



**AUTOMATIZACIÓN
PALETIZADO LÍNEA
INDUSTRIAL**

MEMORIA

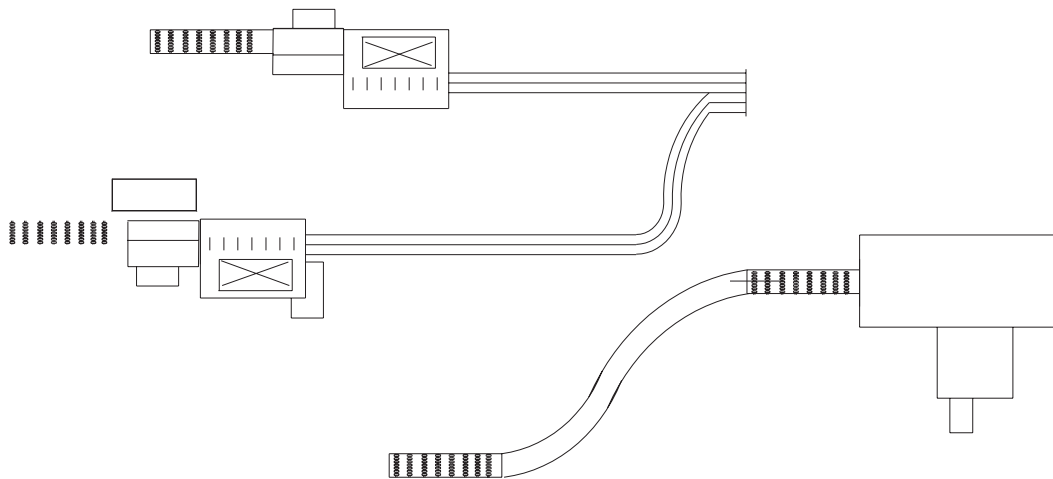
Índice:

1. Datos del proyecto.	4
2. Estudio del proyecto.	8
2.1 Opciones que se plantean.	8
2.2 Elección del proceso.	10
3. Comparativas entre materiales.	12
3.1 Barreras frente a puertas.	12
3.2 Robots.	15
3.3 Comunicación entre robot y autómeta.	20
3.4 Sistema semiautomático ó automático.	22
4. Elección de materiales.	25
4.1 Barreras ó puertas.	25
4.2 Elección del robot.	26
4.3 Tipo de comunicación.	27
5. Estudio de viabilidad.	28
5.1 Datos.	28
5.2 Sistema semiautomático.	29
5.3 Sistema automático.	31
5.4 Coste final del producto.	33
5.5 Elección del sistema.	35

6. Desarrollo del proyecto.	37
6.1 Cuadros eléctricos.	37
6.1.1 Cuadro eléctrico principal.	37
6.1.2 Cuadro de la pantalla de visualización.	40
6.2 Puerta de seguridad y vallado.	41
6.3 Barreras fotoeléctricas.	45
6.4 Cadena de seguridades.	47
6.5 Transportadores de rodillos.	50
6.6 Cintas de transporte de cajas.	52
6.7 Mano del robot.	53
6.8 Comunicación robot-autómata.	55
6.9 Balizas y botoneras.	61
6.9.1 Balizas.	61
6.9.2 Botoneras.	62
6.10 Robot.	64
6.11 Autómata.	67
6.12 Pantalla.	72

1. Datos del proyecto:

Se dispone de tres líneas de producción, las cuales sacan sus productos terminados en cajas. Las dos encajadoras de arriba sacan el mismo tipo de caja, pero la encajadora de abajo saca una caja más grande, con lo que se tienen dos tipos distintos de cajas provenientes de tres ubicaciones diferentes. Las encajadoras siempre sacan el mismo tipo de caja, no varían.



Las cajas pequeñas tienen un tamaño de 260 milímetros de ancho, 590 milímetros de largo y 170 milímetros de alto. Las cajas grandes tienen un tamaño de 240 milímetros de ancho, 590 milímetros de largo y 320 milímetros de alto.

Las cajas pequeñas tienen un peso de 10 kilogramos y las cajas grandes de 15 kilogramos.

La cadencia de las líneas que sacan las cajas pequeñas es de 2 cajas por línea y por minuto, mientras que la línea de cajas grandes saca 1 caja por minuto.

Actualmente estas cajas se colocan en palets manualmente, necesitando 2 operarios para realizar esta función. Para facilitar la carga de los palets estos se colocan en fosos de subida y bajada eléctrica.

El manejo de los palets lo realiza un operario de carretilla, el cual se encarga de llevar las pilas de palets vacíos a la zona de paletizado y se lleva los palets cuando estos ya están llenos.

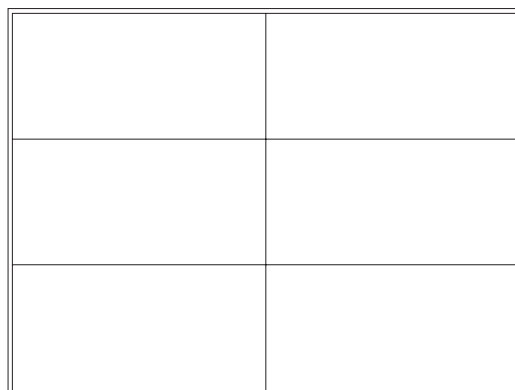
El tamaño de los palets tiene una medida estándar y siempre la misma. Son palets de tipo europalet, con unas medidas de 1200 milímetros de largo, 800 milímetros de ancho, 150 milímetros de alto y pesan en torno a los 25 kilogramos.

Los palets con cajas pequeñas llenos pesan en torno a los 865 kilogramos, mientras que los palets con cajas grandes pesan alrededor de 655 kilogramos.

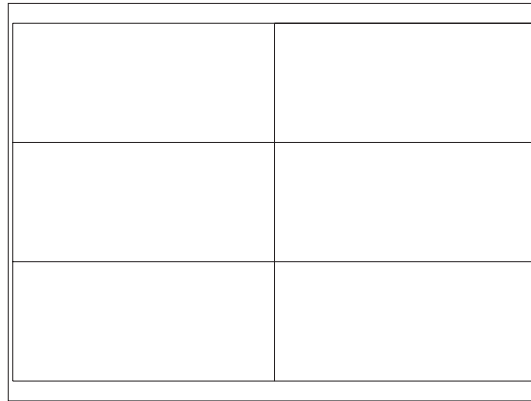
Las cajas pequeñas a pesar de provenir de dos líneas distintas se colocan en el mismo palet, sin diferenciarlas. Las cajas grandes se colocan en un palet distinto.

Se colocan 6 cajas por fila y por palet, variando la cantidad de filas que se colocan en cada palet dependiendo de si la caja es grande o pequeña y dependiendo también de exigencias de la producción. Como máximo los palets de caja pequeña tendrán 14 alturas, mientras que los palets con cajas grandes tendrán un máximo de 7 alturas.

La disposición de las cajas pequeñas en el palet es la siguiente:



La disposición de las cajas grandes en el palet es la siguiente:



La fábrica trabaja a tres turnos rotativos (mañana, tarde y noche) cinco días a la semana, parando sólo el viernes noche para recoger. Además se trabaja también algunos Sábados y algún festivo.

Actualmente la fábrica pretende rebajar el precio del producto, para hacerlo más competitivo en el mercado. Para rebajar los costes de producción se puede hacer por tres vías distintas:

- Reducción del coste de la materia prima.
- Reducción de gastos de fabricación (luz, agua, gas, etc...).
- Reducción de la mano de obra que interviene en la fabricación del producto.

Los dos primeros factores no pueden reducirse, ya que si se redujera el primero se perdería calidad, cosa que no interesa, y el segundo está establecido por el propio proceso de fabricación. Sólo queda el tercer punto.

Haciendo un estudio de todos los operarios que intervienen en el proceso de fabricación se observa que los únicos “prescindibles” en el proceso de fabricación son los operarios que hay al final de la línea, ya que existen herramientas adecuadas y más que probadas para la sustitución de estos operarios, con lo que el coste final del producto se reducirá previsiblemente. Esto se analizará más en detalle con el estudio de viabilidad que se hará más adelante, pero todo indica que será así, con mayor ó menor tiempo de amortización.

Además de esto tenemos también que debido al peso de las cajas y a la repetitividad de la operación de paletizado se están generando bajas por daños en la parte superior del cuerpo de los operarios (manos, brazos, espalda, etc...). Con la incorporación de maquinaria también se reducirían estas bajas.

El precio final de las cajas grandes en mercado viene a ser el doble que el de las cajas pequeñas, con lo que interesa más, en caso de problemas, dar salida a las cajas grandes.

El área de trabajo destinada a esta paletización tiene que tener unas dimensiones máximas de 4,5 x 4,5 metros.

La fábrica actualmente no dispone de ningún tipo de robot que realice operaciones de este tipo, con lo que se deja a elección del diseñador del proyecto el tipo de robot a poner. Sin embargo, si se disponen autómatas en fábrica y se pretende unificar, con lo que tanto el autómatas como la pantalla han de ser de la casa Siemens. Además los operarios de mantenimiento están acostumbrados a trabajar con este tipo de autómatas, con lo que no será necesario ningún tipo de formación, a tener en cuenta en el presupuesto. Asimismo, la pantalla de visualización será del mismo tipo de las que ya existen en la fábrica, con lo que se unifica para recambios y se ahorran costes en los mismos. Aunque los operarios de mantenimiento desconozcan la programación de la pantalla, esto no es problema, ya que una vez programada esta pantalla no será necesario volver a reprogramarla, a no ser que se modifique la instalación.

2. Estudio del proyecto:

Para un proyecto de este tipo se tienen muchas opciones y se pueden incorporar multitud de elementos. A partir de ahora vamos a realizar un estudio de las diferentes opciones que se nos plantean y analizar qué sistema es el que mejor encajaría y con cuál se conseguirían los mayores ahorros posibles en el menor tiempo posible.

2.1 Opciones que se plantean:

Se plantean dos opciones totalmente viables que se van a estudiar:

- La primera de ellas es un manipulador ingrávito que ayude en el manejo de las cajas. Esta opción es muy económica y ayudaría a reducir los daños ocasionados en el operario por motivo del propio trabajo; se reduciría el número de bajas. Esta opción queda descartada inmediatamente, ya que la idea del proyecto es la reducción del coste final del producto, y con este sistema no solo no eliminamos gastos (del tipo mano de obra) al no reducir el número de operarios, sino que además incrementaríamos el coste final del producto al generar un gasto añadido que es el coste del ingrívito.
- La segunda opción que se nos plantea es la incorporación de algún tipo de sistema que paletize solo, sin que sea necesaria la intervención de ningún operario (excepto casos puntuales). Esta opción es la más viable y es sobre la que nos vamos a centrar y desarrollar.

Dentro de la segunda opción existen multitud de posibilidades de paletizado, como por ejemplo sistemas con pórticos, sistemas agrupadores de cajas basados en cadenas y cilindros, robots paletizadores, etc...

Nos centraremos en el robot paletizador, ya que es una herramienta muy versátil con cantidad de posibilidades. Además, el hecho de tener cajas de diferentes tamaños y tener que paletizar en varios sitios distintos favorece la implantación de un robot. A

todo esto hay que añadir que en caso que esta operación de paletizado desapareciera el día de mañana el robot se podría emplear en otras operaciones con unas ligeras modificaciones.

También escogemos el robot paletizador por la facilidad que tiene para cambiar de proceso casi instantáneamente. En el punto 1.1 Datos del proyecto se indica que en caso de problemas hay que dar prioridad a las cajas grandes.

Al tener dos zonas de dejada de palets diferenciadas, en caso de problemas se puede anular una de las zonas y dejar la otra para la descarga de cajas grandes. Esta operación será muy sencilla. En caso que la zona que se haya averiado sea la de cajas pequeñas, se anula la misma y ya está. En el caso que la zona averiada sea la de cajas grandes, se deberá sacar el palet de cajas pequeñas e indicar en la pantalla táctil que deje las cajas grandes en el palet de cajas pequeñas.

Como se observa la operación es muy sencilla. Además esto tiene una ventaja que es que si se quisiera lo contrario, anular las cajas pequeñas, el proceso sería exactamente el mismo solo que con cajas pequeñas.

Con esto último también se tiene la opción de poder descargar las cajas pequeñas en los dos palets o las cajas grandes.

El robot paletizador sólo tiene una pega, y es que hay que tener a un obrero cualificado que sepa manejar el robot, por si algún día hubiera algún tipo de problema con el mismo o se tuviera que reprogramar, por diferentes motivos.

No es necesario contratar a nadie de propio para esto, ya que se puede dar una formación específica a ciertos operarios (por ejemplo mantenimiento, que son los que más capacitados están para esta labor).

2.2 Elección del proceso.

Ya se ha decidido que se va a realizar un paletizado mediante robot. Ahora queda concretar si se quiere un sistema semiautomático o automático para el proceso de paletizado:

- Un proceso semiautomático consiste en la carga de palets vacíos y la descarga de palets llenos manual, realizado por el operario, mientras que el paletizado es automático y lo realiza el robot.
- En un proceso automático el operario sólo carga una pila de palets vacíos y recogerá los palets llenos que saque el robot.

En el proceso semiautomático cada vez que el operario tenga que introducir o sacar un palet necesitará parar toda la instalación, ya que tiene que acceder al interior de la zona de paletizado y no puede hacerlo mientras el robot esté en marcha.

En el proceso automático no se interrumpe el proceso, ya que la dejada de palets vacíos y la recogida de palets llenos se realiza fuera de la zona de paletizado, con lo que el robot no tiene que parar.

Además, en el proceso semiautomático hace falta un operario para la carga-descarga de palets y un operario de carretilla para traer las pilas de palets y para llevarse los palets al almacén, mientras que en el proceso automático sólo hace falta el operario de carretilla, ya que cuando traiga las pilas de palets vacíos las colocará en la zona de entrada que está fuera de la zona de paletizado y recogerá los palets llenos que ya estén terminados y que también se hallarán fuera de la zona de paletizado.

Con un proceso semiautomático pasamos de tres operarios a dos, mientras que con un proceso automático del todo pasaremos de tres operarios a uno solo.

Tenemos también que la diferencia de precio entre un proceso automático y otro semiautomático no es muy grande, muy asumible teniendo en cuenta la reducción de mano de obra que esto supone (un operario por turno). De todas formas se analizará la

diferencia de precio en el estudio de viabilidad y la amortización que supone el instalar uno u otro sistema.

A medio camino entre las dos opciones desarrolladas nos encontramos con una tercera, que si bien se descarto en primera instancia se puede analizar un poco. Esta otra solución consiste en introducir los palets vacíos de uno en uno, en vez de una pila de palets vacíos, y que el robot lo coja y lo ponga en su sitio. Esto implica un operario introduciendo continuamente palets vacíos, ya que la máquina trabaja ágilmente y además se necesita un espacio exterior para el acumulo de palets vacíos, mientras que con el sistema totalmente automático se tendrán dos pilas de palets vacíos listas y no se requiere de nada adicional (y recordemos que con un obrero menos).

Otra de las cuestiones que hay que analizar es con cuántas líneas de cajas se quiere acceder a la zona de paletizado:

- Se puede acceder con dos líneas, con lo que en alguna parte del recorrido de las cajas pequeñas habría que pasar de dos líneas a una. Esto habría que hacerlo mediante una transferencia. La realización de esta función supondría un incremento, ya que la transferencia es cara y habría que programarla, teniéndose que poner además sensores para la detección de las cajas (ya que si no se controla en todo momento la posición de las cajas se podrían producir atascos de las cajas), con lo que el coste se incrementa más todavía. Esta solución sería aconsejable en el caso de no tener casi espacio para el tránsito de las cajas, caso que no es el que nos compete, ya que tenemos espacio de sobra para el tránsito de las mismas.
- La segunda solución es acceder con tres líneas, cada una de ellas proveniente de una encajadora. Esta solución es la que vamos a adoptar, ya que al robot le da igual coger de un sitio o de otro, con lo que el tiempo de ciclo apenas se va a ver afectado por esto.

3. Comparativas entre materiales:

En este punto se van a analizar las diferentes opciones de las que se disponen, así como el alcance económico de cada una de ellas. Posteriormente en el siguiente punto se decidirá qué materiales se adoptan definitivamente, dependiendo de varios factores, como pueden ser rentabilidad, comodidad, ahorro de trabajo, etc...

3.1 Barreras frente a puertas.

El uso de alguno de estos dos sistemas vendrá determinado dependiendo de si el sistema de proceso escogido es semiautomático o automático, ya que sólo se instalará alguno de estos dos sistemas en el caso de escoger un proceso automático.

Cualquiera de estos dos elementos que vamos a estudiar a continuación es totalmente válido y cumple con las exigencias de seguridad. La decisión entre uno u otro va a depender básicamente de los costes de uno frente a otro.

Las barreras fotoeléctricas son un sistema de seguridad basado en un emisor fotoeléctrico y un receptor fotoeléctrico. Las barreras han de estar enfrentadas una con respecto a la otra y cuando el haz se corta por la intrusión de cualquier tipo de objeto cuando no debe, la barrera actúa sobre un módulo de seguridad que lleva asociado y para la instalación, evitando así posibles daños.

Existen multitud de barreras fotoeléctricas y de muy diversos tamaños. Aquí vamos a comparar sólo las que competen a este proyecto, que vendrán determinadas por los siguientes factores:

- Barreras para protección de personas o parte de ellas. Esto nos da la sensibilidad mínima que debe tener la barrera. En este caso escogeremos la que protege como mínimo la mano, que detecta objetos de un tamaño igual o inferior a 30 milímetros.
- Tamaño de la barrera. Debido a que la altura de los palets puede alcanzar los 2 metros y medio, y la barrera tiene que proteger a la persona en cualquier

parte de la abertura las barreras deben ser lo más grandes posibles. Las barreras que cumplen este requerimiento son las que miden 1726 milímetros de alto, más que suficientes para proteger cualquier parte del cuerpo humano que pudiera introducirse por ellas y a cualquier altura.

- La barrera en cuestión tiene que tener una opción denominada muting. Esto consiste en la “anulación” de la barrera en un momento dado, cuando se cumplan ciertas condiciones. Esto sirve para que la instalación no se pare siempre que se corte la barrera, ya que cuando un palet lleno o una pila de palets corte la barrera, no se tiene que producir un paro de la instalación. Si se opta por esta opción se estudiará más adelante.

Al igual que con las barreras fotoeléctricas existen multitud de tipos de puertas. Las más usadas son las puertas enrollables, que son las que estudiaremos a continuación. Los factores que afectan a este proyecto son los siguientes:

- Tamaño de la puerta. Hay tamaños estándar para las puertas, ya que aunque se pueden pedir a medida esto incrementaría en sobremanera el costo. Un tamaño estándar que encaja muy bien en este proyecto es el de 3.000 milímetros de alto (altura máxima de palet poco más de 2 metros y medio) y una anchura de 1.200 milímetros (anchura máxima palet 800 milímetros). Hay también de 1.000 milímetros de anchura, pero se quedarían un poco justas.
- Escogeremos puertas con levas. Estas tienen varias levas que nos indicarán la posición de la puerta (abierta o cerrada), rebase de puerta (si la puerta se pasa de recorrido, tanto arriba como abajo) y cuándo debe cambiar de velocidad la puerta (velocidad lenta llegando a posición y rápida durante el resto de recorrido).
- Para que las puertas cumplan con la normativa de seguridad frente a personas, estas deben tener una protección de seguridad de categoría IV. Para que esto se cumpla la puerta debe tener asociados unos finales de carrera cuando esta esté cerrada.

- Para que la puerta pueda cerrarse hay que asegurarse que no haya objetos en su recorrido contra los que pueda colisionar. Para esto debe de haber unas pequeñas barreras de seguridad ó en su defecto fotocélulas.
- Para mayor seguridad las puertas deben llevar un sistema anticolidión. Este consiste en una “regla” interna, la cual si la barrera está bajando y colisiona con algo para la puerta y provoca un paro en la instalación.
- Como se puede observar con la multitud de opciones que deben llevar las puertas y la complejidad del montaje que llevan asociadas se encarecerá también el producto debido a la mano de obra del montaje que se requiere.
- La ventaja que tienen las puertas frente a las barreras es la protección frente a objetos proyectados, cosa que en este proyecto es irrelevante, ya que no hay proyecciones de ningún tipo.

En ambos sistemas será necesario incorporar módulos de seguridad, con lo que no los analizaremos al ser iguales en ambos casos. Las diferencias económicas entre ambos sistemas son las siguientes.

Barreras fotoeléctricas:

- Barreras: $3 \times 2.100 \text{ €} = 6.300 \text{ €}$.

Total: 6.300€.

Puertas enrollables:

- Puertas enrollables: $3 \times 2.500 \text{ €} = 7.500 \text{ €}$.
- Finales de carrera: $6 \times 50 \text{ €} = 300 \text{ €}$.
- Fotocélulas: $3 \times 100 \text{ €} = 300 \text{ €}$.
- Diferencia mano de obra montaje: $3 \times 2 \text{ horas/puerta} \times 60 \text{ €/hora} = 360 \text{ €}$.
- Diferencia horas diseño eléctrico: $1 \text{ hora} \times 100 \text{ €/hora} = 100 \text{ €}$.

