



**Universidad de Valladolid**



**ESCUELA DE INGENIERÍAS  
INDUSTRIALES**

**UNIVERSIDAD DE VALLADOLID**

**ESCUELA DE INGENIERIAS INDUSTRIALES**

**Grado en Ingeniería en Tecnologías Industriales**

**Estandarización de un puesto de montaje  
para fabricación de bandejas**

**Autora:**

**Abarquero Moreda, Marina**

**Tutor:**

**Izquierdo Millán, Segismundo  
Organización de Empresas**

**Valladolid, junio de 2015**



## **Resumen:**

El presente proyecto diseña un puesto estandarizado de corte y montaje para bandejas de automóviles, incluyendo tanto el diseño del proceso como el diseño de los componentes y mecanismos del puesto de corte y montaje.

Mediante el análisis y la mejora de los procesos y métodos actuales, el nuevo puesto estándar será más flexible y robusto, permitiendo que las operaciones de acabado se realicen sobre bandejas que difieran en dimensiones, gama y componentes, lo que permite aumentar la competitividad, productividad y calidad de cara a nuevos mercados.

El diseño del puesto incluye aspectos mecánicos, de automatización y de comunicación. A su vez, se concebirá el puesto sobre los pilares de la seguridad y ergonomía, respetando los criterios que la organización de la producción de la industria del automóvil requiere hoy en día.

**Palabras clave:** Estandarización, ergonomía, flexibilidad, innovación tecnológica y calidad.

## **Abstract:**

This project presents a design of a standardized cutting and assembly work station for package trays, including the design of the process as well as the design of the components and mechanisms of the cutting and assembly machine.

Based on an analysis of several existing cutting and assembly work stations, the new standardized machine will be more flexible and more robust, being able to process different kinds of package trays, with different dimensions and for different brands. This will allow an increase in productivity, competitiveness and quality in both current and prospective markets.

The work station design requires solving mechanical, automation and communication issues. It also requires a close consideration of the principles of safety and ergonomics, and of the current norms and standards related to processes and organization in the automotive industry.

**Key words:** Standardization, ergonomics, flexibility, technologic innovation and quality.



## **Índice de contenidos:**

1.	INTRODUCCIÓN Y OBJETIVOS DEL PROYECTO .....	1
1.1.	Ámbito .....	1
1.2.	Alcance.....	2
1.3.	Objetivos .....	2
1.4.	Metodología de trabajo.....	3
2.	ESTUDIO DE MERCADO.....	5
2.1.	Objetivo .....	5
2.2.	Proceso de estudio.....	5
2.3.	Resultados obtenidos .....	5
2.3.1.	Tipo de bandeja .....	6
2.3.2.	Componentes de bandeja.....	7
2.3.2.1.	Bandejas móviles.....	7
2.3.2.2.	Bandejas fijas.....	10
2.3.3.	Dimensiones de bandejas .....	10
2.3.2.3.	Anchura de bandeja móvil.....	11
2.3.2.4.	Profundidad de bandeja móvil .....	11
3.	ANÁLISIS DEL PROCESO ACTUAL .....	13
3.1.	Proceso actual de producción de bandejas .....	13
3.2.	Proceso actual de acabado de bandejas .....	16
4.	PROBLEMÁTICA ACTUAL .....	18
4.1.	Elevada superficie de ocupación .....	18
4.2.	Bajo rendimiento de puestos de corte y montaje .....	19
4.3.	Elevado número de puestos de acabado .....	23
5.	MEJORAS SOBRE LOS PUESTOS DE TRABAJO ACTUALES .....	24
5.1.	Eliminación de las operaciones manuales no saludables.....	24
5.2.	Unificación del puesto de corte y montaje .....	25
5.3.	Sistema único de marcado de bandeja .....	26
5.4.	Adecuación del sistema productivo al JIT (Just in Time) .....	28
5.5.	Adaptación del puesto a la demanda (Layout).....	30
5.6.	Producción con cero defectos .....	31
6.	DISEÑO DEL PUESTO .....	32
6.1.	Documentos de referencia .....	32
6.2.	Definición de la anchura del puesto .....	34

6.3.	Definición de la posición de la bandeja .....	41
6.4.	Definición del cambio rápido de utillaje .....	46
6.5.	Definición del armario eléctrico y su posición.....	50
6.6.	Definición de la altura de trabajo.....	52
6.7.	Esfuerzos en el puesto de trabajo.....	55
6.8.	Operaciones de carga y descarga .....	57
6.9.	Definición del Autoeject .....	59
6.10.	Definición del transporte del puesto.....	62
6.11.	Control de Calidad en el proceso .....	63
6.12.	Definición de la luminaria .....	65
6.13.	Definición de seguridades .....	67
6.14.	Definición del aprovisionamiento de componentes.....	74
6.15.	Interfaz hombre máquina .....	77
6.16.	Mantenimiento y uso posterior del puesto.....	80
7.	FUNCIONAMIENTO DEL PUESTO .....	81
7.1.	Colocación de los componentes por el operario .....	82
7.2.	Colocación de la bandeja por el operario .....	82
7.3.	Movimiento del soporte a la zona de corte .....	84
7.4.	Operación de corte.....	85
7.5.	Movimiento del soporte a la zona de montaje .....	87
7.6.	Operación de montaje.....	87
7.7.	Operación de marcado.....	89
7.8.	Preparación para el Autoeject .....	89
8.	SECUENCIACIÓN DE OPERACIONES.....	90
8.1.	Secuencia genérica.....	90
8.2.	Secuencia de corte.....	93
8.3.	Secuencia de montaje de componentes .....	94
8.4.	Secuencia de marcado .....	98
8.5.	Secuencia de cambio de utillaje .....	99
9.	INSTALACIONES: AUTOMATISMO, NEUMÁTICA Y COMUNICACIÓN.....	100
9.1.	Fundamento de la instalación .....	100
9.2.	Profinet.....	101
9.3.	Entradas al autómeta .....	103
9.3.1.	Clasificación de los sensores .....	103
9.3.2.	Funcionamiento eléctrico de un sensor.....	106

9.3.3.	Transmisión de las señales al autómeta .....	109
9.4.	Salidas del autómeta-actuadores .....	112
9.4.1.	Cilindros neumáticos.....	113
9.4.2.	Retenedores .....	113
9.4.3.	Reguladores de caudal - estranguladores.....	114
9.4.4.	Electroválvulas.....	115
9.4.5.	Conexión neumática rápida.....	120
9.4.6.	Unidad de tratamiento de aire comprimido.....	122
9.5.	Explicación de esquemas .....	123
9.5.1.	Objetivo .....	123
9.5.2.	Denominación.....	123
9.5.3.	Simbología .....	124
9.5.4.	Interruptor principal .....	125
9.5.5.	Fuente de alimentación .....	125
9.5.6.	Configuración del autómeta .....	126
9.6.	Interconexión.....	130
9.6.1.	Entradas a la CPU.....	130
9.6.2.	Salidas de la CPU .....	131
9.6.3.	Conexiones de los módulos de entrada de seguridad Profisafe.....	132
9.6.4.	Conexiones de los módulos de salida de seguridad Profisafe.....	134
10.	RESULTADOS OBTENIDOS .....	135
10.1.	A.M.F.E. ....	135
10.1.1.	Introducción al A.M.F.E.....	135
10.1.2.	Características principales del A.M.F.E. ....	135
10.1.3.	Documento del A.M.F.E. ....	135
10.2.	Propuestas del nuevo Layout .....	143
10.2.1.	Layout actual.....	143
10.2.2.	Futuro Layout .....	144
10.3.	Tiempo de ciclo.....	146
10.4.	Work Content (WC).....	147
10.4.1.	Work Content actual .....	147
10.4.2.	Futuro Work Content.....	148
10.5.	Cumplimiento de los 20 criterios FES.....	149
10.6.	Resultados del diseño.....	150
11.	GANTT DEL PROYECTO.....	152

12. PRESUPUESTO DEL PROYECTO.....	153
12.1. Costes del proyecto.....	153
12.2. Cálculo de costes.....	154
12.2.1. Costes de personal.....	154
12.2.2. Costes de amortización.....	157
12.2.3. Costes de material.....	158
12.2.4. Gastos generales.....	158
12.3. Resumen de los costes del proyecto.....	159
13. CONCLUSIONES.....	161
14. BIBLIOGRAFÍA Y RECURSOS DE INTERNET.....	163
15. ANEXOS.....	165
15.1 Anexo I: Estudio de mercado.....	165
15.2 Anexo II: Señales y electroválvulas.....	169
15.3 Anexo III: Esquemas eléctricos, neumáticos y de comunicación.....	173



## **Índice de figuras:**

Figura 1: Componentes de bandeja móvil.....	7
Figura 2: Número de bandejas por componente .....	9
Figura 3: Componentes de bandeja fija.....	10
Figura 4: Anchura de bandejas móviles .....	11
Figura 5: Profundidad de bandejas móviles.....	11
Figura 6: Sección de bandeja móvil.....	13
Figura 7: Soldadura por vibración.....	15
Figura 8: Movimientos articulares límites .....	24
Figura 9: Sistema de marcado de bandejas .....	27
Figura 10: Aplicación del JIT.....	30
Figura 11: Alzado de placa base (medidas en milímetros) .....	40
Figura 12: Tipos de cambio de utillaje.....	47
Figura 13: Alzado de placa base .....	49
Figura 14: Posición del armario eléctrico .....	51
Figura 15: Simulación del sistema Ergoswiss.....	54
Figura 16: Superficie de carga y descarga .....	57
Figura 17: Funcionamiento de Autoeject .....	61
Figura 18: Elementos de transporte del puesto .....	62
Figura 19: Sistema Poka-Yoke .....	64
Figura 20: Cámara de seguridad SICK .....	68
Figura 21: Umbrales de quemadura.....	68
Figura 22: Tamaño de abertura admisible.....	70
Figura 23: Superficie de manipulación de racks .....	75
Figura 24: Aprovisionamiento de racks .....	76
Figura 25: Localización de racks.....	76
Figura 26: Distancia elementos de información.....	77
Figura 27: Componentes principales del puesto .....	81
Figura 28: Alojamiento de omega .....	82
Figura 29: Vista trasera del soporte .....	83
Figura 30: Vista delantera del soporte .....	84
Figura 31: Posiciones del soporte.....	84
Figura 32: Clasificación de pisadores.....	85
Figura 33: Dimensiones máximas de cilindros de corte .....	86
Figura 34: Cilindros de corte de cordones .....	86

Figura 35: Sistema montaje cordón .....	87
Figura 36: Sistema montaje omega.....	88
Figura 37: Sistema montaje bumper .....	88
Figura 38: Tecnología Profinet y Profibus.....	102
Figura 39: Final de carrera mecánico.....	104
Figura 40: Sensor inductivo.....	105
Figura 41: Sensor magnético .....	105
Figura 42: Clasificación de sensores en función de su aporte de energía .....	106
Figura 43: Sensor magnético de 2 hilos.....	108
Figura 44: Sensor inductivo de 3 hilos .....	108
Figura 45: Nodo de 8 conectores.....	110
Figura 46: Esquema instalación neumática.....	112
Figura 47: Cilindro de doble efecto.....	113
Figura 48: Reguladores de caudal .....	115
Figura 49: Componentes de electroválvula.....	117
Figura 50: Bloque de electroválvulas de 12 mm Ø.....	118
Figura 51: Bloque de electroválvulas de 6 mm Ø.....	119
Figura 52: Montaje de TST .....	120
Figura 53: Módulos neumáticos del Harting.....	120
Figura 54: Harting 1.....	121
Figura 55: Harting 2.....	121
Figura 56: Conector Switch .....	127
Figura 57: Evolución de pantalla digital .....	127
Figura 58: Modo de detección de fallo cruzado.....	133
Figura 59: Layout actual .....	143
Figura 60: Futuro Layout .....	144
Figura 61: WC actual.....	147
Figura 62: Futuro WC.....	148
Figura 63: Vista general del puesto con operario .....	150
Figura 64: Vista general del puesto .....	150
Figura 65: Vista del cambio rápido de utillaje.....	151
Figura 66: Vista del Autoeject .....	151

## **Índice de tablas:**

Tabla 1: Clasificación de bandejas .....	6
Tabla 2: Medidas representativas de bandejas móviles .....	12
Tabla 3: Medidas representativas de bandejas fijas.....	12
Tabla 4: Superficie de ocupación en Olmedo y Marckolsheim .....	18
Tabla 5: TRS % de puestos de acabado .....	22
Tabla 6: Evolución de puestos de corte y montaje .....	26
Tabla 7: Métodos tradicionales de control de calidad.....	31
Tabla 8: Distribución de bandejas opción 3 a).....	37
Tabla 9: Distribución de bandejas opción 3 b) .....	37
Tabla 10: Distribución de bandejas opción 3 c) .....	38
Tabla 11: Comparación de posibles opciones .....	39
Tabla 12: Posturas de trabajo .....	41
Tabla 13: Catálogo de sistema Ergoswiss .....	54
Tabla 14: Cálculo de esfuerzos .....	55
Tabla 15: Esfuerzos de trabajo permitidos .....	56
Tabla 16: Clasificación de esfuerzos .....	58
Tabla 17: Clasificación de Luminaria.....	66
Tabla 18: Cálculo de la distancia mínima (S).....	72
Tabla 19: Distancia mínima en función de la resolución .....	73
Tabla 20: Distancia de elementos de información a los ojos .....	78
Tabla 21: Simbología de esquemas .....	124
Tabla 22: Clasificación del IPR.....	136
Tabla 23: Recopilación de los 20 criterios FES.....	149
Tabla 24: Total horas/año efectivas.....	153
Tabla 25: Coste horario €/hora.....	155
Tabla 26: Total coste personal.....	156
Tabla 27: Total coste de amortización.....	157
Tabla 28: Total gastos generales.....	158
Tabla 29: Resumen de costes del proyecto .....	159



### **Abreviaturas:**

AMFE: Análisis Modal de Fallos y Efectos.

AST: Acoustic and Soft Trim.

CPU: Unidad Central de Procesamiento.

DI: Digital Inputs.

DO: Digital Outputs.

FES: Faurecia Excellence System.

HSE: Human Security and Ergonomics.

I+D+i: Investigación, Desarrollo e Innovación.

IP: Internet Protocol.

IPR: Índice De Prioridad de Riesgo.

JIT: Just In Time.

PES: Poliéter Sulfonas.

PLC: Controlador Lógico Programable.

POE's: Piezas de Origen Externo.

PP: Polipropileno.

PU's: Packaging Units.

SMED: Single Minute Exchange of Die.

TPA: Truck Preparation Area.

TRS: Tasa de Rendimiento Sintético.

WC: Work Content.



## 1. INTRODUCCIÓN Y OBJETIVOS DEL PROYECTO

### 1.1. Ámbito

El presente proyecto consiste en la realización de un estudio completo sobre la estandarización y mejora de un puesto actual de corte y montaje para bandejas de automóviles.

El desarrollo de dicho proyecto ha tenido lugar en la empresa Faurecia Automotive.

Faurecia es una empresa global de automoción especializada en el diseño, desarrollo, fabricación y entrega de componentes de automóviles en sus cuatro líneas de productos claves:

- Asientos para automóviles
- Tecnologías de control de emisiones
- Sistemas de interior de automóviles**
- Sistemas de exterior de automóviles

Faurecia es una empresa internacional de la industria del automóvil y cuenta con 105.000 empleados repartidos en 34 países, que abastecen a los principales fabricantes de automóviles a través de plataformas mundiales.

AST, a su vez, es una línea de producto dentro de sistemas de interior de automóviles con 1.800 empleados implantada en 21 plantas de producción, 3 centros de desarrollo en 14 países diferentes, siendo el número 1 en Europa.

