

UNIVERSIDAD MIGUEL HERNÁNDEZ DE ELCHE

ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR DE ELCHE

GRADO EN INGENIERÍA MECÁNICA



"AUTOMATIZACIÓN DE UN
MONTACARGAS CON MEMORIA PARA
UNA FÁBRICA DE PRODUCTOS
CÁRNICOS"

TRABAJO FIN DE GRADO

Enero-2024

AUTOR: Daniel Chico Balsas

DIRECTOR: Ramón Pedro Ñeco García

ÍNDICE

1. MEMORIA.....	7
1.1 RESUMEN	7
1.2 OBJETIVO	8
1.3 INTRODUCCIÓN	8
1.3.1 SISTEMAS DE ELEVACIÓN.....	8
1.3.2 CLASIFICACIÓN SISTEMAS DE ELEVACIÓN	10
1.3.3 AUTOMATIZACIÓN INDUSTRIAL	12
1.3.3.1 Introducción.....	12
1.3.3.2 Antecedentes históricos.....	12
1.3.3.3 Fundamentos de la automatización	13
1.3.4 PLC.....	14
1.3.4.1 Descripción general.....	14
1.3.4.2 Tipos de PLC´s	15
1.3.4.3 Estructura general de los PLC´s	16
1.3.5 REDES DE COMUNICACIÓN INDUSTRIAL.....	17
1.3.5.1 Profibus	19
1.3.5.2 Profinet.....	19
1.3.5.3 Canbus.....	20
1.4 HARDWARE UTILIZADO.....	21
1.4.1 Componentes en armario	21
1.4.2 Componentes en el cuadro eléctrico.....	25
1.4.3 Componentes de la maqueta	40
1.5 SOFTWARE UTILIZADO	45
1.5.1 Simatic Manager.....	45
1.5.2 Configuración del Software	47
1.5.3 Creación de la función y los bloques de organización y datos	54
1.5.4 Interfaz digital.....	57
1.5.4.1 Descripción de TIA Portal	57
1.5.4.2 Representación en TIA PORTAL	58
1.7 PROGRAMA GENERADO.....	66
1.7.1 Lenguaje KOP	66
1.7.2 Diagrama de flujo	66
1.7.3 Descripción del programa generado.....	67
1.7.3.1 Posibilidades de accionamiento.....	68
1.7.3.2 Acciones de los botones.....	69

1.7.3.3 Controladores primera casuística	70
1.7.3.4 Secuencia de operaciones	72
1.7.3.5 Entradas.....	74
1.7.3.6 Accionamiento del motor.....	75
1.7.3.7 Salida	76
1.7.3.8 Parada en planta.....	78
1.7.3.9 Bloqueos de la memoria.....	79
1.7.3.10 Activación de la memoria	79
1.7.3.11 Variable destino ascensor	81
1.8 CONCLUSIONES Y TRABAJOS FUTUROS	83
2. PLANOS.....	84
2.1 PLANO ESTRUCTURA METÁLICA	85
2.2 PLANO SOPORTE FOTOCÉLULAS.....	86
2.3 PLANO SOPORTE CILINDRO	87
2.4 PLANO PLATAFORMA MONTACARGAS.....	88
3. ESQUEMAS UNIFILARES	89
4. PRESUPUESTO	99
4.1 PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN DE MATERIAL (PEM)	100
4.2 PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN POR CONTRATA (PEC)	101

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

1 - Sistema de poleas.....	9
2 - Ascensor Otis	10
3 - Estructura de un PLC.....	16
4 - Pirámide de la automatización	18
5 - Profibus	19
6 - Profinet	20
7 - Simatic S7-400.....	21
8 - Conversor Profibus-Fibra Óptica.....	23
9 - Cable de fibra óptica.....	24
10 - HMI	25
11 - Magnetotérmico clase 1	26
12 - Magnetotérmico clase 2	27
13 - Magnetotérmico clase 3	28
14 - Fuente de alimentación clase 1	29
15 - Fuente de alimentación clase 2	30
16 - Bornera clase 1.....	31
17 - Bornera clase 2.....	31
18 - Módulo de corte selectivo	33
19 - Módulo de interfaz	34
20 - Módulo de terminal clase 1	34
21 - Módulo de terminal clase 2	35
22 - Módulo de terminal clase 3	35
23 - Módulo de potencia	36
24 - Módulo de entrada	37
25 - Módulo de salida.....	38
26 – Botoneras.....	38
27 - Cuadro eléctrico.....	39
28 - Cilindro neumático	41
29 - Válvula de solenoide	42
30 - Válvula de solenoide (Montaje).....	42
31 - Conector de válvula de solenoide	43
32 - Válvula neumática	43
33 - Filtro regulador	44
34 - Focélula.....	45
35 - Simatic Manager	46
36 - Configuración Software. 1	47
37 - Configuración Software. 2	48
38 - Configuración Software. 3	48
39 - Configuración Software. 4	49
40 - Configuración Software. 5	49
41 - Configuración Software. 6	50
42 - Configuración Software. 7	51
43 - Configuración Software. 8	51
44 - Switchs de dirección periferia.....	52
45 - Configuración de Software. 9	53
46 - Configuración de Software. 10	53
47 - Configuración de Software. 11	54

48 - Creación de la función. 1	55
49 - Creación de la función. 2	55
50 - Llamada a la función	56
51 - Logo TIA PORTAL	58
52 - Configuración HMI. 1	59
53 - Configuración HMI. 2	59
54 - Configuración HMI. 3	60
55 - Configuración HMI. Tabla de variables.....	60
56 - Interfaz generada	61
57 - Marcas de botones. 1	62
58 - Marcas de botones. 2	62
59 - Displays. 1	63
60 - Displays. 2.....	64
61 - Señal luminosa.....	65
62 - Marcas de visualización del montacargas	65
63 - Diagrama de flujo	67
64 - Código. Segmentos 1-5	68
65 - Código. Segmentos 6 y 7	69
66 - Código. Segmentos 8 y 9	69
67 - Código. Segmentos 10 y 11	70
68 - Código. Segmentos 12 y 13	71
69 - Código. Segmentos 14 y 15	72
70 - Código. Segmentos 16 y 17	73
71 - Código. Segmentos 18 y 19	73
72 - Código. Segmentos 20 y 21	74
73 - Código. Segmento 22	75
74 - Código. Segmento 23	75
75 - Código. Segmentos 24-26	76
76 - Código. Segmento 27 (1)	77
77 - Código. Segmento 27 (2)	77
78 - Código. Segmento 28	78
79 - Código. Segmentos 29-32	79
80 - Código. Segmento 33	80
81 - Código. Segmento 34	81
82 - Código. Segmentos 35-38	82
83 - Vista 3d maqueta	84
84 - Plano estructura metálica	85
85 - Plano soporte fotocélulas	86
86 - Plano soporte cilindro.....	87
87 - Plano plataforma montacargas.....	88
88 - Esquemas unifilares. 1	89
89 - Esquemas unifilares. 2.....	90
90 - Esquemas unifilares. 3.....	91
91 - Esquemas unifilares. 4.....	92
92 - Esquemas unifilares. 5.....	93
93 - Esquemas unifilares. 6.....	94
94 - Esquemas unifilares. 7.....	95
95 - Esquemas unifilares. 8.....	96
96 - Esquemas unifilares. 9.....	97
97 - Esquemas unifilares. 10.....	98

98 - Esquemas unifilares. 11	99
99 - Presupuesto ejecución de material.....	100
100 - Presupuesto del ingeniero	101
101 - Presupuesto del técnico de montaje eléctrico	101
102 - Presupuesto del técnico de montaje mecánico.....	101
103 - Presupuesto ejecución por contrata	102



1. MEMORIA

1.1 RESUMEN

En el presente proyecto se ha realizado el desarrollo, automatización y puesta en marcha de un sistema de montacargas con capacidad de retención de solicitudes para una fábrica dedicada a la producción de productos cárnicos.

El sistema del montacargas está configurado con cuatro niveles de altura y cuenta con una memoria que le permite retener y gestionar hasta dos solicitudes simultáneas. Esto permite un funcionamiento eficiente al gestionar las solicitudes de desplazamiento entre niveles, manteniendo los tiempos de permanencia requeridos en dichos niveles. Así, por ejemplo, si se accionasen secuencialmente los pulsadores del segundo y tercer nivel, el montacargas se desplazaría inicialmente al segundo nivel (permaneciendo el tiempo predeterminado) para posteriormente trasladarse al tercer nivel, cumpliendo igualmente con su tiempo de permanencia.

El alcance del proyecto abarca el diseño e implementación integral de la automatización, así como los aspectos mecánicos y eléctricos del sistema a controlar. Se han seleccionado las herramientas software y hardware con el objetivo de asegurar el rendimiento óptimo del sistema tanto en situaciones de funcionamiento normal como en los casos de funcionamiento imprevisto, contemplando todos los posibles escenarios.

Al tratarse de un proyecto de automatización, el trabajo no se ha centrado en el cálculo de la estructura, materiales, obra o instalación del montacargas. Sin embargo, se ha generado una maqueta para poder comprobar el correcto funcionamiento del mismo.

Para la elaboración del proyecto se ha utilizado un autómata Siemens S400 junto con el hardware para realizar la conexión entre este autómata y las entradas/salidas físicas. Se han realizado pruebas para comprobar el correcto funcionamiento por medio de la maqueta del sistema.

1.2 OBJETIVO

El objetivo de este proyecto es dar una solución a un problema planteado en una fábrica de productos cárnicos, mediante el aprendizaje y puesta en práctica de las conexiones de autómatas programables (PLC), creación de códigos en lenguaje KOP, conexión de un HMI, creación de una interfaz en el HMI, conexiones eléctricas y diseño y montaje de una maqueta para comprobar el correcto funcionamiento del proyecto.

1.3 INTRODUCCIÓN

1.3.1 SISTEMAS DE ELEVACIÓN

La elevación de cargas ha sido uno de los trabajos que más esfuerzo ha requerido por parte del ser humano. Desde tiempos prehistóricos, se ha tenido la necesidad de crear sistemas de elevación que faciliten los trabajos más duros y forzosos.

Los sistemas de elevación han experimentado una evolución significativa a lo largo del tiempo. Desde los primeros sistemas de poleas y palancas utilizados en la antigüedad para levantar objetos pesados, hasta los sistemas modernos de elevación que emplean tecnologías avanzadas como ascensores eléctricos, grúas hidráulicas y sistemas de cableado sofisticado

En la antigüedad, se empleaban sistemas simples de palancas, poleas y tornos para levantar objetos. Las poleas eran una parte fundamental de los sistemas de elevación en la antigüedad. Se empleaban para aumentar la fuerza necesaria para levantar cargas pesadas. Las poleas simples o compuestas permitían a los trabajadores distribuir el peso y aplicar la fuerza de manera más eficiente.

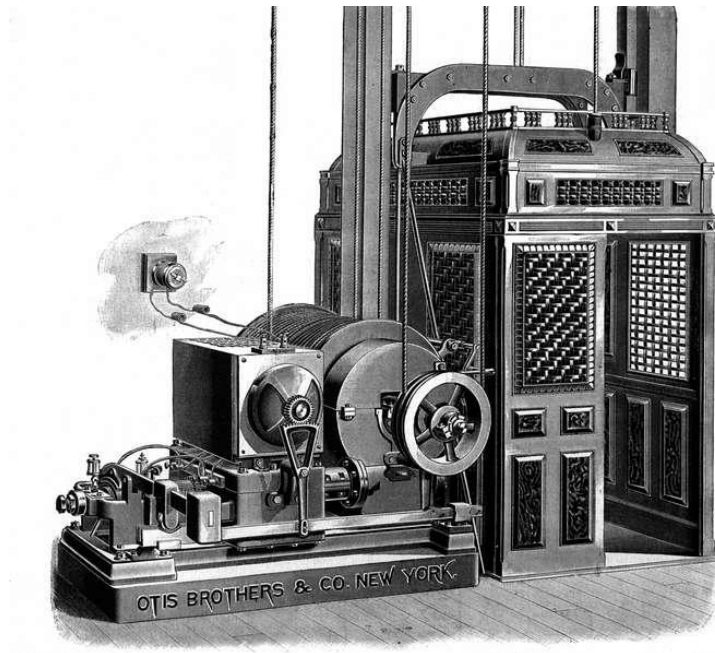


1 - Sistema de poleas

La historia del montacargas se remonta a principios del siglo XIX. Aunque se pueden encontrar antecedentes de mecanismos similares a lo largo de la historia, fue en la Revolución industrial cuando se desarrollaron versiones más parecidas a los montacargas modernos.

La utilización de la fuerza de trabajo que producían las máquinas de vapor permitió la aparición del concepto actual de elevador. En 1846, Sir William Armstrong introdujo la grúa hidráulica y en los inicios de la década de 1870 las máquinas hidráulicas comenzaron a sustituir el ascensor accionado por vapor. El ascensor hidráulico funcionaba con un pistón pesado, moviéndose en un cilindro, y aprovechando la presión del agua o aceite producida por las bombas.

El gran avance en medidas de seguridad se produjo gracias a Elisha Otis, quien presentó un sistema revolucionario de frenado de seguridad para evitar la caída libre del ascensor en caso de fallo en el cable. Este avance marcó un hito importante para la aceptación de ascensores en edificios altos.



2 - Ascensor Otis

El primer ascensor eléctrico registrado se atribuye a Werner von Siemens, quien en la década de 1880 desarrolló un ascensor eléctrico accionado por un motor eléctrico. Este sistema eliminó la necesidad de tracción por vapor o de operación manual y permitió una mayor velocidad y control en el movimiento vertical de los ascensores.

Con el avance del siglo XIX y la llegada del siglo XX, la electricidad se consolidó como la principal fuente de energía para los ascensores. Esto permitió la implementación de controles más precisos, sistemas automáticos de apertura y cierre de puertas, así como la automatización de movimientos y destinos.

En la actualidad, los ascensores eléctricos continúan siendo la norma en la mayoría de edificios, ofreciendo un transporte vertical seguro y eficiente tanto para personas como para cargas en diversos entornos.

1.3.2 CLASIFICACIÓN SISTEMAS DE ELEVACIÓN

La primera clasificación, y más importante, que se puede hacer de los elementos de elevación, tanto ascensores como montacargas, atiende a los diferentes sistemas de tracción que proporcionan la energía para la elevación:

- **Electromecánicos:** Estos ascensores, compuestos por la cabina y el contrapeso, funcionan con motores eléctricos que mueven la cabina mediante un sistema de poleas, cables de tracción y una caja reductora. Este tipo requiere de una sala de máquinas ubicada en la parte superior del edificio.
- **Autoportantes:** Estos ascensores se caracterizan por no requerir un cuarto de máquinas separado. Los componentes del motor, las poleas y otros mecanismos se instalan directamente en la propia estructura de la cabina o en el hueco del ascensor, lo que ahorra espacio y simplifica la instalación.
- **Hidráulicos:** En este tipo de ascensores, un motor eléctrico se conecta a una bomba que presuriza aceite en unos cilindros, moviendo así la cabina hacia arriba. Para descender, se libera la presión del aceite mediante una válvula, permitiendo que la cabina descienda. La sala de máquinas puede estar ubicada relativamente lejos del hueco del ascensor, ya que el aceite puede transportarse hasta 12 metros. Son más cómodos y seguros, pero al no tener contrapesos, consumen más energía para el ascenso, aunque se compensa en el descenso. Por contrapartida son más lentos y no recomendables para salvar alturas de más de 21 metros

Otra clasificación se basa en el uso principal y la carga que transportan. Las categorías más comunes incluyen:

- **Montaplatos o minicargas:** Su uso está reservado para hostelería, restauración o transporte de paquetería
- **Montacargas:** Admiten una capacidad mayor, de hasta 10 toneladas, por lo que su uso suele ser en industrias.
- **Montacoches:** Cargan entre 2000 y 4000 kg para elevar, principalmente, vehículos.

- Montacargas para personas: Su uso va destinado a casas particulares o viviendas unifamiliares
- Montacargas para minusválidos: Ascensores de velocidad reducida, salvaescaleras y plataformas salvaescaleras

1.3.3 AUTOMATIZACIÓN INDUSTRIAL

1.3.3.1 Introducción

La automatización industrial es el uso de diferentes tecnologías, sistemas y procesos automáticos para controlar y operar maquinaria, procesos de fabricación y sistemas industriales con el objetivo de mejorar la eficiencia, la productividad, la calidad y la seguridad en las operaciones. La palabra automatización significa «actuar con independencia» o «actuar sin instrucciones» y deriva del griego auto, que significa por sí mismo, y matos, que significa movimiento.

1.3.3.2 Antecedentes históricos

La historia de la automatización industrial se remonta varios siglos atrás, aunque su evolución significativa se ha producido en los dos últimos siglos.

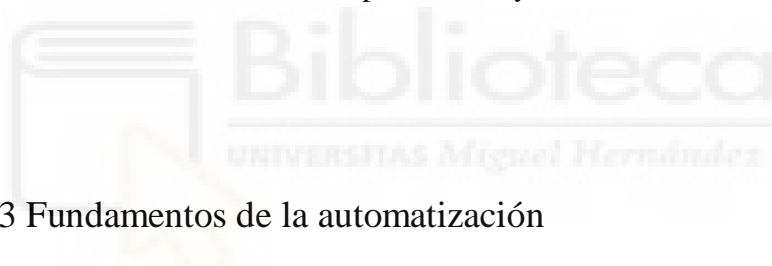
A finales del siglo XVIII y principios del siglo XIX, la Revolución industrial marcó el inicio de la mecanización con la invención de la máquina de vapor, la hiladora mecánica y otros dispositivos que reemplazaron el trabajo manual con maquinaria.

A finales del siglo XIX, se desarrollaron los primeros sistemas automáticos rudimentarios, como reguladores de velocidad para máquinas de vapor sistemas de control neumáticos y mecánicos para automatizar procesos industriales básicos.

Sin embargo, fue solo en el siglo XX, alrededor de la década de 1950, que este concepto se generalizó en la fabricación, con máquinas totalmente automatizadas. Se produjeron avances significativos con la invención del Control Numérico por Computadora (CNC) para la fabricación de piezas precisas, así como la introducción de controladores lógicos programables (PLCs) en los años 60, que revolucionaron la automatización de procesos industriales

Ya en la década de 1970-80 se marcó el surgimiento y la integración de robots industriales en líneas de ensamblaje, aumentando la eficiencia y precisión en la manufactura y manipulación de materiales.

Finalmente, con la llegada de los años 90 se produjo una mayor integración de sistemas y la llegada de la era de la informática en la automatización industrial. La introducción de sistemas SCADA, el uso extendido de redes industriales y la conectividad a través de Internet transformaron las operaciones y el control remoto de procesos industriales.



1.3.3.3 Fundamentos de la automatización

La automatización es el mecanismo de un sistema que se mueve por sí mismo. Es decir, la automatización industrial busca reemplazar o complementar las tareas realizadas por seres humanos con el uso de sistemas automáticos que pueden realizar funciones repetitivas, complejas o peligrosas de manera más precisa, rápida y confiable. Esto se logra mediante el uso de dispositivos como sensores, controladores programables, sistemas de control supervisados, robótica y otros equipos especializados que permiten la ejecución y monitoreo de procesos industriales:

Sensores y actuadores: Son dispositivos fundamentales que permiten la captura de datos del entorno (sensores) y la ejecución de acciones físicas (actuadores) en respuesta a esos datos. Los sensores recopilan información sobre temperatura, presión, posición, flujo, entre otros, mientras que los actuadores ejecutan acciones físicas en función de esa información

Controladores lógicos programables: Controlan procesos industriales basados en la lógica de programación. Los PLCs supervisan y controlan maquinaria en tiempo real, permitiendo la automatización de tareas repetitivas y complejas

Sistemas SCADA: Permiten supervisar y controlar procesos industriales en tiempo real, Estos sistemas recopilan datos de sensores y equipos, presentando información a los operadores y permitiendo el control remoto de la maquinaria

Robótica industrial: El uso de robots en la fabricación para ejecutar tareas precisas y repetitivas, aumentando la productividad y reduciendo errores en procesos de ensamblaje, manipulación de materiales o tareas peligrosas

Redes industriales: Facilitan la comunicación entre diferentes dispositivos y sistemas dentro de una planta de fabricación. Esto incluye Ethernet industrial, buses de campo (como Profibus, Modbus, etc.) que permiten la transferencia eficiente de datos.

Integración de sistemas: La capacidad de conectar diferentes sistemas, como PLCs, SCADA, robots y otros dispositivos, para lograr un flujo de trabajo más eficiente y una colaboración entre los equipos.

1.3.4 PLC

1.3.4.1 Descripción general

Un controlador lógico programable, más conocido por sus siglas en inglés PLC (Programmable Logic Controller), es un equipo electrónico utilizado en automatización industrial que utiliza memoria programable para guardar instrucciones e implementarlas en determinadas funciones, como operaciones lógicas, secuencias de acciones, especificaciones temporales, contadores y cálculos para el control mediante módulos de entrada analógicos o digitales sobre diferentes tipos de máquinas y procesos

El campo de aplicación de los PLC's es muy diverso e incluye diversos tipos de industrias (ej. automoción, construcción, procesos industriales, etc..) así como

maquinaria. El PLC está diseñado para trabajar con múltiples señales de entrada y salida. Los programas para el control de funcionamiento de la máquina se suelen almacenar en memorias protegidas por baterías o en memorias no volátiles.

Dentro de las ventajas que estos equipos poseen se encuentran que, gracias a ellos, es posible realizar operaciones a tiempo real, debido a su reducido tiempo de reacción. Además, son dispositivos que se adaptan fácilmente a nuevas tareas debido a su flexibilidad a la hora de programarlos, reduciendo así los costos adicionales a la hora de elaborar proyectos. Permiten también una comunicación de alta velocidad con otro tipo de controladores y ordenadores e incluso permiten realizar las operaciones en red. Son fácilmente programables por medio de lenguajes de programación bastante comprensibles. Sin embargo, presentan ciertas desventajas como la necesidad de contar con técnicos cualificados para ocuparse de su buen funcionamiento.

1.3.4.2 Tipos de PLC's

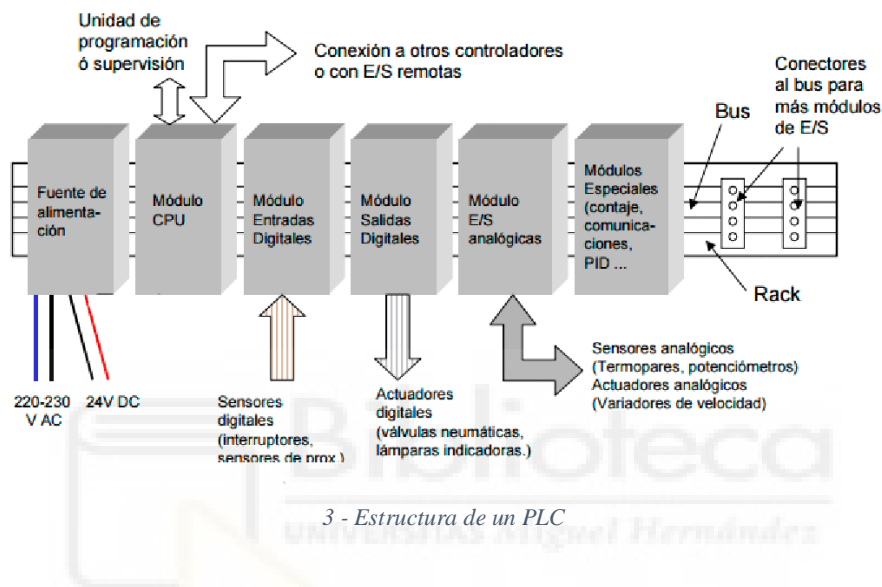
Existen varios tipos de PLC, cada uno con características y funciones específicas. Algunos de los tipos más comunes de PLC son:

- **Modulares:** Son los más comunes y versátiles. Se componen de varios bloques unidos entre sí unidos a una unidad central. Cada bloque tiene una función específica, como entradas y salidas, procesamiento de datos y comunicación. Permiten una configuración flexible y son utilizados en una amplia gama de aplicaciones.
- **Compactos:** Los PLC compactos son dispositivos pequeños con un diseño integrado en una sola unidad y son ideales para aplicaciones con espacio limitado y procesos que no requieren una gran cantidad de entradas y salidas.
- **De seguridad:** Los PLC de seguridad están diseñados para garantizar la seguridad en entornos industriales. Estos dispositivos tienen funciones especiales de seguridad, como la detección de fallas en el sistema y la capacidad de detener la operación en caso de una emergencia para prevenir accidentes en maquinaria y procesos industriales
- **Programables en campo:** Los PLC programables en campo son dispositivos que se programan directamente en el campo, sin la necesidad de un software adicional.

