



UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA

CAMPUS D'ALCOI

Automatización de una encajadora de tapas de tres modelos.

MEMORIA PRESENTADA POR:

Irwin Jamil Morales Sánchez

GRADO DE *Ingeniería Eléctrica*

Convocatoria de defensa: Julio, 2019

Resumen.

El presente trabajo final de grado lo he realizado con la empresa IOBI, dentro del departamento de Automatización y Robótica, participando en la ejecución de la programación (PLC - HMI) y puesta en marcha de la instalación.

Por lo tanto, mi Trabajo Final de Grado trata sobre la programación de una máquina destinada para el encajado de tapas con tres modelos distintos (65mm, 52mm, 65mm baja). Dicha máquina será puesta en marcha por la empresa IOBI, en el término municipal de Silla (Valencia)

I have done this final degree project with the IOBI company, in the Department of Automation and Robotics, participating in the execution of programming (PLC - HMI) and commissioning of the installation.

Therefore, my Final Degree Project deals with the programming of a machine designed for the embedded of covers with three different models (65mm, 52mm, 65mm low). Said machine will be started up by the IOBI company, in the municipality of Silla (Valencia).

Agradecimientos.

Quisiera agradecer a aquellas personas por toda la ayuda que me han prestado en la realización de este proyecto, por todo lo que me han enseñado y lo que han transmitido durante este largo periodo de tiempo:

A mi Tutor de empresa, Alfredo Moncho Estela, por su inestimable ayuda y enseñanzas, sin las cuales hubiera sido muy difícil la realización de este proyecto. Ante todas las dificultades que se han presentado, siempre ha estado dispuesto a dedicarme su tiempo y su conocimiento.

También quiero agradecer la ayuda de Antonio Albert Olivencia, director de IOBI, siempre dispuesto a ayudarme, aconsejarme y permitir que forme parte de un gran equipo como IOBI.

Y a toda mi familia, que sin ellos no hubiera sido posible terminar esta etapa. Por el apoyo constante y las fuerzas aportadas día tras día.

Todas las personas nombradas aquí, han colaborado en la realización de este proyecto, transformando días en momentos únicos. Sin estas ayudas este proyecto no hubiera sido posible.

Índice.

Resumen.....	1
Agradecimientos.....	2
1. Descripción del proyecto. Objetivos.	7
1.1. Introducción al proyecto.	7
1.2. Características de la máquina.....	7
1.3. Objetivos de control y visualización.	9
1.4. Necesidades del control de la máquina.	11
1.5. Evolución histórica del control de máquinas.	12
1.6. Introducción a la automatización industrial.	14
2. Diseño de un sistema de control. Fases del proyecto.....	17
2.1. Estudio de los requisitos de funcionamiento del sistema.	17
2.2. Elección del hardware de automatización.	18
2.3. Delineación de esquemas.	19
2.4. Programación del PLC.....	20
2.5. Puesta en marcha del sistema.	21
2.6. Plataforma de automatización SIMATIC S7-1200 de Siemens.	23
2.7. Configuraciones centralizadas y descentralizadas.....	24
2.7.1. Periferias E/S centralizada:.....	24
2.7.2. Periferia descentralizada.	25
2.8. Unidades centrales de proceso CPU Siemens S7-1200.....	26
2.8.1. Signal Board.....	27
2.9. Módulo de ampliación I/O digitales.	28
2.10. Módulos de ampliación I/O analógicas.	29
2.11. Herramientas de programación. TIA Portal Step 7 v14.....	29
2.12. Configuración del hardware.....	30
2.13. Variables PLC.....	32

2.14.	Bloques de programa.....	36
2.15.	Tipos de bloques.	37
2.16.	Instrucciones de TIA Portal.....	38
2.17.	Observar y forzar variables.....	38
2.18.	Funciones de diagnóstico.....	39
3.	Equipos de detección de presencia y actuadores del sistema de control.....	40
3.1.	Equipos de detección de presencia.	40
3.2.	Equipos actuadores.....	41
4.	Sistema de control de la máquina.	42
4.1.	Control de motores.....	42
4.2.	Control de electroválvulas.	43
4.3.	Control de alarmas.....	44
4.5.	Control del robot.....	47
5.	Sistema de visualización de la máquina.....	51
5.1.	Pantalla de inicio.....	51
5.2.	Pantalla de producción.....	52
5.3.	Pantalla de alarmas/avisos.....	52
5.4.	Pantalla de historial de avisos.....	53
5.5.	Pantallas de entradas.	57
5.6.	Pantallas de trabajo manual.....	58
5.7.	Modo de operación de la máquina.....	59
5.7.1.	Modo manual.....	59
5.7.2.	Modo automático.....	59
5.8.	Cambio de modelo de tapas.....	59
6.	Regulación de presión del presostato.	62
7.	Funcionamiento automático del sistema.....	63

7.1. Transporte de tapas.....	63
7.2. Formación de capas.....	64
7.3. Posicionamiento de capas.....	64
8. Líneas futuras.....	66
9. Conclusiones.....	66
10. Presupuesto.....	67
11. Índice de imágenes.	70
12. Bibliografía.....	72
13. Anexo 1: Esquemas eléctricos.....	73

1. Descripción del proyecto. Objetivos.

1.1. Introducción al proyecto.

Actualmente las fábricas buscan ahorrar gastos y optimizar sus procesos de producción y recursos para ser más eficientes. La automatización de fábricas, permite que estas trabajen de forma autónoma, usando tecnología avanzada y en las que la presencia del trabajador humano se reduce a una supervisión de los procesos.



Imagen 1 Control de proceso

Este proyecto surge como solución a la exigencia y la comodidad en el proceso del encajado de tapas. Toda la instalación va a ser controlada mediante un autómatas programable (PLC) y visualizada con un interfaz gráfica (HMI), que permitirá realizar el control y visualización automático de la máquina.

1.2. Características de la máquina.

Con la automatización de la máquina se obtienen grandes resultados, como:

- Reducir el tiempo de producción.
- Ejecutar los procesos con un nivel de precisión mucho más elevados que en un proceso manual.

- Incrementar la seguridad del personal, especialmente en el proceso que incluyen grandes pesos.
- Ahorro de costes y aumentando la competitividad en el mercado, ya que se puede dar una mejor respuesta a las necesidades de este.
- Ofrecer un producto de mejor calidad en menor tiempo.
- Reaccionar de forma más rápida y flexibilidad a los cambios.

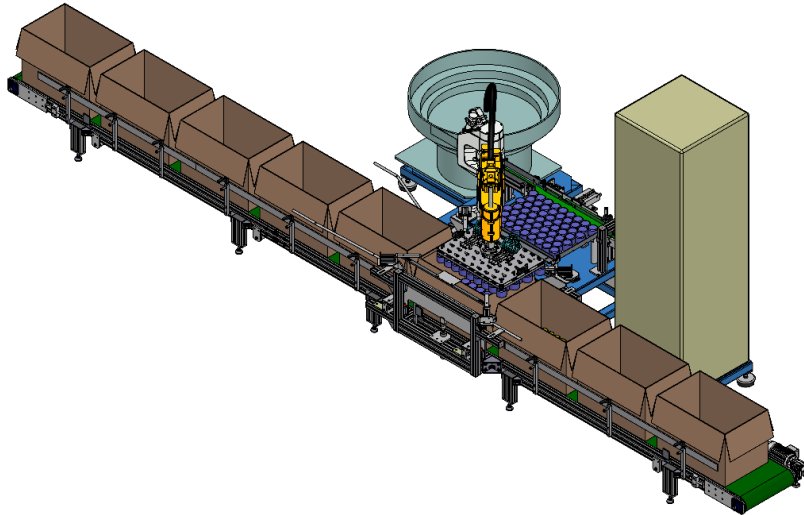


Imagen 2 Máquina

La máquina tiene dos modos de funcionamiento, modo manual y modo automático, compuesta por una serie de elementos que se emplean para su funcionamiento.

- Armario eléctrico de control con autómatas programables Siemens S7-1200 con módulos de ampliación de entradas y salidas digitales
- Pantalla táctil HMI Siemens KTP700 Basic PN-7"
- Dos variadores de velocidad Schneider ATV320 de 0.55 kW para el control de los motores que accionan las cintas transportadoras de tapones y de cajas.
- Elementos de emergencia (setas y magnéticos de puerta), relé de seguridad programable y pulsador luminoso azul de rearme.
- Seccionador de corriente para corte de suministro eléctrico.
- Manopresa para tapa de Ø52 mm con 84 ventosas de fuelle 1.5

- Manopresa para tapa Ø65 mm con 60 ventosas de fuelle 1.5
- Cinta transportadora, con ancho de 60 mm y longitud de 1454mm para el transporte de tapones.
- Conjunto posicionado de tapas compuesto por cilindro compacto con guías de Ø25 mm c=100, cilindro compacto con guías Ø20 mm c=40, cilindro compacto guiado Ø32x40 mm, cilindro compacto guiado Ø20x30 mm de SMC.
- Conjunto de chasis de mecanotubo soldado y bancada según planos.
- Conjunto conformado cajas compuesto por guías, patines y cilindros compactos.
- Conjunto cinta transportadora de banda para cajas, con ancho de 460 mm y longitud de 6498 mm.
- Conjunto vallado protección de rejilla de 40 mm, con dos puertas y paneles desmontables.
- Robot TS80, armario de control CS8C de Stäubli (suministrado por el cliente).
- Vibrador alimentador de tapones (suministrado por el cliente).

1.3. Objetivos de control y visualización.

El objetivo de control y visualización implantado en la máquina pretende unificar la instalación en un único punto, donde, de manera fácil e intuitiva, los operarios de la fábrica puedan gestionar y supervisar el estado de la máquina.



Imagen 3 Control y visualización

Principales funciones:

- Obtener datos de la máquina en tiempo real. Estos datos se pueden mostrar como números, textos o gráficos que permitan una lectura más fácil de interpretar por los operarios.
- Permite el monitoreo de señales para reconocer y reportar eventos dentro del proceso de la máquina.
- Ahorro en mantenimiento y costes de reparación. Permite conocer alarmas y averías que se producen durante el funcionamiento de la máquina.
- Históricamente mostrar y almacenar en archivos los datos del proceso en un rango definido de tiempo. Este almacenamiento de datos es una importante herramienta para optimizar proceso.
- Crear una comunicación con el proceso y así permitir al operario la toma de decisiones.
- Limitar el acceso de algunas decisiones del proceso mediante usuarios y contraseñas.



Imagen 4 Visualización

1.4. Necesidades del control de la máquina.

La automatización de máquinas y procesos consta de diferentes componentes independientes pero ampliamente relacionados entre sí. Una de ellas indudablemente será la sección de control (PLC), donde se define las pautas de comportamiento del sistema, es decir, que debe y como ha de actuar todo el conjunto de dispositivos para llevar a cabo una tarea más o menos compleja, y con un mayor o menor grado de autonomía. Pero hay otros componentes tan importantes como el anterior, que son los que conforman la interfaz que va a permitir la interacción por parte de un operario y la máquina. En la automatización industrial estos componentes permiten tener un control directo sobre cada uno de los aspectos que componen la instalación de la máquina.

Si a todo esto se suma la posibilidad de integrar la seguridad del operario tenemos como resultado una consecuente mejora en el control de la máquina.

Las máquinas son peligrosas por naturaleza, existe un riesgo derivado de la manipulación de las máquinas en general, por lo que debemos considerar la obligatoriedad de que estas reúnan los sistemas de protección más adecuados a la máquina y al sistema de trabajo.



Imagen 5 Procesos 1

1.5. Evolución histórica del control de máquinas.

El progreso del control automático está fuertemente relacionando con los problemas que necesitaron ser resueltos en diferentes épocas de la historia del hombre.

La revolución industrial que fue consecuencia, entre otros factores, de la introducción de las primeras máquinas motrices, especialmente las máquinas de vapor. Estas máquinas no podían ser controladas de forma adecuada a mano, y de esa forma surgió la necesidad de desarrollar sistemas automatizados adecuados.

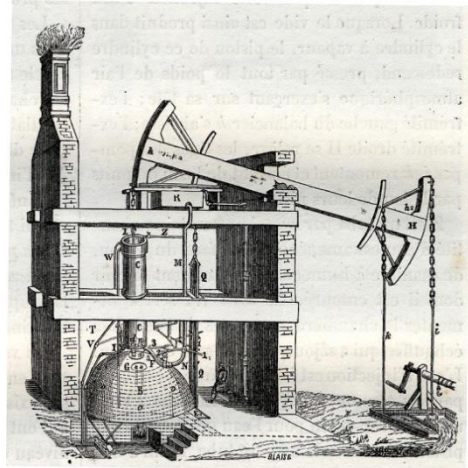


Imagen 6 Máquina de vapor

La industria ha vivido tres revoluciones anteriores:

- **Revolución industrial 1.0**, en el año 1770, donde empezaron las primeras instalaciones mecánicas.
- **Revolución industrial 2.0**, en el año 1900, donde empezaron la producción en serie basada en la división del trabajo.
- **Revolución Industrial 3.0**, en el año 1979, donde empezaron la revolución digital con la introducción de los PLCs y la robótica.



Industria 1.0

Industria 2.0

Industria 3.0

Industria 4.0

Energía a vapor

Energía eléctrica

Automatización

Hiperconectividad

Imagen 7 Industria

Hoy en día se habla de la cuarta revolución industrial a la que se ha denominado **Industria 4.0**. Una revolución basada en dotar a los procesos y centros de fabricación de un mayor grado de inteligencia, para ello, la automatización juega un papel decisivo.

La automatización industrial ha aportado a la industria mejoras y funcionalidades. Actualmente, una máquina no solo se limita a producir, lo ha de hacer de una manera inteligente y energéticamente eficiente, además ha de ser capaz de aportar información del proceso a varios rangos de la pirámide de mandos de planta, digamos que la máquina es el corazón el cual bombea la sangre que va fluyendo a los diferentes estamentos de la planta de producción.



Imagen 8 Industria 4.0

1.6. Introducción a la automatización industrial.

La automatización industrial es el uso de tecnologías para el control y monitoreo de procesos industriales, dispositivos o máquinas, que por regla general son funciones repetitivas haciendo que funcionen automáticamente reduciendo al máximo la intervención humana.

Dicho de otro modo, se trata de automatizar tareas y procesos repetitivos, fatigosos o molestos y dejar que sean las máquinas quienes lo hagan. Esto reduce el empleo de personas por ejemplo en ambientes contaminantes, reduce el estrés y fatiga de los operarios y permite que las personas se ocupen de tareas con más alta cualificación.

El objetivo de la automatización industrial es mejorar los tiempos de ciclo de producción de un producto, obteniendo la mayor cantidad de producto, en el menor tiempo posible, reduciendo los costes y garantizando una uniformidad de calidad.

Lo cierto es que la automatización es posible gracias a la unión de distintas tecnologías. Por ejemplo, sensores que nos permiten saber dónde nos encontramos dentro del proceso, los actuadores como motores, pistones y válvulas hidráulicas o neumáticas nos permiten realizar los esfuerzos del proceso, etc.

No todos los procesos puede ser automatizados, pero la automatización industrial se encuentra en diversos sectores:

- Sector automotriz.
- Fabricación de plásticos.
- Industria farmacéutica.
- Industria de productos químicos.
- Telecomunicaciones.
- Industria de la energía.
- Transporte ferroviario.
- Industria de la madera.
- Industria de embalaje.

Para la automatización de procesos, se desarrollan máquinas controladas por autómatas programables (PLC), este lee toda información de las entradas, lo procesa y ejecuta la acción por medio de sus salidas dependiendo de la programación que se ha realizado previamente.



Imagen 9 Automatización

Tipos de automatización industrial:

- **Automatización fija:** Su objetivo es producción de grandes volúmenes de piezas idénticas, donde no se plantea la posibilidad de personalización. Este tipo de automatización representa costes muy bajos, pero no contemplan nuevas configuraciones para la producción de productos diferentes. Por ejemplo, la máquina de fabricación de platos.
- **Automatización programable:** Producción de volúmenes bajos. Con una variedad de productos y la posibilidad de reconfigurar y reajustar las máquinas y el software. Por ejemplo, una fresadora.
- **Automatización flexible:** Este tipo de automatización es la combinación de fija y programable. Producción de medianos volúmenes, permitiendo ajustes periódicos en la línea de producción. Ejemplo, la industria del plástico.

- **Automatización integrada:** Los procesos cada vez más complejos de fabricación industrial generan más requisitos para la tecnología de la automatización en relación con el rendimiento, la funcionalidad y la eficacia. La clave es la automatización integrada donde la programación es más rápida e incluso fácil.

2. Diseño de un sistema de control. Fases del proyecto.

Las fases de un proyecto de automatización industrial se pueden dividir en los siguientes apartados:

2.1. Estudio de los requisitos de funcionamiento del sistema.

Este apartado es la primera fase de un proyecto de automatización y en él se estudia la viabilidad del proyecto. Se diseña la secuencia del proceso y todos los posibles casos que puedan ocurrir en el proceso para su posterior implantación en el programa.

Muchas veces es una labor de investigación y consulta, de modo que el programador debe estudiar incluso posibles mejoras a las deficiencias encontradas, y estar al tanto de los avances tecnológicos del entorno.

La empresa que ejerce como cliente elabora un documento de especificaciones detallando la secuencia de procesos que ha de realizar. Con esta información el programador ha de interpretar el documento de especificaciones y programar según los requerimientos del cliente.

El documento entregado por el cliente suele contener algunos de estos puntos:

- Descripción del proyecto.
- Maniobras.
- Modo de controlar el proceso. (automático o manual)
- Funcionalidades.
- Temporizadores.
- Características eléctricas.

- Capacidad máxima y mínimas de los elementos que intervienen en el proceso.
- Comportamiento de las alarmas.
- Configuración de parámetros.
- Tablas.
- Itinerarios.

El programador también ha de contactar con un experto en el proceso en cuestión para que este le asesore y le asista en las pruebas de funcionamiento y puesta en marcha. En el momento en el que el programador entiende perfectamente el proceso, pasa a la fase de elección del hardware.

2.2. Elección del hardware de automatización.

Principales factores que van a definir el autómata a emplear son:

- Número de entradas y salidas.
- Tipo de dichas entradas y salidas.
- Memoria necesaria para el programa y los datos
- La potencia de cálculo del autómata.
- Los periféricos que se pueden conectar (tarjetas de memoria, módulos de comunicación, módulos de entradas y salidas, etc.).
- Condiciones ambientales.

El precio, es otro factor a tener en cuenta, pero estará vinculado claramente a los factores anteriores.

También encontramos dos factores que se deben tener en cuenta, la fidelidad del programador y la presencia en el mercador.

Ciertas marcas tienen más presencia en unas determinadas zonas que en otras. En determinados programadores, hay afinidad hacia unas marcas o determinados proveedores solo trabajan con un fabricante. A la hora de obtener repuestos para el autómata se debe tener en cuenta este factor dado que puede suponer que un equipo este fuera de servicio durante varios días en caso de avería.

En el caso que nos ocupa, se ha elegido una plataforma de automatización de Siemens, ya que es un fabricante que implica calidad de producto, fiabilidad y robustez, posibilidades de integración, buen servicio técnico y servicios de distribución de material continuo.



Imagen 10 PLC Máquina

2.3. Delineación de esquemas.

Un esquema eléctrico es la representación gráfica de una instalación eléctrica de potencia y control, en la queda perfectamente definido cada uno de los componentes de la instalación y la interconexión entre ellos.

La representación gráfica de los esquemas eléctricos se lleva a cabo a través de software informático, que puede ser de diseño general (AutoCad), o diseño específico (Eplan), entre otros. Dichos software incluyen galerías de elementos y objetos gráficos que nos ayudan en delineación del esquema.

Para esta tarea se tiene en cuenta todos los elementos eléctricos que intervienen en el proceso de la automatización, alimentado a diferentes tensiones y corriente. Para ello se diseñan las protecciones de la instalación (Interruptor diferenciales y magnetotérmicas, etc.), distribución del cableado y sus secciones cumpliendo con la reglamentación electrotécnica correspondiente. También se elige en esta tarea elementos como fuentes de

alimentación, tipo de bornero o distribuidores cumpliendo estos con la respectiva reglamentación en materia de seguridad y salud.

En un esquema se distribuyen el cableado desde la acometida principal, hasta los elementos SAIs, fuentes de alimentación, dispositivos de actuadores y elementos que trabajan a la misma tensión, también el cableado entre elementos y buses de comunicación.

Además se nombran todas las mangueras y dispositivos para su correcta localización una vez sean instalados.

Los esquemas deben ser interpretados por cualquiera que tenga que intervenir en la localización del proyecto, ya que no solo los va a utilizar el programador, sino también los técnicos de montaje que lleven a cabo la instalación o personal de mantenimiento.

Los esquemas se documentan con toda la información sobre las máquinas, protocolos, etc. Los esquemas sirven para dar inicio a la programación de los PLCs.

2.4. Programación del PLC.

En la programación, es el programador quien define como debe interactuar con el sistema a controlar, permitiendo actuar directamente sobre el proceso mediante interfaces de entradas y salidas.

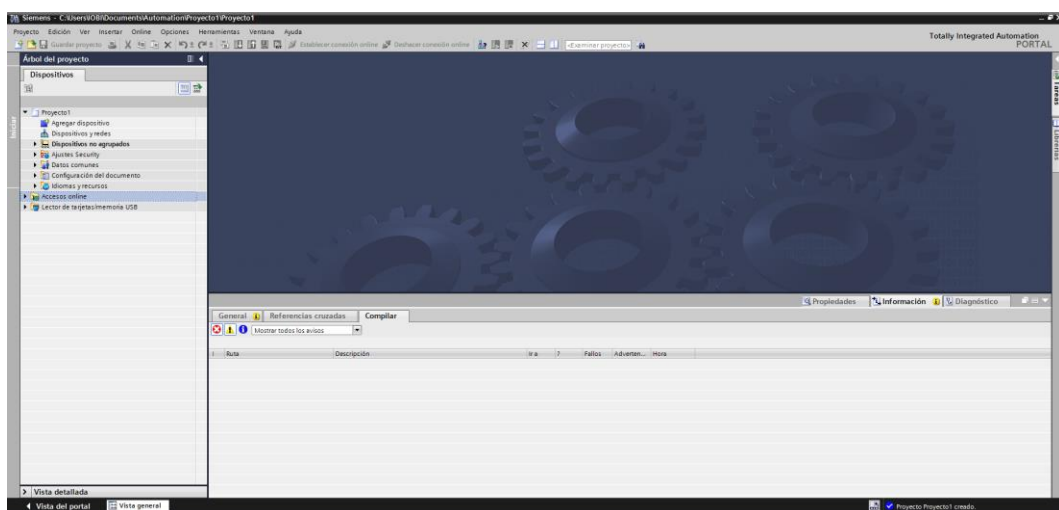


Imagen 11 Tia Portal

Se requiere implementar una secuencia de órdenes codificadas en un lenguaje inteligible entre el programador y el autómata, siguiendo para ello los siguientes pasos:

- Determinar que debe hacer el sistema de control.
- Identificar los componentes de entrada y salida del autómata.
- Representar mediante un modelo el sistema de control, con las funciones, relaciones entre ellas y la secuencia que deben seguir.
- Asignar variables de entrada y salidas o internas a cada componente del modelo.
- Codificar la representación en instrucciones inteligibles por el autómata.
- Volcar las instrucciones a la memoria del autómata.
- Depurar el programa para localizar fallos.

Para la programación no es necesario disponer del autómata físicamente, pero es interesante disponer de un simulador. Este simulador reemplaza a un autómata como si conectara físicamente al proceso.

2.5. Puesta en marcha del sistema.

La puesta en marcha es llevado a cabo por empresas dedicadas al mundo de la automatización, donde sus instaladores cualificados se encargan de montar armarios eléctricos y conectarlos según los esquemas realizados para el control y potencia.

Los programadores deben hacer realizar las comprobaciones necesarias para verificar que físicamente funcionan los sistemas y que están cableados a las entradas y salidas según los esquemas. Para ello debe coordinarse con los respectivos instaladores responsables de la instalación para facilitar su trabajo.

Pruebas eléctricas y de comunicaciones:

- Comprobación de tensiones correspondiente con el medidor de voltajes, tanto monofásicos como trifásicos.

- Comprobación del correcto dimensionamiento y ajustes de las protecciones eléctricas.
- Si la comunicación es vía Ethernet, se asigna la dirección IP al control y visualización. Si es Profibus u otros sistemas de comunicación, se debe cargar la configuración necesaria y comprobar que todos los dispositivos comunican correctamente.
- Comprobar las señales con la unidad de programación.



