



**Universidad**  
Zaragoza

## Trabajo Fin de Grado

Título del trabajo:

Diseño eléctrico y seguridad en cuasimáquinas para  
fabricación de piezas plásticas con enfoque en  
procesos de corte y punzonado

English tittle:

Electrical design and safety in quasimachines for  
plastic parts manufacturing with a focus on cutting and  
punching processes

Autor

Miguel Ángel Cebrián Josa

Directora

Beatriz Falces Zardoya

Titulación del autor

Ingeniería Eléctrica

ESCUELA DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA (EINA)

Año 2024





## Agradecimientos

Antes de nada, quería dedicar un pequeño espacio para darle las gracias a todas las personas que me han ayudado a llegar hasta aquí. Primero darle las gracias a mis amigos y familiares que me han apoyado y soportado durante todo este tiempo. También mencionar a mis compañeros de carrera por hacer mucho más amena esta etapa y a los profesores con los que he ido cruzándome por su gran dedicación y compromiso, especialmente a Jesús, ponente de este proyecto que tanto me ha ayudado. Y por supuesto, a la empresa Ergomaq-97, a mi compañero Álvaro y a Beatriz, directora de este proyecto que han hecho posible el desarrollo de este trabajo.





## Resumen

Antes de comenzar con la explicación de la memoria de este proyecto, voy a realizar un pequeño resumen que explique todo el trabajo que ha conllevado de una manera concisa y clara.

Este proyecto trata sobre el diseño eléctrico y de seguridad de una máquina destinada a la realización de diversos trabajos sobre una pieza plástica ya existente. La realización de este trabajo ha surgido durante el periodo de prácticas que he estado en la empresa Ergomaq-97, en la que he podido aprender bastante acerca de esta rama de la electroneumática y que me ha gustado tanto que me ha llevado a realizar dicho proyecto.

En una primera etapa, vamos a desarrollar una idea inicial del diseño de la máquina a través de la pieza que nos presente el cliente, a partir de la cual nos podremos hacer a la idea de las herramientas básicas que deberemos implementar para cumplir con los objetivos marcados por el cliente. Posteriormente, junto al responsable de diseño mecánico pondremos en común ideas para la realización de las operaciones más complejas y que preveamos que harán falta para el correcto funcionamiento. Una vez tengamos el modelo 3D definitivo de nuestro cortador realizaremos los esquemas eléctricos y neumáticos definitivos. Además, realizaremos el diseño eléctrico de una rampa que acumule las piezas ya acabadas y por tanto también una modificación del bastidor universal estandarizado dentro de la empresa.

Posteriormente a la etapa de diseño, realizaremos una selección de todos los materiales necesarios para llevar a cabo la realización de ofertas y pedidos de los materiales tanto eléctricos como neumáticos.

Una vez pedidos todos los materiales, rellenaremos una plantilla estandarizada por el cliente que les servirá a modo de resumen de todas las herramientas que lleva implementadas nuestra máquina y posteriormente realizaremos unas estrategias con las conexiones eléctricas y neumáticas de cada herramienta que servirán a modo de resumen a nuestros compañeros de montaje eléctrico.

Finalmente, realizaremos la elaboración de la documentación necesaria acorde a la normativa de marcado CE que garantice los requisitos marcados por la UE.

Con este proyecto se busca conseguir la satisfacción del cliente y la satisfacción de realizar procesos que podrían llevar bastante tiempo de forma manual, conseguir realizarlos de forma automática en cuestión de segundos con el fin de ayudar a las empresas a agilizar la producción de sus productos.





## ÍNDICE

1. Introducción.....	13
1.1. Justificación.....	13
1.2. Objeto del proyecto.....	13
1.3. Alcance del proyecto.....	14
1.4. Metodología.....	15
2. Fase de investigación.....	16
3. Fase de desarrollo del proyecto.....	17
3.1. Diseño eléctrico y neumático de la cuasimáquina.....	18
3.1.1. Explicación de las herramientas usadas.....	18
3.1.2. Explicación equipos eléctricos y neumáticos.....	20
3.1.3. Explicación planos eléctricos y neumáticos.....	27
3.2. Diseño eléctrico de la rampa y salida de la pieza.....	50
3.3. Diseño eléctrico de la ampliación del bastidor universal.....	51
3.4. Revisión de sistemas de seguridad del bastidor universal.....	56
3.5. Selección de materiales.....	58
3.6. Elaboración de ofertas y pedidos.....	59
3.7. Elaboración de estrategia final.....	59
3.8. Soporte en fase de montaje eléctrico/neumático.....	62
3.9. Puesta en marcha.....	66
3.10. Marcado CE.....	69
4. Conclusiones y trabajo futuro.....	70
5. Bibliografía.....	71

## ANEXOS







## ÍNDICE DE IMÁGENES

1. Pieza original.....	18
2. Pieza cortada.....	18
3. Repartidor eléctrico.....	20
4. Esquema repartidor eléctrico Balluf.....	21
5. Interconexión del repartidor.....	22
6. Harting eléctrico Weidmuller.....	23
7. Conector T eléctrico.....	23
8. Conexión interna T.....	23
9. Detector de cilindro.....	24
10. Sensor de reflexión directa.....	24
11. Sensor fotoeléctrico.....	25
12. Espejo E20953.....	25
13. Multiconector neumático.....	26
14. Electroválvula neumática 5/2.....	26
15. Electroválvula neumática 3/2.....	27
16. Conexiones Repartidor 1.....	28
17. Herramientas EN + Repartidor 1.....	29
18. Herramientas EN – Repartidor 1.....	29
19. Conexiones Herramienta 11 EN + del Lado izquierdo.....	30
20. Conexiones Herramienta 11 EN – del Lado izquierdo.....	30
21. Conexiones Herramienta 12 EN + del Lado izquierdo.....	31
22. Conexiones Herramienta 12 EN – del Lado izquierdo.....	31
23. Conexiones Herramienta 21 EN + del Lado izquierdo.....	32
24. Conexiones Herramienta 21 EN – del Lado izquierdo.....	32
25. Conexiones Herramienta 22 EN + del Lado izquierdo.....	32
26. Conexiones Herramienta 22 EN – del Lado izquierdo.....	33
27. Conexiones Herramienta 31 EN + del Lado izquierdo.....	33
28. Conexiones Herramienta 31 EN – del Lado izquierdo.....	33



29. Conexiones Herramienta 32 EN + del Lado izquierdo.....	34
30. Conexiones Herramienta 32 EN – del Lado izquierdo.....	34
31. Conexión Herramienta 41 del Lado izquierdo.....	35
32. Conexiones Herramienta 42 EN + del Lado izquierdo.....	35
33. Conexiones Herramienta 42 EN – del Lado izquierdo.....	35
34. Conexiones Repartidor 2.....	36
35. Tabla de pesos.....	36
36. Conexiones Herramienta 51.1 del Lado izquierdo.....	37
37. Conexiones Herramienta 51.2 del Lado izquierdo.....	37
38. Herramientas EN + Repartidor 3.....	38
39. Herramientas EN – Repartidor 3.....	38
40. Conexiones Herramienta 11 EN + del Lado derecho.....	38
41. Conexiones Herramienta 11 EN – del Lado derecho.....	38
42. Conexiones Herramienta 12 EN + del Lado derecho.....	39
43. Conexiones Herramienta 12 EN – del Lado derecho.....	39
44. Conexiones Herramienta 21 EN + del Lado derecho.....	40
45. Conexiones Herramienta 21 EN – del Lado derecho.....	40
46. Conexiones Herramienta 22 EN + del Lado derecho.....	40
47. Conexiones Herramienta 22 EN – del Lado derecho.....	41
48. Conexiones Herramienta 31 EN + del Lado derecho.....	41
49. Conexiones Herramienta 31 EN – del Lado derecho.....	41
50. Conexiones Herramienta 32 EN + del Lado derecho.....	42
51. Conexiones Herramienta 32 EN – del Lado derecho.....	42
52. Conexiones Herramienta 41 EN + del Lado derecho.....	42
53. Conexiones Herramienta 41 EN – del Lado derecho.....	42
54. Conexiones Herramienta 42 EN + del Lado derecho.....	43
55. Conexiones Herramienta 42 EN – del Lado derecho.....	43
56. Conexiones Repartidor 4.....	43
57. Conexiones Herramienta 51 del Lado derecho.....	44



58. Conexiones detector de pieza.....	44
59. Conexiones Rampa.....	45
60. Conexiones Multiconector neumático 1.....	45
61. Conexiones Multiconector neumático 2.....	46
62. Conexiones Multiconector neumático 3.....	46
63. Conexión neumática chaku.....	47
64. Conexión eléctrica chaku.....	48
65. Conexiones Harting 1.....	49
66. Conexiones Harting 2.....	50
67. Cierre Seguridad Rampa.....	51
68. Cierre de seguridad bastidor.....	52
69. Cierre de seguridad puertas bastidor.....	52
70. Conexión cierres de seguridad del bastidor adicional.....	53
71. Conexiones cierre puerta izquierda.....	53
72. Conexión harting bastidor adicional 1.....	54
73. Conexiones cierre puerta derecha.....	54
74. Conexión harting bastidor adicional 2.....	55
75. Conexiones cierre entre bastidores lado izquierdo.....	55
76. Conexión harting bastidor adicional 3.....	56
77. Conexiones cierre entre bastidores lado derecho.....	56
78. Conexiones modulo seguridad seta.....	57
79. Paralelo conexión circuito seguridad setas.....	58
80. Material eléctrico bastidor universal.....	58
81. Material eléctrico seguridades ampliación.....	59
82. Material eléctrico harting adicional.....	59
83. Material neumático bastidor universal.....	59
84. Estrategia final 1.....	60
85. Estrategia final 2.....	60
86. Estrategia final 3.....	61



87. Vista delantera bastidor.....	62
88. Vista trasera de la parte inferior.....	63
89. Vista delantera parte superior.....	63
90. Vista trasera parte superior.....	64
91. Vista de los bastidores unidos.....	65
82. Conexiones CH1 cierres puertas traseras.....	65
93. Conexiones CH1 cierres de unión bastidores.....	66
94. Ejemplo colocación pegatinas.....	67
95. Ejemplo punzonador y pisadores.....	67
96. Conexiones armario-bastidor.....	68
97. Normativas cumplidas.....	69
98. Placa CE.....	70



## 1. Introducción.

En este primer punto de la memoria de este proyecto, vamos a realizar una explicación sobre, la motivación de este trabajo, las fases que va a tener dicho trabajo y los métodos que se han utilizado para llevar a cabo la realización de este.

### 1.1. Justificación.

En este primer apartado de la introducción, se va a defender por qué se ha decidido llevar a cabo este proyecto. Se ha decidido realizar este proyecto debido a que cada vez más empresas son las que dan el paso a la automatización de líneas de producción ya sea por la comodidad que las cuasi máquinas otorgan al operario o por la rapidez con las que estas realizan el trabajo y que por tanto disminuyen los cuellos de botella y aumentan la capacidad de producción de la empresa.

Para ello, en este proyecto se presenta una metodología para diseñar una máquina capaz de realizar cortes y punzonamientos sobre una pieza determinada y posteriormente dejarla sobre una rampa que la recoja una vez realizados dichos trabajos sobre ella de manera totalmente autónoma. Por lo que hemos tenido que diseñar una variación del bastidor universal que hay estandarizado dentro de la empresa.

### 1.2. Objeto del proyecto.

En este punto vamos a exponer todos los objetivos que se quieren que lleve a cabo nuestra máquina final. El objetivo principal de este proyecto es el de llevar a cabo el diseño eléctrico y la seguridad de nuestra máquina.

Este proyecto trata de satisfacer las necesidades del cliente el cual necesita una máquina capaz de realizar unos cortes y punzonamientos determinados y que una vez realizados esta deje caer la pieza ya acabada sobre una rampa que acumule las piezas hasta su llenado. Con el fin de ahorrar tiempos de producción y que el operario no tenga que poner y quitar las piezas continuamente, la propia máquina hará que caigan directamente sobre la rampa. De esta manera, el operario será el encargado de meter la pieza en su cuna en la posición correcta y una vez asegurado accionará el botón de marcha. La máquina llevará instaladas unas barreras fotoeléctricas de seguridad que en el caso de que el operario las traspasase, la máquina detendrá el proceso de forma inmediata y el operario no la podrá volver a poner en marcha hasta que no vuelva a la zona segura y le dé al botón de marcha. Además de estas



protecciones, hay que contar con el bastidor adicional el cuál debe incluir dos detectores de cierre en las puertas traseras y otros dos en la parte inferior del bastidor principal para asegurar que ambos bastidores han quedado completamente encajados. Estos detectores están conectados en una rama en paralelo a los dos detectores de cierre de las puertas traseras que tiene el bastidor principal y en serie con el resto de los detectores de seguridad que se cablean al módulo de seguridad, de manera que la máquina no realizará ninguna operación si los detectores no mandan la correspondiente señal de okay.

### **1.3. Alcance del proyecto.**

El desarrollo de este tipo de proyectos se divide en cinco fases. Primero el cliente nos expondrá sus necesidades y posteriormente nos reuniremos con el departamento de diseño para ponernos de acuerdo con las herramientas que sean necesarias para satisfacer las necesidades de nuestro cliente de la forma más económica posible. Una vez realizado el modelo 3D de la máquina por el departamento mecánico, nos aseguraremos de que hayamos tenido en cuenta todas las herramientas ya que, en caso de que hayan tenido que añadir cualquier cosa para el buen funcionamiento de la máquina, nosotros tendremos que añadirlo en nuestros esquemas. Una vez estemos seguros de no habernos dejado nada, realizaremos el pedido de materiales que serán necesarios para el montaje de dicha máquina y realizaremos un edrawing de esta para facilitar el montaje al equipo de taller. Finalmente, una vez montada la máquina entrará el departamento de programación.

Las tareas que recaen sobre nosotros son las que se detallan en la siguiente lista:

- Diseño eléctrico y neumático de la cuasi máquina.
- Diseño eléctrico de la rampa y salida de pieza.
- Diseño eléctrico de la ampliación del bastidor universal.
- Revisión de sistemas de seguridad del bastidor universal.
- Selección de materiales.
- Elaboración de ofertas y pedidos.
- Elaboración de estrategia final.
- Soporte en fase de montaje eléctrico/neumático.
- Marcado CE
- Elaboración de documentación acorde a normativa.
- Realización de fotos y videos de la puesta en marcha.



#### **1.4. Metodología.**

Para la realización de este trabajo se han seguido secuencialmente una serie de procesos que han permitido el correcto diseño y posterior funcionamiento de la máquina. Estos pasos van a ser definidos a continuación.

Cabe destacar que para poder ser capaces de realizar este trabajo, hemos estado trabajando en todos los cortadores que entraban como proyectos a la empresa, con el fin de: familiarizarnos con todas las etapas de las que constan estos proyectos dentro de la empresa, los programas que se usan para la realización de los esquemas eléctricos y neumáticos de la máquina, aprender de los errores que se cometen con mayor frecuencia para prestar un extra de atención en esos puntos, etc.

Primero, lo primero que necesitaremos será la imagen de la pieza final que se quiere obtener donde se vean los procesos que se quieran realizar sobre ella además de sus medidas.

A continuación, ya podremos empezar a realizar los esquemas eléctricos y neumáticos que, en nuestro caso, los realizamos con un programa informático de diseño asistido por ordenador llamado SolidWorks.

También necesitaremos conocer el funcionamiento del programa eDrawings, este es el programa en el que nuestros compañeros del departamento mecánico colgarán los modelos 3D de nuestro proyecto, como el bastidor universal con todas las herramientas y movimientos correspondientes, el modelo 3D de la rampa donde se dejarán caer las piezas una vez acabadas y también el modelo 3D del conjunto de toda la máquina, es decir, como se montará en la realidad para realizar las operaciones sobre las piezas con la ampliación del bastidor y la rampa correctamente anclados al bastidor universal.

La familiarización con este último programa será necesaria ya que nosotros seremos los encargados de realizar la estrategia final del proyecto. La estrategia se realiza con el fin de ayudar a nuestros compañeros de montaje eléctrico en el proceso de conexionado de los sensores conectados a las herramientas a los repartidores eléctricos con sus correspondientes señales y los tubos neumáticos de los cilindros de cada herramienta a las correspondientes entradas-salidas de los multiconectores neumáticos. De esta forma dispondrán de una serie de pantallazos con el conexionado eléctrico y neumáticos de cada herramienta a modo de resumen y no tendrán que imprimirse todos los planos.



Una vez el responsable del proyecto dentro del departamento mecánico nos deje disponible el modelo 3D, tendremos que revisar el modelo en busca de posibles modificaciones, que el compañero haya tenido que realizar ya sea por falta de espacio o por complejidad de la pieza, ya que en varios proyectos tienen que modificar las ideas iniciales con las que planteamos los cortadores.

Una vez revisado los modelos 3D, y habiendo realizado las modificaciones en los planos siempre y cuando hubiese sido necesario, procederemos a realizar el listado de materiales y realizar las ofertas y pedidos de todos los materiales necesarios para el montaje de la parte eléctrica y neumática.

Una vez que el equipo de montaje haya acabado, el departamento de programación serán los encargados de conectar la maquinaria al plc y configurar el ciclo de trabajo correspondiente.

También habrá que realizar la documentación correspondiente de la máquina y realizar fotos y videos de la máquina verificando su correcto funcionamiento tanto de la máquina como de las barreras de seguridad.

## **2. Fase de investigación.**

En este apartado, se va a realizar una explicación sobre las cuasi máquinas y su principal diferencia con las máquinas.

El desarrollo de las máquinas a lo largo del tiempo nos ha permitido realizar de forma rápida y sencilla trabajos que antes requerían de un gran esfuerzo físico y que llevaba continuamente a lesiones.

Actualmente, en la época en que vivimos, son muy pocas las empresas del sector industrial, por no decir ninguna, que no hacen uso de máquinas en los procesos de fabricación o tengan automatizada alguna línea de producción con el fin de reducir tiempos de fabricación, reducir errores, aumentar la homogeneidad en el producto, todo ello en busca de un mayor beneficio a corto y largo plazo. Además, también es importante el factor humano, ya que constantemente estamos en proceso de evolución y constantemente en busca de realizar inventos nuevos que nos ayuden a realizar las mismas operaciones de forma menos forzada y cansada de forma que mantendremos una mayor productividad durante mayor tiempo y aumentar la motivación del personal en el trabajo.

Se entiende como cuasi máquina a un conjunto que constituye casi una máquina, pero que no puede realizar por sí sola una operación determinada,





en cambio, una máquina es un conjunto de partes o componentes vinculados entre sí, de los cuales al menos uno es móvil, asociados para una aplicación determinada, provisto o destinado a estar provisto de un sistema de accionamiento distinto de la fuerza humana o animal, aplicada directamente. [1]

Esta diferenciación es muy importante ya que a la hora de realizar la documentación la cuasi máquina deberá incorporar un documento de declaración de conformidad y tendrá que cumplir unas normativas distintas con respecto al marcado CE que una máquina.

### **3. Fase de desarrollo del producto.**

Durante este punto se va a explicar de forma detallada cuales han sido nuestros pasos por seguir para la elaboración y construcción de nuestra maquinaria desde que el cliente nos presenta la pieza sobre la que realizar las operaciones correspondientes hasta la entrega de dicha máquina ya finalizada y lista para realizar las operaciones esperadas.

Una vez presentada la pieza y sabiendo los cortes y punzonamientos que nos han pedido realizar, nos juntaremos junto al responsable del departamento de diseño mecánico a quien ha sido asignado este proyecto para poner en común nuestras ideas. El objetivo es llevar a cabo un plan inicial con el número de herramientas mínimo posible para abaratar al máximo posible los costes de nuestro proyecto y con el que poder empezar a diseñar los planos eléctricos y neumáticos en nuestro caso y el compañero pueda empezar a diseñar el modelo en 3D de la maquinaria dentro del bastidor universal.

Además, de las operaciones básicas, el cliente nos pide que diseñemos una pequeña rampa donde se puedan acumular unas cuantas piezas ya cortadas de manera que el operario no tenga que estar metiendo la pieza dentro del cortador y sacándola continuamente una vez realizadas todas las operaciones. De esta forma con la innovación de la creación de dicha rampa, el operario simplemente tendrá que meter piezas continuamente, hasta que la rampa este llena, el operario se dará cuenta de este suceso ya que colocaremos un detector en el lateral de la parte superior de la rampa el cuál cuando comience a detectar una pieza, significará que la rampa ya está llena y esto hará que si el operario mete una pieza en el cortador, este realizará los cortes, posteriormente los punzonamientos y por último cuando la pieza es elevada por el amarre y éste se desplace hacia atrás para dejar caer la pieza, éste no podrá soltarla, ya que siempre y cuando nuestro detector este detectando que la rampa está a su límite de capacidad, el amarre no podrá soltarla, por lo que el operario debería de ir a la parte trasera de nuestro cortador y quitar una pieza de forma que las demás caerían una posición y la

posición de pieza que es detectada como última quedaría libre y por tanto la maquina dejaría caer la pieza.

Finalmente, para poder llevar a cabo esta segunda fase de nuestro proyecto, tendríamos que realizar una modificación de los esquemas de seguridad del bastidor universal que la empresa tiene estandarizados, esta estandarización contiene los esquemas eléctricos de distribución de potencia, el esquema eléctrico de nuestro armario de maniobra, los esquemas del PLC, los esquemas de la botonera, los esquemas de la parte neumática, los esquemas de conexiones de los módulos de las barreras de seguridad y también los esquemas eléctricos de módulo de seta de seguridad que será el cuál tendremos que modificar debido a la ampliación de dicho bastidor debido a la implantación de nuestra rampa; la seguridad del módulo de setas del bastidor universal consiste en un cableado en serie de los distintos cierres que hay, por lo que en caso de que una puerta trasera, una ventana o una puerta delantera del bastidor estuviese abierta, la maquina no podría ponerse en marcha; por lo que lo que nosotros tendremos que añadir una rama en paralelo a los cierres de las puertas traseras del bastidor universal y en dicha rama conectar los cierres de las puertas traseras de nuestra ampliación del bastidor y los postizos que comprobaran que ambos bastidores estén bien unidos el uno al otro.

### **3.1. Diseño eléctrico y neumático de la cuasimáquina.**

Generalmente, en la empresa cuando entra un proyecto de un cortador nuevo, en caso de que se trate de una sola pieza ocupamos simplemente la mitad del bastidor universal. En cambio, en nuestro caso, se trata de una pieza bastante grande y sumado al elevado número de herramientas necesarias nos veremos obligados a utilizar el bastidor entero.

#### **3.1.1. Explicación de las herramientas usadas.**



Imagen 1. Pieza original.



Imagen 2. Pieza final.



Como podemos observar en las imágenes, vemos el antes y el después de la pieza, una vez se ha visto sometida a los numerosos procesos de corte y punzonado. Esto nos ayudará para poder hacernos idea de cómo actuarán las herramientas y donde, de manera que, si existe la posibilidad podamos unificar algunas herramientas, para ello cabe destacar, que solo podrá realizarse con herramientas que realicen la misma función, por ejemplo, si una pieza tuviese dos cortes bastante pegados, en vez de diseñar la máquina con dos cortes distintos, planificaríamos la máquina con un único corte de manera que ahorraríamos en costes de fabricación ya que habríamos reducido el número de herramientas, sensores, cilindros, etc.