Entre sus clientes se encuentran marcas como Volkswagen, Audi, Renault, Mercedes, Ford, Seat, Citroën y Opel.

Los productos que AST diseña y fabrica son:

- |  |                                 |
|--|---------------------------------|
| • Guarnecido de habitáculos                | 3 millones de piezas/año        |
| • Guarnecido de maleteros                  | 4 millones de piezas/año        |
| • Insonorización de salpicaderos           | 3 millones de piezas/año        |
| • Insonorización de compartimento de motor | 1 millón de piezas/año          |
| • <b>Bandejas traseras</b>                 | <b>4 millones de piezas/año</b> |

## **1.2. Alcance**

Este proyecto tiene como finalidad marcar las líneas directrices para la posterior materialización de un puesto de corte y montaje estándar de bandejas traseras de automóviles que solucione los problemas que presentan los puestos actuales.

La implantación de dicho puesto permitirá la completa sustitución de los puestos actuales, los cuales están destinados de forma exclusiva e individual a cada bandeja. Con el desarrollo de la nueva idea, en un mismo puesto común se podrán fabricar distintos tipos de bandejas.

Dicha sustitución abarcará todas las plantas de la división AST en las cuales se fabrican bandejas traseras de automóviles: Marckolsheim (Francia), Legnica (Polonia), Olmedo (España), Pardubice (República Checa), Pitesti (Rumanía), Saint-Quentin (Francia), Washington (U.K.), Beijing (China), Tooscalusa (EE.UU.) y East London (Sudáfrica).

El diseño de dicho puesto no se verá limitado por la demanda actual de la empresa, sino que tendrá en cuenta una posible futura ampliación en el mercado de clientes, que podrían demandar características distintas a las actuales.

Por lo tanto, será necesario un estudio preliminar, no sólo de las necesidades actuales, sino del resto del posible mercado al que Faurecia tiene acceso. A su vez, se recogerán las necesidades de los clientes y las soluciones que ofrece la competencia. Esta será la única forma de asegurar el principal objetivo, que es la estandarización.

## **1.3. Objetivos**

El objetivo principal del diseño del puesto es que cumpla con la función de estandarización, sirviendo como solución a todas las necesidades tanto actuales como futuras.

Se perseguirá que el proyecto cumpla con las especificaciones de los procesos de fabricación actuales. Esto conllevará la inclusión de mejoras e innovaciones en todos los ámbitos: seguridad y ergonomía, mecánica, automatización, disposición del puesto, interfaz hombre-máquina...



Además, se detallarán algunos aspectos con el objetivo de proponer a empresas y particulares especializadas en la fabricación de utillaje una manera de realizar su función, una vez arranque la producción de dicho puesto.

Finalmente, la fase de diseño culminará con la realización del documento técnico A.M.F.E., diseños 3D, esquemas eléctricos y neumáticos, diagramas de funcionamiento, así como la elaboración de pliegos de condiciones técnicas cuya validación simboliza el final del estudio del proyecto, dando comienzo a la futura etapa de fabricación del puesto.

#### **1.4. Metodología de trabajo**

Para poder llevar a cabo un estudio y mejora del método de trabajo actual se ha decidido seguir el siguiente procedimiento:

1. Observación del proceso de trabajo actual: en esta etapa se analizará el modo en que ese trabajo se realiza mediante un análisis visual de varios puestos de producción en diferentes plantas.
2. Criticar ese trabajo: partiendo de la suposición de que ese proceso se puede mejorar y en algunas partes aplicar otras soluciones innovadoras, se trata de criticar dicho trabajo, cuestionando la forma de realización del mismo.
3. Seleccionar el trabajo que se debe mejorar e idear un nuevo método: poner en práctica las ideas o alternativas mejores al método actual que han surgido como consecuencia de habernos cuestionado dicho método.
4. Definir el nuevo método: se debe realizar un informe donde se deberá dejar constancia de las mejoras del nuevo método. Por una parte debe describir el tipo de herramientas y equipos que el nuevo método necesita y por otra parte debe intentar describir lo más claramente posible ese nuevo método, pensando en las personas a la que va a ir dirigido dicho informe.
5. Implantación del nuevo método: conseguir la aceptación del nuevo método por parte de las personas implicadas.







## **2. ESTUDIO DE MERCADO**

### **2.1. Objetivo**

La estandarización requiere el pleno conocimiento sobre las necesidades del producto que se va a fabricar. El estudio proporciona información de la demanda actual del mercado, acerca de los aspectos más relevantes que condicionarán el diseño del puesto de acabado:

- el tipo de bandeja
- los componentes de cada bandeja
- las dimensiones de la bandeja

Una vez conocida toda la información, se dará paso a la etapa de toma de decisiones, donde se establecerá el perfil de bandejas al que se destinará el puesto de acabado. Esta etapa es decisiva, pues será el punto de partida del diseño del bastidor y del utillaje.

### **2.2. Proceso de estudio**

Desde el 12 de febrero al 6 de marzo de 2015 se visitó un total de 12 concesionarios localizados en la provincia de Valladolid: Seat, Mercedes, BMW, Volvo, Citroën, Renault, Skoda, Peugeot, Fiat, Lancia, Alfa Romeo y Honda.

También se recopiló información contactando con distintos proveedores y fábricas en Faurecia: Olmedo, Marckolsheim y Legnica, al igual que se partió de las previsiones de demanda de la empresa del 2015 al 2020.

Se registraron finalmente un total de 92 bandejas, cuya información se presenta en el Anexo I.

### **2.3. Resultados obtenidos**

La bandeja forma parte del sistema interior de un automóvil, posicionándose en la parte trasera de este.

Cumple una función protectora del maletero, a la vez que una función estética, ya que queda a la vista del cliente.

### 2.3.1. Tipo de bandeja

Analizando los maleteros de automóviles de distintos concesionarios, se llega a la primera clasificación según la *Tabla 1*:

Bandeja	Descripción	Tipo de coche	Imagen
Estor	Versión "Station Wagon". Lona enrollable semi-rígida que cubre el maletero.	Algún todo-terreno.	
Fija	Versión de 4 puertas. Bandeja rígida y permanente, con posibilidad de alojamiento de altavoces, estor, tercera luz de freno, cavidad de cinturón de seguridad...	Generalmente en automóviles de gama alta.	
Móvil	Versión de 3/5 puertas. Bandeja rígida pivotante en la parte delantera, y sujeta a la puerta del maletero por su parte trasera.	Algún todo-terreno, coches de gama media, gama alta.	

*Tabla 1: Clasificación de bandejas*

La primera conclusión a la que se llega es la enorme versatilidad del producto a fabricar. Cada categoría de bandeja muestra un proceso de fabricación muy distinto. Además, cada tipo de bandeja ofrecerá unos servicios al cliente que dependerán de la gama del automóvil. Por estas razones, será fundamental establecer el tipo/ tipos de bandeja al que estará destinado el puesto de acabado.

De los tres tipos de bandejas analizadas, el estor se descartará desde el principio, porque Faurecia no trabaja este tipo de producto.

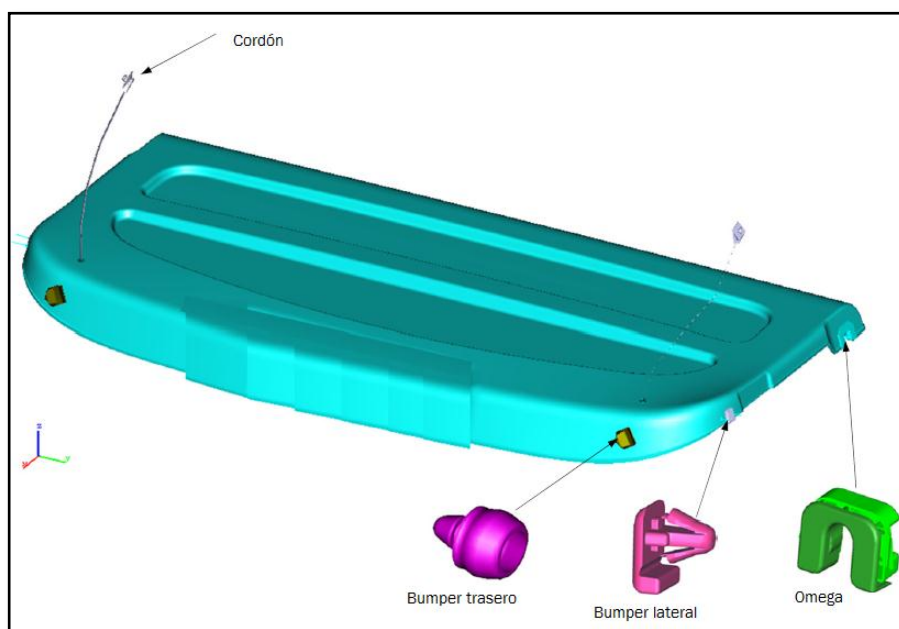
La única decisión que se parte desde el principio, es la estipulada por el proceso de fabricación de las plantas en Faurecia: el puesto estará destinado esencialmente a las bandejas móviles, intentando abarcar el máximo número posible, pero con posibilidad de ser compatible con un utillaje de bandeja fija.

Por esta razón, el estudio se centrará a partir de ahora en bandejas móviles sin descartar las fijas.

### 2.3.2. Componentes de bandeja

#### 2.3.2.1. *Bandejas móviles*

Los componentes posibles que puede alojar una bandeja móvil son cinco. La *Figura 1* muestra una bandeja completa con cuatro de estos componentes:



*Figura 1: Componentes de bandeja móvil*

Los componentes de una bandeja móvil son:

- Cordones: durante el abatimiento de bandeja, acompañan el movimiento de apertura del portón trasero del maletero. Fabricadas con PES y PP con extremos de PP inyectados. Difieren entre ellos principalmente en la longitud del cordón y la forma del extremo.
- Bumpers traseros: evitan vibraciones y ruido entre la bandeja y otros componentes del vehículo durante su movimiento. Fabricados con PP inyectado y caucho flexible. Se utilizan en bandejas cuya parte trasera tiene forma cóncava, de manera que el contacto se realiza en las esquinas y no en el centro.
- Bumpers centrales: sirven de contacto entre la parte trasera de la bandeja y el portón trasero del maletero. Evitan vibraciones y ruido entre la bandeja y otros componentes del vehículo durante su movimiento. Fabricados con PP inyectado y caucho flexible. Se utilizan fundamentalmente en bandejas cuya parte trasera tiene forma convexa.
- Bumpers laterales: sirven de contacto entre la parte trasera de la bandeja y el portón trasero del maletero. Evitan vibraciones y ruido entre la bandeja y otros componentes del vehículo durante su movimiento. Fabricados con PP inyectado y caucho flexible. No existen diferencias considerables entre los bumpers laterales de las distintas bandejas.
- Omegas: dos piezas clipadas por la parte exterior e interior de la bandeja mediante pestañas, hacen la función de eje de giro al abatir la bandeja. Fabricadas con PP inyectado. No existe una gran variedad de esta pieza respecto al resto de bandejas.

De las 92 bandejas móviles analizadas, se anotó el tipo y el número de componentes que tenía cada una, y los resultados se recogen a continuación, en la *Figura 2*:



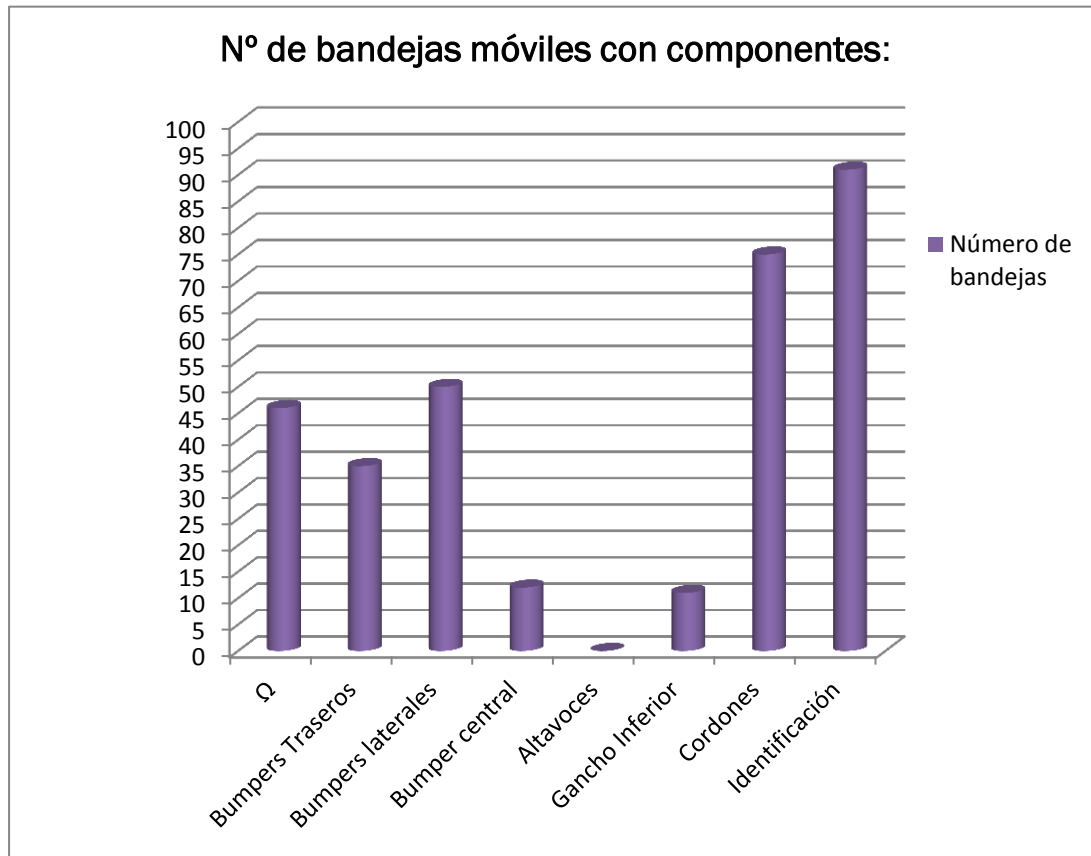


Figura 2: Número de bandejas por componente

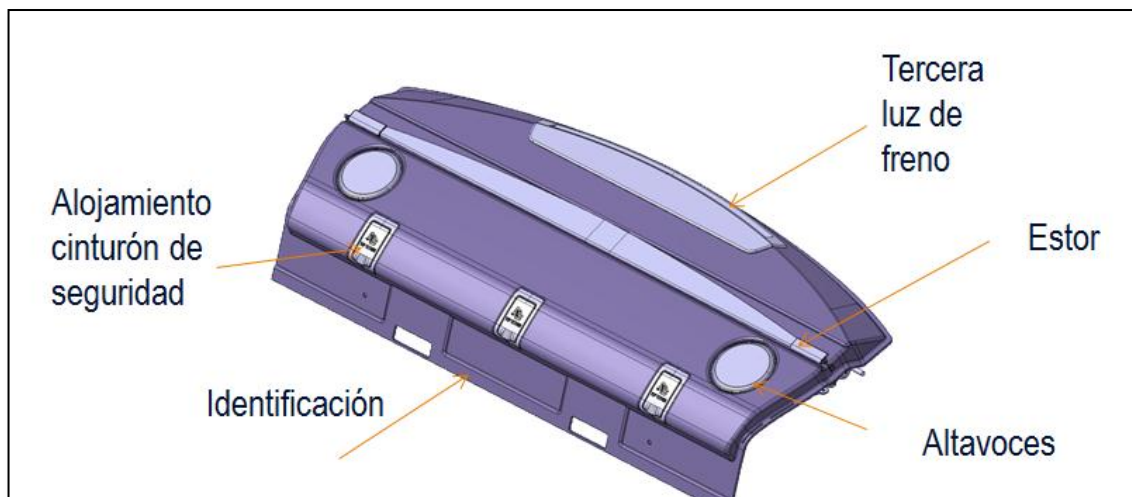
Analizando los resultados obtenidos se llega a las siguientes conclusiones:

- Ninguna bandeja móvil lleva integrada altavoces, luego este componente no se tendrá en cuenta en el diseño del puesto de montaje.
- El gancho inferior es el segundo componente minoritario, tan sólo 11 bandejas tienen este componente. Además, como se explicará en el capítulo 3, “Análisis del proceso actual”, este componente necesita un montaje mediante soldadura. Debido a la complejidad de dicho montaje se necesitan máquinas especializadas.
- La identificación es el componente mayoritario, puesto que casi la totalidad de los clientes lo demandan en sus productos. Se tendrá en cuenta este aspecto a la hora de diseñar el puesto.