Imagen 12 Puesta en marcha

2.6. Plataforma de automatización SIMATIC S7-1200 de Siemens.

Es la opción ideal cuando se trata de realizar tareas de automatización de manera flexible y eficiente, cuenta con una amplia gama de funciones tecnológicas e IO integradas, así como un diseño especialmente compacto y que ahorra espacio.

La interfaz Profinet integrada garantiza que los componentes de automatización adicionales y el marco de ingeniería de Tia Portal funcionen perfectamente juntos. El concepto de placa modular facilita la expansión del controlador sin cambiar el tamaño físico.

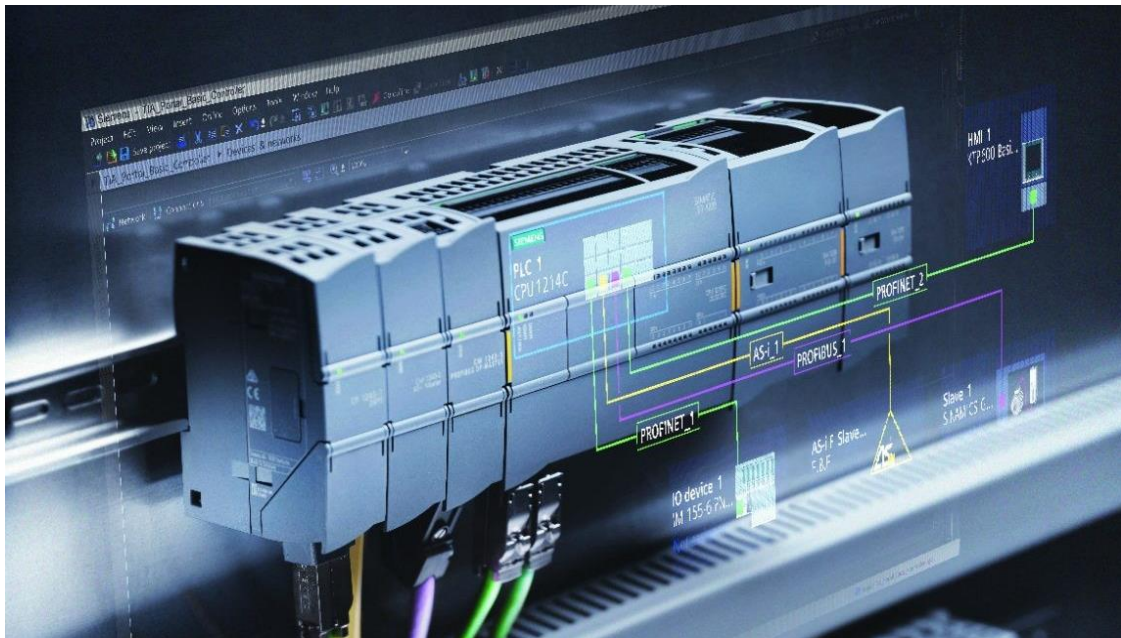


Imagen 13 Simatic S7-1200

Esta plataforma cuenta con funciones de seguridad que protege a la CPU contra modificaciones no autorizadas a los valores de código o procesos, requiere un mayor nivel de disponibilidad en la operación. La protección know-how, la protección contra copia y a la protección de acceso evitan que partes no autorizadas abran o dupliquen módulos y protejan su algoritmo y proceso.

Dispone de funciones de tecnología integrada para tareas de conteo y medición, regulación y control de movimiento. Estas funciones hacen que de la

plataforma un sistema versátil que se adapte perfectamente a numerosas tareas de automatización.

Gracias a controladores PID integrados, se puede ajustar de manera precisa y eficiente las variables físicas como por ejemplo temperaturas a un valor de objetivo específico.

2.7. Configuraciones centralizadas y descentralizadas.

En función del sistema que usemos, el espacio requerido en las mangueras de campo e interconexión entre armarios. Se pueden distribuir de dos formas, y cada una tiene sus ventajas e inconvenientes.



Imagen 14 Periferias

2.7.1. Periferias E/S centralizada:

Consiste en cablear todas las señales E/S directo al PLC. Este puede disponer de varios cables en función del número de e/s necesarias.

Ventajas:

- Simplificar la arquitectura de comunicaciones.
- Simplificar la arquitectura de control y su configuración.

- Centraliza la verificación de equipos en caso de fallos.

Inconvenientes:

- Aumenta las dimensiones del armario.
- Aumenta el número de cables y mangueras.
- Aumenta las canalizaciones.
- La identificación de E/S es más complicada, no ayudando al diagnóstico de averías.

2.7.2. Periferia descentralizada.

También conocida como distribuida o E/S remotas, consiste en implantar un bus de datos mediante un módulo de periferia para transmitir la información de forma rápida al PLC.

Ventajas:

- Reduce dimensiones de armarios.
- Reduce el número de cables y mangueras.
- Reduce canalizaciones.
- Gran facilidad de ampliación y modificaciones.
- Reduce los costes de mantenimiento.

Inconvenientes:

- Aumenta la arquitectura de comunicaciones y en función del bus o red de control que elegimos.
- Aumenta el número de equipos específicos para las comunicaciones.
- La arquitectura de control y su configuración requiere de conocimientos de buses y redes.

2.8. Unidades centrales de proceso CPU Siemens S7-1200.

Un micro controlador, al fin y al cabo, no es más que un pequeño ordenador diseñado para aplicaciones industriales.

Posee un microprocesador, una memoria programable donde se carga la aplicación, memoria para datos e interfaces de entradas y salidas.

La diferencia con un ordenador personal es que generalmente, los procesos industriales requieren menos potencia de cálculo pero más robustez. Menos potencia de cálculo porque muchos procesos industriales son lentos en comparación con la velocidad de cálculo de un ordenador y robustez porque un autómatas no puede colgarse como lo hacen los ordenadores.

Respecto a la potencia de cálculo, hay procesos industriales críticos, como las seleccionadoras de semillas, que son capaces de hacer una foto a una semilla, determinar su calidad y desecharla si es necesario instantáneamente. No obstante, lo que para nosotros es prácticamente 0, para un autómatas es una eternidad, dado que como mucho una instrucción básica puede durar no más de 100ns, de modo que en 1ms podría realizar 100.000 instrucciones.



Imagen 15 CPU 1214C DC/DC/DC 1

La CPU Siemens S7-1200, en nuestro caso la serie 1214C DC/DC/DC, es una CPU compacta con 14 entradas y 14 salidas con la posibilidad de ampliarlas con las siguientes tarjetas o módulos:

- 1 Signal Board (SB) o Communication Board (CB).
- 2 Signal Modules (SM).
- 3 Módulos de comunicaciones (CM).

Cuenta con una alta capacidad de procesamiento y cálculo de 64 bits, una toma de conexión Ethernet/Profinet, la cual ofrece una comunicación sin lagunas con entradas y salidas descentralizadas, con paneles de visualización e incluso con dispositivos de seguridad.

La CPU también cuenta con funciones tecnológicas como entradas de alta velocidad para conteo y medición, salidas de alta velocidad para regulación de velocidad, posición y punto de operación, bloques de función para el control de movimiento PLCopen y funcionalidad PID para lazos de regulación.

2.8.1. Signal Board.

Esta pequeña tarjeta se puede añadir en la parte frontal de CPU, su función es expandir fácilmente las señales digitales y analógicas sin afectar el tamaño físico del autómata.



Imagen 16 Signal Board

2.9. Módulo de ampliación I/O digitales.

Entradas digitales: son entradas lógicas, de modo que la presencia de tensión implica un 1 lógico y la ausencia un 0 lógico, el voltaje utilizado es de 24v–Dc.

Los dispositivos conectados poseen salidas de contactos normalmente abierto o normalmente cerrado:

- Presostatos.
- Finales de carreras.
- Pulsadores.
- Relés de seguridad.

La función de las entradas digitales es evaluar el estado de ese contacto y representarlo en un valor del bit, por lo tanto, puede valer 1/0, indicando si una variable booleana es falsa o verdadera. Según el tipo elementos conectados las señales pueden ser en continua o alterna.

Salidas digitales: las salidas solo pueden tomar 2 valores, correspondiendo la presencia de tensión con un 1 lógico y la ausencia con un 0. En algunos modelos son salidas de relé, de modo que cuando se tenga un 1 el relé estará cerrado y abierto con 0.

Su función es activar actuadores como:

- Electroválvulas.
- Contactores.
- Relés.
- Balizas de señalización.
- Etc.

2.10. Módulos de ampliación I/O analógicas.

Entradas analógicas: son entradas cuyo valor varía. Lo habitual son entradas de 0 a 10V o de 4 a 20 mA, pudiendo ser necesario implementar electrónica externa para ajustar estos valores.

Los módulos de entradas analógicas pueden cablearse de distinta forma según la señal de que se trate, siendo el cableado apantallado y su malla conectada a tierra para evitar posibles fugas de corrientes. Las señales pueden ser de tensión, intensidad o resistencias.

Salidas analógicas: salidas variables, normalmente 0-10 V o 4-20 mA para controlar dispositivos que tengan entradas de control analógicas como variadores de velocidad, apertura y cierre de válvulas, etc.

2.11. Herramientas de programación. TIA Portal Step 7 v14.

Esta herramienta es el innovador sistema de ingeniería de última generación que abre las puertas al concepto de futura fábrica digital. Al ofrecer un entorno de ingeniería unificado para las tareas de control, visualización y accionamiento. Esta herramienta permite un ahorro de hasta un 20% en el desarrollo de proyectos de automatización al integrar distintos paquetes de software industrial.

Funciones del Tia Portal:

- Configurar el hardware del nuestro sistema.
- Configurar comunicaciones.
- Describir las tablas de simbólicos asociados a los módulos.
- Crear estructura de datos.
- Definir variables globales y locales.
- Crear librerías de funciones de programación.
- Programar bloques de control.
- Realizar funciones de diagnóstico.
- Forzar variables.

- Simulación.

Como en muchas otras aplicaciones al comenzar con una aplicación, las opciones básicas al comienzo son abrir y crear nuevos proyectos o bien importar y exportar. En los siguientes apartados se explica cómo preparar un proyecto cuando se ejecuta el programa.

2.12. Configuración del hardware.

La configuración de un dispositivo será el primer paso. Seleccionando entre un PLC o una pantalla HMI. En nuestro caso se escoge una CPU 1214C DC/DC/DC de corriente continua, con entradas y salidas analógicas a 24 V. Y una pantalla HMI KTP700 Basic PN.

Después de agregar los dispositivos podemos observar una ventana que será el entorno (Vista del proyecto), tiene 3 zonas claramente definidas.

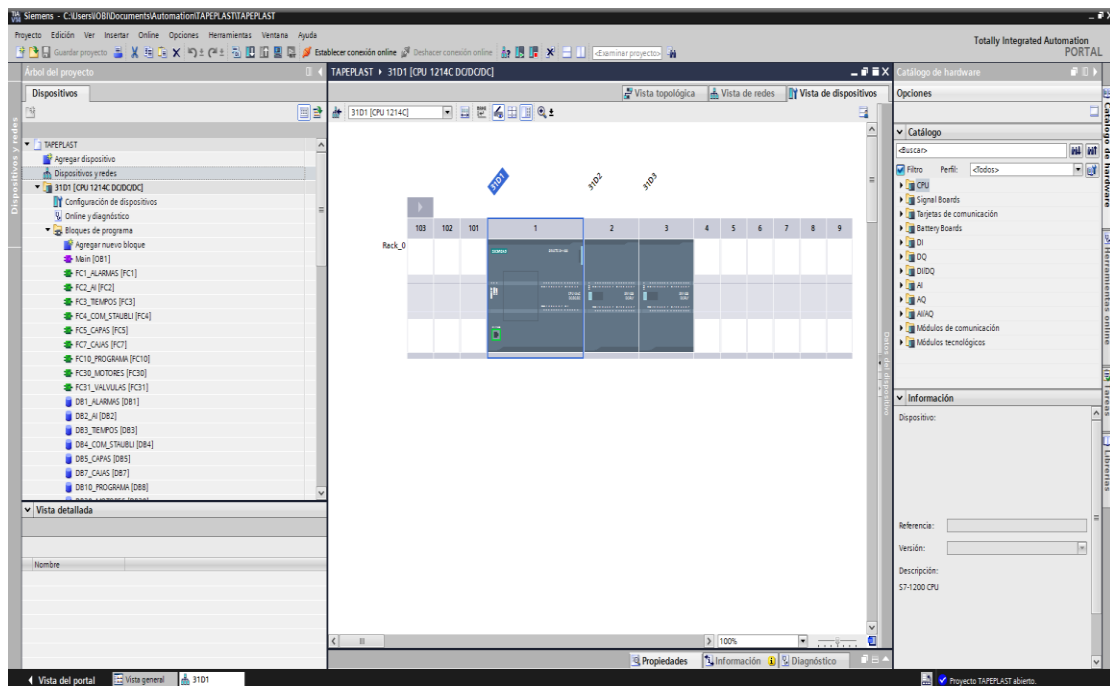


Imagen 17 Vista proyecto

A la izquierda están los bloques de programa, donde aparecen todas las partes del programa de todos los dispositivos utilizados en el proyecto. Es decir,

puedo disponer de todos los autómatas, pantallas, elementos tecnológicos que desee.

A la derecha las instrucciones que se disponen para los dispositivos.

En el centro el editor y configurador, el cual se divide en tres ventanas. La primera es la vista topológica, donde podemos observar todos los dispositivos que componen nuestro sistema y añadir los dispositivos necesarios. La segunda ventana encontramos la vista de redes, donde podemos ver toda la red de comunicación que utiliza nuestro sistema para comunicar con todos los dispositivos. Y en la tercera ventana encontramos con el catálogo del hardware, donde se pueden escoger módulos de ampliación para el autómata a fin de incorporar más entradas, salidas, bus de comunicaciones, etc.

En la configuración de cada dispositivo dentro de las propiedades podemos activar marcas del sistema, o bien marcas de ciclo correspondiente a los distintos relojes internos que posee el autómata. También podemos definir el arranque del autómata como asignar nombres de los dispositivos y dirección IP.

2.13. Variables PLC.

Para definir variables a utilizar en el PLC es sencillo, se le asigna un nombre, la tabla de variables donde almacena, el tipo de datos y la posición de memoria. Que esta última corresponde a su la dirección de la variable.

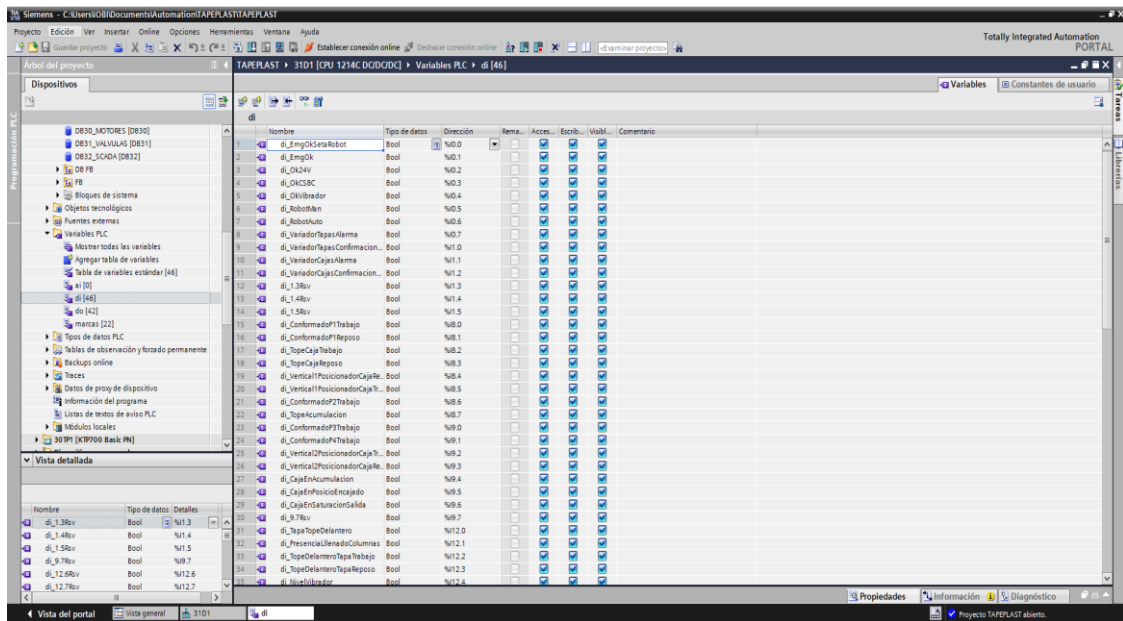


Imagen 18 Variables

La forma de insertar variables es similar a una hoja de cálculo. El programa interpreta que si se introduce un dato nuevo, será del mismo tipo que el anterior y lo ubicara en la posición de memoria siguiente que le corresponda. Dentro de cada variable pueden ser remanentes, si son visibles o accesibles desde HMI. También podemos agregar un pequeño comentario.

Las variables utilizadas en la programación de este proyecto son las siguientes:

VARIABLES DE ENTRADA			
Name	Path	Data Type	Logical Address
di_EmgOkSetaRobot	di	Bool	%I0.0
di_EmgOk	di	Bool	%I0.1
di_Ok24V	di	Bool	%I0.2
di_OkCS8C	di	Bool	%I0.3
di_OkVibrador	di	Bool	%I0.4
di_RobotMan	di	Bool	%I0.5
di_RobotAuto	di	Bool	%I0.6
di_VariadorTapasAlarma	di	Bool	%I0.7
di_VariadorTapasConfirmacionMarcha	di	Bool	%I1.0
di_VariadorCajasAlarma	di	Bool	%I1.1

di_VariadorCajasConfirmacionMarcha	di	Bool	%I1.2
di_1.3Rsv	di	Bool	%I1.3
di_1.4Rsv	di	Bool	%I1.4
di_1.5Rsv	di	Bool	%I1.5
di_ConformadoP1Trabajo	di	Bool	%I8.0
di_ConformadoP1Reposo	di	Bool	%I8.1
di_TopeCajaTrabajo	di	Bool	%I8.2
di_TopeCajaReposo	di	Bool	%I8.3
di_Vertical1PosicionadorCajaReposo	di	Bool	%I8.4
di_Vertical1PosicionadorCajaTrabajo	di	Bool	%I8.5
di_ConformadoP2Trabajo	di	Bool	%I8.6
di_TopeAcumulacion	di	Bool	%I8.7
di_ConformadoP3Trabajo	di	Bool	%I9.0
di_ConformadoP4Trabajo	di	Bool	%I9.1
di_Vertical2PosicionadorCajaTrabajo	di	Bool	%I9.2
di_Vertical2PosicionadorCajaReposo	di	Bool	%I9.3
di_CajaEnAcumulacion	di	Bool	%I9.4
di_CajaEnPosicioEncajado	di	Bool	%I9.5
di_CajaEnSaturacionSalida	di	Bool	%I9.6
di_9.7Rsv	di	Bool	%I9.7
di_TapaTopeDelantero	di	Bool	%I12.0
di_PresenciaLlenadoColumnas	di	Bool	%I12.1
di_TopeDelanteroTapaTrabajo	di	Bool	%I12.2
di_TopeDelanteroTapaReposo	di	Bool	%I12.3
di_NivelVibrador	di	Bool	%I12.4
di_Presostato	di	Bool	%I12.5
di_12.6Rsv	di	Bool	%I12.6
di_12.7Rsv	di	Bool	%I12.7
di_CompuertaTapasTrabajo	di	Bool	%I13.0
di_CompuertaTapasReposo	di	Bool	%I13.1
di_EmpujadorTapasTrabajo	di	Bool	%I13.2
di_EmpujadorTapasReposo	di	Bool	%I13.3
di_CambioLongitudTapasTrabajo	di	Bool	%I13.4
di_CambioLongitudTapasReposo	di	Bool	%I13.5
di_Saturacion2Vibrador	di	Bool	%I13.6
di_Saturacion1Vibrador	di	Bool	%I13.7

VARIABLES DE SALIDA			
Name	Path	Data Type	Logical Address
do_VariadorTapasMarcha	do	Bool	%Q0.0
do_VariadorTapasReset	do	Bool	%Q0.1
do_VariadorCajasMarcha	do	Bool	%Q0.2
do_VariadorCajasReset	do	Bool	%Q0.3
do_BalizaVerde	do	Bool	%Q0.4
do_BalizaNaranja	do	Bool	%Q0.5
do_BalizaRoja	do	Bool	%Q0.6

do_BalizaAcustic	do	Bool	%Q0.7
do_ResetAlarmaMaxGuard	do	Bool	%Q1.0
do_PilotoReset	do	Bool	%Q1.1
do_VacioMonopresa	do	Bool	%Q8.0
do_TopeDelanteroTapaTrabajo	do	Bool	%Q8.1
do_TopeDelanteroTapaReposo	do	Bool	%Q8.2
do_CambioLongitudTapasTrabajo	do	Bool	%Q8.3
do_CambioLongitudTapasReposo	do	Bool	%Q8.4
do_EmpujardorTapas	do	Bool	%Q8.5
do_ConformadoCajaTrabajo	do	Bool	%Q8.6
do_ConformadoCajaReposo	do	Bool	%Q8.7
do_CompuestaTapasTrabajo	do	Bool	%Q9.0
do_CompuestaTapasReposo	do	Bool	%Q9.1
do_TopeCajaTrabajo	do	Bool	%Q9.2
do_TopeCajaReposo	do	Bool	%Q9.3
do_PosicionadorVerticalTrabajo	do	Bool	%Q9.4
do_PosicionadorVerticalReposo	do	Bool	%Q9.5
do_TopeCajaAcumulacion	do	Bool	%Q9.6
do_AireVibrador	do	Bool	%Q9.7
do_MarchaVibrador	do	Bool	%Q12.0
do_12.1Rsv	do	Bool	%Q12.1
do_12.2Rsv	do	Bool	%Q12.2
do_12.3Rsv	do	Bool	%Q12.3
do_12.4Rsv	do	Bool	%Q12.4
do_12.5Rsv	do	Bool	%Q12.5
do_12.6Rsv	do	Bool	%Q12.6
do_12.7Rsv	do	Bool	%Q12.7
do_13.0Rsv	do	Bool	%Q13.0
do_13.1Rsv	do	Bool	%Q13.1
do_13.2Rsv	do	Bool	%Q13.2
do_13.3Rsv	do	Bool	%Q13.3
do_13.4Rsv	do	Bool	%Q13.4
do_13.5Rsv	do	Bool	%Q13.5
do_13.6Rsv	do	Bool	%Q13.6
do_13.7Rsv	do	Bool	%Q13.7

MARCAS INTERNAS			
Name	Path	Data Type	Logical Address
System_Byte	marcas	Byte	%MB1
FirstScan	marcas	Bool	%M1.0
DiagStatusUpdate	marcas	Bool	%M1.1
TRUE	marcas	Bool	%M1.2
FALSE	marcas	Bool	%M1.3
Clock_Byte	marcas	Byte	%MB0
Clock_10Hz	marcas	Bool	%M0.0
Clock_5Hz	marcas	Bool	%M0.1

Clock_2.5Hz	marcas	Bool	%M0.2
Clock_2Hz	marcas	Bool	%M0.3
Clock_1.25Hz	marcas	Bool	%M0.4
Clock_1Hz	marcas	Bool	%M0.5
Clock_0.625Hz	marcas	Bool	%M0.6
Clock_0.5Hz	marcas	Bool	%M0.7
AIO_RSV	marcas	Int	%IW64
AI1_RSV	marcas	Int	%IW66
Word1	marcas	Word	%MW2
MBWordLeer	marcas	Word	%MW4
MBWordEscribir	marcas	Word	%MW6
CajaAunEncajado	marcas	Bool	%M10.0
AuxAcustico	marcas	Bool	%M8.4
IntentadoVacio	marcas	Bool	%M10.1

2.14. Bloques de programa.

Un bloque de organización es una estructura de programación dotada de instrucciones, funciones y datos.

Es decir, el autómata es como el sistema operativo y los bloques de organización son aplicaciones que se cargan en el autómata. Con ello se simplifica la ejecución y programación, dado que se simplifica la estructura del programa.

La elección de un bloque dependerá del programador y de la aplicación. Teniendo en cuenta la función y lenguaje a emplear.

Un ejemplo claro es el proceso de control de 5 motores. La opción sencilla es hacer las 5 maniobras para cada motor. Pero la compleja es crear una maniobra, introducirla en un bloque y utilizarla tantas veces como desee.

A cada bloque es importante ponerle un nombre coherente dado que Tia Portal pone por defecto nombres automáticos.

