



UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA



Escuela Técnica Superior de Ingeniería del Diseño

Diseño y desarrollo de una celda de paletizado con un robot cartesiano controlado con KEBA

TRABAJO FIN DE GRADO

Ingeniería Electrónica Industrial y Automática

Alumno: *Adrián García Valero*

Tutora: *Marina Vallés Miquel*

Fecha: Agosto 2020



Índice:

1. Objeto.....	3
2. Antecedentes	4
3. Factores a considerar: Necesidades, limitaciones y condicionamientos	5
3.1 Necesidades	5
3.2 Normativa aplicable.....	6
3.3 Limitaciones.....	7
4. Planificaciones de soluciones alternativas y justificación de la solución adoptada	8
4.1 Módulo de transporte del producto	9
4.1.1 Elección del método de transporte	9
4.1.2 Elección del método de detección	10
4.1.3 Elección del método de voltear las cajas.....	12
4.1.4 Elección del método de centrar las cajas.....	12
4.2 Módulo del robot de paletizado	13
4.2.1 Elección del robot industrial	13
4.2.2 Elección del control del robot.....	15
4.2.3 Elección de los actuadores.....	15
4.2.4 Elección del elemento de manipulación	17
4.3 Módulo de seguridad	18
4.3.1 CPU de seguridad	18
4.3.2 Seta de emergencia	18
4.3.3 Elemento de protección de entrada	19
4.4 Módulo de gestión de la estación	19
4.4.1 Elemento de visualización	19
4.4.2 Elección del software de visualización.....	20
4.4.3 Elemento de acceso remoto	21
5. Descripción detallada de la solución adoptada	21
5.1 Módulo de transporte de producto	22
5.1.1 Rodillos transportadores.....	22
5.1.2 Sensor fotoeléctrico difusivo-reflectivo	23
5.1.3 Volteador de cajas	24
5.1.4 Centrador de cajas.....	25
5.2 Módulo del robot de paletizado	27
5.2.1 Robot cartesiano.....	27
5.2.2 Control KEBA.....	28
5.2.3 Actuadores del robot.....	29
5.2.4 Plano de ventosas	34



5.3	Módulo de seguridad	37
5.3.1	PLC de seguridad.....	37
5.3.2	Seta de emergencia	38
5.3.3	Barreras de seguridad	38
5.4	Módulo de gestión de la estación	39
5.4.1	PC industrial	39
5.4.2	Codesys HMI	40
5.4.3	Router ethernet.....	41
6.	Justificación detallada de la selección o dimensionamiento de elementos o componentes	42
6.1	Módulo de transporte del producto	42
6.1.1	Velocidad y par de los rodillos	42
6.2	Módulo del robot de paletizado	42
6.2.1	Velocidad del robot	42
6.2.2	Tamaño del robot	43
7.	Presupuesto	44
8.	Conclusiones	47
9.	Referencias	48
10.	Anexos	49
10.1	Mosaicos pallets	49
10.2	Informe de seguridad de SICK	53
10.3	Plano detallado del robot	57
10.4	Plano detallado del tool.....	58
10.5	Plano detallado de la celda	59
10.6	Esquemas eléctricos	60

1. Objeto

El presente trabajo final de grado tiene como fin la automatización del proceso de paletizado de cajas de bollería industrial congelada. Para ello, se implementará una celda de un único pallet constituida por un robot cartesiano de 3 ejes formado por servomotores de Keba con unidades lineales de Sain Automation Solutions para los ejes X, Y y Z, además de un cuarto servomotor para el giro de la herramienta. El control se realizará a través de electrónica Keba, la cual se encargará tanto de los movimientos del robot, como de la gestión del resto de elementos que forman la célula.

El funcionamiento de la célula será el siguiente: El operario se encargará de colocar un pallet vacío en la zona marcada dentro de la célula. Una vez situado el pallet en posición tendrá que seleccionar desde la pantalla HMI situada en el frontal de la célula el tipo de formato de caja con el que van a trabajar para ese pallet. Una vez cargado el formato, el operario ya podrá iniciar la marcha de la estación desde el propio HMI o desde el botón situado bajo la misma. Para detener el sistema existen dos métodos, el primero es a través del pulsador de paro situado junto al de marcha, este detiene la marcha del robot sin esperar a que realice ninguna secuencia adicional, y el segundo es a través del pulsador de paro de la pantalla, cuya funcionalidad es la misma que el pulsador de paro físico.

Tras terminar con el formato seleccionado se visualizará en el HMI la imagen de un pallet completo y se escuchará la baliza acústica, lo cual indicará el final de paletizado de la receta seleccionada y el operario podrá acceder a extraer el pallet completo. Para iniciar el ciclo de nuevo tendrá que volver a poner un pallet en la misma posición y reiniciar el número de cajas actuales desde el HMI.

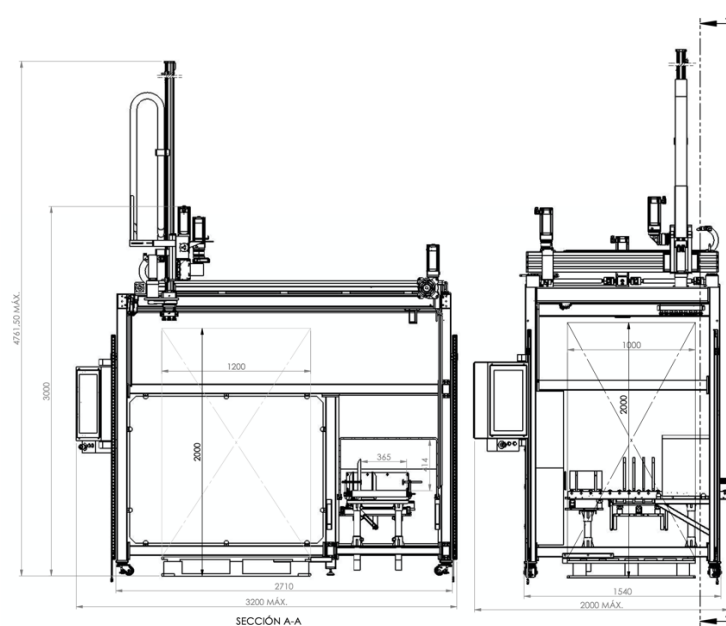


Figura 1. Layout de la célula de paletizado.



2. Antecedentes

El paletizado de cajas hace referencia a la colocación de las propias cajas sobre la estructura del pallet. Esta tarea se está generalizando como solución integral para el transporte y almacenamiento de carga, por este motivo, se hace necesario aumentar la eficacia del proceso.

En muchos casos si la empresa no maneja un volumen excesivo de pallets, la solución más sencilla es la realización de esta tarea de forma manual. En caso contrario, la continua carga de peso por parte del operario puede llevarle a lesiones que afecten a la columna o de los miembros superiores.

Aunque también existen otros factores que se deben tener en cuenta para la elección de este método, ya que si, por ejemplo, la carga de trabajo no es excesiva, pero sí lo es el peso del producto a colocar sobre el pallet, la forma manual no sería la correcta, puesto que podría llevar al operario a las lesiones ya nombradas.

La empresa cliente dispone de un sistema de paletizado que es totalmente manual y está formado por una plantilla de 2 operarios. Ambos se encargan del correcto funcionamiento desde que el producto entra en su línea hasta la correcta colocación de la caja sobre el pallet, para que posteriormente otro compañero se encargue de retirar el pallet lleno.

Con este proyecto, se pretende reducir los tiempos de paletizado aumentando así la producción de la empresa y aumentar la ergonomía del operario de planta evitando así que tenga que cargar productos pesados de forma manual (el peso máximo de caja es de 10,3 kg).

3. Factores a considerar: Necesidades, limitaciones y condicionamientos

3.1 Necesidades

- El tamaño de la estación de paletizado debe de tener un ancho y largo máximos de 2100 mm y 3500 mm, respectivamente, para que encaje dentro de la sala de envasado en la que el cliente quiere realizar la instalación.
- La estación tiene que poder trabajar tanto con el pallet americano (1200x1000) como con el pallet europeo (1200x800).
- La instalación del equipo tiene que ser lo más sencilla posible para evitar problemas durante la puesta en marcha en las instalaciones del cliente.
- El robot empleado debe de ser capaz de manejar un peso máximo de 10,3 Kg y la herramienta empleada tiene que poder manipular todos los tamaños de los productos que se emplean en la línea.

En la siguiente tabla se pueden observar medidas y pesos de cada uno de los formatos que emplea el cliente.

CAJA	MEDIDAS (mm)	PESO BRUTO (Kg)	Cajas/Minuto
Nº1 Rectangular	400x310x150	10,3	1,5
Nº2 1370 (7)	310x220x330	9,9	1,9
Nº3 1370 (4)	330x330x130	5,8	3,34
Nº4 Gourmet	265x265x170	5,3	3
Nº6 500	235x235x240	5,5	2,5
Nº10 Gastrogal	380x280x120	5,2	1,67

Tabla 1. Resumen de las distintas cajas.

- Para cada una de las cajas se tiene que realizar una distribución en el pallet distinto en función del tamaño de caja, del tamaño del pallet y de la posición de las cajas (en algunos formatos pueden ir algunas cajas volteadas). En el apartado **9 Anexos** se puede encontrar en detalle todos los formatos que el robot tiene que ser capaz de paletizar.
- El sistema de control tiene que poder comunicarse por medio de Ethernet para que el equipo de ingeniería pueda acceder en caso de ser necesaria una asistencia remota sobre la célula.
- Pantalla táctil (HMI) con una interfaz de usuario lo más sencilla e intuitiva posible para el control de la célula, para que les sea sencillo a los operarios su manejo.

3.2 Normativa aplicable

El presente proyecto contempla la siguiente normativa aplicable en España [1]:

- UNE-EN ISO 11161 (2009): Seguridad de las máquinas. Sistemas de fabricación integrados. Requisitos fundamentales.
- UNE-EN 62061 (2005) (Ratificada): Seguridad de las máquinas. Seguridad funcional de sistemas de mando eléctricos, electrónicos y electrónicos programables relativos a la seguridad.
- UNE-EN 61508 (2011): Seguridad funcional de los sistemas eléctricos/electrónicos/electrónicos programables relacionados con la seguridad.
- UNE-EN 61511 (2017) (Ratificada): Seguridad funcional. Sistemas instrumentados de seguridad para el sector de la industria de procesos.
- UNE-EN ISO 13850 (2016): Seguridad de las máquinas. Función de parada de emergencia. Principios para el diseño.
- UNE-EN 62381 (2012) (Ratificada): Sistemas de automatización en procesos industriales. Ensayo de aceptación de fábrica (FAT), ensayo de aceptación en emplazamiento (SAT) y ensayo de integración en emplazamiento (SIT).
- UNE-EN 61511 (2006): Seguridad funcional. Sistemas instrumentados de seguridad para el sector de la industria de procesos.
- UNE-EN 61511 (2017) (Ratificada): Seguridad funcional. Sistemas instrumentados de seguridad para el sector de la industria de procesos.
- UNE-EN 61850 (2014) (Ratificada): Redes y sistemas de comunicación para la automatización de los sistemas eléctricos de potencia.
- UNE-EN IEC 62443 (2018) (Ratificada): Seguridad para los sistemas de automatización y control industrial.
- UNE-EN IEC 61987 (2018) (Ratificada): Medida y control de procesos industriales.
- UNE-EN 13390 (2010): Maquinaria para el procesamiento de alimentos. Máquinas para pastelería. Requisitos de seguridad e higiene.
- UNE-EN 1672-1 (2015): Maquinaria para el procesamiento de alimentos. Conceptos básicos. Parte 1: Requisitos de seguridad.
- UNE-EN 1672-2(2009): Maquinaria para procesamiento de alimentos. Conceptos básicos. Parte 2: Requisitos de higiene.

3.3 Limitaciones

La envergadura del presente proyecto debe acogerse a las siguientes limitaciones técnico-económicas acordadas entre la empresa cliente y la empresa de ingeniería encargada del desarrollo.

El presupuesto del que dispone el cliente para implementar el sistema de paletizado no excede de 80.000 euros, quedando incluido dentro de este presupuesto los siguientes elementos:

- ✓ El tramo de cintas transportadoras necesarias para alimentar la celda desde el final de la instalación actual hasta la ubicación de esta.
- ✓ El robot industrial.
- ✓ El PLC de seguridad y todos los elementos correspondientes para cumplir con la normativa correspondiente.
- ✓ Las horas de trabajo del departamento de ingeniería para el desarrollo de célula y de los programadores para el desarrollo del software.
- ✓ Volteador de cajas dentro del tramo de cintas transportadoras.
- ✓ Instalación de la célula en las instalaciones del cliente.
- ✓ Las horas de un programador para el desarrollo de las pruebas de todas las recetas en casa del cliente.
- ✓ Equipo para la conexión remota de los programadores con la máquina.

Bajo la conformidad de ambas partes, se decide acordar distintos plazos y módulos, con sus correspondientes penalizaciones en caso de no cumplir con los mismos. A continuación, se detalla dicho acuerdo:

1er Plazo: Comprende los primeros 10 días naturales desde la firma del proyecto.

En este primer plazo se realizará el estudio por parte del equipo de ingeniería para que la célula cumpla con los requisitos exigidos, tanto de carga y tamaño máximo del producto, como de espacio para la instalación.

2do Plazo: Comprende los siguientes 20 días naturales desde la confirmación del diseño de la máquina.

Se empezará con el desarrollo de la parte mecánica y, de forma paralela, se empezará también con la simulación del robot y creación de los distintos formatos.

3er Plazo: Comprende los siguientes 10 días naturales tras la finalización del montaje de la parte mecánica.

Empezará el cableado del cuadro eléctrico y neumático, y de los distintos elementos instalados, mientras se adelanta el desarrollo del software.

4o Plazo: Comprende los siguientes 7 días naturales tras el montaje eléctrico/neumático.

Se verificarán las correctas conexiones de las señales digitales (entradas, salidas), se confirmará el correcto funcionamiento de los accionamientos neumáticos, se realizará la parametrización de los motores y se comprobará el funcionamiento del programa del PLC de seguridad. También se realizarán las primeras pruebas de funcionamiento en vacío del robot.

5o Plazo: Comprende los siguientes 7 días naturales para los cuales será necesario disponer del material que va a emplear la máquina.

Se realizarán pruebas de funcionamiento con producto real y se irán solucionando posibles problemas en el desarrollo previo de la máquina.

6o Plazo: Comprende los siguientes 5 días naturales a la entrega del módulo anterior.

Se realizará la instalación de la celda en las instalaciones del cliente, empezaran las pruebas en las mismas instalaciones, de forma que sirva también como formación para el equipo de operarios que se encargaran de su control, y se dará como finalizado el proyecto.

4. Planificaciones de soluciones alternativas y justificación de la solución adoptada

Este proyecto, que pretende desarrollar una célula para el paletizado de producto alimentario empaquetado, está subdividido en varios módulos dependiendo de la función que desarrolla dentro del sistema. Por lo que podemos dividir dichos módulos en los siguientes:

4.1 Módulo de transporte del producto.

Este módulo consta de:

- ✓ Los distintos elementos involucrados en el transporte de las cajas desde el final de la instalación del cliente hasta el sistema diseñado en el presente proyecto. Para tal fin, se montan cintas de rodillos.

4.2 Módulo del robot de paletizado.

Este módulo consta de:

- ✓ Los distintos elementos involucrados en la tarea de paletizado de las cajas que llegan por el sistema de transporte. En este caso, se ha desarrollado una aplicación pick & place realizada por un robot cartesiano de 3 ejes.

4.3 Módulo de seguridad.

Este módulo consta de:

- ✓ Los distintos dispositivos encargados de garantizar la seguridad de los operarios de la planta, así como del cumplimiento de la normativa vigente.

4.4 Módulo de gestión.

Este módulo consta de:

- ✓ Los elementos para el control de la célula por parte del operario y los elementos necesarios para realizar el mantenimiento del software de forma remota.

A continuación, se plantean y argumentan diferentes posibles alternativas de las que la empresa dispone para diseñar los distintos módulos de los que dispone el presente proyecto, así como la justificación de la solución final adoptada en cada uno de ellos.

4.1 Módulo de transporte del producto

Se dispone a emplear una cinta transportadora como medio de transporte de la caja a través de la célula hasta el punto de recogida del producto por parte del robot industrial, puesto que es un método fiable y relativamente económico.

También serán necesarios sensores de proximidad para coordinar la secuencia del paso del producto por todo el tramo de la cinta.

Además, dentro de este módulo se comprende el método de voltear las cajas necesario para poder realizar alguno de los mosaicos exigidos por el cliente.

4.1.1 Elección del método de transporte

Para una correcta selección de este método se deben tener presentes las siguientes características de acuerdo con la aplicación:

- ✓ Aplicación de transporte de carácter general, caracterizado por un tramo horizontal de corta distancia y sin variaciones de altura. Debe tener una potencia suficiente para transportar un peso máximo de 10,3 Kg (dato extraído de las condiciones impuestas en el apartado 3.1 del presente proyecto).

Teniendo en cuenta estas características, se contemplan las siguientes opciones en cuanto al método de transporte:

Mecánica de funcionamiento: En cuanto a la mecánica de funcionamiento de las cintas, hay distintas opciones factibles, pero teniendo en cuenta el producto y la necesidad de añadir un método para voltear el mismo en el tramo del interior de la célula la elección es casi inmediata, y consiste en emplear una cinta de rodillos transportadores.

Existen módulos que están formados por un único motor que acciona distintos rodillos, los cuales van solidarios al giro de este por medio de una correa. Para el control del motor se hace necesario un módulo auxiliar que depende del tipo de control que se quiere realizar.

Otra posible solución hubiera sido utilizar una mesa deslizadora. Este método es el más extendido para aplicaciones generales de transporte, pero dificulta la posibilidad de implementar dentro del tramo un elemento mecánico.

Potencia del motor: Para la elección de la potencia del motor se debe tener en cuenta la carga máxima que deben soportar los rodillos y la velocidad a la que se debe alimentar a la célula. En este caso, se tendrá en cuenta el formato que más cajas por minuto se debe paletizar, puesto que será el caso más desfavorable para determinar la velocidad de la cinta (3,34 cajas/minuto, extraído del apartado **3.1 Necesidades**).

Después de haber desarrollado las características para tener en cuenta en la selección del método de transporte, podemos definir la siguiente configuración para la cinta.

Se opta por una cinta formada por **rodillos transportadores**, de la marca *Interroll*, puesto que es un tipo de producto con el que se ha trabajado en la empresa desarrolladora y se conoce su calidad y facilidad de control. Se decide montar la serie EC 3500 de 60mm de diámetro para las características de peso y velocidad necesarias en el montaje.

4.1.2 Elección del método de detección

Para la elección del método de los sensores de proximidad encargados de la detección de las cajas a lo largo de la cinta, se tiene un amplio abanico de posibilidades de elección en función de la tecnología de detección.

A continuación, se exponen algunas de las tecnologías disponibles en el mercado que se han planteado:

- **Sensor ultrasónico:** Esta tecnología es capaz de detectar materiales en los que las ondas ultrasónicas generadas por el sensor son capaces de rebotar.

Ventajas: Tienen un amplio rango de detección y tiene la posibilidad de ajustar la detección de forma sencilla.

Desventajas: Es necesario un mantenimiento en la cara de detección puesto que pueden generar falsas detecciones y no es óptimo cuando existe una alta cantidad de humedad en el ambiente.

- **Sensor fotoeléctrico:** Esta tecnología es capaz de detectar la presencia de algún objeto a distancia, a través de un cambio en la intensidad de la luz. Dentro de estos sensores existe una gran variedad: de barrera, réflex, difusivo-reflectivo.

Ventajas: Económicos, altos rangos de detección (hasta 100 metros dependiendo del tipo), existe una gran variedad de este tipo de sensor. Al igual que los sensores ultrasónicos se puede ajustar la distancia de detección de forma sencilla.

Desventajas: Sensibles al material a detectar y a las condiciones de iluminación, además tiene un rango de temperatura inferior que otro tipo de sensores.

- Sensor capacitivo: Es capaz de detectar materiales metálicos y no metálicos.

Ventajas: Como ya se ha nombrado, es capaz de detectar materiales metálicos y no metálicos, y tienen un corto rango de detección y ajustable.

Desventajas: La detección de objetos metálicos es peor que otro tipo de sensores (inductivos).

<i>Sensor ultrasónico</i>	<i>Sensor fotoeléctrico</i>	<i>Sensor capacitivo</i>
Rango amplio y ajustable.	Rango hasta 100 m y ajustable.	Rango corto y ajustable.
Detecta materiales donde pueden rebotar las ondas.	Detecta materiales que cambian la intensidad de luz.	Detecta objetos metálicos y no metálicos.
Baja resolución con ambientes húmedos.	Es sensible a la superficie del objeto.	Baja resolución en materiales metálicos.

Tabla 2. Resumen comparativo de los métodos de detección,

Después de haber estudiado las distintas posibilidades de sensores, se puede realizar la elección más adecuada para la aplicación.

En base a las ventajas y desventajas de cada una de las tecnologías que se han planteado y de las características del producto a detectar, se considera que el sensor más adecuado es el **fotoeléctrico** del tipo difusivo-reflectivo.

Es una solución económica y que a diferencia de otros tipos de sensores de esta tecnología dispone tanto del emisor como del receptor en un mismo cuerpo. No necesita un mantenimiento excesivo y el rango de trabajo es superior al máximo necesario en la aplicación (400 mm).

4.1.3 Elección del método de voltear las cajas

Teniendo clara la mecánica que se va a emplear en el volteador se tiene que elegir el método para actuar sobre este. Una de las opciones viables es utilizar un cilindro neumático, de modo que se encargue de colocar el propio volteador en dos posiciones distintas en función de la posición del vástago del cilindro.

Ventajas: Barato, fácil control y mantenimiento sencillo.

Desventajas: Se hace necesaria una instalación adicional en caso de que no se disponga de aire a presión, con su respectivo coste y mantenimiento.

Otra posible alternativa sería utilizar un cilindro eléctrico. En este caso la única diferencia respecto a la alternativa anterior es la energía empleada para actuar sobre el volteador.

Ventajas: No necesita una instalación adicional y tiene mayor posibilidad de control.

Desventajas: Alto coste y mayor mantenimiento que la alternativa neumática.

<i>Cilindro neumático</i>	<i>Cilindro eléctrico</i>
Económico	Poco económico
Programación sencilla	Programación sencilla
Control sencillo (todo o nada)	Mayor posibilidad de control

Tabla 3. Resumen comparativo de los elementos del volteador.

Estudiando las distintas posibilidades, puesto que el cliente dispone de la instalación de aire necesaria y el volteador tan solo necesita dos posiciones para el giro de la caja se decide montar el **cilindro neumático** asociado al mecanismo del volteador.

4.1.4 Elección del método de centrar las cajas

Teniendo en cuenta que la mecánica para esta tarea es bastante sencilla, se plantean las mismas soluciones que en el apartado anterior.

- Cilindro neumático:

Ventajas: Barato, fácil control y mantenimiento sencillo.

Desventajas: Se hace necesaria una instalación adicional en caso de que no se disponga de aire a presión, con su respectivo coste y mantenimiento.

- Cilindro eléctrico:

Ventajas: No necesita una instalación adicional y tiene mayor posibilidad de control.

Desventajas: Alto coste y mayor mantenimiento que la alternativa neumática.

De este modo, se puede concluir que la solución más viable para esta tarea es un **cilindro neumático** asociado a un elemento del tamaño necesario para presionar las cajas sobre el tope fijo situado al final del tramo de la cinta.

4.2 Módulo del robot de paletizado

En la aplicación, el robot es prácticamente el elemento más importante, puesto que es el elemento principal de la aplicación. Este es el encargado de colocar las cajas de producto congelado sobre el pallet para su posterior distribución.

4.2.1 Elección del robot industrial

Antes de elegir el tipo de robot para la aplicación de pick & place se desarrollan las características más críticas a la hora de realizar una correcta elección.

- El factor más importante es que el tamaño debe ser lo más reducido posible, debido a que es una de las principales exigencias (extraída del apartado 3.1 Necesidades). También es necesario considerar el ciclo mínimo de trabajo exigido por el cliente en función de los distintos formatos que tiene que realizar el robot. Otros factores que no se deben de dejar de lado son, el precio y la complejidad en la programación de los movimientos del robot.

Las características que se han nombrado tienen relación directa con los siguientes parámetros:

- ✓ Área de trabajo
- ✓ Capacidad de carga
- ✓ Velocidad
- ✓ Repetibilidad y precisión
- ✓ Precio

A continuación, se desarrollarán distintas características, ventajas y desventajas de distintos tipos de robots industriales existentes en el mercado para la tarea de paletizado en función de los parámetros anteriores [4].

- ***Robot Scara:*** Se trata de un robot de 4 grados de libertad (GDL). Los 2 primeros GDL del robot permiten el posicionamiento horizontal del TCP, el 3º GDL orienta el TCP y el 4º controla la posición del TCP en la coordenada cartesiana Z. Son ampliamente utilizados en la industria farmacéutica y alimenticia.

Ventajas: Alta precisión y gran repetibilidad. Es uno de los tipos más rápidos del mercado. Ocupan poco espacio en la instalación.

Desventajas: Programación compleja, área de trabajo reducida y alto coste comparado con otros tipos.

- **Robot Antropomorfo:** Son los tipos de robots más conocidos en el sector industrial, están formados generalmente por 6 GDL. El último de los grados permite la orientación del TCP y el resto permite posicionar este en el espacio cartesiano.

Ventajas: Alta maniobrabilidad y gran cadencia de movimiento. Pueden llegar a tener una alta capacidad de carga.

Desventajas: Limitaciones de movimiento en algunas tareas debido a su mecánica, espacio de trabajo reducido. Alta inversión de capital.

- **Robot Cartesiano:** Son robots industriales formados principalmente por 3 ejes lineales, pero también existe la posibilidad de tener robots de tan solo 2 ejes o incluso añadir un 4 eje para controlar el giro del TCP. Ampliamente empleados en tareas de control numérico (CNC) o tareas de paletizado.

Ventajas: Mecánica sencilla, amplia área de trabajo y gran capacidad de carga. Control simple de los movimientos.

Desventajas: Ocupan un gran tamaño y no son excesivamente rápidos comparados con otros tipos de robots. Alto coste en función de la capacidad de carga y del material de construcción.

- **Robot Delta:** Se trata de robots formados básicamente por 3 GDL, pero existe la posibilidad de añadir hasta 5 GDL. Son ampliamente utilizados en tareas de empaquetado de productos no excesivamente grandes.

Ventajas: Alta velocidad de movimiento, gran precisión y repetibilidad. Control sencillo de movimientos.

Desventajas: Limitación del área de trabajo y de la carga de manipulación. Alto coste en función de la carga de trabajo y del material de construcción.

<i>Scara</i>	<i>Antropomorfo</i>	<i>Cartesiano</i>	<i>Delta</i>
4 grados de libertad	6 o más grados de libertad	Hasta 4 grados de libertad	Hasta 5 grados de libertad
Alta velocidad de trabajo	Baja velocidad de trabajo	Baja velocidad de trabajo	Alta velocidad de trabajo
Área de trabajo reducida	Área de trabajo limitada	Amplia área de trabajo	Área de trabajo reducida
Capacidad de carga reducida	Gran capacidad de carga	Gran capacidad de carga	Capacidad de carga reducida
Precio económico	Precio económico	Precio elevado	Precio elevado

Tabla 4. Resumen comparativo de los robots industriales.

Después de estudiar las distintas ventajas y desventajas de cada uno de los tipos de robots que se podrían utilizar para la aplicación de paletizado, se puede decir que la solución más adecuada es un pórtico (**robot cartesiano**).

Esta mecánica nos permite realizar un diseño de la célula que cumpla con las exigencias del apartado 3.1, lo que conlleva un coste inferior que si se decidiera montar otro tipo de robot. Además, como la cadencia de movimiento no es excesivamente alta se podrá alcanzar sin problema la producción mínima requerida (3,34 cajas/minuto, extraído del apartado **3.1 Necesidades**). Por otra parte, la programación de los movimientos se facilita y la capacidad de carga no será una restricción (peso máximo 10,3 Kg, extraído del apartado **3.1 Necesidades**).

4.2.2 Elección del control del robot

Existe una gran variedad de soluciones en el mercado para realizar el control de un pórtico de 3 ejes, debido a la sencillez de su mecánica. Ante las conocidas soluciones que existen para el control de un pórtico de estas características, como por ejemplo Siemens, Omron o Festo, entre otros, se decide elegir un sistema enfocado más en el control robótico como **Keba** [5].

Este control es capaz de gestionar cualquier mecánica con una única CPU, además al tratarse de un control robótico facilita la programación de los movimientos del pórtico. Como factor adicional para su elección, este sistema dispone de una herramienta de paletizado avanzado que ofrece un gran abanico de oportunidades en el desarrollo de los formatos.

Otro factor importante es la posibilidad de utilizar el mismo control para la gestión del resto de elementos de la máquina, lo que nos permitirá prescindir de un elemento adicional como un PLC con todo lo que conlleva.

4.2.3 Elección de los actuadores

Para el tipo de robot que se ha decidido implementar se pueden comprar estructuras ya configuradas con los motores y demás elementos, o en su defecto montar la estructura con los elementos por separado. Este segundo caso es el que se implantará en el siguiente proyecto.

Para la elección de los actuadores que forman el robot se tendrán en cuenta los siguientes factores:

- ✓ Velocidad de ciclo
- ✓ Carga a transportar
- ✓ Área de trabajo
- ✓ Tamaño de la instalación

A continuación, se desarrollan varias posibilidades para los actuadores a emplear en la tarea que se debe llevar a cabo:

- Motor rotativo con unidad lineal: Esta es la solución más clásica para la construcción de robots cartesianos. Existen una gran variedad de unidades lineales en función de la tecnología de transmisión que se emplee (husillo, correa dentada).

Ventajas: Gran carga de trabajo, alta robustez mecánica. Coste reducido. Mayor facilidad de regulación.

Desventajas: Ocupa mayor espacio, pueden llegar a ser muy lentos dependiendo de la transmisión empleada.

- Motor lineal: Se trata de un motor el cual dispone de su rotor y su estator de forma que produce una fuerza lineal en el sentido longitudinal.

Ventajas: Mayor eficiencia, ocupan un menor espacio en la instalación. Mejor dinámica que las soluciones clásicas. Gran precisión.

Desventajas: Alto coste, mayor dificultad de control, encoder incremental.

Teniendo en cuenta las ventajas y desventajas de las posibles soluciones y las necesidades de la aplicación, el equipo de ingeniería decide realizar el montaje con servomotores rotativos con unidades lineales. La transmisión empleada para cada eje estará constituida por un módulo lineal de correa dentada con guías de rodillos.

Esta solución es ideal para tareas de manejo y posicionamiento a alta velocidad que involucran cargas ligeras a pesadas en las que también es vital una alta precisión de repetición con tiempos de ciclo cortos

Los motores elegidos es la gama de motores del fabricante **Keba** con tecnología HIPERFACE DSL¹, este tipo de motores facilita la puesta en marcha gracias a su tecnología lo que hace más simple la parametrización de los motores y permite reducir costes en cableado puesto que utiliza un único cable para la potencia y la realimentación.

Además, estos motores contienen un encoder de tipo absoluto por lo que no será necesario hacer un referenciado de los ejes cada vez que se encienda la celda. Sin embargo, se instalarán sensores de cero de cada uno de los ejes para facilitar la tarea.

¹ Protocolo digital de realimentación del motor que permite reducir el número de conexiones para el control del motor [9].

4.2.4 Elección del elemento de manipulación

Para la elección de la herramienta del robot deben tenerse en cuenta los siguientes factores:

- ✓ Mosaicos por realizar.
- ✓ Tamaño del producto a manipular.
- ✓ Material y fragilidad del producto.
- ✓ Distribución del peso en el interior.
- ✓ Calidad del montaje y precintado de la caja.

A continuación, se desarrollan los distintos sistemas de manipulación para la tarea del presente proyecto:

- ***Pinza de palas:*** Este tipo de herramienta está formada por el conjunto de palas fijas y móviles.
Ventajas: Coste reducido, permite manipular objetos de distintos tamaños. Fácil mantenimiento.

Desventajas: Manipulación de objetos limitada.

- ***Pinza mixta:*** Este tipo de herramienta es una combinación de palas o una combinación de palas con ventosas, lo que permite manipular distintos tipos de productos.
Ventajas: A diferencia de la pinza anterior permite manipular distintos tipos de objetos con una única herramienta.

Desventajas: Mayor coste de diseño y fabricación. Necesita mayor mantenimiento.

- ***Ventosas de vacío:*** Esta herramienta es ampliamente utilizada en tareas de paletizado para una gran variedad de productos y materiales varios.
Ventajas: Coste reducido, fácil mantenimiento y peso de la herramienta reducido.

Desventajas: Es necesaria una instalación adicional de aire comprimido. Este sistema es sensible a calidad del montaje y del precintado de la caja.

<i>Pinza de palas</i>	<i>Pinza mixta</i>	<i>Ventosas de vacío</i>
Coste reducido	Alto coste	Coste reducido
Fácil mantenimiento	Alto mantenimiento	Fácil mantenimiento
Pesada	Pesada	Ligero

Tabla 5. Resumen comparativo de las herramientas del robot.

Tras analizar las distintas posibilidades para la manipulación del producto en la tarea de paletizado, se concluye que la mejor opción para el producto que tiene que manipular el pórtico es un **plano de ventosas de vacío**.

En la zona de instalación de la célula existe una instalación de aire por lo que la elección de las ventosas es casi inmediata, puesto que es un sistema ampliamente empleado en este tipo de tareas y no requiere un mantenimiento excesivo de la herramienta. Otro factor importante es el coste de este tipo de herramienta.

4.3 Módulo de seguridad

Para poder cumplir con la normativa vigente de seguridad descrita en los Condicionamientos (apartado **3.2 Condicionamientos**), se deberá incluir los siguientes elementos en el proyecto.

4.3.1 CPU de seguridad

Para la gestión de las seguridades se necesita una CPU que cumpla con los requisitos del SIL de la norma IEC 61508 [2].

- Relé de seguridad:

Ventajas: Coste reducido, facilidad de control.

Desventajas: Limitaciones de control, existen programables y no programables.

- PLC de seguridad:

Ventajas: Facilidad de programación, amplia variedad de control.

Desventajas: Alto coste, necesidad de un conversor especial para su programación.

Teniendo en cuenta las ventajas y desventajas de las opciones viables para la aplicación, finalmente se decide realizar la instalación de un **PLC de seguridad**. Este elemento nos permite instalar un mayor tipo de elementos de seguridad y programar secuencias para el funcionamiento de la máquina.

4.3.2 Seta de emergencia

Según la directiva de máquinas, todas las máquinas e instalaciones deben de incorporar un dispositivo de parada de emergencia para evitar o limitar peligros en situación de emergencia. Según la normativa EN-ISO 13850, las setas de emergencia deben estar equipadas de un pulsador de tipo seta de color rojo y un fondo amarillo.

- Seta de emergencia:

Ventajas: Económicas.

Desventajas: Tiene que haber varias accesibles en cada lugar de trabajo.

- Seta de emergencia con tirador:

Ventajas: Tan solo sería necesaria una en el sistema. Empleada en estaciones donde hay muchos operarios.

Desventajas: Precio elevado.

- Seta de emergencia con llave:

Ventajas: Al igual que la anterior, tan solo sería necesaria una.

Desventajas: Precio elevado, las llaves tienen una codificación especial y se pierden con facilidad.

Teniendo en cuenta la envergadura de nuestra instalación, se elige colocar varias **setas de emergencia sin tirador**, accesibles en la zona de trabajo normal del operario.

4.3.3 Elemento de protección de entrada

Para evitar el acceso del operario durante el funcionamiento del pórtico y evitar así problemas de seguridad, y siguiendo la normativa ya nombrada se debe de añadir un elemento de seguridad en la entrada de la célula y en la parte posterior de la misma.

- Vallado de seguridad:

Ventajas: Impide físicamente el acceso a la zona, a prueba de golpes y vibraciones.

Desventajas: Montaje aparatoso, comodidad reducida para el funcionamiento normal.

- Barreras de seguridad:

Ventajas: Facilidad de montaje.

Desventajas: Alto coste.

Se decide montar una **barrera de seguridad**, debido a que es la solución más sencilla y menos engorrosa para el operario.

4.4 Módulo de gestión de la estación

4.4.1 Elemento de visualización

Para poder realizar el control de la máquina, se decide montar una pantalla táctil para facilitar al operario el control, evitando así posibles errores por la presencia de un exceso de elementos físicos con los que tengan que interactuar.

- PC industrial:

Ventajas: Facilidad de programación, gran potencia de procesamiento de datos permitiría la gestión completa de la célula de paletizado.

Desventajas: Coste medio, necesita un gran espacio.

- Autómata con HMI integrada:

Ventajas: Reducción del espacio ocupado en el cuadro, permitiría la gestión completa de la célula de paletizado.

Desventajas: Alto coste, autómata innecesario para la aplicación.

- HMI:

Ventajas: Precio reducido, facilidad de programación.

Desventajas: No permitiría la gestión completa de la célula de paletizado.

<i>PC industrial</i>	<i>Autómata con HMI integrada</i>	<i>HMI</i>
Facilidad de programación	Programación compleja	Facilidad de programación
Gran tamaño	Gran variedad de tamaños	Gran variedad de tamaños
Medio coste	Alto coste	Bajo coste

Tabla 6. Resumen comparativo de los sistemas de gestión.

A pesar de que tanto el PC industrial como el HMI son sencillos de programar, se decide instalar la primera opción, a pesar de que esta es de mayor coste. Esta elección se realiza debido a que permitirá gestionar las recetas creadas en el sistema de Keba sin necesidad de utilizar el terminal de control y realizar el control del robot únicamente desde el PC.

4.4.2 Elección del software de visualización

Al tener un pc industrial como elemento de visualización, nos deja cierta flexibilidad para la elección del entorno sobre el que desarrollar nuestra aplicación. A continuación, se nombran distintos entornos con los que se tiene cierta experiencia.

- Indusfot Web Studio:

Ventajas: Facilidad de programación.

Desventajas: Licencia por medio de dongle, precio elevado.

- Codesys HMI runtime:

Ventajas: Precio reducido, facilidad de programación, dispone de visualización web.

Desventajas: Ninguna para la aplicación.

<i>Indusoft Web Studio</i>	<i>Codesys HMI runtime</i>
Facilidad de programación	Facilidad de programación
Dongle	Visualización web
Coste elevado	Bajo coste

Tabla 7. Resumen comparativo de los softwares de visualización.

Tras analizar detenidamente las necesidades de la aplicación en cuanto al diseño de la pantalla, se decide utilizar la opción del runtime de Codesys, puesto que es la solución más barata.

4.4.3 Elemento de acceso remoto

Para un mantenimiento más sencillo de la estación, puesto que su instalación se realizará en la zona del norte de España, se decide montar un elemento que permita al equipo técnico realizar teleasistencias en caso de que se produzca un fallo en el equipo. Además, esta es una de las necesidades del cliente para poder reducir los tiempos de parada de la estación y facilitar el mantenimiento de esta.

Para realizar tal tarea, se decide montar un **Router** de ethernet de la marca *Helmholz*, se elige el modelo con conexión wifi lo que eliminará la necesidad de tirar un cable adicional por medio de la nave para realizar la comunicación.

5. Descripción detallada de la solución adoptada

En este apartado, se detallan las distintas soluciones que se han escogido por considerarse las más adecuadas de entre las distintas alternativas viables que han sido propuestas en el apartado anterior, para el diseño de los distintos módulos de los que se compone el presente proyecto.

A continuación, se muestra el organigrama técnico resultante, en base a las distintas soluciones planteadas para cada uno de los módulos que componen el sistema.