- Los bumpers centrales y traseros no son compatibles en una misma bandeja. Esto quiere decir que una bandeja puede tener o bumpers traseros, un bumper central o ninguno de los dos, pero nunca los dos a la vez.

### 2.3.2.2. Bandejas fijas

De este tipo de bandejas, se necesita tener una idea aproximada de los componentes que pueden requerir, que aparecen en la *Figura 3*:



*Figura 3: Componentes de bandeja fija*

Las principales conclusiones de este apartado son:

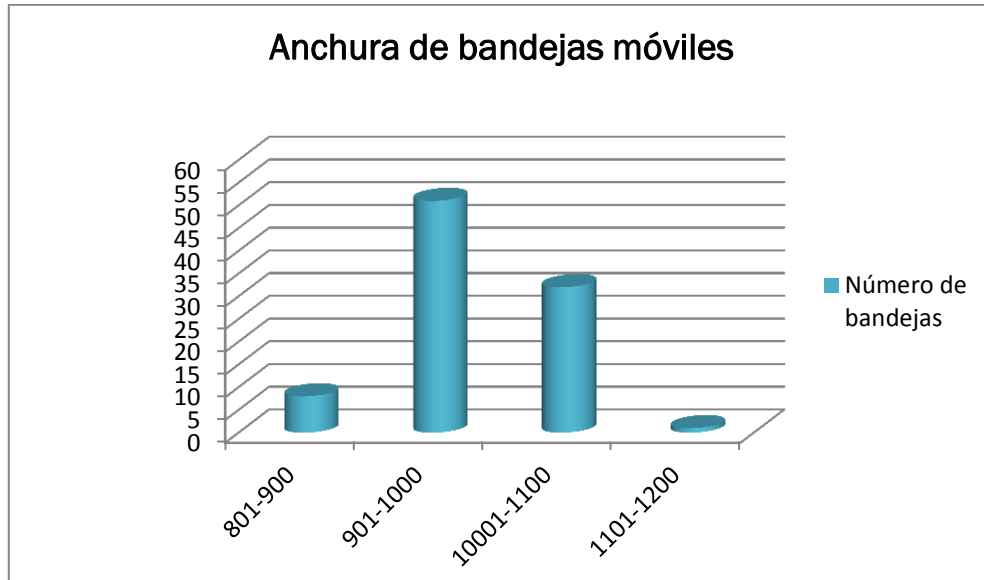
- Todos los componentes de una bandeja fija se montan en su parte delantera, trasera, superior o inferior, pero ninguno se monta en los laterales de dicha bandeja.
- La necesidad de estar ancladas a los asientos traseros del vehículo obliga a tener una superficie inclinada de alrededor de 90°.
- Los alojamientos de estos componentes presentan formas más complicadas que para el caso de una bandeja móvil.

### 2.3.3. Dimensiones de bandejas

Las dos medidas más importantes que condicionarán el diseño del bastidor serán el ancho y la profundidad de las bandejas. Por ello se procedió a la medida de dichas dimensiones para cada una.

### 2.3.2.3. Anchura de bandeja móvil

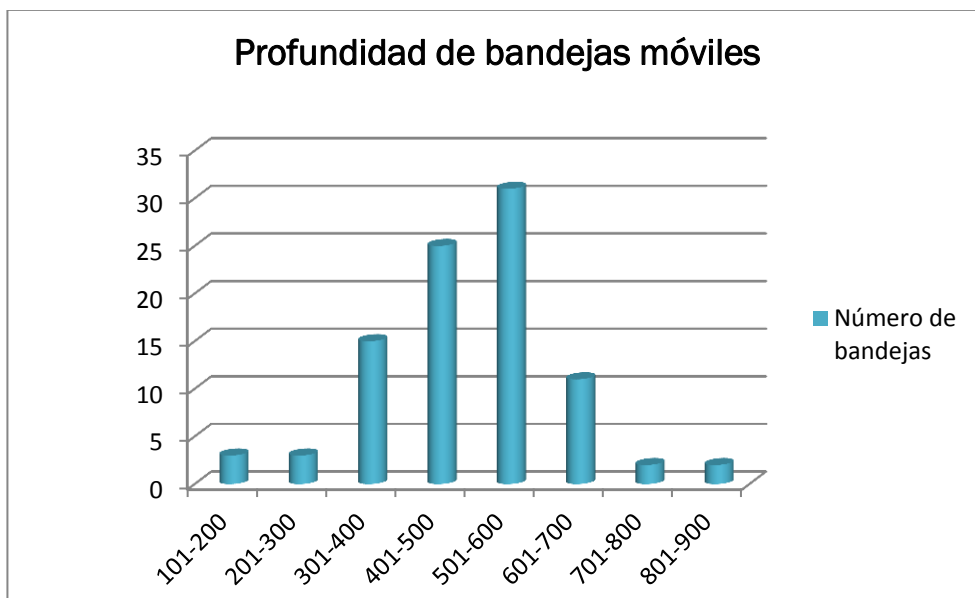
En la *Figura 4* se muestra la dispersión de las bandejas en diferentes intervalos de anchura, representados en milímetros:



*Figura 4: Anchura de bandejas móviles*

### 2.3.2.4. Profundidad de bandeja móvil

La *Figura 5* muestra la dispersión de las bandejas en diferentes intervalos de profundidad, en milímetros



*Figura 5: Profundidad de bandejas móviles*

De las medidas tomadas, son de especial interés los valores límites de cada dimensión, recogidos en las siguientes tablas.

Aunque no se hizo un estudio detallado de bandejas fijas, se tomaron medidas orientativas de las bandejas representativas, recogidos en la *Tabla 3*, al igual que el para el caso de bandejas móviles, recogidos en la *Tabla 2*:

Bandejas móviles		Milímetros	Vehículo
Anchura	Máximo	1130	Skoda Yeti
	Mínimo	850	BMW 418
Profundidad	Máximo	845	Dacia Duster
	Mínimo	160	Citroën C4 Picasso

*Tabla 2: Medidas representativas de bandejas móviles*

Bandejas fijas		Milímetros	Vehículo
Anchura	Máximo	1300	Peugeot 508
	Mínimo	1135	Mercedes Clase C
Profundidad	Máximo	760	Volkswagen Passat 4d
	Mínimo	240	Ford C-max

*Tabla 3: Medidas representativas de bandejas fijas*

### 3. ANÁLISIS DEL PROCESO ACTUAL

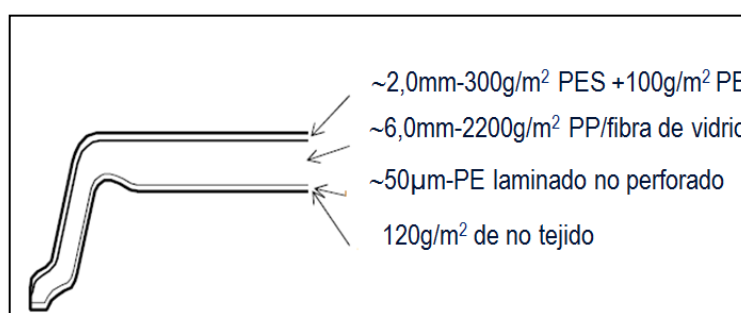
Como se aclaró en el capítulo 2, “Estudio de mercado”, la fabricación de bandejas traseras en Faurecia está destinada actualmente a la producción de bandejas móviles exclusivamente, aunque se prevé una futura ampliación del mercado donde entre cabida la fabricación de bandejas fijas.

#### 3.1. Proceso actual de producción de bandejas

El proceso de fabricación de las bandejas traseras consta de las siguientes etapas:

##### 1. Entrada de materia prima en rollos o en placas:

- Moqueta superior: cuya función es dar un aspecto visual y un tacto agradable a la parte superior de la bandeja.
- Moqueta inferior: ligeramente más fina, con la misma función que la moqueta superior. Dotada de una capa de polietileno que al calentarse tiene una función adherente. También llamada “No-tejido”. También quedará a la vista, pero de forma menos frecuente que la moqueta superior.
- Capa de polietileno laminado no perforado: su función es evitar que las fibras de vidrio atraviesen el “No-tejido” y que el usuario corra el riesgo de estar en contacto con dichas fibras.
- Sommold: material con 50% de fibra de vidrio y 50% de polipropileno, encargado de dar rigidez a la bandeja, situado entre la moqueta superior e inferior. (ver *Figura 6*)



*Figura 6: Sección de bandeja móvil*

La densidad superficial aproximada se calcula como:

$$\rho_{\text{superficial}} = \rho_{\text{No Tejido}} + \rho_{\text{Sommold}} + \rho_{\text{Moqueta}} = 120 \frac{\text{g}}{\text{m}^2} + 2200 \frac{\text{g}}{\text{m}^2} + 400 \frac{\text{g}}{\text{m}^2} = 2720 \frac{\text{g}}{\text{m}^2}$$

Siendo la superficie máxima de la bandeja:

$$\begin{aligned} \text{Superficie (m}^2\text{)} &= \text{ancho máximo} * \text{profundidad máxima} \\ &= 0,113\text{m} * 0,845\text{m} = 0,954 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

El peso orientativo de una bandeja con el que se trabajará a partir de ahora se calculará con la *Ecuación 1*:

$$\begin{aligned} \text{Peso máximo bandeja} &= \rho_{\text{superficial}} * \text{superficie(máxima)} = \\ 2660 \frac{\text{g}}{\text{m}^2} * 0,954\text{m}^2 &= 2,72 \frac{\text{kg}}{\text{bandeja}} \quad (\text{Ecuación 1}) \end{aligned}$$

2. Almacenamiento de materia prima: el almacenamiento se realiza en estanterías a diferentes alturas, en una zona apartada de la línea de producción.
3. Termo-conformado:
  - 3.1 Calentamiento del Sommold: el Sommold se calienta para que adquiera flexibilidad y luego poder ser moldeado. Se calienta haciendo pasar una corriente de aire caliente, la cual entra a una temperatura de 218 °C, y sale del Sommold a 213 °C, una vez lo ha atravesado. Con ello se consigue que el Sommold se caliente a la temperatura de 188 °C.
  - 3.2 Corte de moqueta superior e inferior: se corta mediante un disco o un hilo caliente, para conseguir la medida necesaria de moqueta por bandeja.
  - 3.3 Colocación en sándwich de los tres materiales: preparación del material para el moldeo, se puede hacer de forma automática o manual.
  - 3.4 Moldeo de bandeja: mediante una prensa hidráulica de 250 toneladas con molde de acero, dotado de un circuito de agua que circula dentro del molde y permite refrigerar la pieza. Posteriormente se corta la periferia de la bandeja mediante un punzón macho-matriz. Los moldes son

específicos de cada bandeja, se cambian mediante la técnica de SMED cada vez que se necesite fabricar una nueva referencia, mediante mesas de espera y carros con rodillos en su superficie, que permiten la entrada y la salida del molde con ayuda de un operario.

4. Almacenamiento: stock intermedio ordenado por referencias.

5. Puestos de acabado:

5.1. Soldadura: Es una operación de acabado opcional. Se requiere para el montaje de componentes específicos como el gancho inferior. Hay dos procedimientos diferentes utilizados:

- Vibración lineal (ver *Figura 7*): los materiales están en contacto y apretados bajo presión. La fuerza exterior en forma de vibraciones está aplicada de manera que active el movimiento entre estas partes ya que la dirección del movimiento es perpendicular a la dirección de la carga de presión. Las partes oscilan con una amplitud relativamente pequeña que suele ser de 0,9 mm a la frecuencia de oscilación de 240 Hz (frecuencia alta) o de 2 mm a 100 Hz de frecuencia (frecuencia baja) en el plano de unión. Posibilita la fusión de piezas de cualquier forma, ya que cualquier material termoplástico se puede soldar (Emerson Industrial Automation, 2007).



*Figura 7: Soldadura por vibración*

- Ultrasonido: consiste en la transformación de la energía eléctrica en energía térmica. Partiendo de la corriente alterna industrial de 230 V a 50 Hz, un generador se encarga de transformarla en corriente alterna de alta

frecuencia. Esta corriente es convertida mediante un transductor piezoeléctrico en vibraciones mecánicas con la misma intensidad, y se transmiten por el sonotrodo de forma perpendicular. Estas vibraciones hacen frotar la bandeja con la pieza, creándose en la zona de contacto un calor producido por la fricción. Como resultado se plastifica localmente el material, de manera inseparable. Como condición, ambos materiales tienen que haber sido contruidos con material termoplástico de igual o similar punto de fusión (Melero, 2010).

- 5.2. Corte de agujeros para el alojamiento de componentes: bumpers traseros, bumpers delanteros, omegas y cordones.
  - 5.3. Montaje de componentes y marcaje: el montaje se puede realizar de forma manual o automática. El marcaje se hace de forma automática que permite identificar cada bandeja y asegurar su trazabilidad.
6. Almacenamiento de producto acabado: stock final ordenado por entregas en el almacén (TPA).

### **3.2. Proceso actual de acabado de bandejas**

A continuación se describe detalladamente el conjunto de etapas de acabado que siguen las bandejas:

- Puesto de corte:
  - El operario transporta la bandeja del stock intermedio hasta el puesto de corte.
  - Un conjunto de cilindros neumáticos accionan punzones de corte macho/matriz sobre las bandejas para el alojamiento posterior de componentes.
  - El operario retira la bandeja y la transporta al siguiente puesto.
- Puesto de soldadura: este puesto es opcional y su funcionamiento ya viene definido y detallado por el fabricante.
- Mesa de preparación: esta mesa es opcional. De manera manual, el operario monta algunos o la totalidad de los componentes sobre la bandeja. Para alguno de ellos requerirá la ayuda de herramientas de apoyo como unos alicates.



- Puesto de montaje:
  1. El operario transporta la bandeja desde el puesto anterior hasta el puesto de montaje.
  2. De manera automática, manual o una combinación de ambas, seguido de un proceso opcional de Poka-yoke, se montan todos los componentes en los alojamientos previstos para cada bandeja.
  3. Mediante un sistema de marcado a 180 °C se graba en la parte inferior de la bandeja la información requerida por el cliente: (número de referencia, marca del vehículo...)
  4. El operario retira la bandeja y la transporta al siguiente puesto.
- Mesa de acabado: esta mesa es opcional. En el caso de requerirlo, la bandeja será aspirada manualmente para retirar las fibras sobrantes o se limpiará mediante una lija que retire las fibras de vidrio que sobresalen de la moqueta.
- Stock final: el operario deposita la bandeja en contenedores móviles de dimensiones específicas, con lonas separadoras. Posteriormente, se transportan al almacén de producto acabado.

Los puestos de corte y montaje actuales son máquinas-útil compactas dedicadas a cada producto (dos máquinas por cada tipo de bandeja) con:

- Parte mecánica: estructura de bastidor.
- Parte neumática: accionamientos.
- Automatismo: autómata, detectores...
- Seguridades: ergonomía, barreras...
- Parte de utillaje: específica de cada bandeja.