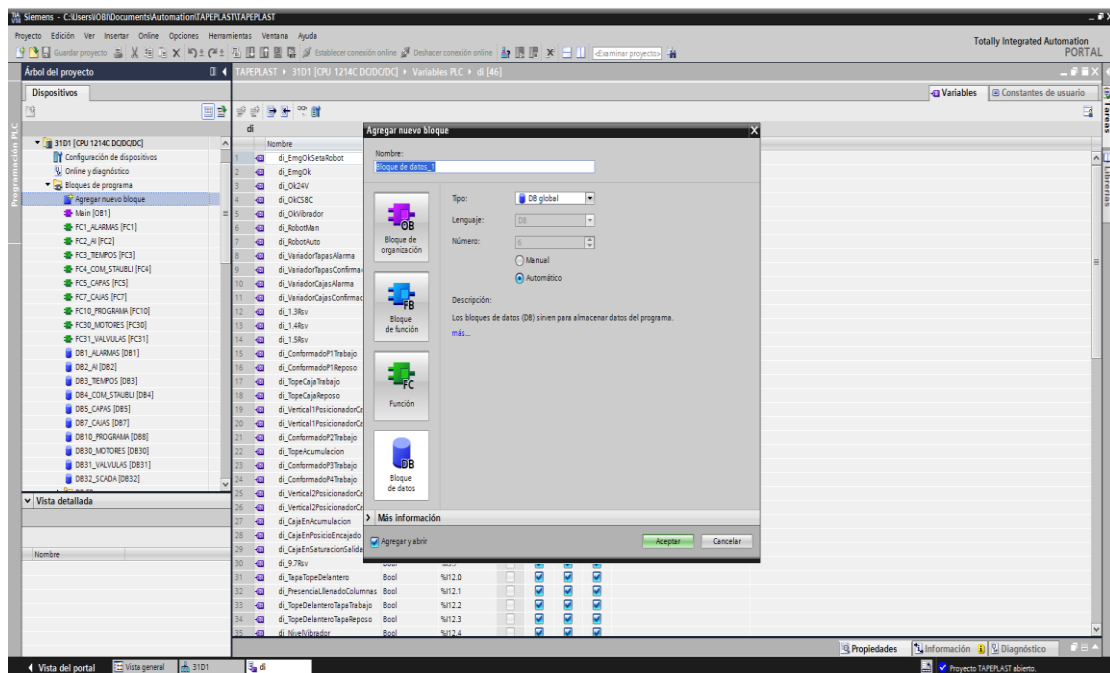


Imagen 19 Bloques del programa

2.15. Tipos de bloques.

Los bloques de organización son los siguientes:

- **OB o bloques de organización.** Los OB de ciclo se procesan cíclicamente, son bloques lógicos de orden superior en el programa, en los que se pueden programar instrucciones o llamar otros bloques.
- **FB o bloque de función.** Los bloques de función son bloques lógicos que depositan sus valores de forma permanente en bloques de datos en instancia, de modo que siguen estando disponibles después de procesar el bloque.
- **FC o función.** Las funciones son bloques lógicos sin memoria.
- **DB o bloques de datos.** Los bloques de datos (DB) sirven para almacenar datos del programa.
- **UDT o tipos de datos.** Son declaraciones de una estructura de datos definido por el programador. De igual forma sirve para crear bloques de datos de estructura idéntica.

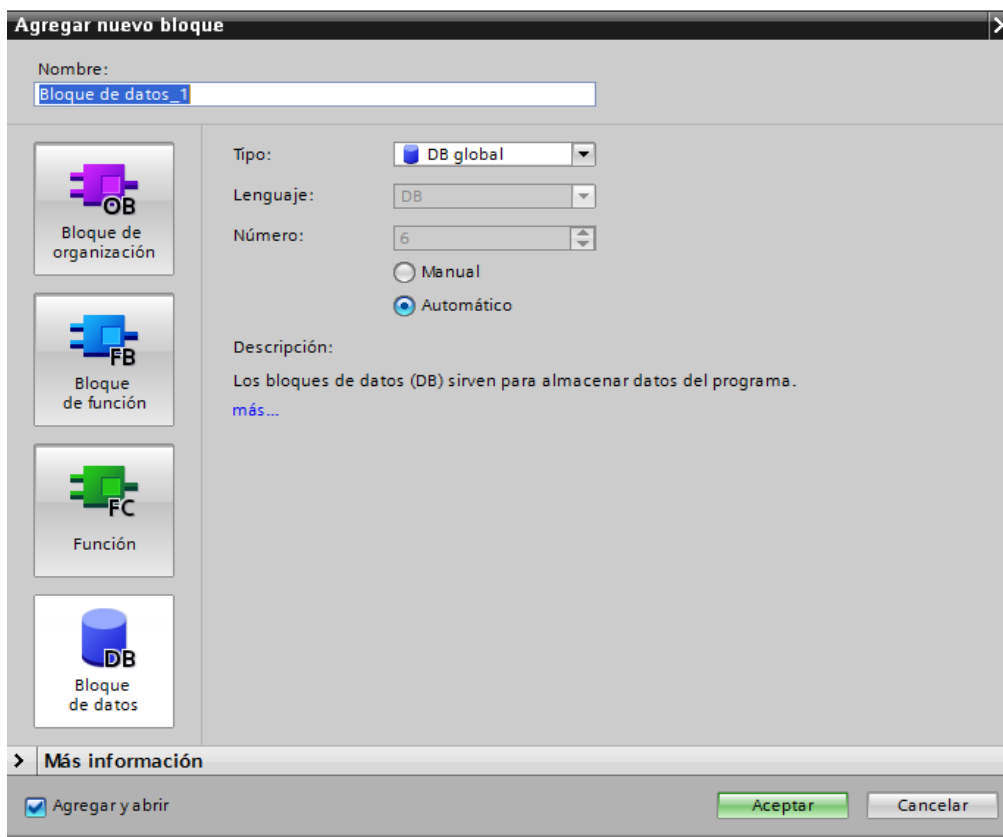


Imagen 20 Bloques del programa

2.16. Instrucciones de TIA Portal.

Dentro de las instrucciones básicas se encuentran las siguientes:

- **Operación de tiempo. contadores.** Son elementos que ejecuta y vigila secuencias controladas por tiempo.
- **Operación de comparación.** Permite comparar números enteros de 16 a 32 bits y números de como flotante.
- **Funciones aritméticas.** Permite realizar operaciones matemáticas.
- **Funciones avanzadas de fecha y hora.** Son funciones esenciales en cualquier programa que quiera operaciones de control de tiempo.

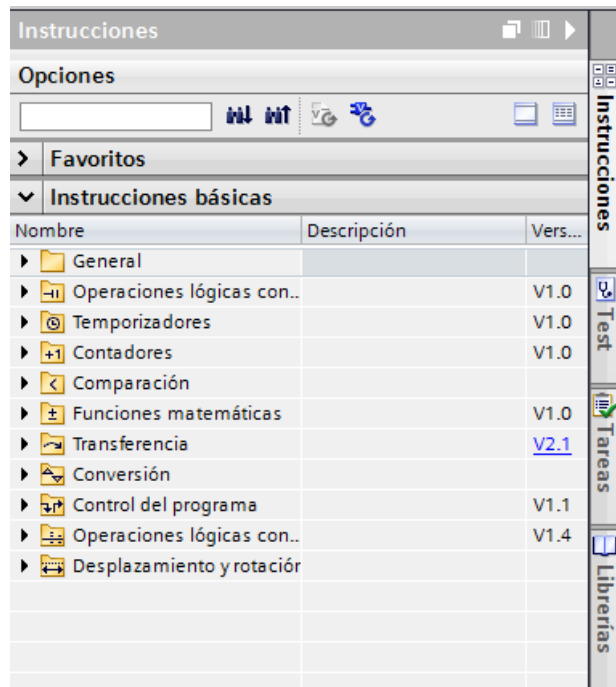


Imagen 21 Instrucciones

2.17. Observar y forzar variables.

Tia Portal nos ofrece una tabla de observación. Dicha tabla es un listado de variables del programa de las que se desea leer su estado y visualización. Es una forma de filtrar los datos que se quieren ver. Por otro lado, en la tabla de forzado permanente se registran combinaciones de variables válidas para poder realizar la simulación. En vez de activar las entradas y variables de una a

una, se crea una tabla con los valores para hacer un volcado simultáneo de todos estos datos.

En ambos casos, hay que ir al panel izquierdo y dentro de cada dispositivo buscar la opción de tablas e observación y forzado permanente.

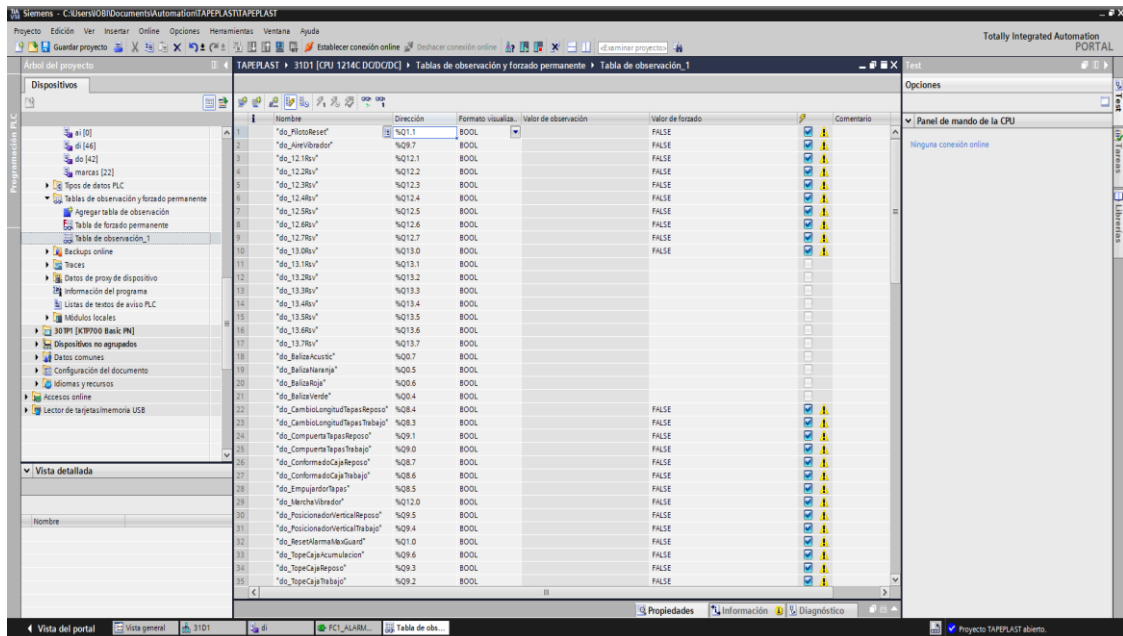


Imagen 22 Observación y forzado

2.18. Funciones de diagnóstico.

Dentro de cada dispositivo se puede realizar un diagnóstico online mediante la opción **Online y diagnóstico**.

Se puede ver el uso de la memoria, tiempo de ciclo de programa, errores del autómatas, fecha y hora a fin de determinar el correcto funcionamiento del equipo.

Es muy eficaz antes fallos de programación, simplemente haciendo doble clic sobre el error indicado se abre el bloque de programa que provocó dicho error.

3. Equipos de detección de presencia y actuadores del sistema de control.

Los actuadores son los elementos finales de control, mientras que los elementos de detección son tan importantes porque sin ellos no será posible actuar sobre el proceso modificando sus parámetros fundamentales de funcionamiento.

3.1. Equipos de detección de presencia.

Actualmente contamos con fotocélulas inteligentes para una detección segura y una automatización eficiente. El objetivo de las fotocélulas es lograr la máxima productividad posible en la máquina, para obtener un proceso fiable y seguro en la detección de tapas, o cajas.

Las fotocélulas instaladas tienen un diseño robusto, pueden soportar grandes esfuerzos mecánicos debidos a choques de cajas u oscilaciones producidas por elementos vibratorios. Se ha tenido en cuenta la presencia de polvo y las condiciones ambientales, cumpliendo con todas las normas y estándares que requiere la máquina para su correcto funcionamiento.



Imagen 23 Fotocélula

3.2. Equipos actuadores.

Para poder actuar sobre el proceso de la máquina es necesario de dispositivos que realicen esta función. Como son los actuadores, que son capaces de convertir una magnitud eléctrica en una salida, generalmente mecánica, provocando un efecto sobre el proceso de automatización de la máquina. En nuestro caso la máquina está diseñada con los siguientes actuadores:

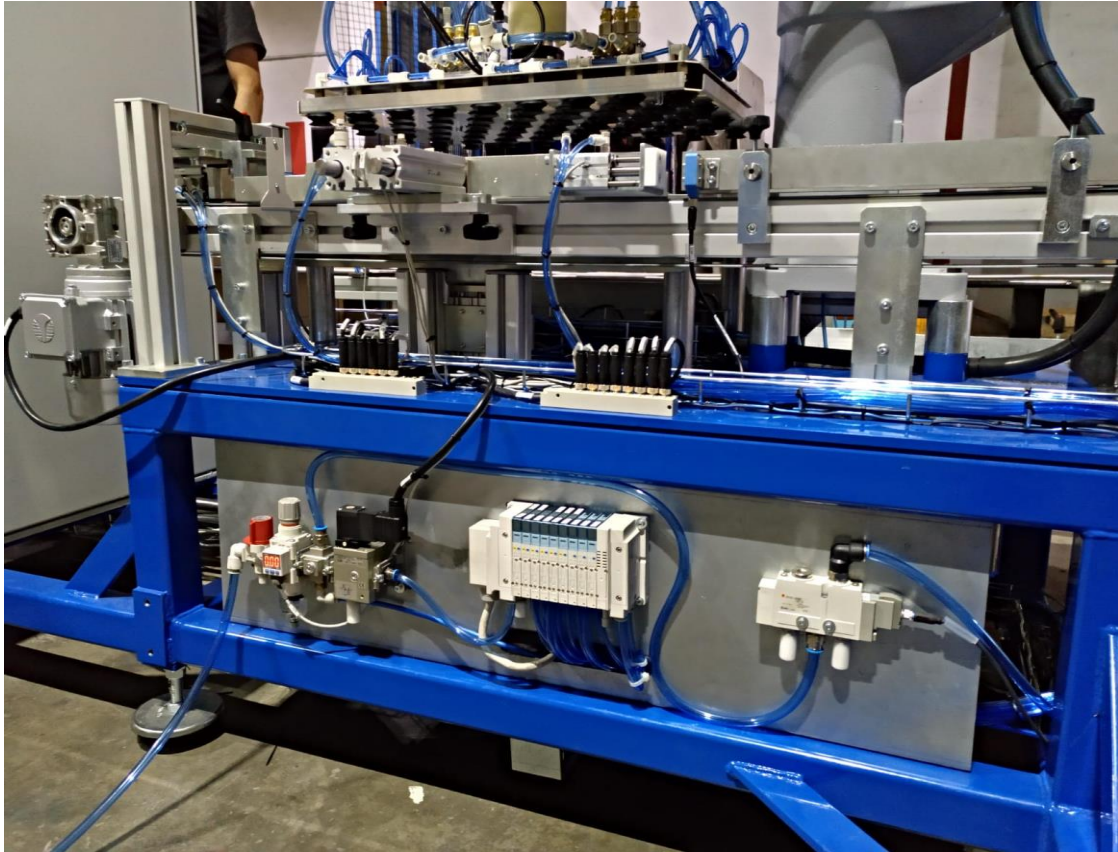


Imagen 24 Actuadores

- **Actuadores eléctricos.** Dos motores eléctricos de corriente alterna para el movimiento de la cinta transportadora de cajas y tapas.
- **Actuadores neumáticos.** Diez electroválvulas que controlan el flujo de aire dentro de los pistones y presión de vacío en las manopresas.

Para el control de los motores se ha introducido una FB que consta de las siguientes entradas y salidas:

- **Confirmación de marcha.** Cada vez que un motor es puesto en movimiento, el variador es capaz enviar una señal de confirmación de dicho movimiento.
- **Protección.** Señal de fallo del variador.
- **Emergencia.** Seguridad de la FB, actúa cada vez que se acciona una seguridad en la máquina.
- **Control.** Manual o automático.
- **Salida Q.** Señal para activar la maniobra del motor.
- **Reset variador de frecuencia.** Señal para hacer un reset en el variador cuando entra en fallo.

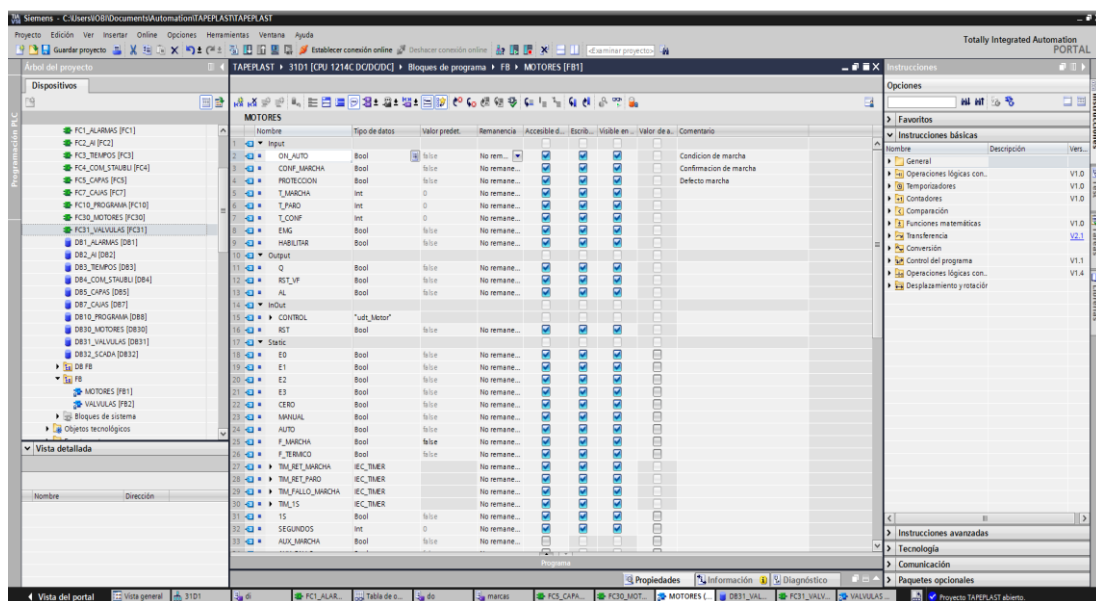


Imagen 26 Fb motor

4.2. Control de electroválvulas.

Al igual que los motores, las electroválvulas también forman parte del proceso de la máquina, cuya función es desplazar pistones de su estado de reposo a trabajo y producir vacío en las ventosas.

El control de las electroválvulas se lo realiza de forma manual o automática.

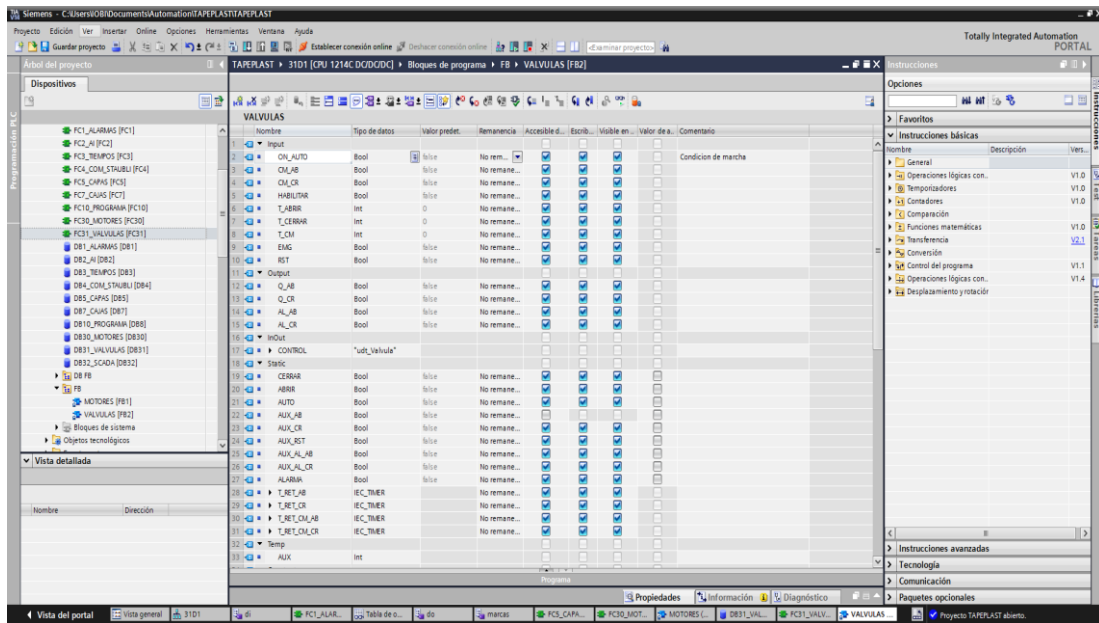


Imagen 27 Fb electroválvula

4.3. Control de alarmas.

Para el control de alarmas se ha creado una función donde podemos saber los estados críticos de acciones producidas por avería o emergencia durante el proceso de la máquina. Estas alarmas serán visibles para los operarios o personal de mantenimiento hasta que se solucione.

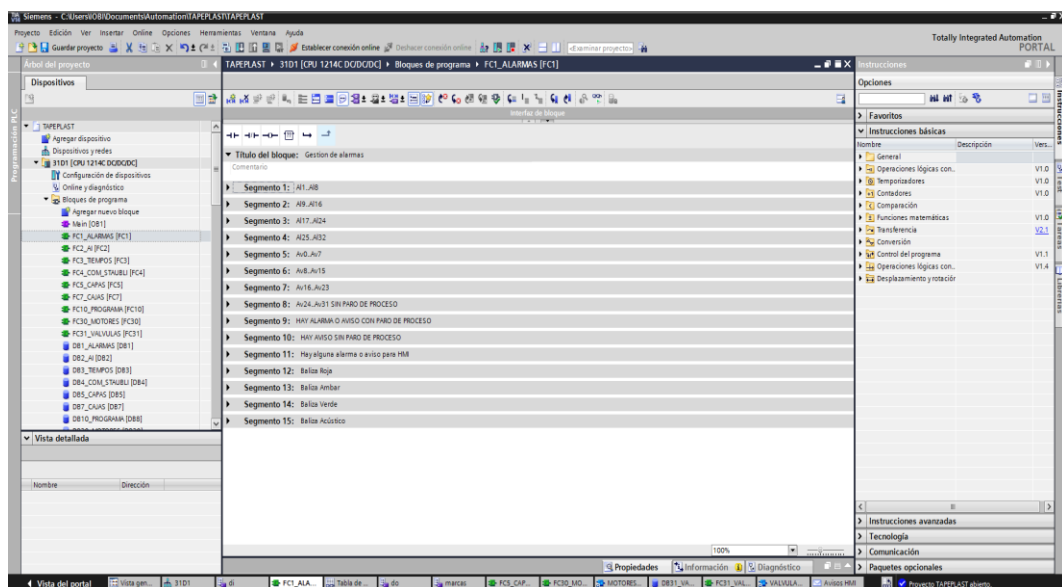


Imagen 28 Fc alarmas

4.4. Control de seguridad.

El control de seguridad de la máquina ha sido programado con un relé de seguridad programable XPSMCMCPP0802 de la marca Schneider, garantizando el corte de seguridad de la máquina al activarse una señal de seguridad, como seta emergencia o barrera de seguridad.



Imagen 29 Relé

Debemos tener en cuenta que el relé de seguridad no garantiza el funcionamiento correcto de los dispositivos de seguridad, como la seta de emergencia y los magnéticos de puerta utilizados como señales de emergencia en el control de seguridad.

La programación del relé de seguridad se ha hecho con el software Safety Designer.