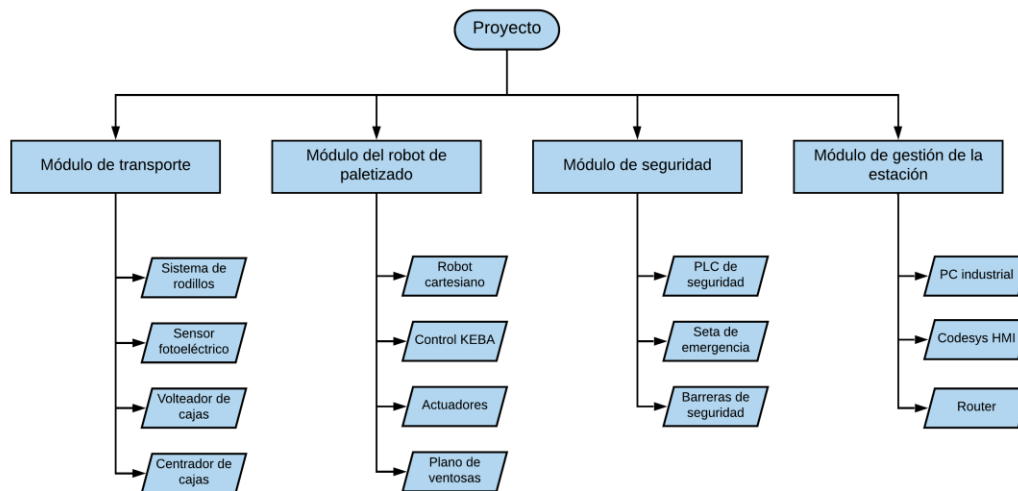


Figura 2. Organigrama técnico del proyecto.

5.1 Módulo de transporte de producto

5.1.1 Rodillos transportadores

Atendiendo a las características que se han descrito en el apartado 4.

Planificaciones de soluciones alternativas y justificación de la solución adoptada, se decide montar una de las soluciones de las que dispone la empresa **Interroll**. Según el tipo de control que se quiere realizar sobre los rodillos, la empresa nos aconseja emplear el controlador **DriveControl 20** [6], de modo que la gestión de los rodillos se realizará a través de señales digitales externas extraídas de las salidas del PLC.



Figura 3. Detalle del módulo DriveControl 20.

Este control es capaz de controlar cualquiera de los modelos de rodillos, por lo que según las necesidades del proyecto se decide montar el modelo **EC3500** de 60 mm de diámetro, cuyas características principales se pueden observar en la siguiente tabla.

EC 3500	
<i>Tensión de funcionamiento</i>	24 / 48 V
<i>Potencia consumida</i>	50 W
<i>Corriente consumida</i>	3.4 / 1.7 A
<i>Emisión de ruido</i>	55 dB
<i>Máxima capacidad de carga</i>	2000 N
<i>Máxima velocidad</i>	2 m/s
<i>Torque</i>	0.63 Nm

Tabla 8. Características del motor EC5000.



Figura 4. Detalle del motor de rodillo.

5.1.2 Sensor fotoeléctrico difusivo-reflectivo

El modelo de sensor fotoeléctrico elegido para la detección de las cajas a lo largo de los tramos de rodillos es el **GTB6-P7441S56** de la empresa **SICK**.



Figura 5. Sensor GTB6 de Sick.

Se trata de un sensor con encapsulado rectangular cubierto por una carcasa de aluminio, el encapsulado del sensor tiene un tamaño de 12 x 31,5 x 21 mm y un rango de detección máximo de 500 mm. Se trata de un sensor de tipo PNP y la conexión de este se realiza por medio de un conector de M12 y 4 pines.



Figura 6. Vista lateral del tramo de rodillos.

Como se observa en la imagen estos sensores están montados sobre la estructura en la que se encuentran los rodillos de entrada de producto, cuyo soporte va acoplado directamente en la carcasa del sensor. Una característica importante de este sensor es la facilidad de ampliar el rango de detección por medio del tornillo de estrella situado en la parte superior del mismo. Esta característica nos permite alejar el sensor de la estructura para evitar posibles colisiones con las cajas.

5.1.3 Volteador de cajas

Para el accionamiento del volteador se ha empleado un simple cilindro neumático de doble efecto de la marca **Festo**, más concretamente el modelo **DGC-K-25**. El cual tiene un recorrido máximo de 8500 mm y tiene una velocidad máxima de 2 m/s.



Figura 7. Actuador lineal DGC-K.

Este cilindro va solidario al eje del volteador, de este modo la posición del volteador depende de la posición en la que se encuentre el embolo del cilindro.



Figura 8. Volteador neumático de la célula.

Para el control de este accionamiento se emplea una electroválvula neumática 5/3, de modo que se gestiona el accionamiento a través de dos señales digitales del PLC. También se monta sobre el propio cilindro un par de sensores magnéticos, esto nos permitirá saber en cuál de las dos posiciones se encuentra el volteador.

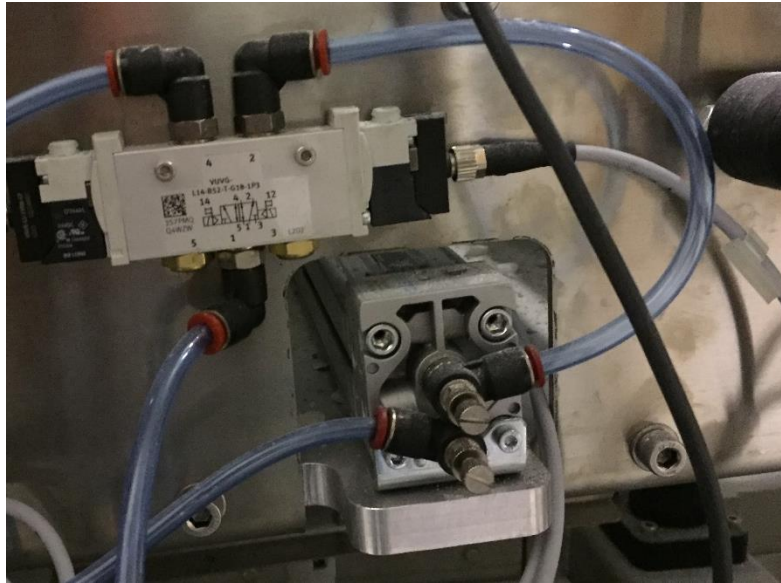


Figura 9. Detalle del montaje del control neumático del voltador.

5.1.4 Centrador de cajas

Para este accionamiento se ha decidido montar el mismo cilindro neumático de doble efecto, que igual que con en el accionamiento anterior se controlará por medio de una electroválvula 5/3. En este caso, se monta un acople sobre el eje del pistón de modo que el centrador tendrá el mismo recorrido que el propio pistón.



Figura 10. Detalle del centrador en la instalación.

Para detectar que el cilindro ha centrado la caja y la ha presionado contra el tope situado en los rodillos se monta un vacuostato, que nos permitirá conocer cuando el pistón ejerce una fuerza concreta (marcada por el valor de consigna marcado), además de un sensor magnético para saber que el centrador a alcanzado la posición de reposo.



Figura 11. Modelo SPAN de FESTO.

El vacuostato elegido es de la serie SPAN del fabricante **FESTO**, más concretamente el modelo **SPAN-P10R-M5F-PN-PN-L1**. Este modelo tiene un tamaño compacto de 30 x 30 mm y, dispone de una pantalla LCD desde la que se pueden modificar distintos parámetros entre los que se encuentran la unidad de lectura y el valor de activación de las dos salidas de tipo PNP. La presión máxima que es capaz de detectar es de 10 kPa.

PSD 100	
Rango de ajuste de presión	0 a 10 kPa
Precisión FS	± 1.5 %
Tensión de alimentación	15 a 30 Vdc
Repetibilidad	±0.3 %

Tabla 9. Características del vacuostato de FESTO utilizado.



Figura 12. Detalle del montaje del vacuostato.

5.2 Módulo del robot de paletizado

5.2.1 Robot cartesiano

El robot industrial elegido no está proporcionado directamente por ninguna empresa, sino que, como se ha nombrado en apartados anteriores, se ha decidido crear una mecánica propia lo que permite determinar el área de trabajo máxima del robot. En este caso, por las necesidades del cliente (apartado **3.1 Necesidades**), se ha dejado un área de trabajo algo inferior a 2710x1540 mm.

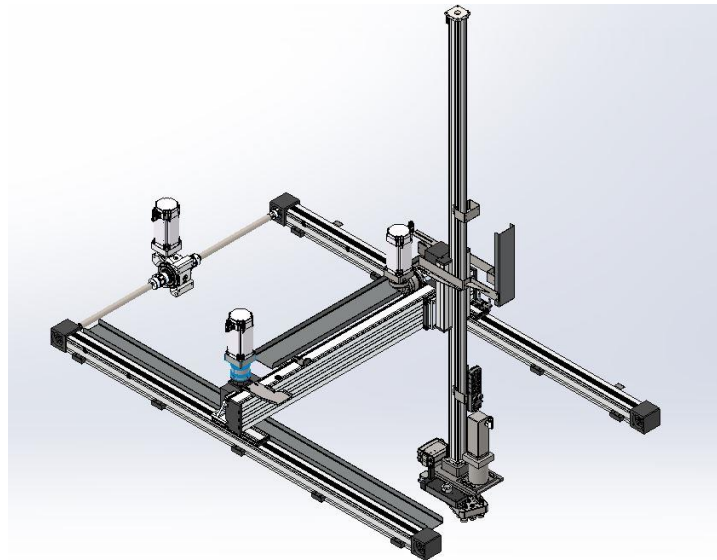


Figura 13. Montaje del robot.

La estructura del robot está formada por 4 unidades lineales de acero inoxidable de la marca **Sain Automation** [12], estos se detallan en el apartado **5.2.3 Actuadores del robot**. Además, bajo la estructura se situarán unas ruedas modelo HRLHD-SPO 75K de **Blickle** [11] bajo cada una de las esquinas de la propia celda, de este modo facilita el transporte e instalación de esta en casa del cliente.

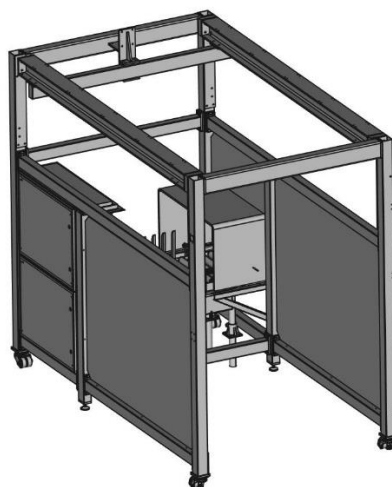


Figura 14. Montaje de la estructura de la celda.

5.2.2 Control KEBa

La electrónica que controla el robot es una de las ventajas más destacadas de este proyecto, nos permite una puesta en marcha del robot 4 veces más rápida gracias a los asistentes inteligentes del software y las distintas plantillas preconfiguradas. Además, permite reducir hasta un 20% los ciclos de trabajo de una forma más simple que los sistemas clásicos.

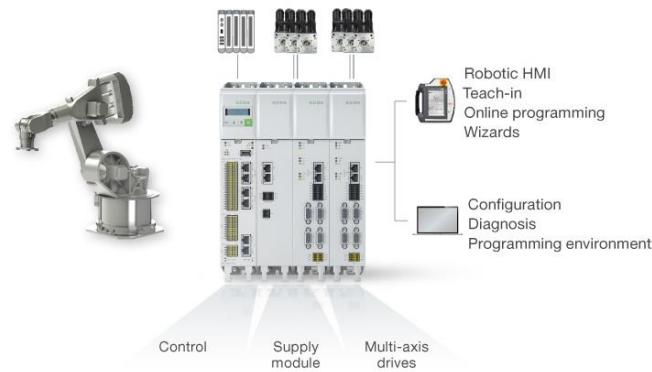


Figura 15. Electrónica de control de KEBa.

También cabe destacar la herramienta *Palletizing Wizards* del software KeMotion, que permite la creación de patrones de paletización para diversas aplicaciones de forma sencilla para cualquier usuario sin excesivos conocimientos en robótica.

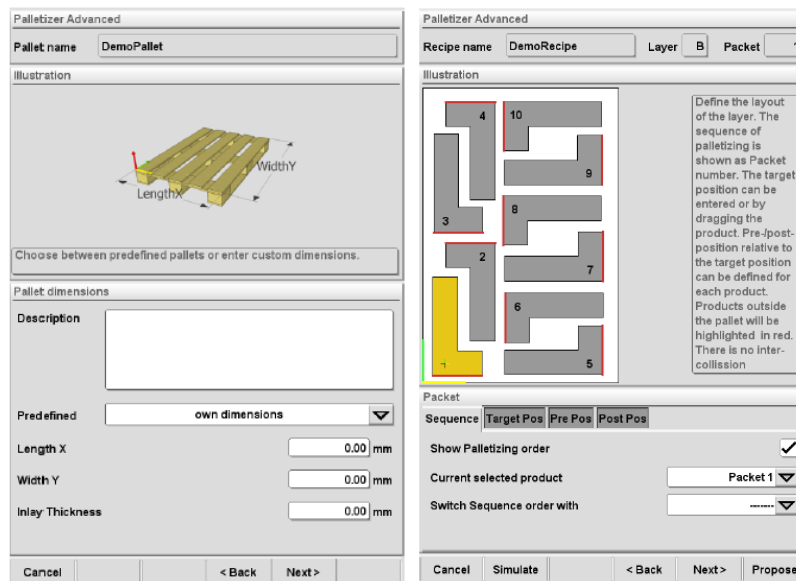


Figura 16. Pantallas de la herramienta de Paletizado Avanzado.

Otra característica destacable de este control es la herramienta de simulación 3D, con una interfaz de creación sencilla para la optimización, validación y visualización de los programas de robot. Esto nos permite empezar con el desarrollo del programa incluso antes de realizar el montaje.

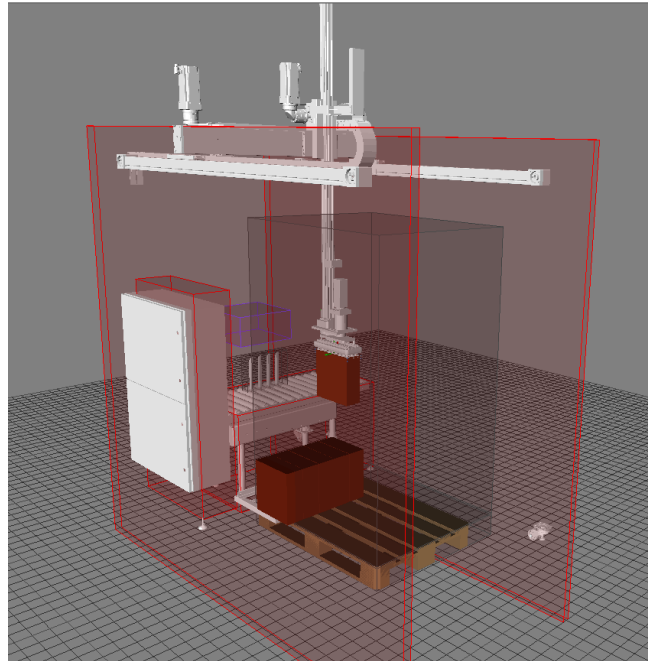


Figura 17. Detalle modelo del simulador 3D.

5.2.3 Actuadores del robot

Dentro de este apartado podemos dividir los actuadores por cada uno de los ejes que conforman el robot cartesiano.

- *Eje X*

Este consta de dos módulos lineales **QLZ80** idénticos e irán acoplados por medio de dos barras de transmisión a un reductor V-Drive Basic sinfín-corona **CVS 050S-MF1-7-HE1-1K-0F0** del fabricante **Wittenstein** [13] y sobre el cual se encajará un motor **DMS2-100-0060-60** del mismo fabricante que proporciona la electrónica.



Figura 18. Detalle del módulo lineal QLZ



Figura 19. Detalle del reductor instalado en el eje X.

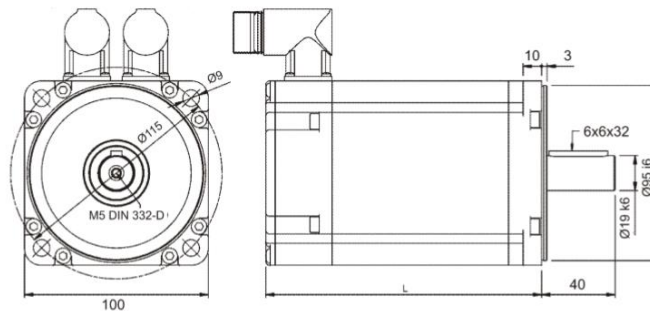


Figura 20. Detalle del motor del eje X.

En las siguientes tablas se pueden observar las características más destacables de la unidad lineal y del motor.

QLZ80	
Velocidad máxima	6 m/s
Número de dientes	22
Carrera útil	1800 mm
Repetibilidad	$\pm 0,1$ mm
Tensión máxima	2090 N

Tabla 10. Características de la unidad lineal QLZ8080.

DMS2-100-0060-60	
Velocidad máxima	6000 rpm
Potencia consumida	2,3 kW
Par máximo	18 Nm
Corriente nominal	4,4 A
Consumo máximo	34,8 A

Tabla 11. Características del motor DMS2-100-0060-60.

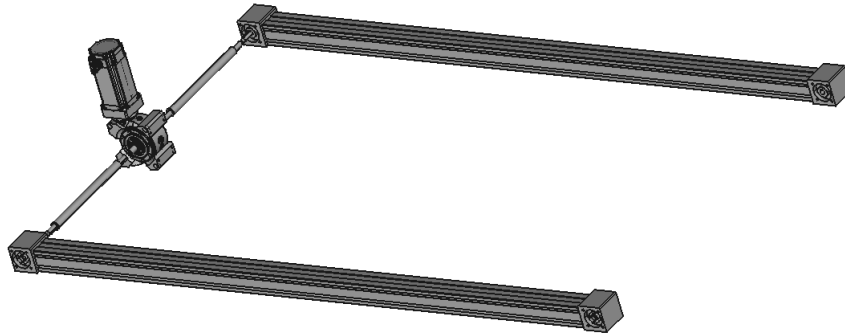


Figura 21. Detalle del eje X del robot.

- Eje Y

Este eje consta de una única unidad lineal **DSZ160**, sobre este irá acoplado un reductor planetario **PE11090** del fabricante **Apex Dynamics** [14] y se montará un motor idéntico al del eje X.



Figura 22. Detalle de la unidad lineal DSZ160.



Figura 23. Detalle del reductor instalado en el eje Y.

En la siguiente tabla se muestran algunas de las características de la unidad lineal empleada.

DSZ160	
Velocidad máxima	5 m/s
Número de dientes	22
Carrera útil	1.100 mm
Repetibilidad	$\pm 0,1$ mm
Fuerza máxima	2090 N

Tabla 12. Características de la unidad lineal DSZ160.

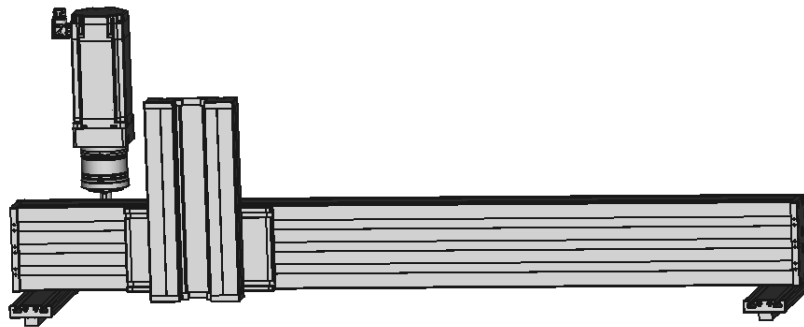


Figura 24. Detalle del eje Y del robot.

- **Eje Z**

Este último eje está formado por una unidad lineal **ELSZ60S**, sobre el cual irá instalado un reductor planetario **PEIIR090** del fabricante **Apex Dynamics** [14] y se montará un motor idéntico a los otros dos ejes.

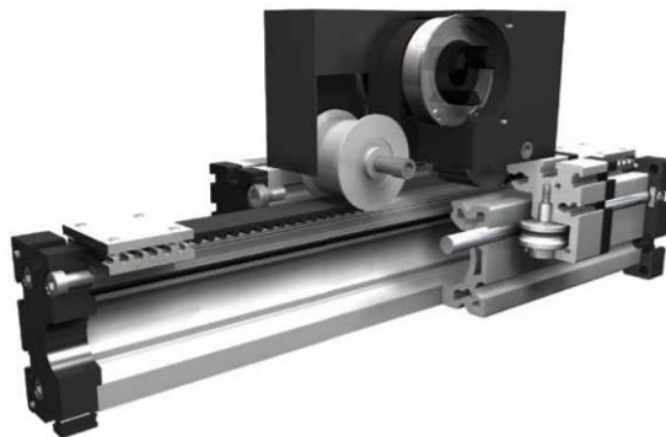


Figura 25. Detalle de la unidad lineal ELSZ60S.



Figura 26. Detalle del reductor instalado en el eje Z.

En la siguiente tabla se muestran algunas de las características de la unidad lineal empleada.

ELSZ60S	
Velocidad máxima	5 m/s
Número de dientes	26
Carrera útil	1.900 mm
Repetibilidad	$\pm 0,1$ mm
Fuerza máxima	1000 N

Tabla 13. Características la unidad lineal ELSZ60S.

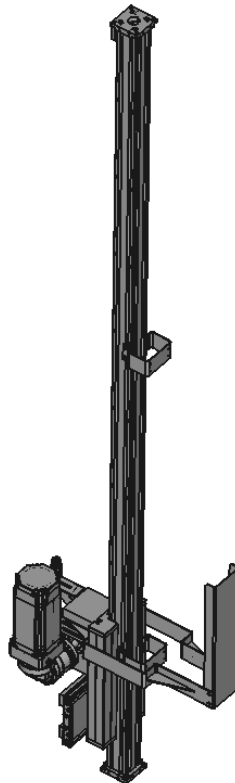


Figura 27. Detalle del eje Z del robot.

5.2.4 Plano de ventosas

Para la elección del plano de ventosas se ha decidido montar la serie **CVGL** de la empresa **COVAL** [10]. Esta serie está formada por subconjuntos estándar que permite crear una solución a medida para la aplicación.

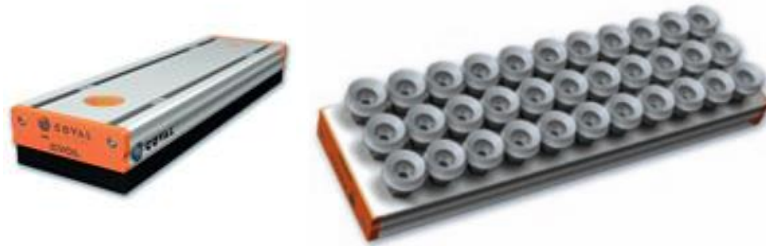


Figura 28. Plano de ventosas CVGL de COVAL.

Esta solución consta de un cajón de vacío compacto y ligero de 424 mm, lo que nos permite reducir la carga que ha de soportar el robot, y las ventosas tienen un reparto de tipo medio entre los puntos de toma, lo que la hace una solución ideal para manipulación de cargas densas. La fuerza de toma de la solución implementada es de 1100 N con un 85% de vacío y de 600 N con un 45% de vacío.

Para controlar si se ha aspirado correctamente el producto se van a dividir las ventosas en 3 zonas diferentes. De este modo se evitarán problemas de falsas lecturas si el formato no cubre por completo las ventosas, por lo que se colocarán 3 venturis todos ellos del fabricante **COVAL** y cada uno de ellos dispone de un vacuostato.

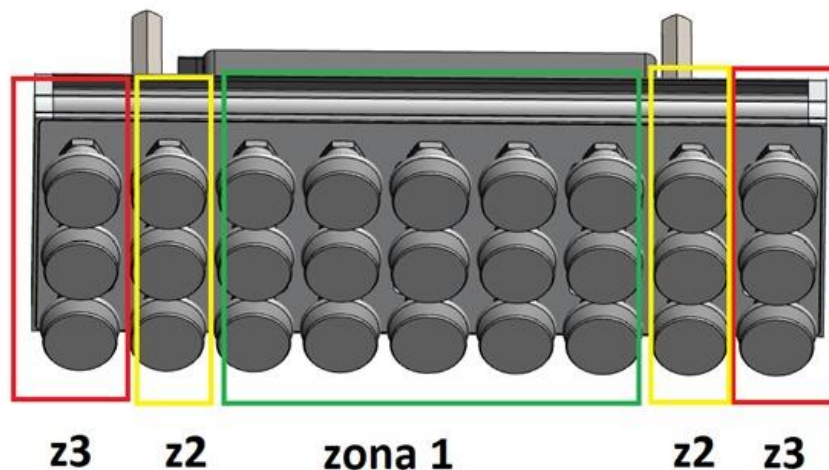


Figura 29. Detalle de las zonas de vacío.

En la zona 1 se montará un venturi multietapa modelo CMS, más concretamente el modelo **CMS90X100SVA**. Este modelo propone una respuesta adaptada a las aplicaciones que necesitan un caudal de aspiración importante.



Figura 30. Modelo de venturi multietapa CMS de COVAL.

CMS90X100	
Vacío máximo (mv%)	85 %
Caudal aspirado (NI/min)	1800
Tensión de alimentación	24 Vdc
Corriente consumida	30 mA
Conexión	1 x M12 – 5 pin

Tabla 14. Características del venturi CMS90X100.

En las otras dos zonas se montará un venturi modelo LEM, en concreto el modelo **LEM90X25SVAC15PG1**. Tanto este como el modelo anterior disponen de dos señales de control, una señal para generar el vacío y una segunda señal para activar el soplado sobre el producto.



Figura 31. Modelo LEM de COVAL.

LEM90X25SVA	
Vacío máximo (mv%)	85 %
Caudal aspirado (NI/min)	125
Tensión de alimentación	24 Vdc
Corriente consumida	30 mA
Conexión	1 x M12 – 5 pin

Tabla 15. Características del vacuostato PSD100.

Para poder coger las cajas que vienen volteadas con el plano de ventosas, se hace necesario implementar un método para cambiar el ángulo de cogida de las cajas. Para facilitar la programación y tener un control absoluto de los giros durante la ejecución del programa, se decide montar un servomotor **DMS2-070-0024-60** de **Keba** acoplado a un reductor planetario **PEII080** del fabricante **Apex Dynamics** [14].

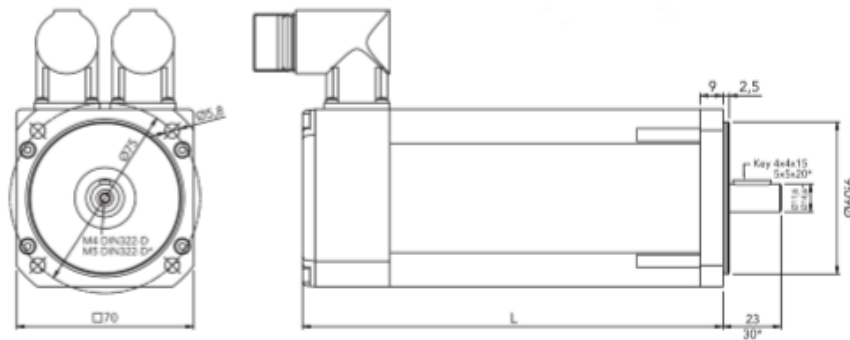


Figura 32. Detalle del motor de giro del tool.

En la siguiente tabla se puede observar las características más destacables motor.

DMS2-070-0024-60	
Velocidad máxima	6000 rpm
Potencia consumida	1,255 kW
Par máximo	8,5 Nm
Corriente nominal	2,7 A
Consumo máximo	14,7 A

Tabla 16. Características del motor DMS2-070-0024-60.

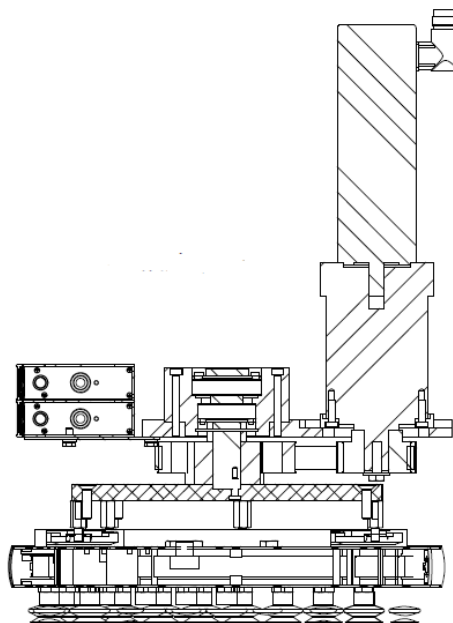


Figura 33. Detalle del montaje la herramienta del robot.

5.3 Módulo de seguridad

5.3.1 PLC de seguridad

Para la elección de este elemento, se ha optado por elegir el modelo **FX3** de **SICK**, puesto que se trata de un modelo con el que tenemos cierta experiencia, y tiene un entorno de programación bastante sencillo.



Figura 34. Modelo FX3-CPU de SICK.

Además de la CPU, se deben incluir módulos de entradas y salidas en función de las necesidades de la instalación. Para el presente proyecto, tan solo será necesario añadir un módulo XTIO, el cual incluye 8 entradas de seguridad, 2 salidas de prueba y 4 salidas seguras.

FX3-XTIO	
ENTRADAS	
I1	Barrera deTec4 – Delantera
I2	Barrera deTec4 – Delantera
I3	Barrera deTec4 – Trasera
I4	Barrera deTec4 – Trasera
I6	Señal de reset
I7	Seta de emergencia
I8	Seta de emergencia
SALIDAS	
Q1	Señal al robot
Q3	Señal retardada al robot
Q4	Señal retardada al robot

Tabla 17. Asignación de E/S de las seguridades.

5.3.2 Seta de emergencia

La seta de emergencia elegida es la **M22-PVT** de **Eaton**. El diámetro del dispositivo es de 38 mm. Se colocará 1 única seta junto a la entrada de la celda, situada junto al PC.

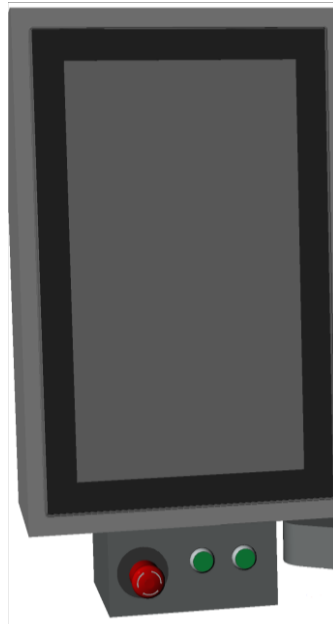


Figura 35. Detalle del frontal de la celda.

5.3.3 Barreras de seguridad

El modelo de barrera elegido es el **deTec4 Core** de **SICK**, la cual tiene una altura de protección de 1950 mm y un alcance de 10 m. Existe una pareja situada justo en la entrada de la estación y otra en la parte posterior para facilitar al operario el acceso a la zona de rodillos, de este modo, cuando se acceda a la zona mientras esta el robot en funcionamiento se detendrá evitando posibles colisiones entre este y el operario.



Figura 36. Cortinas fotoeléctricas de SICK.

Barrera de Tec4 Core	
Altura del campo de protección	1950 mm
Resolución	14 mm
Ausencia de zonas ciegas	Si
Sincronización	Óptica
Tiempo de respuesta	21 ms

Tabla 18. Características de las barreras de seguridad.

5.4 Módulo de gestión de la estación

5.4.1 PC industrial

El modelo de PC elegido es un KeTop **AP521** del fabricante **Keba** [5]. Este PC dispone de una pantalla táctil con tecnología capacitiva multitáctil.



Figura 37. Detalle de la familia de PC's AP500.

La resolución de este modelo es de 21,5 pulgadas (1920x1080). Además, dispone de distintos interfaces de comunicación, 1 x Gbit Ethernet LAN, 1 x Mbit Ethernet PLC y 4 x USB 2.0. También tiene la posibilidad de incluir los protocolos de comunicación Ethercat y Profinet.

AP521	
CPU	Intel Atom E3827 (2GB)
Memoria RAM	2 GB
Tensión de alimentación	24 V
Consumo	53 W
Sistema operativo	Windows

Tabla 19. Características del pc industrial.

5.4.2 Codesys HMI

El runtime HMI de Codesys [7] nos permite realizar el desarrollo de las pantallas directamente utilizando el editor de visualización que integra el estándar IEC 61131-3. Puesto que el software de Keba sigue el mismo estándar de programación, el uso de este sistema de visualización facilita la comunicación entre los dos entornos.

Además, incluye funcionalidades que facilitarán la creación de las pantallas y el control del sistema, entre estas funcionalidades podemos destacar: gestión integrada de alarmas, gestión completa de usuarios, cambio de idioma e imágenes y conversión de unidades



Figura 38. Detalle de la pantalla principal de gestión.

5.4.3 Router ethernet

Para la elección del router no se ha buscado una solución alternativa del mercado, se ha elegido directamente la gama de producto con la que la empresa desarrolladora del proyecto suele trabajar, la familia de routers REX de *Helmholz GmbH & Co* [8]. Debido a la cantidad de señales de ethernet, se ha elegido el modelo **REX 200 WIFI** que dispone de 5 puertos ethernet, uno de ellos está preparado para la conexión al portal de acceso myREX24 V2 (puerto WAN) y los otros 4 están disponibles para la comunicación (puertos LAN).



Figura 39. REX 200 WIFI y antena de Helmholz.

Los equipos sobre los que nos queremos conectar a través del router deberán ir conectados a uno de los 4 puertos LAN. La conexión se realiza por medio de una conexión túnel VPN basada en el protocolo OpenVPN a través del portal del fabricante.

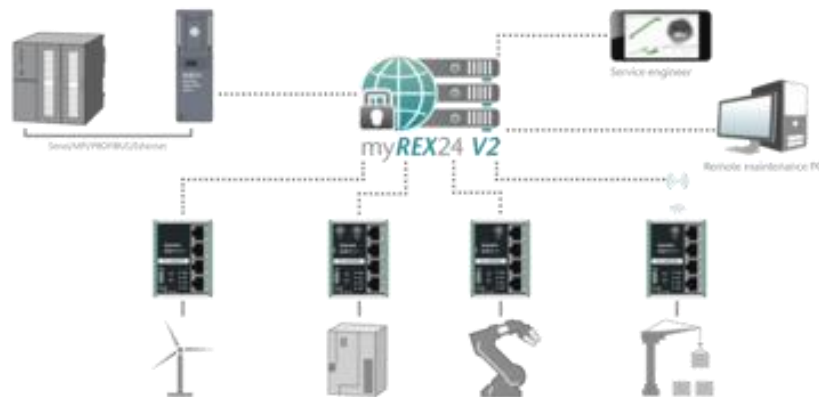


Figura 40. Detalle de la conexión a través del portal myRex24 V2.

6. Justificación detallada de la selección o dimensionamiento de elementos o componentes

A continuación, se detallan los cálculos y dimensionados que se han tenido en cuenta en el momento de diseñar los distintos módulos del sistema proyectado.

6.1 Módulo de transporte del producto

6.1.1 Velocidad y par de los rodillos

Para determinar la velocidad máxima a la que deben desplazarse los rodillos, se tiene en cuenta el formato *Nº3 1370 (4)*, que como se puede ver en el apartado **3.1 Necesidades**, tiene un ciclo de producción de más de 3 cajas/minuto. Si el espacio que deben desplazarse las cajas es de aproximadamente 1.2 m, los rodillos tienen que ser capaces de desplazarse esa distancia en 18 segundos. Por lo tanto:

$$velocidad = 1.2 \text{ m} / 18 \text{ seg.} \approx 0.067 \text{ m/s}$$

El modelo de rodillos elegido para el transporte de las cajas está sobredimensionado a la velocidad máxima obtenida.

Para determinar el par máximo que deben de ser capaces de soportar los rodillos, se tiene en cuenta el formato *Nº1 Rectangular*, que tiene un peso de alrededor de 10,3 Kg.

$$par = 10.3 \text{ Kg} \times 9.8067 \text{ N} \approx 101.1 \text{ N}$$

En este caso el valor par que es capaz de soportar los rodillos también se ha sobredimensionado respecto al par máximo de las cajas.

6.2 Módulo del robot de paletizado

6.2.1 Velocidad del robot

La velocidad a la que se moverá el robot estará determinada por la cantidad de picks que tiene que realizar por minuto, es decir, la cantidad de cajas que tiene que coger por minuto.

Como se ha comentado en el apartado anterior, la máxima cantidad de picks por minuto que tendrá que realizar el robot es la definida por el formato *Nº3 1370 (4)*. En este caso, el peso no es excesivamente alto y la cantidad de picks por minuto tampoco, por lo tanto, la velocidad del robot no será un problema en esta aplicación.

6.2.2 Tamaño del robot

Debido a la limitación de la superficie dedicada a la instalación proyectada, se ha decidido realizar el montaje de una célula de diseño propio. Por este motivo, el espacio que ocupa el robot no es un problema, puesto que se ha diseñado específicamente para el área que se disponía para el presente proyecto.

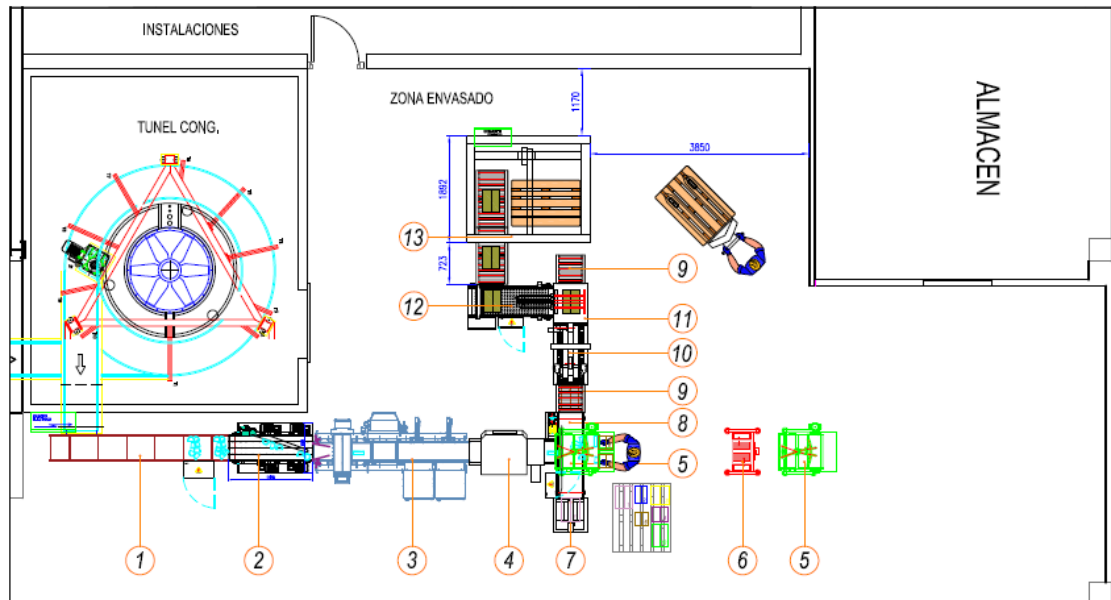


Figura 41. Plano de la instalación.