## 4. PROBLEMÁTICA ACTUAL

### 4.1. Elevada superficie de ocupación

Las etapas descritas de la 1 a la 4 incluidas, son comunes en el proceso de fabricación de cualquier bandeja móvil.

El proceso de acabado difiere de cada tipo de bandeja, debido a que cada una demanda componentes distintos en forma, tamaño, posición, necesitando en algunos casos el proceso de soldadura.

La forma de solucionar esta diversidad en la actualidad es mediante un conjunto de puestos de acabado específicos para cada bandeja. Estudiando el Layout de las plantas de Olmedo y Marckolsheim se obtienen los resultados de la *Tabla 4*.

El número de puestos corresponde al número de bandejas que el cliente demanda, ocupando una superficie total de 129,27 m<sup>2</sup>, y 227,50 m<sup>2</sup>, respectivamente. Esto se convierte en un problema, cuando lo evaluamos de forma económica. Cada metro cuadrado de ocupación repercute en un gasto económico por la compra de dicha parcela, de manera que el espacio disponible se debería ocupar de la forma más rentable posible.

Además, la disposición de la planta debe planificarse previendo futuros cambios, como la ampliación del número de puestos de fabricación, la disposición actual es poco flexible ante cambios de producción. (Espejo Ruiz, 2010). Estos requisitos no se cumplen en los Layouts de las plantas actuales analizadas.

Plantas	Número de puestos	Superficie/puesto (m <sup>2</sup> )	Superficie total (m <sup>2</sup> )
Olmedo	4	14,32	129,27
		47,75	
		35,65	
		31,55	
Marckolsheim	5	39,37	227,50
		47,03	
		47,24	
		64,50	
		29,36	

*Tabla 4: Superficie de ocupación en Olmedo y Marckolsheim*

## 4.2. Bajo rendimiento de puestos de corte y montaje

Para llevar a cabo el estudio del rendimiento de los puestos actuales tenemos que trabajar sobre el principal indicador industrial: *la tasa de rendimiento sintético (TRS)*.

La TRS es un indicador del rendimiento global de un equipo. La teoría es que un equipo puede estar fabricando durante 24 horas al día 365 días al año. Las variables que influyen sobre la TRS son:

- El tiempo que no se trabaja (por ejemplo, fin de semana o noches).
- El rendimiento que se saque a la máquina o proceso.
- El tiempo en el que no existe pedido de fabricación.
- El número de cambios de modelo y el tiempo empleado en ellos.
- El tiempo en el que no se produce calidad buena.
- El tiempo de parada por falta de aprovisionamiento de productos.
- El tiempo de averías.
- El tiempo de arranques y parada de las instalaciones.
- El tiempo de mantenimiento preventivo.
- El tiempo de ensayos de nuevas industrializaciones en la máquina.
- Cualquier otro tiempo que impida realizar producción buena.

La TRS se expresa en porcentaje, y es adimensional. Un porcentaje alto, es en parte bueno, porque indica que los puestos de trabajo están trabajando a un buen rendimiento global, pero por otra parte es malo, porque ante una subida repentina de demanda, los puestos no van a poder absorber la producción y hay que comprar nueva maquinaria.

En particular, en la industria automovilística, la TRS se calcula sobre 5 días a la semana, dejando el fin de semana para un posible aumento de necesidades.

Definimos como TRS el resultado de aplicar la *Ecuación 2*:

$$TRS = \frac{T_c * N}{24 * 3600} \quad (\text{Ecuación 2})$$

Siendo:

- $N$ : nº de piezas buenas fabricadas diariamente (piezas/día).
- $T_c$ : el tiempo de ciclo de la máquina. Se define como el tiempo que transcurre entre la producción de dos unidades consecutivas en un puesto

sin contar los tiempos de espera. El tiempo de ciclo está ligado al proceso y es un indicador de su rapidez. (s/pieza) (Suñe Torrents, Gil Vilda, & Arcusa Postils, 2004).

La variable “NOT TRS” equivale a “1-TRS”, y engloba las causas principales que causan una parada en la producción:

1. Sub-carga (máquina parada), o paradas programadas.
2. Averías.
3. Fabricación de piezas malas.
4. Disfuncionamiento de organización (no hay material u operario).
5. Cambio de utillaje (SMED), según el estándar de Faurecia, se permite hasta un 10% del tiempo para hacer cambios de utillaje.
6. Micro paradas (averías de menos de 5 minutos, ralentizaciones de ciclo).

Se calculan las TRS de los puestos de acabado actuales de Olmedo aplicando la *Ecuación 2*:

- Estimación de N: se toma el máximo volumen de demanda de los años de producción de cada bandeja, desde el 2015 hasta el 2019. Posteriormente se divide entre el número de días laborales, 225 en nuestro caso, y con ello se obtiene la máxima demanda diaria de bandejas:

$$N = \frac{\text{Máximo volumen anual}}{225}$$

- Estimación del tiempo de ciclo (Tc): para ello se necesita el objetivo máximo diario sin paradas que se obtendrá consultando la información del tablero de marchas.

El tablero de marchas permite el control instantáneo de la producción dando el primer aviso sobre desviaciones. Es un tablero de información cuyo objetivo y utilidad básica es medir el desempeño y diagnosticar adecuadamente la situación real de la empresa. El rol del tablero de marchas es el de proporcionar un soporte de información cualitativa y cuantitativa que permitirá tomar decisiones con un menor grado de incertidumbre (iYPyC, 2012).

En la planta de la fábrica de Olmedo, se consulta en cada tablero de marchas el objetivo máximo de piezas por hora correspondiente a la hora que no registre incidencias. Se calcula el Tiempo de Ciclo, que no es más que la inversa de dicho objetivo, y pasándolo a las unidades de trabajo: segundos/pieza:

$$T_c = \frac{3600}{\text{Objetivo máximo } \left(\frac{\text{piezas}}{\text{hora}}\right)}$$

- Cálculo de la TRS: (ver ecuación 2)

El estándar de Faurecia exige un TRS del 85 % durante un periodo de trabajo de 5 días a la semana, y en caso que haya una capacidad adicional del 20% o necesidades excepcionales se utilizará el sábado como día de trabajo. El domingo se considerará como la última solución posible.

La razón de exigir un TRS del 85% es que el 10% restante se destina a cambios rápidos de utillaje, y el 5% a averías, paradas programadas, mala organización, no calidad, esperas...

Observando la *Tabla 5*, las TRS están por debajo del 85%, cifra de referencia admisible en el estándar de Faurecia, no siendo admisible su rendimiento actual. Esto se debe principalmente al bajo volumen de producción.

Los puestos de acabado permanecen en espera la mayor parte del tiempo de producción, porque la demanda de bandejas destinada a cada puesto es demasiado baja.

El único puesto de acabado que se acerca a la cifra permitida de TRS, es el puesto destinado a fabricar las bandejas del modelo Opel Corsa. Especialmente la bandeja C 4530 Z es la que más demanda actual tiene. Esto parece ser un dato favorable, pero cuenta con una desventaja importante: ante un posible aumento de demanda de la bandeja C 4530 Z es impredecible que el puesto por sí solo pueda satisfacerla.

Código del proyecto	Nombre del vehículo	Tipo de producto	Objetivo de producción/año					Máximo objetivo por año	Máximo objetivo por día	Objetivo por hora T.M.	Tc (s/bandeja)	TRS%
			2015	2016	2017	2018	2019					
B 12 L	Pulsar	Actual	54.000	66.330	59.697	53.727	48.355	66.330	295	50	72	<b>24,57%</b>
G 1UO	Mokka	Actual	88.000	79.200	71.280	64.152	0	88.000	391	48	75	<b>33,95%</b>
C 344 A	C-Max	Actual	66.880	60.192	54.173	48.756	48.756	66.880	297	50	72	<b>24,77%</b>
C 344 B	C-Max	Actual	58.080	52.272	47.045	42.340	42.340	58.080	258	53	68	<b>20,29%</b>
C 4470	Meriva	Actual	60.526	54.473	0	0	0	60.526	269	48	75	<b>23,35%</b>
C 4530 Z	Corsa	Actual	66.792	60.113	54.102	0	0	66.792	297	72	50	<b>17,18%</b>
C 4530 E	Corsa	Actual	74.800	67.320	60.588	0	0	74.800	332	72	50	<b>19,24%</b>
C 4530 Z	Corsa	Actual	211.508	190.357	171.321	0	0	211.508	940	72	50	<b>54,40%</b>

Tabla 5: TRS % de puestos de acabado

### **4.3. Elevado número de puestos de acabado**

Este problema surge del análisis de los dos anteriores.

El elevado número de puestos de acabado, repercute económicamente no solo en la superficie que ocupan dentro de la planta, sino en la elevada inversión y el coste de mantenimiento que ello conlleva.

La instalación eléctrica, hidráulica y neumática de la planta a su vez, tiene que estar preparada con un gran número de acometidas para alimentar a todos los puestos.

Dentro de las bandejas que se fabrican, un porcentaje pequeño corresponde a las llamadas bandejas exóticas, como piezas de recambio que el cliente demanda con una baja frecuencia. En la actualidad, si se desea fabricar este tipo de bandejas se les dedica exclusivamente un puesto de acabado.

Otra desventaja es, que debido a la falta de estandarización, la formación sobre cada puesto de trabajo hacia los operarios y el personal de mantenimiento es particular y diferente para cada puesto.

Por último, otra gran desventaja es el gran número de piezas de recambio de mantenimiento distintas necesarias que sólo son compatibles con un puesto de acabado, siendo inservibles en el resto, debido a la carencia de estandarización.

Los problemas de los puestos de acabado actuales se pueden resumir en:

- x Superficie de ocupación elevada en planta: repercute en un gasto económico.
- x La TRS de cada puesto no cumple con el mínimo exigido en Faurecia: escasa productividad del puesto.
- x Costes elevados de inversión y mantenimiento.
- x Necesidad de formación específica a personal de mantenimiento y operarios.
- x Gran número de piezas de recambio de mantenimiento distintas necesarias.

## 5. MEJORAS SOBRE LOS PUESTOS DE TRABAJO ACTUALES

### 5.1. Eliminación de las operaciones manuales no saludables

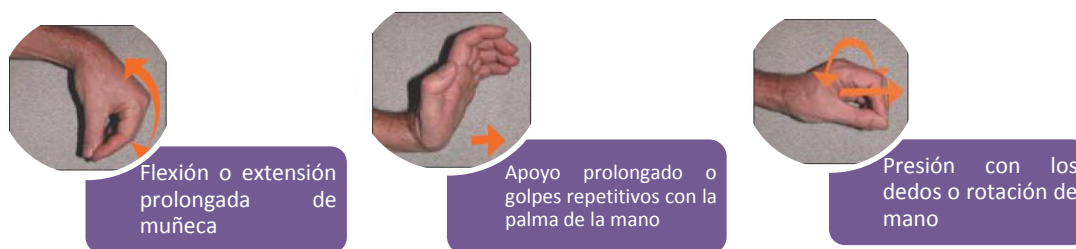
La mesa de preparación está destinada exclusivamente a que el operario realice un pre-montaje o montaje manual de los diferentes componentes. Las distintas operaciones requeridas son:

- Clipar: montaje de omegas, cordones...
- Apretar: montaje de bumpers laterales, traseros y centrales con ayuda de un alicate. Comprobación de montaje de omegas.
- Roscar: montaje de algunos bumpers.

Los principales factores que originan riesgos biomecánicos son:

- Realización de esfuerzos.
- La repetitividad de los movimientos.
- Los movimientos articulares límites.

Una de las peores consecuencias, y lamentablemente, de las más frecuentes, es el síndrome del túnel carpiano, como consecuencia de movimientos manuales como los ejemplos de la *Figura 8*:



*Figura 8: Movimientos articulares límites*



Las recomendaciones para evitar dichos problemas son:

- Prohibir posiciones articulares límites: limitar los niveles de esfuerzo y la repetitividad de movimientos que aumenten la fatiga y la incomodidad. La secuencia de operación debe ser analizada desde la etapa de diseño.
- Para un trabajo repetitivo, organizar los cambios de tarea para que los movimientos realizados durante el día sean variados.
- Conceder descansos (tiempo de recuperación) tanto físicos como mentales.
- Favorecer los movimientos fáciles y naturales, dividir el trabajo entre las diferentes partes del cuerpo de acuerdo a su capacidad.
- Tener en cuenta la versatilidad y los límites humanos.

Por ello, la primera mejora que se implantará es la automatización de dichas operaciones, de forma que ninguna de ellas se realice de forma manual.

## 5.2. Unificación del puesto de corte y montaje

En esta mejora influye de manera importante el tiempo de ciclo de acabado completo de la bandeja. Uno de los objetivos principales del nuevo puesto de acabado es que tenga un elevado TRS, como se explicó en el capítulo 4. Un elevado TRS implica una mayor producción de bandejas por hora de trabajo. Esto, sin embargo, es difícil de conseguir si no se logra reducir el tiempo que tarda la bandeja en ser troquelada y montada.

Una actividad que consume mucho tiempo de ciclo, y sin embargo se puede prescindir de ella, es el transporte de la bandeja de un puesto a otro por el operario.

Unificando el puesto de corte y montaje en uno sólo, acortaremos el recorrido de la bandeja por los distintos puestos, disminuyendo el tiempo de ciclo, aumentando la TRS y reduciendo el número de puestos de acabado.

En la *Tabla 6* se muestra la futura situación en los años 2016 y 2020 en cuanto al número de puestos de trabajo, la TRS, el volumen de producción y el número de piezas por puesto, siguiendo la solución actual o aplicando la nueva solución:

Evolución de puestos de corte y montaje		Legnica		Marckolsheim		Olmedo	
		2016	2020	2016	2020	2016	2020
Solución actual	Nº Puestos	6	8	12	8	5	8
	TRS %	54%	53%	21%	26%	38%	45%
	Volumen de producción	4962	7515	3711	3014	3000	5700
	Piezas/puesto	827	939	309	377	600	713
Solución Nueva	Nº Puestos		5		2		4
	TRS %		74%		63%		80%
	Volumen de producción		7515		3014		5700
	Piezas/puesto		1503		1507		1425

Tabla 6: Evolución de puestos de corte y montaje

Se observa un aumento considerable de la TRS, reduciendo el número de puestos a la mitad. El volumen de producción es el mismo, pero las piezas fabricadas por puesto aumentan exponencialmente.

### 5.3. Sistema único de marcado de bandeja

La operación final de acabado de bandeja consiste en el grabado de la información técnica requerida por el cliente mediante un sistema de marcado a elevada temperatura.