En nuestro caso, como podemos ver en la imagen, debemos realizar seis punzonamientos en la parte inferior de nuestra pieza y debido a que dichas marcas se encuentran muy próximas entre sí, tres a tres, hemos decidido realizarlas con dos únicos punzonamientos, un punzonamiento para las tres marcas de la rama izquierda y otro para las tres marcas de la rama derecha.

Por otro lado, también podemos observar como en la parte superior de la pieza se encuentran otras cuatro marcas, dos en la rama izquierda y las otras dos restantes en la rama derecha, dichas marcas se han decidido hacer cada una con un punzonamiento independiente entre sí, debido a la separación entre cada una de ellas.

Por último, podemos destacar de la imagen de la pieza los cortes a realizar, a simple vista podemos ver dos cortes horizontales en la parte frontal, una para cada rama de dicha pieza, un tercer corte que se sitúa prácticamente en el medio y entre las ramas de la pieza, que en este caso será un corte vertical debido a la complejidad de la geometría de nuestra pieza y, por último, observamos en la parte trasera de la pieza el cuarto corte que será también un corte horizontal.

Dicho todo esto, podremos empezar a realizar el diseño de nuestros planos eléctricos. Nuestra máquina por tanto, constará de un único amarre debido a que es una pieza solamente, cuatro cortes, seis punzonamientos, cuatro pisadores los cuales se colocarán en la zona de los punzonamientos de la parte inferior para asegurar un buen punzonamiento simultáneo asegurando la fijación completa de la máquina, un bloqueo el cual estará situado en la parte superior del bastidor cuya función será impedir posibles oscilaciones del conjunto máquina-bastidor pudiendo asegurar así un correcto funcionamiento de las siguientes herramientas, un desplazamiento que sea capaz de desplazar la pieza hasta la rampa y dejarla caer en ella, un chaku situado justo delante del corte vertical, el chaku es un detector el cuál

cuando no detecta la pieza no actúa sobre las ventosas, en cambio cuando empieza a detectar la pieza este manda una señal a las ventosas las cuales hacen vacío y son estas las que permiten elevar la pieza junto al amarre y no dejarán caer la pieza hasta que no llegue el brazo hasta la rampa y siempre y cuando el detector de llenado de rampa no detecte esta llena, un detector de pieza el cuál es el encargado de detectar la pieza a cortar como su propio nombre indica y que permite poner en marcha a nuestra máquina, ya que si este no detecta nada la maquina no se pondrá en marcha, un detector de llenado de rampa situado en la parte superior de esta el cual será el encargado de permitir la caída de la pieza a la rampa siempre y cuando no este detectando ya que significaría que la rampa ya está a su máximo nivel de capacidad y por tanto no dejaría caer la pieza y por último pondremos un cierre de seguridad en la rampa que será quien nos asegure que la rampa ha quedado perfectamente anclada a nuestro bastidor universal y por tanto nos asegure su correcto funcionamiento.

### 3.1.2. Explicación equipos eléctricos y neumáticos.

Una vez conocidas todas las herramientas necesarias, ya se pueden empezar a realizar los esquemas eléctricos y neumáticos de la máquina. Si esta fuese construida para el extranjero, habría que realizar toda la documentación y los planos correspondientes tanto en inglés como en español, este no es nuestro caso ya que nuestro proyecto es para España y por tanto solo los realizaremos en español.

Antes de empezar con la explicación de los planos eléctricos y neumáticos será necesario realizar una explicación sobre cómo funcionan las conexiones de los repartidores eléctricos que han sido utilizados para las conexiones de nuestro cortador punzonador, en nuestro caso se trata de los repartidores eléctricos de Balluf.



Imagen 3. Repartidor eléctrico.[2]

Estos repartidores constan de ocho puertos de conexión de métrica doce que están nombrados del uno al ocho, los cuales están divididos en dos grupos de cuatro puertos cada uno, un byte pertenecerá a los puertos 1, 2, 3 y 4, y el otro byte estará repartido entre los puertos 5, 6, 7 y 8, un byte está formado por ocho bits por lo que si cada uno de estos grupos agrupaba uno, a cada puerto le pertenecerán dos bits, los cuales usaremos para conectar los sensores de detección de cilindro que conectaremos en nuestras herramientas y por tanto los sensores enviarán las correspondientes señales al repartidor, que este será el encargado de comunicar a nuestro autómatas a través del harting eléctrico.

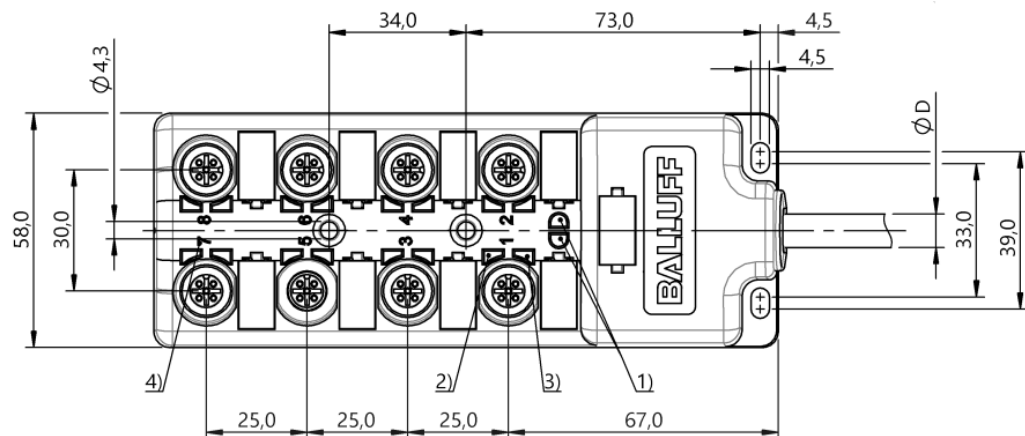


Imagen 4. Esquema repartidor eléctrico Balluf.

Cada puerto de conexión del repartidor está formado por cuatro pines, el pin 1 estará conectado a veinticuatro voltios positivos y será por tanto el que vaya conectado al terminal positivo de nuestro sensor, por otra parte, estará el pin 2 que estará conectado a cero voltios y será por tanto el pin que estará conectado al terminal negativo de los sensores, por último se encuentran los pines 3 y 4 que están reservados a señales, los cuales estarán conectados al terminal del sensor encargado de enviar la señal correspondiente, por norma general si solo conectamos un sensor el cual este dotado para enviar una sola señal, este irá conectado al pin 4 ya que es el llamado pin de mayor peso y el pin 3 se usará en caso de que tengamos conectado un segundo sensor o en caso de que el sensor conectado tenga dos terminales de señal por lo que irían conectados los dos pines al mismo sensor, y un último pin que será el pin 5 y es el encargado de mantener conectado a tierra nuestro repartidor.

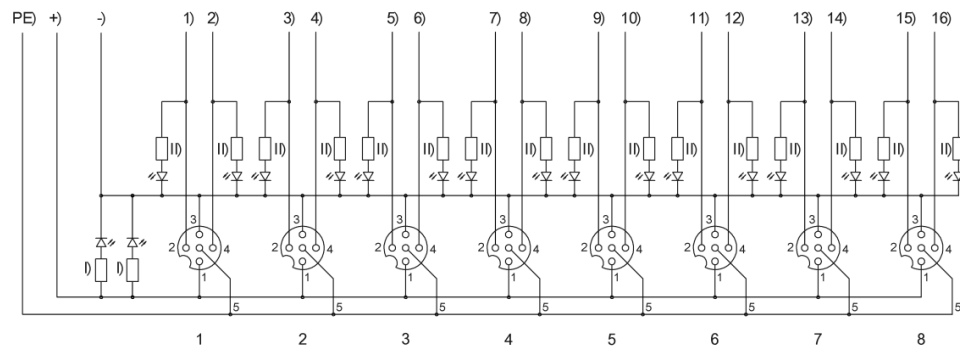


Imagen 5. Interconexión del repartidor.

Finalmente, de nuestro repartidor eléctrico sale una manguera que conecta el repartidor con nuestro harting eléctrico, el cuál conectaremos a la pared del bastidor la cuál comunica con nuestro armario y este será el encargado de comunicar las señales a nuestro autómatas el cual será el encargado de realizar las operaciones correspondientes.

Cuando realizamos un proyecto, el número de repartidores que colocaremos dependerá del número de herramientas que hagan falta para nuestro cortador, en nuestro caso el número de herramientas que hemos colocado son un total de diecisiete y todo eso sin tener en cuenta los detectores, por lo que nos vemos obligados a usar cuatro repartidores, ya que en cada repartidor como máximo podemos conectar un total de ocho herramientas, ya que tendremos que tener una señal que corresponda a su posición de reposo y otra señal que corresponda a su posición de final de carrera de su cilindro. Los repartidores a los que conectaremos las herramientas son los repartidores 1 y 3, aunque siempre hay excepciones, en cambio a los repartidores 2 y 4 irán conectados casi siempre lo que tenga que ver con detectores de pieza y los pesos que correspondan por número de proyecto correspondiente debido a una estandarización interna de la empresa, los cuales irán conectados siempre a las señales del repartidor 2.

El harting eléctrico está compuesto por dos piezas de dieciséis pines cada una, es decir, treinta y dos pines en total, los cuales corresponderán a las señales que se recogerán en dos repartidores, y es por tanto, que en nuestro proyecto necesitaremos conectar dos hartings eléctricos.





Imagen 6. Harting eléctrico Weidmuller.[3]

Los sensores colocados en las herramientas estarán conectados a unos conectores T eléctricos que se conectan en los puertos de conexión de los repartidores explicados anteriormente, estos son necesarios para poder usar los dos bits pertenecientes a cada puerto, ya que sin este conector únicamente podríamos utilizar un único bit por puerto.

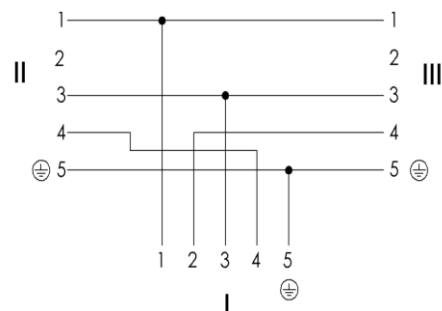


Imagen 7. Conector T eléctrico.[4]

Imagen 8. Conexión interna T.

Los sensores que han sido utilizados en nuestro proyecto para las detecciones de cilindros son el sensor D-M9P-SAPC-595 de Datalogic, los cuales se conectan a través de tres pines de conexión, el pin 1 es el que se conecta en el terminal positivo, el pin 3 es el que irá conectado al terminal negativo y el pin 4 será el encargado de enviar la señal al repartidor cuando este esté activado.



Imagen 9. Detector de cilindro.

Para el detector de pieza y para el detector de chaku que han sido colocados, se trata de un tipo de sensor de detección directa y se ha elegido el sensor OGT500 de IFM, cuya conexión es exactamente igual a la de los anteriores sensores explicados.



Imagen 10. Sensor de reflexión directa. [5]

Por último, hemos conectado otro tipo de sensor para la detección de llenado de rampa, se trata de un sensor fotoeléctrico tubular de referencia S5N-MA-5-B01-PP al que se le añade un espejo reflector en este caso el espejo E20953, este sensor por tanto detectará el llenado de la rampa cuando haya una pieza la cuál este entre el sensor y su espejo de forma que dejará de detectar su propia señal ya que su haz estará cortado por la pieza.





Imagen 11. Sensor fotoeléctrico. [6]

Imagen 12. Espejo E20953.

Una vez introducidos los equipos eléctricos, veremos también los principales equipos neumáticos que hemos necesitado para el correcto funcionamiento de nuestro proyecto como por ejemplo los multiconectores neumáticos, los cuales son los encargados de distribuir y hacer pasar el aire desde nuestro depósito hasta las herramientas las cuales estén conectadas a este, estos tienen capacidad para tener conectadas hasta ocho herramientas, de manera que cada herramienta estará conectada a través de dos entradas de aire, la llamada entrada positiva y la entrada negativa, pudiendo circular el aire desde el terminal positivo hasta el negativo o desde el terminal negativo hasta el terminal positivo, dependiendo del sentido de actuación de la herramienta, por ejemplo, en una herramienta de corte, existirá una posición denominada en menos en la que el cilindro estará en el final de carrera negativo entendido esta como su posición de reposo generalmente y una posición denominada en más en la que el cilindro estará en el final de carrera positivo de dicho cilindro, de manera que el corte de la pieza se producirá a la vez que dicho cilindro se desplaza desde su posición de reposo hasta su final de carrera positivo, y por tanto la herramienta volverá a su posición inicial gracias a la actuación del multiconector neumático el cuál será el encargado de invertir el sentido en el que circula el aire y por tanto hará que el cilindro de dicha herramienta vuelva a su posición inicial. Por estandarización se dejan libres los terminales 9, 10, 19 y 20. Nuestra herramienta número 11, por ejemplo, iría conectada a los terminales 1 y 11.

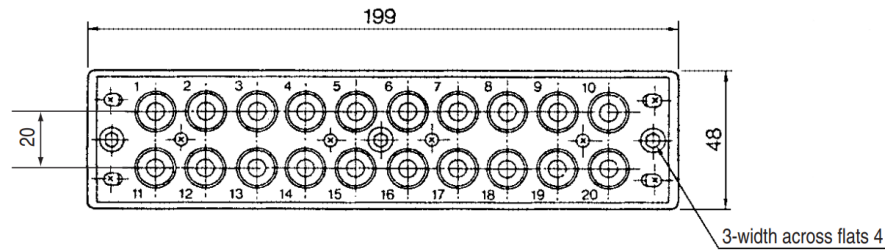


Imagen 13. Multiconector neumático. [7]

Por último, habrá que destacar las válvulas neumáticas empleadas para el correcto funcionamiento de la herramienta del chaku, que es la encargada de realizar vacío en las ventosas una vez estas estén próximas a la pieza de forma que no suelten la pieza hasta que la máquina haya realizado todos los cortes y punzonamientos correspondientes y no se haya desplazado completamente el brazo que desplaza la pieza hasta la parte superior de la rampa, estas válvulas pueden ser de varios tipos, pero en nuestro caso explicaremos únicamente las que hemos empleado.

La primera de todas es una electroválvula neumática biestable 5/2 de pilotaje neumático, esto quiere decir que tiene cinco terminales los cuales tienen la capacidad de formar dos caminos distintos posibles de hacer pasar el aire a través de ella, además cabe destacar que variará de un camino a otro conforme le llegue un pulso, en nuestro caso de la otra electroválvula neumática que montaremos.



Imagen 14. Electroválvula neumática 5/2. [8]

El otro tipo de electroválvulas neumáticas montadas en nuestros planos serán las llamadas 3/2, es decir, esta constará de tres terminales los cuales podrán formar dos caminos independientes a través de los cuales hacer pasar el aire, aunque de este tipo de electroválvulas neumáticas cabe destacar que cambiará de un camino a otro mediante la acción de un relé que irá conectado directamente a la electroválvula, este relé actuará cuando el sensor al que va conectado le envíe la señal de actuación, esto dará comienzo a la siguiente reacción en cadena, el sensor dará la señal de actuación al

relé y este hará que nuestra válvula 3/2 pase a su segunda posición de trabajo, la cual mandará una señal a nuestra segunda electroválvula, la 5/2 que será la encargada de enviar la señal de soplado a las ventosas, con el fin de dejar caer la pieza.



Imagen 15. Electroválvula neumática 3/2. [9]

Una vez explicado la funcionalidad de los principales elementos montados en nuestro proyecto tanto eléctricos como neumáticos, realizaremos la explicación de los planos eléctricos y neumáticos plano a plano, con el fin de seguir un orden claro y marcado de forma que sea más amena.

### 3.1.3. Explicación planos eléctricos y neumáticos.

En primer lugar, gracias a la explicación que hemos realizado previamente sobre los repartidores eléctricos, podremos entender de forma más clara los planos de las conexiones de los repartidores, es decir, los planos eléctricos donde dibujamos todas las herramientas de la máquina.

Normalmente, dentro de la empresa los bastidores suelen estar divididos por la mitad, distinguiendo por tanto el lado izquierdo del lado derecho, por ello, solemos usar los repartidores uno y dos para las herramientas del lado izquierdo y los repartidores tres y cuatro para las herramientas del lado derecho, dicho esto, nuestro proyecto, trata de una sola pieza de gran tamaño por lo que, en lugar de gestionar las herramientas por lados las dividiremos por las que se sitúan en la parte superior y en la parte inferior de la cuna de la pieza.

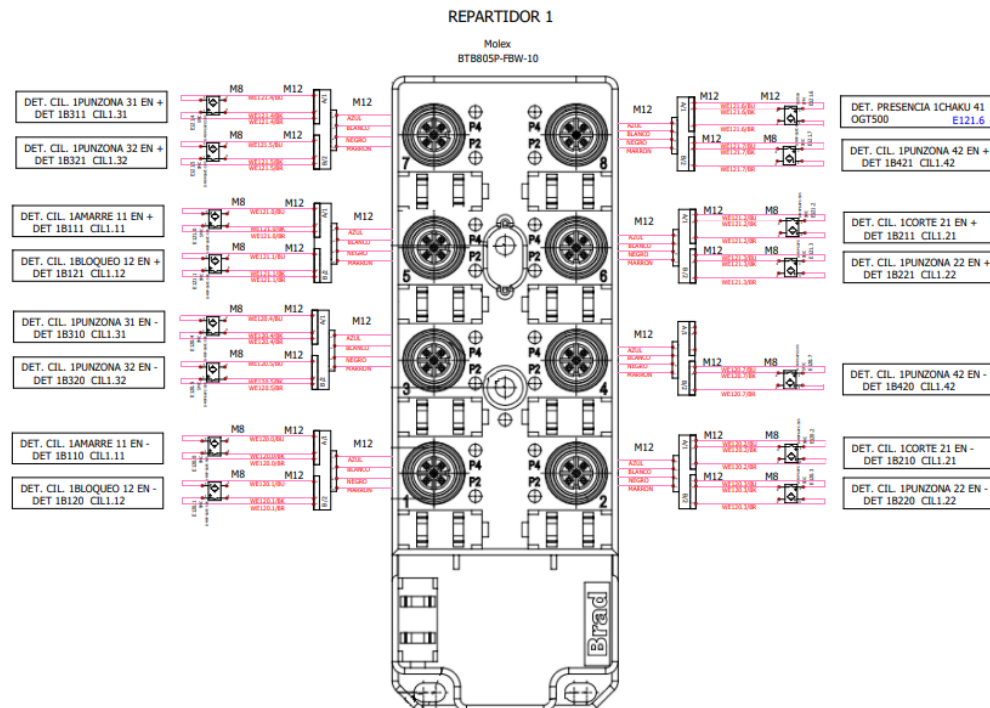


Imagen 16. Conexiones Repartidor 1

Como podemos comprobar en esta imagen, hemos realizado los esquemas de las conexiones eléctricas con una imagen real del repartidor para poder comprender y visualizar más fácilmente como van conectados los sensores de las herramientas. A primera vista, se puede comprobar como cada repartidor solo tiene capacidad para ocho herramientas.

Vemos también, como cada herramienta consta de dos sensores siempre y cuando sean herramientas que actúen gracias a un cilindro, ya que necesitaremos conocer en qué posición de trabajo se encuentra, ya sea con su cilindro en posición de reposo o con el cilindro en su final de carrera, normalmente la posición de reposo suele ser cuando el cilindro está recogido, aunque hay veces que por espacio la posición de reposo puede ser con el cilindro desplegado como veremos que será el caso de nuestra herramienta de corte número 22.

Una vez explicadas las herramientas que llevan doble sensor, vemos como los sensores de reposo estarán conectados por norma general a los puertos de conexión que pertenecen al menor byte debido a la estandarización dentro de la empresa para estos proyectos, consecuencia de dicha estandarización nombraremos como herramientas 11 y 12 a las herramientas conectadas al puerto de conexión uno y éstas estarán reservadas principalmente para amarres, herramientas 21 y 22 a las herramientas conectadas al puerto dos y que estarán destinadas principalmente para cortes, herramientas 31 y 32 a las conectadas al

puerto tres las cuales serán normalmente punzonadores y las herramientas 41 y 42 las del puerto cuatro que suelen estar destinadas para el chaku.

Introducidas estas claves podremos comprender de mejor manera por qué cada herramienta está conectada a su repartidor y a su bit correspondiente.

### Herramientas lado izquierdo:

En la parte superior y por tanto en los dos primeros repartidores tendremos que organizar y cablear las siguientes herramientas; el amarre el bloqueo, un corte, cuatro punzonadores y un chaku.

En primer lugar, explicare las herramientas del repartidor uno.

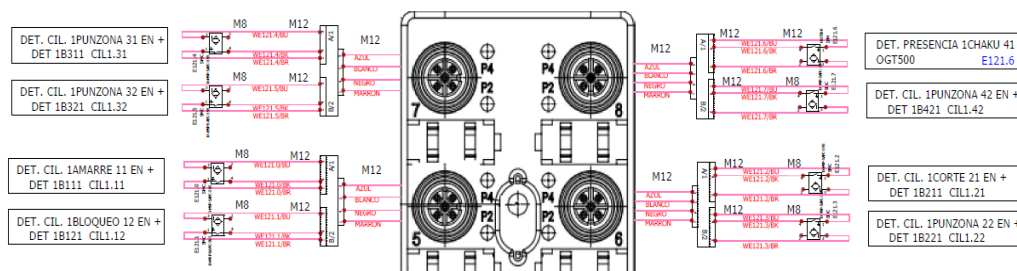


Imagen 17. Herramientas EN + Repartidor 1.

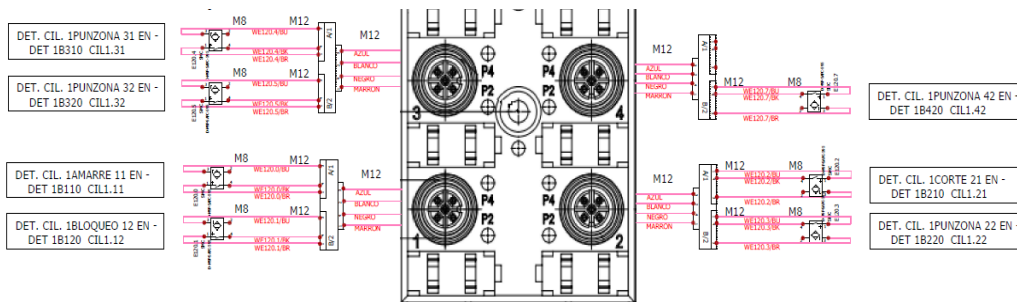


Imagen 18. Herramientas EN – Repartidor 1.

En las imágenes superiores podremos ver como hemos distribuido ocho de las nueve herramientas respetando al máximo los estándares dentro de la empresa. Hay que destacar que el chaku es un detector de presencia, por lo que no tendrá posición positiva y negativa. Además, podemos fijarnos que debido a que los detectores de cilindro son de métrica 8 y los conectores T de métrica 12, habrá que colocar unos latiguillos de conexión que permitan así una correcta conexión entre sí.

Cada herramienta dispone de un cuadro de texto donde deberemos indicar el tipo de detector colocado para dicha herramienta, en caso de

ser de cilindro deberemos indicar al grupo de repartidores al que pertenece, la herramienta sobre la que estará instalado y la posición de cilindro que detecta. DET XBXXX. La primera posición será 1 ó 2 dependiendo de a qué grupo de repartidores vaya cableado, si a los repartidores del lado izquierdo o a los situados en el lado derecho, la letra B se debe a que se trata de un sensor, las dos siguientes posiciones corresponderán al número de herramienta al que pertenezca dicho sensor, por último, la última posición será 0 ó 1 dependiendo de si se trata del sensor de posición negativa o posición positiva. CIL X.XX hará referencia al grupo de repartidores al que vaya cableado y a la herramienta a la que pertenezca.