7. Presupuesto

Elemento	Cantidad	Coste/ud	Coste total	Marca	Ref. Proveedor	Venta
ELECTRÓNICA						
D3-DU 360/A-2100-20	1	3.009,68 €	3.009,68 €	KEBA	90413	3.009,68 €
XC 340/A	1	115,56 €	115,56 €	KEBA	94478	115,56 €
Kemotion3 License RL Robotics Adv	1	923,12 €	923,12 €	KEBA	92289	923,12 €
D3-DP 300/A-1040-01	1	645,76 €	645,76 €	KEBA	107880	645,76 €
D3-XT 220/A	1	35,50 €	35,50 €	KEBA	94800	35,50 €
D3-XF 025/A-0612-00	1	233,20 €	233,20 €	KEBA	96910	233,20 €
RXLG-S1 1000W 40R J	1	99,14 €	99,14 €	KEBA	99761	99,14 €
D3-DA 310/A-1211-20	1	1.211,08 €	1.211,08 €	KEBA	108044	1.211,08 €
D3-DA 330/A-0611-20	1	1.529,06 €	1.529,06 €	KEBA	107862	1.529,06 €
D3-XT 230/A	2	37,76 €	75,52 €	KEBA	94801	75,52 €
D3-XT231/A	4	75,52 €	302,08 €	KEBA	94503	302,08 €
XW 021-010	2	50,36 €	100,72 €	KEBA	95950	100,72 €
DMS2-100-0060-45-B15MP2-Q000-0	3	485,80 €	1.457,40 €	KEBA	97152	1.457,40 €
DMS2-070-0024-60-B15MP2-Q000-1	1	446,80 €	446,80 €	KEBA	97152	446,80 €
Cable XW R10-100	1	149,16 €	149,16 €	KEBA	93989	149,16 €
Cable XW P01-100	1	193,64 €	193,64 €	KEBA	93942	193,64 €
KeTop T70-rqa-Ak0-Lk	1	1.680,50 €	1.680,50 €	KEBA	93487	1.680,50 €
JB 001/A	1	152,00 €	152,00 €	KEBA	66373	152,00 €
WB075	1	51,92 €	51,92 €	KEBA	94529	51,92 €
Licencia Teach View	1	125,88 €	125,88 €	KEBA	66101	125,88 €
BC001	1	76,48 €	76,48 €	KEBA	60543	76,48 €
KeTop TT050-aaa	1	159,56 €	159,56 €	KEBA	85065	159,56 €
AP521-SE/A-0100	1	2.120,20 €	2.120,20 €	KEBA	87102	2.120,20 €
COMPACT FLASH XC340/A	1	470,15 €	470,15 €	KEBA	87252	470,15 €
BL 272/A	1	254,06 €	254,06 €	KEBA	86472	254,06 €
DM 272/A	3	552,90 €	1.658,70 €	KEBA	70258	1.658,70 €
XT 030/A	3	39,66 €	118,98 €	HELMHOLZ	68023	118,98 €
XT 022/A	1	13,22 €	13,22 €	HELMHOLZ	86747	13,22 €
700-840-5ES01	1	220,50 €	220,50 €	HELMHOLZ	700-840-5ES01	220,50 €
700-877-WIF01	1	450,00 €	450,00 €	HELMHOLZ	700-877-WIF01	450,00 €
700-889-ANT01	1	65,10 €	65,10 €	HELMHOLZ	700-889-ANT01	65,10 €

Elemento	Cantidad	Coste/ud	Coste total	Marca	Ref. Proveedor	Venta
SEGURIDAD						
(1058113) KIT FLEXISOFT MICRO	1	420,50 €	420,50 €	SICK	1058113	420,50 €
C4C-SA03010A10000	2	220,40 €	440,80 €	SICK	1211450	440,80 €
C4C-EA03010A10000	2	292,90 €	585,80 €	SICK	1211463	585,80 €
Soportes fijación FlexFix	1	27,55 €	27,55 €	SICK	2066614	27,55 €
Conector hembra 5 pines M12 10mts.	2	11,60 €	23,20 €	SICK	2095619	23,20 €
Conector hembra 5 pines M12 5mts.	2	7,25 €	14,50 €	SICK	2095618	14,50 €

Elemento	Cantidad	Coste/ud	Coste total	Marca	Ref. Proveedor	Venta
ELÉCTRICO						
P1-32/M4/SVB/N	1	90,45 €	90,45 €	EATON	172867	90,45 €
PFIM-80/4/03-U	1	450,20 €	450,20 €	EATON	290221	450,20 €
PLHT-D80/4	1	380,10 €	380,10 €	EATON	248100	380,10 €
PLS6-D40/3	1	83,15 €	83,15 €	EATON	242976	83,15 €
PLS6-C16/2	1	35,18 €	35,18 €	EATON	242880	35,18 €
PLN6-C4/2	1	37,50 €	37,50 €	EATON	242872	37,50 €
Z-SD230	1	17,14 €	17,14 €	EATON	266875	17,14 €
DIL M32-10 (XTCE025C01)	1	63,10 €	63,10 €	EATON	277260	63,10 €
M22-D-G	1	7,25 €	7,25 €	EATON	216512	7,25 €
M22-D-R	1	7,25 €	7,25 €	EATON	216594	7,25 €
M22-D-B	1	7,25 €	7,25 €	EATON	78635771	7,25 €
M22-PVT	1	20,35 €	20,35 €	EATON	78639646	20,35 €
SET AAP11 6/1,5/24C	1	15,95 €	15,95 €	WEIDMULLER	2506090000B8	15,95 €
RELÉ TOP 24VDC 24VDC2A	16	15,95 €	255,20 €	WEIDMULLER	2618720000B12	255,20 €
VENTILADOR 55 m³/h 24 VDC	1	128,25 €	128,25 €	RITTAL	SK3238124	128,25 €
IME12-04BDSZQ9S	8	10,51 €	84,10 €	SICK	1068718	84,10 €
GTB6-P7441S56	6	85,15 €	510,90 €	SICK	1077541	510,90 €
IME12-04BPOZQDSS52	3	12,25 €	36,76 €	SICK	1090475	36,76 €
IMPACT67 COMPACT MODULE ETHERCAT	2	493,50 €	987,00 €	MURRELEKTRONIK	55082	987,00 €
CONECTORES MACHO 5 PINES	15	15,95 €	239,25 €	MURRELEKTRONIK	7000-12731-0000000	239,25 €
DERIVADORES EN T M12 MACHO/ M12 HEMBRA	15	15,45 €	231,75 €	MURRELEKTRONIK	7000-41121-0000000	231,75 €
DRIVE CONTROL 20	3	125,00 €	375,00 €	INTERROLL		375,00 €
EC3500	3	85,14 €	255,42 €	INTERROLL		255,42 €
Electroválvula 5/2 biestable	2	70,98 €	141,96€	FESTO	VUVG-BK14-B52-T-F-1R8L-S	141,96€
Plano de ventosas CVGL	1	347,25 €	347,25 €	COVAL	CVGL	347,25 €
Venturi CMS90X100SVA	1	155,1 €	155,10 €	COVAL	CMS90X100SVA	155,10 €
Venturi LEM90X25SVAC15PG1	2	187,25 €	374,50 €	COVAL	LEM90X25SVAC15PG1	374,50 €
SPAN-P10R-M5F-PN-PN-L1	1	145,65 €	145,65 €	FESTO	8035550	145,65 €



Elemento	Cantidad	Coste/ud	Coste total	Marca	Ref. Proveedor	Venta
MECÁNICA						
Pata elevadora 160 500kg - Ref. 81027 Tecnitern	4	34,85 €	139,40 €			139,40 €
Rueda Ø150 poliamida giratoria 700kg - Ref. 75379 Tecnitern	4	27,13 €	108,52 €			108,52 €
Silent-Block Ø40x20 M10M 2ext.	10	1,68 €	16,80 €			16,80 €
Rodamiento bolas contacto angular Ø20 3004B-2RS1 SKF	1	23,95 €	23,95 €			23,95 €
Casquillo Br. Autolubricado Ø20/Ø14 L.12	2	0,90 €	1,80 €			1,80 €
Rod.axial bolas 51108 Ø40 SKF	1	7,70 €	7,70 €			7,70 €
GATO HIDRÁULICO TRS750 Mega	2	425,80 €	851,60 €			851,60 €
RODAMIENTO 30205 J2/Q (Rodamiento rodillos cónico 30205 Ø25 SKF)	1	23,75 €	23,75 €			23,75 €
RODAMIENTO 30206 J2/Q (Rodamiento rodillos cónico 30206 Ø30 SKF)	1	27,32 €	27,32 €			27,32 €
RETEN 35X52X6 D/L (RETEN Øi35/Øe52 e.6 Doble labio SKF)	1	92,45 €	92,45 €			92,45 €
RETEN 38X62X7 D/L (RETEN Øi38/Øe62 e.7 Doble labio SKF)	1	98,40 €	98,40 €			98,40 €
Anillo seger exterior Ø20 DIN-471	2	10,30 €	20,60 €			20,60 €
Anillo seger interior Ø52 DIN-472	1	13,60 €	13,60 €			13,60 €
Reductor PEII090	1	156,93 €	156,93 €			156,93 €
Reductor PEIIR090	1	187,30 €	187,30 €			187,30 €
Reductor CVS 050S-MF1-7-HE1-1K-0F0	1	215,50 €	215,50 €			215,50 €
Pie de máquina ø60 M12M (rfcia. 21.1883/0 Minitec)	4	26,20 €	104,80 €			104,80 €
Rodillo excentrico Ø22x13-M10M - Anillo exterior ovalado (rfcia. CFKR 22 UUR IKO)	2	11,51 €	23,02 €			23,02 €
Guía lineal con patin a.20 I.500 e.10/10 IKO (rfcia. MHS-20C1R500(10/10) IKO)	3	74,07 €	222,21 €			222,21 €
Engranaje M1 Z25 Ac.Inox. (TKD)	4	18,87 €	75,48 €			75,48 €
Casquillo fijación Ø14/Ø16 A.17 (rfcia. RCK-61 Ø14/26 Chiaravalli)	2	3,31 €	6,62 €			6,62 €
POLEA HTD-8M-20 z.48	1	55,08 €	55,08 €			55,08 €
POLEA HTD-8M-20 z.24	1	18,66 €	18,66 €			18,66 €
CORREA HTD-8M-20 Lp.560	1	12,42 €	12,42 €			12,42 €
Abrazadera bidireccional Ø12-Ø12 (MSX.56-C-10-12 Elessa)	7	1,68 €	11,76 €			11,76 €
Abrazadera de pie Ø12 (MSX.56-B-10-12 Elessa)	7	1,64 €	11,48 €			11,48 €
ABRAZADERA PANEL CON SEPARADOR e.12 (PC.35-6-12_S.12 Elessa)	30	8,33 €	249,90 €			249,90 €
Abrazadera placa base Ø50 (GN163-B50-85-2-SW Elessa)	8	18,25 €	146,00 €			146,00 €
Perfil guía lateral inox. (PRB-GLB-40-3000 Elessa)	1	57,76 €	57,76 €			57,76 €
Tuerca en T M8 DIN-508 Inox. (DIN-508-10-M8-NI Elessa)	7	8,15 €	57,05 €			57,05 €
Unidad lineal QLZ80	2	785,20 €	1.570,40 €			1.570,40 €
Unidad lineal DSZ160	1	692,40 €	692,40 €			692,40 €
Unidad lineal ELSZ60S	1	687,00 €	687,00 €			687,00 €

Elemento	Cantidad	Coste/ud	Coste total	Marca	Ref. Proveedor	Venta
FABRICACIÓN						
MONTAJE 4º EJE	1	568,21 €	568,21 €			568,21 €
ESTRUCTURA PANTALLA	1	162,00 €	162,00 €			162,00 €
MONTAJE ESTRUCTURA CELDA	1	6.800,00 €	6.800,00 €			6.800,00 €
SERVICIOS						
VISITA COMERCIAL	1	150,00 €	150,00 €			150,00 €
DISEÑO DE LA MECÁNICA	1	2.100,00 €	2.100,00 €			2.100,00 €
MONTAJE MECÁNICA	1	425,00 €	425,00 €			425,00 €
INSTALACIÓN ELÉCTRICA	1	600,00 €	600,00 €			600,00 €
PROGRAMACIÓN	1	1.350,00 €	1.350,00 €			1.350,00 €
TRANSPORTE DE LA CELDA	1	800,00 €	800,00 €			800,00 €
PUESTA EN MARCHA	1	3.200,00 €	3.200,00 €			3.200,00 €
						47.282,85 €

8. Conclusiones

Una vez finalizado el presente trabajo final de grado, considero que se han cumplido las necesidades demandadas por el cliente, citadas en el apartado 3.1 *Necesidades*. Una de sus primeras demandas era intentar que el área que ocupa el robot no superará un área determinada y que en el área de trabajo de este se pudiera trabajar con dos tamaños de pallet, estas peticiones se han conseguido gracias al diseño compacto de la celda sobre la que va instalada el robot.

Otro de los requerimientos era la realización de todos los formatos con los que se trabaja en la línea de producción, estos aparecen en el apartado *10.1 Mosaicos pallets*. Esta petición ha resultado ser la más costosa del proyecto además de ser una de las más críticas, dado que implica un desarrollo previo en el simulador y unas pruebas posteriores para ajustar las posiciones de las cajas. Asimismo, se tenían que cumplir unos tiempos de producción mínimos. Teniendo en cuenta el tiempo de producción más desfavorable, que son unos 18 segundos para el tipo de caja **Nº3 1370 (4)**, en la simulación se consigue alcanzar una producción de algo más de 12 segundos para esta caja en concreto con la máxima velocidad del robot.

Por consiguiente, este proyecto me ha permitido desarrollar mis habilidades en el ámbito de la programación y adquirir conocimientos que podré aprovechar en futuras instalaciones. También me ha permitido conocer todas las etapas en el desarrollo de un proyecto empezando por la toma de requisitos y terminando con la puesta en marcha en casa del cliente.

9. Referencias

[1] Aenor, Normativa (2018). Disponible en:

<https://www.aenor.com>

[2] PLC design, Requisitos del SIL. (Enero 2018). (Consulta: Mayo 2020). Disponible en:

<http://plcdesign.xyz/requisitos-del-sil/>

[3] Intra automation. (Julio 2019). (Consulta: Junio 2020). Disponible en:

<https://www.intraautomationsl.com/cartesiano-a-medida/>

[4] Clasificación de robots. (sf). En Wikipedia. Recuperado en Octubre de 2018 de:

<http://wiki.robotica.webs.upv.es/wiki-de-robotica/introduccion/clasificacion-de-robots/>

[5] KEBA | Solutions for the packaging industry. (sf) [Consulta: Junio 2020]. Disponible en:

<https://www.keba.com/en/industrial-automation/solutions/packaging/packaging-solutions>

[6] Interroll, Serie EC 3500 (sf) [Consulta: Mayo 2020]. Disponible en:

<https://www.interroll.es/es/productos/rodillos-transportadores/rodillos/rodillo-transportador-de-accionamiento-fijo-serie-3500/>

[7] Codesys HM (sf) [Consulta: Junio 2020]. Disponible en:

<https://www.codesys.com/products/codesys-visualization/hmi.html>

[8] Helmholz, REX 200. (sf) [Consulta: Abril 2020]. Disponible en:

<https://www.helmholz.de/en/products/industrial-remote-solutions/ethernet-router/rex-200-ethernet-router/artikel/show/700-877-wif01/>

[9] Hiperface DSL. (sf) [Consulta: Mayo 2020]. Disponible en:

http://www.hiperfacedsl.com/index_en.html

[10] Coval, serie CVGL (sf) [Consulta: Abril 2020]

<https://www.coval-iberica.com/productos/cajones-de-vacio-compactos-y-ligeros-serie-cvgl-3787.htm>

[11] Blickle, Rueda KRLH (sf) [Consulta Junio 2020]

<https://www.blickle.es/es-es/producto/HRLHD-SPO-75K-757016>

[12] Sain Automation, Módulos lineales bahr (sf) [Consulta: Abril 2020]

<https://sainl.com/modulos-lineales-bahr/>

[13] Wittenstein, reductor sinfin-corona (sf) [Consulta: Abril 2020]

<https://www.wittenstein.es/productos/servorreductores/reductores-ortogonales/v-drive-basic-sinfin-corona/>

[14] Apex dynamics, reductores planetarios (sf) [Consulta: Abril 2020]

<https://www.tecnopower.es/reductores-planetarios-de-precision>

10. Anexos

10.1 Mosaicos pallets

En este anexo se pueden visualizar todos los mosaicos de cada uno de los formatos de caja que el cartesiano debe de ser capaz de realizar.

Nº1 Rectangular

- Pallet: Pallet Europeo (120x80)
- Capas: 12

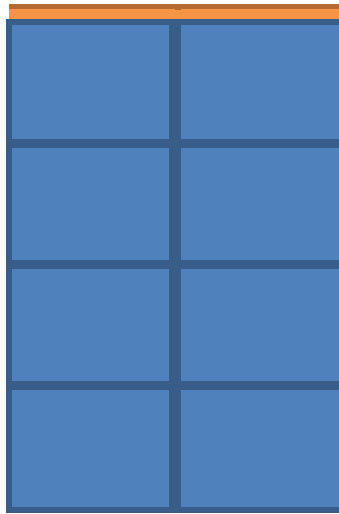


Figura 42. Layout formato Nº1 Rectangular.Nº2 1370 (7).

- Pallet: Pallet Europeo (120x80)
- Capas: 5

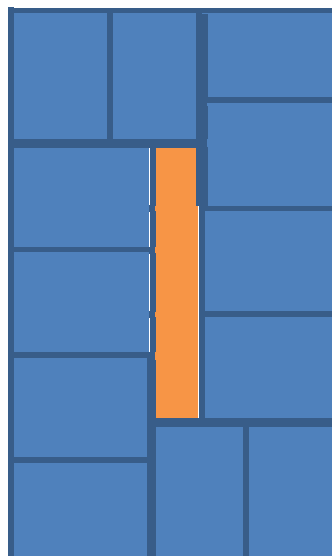


Figura 43. Layout formato Nº2 1370 (7).

Nº3 1370 (4)

- Pallet: Pallet Europeo (120x80)
- Capas: 2
- Las cajas van puestas de canto

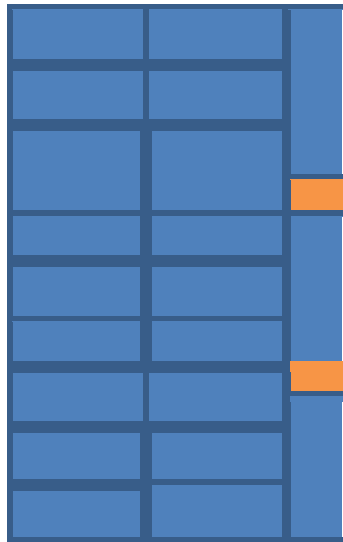


Figura 44. Layout formato Nº3 1370 (4).

Nº4 Gourmet Europeo

- Pallet: Pallet Europeo (120x80)
- Capas: 10

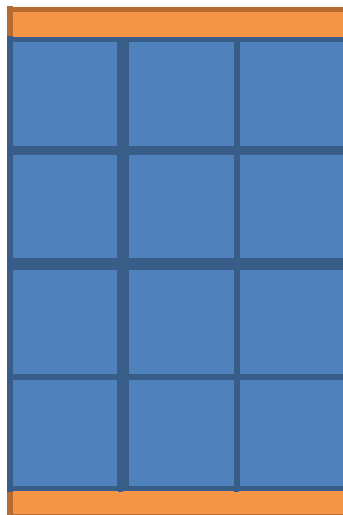


Figura 45. Layout formato Nº4 Gourmet Europeo.

Nº4 Gourmet Americano

- Pallet: Pallet americano (120x100)
- Capas: 11
- Cajas verdes: Cajas puestas de canto

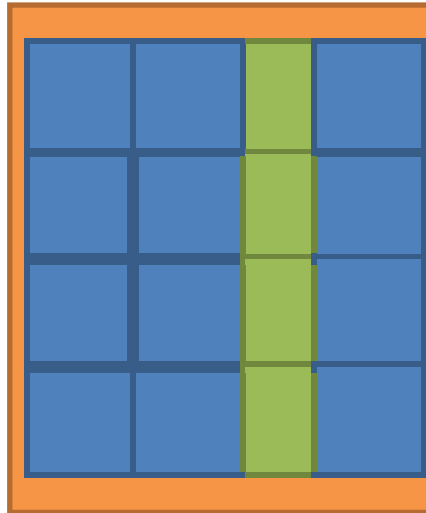


Figura 46. Layout formato Nº4 Gourmet Americano.

Nº 6 500 Europeo

- Pallet: Pallet Europeo (120x80)
- Capas: 7

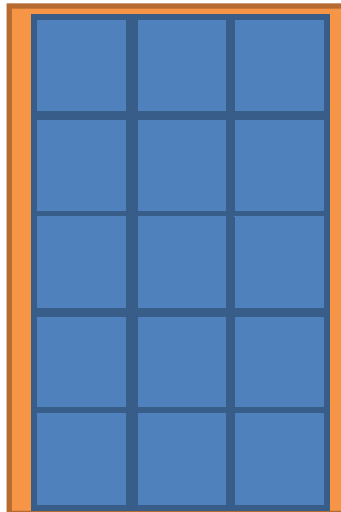


Figura 47. Layout formato Nº6 500 Europeo.

Nº 6 500 Americano

- Pallet: Pallet americano (120x100)
- Capas: 7

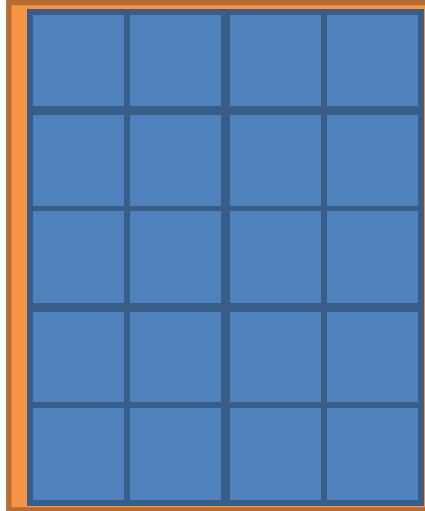


Figura 48. Layout formato N°6 500 Americano.

Nº10 Gastrogal

- Pallet: Pallet Europeo (120x80)
- Capas: 14

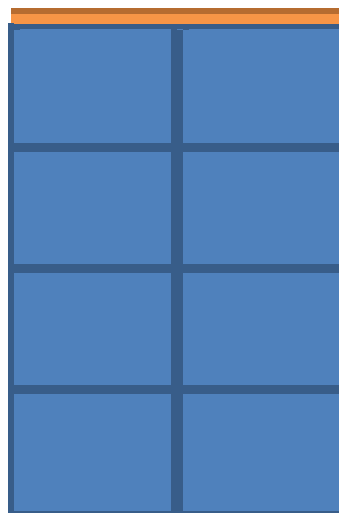
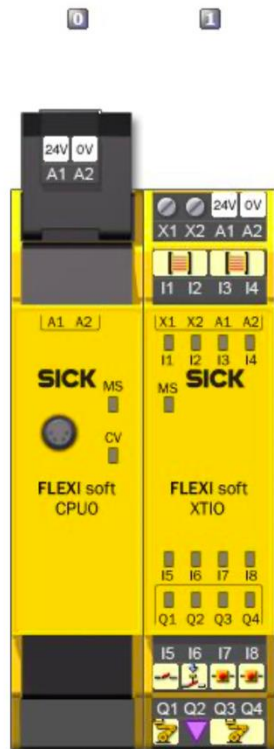


Figura 49. Layout formato N°10 Gastrogal.

10.2 Informe de seguridad de SICK

A continuación, se muestra el informe de seguridad generado por el software Flexi Soft Designer, tras la programación del propio PLC.

10.2.1 Información general

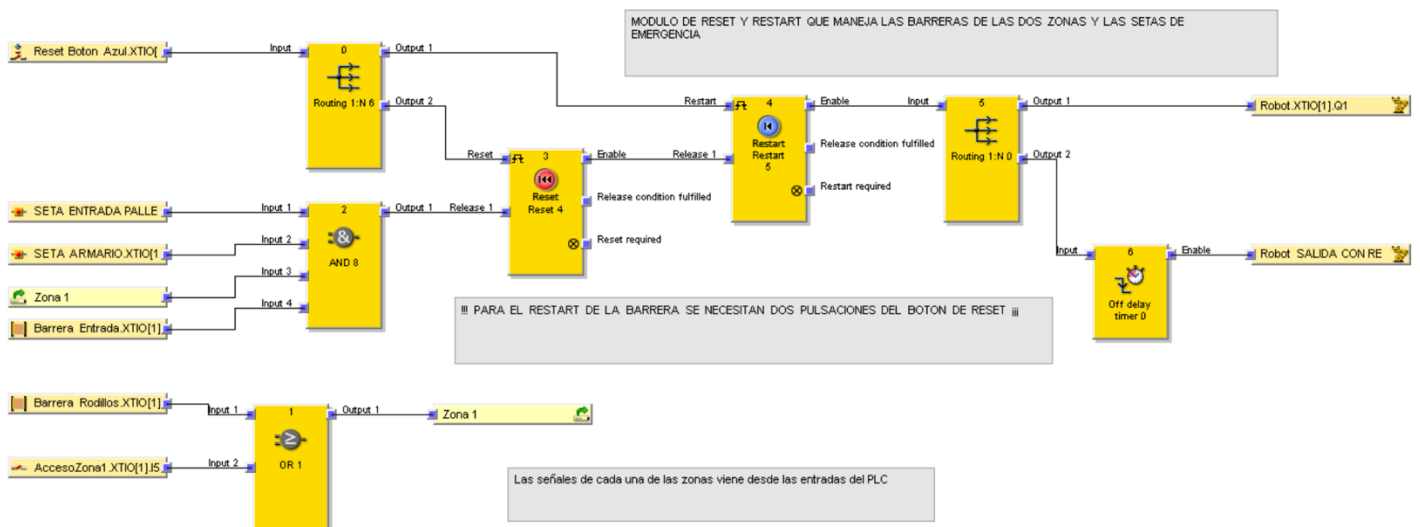


⚠
Test pulses for the following output pins have been switched off: Q1.

Module	Type code	Step	Address
CPU0	FX3-CPU000000	V 4.xx	0
XTIO	FX3-XTIO84002	V 3.xx	1

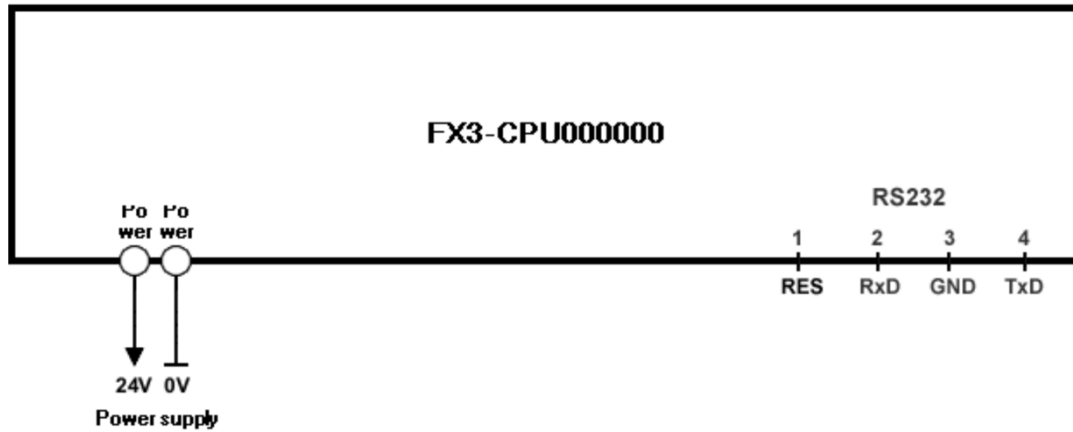
10.2.2 Programa

No	Name	Input	Output	Settings
0	Routing 1:N	I.0 Reset Boton Azul.XTIO [1].I6	O.0 Restart 5 -> I.0 -> Restart O.1 Reset 4 -> I.0 -> Reset	
1	OR	I.0 Barrera Rodillos.XTIO [1].I3I4 I.1 AccesoZona1.XTIO [1].I5	O.0 AND 8 -> I.2 -> Input 3	Input 1: Not Inverted Input 2: Not Inverted
2	AND	I.0 SETA ENTRADA PALLET.XTIO[1].I7 I.1 SETA ARMARIO.XTIO [1].I8 I.2 OR 1 -> O.0 -> Output 1 I.3 Barrera Entrada.XTIO [1].I1I2	O.0 Reset 4 -> I.1 -> Release 1	Input 1: Not Inverted Input 2: Not Inverted Input 3: Not Inverted Input 4: Not Inverted
3	Reset	I.0 Routing 1:N 6 -> O.1 -> Output 2 I.1 AND 8 -> O.0 -> Output 1	O.0 Restart 5 -> I.1 -> Release 1 O.1 Not connected O.2 Not connected	Min. reset pulse time: 100 ms
4	Restart	I.0 Routing 1:N 6 -> O.0 -> Output 1 I.1 Reset 4 -> O.0 -> Enable	O.0 Routing 1:N 0 -> I.0 -> Input O.1 Not connected O.2 Not connected	Min. restart pulse time: 100 ms
5	Routing 1:N	I.0 Restart 5 -> O.0 -> Enable	O.0 Robot.XTIO[1].Q1 O.1 Off delay timer 0 -> I.0 -> Input	
6	Off delay timer	I.0 Routing 1:N 0 -> O.1 -> Output 2	O.0 Robot SALIDA CON REARDO.XTIO[1].Q3Q4	Delay time: 1000 ms



10.2.3 Diagramas de conexión

- CPU



- Módulo XTIO

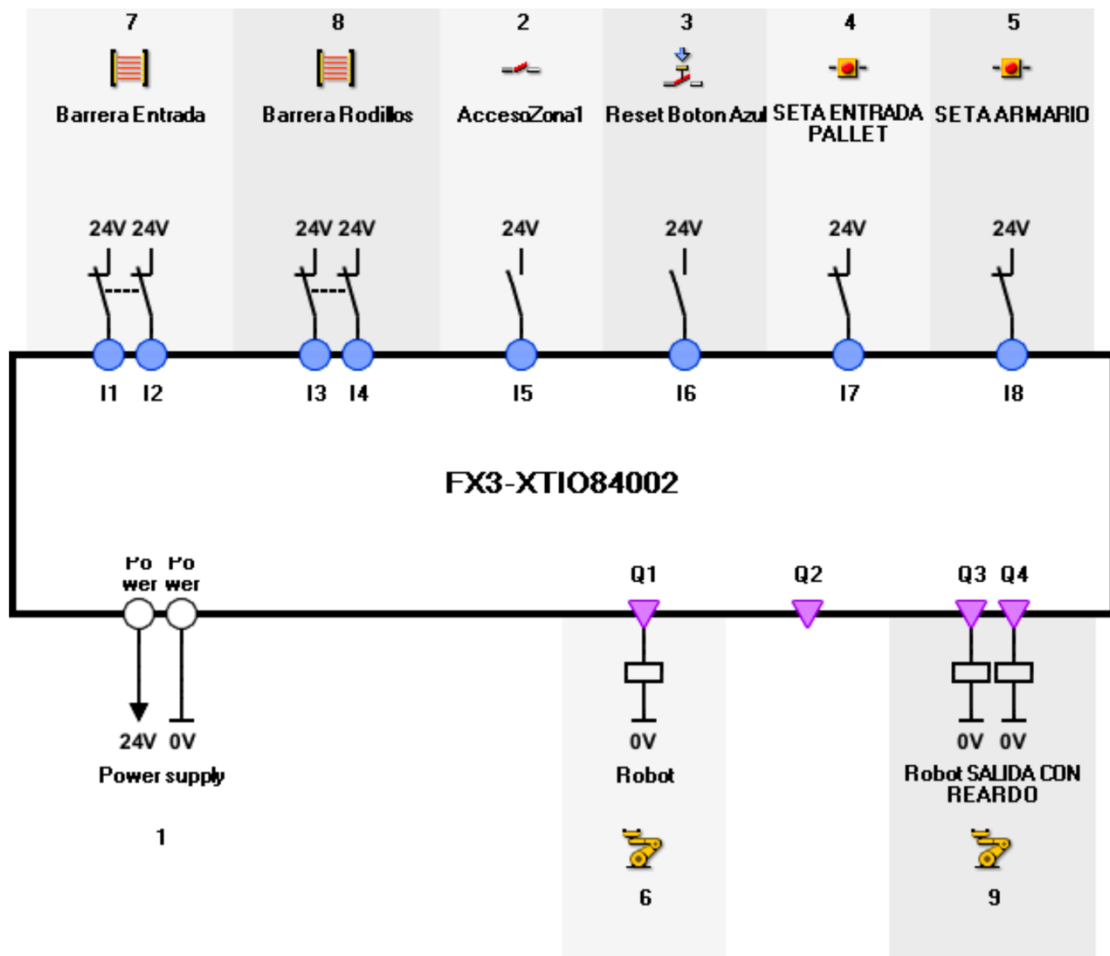
Entradas

			Mode	Title/tag name	ON-OFF	OFF-ON	Filter time [ms]	Dis. [ms]	Test period [ms]	Test gap [ms]	Max. off-on delay [ms]
2	24V		I5	Single channel NO (Single channel) / AccesoZona1	-	-	0	-	-	-	-
3	24V		I6	Reset (Single channel) / Reset Boton Azul	-	-	0	-	-	-	-
4	24V		I7	E-Stop, ES21 (Single channel) / SETA ENTRADA PALLET	-	-	0	-	-	-	-
5	24V		I8	E-Stop, ES21 (Single channel) / SETA ARMARIO	-	-	0	-	-	-	-
7	24V		I11	deTec4 (Safety light curtain, type 4) / Barrera Entrada	-	-	-	3000	-	-	-
8	24V		I12	deTec4 (Safety light curtain, type 4) / Barrera Entrada	-	-	-	3000	-	-	-
	24V		I13	deTec4 (Safety light curtain, type 4) / Barrera Rodillos	-	-	-	3000	-	-	-
	24V		I14	deTec4 (Safety light curtain, type 4) / Barrera Rodillos	-	-	-	3000	-	-	-

Salidas

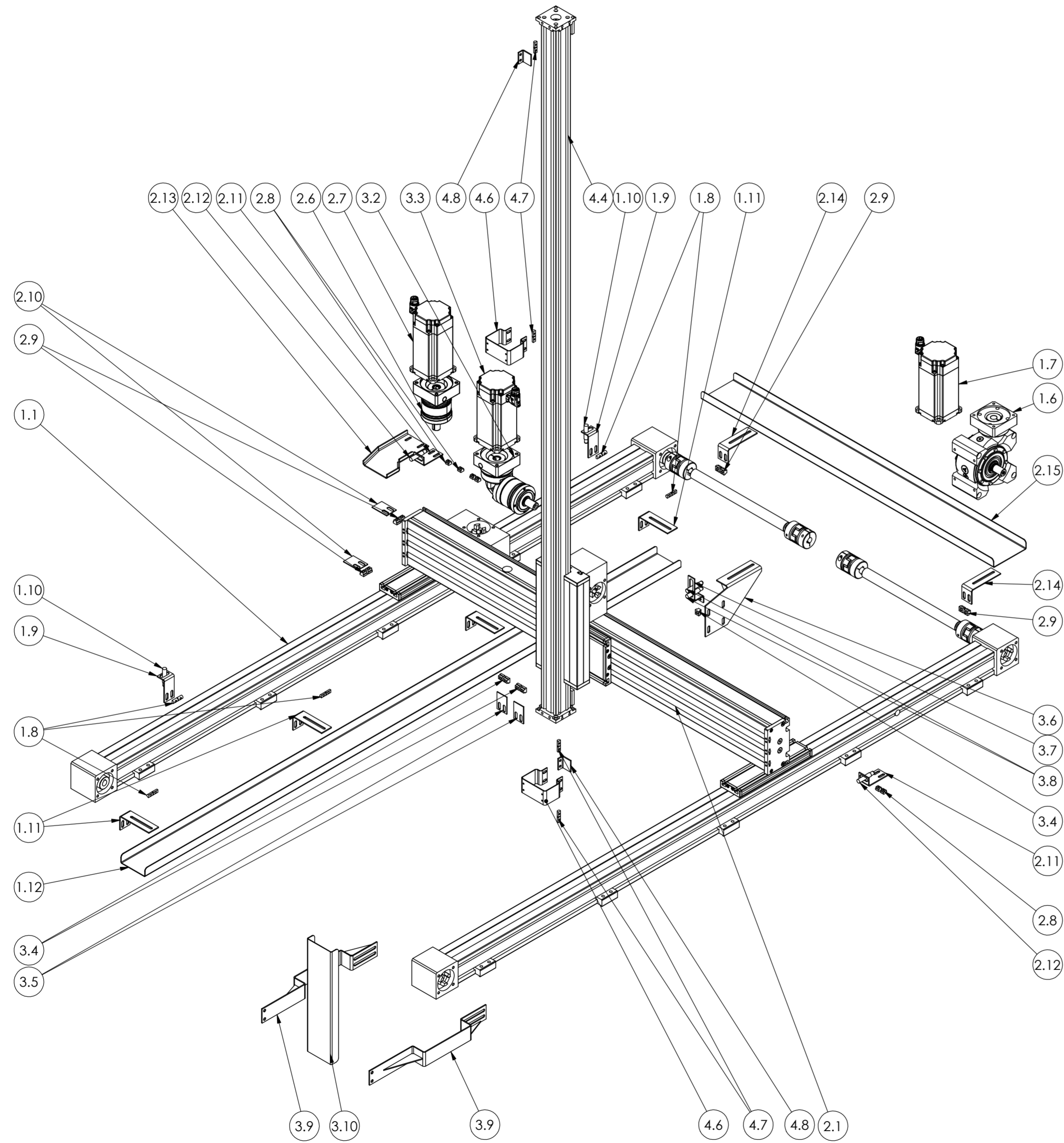
		Mode	Title/tag name	Test pulse	Increase capacitive loads
6		Q1	Robot (Single channel)	Without	Disabled
9		Q3 Q4	Robot (Dual channel) / Robot SALIDA CON REARDO	With	Disabled