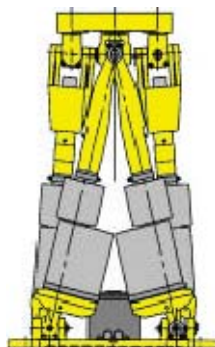
Total: 8.560 €.

3.2 Robots.

Existen varios tipos de robots que pasaremos a estudiar a continuación. Algunos de estos los descartaremos sin llegar a profundizar en ellos, bien porque su coste es excesivo o porque no cumplen con los requisitos requeridos.

Estos son algunos de los tipos de robots:

- Robots tipo pórtico de puente único.- Son muy buenos paletizadores y no tienen un costo excesivo. El problema es que sólo pueden coger y paletizar a lo largo de un eje. Este sistema lo descartamos, ya que no tenemos espacio suficiente para hacer una configuración de este tipo al tener que poner las tres líneas de cogida de cajas, las dos de dejada y la de cogida de palets todas en fila, una al lado de otra. Además no es un sistema al cual se le vea muy aconsejable para este tipo de instalación.
- Robots tipo pórtico de doble puente.- Estos robots pueden paletizar en un área de trabajo determinada. El sistema es igual que los robots tipo pórtico de puente único, solo que en vez de desplazarse en un solo eje lo hacen en dos. Este sistema para este proyecto es más viable, pero tienen un costo excesivo y su montaje y programación son más complejos, con lo que lo descartamos.
- Robots tipo araña.- Son unos robots muy rápidos y su configuración es totalmente distinta a la del resto de los robots, ya que en vez de ejes rotativos lo que tienen son ejes lineales que se mueven todos a la vez para conseguir el movimiento requerido. El gran inconveniente de este tipo de robots es que tienen el área de trabajo muy limitada.



- Robots de 6 ejes.- Este tipo de robots son los más usados en el mundo de los robots. Hay de multitud de tamaños y de muchas capacidades de carga. Generalmente estos dos aspectos van relacionados: a mayor tamaño, mayor capacidad de carga, y viceversa. Este tipo de robot se seleccionan primero por el radio de acción deseado y una vez escogido este se selecciona la capacidad de carga que se desea dentro de sus posibilidades. En caso que no tengamos la capacidad de carga deseada en el tamaño deseado, habrá que escoger un tamaño de robot superior. Este tipo de robot por tamaño y por prestaciones podría encajar a la perfección para este tipo de proyecto. La ventaja de este tipo de robots es que son muy versátiles, pudiéndolos emplear para otros menesteres una vez se haya terminado el proyecto en cuestión. Para el proyecto que estamos desarrollando hay que buscar un robot con una capacidad de carga superior al peso máximo que llevará en algún momento determinado, esto será cuando transporte un palet vacío. El peso será de 25 kilogramos que pesará la mano del robot además de los 25 kilogramos que pesa el palet vacío. A esto hay que añadirle un tanto por ciento debido a las inercias que se producirán, al tener el palet un tamaño más que considerable. Un robot con una capacidad de carga de unos 75 ó 100 kilogramos cumple con esta labor de sobra. El radio de acción del robot tiene que ser suficiente como para abarcar toda la instalación. El área de trabajo es de 4,5 x 4,5 metros, con lo que el robot tiene que tener un alcance mínimo de unos 2,5 metros y ser capaz de paletizar hasta los 2,5 metros de altura.



- Robots paletizadores de cuatro ejes.- Este tipo de robots se diseñaron exclusivamente para el paletizado, ya que se estaba extendiendo mucho el uso de robots de 6 ejes para paletizar y se busco un robot más específico para este tipo de labor. Este robot encaja perfectamente para este proyecto. Las condiciones de capacidad de carga y de radio de acción son las mismas que se han descrito en el robot de 6 ejes: 75 ó 100 kilogramos de capacidad de carga y un radio de acción mínimo de 2,5 metros a una altura máxima de 2,5 metros.



Estos dos últimos tipos de robot son los que se adaptan para este proyecto. Vamos a estudiar las ventajas y desventajas de cada uno de ellos y el alcance económico de ambos.

Los robots que vamos a estudiar dadas las exigencias de capacidad de carga y alcance son:

- 6 ejes.- FANUC R-2000iB/125L, con una capacidad de carga de 125 kilogramos y un radio de alcance de 3.005 milímetros.
- Paletizador 4 ejes.- FANUC M-410iB/160, con una capacidad de carga de 160 kilogramos y un radio de alcance de 3.143 milímetros.

Las ventajas y desventajas de uno frente a otro son las siguientes:

- El robot paletizador está especialmente diseñado para este menester, con lo que se simplifica mucho la tarea de programación y de montaje frente al robot de 6 ejes.
- Una vez terminada la vida útil del proyecto, es más fácil dar salida para otros menesteres al robot de 6 ejes. El robot paletizador sólo podría dedicarse a otras labores de paletizado. Este factor no lo vamos a tener en cuenta, ya que el estudio sólo engloba el proyecto actual y no futuros posibles proyectos, que son responsabilidad de la empresa contratante.
- El robot paletizador al tener dos ejes menos tiene menos riesgo de tener averías mecánicas.
- El robot paletizador viene con una peana incorporada para conseguir paletizar a mayores alturas. El robot de seis ejes viene sin esta peana, con lo que habrá que incorporarla, con el sobrecoste que esta conlleva.
- El robot paletizador tiene una capacidad de carga y un radio de acción algo mayores que el robot de 6 ejes. Esto no es problema, ya que el robot de seis ejes cumple de sobra con los requisitos dados. Además en caso de querer mayores prestaciones se puede escoger otro robot mayor, pero se incrementaría el precio.
- El robot paletizador al tener sólo 4 ejes pierde la posibilidad de poder girar la mano de otra forma que no sea paralela al suelo. Esto limita la cogida y la dejada, ya que tienen que ser siempre paralelas al suelo. De todas formas,

para este proyecto esto no es importante, ya que de por si se realizan de esta manera.

Con todo esto vamos a ver las diferencias económicas entre uno y otro.

Robot de 6 ejes FANUC R-2000iB/125L:

- Robot: 49.000 €.
 - Peana: 4.500 €.
- Total: 53.500€.

Robot paletizador de 4 ejes FANUC M-410iB/160:

- Robot: 48.000 €.
- Total: 48.000 €.

3.3 Comunicación entre robot y autómeta.

La comunicación entre robot y autómeta puede realizarse de varias opciones. Se ha escogido el tipo de robot, y el autómeta viene definido por el cliente, con lo que vamos a valorar las opciones presentes:

- Comunicación cable a cable.- Lo que se hace es conectar físicamente las señales con las que se va a comunicar el robot con el autómeta. Las salidas del robot se conectan a las entradas del autómeta y las entradas del robot a las salidas del autómeta. El robot viene con una tarjeta de entradas y con otra de salidas. El autómeta viene sin tarjetas, con lo que habrá que incorporar tantas tarjetas de entradas y de salidas como sean necesarias. A esto hay que sumar el coste de mano de obra que supone el cableado de todas estas señales.
- Comunicación Profibus DP.- Es un protocolo de comunicación para conectar elementos. Se pueden colocar multitud de elementos, aunque en este caso sólo vayamos a conectar el robot con el autómeta. No es necesaria la conexión de multitud de cables entra robot y autómeta, ya que sólo hay que conectar una manguera específica. El autómeta viene ya con puerto Profibus DP, sin embargo al robot hay que añadirle una tarjeta de comunicación.

Son dos formas de comunicación totalmente distintas, pero igual de válidas ambas. Este tipo de comunicación suele venir determinada por la empresa. En este caso no tenemos ninguna condición al respecto, con lo que habrá que escoger.

Diferencias económicas entre uno y otro.

Comunicación cable a cable:

- Tarjeta entradas autómeta: $2 \times 600 \text{ €} = 1.200 \text{ €}$.
- Tarjeta salidas autómeta: $2 \times 600 \text{ €} = 1.200 \text{ €}$.
- Diferencia mano de obra: $4 \text{ horas} \times 60 \text{ €/hora} = 240 \text{ €}$.

Total: 2.640€.

Comunicación Profibus DP:

- Tarjeta robot Profibus DP: 2.500 €.
- Conectores Profibus DP: $2 \times 50 \text{ €} = 100 \text{ €}$.

Total: 2.600 €.

3.4 Sistema semiautomático ó automático.

En el punto anterior hemos visto que existen dos tipos de sistemas totalmente viables. Vamos a estudiar ambos y decidiremos posteriormente cuál se elige cuando se haga el estudio de viabilidad de cada uno de ellos.

Las diferencias entre cada uno de ellos son las siguientes:

- En el sistema semiautomático tendremos únicamente dos ubicaciones para dejar los palets, uno para cada tipo de caja. En el sistema automático dispondremos de tres transportadores, uno para los palets vacíos y otros dos para la carga de cajas, uno para cada tipo de caja.
- En el sistema semiautomático no tenemos capacidad de almacenamiento, ni de palets vacíos ni de palets llenos, mientras que en el sistema automático tendremos por un lado los dos palets que se están cargando y podemos tener otros dos llenos (uno por línea) fuera de la instalación, esperando ser almacenados. Si estas zonas de salida están vacías, el palet cuando esté lleno avanzará solo, mientras que en el sistema semiautomático hasta que no se descargue el palet no se podrá comenzar a llenar otro, con la pérdida de tiempo que esto supone y el riesgo de parar la producción si se llena la recta de entrada a la zona de paletizado.
- En el sistema automático tendremos barreras fotoeléctricas o puertas enrollables de entrada-salida de palets, dependiendo de lo que se decida más adelante, frente al sistema semiautomático, que tendremos dos puertas de entrada, una para cada palet, y un cierre de puerta de seguridad en cada puerta.
- En el sistema semiautomático habrá que añadir botoneras para la petición de entrada a la instalación para la carga-descarga de palets, mientras que en el sistema automático esto no es necesario, ya que los palets entrarán y saldrán cuando detecten que pueden hacerlo.
- Habrá que tener muy en cuenta el tiempo de ciclo que se perderá en el sistema semiautomático, ya que cada vez que se abra la puerta para la descarga de un palet lleno y para la carga de otro vacío es tiempo que el

robot no está trabajando. Este factor es más de difícil de determinar económicamente, ya que el tiempo perdido dependerá de muchos factores, entre ellos la rapidez del propio operario.

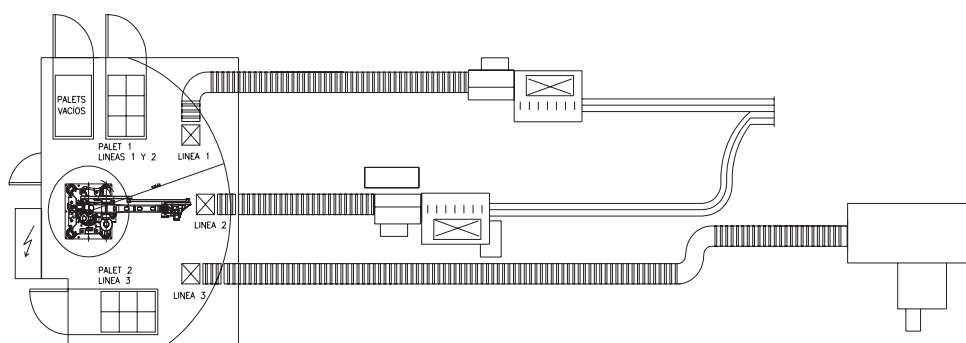
- Por último, el factor más importante que conlleva la implantación de un sistema u otro es el hecho de necesitar un operario para la carga-descarga en el sistema semiautomático, mientras que en el sistema automático no hace falta ningún operario. Este va a ser el factor determinante para escoger entre un sistema semiautomático o uno automático.

Vamos a ver las diferencias económicas entre ambos sistemas. Los elementos que sean comunes en ambos sistemas no los analizaremos.

Sistema semiautomático:

- Escuadras de posicionamiento de palets: 2 x 1.000 €= 2.000 €.
- Pulsanería petición entrada: 2 x 250 €= 500 €.
- Cierres de puerta de seguridad: 2 x 200 €= 400 €.
- Puertas de acceso a la instalación: 2 x 1.000 €= 2.000 €.

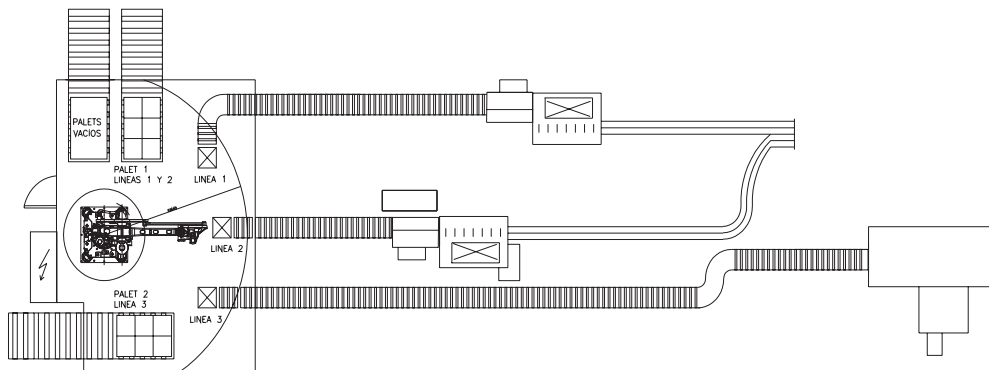
Total: 4.900€.



Sistema automático:

- Transportadores: 3 x 3.000 €= 9.000 €.
- Motores: 3 x 300€= 900 €.
- Barreras: 3 x 2.100 €= 6.300 €.
- Módulos PILZ control: 3 x 300 €= 900 €.
- Fococélulas: 7 x 50 €= 350 €.
- Garra cogida palets: 7.900 €

Total: 25.350 €.



La diferencia económica es importante. El factor determinante es el operario que es necesario en el sistema semiautomático. Además tampoco se ha tenido en cuenta el tiempo perdido de carga-descarga de palets. La elección de un sistema u otro se realizará con el análisis del estudio de viabilidad.

4. Elección de materiales:

Vamos a proceder a seleccionar los diferentes materiales que se pueden incorporar en el proyecto. Posteriormente con los materiales seleccionados realizaremos el cálculo del presupuesto.

4.1 Barreras ó puertas.

Las diferencias económicas entre ambos sistemas son las siguientes:

- Barreras fotoeléctricas: 6.300€.
- Puertas enrollables: 8.560 €.

La diferencia económica es considerable.

El montaje de las puertas es mucho más complejo, requiriendo un montador mecánico para el montaje de las puertas y otro montador eléctrico para el cableado de los elementos que lleva. Por el contrario, en el montaje de las barreras sólo hace falta un montador eléctrico, ya que no hay apenas mecánica y el montaje de las mismas es mucho más sencillo que el de las puertas, pudiéndolo realizar el montador eléctrico.

También el mantenimiento de las puertas es más complicado, ya que llevan parte mecánica y parte eléctrica. Además las puertas tienen un tiempo de vida determinado en función del uso que se les dé, con lo que a la larga habrá que acabar cambiándolas, con el gasto que esto conlleva.

Debido a estos dos factores, escogeremos el sistema de barreras fotoeléctricas.

4.2 Elección del robot.

Con todo esto vamos a ver las diferencias económicas entre uno y otro.

- Robot de 6 ejes FANUC R-2000iB/125L: 53.500€.
- Robot paletizador de 4 ejes FANUC M-410iB/160: 48.000 €.

Hay mucha diferencia económica entre ambos robots.

El robot paletizador ofrece muchas ventajas frente al robot de 6 ejes especialmente para un proyecto de este tipo, con lo que la decisión está más que clara.

Si nos hubieran pedido analizar las posibilidades posteriores del robot, debido a que el robot engloba la mayor parte del desembolso del proyecto, nos plantearíamos el robot de 6 ejes, ya que tiene más salidas y mayores aplicaciones.

Para este proyecto debido a la diferencia económica entre ambos y a las ventajas que ofrece el robot paletizador frente al robot de 6 ejes, escogeremos el robot paletizador, que se adapta mucho mejor.

4.3 Tipo de comunicación.

Diferencias económicas entre uno y otro.

- Comunicación cable a cable: 2.640€.
- Comunicación Profibús DP: 2.600 €.

Entre estos dos tipos de comunicación no hay diferencia económica, con lo que la elección de uno de estos dos sistemas depende más de la elección del diseñador del proyecto que de factores económicos.

El sistema de comunicación Profibús DP tiene la ventaja de tener en todo momento un sistema de gestión interna de fallos, el cuál es mostrado por el autómeta y sabemos a tiempo real los posibles fallos que se encuentren en el sistema de comunicación. En caso que con la comunicación cable a cable algún cable tenga algún problema, puede ser que tardemos en enterarnos, e incluso que la instalación haga cosas indeseadas.

Otra de las ventajas de la red Profibús DP es la posibilidad de ampliación de la red de una manera muy sencilla.

Además, si se quieren ampliar las señales entre el autómeta y el robot con la red Profibús DP es muy sencillo, ya que sólo hay que reconfigurar ambos elementos programándoles que van a gestionar un mayor número de señales y ya está. Con el sistema cable a cable es necesario incorporar nuevas tarjetas de entradas y salidas y cablear las nuevas señales.

Con todo esto el sistema escogido va a ser la comunicación Profibús DP.

5. Estudio de viabilidad:

5.1 Datos.

Vamos a estudiar los dos sistemas planteados, semiautomático y automático, viendo el alcance económico y los tiempos de amortización de cada uno de estos sistemas. Posteriormente a esto se decidirá sobre qué tipo de sistema de desarrolla el proyecto, ya que son dos sistemas totalmente distintos en su modo de desarrollo y de funcionamiento.

Calcularemos la rentabilidad en semanas.

Uno de los datos exigidos a la empresa para el estudio de estos dos sistemas es el precio/hora de los operarios que se encargan actualmente del paletizado. Este precio es de 21 €/hora.

Sabemos que la empresa trabaja 3 turnos de Lunes a Viernes, parando sólo el Viernes noche. No tendremos en cuenta los posibles días extras que se trabajen (Sábados y festivos).

Otro dato que se solicita es el sobrecoste que supone tener un operario especializado en robots. Este sobrecoste es de 100 €/mes por operario. Hacen falta tres operarios especializados, uno por turno.

- Cada semana, un operario le cuesta a la empresa:

$24 \text{ horas/día} \times 5 \text{ días/semana} - 8 \text{ horas (Viernes noche)} = 114 \text{ horas/semana.}$

$114 \text{ horas/semana} \times 21 \text{ €/hora} = \underline{2.394 \text{ €/semana/operario.}}$

- Cada semana, un operario especializado en robots le costaría a la empresa:

$100 \text{ €/mes} \times 3 \text{ operarios} = 300 \text{ €/mes.}$

$300 \text{ €/mes} / 4 \text{ semanas/mes} = \underline{75 \text{ €/semana.}}$

5.2 Sistema semiautomático.

Si se desean ver los detalles del presupuesto se encuentran en la carpeta PRESUPUESTO. Aquí se muestran sólo las cantidades a groso modo.

1.- Diseño y documentación.-	8.000 €
2.- Transportadores.-	8.200 €
3.- Vallado perimetral.-	14.600 €
4.- Mano del robot.-	9.300 €
5.- Robot.-	50.500 €
6.- Armario eléctrico con aparamenta eléctrica interna.-	8.500 €
7.- Seguridades y aparamenta eléctrica del Lay-out.-	4.450 €
8.- Grupo neumático.-	1.500 €
9.- Instalación en planta.-	9.500 €
10.- Programación.-	11.000 €
TOTAL.-	125.550 €

En el punto anterior hemos determinado lo que le supone a la empresa el hecho de prescindir de un operario para realizar el paletizado. También se ha determinado el gasto extra que supone tener operarios cualificados para el manejo del robot.

En el sistema semiautomático se ha determinado que se pasa de dos operarios de producción a un solo operario. También hay que tener en cuenta la especialización de un operario de mantenimiento (ó el que determine la empresa) por turno. Vamos a calcular cuántas semanas hacen falta para amortizar un sistema semiautomático.

La diferencia entre el ahorro y el gasto por semana en términos de operarios es la siguiente:

1 operario x 2.394 €/semana/operario= 2.394 €/semana.

2.394 €/semana – 75 €/semana= 2.319 €/semana de ahorro.

125.550 € / 2.319 €/semana= 54,14 semanas. Redondeando salen 55 semanas.

La amortización de la instalación se empezaría a producir al cabo de un año de funcionamiento.

5.3 Sistema automático.

Si se desean ver los detalles del presupuesto se encuentran en la carpeta PRESUPUESTO. Aquí se muestran sólo las cantidades a groso modo.