- La herramienta 1AMARRE 11, corresponde al amarre cuyo sensor en posición positiva está conectado al bit 0 del byte 121, en cambio, el sensor en posición de reposo está conectado al bit 0 del byte 120, donde podemos comprobar el color del cableado eléctrico y como se conectan los terminales de los equipos entre sí, ya explicados anteriormente. Por tanto, el cuadro de texto del lado significará que se trata de un sensor el cuál es un detector de cilindro que detecta la posición del cilindro de la herramienta número 11 del lado izquierdo.

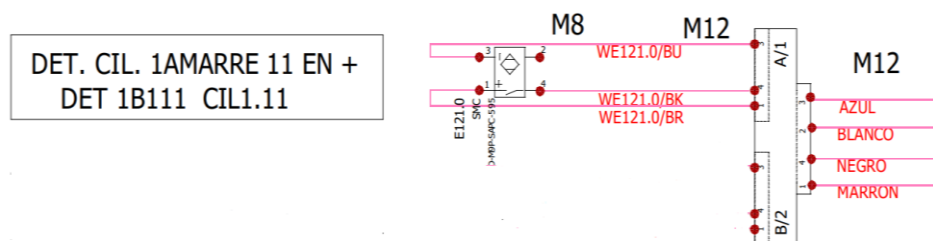


Imagen 19. Conexiones Herramienta 11 EN + del Lado izquierdo.

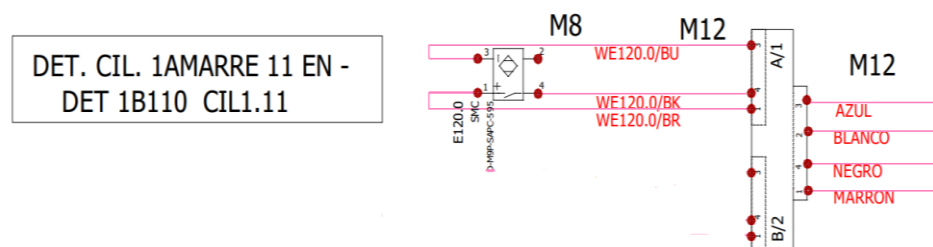


Imagen 20. Conexiones Herramienta 11 EN – del Lado izquierdo.

Esta herramienta en la posición negativa se sitúa con el cilindro recogido, esta posición se dará solo cuando la máquina este en reposo y cuando se desplace el brazo hacia atrás para dejar caer la pieza sobre la rampa, en cambio, en su posición positiva significara que se encuentra con el cilindro desplegado, esto se



dará cuando la maquina este realizando los cortes y punzonamientos, una vez haya acabado de realizarlos, esta pasará a su posición negativa con la pieza agarrada por las ventosas.

- La herramienta 1BLOQUEO 12, corresponde al bloqueo cuyo sensor en posición positiva estará conectado al bit 1 del byte 121 y cuyo sensor en posición negativa estará conectado al bit 1 del byte 120.

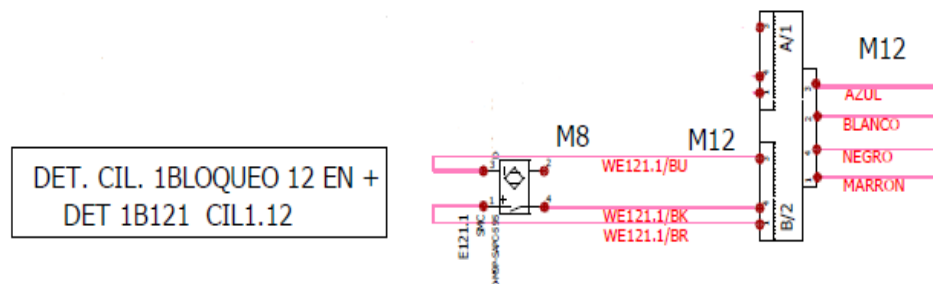


Imagen 21. Conexiones Herramienta 12 EN + del Lado izquierdo.

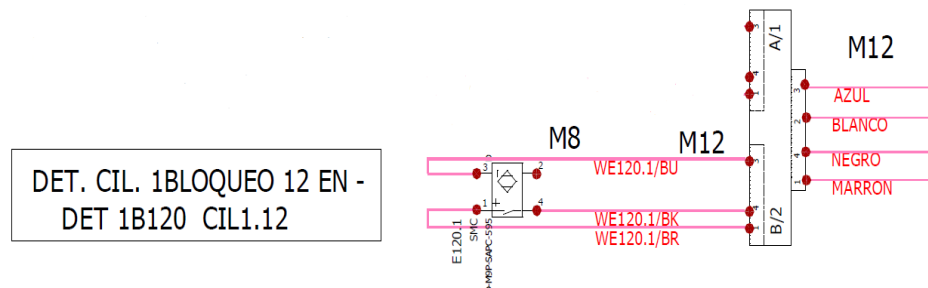


Imagen 22. Conexiones Herramienta 12 EN + del Lado izquierdo.

Esta herramienta estará en posición negativa cuando tiene el cilindro recogido y por tanto estará en posición positiva cuando el cilindro este desplegado. El cilindro actuará justo antes de que actúe el amarre y volverá a su posición de reposo una vez el amarre haya vuelto a su posición de reposo antes de llevar la pieza a la rampa. Su función es la de evitar todo tipo de vibraciones en el brazo debido al gran peso de este por la gran cantidad de herramientas instaladas sobre él y así poder garantizar una gran precisión tanto en el funcionamiento de los cortes y de las punzonas.

- La herramienta 1CORTE 21, corresponde al único corte que está situado sobre el brazo, se trata además del único corte vertical y cuyo sensor en posición positiva estará conectado al bit 2 del byte 121 y cuyo sensor en posición negativa estará conectado al bit 2 del byte 120.

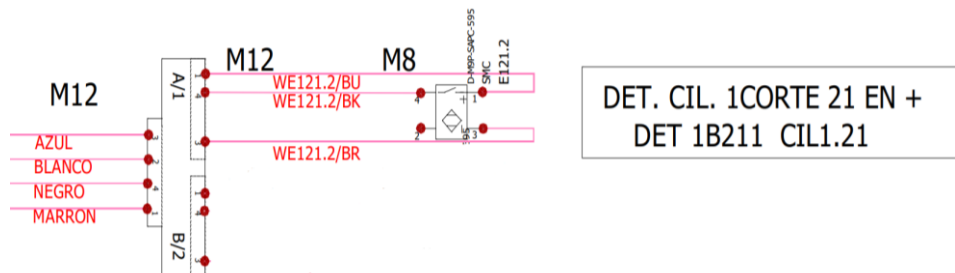


Imagen 23. Conexiones Herramienta 21 EN + del Lado izquierdo.

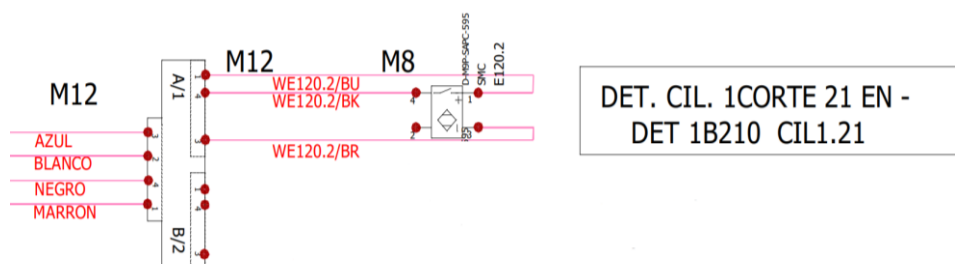


Imagen 24. Conexiones Herramienta 21 EN – del Lado izquierdo.

Este corte estará en posición negativa cuando el cilindro este recogido y en posición positiva cuando el cilindro se encuentre desplegado, este solo estará en la posición positiva cuando se realice este corte, ya que para que se produzcan los punzonamientos este deberá estar ya recogido. El corte se va produciendo conforme el cilindro viaja desde su final de carrera negativo hasta su final de carrera positivo.

- La herramienta 1PUNZONA 22, esta herramienta corresponderá al punzonamiento situado en el extremo izquierdo superior, el sensor que detecta que está en posición negativa corresponderá al bit 3 del byte 120 y el sensor que detecta que se encuentra desplegado irá cableado al bit 3 del byte 121.

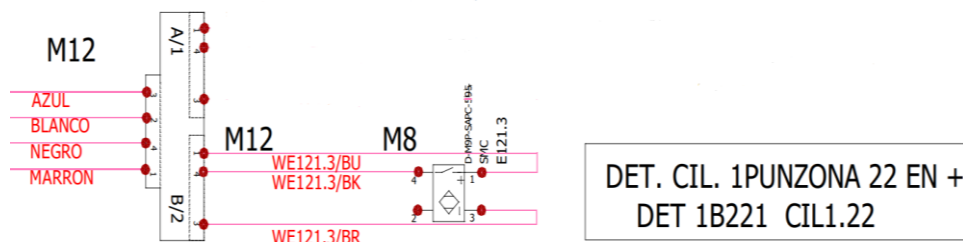


Imagen 25. Conexiones Herramienta 22 EN + del Lado izquierdo.



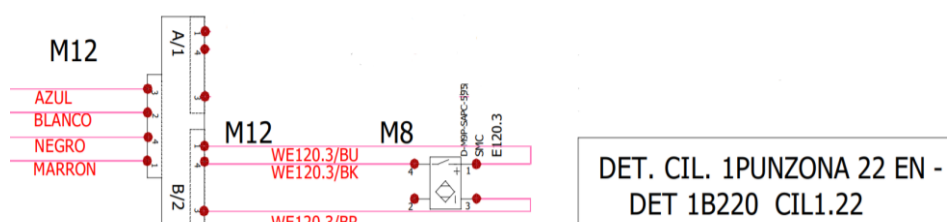


Imagen 26. Conexiones Herramienta 22 EN – del Lado izquierdo.

Esta herramienta trabaja parecido a los cortes ya que solo estarán en posición positiva cuando esté actuando la herramienta sobre la pieza. El punzonado se produce en la pieza debido a que durante el desplazamiento del cilindro entre sus finales de carrera hay un momento antes de llegar hasta el final de carrera positivo en que el punzón traspasa la pieza.

- La herramienta 1PUNZONA 31, esta herramienta se sitúa entre la herramienta 1PUNZONA 22 explicada justo antes y la herramienta 1PUNZONA 32 que será la próxima que explicare, el sensor que detecta su posición negativa se cablea al bit 4 del byte 120 y el sensor que detecta el cilindro en posición de despliegue se cablea al bit 4 del byte 121.

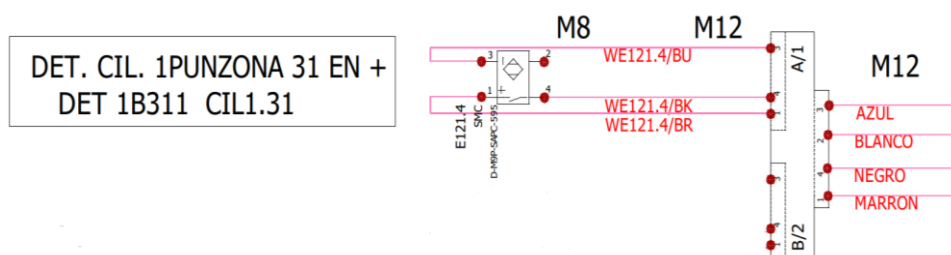


Imagen 27. Conexiones Herramienta 31 EN + del Lado izquierdo.

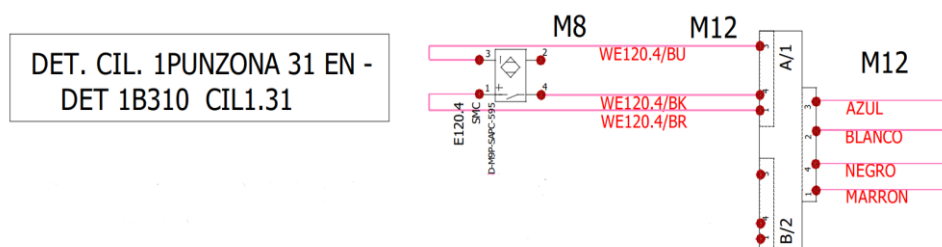


Imagen 28. Conexiones Herramienta 31 EN – del Lado izquierdo.

Esta herramienta actuará exactamente igual que el punzonado anterior y actúa a la vez que esta, ya que son las encargadas de realizar los punzonados superiores de la rama izquierda de la pieza.

- La herramienta 1PUNZONA 32, esta herramienta realiza el punzonado superior del lado derecho que está situado más al centro de la pieza, su sensor de detección del cilindro en su posición negativa va cableado al bit 5 del byte 120 y el de detección del cilindro en su posición positiva ira cableado al bit 5 del byte 121.

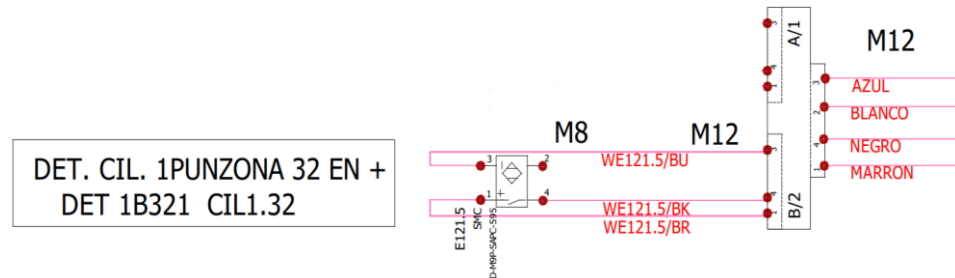


Imagen 29. Conexiones Herramienta 32 EN + del Lado izquierdo.

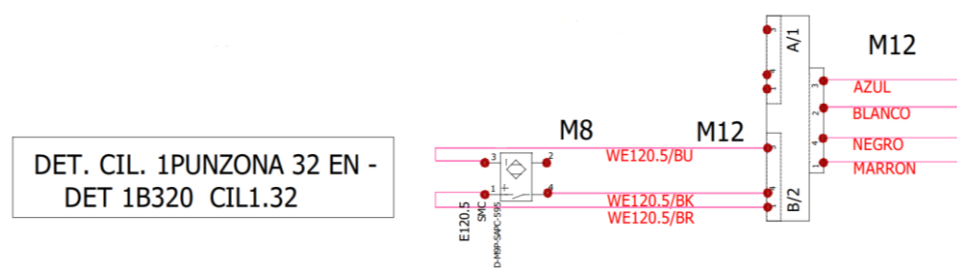


Imagen 30. Conexiones Herramienta 32 EN – del Lado izquierdo.

Esta herramienta funciona exactamente igual a los punzonamientos explicados anteriormente, pero este actúa junto a la herramienta 1PUNZONA 42 y entran en acción justo antes de que entren los anteriores, estos se quedarán en posición de actuación hasta que los del lado izquierdo lleguen también a su posición positiva y volverán a sus posiciones de reposo al mismo tiempo. Se situará entre el punzonado 31 y el 42.

- La herramienta 1CHAKU 41, esta herramienta no se compone de sensores de detección de cilindro ya que se trata de una herramienta que se compone de un detector de presencia de pieza que irá conectado al bit 6 del byte 121, de forma que cuando este detecte, mandará una señal que activara el funcionamiento de las ventosas y estas estarán programadas de tal manera que hasta que no finalice todo el proceso y tengamos la confirmación de que la rampa no esté a la máxima capacidad, estas no realizaran la acción de soplado mediante la cual dejar caer la pieza.

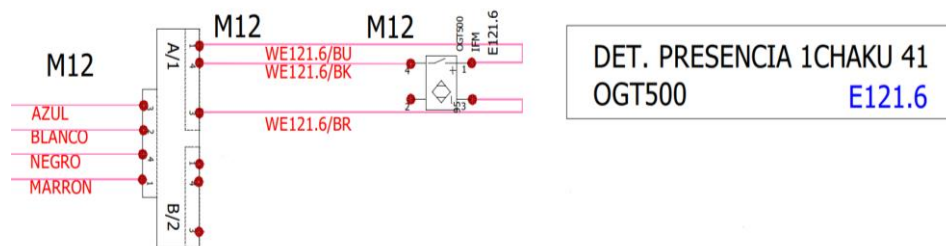


Imagen 31. Conexión Herramienta 41 del Lado izquierdo.

- La herramienta 1PUNZONA 42, esta herramienta realiza el punzonado del extremo superior del lado derecho, su sensor de detección del cilindro en su posición negativa va cableado al bit 7 del byte 120 y el de detección del cilindro en su posición positiva ira cableado al bit 7 del byte 121.

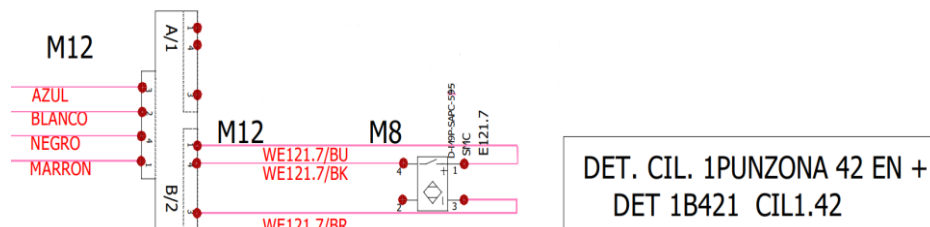


Imagen 32. Conexiones Herramienta 42 EN + del Lado izquierdo.

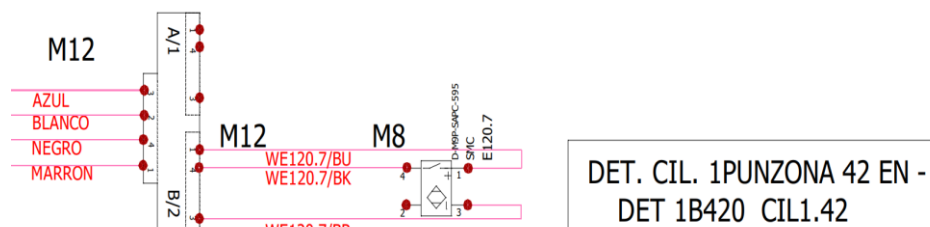


Imagen 33. Conexiones Herramienta 42 EN – del Lado izquierdo.

Como ya he explicado justo antes, esta herramienta actuará a la vez que la herramienta 1PUNZONA 32 ya que son las que realizan el punzonado de la parte superior de la rama derecha de nuestra pieza.

Finalmente, tendremos que explicar las conexiones del repartidor dos.

PESO 404

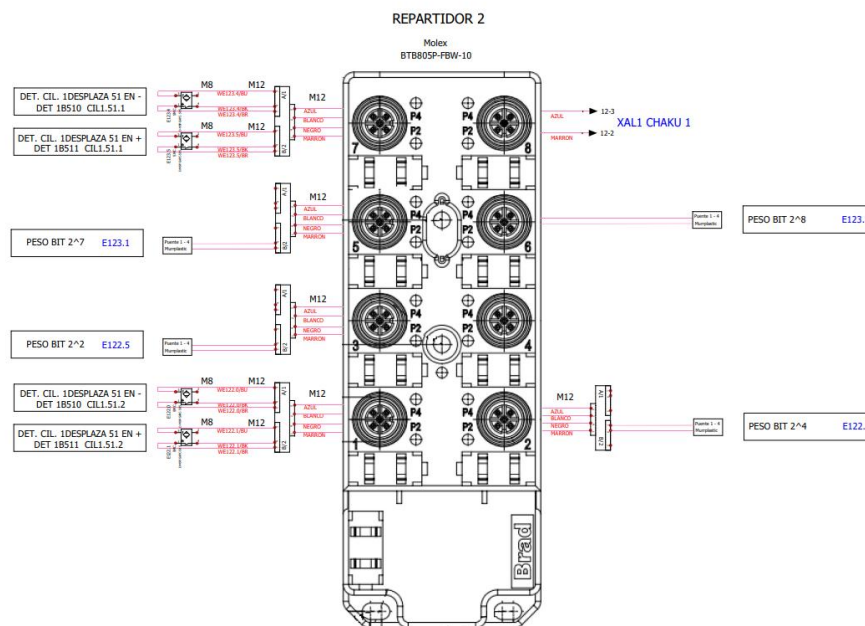


Imagen 34. Conexiones Repartidor 2.

Antes de explicar la conexión de la herramienta 51, hay que aclarar que este segundo repartidor tiene reservados los puertos de entrada 2,3,4,5 y 6 para conectar cuando sean necesarios los bit correspondientes a través de unos conductores que llamamos pesos, es decir, un cortador tendrá la posibilidad de tener hasta diez pesos ocupando por tanto los cinco puertos, cada cortador tiene un peso único, como si se tratará del DNI de una persona y este peso estará compuesto por los bit correspondientes a este, los pesos que están sin ocupar y por tanto los bits que lo forman estarán dispuestos en una tabla Excel, en la que tendremos que ocupar un peso libre, esto permitirá al PLC del armario reconocer cada cortador, aunque de esto ya se encargará nuestro departamento de programación.

En este caso el peso que escogimos fue el peso 404 ya que era el primer peso disponible que observamos, por tanto, rellenamos su columna correspondiente para que ninguno otro pueda tener el mismo peso y respetaremos las entradas del repartidor que tendremos que cablear.

Peso	E123.3 Bit(2^9)	E123.2 Bit(2^8)	E123.1 Bit(2^7)	E123.0 Bit(2^6)	E122.2 Bit(2^5)	E122.3 Bit(2^4)	E122.4 Bit(2^3)	E122.5 Bit(2^2)	E122.6 Bit(2^1)	E122.7 Bit(2^0)
404		X	X			X		X		

Imagen 35. Tabla de pesos.

- La herramienta 1DESPLAZA 51, esta herramienta realiza el desplazamiento de la pieza hasta la rampa, está formada por dos cilindros que trabajan en serie como un tándem, del primer cilindro de estos dos, el sensor de detección de su posición positiva va cableado al bit 5 del byte 123 y el de posición negativa está conectado al bit 4 del byte 123, en cambio, el segundo cilindro su sensor positivo está conectado al bit 1 del byte 122 y el sensor negativo va cableado al bit 0 del byte 122.

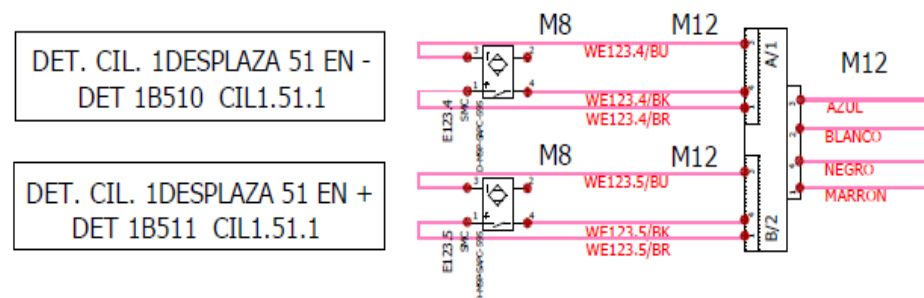


Imagen 36. Conexiones Herramienta 51.1 del Lado izquierdo.