Estos dispositivos son flexibles y se pueden reconfigurar según sea necesario. Son ideales para aplicaciones que requieren una gran cantidad de entradas y salidas.

1.3.4.3 Estructura general de los PLC

La siguiente imagen representa los diferentes componentes y la estructura de la que está compuesta un controlador lógico programable.



Unidad central de procesamiento o CPU: Contiene la parte de procesamiento del controlador y está basada en un microprocesador que permite realizar operaciones aritméticas y lógicas para realizar diferentes funciones. Es el núcleo del PLC y ejecuta el programa almacenado en su memoria. Procesa las instrucciones, controla las operaciones y coordina las funciones de entrada/salida. Además, la CPU, testea continuamente su funcionamiento para detectar errores en tiempo real.

Memoria: Almacena el programa de control, los datos del usuario y la configuración del sistema. Se divide en memoria permanente, PM, y memoria operacional, conocida como memoria de acceso aleatorio o RAM. La primera, la PM, se basa en las ROM, EPROM, EEPROM o FLASH; es donde se ejecuta el sistema operativo del PLC y puede ser reemplazada. Sin embargo, la RAM, es donde se guarda y ejecuta el programa en cuestión utilizado y es la de tipo SRAM la que se utiliza habitualmente.

Módulos de E/S: Son aquellos módulos de señal (SM) que coordinan la entrada y salida de las señales, con aquellas internas del PLC. Estas señales pueden ser digitales (DI, DO) y analógicas (AI, AO), y provienen o van a dispositivos como sensores, interruptores, actuadores, etc.

Fuente de alimentación: Proporciona la energía necesaria para el funcionamiento del PLC y los dispositivos asociados.

1.3.5 REDES DE COMUNICACIÓN INDUSTRIAL

Las redes industriales son sistemas de comunicación diseñados específicamente para el entorno industrial, permitiendo el flujo de información del controlador a los diferentes dispositivos a lo largo del proceso de producción: Detectores, actuadores y sensores entre otros. Estas redes tienen como objetivo mejorar la eficiencia, la productividad y la seguridad en los entornos industriales

Ante la llegada de las redes industriales, las comunicaciones en el ámbito industrial solían estar basadas en sistemas de control y monitoreo independientes. Esto resultaba una falta de integración y dificultades para compartir datos entre los diferentes equipos y procesos. Con el avance de la tecnología, surgieron las redes industriales, que permitieron la integración y el intercambio de información en tiempo real.

Las redes industriales están organizadas por niveles que corresponden a diferentes capas de comunicación y control en el entorno industrial. Los niveles más comunes son:



4 - Pirámide de la automatización

- Nivel de campo: Es el más bajo y está compuesto por sensores y actuadores distribuidos por toda la planta industrial. Estos dispositivos capturan información del proceso y ejecutan acciones en respuesta a las instrucciones del sistema de control
- Nivel de control: En este nivel, se encuentran los controladores lógicos programables (PLC) y los sistemas de control distribuido (DCS). Los PLC´s son utilizados para controlar y supervisar toda la planta industrial
- Nivel de supervisión y monitoreo: En esta capa, se encuentran los sistemas de supervisión como los sistemas SCADA (Supervisory Control And Data Acquisition). Estos sistemas permiten a los operadores monitorear y visualizar el estado de los procesos en tiempo real y tomar decisiones basadas en la información recibida
- Nivel de gestión y planificación: Son los niveles más altos, donde se encuentra la planificación y gestión general de la planta industrial. Aquí se lleva a cabo la coordinación de todas las operaciones y se toman decisiones estratégicas.

Algunas de las redes comunes en entornos industriales son las siguientes:

1.3.5.1 Profibus

La comunicación a través del protocolo Profibus o Process Field Bus se basa en su funcionalidad, velocidad, seguridad, compatibilidad, versatilidad y sencillez de su instalación. La conexión entre controladores, los instrumentos de medición y los elementos finales de control, se hace solamente por un solo cable para una comunicación en serie donde múltiples dispositivos se conectan a una línea de comunicación compartida. También admite la configuración en anillo o estrella, según las necesidades de la aplicación. Los terminales de este cable disponen de una entrada y una salida para que, en el caso de que tengamos diferentes periféricas, podamos enseriarlas. Para poder hacer esto, los terminales disponen de unas pestañas de On y Off para activar la resistencia de fin de línea. Esta resistencia marca a la red que es el final de la misma, cerrando el lazo de comunicaciones con una carga X



5 - Profibus

1.3.5.2 Profinet

Protocolo de comunicación industrial basado en Ethernet, diseñado para entornos de automatización industrial y control de procesos. Es compatible y aprovecha todas las características del Ethernet de oficina. Sin embargo, hay diferencias, el Ethernet de oficina tiene menos capacidades para soportar los difíciles entornos industriales.

Se utiliza para conectar dispositivos y sistemas de automatización en la industria, permitiendo la transmisión de datos en tiempo real y la integración de diferentes equipos y procesos

Permite una mayor eficiencia en los procesos de producción, una mayor flexibilidad en la configuración de sistemas y una mejor interoperabilidad entre dispositivos y equipos de diferentes fabricantes



6 - Profinet

1.3.5.3 Canbus

Canbus es un protocolo de comunicación utilizado en automóviles y sistemas industriales para permitir que diferentes dispositivos electrónicos se comuniquen entre sí de manera eficiente y en tiempo real. Los datos se envían en tramas de mensajes que contienen información como la identificación del mensaje, los datos mismos y su prioridad. Las tramas de mensajes tienen una prioridad basada en su identificación, lo que garantiza que los mensajes críticos se transmitan antes que los menos importantes.

El protocolo es eficiente en términos de ancho de banda y uso de recursos, lo que lo hace adecuado para sistemas con limitación de recursos.

Se encuentra en sistemas de control de motores, transmisiones, seguridad y más, y es fundamental en el desarrollo de vehículos eléctricos y autónomos.

Estas redes de comunicación industrial varían en sus capacidades, velocidades, protocolos y aplicaciones específicas. Se seleccionan según las necesidades de la industria

y la aplicación particular para garantizar una comunicación eficiente y confiable entre los dispositivos y sistemas en un entorno industrial.

1.4 HARDWARE UTILIZADO

El hardware dispuesto en el proyecto consta de los siguientes elementos los cuales están organizados en tres bloques en función de su disposición:

1.4.1 Componentes en armario

PLC

Para la realización de este proyecto se ha utilizado como PLC el SIMATIC S7-400 el cual se puede ver en las siguientes ilustraciones:



7 - Simatic S7-400

Dicho PLC está compuesto por un bastidor y 3 módulos:

El bastidor es la estructura física o chasis que aloja y organiza los diferentes módulos. En este caso el bastidor utilizado tiene la siguiente referencia: 6ES7400-1JA01-0AA0

El módulo PS o módulo de alimentación proporciona la energía necesaria para el funcionamiento del PLC y sus módulos asociados. El módulo PS utilizado para este proyecto es el siguiente: 6ES7400 407-0DA02-0AA0

La CPU o unidad central de procesamiento que realiza las funciones de procesamiento y control en el sistema. La CPU elegida es la siguiente: 6ES7400 414-2XK05-0AB0

El módulo CP es el módulo de comunicación o módulo de procesamiento. Este módulo desempeña un papel crucial en la comunicación y procesamiento de datos ya que conecta el PLC a una red de trabajo industrial. El módulo CP utilizado es el siguiente: 6ES7400 443-1EX11-0XE0

CONVERSION PROFIBUS-FIBRA ÓPTICA

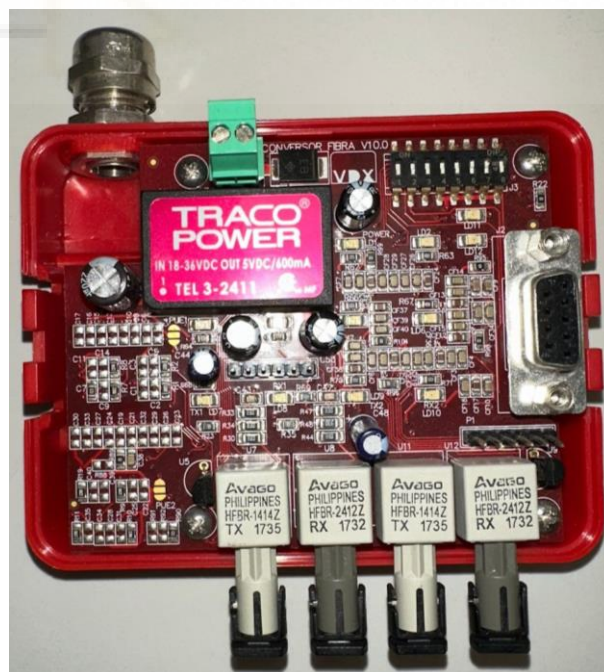
La conversión de Profibus a fibra óptica implica utilizar fibra óptica como medio de transmisión para la comunicación de datos en lugar de los cables de cobre convencionales utilizados en redes Profibus. Esta conversión ofrece varias características y ventajas:

- **Mayor alcance:** La fibra óptica permite una transmisión de datos a distancias mucho más largas que el cable de cobre, lo que es especialmente beneficioso en entornos industriales donde las distancias entre dispositivos pueden ser extensas
- **Alta velocidad:** La fibra óptica proporciona una alta velocidad de transmisión, lo que permite un rápido intercambio de datos entre dispositivos, lo que es crucial para aplicaciones industriales con alta demanda de ancho de banda

- Menor atenuación de señal: La fibra óptica tiene una menor atenuación de señal en comparación con el cobre, lo que significa que la señal puede viajar a distancias más largas sin degradación
- Inmunidad al ruido electromagnético: La fibra óptica es inmune a las interferencias electromagnéticas, lo que asegura una transmisión de datos más confiable en entornos industriales con alta interferencia electromagnética.

En resumen, la conversión de Profibus a fibra óptica ofrece una solución más robusta, confiable y segura para la comunicación de datos en entornos industriales, especialmente cuando se requiere una alta velocidad de transmisión y una mayor inmunidad al ruido electromagnético

En este caso, tanto la periferia como todo el montaje eléctrico va a estar a una larga distancia por lo que la utilización de la conversión de Profinet a fibra es vital. El conversor utilizado para este proyecto es de la empresa VDX



8 - Conversor Profibus-Fibra Óptica

FIBRA ÓPTICA

El cable de fibra óptica que se va a utilizar va a ser un cable de fibra monomodo. La diferencia entre el cable de fibra óptica monomodo y multimodo es la distancia de aplicación. La fibra monomodo es adecuada para aplicaciones de larga distancia, mientras que la fibra óptica multimodo está diseñada para recorridos de corta distancia. En concreto, el cable de fibra monomodo tiene un diámetro de fibra mucho más pequeño que el multimodo. Este tipo de cable proporciona una atenuación de la señal menor y velocidades de transmisión más altas que cualquier tipo de cable. Por estas razones, la fibra óptica monomodo es la mejor opción para la transmisión de datos a larga distancia. De acuerdo con la definición estándar TIA-598C, el cable monomodo está recubierto con una cubierta exterior amarilla.



9 - Cable de fibra óptica

HMI

Un HMI (Interfaz Hombre-Máquina, por sus siglas en inglés) es un dispositivo o software que proporciona una interfaz gráfica intuitiva para que los operadores y usuarios interactúen con sistemas o máquinas en un entorno industrial o de control.

El HMI muestra información crítica en tiempo real sobre el estado del sistema, como datos de sensores, valores de procesos, alarmas, estados de dispositivos y más. Los HMI pueden comunicarse con otros dispositivos o sistemas, como PLC's (Controladores

Lógicos Programables) o SCADA (Supervisory Control and Data Acquisition), para intercambiar datos y permitir un control más integrado del proceso. Los operadores pueden interactuar con el sistema utilizando elementos interactivos del HMI, como botones, selectores, cuadros de entrada y otros controles. Estas acciones permiten iniciar comandos, cambiar parámetros, o realizar ajustes en el sistema. Además, pueden generar alarmas y notificaciones visuales o auditivas cuando ocurren eventos críticos o situaciones anómalas, lo que permite a los operadores tomar medidas inmediatas.

En resumen, un HMI es una interfaz gráfica que facilita la comunicación entre humanos y máquinas, proporcionando información en tiempo real y permitiendo a los operadores tomar decisiones informadas y controlar eficientemente sistemas y procesos en entornos industriales y de control.

El HMI utilizado en este proyecto es el siguiente: Siemens TP1200 Comfort



10 - HMI

1.4.2 Componentes en el cuadro eléctrico

La corriente en el cuadro eléctrico va a llegar a través de dos vías. Por una parte, tenemos la corriente de la red eléctrica que designaremos corriente normal y por otro lado, una corriente proveniente de un SAI que designaremos como corriente de estabilización. El Sistema de Alimentación Ininterrumpida o SAI sirve para proteger los aparatos electrónicos de los cortes de electricidad o de las subidas de tensión de la red eléctrica. Esta distribución de la alimentación es la forma más estable y robusta a la hora de abordar

la alimentación de la CPU, periferia y HMI. Así mismo se considera que la alimentación de entradas y salidas se realiza desde la red eléctrica normal.

AUTOMÁTICO MAGNETOTÉRMICO

Este dispositivo de protección se usa en instalaciones eléctricas para proteger los circuitos frente a sobrecargas y cortocircuitos mediante la interrupción de la corriente eléctrica del mismo. El funcionamiento se basa, como su propio nombre indica en dos efectos, magnético y térmico:

- **Efecto magnético:** Es una protección magnética que detecta y previene los cortocircuitos eléctricos. Cuando la corriente eléctrica que circula por el circuito es de un valor por encima del máximo a causa de un cortocircuito, la bobina atrae el núcleo de manera instantánea, provocando la apertura del contacto e impidiendo el paso de corriente.
- **Efecto térmico:** Es una protección térmica que detecta y previene las sobrecargas eléctricas. Cuando la corriente eléctrica sobrepasa el valor máximo a causa de una sobrecarga, comienza a calentarse el bimetálico. El calentamiento provoca que el bimetálico se curve y abra el contacto eléctrico para desconectar el circuito y evitar daños por sobrecalentamiento.

En este proyecto, se disponen tres tipos de magnetotérmicos diferentes. Los automáticos magnetotérmicos elegidos para nuestro cuadro eléctrico son los siguientes:

Siemens 5SL6206-7



11 - Magnetotérmico clase 1

Este interruptor automático es utilizado para la corriente normal. Tiene una capacidad de corte de 6kA. Este magnetotérmico irá asociado a la fuente de alimentación WEIDMULLER que mostraremos más adelante. Dicha fuente de alimentación posee un rango de entrada de 2 a 4 amperios. Sin embargo, debido a los recursos disponibles, se ha instalado este automático magnetotérmico.

Siemens 5SY6202-7



12 - Magnetotérmico clase 2

Este interruptor automático es utilizado para la corriente estabilizada. Tiene una capacidad de corte de 2kA. Este magnetotérmico irá asociado a la fuente de alimentación MURRELEKTRONIK como veremos en el siguiente apartado. Esta fuente de alimentación tiene un rango de entrada de 1.4 a 2.4 amperios.

Siemens 5SY6106-7



13 - Magnetotérmico clase 3

Se han instalado tres magnetotérmicos con esta referencia. Su función es poder cortar la corriente en ciertas secciones del cuadro eléctrico sin tener que hacer un corte de corriente en todo el cuadro. Esto es útil a la hora de realizar un mantenimiento o sustitución de algunos elementos del cuadro eléctrico y queremos seguir teniendo corriente en los demás componentes.

El primer magnetotérmico permite cortar la corriente en los fusibles de entrada. Al desconectar este magnetotérmico, nos permitiría cambiar los fusibles asignados a dicho magnetotérmico, así como los dispositivos conectados aguas abajo, en este caso las tarjetas de entrada y salida de la periferia pudiendo seguir alimentando la periferia ya que posee dos entradas de alimentación diferentes

El segundo magnetotérmico permite cortar la corriente en los fusibles del convertor de fibra a profibus. Al desconectar este magnetotérmico, nos permitiría cambiar los fusibles asignados a dicho magnetotérmico así como los dispositivos conectados aguas abajo. En este caso, el convertor.

El último magnetotérmico permite cortar la corriente en la periferia pudiendo seguir activas las tarjetas de entrada y de salida (Entre otros elementos eléctricos)

FUENTES DE ALIMENTACIÓN

Una fuente de alimentación, también conocida como transformador, es el equipo encargado de transformar la corriente alterna proveniente de la red de suministro eléctrico o del SAI, la cuál es una corriente alterna (230v) en corriente continua (24v) para alimentar y hacer funcionar de forma adecuada los componentes electrónicos del cuadro eléctrico que requieren un voltaje y una corriente específica.

Como se ha mencionado anteriormente, tenemos dos vías de suministro eléctrico por lo que se instalarán dos fuentes de alimentación:

La fuente de alimentación para la corriente procedente de la red eléctrica normal es la siguiente: 147813000 WEIDMULLER - PRO MAX



14 - Fuente de alimentación clase I

La fuente de alimentación para la corriente procedente de la red eléctrica estabilizada es la siguiente: 85133 MURRELEKTRONIK



15 - Fuente de alimentación clase 2

BORNERA

La bornera es un bloque de conexión eléctrica utilizado en la industria eléctrica y electrónica para conectar y terminar los cables o conductores eléctricos en un sistema o equipo. Por lo tanto, es esencialmente un conjunto de puntos de conexión donde se insertan o fijan los cables eléctricos para establecer conexiones seguras y confiables en circuitos eléctricos. En el cuadro eléctrico, se disponen dos tipos de borneras:

El primer tipo de bornera está destinado a conseguir una mayor organización del cuadro eléctrico y facilitar la retirada de alguno de los componentes electrónicos del cuadro eléctrico en caso de que sea necesario su sustitución o mantenimiento del mismo. El tipo de bornera utilizado para este fin es el siguiente:

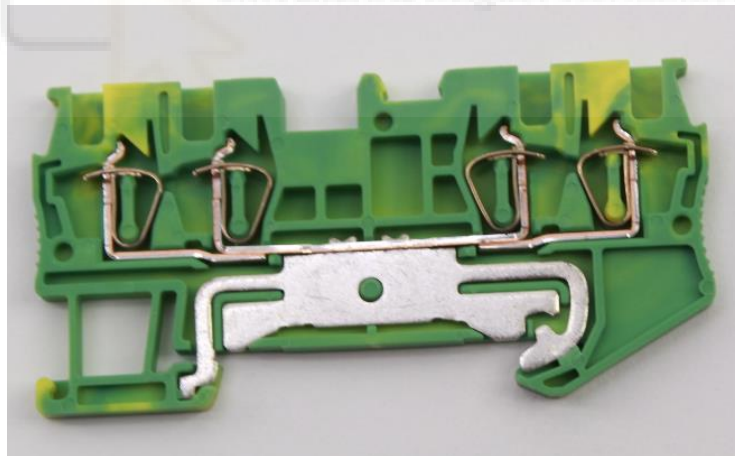
Phoenix Contact iec 60947-7-1



16 - Bornera clase 1

El segundo tipo de bornera está destinado a la conexión a tierra de los diferentes dispositivos. Esta bornera tiene un contacto metálico con el propio cuadro de manera que garantiza la conexión a tierra de todos los dispositivos electrónicos.

Phoneix Contact iec 60947-7-2



17 - Bornera clase 2

MÓDULO DE CORTE SELECTIVO

Los módulos de corte selectivo son dispositivos de protección eléctrica utilizados en sistemas eléctricos. Su función principal es aislar de manera selectiva y rápida una parte específica del circuito afectada por una sobrecarga o cortocircuito, sin afectar al resto del sistema eléctrico. Esto garantiza que solo la parte afectada se desconecte, mientras que el resto del sistema continúa funcionando normalmente.

Cuando ocurre una sobrecarga o cortocircuito, el módulo de corte selectivo opera de manera coordinada con otros dispositivos de protección, como interruptores o fusibles, ubicados aguas abajo del circuito. El módulo detecta la falla y envía una señal de disparo a los dispositivos de protección aguas arriba para que corten la corriente eléctrica antes de que llegue a la parte afectada. De esta manera, el módulo de corte selectivo garantiza que solo el segmento con la falla quede fuera de servicio, minimizando la afectación y mejorando la continuidad del suministro eléctrico en el resto del sistema.

En este caso disponemos de dos módulos de corte selectivo. Uno de ellos está destinado a la protección de la alimentación de las tarjetas de entrada y salida dispuestas en la periferia. El otro, para proteger el convertidor de fibra a profibus dispuesto en el cuadro. Para la periferia, no asignamos ningún módulo de corte selectivo ya que, al estar conectado a la red estilizada, la periferia queda protegida por la SAI. Sin embargo, las entradas y las salidas están más expuestas a sobrecargas y cortocircuitos, ya que dichas conexiones estarán asociadas a elementos ubicados en el propio hueco del montacargas, lugar en el que puede haber colisiones, contactos no deseados, etc.

El tipo de módulo de corte selectivo dispuesto en el cuadro eléctrico es el siguiente:

Siemens 6EP1961-2BA31



18 - Módulo de corte selectivo

PERIFERIA DESCENTRALIZADA

La periferia descentralizada es el dispositivo electrónico caracterizado por tener el controlador central a una cierta distancia. Dicho dispositivo se comunica con el PLC a través del sistema maestro-esclavo conectado por Profibus. Como la distancia entre el cuadro eléctrico y el montacargas con respecto al PLC es bastante grande. Es por ello que se utiliza un convertor de Profibus a fibra óptica donde está dispuesto el PLC y otro convertor de fibra a Profibus en el cuadro eléctrico.

La periferia está formada por un módulo de interfaz, un módulo de potencia, tres módulos de entrada y dos de salida

MÓDULO DE INTERFAZ

El módulo de interfaz es un componente esencial que actúa como un enlace entre el controlador central (PLC) y las periferias centralizadas (Entradas/Salidas). Su función principal es gestionar la comunicación entre el PLC y las periferias, permitiendo el intercambio de datos y señales para el control y el monitoreo de los procesos. El módulo de interfaz que se ha elegido es el siguiente:

Siemens ET200S IM151-1 Standard



19 - Módulo de interfaz

MÓDULOS DE TERMINALES

Para poder implementar tanto la tarjeta del módulo de potencia como las tarjetas de entradas y salidas en la periferia, es necesario el uso de módulos de terminales o zócalos que se unen al módulo de potencia a través de unos clics.

Zócalo del módulo de potencia

En el módulo de terminales del módulo de potencia se cablea la corriente proveniente de la red eléctrica normal. A través de este zócalo, se distribuye la corriente eléctrica a las tarjetas de entrada y salida.

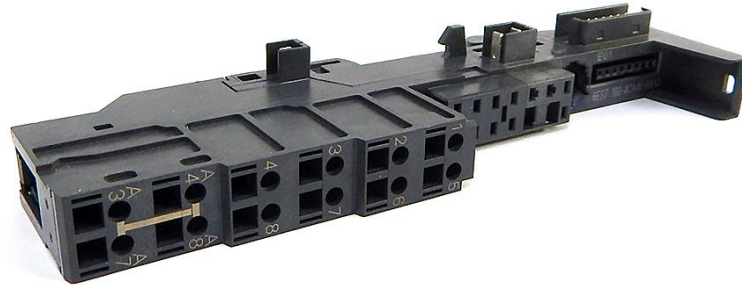
6ES7 193-4SCD30-0AA0



20 - Módulo de terminal clase I

Zócalo de los módulos de entrada/salida

6ES7 193-4CA40-0AA0



21 - Módulo de terminal clase 2

6ES7 193-4CB00-0AA0



22 - Módulo de terminal clase 3

MÓDULO DE POTENCIA

El módulo de potencia de la periferia descentralizada es el componente que suministra y gestiona la energía eléctrica necesaria para alimentar los dispositivos periféricos (En este caso los módulos de entrada y salida) así como los sensores, actuadores, motores y otros equipos para que puedan funcionar correctamente y realizar correctamente y realizar las tareas requeridas en el proceso de producción. El módulo de potencia dispuesto en el proyecto es el siguiente:

PM-E 6ES7 138-4CA01-0AA0



23 - Módulo de potencia

MÓDULOS DE ENTRADA

Los módulos de entrada son los componentes que permiten que el sistema recolecte datos y señales procedentes de dispositivos externos, como sensores y otros de equipos de entrada, para luego transmitir al controlador central la información.

En este caso, los dispositivos externos son los botones de cada una de las plantas, la seta de emergencia y los sensores colocados en cada una de las plantas.

