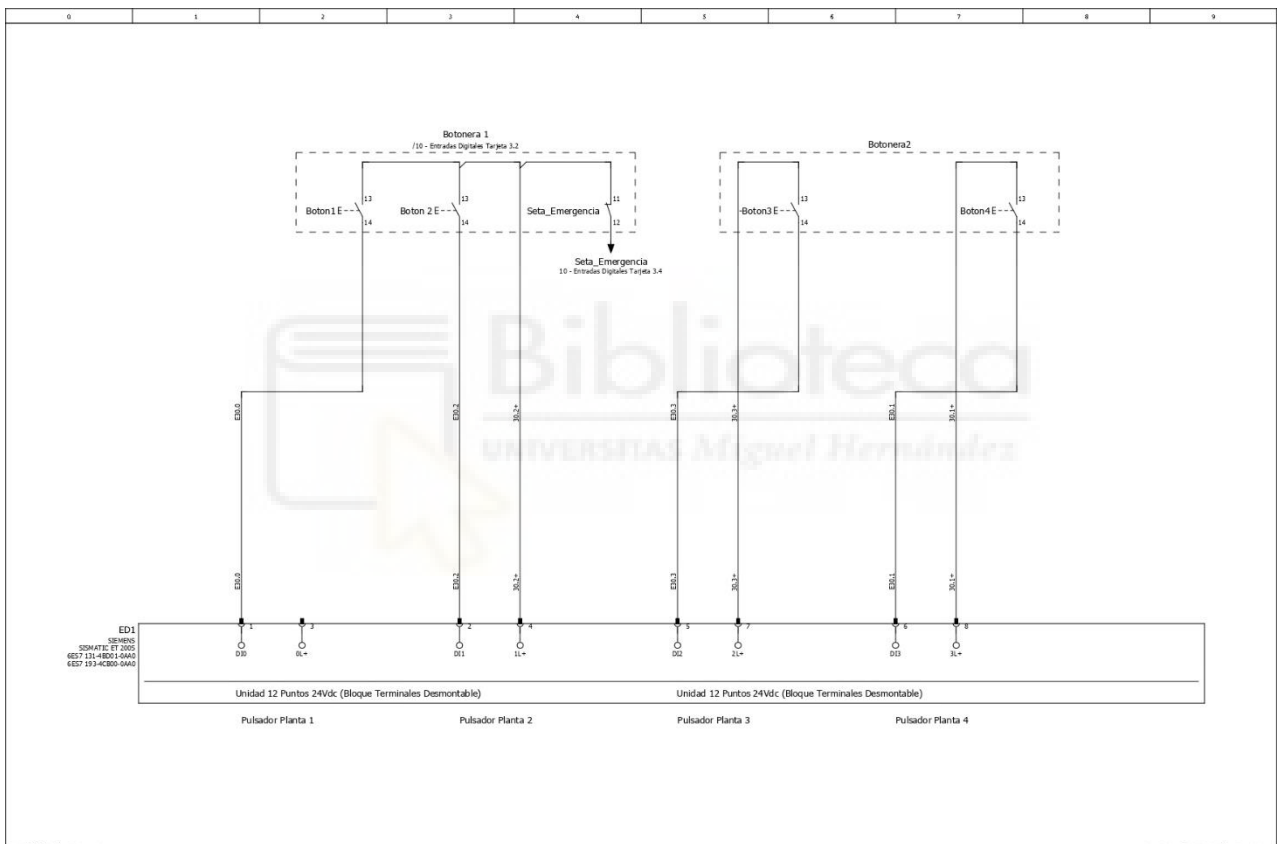


92 - Esquemas unifilares. 5

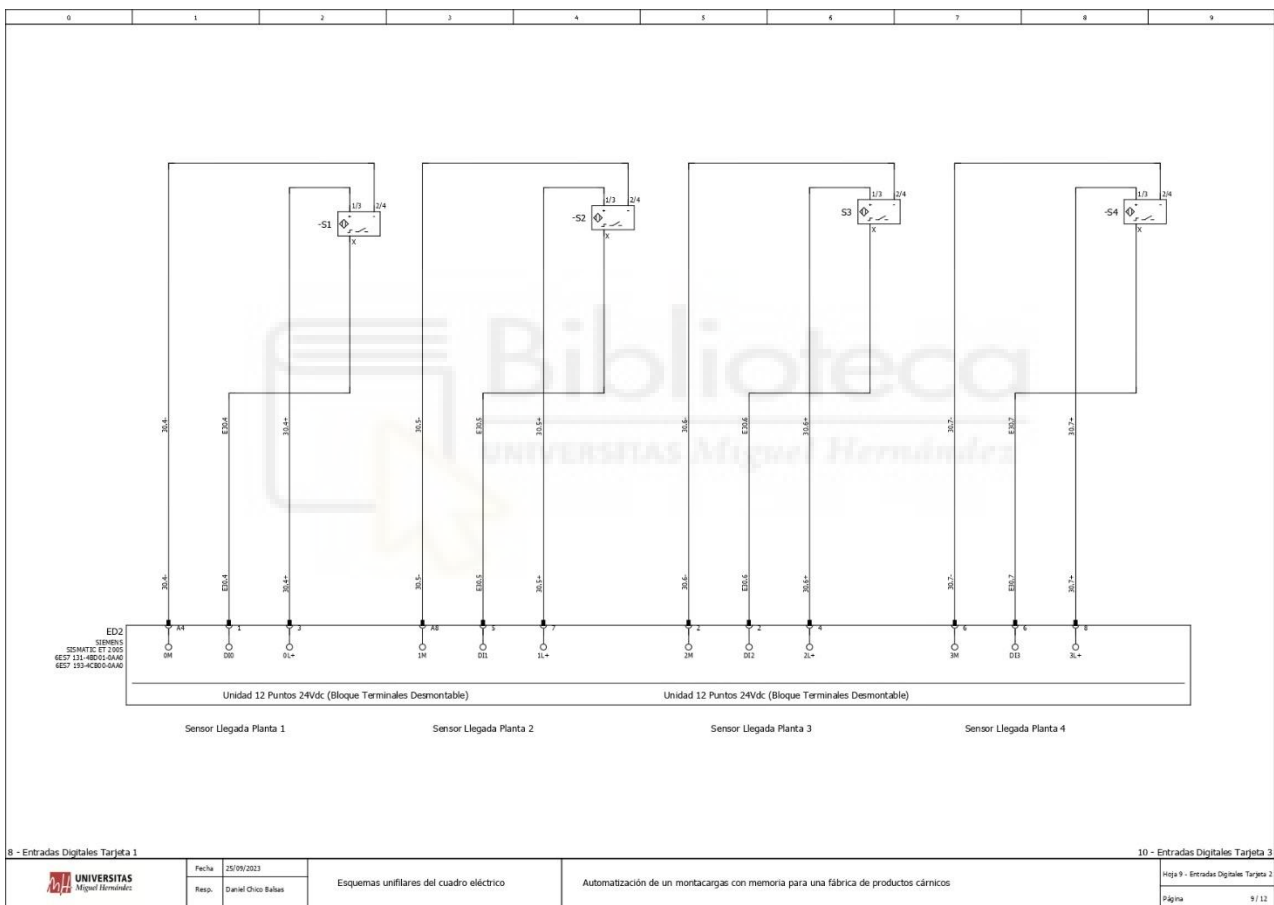


6 - Periferia 	Fecha: 25/09/2023 Resp.: Daniel Chico Balles	Esquemas unifilares del cuadro eléctrico	Automatización de un montacargas con memoria para una fábrica de productos cárnicos	8 - Entradas Digitales Tarjeta 1 Hoja: 7 - Módulo de Potencia Página: 7 / 12
--	---	--	---	--