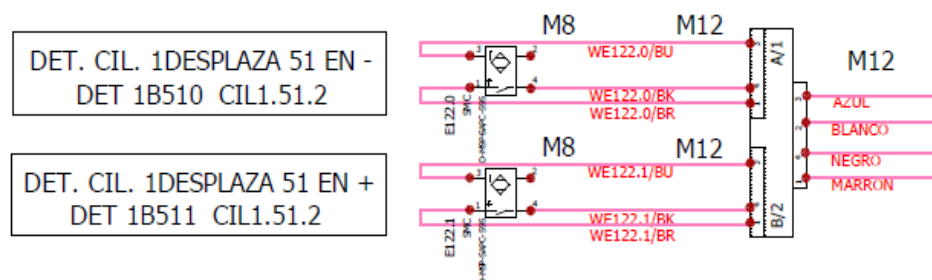


Imagen 37. Conexiones Herramienta 51.2 del Lado izquierdo.

Esta herramienta actúa cuando el amarre eleva la pieza consigo misma una vez ya terminados los procesos sobre ella y será entonces cuando los dos cilindros se despliegan para situar a la pieza justo encima de la rampa hasta que el detector de caída del chaku detecte el cilindro del desplaza y por tanto la deje caer, entonces será cuando los desplazamientos volverán a su posición de reposo.

#### Herramientas lado derecho:

Las herramientas que irán conectadas a los dos últimos repartidores serán las que se sitúan en la parte inferior de la cuna, tendremos que organizar y cablear las siguientes herramientas; los cuatro pisadores, tres cortes, dos punzonadores y un detector de pieza, además se cableará una detección de llenado de rampa y un cierre de seguridad de la rampa.

En primer lugar, explicare las herramientas del repartidor tres.

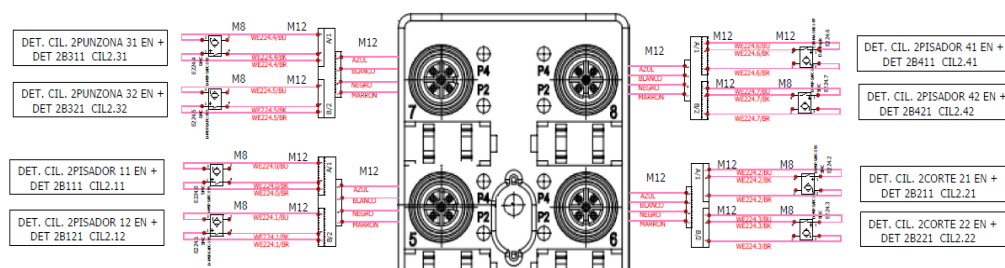


Imagen 38. Herramientas EN + Repartidor 3.

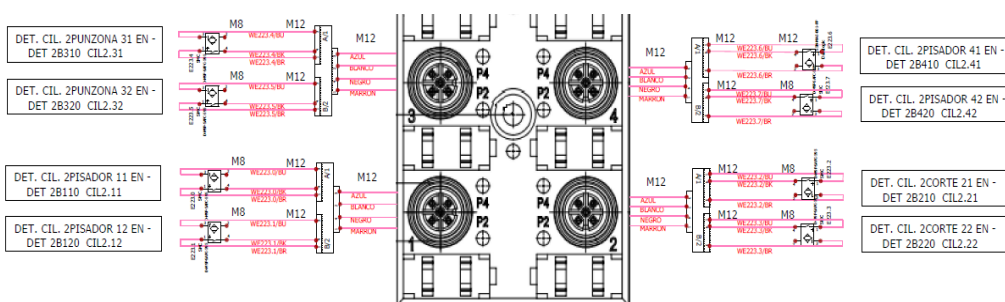


Imagen 39. Herramientas EN – Repartidor 3.

- La herramienta 2PISADOR 11, esta herramienta corresponde al pisador situado en el extremo izquierdo, su sensor de detección de cilindro positivo está cableado al bit 0 del byte 224 y su sensor de detección de cilindro situado en la posición negativa va conectado al bit 0 del byte 223.

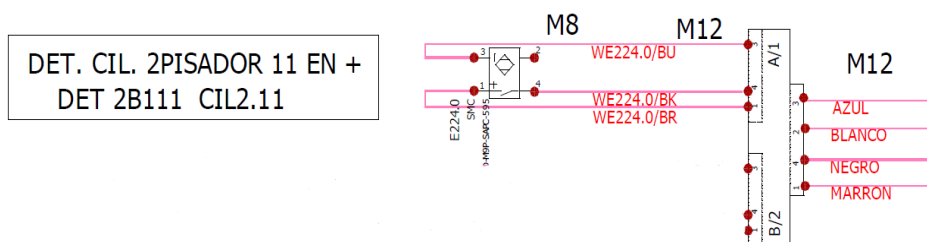


Imagen 40. Conexiones Herramienta 11 EN + del Lado derecho.

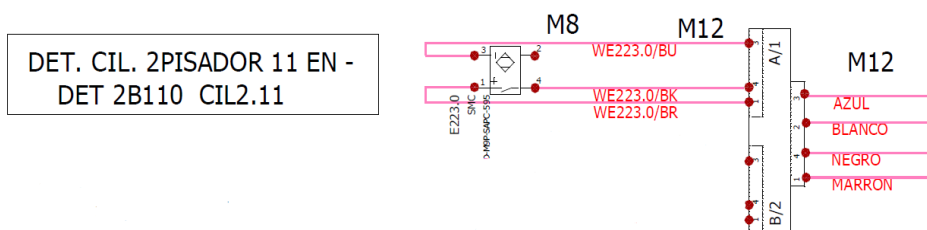


Imagen 41. Conexiones Herramienta 11 EN – del Lado derecho.

Esta herramienta está situada en la rama izquierda de la pieza junto a la herramienta 2PISADOR 12 y se han colocado para la correcta sujeción de la pieza en la zona inferior para asegurar un correcto corte. Estas estarán en su posición positiva antes de que la máquina haga los cortes y no volverán a su posición negativa hasta que no se hayan producido todos estos.

- La herramienta 2PISADOR 12, esta herramienta corresponde al otro pisador situado en la rama izquierda de la pieza, esta junto a la herramienta 2PISADOR 11 son las encargadas de realizar una correcta sujeción de la pieza para asegurar un correcto corte de la pieza, el sensor de detección de cilindro en posición positiva va conectado al bit 1 del byte 224 y el sensor de detección de cilindro en posición negativa va cableado al bit 1 del byte 223.

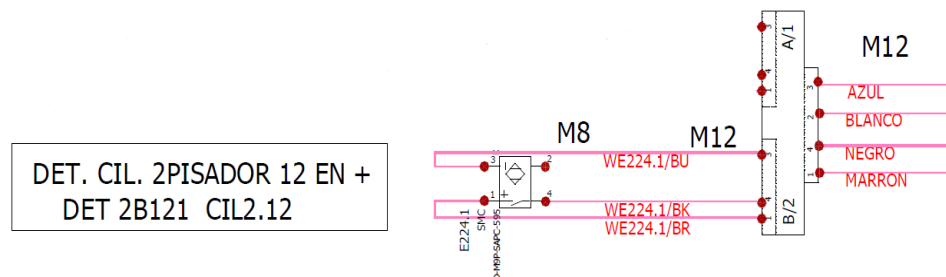


Imagen 42. Conexiones Herramienta 12 EN + del Lado derecho.

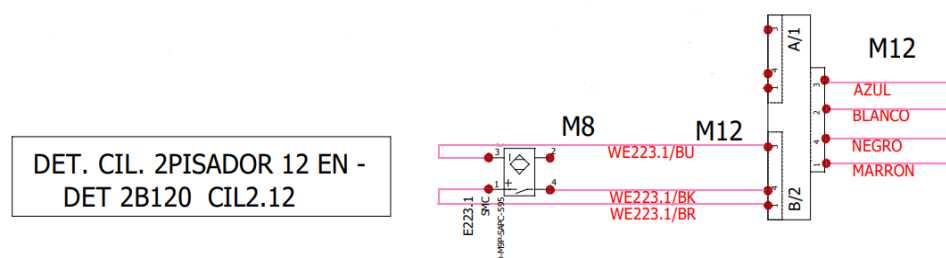


Imagen 43. Conexiones Herramienta 12 EN – del Lado derecho.

- La herramienta 2CORTE 21, esta herramienta corresponde al corte horizontal de la rama izquierda de la pieza, el sensor de detección de cilindro en posición positiva va cableado al bit 2 del byte 224 y el sensor de detección de cilindro en posición negativa va conectado al bit 2 del byte 223.



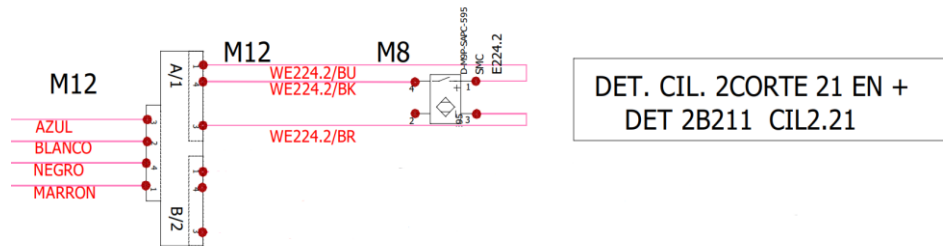


Imagen 44. Conexiones Herramienta 21 EN + del Lado derecho.

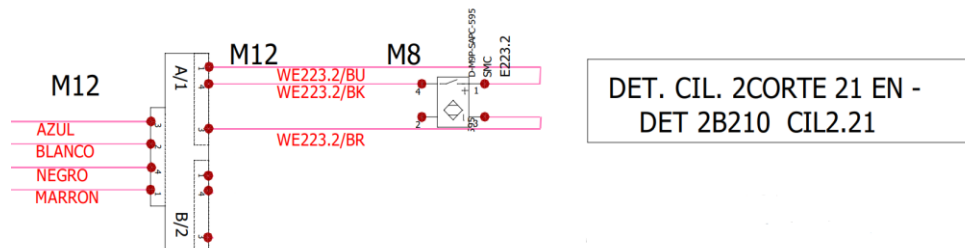


Imagen 45. Conexiones Herramienta 21 EN – del Lado derecho.

Este corte actúa una vez los punzones hayan pasado de su posición de reposo a su posición de actuación y cuando se hayan producido los otros tres cortes, ya que si actuase a la vez que el corte 51 las cuchillas se encontrarían entre sí y se romperían, es entonces cuando este pasa de su posición de reposo a su posición positiva y seguidamente vuelve a su posición de reposo.

- La herramienta 2CORTE 22, esta herramienta corresponde al corte horizontal que se sitúa en el centro, se trata de una herramienta que funciona a la inversa, es decir cuando el cilindro esta desplegado, es decir, en su posición positiva, se encuentra en su posición de reposo y este actuará cuando pase a su posición negativa, el sensor de detección de cilindro en su posición positiva va cableado al bit 3 del byte 224 y el sensor de detección de cilindro en posición negativa va conectado al bit 3 del byte 223.

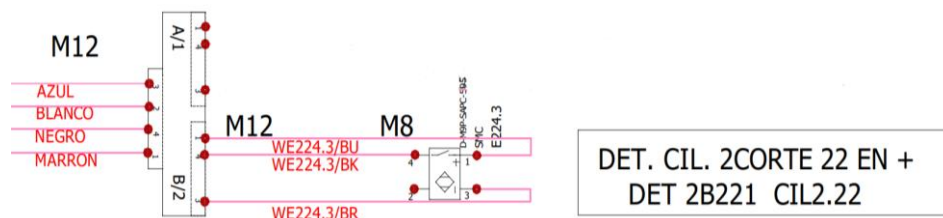


Imagen 46. Conexiones Herramienta 22 EN + del Lado derecho.



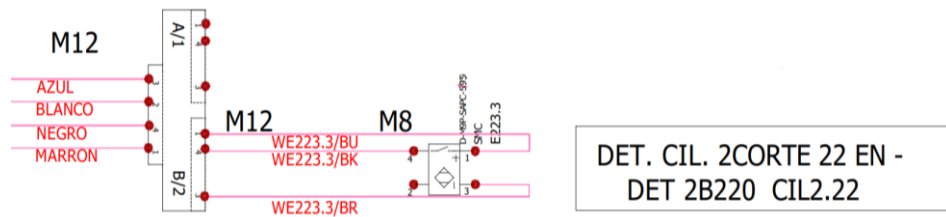


Imagen 47. Conexiones Herramienta 22 EN – del Lado derecho.

- La herramienta 2PUNZONA 31, esta herramienta corresponde a la punzona que realizara las tres marcas en la parte inferior de la rama izquierda de la pieza, esta actuara cuando se hayan realizado los cortes y estos estén en su posición de reposo, incluidos los pisadores, entraran los seis punzonamientos a la vez y estos volverán a su posición de reposo una vez hayan cumplido su función. El sensor de detección de cilindro en su posición positiva va conectado al bit 4 del byte 224 y el sensor de detección de cilindro en su posición negativa va cableado al bit 4 del byte 223.

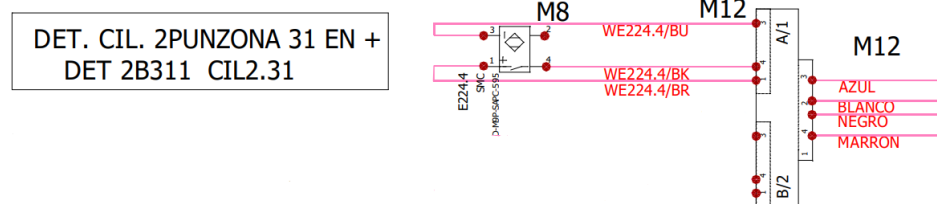


Imagen 48. Conexiones Herramienta 31 EN + del Lado derecho.

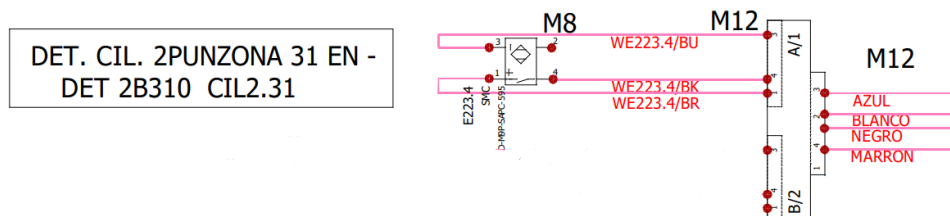


Imagen 49. Conexiones Herramienta 31 EN – del Lado derecho.

- La herramienta 2PUNZONA 32, esta herramienta corresponde a la punzona que realizará las tres marcas en la parte inferior de la rama derecha de la pieza, actuará junto al resto de punzonas. El sensor de detección de cilindro en su posición positiva va conectado al bit 5 del byte 224 y el sensor de detección de cilindro en su posición negativa va cableado al bit 5 del byte 223.

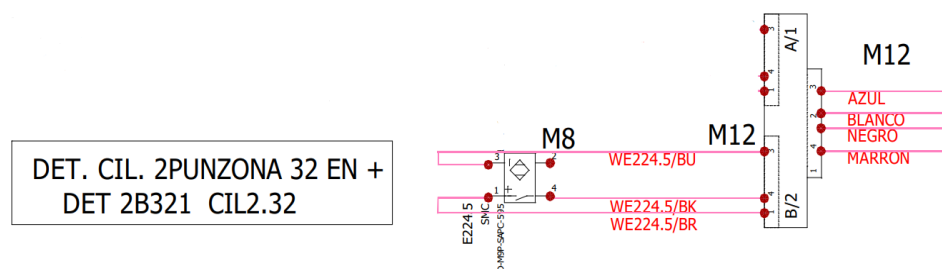


Imagen 50. Conexiones Herramienta 32 EN + del Lado derecho.

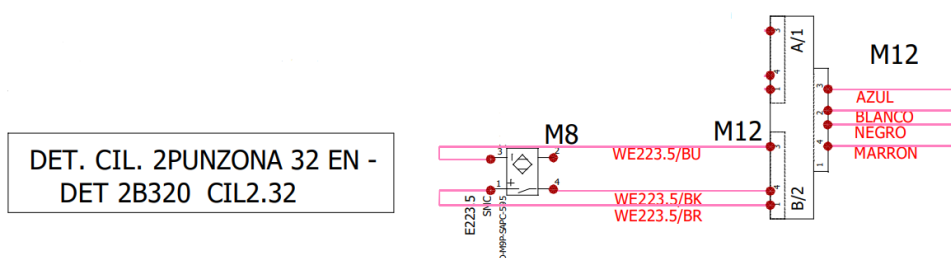


Imagen 51. Conexiones Herramienta 32 EN – del Lado derecho.

- La herramienta 2PISADOR 41, esta herramienta corresponde al pisador situado en la parte izquierda de la rama derecha, esta actuará junto al pisador 42 que a su vez actuarán a la vez que los pisadores de la rama izquierda de la pieza. El sensor de detección de cilindro en su posición positiva va conectado al bit 6 del byte 224 y el sensor de detección de cilindro en su posición negativa va cableado al bit 6 del byte 223.

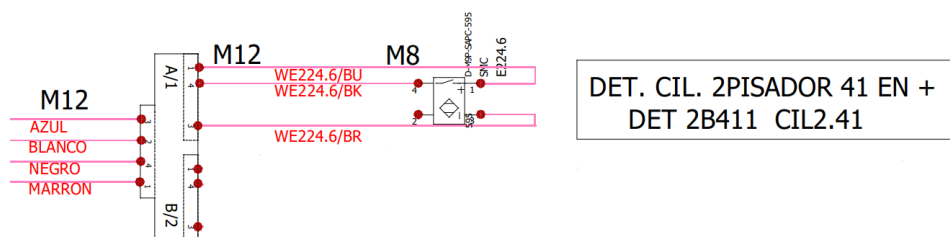


Imagen 52. Conexiones Herramienta 41 EN + del Lado derecho.

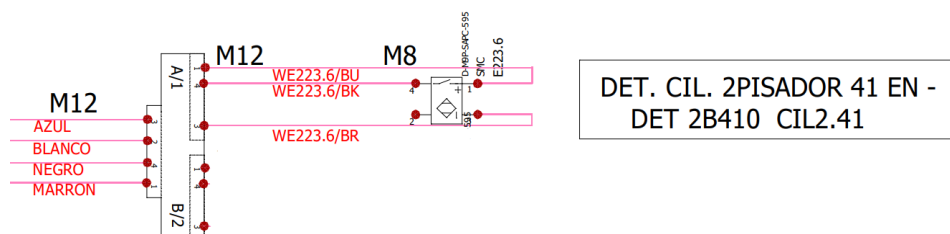


Imagen 53. Conexiones Herramienta 41 EN – del Lado derecho.

- La herramienta 2PISADOR 42, esta herramienta corresponde al pisador situado en el extremo derecho de la rama derecha de la

pieza, esta actuará junto al resto de pisadores. El sensor de detección de cilindro en su posición positiva va conectado al bit 7 del byte 224 y el sensor de detección de cilindro en su posición negativa va cableado al bit 7 del byte 223.

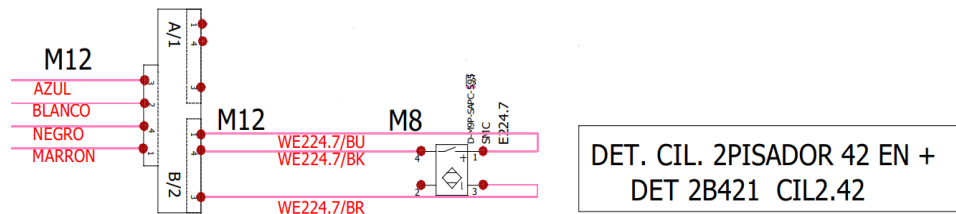


Imagen 54. Conexiones Herramienta 42 EN + del Lado derecho.

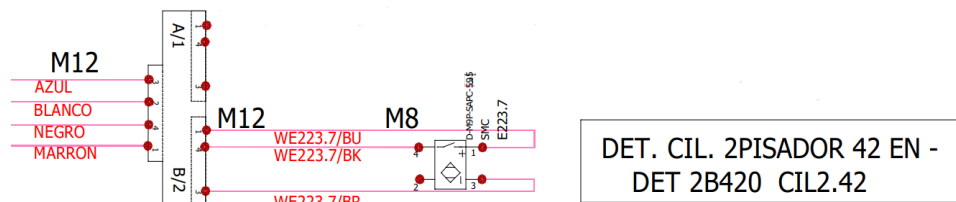


Imagen 55. Conexiones Herramienta 42 EN – del Lado derecho.

Por último, solo queda explicar las conexiones del repartidor número cuatro.

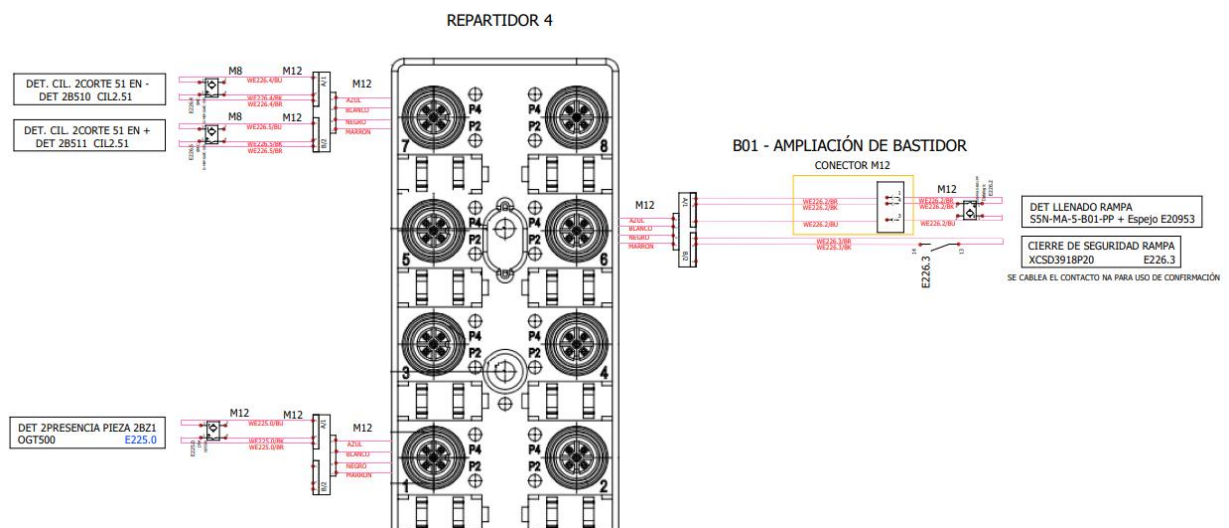


Imagen 56. Conexiones Repartidor 4.

- La herramienta 2CORTE 51, esta herramienta corresponde al corte horizontal de la rama derecha de la pieza, hasta que este corte no haya vuelto a su posición de reposo, el corte de la otra rama no podrá realizarse. El sensor de detección de cilindro en su posición

positiva va conectado al bit 5 del byte 226 y el sensor de detección de cilindro en su posición negativa va cableado al bit 4 del byte 226.

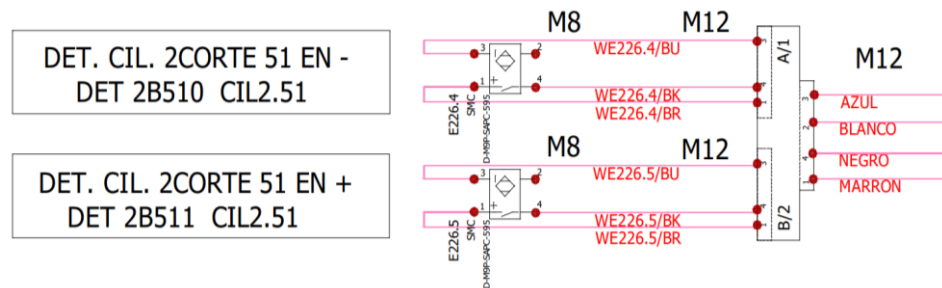


Imagen 57. Conexiones Herramienta 51 del Lado derecho.