1.- Diseño y documentación.-	8.000 €
2.- Transportadores.-	16.100 €
3.- Vallado perimetral.-	12.200 €
4.- Mano del robot.-	17.200 €
5.- Robot.-	50.500 €
6.- Armario eléctrico con aparamenta eléctrica interna.-	8.500 €
7.- Seguridades y aparamenta eléctrica del Lay-out.-	11.500 €
8.- Grupo neumático.-	1.500 €
9.- Instalación en planta.-	9.500 €
10.- Programación.-	11.000 €
TOTAL.-	146.000 €

En el primer punto del apartado anterior hemos determinado lo que le supone a la empresa el hecho de prescindir de un operario para realizar el paletizado. También se ha determinado el gasto extra que supone tener operarios cualificados para el manejo del robot.

En el sistema automático se ha determinado que se prescinde de los dos operarios de producción. También hay que tener en cuenta la especialización de un operario de mantenimiento (ó el que determine la empresa) por turno. Vamos a calcular cuántas semanas hacen falta para amortizar un sistema automático.

La diferencia entre el ahorro y el gasto por semana en términos de operarios es la siguiente:

$$2 \text{ operarios} \times 2.394 \text{ €/semana/operario} = 4.788 \text{ €/semana.}$$

$$4.788 \text{ €/semana} - 75 \text{ €/semana} = 4.713 \text{ €/semana de ahorro.}$$

$$146.000 \text{ €} / 4.713 \text{ €/semana} = 30,98 \text{ semanas. Redondeando salen 31 semanas.}$$

La amortización de la instalación se empezaría a producir al cabo de unos 7 meses.

5.4 Coste final del producto.

En el primer apartado 1 Datos del proyecto se comentó que la cadencia de cajas es de 2 cajas pequeñas por línea y por minuto y de 1 caja grande por minuto. También se dijo que el precio final de las cajas grandes es el doble que el de las cajas pequeñas.

Cajas pequeñas por semana:

2 líneas x 2 cajas/línea/minuto x 480 minutos/turno x 14 turnos/semana= 26.880 cajas pequeñas/semana.

Cajas grandes por semana:

1 línea x 1 caja/línea/minuto x 480 minutos/turno x 14 turnos/semana= 6.720 cajas grandes/semana.

Las cajas grandes tienen un coste final doble que las cajas pequeñas, con lo que consideraremos las cajas grandes como dos cajas pequeñas para los cálculos.

Total cajas: $26.880 + (6.720 \times 2) = \underline{40.320 \text{ cajas}}$.

Vamos a calcular cuánto supone la reducción final del producto con los dos sistemas que estamos estudiando. Lo vamos a calcular una vez terminada la amortización:

- Sistema semiautomático.

$2.319 \text{ € ahorro operarios/semana} / 40.320 \text{ cajas/semana} = 5,75 \text{ céntimos/caja.}$

Cajas pequeñas: ahorro de 5,75 céntimos por caja.

Cajas grandes: ahorro de 11,5 céntimos por caja.

- Sistema automático.

$4.713 \text{ € ahorro operarios/semana} / 40.320 \text{ cajas/semana} = 11,69 \text{ céntimos/caja.}$

Cajas pequeñas: ahorro de 11,69 céntimos por caja.

Cajas grandes: ahorro de 23,38 céntimos por caja.

El ahorro final del producto con el sistema automático es más del doble que con el sistema semiautomático.

5.5 Elección del sistema.

El tiempo de amortización entre un sistema semiautomático y otro automático es determinante. Además del tiempo de amortización hay muchos otros factores que nos hacen decidimos por el sistema automático.

Una desventaja que tiene el sistema automático frente al semiautomático es el hecho de llevar más mecánica, con lo que puede haber mayor cantidad de averías, si bien los elementos que se han presupuestado están de sobra sobredimensionados para que la cantidad de averías que se puedan producir sean insignificantes.

Como se comento en el punto 3.4 Sistema semiautomático o automático no se ha tenido en cuenta el tiempo de pérdida de cambios de palets en el sistema semiautomático, lo que añade otra desventaja frente al sistema automático.

La empresa lo que pretende es reducir al máximo el número de operarios, ya que una vez amortizado el sistema, bien sea el semiautomático o el automático, la empresa sigue teniendo que pagar a los operarios. En el sistema semiautomático se sigue dependiendo de un operario para el funcionamiento de la instalación, lo que a pesar que se reduce el coste final del producto no se reduce tanto como con el sistema automático.

Esto último deriva en el precio final del producto, el cual se reduce más del doble en el sistema automático que en el semiautomático. Teniendo también en cuenta que la amortización del sistema semiautomático frente al automático es de casi el doble, la reducción del coste final del producto se producirá mucho antes y siendo el doble en un sistema automático frente a uno semiautomático.

Otra ventaja que tiene el sistema automático frente al semiautomático es el hecho que en caso de necesitar anular una zona de descarga o habilitar las dos zonas para el mismo tipo de caja es tan sencillo como darle a un botón en pantalla, y el sistema hará todo el proceso solo: sacar el palet que ya no se va a usar y cambiar la dejada del robot si fuera necesario.

Con todos los cálculos realizados, amortizaciones, estudios de elementos realizados, etc... el sistema elegido es el siguiente:

- Sistema totalmente automatizado con entrada y salida de palets automáticas.
- Barreras fotoeléctricas anti-intrusión.
- Comunicación Profibus DP entre robot y autómeta.
- Robot paletizador de 4 ejes FANUC M-410iB/160.

6. Desarrollo del proyecto:

Aquí se va a desarrollar todo lo concerniente a la programación y a las conexiones eléctricas del proyecto.

En el próximo punto se realizarán los cálculos necesarios para determinar qué elementos son los más adecuados para el proyecto.

La parte correspondiente a la mecánica que lleva asociada la instalación es un tema muy amplio y que **aquí no se va a desarrollar**, ya que este proyecto no se centra en la mecánica, sino en todo lo de alrededor (neumática, electricidad, programación e implementación de estas tres cosas).

Para la parte mecánica lo que se ha hecho es ponerse en contacto con varias empresas especializadas en el tema y se han pedido varios presupuestos, escogiendo el que más se ajusta al proyecto en desarrollo. Se harán breves anotaciones de las diferentes partes mecánicas de las que se compone la instalación para un mayor entendimiento del proyecto, pero no se hará ningún tipo de hincapié en el tema.

6.1 Cuadros eléctricos.

Va a haber dos cuadros, uno que englobará todos los elementos eléctricos y electrónicos de los que se va a componer la instalación y otro que va a llevar la pantalla de visualización y de manejo de la instalación.

6.1.1 Cuadro eléctrico principal.

Estará situado al lado de la puerta de acceso a la instalación, ya que es un cuadro de un tamaño considerable y aquí no molestará para las operaciones que se deban realizar por parte de los operarios. Además aquí habrá facilidad de acceso al mismo para su mantenimiento.

El cuadro eléctrico se va a componer de lo siguiente:

- 1 interruptor general para el apagado de la instalación. También conocido como interruptor de puerta, se encarga de recoger el suministro eléctrico proveniente de la red de la fábrica y permitir el paso o no al interior del cuadro.
- 1 diferencial tetrapolar. Para la protección de las personas y de los equipos frente a derivaciones que pudieran producirse en cualquier punto de la instalación.
- 1 PIA tetrapolar. Para la protección frente a sobre-intensidades de toda la instalación. Se impide que esta sobre-intensidad pueda llegar al suministro eléctrico y los daños sean mayores que los que se pueden ocasionar cortando aquí.
- 1 PIA tripolar para la protección del robot. El robot lleva sus propias protecciones, pero están destinadas a proteger la electrónica interna del propio robot, con lo que en caso de fallo del robot con esta PIA impedimos que el cuadro eléctrico se vea afectado y pueda dañar algún componente del mismo.
- 1 PIA tripolar para la protección de los motores de los transportadores. Además de esto cada motor llevará protecciones independientes. Los motores suelen ser los elementos que más problemas dan, ya que se componen de parte eléctrica y de parte mecánica en movimiento. Debido a esto se protegerá el cuadro frente a los motores con una doble seguridad.
- 3 magnetotérmicos y 3 contactores. Cada uno de los motores de los tres transportadores llevará un magnetotérmico y un contactor asociado. El magnetotérmico protege la instalación frente a roturas del motor (que se suelen traducir en sobre-intensidades), mientras que el contactor sirve para arrancar y parar el motor a voluntad.
- 1 enchufe monofásico a 220V. Para la conexión de cualquier aparato que se pudiera necesitar se pone un enchufe para facilitar el empleo del mismo.
- 1 PIA bipolar para la protección de la instalación ante un mal funcionamiento del enchufe o de cualquier aparato que conectemos en el.

- 1 fuente de alimentación. Para abastecer toda la periferia de la instalación (sensores, válvulas, etc...) y al autómata de control de la instalación, ya que los elementos que se van a colocar funcionan a 24Vdc para evitar posibles daños a personas en caso de contactos accidentales.
- 1 ventilador de cuadro con filtro. Para la ventilación interior del cuadro y así evitar sobre-calentamientos en los elementos de los que se compone el cuadro eléctrico.
- 1 luminaria de cuadro. El cuadro será de un tamaño considerable y esto provoca que en el interior del mismo halla escasez de luz, ya que el propio cuadro hará sombra. Por esto se coloca esta luminaria para poder ver cuando se realice cualquier tipo de tarea dentro del cuadro.
- 1 PIA bipolar para la protección de la fuente de alimentación, el ventilador del cuadro y la luminaria interna del cuadro. Así se separan estos tres elementos del resto de la instalación.
- 1 fusible de protección a la salida de la fuente de alimentación. En caso de tener algún tipo de cortocircuito en algún elemento conectado a la fuente de alimentación, con este fusible protegemos tanto a la fuente de un sobre-consumo que la podría llegar a dañar como a los propios elementos que están conectados a la misma.
- 1 autómata. El cuadro llevará un autómata de control y gestión. Se explicará más adelante con mayor detenimiento.
- 5 módulos de seguridad. La instalación lleva asociados varios módulos de seguridad, cada uno de los cuales se encargará de una tarea de seguridad. Habrá 1 módulo de seguridad asociado a las setas de emergencia, otro módulo de seguridad asociado a la puerta y 3 módulos de emergencia para cada uno de los caminos de rodillos.
- Borneros conexiones. Habrá varios borneros de conexiones que se encargarán de la distribución interna de la alimentación dentro del cuadro así como de la conexión de todos los elementos de campo de los que se compone el sistema, tanto de entrada como de salida.

6.1.2 Cuadro de la pantalla de visualización.

Estará situado en un lugar de fácil acceso y visualización para el manejo por parte de los operarios de producción. Se propone en la esquina entre la descarga de las cajas de la primera máquina y la salida de palets con cajas pequeñas (de todas formas se pondrá donde dictamine el cliente).

El cuadro eléctrico se va a componer de lo siguiente:

- Pantalla de visualización. El cuadro llevará una pantalla de visualización que hará de interfaz entre el autómatas y el operario. Se explicará más adelante con mayor detenimiento.
- Pulsantería varia. Habrá un conjunto de pulsadores y de indicadores para diferentes gestiones de la máquina. También se explicará más adelante.
- Borneros conexiones. Habrá un bornero de conexiones que se encargará de la distribución interna de la alimentación dentro del cuadro así como de la conexión de todos los elementos del cuadro.

6.2 Puerta de seguridad, vallado y cierre de puerta.

Esta parte es la que se va a encargar, junto con las barreras que se describirán en el siguiente apartado, de la seguridad de las personas frente a la máquina. Esto va encaminado a evitar lesiones e incluso la muerte en caso de cualquier tipo de problema.

Todos estos elementos tienen una doble funcionalidad:

- Evitar que las personas puedan acceder a la máquina cuando esta está en funcionamiento.
- Evitar posibles daños a las personas que estén cerca de la máquina en caso de un mal funcionamiento de la misma.

Conviene recordar que se está trabajando con un robot cuyo peso aproximado son unos 2.000 kilogramos, moviéndose a una velocidad de casi 2 metros por segundo. La combinación de ambos factores es muy peligrosa en ambientes no controlados, por lo que es necesario evitar en la medida de lo posible cualquier posible accidente, tanto a personas como a objetos.

El vallado de seguridad va a rodear toda la zona de trabajo del robot. El vallado va a tener varias zonas de entrada y varias de salida que se describen a continuación:

- 3 zonas de entrada para las cajas. Se desea evitar poner ningún tipo de medida de seguridad en estas entradas. Estas zonas son del tamaño de las cajas, las cuales son suficientemente pequeñas como para que pueda entrar una persona por ellas. Lo que sí que cabe es el brazo, con lo que para evitar tener que poner sistemas de seguridad que encarecerían el proyecto lo que se hace es poner la zona de cogida de las cajas por parte del robot lo suficientemente lejos para que no se llegue con el brazo a esa zona.

- 1 zona de entrada de pilas de palets. Esta zona estará protegida mediante una barrera fotoeléctrica, la cual se detallará en el punto siguiente.
- 2 zonas de salida de palets terminados. Como en el caso anterior protegidas con una barrera fotoeléctrica cada una de ellas. También se detalla en el punto siguiente.
- 1 puerta de acceso de personas al interior de la instalación. Este acceso estará protegido mediante un cierre de puerta con enclavamiento mecánico y asociado a una botonera de petición de acceso y de confirmación de acceso a la instalación.

El cierre de puerta es un elemento de protección el cual consta de 2 partes, que se pueden usar indistinta ó conjuntamente. Este cierre va asociado a un módulo de seguridad de puerta, el cual se encargará de la gestión de la puerta hacia el resto de la instalación. Las dos partes de las que consta el cierre de puerta son:

- Seguridad eléctrica. Esta parte se compone de varias señales que se activan ó desactivan dependiendo de si la puerta está abierta ó cerrada. Varias de estas señales van al módulo de seguridad. En nuestro caso vamos a gestionar dos señales normalmente cerradas (cuando la puerta está cerrada estas dos señales actúan). Estas dos señales son el primer paso para conseguir una categoría de protección IV, ya que se duplica la seguridad. Otra señal que suele usarse es una señal normalmente abierta (cuando la puerta está abierta esta actúa), que sirve para indicar por ejemplo qué puerta está abierta. En nuestro caso esta señal no la usaremos, ya que sólo tenemos una señal y usaremos directamente una señal que provenga del módulo de seguridad.
- Enclavamiento mecánico. A través de un circuito magnético gobernado por una señal que se gestionará a través del autómatas lo que se hace es enclavar un pestillo de seguridad ó liberarlo, para impedir el acceso ó para habilitarlo respectivamente. Si va asociado a la parte eléctrica el enclavamiento sólo se produce cuando la puerta está cerrada.

Dependiendo de si la puerta está abierta ó cerrada se podrán realizar unas operaciones u otras. Esto lo gestionaremos a través del módulo de seguridad de puerta:

- Con la puerta cerrada, la máquina tiene que poder funcionar en cualquiera de sus 2 modos posibles, manual ó automático.
- Con la puerta abierta la máquina no puede funcionar en automático, sólo en manual. El robot podrá moverse, pero sólo si se selecciona en el propio robot el modo de funcionamiento manual.

A tener en cuenta que si hay una seta de emergencia pulsada ó sin rearmar dará igual cómo se encuentre la puerta, la instalación no podrá mover absolutamente nada, ni en manual ni, por supuesto, en automático.

El módulo de seguridad de puerta es un aparato electrónico que se encarga de la supervisión de la puerta. La gestión electrónica interna es bastante compleja y aquí lo que nos interesa realmente no es su funcionamiento interno, sino cómo nos indica el estado de la puerta. Esto lo realiza a través de unos relés internos de seguridad que dependiendo del estado de las señales que le llegan a través del cierre de puerta actúan de una u otra manera, con lo que nosotros sólo tendremos que gestionar las señales de estos relés.

A través del módulo de seguridad de puerta conectaremos 2 cosas:

- Autómata.- Una señal irá a una de las entradas del autómata. Esta señal indicará al programa que la puerta está abierta ó cerrada, para que permita el paso a automático si la puerta está cerrada, además de otras condiciones, ó que pase a manual si la máquina está en automático y se abre la puerta.
- Robot.- Dos señales irán a la cadena de seguridad interna del robot que tiene ex-proceso para este fin. Con estas dos señales, el robot sabe que la puerta

está abierta o cerrada. Si la puerta está abierta, el robot sólo se podrá mover si tiene seleccionado el modo de funcionamiento manual. Si la puerta está cerrada, se podrá mover tanto en manual como en automático.

6.3 Barreras fotoeléctricas.

Las barreras fotoeléctricas son unos elementos compuestos de una barrera emisora, que emite varios haces de luz infrarroja, y de una barrera receptora, la cual dependiendo de la cantidad de haces que recibe actúa de una manera ó de otra. En nuestro caso queremos que en cuanto uno solo de esos haces se corte cuando no deben cortarse, la instalación se pare, activándose la emergencia de la instalación.

Cada una de estas barreras lleva asociado un módulo de seguridad, para la comunicación y gestión de las barreras con el resto de la instalación.

Al igual que en el punto anteriormente descrito, para cumplir con la categoría de protección IV usaremos dos señales provenientes de cada uno de los receptores de cada barrera.

Vamos a usar 3 barreras fotoeléctricas, una para la entrada de pilas de palets vacíos y otras dos para la salida de palets llenos, una para el palet de cajas grandes y otra para el palet de cajas pequeñas.

La gestión de las barreras va a ser la misma en los 3 casos, pero cada una de ellas actuando cuando se requiera.

Se necesitan unas barreras con muting. Con este sistema lo que haremos es no activar la instalación cuando la pila de palets vacíos esté entrando a la instalación ó alguno de los palets llenos esté saliendo de la misma. Para este cometido se deben usar módulos de seguridad de barreras preparados para este fin. Esto se consigue con dos señales adicionales. Cuando estas dos señales están activadas (categoría de protección IV), se puede cortar la barrera y no se activará la emergencia.

Estas dos señales pueden venir de diferentes sitios, como por ejemplo:

- 2 fotocélulas situadas en diferentes puntos de la instalación que detecten cuándo está saliendo ó entrando el palet.

- 2 señales provenientes del autómatas indicando que se está sacando ó introduciendo un palet.
- Una combinación de ambas: una fotocélula que detecte que hay un palet entrando ó saliendo y una señal proveniente del autómatas que se activa en el momento adecuado.

Escogeremos este último método al considerarlo no el más fiable, ya que los tres métodos son igual de fiables e igual de válidos, sino el más difícil de puentear en caso que alguien quisiera hacer algún tipo de manejo indebido de la instalación.

Como se ha visto, a cada uno de los módulos de seguridad le llegarán 4 señales, 2 de cada una de las barreras asociadas y 2 provenientes de sistema de muting asociado a cada una de las barreras, una a través de una fotocélula y otra a través de una señal del autómatas.

Al igual que en el punto anteriormente descrito, del módulo de seguridad sólo nos interesan las señales de los relés.

A través de cada módulo de seguridad de puerta conectaremos 2 cosas:

- Autómatas.- Una señal irá a una de las entradas del autómatas. Esta señal indicará al programa que la barrera se ha cortado cuando no debía, con lo que se parará la instalación entera vía software.
- Cadena de seguridades.- Dos señales irán a la doble cadena de seguridad de la instalación. De esta manera pararemos la instalación vía hardware. Esto se explicará en el siguiente punto.

6.4 Cadena de seguridades.

La cadena de seguridades es un conjunto de señales que lo que van a hacer es parar la instalación en caso que se detecte cualquier tipo de funcionamiento imprevisto dentro de la máquina ó en caso que algún operario pulse alguna de las setas de emergencia que a tal fin estarán repartidas por toda la instalación.

Se va a realizar una doble seguridad, por hardware y por software:

- Vía hardware.- Lo que haremos es seriar a través de los módulos de seguridad que se han descrito anteriormente todos los elementos que con su movimiento puedan provocar cualquier tipo de daño, tanto a las personas como a la instalación. Cuando se active la seguridad, se cortará el paso de alimentación a estos elementos y se pararán de golpe, minimizando los daños todo lo que se pueda. Esta seguridad estará realizada mediante una doble cadena física, para que en caso que alguna de las dos cadenas fallara y no detectara alguna seguridad activada la otra sí que lo hiciera. Además, los módulos de seguridad tienen una función que detecta cuando falla una cadena, y si esto ocurre, hasta que no se solucione el problema no dejan volver a arrancar la máquina.
- Vía software.- Como se ha visto también en puntos anteriores, cada elemento de seguridad llevará asociada una señal que irá a una entrada del autómata. Cuando se detecte que algún elemento de seguridad se activa, se cortarán todas las señales que activan la movimentación de la instalación.

La unión de estos dos métodos hace la máquina muy segura y se consigue una categoría de protección IV, que es la mínima categoría que exige la ley para trabajar con máquina que pueden provocar graves riesgos de lesiones a las personas.