Diagrama





10.3 Plano detallado del robot



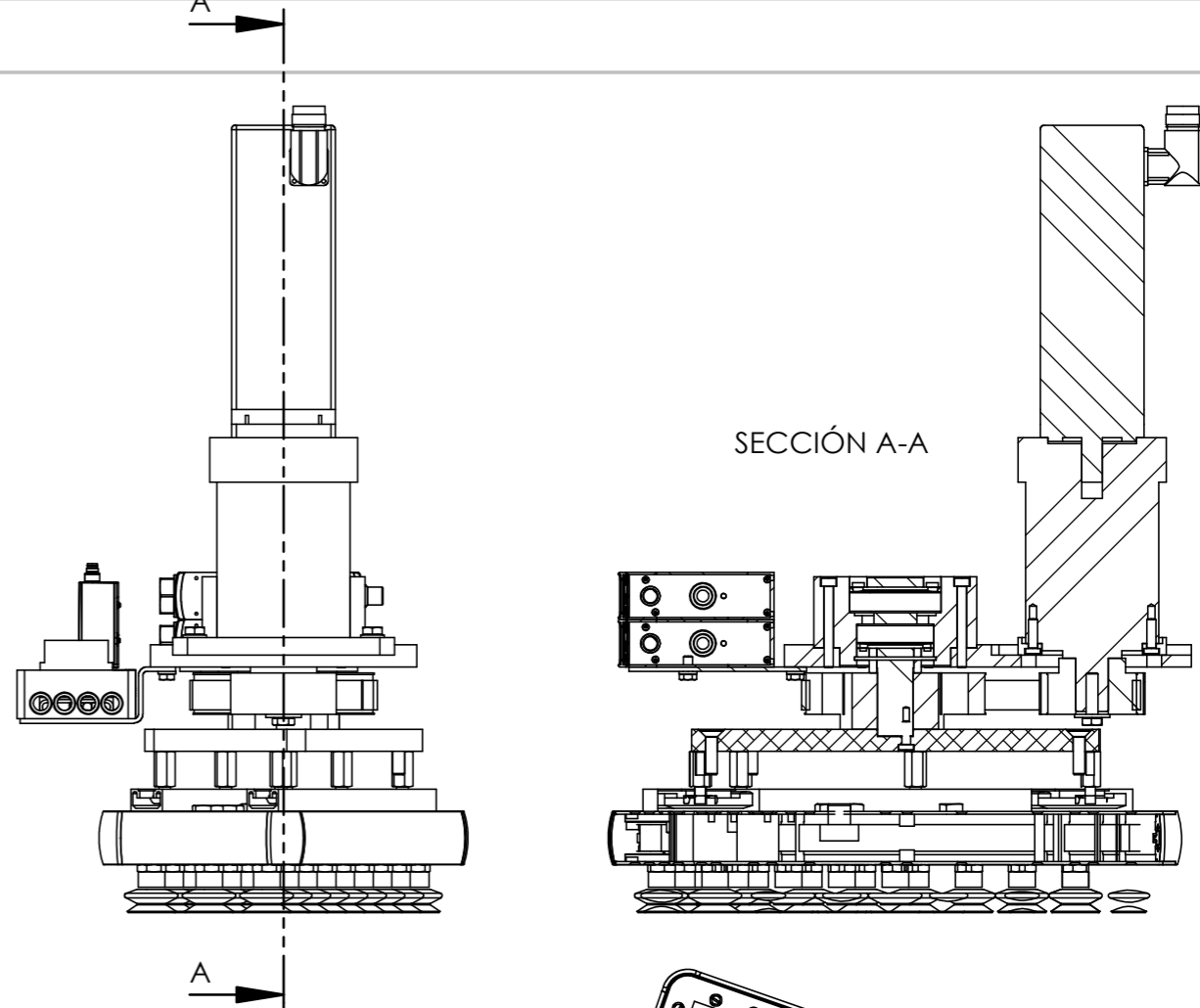
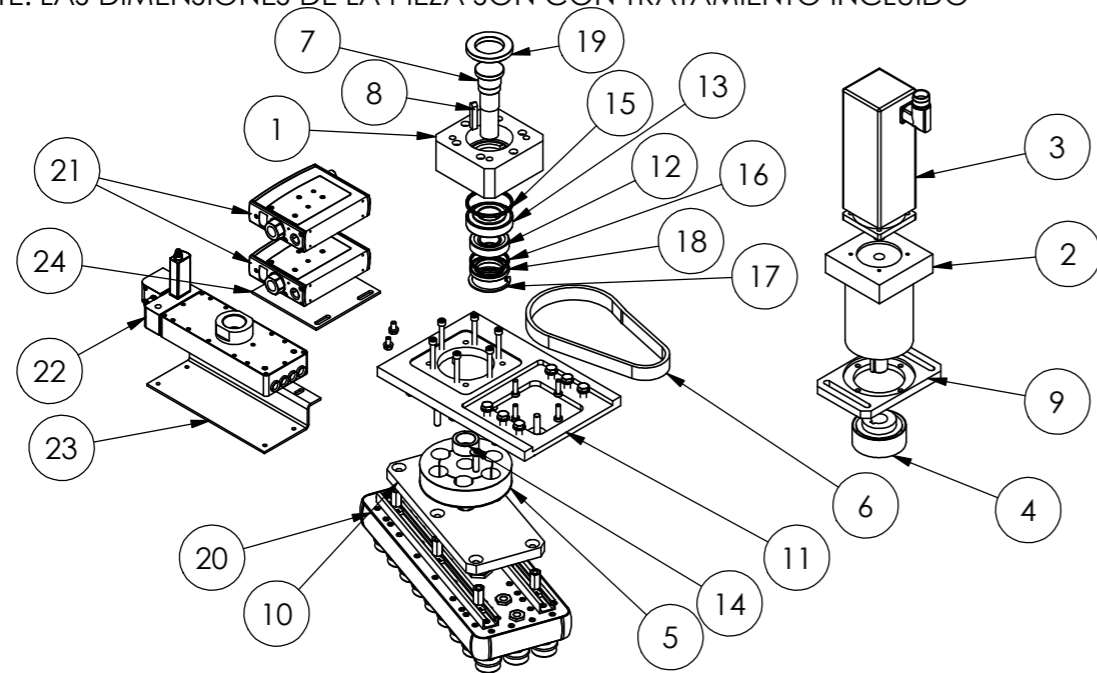
N.º DE ELEMENTO	PartNo	Descripción	CANT.
1.1		EJE X (S.1800mm)	1
1.6		Reductor CVS 050S-MF1-7-HE1-1K-0F0 Wittenstein	1
1.7	-	Motor DMS2-100-0060-45-B15MG1-Q000-0	1
1.8	02728	Tuerca semicircular M8 (2ud.)	6
1.9	00.000.0048.08	SOPORTE DETECTOR PTO.CERO M12 Largo Inox.	2
1.10	IME12-04BPOZQDSS52	Sensor inductivo M12 Sick	2
1.11	00.000.0233.120x50.40.3-lx	Soporte L 120x50 a.40 e.3 con cartela	4
1.12	00.000.0225-30x100x30x2-2200-lx	BANDEJA PORTACABLES U 30x100x30 Long.2200	1
2.1		EJE Y (S.1100mm)	1
2.6	PEI090000719V29	Reductor Planetario APEX PEI090 REL.7 JZ6 V29 - Brida P0411401701V29	1
2.7	-	Motor DMS2-100-0060-45-B15MG1-Q000-0	1
2.8	Elesa DIN508-8-M6-8	Tuerca en T M6 DIN-508	6
2.9		Tuerca en T M8 DIN-508	8
2.10	00.000.0057.01	CHAPA TOPE SENSOR	2
2.11	00.000.0048.09	SOPORTE DETECTOR PTO.CERO M12 Largo Inox. Col.7	2
2.12	IME12-04BPOZQDSS52	Sensor inductivo M12 Sick	2
2.13	00.000.0225.01-lx	Bandeja cadena-lx	1
2.14	00.000.0233.120x50.40.3-lx	Soporte L 120x50 a.40 e.3 con cartela	2
2.15	00.000.0225-30x135x30x2-1200-lx	BANDEJA PORTACABLES U 30x135x30 Long.1200	1
3.2	PEI090000519V29	REDUCTOR PLANETARIO 90º APEX PEI090 REL.5 J<10' Ø19 V29 - BRIDA P0411401701V29	1
3.3	-	Motor DMS2-100-0060-45-B15MG1-Q000-0	1
3.4		Tuerca en T M8 DIN-508	5
3.5	00.000.0057.01	CHAPA TOPE SENSOR	2
3.6	00.000.0226.01-lx	Escuadra soporte cadena - lx	1
3.7	00.000.0033.04	Soporte Z detector pto.cero M12	1
3.8	IME12-04BPOZQDSS52	Sensor inductivo M12 Sick	2
3.9	00.000.0231.02-lx	Soporte U cadena vertical pto.fijo	2
3.10	00.000.0225-30x100x30-400-lx	BANDEJA PORTACABLES U 30x100x30 Long.400	1
4.1		EJE Z (S.1900mm)	1
4.6	00.000.0231.01-lx	Soporte U a eje cadena vertical	2
4.7	02726	Tuerca semicircular M6 (2ud.)	6
4.8	00.000.0155.06	TOPE DETECTOR EN L	2

NOMBRE: ROBOT CARTESIANO 1800x1100x1900 N.º DE PIEZA: XYZ 1P 25KG 10BM		PROYECTO: N.º DE PROYECTO: PVE20-00788		
DIBUJ.: MJ Soriano Usuario 04/06/2020		CONJUNTO: N.º CONJUNTO:		
PLANO: Usuario 04/06/2020		MATERIAL: ACABADO: PESO: 464155.95		ESCALA: 1:10



10.4 Plano detallado del tool

IMPORTANTE: LAS DIMENSIONES DE LA PIEZA SON CON TRATAMIENTO INCLUIDO



N.º DE ELEMENTO	PartNo	Descripción	CANTIDAD
1	505.001.0003	BUJE EJE	1
2	PEI09005014V14 APEX	Reductor Planetario PEI080 REL.50 J<8' V14 - Brida P0411300901V14 - Para montar con motor KEBA DMS2-070-0024-60	1
3	-	MOTOR DMS2-070-0024-60-B15MG-Q000-1 KEBA	1
4	HTD 24-8M-20	POLEA HTD 8M-20 Z.24 EJE Ø22 A.38	1
5	HTD 48-8M-20	POLEA HTD 8M-20 Z.48 EJE Ø24 A.38 - Vacuada	1
6	-	CORREA HTD 560-8M-20	1
7	505.001.0004	EJE REDUCTOR	1
8	-	Chaveta 8x7x40 1ext. recto DIN-6885A	1
9	505.001.0002	PLETINA SOPORTE MOTOR	1
10	505.001.0005	PLACA SOPORTE VENTOSA	1
11	505.001.0001	PLETINA SOPORTE CONJUNTO	1
12		Rodamiento rodillos cónico 30205 Ø25	1
13		Rodamiento rodillos cónico 30206 Ø30	1
14	00.000.0046.352516,75	Casquillo Ø35/25 L.16,75	1
15	00.000.0046.625703,25	Casquillo Ø62/57 L.3,25	1
16	00.000.0046.524803,25	Casquillo Ø52/48 L.3,25	1
17		Anillo seger int. Ø52 DIN-472	1
18	35/52/6 D/L	RETEN Øi35/Øe52 e.6 Doble labio	1
19	38/62/7 D/L	RETEN Øi38/Øe62 e.7 Doble labio	1
20	MVG370X145Z05VSA33JKSP2191	Plano aspirante - Coval	1
21	LEM90X25SVAC15PG1	Vénturi - Coval	2
22	CMS90X50SVA	Vénturi Multietapas - Coval	1
23	00.000.0234.220.25x35x80.3	SopORTE en Z	1
24	00.000.0227.01-12012003-1x.	Chapa 120x120 e.3 Inox.	1

NOTAS:

N.º DE ELEMENTO	PartNo	Descripción	CANTIDAD
25		Arandela M6 Zn. DIN-125	7
26		ARANDELA PLANA M8 Zn DIN-125	6
27		Torn. Cab.Hex. M08x20 Zn DIN-933	6
28		Torn. Cab.Hex. M06x12 Zn DIN-933	7
29		Arandela M8 Zn DIN-9021	1
30		Torn. Cab.Hex. M08x30 Zn DIN-933	1
31		Torn.Allen Avellanado M8x30 DIN-7991	6
32		Tornillo Allen M6x20 Zn DIN-7984	4
33		Tornillo Allen M6x55 caña 8.8 Zn DIN-912	6
34		Tornillo Allen M6x16 Zn DIN-7984	3

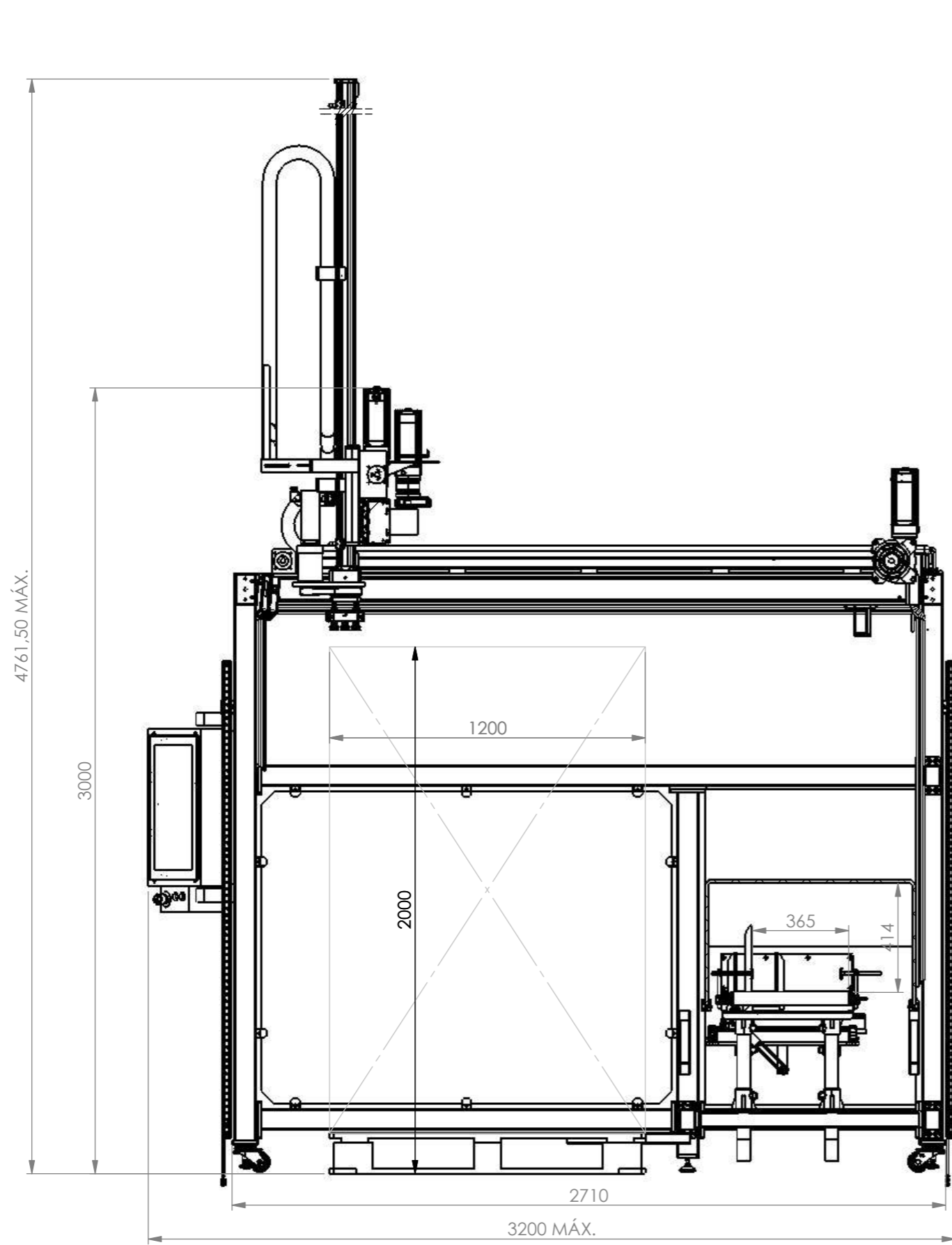
N8	N7
01-30	+/-0.1
31-60	+/-0.2
61-100	+/-0.3
101-250	+/-0.5
251-500	+/-0.8
501-	+/-1

NOMBRE: CUARTO EJE		PROYECTO: XYZ 1P 25KG 10BM	
N.º DE PIEZA: 505.001.C000		N.º DE PROYECTO: PVE20.00788	
DIBUJ. MJ Soriano	FECHA 26/09/2017	MATERIAL: -	CANTIDAD: -
PLANO. Usuario	FECHA 15/06/2020	ACABADO: -	PESO: 31149.55
CONJUNTO:		N.º CONJUNTO:	
ESCALA: 1:5		A3 HOJA 1 DE 1	

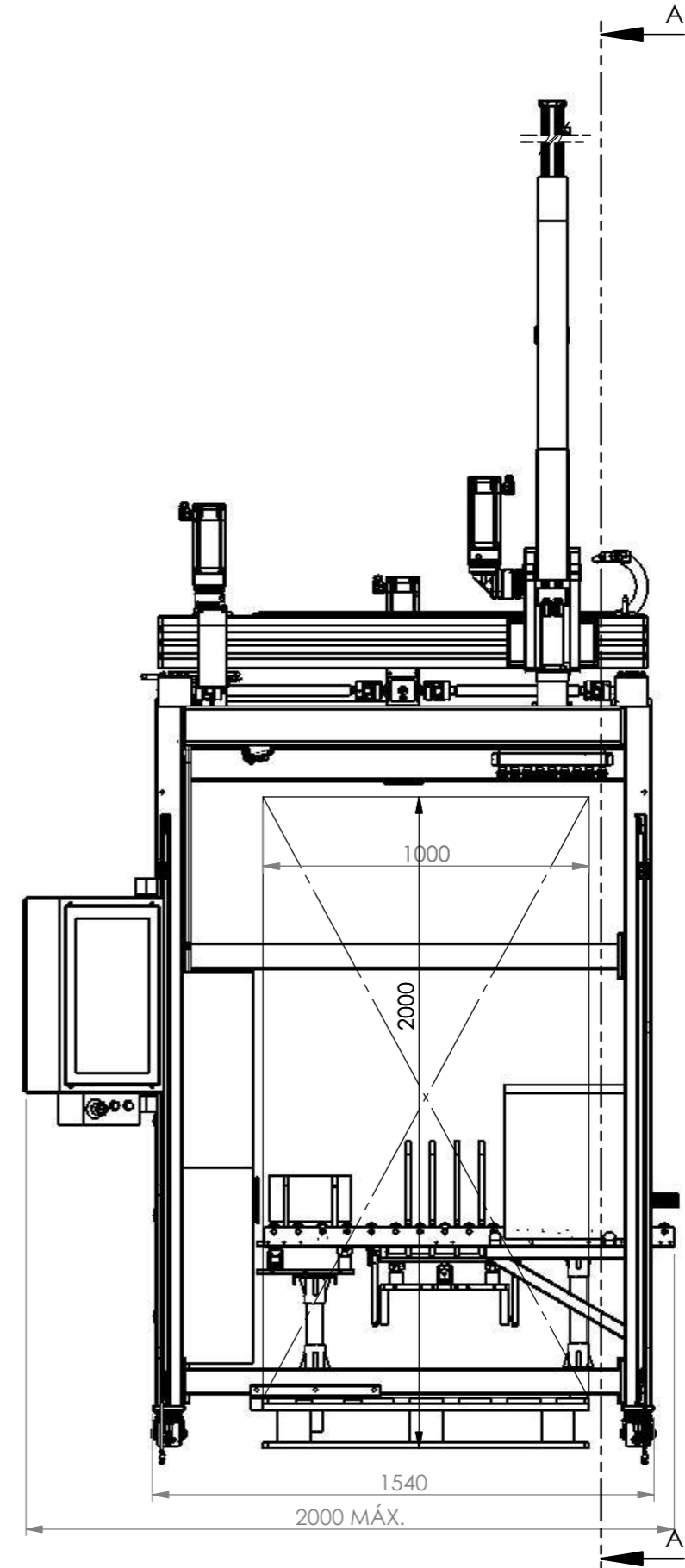




10.5 Plano detallado de la celda



SECCIÓN A-A



<table border="1"> <tr> <td>N8</td> <td>N7</td> </tr> <tr> <td colspan="2">DIFERENCIAS</td> </tr> <tr> <td>30</td> <td>+/-0.1</td> </tr> <tr> <td>31</td> <td>+/-0.2</td> </tr> <tr> <td>61</td> <td>+/-0.3</td> </tr> <tr> <td>101-250</td> <td>+/-0.5</td> </tr> <tr> <td>251-500</td> <td>+/-0.8</td> </tr> <tr> <td>501-</td> <td>+/-1</td> </tr> </table>	N8	N7	DIFERENCIAS		30	+/-0.1	31	+/-0.2	61	+/-0.3	101-250	+/-0.5	251-500	+/-0.8	501-	+/-1	NOMBRE: ESTACIÓN PALETIZADORA N.º DE PIEZA: XYZ 1P 25KG 10BM		PROYECTO: PANADERIA TOÑITO N.º DE PROYECTO:																									
	N8	N7																																										
DIFERENCIAS																																												
30	+/-0.1																																											
31	+/-0.2																																											
61	+/-0.3																																											
101-250	+/-0.5																																											
251-500	+/-0.8																																											
501-	+/-1																																											
<table border="1"> <tr> <td>DIBUJ.</td> <td>MJ Soriano</td> <td>FECHA</td> <td>30/03/2020</td> <td>MATERIAL:</td> <td></td> <td>CANTIDAD:</td> <td></td> <td>CONJUNTO:</td> <td></td> </tr> <tr> <td></td> <td>Usuario</td> <td></td> <td>05/05/2020</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td>Nº CONJUNTO:</td> <td></td> </tr> <tr> <td>PLANO.</td> <td>MJ Soriano</td> <td></td> <td>05/05/2020</td> <td>ACABADO:</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td></td> <td>Usuario</td> <td></td> <td>05/05/2020</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </table>	DIBUJ.	MJ Soriano	FECHA	30/03/2020	MATERIAL:		CANTIDAD:		CONJUNTO:			Usuario		05/05/2020					Nº CONJUNTO:		PLANO.	MJ Soriano		05/05/2020	ACABADO:							Usuario		05/05/2020							PESO:		ESCALA: 1:20	
DIBUJ.	MJ Soriano	FECHA	30/03/2020	MATERIAL:		CANTIDAD:		CONJUNTO:																																				
	Usuario		05/05/2020					Nº CONJUNTO:																																				
PLANO.	MJ Soriano		05/05/2020	ACABADO:																																								
	Usuario		05/05/2020																																									



10.6 Esquemas eléctricos

Índice de páginas

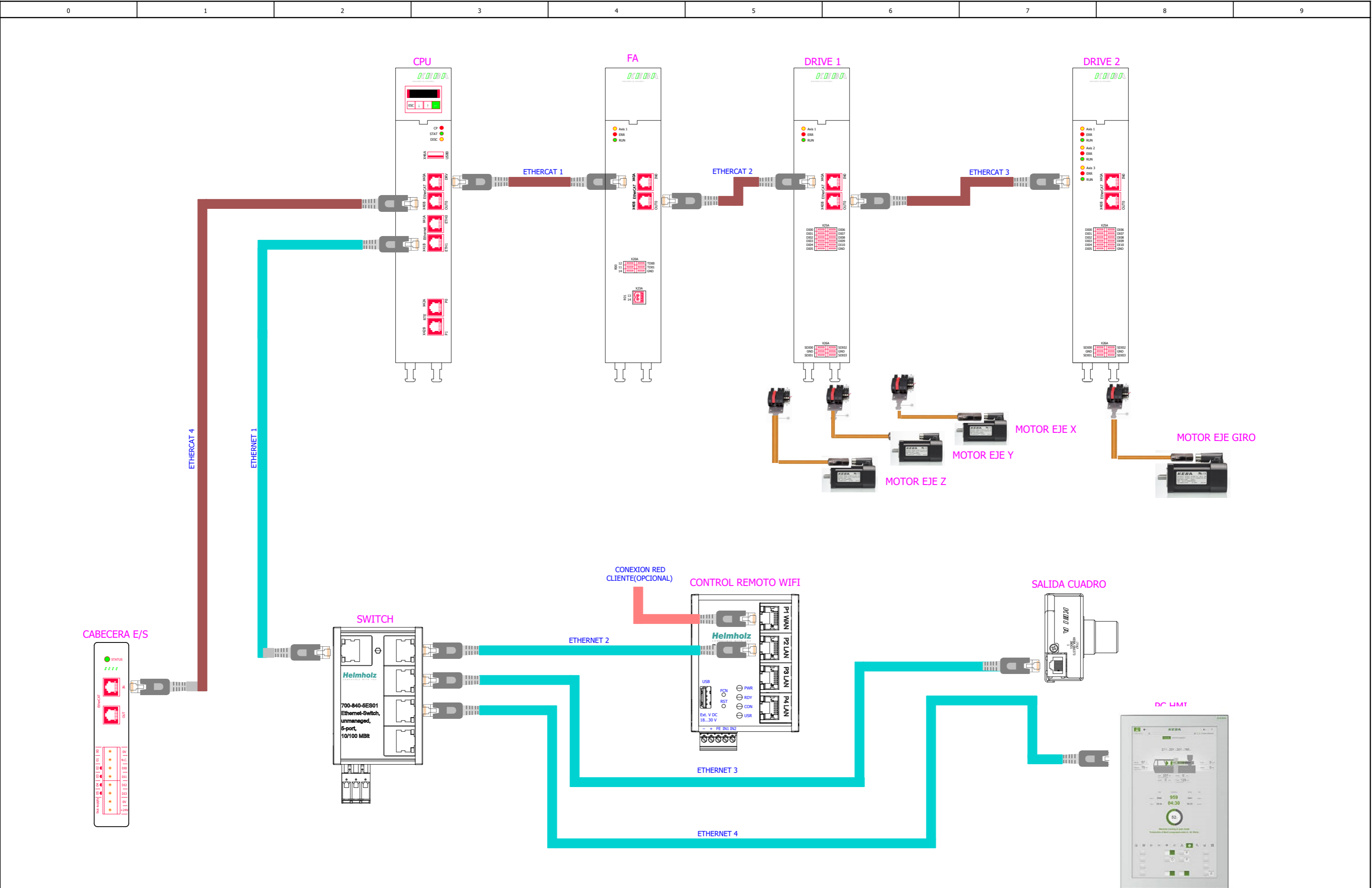
F06_002

Instalación	Lugar de montaje	Página	Descripción de página	Campo adicional de página	Fecha	Responsable
CA1	EAA	1	Hoja de título		01/04/2020	ABELC
	EAA	2	Índice de páginas : =CA1+EAA/1 - =CA1+EAA/36		11/08/2020	DPT TÉCNICO
	EAA	2.a	Índice de páginas : =CA1+EAA/37 - =CA1+EAA/64		11/08/2020	DPT TÉCNICO
	EAA	12	LAYOUT COMUNICACION		11/08/2020	DPT TÉCNICO
	EAA	13	POTENCIA		11/08/2020	DPT TÉCNICO
	EAA	14	DISTRIBUIDOR ALIMENTACION		31/05/2020	ABELC
	EAA	15	SWITCH		26/04/2020	ABELC
	EAA	16	REX200 WIFI		11/08/2020	DPT TÉCNICO
	EAA	17	PC		11/08/2020	DPT TÉCNICO
	EAA	18	MANIOBRA SEGURIDAD		11/08/2020	DPT TÉCNICO
	EAA	19	MODULO SEGURIDAD		11/08/2020	DPT TÉCNICO
	EAA	20	LAYOUT DRIVERS		11/08/2020	DPT TÉCNICO
	EAA	21	CONEXIÓN ENTRE DRIVES BUSBAR		11/08/2020	DPT TÉCNICO
	EAA	22	LAYOUT DE COMUNICACION DE LOS DRIVERS		11/08/2020	DPT TÉCNICO
	EAA	23	CPU		02/05/2020	ABELC
	EAA	24	FUENTE DE ALIMENTACIÓN		11/08/2020	DPT TÉCNICO
	EAA	25	DRIVE 1		11/08/2020	DPT TÉCNICO
	EAA	26	MOTORES		26/04/2020	ABELC
	EAA	27	DRIVE 2		11/08/2020	DPT TÉCNICO
	EAA	28	MOTORES		26/04/2020	ABELC
	EAA	29	ENTRADAS DRIVE		10/05/2020	ABELC
	EAA	30	LAYOUT TARJETAS		11/08/2020	DPT TÉCNICO
	EAA	31	A0 INPUTS		11/08/2020	DPT TÉCNICO
	EAA	32	A1 INPUTS		11/08/2020	DPT TÉCNICO
EAA	33	A2 INPUTS		11/08/2020	DPT TÉCNICO	
EAA	34	A1 OUTPUTS(CONTACTOS)		31/05/2020	ABELC	
EAA	35	A1 RELÉ		31/05/2020	ABELC	
EAA	36	A1 OUTPUTS(MANIOBRA)		11/08/2020	DPT TÉCNICO	

1

2.a

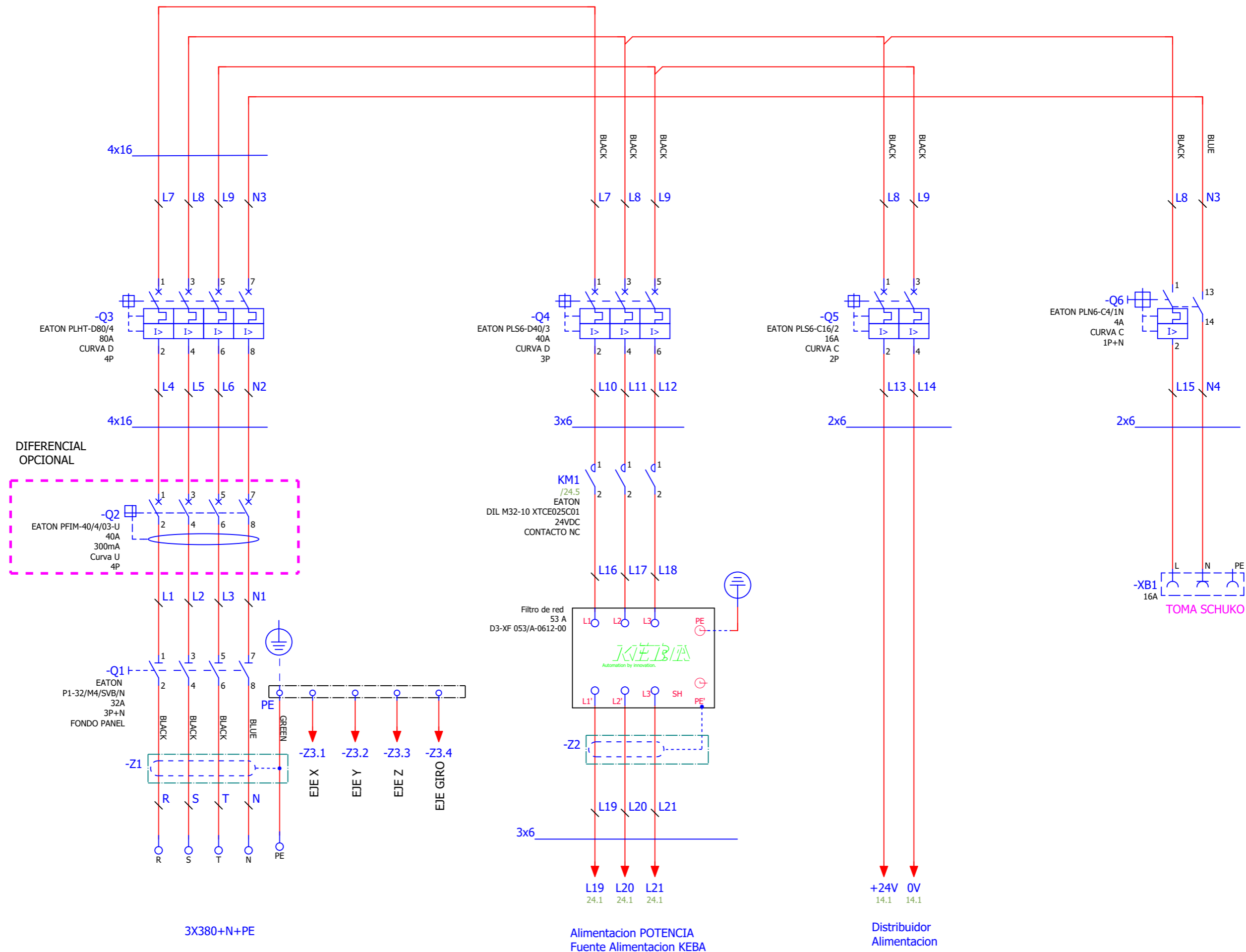
			Fecha	11/08/2020	INTRA AUTOMATION	Índice de páginas : =CA1+EAA/1 - =CA1+EAA/36	= CA1 + EAA	TOÑITO	Hoja 2 Página 2 / 40
			Resp.	DPT TÉCNICO					
			Probado	Paletizado Cajas					
Cambio	Fecha	Nombre	Original		Sustitución por	Sustituido por			

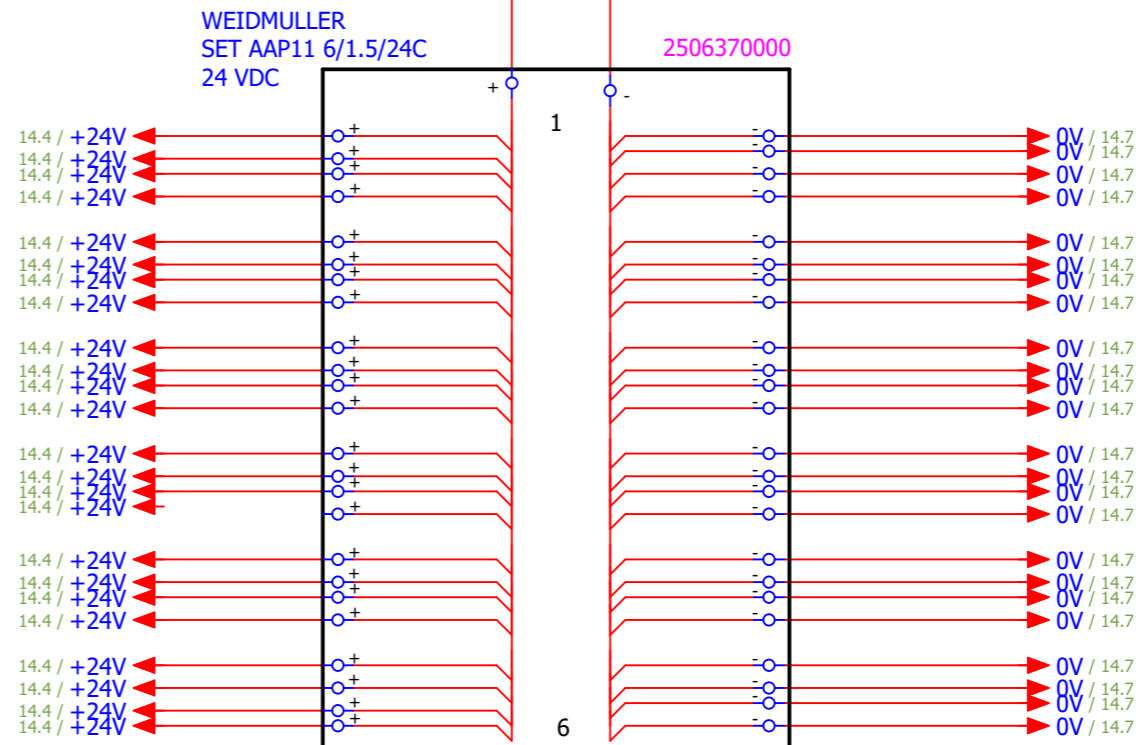
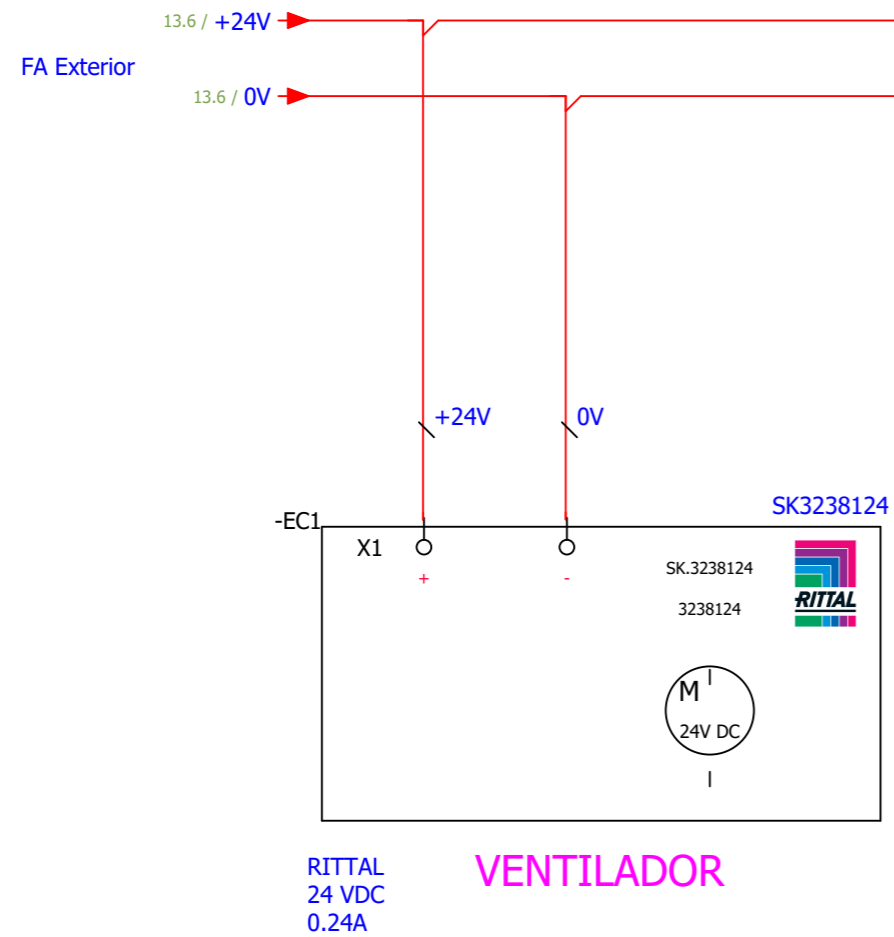


2.a

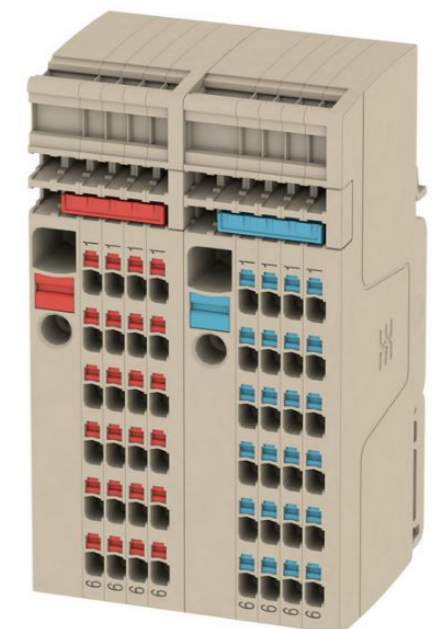
Proyecto	TOÑITO	 RONDA AUGUSTE Y LOUIS LUMIÈRE, 45 NAVE 3 46980 PARQUE TECNOLÓGICO DE PATERNA VALENCIA (ESPAÑA)	Paletizado Cajas	EPLAN Software & Service	LAYOUT COMUNICACION	= CA1
Nº proyec.	TOÑITO			Proyecto de esquema	Hoja 12 Página 4 / 40	
Fecha	11/08/2020					
Resp.	DPT TÉCNICO					