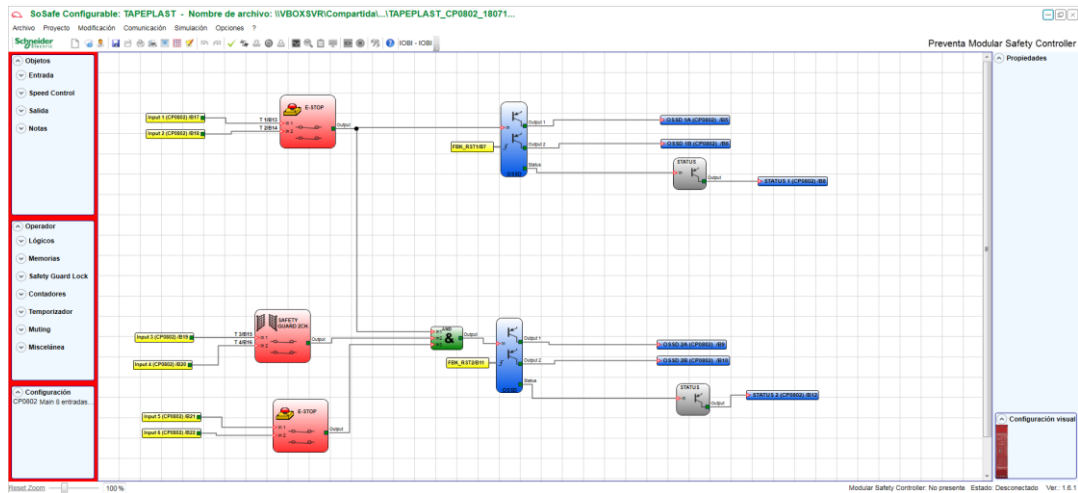


Imagen 30 Programación relé

Con este dispositivo se supervisa las funciones de seguridad en los equipos de detección, como:

- **Setas de emergencias armario.** Su función es para toda la instalación eléctrica y neumática de maquina
- **seta de emergencia robot.** Su función es para la maniobra de robot, sin intervenir en la maniobra de la máquina.
- **Puertas de seguridad.** El robot tiene dos modos de trabajo. Manual, en este modo de trabajo la seguridad del robot permite la apertura de puertas del vallado. Automático, ante una acción de apertura de puertas del vallado. Para seguridad del relé para toda la instalación eléctrica y neumática de la máquina.

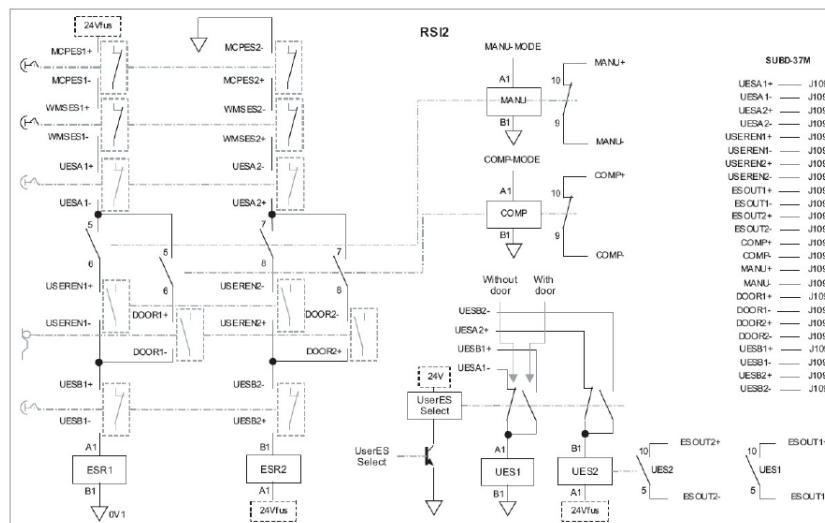


Imagen 31 Esquema de seguridad

4.5. Control del robot.

En esta máquina realizamos el proceso de encajado mediante un robot Stäubli con seis articulaciones. Cada articulación tiene un grado de libertad.

Los grados de libertad son coordenadas independientes necesarias para describir el estado del sistema mecánico del robot (posición y orientación en el espacio).



Imagen 32 Robot

Para cumplir con su objetivo, el robot dispone de una garra, con unas ventosas que permiten recoger las tapas que se encuentran en la zona de formación de capas y ubicarlas en el interior de cada caja.

Existe un sistema de coordenadas principal, que es el global del robot (X, Y, Z). El otro sistema pertenece al proceso de encajado, por lo que todo el proceso se realiza en los ejes (X, Z).

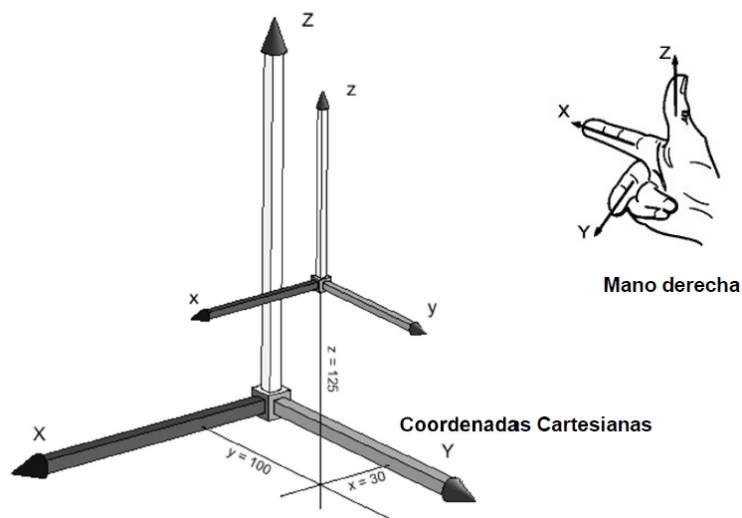


Imagen 33 Ejes de coordenadas

Es importante definir los puntos que definirán las trayectorias del robot, ya que el proceso de encajado de tapas está definido en función a estos puntos:

- **P1.** Punto seguro correspondiente a 30cm por encima en la vertical del P2.
- **P2.** Punto correspondiente al contacto de las ventosas con la zona de recogida de las tapas.
- **P3.** Punto intermedio, unos 5cm de P2, donde se evalúa el vacío (vacuómetro).
- **P4.** Punto seguro a medio camino entre la agrupación de tapas y la de encajado, se encuentra a unos 80 cm por encima del P5.
- **P5.** Punto en el cual la primera fila de tapas (la más alejada del robot) quedan introducidos en el interior de la caja.

Una vez iniciado el robot, el autómatas envía la orden para empezar la etapa inicial, e inmediatamente el robot se desplaza al punto 1 y permanece a la espera hasta que el autómatas le indica que la capa esta terminada.

Tras completar la capa, el robot se desplaza del punto 1 al punto 2.

Una vez allí, con las ventosas en contacto con las tapas, el robot indica al PLC que ha llegado al punto 2 para que active la válvula de vacío para adherirlos a la ventosa. Pasado el tiempo de adhesión, se desplaza al punto 3.

Tras alcanzar de nuevo la posición punto 3, se evalúa el sensor de presión vacío, que en caso de no llegar a la consigna tarad significa que han quedado tapas en la zona de recogida y, por lo tanto, la carga no se ha realizado correctamente. Esta situación lanzara una ventana emergente en el HMI con un mensaje de error quedando el sistema a la espera para que el operario lo revise, solucione el problema y volver a realizar el proceso. Si por el contrario se han recogido correctamente todas las tapas, se desplazará al punto 1.

Inmediatamente tras alcanzar el punto 1, el robot continúa al punto 4. Durante este movimiento, el robot indica al PLC que ya no se encuentra en la zona de cogida de capa y puede realizar una nueva capa mientras en robot encaja la actual.

Una vez alcanzado el punto 4, y al ser el punto de mayor precisión para realizar el correcto encajado, el robot se desplazará al punto 5, y una vez allí liberará las ventosas para soltar las tapas formando la primer capa.

Tras haber liberado las tapas el robot incrementa el valor de capas, indicando que se ha cargado una capa, se desplazará hacia el punto 4 y consecutivamente al punto 1 manteniéndose a la espera hasta la nueva capa.

Este proceso se realizará consecutivamente hasta que se encajen 8 capas en cada caja. Los puntos de las capas consecutivas, se calculan directamente a partir del punto 5 realizando una transformada en Z con el tamaño de la tapa que corresponda.

Cuando el robot ha encajado las 8 capas, durante la trayectoria del punto 4 al punto 1, le indica al PLC que puede soltar la caja actual y entrar una nueva mientras se realiza la capa siguiente.

El control del robot se ejecuta con un programa SRS STAUBLI Robotics Suite en lenguaje específico VAL3 que nos permite enviar datos al autómatas y recibir datos de este. Esto lo haremos usando el protocolo de comunicación Modbus, mediante la opción que nos ofrece el Software Tia Portal.

Modbus es un protocolo de solicitud/respuesta implementado, usando una relación maestro/esclavo. En un relación maestro esclavo, la comunicación siempre se produce en pares, un dispositivo debe iniciar una solicitud y luego esperar una respuesta y el dispositivo de inicio (Maestro) es responsable de iniciar cada interacción. En nuestro caso, el maestro es el robot y el esclavo es el autómatas.

Para el control del robot desde el autómatas se ha introducido un bloque de función que controla señales externas, tanto entradas como salidas y ciertas variables internas para el correcto desarrollo del proceso.

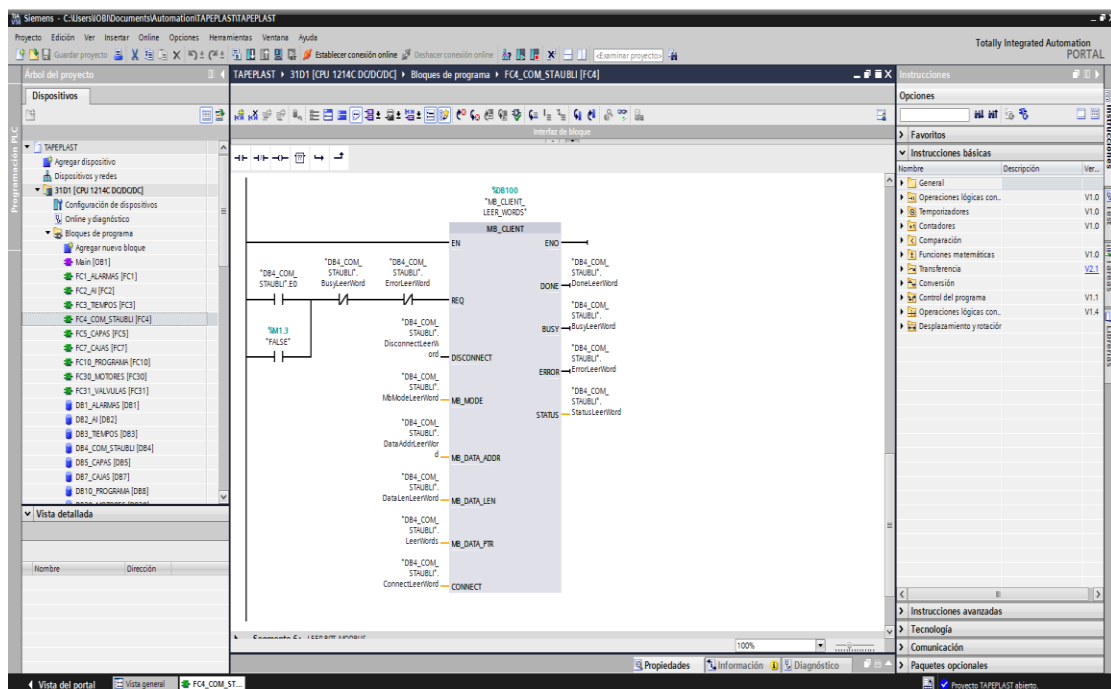


Imagen 34 Fc de control

El robot también dispone de un mando de control, donde integra funciones de programación, mantenimiento y supervisión. Un conjunto de funciones de seguridad, que incluyen el control del tipo hombre muerto de posiciones y la detección de presencia, estas últimas ayudan a evitar el uso no autorizado de sus operaciones.



Imagen 35 Mando robot

En este proyecto se ha implementado un vallado seguridad. Cuya finalidad es proteger el área de trabajo del robot contra intrusiones para evitar accidentes. Durante el funcionamiento el robot puede alcanzar velocidades elevadas que pueden herir a una persona o provocar daños en el caso de que algo se interponga en la trayectoria del mismo.

El perímetro de seguridad del robot debe permanecer cerrado durante el funcionamiento del robot. En caso de ruptura del perímetro de seguridad la actividad del robot se detiene en el acto de manera automática.



Imagen 36 Vallado de seguridad

5. Sistema de visualización de la máquina.

Permite que el operario en cierta circunstancia controle la máquina manualmente, observando su estado por medio de señales luminosas, campo de visualizaciones o botones que se encuentran en las distintas ventanas nombradas a continuación.

5.1. Pantalla de inicio.

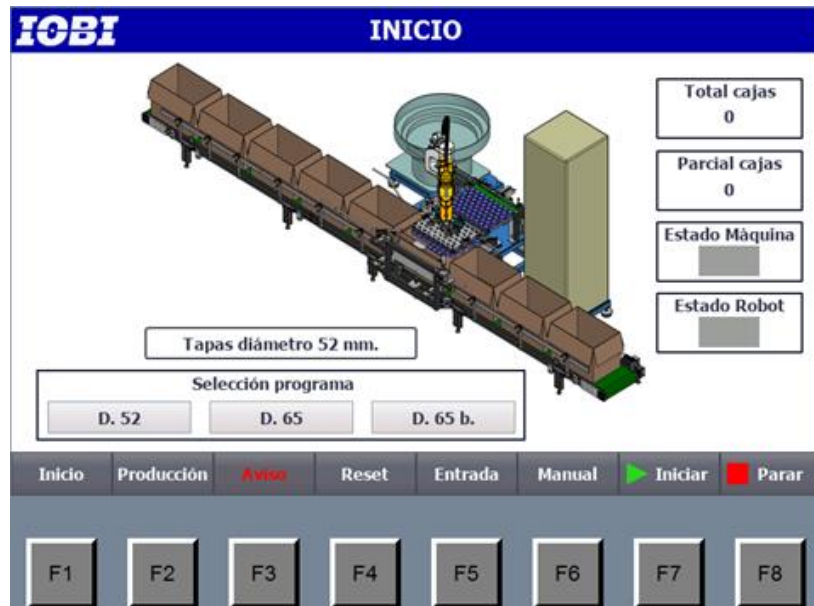


Imagen 37 Inicio

Pantalla al iniciar la máquina, donde se puede acceder a las distintas páginas, producción, avisos, reset, entrada, manual, iniciar y parar.

También se puede observar la producción total y parcial de cajas del modelo en cuestión que se está trabajando (52 mm, 65 mm, 65b mm).

5.2. Pantalla de producción.



Imagen 38 Producción

Pantalla que muestra los contadores totales y parciales de los tres modelos a trabajar. Se pueden resetear los contadores parciales de cada modelo con su correspondiente tecla Reset.

5.3. Pantalla de alarmas/avisos.



Imagen 39 Avisos

Pantalla donde se puede observar posibles mensajes de aviso de la máquina. Pulsando el botón de “Reset”, apagamos el avisador acústico de la alarma, pero la misma persiste hasta que se solucione y se vuelva a pulsar el “Reset”. Pulsando la tecla F8 se puede acceder a la página del historial de avisos de la máquina.

5.4. Pantalla de historial de avisos.



Hora	Fecha	Texto
8:29:43	08/08/2018	Fallo alimentación vibrador - 10Q4
8:29:43	08/08/2018	Fallo alimentación controlador - 10Q3
8:29:43	08/08/2018	Fallo protección 24Vdc
8:29:43	08/08/2018	Fallo Presostato
8:29:43	08/08/2018	Fallo Variador Cinta Cajas o 12Q2
8:29:43	08/08/2018	Fallo Variador Cinta Tapas o 12Q1
8:23:23	08/08/2018	Accionada Seta de Emergencia celda
8:14:25	08/08/2018	Fallo alimentación vibrador - 10Q4
8:14:25	08/08/2018	Fallo alimentación controlador - 10Q3
8:14:25	08/08/2018	Fallo protección 24Vdc
8:14:25	08/08/2018	Fallo Presostato
8:14:25	08/08/2018	Fallo Variador Cinta Cajas o 12Q2
8:14:25	08/08/2018	Fallo Variador Cinta Tapas o 12Q1
8:14:25	08/08/2018	Accionada Seta de Emergencia celda
8:14:15	08/08/2018	Fallo alimentación vibrador - 10Q4

Inicio Producción Aviso Reset Entrada Manual Avisos

F1 F2 F3 F4 F5 F6 F7 F8

Imagen 40 Historial.

En la pantalla de avisos se puede acceder a la página del historial de avisos de la máquina.

Pulsando la tecla F7 se puede volver a la página de avisos de la máquina.

A continuación se detalla el listado de alarmas:

ALARMAS.	
Accionada seta de emergencia.	La seta de emergencia se encuentra pulsada o no se ha rearmado el relé de seguridad, rearmar y pulsar el botón azul.
Puerta celda abiertas o seta de emergencia robot.	Las puertas del enrejado se encuentran abiertas o seta de emergencia del robot pulsada, cerrarlas o rearmar y pulsar el botón azul.
Fallo Variador Cinta Tapas o 12Q1.	Es posible que la protección del variador indique fallo por sobrecorriente (12Q1), o el variador indique alguna anomalía en su funcionamiento.
Fallo Variador Cinta Cajas o 12Q2.	Es posible que la protección del variador indique fallo por sobrecorriente (12Q2), o el variador indique alguna anomalía en su funcionamiento.
Fallo Presostato.	Fallo de alimentación neumática, no hay suficiente presión de aire disponible.
Fallo protección 24 Vdc.	Fallo de la alimentación a 24Vdc. Posible sobrecorriente o cortocircuito.
Fallo Alimentación controlador - 10Q3.	Es posible que la protección del variador indique fallo por sobrecorriente.
Fallo Alimentación vibrador - 10Q4.	Es posible que la protección del variador indique fallo por sobrecorriente.

A continuación se detalla el listado de avisos:

AVISOS.			
Tope delantero tapa no en trabajo.	El cilindro de tope delantero de tapa no ha llegado o no está viendo el detector de trabajo.	Sensor	Estado
		40S3	ON
Tope delantero tapa no en reposo.	El cilindro de tope delantero tapa no ha llegado o no está viendo el detector de reposo.	40S4	OFF
		Sensor	Estado
Cambio de longitud no en trabajo.	El cilindro de cambio de longitud de tapa no ha llegado o no está viendo el detector de trabajo.	40S3	OFF
		40S4	ON
Cambio de longitud tapas no en reposo.	El cilindro de cambio de longitud tapa no ha llegado o no está viendo el detector de reposo.	Sensor	Estado
		41S5	ON
Compuerta tapas no en trabajo.	El cilindro de compuerta de tapas no ha llegado o no está viendo el detector de trabajo.	41S6	OFF
		Sensor	Estado
Compuerta tapas no reposo.	El cilindro de compuerta de tapas no ha llegado o no está viendo el detector de reposo.	41S5	OFF
		41S6	ON
Empujador tapas no en trabajo.	El cilindro empujador de tapas no ha llegado o no está viendo el detector de trabajo.	Sensor	Estado
		41S1	ON
Empujador tapas no en reposo.	El cilindro empujador de tapas no ha llegado o no está viendo el detector de reposo.	41S2	OFF
		Sensor	Estado
Tope caja no trabajo.	El cilindro tope de caja no ha llegado o no está viendo el detector de trabajo.	41S1	OFF
		41S2	ON
Tope caja no reposo.	El cilindro tope de caja no ha llegado o no está viendo el detector de reposo.	Sensor	Estado
		41S3	ON
Conformado vertical caja no en trabajo.	Los cilindros verticales de conformado de caja no han llegado o no están viendo los detectores de trabajo.	41S4	OFF
		Sensor	Estado
		41S3	OFF
		41S4	ON
Conformado vertical caja no en reposo.	Los cilindros verticales de conformado de caja no han llegado o no están viendo los detectores de reposo.	Sensor	Estado
		36S3	OFF
Conformado vertical caja no en reposo.	Los cilindros verticales de conformado de caja no han llegado o no están viendo los detectores de reposo.	36S4	ON
		Sensor	Estado
Conformado vertical caja no en reposo.	Los cilindros verticales de conformado de caja no han llegado o no están viendo los detectores de reposo.	36S5	ON
		36S6	OFF
		37S3	ON
		37S4	OFF
Conformado vertical caja no en reposo.	Los cilindros verticales de conformado de caja no han llegado o no están viendo los detectores de reposo.	Sensor	Estado
		36S3	OFF
Conformado vertical caja no en reposo.	Los cilindros verticales de conformado de caja no han llegado o no están viendo los detectores de reposo.	36S4	ON
		Sensor	Estado
Conformado vertical caja no en reposo.	Los cilindros verticales de conformado de caja no han llegado o no están viendo los detectores de reposo.	36S5	ON
		36S6	OFF
Conformado vertical caja no en reposo.	Los cilindros verticales de conformado de caja no han llegado o no están viendo los detectores de reposo.	37S3	ON
		37S4	OFF
Conformado vertical caja no en reposo.	Los cilindros verticales de conformado de caja no han llegado o no están viendo los detectores de reposo.	Sensor	Estado
		36S3	OFF
Conformado vertical caja no en reposo.	Los cilindros verticales de conformado de caja no han llegado o no están viendo los detectores de reposo.	36S4	ON
		Sensor	Estado
Conformado vertical caja no en reposo.	Los cilindros verticales de conformado de caja no han llegado o no están viendo los detectores de reposo.	36S5	ON
		36S6	OFF
Conformado vertical caja no en reposo.	Los cilindros verticales de conformado de caja no han llegado o no están viendo los detectores de reposo.	37S3	ON
		37S4	OFF
Conformado vertical caja no en reposo.	Los cilindros verticales de conformado de caja no han llegado o no están viendo los detectores de reposo.	Sensor	Estado
		36S3	OFF
Conformado vertical caja no en reposo.	Los cilindros verticales de conformado de caja no han llegado o no están viendo los detectores de reposo.	36S4	ON
		Sensor	Estado
Conformado vertical caja no en reposo.	Los cilindros verticales de conformado de caja no han llegado o no están viendo los detectores de reposo.	36S5	ON
		36S6	OFF
Conformado vertical caja no en reposo.	Los cilindros verticales de conformado de caja no han llegado o no están viendo los detectores de reposo.	37S3	ON
		37S4	OFF

	no están viendo los detectores de reposo.	36S5 36S6 37S3 37S4	OFF ON OFF ON
Conformado caja no en trabajo.	Los cilindros horizontales de conformado de caja no han llegado o no están viendo los detectores de trabajo.	Sensor 36S1 36S2 37S1 37S2 37S8	Estado ON OFF ON ON ON
Conformado caja no en reposo.	Los cilindros horizontales de conformado de caja no han llegado o no están viendo los detectores de reposo.	Sensor 36S1 36S2 37S1 37S2 37S8	Estado OFF ON OFF OFF OFF
Presencia de tapas en 40S2.	Presencia de tapas en la parte final de la bandeja de alineación tapas y todavía no se han completado las columnas. Retirar piezas mal posicionadas y resetear.	Sensor 40S2	Estado OFF
Paro celda por saturación de cajas.	Presencia de caja en el final de la cinta de cajas. Retirar cajas para vaciar la cinta.	Sensor 37S7	Estado ON
Paro celda por falta de cajas.	No hay cajas para continuar con el encajado de tapas. Alimentar la cinta con cajas.	Sensor 37S5	Estado ON
Faltan tapas.	No se detecta el paso de tapas para la formación de la capa. Revisar que no hay un atasco o que el vibrador está en funcionamiento y con tapas. (Desaparece automáticamente cuando el problema está solucionado)	Sensor 40S2 40S5	Estado ON OFF
Cajas en 34S7 final cinta	Presencia de cajas en el final de cinta. Retirar cajas con la mayor brevedad posible para no producir un paro en la celda. (Desaparece automáticamente cuando el problema está solucionado)	Sensor 37S7	Estado OFF

5.5. Pantallas de entradas.

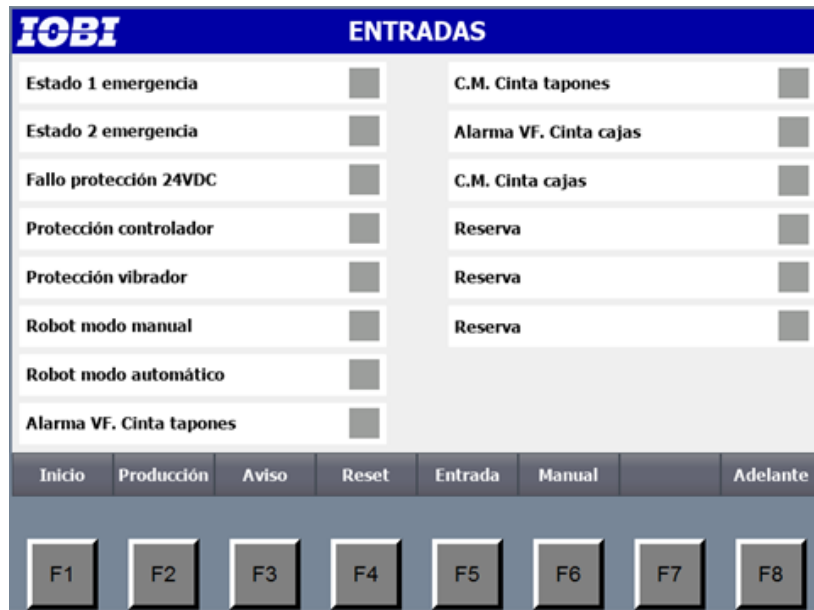


Imagen 41 Entradas

Pantallas donde se pueden observar todas las entradas del PLC.