Al igual que antes, es necesario el uso de zócalos para colocar los módulos de entrada. En estos módulos de entrada es donde se cablean los dispositivos externos. Los módulos de entrada utilizados en el proyecto son los siguientes:

6ES7 131-4BD01-0AA0



24 - Módulo de entrada

MÓDULOS DE SALIDA

Los módulos de salida son los componentes que reciben las decisiones tomadas del controlador (PLC) y las transmiten a los dispositivos de salida para que realicen las acciones necesarias en el proceso de producción o control.

En el proyecto, los dispositivos de salida son la luz que indica el movimiento del montacargas y el accionamiento de la subida o bajada del montacargas en función de la planta seleccionada.

Al igual que antes, es necesario el uso de zócalos para los módulos de salida donde se cablean las válvulas en línea. Los módulos de salida dispuestos en la periferia son los siguientes:

6ES7 132-4BD02-0AA0



25 - Módulo de salida

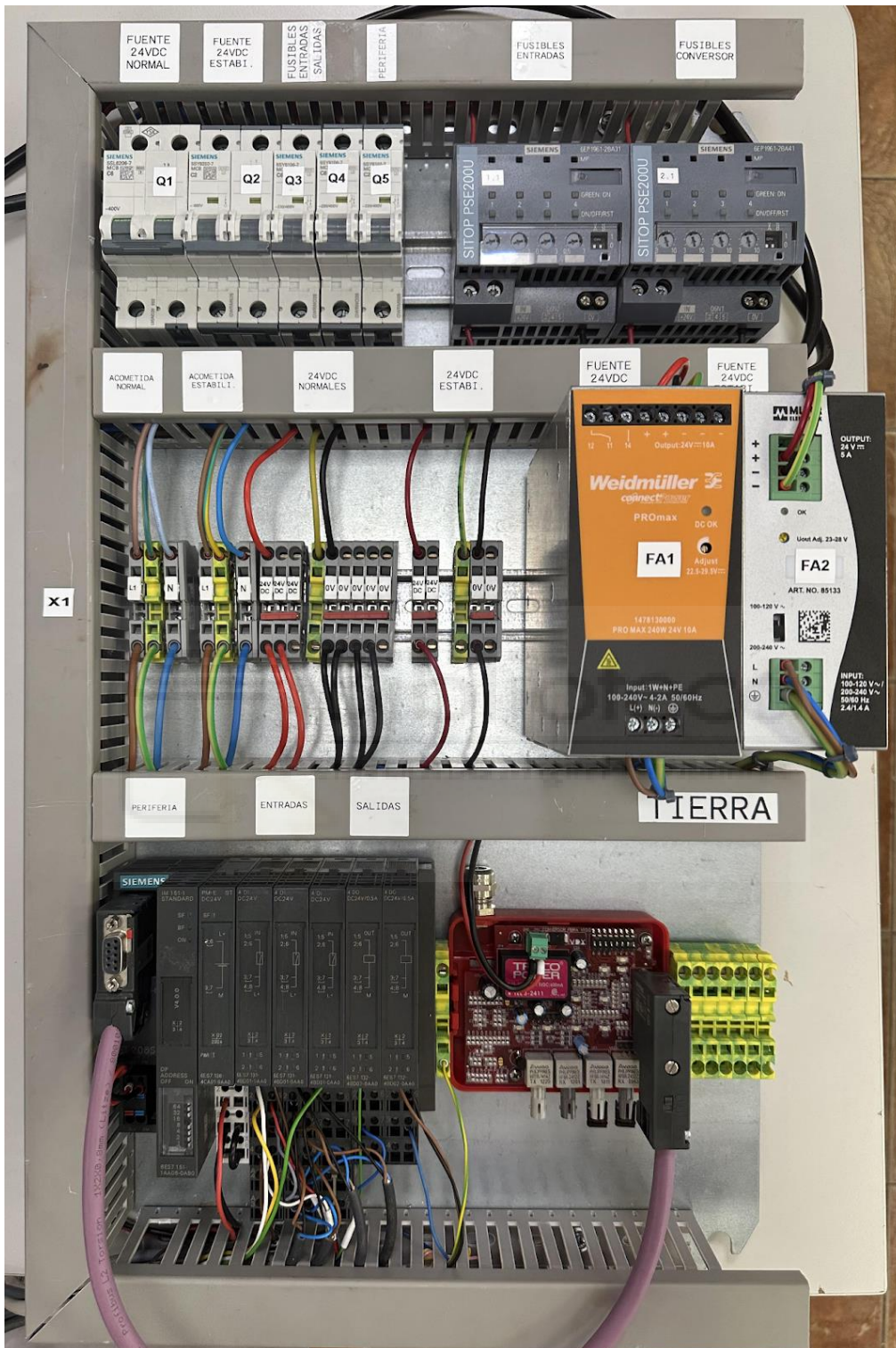
BOTONERAS

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.

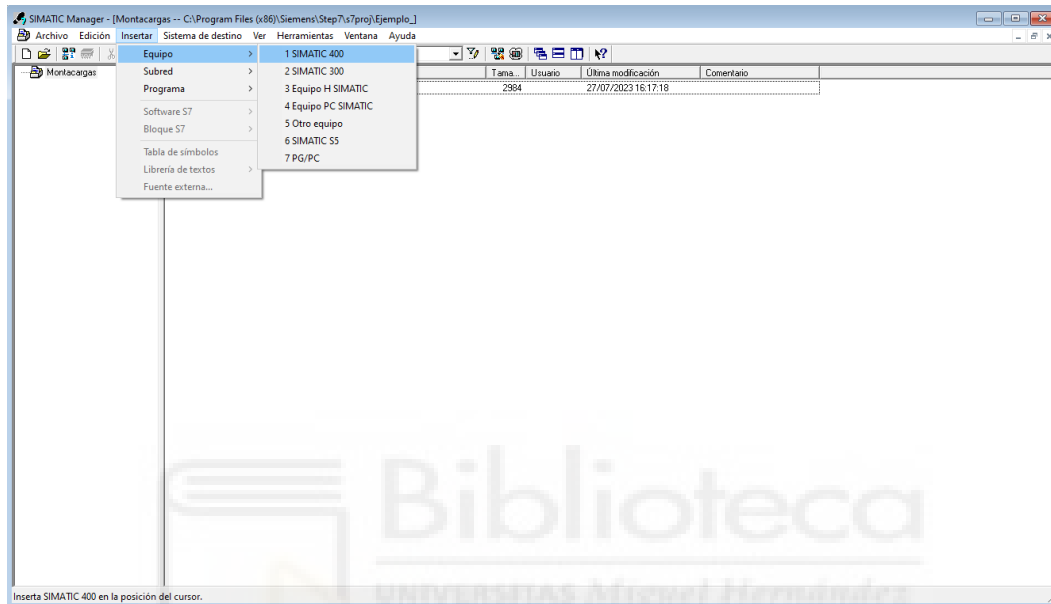
Simatic Manager permite generar documentación técnica detallada para proyectos de automatización, lo que garantiza una gestión de proyectos más completa y eficaz. Simatic Manager es una herramienta esencial que potencia la eficiencia y la confiabilidad en la programación y configuración de sistemas de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



35 - Simatic Manager

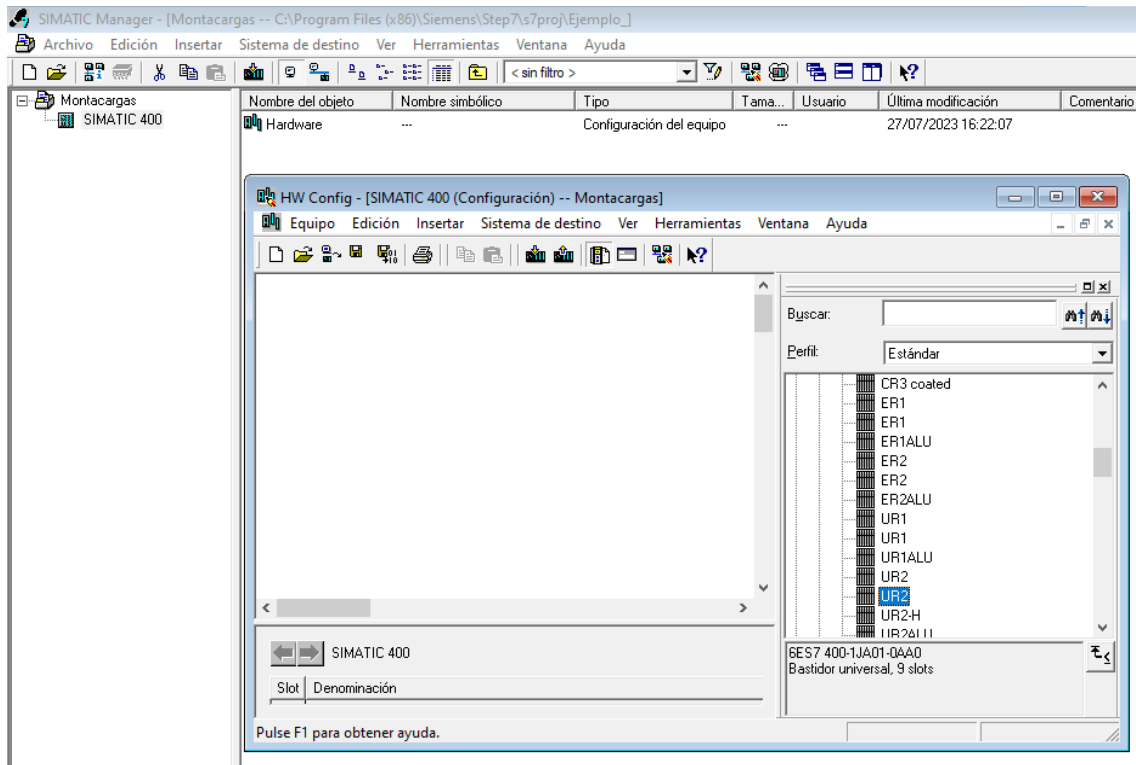
1.5.2 Configuración del Software

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.



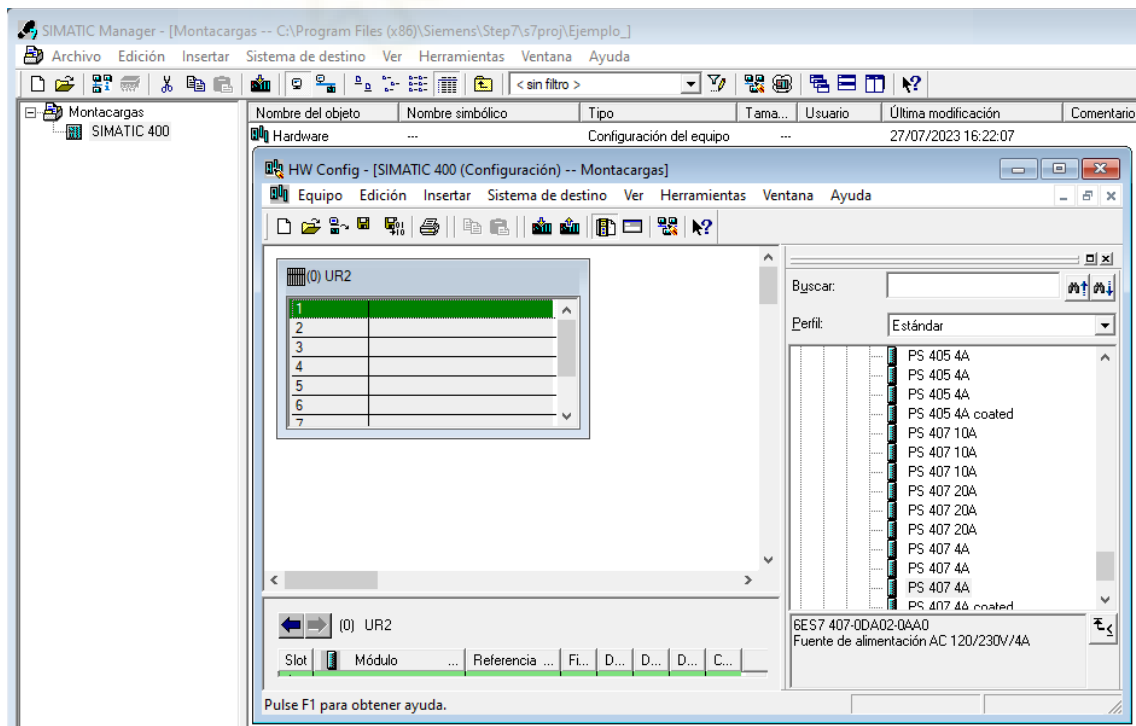
36 - Configuración Software. 1

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.



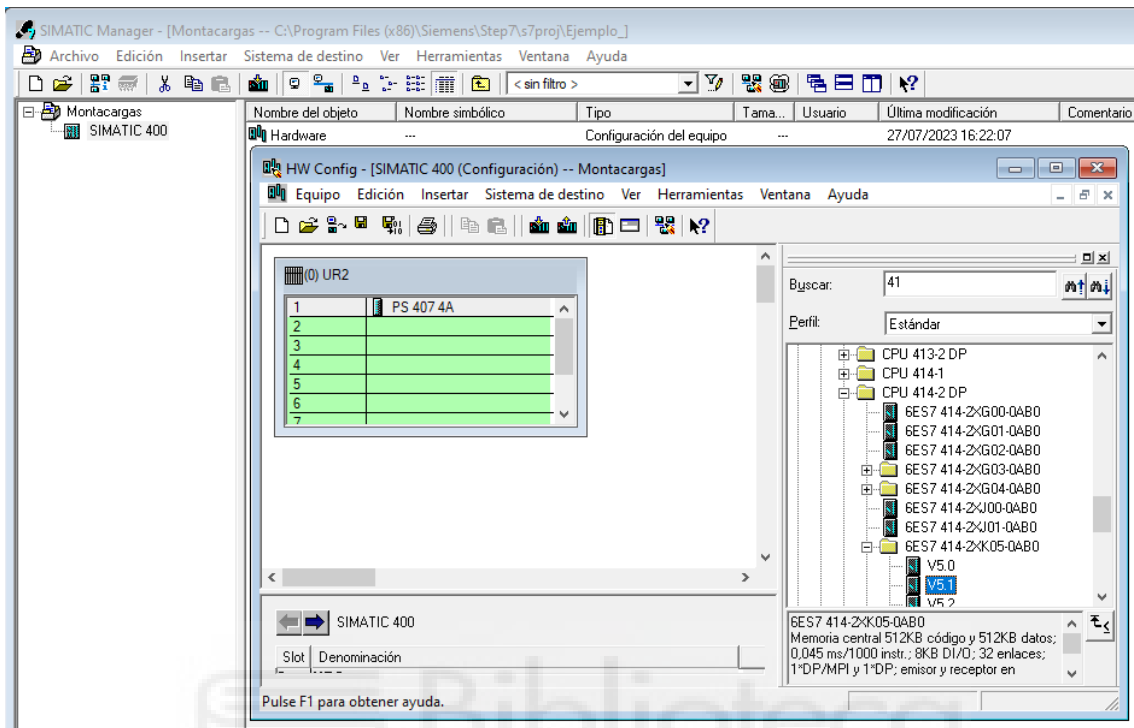
37 - Configuración Software. 2

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



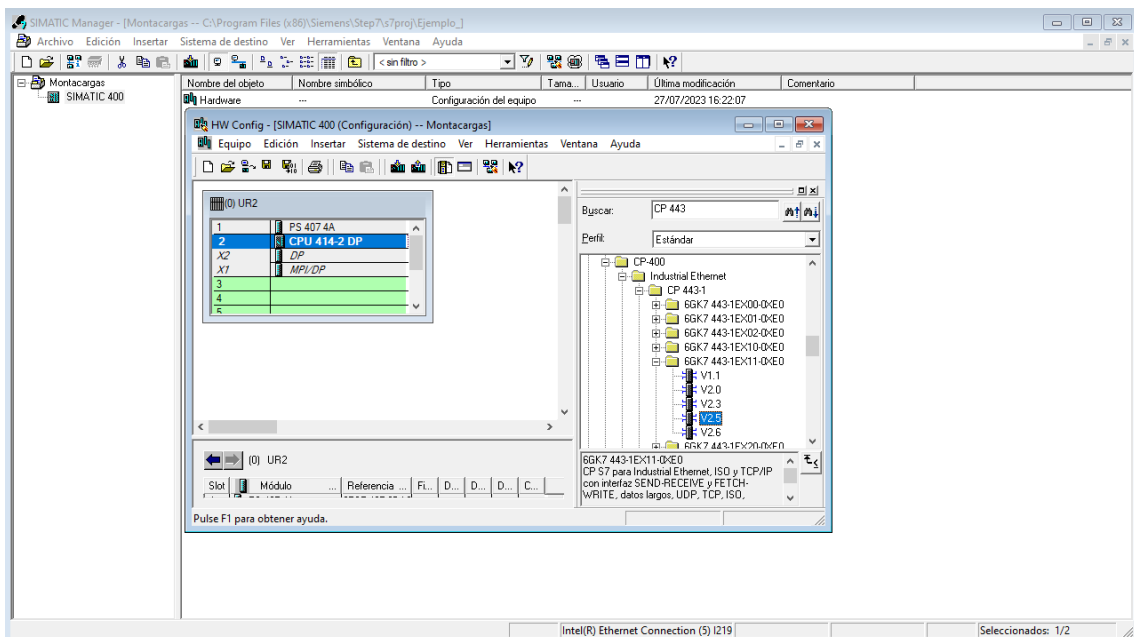
38 - Configuración Software. 3

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



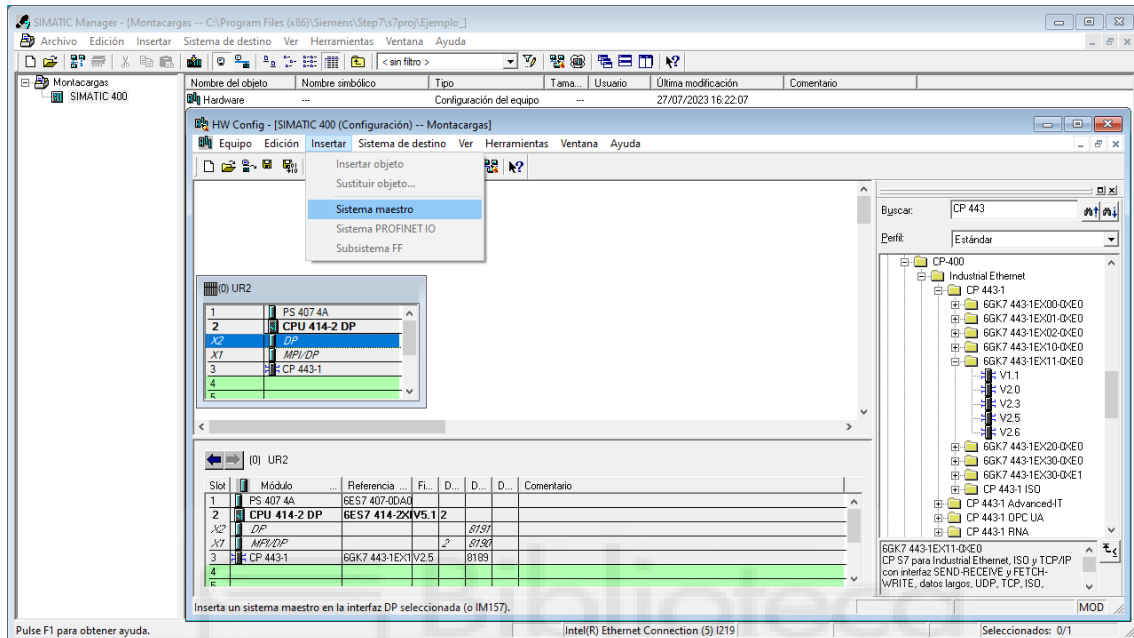
39 - Configuración Software. 4

Ahora, se añade la CPU y el módulo CP:



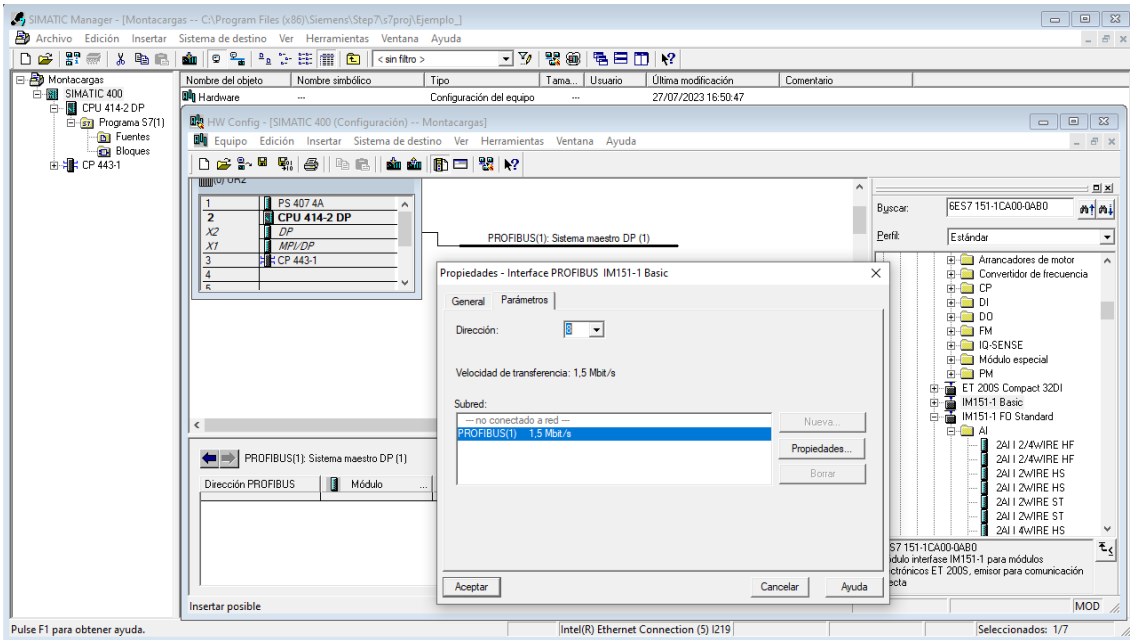
40 - Configuración Software. 5

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).



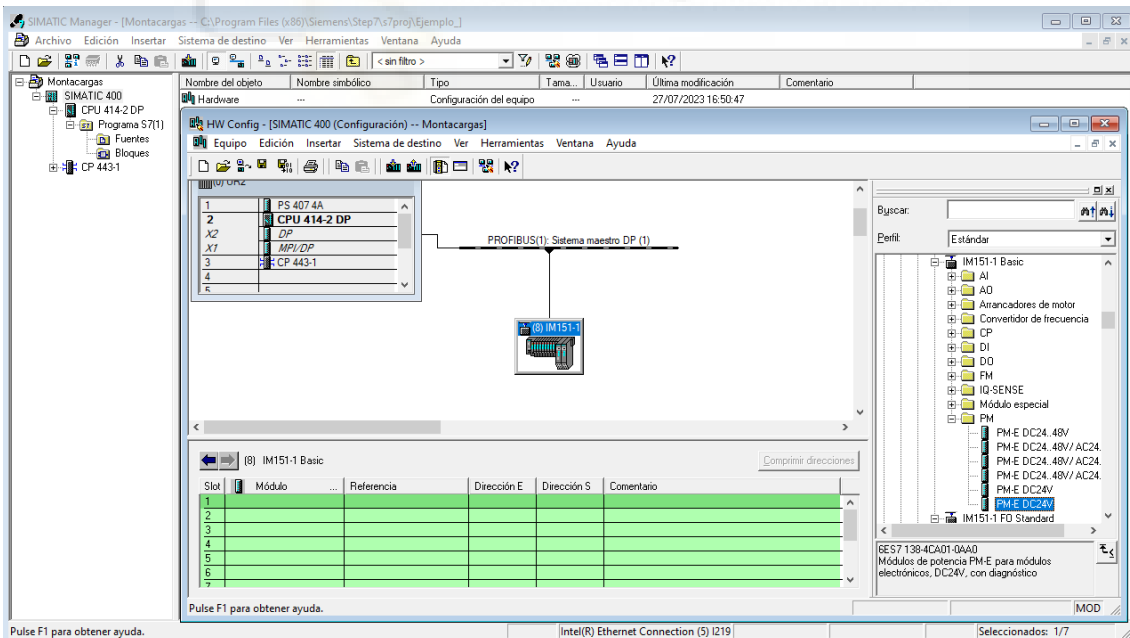
41 - Configuración Software. 6

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.