- El detector de pieza, este sensor es el encargado de detectar la presencia de nuestra pieza, siendo crucial para nuestro proceso, ya que, si este no detectase la pieza la máquina no puede ponerse en funcionamiento, se trata de un OGT500 de la marca IFM, va conectado al bit 0 del byte 225.

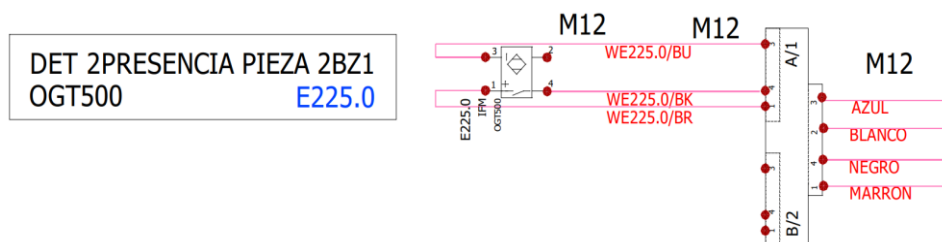
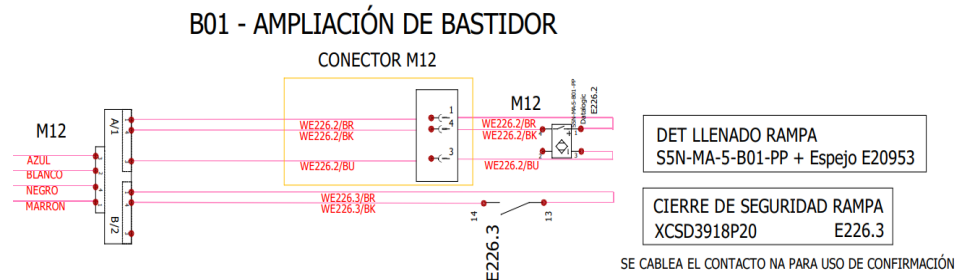


Imagen 58. Conexiones detector de pieza.

- El detector de llenado de rampa, este sensor es el encargado de permitir o no la caída de la pieza sobre la rampa de forma que si este detecta la presencia de un objeto significará que la rampa está a su máxima capacidad y no permitirá que el chaku efectue el soplado sobre la pieza manteniéndola por tanto hasta que se forme un hueco en la rampa, se trata de un sensor con referencia S5N-MA-5-B01-PP y está cableado al bit 2 del byte 226. El cierre de seguridad de la rampa va cableado al bit 3 del byte 226, se trata de un cierre de referencia XCSD3918P20 el cuál no permitirá la puesta en marcha de la máquina si no se encuentra correctamente cerrado.



### Imagen 59. Conexiones Rampa

Hasta aquí las conexiones de los repartidores eléctricos, ahora explicaré las conexiones de los multiconectores neumáticos.

Se han cableado tres multiconectores neumáticos debido a que hemos usado las llamadas herramientas de apoyo, es decir, las número 51 tanto del lado izquierdo, como del lado derecho en nuestro caso.

Nuestro primer multiconector neumático controlará las herramientas cableadas al repartidor eléctrico uno.

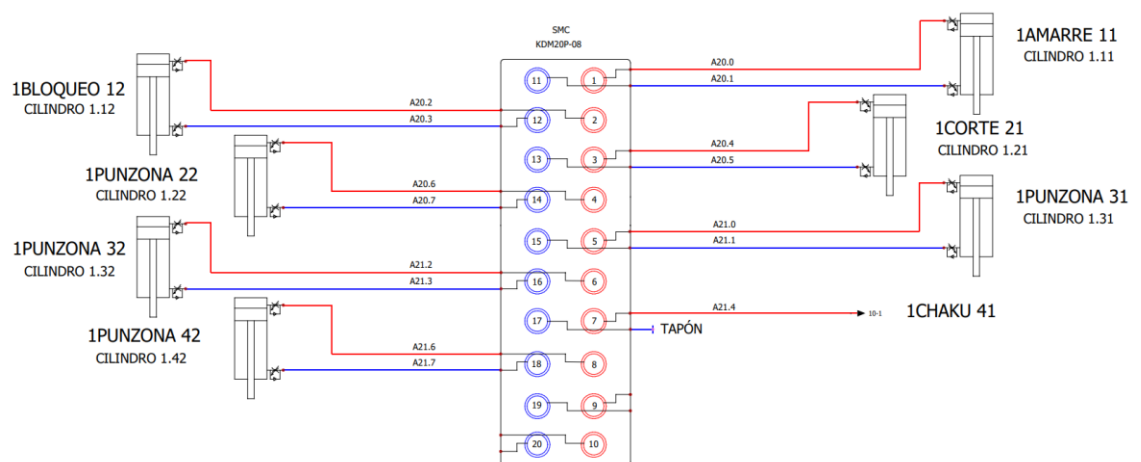


Imagen 60. Conexiones Multiconector neumático 1.

Como vemos, todas las herramientas accionadas por cilindro constarán de dos entradas, la entrada positiva y la entrada negativa lo que permitirá que el aire pueda entrar por un terminal o por el otro, de forma que el cilindro se desplace desde su posición de reposo hasta su final de carrera y, al contrario. El chaku por el contrario solo se cablea un terminal el cual va conectado a la electroválvula encargada de accionar el vacío o soplado de las ventosas.

Nuestro segundo multiconector neumático controlará las herramientas cableadas al repartidor eléctrico tres.

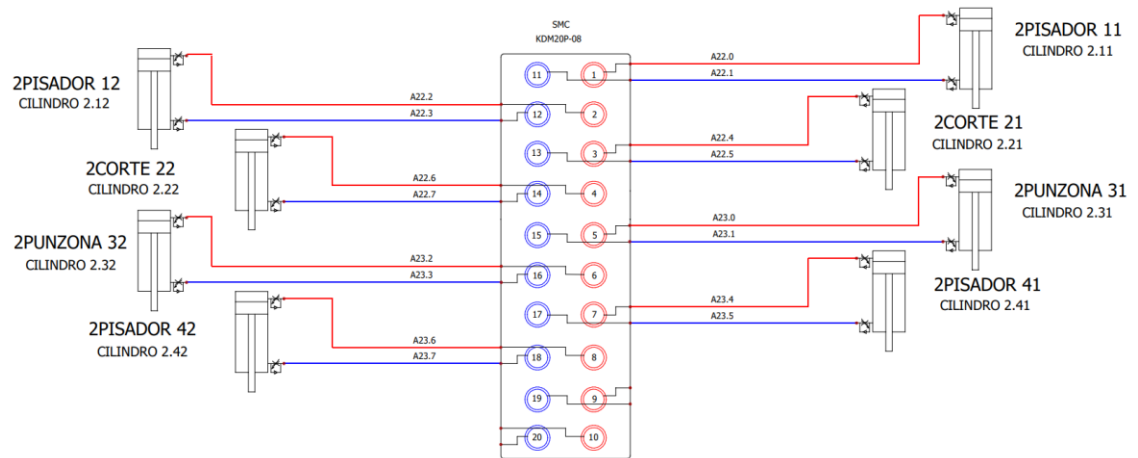


Imagen 61. Conexiones Multiconector neumático 2.

Nuestro tercer multiconector neumático controlará las herramientas llamadas de apoyo.

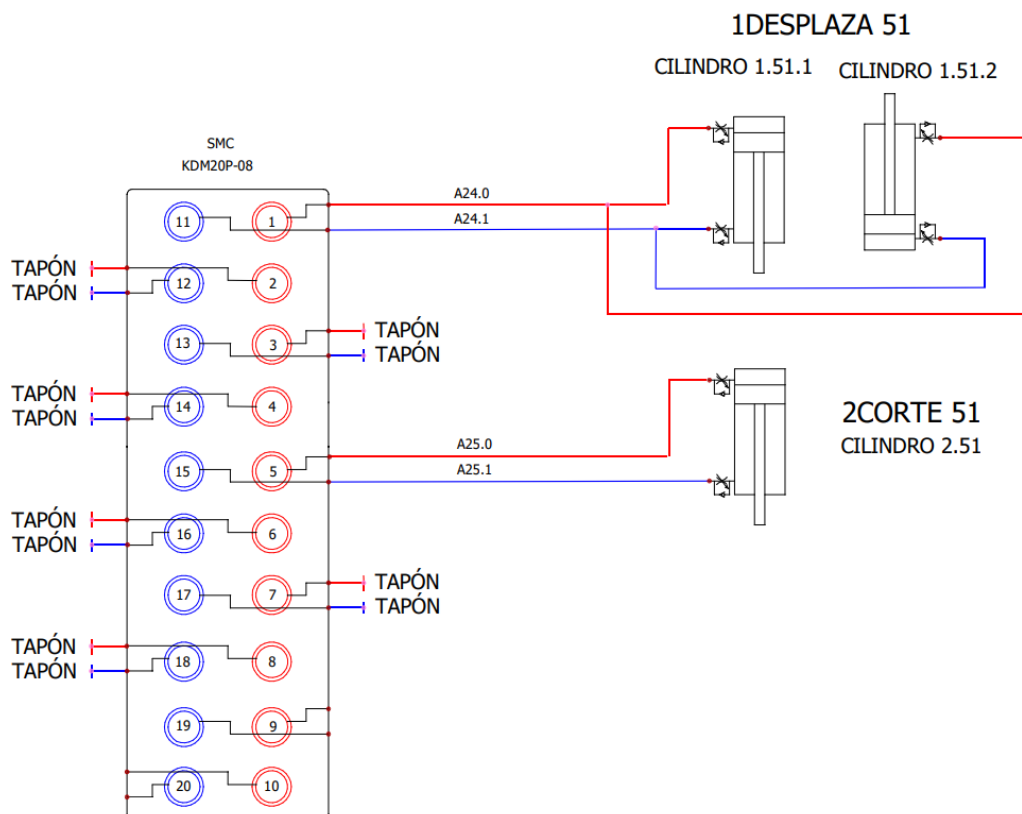


Imagen 62. Conexiones Multiconector neumático 2.

Cabe destacar la conexión de la herramienta 51 del lado izquierdo, ya que se trata de una herramienta formada por dos cilindros con el fin de lograr un mayor recorrido, ambos cilindros por tanto irán conectados en serie.

Ahora explicare las conexiones tanto neumáticas como eléctricas del chaku.

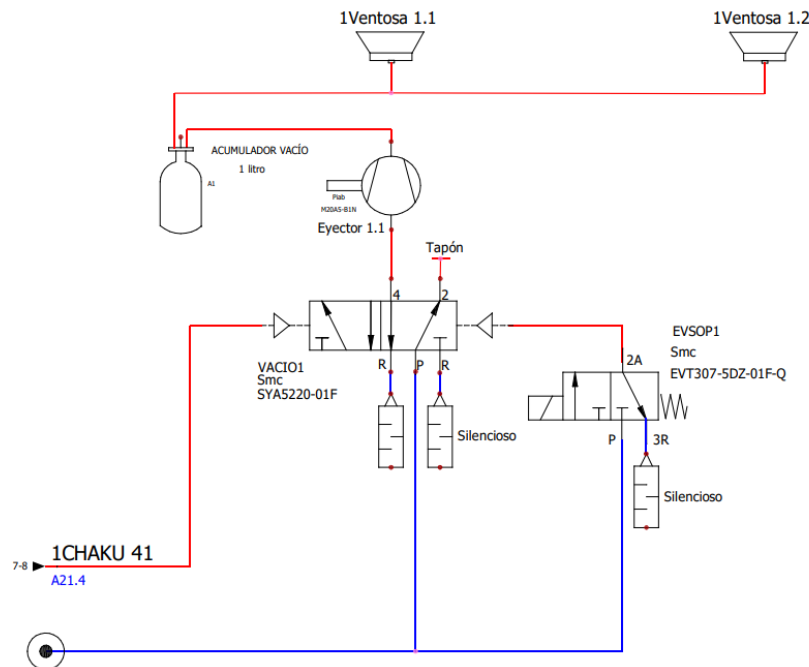


Imagen 63. Conexión neumática chaku.

Como podemos observar en la imagen, la electroválvula biestable 5/2 puede hacer pasar el aire en dos direcciones, y cambiará de un camino a otro según el piloto que se active, es decir, cuando el chaku detecta la pieza este trabajará con el camino original cuando el plc a través del multiconector neumático le haga pasar aire a través de él, el cual es el que produce el vacío en las ventosas, por el contrario, el otro camino será el que provoque la acción de soplado de la pieza por parte de las ventosas, este camino se activará cuando sea la electroválvula 3/2 la que pase de su camino de reposo a su camino de trabajo, el cual permitirá el paso del aire del bastidor a través suya y que por tanto active el piloto de la electroválvula 5/2 y por tanto cambie a su posición de trabajo a la de soplado. El cambio de camino de trabajo de la electroválvula 3/2 se produce a través de señales eléctricas y no a través de pilotaje neumáticos como hemos visto con la 5/2 por lo que será necesario la explicación de su conexión eléctrica.

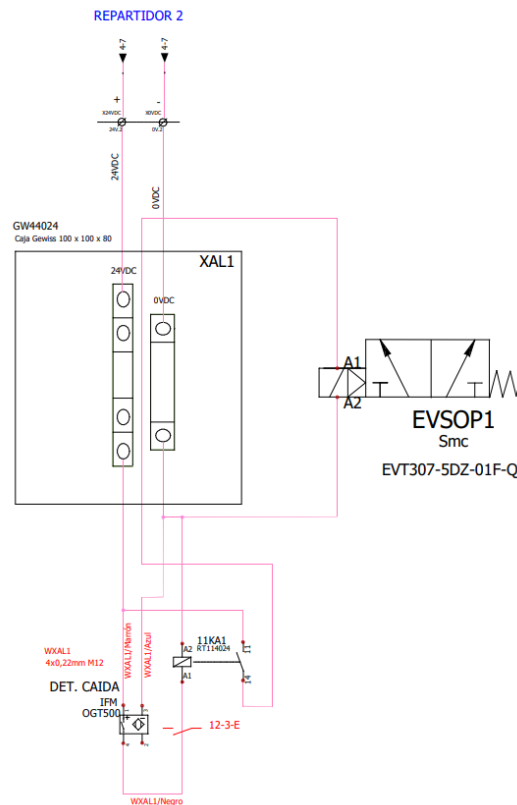


Imagen 64. Conexión eléctrica chaku.

Como vimos en la explicación de las conexiones del repartidor 2, del puerto de conexión ocho salían dos cables los cuales son los mismos que vemos ahora en esta imagen, el cable marrón corresponde al pin uno el cuál era el responsable del terminal positivo, en nuestro caso el cable alimentado a +24V y el cable azul corresponde al pin tres que es el terminal negativo, en nuestro caso es el cable de 0V. Estos estarán cableados a unas bornas de conexión que se sitúan en una caja de derivación estanca para facilitar el cableado hasta nuestros sensores, ya que a través de las bornas se encontrará conectado el sensor de caída, el cual estará cableado a su vez con un relé que será el encargado de activar el camino de trabajo de la electroválvula 3/2. El sensor mandará la señal de cierre al relé cuando la pieza enganchada al amarre llegué hasta la posición en la que se encuentra este, una vez este sensor de caída detecte la pieza, el relé dejará pasar la corriente hasta la válvula que cambiará de camino y como hemos visto en el esquema neumático permitirá el paso del aire hasta nuestra electroválvula 5/2 que cambiará de camino activando el soplado, aunque para que sea posible este camino hará falta la confirmación por parte del sensor que detecta la capacidad de la rampa, por lo que si este no detecta una pieza en la última posición esto será posible, en cambio sí detecta que la rampa está llena bloqueará todo este proceso.



De los planos eléctricos solo quedará por reflejar las conexiones de los hartingnes eléctricos que irán cableados al plc. Veremos como el repartidor uno y dos pertenecen al harting uno y los repartidores tres y cuatro al harting eléctrico dos.

Harting eléctrico uno:

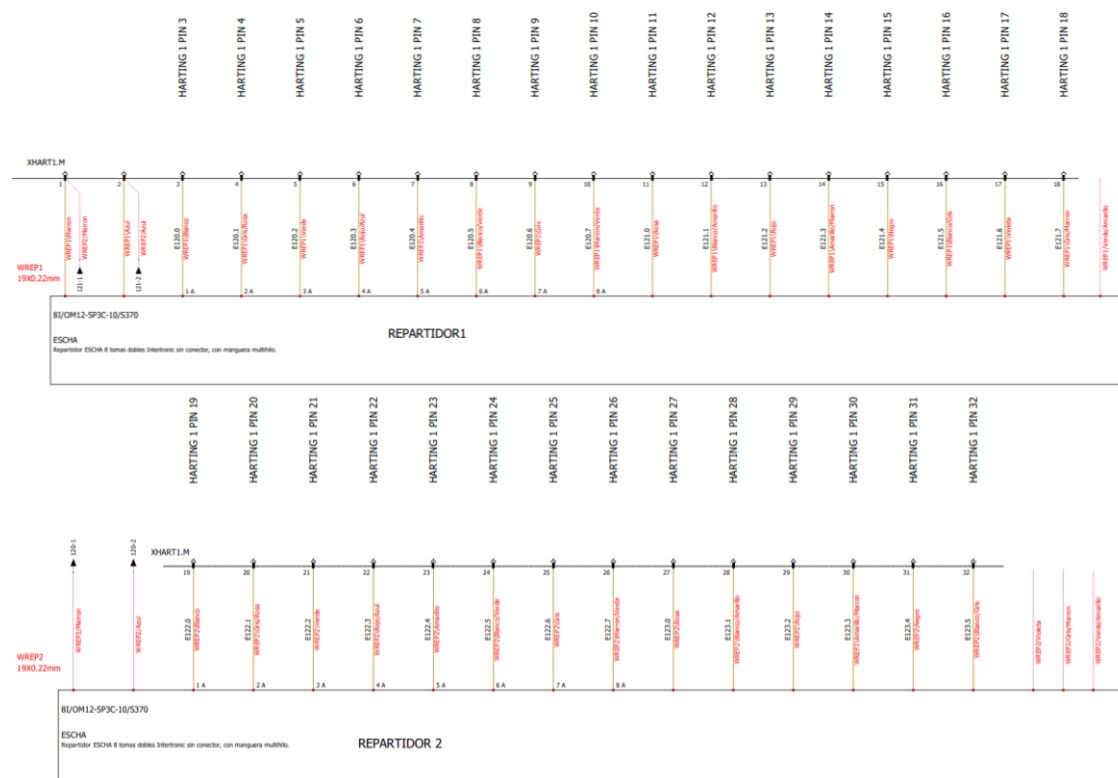


Imagen 65. Conexiones Harting 1.

Harting eléctrico dos:

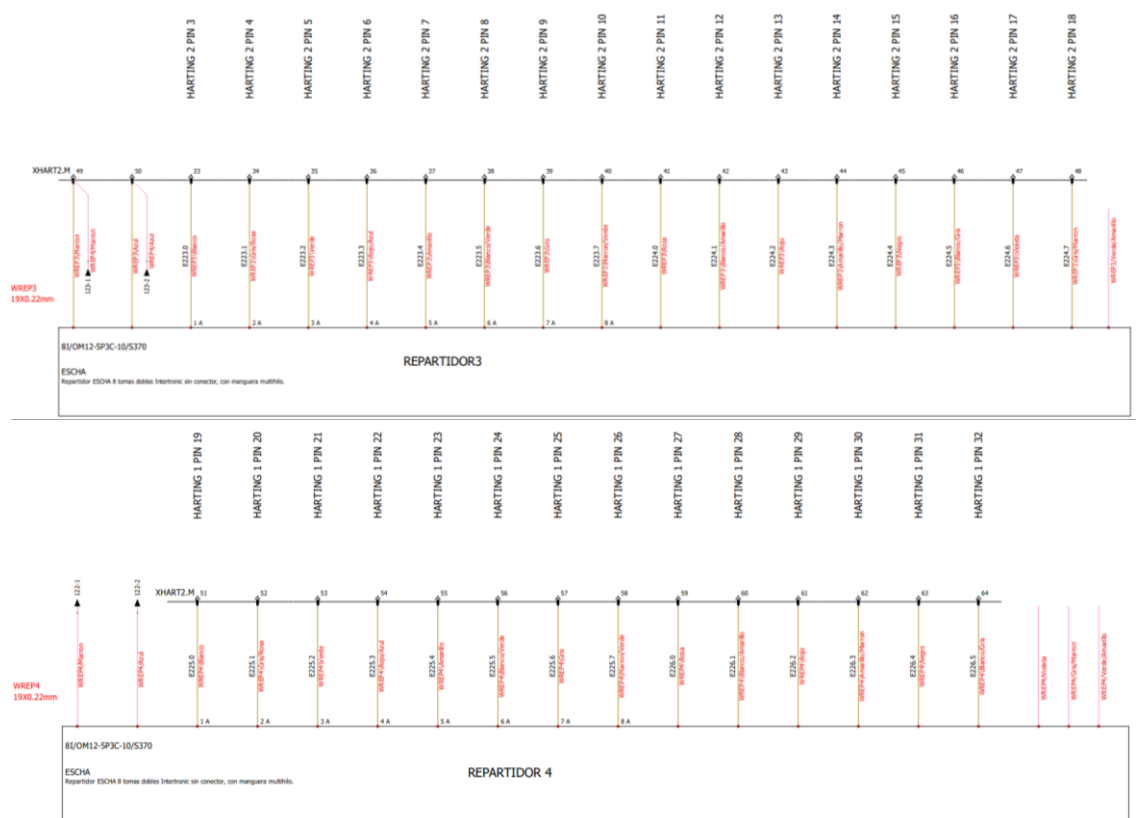


Imagen 66. Conexiones Harting 2.

### 3.2. Diseño eléctrico de la rampa y salida de la pieza.

Debido a la utilización de una rampa para acumular las piezas ya cortadas, hemos tenido que implementar un sensor que nos detecte si la rampa está a su máxima capacidad o no, por lo que como vimos durante la explicación de las conexiones eléctricas del repartidor cuatro este sensor lo implementamos mediante harting, debido a que forma parte de una parte desmontable y debe ir comunicado con el bastidor, en cambio, el cierre de seguridad de la rampa estará cableado al sistema de seguridades de la seta de emergencia, e irá cableado al uso de confirmación de manera que podamos saber si la parada de emergencia ha sido a causa de dicho cierre o no. Esto es debido a que el circuito de emergencia de las setas funciona con doble camino debido a que es un circuito de seguridad y cada cierre consta de doble contacto normalmente cerrado, además habrá un contacto normalmente abierto que podrá cablearse o no directamente al plc, esto es normalmente usado cuando nuestro proyecto está constituido por varios cierres de seguridad de forma que podamos identificar rápidamente el cierre que ha fallado. Este cierre de seguridad que hemos colocado tiene el número de referencia XCSD3918P20.



Imagen 67. Cierre Seguridad Rampa. [10]

### 3.3. Diseño eléctrico de la ampliación del bastidor universal.

Como ya adelante anteriormente en la explicación de la fase de desarrollo, debido al objetivo de implementar la rampa en nuestro cortador, tuvimos que modificar nuestro bastidor universal añadiéndole a este una segunda parte.