Cada entrada tiene un indicador luminoso que puede ponerse de color verde o gris, el cual se pone en verde cuando una entrada se encuentra activa y gris cuando la entrada se encuentra desactivada.

Para avanzar a la pantalla siguiente se pulsa la tecla F8 (Adelante).

Para retroceder a la pantalla anterior se pulsa la tecla F7 (Atrás).

5.6. Pantallas de trabajo manual.



Imagen 42 Manual

Pantallas donde se pueden comandar las salidas del autómatas en modo manual o automático.

El indicador luminoso de color amarillo indica que botón del modo de trabajo se encuentra la salida (manual, 0 o automático).

- Manual: Activamos la salida en manual.
- 0: Desactivamos la salida en manual.
- Automático: Según el programa seleccionado, el PLC accionará la salida cuando se requiera.

Cada salida tiene un indicador luminoso con cuatro colores (gris, azul, verde, rojo). Estos colores indican el estado actual de la salida.

- Gris: salida en reposo.
- Azul: salida accionada en manual.
- Verde: salida accionada en automático.
- Rojo: salida en fallo.

Para avanzar a la pantalla siguiente se pulsa la tecla F8 (Adelante).

Para retroceder a la pantalla anterior se pulsa la tecla F7 (Atrás).

5.7. Modo de operación de la máquina.

En la pantalla HMI de la ventana Manual se puede visualizar los botones modo manual o automático.

5.7.1. Modo manual.

En la ventana Trabajo Manual de la pantalla HMI, se elige el modo manual. Este modo permite mover los elementos de la máquina para puesta a punto, mantenimiento, etc.

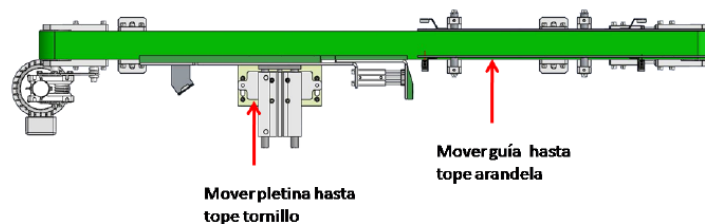
5.7.2. Modo automático.

En la pantalla HMI de la ventana Trabajo Manual, se elige el modo automático. Al seleccionar este modo la máquina busca las condiciones de inicio para comenzar los ciclos de alineación de tapas y llenado de cajas.

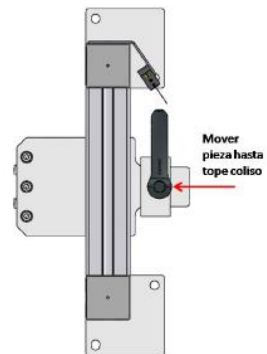
5.8. Cambio de modelo de tapas.

CAMBIO A MODELO 52 mm

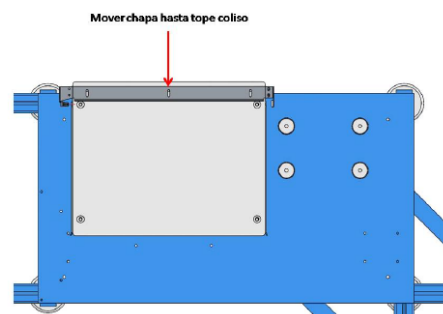
TRANSPORTADOR DE TAPAS.



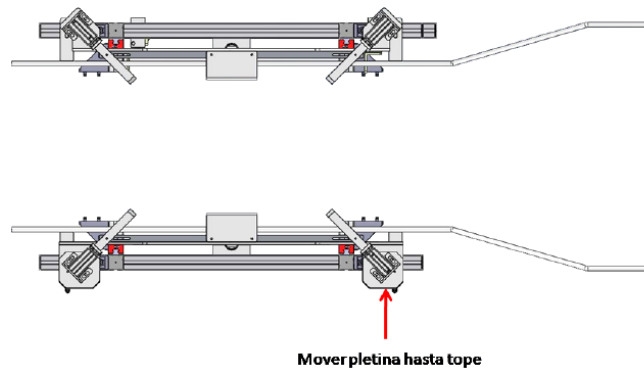
MECANISMO COMPENSACIÓN DE FILA.



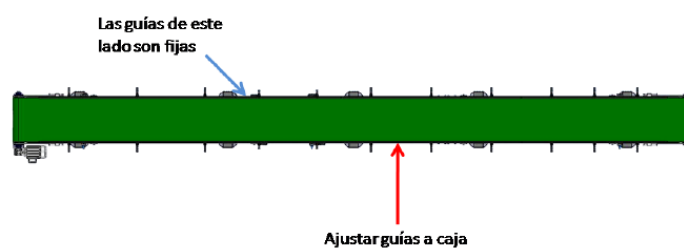
PLACA DE TAPONES.



CENTRADOR DE CAJAS.

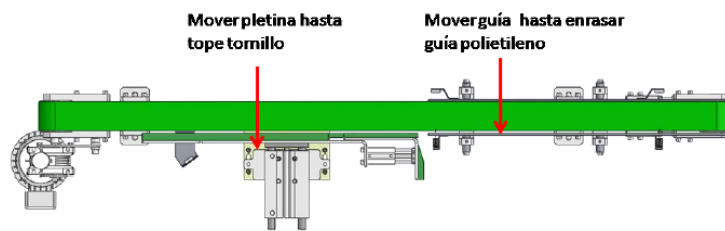


TRANSPORTADOR DE CAJAS.

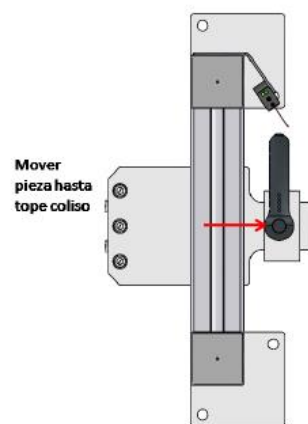


CAMBIO A MODELO DE 65 mm:

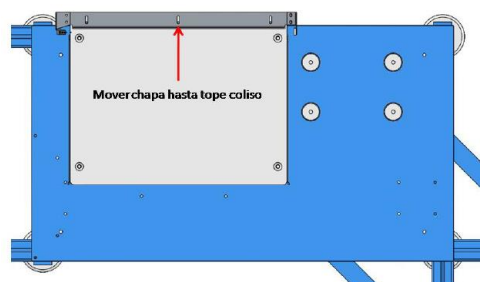
TRANSPORTADOR DE TAPAS.



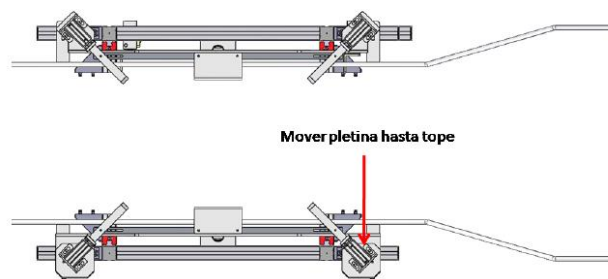
MECANISMO COMPENSACIÓN DE FILA.



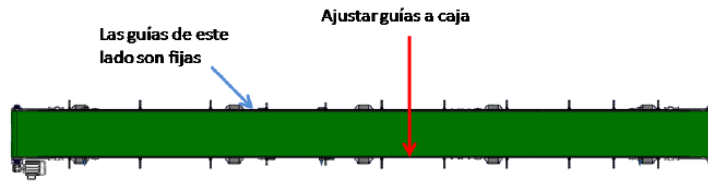
PLACA DE TAPAS.



CENTRADOR DE CAJAS.



TRANSPORTADOR DE CAJAS.

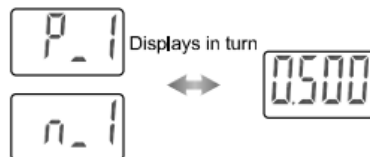


6. Regulación de presión del presostato.

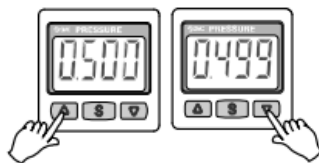
Con ajuste normal:



En el modo de medición, pulse el botón (SET) para visualizar los valores de disparo "P_1, P_2" o los valores de histéresis "n_1, n_2", apareciendo alternativamente el valor de disparo actual.



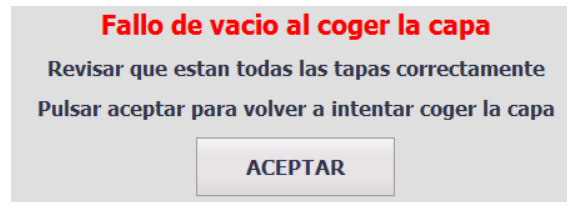
Pulse el botón (SET) para acceder al siguiente valor o pulse la tecla arriba, abajo para acceder al modo de cambio de valores.



Para guardar el dato modificado pulse el botón (SET).

La presión P_1 y la histéresis n_1 corresponde al modelo de 52 mm, la presión P_2 y la histéresis n_2 corresponde al modelo de 65 mm. Si se requiere modificar algunas de las presiones, se deberá realizar la modificación en ambos presostatos.

En caso de un fallo de vacío el robot volverá a dejar la capa en su sitio y se apartará para que se pueda ver ha pasado. Acto seguido, se activará el avisador acústico y una alerta en la pantalla:



Una vez resuelto, el fallo pulsamos aceptar y el robot vuelve a coger la capa. Si todo ha ido bien, el robot continuará con su maniobra, en caso contrario se volverá a repetir el proceso anterior.

7. Funcionamiento automático del sistema.

El funcionamiento está dividido en zonas bien diferenciadas.

7.1. Transporte de tapas.

Su función es la de proporcionar la entrada de tapas en función del formato elegido. Esta zona está compuesta físicamente por una cinta gobernada por un motor monofásico. Mientras entren tapas al proceso procedente de una mesa vibratoria. Por el camino, las tapas sufren una pequeña parada para que la máquina pueda formar filas.

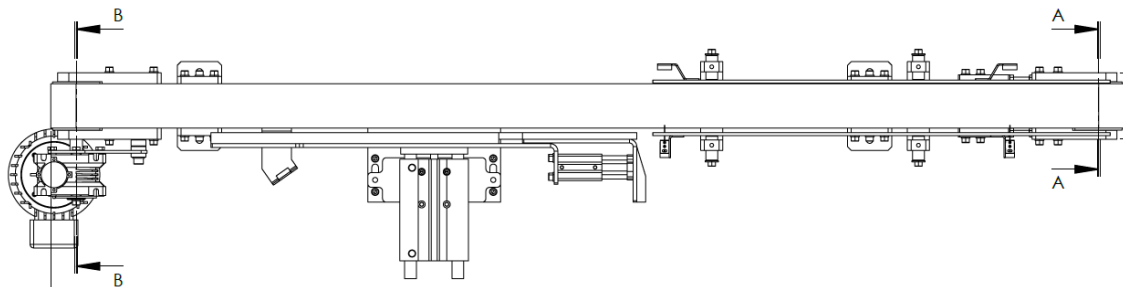


Imagen 43 Cinta transportadora

7.2. Formación de capas.

Esta zona está compuesta por una placa metálica y un actuador neumático, encargado de empujar cada fila para la formación de capas. La agrupación está formada por ocho filas de diez y once tapas. Y la detección de presencia de cada tapa se realiza con fotocélulas, ubicadas a la largo de la cinta transportadora. Permitiendo la formación de filas

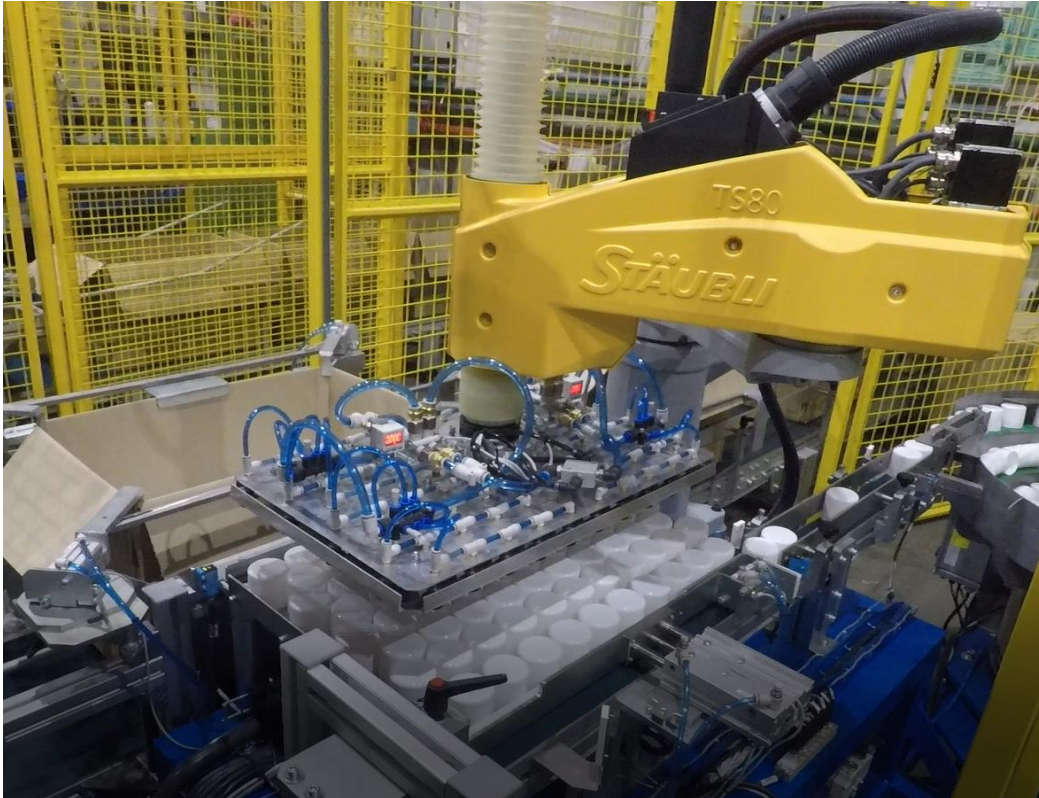


Imagen 44 Formación de tapas

7.3. Posicionamiento de capas.

El robot se encarga de subir o bajar las capas, y moverlas de izquierda a derecha para depositarlas en el interior de las cajas. Para el transporte de las tapas se utiliza ventosas de vacío acopladas a una garra, aprovechando que el producto tiene superficies lisas y no es demasiado pesado.

La maniobra de posicionamiento comienza una vez que el autómatas le ha mandado la orden al robot. Este a su vez enviará el aviso de maniobra

terminada por cada punto recorrido. Finalizada la maniobra el robot se mantiene a la espera.

7.4. Encajado.

Compuesto por una cinta transportadora, gobernada por un motor monofásico. El objetivo de la cinta transportadora es de proporcionar cajas premontadas a la zona de encajado para que el robot pueda llenarlas con las capas de tapas.

Fotocélulas, que proporcionan una señal de presencia cuando hay una caja sobre el punto de encajado.

Actuadores neumáticos, su objetivo es fijar la caja en la zona de trabajo.

Las cajas proceden de la intervención de un operario.



Imagen 45 Encajado

8. Líneas futuras.

Cualquier proyecto desarrollado con un mínimo de entusiasmo contribuye a despejar algunas incógnitas sobre el proceso tratado pero, de forma simultánea, genera nuevas preguntas, nuevas ideas y abre nuevas vías de trabajo.

En relación con el cambio de formato, el proceso descrito puede adaptarse a la aplicación de varios formatos. En consecuencia, puede ser interesante obtener el cambio de otros formatos aparte de los desarrollados en este proyecto. Por ejemplo el accionamiento de actuadores neumáticos en la cinta de encajado.

Otra posible e interesante línea de trabajo consiste en diseñar un modelo de garra válido para todos los formatos y así, reducir el tiempo de intervención por parte de los operarios durante el cambio de formato. Puesto que la maniobra propuesta presenta una intervención humana, cabe destacar la complejidad de dicho sistema pero sería conveniente estudiar la posibilidad de una nueva garra.

Respecto a la estrategia de accionamiento de actuadores en la cinta de encajado. Sería interesante mejorar la adaptación de cajas con diferentes tamaños de forma automática, facilitando el encajado de diferentes cantidades de capas.

9. Conclusiones.

Personalmente las conclusiones son positivas. Ha sido un proyecto motivado desde el principio. El proceso de elaboración me ha obligado a organizarme para poder llegar y cumplir con los objetivos de este proyecto.

Como primer objetivo, se ha logrado establecer comunicación mediante la interfaz Ethernet, entre los tres elementos que conforman este proyecto (HMI, PLC, Robot Staubli).

Segundo objetivo, ejecutar maniobras en manual/automático. Momento que aparecen pequeños problemas técnicos, desconocimientos del comportamiento

de algunos elementos. Pero poco a poco y con ayuda se fueron superando esas trabas.

Si tuviera que elegir la conclusión positiva más destacable, sería la satisfacción vivida superando todos los problemas surgidos a la hora de llevar a cabo la automatización de una máquina.

10. Presupuesto.

MATERIAL TAPEPLAST				
CANTIDAD	ELEMENTOS	MARCA	PRECIO	IMPORTE
ENVOLVENTE				
1	Armario tipo rack 1800x600x600	Schneider	1.680,00 €	1.680,00 €
2	Ventiladores con rejilla 85m3/h	Schneider	70,00 €	140,00 €
1	Termostato regulable	Schneider	16,80 €	16,80 €
				1.836,80 €

POTENCIA				
1	Interruptor seccionador 25A tripolar	Schneider	35,00 €	45,00 €
1	Magnetotérmico 1P+N 25A	Schneider	16,80 €	16,80 €
1	Diferencial 2x25A/300mA	Schneider	55,99 €	55,99 €
1	Diferencial 2x25A/30mA	Schneider	48,17 €	48,17 €
6	Magnetotérmico 1P+N 10A	Schneider	9,24 €	55,44 €
2	Contacto auxiliar 1P+N 10A	Schneider	42,00 €	84,00 €
1	Fuente de alimentación. 120W/24VDC 5A	Weidmuller	50,00 €	50,00 €
1	Kit maxGUARD 4ch 6Areg	Weidmuller	150,00 €	150,00 €
1	Toma de corriente carril DIN	Schneider	11,20 €	11,20 €
1,5	Cables Hembra-cable pelado M8 4p 1,5m	Weidmuller	15,00 €	22,50 €
1,5	Cables Hembra-cable pelado M8 3p 1,5m	Weidmuller	15,00 €	22,50 €
3	Cables Hembra-cable pelado M8 4p 3m	Weidmuller	18,00 €	54,00 €
1,5	Cables Hembra-cble pelado M8 3p 1,5 m	Weidmuller	15,00 €	22,50 €
10	Cables Hembra-cable pelado M8 4p 10m	Weidmuller	14,00 €	140,00 €
5	Cables Hembra-cable pelado M8 4p 5m	Weidmuller	19,00 €	95,00 €
3	Cables Hembra-cable pelado M12 4p 3m	Weidmuller	18,00 €	54,00 €
34	Conectores 4p M8	Weidmuller	10,50 €	357,00 €
2	Variador 0,55Kw ATV320C monofásico	Schneider	252,00 €	504,00 €
1	CPU Seguridad	Schneider	425,00 €	425,00 €
2	Relés doble contacto bobina de 24vdc	Schneider	9,50 €	19,00 €
2	Contactores tripolar bobina 24Vdc con 1 conta	Schneider	36,00 €	72,00 €
				2.304,10 €

CONTACTO Y SENSORICA				
2	Seta emergencia	Schneider	22,00 €	44,00 €
1	Caja estanca para seta de emergencia.	Schneider	12,00 €	12,00 €
4	Camaras NC	Schneider	8,00 €	32,00 €
1	Camara NO	Schneider	8,00 €	8,00 €
1	Bombilla led para botón reset	Schneider	8,00 €	8,00 €
1	Llave de activación	Schneider	25,50 €	25,50 €
1	Botón Azul con luz led integrado	Schneider	21,50 €	21,50 €
2	Carteles para Seta Emergencia	Schneider	9,33 €	18,66 €
1	Base Baliza	Schneider	52,00 €	52,00 €
1	Baliza color verde	Schneider	64,00 €	64,00 €
1	Baliza color naranja	Schneider	64,00 €	64,00 €
1	Baliza color rojo	Schneider	64,00 €	64,00 €
1	Baliza sonora	Schneider	75,00 €	75,00 €
4	Bases periferias de campo M8-8DI- 5M	Weidmuller	155,00 €	620,00 €
23	Detectores	SMC	43,90 €	1.009,70 €
4	Fotocélula transparente con espejo	Sick	198,00 €	792,00 €
2	Cerraduras seguridad magnética	Sick	55,00 €	110,00 €
3	Fotocélula normal con espejo	Sick	57,20 €	171,60 €
				3.191,96 €

CONTROL				
1	HMI KTP700 7"	Siemens	590,00 €	590,00 €
1	CPU 1214 C DC/DC/DC	Siemens	770,00 €	770,00 €
2	Módulo de 16 ED/16SD, relé	Siemens	187,00 €	374,00 €
1	Switch 5 puertos eth.	Weidmuller	138,00 €	138,00 €
				1.872,00 €

ROBOT				
1	Controlador Robot CS8C + Controlador CS8C	Stäubli	30.000,00 €	30.000,00 €
5	Base DB37 Conector hembra	Weidmuller	67,50 €	337,50 €
5	Cable DB37 2M macho/hembra	Weidmuller	67,50 €	337,50 €
				30.675,00 €

INSTALACIÓN ELÉCTRICA				
60	Fabricación armario eléctrico	IOBI	35,00 €	2.100,00 €
20	Instalación de elementos de campo	IOBI	35,00 €	700,00 €
30	Instalación de cableado e interconexión	IOBI	35,00 €	1.050,00 €
10	Prueba de señales	IOBI	35,00 €	350,00 €
				4.200,00 €

INGENIERÍA Y PROGRAMACIÓN				
16	Estudio de las necesidades eléctricas y de segu	IOBI	58,00 €	928,00 €
36	Delineación de esquemas eléctricos de detalle	IOBI	58,00 €	2.088,00 €
40	Programación de PLC y pruebas	IOBI	58,00 €	2.320,00 €
36	Programación de HMI y pruebas	IOBI	58,00 €	2.088,00 €
40	Programación de robot y pruebas	IOBI	58,00 €	2.320,00 €
36	Pruebas de funcionamiento en producción	IOBI	58,00 €	2.088,00 €
24	Redacción de manuales	IOBI	58,00 €	1.392,00 €
				13.224,00 €

INGENIERÍA MÉCANICA				
1	Parte mécanca	IOBI	40.000,00 €	40.000,00 €
				40.000,00 €
		TOTAL COSTES (IVA no Inclui		97.303,86 €

11. Índice de imágenes.