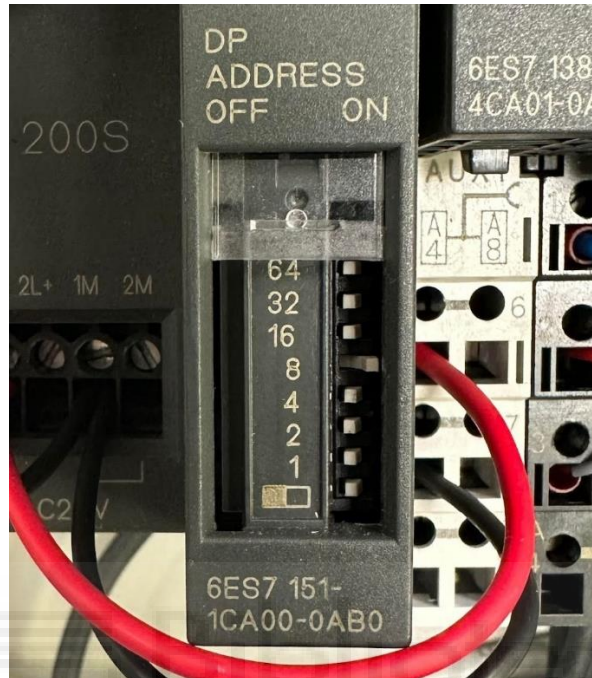
42 - Configuración Software. 7

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.

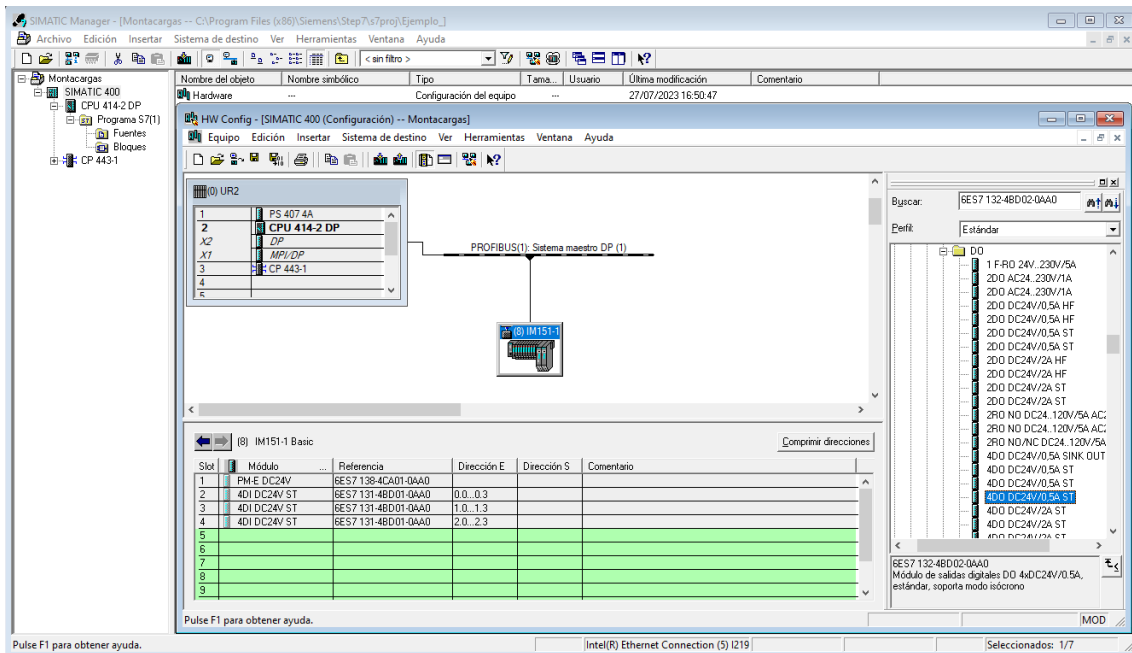


44 - Switchs de dirección periferia

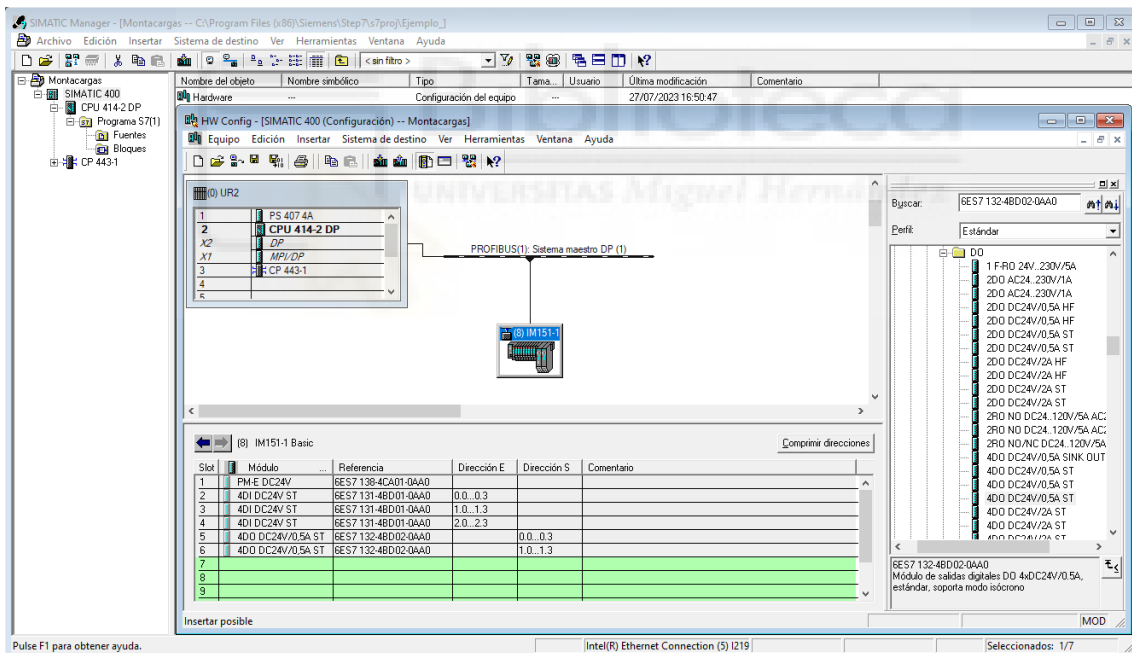
Una vez ajustada la dirección tanto en el programa como en la periferia, incluimos el módulo PM y los módulos de entrada y salida para completar la configuración del software.

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.

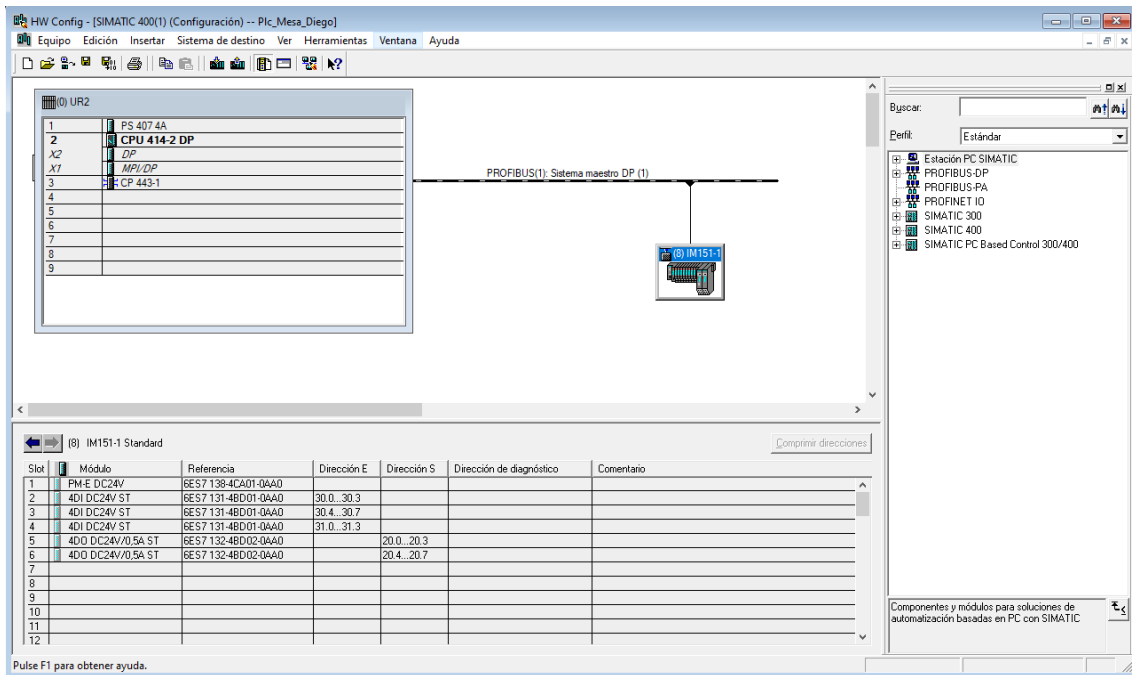


45 - Configuración de Software. 9



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.

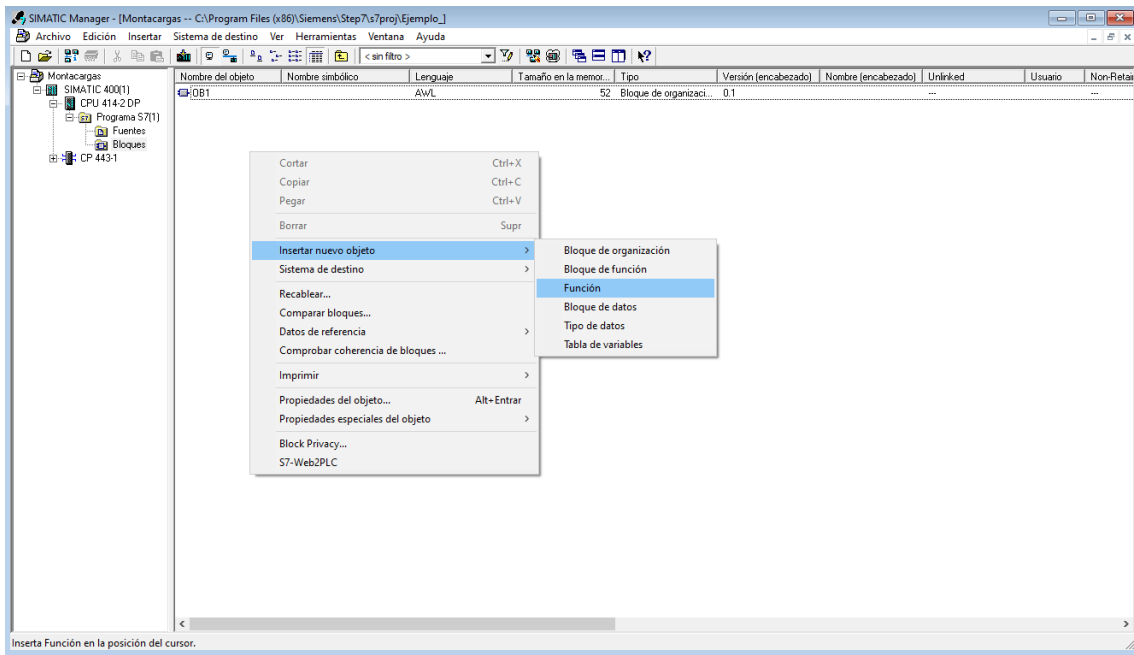


47 - Configuración de Software. 11

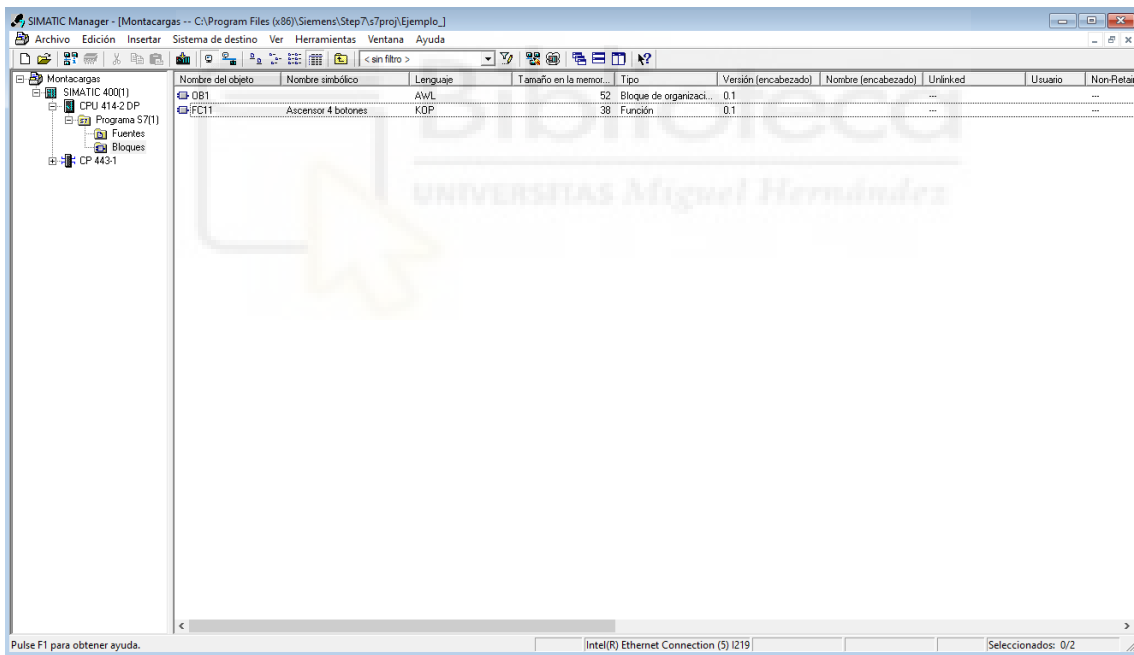
1.5.3 Creación de la función y los bloques de organización y datos

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.

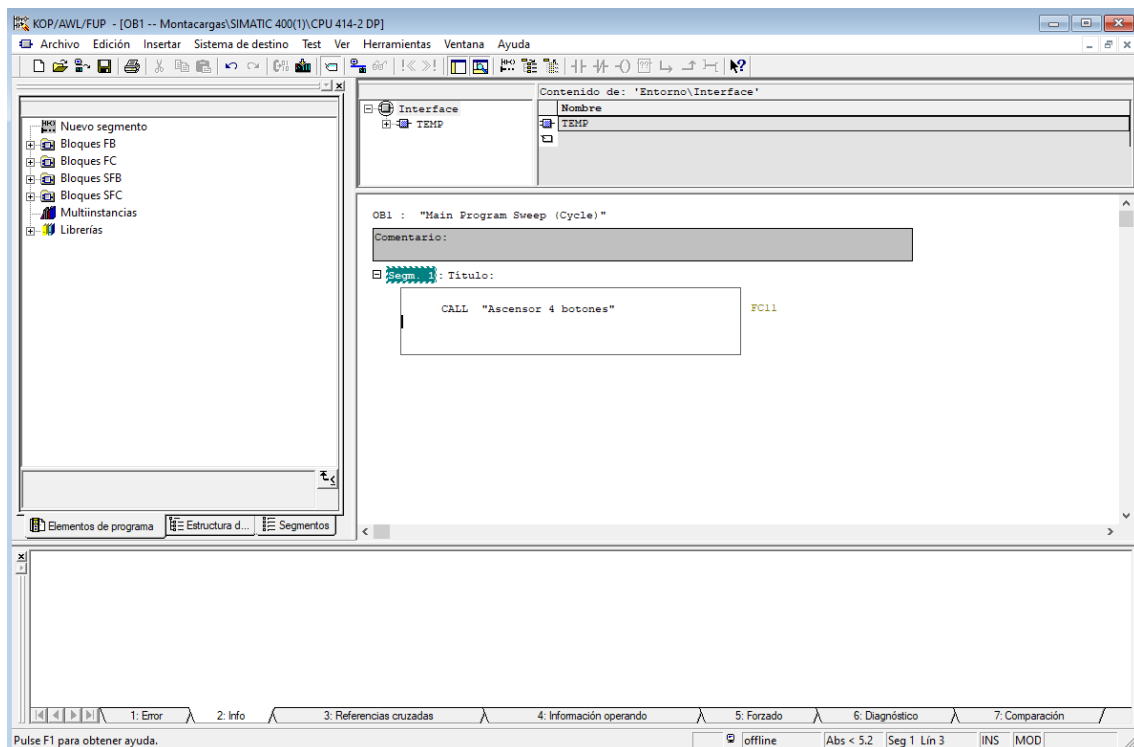
El bloque de organización OB1 es un bloque de ciclo. Este bloque es el encargado de ejecutar la función del montacargas de forma periódica y constante. En este punto, se creará la función del montacargas y se llamará dentro del bloque de organización.



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.

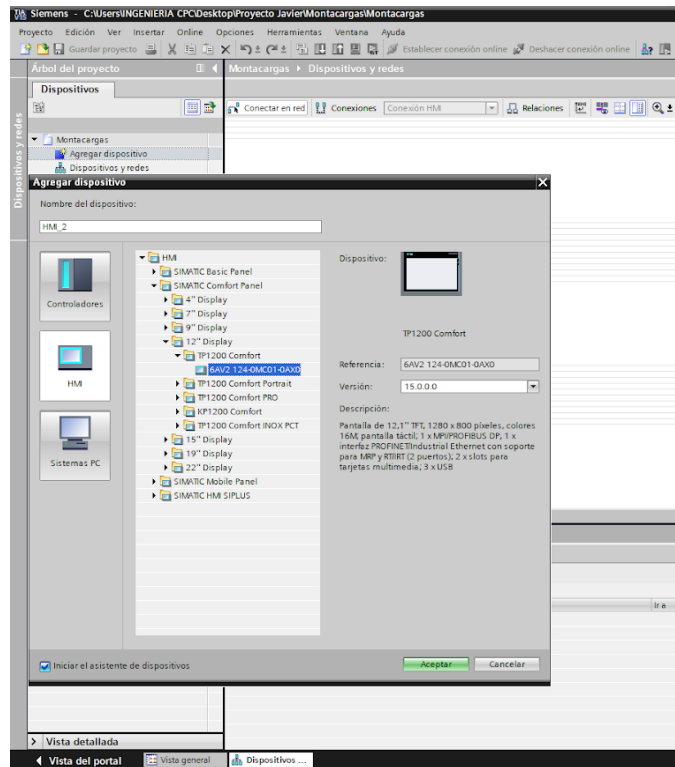


51 - Logo TIA PORTAL

1.5.4.2 Representación en TIA PORTAL

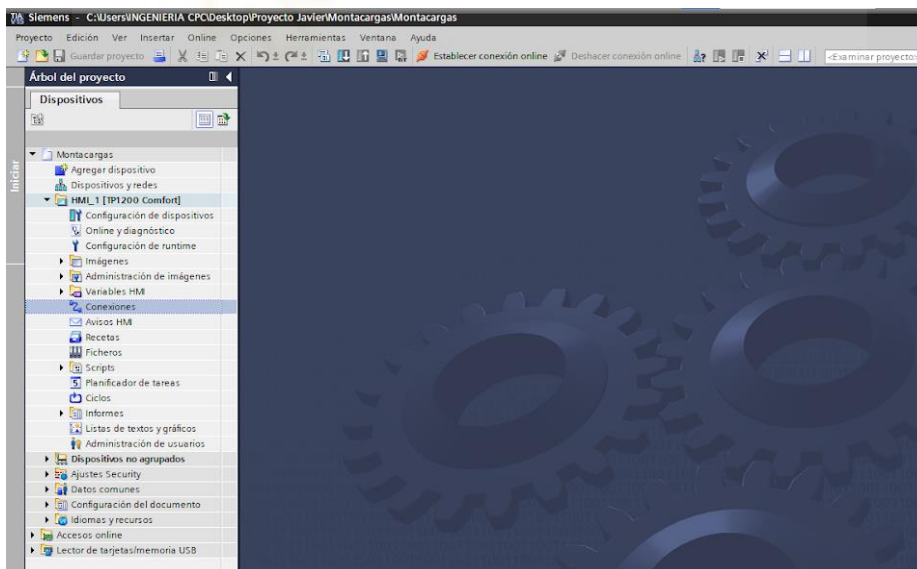
El objetivo de la utilización del software TIA Portal es la creación de una interfaz donde se pueda tener unos botones digitales que se correspondan con los botones de las plantas del montacargas, un botón de emergencia, unos pilotos que indiquen cuando la señal este activada o desactivada y una representación 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:



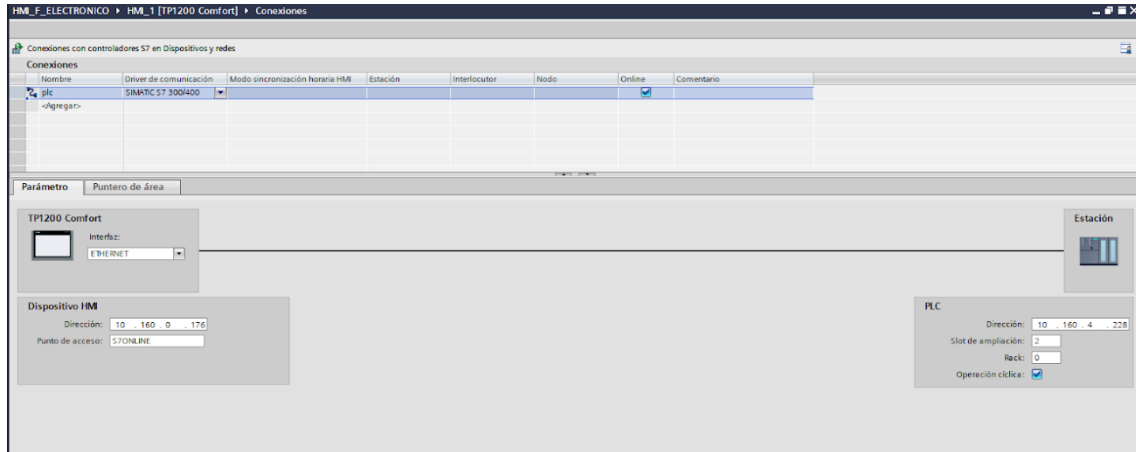
52 - Configuración HMI. 1

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.



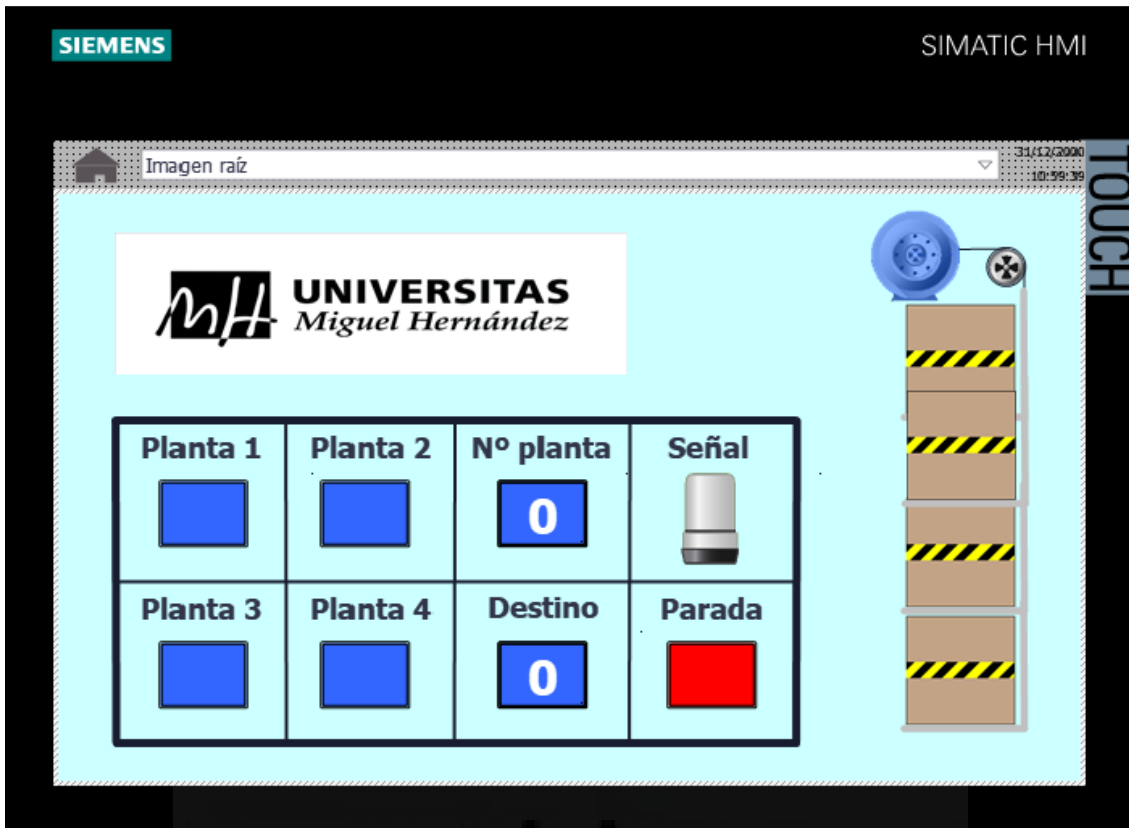
54 - Configuración HMI. 3

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

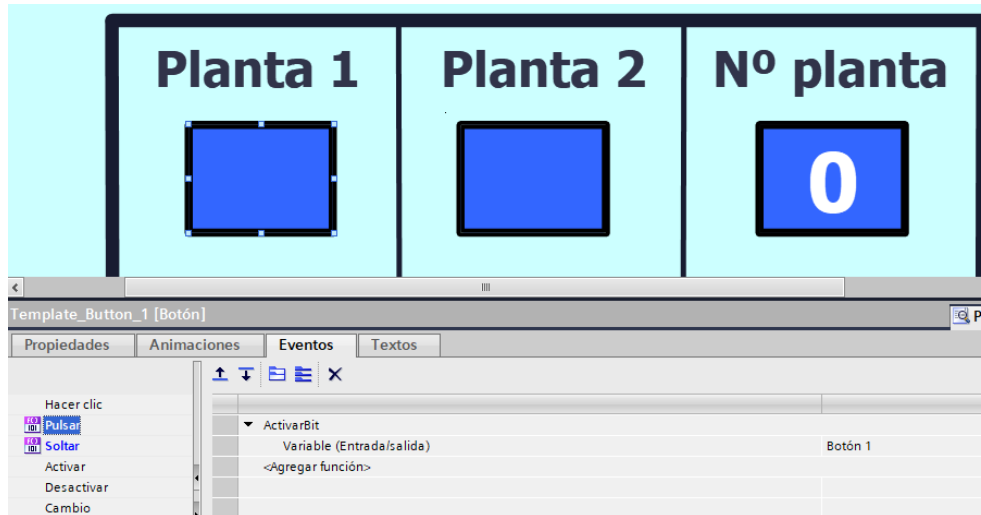
A continuación, se crea una interfaz donde se incluyan los botones en los que se asocian las marcas de los botones digitales, el botón de parada de emergencia, los dos displays, un elemento luminoso que indica el funcionamiento del montacargas y una representación de este.