13



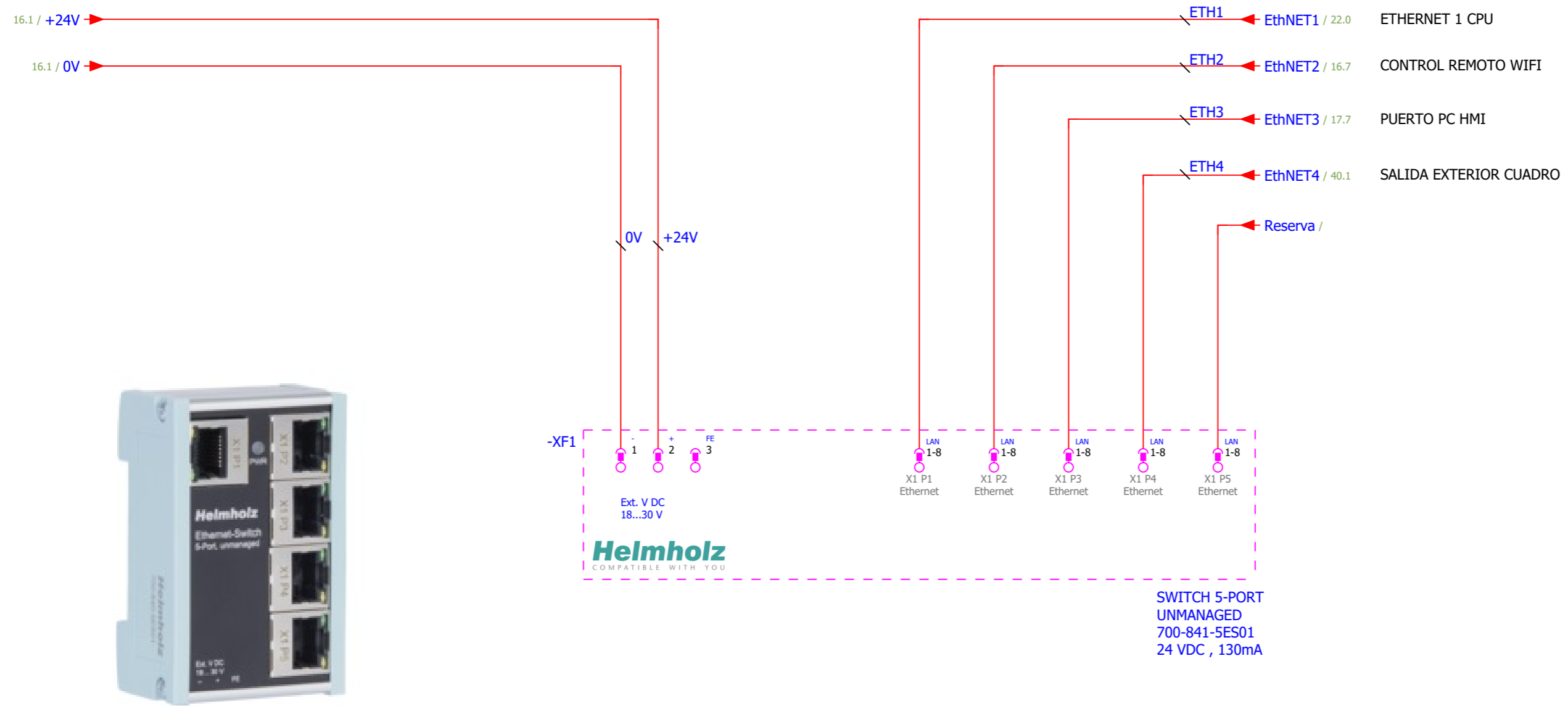


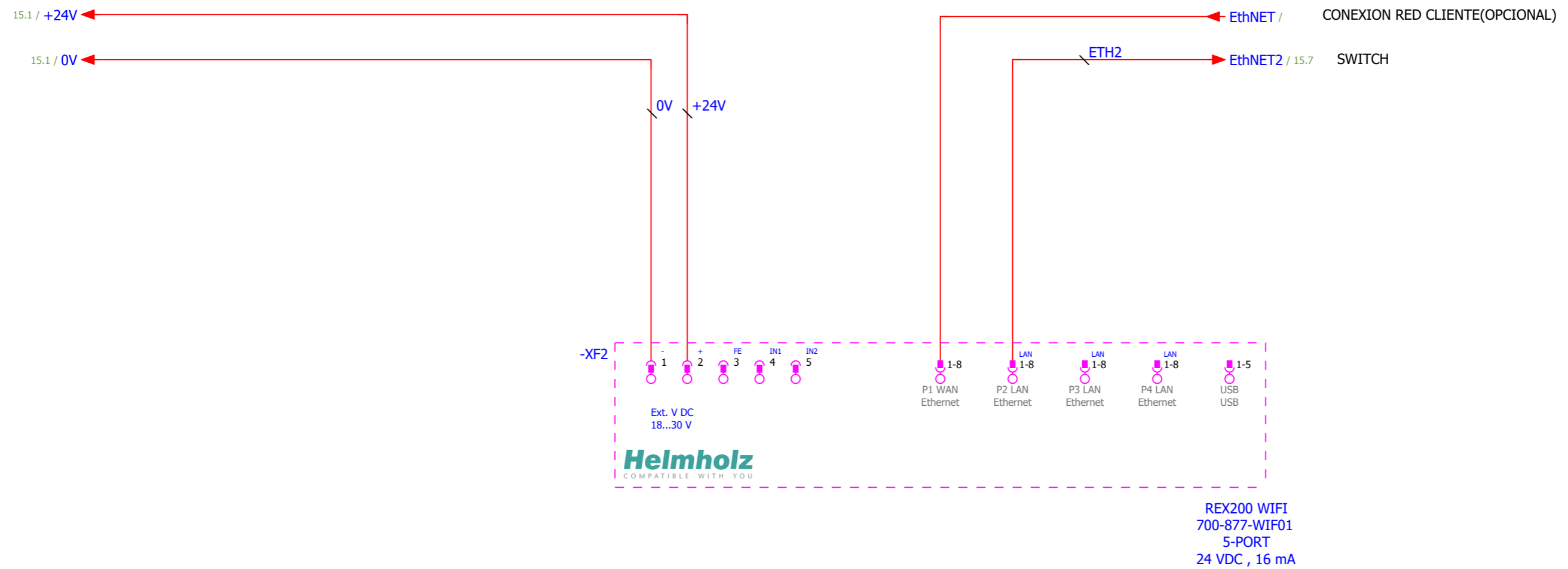
DISTRIBUIDOR



VENTILADOR

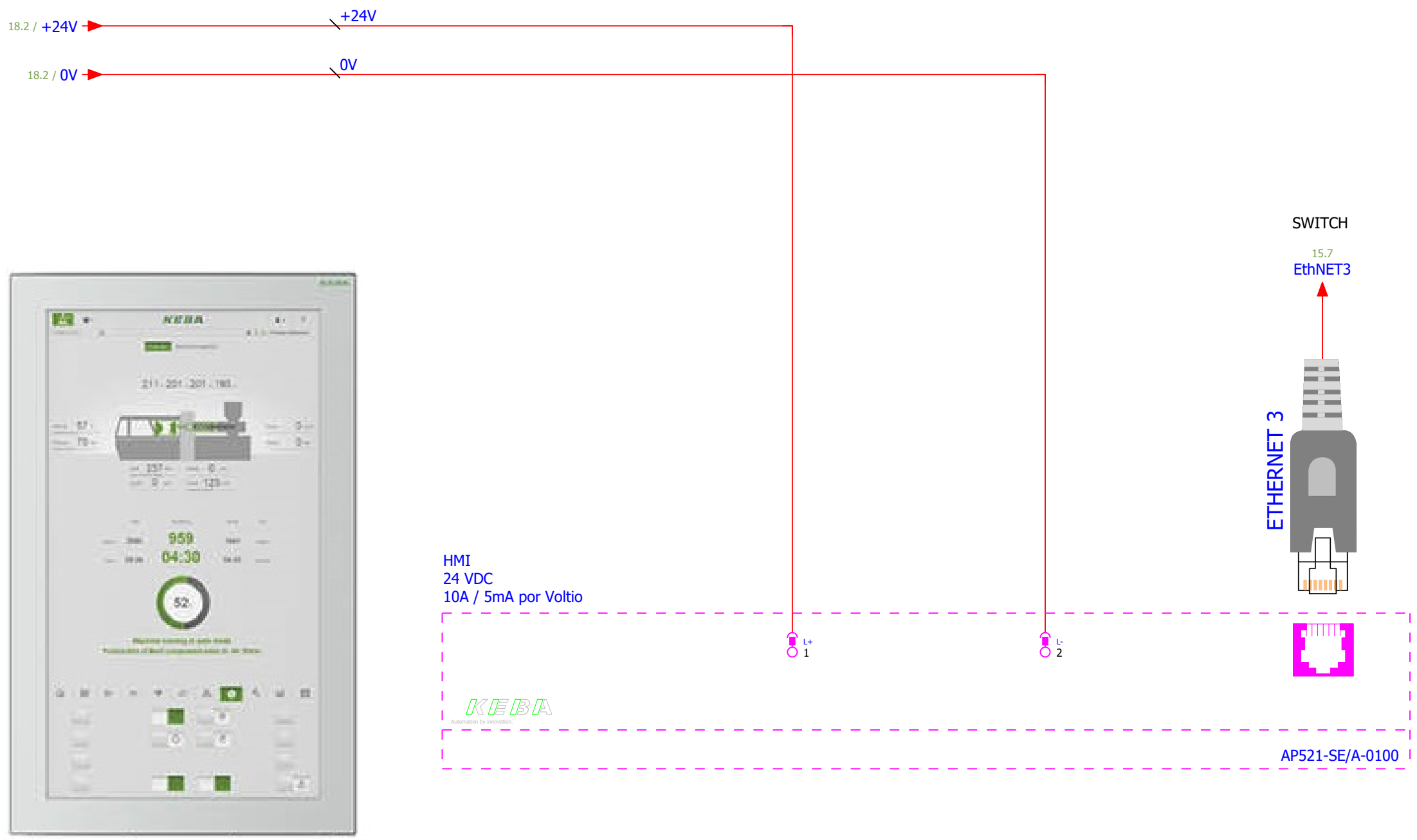






The REX 200 routers are designed for operati

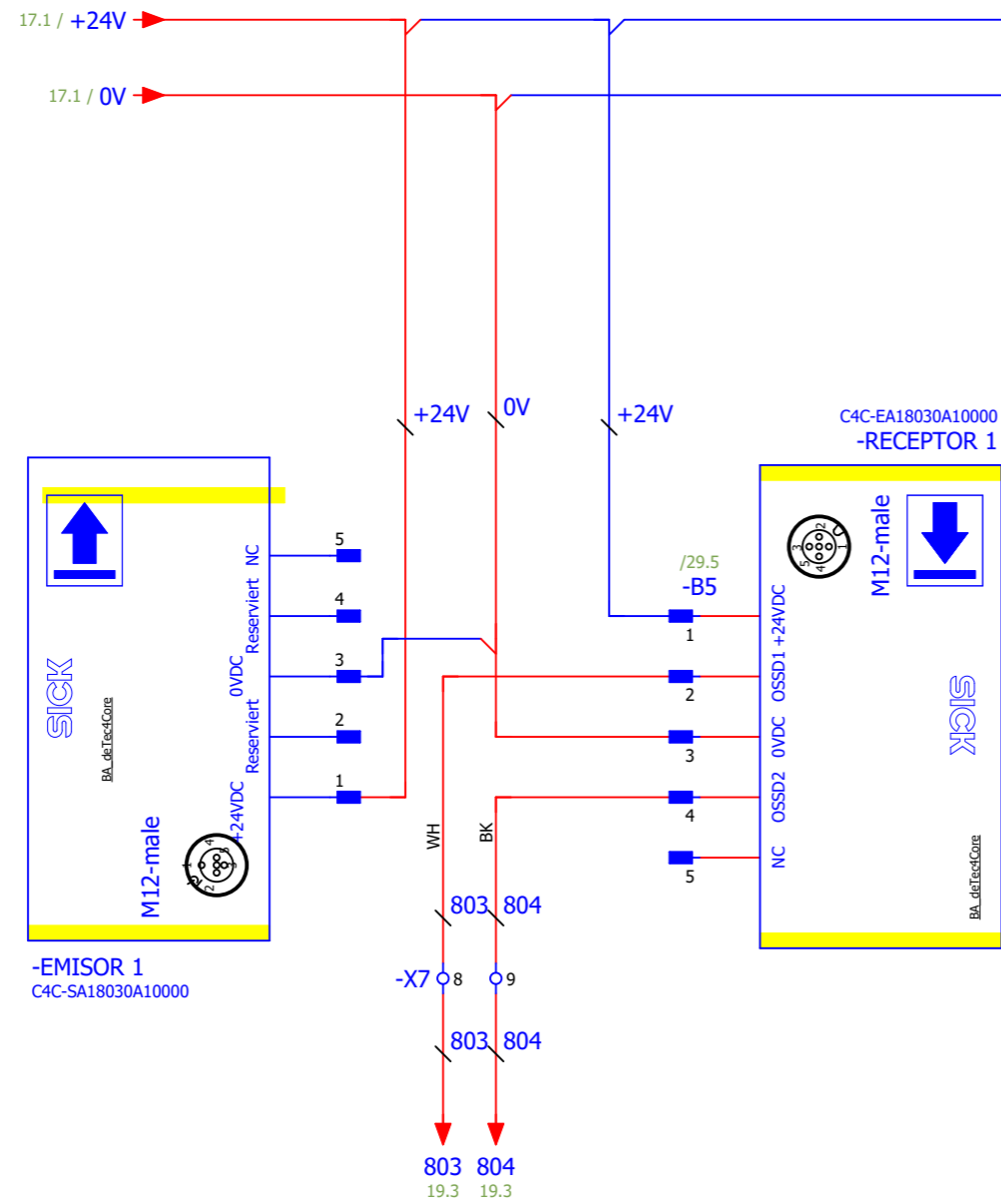
Proyecto	TOÑITO	 RONDA AUGUSTE Y LOUIS LUMIÈRE, 45 NAVE 3 46980 PARQUE TECNOLÓGICO DE PATERNA VALENCIA (ESPAÑA)	Paletizado Cajas	EPLAN Software & Service	REX200 WIFI	= CA1	
Nº proyec.	TOÑITO					+ EAA	
Fecha	11/08/2020					Proyecto de esquema	Hoja 16
Resp.	DPT TÉCNICO						Página 8 / 40



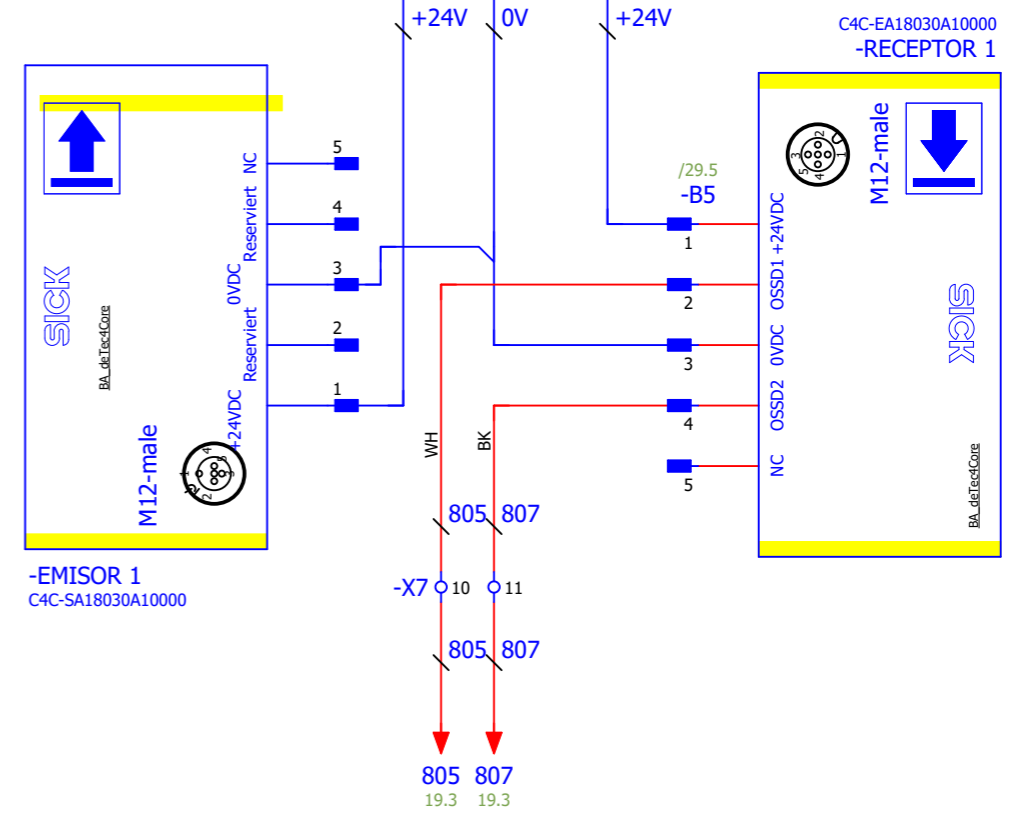
NOTA: Es necesario insertar una Compact Flash
Ref: XC340/A

552x343x70 mm (21.5")
Default IP: 192.168.100.XXX
Codesys RunTime

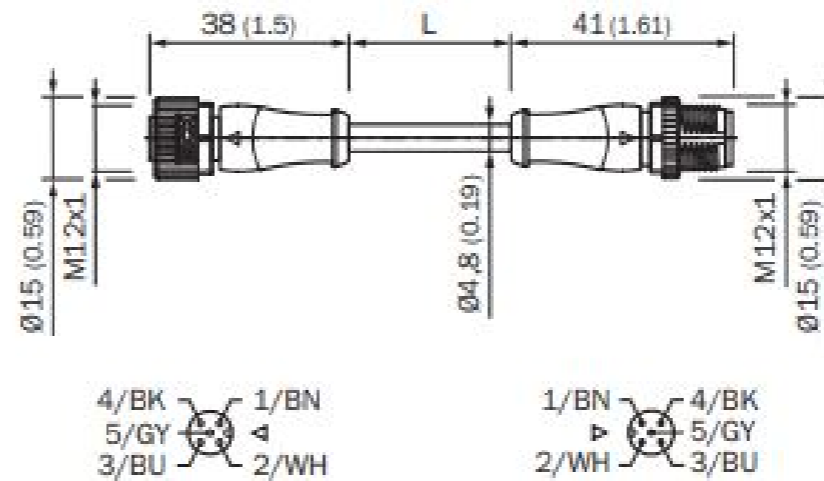
			Fecha	11/08/2020	INTRA AUTOMATION			PC	= CA1	
			Resp.	DPT TÉCNICO					+ EAA	
			Probado		Paletizado Cajas					
Cambio	Fecha	Nombre	Original		Sustituido por	Sustituido por			TOÑITO	Hoja 17
										Página 9 / 40

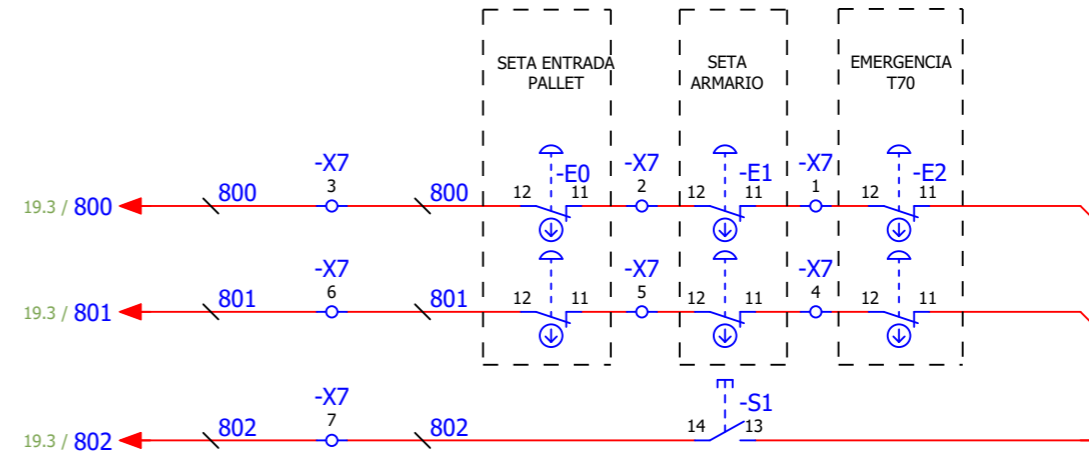
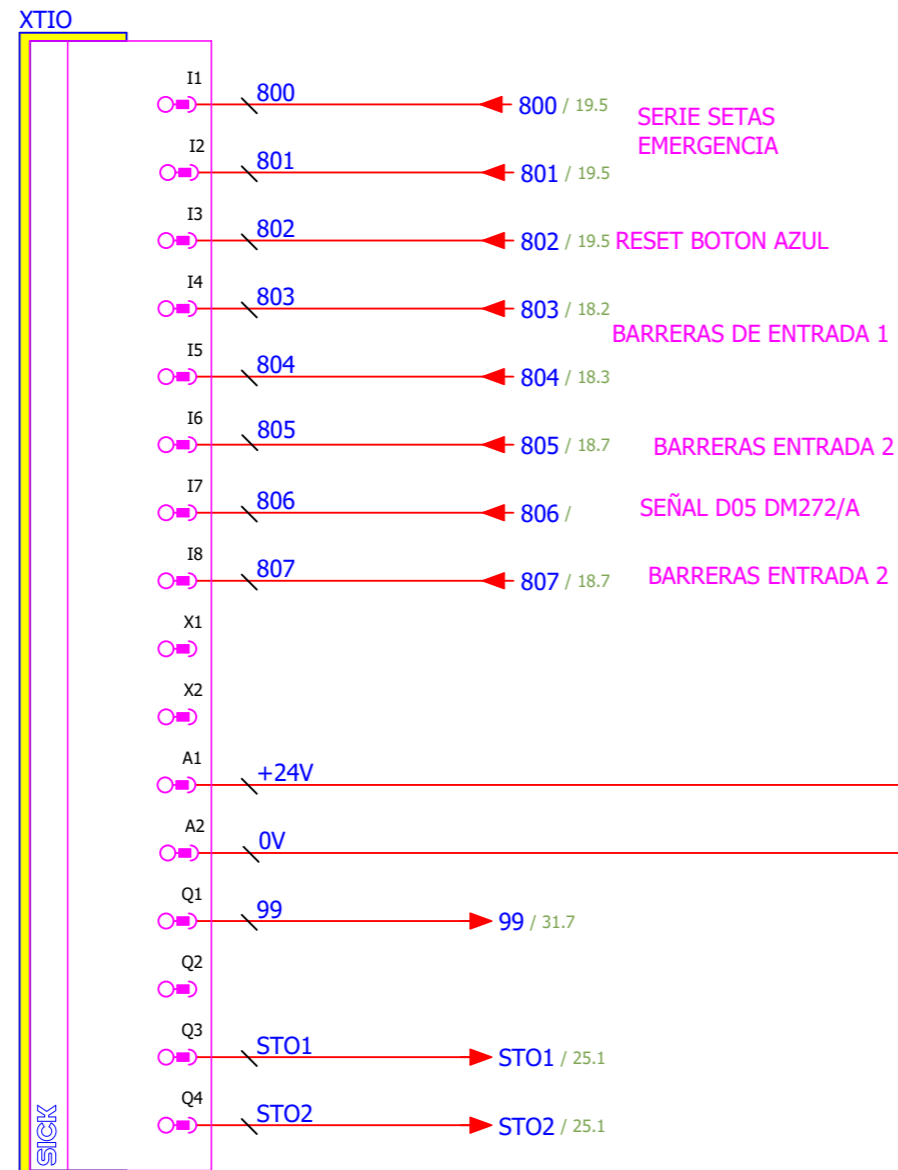
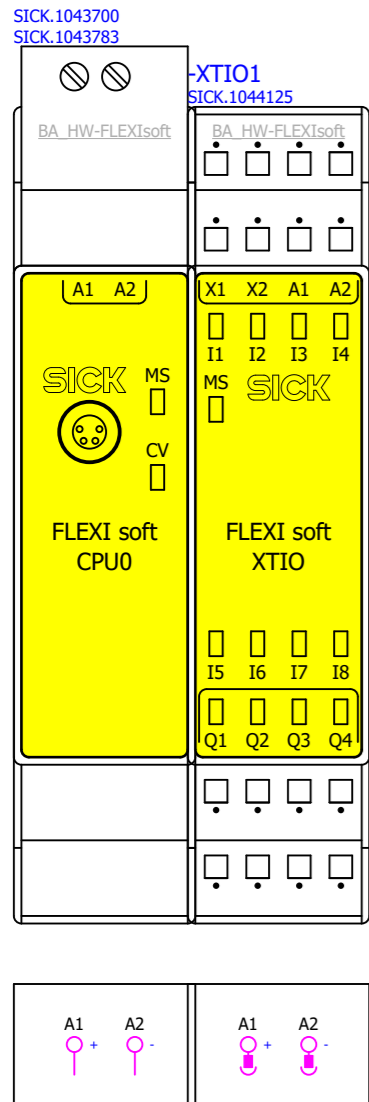


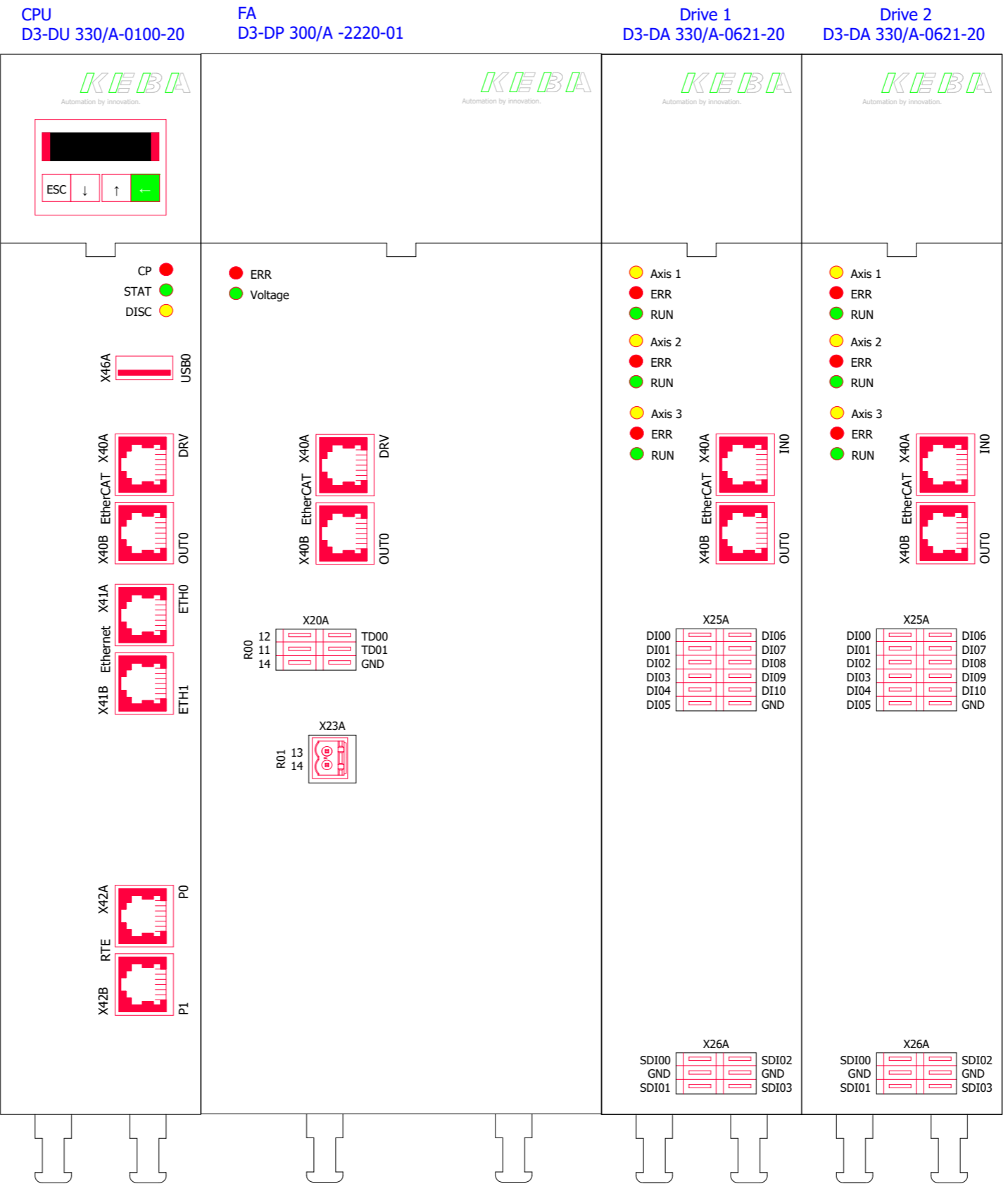
BARRERAS DE ENTRADA 1

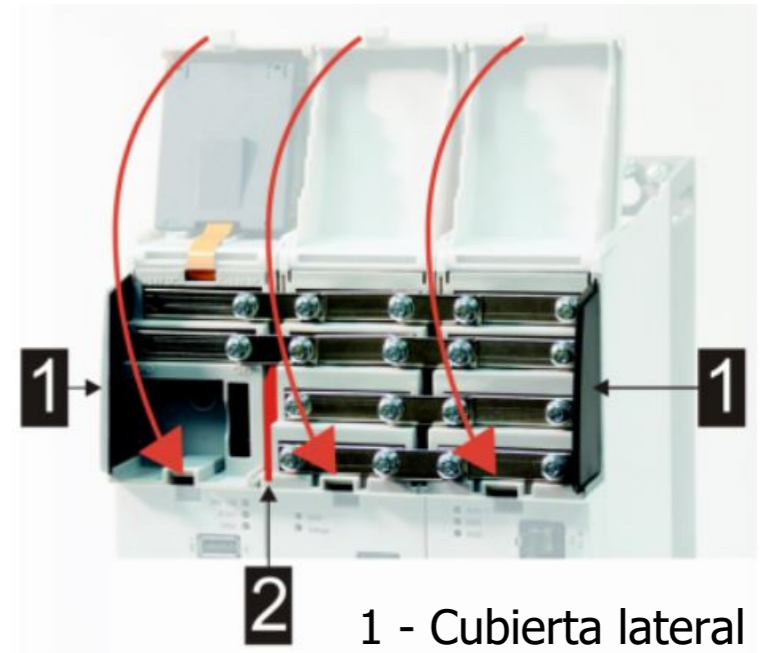
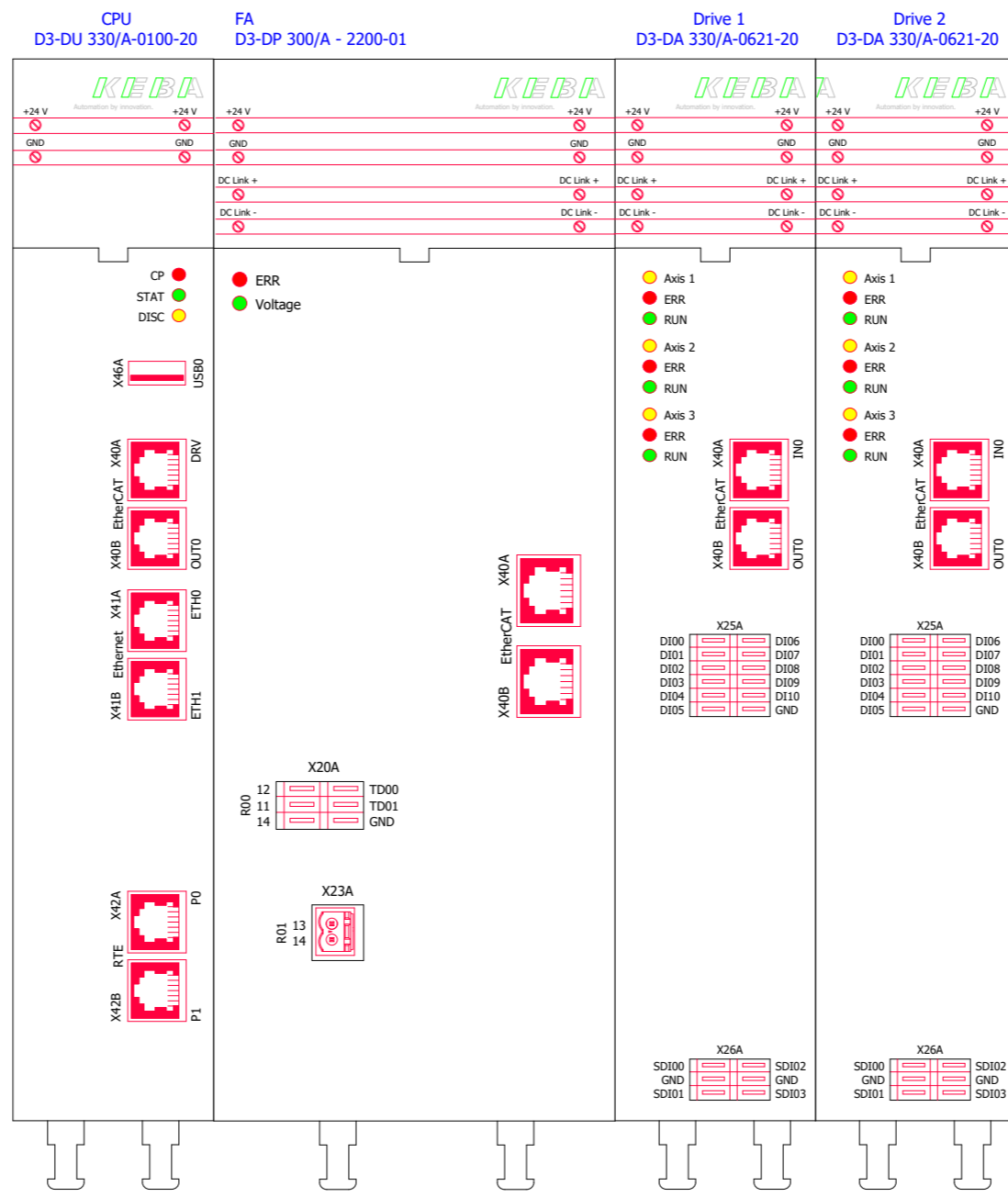


BARRERAS DE ENTRADA 2

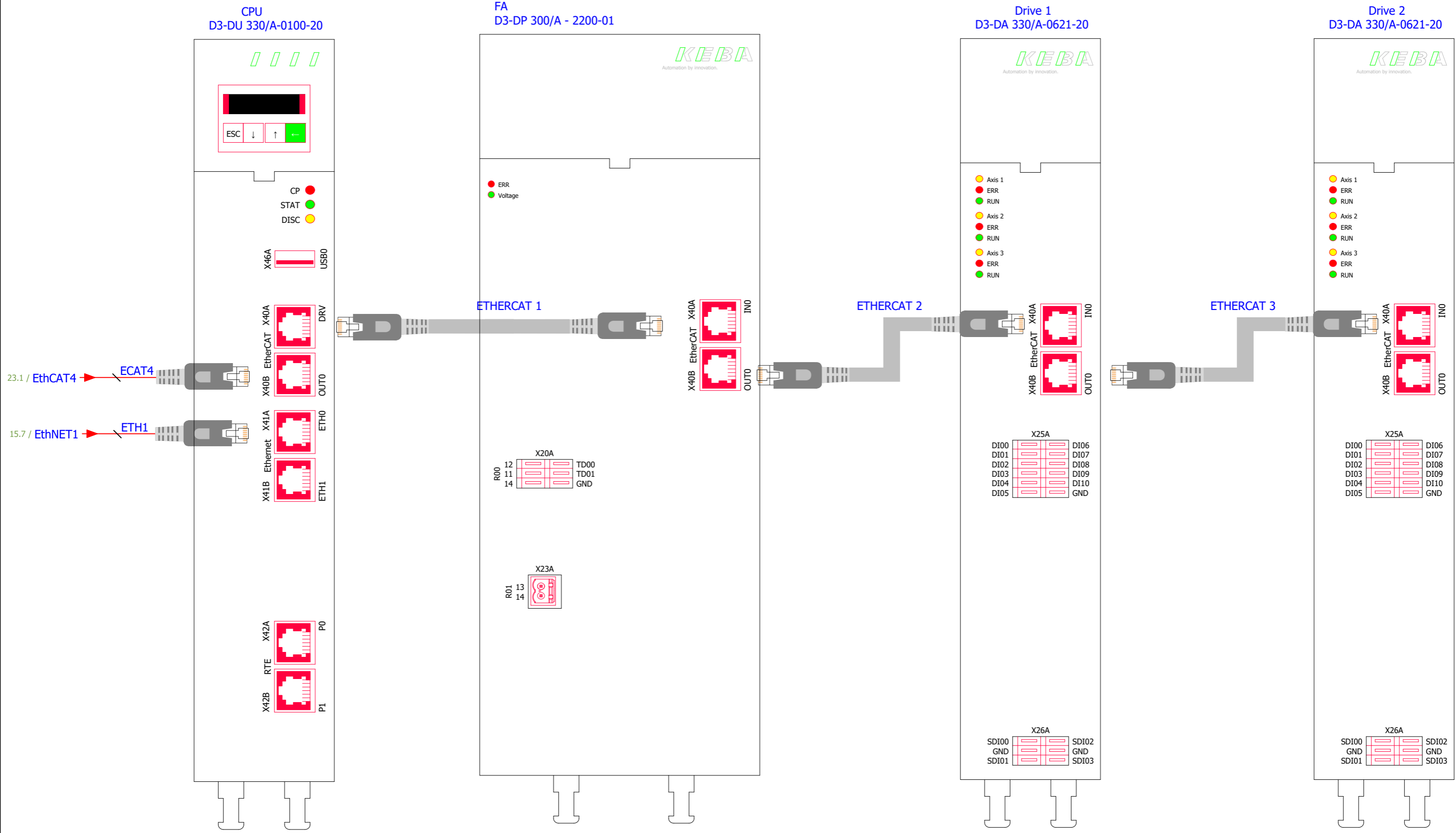








1 - Cubierta lateral
2 - Barrera



Proyecto	TOÑITO
Nº proyec.	TOÑITO
Fecha	11/08/2020
Resp.	DPT TÉCNICO

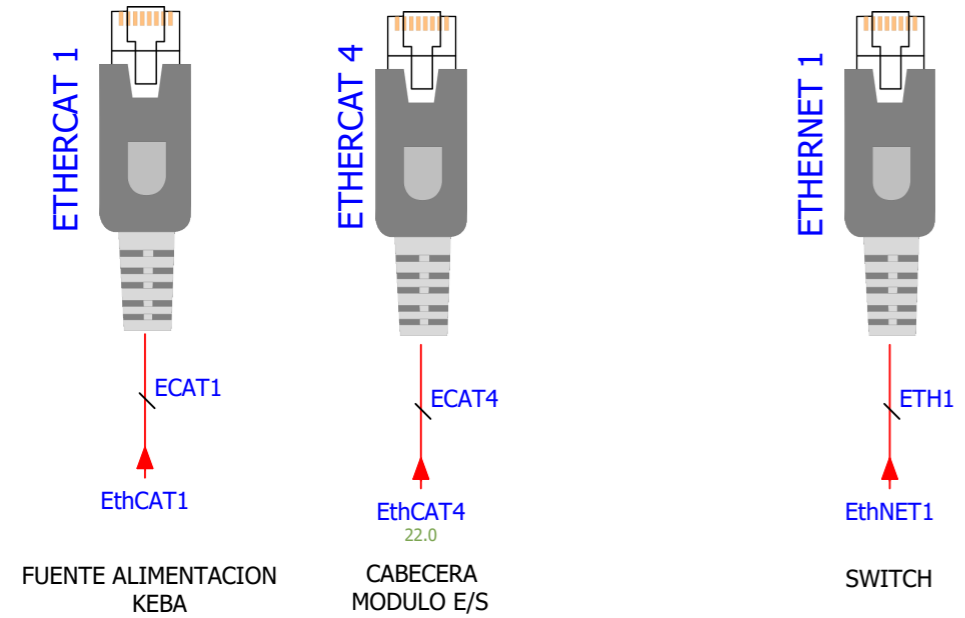
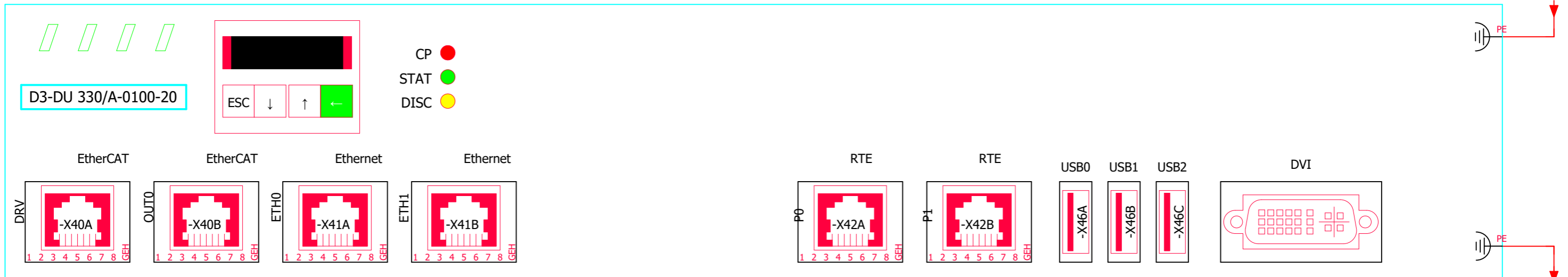
INTRA AUTOMATION
 Ronda Auguste y Louis Lumière, 45 Nave 3
 46980 Parque Tecnológico de Paterna
 Valencia (España)

Paletizado Cajas

EPLAN Software & Service

LAYOUT DE COMUNICACION DE LOS DRIVERS

= CA1	
+ EAA	
Proyecto de esquema	Hoja 22
	Página 14 / 40



***ESTADO DE LOS LEDS**

LED red (ERR)	Error status supply module (flashing code)
LED green (Voltage)	Status mains supply present

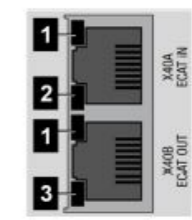


Fig. 4-7: EtherCAT connections (X40A / X40B)