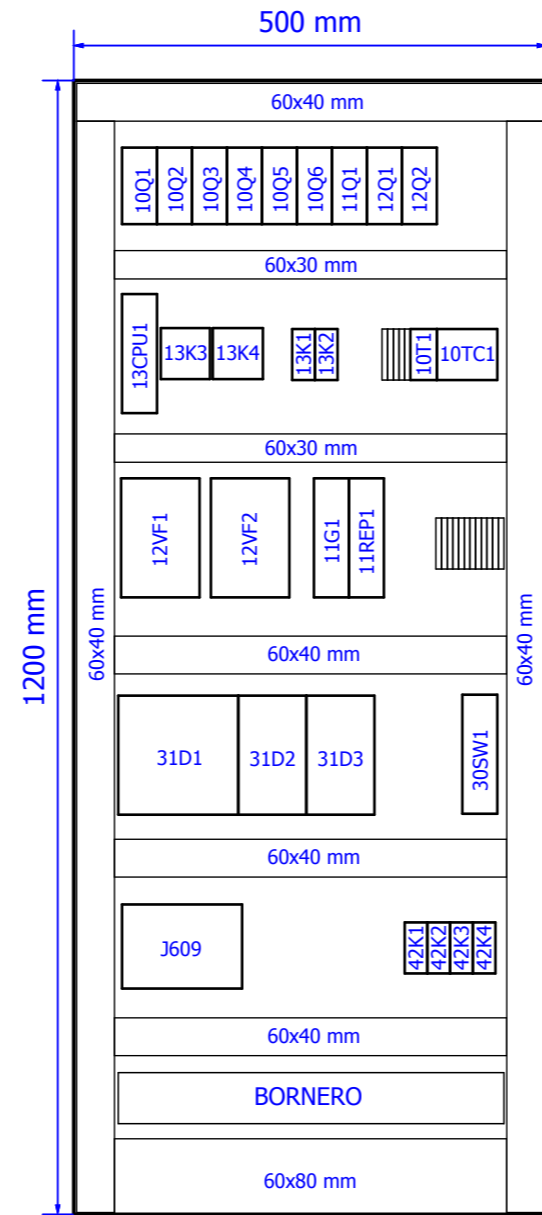
Imagen 1 Control de proceso	7
Imagen 2 Máquina.....	8
Imagen 3 Control y visualización.....	9
Imagen 4 Visualización	10
Imagen 5 Procesos 1	11
Imagen 6 Máquina de vapor.....	12
Imagen 7 Industria.....	13
Imagen 8 Industria 4.0.....	14
Imagen 9 Automatización	16
Imagen 10 PLC Máquina.....	19
Imagen 11 Tia Portal	20
Imagen 12 Puesta en marcha	22
Imagen 13 Simatic S7-1200	23
Imagen 14 Periferias	24
Imagen 15 CPU 1214C DC/DC/DC 1	26
Imagen 16 Signal Board.....	27
Imagen 17 Vista proyecto.....	30
Imagen 18 Variables	32
Imagen 19 Bloques del programa	36
Imagen 20 Bloques del programa	37
Imagen 21 Instrucciones	38
Imagen 22 Observación y forzado.....	39
Imagen 23 Focélula.....	40
Imagen 24 Actuadores	41
Imagen 25 FB.....	42
Imagen 26 Fb motor	43
Imagen 27 Fb electroválvula	44
Imagen 28 Fc alarmas.....	44
Imagen 29 Relé	45
Imagen 30 Programación relé	46
Imagen 31 Esquema de seguridad.....	46
Imagen 32 Robot.....	47

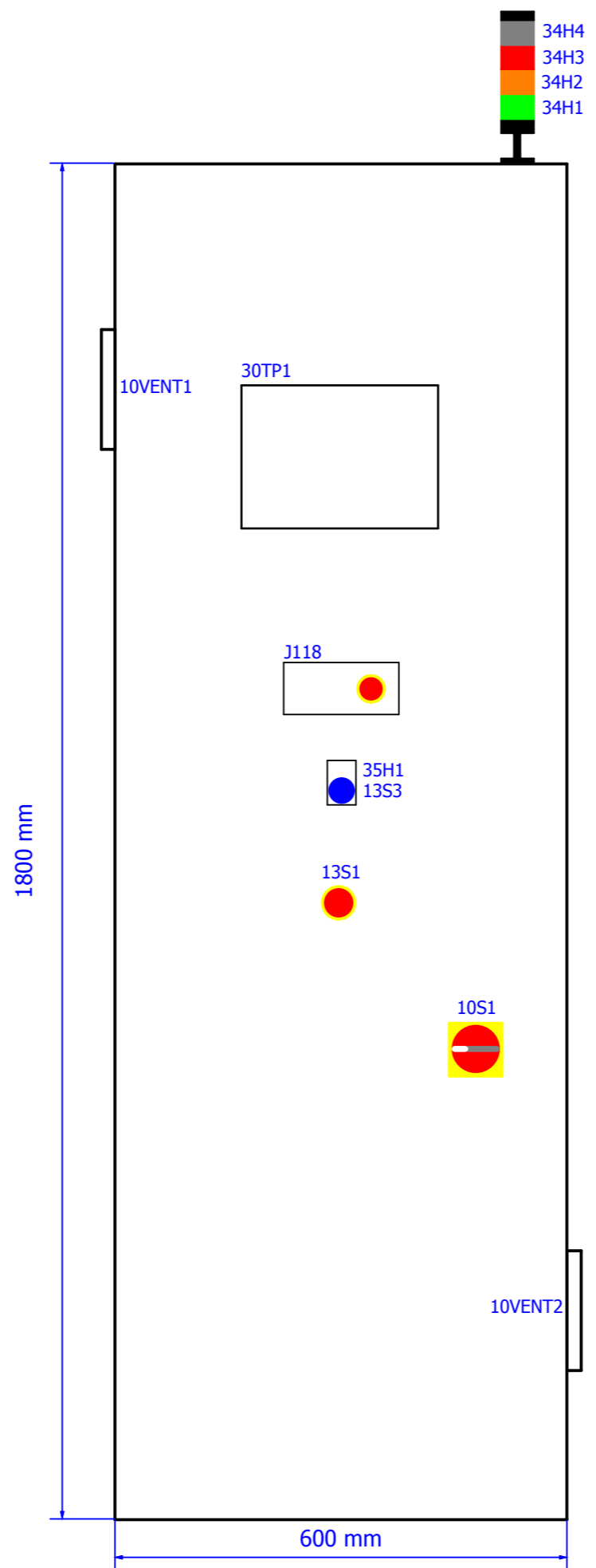
Imagen 33 Ejes de coordenadas.....	47
Imagen 34 Fc de control.....	49
Imagen 35 Mando robot	50
Imagen 36 Vallado de seguridad.....	50
Imagen 37 Inicio	51
Imagen 38 Producción	52
Imagen 39 Avisos.....	52
Imagen 40 Historial.	53
Imagen 41 Entradas	57
Imagen 42 Manual.....	58
Imagen 43 Cinta transportadora.....	63
Imagen 44 Formación de tapas.....	64
Imagen 45 Encajado	65

12. Bibliografía.

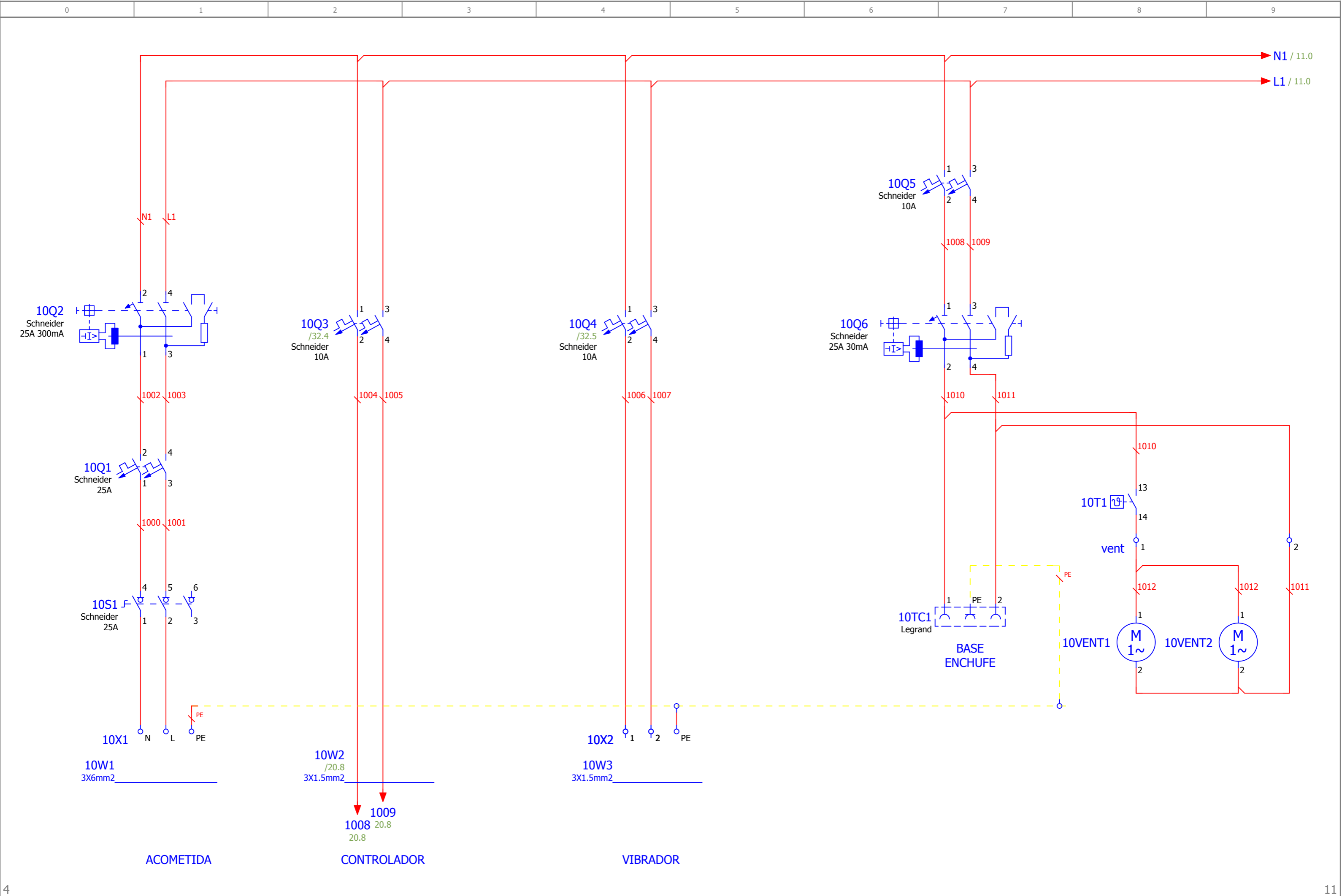
1. *Industrias del futuro*. Obtenido de <https://w5.siemens.com/spain/web/es/el-futuro-de-la-industria/>
2. Manual S7 1200 Tia Portal 2019.
3. Manual STEP 7 Basic V14.
4. Paneles de operador Simatic HMI.
5. *Sick*. Obtenido de <https://www.sick.com/es/es/>
6. *Siemens*. Obtenido de <https://new.siemens.com/es/es.html>
7. *Staubli*. Obtenido de <https://www.staubli.com/es-es/espana/>
8. Manual TS80 Staubli.
9. Manual de aplicaciones vibrantes.
10. Manual de variadores ATV 320

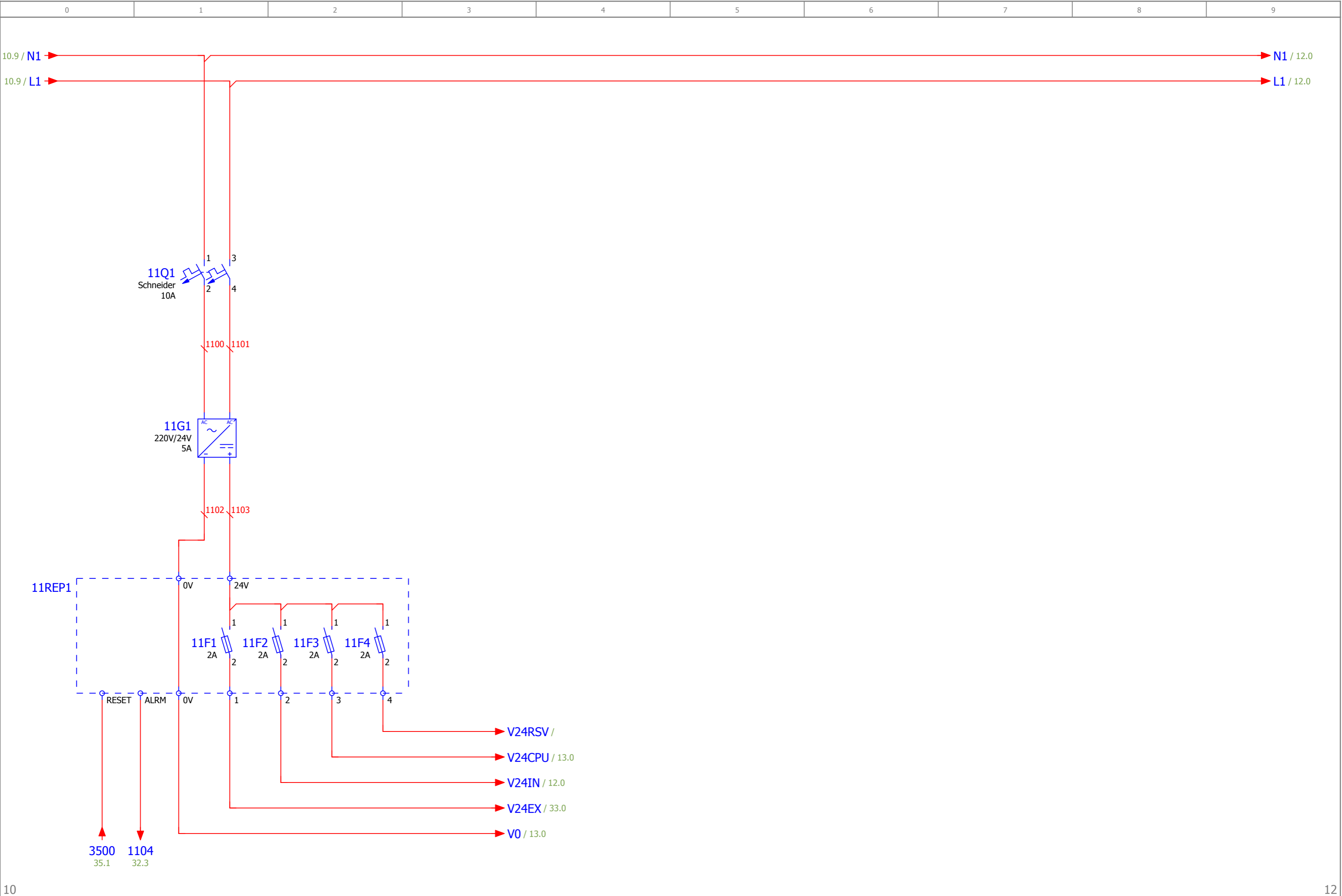
13. Anexo 1: Esquemas eléctricos.

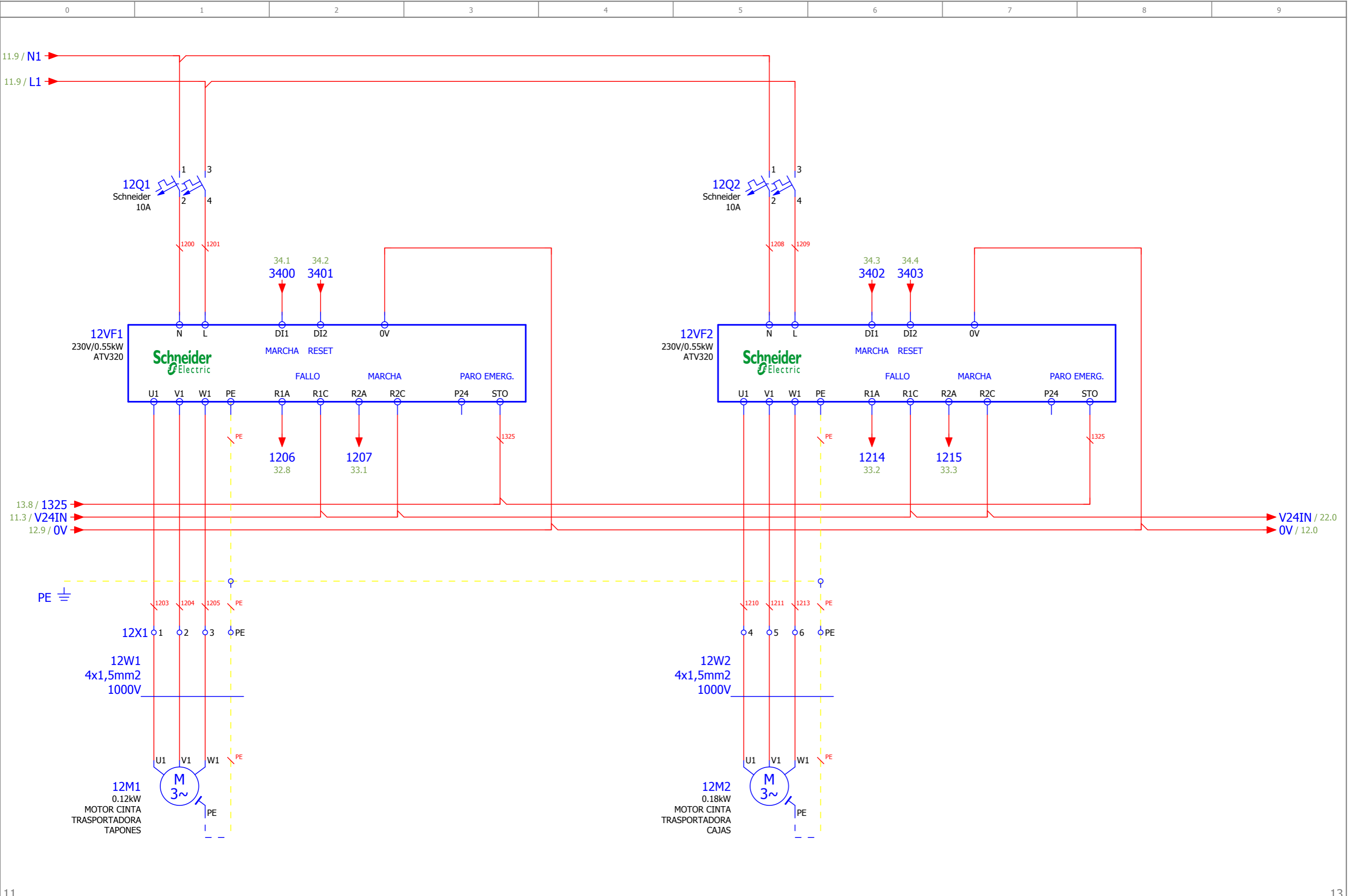


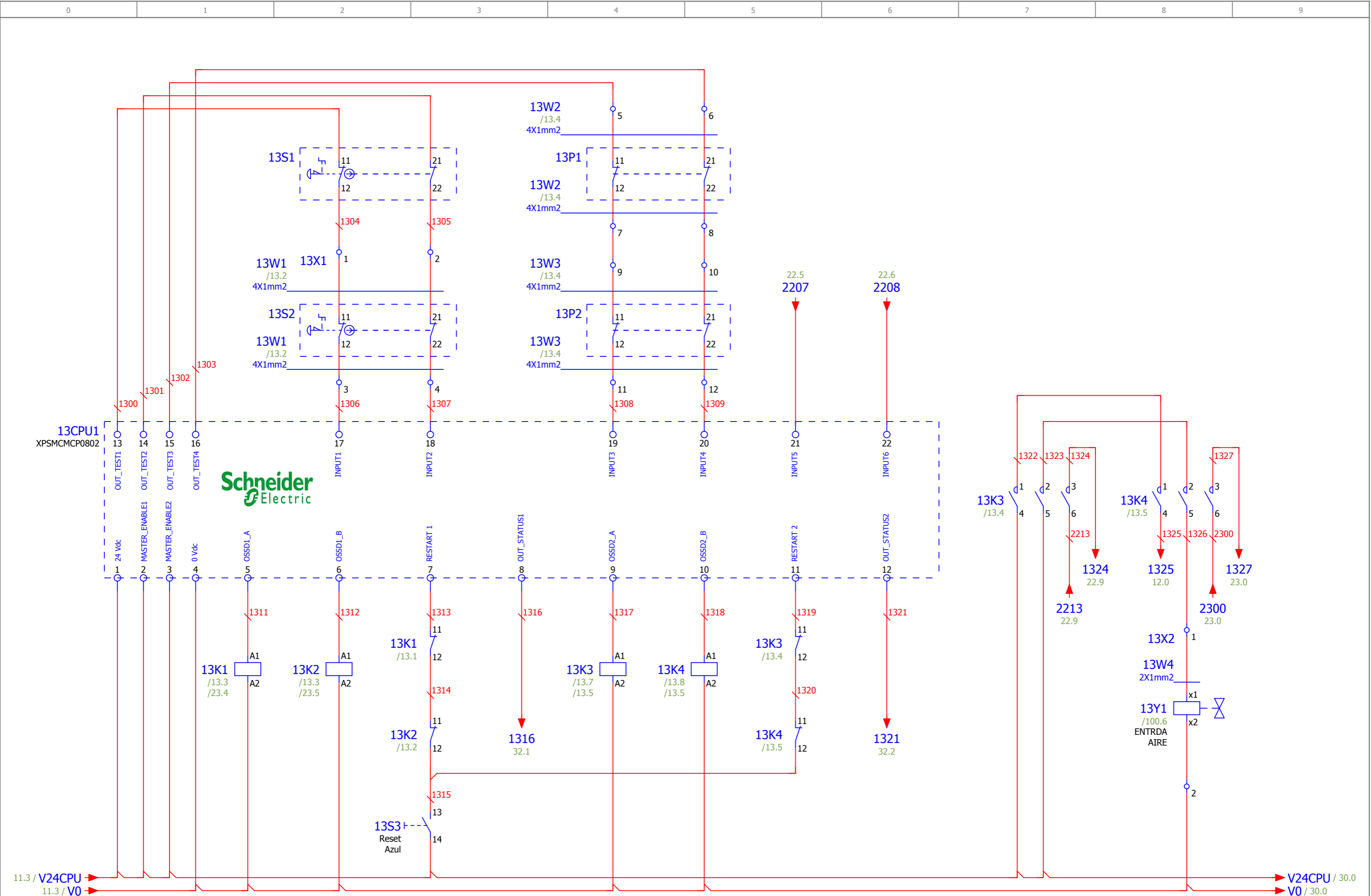


IOBI	IOBI Automatización Industrial	18/06/2019	DISEÑO PUERTA	IOBI	=
	Encajadora de tapas	P171801		IOBI	+
					Hoja 4
					Hoja 39