Para un correcto funcionamiento tuvimos que implementarle dos finales de carrera con palanca de rodillo en la base del bastidor adicional uno para cada lado para poder asegurar una correcta unión entre bastidores, y evitar así que durante el funcionamiento de la máquina ambos bastidores puedan desengancharse, estos sensores con número de referencia XCSD3919G13 estarán cableados en serie entre sí por harting al circuito de seguridades de la seta.



Imagen 68. Cierre de seguridad bastidor. [11]

Además de estos dos finales de carrera colocados en los laterales de la base del bastidor adicional, además tuvimos que implementar dos cierres de seguridad en las puertas traseras de este, para verificar que efectivamente las puertas estuviesen cerradas, ya que, si no, la máquina no podrá ponerse en marcha, con el fin de evitar que durante el funcionamiento de esta pueda haber una persona dentro o que pueda acceder durante el proceso. Se tratan de unos cierres con número de referencia XCSPA791, estos irán cableados mediante harting también y en serie entre ellos y en serie también con los cierres de seguridad colocados en la base del bastidor adicional.



Imagen 69. Cierre de seguridad puertas bastidor. [12]

Esta es la conexión eléctrica de esta serie de cierres de seguridad.

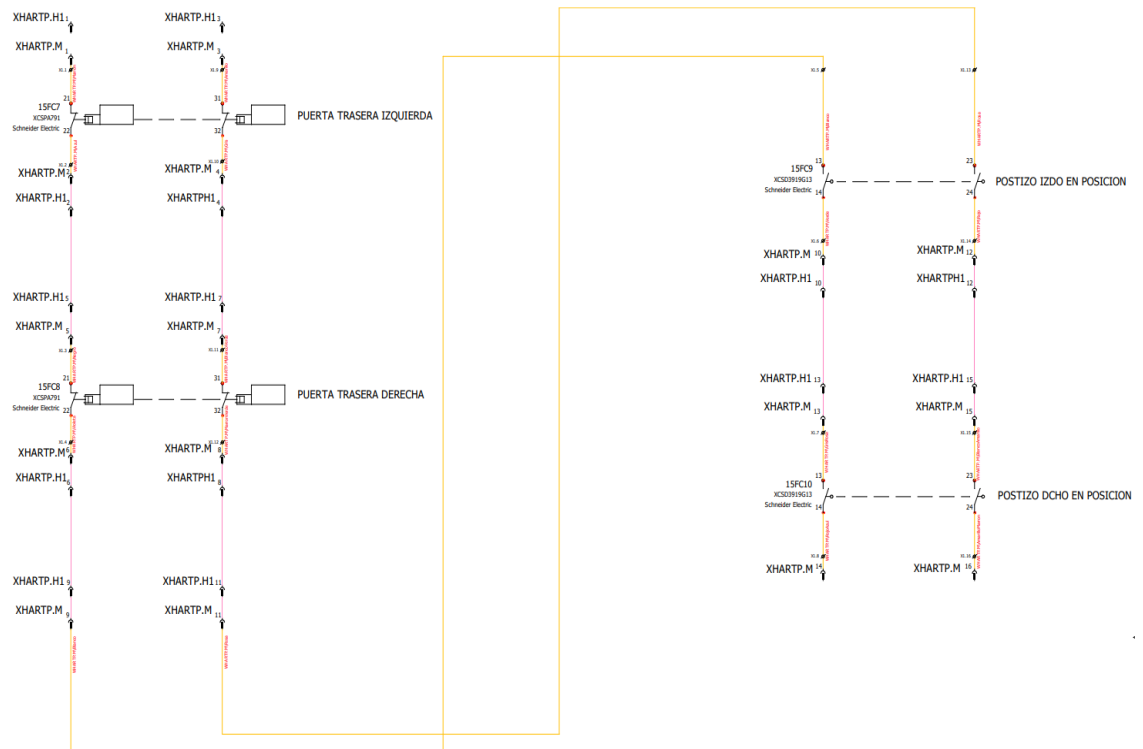


Imagen 70. Conexión cierres de seguridad del bastidor adicional.

Como podemos observar, este plano refleja cómo están conectados los pines del harting eléctrico del bastidor adicional con el color del cable y además podremos ver a que borna estarán conectados cada uno de los cierres de seguridad, ya que irán comunicados al plc.

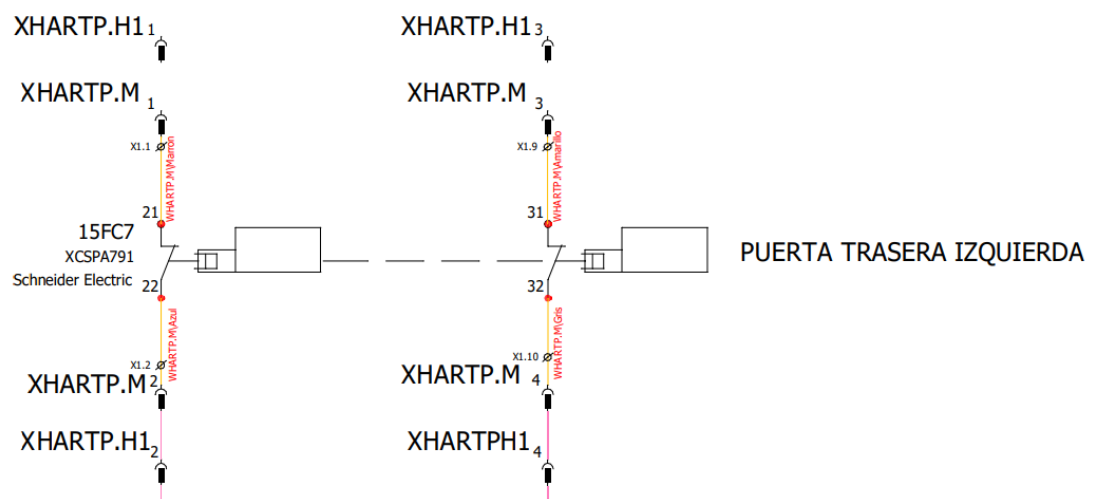


Imagen 71. Conexiones cierre puerta izquierda.

Vemos como el cierre de la puerta trasera izquierda en el canal uno de seguridad estará cableado entre los pines 1 y 2 del harting eléctrico y como sus terminales 21 y 22 estarán conectados a las bornas X1.1 y X1.2 respectivamente. Por otro lado, podemos ver que en el canal dos de la seguridad estará cableado entre los pines 3 y 4 del harting y como sus

terminales 31 y 32 estarán conectados a las bornas X1.9 y X1.10 respectivamente.

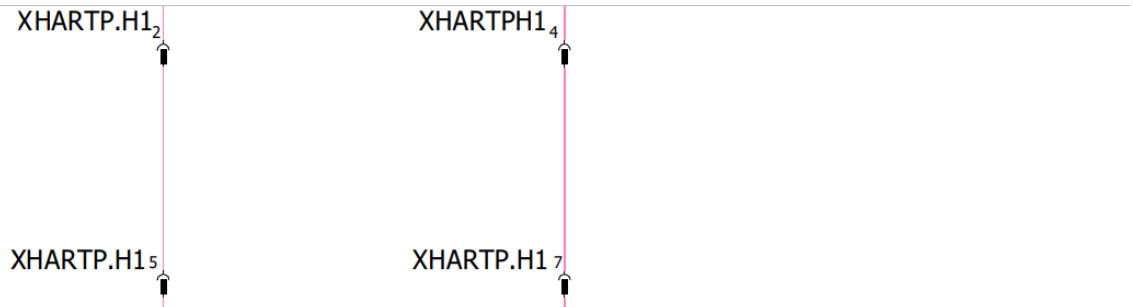


Imagen 72. Conexión harting bastidor adicional.

Podemos apreciar como en el CH1 los pines 2 y 5 del harting estarán unidos entre sí, y como en el CH2 serán los pines 4 y 7 del harting los que estén conectados entre sí.

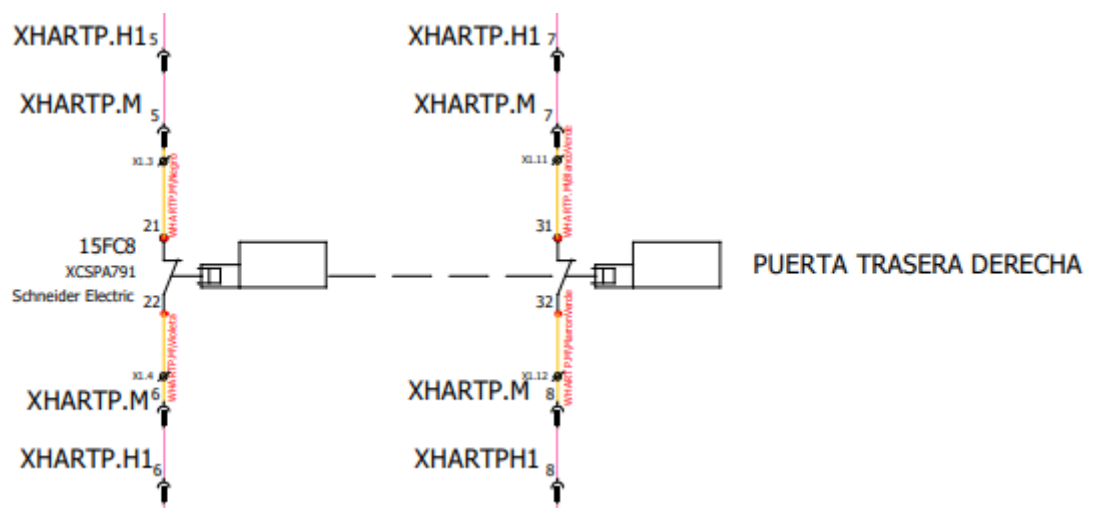


Imagen 73. Conexiones cierre puerta derecha.

Vemos como el cierre de la puerta trasera derecha en el CH1 de seguridad estará cableado entre los pines 5 y 6 del harting eléctrico y como sus terminales 21 y 22 estarán conectados a las bornas X1.3 y X1.4 respectivamente. Por otro lado, podemos ver que en el CH2 de la seguridad estará cableado entre los pines 7 y 8 del harting y como sus terminales 31 y 32 estarán conectados a las bornas X1.11 y X1.12 respectivamente.

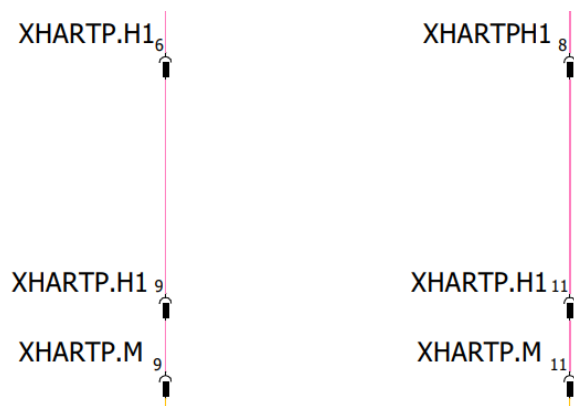


Imagen 74. Conexión harting bastidor adicional 2.

Podemos apreciar como en el CH1 los pines 6 y 9 del harting estarán unidos entre sí, y como en el CH2 serán los pines 8 y 11 del harting los que estén conectados entre sí.

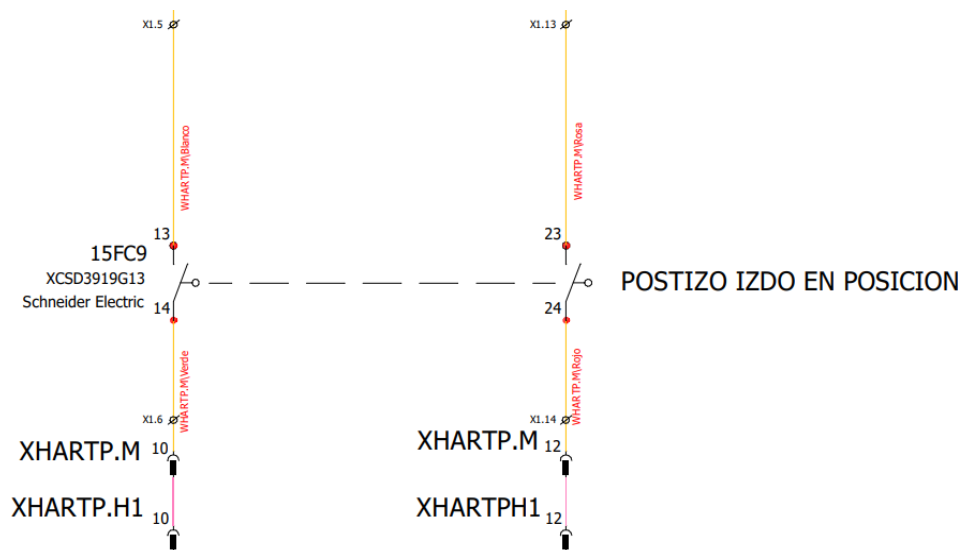


Imagen 75. Conexiones cierre entre bastidores lado izquierdo.

Vemos como el cierre entre bastidores del lado izquierdo en el CH1 de seguridad estará cableado entre los pines 9 y 10 del harting eléctrico y como sus terminales 13 y 14 estarán conectados a las bornas X1.5 y X1.6 respectivamente. Por otro lado, podemos ver que en el CH2 de la seguridad estará cableado entre los pines 11 y 12 del harting y como sus terminales 23 y 24 estarán conectados a las bornas X1.13 y X1.14 respectivamente.

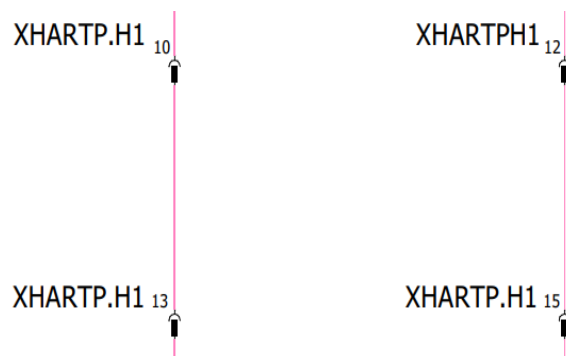


Imagen 76. Conexión harting bastidor adicional 3.

Podemos apreciar como en el CH1 los pines 10 y 13 del harting estarán unidos entre sí, y como en el CH2 serán los pines 12 y 15 del harting los que estén conectados entre sí.

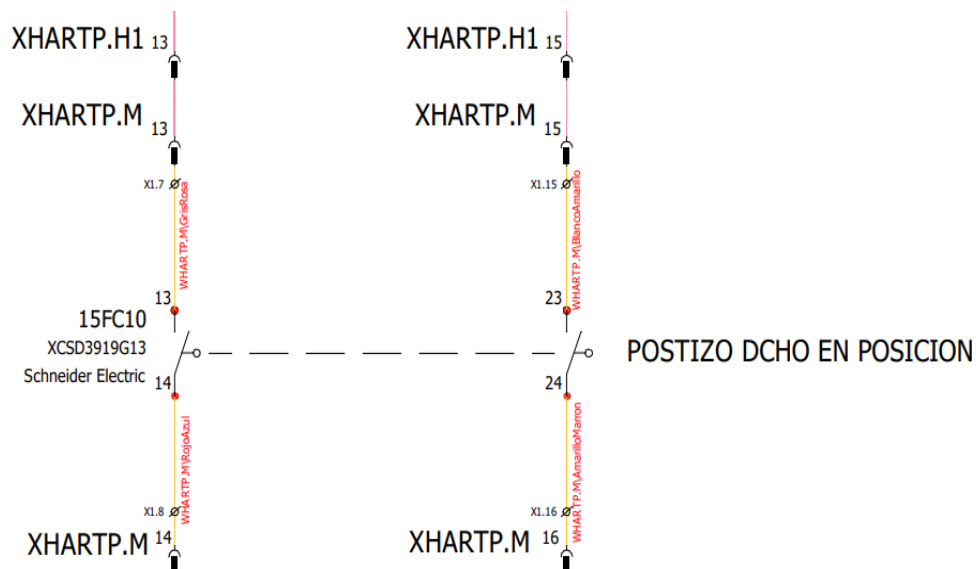


Imagen 77. Conexiones cierre entre bastidores lado derecho.

Vemos finalmente como el cierre en el CH1 de seguridad estará cableado entre los pines 13 y 14 del harting eléctrico y como sus terminales 13 y 14 estarán conectados a las bornas X1.7 y X1.8 respectivamente. Por otro lado, podemos ver que en el CH2 de la seguridad estará cableado entre los pines 15 y 16 del harting y como sus terminales 23 y 24 estarán conectados a las bornas X1.15 y X1.16 respectivamente.

### 3.4. Revisión de sistemas de seguridad del bastidor universal.

Estos cuatro cierres de seguridad estarán cableados mediante harting y en serie entre sí ya que ambos forman parte de la seguridad del bastidor



adicional, esta serie formada por los cuatro cierres estará conectada al circuito de seguridades en paralelo con los cierres de las puertas traseras del bastidor universal, pero en serie con el resto de cierres de seguridad , ya que para la incorporación de la rampa y del bastidor adicional las puertas traseras de nuestro bastidor universal deberán de estar abiertas.

Este es la serie de cierres de seguridad que encontramos en el bastidor universal y como irán conectados al módulo de las setas.

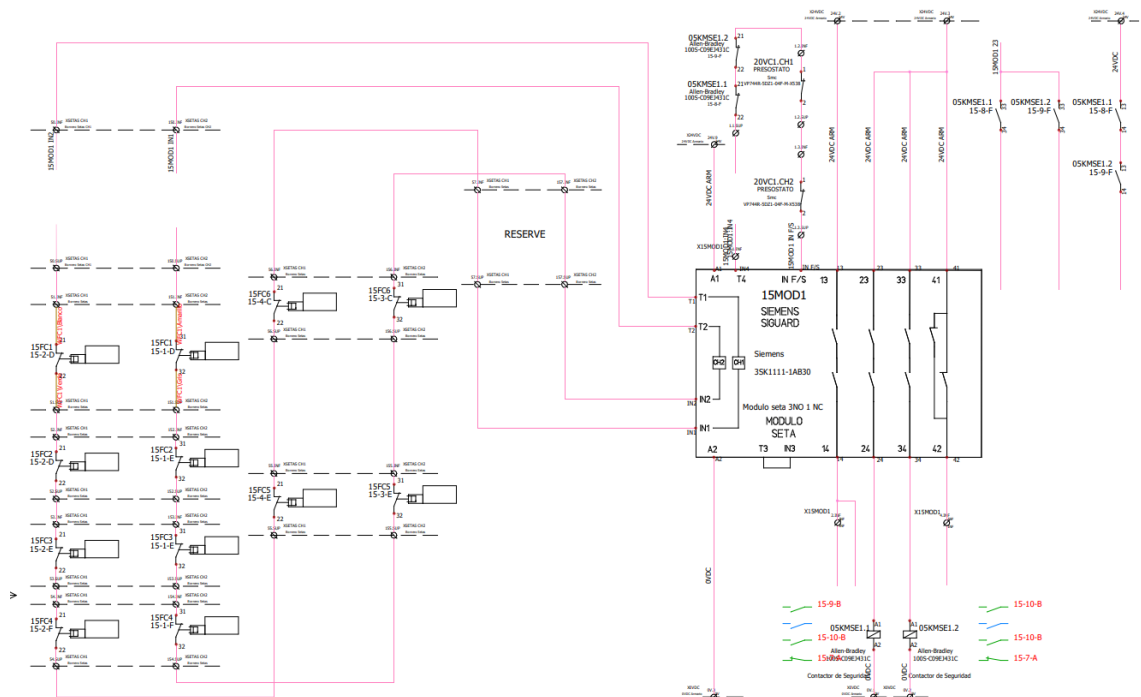


Imagen 78. Conexiones modulo seguridad seta.

Debido a que en nuestra máquina las puertas traseras del bastidor adicional corresponden a los cierres de seguridad 15FC1 y 15FC2, será con estos dos cierres con los que hagamos el paralelo con nuestro harting eléctrico del bastidor adicional.

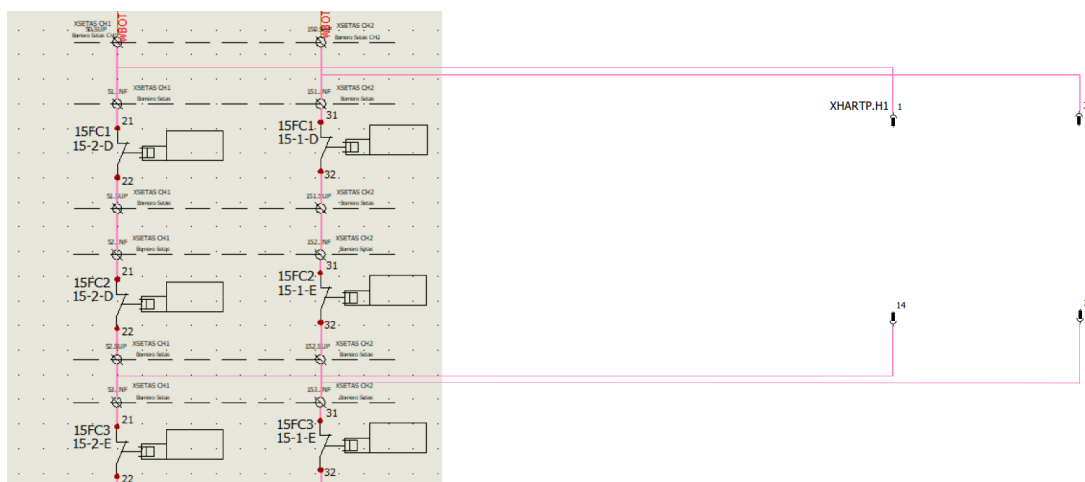


Imagen 79. Paralelo conexión circuito seguridad setas.

### 3.5. Selección de materiales.

Una vez hayamos realizado todos los esquemas eléctrico y neumáticos, y el equipo de departamento de diseño mecánico nos haya compartido el edrawing de la máquina definitiva, tendremos que comprobar que no ha habido modificaciones con respecto a lo que habíamos diseñado inicialmente y si las hay, incorporarlas.

Una vez dada por acabada toda la fase de diseño, tendremos que realizar el listado de materiales que se necesitan para la construcción del proyecto.

Empezaremos por los materiales eléctricos y finalizaremos con los materiales neumáticos tanto del bastidor universal como del adicional.