93 - Esquemas unifilares. 6



7 - Módulo de Potencia				9 - Entradas Digitales Tarjeta 2	
	Fecha:	25/09/2023	Esquemas unifilares del cuadro eléctrico	Automatización de un montacargas con memoria para una fábrica de productos cárnicos	Hoja 9 - Entradas Digitales Tarjeta 1
	Resp.:	Daniel Chico Belas			Página



8 - Entradas Digitales Tarjeta 1

10 - Entradas Digitales Tarjeta 3

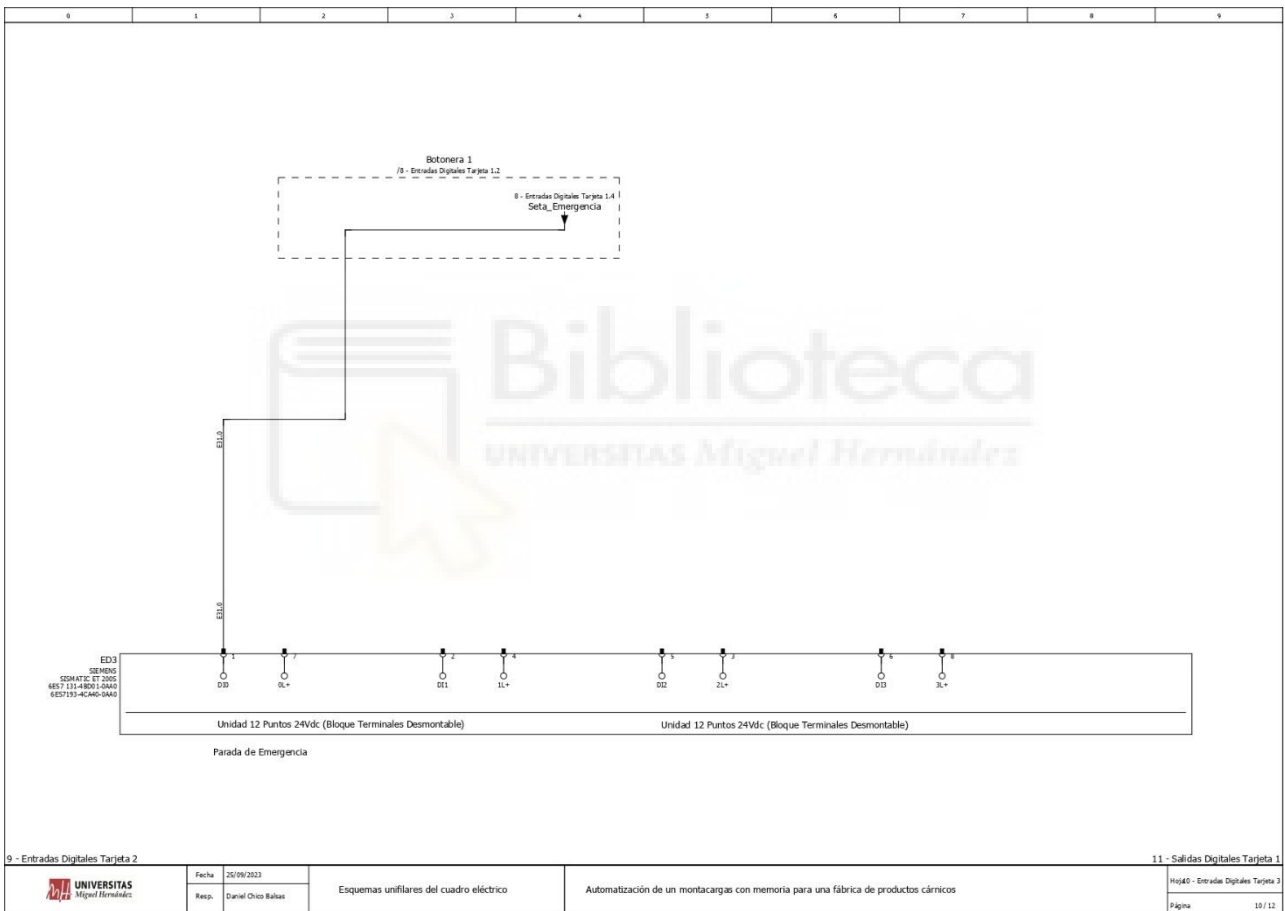


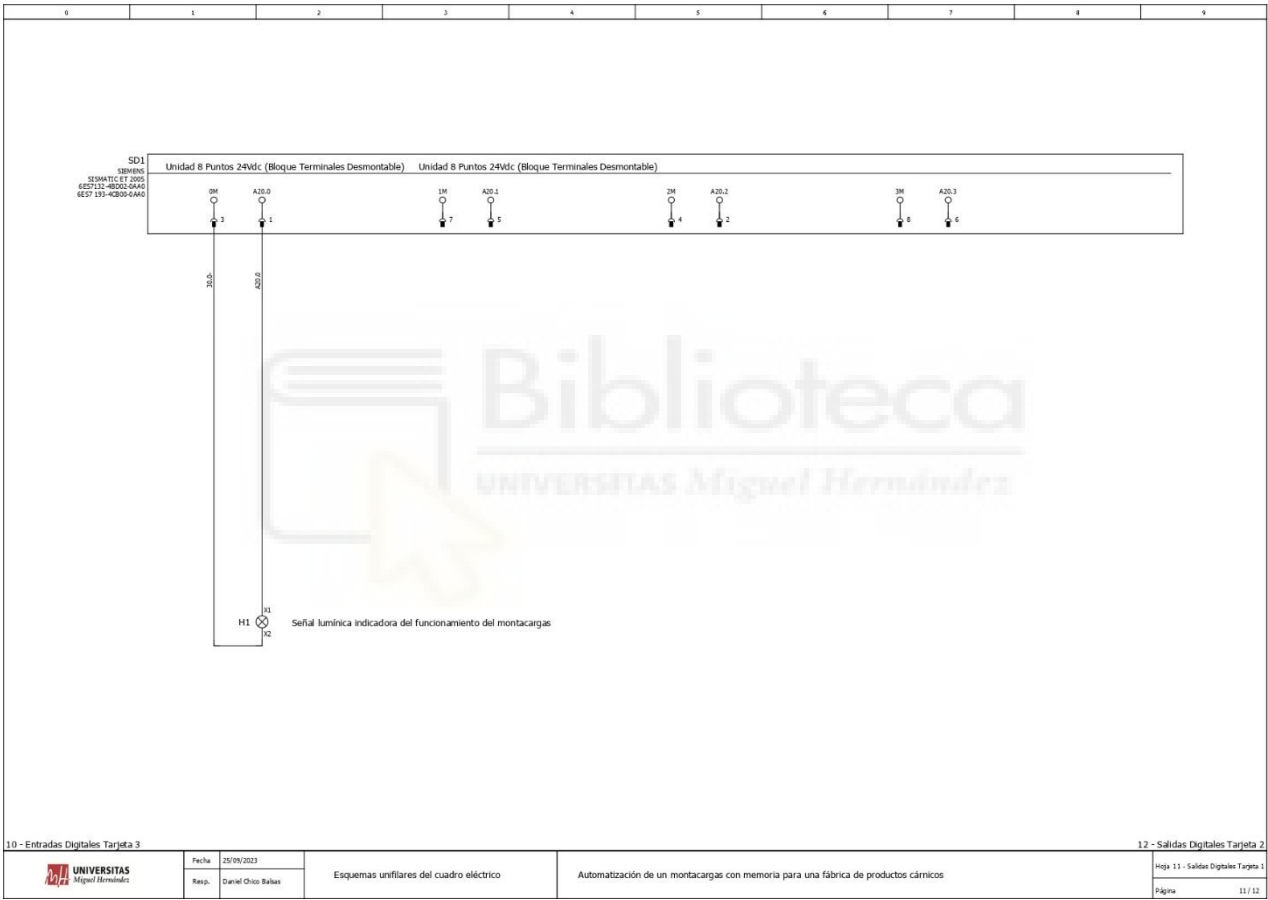
Fecha: 25/09/2023
 Resp: Daniel Choc Babas