30CS8C1

J1200

20W1

20W1
21.2

J113

20W2

J118

20W2

J609

20W4

20W4
22.5

B2

J211

J211
21.3

J204

ETH1

ETH3
30.2

J205

PSM

N

L1

PE

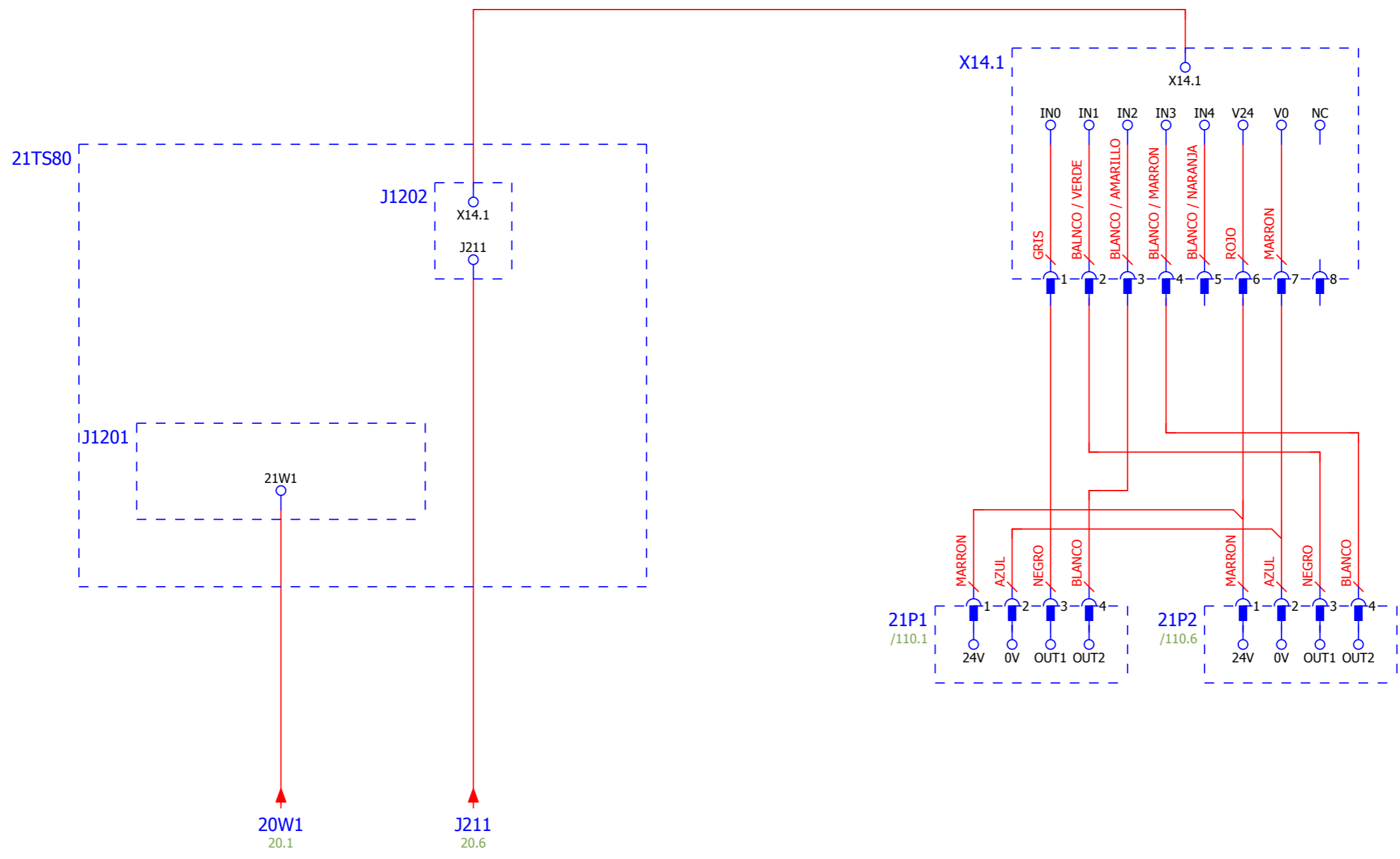
10W2
/10.2
3X1.5mm2

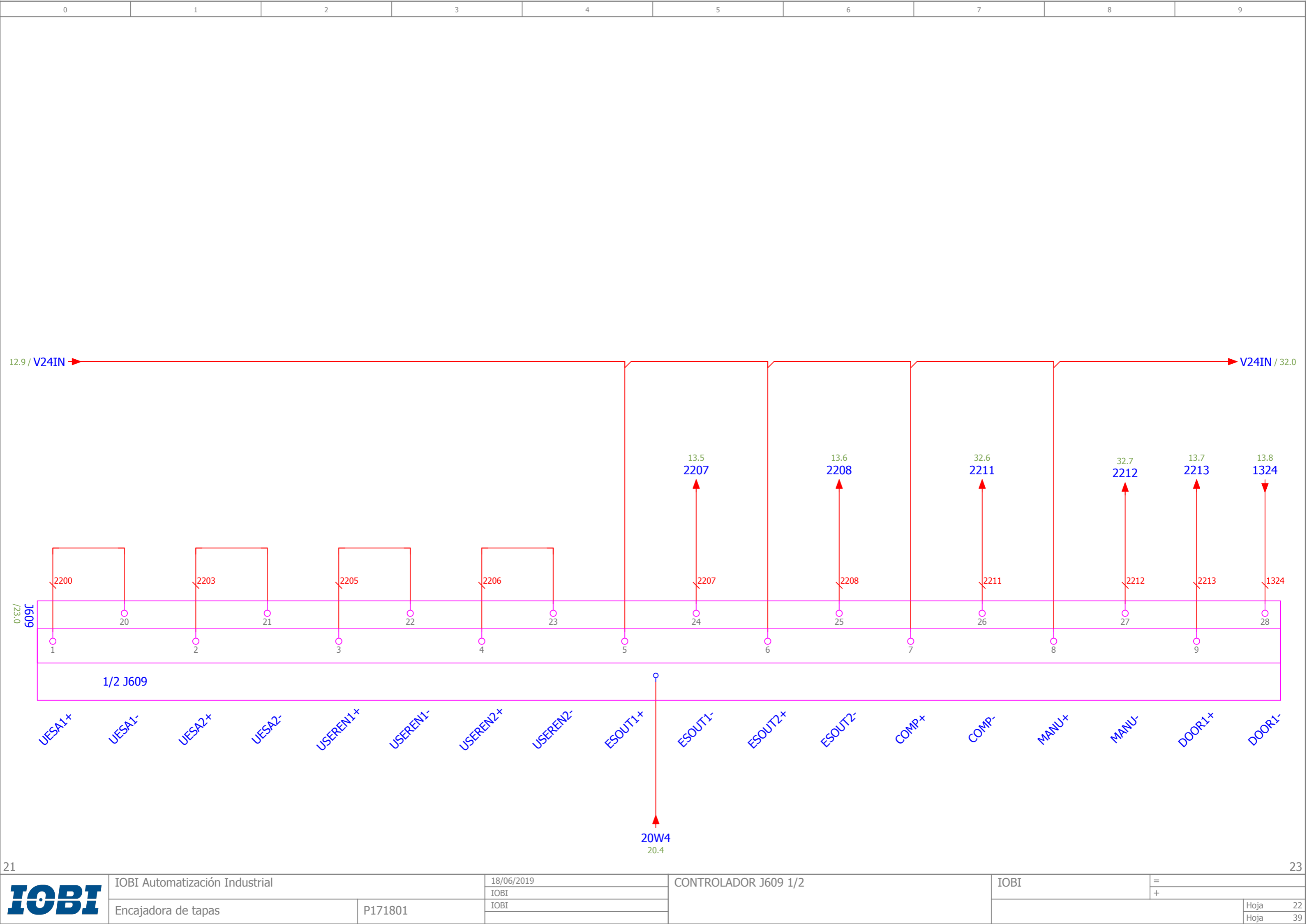
1008
10.2

1009
10.2

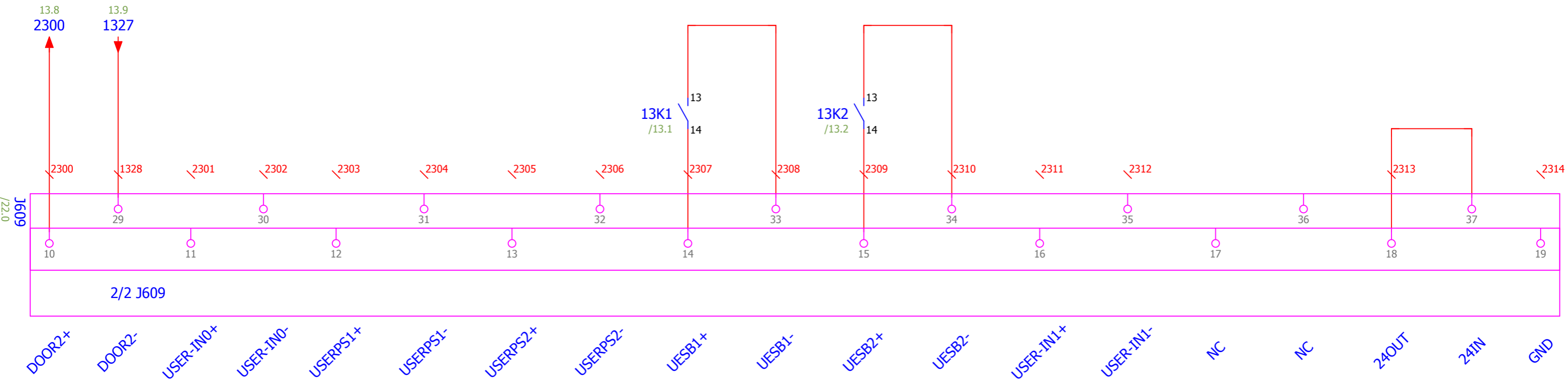
PE

IOBI	IOBI Automatización Industrial		18/06/2019	CONTROLADOR CS8C	IOBI	=
	Encajadora de tapas	P171801	IOBI			
						+
						Hoja 39

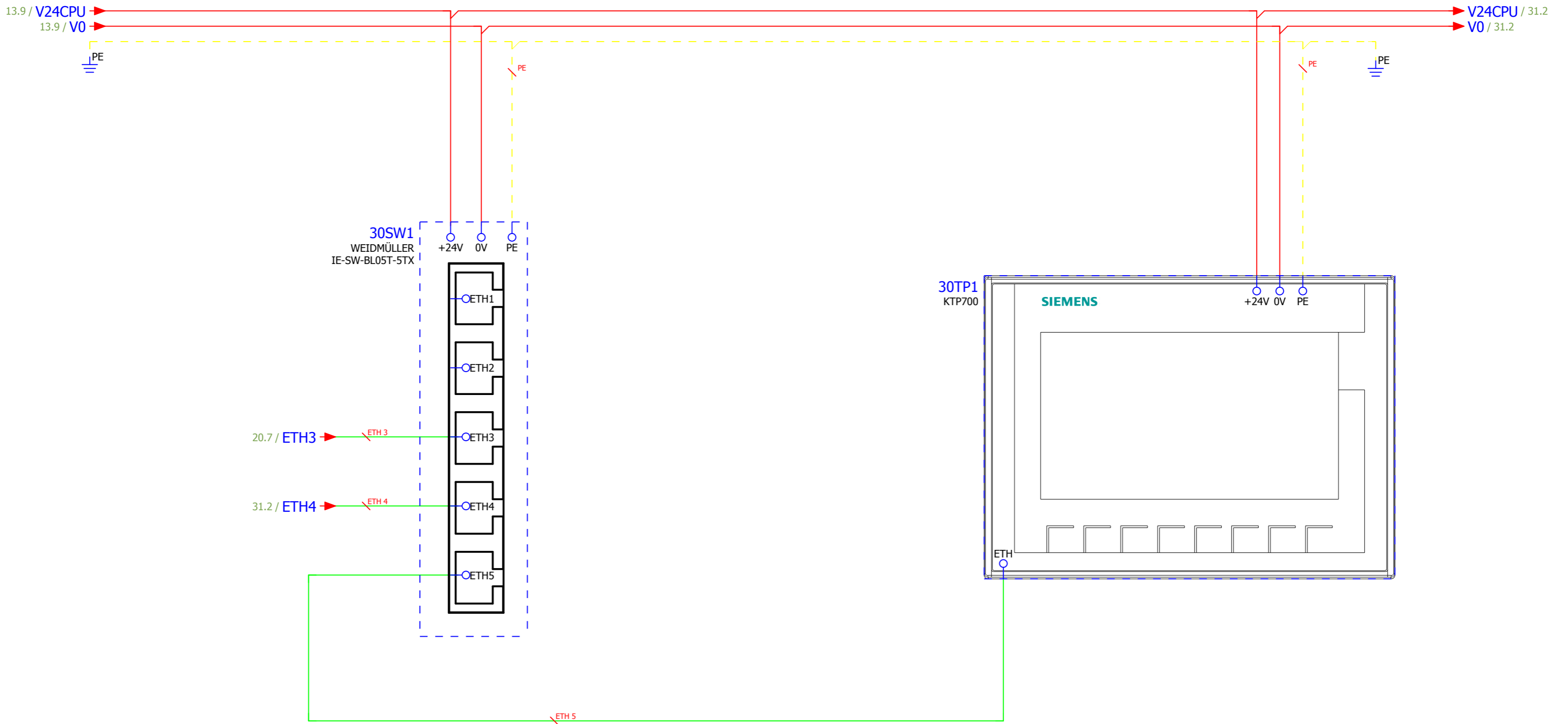


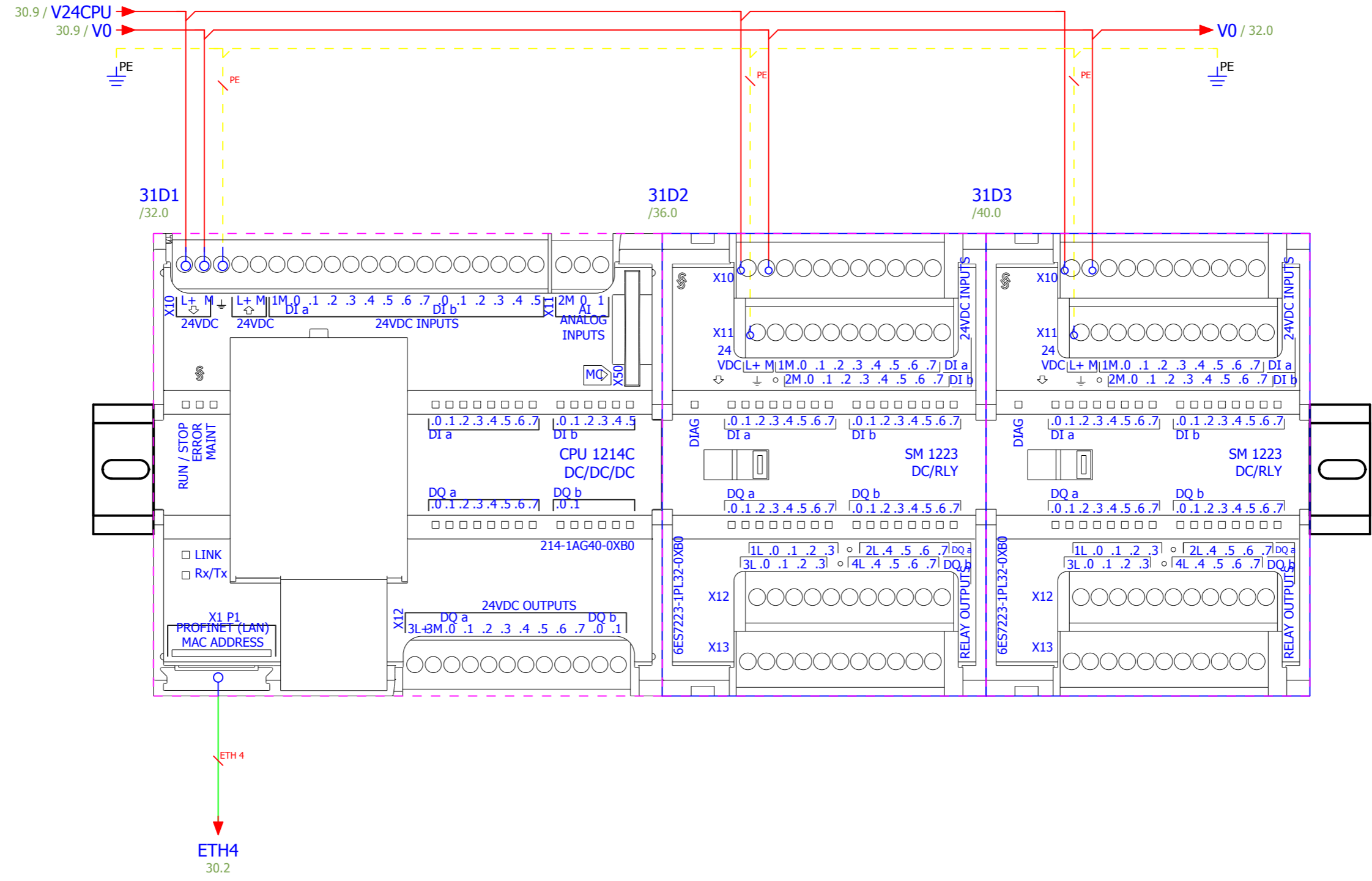


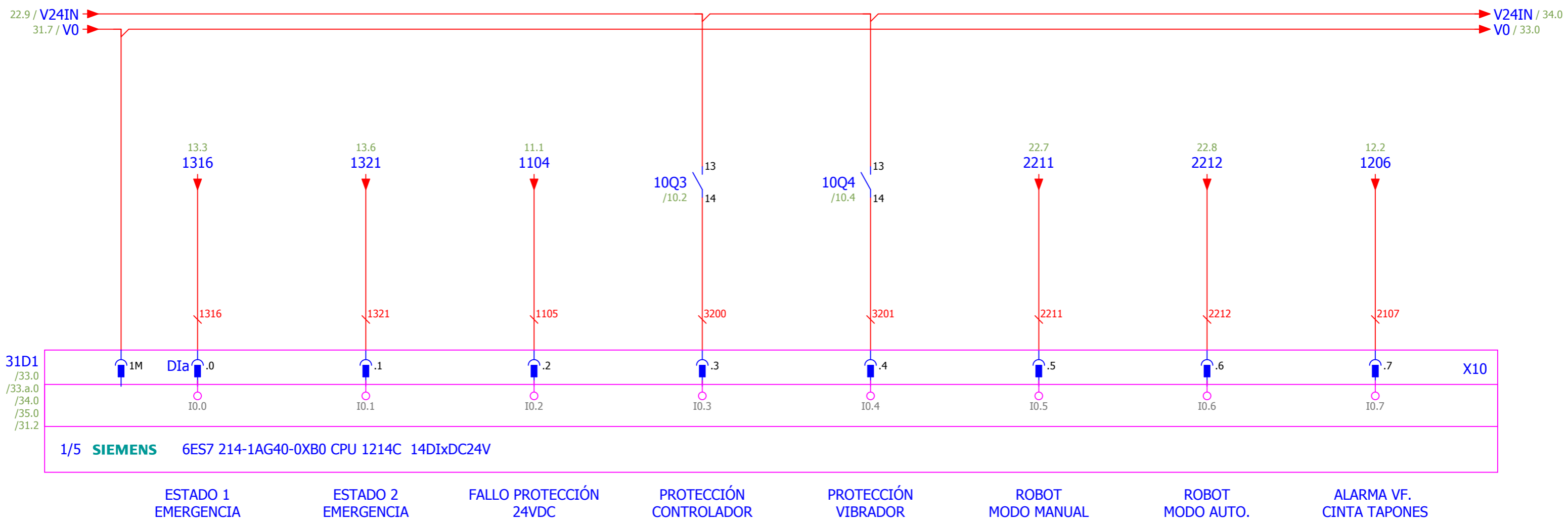
IOBI	IOBI Automatización Industrial		18/06/2019	CONTROLADOR J609 1/2	IOBI	=
	Encajadora de tapas	P171801	IOBI			
						Hoja 39

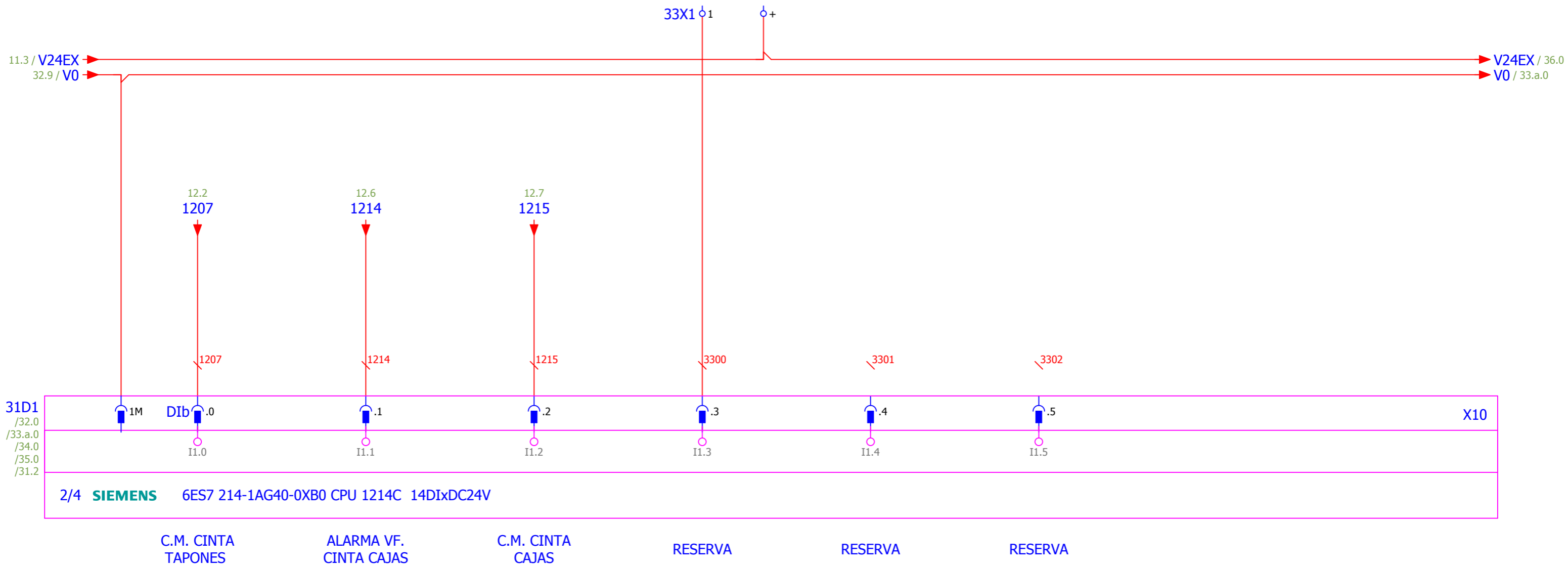


IOBI	IOBI Automatización Industrial		18/06/2019	CONTROLADOR J609 2/2	IOBI	=
	Encajadora de tapas	P171801	IOBI			
						Hoja 39









IOBI	IOBI Automatización Industrial		18/06/2019	31D1 X10 14DIxDC24V 2/5	IOBI	=	Hoja 33
	Encajadora de tapas	P171801	IOBI			+	



33a00

33a01

31D1
/32.0
/33.0
/34.0
/35.0
/31.2

X11

3/5 SIEMENS 6ES7 214-1AG40-0XB0 CPU 1214C 2 AI

RESERVA

RESERVA

IOBI	IOBI Automatización Industrial		18/06/2019	31D1 X11 2AI 3/5	IOBI	=
	Encajadora de tapas	P171801	IOBI			+
					Hoja	33.a
					Hoja	39

MARCHA VF.
CINTA TAPONES

RESET VF.
CINTA TAPONES

MARCHA VF.
CINTA CAJAS

RESET VF.
CINTA CAJAS

BALIZA
VERDE

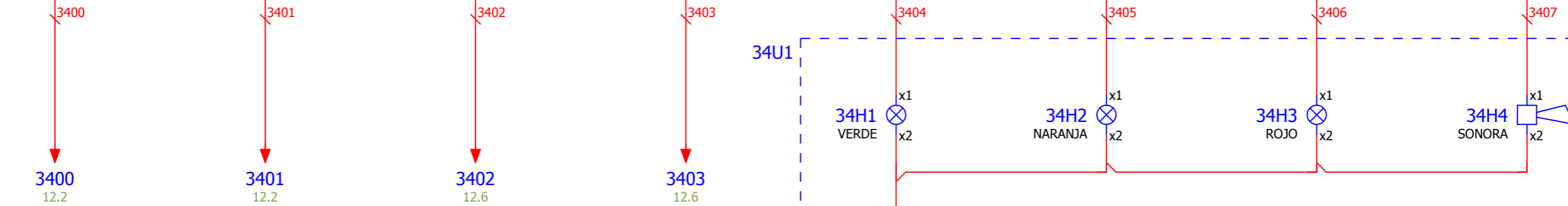
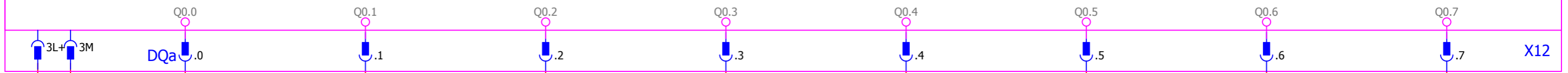
BALIZA
NARANJA

BALIZA
ROJA

BALIZA
SONORA

31D1
/32.0
/33.0
/33.a.0
/35.0
/31.2

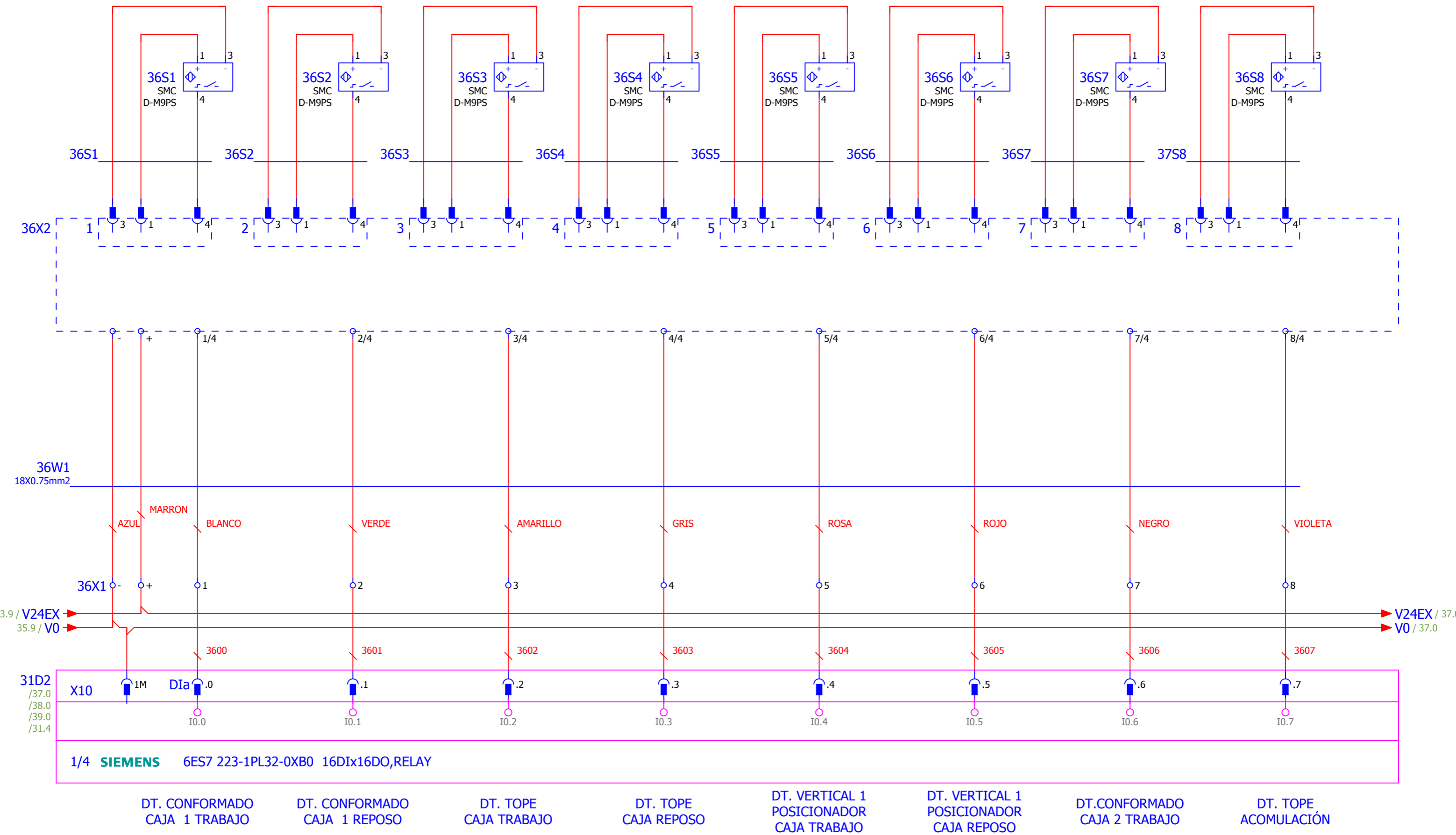
4/5 SIEMENS 6ES7 214-1AG40-0XB0 CPU 1214C 10DOxDC24V