CANTIDAD	DESCRIPCION	REFERENCIA	FABRICANTE
2	Repartidor BALLUFF 8 tomas dobles sin conector, con manguera multihilo 3m	BPI0098	BALLUFF
2	Repartidor BALLUFF 8 tomas dobles sin conector, con manguera multihilo 5m	BPI0099	BALLUFF
2	Weidmuller capota doble 32 (2x16) HDC 32B TSBU 1PG29	1666840000	WEIDMULLER
2	Weidmuller CONECTOR 16 números 1-16; 16 polos macho tornillo HD	1207500000	WEIDMULLER
2	Weidmuller CONECTOR 16 números 17-32; 16 polos macho tornillo HD	1215700000	WEIDMULLER
1	Caja Gewiss 100 x 100 x 80	GW44024	Gewiss
2	Borna Phoenix Borna Doble 2 polos 2,5mm Caja 50 unidades	3210567	Phoenix Contact
1	Borna Phoenix Borna Simple de paso PT 4 (Bolsa 50 Unidades)	3211757	Phoenix Contact
1	Alargador Macho M12 recto - Hembra M12 codo	BCC03AH	BALLUFF
1	Alargador Hembra M12 codo recto a hilo 5 mts	BCC032Z	BALLUFF
24	T 1 Macho M12 a 2 Hembras M12	BCC089P	BALLUFF
36	Alargador Macho M12 recto - Hembra M8 3P	BCC03FA	BALLUFF
1	Rele Weidmuller 2 Contactos bobina 24 VDC	7760056340	Weidmuller
1	Base Rele 2 Contactos	7760056351	Weidmuller
1	Pasamuros M12 HEMBRA	7000-42111-0000000	MURRPLASTIK
2	0300 02 087 070 0 0 1035 MP 3000 087 RV070 1035MM PA ( = MP 3004) Plástico con todas las traviesas y con precarga 23 Pzs.. (L = 1035 mm )	MK8040000087475	MURRPLASTIK
2	KA/Z 3004 ENLACE HEMBRA	30000008600	MURRPLASTIK
2	KA/Z 3004 ENLACE MACHO	30000008700	MURRPLASTIK
2	Racor Bloqueo M5 Tubo D=8	HGL-M5-B	FESTO
2	Sensor redondo fotoeléctrico directo M18	OGT500	IFM
1	Sensor redondo fotoeléctrico sistema réflex M12	SSN-MA-5-B01-PP	Datesensing
1	DET. INDUCTIVO M12 ENRASADO 4 mm	IFS240	IFM

Imagen 80. Material eléctrico bastidor universal.

CANTIDAD	DESCRIPCION	REFERENCIA	FABRICANTE
2	Int. Seguridad 2NC Plastico Pg11	XCSPA791	Schneider Electric
2	Pestillo Oscilante p/ XCSPA, XCSTA, XCSTE	XCSZ13	Schneider Electric
1	Cubierta HDC-16B-TSBU-1M25G	1788180000	Weidmuller
1	Clavija HDC-HE-16-MS	1207500000	Weidmuller
3	INT. SEG.TRIPOlar	XCSD3919G13	Schneider Electric
2	Elemento de contacto XCKD bipolar NA+NA ruptura lenta	XE2NP2131	Schneider Electric

Imagen 81. Material eléctrico seguridades ampliación.

CANTIDAD	DESCRIPCION	REFERENCIA	FABRICANTE
3	Base HDC-16B-SBU-1M25G	1899980000	Weidmuller
3	Clavija HDC-HE-16-FS	1207700000	Weidmuller

Imagen 82. Material eléctrico harting adicional.

CANTIDAD	DESCRIPCION	REFERENCIA	FABRICANTE
1	Eyector Piab	M20A5-B1N	Piab
2	MULTICONECTOR	KDM20P-08	SMC
1	Electrovalvula 1/8" SMC Bi 5/2 Pilotaje Neumático	SYA5220-01F	SMC
1	Electrovalvula 3/2 Soplado 1/8"	VT307-5DZ1-01F-Q	SMC
20	Racor Codo 1/8" Tubo D=8 Corto	KQ2L08-01AS	SMC
10	Racor Codo 3/8" Tubo D=8 Corto	KQ2L08-03AS	SMC
10	TAPON 1/8	KME-TPM-P-18	SMC
20	Silenciosos 1/8" Laton	KME-SILEXT-18	SMC
20	Tapones D=8 Smc	KQ2P-08	SMC
36	DETECTOR PARA CILINDRO	D-M9PSAPC-595	SMC
4	Racor Bloqueo 3/8" Tubo D=8	ASP530F-03-08S	SMC
4	Racor Bloqueo 1/4 - Tubo D=8	ASP430F-02-08S	SMC
10	Escape Rápido en Línea Rosca 1/8"	AQ1510-F01	SMC
10	Racor Recto 1/8" Tubo D=8	KQ2S08-01AS	SMC

Imagen 83. Material neumático bastidor universal.

### 3.6. Elaboración de ofertas y pedidos.

Una vez realizado el listado de materiales podremos proceder a la realización de los pedidos e iremos marcando en un Excel los materiales que vayan llegando para poder así realizar un seguimiento de los materiales fiable y también el coste al que hemos adquirido cada uno para cumplir con el límite presupuestario marcado antes de realizar dicho proyecto.

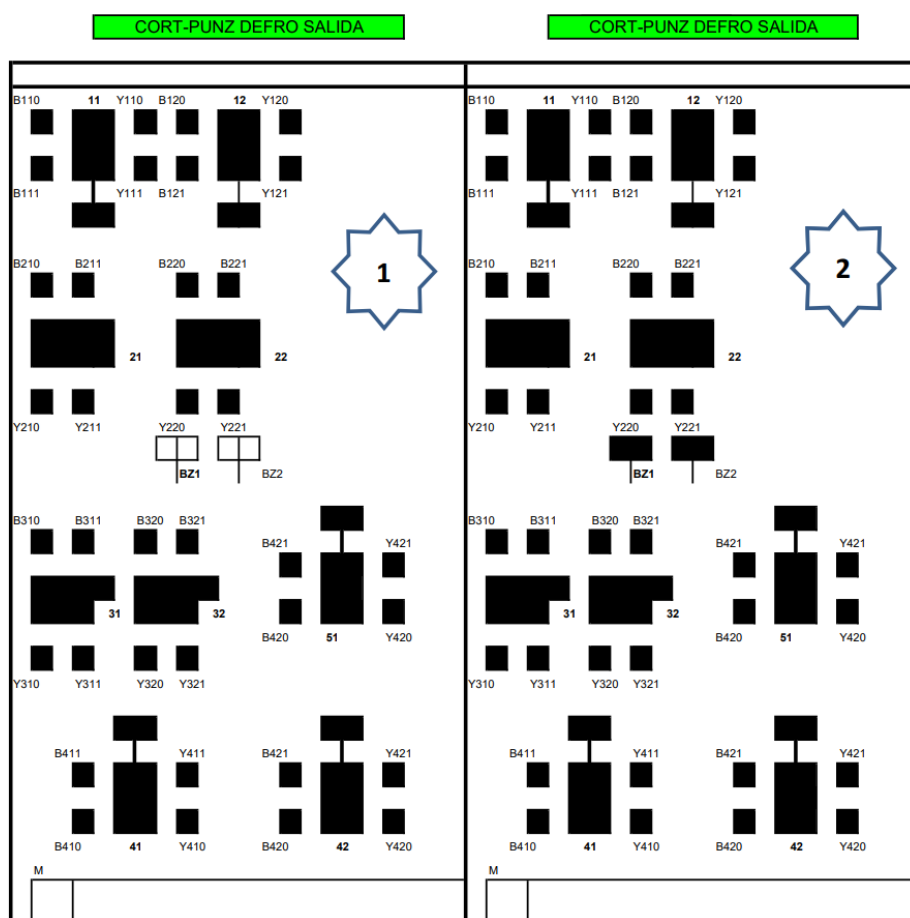
### 3.7. Elaboración de estrategia final.

Una vez, realizados los planos eléctricos y habiéndolos dado por finalizados, tendremos la obligación de rellenar la estrategia final del proyecto, esta es un documento que tendremos que rellenar para el cliente, este documento es un esquema que servirá como resumen del proyecto en el que se encontrará una imagen de la pieza finalizada y todas las herramientas implementadas para su procesado.



Imagen 84. Estrategia final 1.

Como vemos en la imagen, esta será la parte superior de nuestra estrategia, en la que tendremos que poner el número de proyecto al que se corresponde dentro de nuestra empresa, el país al que va destinado nuestra máquina, el peso que hemos asignado para el PLC comentado en las conexiones eléctricas del repartidor 2, el nombre del proyecto y finalmente el número de proyecto al que corresponde para el cliente. Además, incorporaremos una imagen de la pieza ya acabada y sobre ella las herramientas que han sido utilizadas para ello.



En esta segunda parte de la estrategia, vemos como consta de dos bloques, debido a que los bastidores están formados por dos lados como explique anteriormente, como nuestra máquina utiliza herramientas de ambos lados dirigidas por los repartidores de ambos lados, tendremos que rellenar las casillas de las herramientas que se usen. Las herramientas cableadas a los repartidores 1 y 2 corresponderán a la primera columna y las cableadas a los repartidores 3 y 4 a la segunda. En nuestro caso, en la primera columna tuvimos que rellenar todas las herramientas excepto las dos casillas de detecciones, en cambio, en la segunda columna estas sí que fueron rellenadas ya que en el repartidor 4 va cableado el detector de pieza que corresponde a la casilla BZ1 y el detector de caída que corresponderá a la casilla BZ2.

Componentes (FC6)	Ciclo (FC5)	Rearme (FC5)	Bloqueos(FC7)	Componentes (FC6)	Ciclo (FC5)	Rearme (FC5)	Bloqueos(FC7)
Sujeciones 1x 11	1			Sujeciones 1x 11	1		
Cuchillas 2x 21	3			Cuchillas 2x 21,22,51	3		
Troqueles 3x 22,31,32, 42	5			Troqueles 3x 31,32	5		
Auxiliares 4x 12,41,51	7			Auxiliares 4x 11,12,41, 42	7		
M.-Motor	9			M.-Motor	9		
BZ.-Detector pieza	11			BZ.-Detector pieza 1	11		
BZ.-Detector laser	13			BZ.-Detector laser 1	13		
Y.-Valvula xx1/0 2x4	15			Y.-Valvula xx1/0 2x4	15		
B.-Sensor xx1/0 2x4	17			B.-Sensor xx1/0 2x4	17		
	19				19		

Imagen 86. Estrategia final 3.

En esta última parte de la estrategia final, clasificaremos las herramientas según el grupo al que pertenezcan según su funcionalidad, aquí también se separan en dos grupos según pertenezcan al lado izquierdo o al lado derecho.

En el lado izquierdo, la herramienta 11 corresponde al amarre, es por eso por lo que se pondrá en la casilla de sujeciones; la herramienta 21 es un corte y es por eso que se pondrá en la casilla de cuchillas; las herramientas 22,31,32 y 42 pertenecen a los troqueles debido a que se trata de los punzonamientos de la zona de arriba y finalmente las herramientas 12, 41 y 51 a las auxiliares debido a que corresponden al bloqueo, al chaku y al desplazamiento respectivamente.

Por último, las herramientas del lado derecho, las herramientas 21, 22 y 51 son los cortes, las herramientas 31 y 32 son los punzonamientos de la parte inferior y finalmente se encuentran las herramientas 11, 12, 41 y 42 en la casilla de auxiliares debido a que corresponden a los pisadores. Destacar que hay un detector de pieza y un detector de laser que se corresponderá con el detector de caída.

### 3.8. Soporte en fase de montaje eléctrico/neumático.

En esta fase del proyecto, tendremos que realizar un resumen de los planos eléctricos y neumáticos, para ayudar a los compañeros de montaje eléctrico. Para ello necesitaremos que el departamento de diseño mecánico nos proporcione el edrawing definitivo de nuestro proyecto, debido a que nuestro resumen será una serie de esquemas visuales con capturas de nuestra máquina en la que parte por parte seamos capaces de realizar un resumen bastante claro con las conexiones tanto eléctricas como neumáticas de todas las herramientas de nuestro cortador. Este documento ayudará además al departamento de programación para ver perfectamente las herramientas que no pueden actuar a la vez debido a falta de espacio o por cruzamientos y para identificar cada herramienta a simple vista.

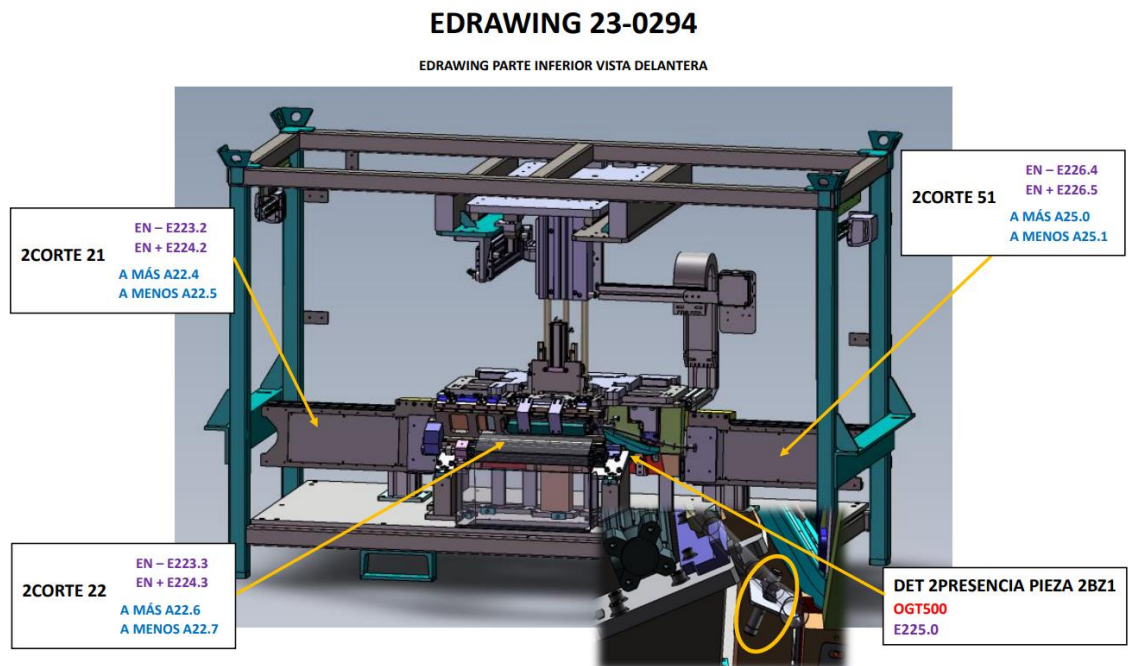


Imagen 87. Vista delantera bastidor.

En esta primera imagen podremos señalar perfectamente los tres cortes del lado derecho ya que se ven perfectamente su colocación y además seremos capaces también de localizar el sensor de detección de pieza en el que pondremos su referencia y su conexión eléctrica.



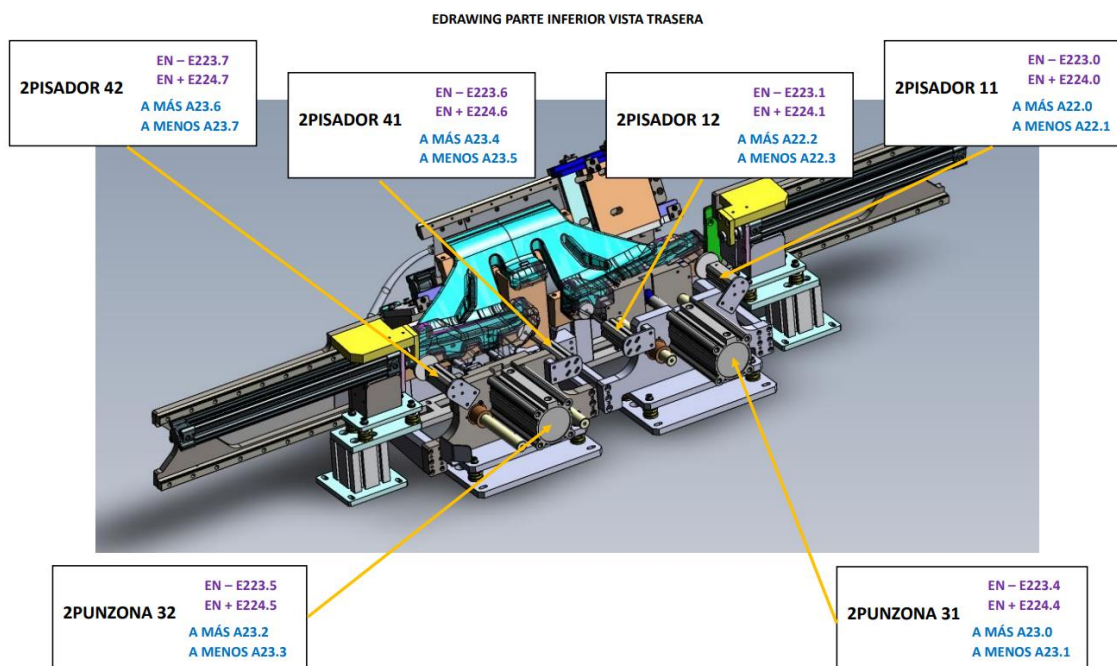


Imagen 88. Vista trasera de la parte inferior.

En esta segunda imagen, seremos capaces de distinguir perfectamente los cuatro pisadores y los dos punzonamientos de la parte inferior. Vemos como solemos seguir un orden de izquierda a derecha a la hora de ordenar las herramientas, lo que ayudará a llevar un mejor control sobre las herramientas y ahorra posibles problemas.

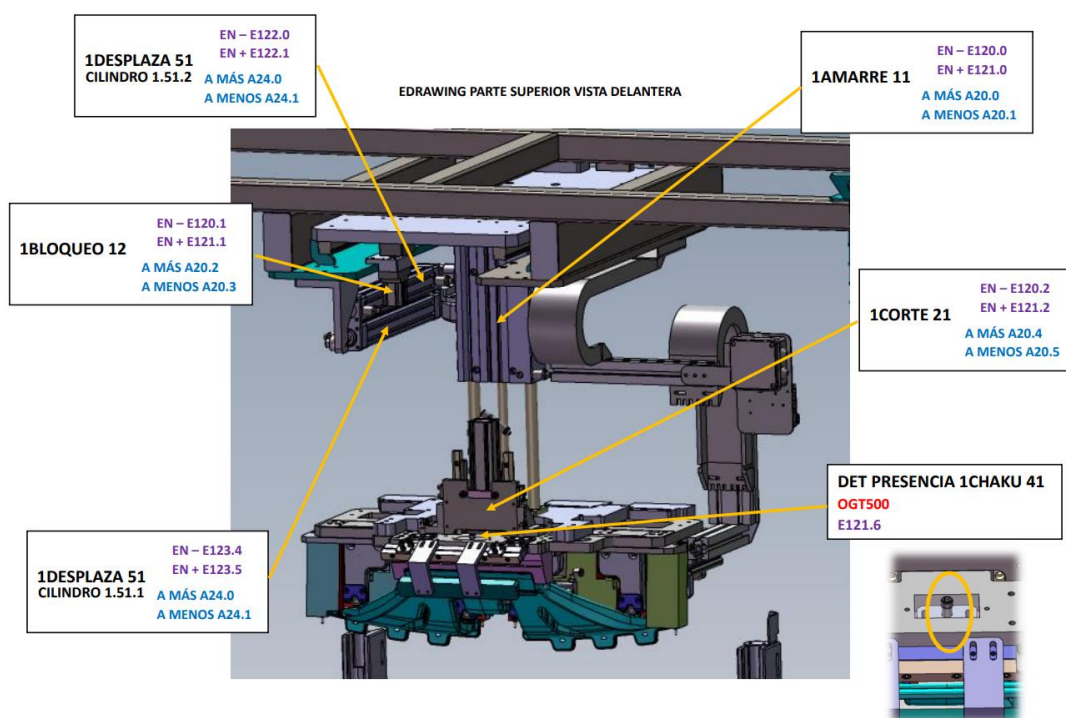


Imagen 89. Vista delantera parte superior.

En esta primera imagen de la vista delantera seremos capaces de distinguir de forma clara los dos cilindros que forman el desplazamiento, el amare, el bloqueo, el corte y el detector de chaku.

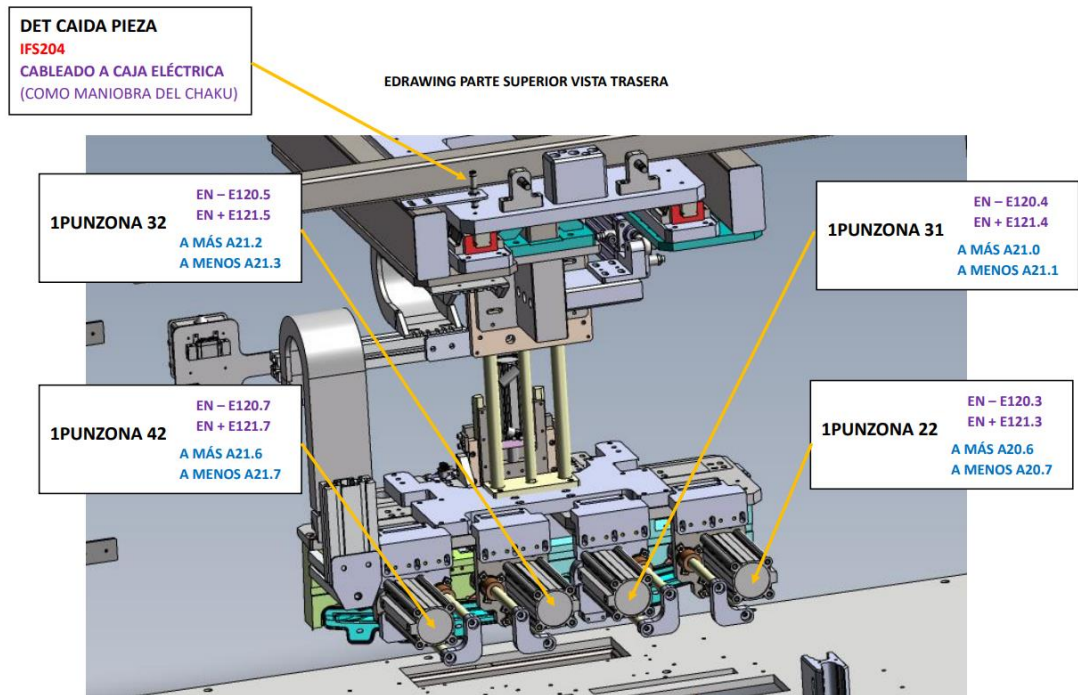


Imagen 90. Vista trasera parte superior.

En esta segunda imagen de la parte superior seremos capaces de distinguir los cuatro punzonamientos de la parte superior además del detector de caída de la pieza que forma parte de la maniobra del chaku.



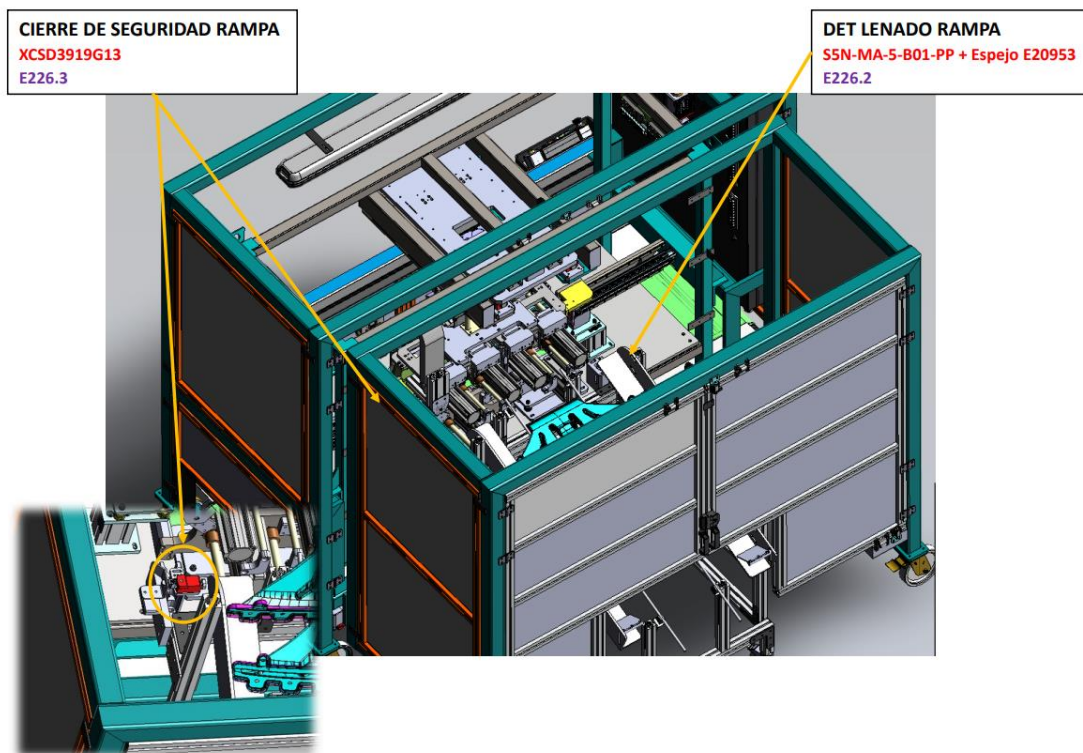


Imagen 91. Vista de los bastidores unidos.