56 - Interfaz generada

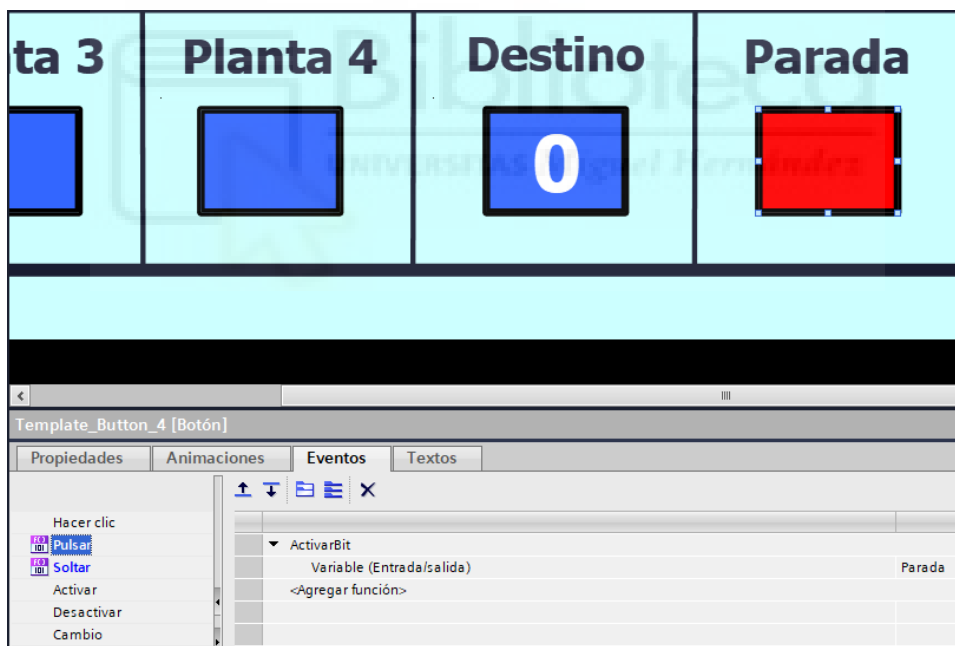
Para la implementación de los botones, displays y demás elementos disponemos de un menú desplegable que contiene diversos elementos para personalizar la interfaz. Una vez el aspecto del HMI es el deseado, se procede a asociar todos los elementos a sus correspondientes marcas o bloques de datos

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

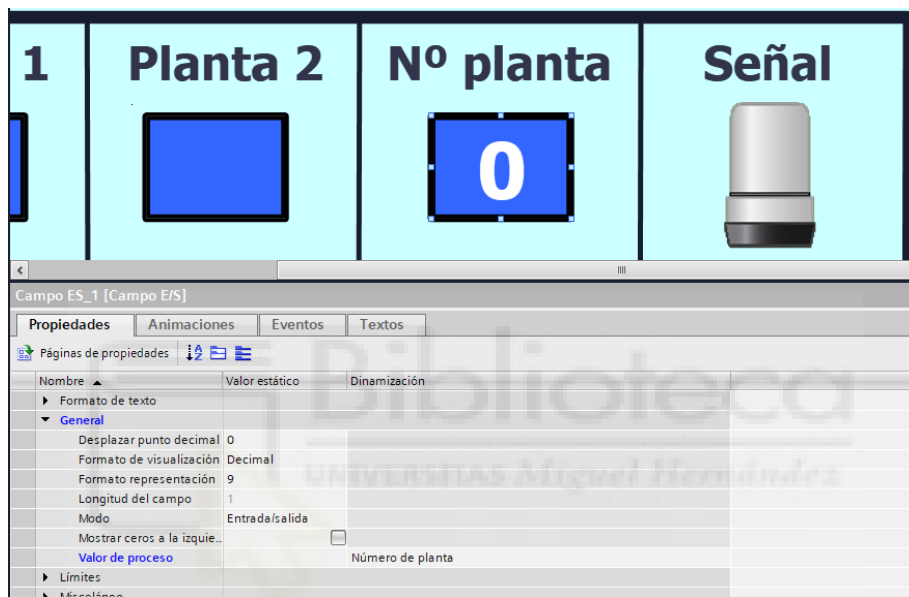
Al igual que para los botones de las plantas, la parada de emergencia tiene asociada su variable “Parada” que se utilizará en los eventos de pulsar y soltar:



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”.

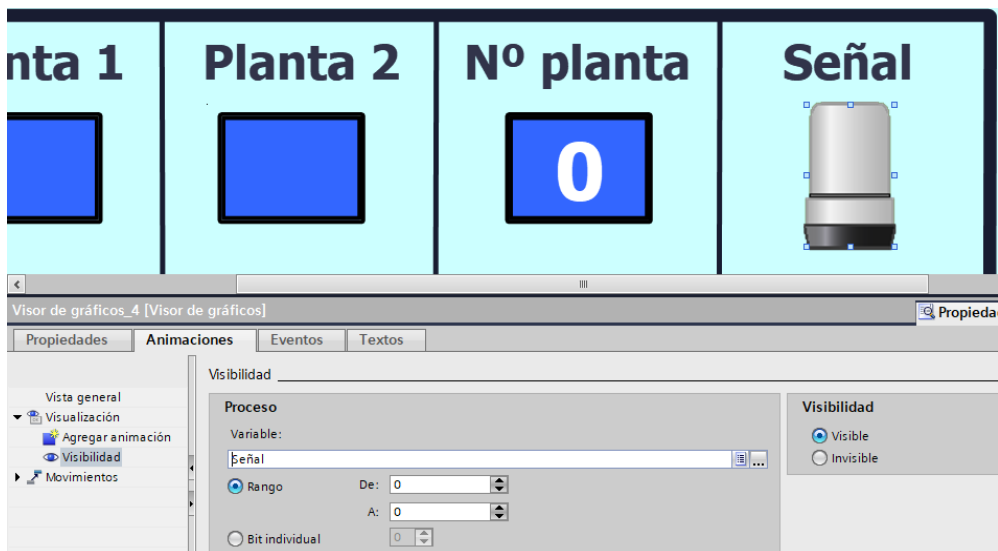


59 - Displays. 1



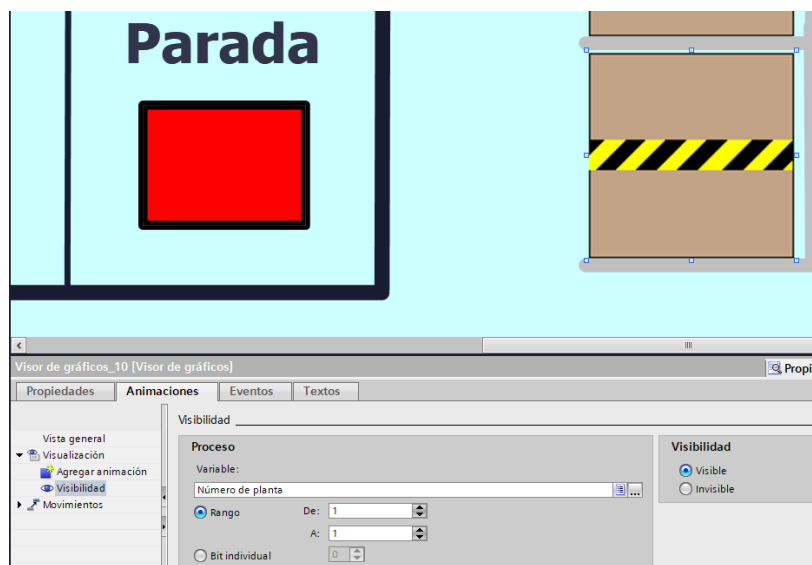
60 - Displays. 2

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

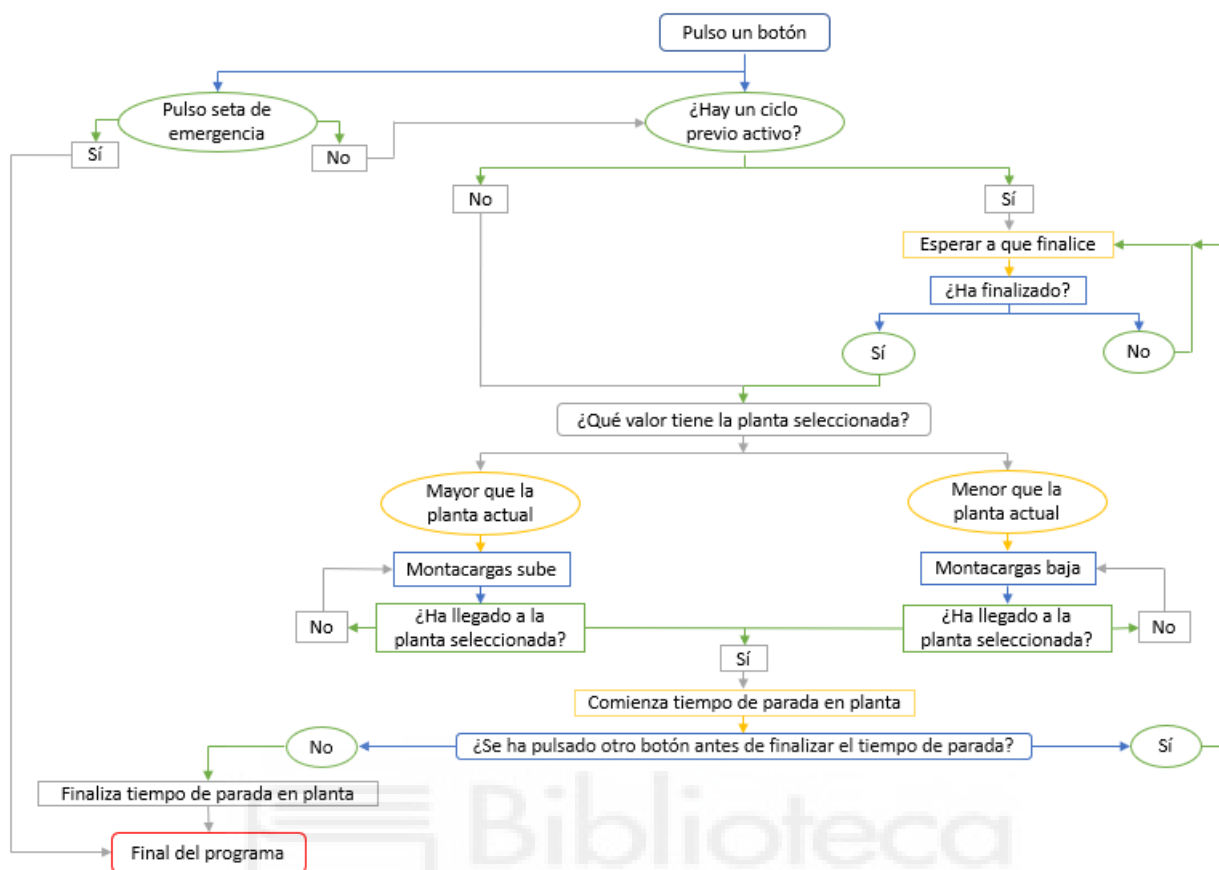
1.7.1 Lenguaje KOP

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

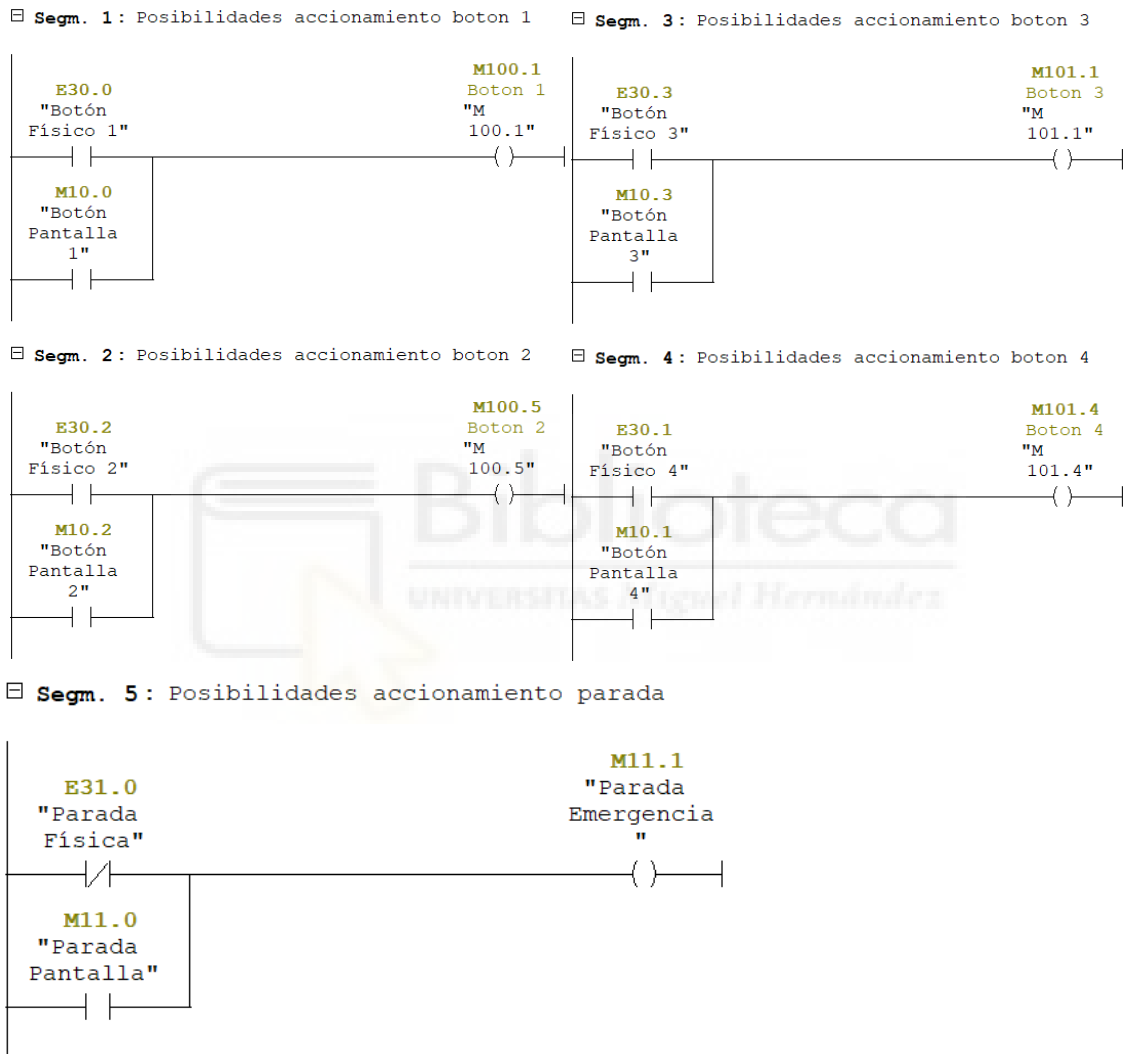
El código se ha estructurado de tal manera que se diferencian dos casuísticas

- 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.

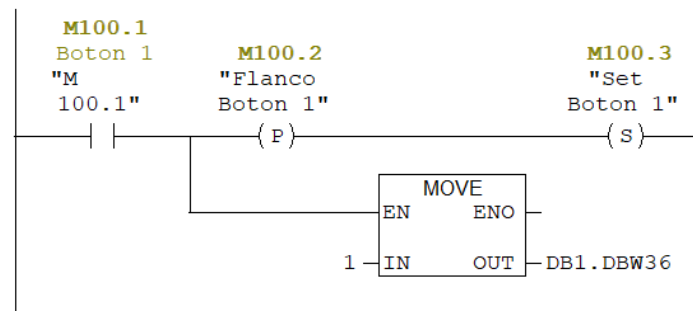


64 - Código. Segmentos 1-5

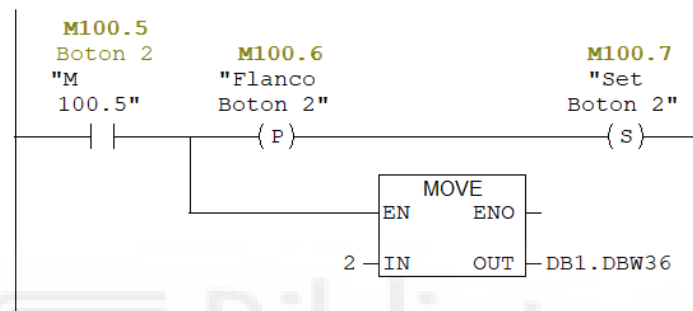
De esta forma, cada botón físico tiene asignada su entrada correspondiente con la dirección configurada en el software y cada botón digital tiene asociada la marca asignada en la tabla de variables en TIA Portal. Ambas entradas, accionan las marcas de botones y seta de emergencia con la que realmente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

1.7.3.2 Acciones de los botones

▣ **Segm. 6:** Acciones Botón 1

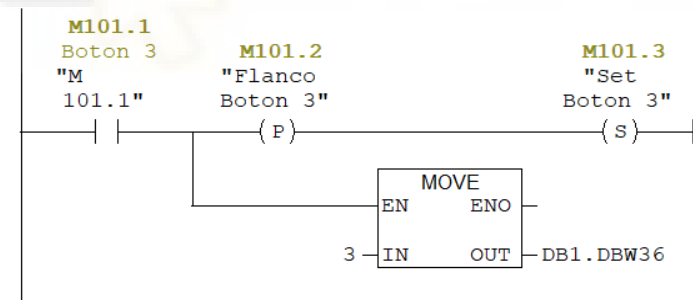


▣ **Segm. 7:** Acciones Botón 2

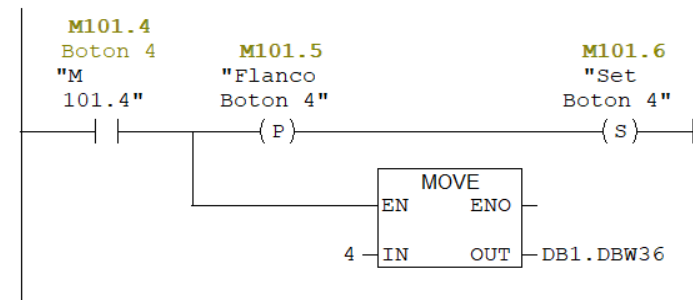


65 - Código. Segmentos 6 y 7

▣ **Segm. 8:** Acciones Botón 3



▣ **Segm. 9:** Acciones Botón 4



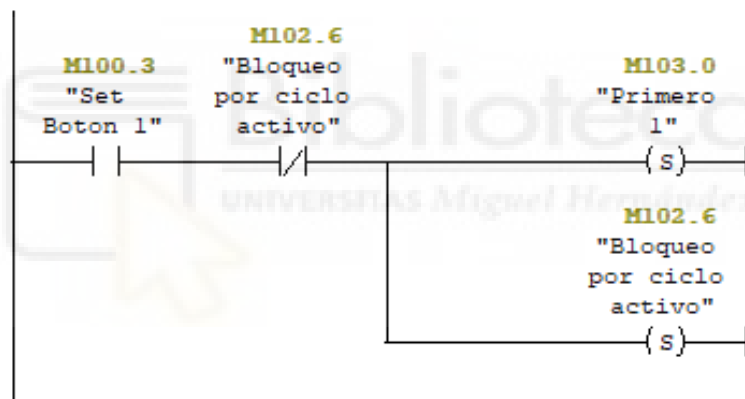
66 - Código. Segmentos 8 y 9

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 sollicitación

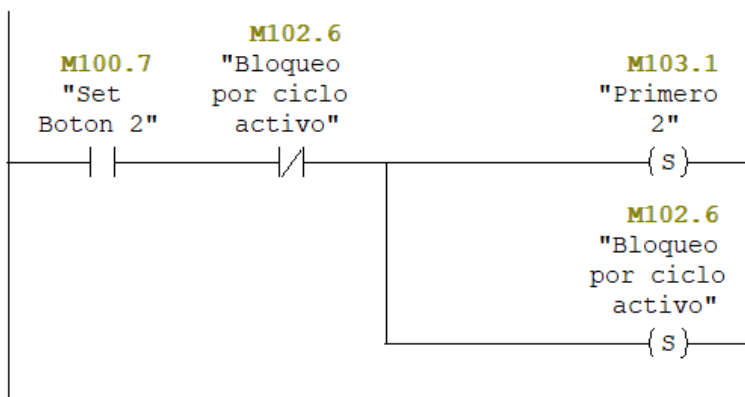
Por otro lado, cada vez que pulsamos un botón, el bloque de datos DB1.DBW36 almacena el último número de botón al que se le haya dado. Este bloque de datos va a ser el bloque de datos que marca el destino o la planta a la que se desea ir y que, como se mostrará en segmentos posteriores, participa en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

1.7.3.3 Controladores primera casuística

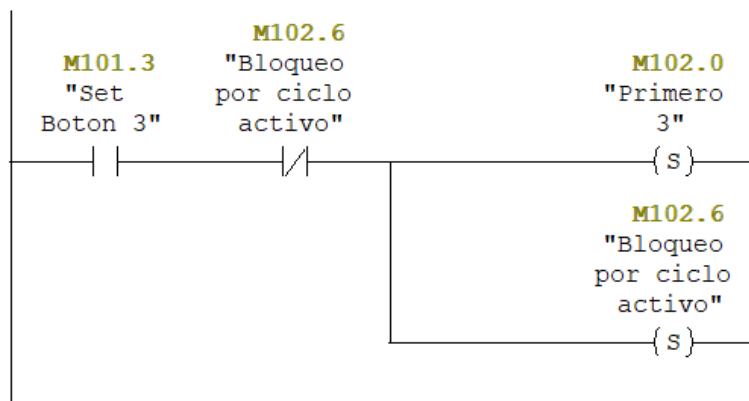
Segm. 10 : Controlador Boton 1



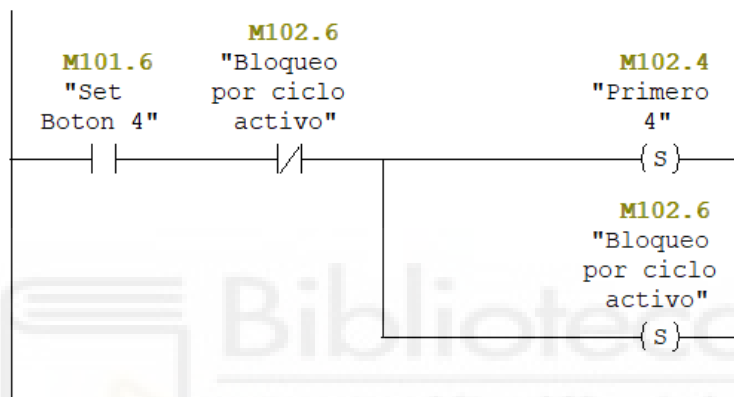
Segm. 11 : Controlador Boton 2



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

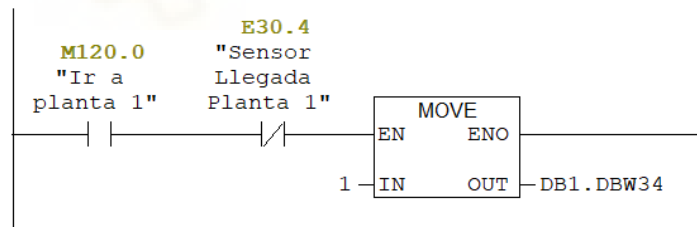
En los segmentos 14, 16, 18 y 20, los dos casos que se pueden dar para ir a la planta seleccionada se juntan en uno. Esta marca, “Ir a la planta X”, es la que realmente activa la señal.