Diferenciaremos entre dos cadenas de seguridades, la concerniente a la puerta de acceso a la instalación y la concerniente a las setas de emergencia:

- Puerta de acceso a la instalación.- Se va a componer de un único módulo de seguridad asociado al cierre de puerta. El hecho que el cierre de puerta lleve o no enclavamiento no afectará para nada al funcionamiento del módulo, se pone el enclavamiento sólo para mayor seguridad y para evitar parar de golpe la instalación. Cuando la puerta está abierta, el módulo informará al autómeta, y si la instalación estaba en modo de funcionamiento automático saldrá del mismo. Con la puerta abierta sólo se podrán realizar movimientos de la máquina pero en modo manual. Además de al autómeta, también se informará al robot, el cual sólo podrá moverse si se selecciona en el mismo el modo de manejo manual. La información al autómeta se realizará con una señal que atravesará el módulo de seguridad de puerta e irá a parar a una entrada del autómeta. La información al robot se realizará con dos señales que provendrán del robot preparadas para tal fin y, a través del módulo de seguridad de puerta, volverán a retornar a dos entradas del robot habilitadas para esto.
- Setas de emergencia.- La setas de emergencia son unos pulsadores que una vez pulsados se quedan enclavados. Hay varias formas de desenclavarlos, dependiendo del tipo de seta de emergencia que se use. En nuestro caso pondremos de las de tener que dar media vuelta para desenclavarlas. Estas setas llevan asociadas una serie de contactos que se activan ó desactivan dependiendo del estado de la seta de emergencia. En nuestro caso usaremos tres contactos, dos de ellos normalmente cerrados (permanecen activados mientras la seta no está pulsada) y uno normalmente abierto (se activará cuando se pulse la seta). Los dos contactos normalmente cerrados los usaremos para la serie de las cadenas de seguridad que van al módulo de seguridad de setas, mientras que el normalmente abierto se usará para indicar al autómeta qué seta está pulsada. Se pueden poner tantas setas como se quiera, siempre y cuando estén seriadas entre ellas. En nuestro caso pondremos una seta en el armario de la pantalla, otra en la botonera de la

puerta de acceso a la instalación y otra más, que es la que lleva el robot integrada en su armario de control. El robot tiene varios contactos preparados para seriar la cadena de setas de emergencia y además tiene varias entradas para indicarle al robot que hay alguna seta externa pulsada y que este no se pueda mover.

6.5 Transportadores de rodillos.

Los transportadores de rodillos se van a encargar de introducir las pilas de palets vacíos al interior de la instalación y de sacar los palets llenos de cajas al exterior.

Eléctricamente, cada uno de los tres transportadores de los que disponemos se va a componer de 1 magnetotérmico y 1 contactor en serie para la protección y el manejo respectivamente de cada uno de los motores de los tres transportadores:

- El magnetotérmico lleva asociado un contacto normalmente cerrado que conectaremos a una entrada del autómatas para el diagnóstico por parte del autómatas del estado del magnetotérmico.
- El contactor se activará con una señal de salida del autómatas y que pasará a través del módulo de seguridad de las setas para cortar la señal en caso que se pulse alguna emergencia y se pare el motor.

Mecánicamente, cada transportador se va a componer de un conjunto de rodillos, una cadena con tensores, un motor y la estructura que sujetará todo esto:

- La estructura tendrá unas patas ajustables en altura, para poder nivelar el conjunto en caso que el suelo sea irregular y para ajustar la altura del transportador a la idónea de carga o descarga del robot. Esta estructura se encarga no sólo de sujetar todos los elementos que van a realizar la movimentación de los palets, sino también de guiar los palets para que se queden en la posición adecuada para su carga y descarga.
- Por encima de los rodillos se van a desplazar los palets. Estos son macizos y tienen la suficiente fuerza como para aguantar el peso máximo de los palets sin que sufran ningún tipo de daño.
- La cadena moverá los rodillos. Se ponen una serie de tensores para asegurar que los rodillos no patinen con respecto a la cadena y dejen de girar.
- El motor será el encargado de mover la cadena.

Además de todo esto, cada camino de rodillos dispondrá de una serie de perfiles para ayudar al operario a cargar y descargar los palets y que estos queden bien centrados.

También habrá una serie de protecciones mecánicas para evitar que en los procesos de carga y descarga de palets se pueda golpear accidentalmente la estructura.

6.6 Cintas de transporte de cajas.

Las cintas de transporte de cajas se encargarán de llevar las cajas terminadas de la salida de las encajadoras a la posición idónea de cogida por parte del robot.

Este transporte se va a realizar por gravedad, es decir, no va a haber ningún tipo de elemento ni eléctrico ni mecánico para mover las cajas. Para conseguir esto, se aprovechará la velocidad de salida de las cajas y se colocarán las cintas de transporte con una ligera pendiente, para que así lleguen sin problemas. En caso que alguna caja se quedara a mitad de camino, se supone que cuando venga otra caja esta empujará a la primera e irán las dos a su destino.

Para la separación de las cajas al final de las cintas y evitar así que el robot pueda coger dos cajas se pondrá una electroválvula con un tope para separar las cajas.

Se pondrá una fotocélula al final de cada una de las cintas para detectar las cajas con una doble función, que la instalación sepa que hay una caja lista para ser cogida y para que actúe el tope y no se junten dos cajas.

Los caminos se van a componer de una serie de rodillos “.locos” y de la estructura para sujetarlos:

- La estructura será ajustable en altura en diferentes tramos para poder permitir dar la inclinación adecuada. Al final de la misma llevará una serie de perfiles para centrar correctamente la caja en la posición de cogida del robot. También es la encargada de sujetar los rodillos.
- Los rodillos “.locos” son una serie de rodillos que giran libremente, sin que nada mecánico los acelere o los frene. Se moverán por inercia cuando pase algo por encima de ellos para acompañar este movimiento y se pararán por gravedad.

6.7 Mano del robot.

La mano del robot va a consistir en un doble diseño. Por un lado estará la parte encargada de coger las cajas, y por otro lado la parte encargada de coger los palets vacíos:

- Pinza de cogida de cajas.- Para coger las cajas se ha diseñado una parte fija y una pinza que se accionará mediante dos cilindros lineales que funcionarán conjuntamente. Se ponen cilindros lineales para evitar que la pinza se pueda revirar al moverse. Tanto la parte fija como la pinza llevarán en la zona de contacto con la caja un material especial para evitar que la caja se resbale. Los cilindros irán situados en los extremos de la pinza, para que esta se mueva cuando sea necesario. Los cilindros se accionarán mediante una electroválvula que gestionará el robot mediante dos salidas, una para apertura de la garra y otra para cierre de la misma. La electroválvula es de tipo 5/2, ó lo que es lo mismo, de tipo biestable, para que en caso de algún problema en la alimentación eléctrica la pinza no se abra y se caiga la caja, ya que podría dañar algo. Los cilindros llevarán una triple detección cada uno de ellos (en total 6 señales). Cada cilindro llevará una detección de pinza abierta, otra detección de pinza con caja grande cogida y otra detección de pinza con caja pequeña cogida. Estas 6 señales irán a sendas señales de entrada del robot. Además, se pondrá un regulador de presión a la entrada de la electroválvula para regular la fuerza que hará la pinza sobre las cajas y que las cajas no se puedan resbalar ni se aplasten por una fuerza excesiva.
- Garra de cogida de palets.- Para coger los palets se ha diseñado un sistema de ganchos, los cuales estarán escondidos dentro de la mano del robot mientras que no se usen, para evitar que estorben a la hora de coger las cajas. Estos ganchos se extraerán en el momento de ir a coger los palets vacíos. Esto se realizará con cuatro cilindros, uno para cada gancho, accionados conjuntamente mediante una electroválvula. La electroválvula será también biestable para evitar que se pueda caer el palet, ya que el palet provocaría destrozos mucho mayores de los que podría llegar a ocasionar una caja. La

electroválvula es accionada mediante dos señales de salida del robot, una para abrir los ganchos y otra para cerrarlos. Aquí no es necesario colocar un regulador de presión, ya que no hay riesgo de dañar el palet por mucha fuerza que se haga. Los cilindros llevarán una triple detección cada uno de ellos (en total 12 señales). Cada cilindro llevará una detección de gancho abierto, otra detección de gancho cerrado y otra detección de gancho con palet cogido. Estas 12 señales irán a 12 señales de entrada del robot.

6.8 Comunicación robot-autómata.

La comunicación entre el robot y el automático va a consistir en un conjunto de señales tanto de entrada como de salida para la gestión del robot por parte del automático. Las señales de salida del automático irán a entradas del robot y viceversa, las señales de salida del robot irán a entradas del automático.

Hay dos tipos de señales claramente diferenciadas, las de gestión del robot y las de gestión del programa del robot:

- Señales de gestión del robot.- Vienen fijadas por el propio robot. Son un conjunto de señales de entrada y salida que serán las encargadas de gestionar el funcionamiento del robot y de indicar al automático el estado del robot respectivamente. Suelen componerse de 16 señales de entrada y 16 señales de salida, aunque no siempre se usan todas. Hay algunas que deben usarse siempre y otras que son optativas, dependiendo de la aplicación del robot.
- Señales de gestión del programa.- Son configurables por el programador. Como se va a poner una red Profibus DP el número de señales que se pueden intercambiar entre el robot y el automático viene sólo limitado por la capacidad interna de gestión de ambos elementos (lo habitual son 64 señales de entrada y otras tantas de salida). La ventaja de la red Profibus DP frente a las señales físicas es que estas últimas están más limitadas en cantidad. Estas señales pueden agruparse para indicar valores, no sólo ceros y unos. Se pueden poner señales de estas para lo que se quiera, cuantas más señales más información entre el robot y el automático.

Se va a proceder a ver qué señales vamos a usar en este proyecto. Se van a diferenciar en cuatro grupos:

- Señales de gestión del robot de entrada.
 - IMSTP (Emergencia externa).- Indicamos al robot que hay una emergencia externa, con lo que el robot parará inmediatamente y no se moverá hasta que esta señal desaparezca. Esta señal la usaremos conjuntamente con la parada por emergencia que se produce vía hardware.
 - HOLD (Parada robot).- Parecida a la señal anterior, solo que la parada del robot es controlada si se produce esta señal con el robot en marcha. Hasta que esta señal desaparezca no se podrá mover el robot.
 - SFSPD (Puerta abierta).- Se indica vía hardware que la puerta de la instalación está abierta. El robot sólo podrá funcionar en modo manual cuando esta señal está accionada. Esta señal se usa conjuntamente con la puerta abierta que se produce vía hardware.
 - CSTOPI (Parada de programa).- Cuando el programa termine de ejecutarse, el robot se parará hasta que se le vuelva a dar la orden de marcha.
 - FAULT RESET (Reset de fallos).- Esta señal se usa para confirmar los fallos que se han producido en el robot y han desaparecido, ya que sin confirmar los fallos el robot no continúa ejecutando el programa.
 - ENABLE (Permiso).- Si esta señal no está habilitada, el robot no se moverá. Si se quita esta señal con el robot en marcha, se parará de golpe el robot.
 - START (Arranque).- Cuando se da un pulso a esta señal, si el robot está en condiciones (automático, sin fallos y con el resto de señales en las condiciones adecuadas) este arrancará.

- Señales de gestión del robot de salida.
 - CMDENBL (Condiciones de arranque OK).- El robot está en condiciones para poder arrancar (automático, sin fallos y con todas las señales en condiciones).
 - SYSRDY (Motores en marcha).- El robot ha metido tensión a los motores y está en condiciones para poder mover, ya sea en manual ó en automático. Esto se produce cuando se cumplen ciertas condiciones.
 - PROGRUN (Programa en marcha).- El programa del robot está corriendo y se está ejecutando el mismo.
 - PAUSED (Robot en pausa).-El robot tiene el botón de pausa pulsado y no se puede mover hasta que se desactive la pausa.
 - HELD (Parada robot activada).- El robot devuelve esta señal cuando tiene activada la señal de entrada HOLD.
 - FAULT (Robot en fallo).- Si el robot tiene algún fallo ó algún fallo anterior no se ha confirmado, se enciende esta señal.
 - ATPERCH (Robot en posición).- Se pueden definir internamente 3 posiciones y cuando el robot está en alguna de estas posiciones, se enciende esta señal. Esta señal la usaremos para definir el HOME del robot, que es el punto de inicio del programa y de reposo del robot.
 - TPENBL (Teach Pendant habilitado).- El teach Pendant es el interface entre el usuario y la máquina (se explicará más adelante). Si el Teach Pendant está habilitado, el robot sólo se moverá en manual bajo las órdenes del operario. Si no se deshabilita el mismo, el robot no se podrá mover en automático.
 - BATALM (Batería baja).- Las baterías del robot están a punto de agotarse. Estas baterías son muy importantes, ya que en caso de apagar el robot son las que mantienen el programa del mismo, con lo que se borraría el programa. Además también almacenan la posición del robot, con lo que en caso de gastarse las baterías el robot no sabría dónde se encuentra, y habría que volver a reposicionarlo, con todo lo que esto conlleva.

- BUSY (Robot ejecutando órdenes).- Esta señal está activada cuando el robot está ejecutando cualquier tipo de orden, tanto en manual como en automático.

- Señales de gestión del programa de entrada.
 - Coger de la cinta de transporte de cajas 1.- Hay una caja preparada en la cinta 1 y se puede proceder a su cogida.
 - Coger de la cinta de transporte de cajas 2.- Hay una caja preparada en la cinta 2 y se puede proceder a su cogida.
 - Coger de la cinta de transporte de cajas 3.- Hay una caja preparada en la cinta 3 y se puede proceder a su cogida.
 - Coger palet de la pila de palets vacíos.- Podemos coger un palet de la pila, ya que hay un hueco en alguna de las dos posiciones de dejada y se va a colocar el palet.
 - Coger caja grande ó pequeña.- Con esta señal indicaremos al robot si la caja que ha de coger es grande ó pequeña.
 - Dejar en el camino de rodillos 1.- El robot tiene una caja cogida y puede proceder a depositarla en el camino 1.
 - Dejar en el camino de rodillos 2.- El robot tiene una caja cogida y puede proceder a depositarla en el camino 2.
 - Dejar palet en el camino de rodillos 1.- El robot tiene un palet cogido y puede proceder a depositarlo en el camino 1.
 - Dejar palet en el camino de rodillos 2.- El robot tiene un palet cogido y puede proceder a depositarlo en el camino 2.
 - Altura de cogida de la pila de palets vacíos.- Es un byte de señales (8 señales) que le indican al robot a qué altura se encuentra el palet vacío que debe coger.
 - Altura de dejada de la caja en el camino de rodillos 1.- Es un byte de señales que indican al robot a qué altura debe dejar la caja en el camino de rodillos 1.

- Altura de dejada de la caja en el camino de rodillos 2.- Es un byte de señales que indican al robot a qué altura debe dejar la caja en el camino de rodillos 2.
 - Posición de dejada de la caja en el camino de rodillos 1.- Es un byte de señales que indican al robot dentro de una altura determinada en qué posición debe dejar la caja en el camino de rodillos 1.
 - Posición de dejada de la caja en el camino de rodillos 2.- Es un byte de señales que indican al robot dentro de una altura determinada en qué posición debe dejar la caja en el camino de rodillos 2.
- Señales de gestión del programa de salida.
- Caja cogida de la cinta de transporte 1.- Se ha cogido la caja de la cinta de transporte 1 y se puede proceder a introducir otra caja, ya que se ha quedado vacía la zona de cogida 1.
 - Caja cogida de la cinta de transporte 2.- Se ha cogido la caja de la cinta de transporte 2 y se puede proceder a introducir otra caja, ya que se ha quedado vacía la zona de cogida 2.
 - Caja cogida de la cinta de transporte 3.- Se ha cogido la caja de la cinta de transporte 3 y se puede proceder a introducir otra caja, ya que se ha quedado vacía la zona de cogida 3.
 - Palet cogido de la pila de palets.- Se ha cogido el palet de la pila de palets vacíos.
 - Palet dejado en el camino de rodillos 1.- Se ha dejado el palet que se había cogido en el camino de rodillos 1.
 - Palet dejado en el camino de rodillos 2.- Se ha dejado el palet que se había cogido en el camino de rodillos 2.
 - Caja dejada en el palet 1.- Se ha dejado la caja que se había cogido en el palet 1.
 - Caja dejada en el palet 2.- Se ha dejado la caja que se había cogido en el palet 2.

- Fallo en la emisión de datos del autómeta.- Alguno de los datos que suministra el autómeta sobrepasan el máximo admisible por el robot, con lo que el robot se lo indica al autómeta y se queda esperando una solución. Para ver el fallo habrá que ir a la pantalla del robot, la cual indicará el problema.

Todas estas señales se pueden ampliar ó reducir, dependiendo cómo se vea cuando se empiece a programar y a hacer pruebas de la instalación. En un principio estas son las señales que se han considerado para la puesta en marcha inicial.

6.9 Balizas y botoneras.

Las balizas y las botoneras junto con la pantalla que se explicará más adelante deberían ser suficientes para gobernar la máquina y saber el estado de la misma en todo momento.

Se colocará una baliza por cada uno de los caminos de rodillos, las cuales indicarán a los operarios el estado de los mismos.

Habrà una botonera en la puerta de entrada al interior de la instalación para indicar a la máquina la gestión que se quiere hacer con la puerta y otra botonera en el armario donde se colocará la pantalla de visualización.

6.9.1 Balizas.

Habrà tres balizas, una para cada uno de los caminos de rodillos. Cada una de las balizas tendrá tres colores que indicarán a los operarios de los palets que pueden realizar algún tipo de operación ó no. Los colores serán verde, naranja y rojo. El funcionamiento de las balizas variará dependiendo de si el camino de rodillos es de salida de palets ó de entrada de pilas de palets vacíos:

- Palets llenos.- El color verde indicará que hay un palet fuera de la instalación y que se puede proceder al retirado del mismo, ya que está en posición de recogida y no hay ningún problema. El color naranja indicará que hay un palet en tránsito de salida, con lo que en breve se podrá proceder a su recogida. El color rojo indicará que no hay ningún palet en tránsito ni listo para su recogida.
- Pilas de palets vacíos.- El color verde indicará que la zona de dejada de pilas de palets vacíos está libre y se puede proceder a dejar una pila de palets para que la máquina los introduzca cuando sea necesario. El color naranja indicará que hay un palet en tránsito de entrada, con lo que en breve se podrá depositar una nueva pila de palets en la zona de entrada de pilas de palets vacíos. El color rojo indicará que no hay ningún palet en tránsito y que no se puede depositar ninguna pila de palets en su correspondiente sitio.

Esta combinación de colores se puede cambiar a gusto del cliente, tanto los colores, como el funcionamiento de cada uno de ellos, como por ejemplo las balizas rojas parpadeando si hay alguna emergencia, la baliza verde parpadeando si la máquina está en manual, etc...

6.9.2 Botoneras.

Las botoneras se usarán para indicar a la máquina que se quiere realizar algún tipo de operación muy concreta. En nuestro caso habrá dos botoneras, las cuales harán funciones totalmente distintas, ya que cada una de ellas se encargará de realizar unas operaciones totalmente distintas. Además, los elementos de los que va a disponer cada una de ellas son muy distintos de los que va a llevar la otra:

- Botonera de la puerta de entrada a la instalación.- Tendrá una seta de emergencia, un pulsador de petición de acceso a la instalación, un pulsador de petición de enclavamiento de puerta y un indicador de puerta enclavada ó no (acceso al interior de la instalación restringido ó permitido).

La seta de emergencia ya se ha explicado su funcionamiento.

Si la puerta está cerrada y en condiciones y se pulsa el pulsador de petición de enclavamiento de puerta, el autómatas actuará para activar el cierre de puerta e impedir el acceso al interior de la instalación.

Cuando la puerta esté enclavada y se pulse el pulsador de petición de acceso a la instalación, el autómatas terminará las funciones que esté ejecutando y cuando ninguna de las partes de la máquina esté funcionando pasará la instalación a manual y desenclavará la puerta, con lo que se podrá entrar al interior de la misma.

El indicador de puerta enclavada funcionará conjuntamente con los dos pulsadores anteriormente descritos de la botonera. Cuando el indicador esté apagado, la puerta está enclavada y no se puede entrar. Cuando el indicador está parpadeando, indica que se ha producido una petición de entrada y se

están terminando las operaciones necesarias para poder parar la máquina y que el operario pueda entrar al interior de la instalación. Cuando el indicador está encendido fijo, la máquina está parada en manual, la puerta está desenclavada y se puede acceder al interior de la instalación sin peligro.

- Botonera de la pantalla de visualización.- Tendrá una seta de emergencia, un indicador de tensión en la máquina y un pulsador de rearme de emergencia con indicador.

La seta de emergencia ya se ha explicado su funcionamiento.

El indicador de tensión se encenderá siempre que la máquina esté encendida y tenga tensión en el interior del cuadro eléctrico principal.

El pulsador de rearme con indicador se encenderá fijo cuando haya alguna seta de emergencia pulsada, con lo que el módulo de seguridad estará disparado y no se podrá rearmar. Cuando el indicador esté apagado, esto indicará que no hay ninguna seta de emergencia pulsada y el módulo de emergencia está rearmado. Cuando las setas de emergencia estén desenclavadas y el módulo de seguridad esté sin rearmar, el indicador estará parpadeando, con lo que se podrá rearmar el módulo de seguridad. Para rearmar el módulo habrá que pulsar el pulsador de rearme de emergencia.