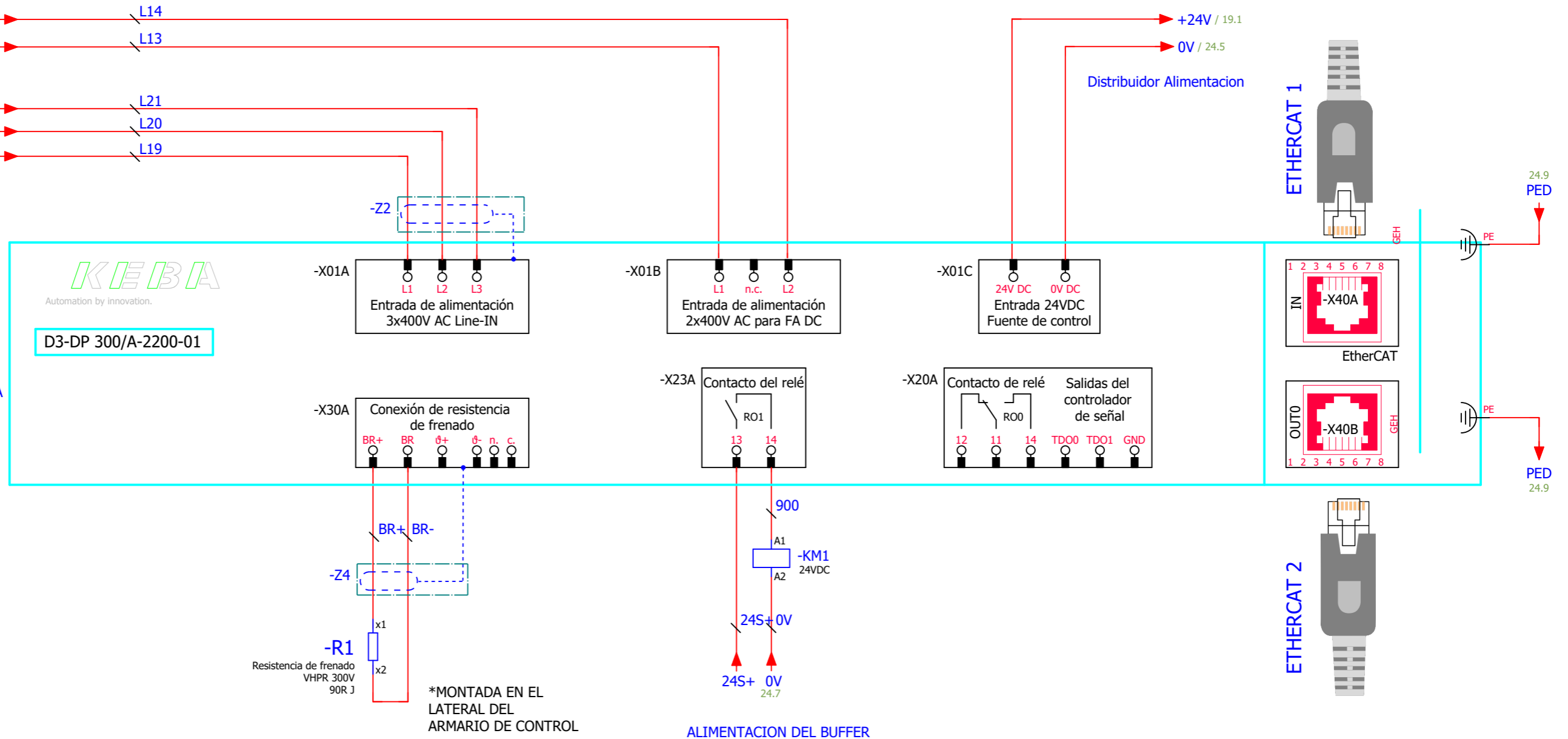
1 ... Link/Activity LED	2 ... RUN LED
2 ... ERR LED	

Link/Activity LED

Indication	Meaning
Dark	No connection
Green flashing	Transmission of data

Procesador: Intel Atom E660 1.3 GHz
 Intel Atom E3845 1.9 GHz
 Safety Control: Ninguno
 Ventilacion: Interna
 Interfaz Master: Ninguna
 Interfaz Slave: RT Ethernet Slave
 E/S Seguridad: Ninguna

Alimentación: 3x230 - 480 VAC
 Ventilación: Interna
 Potencia: 10 kW
 Tamaño: Pequeño
 Alimentación Control: 24VDC, 20A
 Resistencia Frenado : Externa



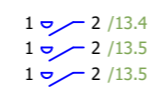
*MONTADA EN EL LATERAL DEL ARMARIO DE CONTROL

ALIMENTACION DEL BUFFER

*ESTADO DE LOS LEDS

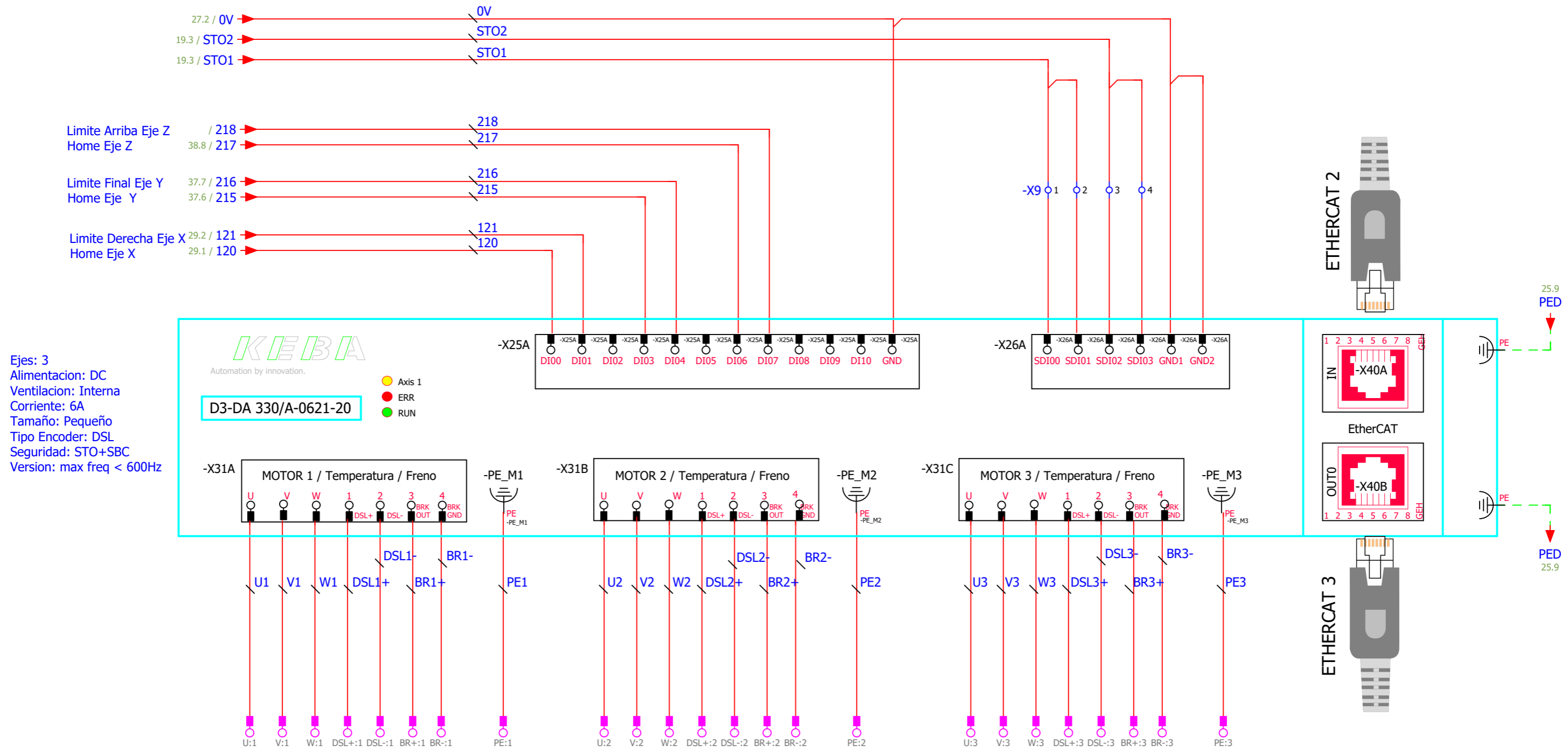
Technical data

Used at voltage:	230 V AC	400 V Ac	480 V AC
Rated power:	300 W	259 W	168 W
Resistor:	90 Ω ±5 %		
Ambient temperature during operation:	-55 °C to +70 °C		
Relative humidity during operation:	0 % to 95 %		
Insulation resistance:	≥ 20 MΩ		
Electric strength:	3,000 V AC for 60 s		
Short time overload:	1,000 % of rated power for 5 s		
Rated voltage lead wire:	UL758		
Max. single load energy value:	16 kW		
IP code:	IP54		
Weight:	0.7 kg		
Order number:	96744		



LED yel-low	LED red	LED green		State axis
		long (0,8 s)	long (0,8 s) ¹⁾ / short (0,4 s) ²⁾	
On	On	On	-	Restart / starting or loading firmware update
-	-	-	-	Self initialization during device start up
-	Off	1 x	1 x	Not ready (to switch on)
-	Off	2 x	2 x	Switch on disabled
-	Off	3 x	3 x	Axis ready (Ready to switch on)
-	Off	4 x	4 x	Axis switched on
-	Off	5 x	5 x	Operation enabled
-	Off	6 x	6 x	Quickstop
-	Error code	7 x	7 x	Fault reaction active
-	Error code	8 x	8 x	Error

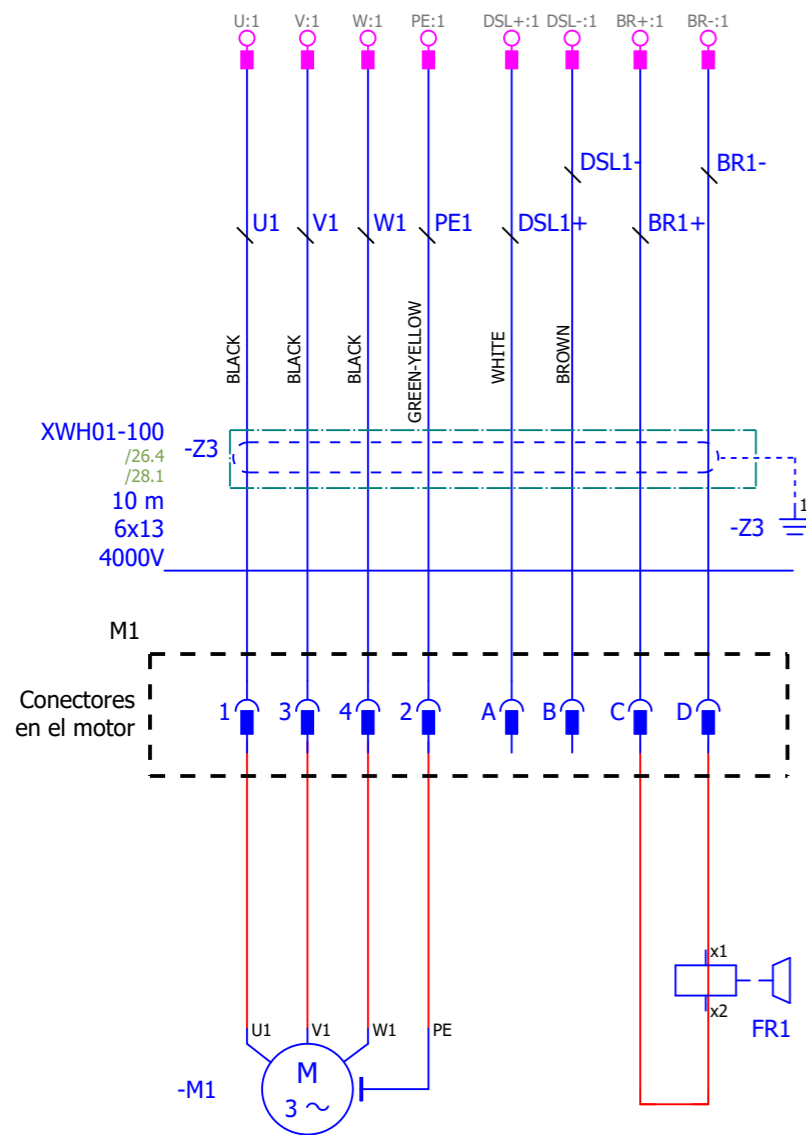
¹⁾ LED green long = in standby mode
²⁾ LED green short = control active



***ESTADO DE LOS LEDS**

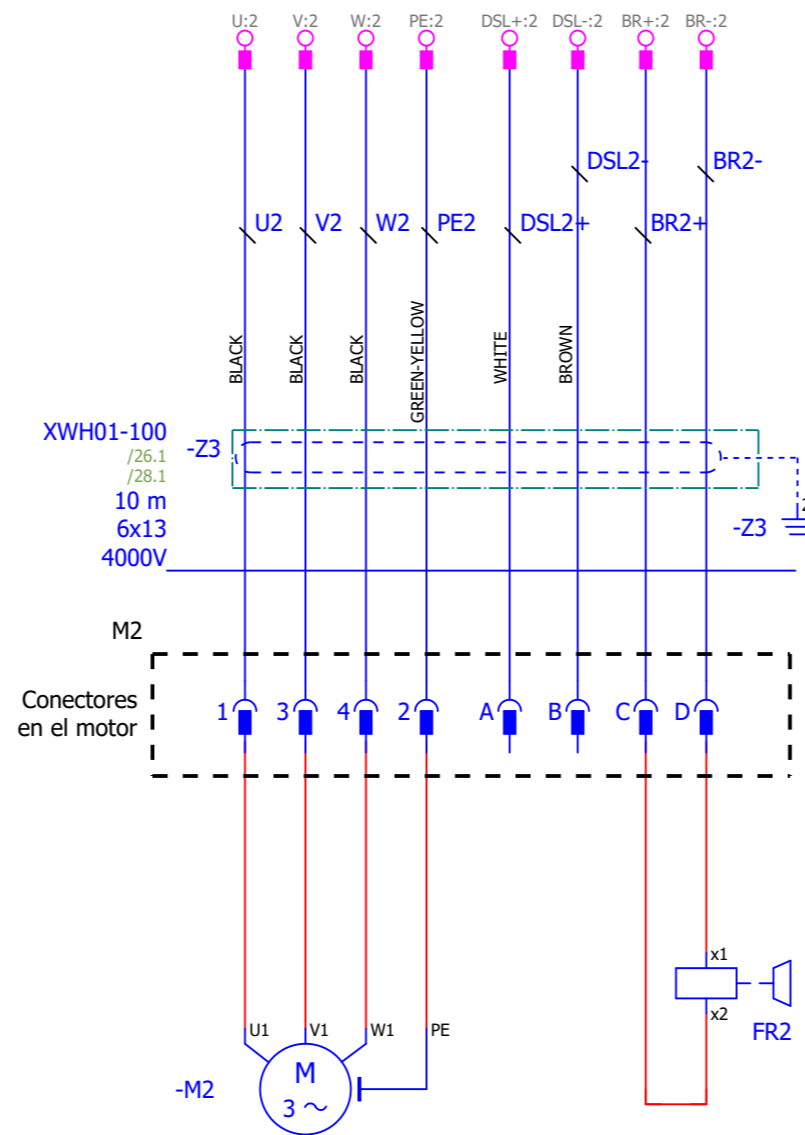
LED yellow	LED red	LED green		State axis
		long (0,8 s)	long (0,8 s) ¹⁾ / short (0,4 s) ²⁾	
On	On	On	-	Restart / starting or loading firmware update
-	-	-	-	Self initialization during device start up
-	Off	1 x	1 x	Not ready (to switch on)
-	Off	2 x	2 x	Switch on disabled
-	Off	3 x	3 x	Axis ready (Ready to switch on)
-	Off	4 x	4 x	Axis switched on
-	Off	5 x	5 x	Operation enabled
-	Off	6 x	6 x	Quickstop
-	Error code	7 x	7 x	Fault reaction active
-	Error code	8 x	8 x	Error

¹⁾ LED green long = in standby mode
²⁾ LED green short = control active



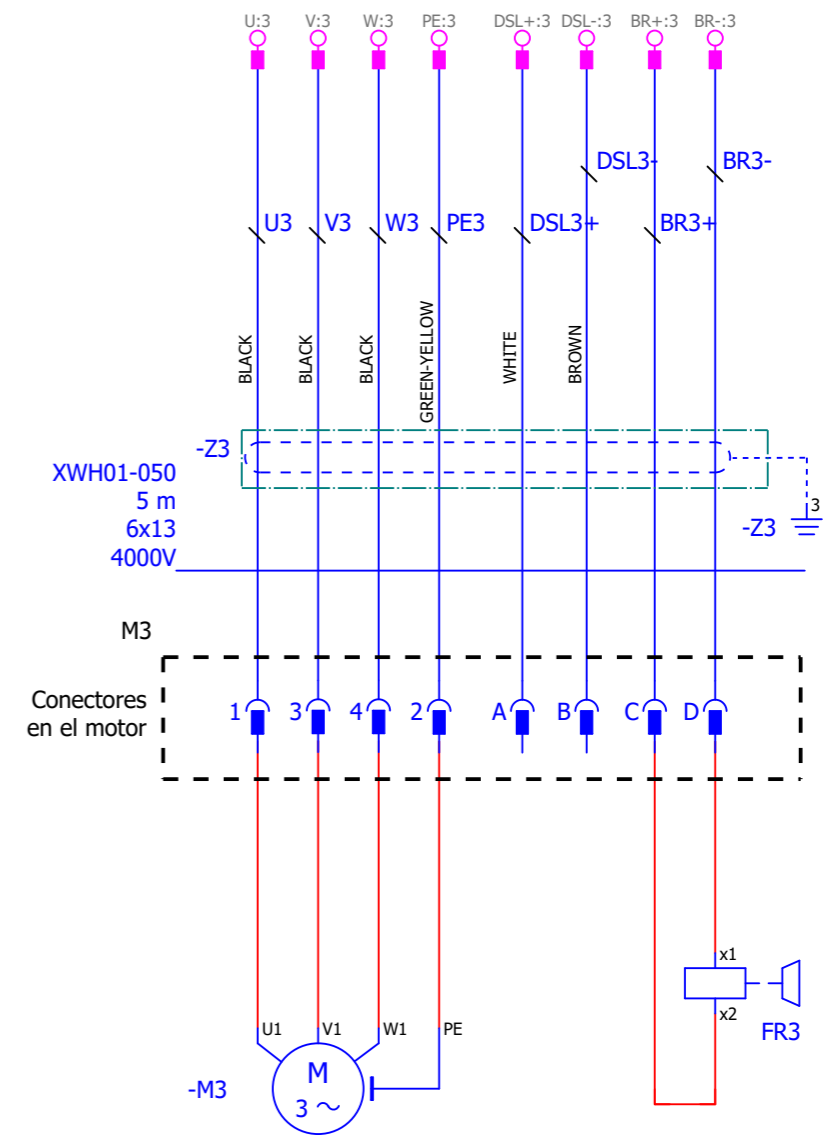
DMS2-100-0060-45-B15MP2-Q000-0
EJE X

Tamaño Brida: 100 mm
Par de parada: 0 Nm
Velocidad nominal: 6000 rpm
Freno : Si
Tipo Encoder: Hiperface DSL EKM36
Multiturn Encoder
Eje con llave
4 par de polos



DMS2-100-0060-45-B15MP2-Q000-0
EJE Y

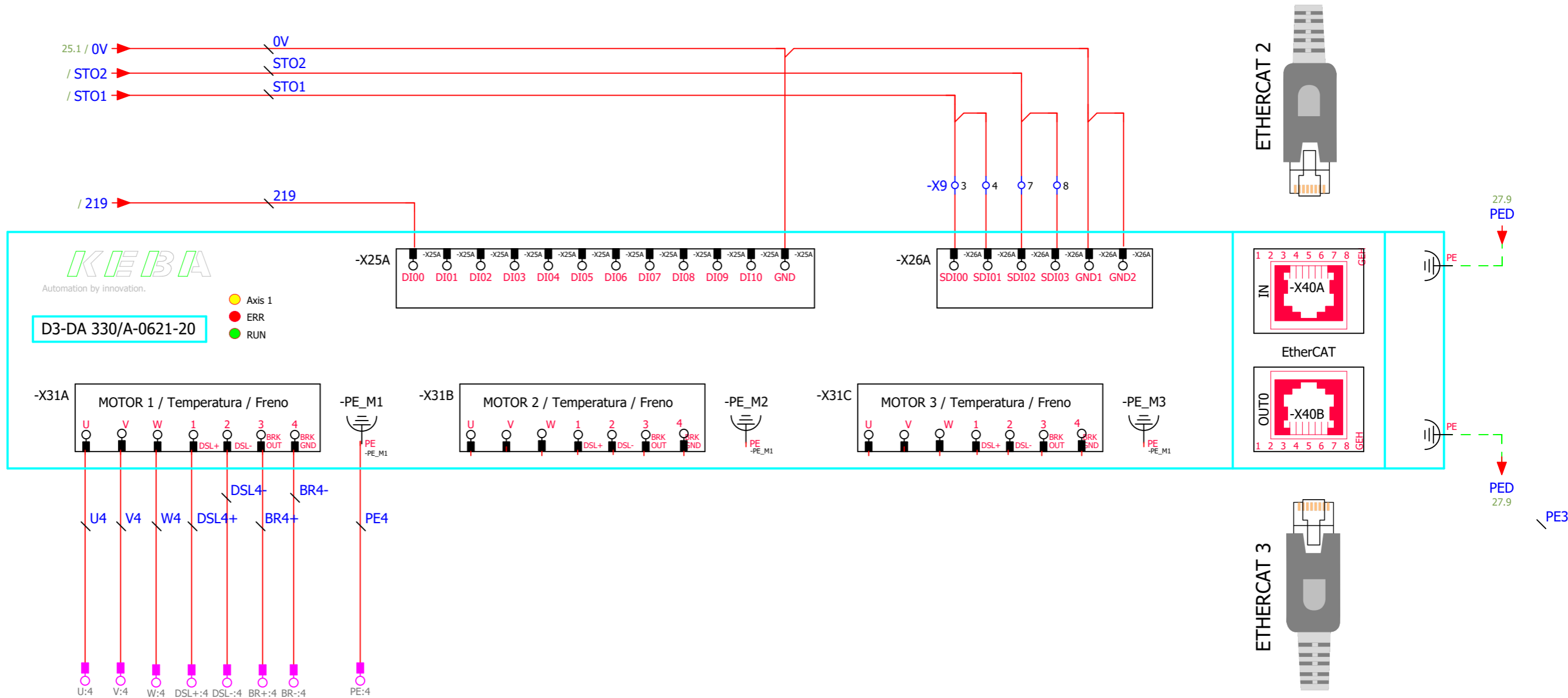
Tamaño Brida: 100 mm
Par de parada: 0 Nm
Velocidad nominal: 6000 rpm
Freno : Si
Tipo Encoder: Hiperface DSL EKM36
Multiturn Encoder
Eje con llave
4 par de polos



DMS2-100-0060-45-B15MP2-Q000-0
EJE Z

Tamaño Brida: 100 mm
Par de parada: 0 Nm
Velocidad nominal: 6000 rpm
Freno : Si
Tipo Encoder: Hiperface DSL EKM36
Multiturn Encoder
Eje con llave
4 par de polos

Ejes: 3
 Alimentacion: DC
 Ventilacion: Interna
 Corriente: 6A
 Tamaño: Pequeño
 Tipo Encoder: DSL
 Seguridad: STO+SBC
 Version: max freq < 600Hz

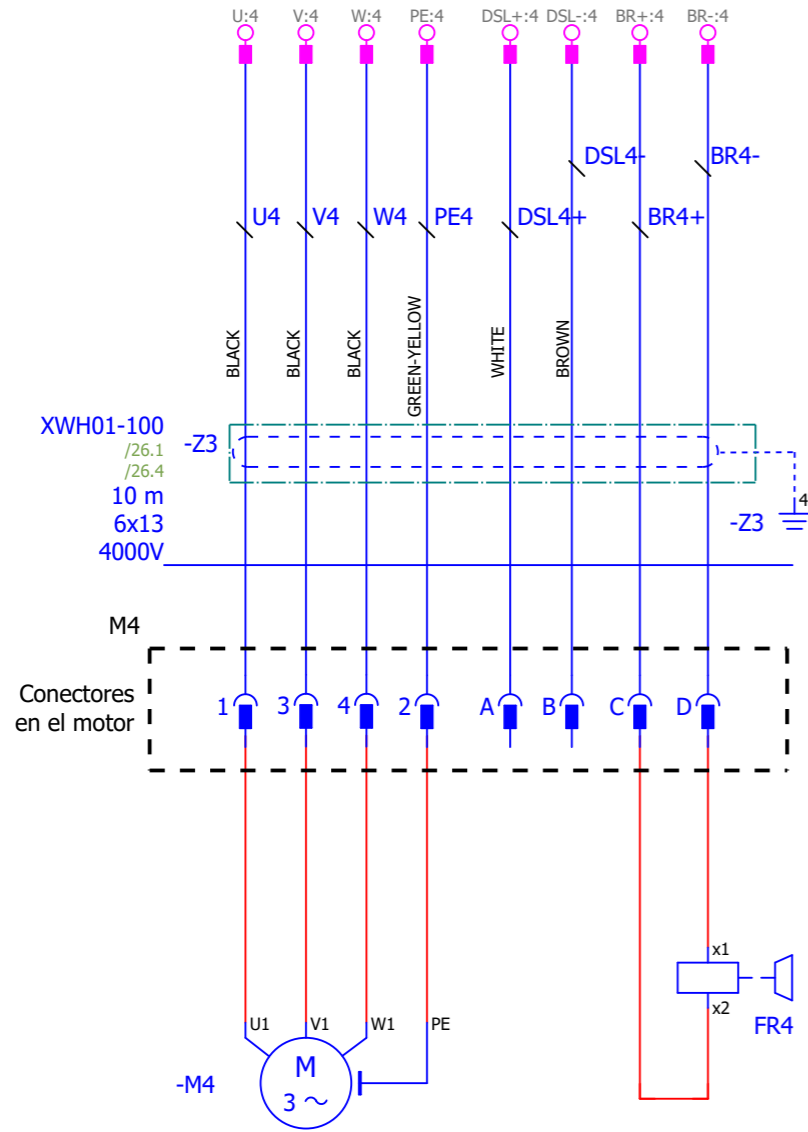


CONEXION MOTOR 4(EJE GIRO)

***ESTADO DE LOS LEDS**

LED yellow	LED red	LED green		State axis
		long (0,8 s)	short (0,4 s) ²⁾	
On	On	On	-	Restart / starting or loading firmware update
-	-	-	-	Self initialization during device start up
-	Off	1 x	1 x	Not ready (to switch on)
-	Off	2 x	2 x	Switch on disabled
-	Off	3 x	3 x	Axis ready (Ready to switch on)
-	Off	4 x	4 x	Axis switched on
-	Off	5 x	5 x	Operation enabled
-	Off	6 x	6 x	Quickstop
-	Error code	7 x	7 x	Fault reaction active
-	Error code	8 x	8 x	Error

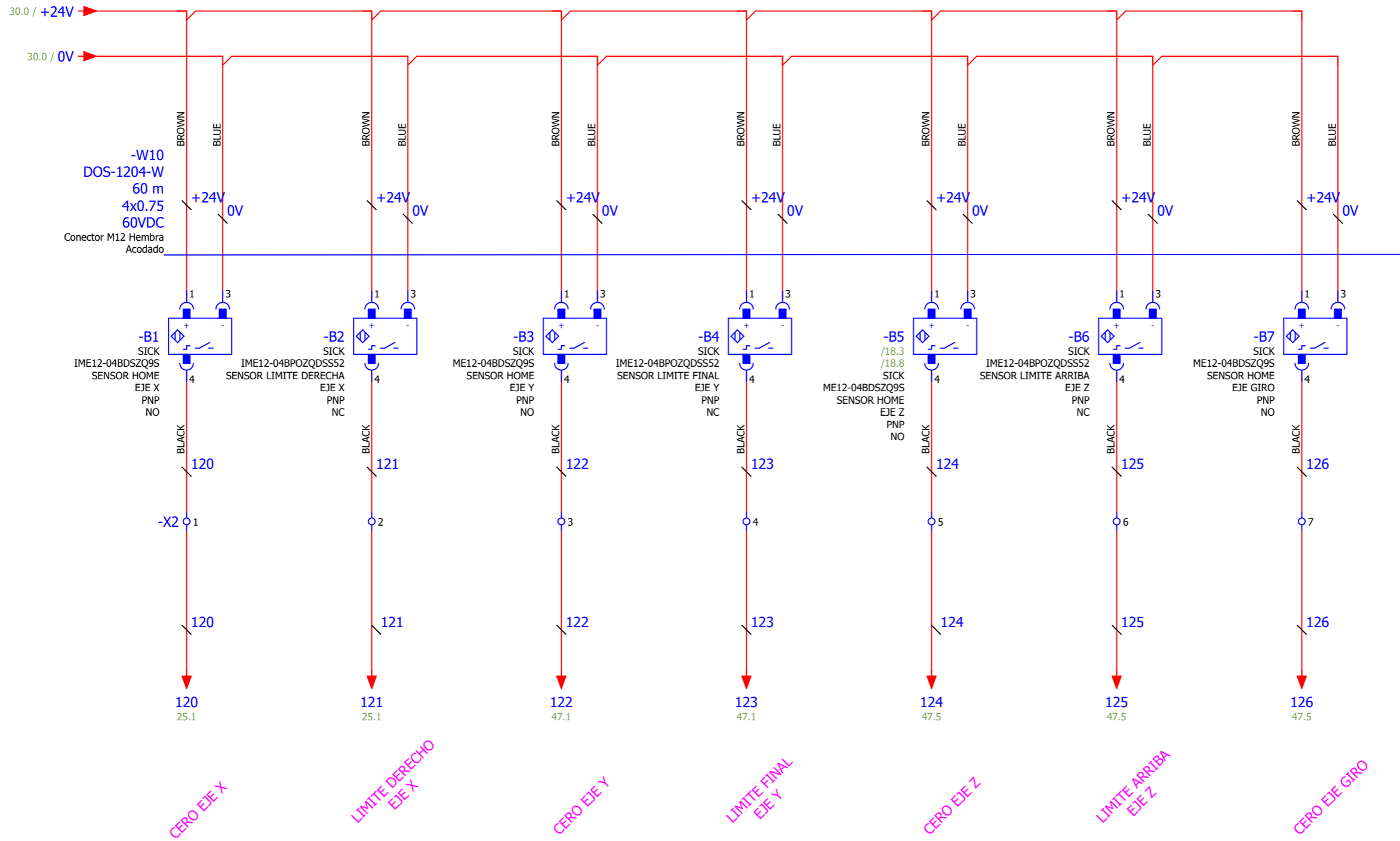
¹⁾ LED green long = in standby mode
²⁾ LED green short = control active



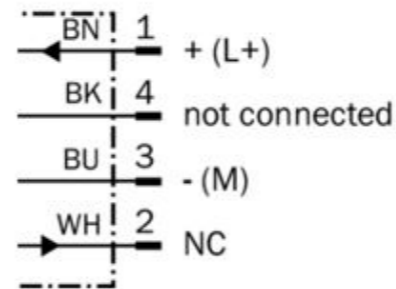
DMS2-070-0024-60-B15MP2-Q000-1
EJE GIRO

Tamaño Brida: 70 mm
 Par de parada: 0 Nm
 Velocidad nominal: 6000 rpm
 Freno : Si
 Tipo Encoder: Hiperface DSL EKM36
 Multiturn Encoder
 Eje con llave
 4 par de polos

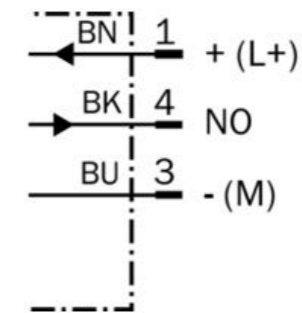
Example	DMS2	- 058	- 0005	- 60	- B1	2	M	G1	- Q	000	- 0
Product and type	DMS2										
Other model										000	
Revision											0
Flange size		x									
58 mm		058									
Standstill torque			x								
0,5 Nm			0005								
Rated speed				x							
6000 rpm				60							
Brake					x						
No brake					B0						
Standard brake					B1						
Encoder system						x					
Hiperface SKM36/SKS36						1					
Hiperface SEL37/SEK37						2					
Hiperface DSL EEM37/EES37 (capacitive) ¹						3					
Hiperface DSL EKM36/EKS36 (optical) ¹						5					
EnDat 2.1 EQN1325						7					
Resolver 2pol						9					
Hiperface SRM50/SRS50						R					
Multiturn/singletum							x				
Multiturn encoder							M				
Singletum encoder							S				
IF resolver							0				
Shaft type								x			
Smooth shaft								G1			
Shaft with key								P2			
Series									x		
6 pole (3 pole pairs)									I		
8 pole (4 pole pairs)									Q		
10 pole (5 pole pairs)									J Y		

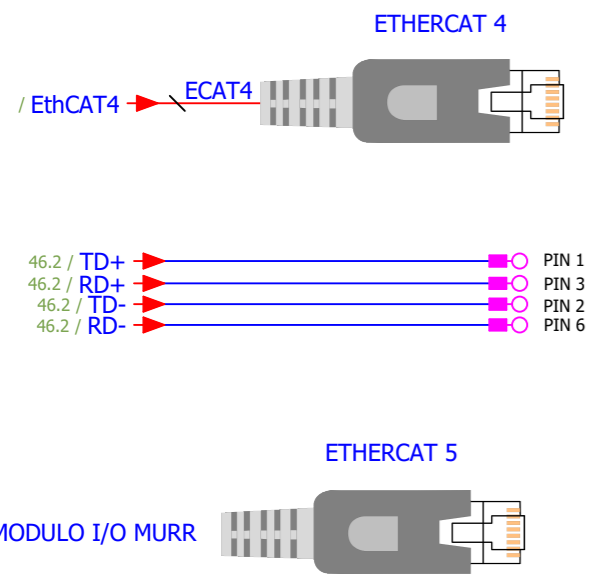
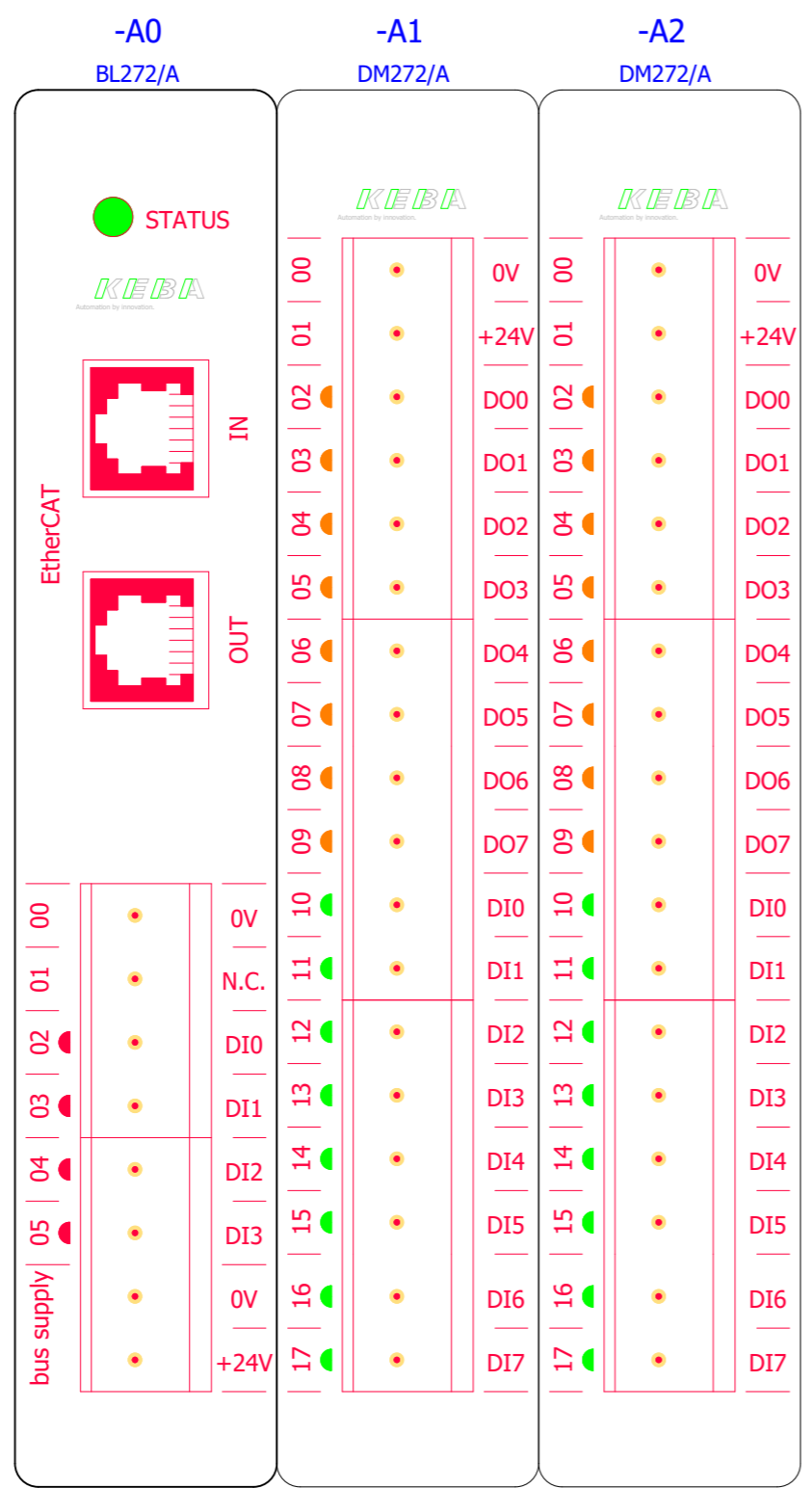


SENSOR NC

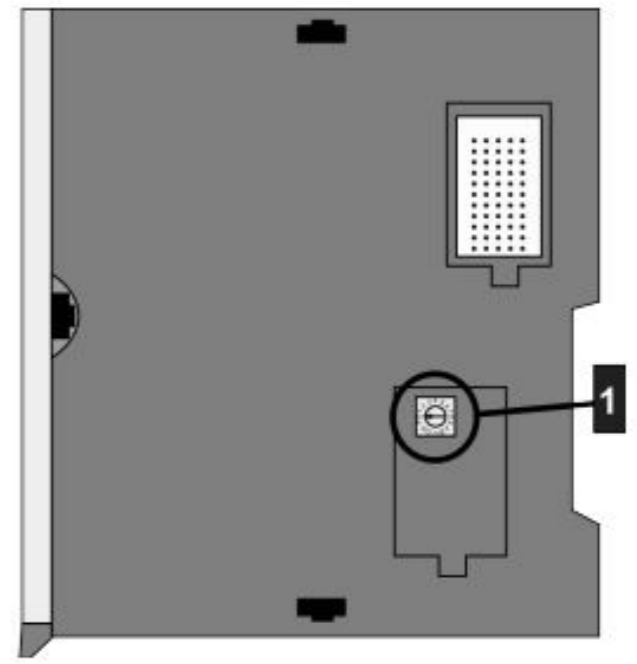
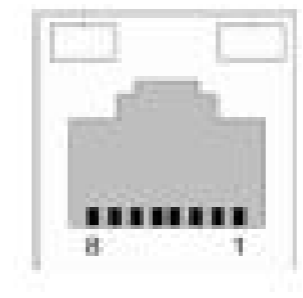


SENSOR NO





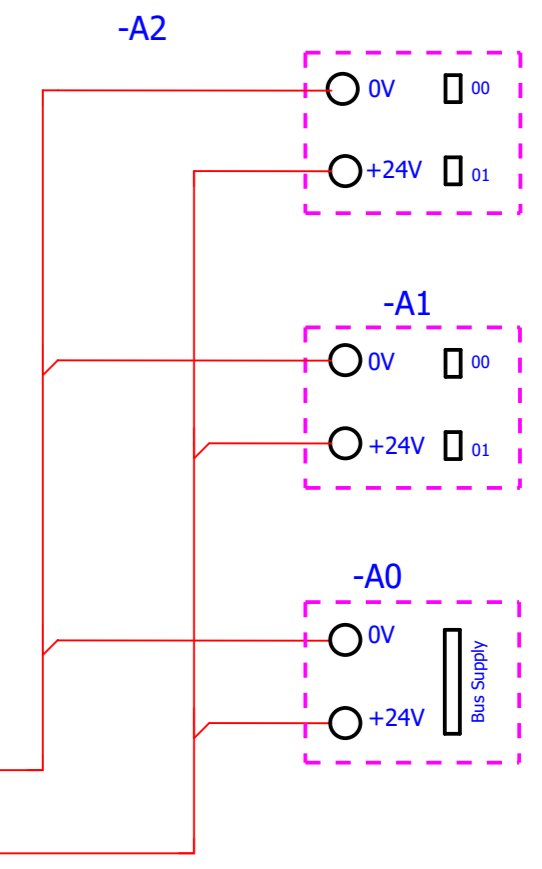
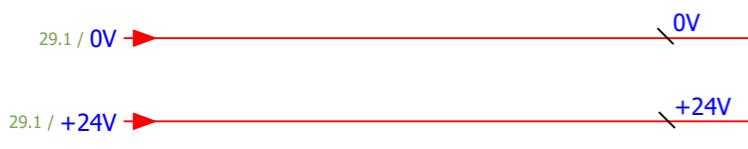
LEYENDA:
1 - SWITCH DE DIRECCIÓN:
Se utiliza para diferenciar módulos iguales.