En esta imagen seremos capaces de localizar el cierre de seguridad de la rampa y el sensor de llenado de rampa.

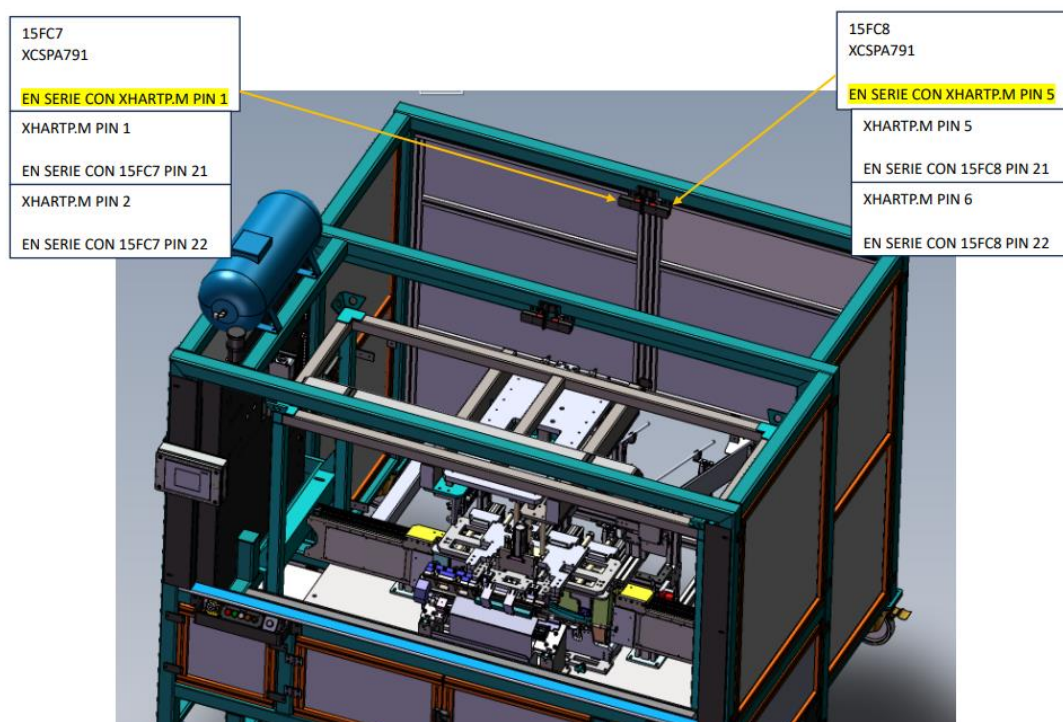


Imagen 92. Conexiones CH1 cierres puertas traseras.

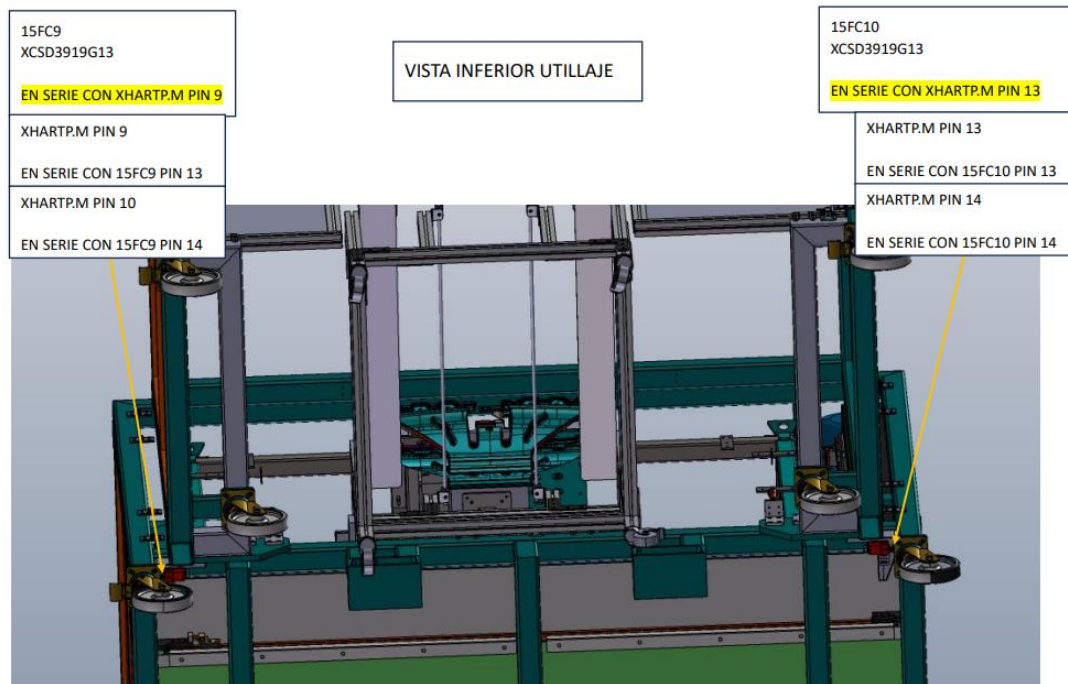


Imagen 93. Conexiones CH1 cierres de unión bastidores.

Estas dos imágenes servirán para cablear el canal 1 del circuito de seguridades de la seta, por tanto, el canal 2 se montará siguiendo el mismo orden, el cual se explicó durante la explicación de las conexiones eléctricas del bastidor adicional.

### 3.9. Puesta en marcha.

Una vez el departamento de programación y montaje hayan terminado con sus objetivos correspondientes, deberemos realizar fotos a toda la máquina, donde se vean las herramientas, el armario, las conexiones del bastidor con el armario, etc.

También habrá que colocar pegatinas de seguridad que avisen del peligro tanto de corte como de aplastamiento en las herramientas en las que sean necesarias su colocación, por ejemplo, en los cortes, los punzonamientos y en el amarre, que indiquen al operario que existe cierto peligro.

Además, deberemos realizar videos a nuestra máquina en funcionamiento normal y videos comprobando el corte efectivo de las barreras de seguridad, con el fin de comprobar que funciona sin ningún problema.



Finalmente, deberemos colocar las placas AC y CE, para poder distinguirla y poder en un futuro localizar los planos correspondientes en caso de avería o si hiciese falta una modificación.

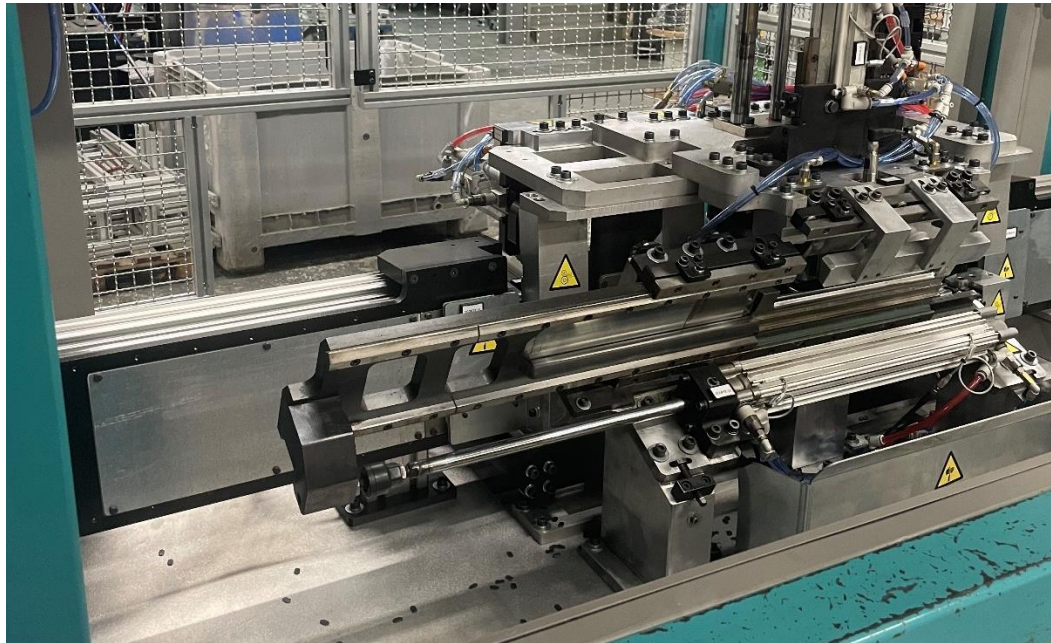


Imagen 94. Ejemplo colocación pegatinas.

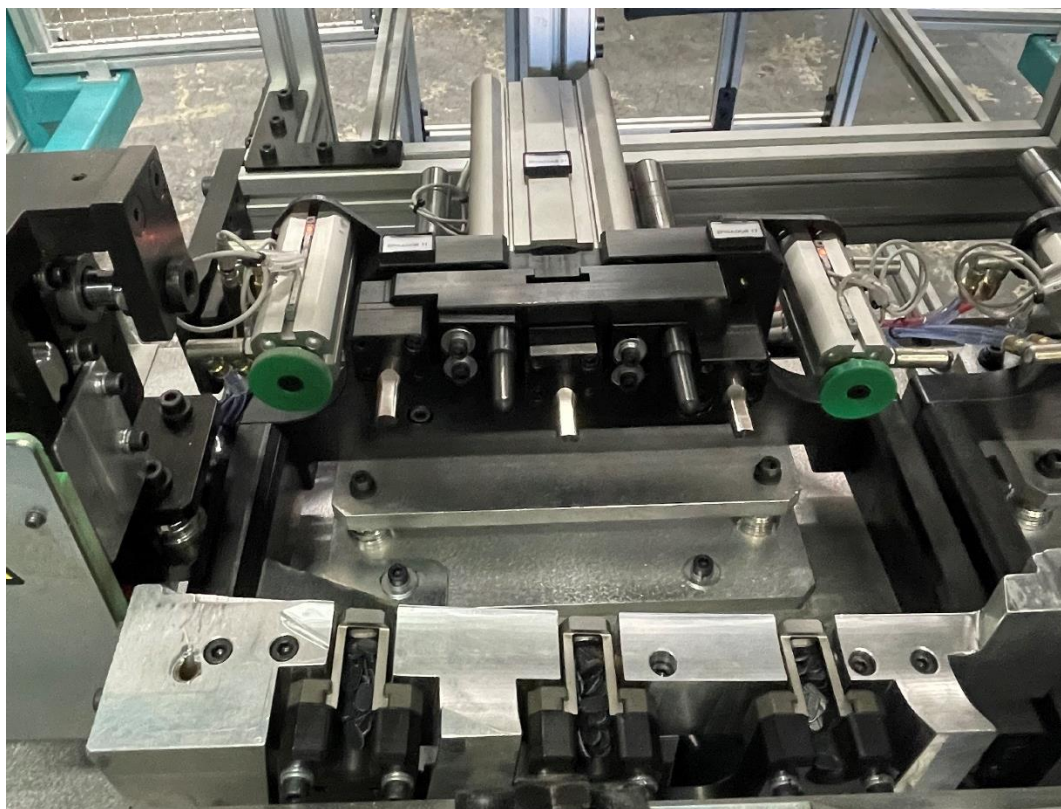


Imagen 95. Ejemplo punzonador y pisadores.



En esta imagen se puede ver la colocación de los sensores de posición positiva y negativa de los pisadores, viendo como el que detecta la posición de reposo, en este caso la negativa ya que se encuentra el cilindro recogido, se encuentra iluminado.

Podemos observar como una sola herramienta de punzonado será capaz de hacer tres marcas simultáneamente.

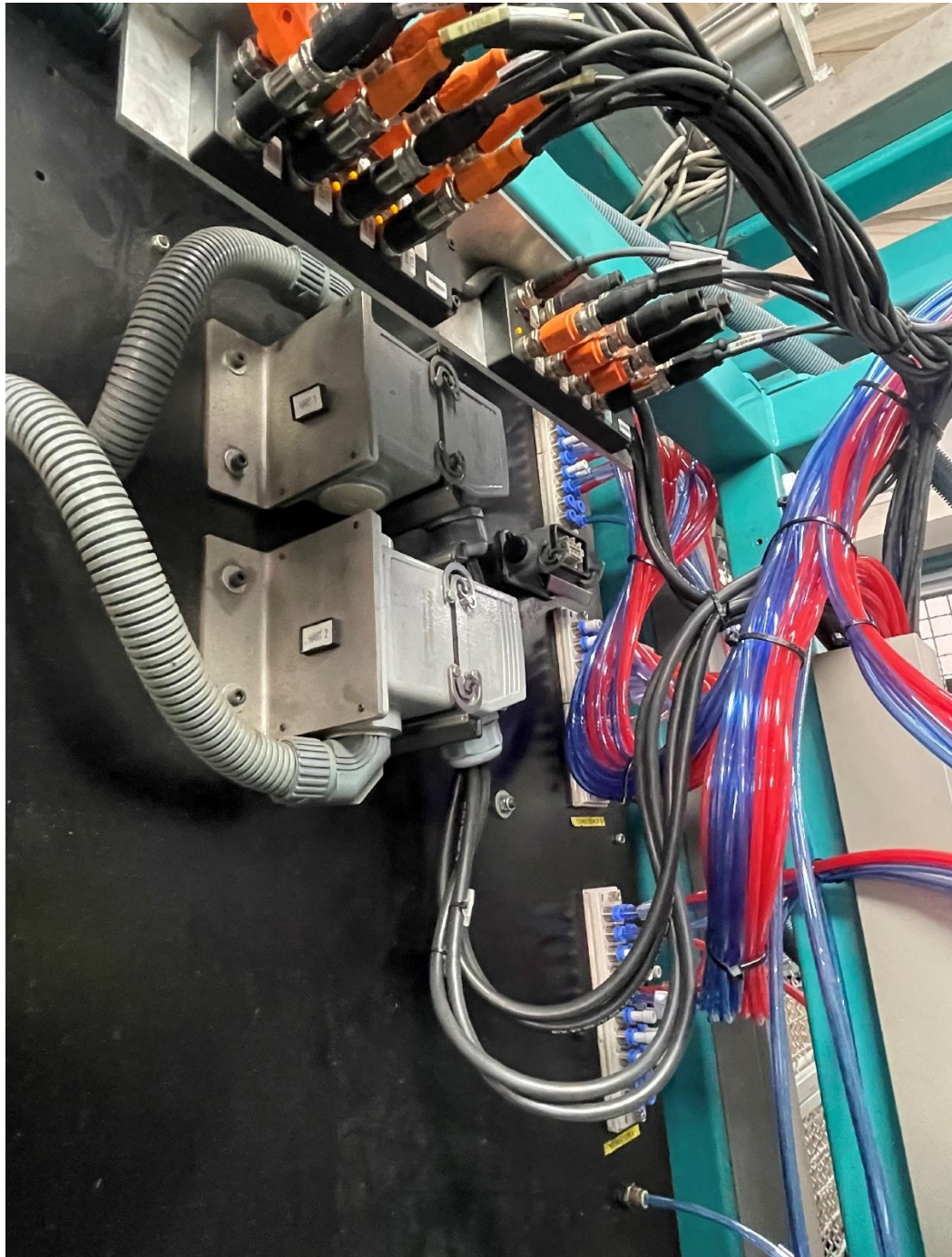


Imagen 96. Conexiones armario-bastidor.

En esta imagen se pueden localizar los repartidores del lado izquierdo, es decir, el uno y el dos, los dos hartingnes eléctricos y los tres multiconductores neumáticos instalados.

### 3.10. Marcado CE.

Para realizar el marcado CE deberemos realizar un documento de declaración de conformidad garantizando los requisitos marcados por la UE.

Garantizando que la cuasi máquina cumple los requisitos básicos de la Directiva relativa a las máquinas 2006/42CE y Directiva sobre Compatibilidad Electromagnética 2014/30/UE.

En su diseño y construcción se han aplicado las normas armonizadas conforme a la directiva europea:

UNE-EN 614-1 :2006+A1 :2009.	Seguridad de las máquinas. Principios de diseño ergonómico. Parte 1: Terminología y principios generales.
UNE-EN 614-2 :2000+A1 :2008.	Seguridad de las máquinas. Principios de diseño ergonómico. Parte 2: Interacciones entre el diseño de las máquinas y las tareas de trabajo.
UNE-EN 1037 : 1996+A1 :2008.	Seguridad de las máquinas. Prevención de una puesta en marcha intempestiva.
UNE-EN ISO 4414 :2011	Transmisiones neumáticas. Reglas generales y requisitos de seguridad para los sistemas y sus componentes. (ISO 4414:2010).
UNE-EN ISO 13849-1 :2008/AC :2009	Seguridad de las máquinas. Partes de los sistemas de mando relativas a la seguridad. Parte 1: Principios generales para el diseño. (ISO 13849-1:2006).
UNE-EN ISO 13850 :2008	Seguridad de las máquinas. Parada de emergencia. Principios para el diseño. (ISO 13850:2006).
UNE-EN ISO 13857 :2008	Seguridad de las máquinas. Distancias de seguridad para impedir que se alcancen zonas peligrosas con los miembros superiores e inferiores (ISO 13857:2008).
UNE-EN 61310-2 :2008	Seguridad de las máquinas. Indicación, marcado y maniobra. Parte 1: Especificaciones para las señales visuales, audibles y táctiles. IEC 61310-1:2007.
UNE-EN 60204-1 :2007	Seguridad de las máquinas. Equipo eléctrico de máquinas. Parte 1: Requisitos generales. IEC 60204-1:2005 (modificado).

#### Imagen 97. Normativas cumplidas.

Con este certificado, elaboraremos la placa CE indicando el cliente al que va destinado, el número de proyecto para nosotros y para el cliente, el año de fabricación, la alimentación, amperaje, presión a la que trabaja la máquina, su peso y las dimensiones de esta.

		<b>ERGOMAQ S.L</b> TLF: 0034 976.150601 FAX: 0034 976.150661 ZARAGOZA (ESPAÑA) www.ergomaq.com																																								
<table border="1"> <tr> <td>CLIENTE</td> <td colspan="5"></td> </tr> <tr> <td>P. ERGOMAQ</td> <td>23-0294</td> <td>P. CLIENTE</td> <td colspan="3">CORT-PUNZ DEFROSTER SALIDA TRASERA (AC0021)</td> </tr> <tr> <td colspan="2">AÑO DE FABRICACIÓN</td> <td colspan="4">MAYO - 2024</td> </tr> <tr> <td>ALIMENTACIÓN</td> <td>24VDC + GND</td> <td>-</td> <td>Hz</td> <td>10</td> <td>A</td> </tr> <tr> <td>PRESIÓN</td> <td>6 Bares</td> <td>PESO</td> <td>550</td> <td colspan="2">Kg</td> </tr> <tr> <td>DIMENSIONES</td> <td>Anch.</td> <td>2,180 m</td> <td>Prof.</td> <td>1,548 m</td> <td>Alt.</td> <td>1,413 m</td> </tr> </table>						CLIENTE						P. ERGOMAQ	23-0294	P. CLIENTE	CORT-PUNZ DEFROSTER SALIDA TRASERA (AC0021)			AÑO DE FABRICACIÓN		MAYO - 2024				ALIMENTACIÓN	24VDC + GND	-	Hz	10	A	PRESIÓN	6 Bares	PESO	550	Kg		DIMENSIONES	Anch.	2,180 m	Prof.	1,548 m	Alt.	1,413 m
CLIENTE																																										
P. ERGOMAQ	23-0294	P. CLIENTE	CORT-PUNZ DEFROSTER SALIDA TRASERA (AC0021)																																							
AÑO DE FABRICACIÓN		MAYO - 2024																																								
ALIMENTACIÓN	24VDC + GND	-	Hz	10	A																																					
PRESIÓN	6 Bares	PESO	550	Kg																																						
DIMENSIONES	Anch.	2,180 m	Prof.	1,548 m	Alt.	1,413 m																																				

Imagen 98. Placa CE.

## 4. Conclusiones y trabajo futuro.

Finalmente, cabe destacar que este proyecto se trata de una máquina lista para su uso, gracias a que se trata de una máquina que se ha montado en la realidad, esto me ha supuesto una motivación extra y me ha permitido entender y resolver las dudas de una forma más vistosa y fácil que si lo hubiera tenido que resolver sobre los planos.

También quiero destacar que nunca había estudiado nada de neumática, ni de diseño eléctrico a este nivel hasta que realice estas prácticas y que por tanto a supuesto un gran reto personal, aportándome conocimientos nuevos a parte de los adquiridos durante el grado.

Una futura mejora que se ha pensado, sería intentar minimizar aún más los ciclos de trabajo para poder aumentar la producción ya que pocas mejoras pueden realizarse ya que es la primera vez que se realiza dentro de la empresa la novedad de la rampa para acumular pizzas terminadas ahorrando gran tiempo de trabajo al operario.



## 5. Bibliografía.

- [1]: <https://automatizacionmaquinas.wordpress.com/2013/08/22/maquina-o-cuasi-maquina/>
- [2]: [BPI0099 \(BPI 8M4A5P-2K-B0-KPXL0-050\) Junction blocks - BALLUFF](#)
- [3]: [HDC HE 16 MS 17-32 | Grupo 10 \(weidmueller.com\)](#)
- [4]: [BCC089P \(BCC M415-M415-M415-U0003-000\) Conectores T - BALLUFF](#)
- [5]: [OGT500 - Sistema de reflexión directa - ifm](#)
- [6]: [https://www.automation24.es/sensor-fotoelectronico-reflex-para-objetos-transparentes-datalogic-952001271-s5n-pa-5-t01-pp?gad\\_source=1&gclid=Cj0KCQjwgJyyBhCGARIsAK8LVLOfUn\\_F6OYd4u3JbFkBBEvOuJq3rQ-64hbPq808JSJmq399FjrrqYaApdHEALw\\_wcB](https://www.automation24.es/sensor-fotoelectronico-reflex-para-objetos-transparentes-datalogic-952001271-s5n-pa-5-t01-pp?gad_source=1&gclid=Cj0KCQjwgJyyBhCGARIsAK8LVLOfUn_F6OYd4u3JbFkBBEvOuJq3rQ-64hbPq808JSJmq399FjrrqYaApdHEALw_wcB)
- [7]: [15\\_02.qxd \(smcpneumatics.com\)](#)
- [8]: <https://es.rs-online.com/web/p/valvulas-neumaticas-de-accionamiento-electrico/7013163>
- [9]: <https://es.rs-online.com/web/p/valvulas-neumaticas-de-accionamiento-electrico/7975087>
- [10]: [Product Datasheet | Telemecanique Sensors](#)
- [11]: <https://eref.se.com/ar/es/web-product-data-sheet/product-pdf/XCSD3919G13>
- [12]: <https://telemecaniquesensors.com/es/es/product/reference/XCSPA791>