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

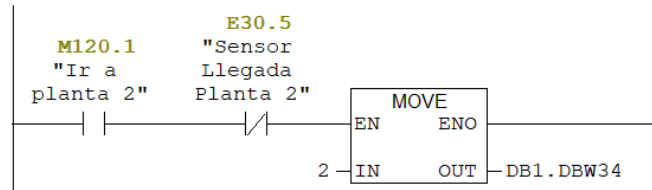


69 - Código. Segmentos 14 y 15

☐ **Segm. 16:** Voy a Planta 2



☐ **Segm. 17:** Estoy en Planta 2

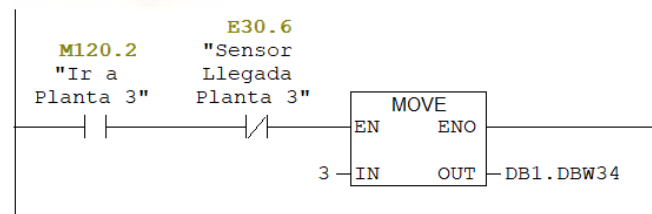


70 - Código. Segmentos 16 y 17

☐ **Segm. 18:** Voy a Planta 3

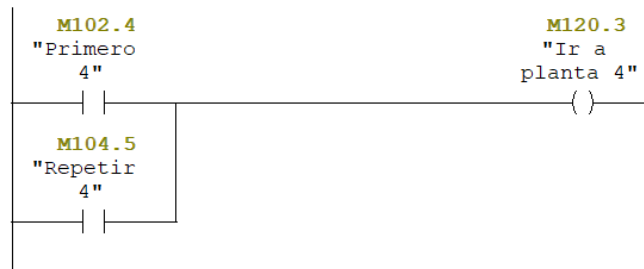


☐ **Segm. 19:** Estoy en Planta 3

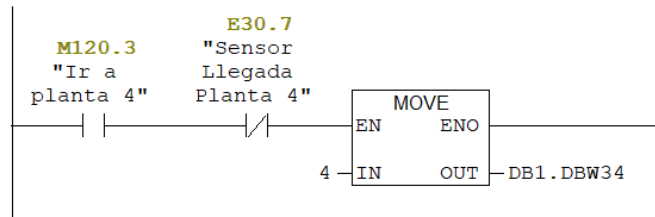


71 - Código. Segmentos 18 y 19

☐ **Segm. 20** : Voy a planta 4



☐ **Segm. 21** : Estoy en planta 4



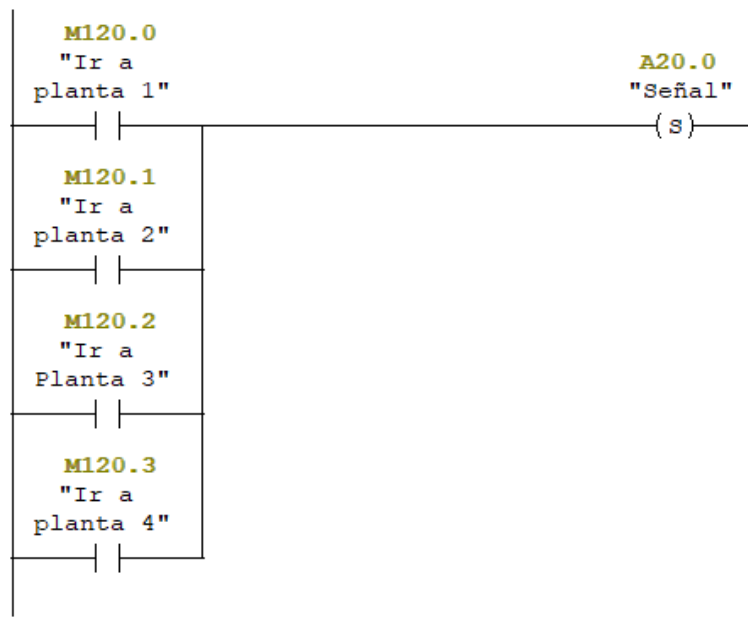
72 - Código. Segmentos 20 y 21

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 adquiriera 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

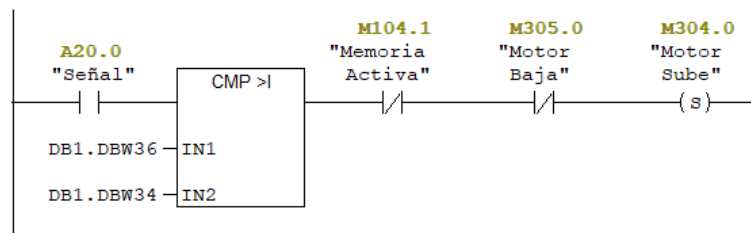


73 - Código. Segmento 22

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

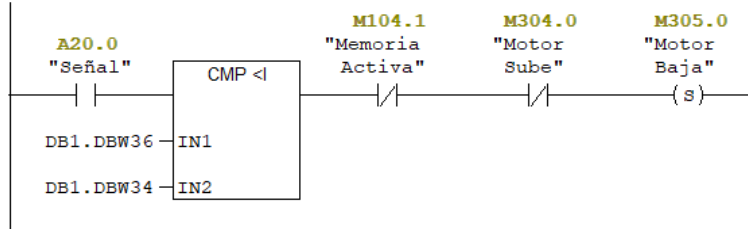


74 - Código. Segmento 23

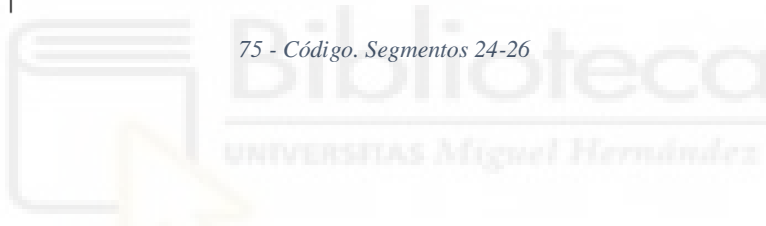
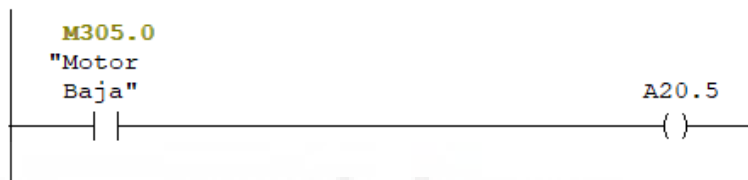
☐ **Segm. 24 : Motor Sube**



☐ **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.

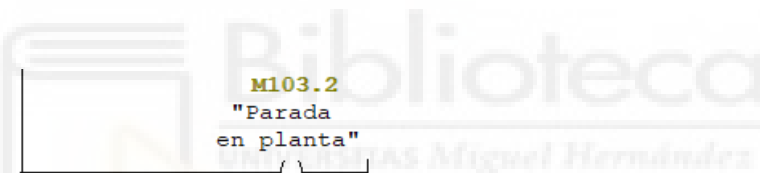
Por otro lado, la seta de emergencia ataca a este segmento. Todos los sets que determinan las acciones se resetean este segmento por lo que, al activarse la marca de la parada de emergencia, todo se resetea esperando una nueva solicitud.

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)



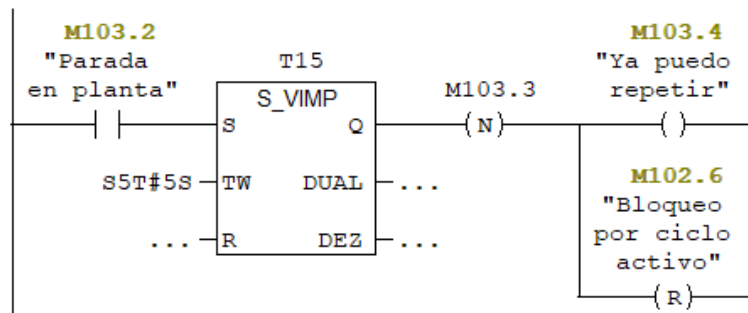
M103.2 "Parada en planta"		
()		
M103.0 "Primero 1"		M104.3 "Repetir 2"
(R)		(R)
M103.1 "Primero 2"		M104.4 "Repetir 3"
(R)		(R)
M102.0 "Primero 3"		M104.5 "Repetir 4"
(R)		(R)
M102.4 "Primero 4"		M304.0 "Motor Sube"
(R)		(R)
M104.2 "Repetir 1"		M305.0 "Motor Baja"
(R)		(R)

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



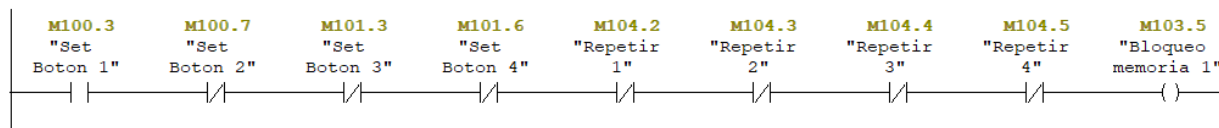
78 - Código. Segmento 28

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.

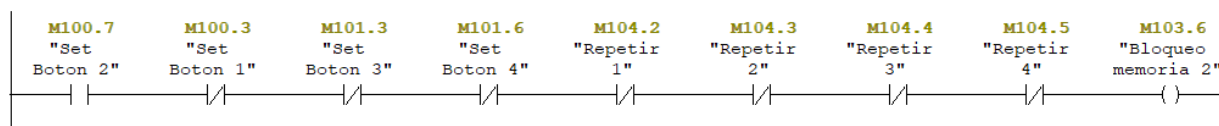
A partir de este segmento, comenzamos a trabajar con la segunda casuística, válida para el caso en el que hayamos pulsado un segundo botón antes de que se complete todo el ciclo del primer botón. La memoria del montacargas debe ser estrictamente desactivada en todos los casos en los que solo hemos pulsado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

1.7.3.9 Bloqueos de la memoria

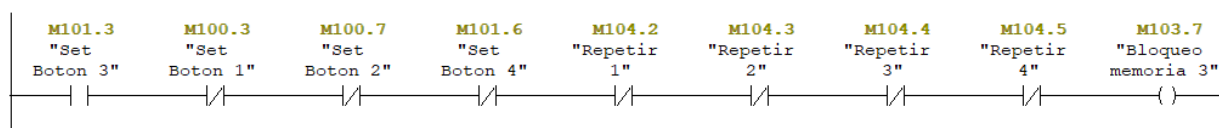
☐ Segm. 29: Bloqueo de memoria por botón 1



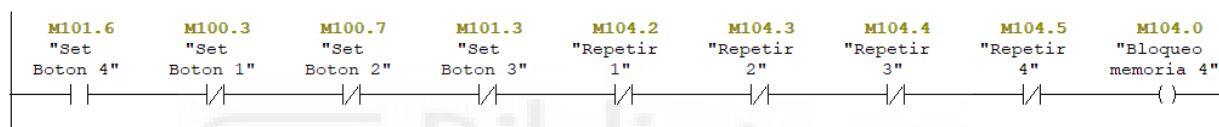
☐ Segm. 30: Bloqueo de memoria por botón 2



☐ Segm. 31: Bloqueo de memoria por botón 3



☐ Segm. 32: Bloqueo de memoria por botón 4



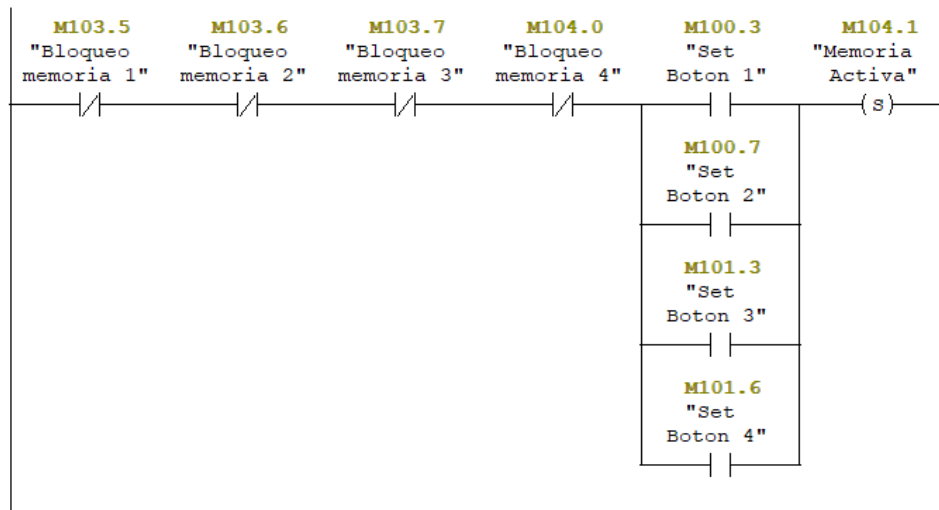
79 - Código. Segmentos 29-32

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.

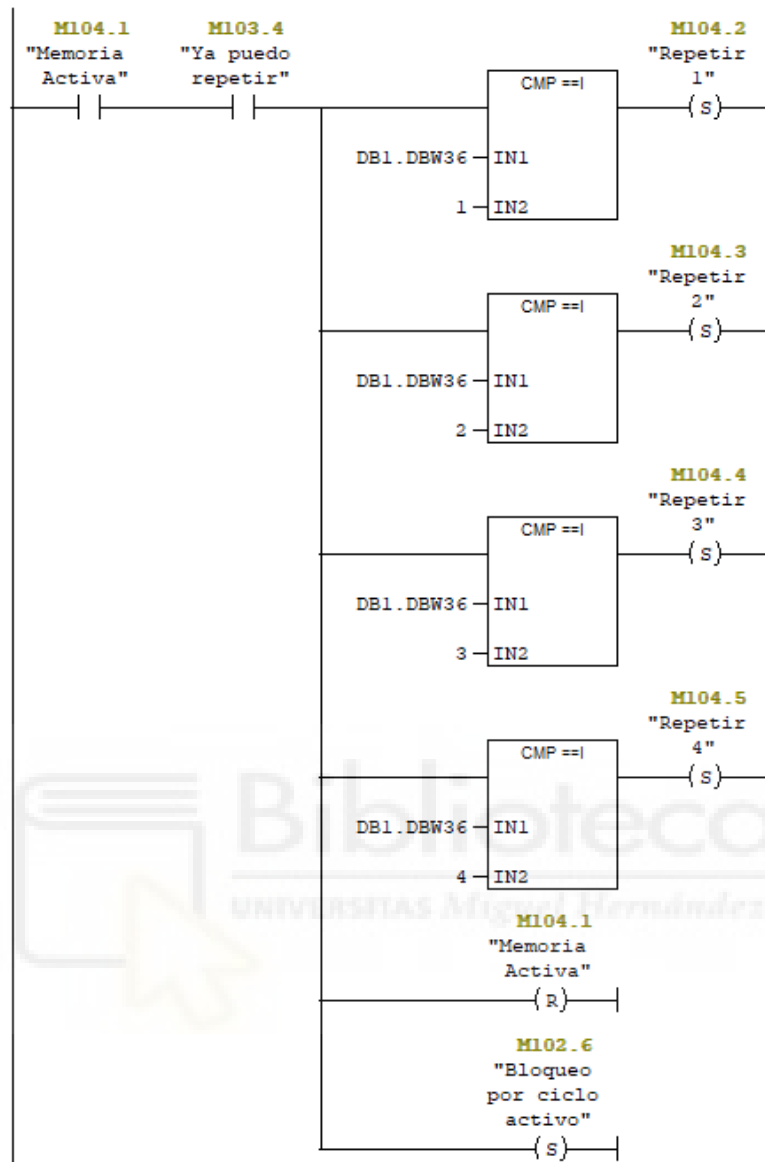
Segm. 33 : Memoria de la botonera



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

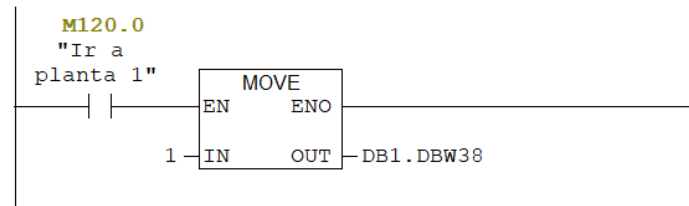


81 - Código. Segmento 34

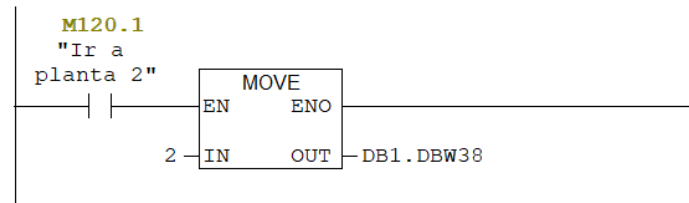
1.7.3.11 Variable destino ascensor

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.

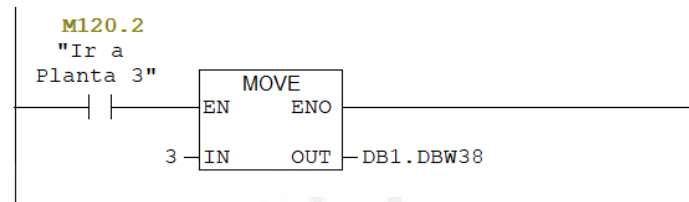
☐ **Segm. 35** : Título:



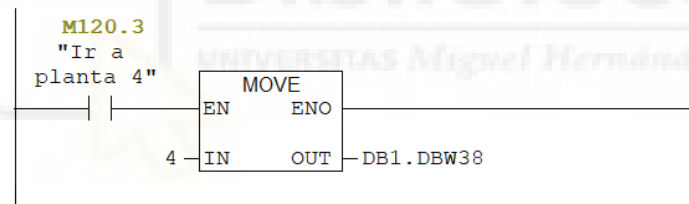
☐ **Segm. 36** : Título:



☐ **Segm. 37** : Título:



☐ **Segm. 38** : Título:



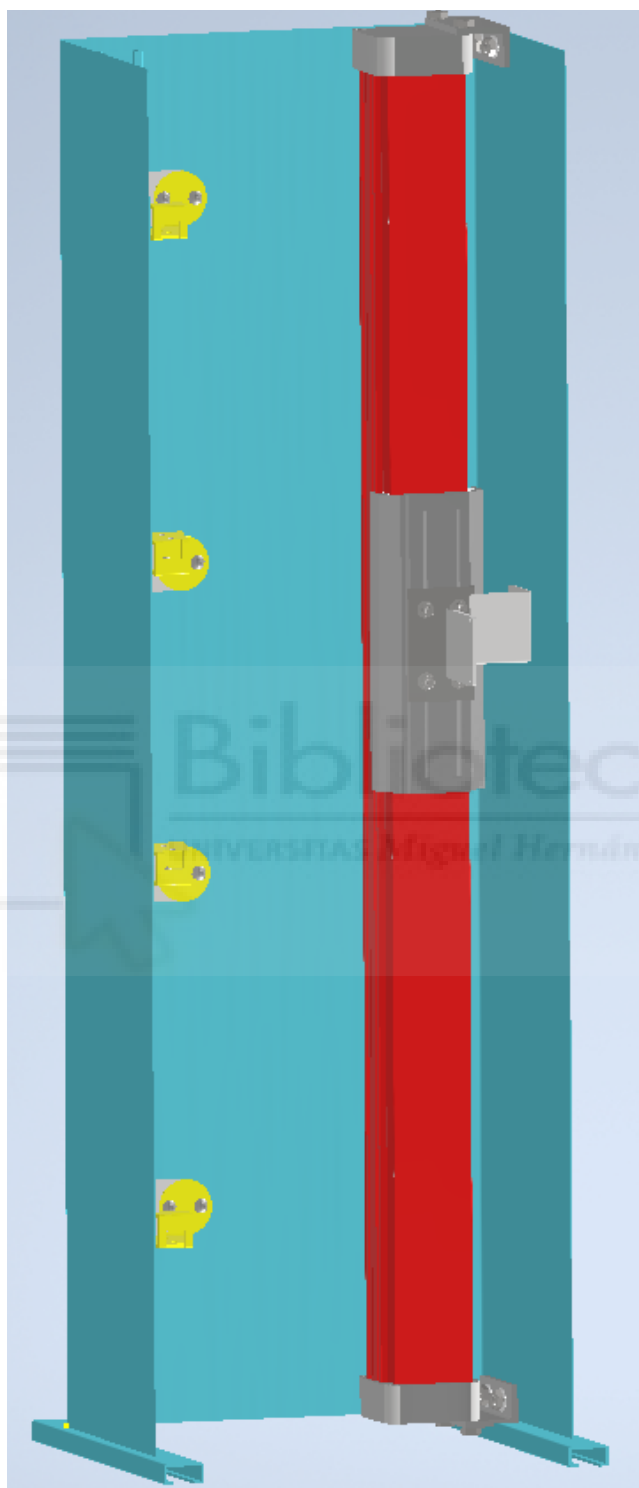
1.8 CONCLUSIONES Y TRABAJOS FUTUROS

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.