Esquemas unifilares del cuadro eléctrico

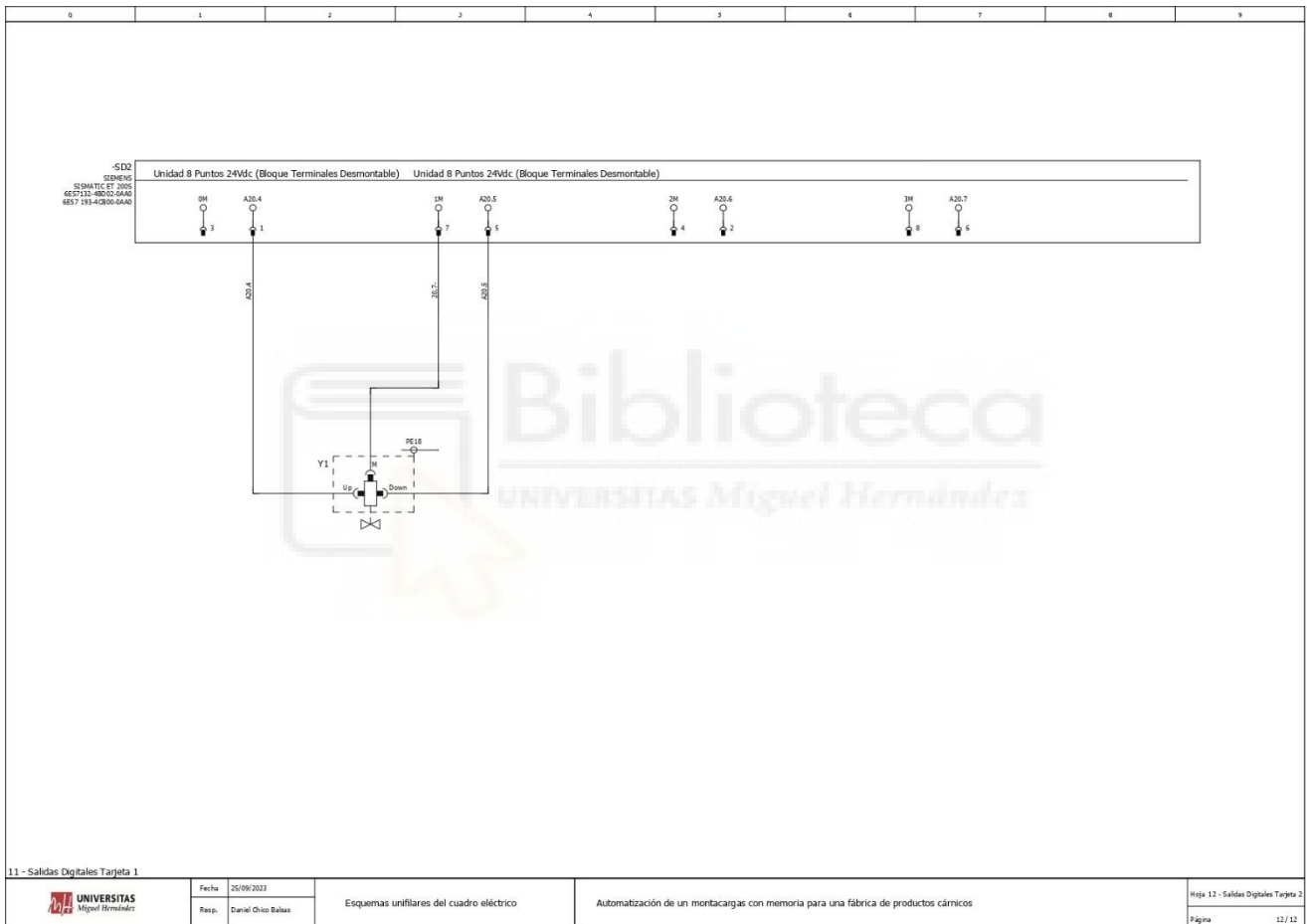
Automatización de un montacargas con memoria para una fábrica de productos cárnicos