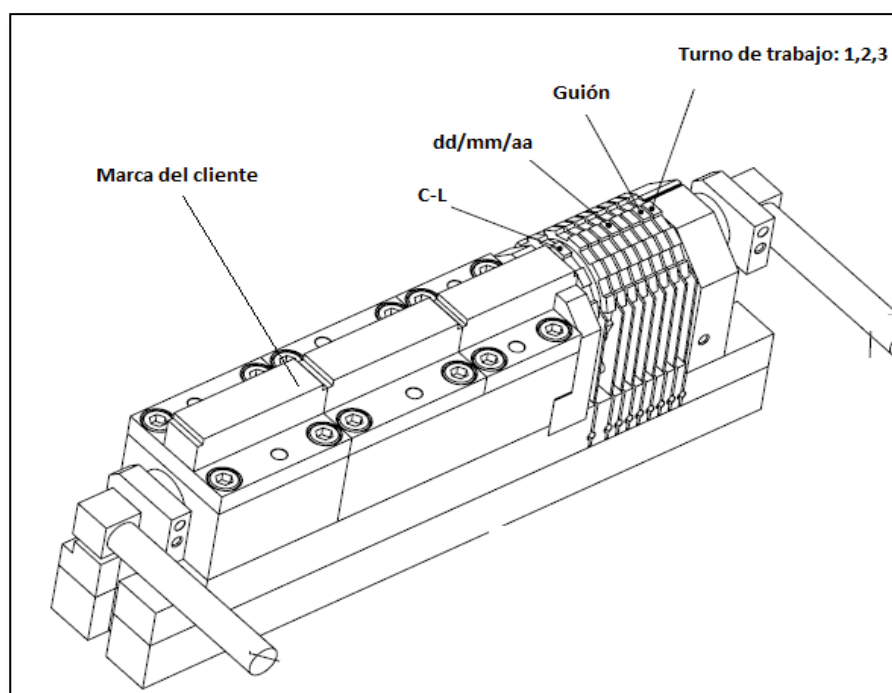
El sistema de marcado consiste en una placa superior rígida y una placa inferior a elevada temperatura donde un soporte aloja las piezas metálicas encajadas en dicho eje que contienen la información respectiva. Mediante dos resistencias colocadas de forma longitudinal a lo largo del soporte se consigue que las piezas alcancen una temperatura de 180 °C.

Un cilindro neumático aproxima el sistema de marcado al borde de la bandeja, y otro cilindro interior aprieta la placa inferior sobre la superior, quedando entre medias la bandeja.

Actualmente por cada puesto de acabado existe un sistema de marcado diferente, cuyos movimientos dependen del tamaño de la bandeja y de la zona de marcado de cada una.

El cliente suele demandar la misma información en el marcado de cada bandeja, suficiente para no perder la trazabilidad, como se aprecia en la *Figura 9*:

- Turno de trabajo: del operario que realizó la bandeja. Puede ser 1, 2 ó 3.
- Fecha de fabricación de la bandeja.
- Modificación respecto del diseño inicial: C-L.
- Marca del cliente: normalmente se pide el logo de la marca del vehículo: Renault, Opel, Skoda...



*Figura 9: Sistema de marcado de bandejas*

Sin embargo, el cliente no especifica la posición del marcado de trazabilidad, pudiendo localizarse en la parte más conveniente de la bandeja.

Entonces, lo que diferencia el marcado de las distintas bandejas es sólo la información de la marca del cliente, que actualmente está fija en una sola pieza metálica.

El objetivo es hacer que un mismo sistema de marcado tenga todas las marcas de clientes posibles, sin necesidad de tener un sistema de marcado por cada marca. De esta forma se consigue un sistema de marcado independiente del tipo de bandeja a fabricar.

Para ello, se concibe la información de la marca del cliente como una pieza móvil, capaz de rotar sobre su eje, alojando un total de 10 referencias distintas, correspondientes a 10 clientes diferentes. Su mecanismo funcionaría como el de las piezas que alojan la información de la fecha y del turno de trabajo, pero con un grosor superior, de 40 milímetros.

#### **5.4. Adecuación del sistema productivo al JIT (Just in Time)**

El sistema productivo implantado en Faurecia aplica los principios del Just in Time (JIT). El JIT es más que un sistema de gestión de la producción. Se desea servir a los clientes en el momento preciso, en la cantidad requerida, con productos de máxima calidad y a un precio competitivo.

Para ello el sistema productivo debe producir lo que se necesita, en el momento que se necesita y con la máxima calidad posible, optimizando el uso de los recursos.

Estos objetivos se consiguen utilizando un sistema flexible, asegurando la calidad, eliminando cualquier despilfarro y utilizando el mínimo de inventario posible. En resumen, sus objetivos se describen en "*los Cinco Ceros*":

- Cero stocks: los inventarios son un despilfarro, porque suponen tener inmovilizados recursos monetarios, lo que se traduce en un costo para la empresa. Además ocupan espacio y requieren vigilancia. Ocultan problemas que redundan en una gestión inadecuada: incertidumbre de entregas, averías, faltas de calidad, demanda incierta, cuellos de botella...

- Cero defectos: los defectos causan costos e irregularidades que acaban traduciéndose en stocks. Para disminuir los costos de defectos, se debe hacer bien las cosas a la primera.
- Cero averías: las averías causan retrasos y parones en la producción y son una de las causas que hacen que se mantengan stocks.
- Cero plazos: para disminuir los plazos se deben reducir tiempos no indispensables: de espera, de preparaciones, de tránsito, de inspección...
- Cero papel: insiste en la búsqueda de la simplicidad. Se intenta eliminar en la medida de lo posible cualquier burocracia.

Para planificar y controlar en el JIT, se sigue el principio de Heijunka (alisamiento). Este programa de producción permite amortiguar las variaciones de la demanda comercial produciendo, por pequeños lotes, varios modelos diferentes en la misma línea de producción. Así, se compensan las variaciones de la demanda de unos modelos con otros.

Para poder implementar el Heijunka y trabajar justo a tiempo es necesario trabajar con lotes pequeños. Para que esto sea posible, es necesario eliminar o disminuir los costos y tiempos de preparación.

El SMED (Single Minute Exchange of Die) es una herramienta para reducir el tiempo de cambio de utillaje, pero también puede utilizarse, con pequeñas modificaciones, para mejorar cualquier operación. Puede ser considerado un método de mejora continua.

Para conseguir un tiempo de cambio de utillaje rápido se deben clasificar las operaciones en internas y en externas:

- Operaciones internas: tienen que realizarse con la máquina parada (amarrar, posicionar, limpiar máquina...)
- Operaciones externas: pueden realizarse mientras la máquina está operando (buscar, trasladar, limpiar utillaje...)

El siguiente paso es convertir alguna operación interna en externa, es decir, que parte de ella o la operación entera se realice con la máquina en marcha. Varios ejemplos serían hacer pre-montajes, pre-reglajes, estandarizar alturas, conexiones, elementos de amarre...

Después se debe reducir al mínimo el tiempo de ajustes. Para ello se deben conseguir objetivos como: estandarizar la operación de preparación, utilizar sistemas de fijación rápida, adoptar medidas de preparación en paralelo,

mecanizar algunos procesos de separación... (FES equipment design, Febrero de 2012)

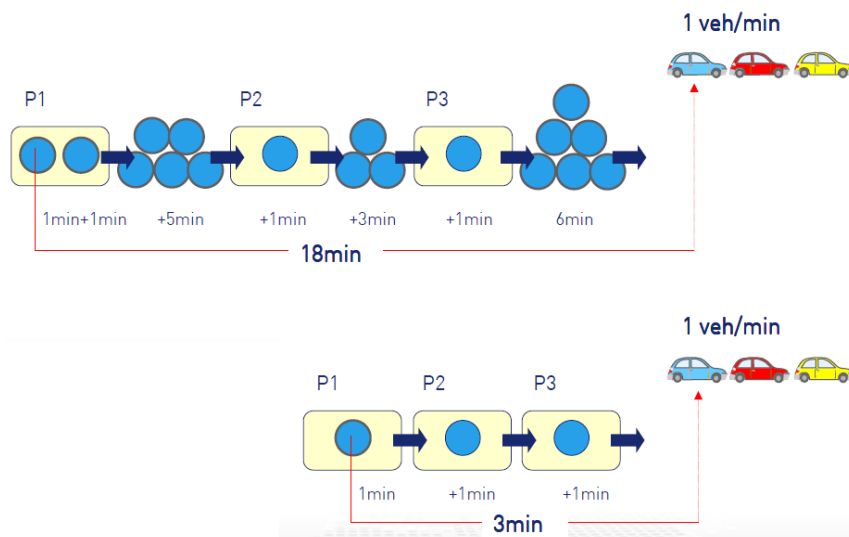


Figura 10: Aplicación del JIT

El objetivo es reducir al mínimo el tiempo en el que la pieza está en el proceso de producción hasta conseguir una pieza por flujo (*One piece flow*).

### 5.5. Adaptación del puesto a la demanda (Layout)

Esta necesidad surge al aplicar el JIT. Tiene un sentido especial, cuando el número de trabajadores debe reducirse por una disminución de la demanda, o ampliarse en caso de un aumento. Se denomina Shojinka a la alteración del número de trabajadores de una sección cuando cambia a su vez la demanda.

Para facilitar el Shojinka hay que conseguir:

- Diseño apropiado de la distribución en planta (Layout). La distribución en planta propia del Shojinka es la combinación de células / líneas en forma de U, ya que de esta forma el tipo de tareas a realizar por cada trabajador puede aumentarse o reducirse fácilmente.
- Personal versátil y bien entrenado. Trabajadores polivalentes.

## 5.6. Producción con cero defectos

Las técnicas de control de calidad tradicionales se recogen en la *Tabla 7*:

<b>Técnica</b>	<b>Descripción</b>	<b>Deficiencias</b>
Control por muestreo	Estimación de la calidad de un lote ya fabricado a partir de la inspección de una muestra	No asegura cero defectos. No se detecta el defecto en el momento. No aporta valor al producto.
Control estadístico del proceso	Inspección periódica in situ de una pequeña muestra para detectar desviaciones del proceso	No asegura cero defectos. Se puede tardar en detectar la desviación del proceso, depende de la frecuencia de control. No aporta valor al producto.
Control 100%	Inspección de todas las unidades producidas para eliminar las defectuosas	No es aplicable a todas las características. No detecta el defecto en el momento. Muy cara y no aporta valor al producto.

*Tabla 7: Métodos tradicionales de control de calidad*

Hoy en día, es impensable utilizarlas. Para ello se debe recurrir a una nueva técnica de aseguramiento de la calidad: Jidoka, que significa “automatización con un toque humano”. La filosofía del Jidoka es la siguiente: “es mejor producir la calidad que controlarla”.

Se consigue incorporando al proceso el control de calidad, de forma que la calidad se produzca y no se controle. Si existe alguna anomalía en el proceso se detendrá impidiendo que las piezas defectuosas avancen y se sigan produciendo.

Por tanto es necesario concebir el puesto de acabado como un proceso de control de calidad al mismo tiempo.

## 6. DISEÑO DEL PUESTO

Esta etapa llevada a cabo desde el 12 de marzo hasta el 17 de abril de 2015, finalizando con su validación el 20 de abril, constituye la más importante del proyecto, porque es en ella donde se debe tener en cuenta todos los aspectos relacionados con la máquina: la funcionalidad del puesto, la ergonomía, la seguridad, la economía...

### 6.1. Documentos de referencia

Esta fase se ha llevado a cabo siguiendo las directrices de documentos aportados por Faurecia, cuyo cumplimiento es cuanto menos recomendable, para asegurar un puesto lo más completo posible.

Dichos documentos son:

- Los 20 criterios guía para diseños de equipos en Faurecia (Faurecia Interior Systems, 2012): como su nombre indica, este documento consta de 20 guías generales que toda máquina debe cumplir, redactado en Julio de 2012. Este documento está presente en la empresa y se difunde durante la etapa de formación. Se ilustra de manera simple, pero con dibujos significativos, los criterios a tener en cuenta y los puntos claves.
- Memorándum de Ergonomía (Lesne, 2010): este documento se redactó por el deseo de Faurecia de reducir el estrés en el área de trabajo, para así conseguir:
  - ✓ Reducir el riesgo de accidentes.
  - ✓ Facilitar el trabajo del operario, permitiendo así ser más eficientes en términos de calidad y coste.
  - ✓ Conseguir que los puestos de trabajo sean accesibles al mayor número posible de trabajadores.

Este documento pretende contribuir a la mejora de las condiciones de trabajo. Presenta las normas esenciales que se deben aplicar durante el diseño del puesto de trabajo. Este memorándum constituye una herramienta diaria que será enriquecida en el futuro gracias a la experiencia que se va adquiriendo.

- Informe de evaluación de seguridad de la máquina (SIMECAL, 2015): el objeto de este informe es presentar a Faurecia el estudio de un puesto de



trabajo de montaje de componentes y mostrar las deficiencias encontradas para que puedan ser subsanadas. Los documentos de referencia para realizar este informe han sido:

- Norma EN ISO 13732-1:200/8 Ergonomía del ambiente térmico. Métodos para la evaluación de la respuesta humana al contacto con superficies.

- Norma UNE-EN ISO 13857 Seguridad de las máquinas. Distancias de seguridad para impedir que se alcancen zonas peligrosas con los miembros superiores e inferiores.

- Norma EN-ISO 13855:2010 Seguridad de las máquinas. Posicionamiento de los dispositivos de seguridad respecto a la velocidad de aproximamiento de las partes del cuerpo humano.

- Real Decreto 486/1997, de 14 de Abril, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud en los lugares de trabajo.

- Norma UNE-EN 894-2:1997+A1:2008 Seguridad de las máquinas. Requisitos ergonómicos para el diseño de dispositivos de información y órganos de accionamiento.

- Norma UNE-EN ISO 13850:2006 Seguridad de las máquinas. Parada de emergencia. Principios para el diseño.

- Norma UNE-EN ISO 13849-1:2006 Seguridad de las máquinas. Partes de los sistemas de mando relativas a la seguridad.

→ Requerimientos de equipos y maquinaria (Faurecia Interior Systems, 2011): requerimientos de seguridad y ergonomía HSE aplicados a maquinaria e instalaciones industriales.

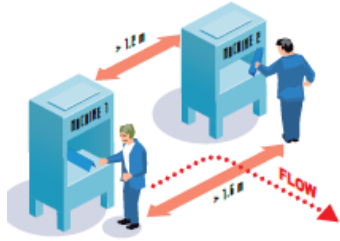
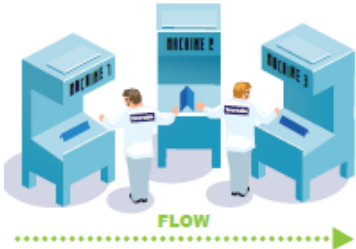
En cada etapa de definición que se describe a continuación, se hará referencia a cada uno de estos documentos cuando su uso haya sido necesario.

## 6.2. Definición de la anchura del puesto

La razón por la cual la anchura del puesto se define al principio, es debido a que condicionará el tipo de bandejas a la que estará destinado el puesto.

### Normas consideradas

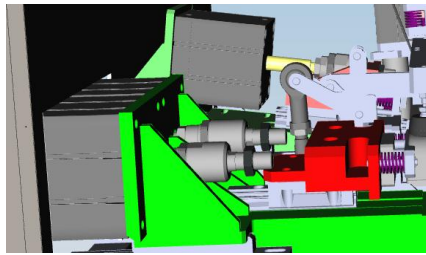

De los 20 criterios guía, se debe cumplir con el criterio 13º “el recorrido del operario es el más corto”:

Situación no correcta	No cumple el criterio 13º si:	Situación correcta
	<p>La distancia para ir de una máquina a otra está a más de un paso (máximo 1,20 m).</p> <p>La distancia entre dos operarios en línea es de más de 1,60 m (en el eje del cuerpo).</p> <p>Los operarios trabajan espaldas contra espaldas (porque aumenta el ancho de la U).</p>	

Del memorándum de Ergonomía se debe cumplir las condiciones de acceso al puesto:

Ancho de accesos al puesto	Condiciones de uso	Distancias mínimas (milímetros)
Acercamiento al puesto de trabajo o circulación de los operarios en la zona de trabajo	Acceso principal usado regularmente por una o varias personas	800
	Acceso secundario para operaciones frecuentes por una persona (mantenimiento, limpieza...)	600
	Acceso excepcional (incluye personal de mantenimiento)	500

Un aspecto importante que influye en el ancho del puesto es la forma de corte de los cilindros de troquelado:

Cilindros cortan desde el exterior	Cilindros cortan desde el interior
	
Anchura: 300 mm	Anchura: <150 mm
El corte es más preciso	Ocupan menos espacio
Aumentan la anchura del puesto	El corte es de peor calidad
	El cilindro requiere más fuerza

El troquelado se realizará, en la medida de lo posible, por fuera de la bandeja.