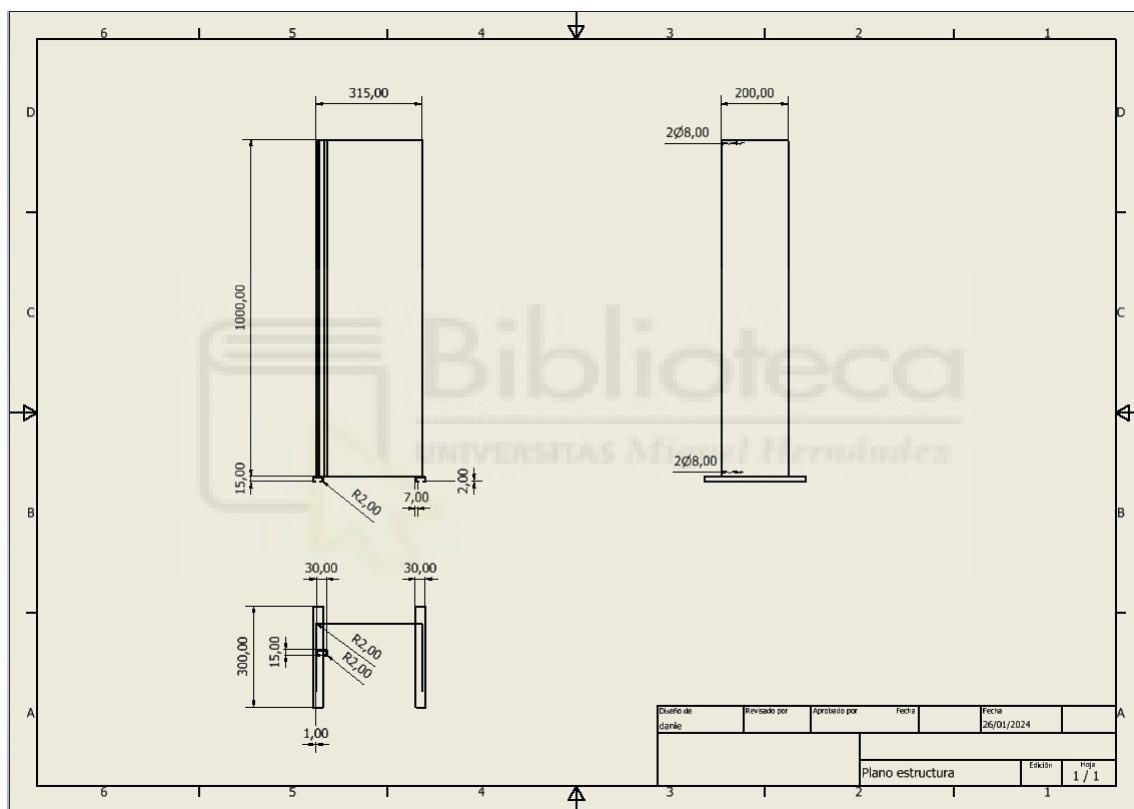
Como ampliación al montacargas, esta misma dinámica de automatización se puede aplicar en cada planta del ascensor, diseñando líneas de transporte de gavetas para el transporte del material que llega a cada planta a su destino final. En función de la clase de producto, el operario puede disponer de una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