Higs 9 - Entradas Digitales Tarjeta 2
 Página: 9 / 12





97 - Esquemas unifilares. 10



98 - Esquemas unifilares. 11

4. PRESUPUESTO

4.1 PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN DE MATERIAL (PEM)

El presupuesto de ejecución de material es el presupuesto obtenido de aplicar los precios unitarios de los diferentes elementos que componen el proyecto. Es el resultado obtenido de la suma de los productos por su precio unitario. Es decir, el coste del montaje del proyecto sin incluir el beneficio industrial, los gastos generales, los honorarios facultativos ni los impuestos que correspondan.

DESCRIPCIÓN	REFERENCIA	Uds	€/Uds	SUBTOTAL (€)
Bastidor	6ES7 400-1JA01-0AA0	1	434,2	434,2
Módulo PS	6ES7 407-0DA02-0AA0	1	389,8	389,8
CPU	6ES7 414-2XK05-0AB0	1	3809,99	3809,99
Módulo CP	6ES7 443-1EX11-0XE0	1	1395,9	1395,9
Convertor Profibus - Fibra Óptica		2	577,35	1154,7
Cable Fibra Óptica (500m)	(El precio un poco a ojo)	1	4322,45	4322,45
Cable Profibus (1m)	6XV1830	1	6,5	6,5
Conector Profibus	6ES7 972-0BA42-0XA0	4	39,5	158
HMI	6AV2 124-0MC01-0AX0	1	2694,5	2694,5
Magnetotérmico Q1	5SL6206-7	1	34,09	34,09
Magnetotérmico Q2	5SY6202-7	1	40,35	40,35
Magnetotérmico Q3, Q4 y Q5	5SY6106-7	3	12,39	37,17
Fuente de Alimentación FA1	147813000	1	179,46	179,46
Fuente de Alimentación FA2	85133	1	78,24	78,24
Bornera	60947-7-1	16	0,72	11,52
Bornera Tierra	60947-7-2	5	0,52	2,6
Fusible	6EP1961-2BA31	2	82,63	165,26
Módulo de interfaz	6ES7 151-1AA06-0AB0	1	230,81	230,81
Módulo de terminales (M.Potencia)	6ES7 193-4CD30-0AA0	1	14,1	14,1
Módulo de terminales (Entradas)	6ES7 193-4CA40-0AA0	3	46,5	139,5
Módulo de terminales (Salidas)	6ES7 193-4CB00-0AA0	2	46,5	93
Módulo de potencia	6ES7 138-4CA01-0AA0	1	39,85	39,85
Tarjeta de entrada	6ES7 131-4BD01-0AA0	3	296	888
Tarjeta de salida	6ES7 132-4BD02-0AA0	2	392,36	784,72
Botonera 1		1	36,9	36,9
Botonera 2		1	23,49	23,49
Cilindro Neumático	M/146100	1	618,48	618,48
Válvula de solenoide	P31VB12LBNN	1	18,9	18,9
Válvula de mando manual	V80A611A-A2000	1	28,25	28,25
Filtro Regulador	P31EB12EGBBNTP	1	57,04	57,04
Fotocélulas	E3Z-B81	4	122	488
Conector Válvula de solenoide	7000-41601-2360000	1	26,29	26,29
Presupuesto de ejecución material (PEM)				18402,06

4.2 PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN POR CONTRATA (PEC)

El presupuesto de ejecución por contrata es el presupuesto obtenido tras sumar las cantidades obtenidas en el PEM y el beneficio industrial, los gastos generales, los honorarios facultativos y los impuestos que correspondan.