Se han barajado las siguientes opciones:

- Opción 1: placa base máxima.
- Opción 2: placa base mínima.
- Opción 3: placa base variable: bastidor extensible.
- Opción 4: placa base limitada.

Se denominará “Right (R)” a la distancia entre el lateral derecho de la bandeja y el extremo derecho de la placa base, espacio destinado para el utillaje.

Se denominará “Left (L)” a la distancia entre el lateral izquierdo de la bandeja y el extremo izquierdo de la placa base, espacio destinado para el utillaje.

### Opción 1

Todos los cilindros de troquelado cortarán por fuera, y todas las bandejas móviles medidas se cortarán por fuera.

De esta manera, el ancho de la placa base asciende a:

$$\begin{aligned} \text{Ancho placa base máxima (mm)} &= R + \text{Ancho bandeja (máxima)} + L \\ &= 300 + 1130 + 300 = 1730 \text{ mm} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Ancho placa base mínima (mm)} &= R + \text{Ancho bandeja (mínima)} + L \\ &= 300 + 850 + 300 = 1450 \text{ mm} \end{aligned}$$

### Opción 2

Todos los cilindros de troquelado cortarán por dentro, y todas las bandejas móviles medidas se cortarán por dentro.

De esta manera, el ancho de la placa base asciende a:

$$\begin{aligned} \text{Ancho placa base máxima (mm)} &= R + \text{Ancho bandeja (máxima)} + L \\ &= 150 + 1130 + 150 = 1430 \text{ mm} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Ancho placa base mínima (mm)} &= R + \text{Ancho bandeja (máxima)} + L \\ &= 150 + 850 + 150 = 1150 \text{ mm} \end{aligned}$$

### Opción 3

La placa base será de anchura variable. Mediante un mecanismo se adaptará la forma del bastidor para segmentos de bandeja. De esta manera, no existen restricciones en cuanto a la forma de troquelado.

El ancho de la placa base asciende a:

$$\text{Ancho placa base máxima (mm)} = \text{variable}$$

$$\text{Ancho placa base mínima (mm)} = \text{variable}$$

En este aspecto, es necesario especificar cuántos segmentos abatibles se necesitan y de qué tamaño será cada segmento abatible:

- a) 4 segmentos de 300 mm de diferencia

NÚMERO DE BANDEJAS			
6	0	85	1
ANCHURA DEL PUESTO ABATIBLE (mm)			
1100	1400	1700	2000

Tabla 8: Distribución de bandejas opción 3 a)

En el caso de dividir la anchura del bastidor en 4 segmentos de 300 mm de diferencia, los inconvenientes surgen observando simplemente la *Tabla 8* que un segmento está inutilizado y el segmento más amplio sólo se utiliza para una bandeja. Entre los dos segmentos restantes, hay una dispersión del 6,5%, insuficiente.

- b) 2 segmentos de 420 mm de diferencia

Con sólo dos segmentos se consigue una dispersión del 52%. La diferencia entre ambos segmentos es de 420 mm. Es una distancia pequeña comparada con la dificultad de elaboración de un mecanismo de abatimiento.

NÚMERO DE BANDEJAS	
48	43
ANCHURA DEL PUESTO ABATIBLE (mm)	
1580	1730

Tabla 9: Distribución de bandejas opción 3 b)

c) 2 segmentos de 600 mm de diferencia

Si el objetivo es conseguir una diferencia de segmentos de 600 mm, la dispersión que obtenemos es de tan solo 6,5%, luego ambos objetivos son incompatibles.

NÚMERO DE BANDEJAS	
6	86
ANCHURA DEL PUESTO ABATIBLE (mm)	
1300	1730

Tabla 10: Distribución de bandejas opción 3 c)

Como conclusión, la opción 3 presenta limitaciones importantes. Un número de segmentos mayor que dos es innecesario, luego la opción a) quedaría descartada. Entre las dos opciones restantes, ninguna ofrece dispersión equitativa a la vez que un ahorro del ancho del puesto considerable, luego, en caso de elegir la opción 3, habrá que decidir entre las opciones b y c.

#### Opción 4

La placa base estará limitada hasta cierto ancho de bandeja.

El ancho máximo elegido es de 1100 mm:

- Bandejas de anchura menor de 1100 mm: cilindros de troquelado por fuera.
- Bandejas de anchura mayor de 1100 mm: cilindros de troquelado por dentro.

De esta manera, el ancho de la placa base asciende a:

$$\begin{aligned} \text{Ancho placa base máxima (mm)} &= R + \text{Ancho bandeja (máxima)} + L \\ &= 300 + 1100 + 300 = 1700 \text{ mm} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Ancho placa base mínima (mm)} &= R + \text{Ancho bandeja (máxima)} + L \\ &= 300 + 850 + 300 = 1450 \text{ mm} \end{aligned}$$

Mediante la *Tabla 11* comparativa, se decidirá la mejor opción:

Opción	Placa base máxima	Ventajas	Inconvenientes
Opción 1	1730 mm	Todas las bandejas con cilindros de corte por fuera	Diferencia entre placa base máxima y mínima: 280mm
Opción 2	1430 mm	Placa base más compacta	-Necesidad de limitar a los utilleros a colocar cilindros por debajo - Diferencia entre placa base máxima y mínima: 280mm
Opción 3	variable	No hay restricciones de fabricación de utillaje.	-Mecanismo complicado. -Difícil de utilizar por el operario. -Necesidad de elegir entre una buena dispersión (b), o un gran ahorro de distancia
Opción 4	1700 mm	-La mayoría de las bandejas con cilindros de corte por fuera. -Segundo puesto compacto -Diferencia entre placa base máxima y mínima: 250 mm	

Tabla 11: Comparación de posibles opciones

### Decisión

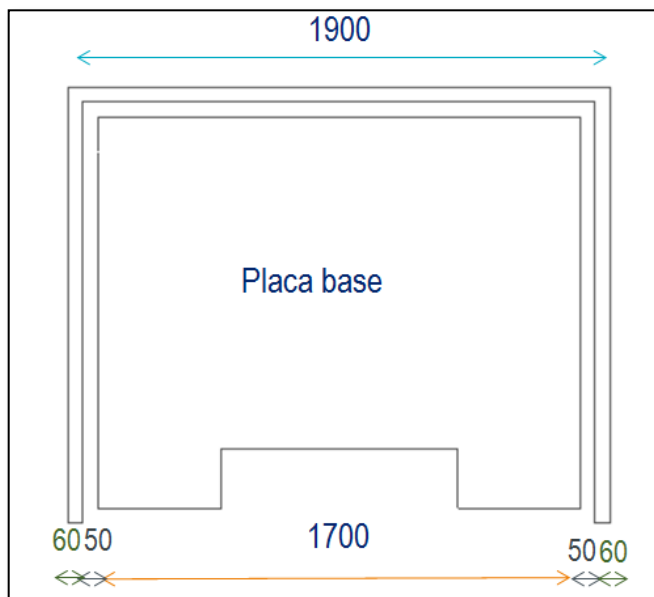
La opción 4 será la opción elegida. Según el estudio, esta opción nos permite que el 99% de las bandejas móviles se troquelen con los cilindros por fuera. Así se ahorran 30 mm de diferencia con la opción 1, que resultan de despreciar la bandeja del modelo “Skoda Yeti”, con una anchura de 1130 mm. Para bandejas como esta o con una anchura mayor a 1100 mm se realizará el corte con los cilindros por debajo.

A mayores, esta opción nos permitirá en el caso de una futura ampliación del mercado de producción, ser compatibles con las bandejas fijas de hasta 1700 mm de ancho, ya que como conclusión del estudio de mercado, las bandejas fijas no necesitan componentes laterales, y por lo consiguiente, no necesitarán cilindros laterales.

Además, se prevé dejar un espacio alrededor de la placa base de 50 mm de anchura para facilitar las conexiones, el cableado y las labores de mantenimiento.

Por último, se diseñará una estructura metálica con un espesor suficiente para soportar el peso del utillaje, con un perfil de 60 mm de anchura.

Teniendo en cuenta todas estas consideraciones, una vista superior del puesto quedaría como la *Figura 11*:



*Figura 11: Alzado de placa base (medidas en milímetros)*



### 6.3. Definición de la posición de la bandeja

La posición de la bandeja condicionará la posición de trabajo del operario dentro del puesto.



#### Normas consideradas

El memorándum de Ergonomía cumple una función muy importante en esta etapa del diseño. En primer lugar, se debe elegir la posición de trabajo del operario según la *Tabla 12*:

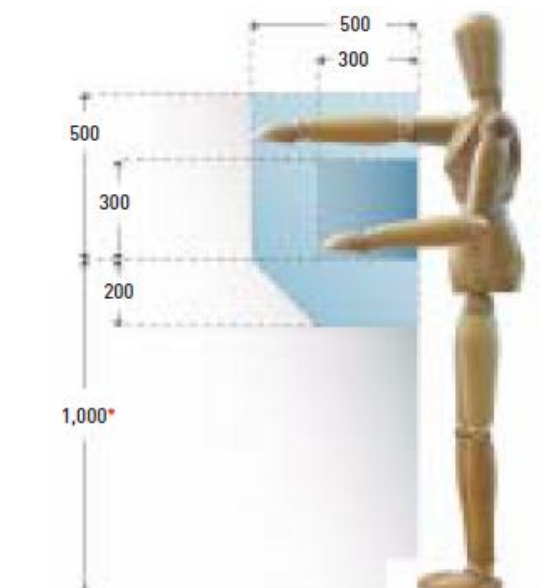
	Normalmente sentado	Sentado- de pie	De pie con apoyo	De pie
<b>Ventajas</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Reducción de fatiga</li> <li>• Mejor estabilidad</li> <li>• Mejor precisión en movimientos</li> <li>• Adaptabilidad al tamaño del operario</li> <li>• Facilidad de asignación de tareas a operarios con menos habilidades</li> </ul>			
		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Facilidad de cambiar la postura de trabajo</li> <li>• Posibilidad de alternar entre ambas posturas</li> <li>• Mejor visibilidad</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Gran libertad de movimiento de las extremidades superiores.</li> <li>• Posibilidad de pequeños movimientos.</li> <li>• Mayor fuerza de las extremidades superiores.</li> <li>• Mayor visibilidad.</li> </ul>	
<b>Inconvenientes</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Necesidad de espacio para las extremidades inferiores</li> <li>• El trabajo sentado restringe la circulación sanguínea y causa rápidamente fatiga muscular</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>• El trabajo dinámico aumenta la circulación sanguínea pero también aumenta el ritmo cardíaco.</li> </ul>	
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Postura estática</li> <li>• Restringe la superficie y el volumen de trabajo.</li> <li>• Bajo esfuerzo de trabajo</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Restringe la superficie y el volumen de trabajo.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Alta fatiga</li> </ul>

Tabla 12: Posturas de trabajo

De los 20 criterios guía, se debe cumplir con el criterio 1º:

Situación no correcta	No cumple el criterio 1º si:	Situación correcta
	<p>El puesto de trabajo no cumple con las normas de seguridad o con las regulaciones locales.</p> <p>El operario se enfrenta a un riesgo de daño o problemas ergonómicos.</p> <p>El confort del operario se podría mejorar fácilmente.</p>	

La postura de trabajo del operario en este puesto será de pie. Por lo tanto, para esta postura, se limitan la siguiente superficie de trabajo:



**Posición: de pie (hombre)**

Los valores de la figura indican la distancia de trabajo permitida en milímetros. Para puestos de trabajo cuyos operarios sean mujeres, se reducen las distancias marcadas con (\*) 100 milímetros.

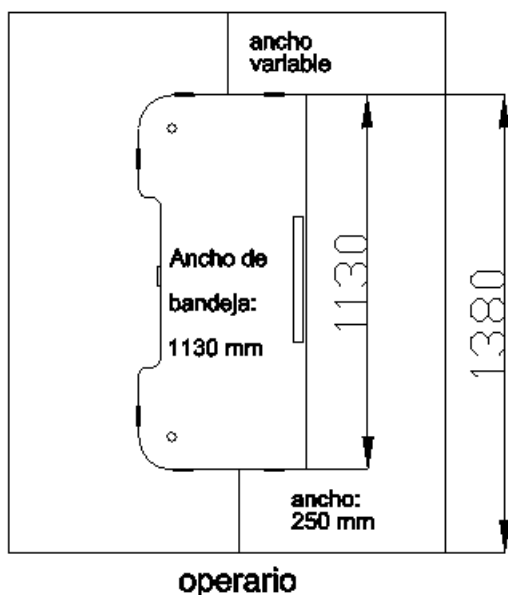
Estos valores se aplican a un hombre de estatura media (1,75 m) y una mujer de estatura media (1,65 m).

- Área buena
- Área aceptable
- Área no aceptable

Es importante comprobar que estos valores correspondan a las estaturas de los operarios de esa localidad. Además, las actividades más frecuentes deben situarse dentro del área buena.

Con ayuda del programa AutoCAD, se simularon las diferentes opciones:

### Opción 1: Bandeja vertical



Esta opción quedó descartada desde el principio por varios inconvenientes. Se restringe la posición de todas las bandejas a una separación mínima de 250 mm del operario. Esto obliga a que el puesto tenga una profundidad de 1630 mm para ser compatible con la bandeja más ancha (1130 mm).

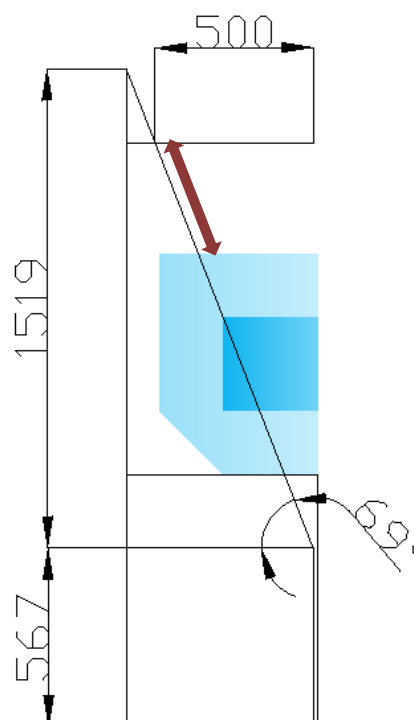
x Colocando la placa base horizontal, esta posición no es ergonómica, puesto que la distancia de trabajo del operario supera los 500 mm de profundidad.

x Un sistema de marcado único sería difícil de instalar en esta estructura, ya que la zona de marcado varía dependiendo de la anchura de la bandeja.

Para hacer el puesto más ergonómico, se opta por inclinar el utillaje, dándole una forma de L:

Semejando la superficie buena y aceptable con el área coloreada de la figura, se llegó a la solución de inclinar el puesto 69°.

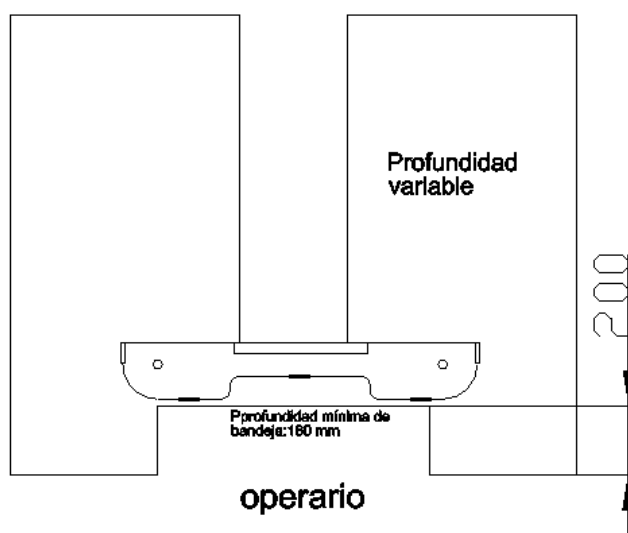
La flecha roja indica la superficie que el operario sigue sin poder alcanzar con dicha inclinación.