2. PLANOS



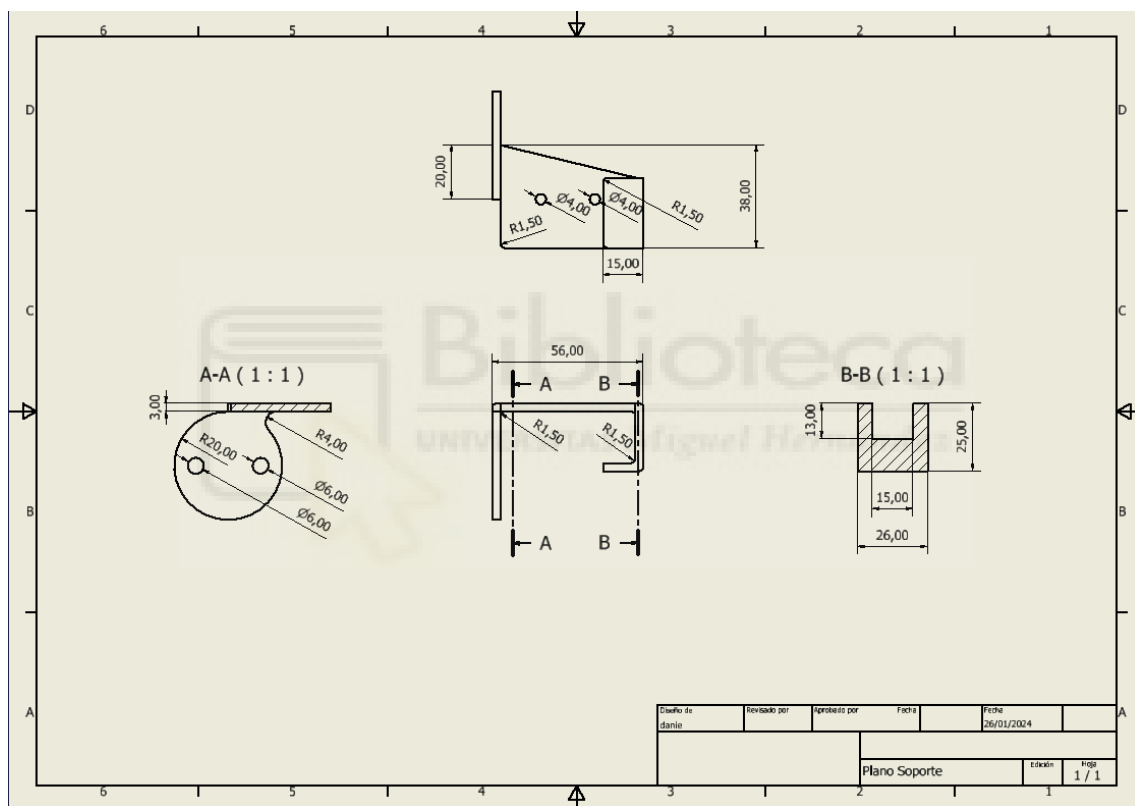
83 - Vista 3d maqueta

2.1 PLANO ESTRUCTURA METÁLICA



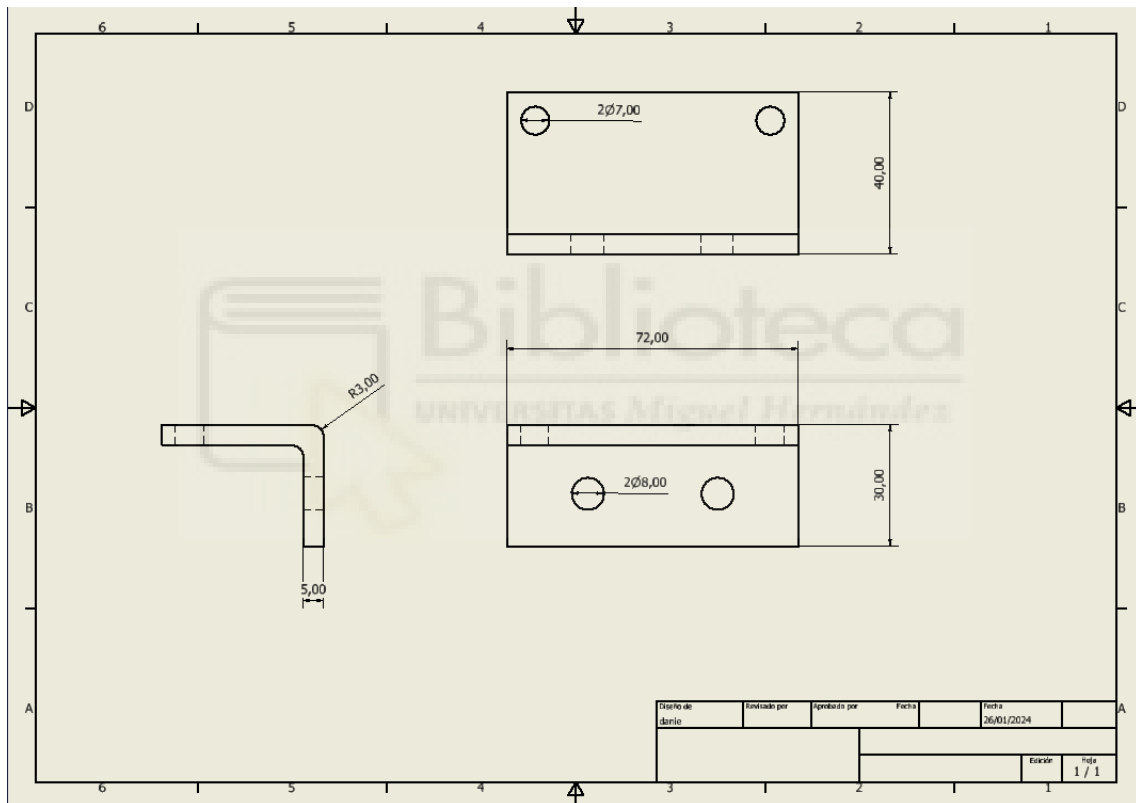
84 - Plano estructura metálica

2.2 PLANO SOPORTE FOTOCÉLULAS



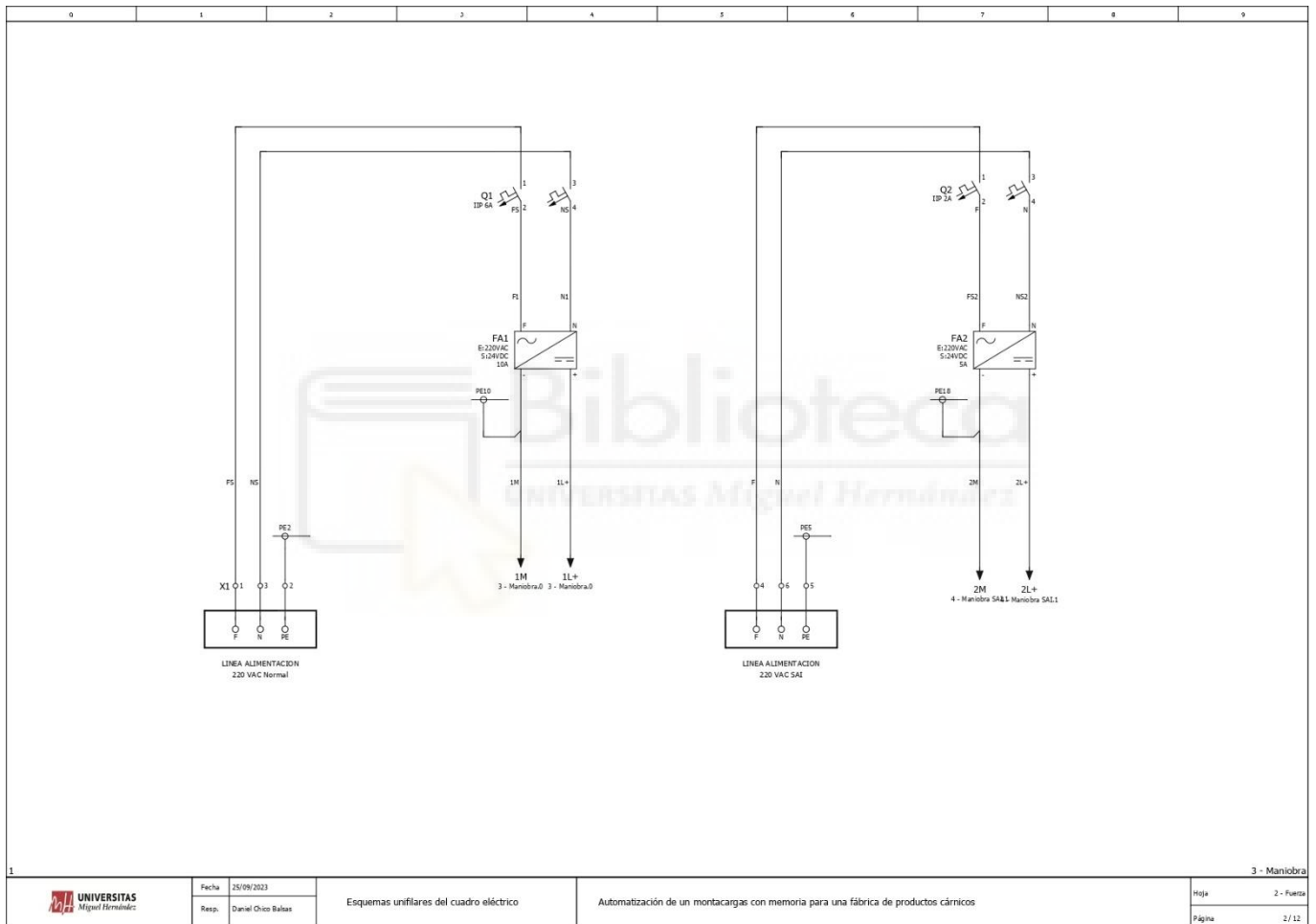
85 - Plano soporte fotocélulas

2.3 PLANO SOPORTE CILINDRO

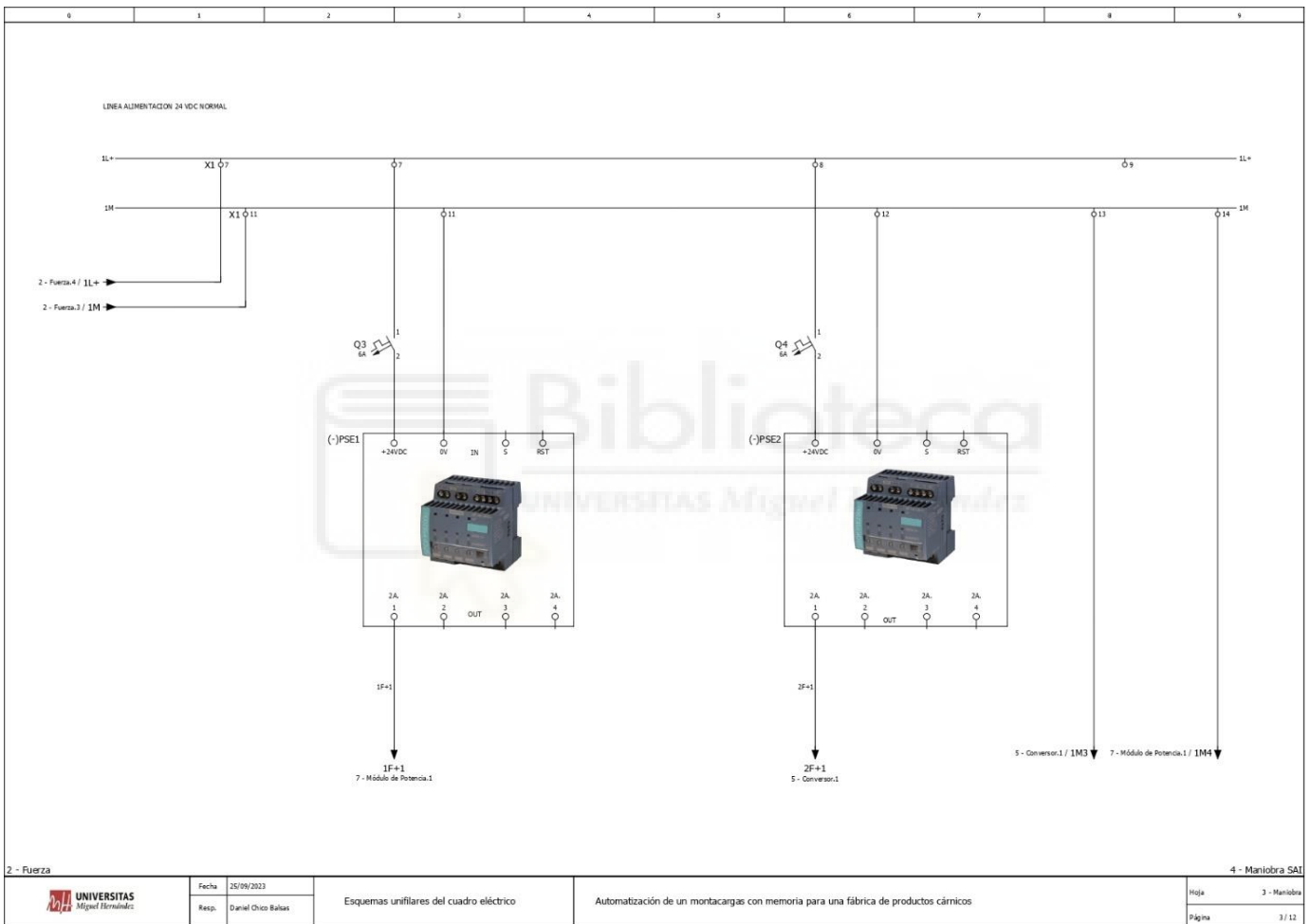


86 - Plano soporte cilindro

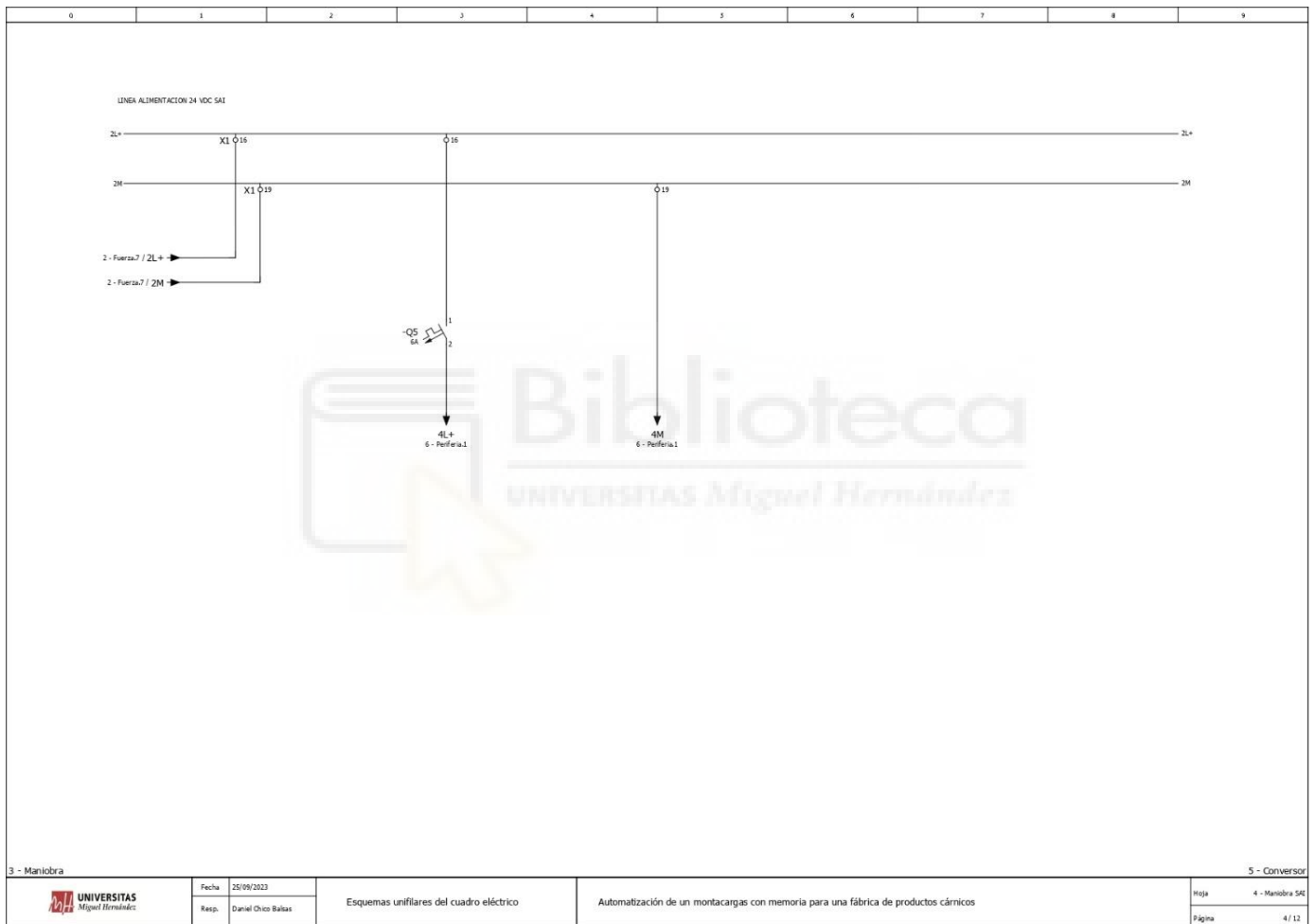
3. ESQUEMAS UNIFILARES



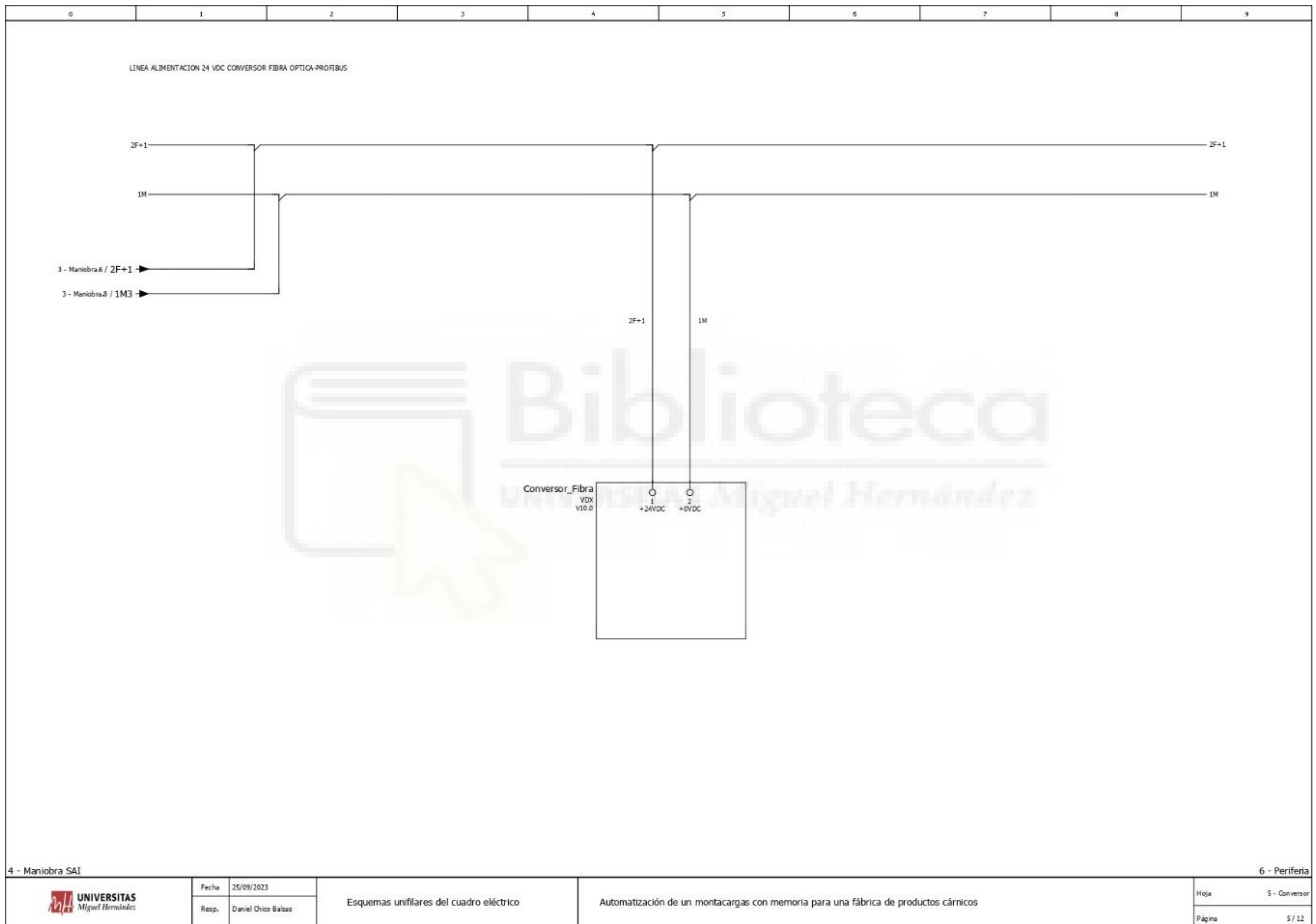
88 - Esquemas unifilares. 1



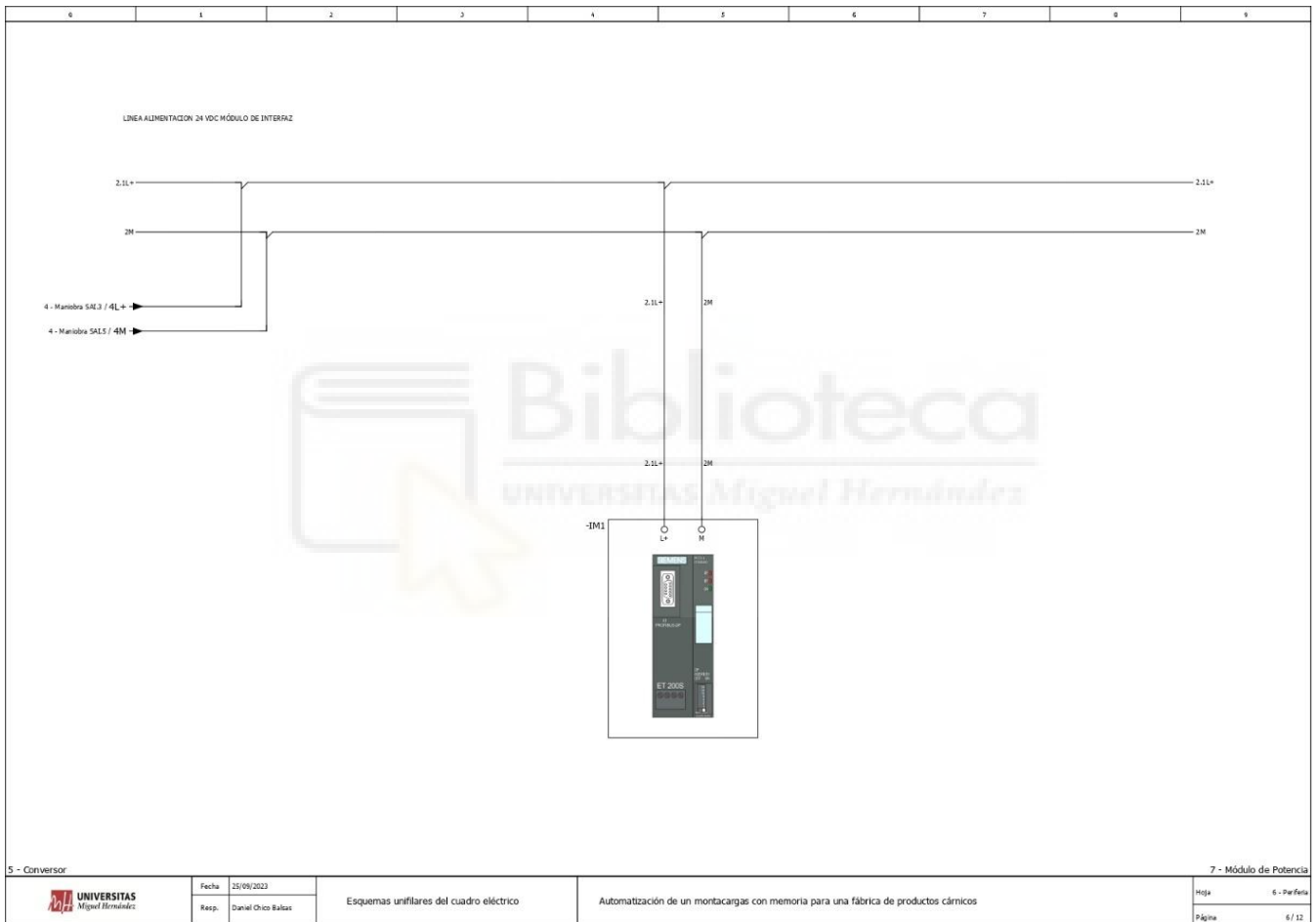
89 - Esquemas unifilares. 2



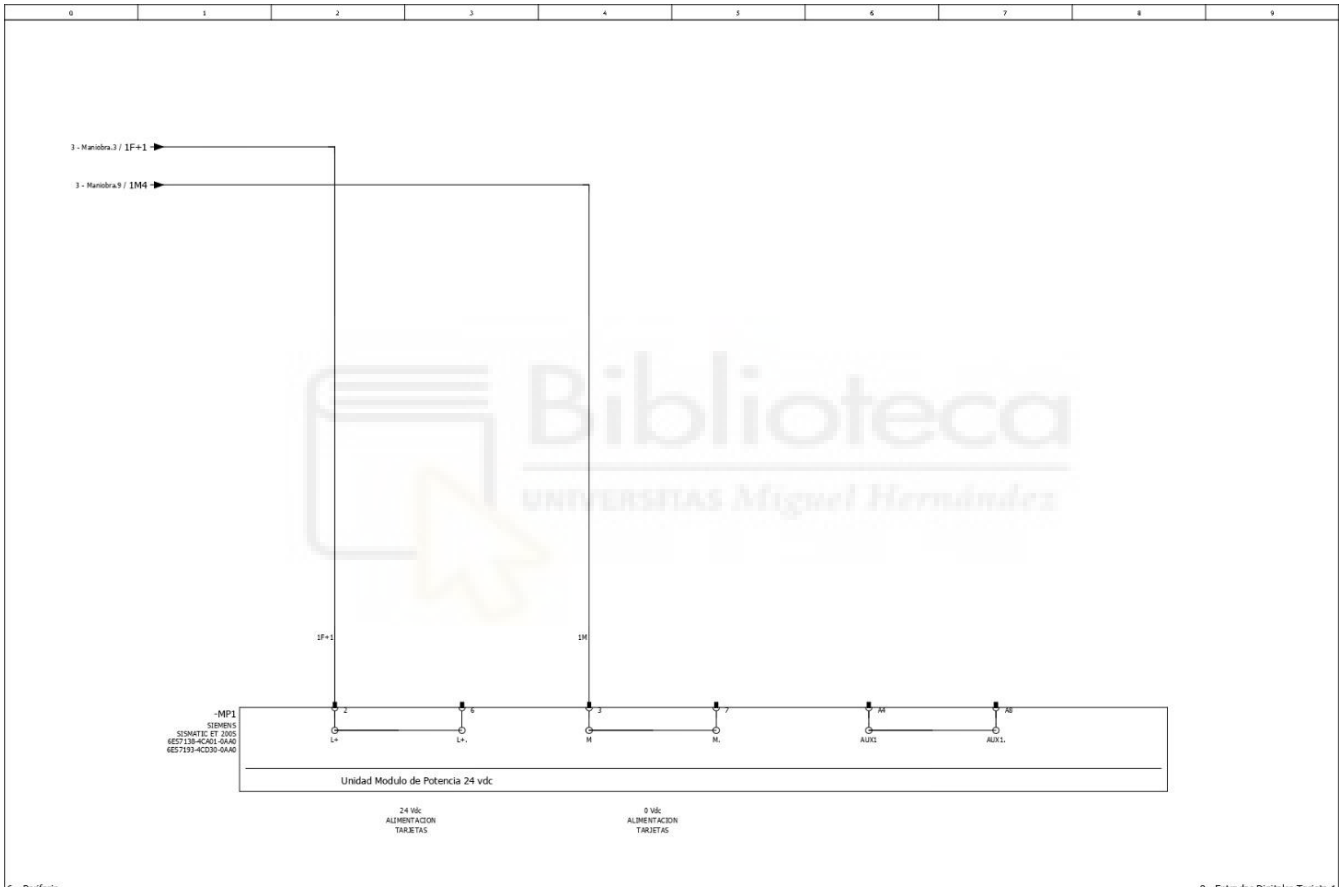
90 - Esquemas unifilares. 3



91 - Esquemas unifilares. 4

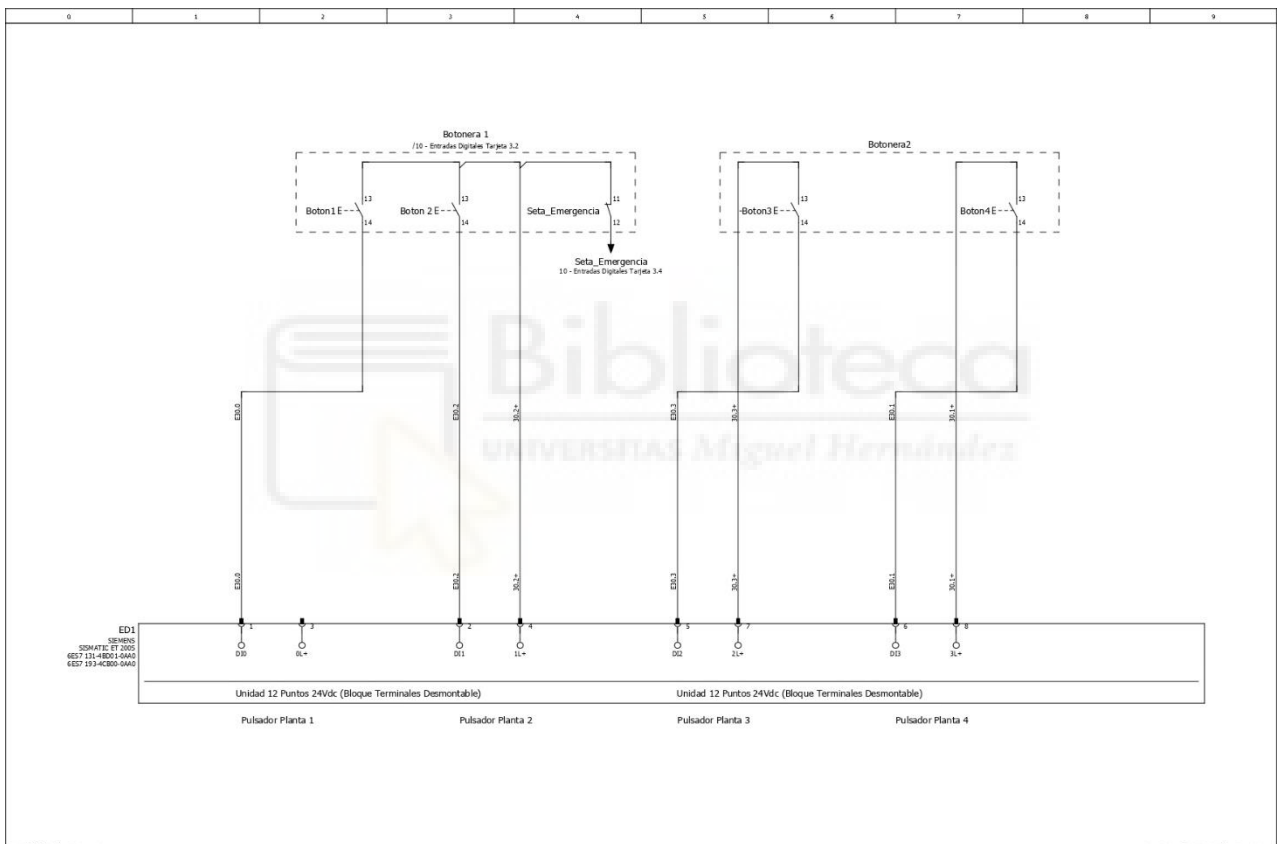


92 - Esquemas unifilares. 5

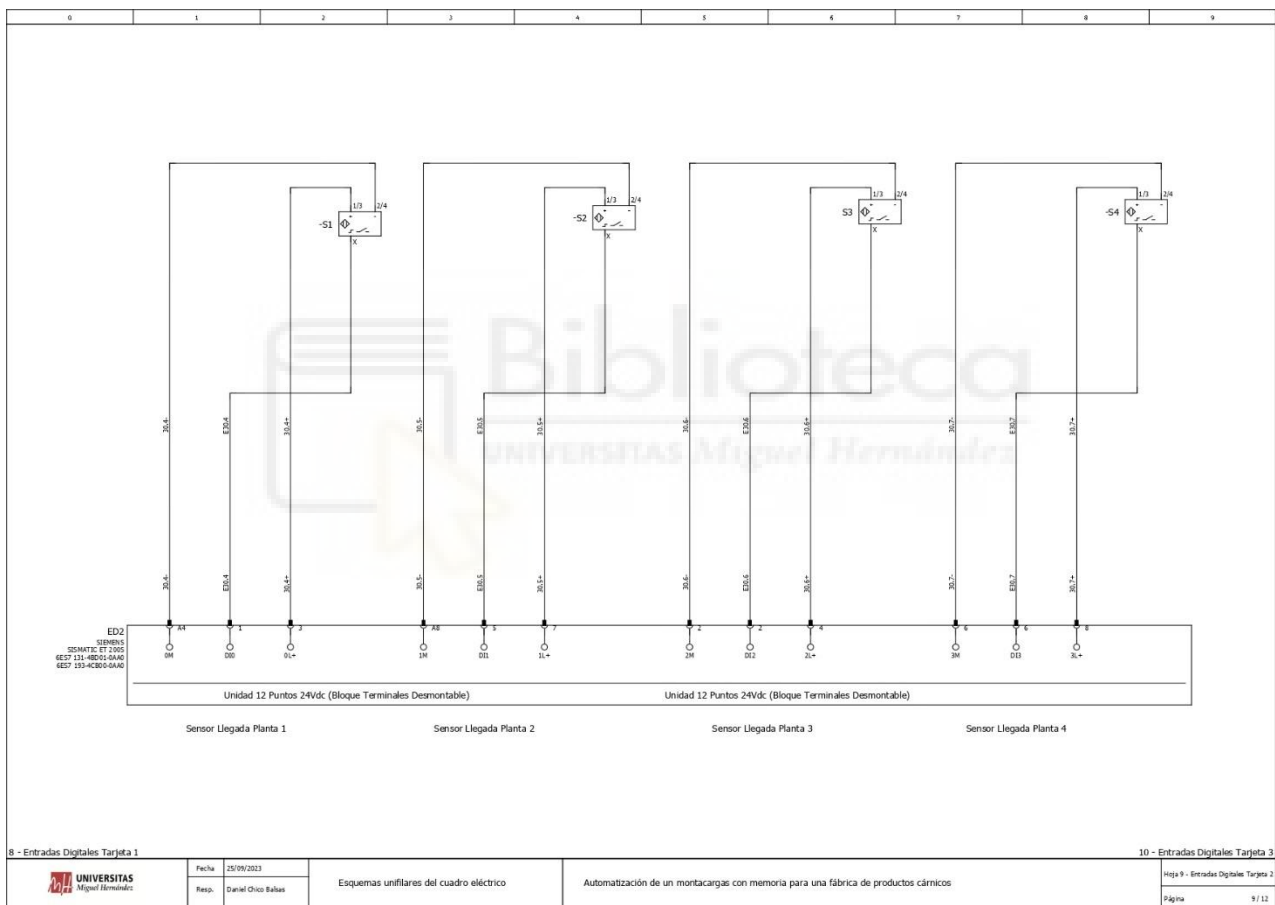


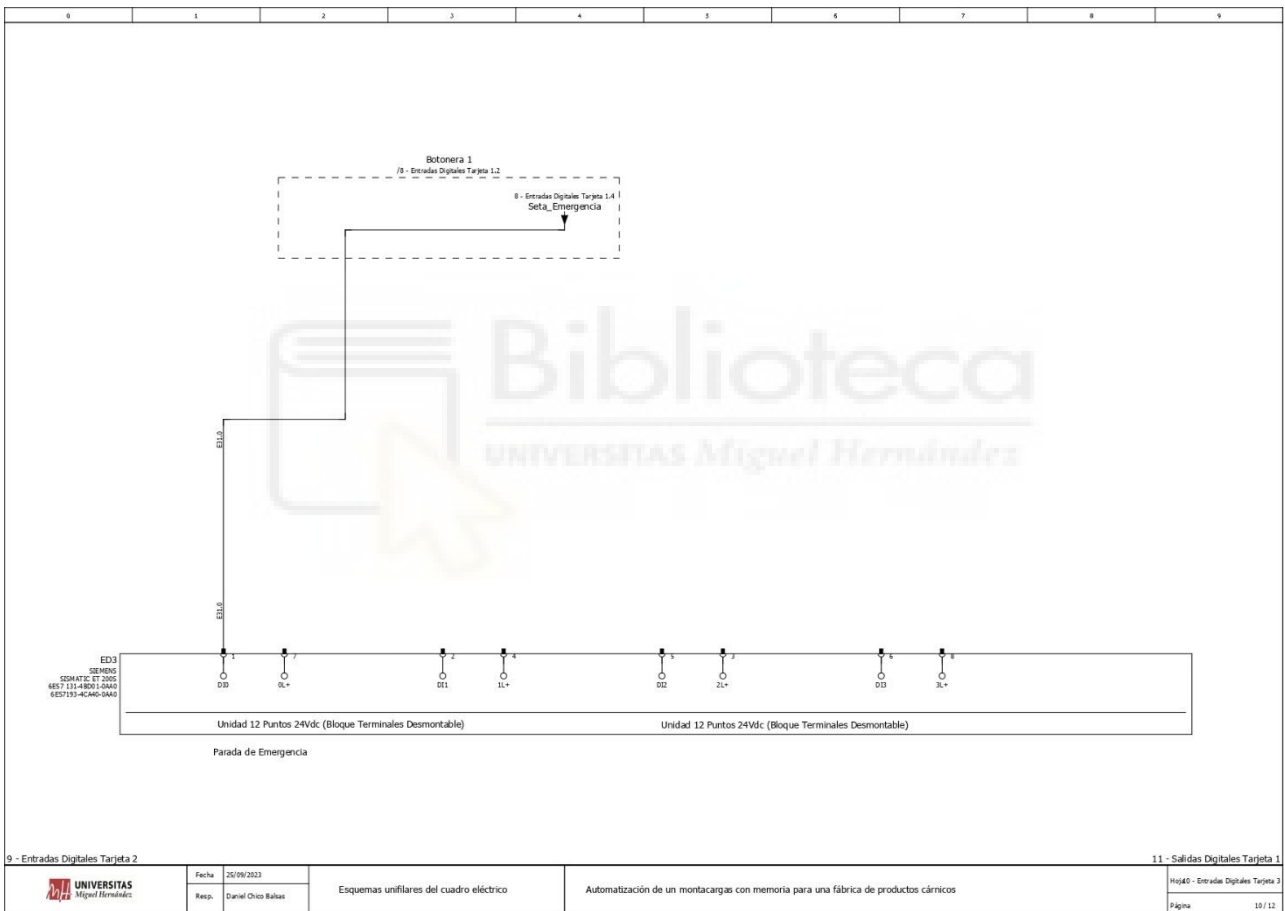
6 - Periferia		8 - Entradas Digitales Tarjeta 1	
	Fecha	25/09/2023	Esquemas unifilares del cuadro eléctrico
	Resp.	Daniel Chico Balles	
		Hoja	7 - Módulo de Potencia
		Página	7 / 12

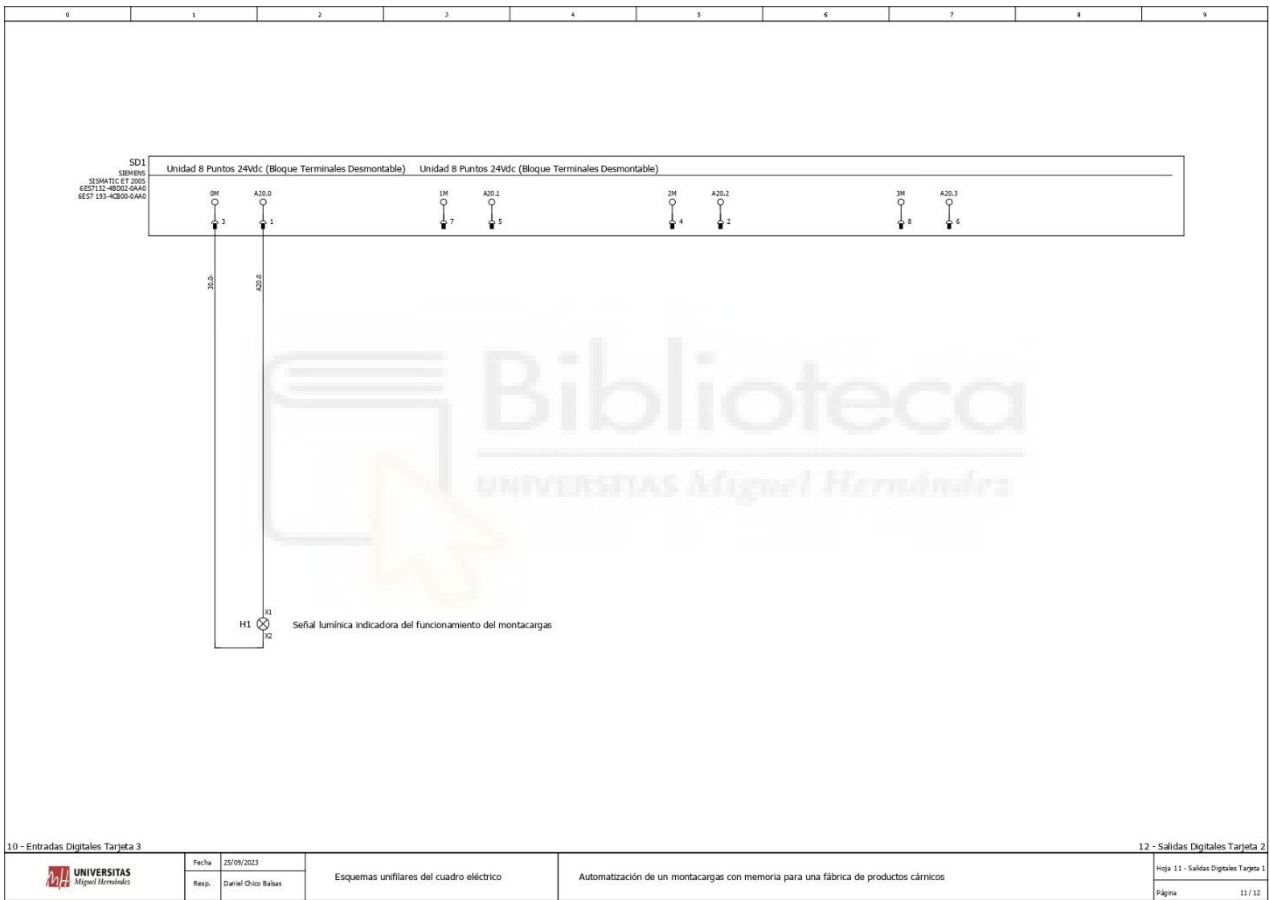
93 - Esquemas unifilares. 6



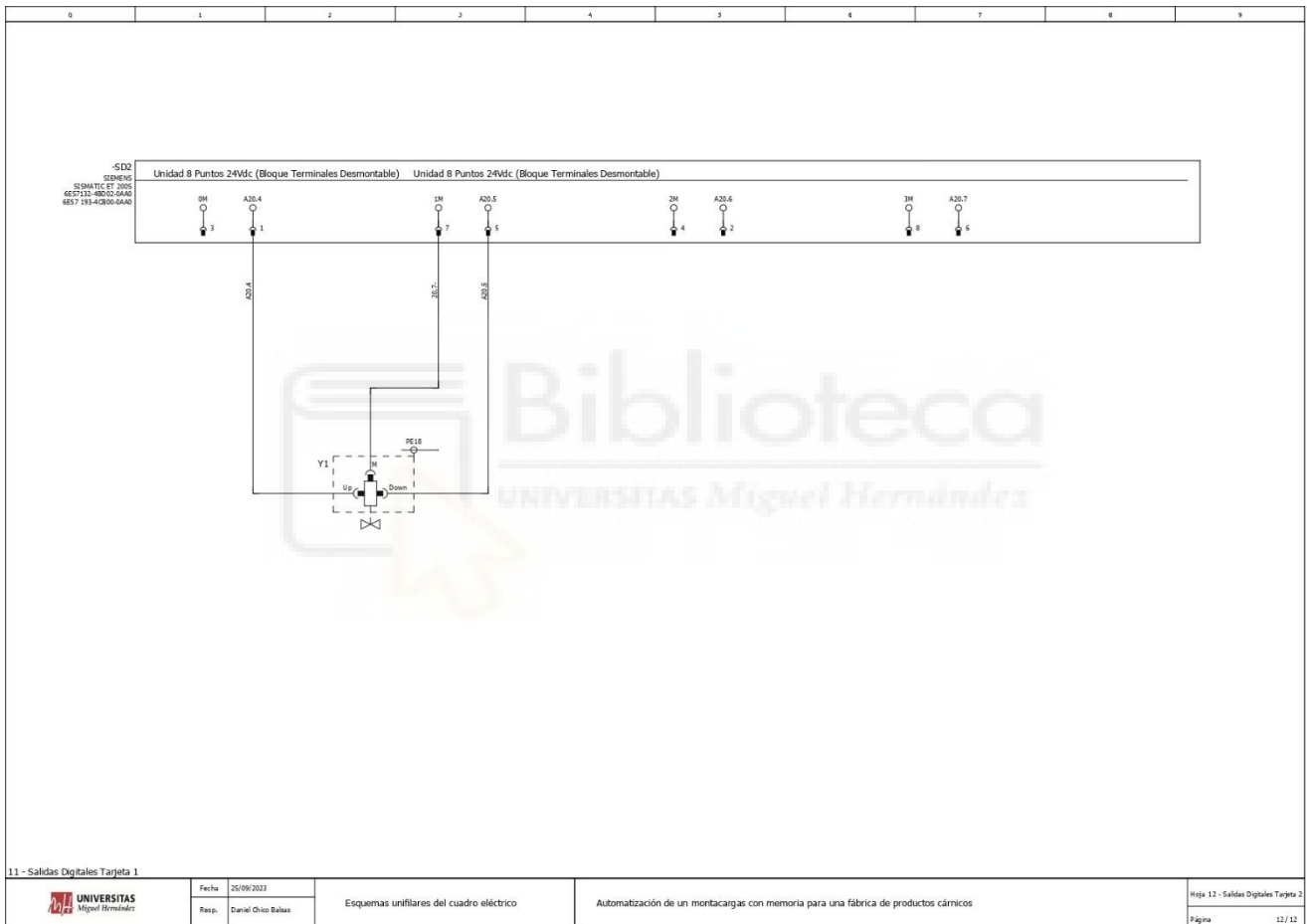
7 - Módulo de Potencia	Fecha: 25/09/2023 Resp: Daniel Chico Balas	Esquemas unifilares del cuadro eléctrico	Automatización de un montacargas con memoria para una fábrica de productos cárnicos	9 - Entradas Digitales Tarjeta 2
				Hoja 9 - Entradas Digitales Tarjeta 1 Página 8 / 12







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

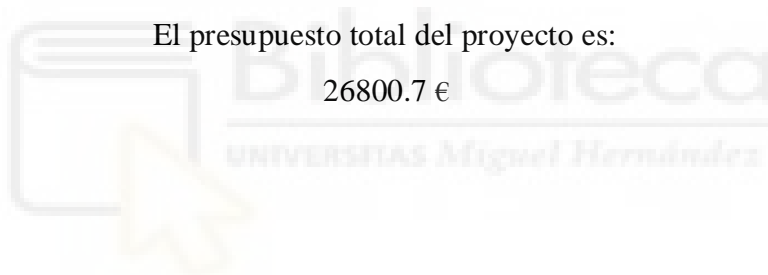
eléctrico, técnico de montaje mecánico y los costes de aplica el Impuesto sobre el Valor Añadido (IVA) en todas las partes que estén sujetos al mismo.

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.