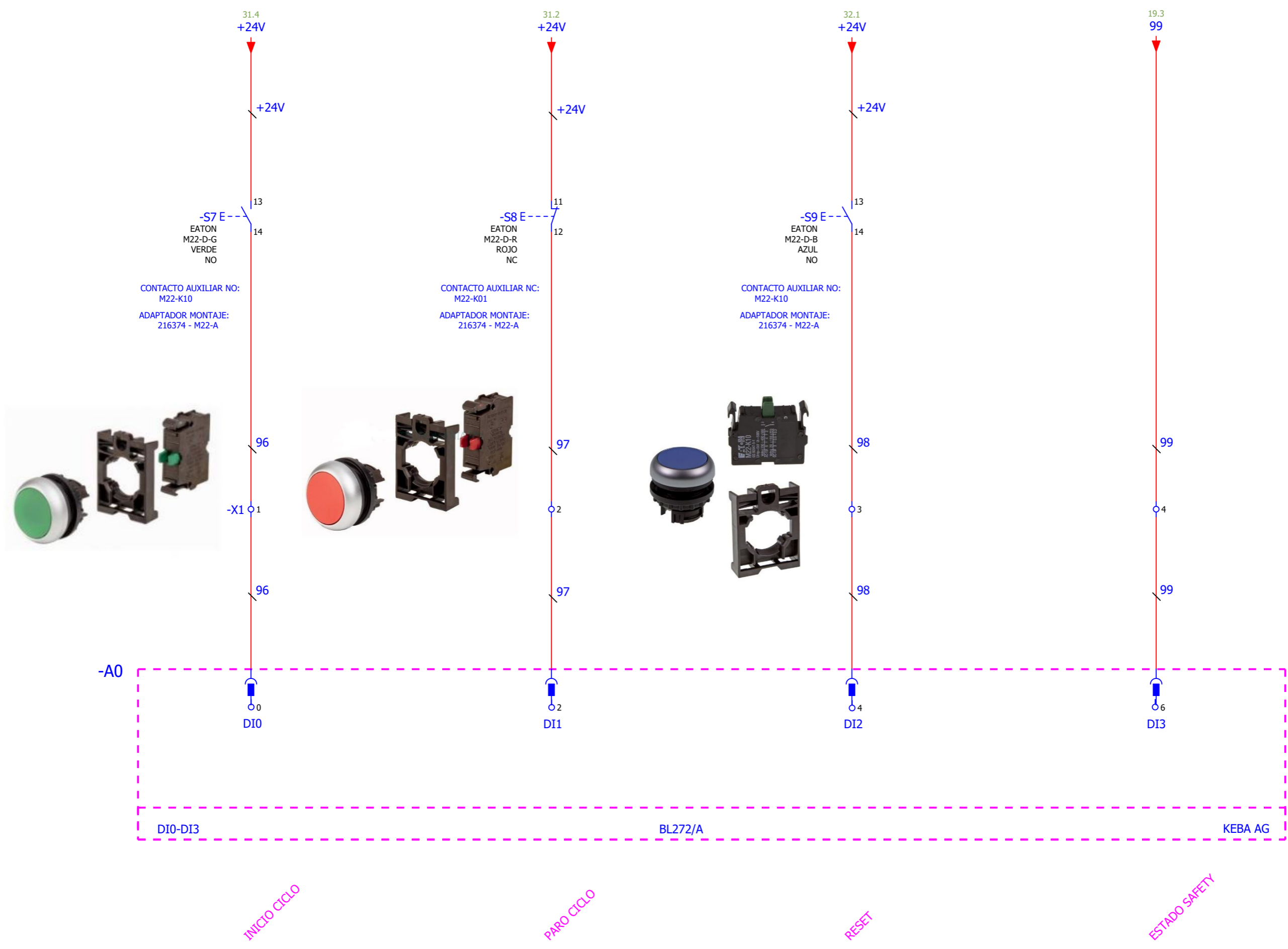


Pin-No.	Signal designation	Input/Output
1	Tr. Data+	Transmit Data + Output
2	Tr. Data-	Transmit Data - Output

Pin-No.	Signal designation	Input/Output
3	Re. Data+	Receive Data + Input
4	Bi-Data+	Bidirectional Data + ---
5	Bi-Data-	Bidirectional Data - ---
6	Re. Data-	Receive Data - Input
7	Bi-Data+	Bidirectional Data + ---
8	Bi-Data-	Bidirectional Data - ---

Direccion 1 Direccion 2





Proyecto	TOÑITO
Nº proyec.	TOÑITO
Fecha	11/08/2020
Resp.	DPT TÉCNICO

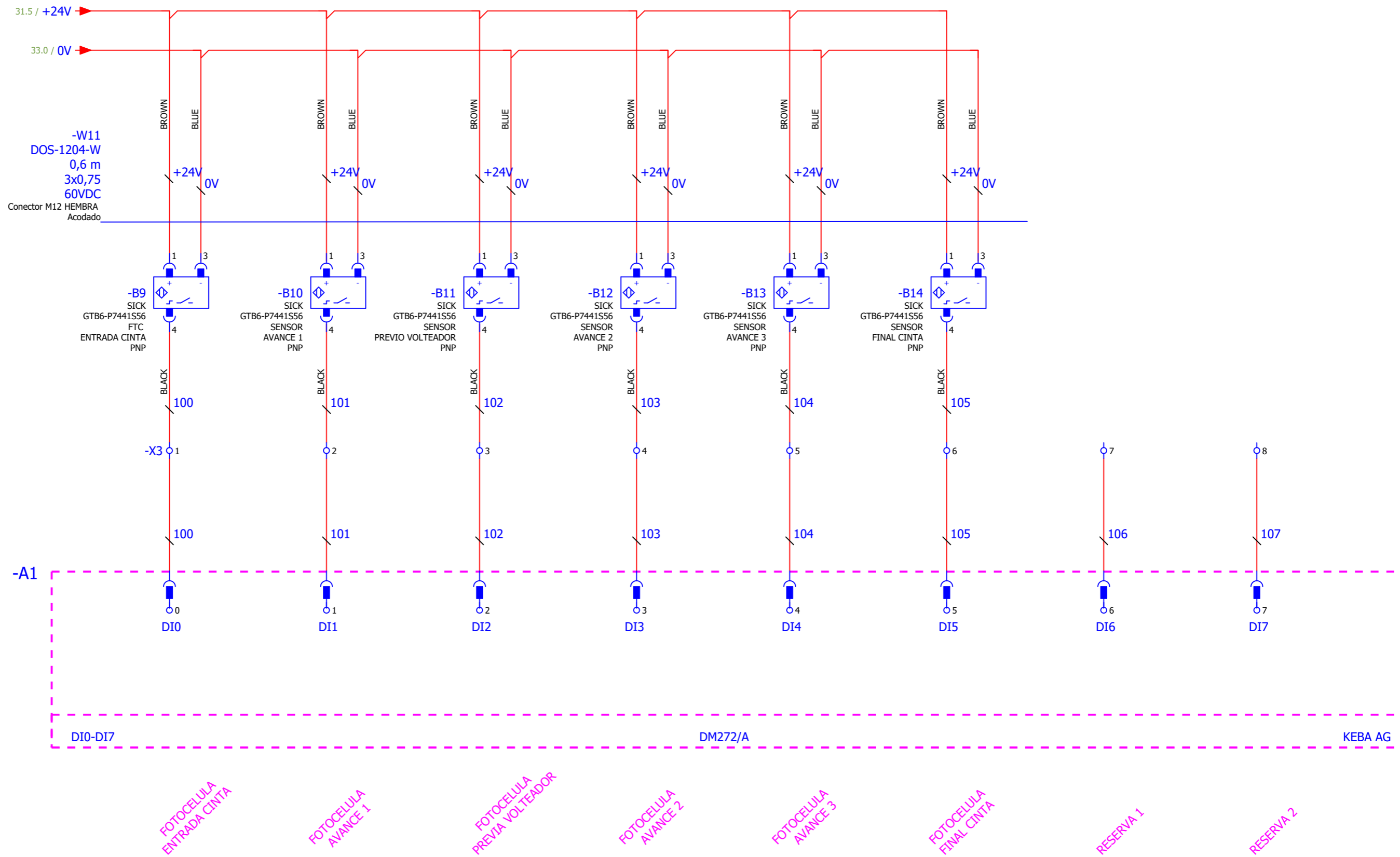
RONDA AUGUSTE Y LOUIS LUMIÈRE, 45 NAVE 3
 46980 PARQUE TECNOLÓGICO DE PATERNA
 VALENCIA (ESPAÑA)

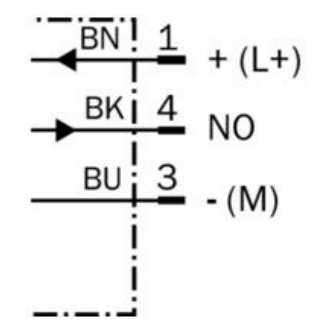
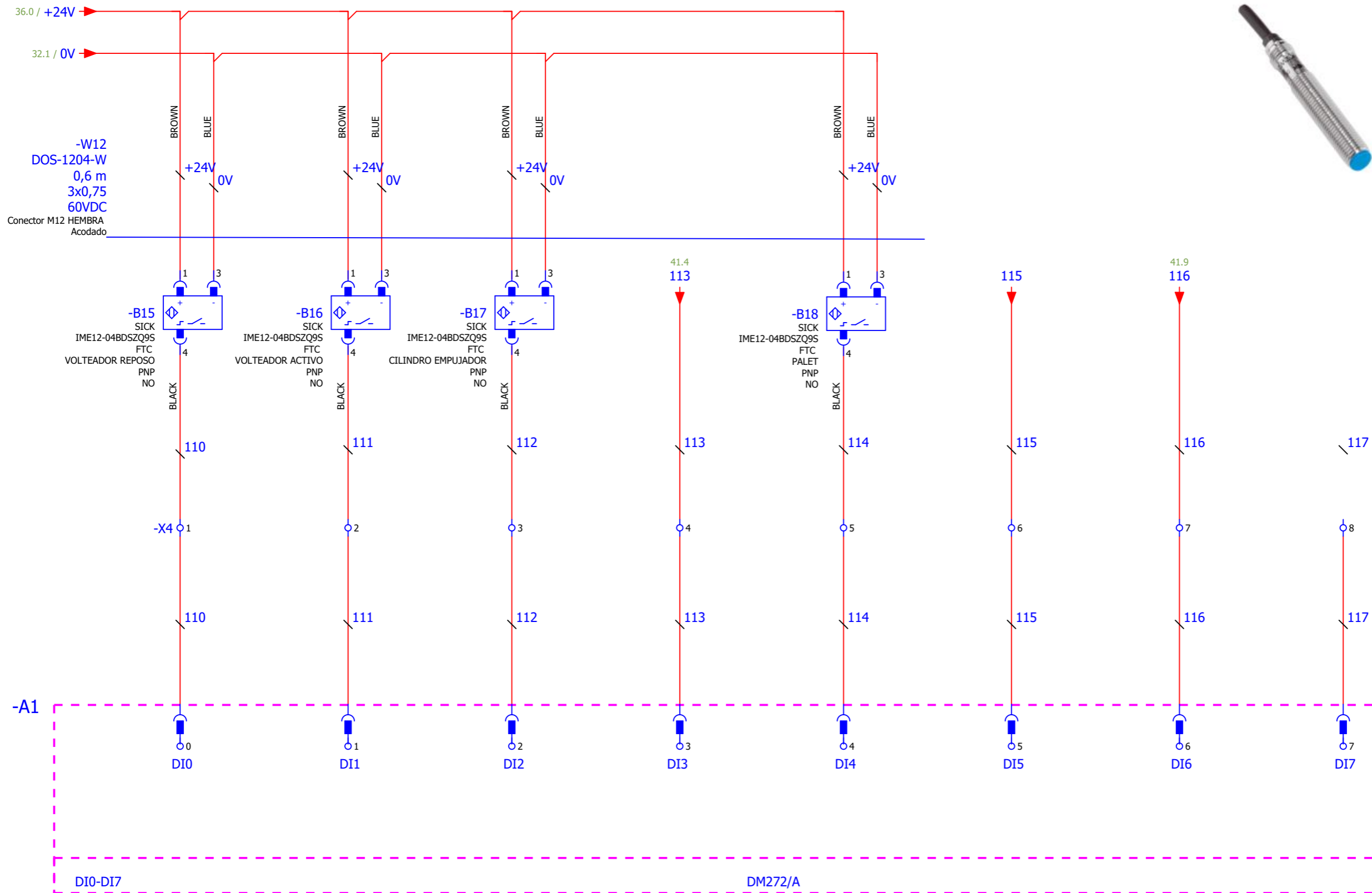
Paletizado Cajas

EPLAN Software & Service

A0 INPUTS

= CA1	
+ EAA	
Proyecto de esquema	Hoja 31
	Página 23 / 40





FTC VOLTEADOR
EN REPOSO

FTC VOLTEADOR
ACTUANDO

FTC CILINDRO
EMPUJA

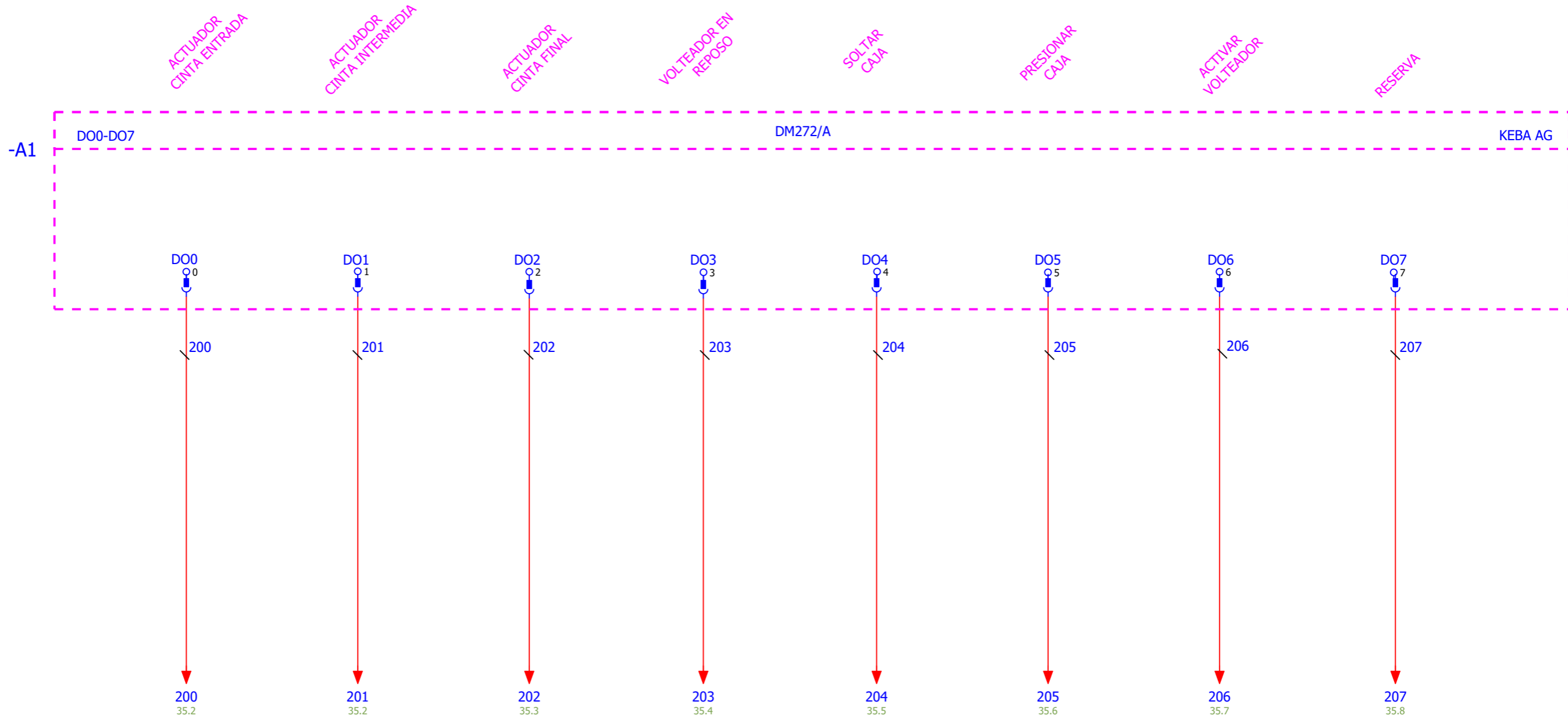
ESTADO
PRESOSTATO

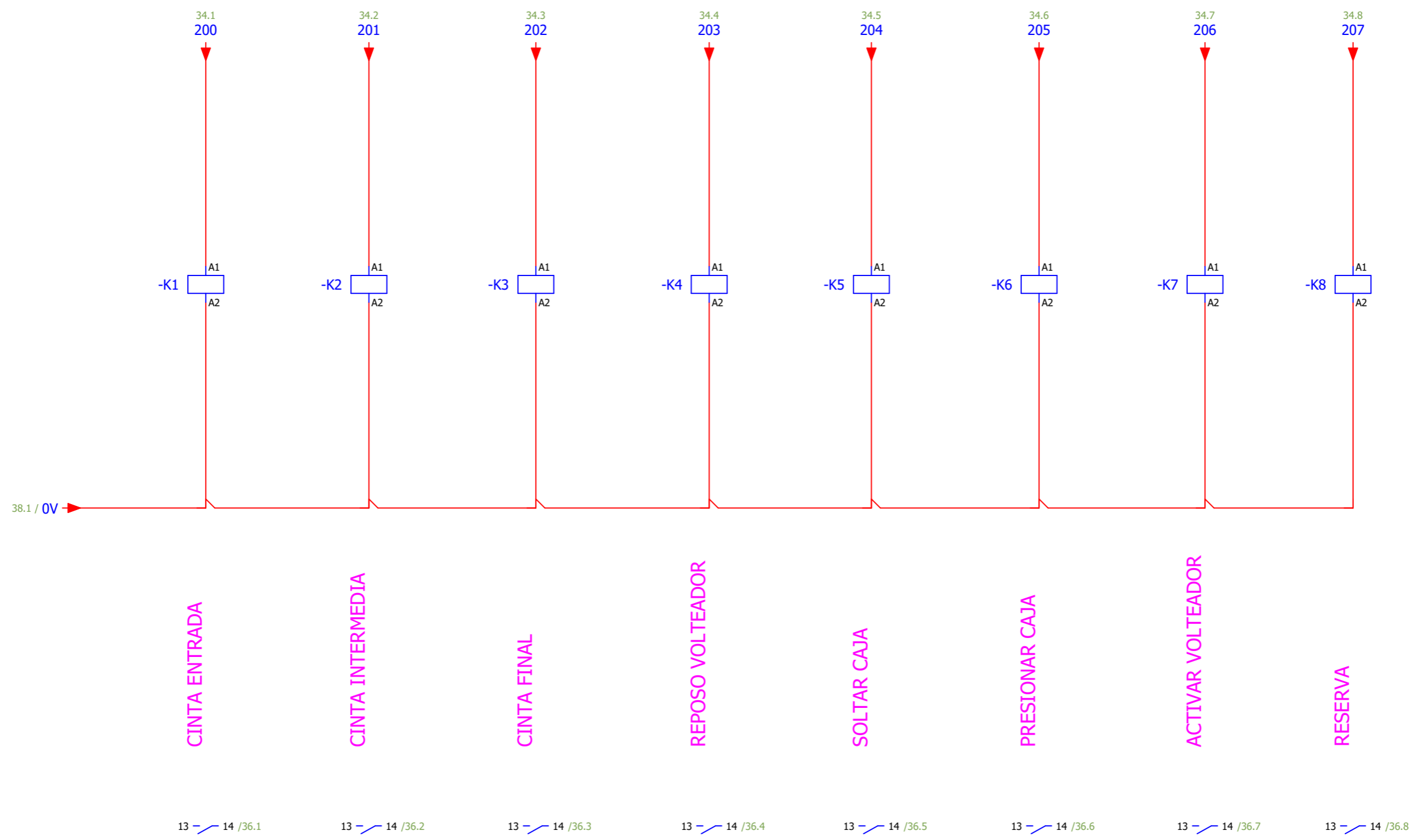
FTC HAY
PALET

FTC VOLTEADOR
EN REPOSO

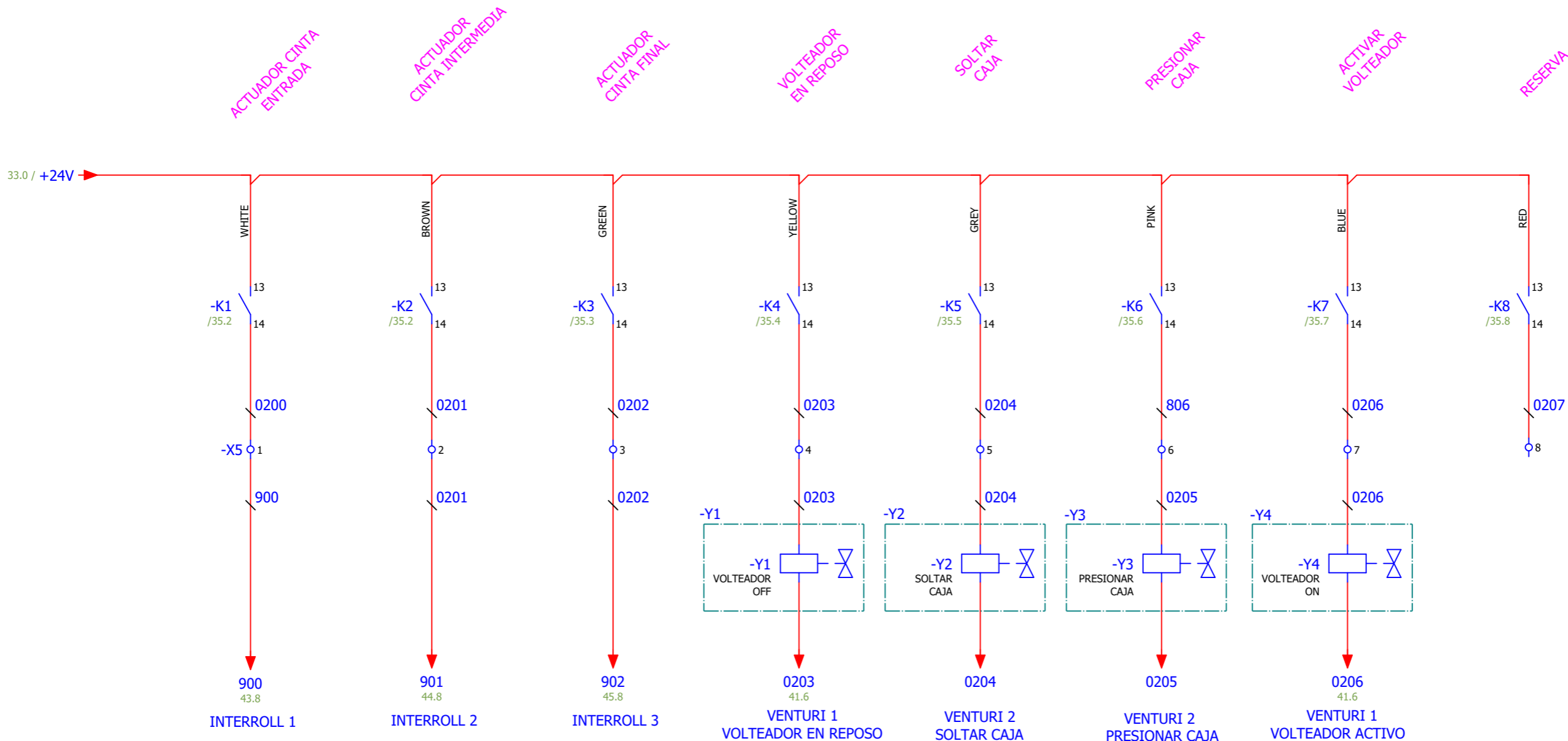
ESTADO VENTURI

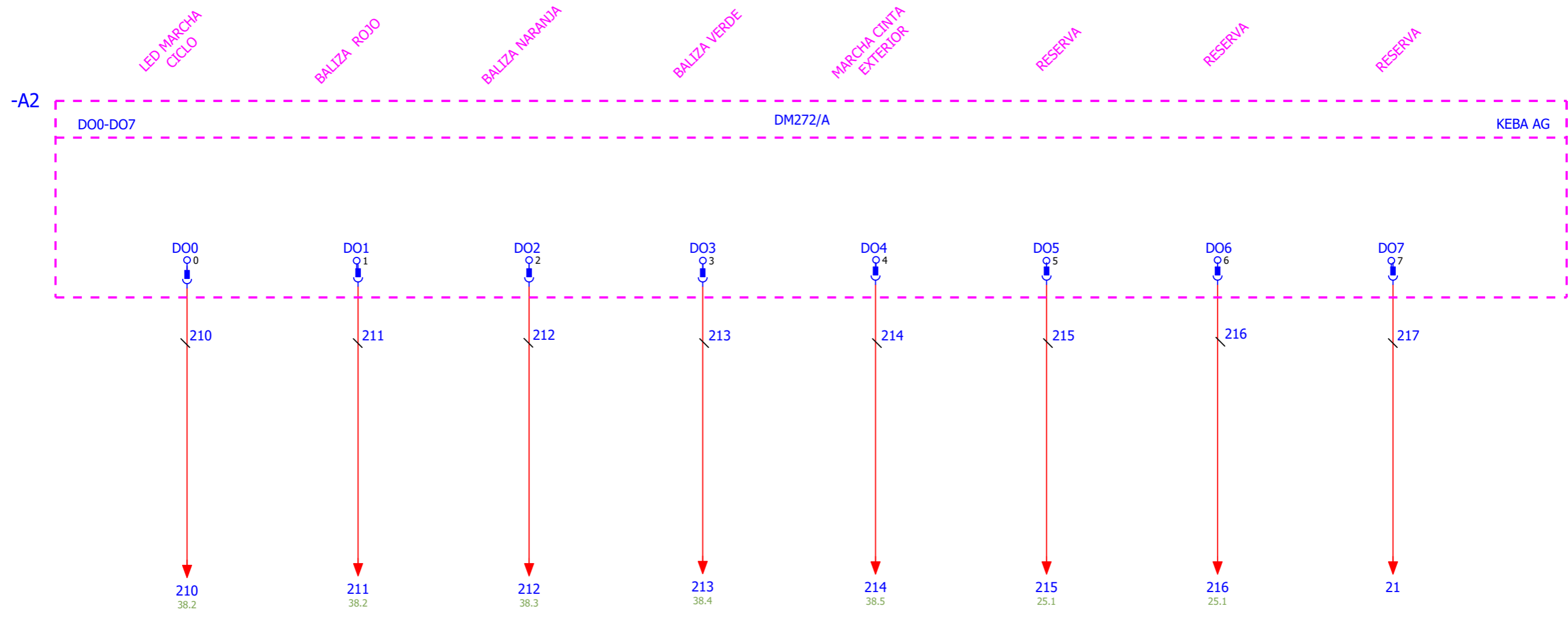
RESERVA

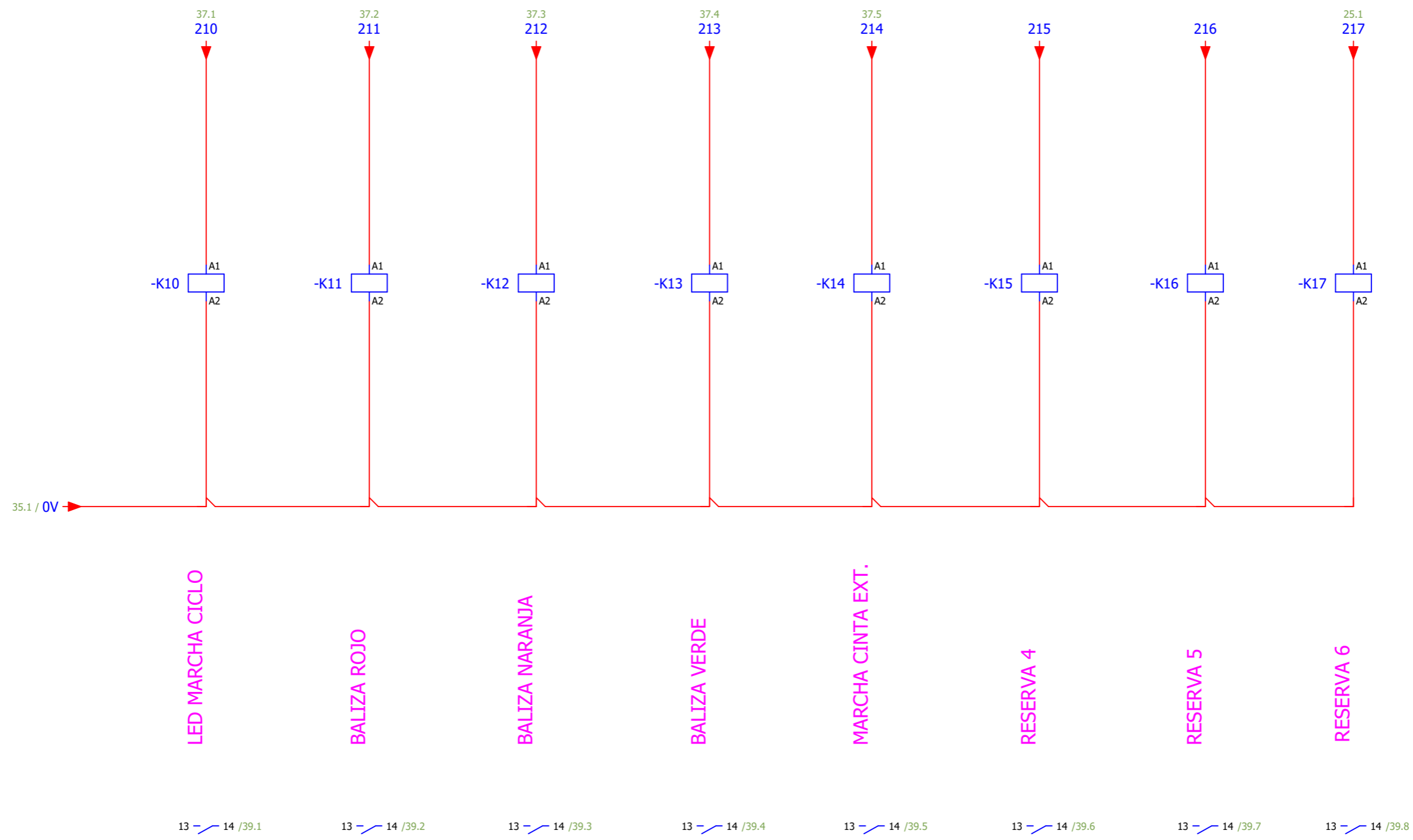


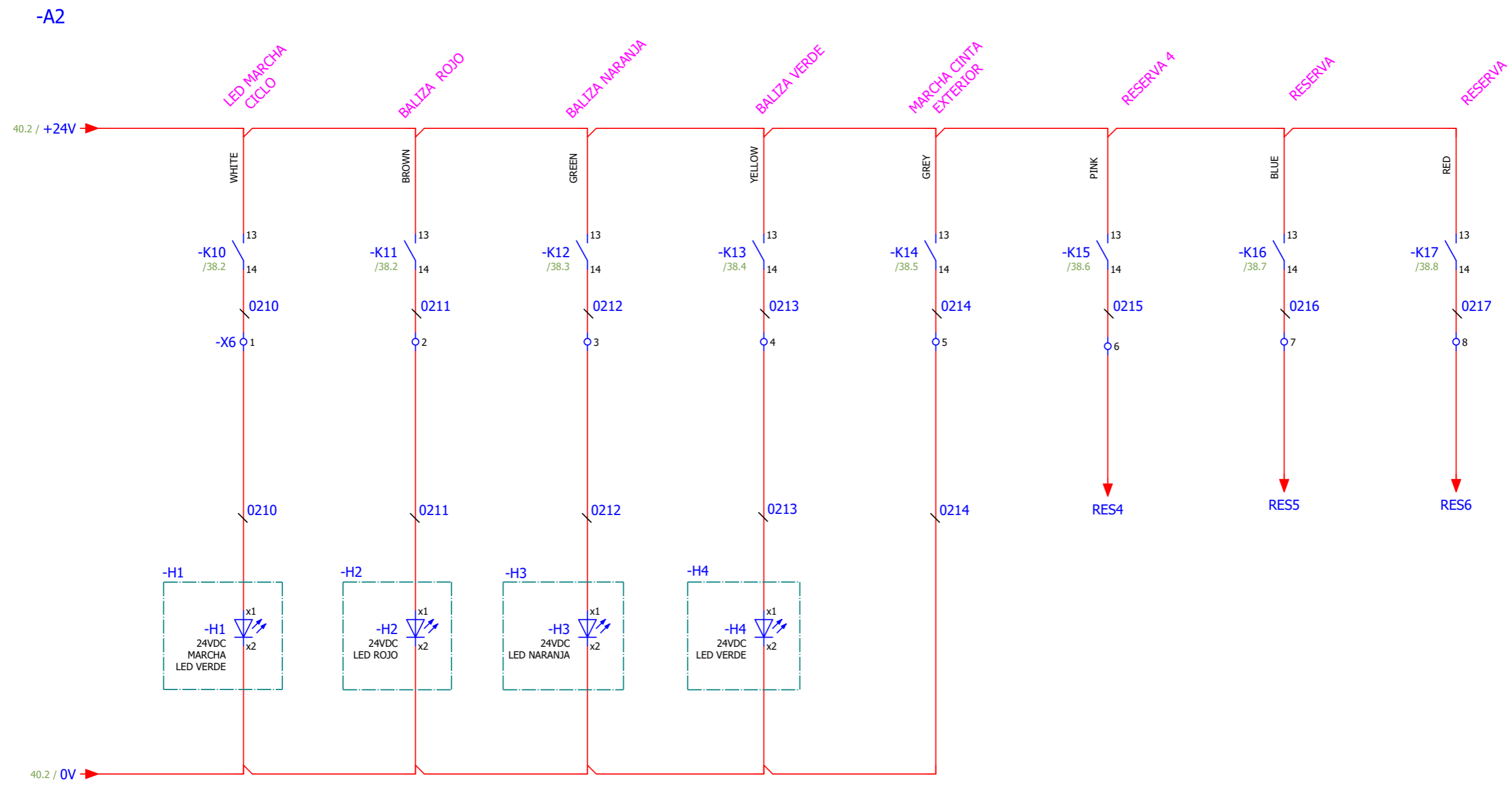


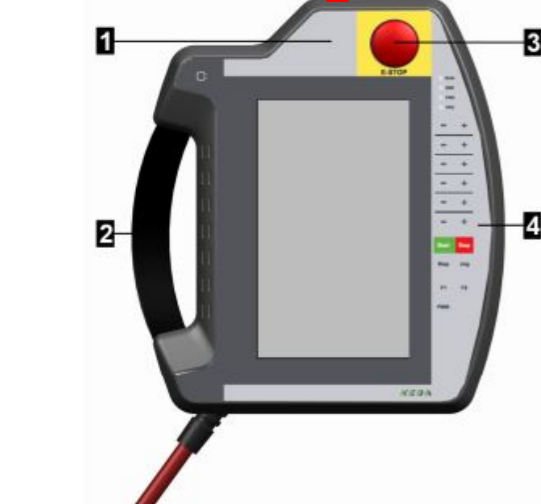
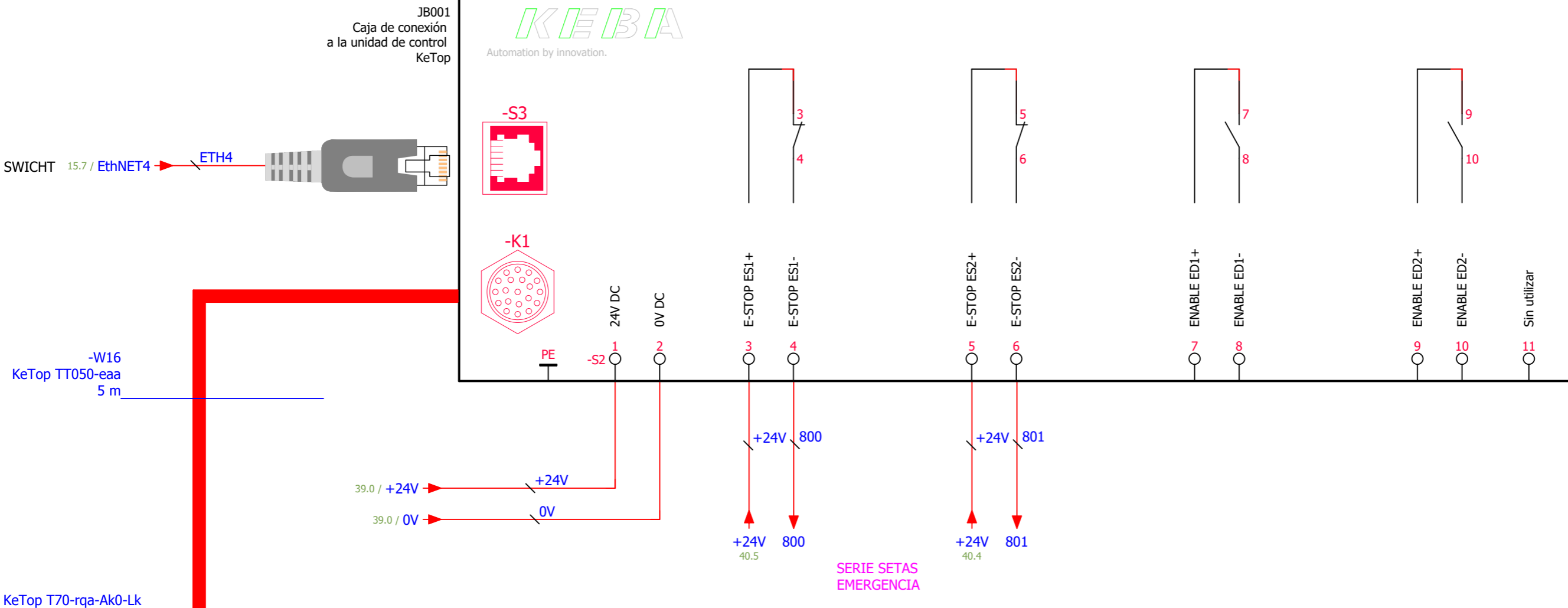
-A1