Además, la altura del puesto ha alcanzado más de 2 metros, y los objetivos no se han cumplido. Por último, surge un nuevo problema a la hora de identificar la bandeja: el sistema de marcado no sólo se tiene que mover de forma horizontal, sino que ahora tiene que adaptar su altura para cada bandeja, debido a la nueva inclinación. Esta opción, por lo tanto, queda descartada.

### Opción 2: Bandeja horizontal con el marcado en la parte trasera

Las características más importantes que presenta esta opción son:



✓ Los componentes están lo más cerca posible del operario, por lo que a simple vista parece la opción más ergonómica.

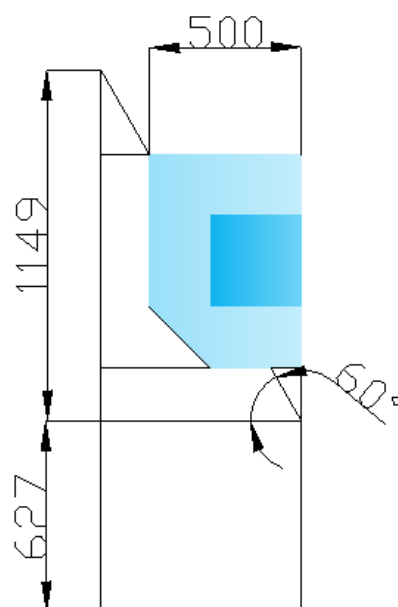
x La placa base tiene que tener una apertura que facilite el movimiento del marcado hasta la parte trasera de cada bandeja, que variará según la profundidad de cada una.

x No es una opción del todo ergonómica para aquellas bandejas que superen los 500 mm de profundidad.

Para hacer el puesto más ergonómico, se opta por inclinar el utillaje, dándole una forma de L:

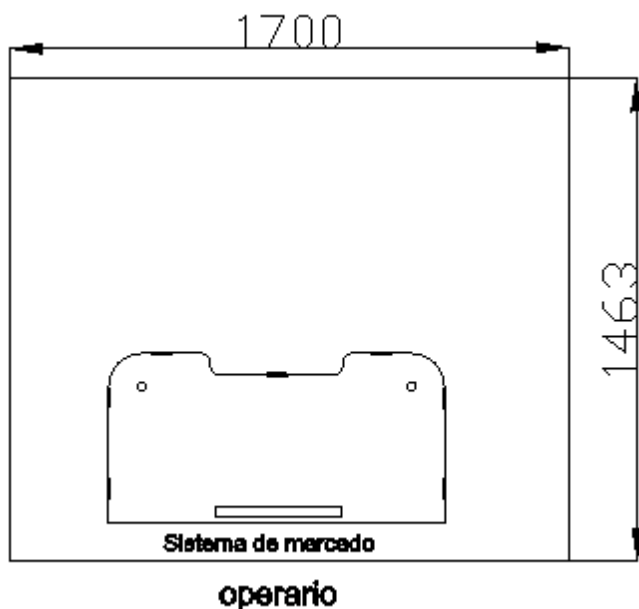
Se llegó a la solución de inclinar el puesto 60°. Como se aprecia en la figura, toda la superficie de trabajo queda dentro de la zona ergonómica.

Además, la altura del puesto es menor de 2 metros. Sin embargo, surge el mismo problema que la anterior opción, el marcado se tiene que trasladar tanto vertical como horizontalmente, y cada coordenada depende del tipo de bandeja que se vaya a producir.



### Opción 3: Bandeja horizontal con el marcado en la zona del operario

Las características más importantes que presenta esta última opción son:



✓ Un sistema de marcado fijo. Se limitará la posición de la parte trasera de todas las bandejas en el lado del operario, de forma que el marcado se realizará siempre en la misma posición, y no será necesario trasladarlo.

✓ La placa base tendrá forma rectangular con una pequeña apertura en la parte delantera para permitir el marcado.

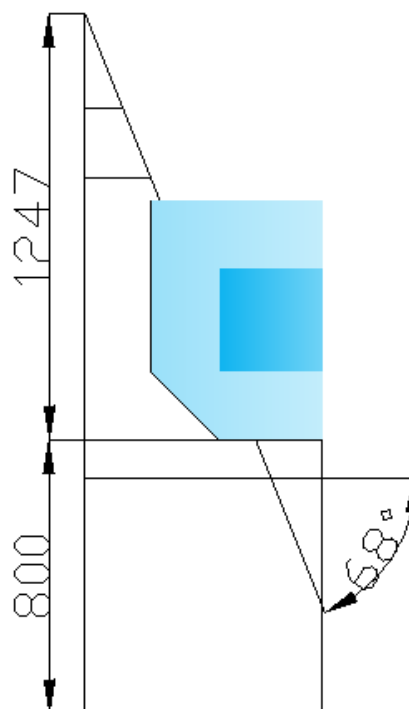
x No es una opción ergonómica, para aquellas bandejas que superen los 500 mm de profundidad.

Para hacer el puesto más ergonómico, se opta por inclinar el utillaje, dándole una forma de L:

Semejando la superficie buena y aceptable con el área coloreada de la figura, se llegó a la solución de inclinar el puesto  $68^\circ$ .

Como se aprecia en la figura, casi toda la superficie de trabajo queda dentro de la zona ergonómica. Además, la altura del puesto es ronda los 2 metros.

Por último, la inclinación no perjudica a la opción del marcado, que sólo debe inclinarse  $68^\circ$  para permanecer paralelo a la superficie de la bandeja. Esta es la principal ventaja que ofrece esta opción frente al resto.



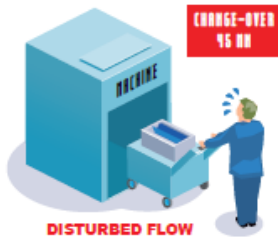
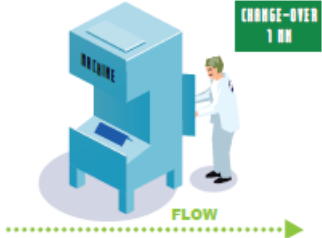
**Decisión:**

Se toma como mejor opción la última, la opción 3, con el marcado en la zona del operario, y se trabajará con ella a partir de ahora. Con esta inclinación, además se consigue:

- El 72 % de las bandejas se trabajan en la zona buena.
- El 28 % de las bandejas se trabajan en la zona aceptable.
- El 0 % de las bandejas se trabaja en la zona no aceptable.

**6.4. Definición del cambio rápido de utillaje**

El SMED responde a la necesidad de uno de los 20 criterios, el criterio 6º “el cambio rápido de utillaje es el más reducido posible”:

Situación no correcta	No cumple el criterio 6º si:	Situación correcta
	<p>El 10% del tiempo abierto para los cambios de serie no permite producir los “high runners” (son el 20% de referencias que representan el 80% del volumen total) por lo menos una vez al turno.</p> <p>El cambio de utillaje genera una interrupción de la producción</p>	

Como se describió en capítulo 5, el SMED es una herramienta para conseguir un cambio rápido de utillaje. En este caso, el objetivo entre pieza buena antes del cambio y después del cambio es de 3 minutos.

El cambio de utillaje a aplicar dependerá de las características del puesto de montaje, los distintos tipos se pueden apreciar en la Figura 12:

- Cambio de utillaje ligero por delante: es la mejor solución en caso de que sea posible. Es simple, rápido, y no origina ningún impacto en la línea. Para utilizar esta opción, se tienen que desarrollar pequeñas herramientas o pequeños módulos para crear las condiciones adecuadas.
- Cambio de utillaje trasero: se utiliza generalmente para utillajes pesados o grandes, que necesiten elevación, ayuda de carros, puente grúa... El cambio de utillaje se puede preparar por la parte trasera (transporte, precalentamiento...) sin estorbar al resto de la línea.
- Cambio de utillaje lateral: esta opción sólo se puede usar en el último puesto de una línea o en el puesto central de una línea en "U", de manera que no estorbe el resto de la producción. Su elección condiciona en gran medida el Layout.

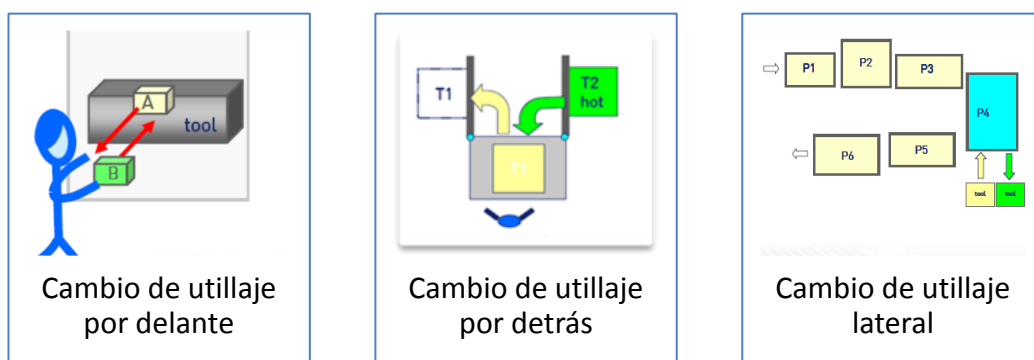


Figura 12: Tipos de cambio de utillaje

La primera opción queda descartada puesto que nuestro utillaje es demasiado pesado y grande como para hacer el cambio de utillaje por delante. La tercera opción condiciona bastante la disposición de Layout, y como en esta etapa es aún impredecible el Layout que se elegirá en cada planta, se descartará.

La opción de cambio de utillaje por detrás será la elegida.

La placa base del bastidor será rectangular, de anchura 1780 milímetros y profundidad 870 milímetros, y con una mordida en la parte central y delantera para alojar el sistema del marcado. El utillaje tendrá forma de L, de forma que la base plana encaje con la placa base. Esta constará de:

- Dos guías laterales: se trata de alojamientos rectangulares equidistantes al eje central donde irán alojados un conjunto de rodamientos, entre 7 y 10 unidades. Su función, como su nombre indica, es la de guiar el utillaje desde la mesa de transferencia a lo largo de la placa base hasta que ocupe su posición final.

El primer rodamiento de cada guía lateral que esté en contacto en primer lugar con el utillaje estará constituido de acero, ya que es el primero en recibir el golpe y, por tanto, el que más resistencia debe dar a la placa base. A su vez, todos los utillajes deberán tener en la parte inferior de su placa horizontal unos alojamientos que permitan el paso de los rodamientos de las guías.

Normalmente sólo sería necesaria una sola guía central, pero este puesto de acabado nos lo impide en particular, debido a que la placa base no llega hasta el final en su parte central, puesto que necesita un alojamiento para permitir el paso del sistema de marcado. Además, el uso de dos guías asegurará que el utillaje no entre torcido o mal colocado.

- Dos topes mecánicos: los dos topes mecánicos situados respectivamente al final del recorrido del utillaje, en los extremos delanteros de los alojamientos con sección en “T”, tendrán como función evitar que el utillaje continúe desplazándose a través de la placa base, haciéndolo parar una vez haya llegado al fin de ésta. Consistirán en dos cuñas de acero resistentes al impacto del utillaje.
- Dos alojamientos con sección en “T”: localizados longitudinalmente a lo largo del ancho de la placa base, sirven para ubicar en su interior mangueras neumáticas accionadas durante el proceso de cambio de utillaje para elevar varios centímetros unos rodillos localizados en dichas secciones, permitiendo así que el movimiento del utillaje a lo largo de la placa base sea más sencillo para el operario. En este caso, no será necesario que existan unos alojamientos en el propio utillaje, pues es la placa horizontal la que se apoya sobre estos rodamientos.
- Cuatro cilindros de amarre: su función es la de sujetar el molde una vez se encuentra en su posición final. No aparecen dibujados en la imagen, pero su uso es necesario para proporcionar seguridad adicional. Son cilindros especiales con enclavamiento, de forma que aunque haya una pérdida de presión dichos cilindros se mantendrán en su posición de amarre. Se activarán gracias al detector de presencia de utillaje.



→ Detector de presencia de utillaje: se colocará un sensor inductivo en el final de la placa base, con una precisión de 5 milímetros, y una vez detecte que el utillaje se encuentra en la posición correcta activará los cuatro cilindros de amarre. Gracias a él, los cilindros sólo podrán amarrar en la posición adecuada, para evitar que dañen al utillaje.

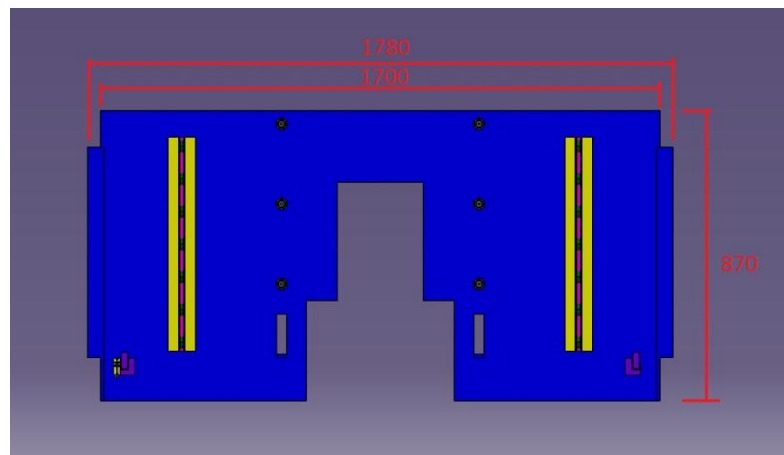


Figura 13: Alzado de placa base

## 6.5. Definición del armario eléctrico y su posición

En la cavidad del armario eléctrico se alojarán todos los componentes que formarán parte del autómata: la CPU, las cartas de seguridad, relés de seguridad, y resto de conexiones, cuyo funcionamiento se explicará en el capítulo 9.

Una ventaja del conexionado que llevará dicho autómata es que se utilizará una red Profinet, en vez de Profibus o sistemas anteriores, permitiendo la transmisión de información con un ahorro considerable de cableado, y reduciendo consecuentemente el tamaño necesario del armario.

Sin embargo, se debe cumplir con la normativa de Faurecia, que exige un sobredimensionado del tamaño de los armarios eléctricos en un 20%, para prever futuras ampliaciones.

El proveedor elegido para la selección del armario eléctrico es ELDON. (ELDON MULTIMOUNT, 2012, pág. 22), y será de dimensiones 800x600x300 milímetros.

Dentro de las muchas posibilidades del catálogo, se ha elegido un armario mural en acero suave de doble puerta. Hay 5 tamaños disponibles y una amplia gama de accesorios. El acabado de pintura RAL7035 es el estándar aunque otros colores y tamaños están disponibles bajo pedido.

Las características de esta gama de armario son las siguientes:

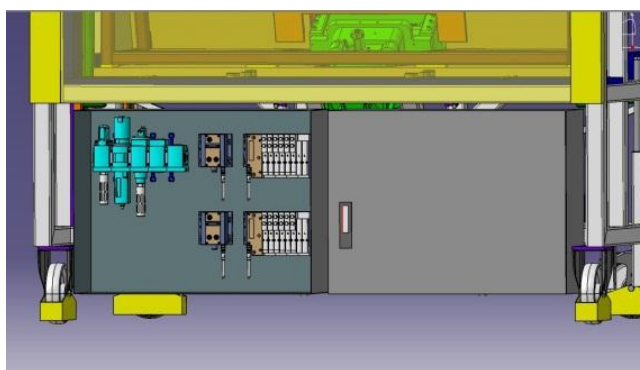
- Material:
  - Cuerpo: chapa de acero de 1,4 mm de espesor.
  - Tapa para salida de cables: chapa de acero de 1,4 mm de espesor.
  - Puertas: chapa de acero de 1,4 mm.
  - Placa de montaje: chapa de acero galvanizado de 2 mm de espesor.
  