6.10 Robot.

Este elemento es el principal responsable de este proyecto, ya que va a ser el encargado de realizar todas las operaciones que anteriormente hacían los operarios y a los cuales va a sustituir.

Es un elemento muy versátil, ya que como puede verse va a realizar varias operaciones totalmente distintas entre sí, como son la cogida de cajas en relación a la cogida de palets vacíos.

Esta última operación es importante, ya que los palets tienen un peso considerable y son los principales encargados de lesiones y molestias de los operarios. También la repetitividad de estar todo el día cogiendo cajas producía lesiones y hasta puede llegar a producir enfermedades profesionales.

Por todo esto, no sólo hay que ver al robot como un elemento que “elimina” al operario, sino como una ayuda en las tareas de una fábrica para evitar problemas derivados con la salud.

El robot estará compuesto del manipulador, un armario de control, un teach pendant para el manejo y programación del robot, un conjunto de cables para la interconexión entre ambos elementos, tarjetas de comunicación y control y tarjetas de entradas y de salidas:

- Manipulador.- Es el encargado de realizar todas las operaciones de manipulación. El diseño del mismo pretende aparentar un brazo humano, con todos los movimientos que este puede hacer. Se mueve mediante unos servomotores, que moverán unos ejes para llevar al robot a una posición determinada. En el caso de nuestro robot hay cuatro servomotores que moverán sendos ejes. Tiene unos límites físicos que no pueden ser sobrepasados, y otros que se pueden definir internamente. Aquí es donde se va a sujetar la mano del robot con las garras y la pinza de cogida de palets y cajas respectivamente.

- Armario de control.- Es el encargado del control del robot y de ejecutar el programa del mismo. Aquí se encuentran alojadas las tarjetas de comunicación y de entradas y salidas, así como los sistemas de control de los motores. Todo esto está gobernado por un microcontrolador y aquí dentro se almacena el programa del robot.
- Tarjetas de control.- Son las encargadas de la gestión del robot y de la comunicación entre el robot y el autómeta. Se encuentran ubicadas en el interior del armario de control.
- Tarjetas de entradas y de salidas.- Son las que van a gestionar la garra de cogida del robot. Aquí se van a recoger las señales de los detectores de los cilindros y se van a accionar las salidas para accionar las electroválvulas de gestión de los cilindros de la garra del robot.
- Cables de conexión entre robot y armario de control.- Hay varios cables, cada uno de los cuales tiene una función determinada. Uno de los cables es el encargado de llevar la tensión del armario de control a los servomotores y de llevar las señales de los encoders de posición de los ejes del robot al armario de control. Otro de los cables es el encargado de llevar la alimentación y las señales del armario de control a la cabeza del robot y viceversa.
- Teach pendant.- Es el encargado del interface entre el robot y el operario. Va conectado al armario de control y desde aquí se va a configurar el robot, a programarlo y a mover el robot en manual. En este teach pendant también vamos a visualizar todo lo concerniente al del robot y de todo lo que lleve asociado, como estado del robot, valor de las entradas y salidas, posición del robot, fallos del robot, etc...

Internamente el robot va a llevar varios registros ajustables por parte del operario, los cuales se usarán en diferentes partes del programa para realizar diferentes funciones. Estos registros van a ser los siguientes:

- Altura caja grande.
- Altura caja pequeña.
- Número máximo de palets vacíos.
- Número máximo de alturas de cajas pequeñas.
- Número máximo de alturas de cajas grandes.

Asimismo, también almacenará varias posiciones determinadas, a través de las cuales moveremos el robot y haremos diferentes cálculos para posicionar las cajas y coger los palets.

6.11 Autómata.

Este elemento es el encargado de la gestión de la instalación. Todo aquello que realice la máquina va a ser originado por el autómata. Junto con el robot son los dos elementos más importantes de la instalación, ya que el autómata va a ser el “cerebro” de la instalación y el robot va a ser el “operario” de la máquina.

El autómata va a tener diferentes funciones:

- Mover los caminos de rodillos cuando sea necesario.- Cuando no haya palets vacíos para que el robot pueda coger, si hay una pila en la entrada la moverá hacia dentro de la instalación. Si un palet está lleno de cajas y no hay ningún palet en la zona de recogida de palets llenos, el autómata dará la orden para sacar el palet lleno. Esto lleva asociado el control de las barreras con muting para que no salte la emergencia de la instalación.
- Dar permiso al operario para depositar una pila de palets vacíos ó para sacar un palet lleno. Esto conlleva que también gestionará las balizas asociadas a los caminos de rodillos.
- Gestión del robot.- Permitirá al robot moverse ó no, dará orden de comenzar el programa ó de parar el mismo, indicará qué debe hacer el robot en cada momento, recogerá la información proveniente del robot, gestionará los posibles fallos del robot, etc...
- Permitir la entrada a la instalación cuando sea oportuno, dejando la instalación en posición para arrancar de nuevo sin ningún tipo de problema.
- Será el encargado de gestionar los fallos que se produzcan en la instalación.

El autómata se va a componer de lo siguiente:

- Autómata propiamente dicho.- Es un elemento electrónico el cual lleva un microprocesador que va a ejecutar un programa determinado. A su vez es el encargado de la gestión de todas las entradas y salidas conectadas a el y de la comunicación con el robot y demás aparatos de campo.
- Tarjeta de comunicación Profibus DP.- En este caso no va a ser necesaria esta tarjeta, ya que el autómata la lleva integrada internamente.
- Tarjeta de comunicación MPI.- Todos los autómatas del tipo que vamos a usar (Siemens 300's) llevan integrada esta tarjeta. Esta comunicación es la estándar de programación del autómata y va a ser la que usaremos para comunicar con la pantalla táctil, ya que es la comunicación más cómoda para tal efecto porque no hay que realizar ningún tipo de programación adicional a ninguno de los dos elementos, ya que viene por defecto.
- Tarjeta de memoria.- Para almacenar el programa en caso que se borre de la memoria interna del propio autómata.
- Tarjetas de entradas y salidas.- Llevará conectadas varias tarjetas de entradas y de salidas para la gestión del armario eléctrico. Aquí se conectarán todas las señales de la máquina y todos los actuadores (a excepción de las señales de la mano del robot, que la gestión es propia del robot y el autómata no se ve en nada al respecto).
- Pila.- Lleva una pila interna para el almacenamiento del programa. Si la pila se agotara y no se tuviera colocada una tarjeta de memoria, se perdería el programa de la instalación. En los autómatas más modernos se está eliminando este elemento, ya que hay que sustituirlo de vez en cuando y conlleva unos gastos de mantenimiento. Se está eliminando debido a que la memoria del autómata se sustituye por una memoria EEPROM, la cual no pierde su contenido en ausencia de tensión, frente a la memoria EPROM de antaño.
- Interruptor de modo.- Es un interruptor multiposición, mediante el cual se va a indicar al autómata en qué estado queremos que se encuentre. Puede llevar

tres ó cuatro posiciones, dependiendo del modelo de autómeta que se tenga y de la antigüedad del mismo:

- STOP.- Para que el autómeta no ejecute ningún tipo de acción, se queda parado. El programa no se ejecuta internamente.
- RESET.- Para hacer un reset momentáneo del sistema (borra todas las marcas internas del autómeta) ó un borrado total del programa (esta última operación se hace junto con la posición de STOP mediante un proceso determinado).
- RUN.- Para poner en marcha el autómeta y que ejecute el programa.
- RUN-P.- No todos los autómetas llevan esta posición. Para poder programar el autómeta el interruptor (si lo tuviera) tendría que estar en esta posición. En caso de no estar en esta posición podríamos visualizar el programa, pero no reprogramarlo.

Para poder ejecutar todas estas funciones son necesarias todas las señales tanto de entrada como de salida que hemos ido describiendo a lo largo de la memoria. Las señales usadas se detallan en los esquemas eléctricos adjuntados al presente proyecto. Las señales de comunicación y de manejo del robot ya se han definido en el apartado correspondiente al robot, con lo que no se volverán a ver. Vamos a ver sólo las señales físicas que van conectadas al autómeta.

Procedamos a ver qué señales vamos a usar para la gestión de la instalación. Estas señales son susceptibles de cambios, dependiendo de si se quiere ampliar la instalación, se eliminara alguna cosa ó se viera que es necesario algo más:

- Entradas del autómeta:
 - 1 entrada del módulo de seguridad de setas de emergencia para saber si el módulo está rearmado ó no.
 - 1 entrada del módulo de seguridad de puerta para saber si la puerta está abierta ó cerrada.

- 3 entradas de los 3 módulos de seguridad de las barreras fotoeléctricas para saber si alguien ó algo ha entrado ó salido de la instalación sin permiso.
 - 2 entradas de las setas de emergencia, cada una de las cuales viene de sendas setas de emergencia para detectar cuál está pulsada.
 - 3 entradas de las 3 fotocélulas de entradas de cajas de las cintas de transporte de cajas para detectar dónde hay caja y de qué tipo (esto último dependiendo de por qué cinta provenga la caja).
 - 6 entradas de las 6 fotocélulas de los 3 caminos de rodillos (2 fotocélulas por cada uno de los 3 caminos de rodillos). Cada una de estas fotocélulas estará en cada uno de los extremos de los caminos de rodillos. Con esto detectaremos si hay palet y dónde se encuentra.
 - 3 entradas provenientes de los tres magnetotérmicos que lleva asociado cada uno de los caminos de rodillos, para saber si el magnetotérmico está disparado ó no.
 - 1 entrada del pulsador de enclavamiento de puerta, para indicar al automático que puede cerrar la puerta.
 - 1 entrada del pulsador de petición de entrada a la instalación, para que el automático sepa que se quiere entrar a la instalación y haga las gestiones oportunas.
- Salidas del automático:
- 3 salidas para activar los 3 contactores que mueven cada uno de los caminos de rodillos.
 - 3 salidas para activar las 3 electroválvulas que mueven cada uno de los 3 topes de las cintas de entrada de cajas.
 - 3 salidas para cada una de las tres barreras fotoeléctricas. Con estas señales indicaremos a las barreras que se va a sacar un palet ó a introducir una pila de palets vacíos, dependiendo de cada camino de rodillos.

- 1 salida para enclavar la puerta de acceso a la instalación. Cuando la puerta esté cerrada y el operario lo solicite, se enclavará la puerta.
- 1 salida para el indicador de estado de puerta. Se indicará cómo se encuentra la puerta y la petición de acceso a la instalación.
- 1 salida para el indicador de seta de emergencia pulsada. Se podrá ver si hay alguna seta de emergencia accionada ó si falta por rearmar el módulo de seguridad de setas.
- 9 salidas para las balizas. Cada baliza llevará asociadas 3 salidas para accionar cada uno de los tres colores de los que se va a componer (rojo, amarillo y verde).

6.12 Pantalla.

La pantalla táctil va a hacer las funciones de interfaz entre el autómatas y el operario. Se compone de un conjunto de pantallas programadas, las cuales se seleccionarán dependiendo de lo que se quiere ver de la máquina ó dependiendo de la parte de la máquina sobre la que se quiera actuar. Algunas de estas pantallas se seleccionarán automáticamente dependiendo del estado en el que se encuentre la máquina, como por ejemplo si hay algún tipo de alarma, que salta a la pantalla de alarmas automáticamente.

Estas pantallas son susceptibles de cambios, dependerá mucho de la información que se desee que contengan y de las funciones que tenga que ejecutar.

Las pantallas se compondrán de varias partes, cada una de las cuales puede hacer determinadas funciones. Habrá campos de visualización para ver el estado de la máquina, botones de órdenes, manejo de la instalación en manual, selección de posiciones para depositar las cajas, etc...

Las pantallas de las que va a disponer el proyecto son las siguientes:

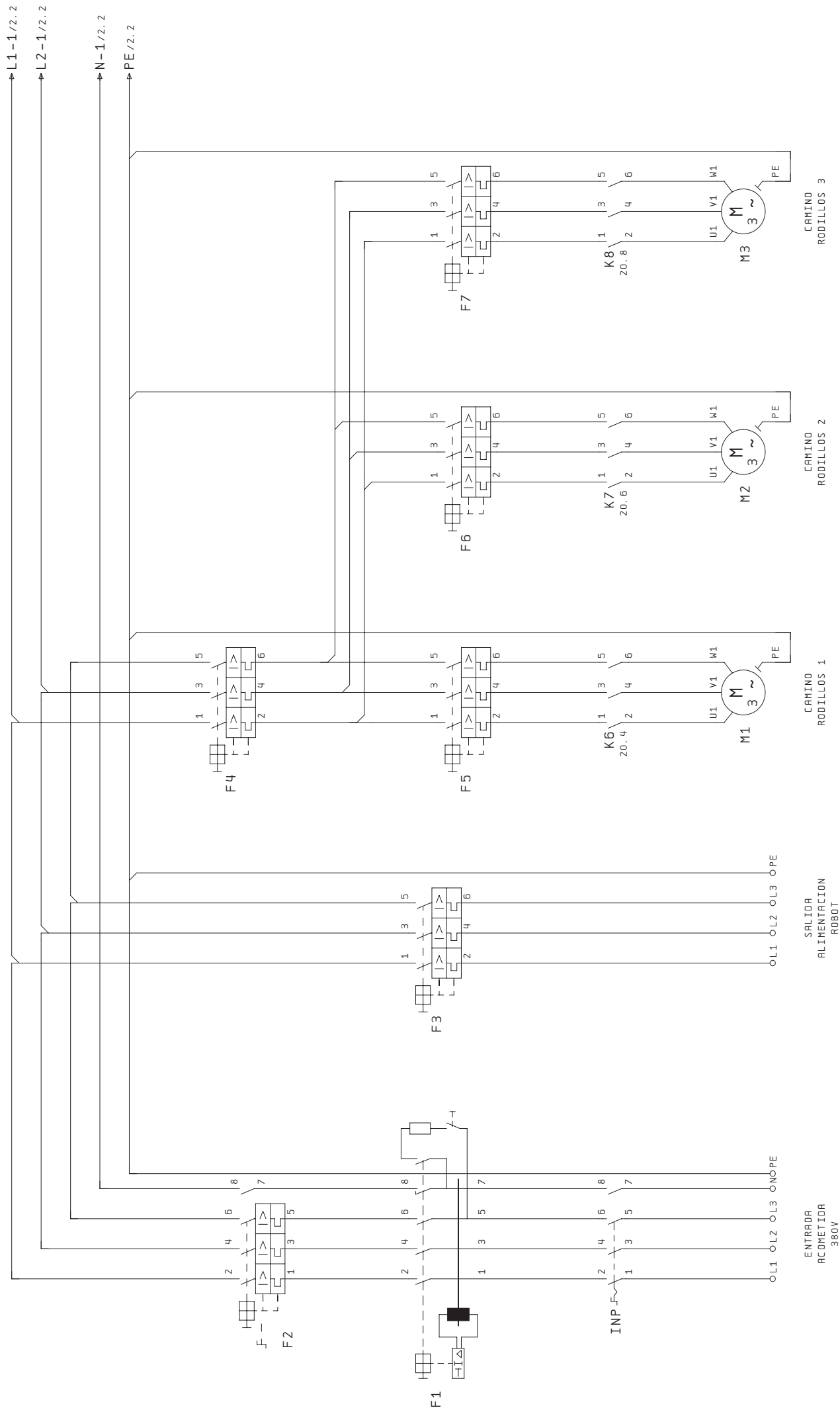
- Pantalla de alarmas.- Aquí se van a ver todas las alarmas de la máquina para poder actuar en consecuencia. Se puede indicar que estas alarmas se almacenen en un histórico, se queden siempre visibles ó desaparezcan de la pantalla una vez terminada la alarma.
- Pantalla de cintas de entrada.- Aquí se va a ver si hay alguna caja disponible en alguna cinta de entrada para que el robot la coja. Esta pantalla sólo es de visualización, ya que en las cintas de entrada no hay ningún tipo de elemento ni eléctrico ni neumático el cual haya que manejar por parte del autómatas.
- Pantalla de caminos de rodillos.- Desde aquí se va a ver el estado de los caminos de rodillos y se van a poder manejar los mismos en manual. Desde aquí también se podrán habilitar ó deshabilitar los caminos de rodillos y seleccionar el tipo de caja que se quiere descargar en cada camino.

- Pantalla de posicionamiento de cajas y de cogida de palets.- En esta pantalla se verá el estado de los palets de cajas y se podrá seleccionar la posición en la que se quiere depositar la siguiente caja. Hay que tener cuidado con esto, ya que si se selecciona mal la posición en la que se tiene que depositar la caja el robot dejará la caja donde no debe ó se estrellará contra una caja que ya esté puesta. También se verá el estado de la pila de palets vacíos y se podrá seleccionar el siguiente palet a coger. Si esta selección es errónea, el robot puede no llegar a coger nada ó estrellarse al ir a coger un palet, con lo que con casi toda seguridad se rompería algún elemento de la mano del robot. Por lo general la posición de las cajas y de los palets vacíos no hay que tocarla, ya que el propio autómeta se encarga de la gestión de todo esto.
- Pantalla de entradas.- Para ver el estado de todas las entradas físicas del sistema.
- Pantalla de salidas.- Para ver el estado de todas las salidas físicas del sistema y para poder manejar algunas de ellas en manual.
- Pantalla del robot.- Aquí se mostrará el estado del robot y se podrán forzar ciertas órdenes. Se podrán ver todas las señales de interconexión entre el robot y el autómeta, tanto de entrada como de salida.
- Pantalla de operaciones especiales.- En esta pantalla se pondrán funciones que sólo deberían afectar a los programadores. Aquí se seleccionarán funciones tan dispares como calibración de la pantalla táctil, limpieza de la pantalla, poner la pantalla en modo comunicación para poder reprogramarla, etc...