Los honorarios facultativos se van a desglosar primeramente en los honorarios del ingeniero, los honorarios del técnico de montaje eléctrico y los honorarios del técnico de montaje mecánico.

Presupuesto del ingeniero			
Tareas	h	€/h	Precio Total (€)
Análisis	12	40	480
Diseño	24	40	960
Programación	40	40	1600
Implementación	8	40	320
Comprobación	4	40	160
Total			3520

100 - Presupuesto del ingeniero

Presupuesto del técnico de montaje eléctrico			
Tareas	h	€/h	Precio Total (€)
Montaje	4	25	100
Cableado	6	25	150
Comprobación	1	25	25
Total			275

101 - Presupuesto del técnico de montaje eléctrico

Presupuesto del técnico de montaje mecánico			
Tareas	h	€/h	Precio Total (€)
Montaje	32	30	960
Comprobación	2	30	60
Total			1020

102 - Presupuesto del técnico de montaje mecánico

El presupuesto de ejecución por contrata queda como la suma del presupuesto de ejecución de material, los honorarios facultativos del ingeniero, técnico de montaje

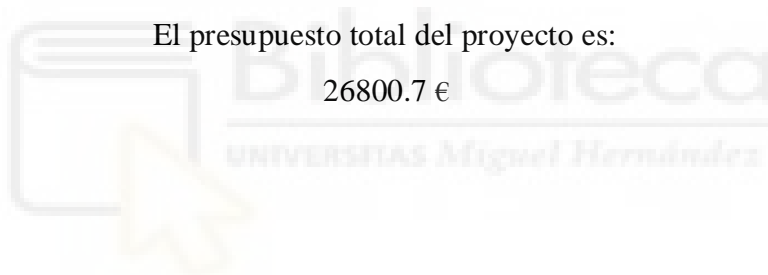
eléctrico, técnico de montaje mecánico y los costes de aplica el Impuesto sobre el Valor Añadido (IVA) en todas las partes que estén sujetos al mismo.

DESCRIPCIÓN	COSTE (€)
Presupuesto Ejecución Por Contrata (PEC)	18402,06
IVA (21% / PEC)	3864,4326
Honorarios del ingeniero	3520
IVA (21% / Honorarios Ingeniero)	739,2
Honorarios técnico de montaje eléctrico	275
IVA (21% / Honorarios T.Eléctrico)	57,75
Honorarios técnico de montaje mecánico	1020
IVA (21% / Honorarios T.Mecánico)	214,2
Total	26800,6926

103 - Presupuesto ejecución por contrata

El presupuesto total del proyecto es:

26800.7 €



BIBLIOGRAFÍA

- [1] Automation System S7-400. Hardware and Installation. Siemens, package o.n. 6ES7498-8AA05-8BA0
- [2] Balcells, J. Romeral, J. L. "Autómatas programables"(abre en nueva ventana). Barcelona Marcombo Boixareu 1997.
- [3] García, N. *et al.* "Autómatas programables teoría y práctica". Elche (Alicante) Universidad Miguel Hernández, División de Ingeniería de sistemas y Automática 2000.
- [4] Mandado, E. "Autómatas programables entorno y aplicaciones". Madrid, Thomson-Paraninfo 2006.
- [5] Porras, A. *et al.* "Autómatas programables fundamento, manejo, instalación y prácticas". Madrid, Mac Graw-Hill 2000.
- [6] SIMATIC NET PROFIBUS Network Manual. Siemens, package o.n. C79000-G8976-C124-03.