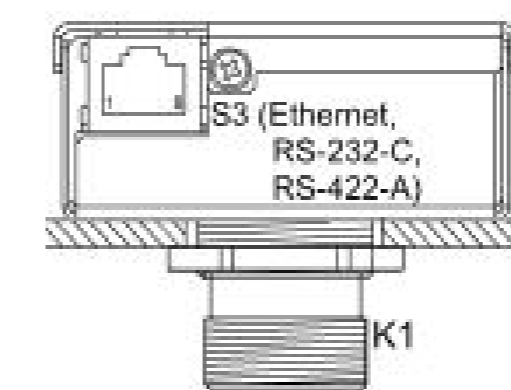
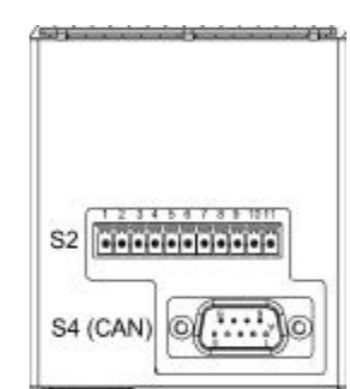






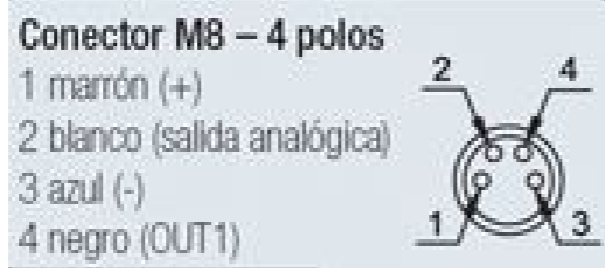
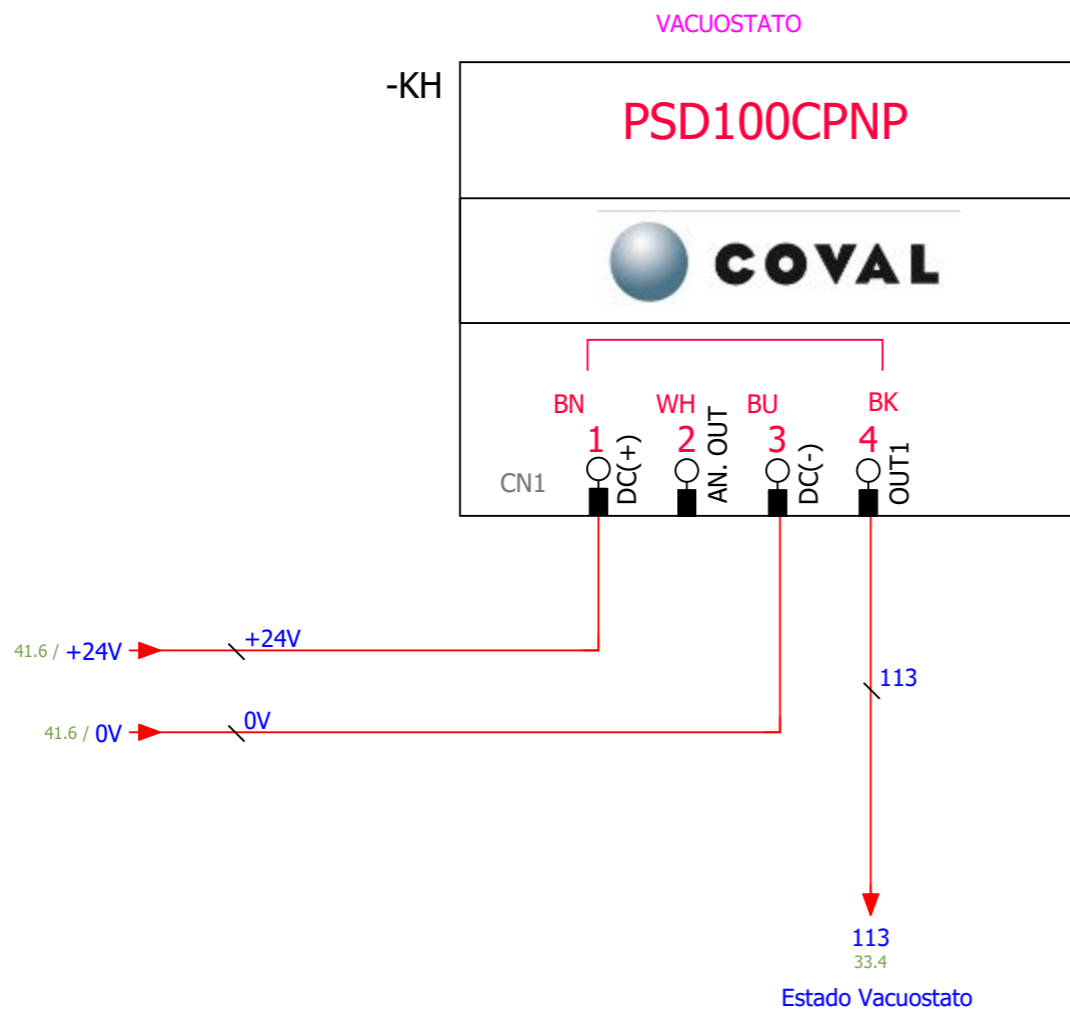
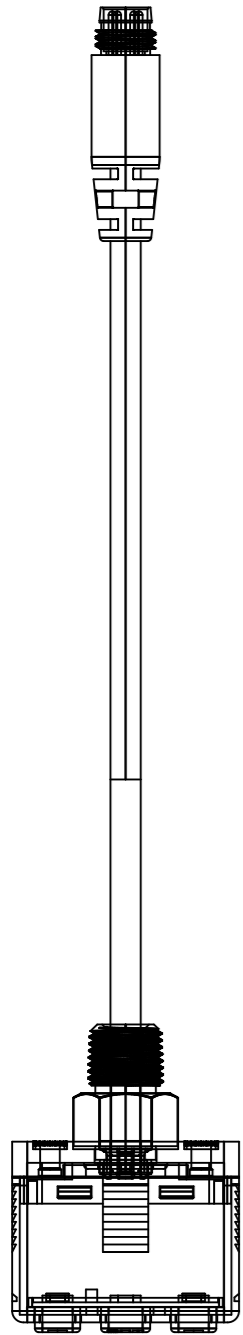


BC001
Conector para puentear seguridades, si no se conecta el T70



Handheld terminal		Connection cable		Junction box	
S1	1	pink	1	S2	1
S1	2	black	2	S2	2
S1	3	grey - pink	3	S2	3
S1	4	red - blue	4	S2	4
S1	5	green - brown	5	S2	5
S1	6	white - green	6	S2	6
S1	7	brown	7	S2	7
S1	8	yellow	8	S2	8
S1	9	green	12	S2	9
S1	10	grey	17	S2	10
S1	11		11 not used	S2	11
S1	12		10 not used	S2	not used
S2	1	blue	13	S3	1
S2	2	white	14	S3	2
S2	3	orange	15	S3	3
S2	4	red	16	S3	4
S2	5			S3	5
S2	6			S3	6

Ethernit		external device	
TD+	1	RJ45	1 TD+ / 3 RD+
TD-	2		2 TD- / 6 RD-
RD+	3		3 RD+ / 1 TD+
RD-	4		6 RD- / 2 TD-
RD-	5		
RD-	6		
RD-	7		
RD-	8		



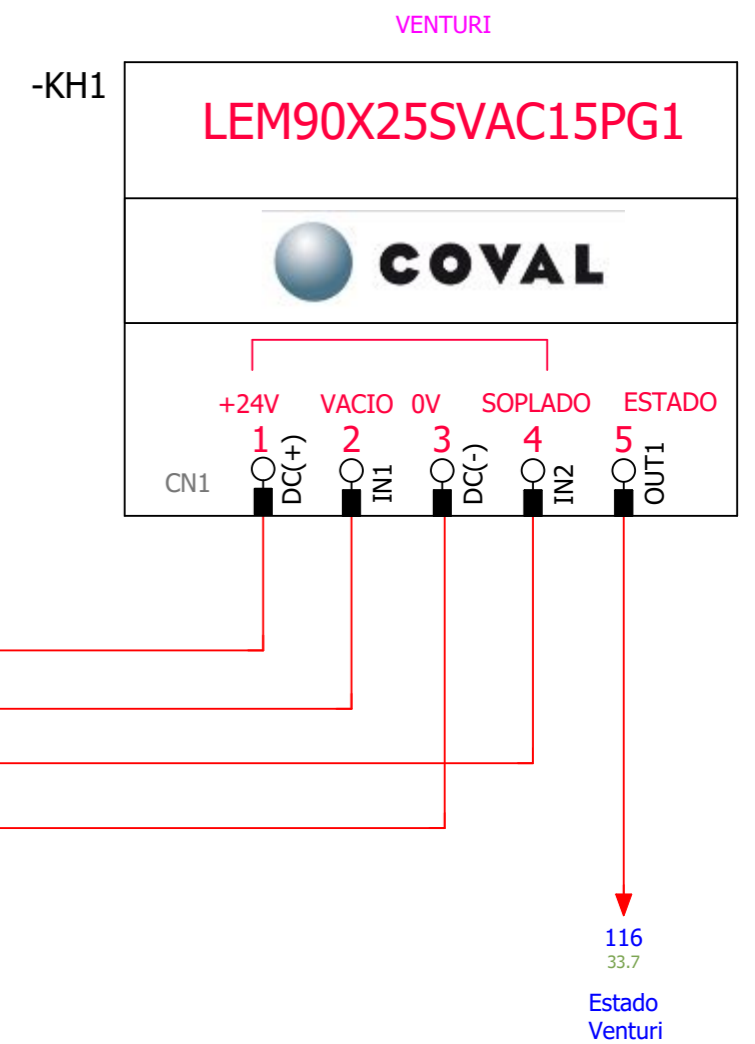
GENERADOR VACIO MULTIETAPAS
CMS90X100RVO
5-7 bar
Conexion M12



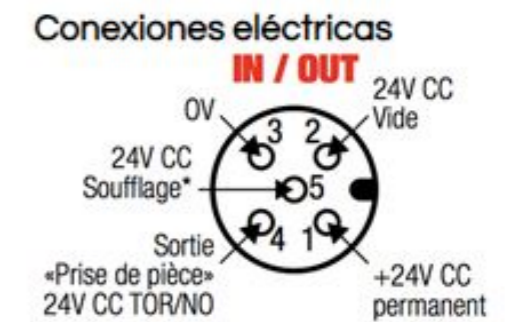
Ventosa 1,5 Fuelles
VSA33NR
Caucho Natural

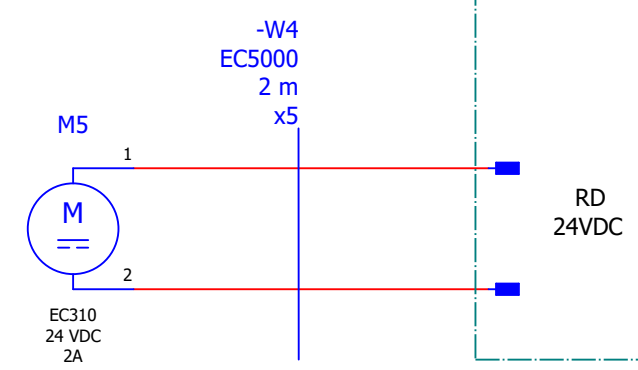
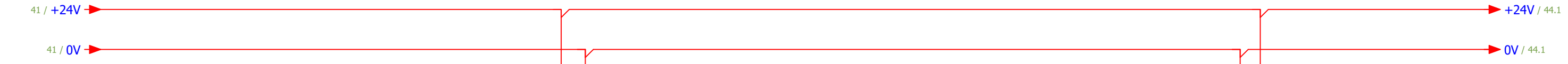


Inserto para ventosas
IMCM5SP691
Diametro labio: M5-M



CONECTOR M12-5 POLOS



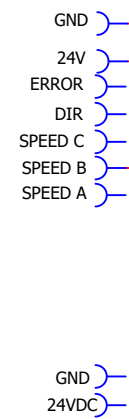
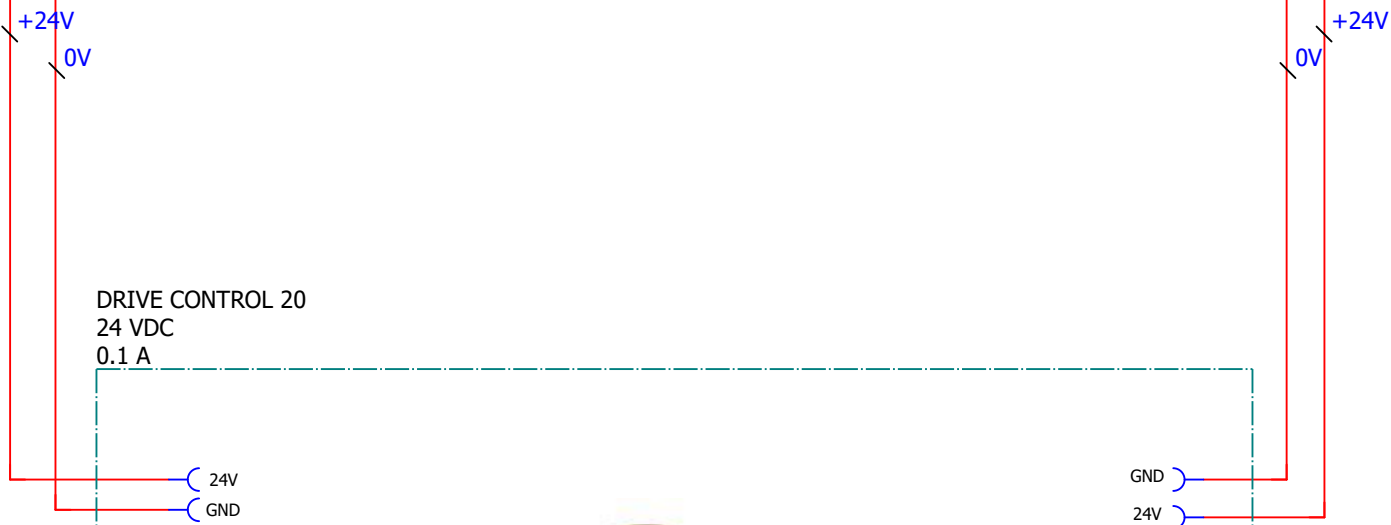
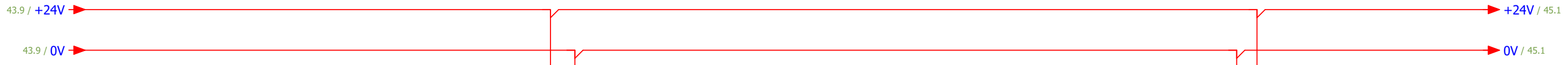


^NOTA: Entre rodillos van unidos por una correa: PolyVee Belt^

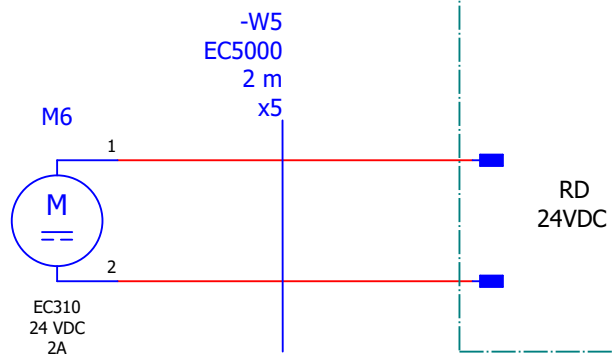


			Fecha	11/08/2020	INTRA AUTOMATION		INTERROLL_1		= CA1	
			Resp.	DPT TÉCNICO					+ EAA	
			Probado		Paletizado Cajas				TOÑITO	
Cambio	Fecha	Nombre	Original		Sustituido por	Sustituido por			Hoja	43
									Página	34 / 40





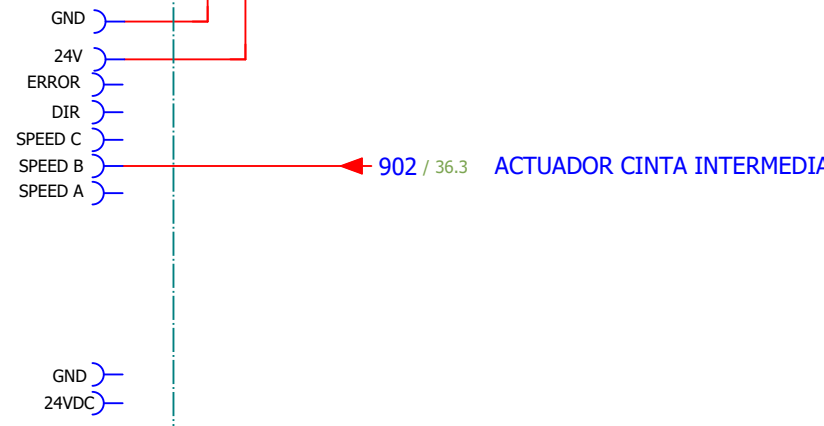
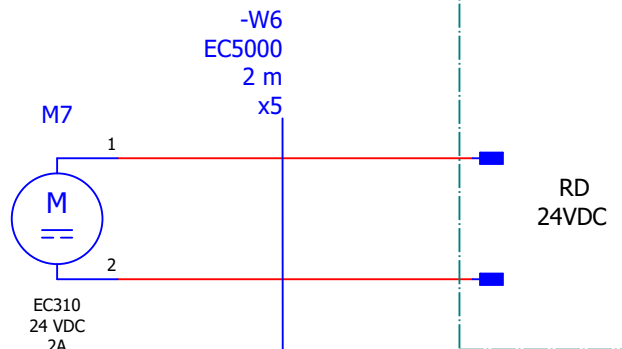
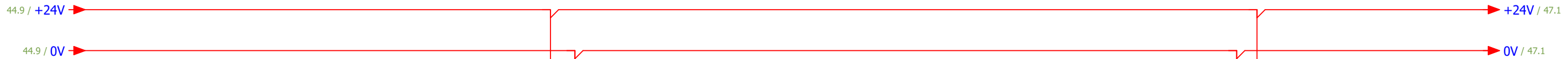
901 / 36.2 ACTUADOR CINTA INTERMEDIA



^NOTA: Entre rodillos van unidos por una correa: PolyVee Belt^



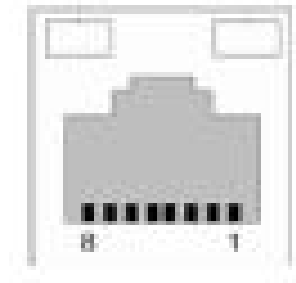
			Fecha	11/08/2020	INTRA AUTOMATION		INTERROLL_2		= CA1	
			Resp.	DPT TÉCNICO					+ EAA	
			Probado		Paletizado Cajas				TOÑITO	
Cambio	Fecha	Nombre	Original		Sustituido por	Sustituido por			Hoja	44
									Página	35 / 40



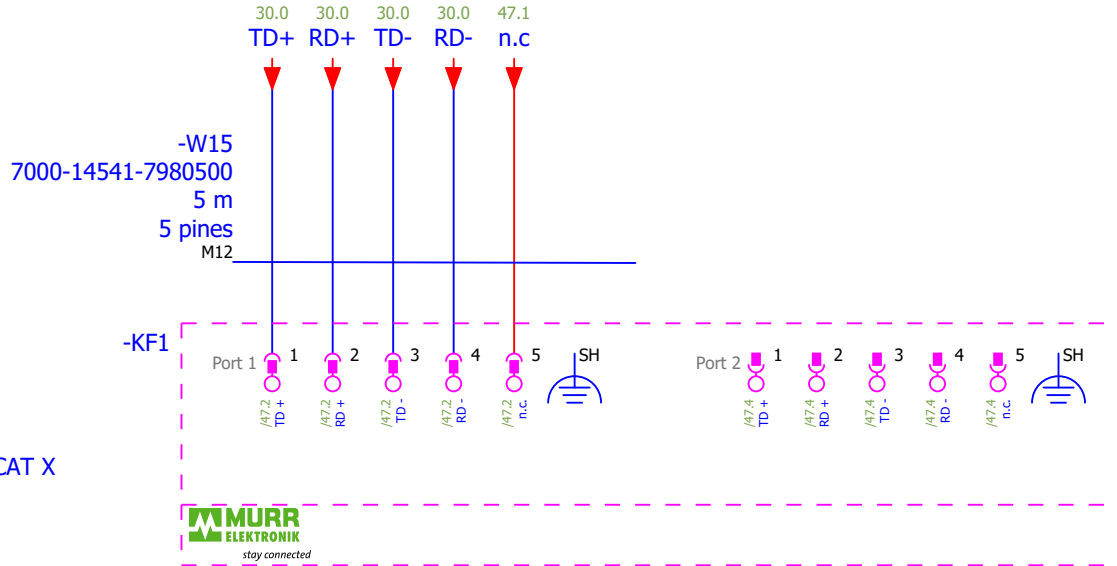
^NOTA: Entre rodillos van unidos por una correa: PolyVee Belt^



				Fecha	11/08/2020	INTRA AUTOMATION		INTERROLL_3		= CA1	
				Resp.	DPT TÉCNICO					+ EAA	
				Probado		Paletizado Cajas				Hoja 45	
Cambio	Fecha	Nombre	Original	Sustituido por		Sustituido por				Página 36 / 40	



TARJETA COMUNICACION



ETHERCAT X



Pin-No.	Signal designation		Input/Output
1	Tr. Data+	Transmit Data +	Output
2	Tr. Data-	Transmit Data -	Output

Pin-No.	Signal designation		Input/Output
3	Re. Data+	Receive Data +	Input
4	Bi-Data+	Bidirectional Data +	---
5	Bi-Data-	Bidirectional Data -	---
6	Re. Data-	Receive Data -	Input
7	Bi-Data+	Bidirectional Data +	---
8	Bi-Data-	Bidirectional Data -	---



PORT1



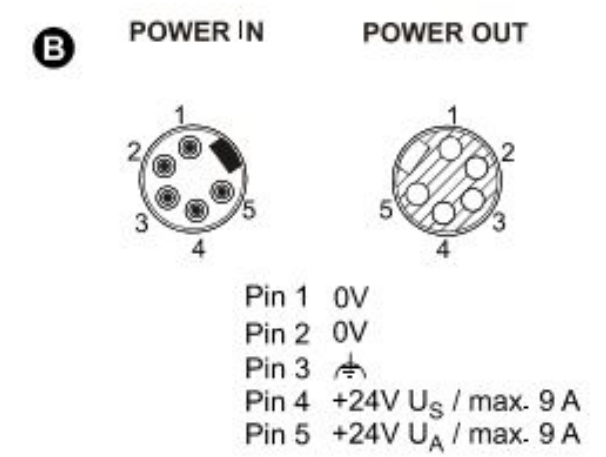
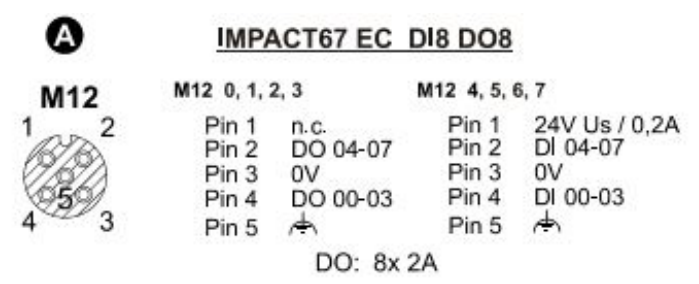
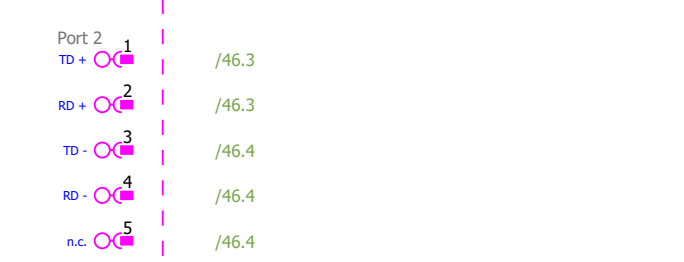
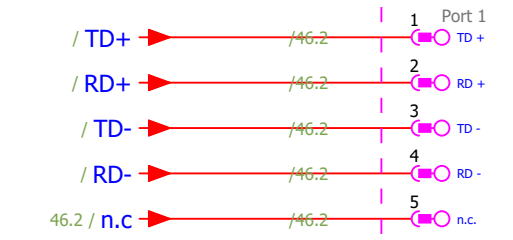
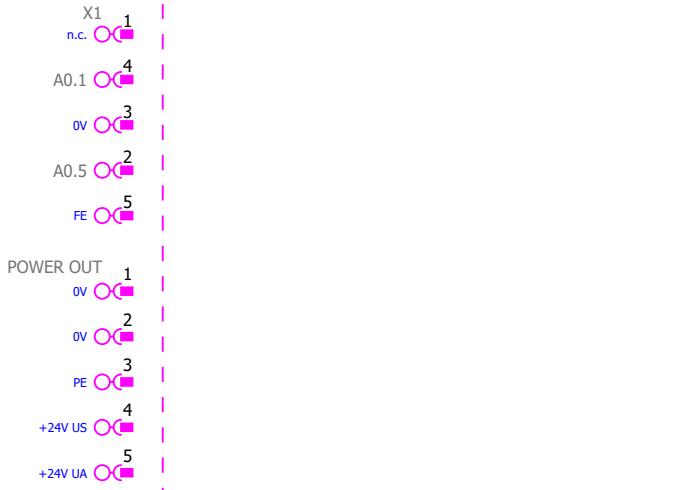
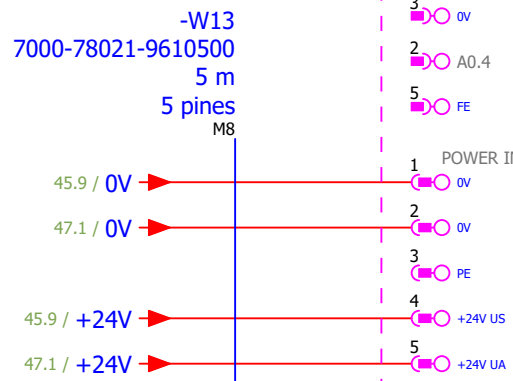
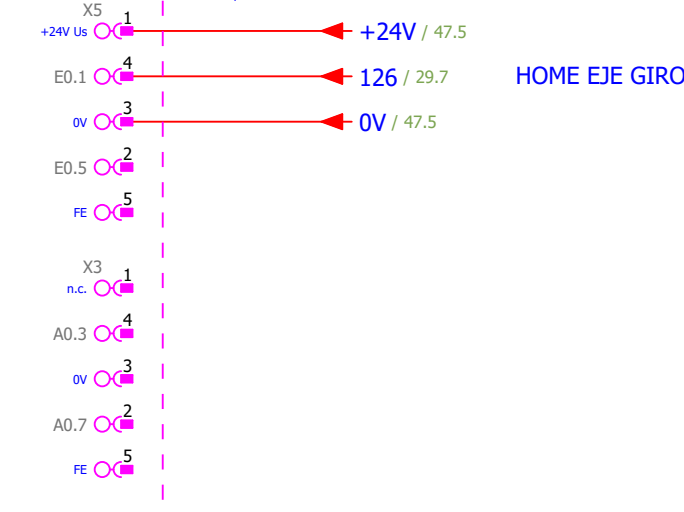
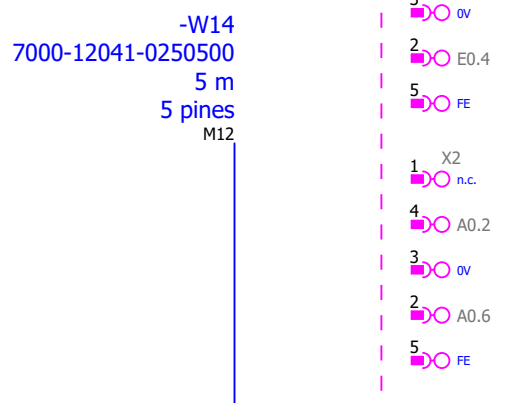
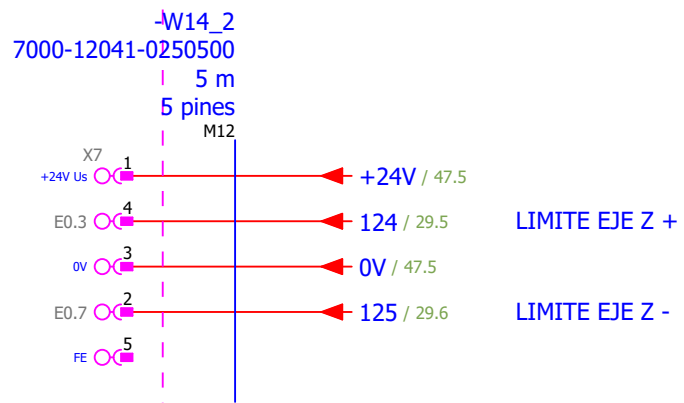
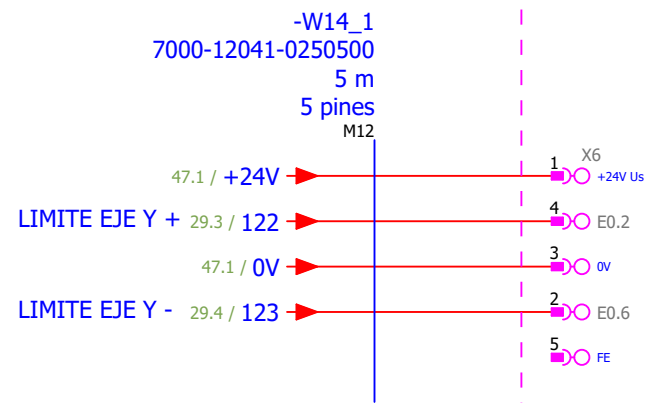
PORT2



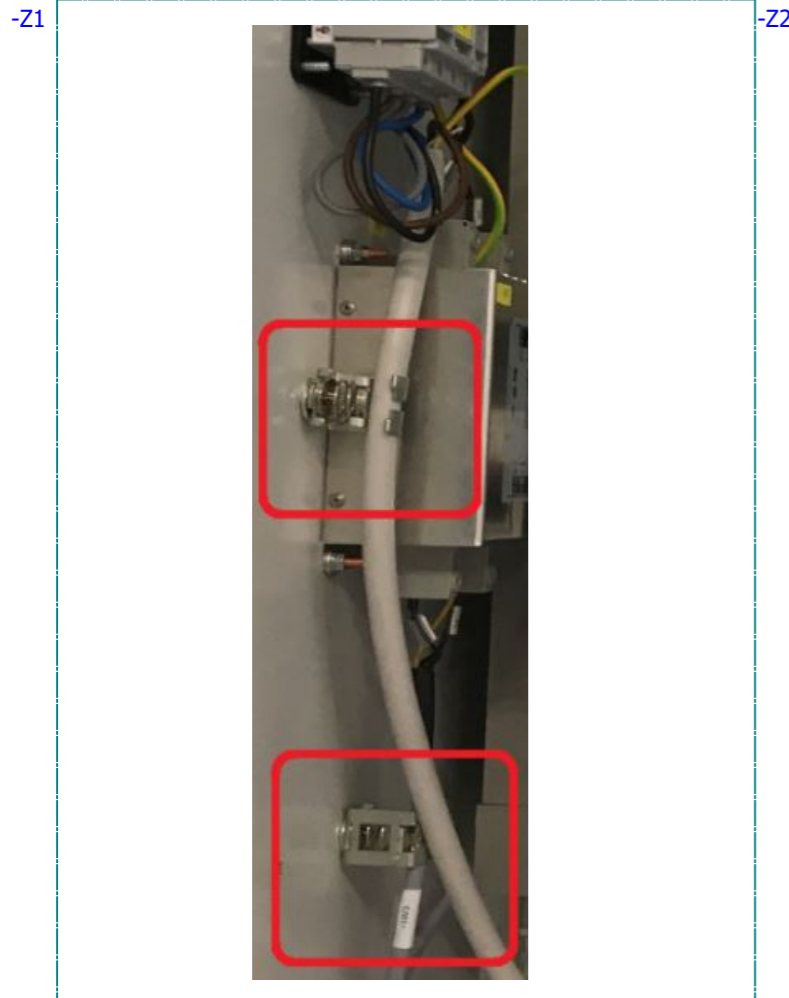
TD +	Pin 1	TD +
RD +	Pin 2	RD +
TD -	Pin 3	TD -
RD -	Pin 4	RD -
n.c.	Pin 5	n.c.
	Gewinde Thread Filet Rosca Filetto Rosca	



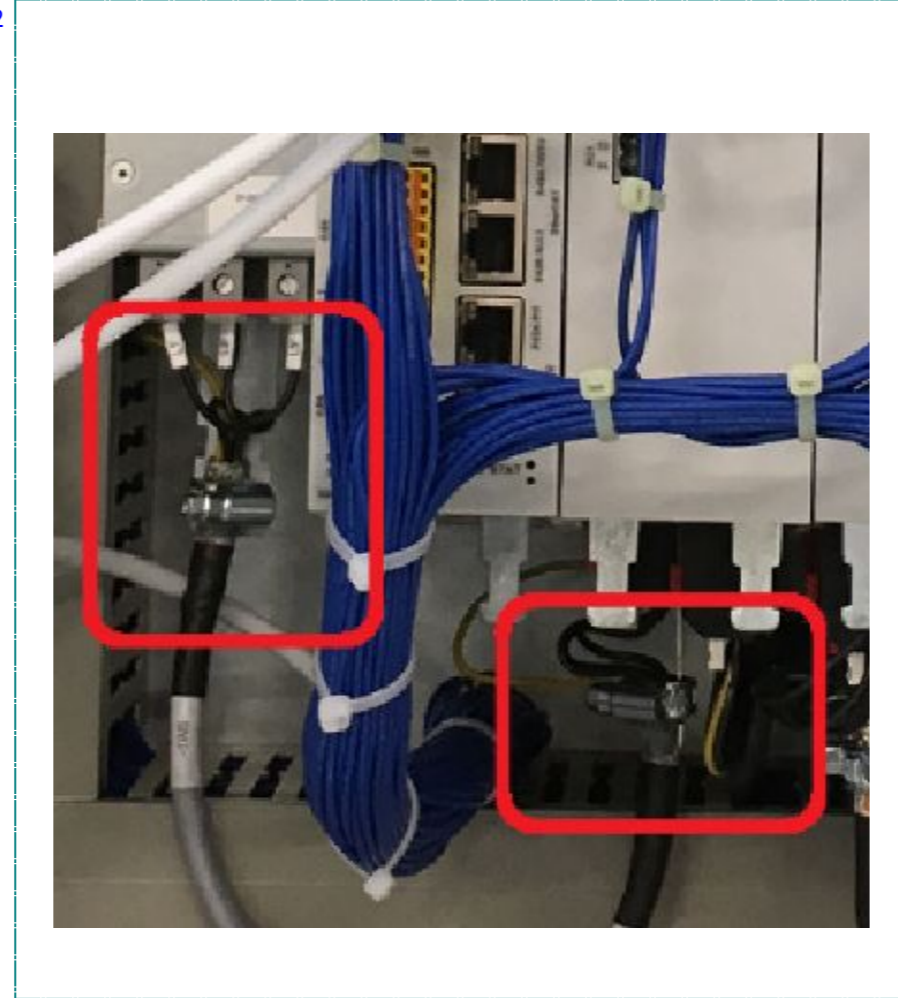
IMPACT67 COMPACT MODULE, PLASTIC
ETHERCAT
8DI + 8DO
24VDC
2A



DETALLE ENTRADA ALIMENTACION



DETALLE FILTRO Y FUENTE ALIMENTACION



DETALLE ENTRADA MOTORES



DETALLE RESISTENCIA FRENADO



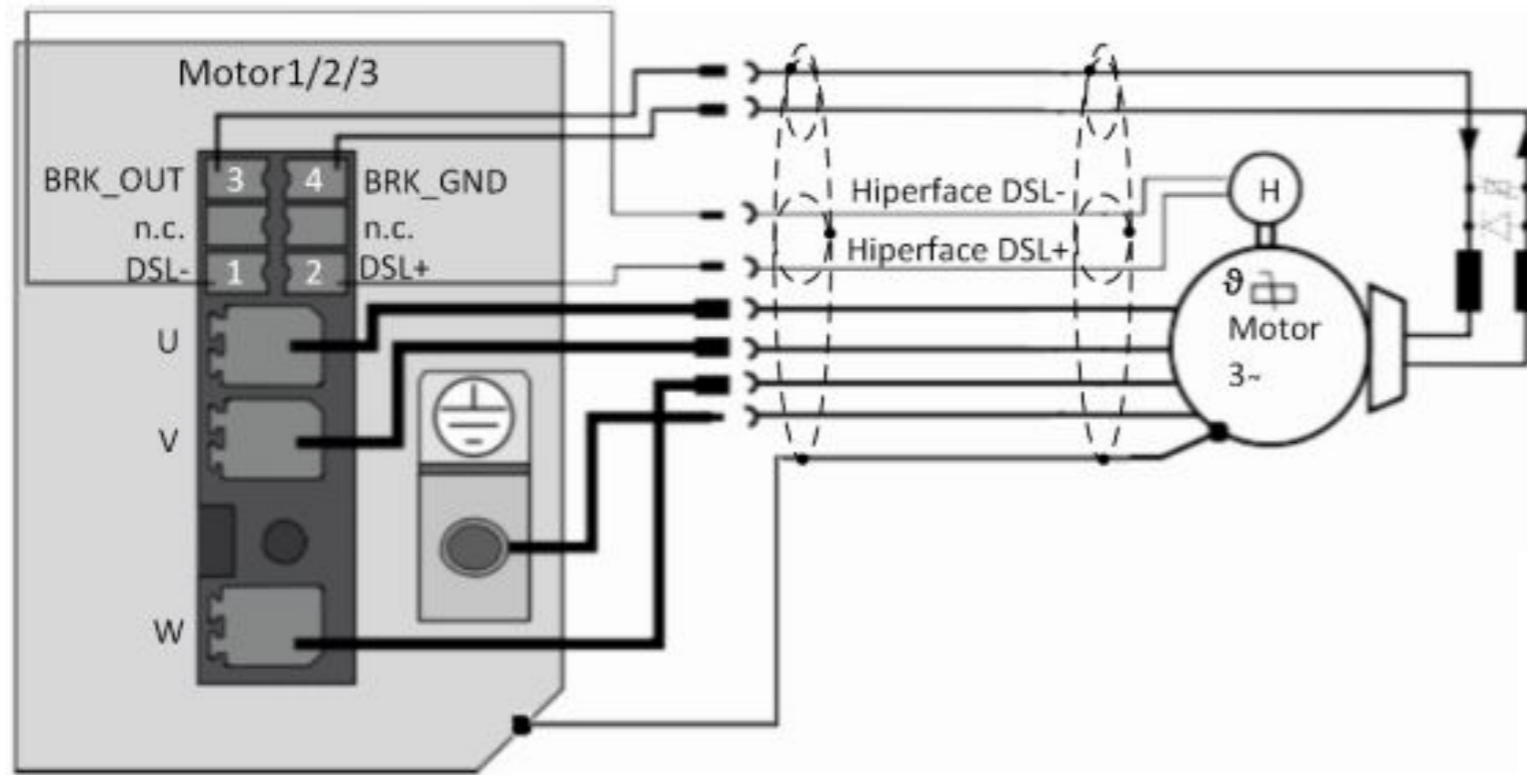


Fig. 6-4: Pin assignment, motor-side view

Pin NO.	Signal name	Input/Output
1	U	Motor phase U Input
2	GND	Ground -
3	V	Motor phase V Input
4	W	Motor phase W Input
A	HDSL+	Encoder data signal Bidirectional
B	HDSL-	Encoder data signal Bidirectional
C	Br+	Brake control 24 V Input
D	Br-	Brake control 0 V Input