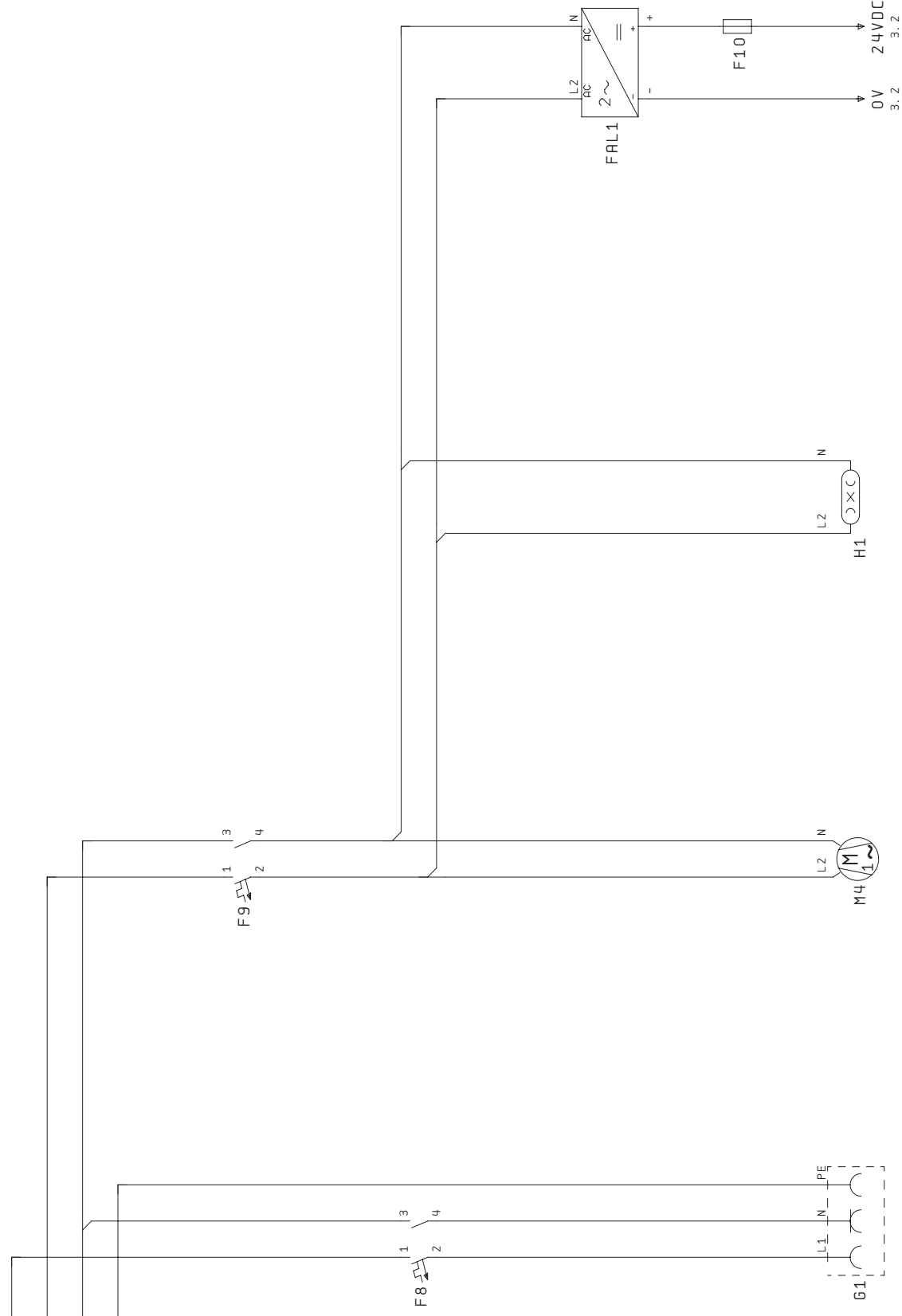


**AUTOMATIZACIÓN
PALETIZADO LÍNEA
INDUSTRIAL**

PLANOS ELÉCTRICOS



- 1.18/L1-1
- 1.18/L2-1
- 1.18/N-1
- 1.18/PE



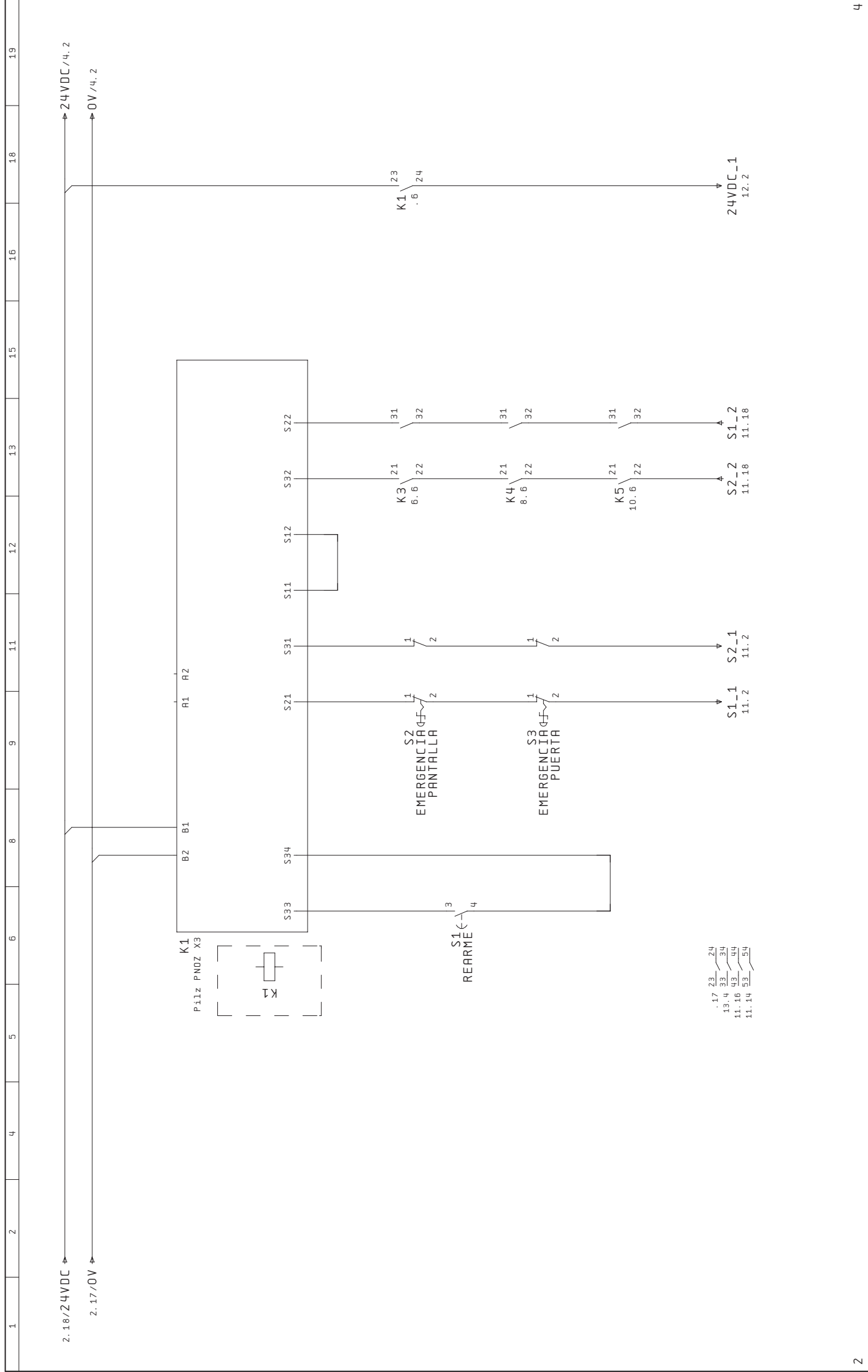
ENCHUFE
ARMARIO

VENTILADOR
ARMARIO

ILUMINACIÓN
ARMARIO

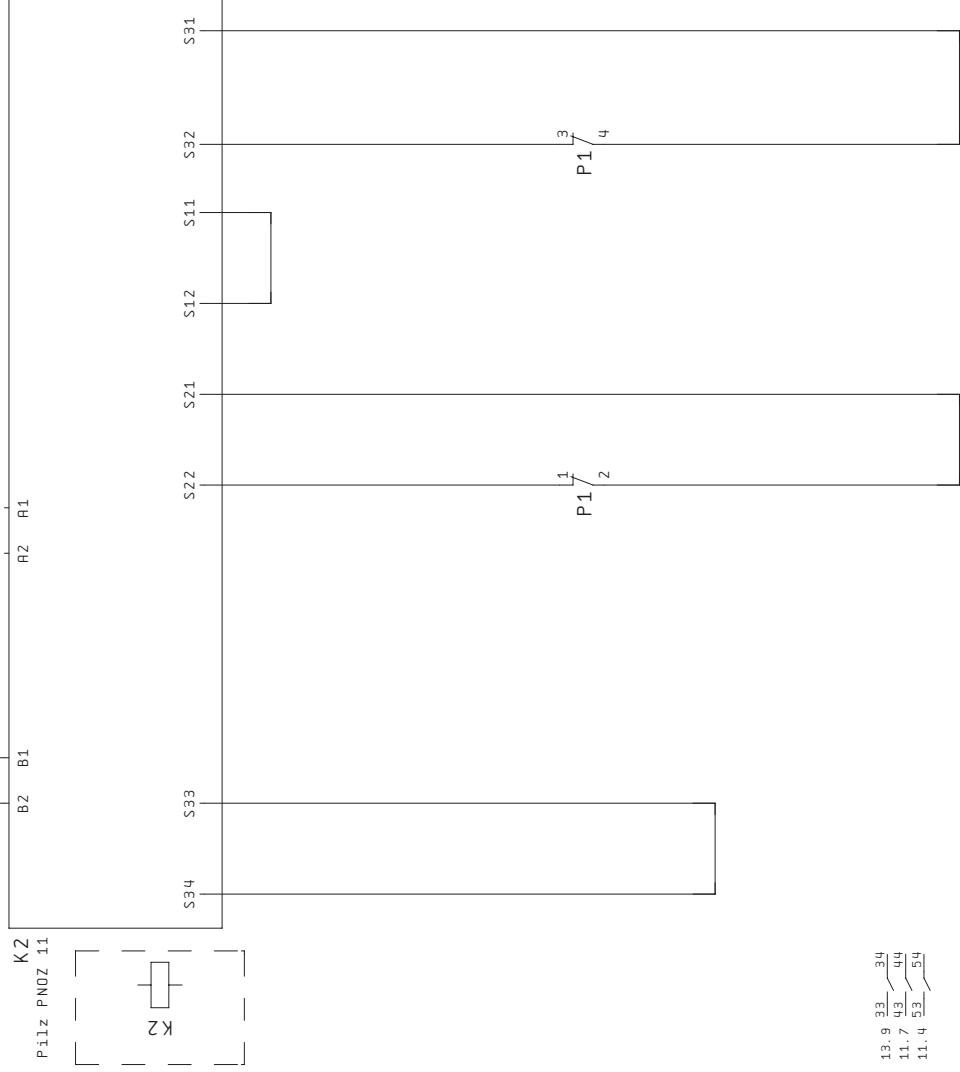
FUENTE
ALIMENTACIÓN

Automatización paletizado		Distribucion potencia 2		= -P.O. 0	
Fecha		Elabo.		+	
Elabo. AAA		Compr. 16. Nov. 2011		Pg. 2	
Nombre Norma		Orig. p.		Camb. p.	
Fecha		Camb. p.		24 Pg.	



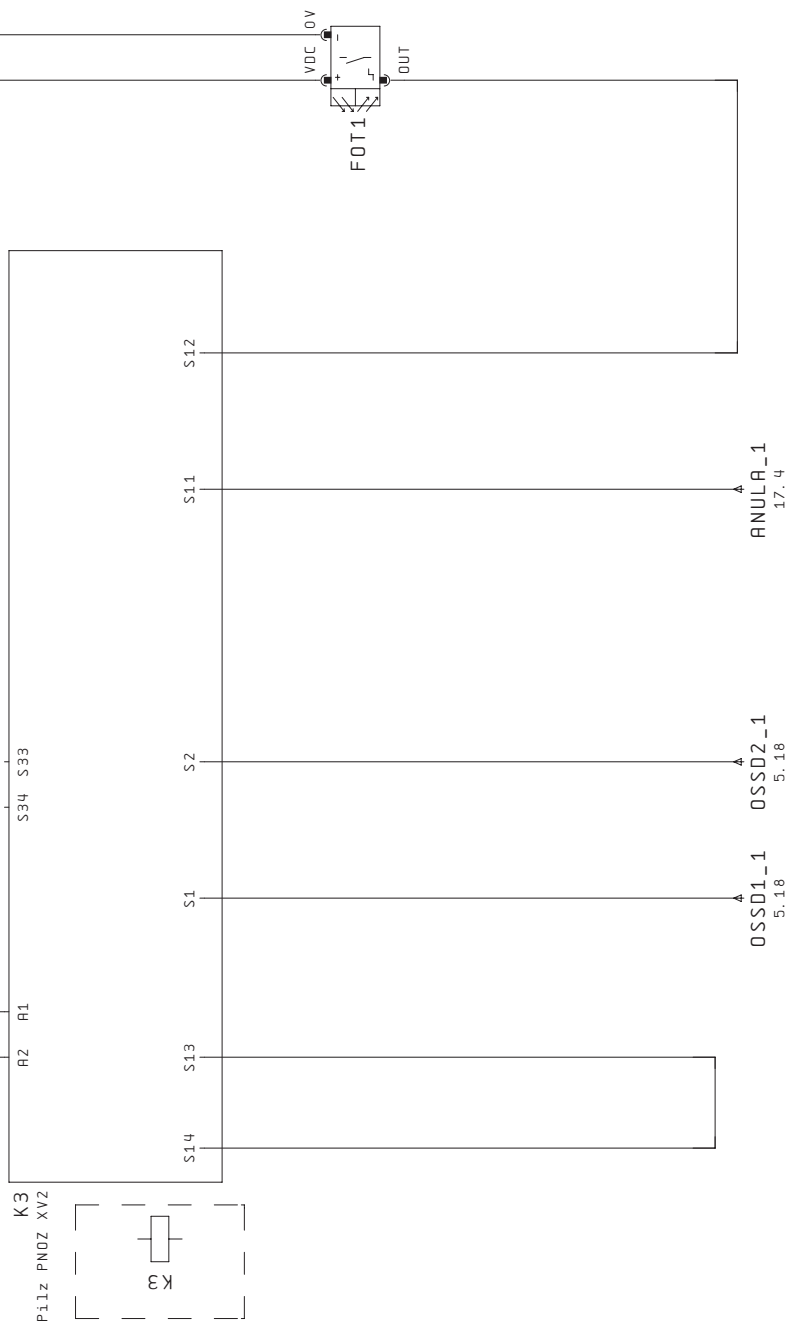
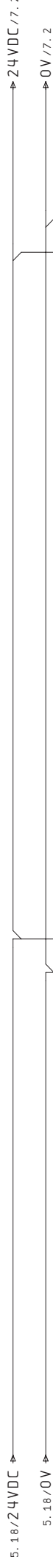
Fecha		Elabo.		Compr.		Nombr		Fecha		Elabo.		Compr.		Nombr	
		AAA		16. Nov. 2011											
Cambios		Fecha		Nombr		Or-i.g.		Camb. p.		Camb. d.		Setas emergencia		=-P0.0	
														+	
														Pg. 3	
														24 Ps.	

3.18/24VDC → 24VDC /5.2
 3.18/0V → 0V /5.2



- 13.9 33 34
- 11.7 43 44
- 11.4 53 54

Automatización paletizado		Seguridad puerta	
Fecha	Elabo.	= -P.O. 0	
	AAA	+	
Fecha	Compr.		
	16. Nov. 2011		
Nombre	Norm		
	Or-ig.		
	Camb. p.		
	Camb. d.		
línea industrial		Pg. 4	
		24 Ps.	