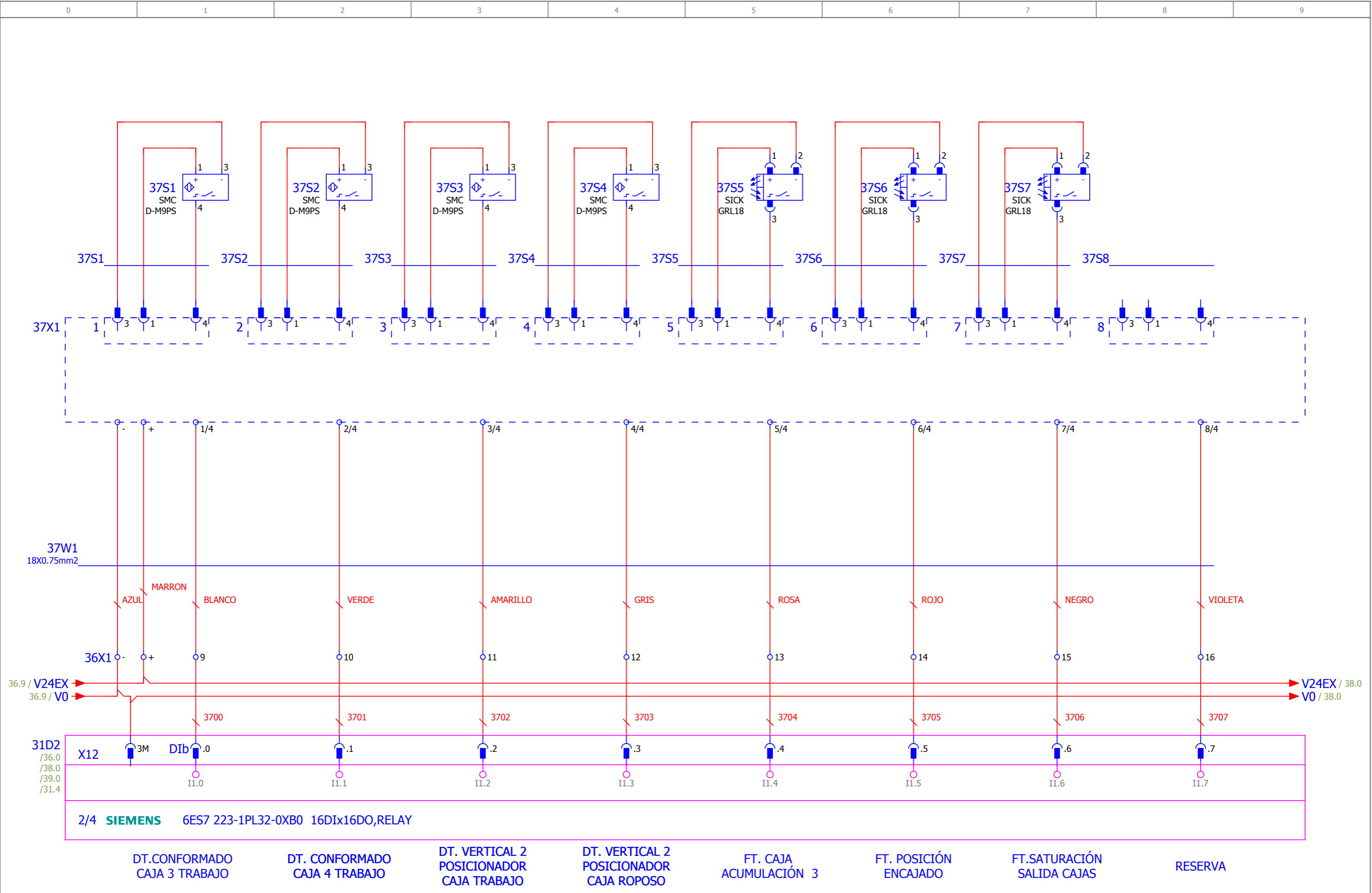


34U1

32.9 / V24IN
33.a.9 / V0

V0 / 35.0





EV. VACIO
MANOPRESA

EV. TOPE DELANTERO
TAPA A TRABAJO

EV. TOPE DELANTERO
TAPA A REPOSO

EV. CAMBIO LONGITUD
TAPAS A TRABAJO

EV. CAMBIO LONGITUD
TAPAS A REPOSO

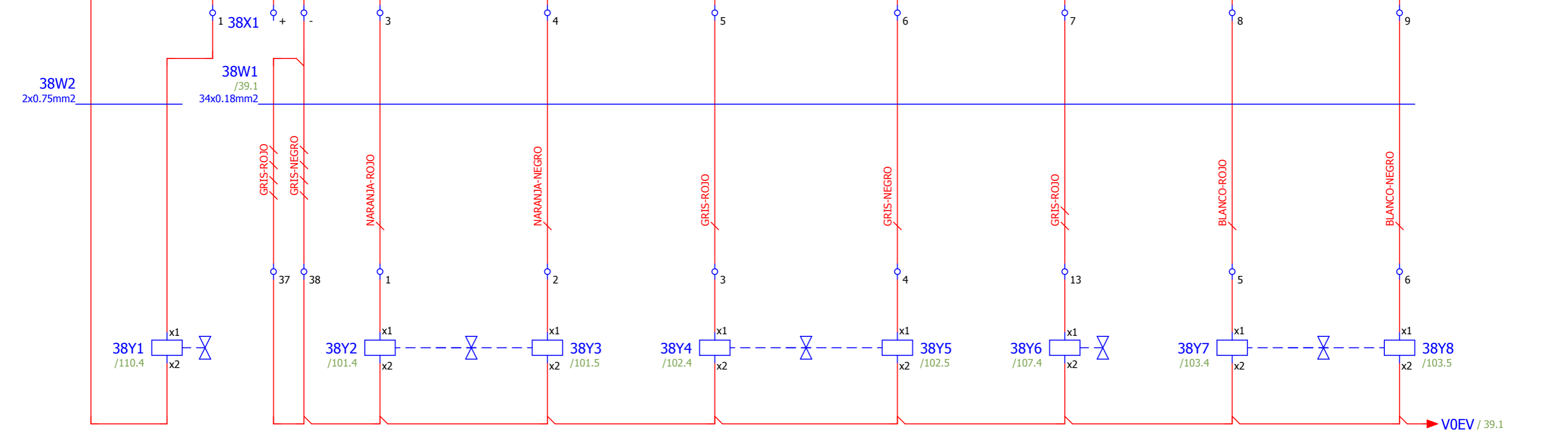
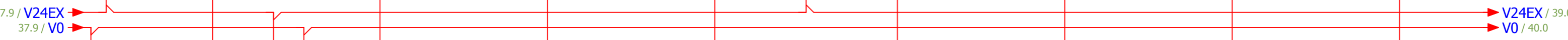
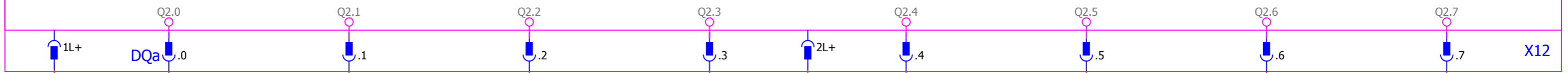
EV. EMPUJADOR
TAPAS

EV. CONFORMADO
CAJA TRABAJO

EV. CONFORMADO
CAJA REPOSO

31D2
/36.0
/37.0
/39.0
/31.4

3/4 SIEMENS 6ES7 223-1PL32-0XB0 16DIx16DO,RELAY



EV.COMPUERTA
TAPAS A TRABAJO

EV.COMPUERTA
TAPAS A REPOSO

EV.TOPE CAJA
A TRABAJO

EV.TOPE CAJA
A REPOSO

EV.POSICIONADOR
VERTICALES
A TRABAJO

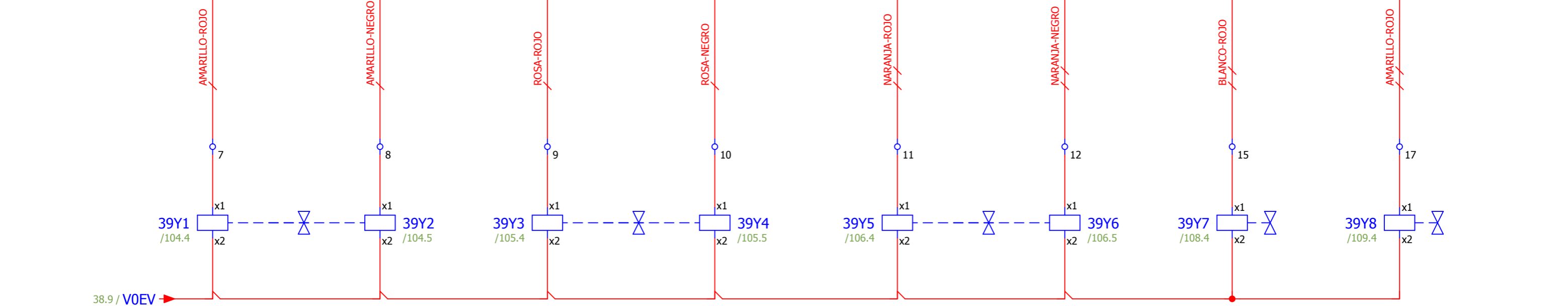
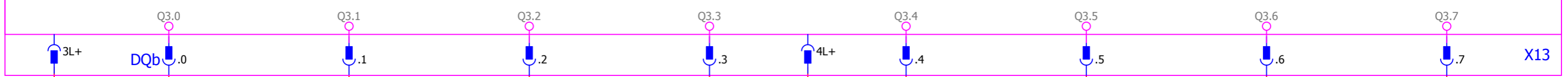
EV.POSICIONADOR
VERTICALES
A REPOSO

EV. TOPE
CAJA ACOMULACIÓN

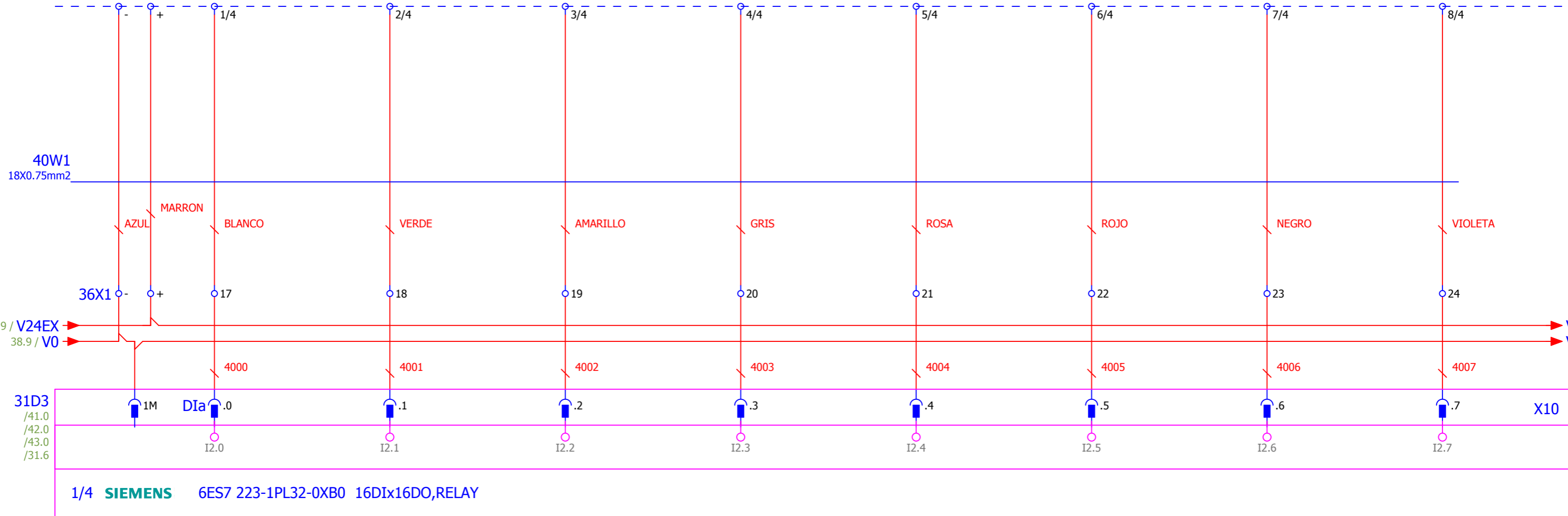
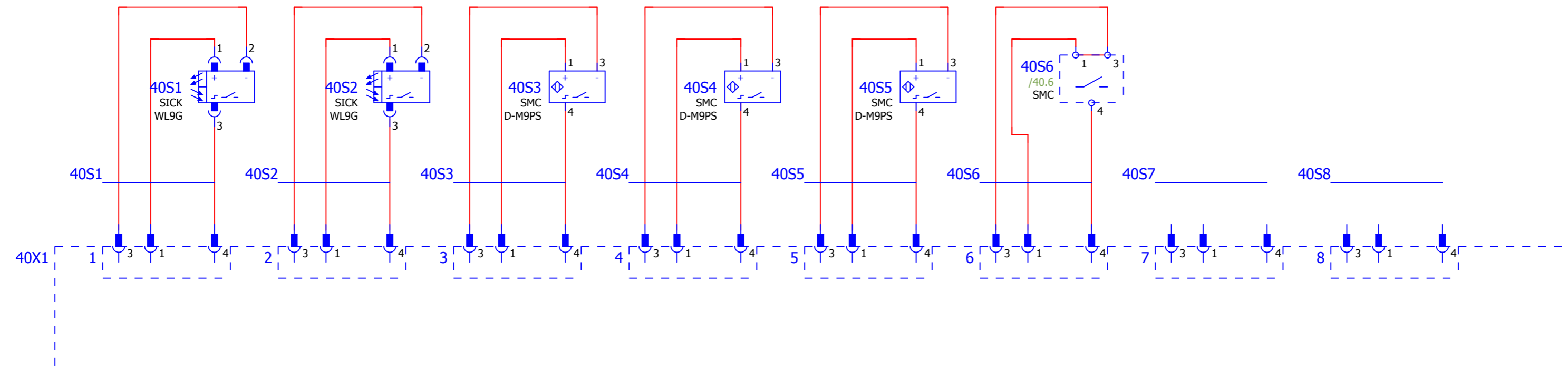
EV. AIRE
VIBRADOR

31D2
/36.0
/37.0
/38.0
/31.4

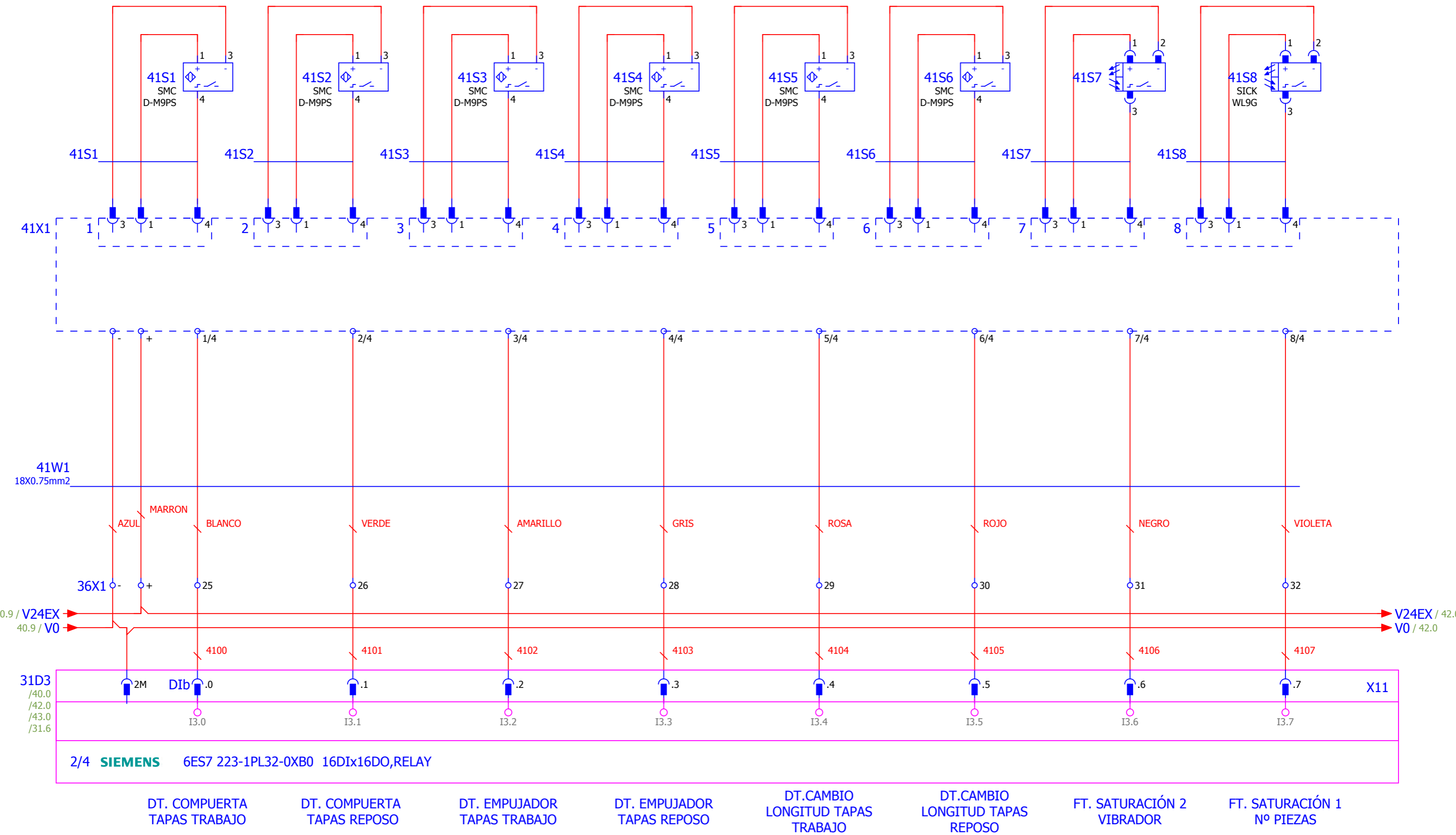
4/4 SIEMENS 6ES7 223-1PL32-0XB0 16DIx16DO,RELAY



38.9 / VOEV



- FT. TAPA EN TOPE DELANTERO
- FT. PRESENCIA LLENADO COLUMNAS
- DT. TOPE DELANTERO TAPA TRABAJO
- DT. TOPE DELANTERO TAPA REPOSO
- DT. NIVEL VIBRADOR
- PRESOSTATO
- RESERVA
- RESERVA



MARCHA
VIBRADOR

RESERVA

RESERVA

RESERVA

RESERVA

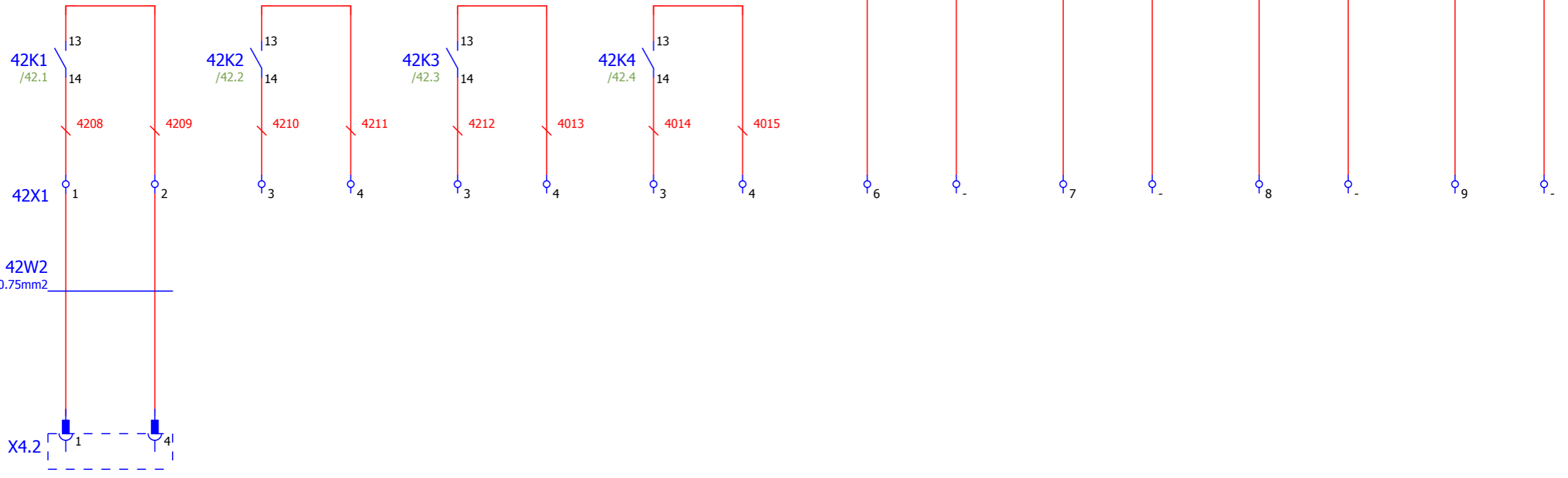
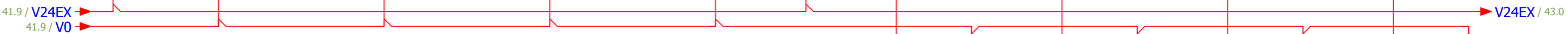
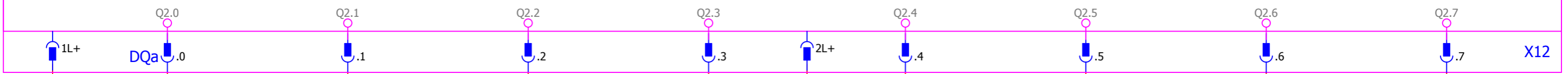
RESERVA

RESERVA

RESERVA

31D3
/40.0
/41.0
/43.0
/31.6

3/4 SIEMENS 6ES7 223-1PL32-0XB0 16DIx16DO,RELAY



RESERVA

RESERVA

RESERVA

RESERVA

RESERVA

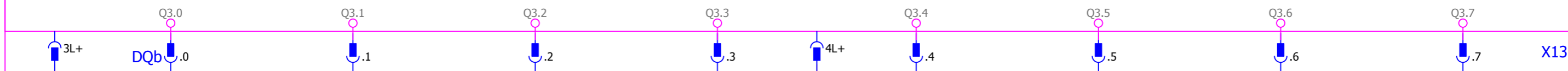
RESERVA

RESERVA

RESERVA

31D3
/40.0
/41.0
/42.0
/31.6

4/4 SIEMENS 6ES7 223-1PL32-0XB0 16DIx16DO,RELAY



4300 4301 4302 4303 4304 4305 4306 4307

42.9 / V24EX

IOBI	IOBI Automatización Industrial		18/06/2019	31D3 X13 16DIx16DO,RELAY 4/4	IOBI	=	Hoja 43
	Encajadora de tapas	P171801	IOBI			+	