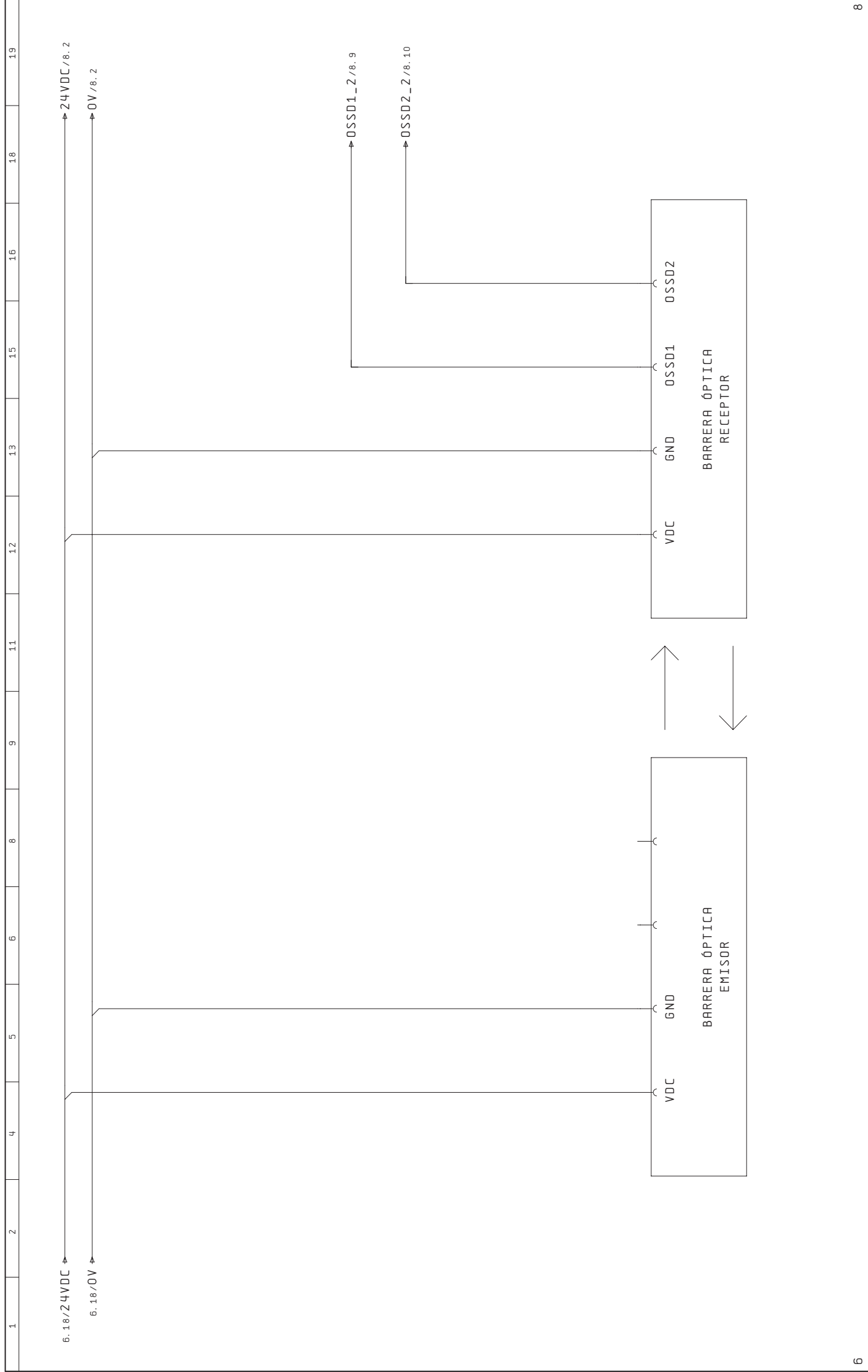


OSSD1_1 OSSD2_1
5.18 5.18

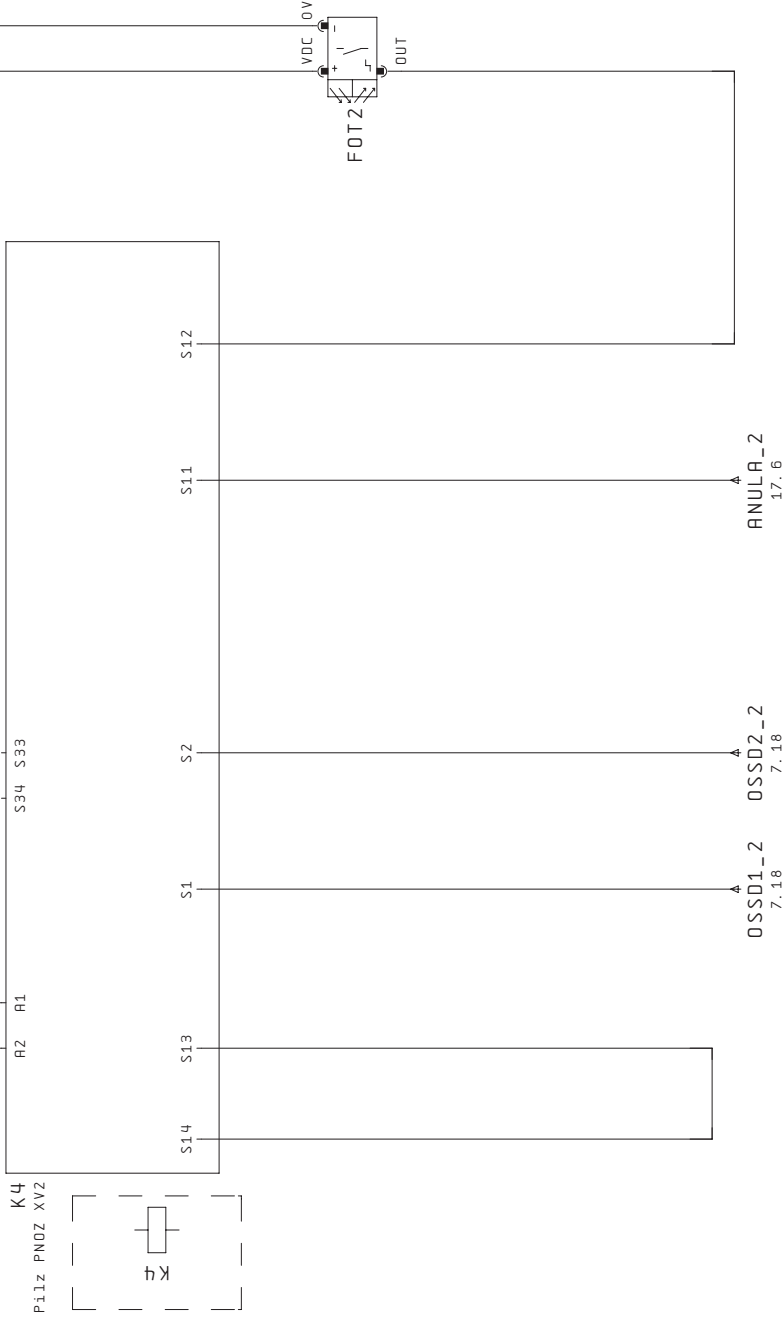
ANULA_1
17.4

3.13 21
3.14 31 32
13.11 33 34

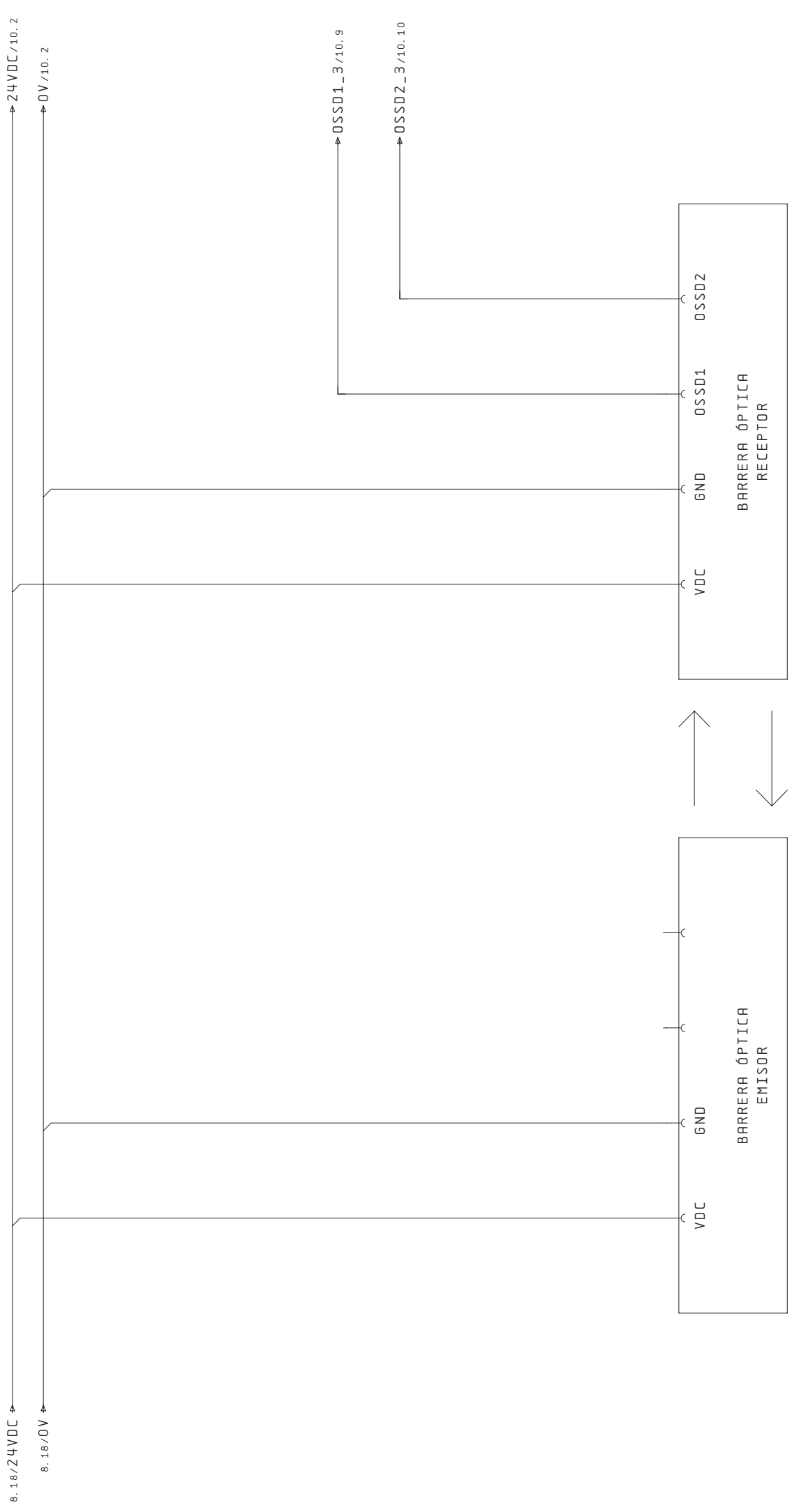
Fecha	Elabo.	Elabo.	Compr.	16. Nov. 2011	Módulo barrera seguridad 1		= -P.O. 0
Nombre	Norma	Automatización paletizado			línea industrial		+
Cambios	Fecha	Nombre	Norma	Origen	Camb. p.	Camb. d.	Pg. 6
							24 Pg.

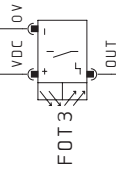
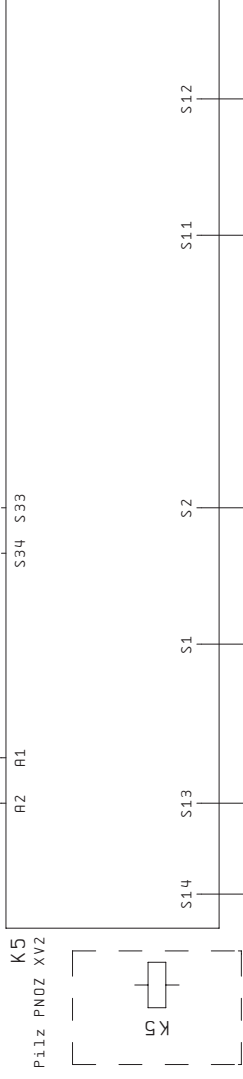


7.18/24VDC → 24VDC /9.2
 7.18/0V → 0V /9.2



3.13 21 22
 3.14 31 32
 13.12 33 34





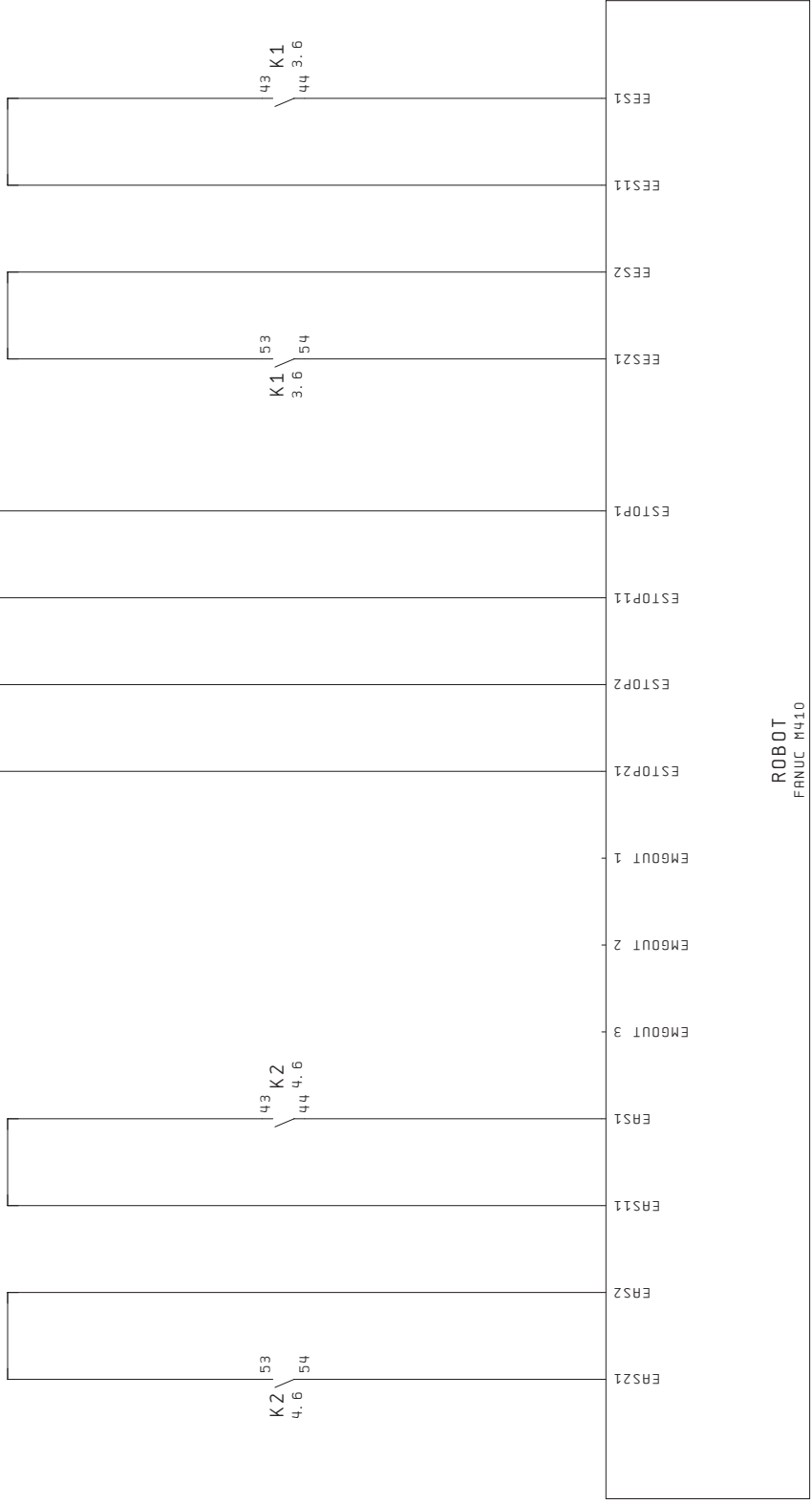
OSSD1_3 OSSD2_3 ANULA_3
9.18 9.18 17.8

3.13 21 22
3.14 31 32
13.14 33 34

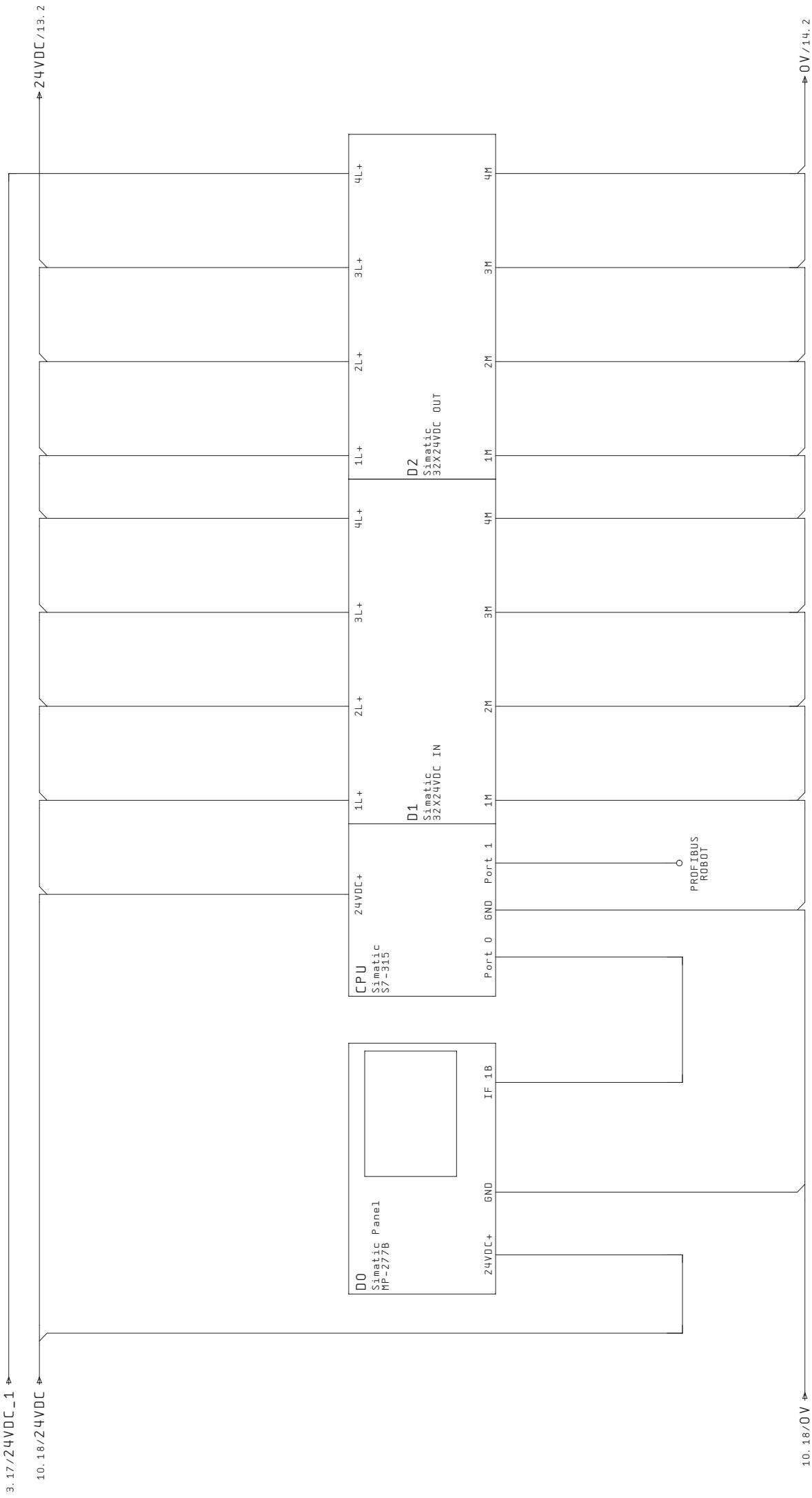
Fecha	Elabo.	Elabo.	Compr.	16. Nov. 2011	Módulo barrera seguridad 3		= -P.O. 0
Nombre	Nombre	Nombre	Nombre	10	Automatización paletizado		+
Cambios	Fecha	Nombre	Nombre	10	línea industrial		Pg. 24 Ps.
					[Camb. p.] [Camb. d.]		

3.10/S1_1 → S1_2/3.14

3.11/S2_1 → S2_2/3.13



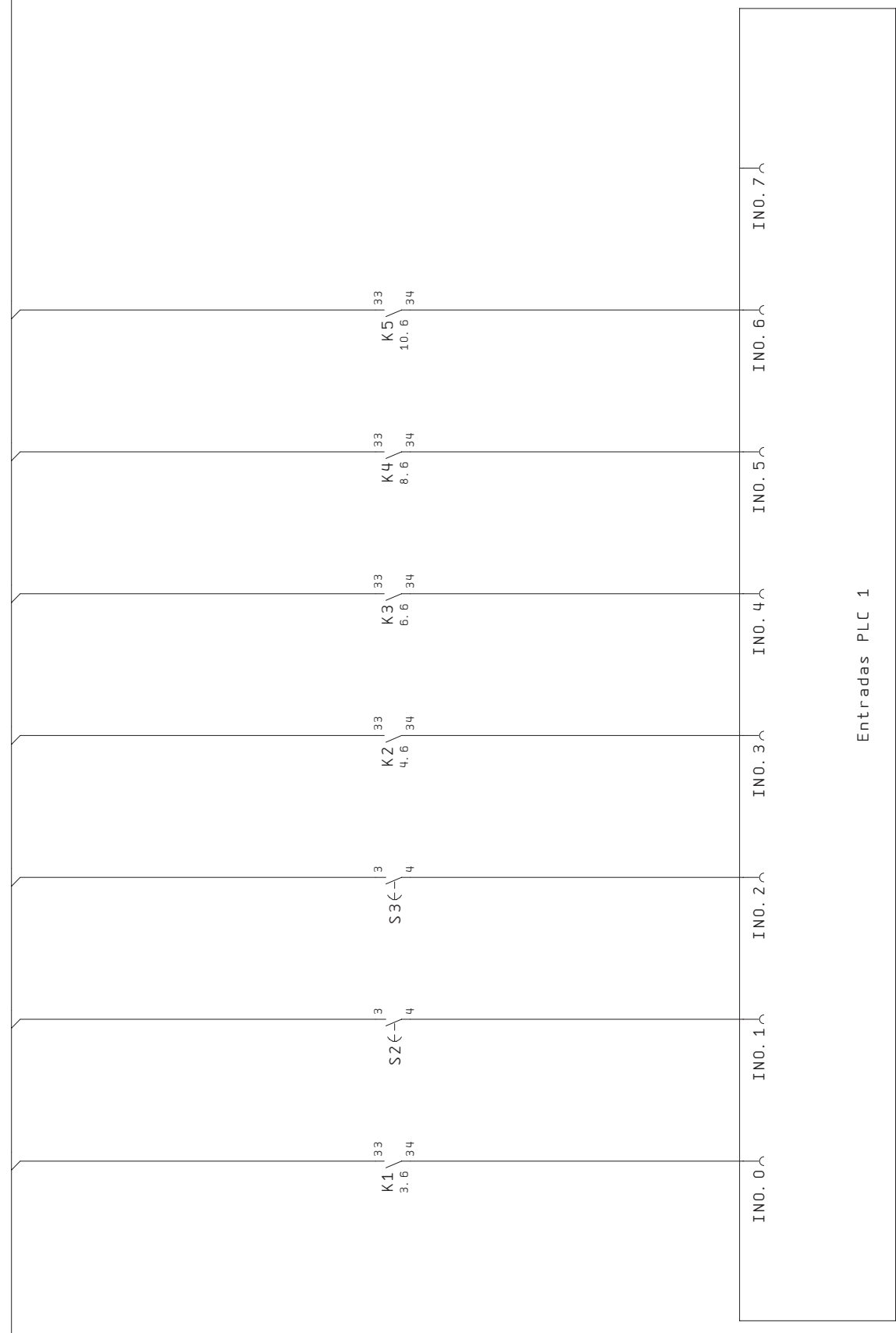
Fecha		Elabo.		Compr.		Nombri		Camb. p.		Camb. d.		Emergencia Robot		= -P.O. 0 +	
		16. Nov. 2011						línea industrial						Pg. 11 24 Ps.	



Fecha		Elabo.		Compr.		Nombri		Or-i9.		Camb. p.		Camb. d.		Alimentacion PLC		=-P0.0 +	
		16. Nov. 2011		16. Nov. 2011		16. Nov. 2011		16. Nov. 2011		16. Nov. 2011		16. Nov. 2011		16. Nov. 2011		16. Nov. 2011	
Automatización paletizado		línea industrial															
Cambios		Fecha		Nombri		Or-i9.		Camb. p.		Camb. d.						Pg. 12 24 Pg.	

12.18/24VDC

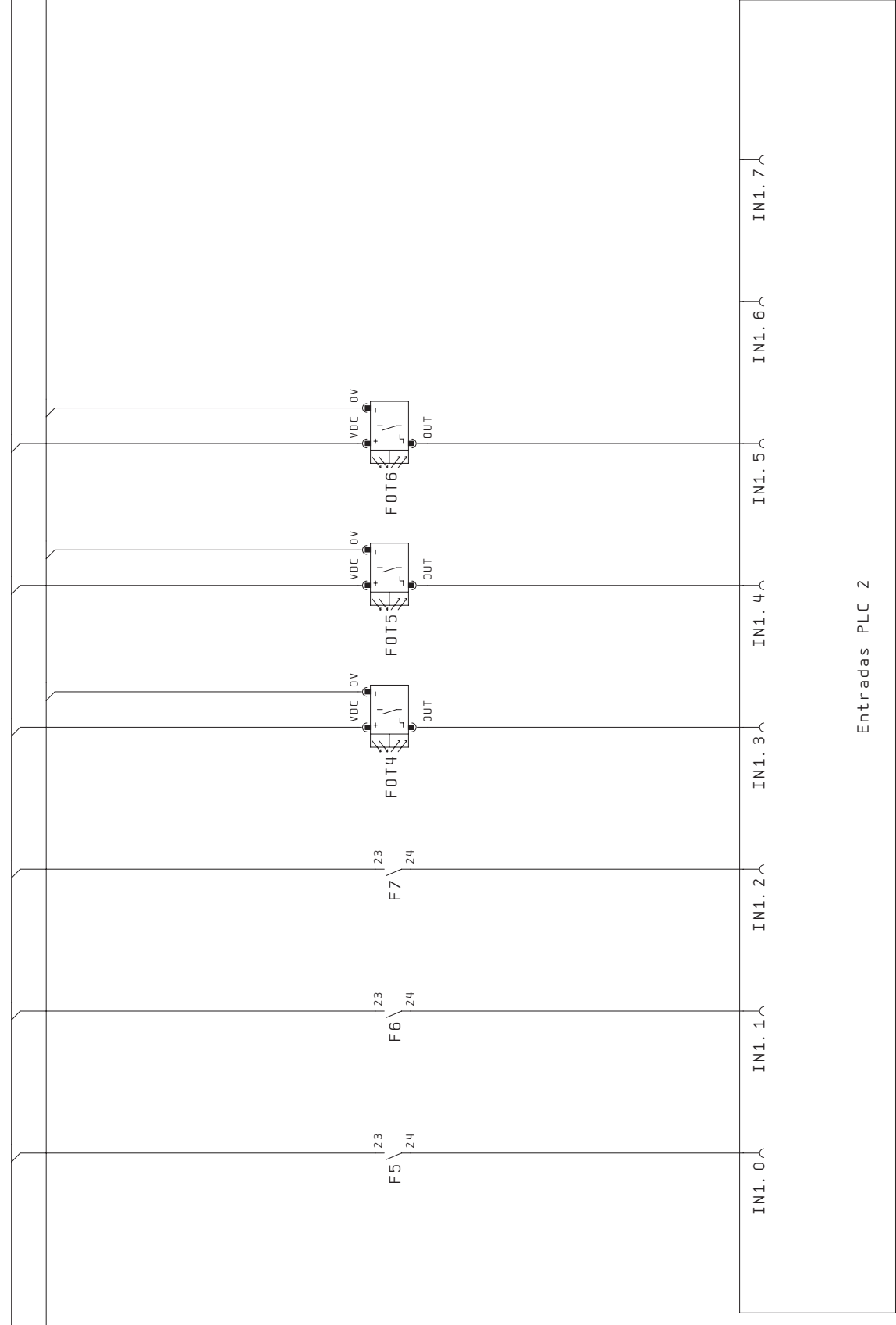
24VDC/14.2



MÓDULO SEGURIDAD SETAS	EMERGENCIA PANTALLA	EMERGENCIA PUERTA	MÓDULO SEGURIDAD PUERTA	MÓDULO SEGURIDAD BARRERA 1	MÓDULO SEGURIDAD BARRERA 2	MÓDULO SEGURIDAD BARRERA 3	RESERVA
------------------------------	------------------------	----------------------	-------------------------------	----------------------------------	----------------------------------	----------------------------------	---------

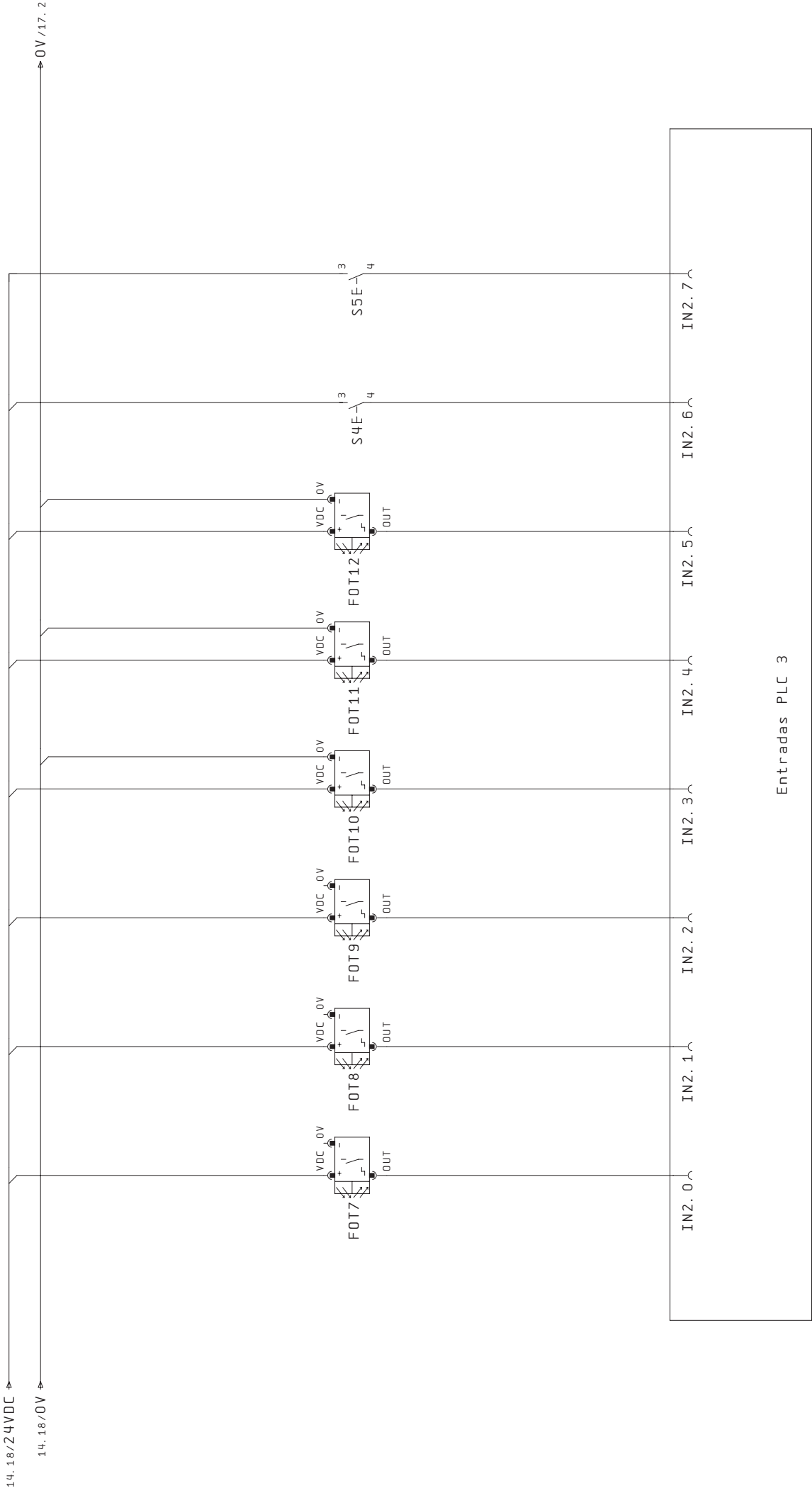
Fecha	Elabo.	Compr.	Dr.-ig.	Camb. p.		Camb. d.	
	AAA	16. Nov. 2011					
Automatización paletizado							
Línea industrial							
Entradas PLC 1							
= -P.O. 0							
+							
Cambios	Fecha	Nombre	Norm				
Pg.							13
							24 Ps.

13. 18/24VDC → 24VDC /15. 2
 12. 18/0V → 0V /15. 2

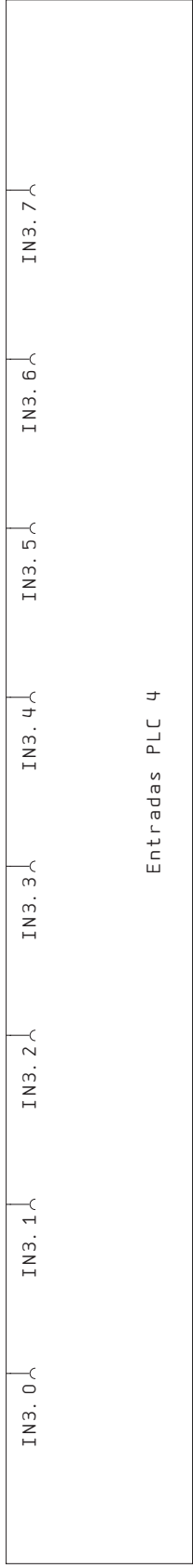


Entradas PLC 2

TÉRMINO	TÉRMINO	TÉRMINO	CINTA	CINTA	RESERVA	RESERVA
CAMINO RODILLOS 1	CAMINO RODILLOS 2	CAMINO RODILLOS 3	ENTRADA 1	ENTRADA 2	ENTRADA 3	



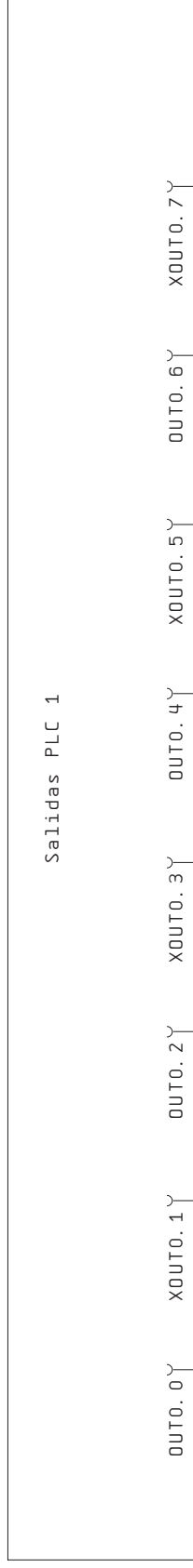
CAMINO RODILLOS 1 ENTRADA	CAMINO RODILLOS 1 SALIDA	CAMINO RODILLOS 2 ENTRADA	CAMINO RODILLOS 2 SALIDA	CAMINO RODILLOS 3 ENTRADA	CAMINO RODILLOS 3 SALIDA	PETICIÓN ENCLAVAMIENTO PUERTA	PETICIÓN APERTURA PUERTA
---------------------------	--------------------------	---------------------------	--------------------------	---------------------------	--------------------------	-------------------------------	--------------------------



RESERVA RESERVA RESERVA RESERVA RESERVA RESERVA RESERVA RESERVA RESERVA RESERVA

		Automatización paletizado		Entradas PLC 4		= - P.O. 0 +	
Fecha		Elabo.	AAA				
Compr.	16. Nov. 2011	Or-ig.	Línea industrial				Pg. 16
Nombre		Camb. P.					24 Pg.
Cambios		Camb. d.					

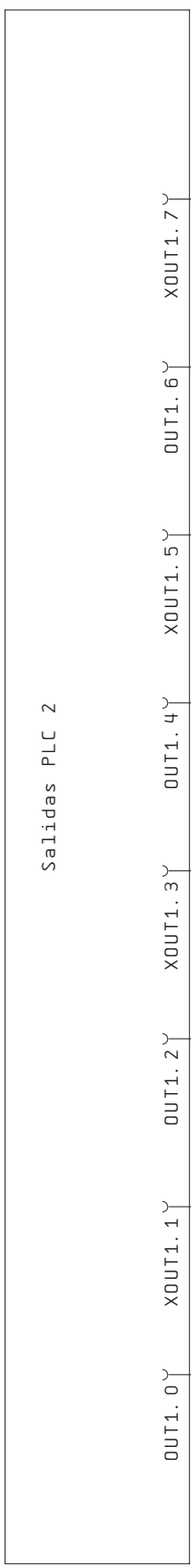
ANULACIÓN BARRERA 1 ANULACIÓN BARRERA 2 ANULACIÓN BARRERA 3 INDICADOR ESTADO SETAS INDICADOR ESTADO PUERTA ENCLAVAMIENTO PUERTA RESERVA RESERVA



15.18/0V → 0V/18.2

Fecha	Elabo.	Compr.	Dr-ig.	Camb. p.	Camb. d.	Automatización paletizado	Salidas PLC 1	= -PD. 0	+
	AAA	16. Nov. 2011				Línea industrial			
Cambios	Fecha	Nombre	Norm						
Pg.	17	24 Pg.							

BALIZA CAMINO RODILLOS 1	BALIZA CAMINO RODILLOS 1	BALIZA CAMINO RODILLOS 1	BALIZA CAMINO RODILLOS 2	BALIZA CAMINO RODILLOS 2	BALIZA CAMINO RODILLOS 2	BALIZA CAMINO RODILLOS 3
--------------------------------	--------------------------------	--------------------------------	--------------------------------	--------------------------------	--------------------------------	--------------------------------



17.18/0V → 0V / 19.2

Fecha		Elabo. AAA		= -PO. 0		+	
Compr. 16. Nov. 2011		Or-ig.		Camb. p.		Camb. d.	
Nombre Norma		Automatización paletizado		Salidas PLC 2		Pg. 18	
Cambios		Línea industrial				24 Pg.	

BALIZA
CAMINO
RODILLOS 3

RESERVA RESERVA RESERVA RESERVA RESERVA RESERVA RESERVA RESERVA

Salidas PLC 3

OUT2. 0 Y XOUT2. 1 Y OUT2. 2 Y XOUT2. 3 Y OUT2. 4 Y XOUT2. 5 Y OUT2. 6 Y XOUT2. 7 Y

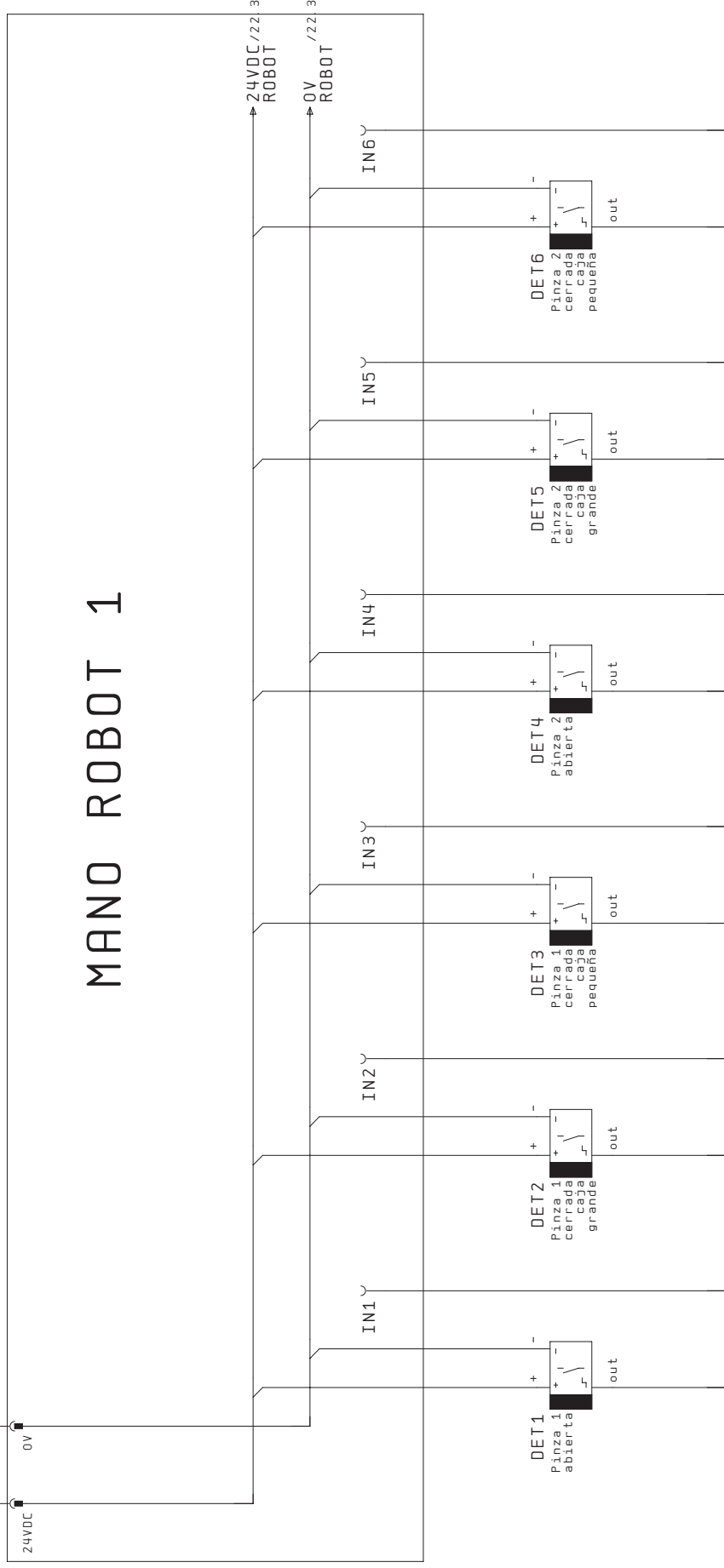
X1
H12
VERDE
X2

18.18/0V

0V / 20. 2

		Fecha		Elabo. AAA		Automatización paletizado		Salidas PLC 3		= -P.O. 0 +	
		Compr. 16. Nov. 2011		Or-i9.		Línea industrial				Pg. 19	
Cambios		Fecha		Nombr Nor m		Or-i9.		Camb. p.		24 Pg.	

ALIMENTACIÓN DEL ROBOT



PINZA 1 ABIERTA

PINZA 1 CAJA GRANDE

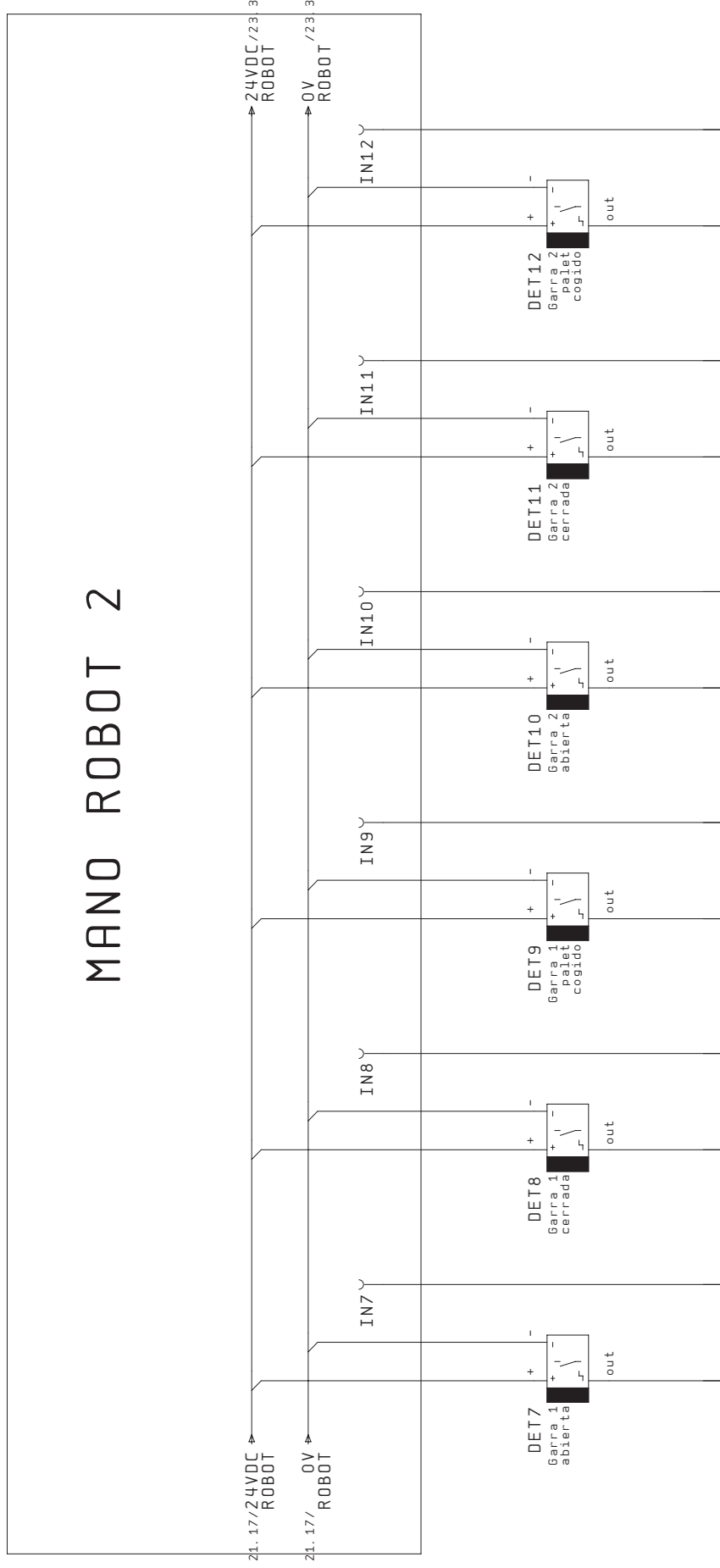
PINZA 1 CAJA PEQUEÑA

PINZA 2 ABIERTA

PINZA 2 CAJA GRANDE

PINZA 2 CAJA PEQUEÑA

MANO ROBOT 2



GARRA 1
ABIERTA

GARRA 1
CERRADA

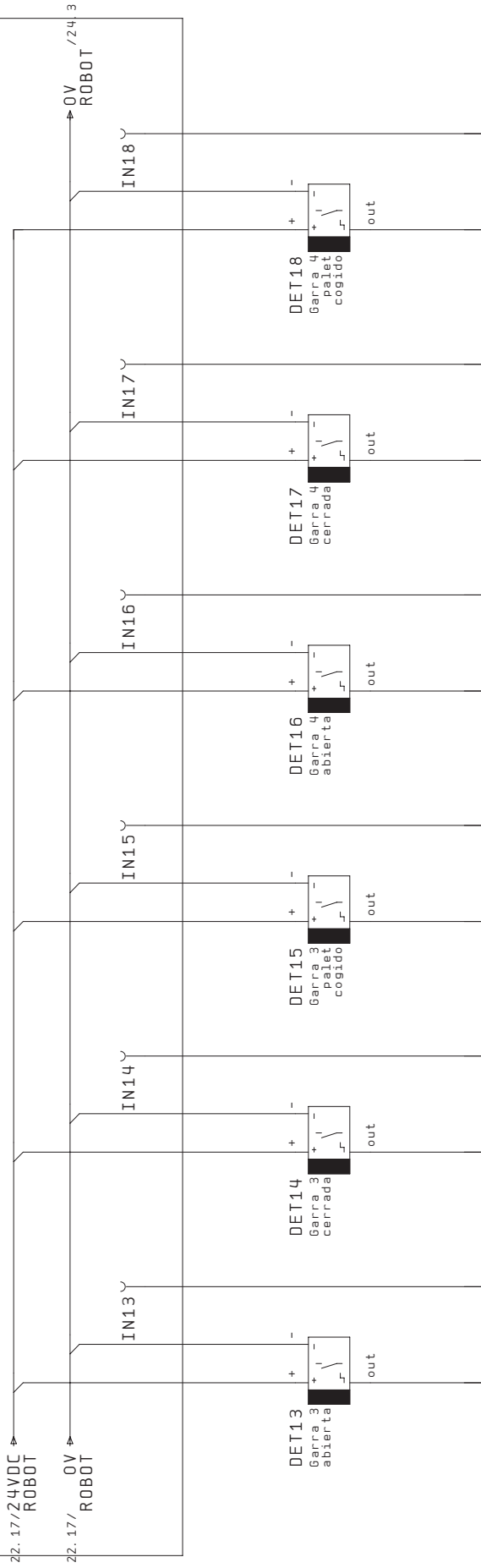
GARRA 1
PALET
COGIDO

GARRA 2
ABIERTA

GARRA 2
CERRADA

GARRA 2
PALET
COGIDO

MANO ROBOT 3



GARRA 3
ABIERTA

GARRA 3
CERRADA

GARRA 3
PALET
COGIDO

GARRA 4
ABIERTA

GARRA 4
CERRADA

GARRA 4
PALET
COGIDO