- Estructura: plegado y soldado longitudinalmente. Cuatro taladros de 8,5 mm para fijación mural, embutidos 2 mm para permitir el flujo de aire entre la pared y la trasera del armario.
  
- Puerta: Puerta envolvente con apertura de 130°. La estanqueidad está asegurada por medio de una junta de poliuretano inyectada en una pieza.
  
- Cierre: Cierre con doble agarre para facilitar la apertura de la puerta. Apertura mediante llave plástica DIN 3 mm.

La posición del armario eléctrico conlleva una serie de limitaciones:

- x No se puede colocar en los laterales de la máquina, puesto que ampliaría la anchura del puesto, impidiendo la colocación de otras máquinas a su alrededor y dificultando las labores de mantenimiento.
- x No se puede colocar en el lado del operario, puesto que debe ser posible una labor de mantenimiento mientras la máquina esté funcionando con un operario, y esto no se permite si el armario es colocado en el lugar de trabajo del operario.
- x No puede colocarse en el interior de la máquina, porque supondría un obstáculo a la hora de la entrada o salida del utillaje, ya que este último ocupa casi por completo la cavidad interior.
- x Por la misma razón no se puede colocar en la parte posterior a la altura del operario, a no ser que el propio armario se desplace mediante un mecanismo (portón) durante el cambio de utillaje, solución no recomendada, ya que es mejor que el armario permanezca en una posición fija, por contener componentes delicados.

Por último, la opción más válida es la colocación del armario eléctrico en la zona posterior del puesto, pero por debajo de la placa base, de manera que no interfiera durante el cambio de utillaje. Se colocara en el extremo derecho, ocupando la mitad del espacio.

La otra mitad se destinará a una cavidad que alojará el sistema neumático: el conjunto de electroválvulas, las acometidas... la cual, por el contrario, no necesitará estar protegida con una carcasa.



*Figura 14: Posición del armario eléctrico*

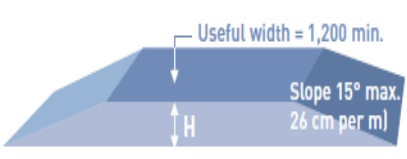
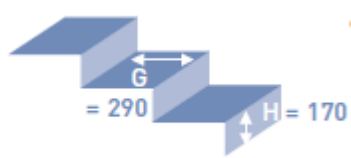
## 6.6. Definición de la altura de trabajo

### Normas consideradas

Según el memorándum de Ergonomía, La superficie de trabajo debe ser lisa y estable, sin distorsiones ni obstáculos:

- Si el puesto de trabajo se encuentra situado al lado de un pasillo con tráfico, la distancia entre dicho puesto y el pasillo debe ser de 1,5 metros. Si dicha distancia no se puede asegurar, se debe proteger el puesto con vallas.
- El espacio requerido por el puesto de trabajo debe tener en cuenta todo tipo de operaciones: reposición, cambio de utillaje...
- Los suelos cubiertos con rejilla metálica no se deben utilizar en actividades principales, por cuestión de limpieza, atrapamiento de objetos...

En el caso de necesitar accesos elevados, se cumplirán las siguientes normas:

Accesos al puesto		
Rampa	Si H es mayor de 250 mm y la rampa se utiliza al menos 20 veces por hora o se coloca en una línea de montaje, la rampa debe cumplir con los siguientes requerimientos:	
Escalones	Si no hay suficiente espacio para instalar una rampa, se instalarán escalones. Las dimensiones del escalón deberá cumplir con la siguiente fórmula: $610 \leq 2H + G \leq 640$ ( $140 \leq H \leq 200$ )	

En este puesto de trabajo, el uso de rampas o escalones será innecesario, por lo que toda superficie de acceso al puesto será plana. Se utilizarán otros sistemas para adaptar el puesto a la altura del operario, como se muestra a continuación.

El estudio de ergonomía se realizó conforme a las medidas de un operario hombre estándar (1,75 m) o mujer (1,65 m) de altura. Lamentablemente, existe una gran versatilidad humana que obliga al puesto a ser todo lo más flexible posible. Además, las medidas estándar varían según el país o región donde se encuentre la planta.

Por ello se recurre a un sistema que se adapte a la altura del operario: Ergoswiss (Ergoswiss, 2015, pág. 14).

Existe una gran variedad en los sistemas de Ergoswiss. Se han elegido cuatro unidades lineales, que consisten en cilindros con guías lineales que conforman un sistema de elevación robusto y eficaz. Además, este sistema se puede instalar directamente en objetos existentes. Esto significa que existe un gran rango de mesas y aparatos que se pueden equipar o modificar fácilmente con este sistema.

Las unidades lineales LA y LD están provistas de un montaje de cuatro tornillos M5. La carcasa de estas unidades son perfiles planos de aluminio anodizado. El vástago está fabricado con acero inoxidable y posicionado en cojinetes de plástico.

La altura es ajustable gracias a una bomba hidráulica accionada con una manivela o con una unidad de control eléctrica. Los datos técnicos que presenta el sistema de Ergoswiss lineal son:

1. Una línea de guía versátil con cojinetes deslizantes.
2. Carga máxima para cada elemento:
  - a. 1,500 N (LA/LD 14)
  - b. 2,500 N (LA/LD 18)
3. Control de sincronismo de 10 patas de mesa.
4. Máxima distancia de elevación: 700 mm
5. Momento flector estático máximo: 150 Nm
6. Momento flector dinámico máximo: 50 Nm.
7. No se requieren guías adicionales.
8. Las unidades lineales no se deben someter a esfuerzos de tracción.

Una vez decidido el tipo de Ergoswiss requerido por nuestro puesto, es necesario elegir las dimensiones y la carrera que más nos convenga. Para ello se muestran las opciones en la *Tabla 13*:

Referencia	Carrera	Vástago
LA/LD 1415	150	252 mm
LA/LD 1420	200	317 mm
<b>LA/LD 1430</b>	<b>300</b>	<b>442 mm</b>
LA/LD 1440	400	542 mm
LA/LD 1450	500	667 mm
LA/LD 1460	600	767 mm
LA/LD 1470	700	867 mm

Tabla 13: Catálogo de sistema Ergoswiss

El tipo de cilindro se eligió teniendo en cuenta dos factores:

- La carrera tiene que ser la máxima para abarcar el mayor rango posible de altura del puesto.
- La carrera no tiene que interferir con el resto de elementos del puesto una vez esté funcionando.

Analizando estos dos criterios, se eligió la unidad lineal LA/LD 1430 con una carrera de 300 mm. Se simuló en AutoCAD los diferentes perfiles del puesto con el Ergoswiss en funcionamiento, y el resultado se muestra en la *Figura 15*:

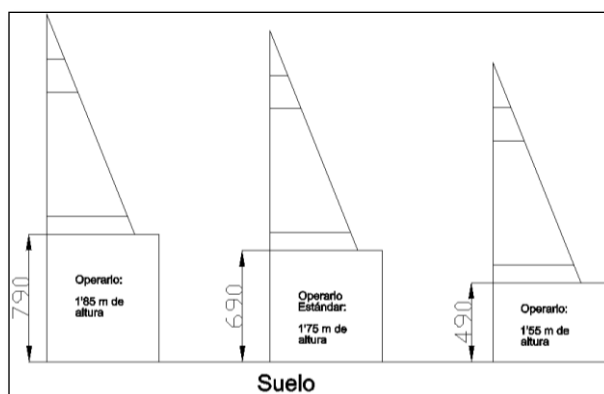


Figura 15: Simulación del sistema Ergoswiss

El intervalo de altura a la que está destinado el puesto es de 1,85 m a 1,55 m. La posición para el cambio de utillaje será la más alta, a 1,85 m de altura, para el operario más alto, y con las unidades lineales abiertas. Se toma esta decisión para conseguir que el armario sea lo más grande posible, ya que al realizarse el cambio de utillaje en la posición más alta el armario no interfiere por la parte trasera.

### 6.7. Esfuerzos en el puesto de trabajo

En el diseño de la máquina es esencial tener en cuenta los esfuerzos realizados por el operario, así como la frecuencia con que son realizados. En el caso que nos concierne, el estudio se concentrará en las extremidades superiores. Para realizar el estudio, se utilizarán las tablas proporcionadas por el Memorándum de Ergonomía.

#### Paso 1º:

Se seleccionará el tipo de esfuerzo realizado en el puesto de trabajo, así como la postura en la que el operario realiza dicho esfuerzo, y la dirección de este. Una vez definido, se obtendrá una letra de referencia por cada tipo de puesto. Dicho esto, para este caso, los esfuerzos a realizar son los de la *Tabla 14*:

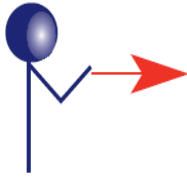
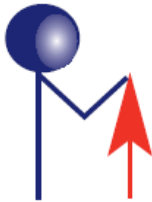
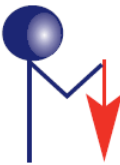
Tipo de esfuerzo	Descripción del esfuerzo	Postura del operario	Dirección del esfuerzo	Letra
Empujar con una mano	Acción equivalente a la colocación manual de los componentes en la posición de montaje respectiva.	De pie		J
Levantar con dos manos	Acción equivalente a sacar la bandeja del puesto de acabado.	De pie		M
Descarga con dos manos	Acción equivalente a colocar la bandeja en el puesto de acabado.	De pie		K

Tabla 14: Cálculo de esfuerzos

**Paso 2º:**

Se selecciona la frecuencia horaria con la que se realiza el esfuerzo. Se supondrá una frecuencia de referencia de 60 piezas/hora.

La *Tabla 15* nos dará un peso máximo en kg con los datos de partida. Las letras obtenidas en el paso 1º se introducen en el eje vertical izquierdo, y la frecuencia horaria en el eje horizontal. El eje vertical derecho nos dará el esfuerzo máximo permitido. Las operaciones que utilizan las dos manos duplicarán el límite de esfuerzo permitido:

Tipo de esfuerzo	Letra	Frecuencia horaria (piezas/hora)	Peso máximo permitido (kg) Hombres	Peso máximo permitido (kg) Mujeres
Empujar con una mano	J	60	6	3
Levantar con dos manos	M	60	8	4
Descarga con dos manos	K	60	10	6

*Tabla 15: Esfuerzos de trabajo permitidos*

Tomando como peso de referencia de una bandeja el calculado en la *Ecuación 1* equivalente a 2,72 kg, las operaciones de levantamiento y descarga de bandeja cumplen con los esfuerzos límites permitidos. Por último, la operación de “empujar con una mano” está muy por debajo de los límites permitidos, puesto que ningún componente supera el kilo de peso.

Por lo tanto, todos los esfuerzos realizados en el puesto de acabado cumplen con la normativa del memorándum de Ergonomía.

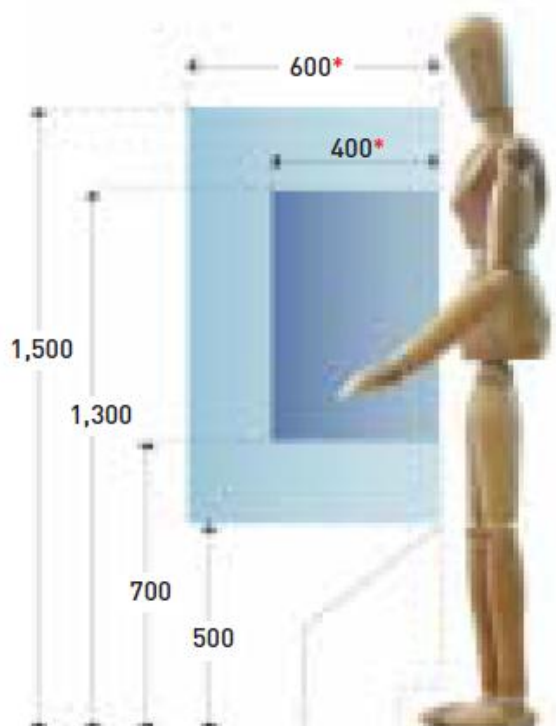
Sin embargo, las operaciones de carga y descarga, por su relevancia frente al resto, deben ser analizadas detalladamente, como se realiza en el siguiente apartado.



## 6.8. Operaciones de carga y descarga

### Normas consideradas

Siguiendo la normativa del memorándum de Ergonomía, la superficie dedicada a la operación de carga y descarga dependerá del peso de la carga. En este caso en particular, de peso máximo 2,72 kg, la superficie límite será la menos restrictiva.



La Figura 16 muestra en zona azul oscuro el área de trabajo buena, y en azul claro el área de trabajo aceptable.

En el caso de que la carga y descarga se realice con una frecuencia de 100 veces por hora, el área de trabajo deberá ser necesariamente la sombreada en azul oscuro.

Estos valores se aplican a un hombre de estatura media 1,75 m y una mujer de estatura media de 1,65 m (reduciendo en 100 mm las dimensiones con (\*)).

Figura 16: Superficie de carga y descarga

Para definir la operación de carga y descarga del puesto se contestarán primero a las siguientes preguntas:

- ¿Cuál es el peso y las dimensiones de la pieza transportada? El peso máximo que puede presentar nuestra bandeja es de 2,72 kg, y las dimensiones de 1130 x 845 mm.
- ¿Qué movimientos son necesarios? Transportar la bandeja desde el stock intermedio al puesto de acabado, cargar la bandeja en el puesto de acabado, descargar la bandeja del puesto de acabado y transportarla al siguiente puesto.
- ¿Cuál es la frecuencia de carga y descarga? Se supondrá una producción media de 60 bandejas por hora.

- ¿El agarre de la pieza está asistido?: no, la pieza se agarra y se coloca de forma manual.
- ¿Es necesario ayuda a la hora de hacer la carga y descarga?: por determinar, pero es recomendable por otros motivos.

A veces, es necesario que las operaciones de carga y descarga sean realizadas de forma automática o que el operario cuente con algún tipo de ayuda. Para ello, en el documento de ergonomía se cuenta con una tabla con tres categorías de nivel de esfuerzo. Primero hay que definir en qué caso se encuentra nuestro puesto en particular.

Frecuencia horaria	Peso de las bandejas (en kg)								
	0,3 a <1,5	1,5 a <2,5	2,5 a <4	4 a <6	6 a <9	9 a <12	12 a <15	15 a <20	20 a <28
≤5									
6 a ≤30									
31 a ≤60			A						
61 a ≤90						B2		B1	
91 a ≤140									
141 a ≤220									
221 a ≤330			B3						
331 a ≤500						Automatización			
≥501									

Tabla 16: Clasificación de esfuerzos

Dependiendo de en qué zona se encuentre la operación en la *Tabla 16*, las soluciones son las siguientes:


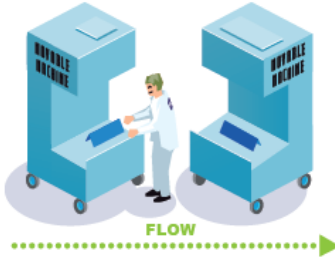
- **Zona A:** nivel aceptable de esfuerzo. Se pueden instalar medidas como accesos elevados, contenedores inclinados, mesas reguladas en altura...
- **Zona B:** nivel alto de esfuerzo. Además de las medidas descritas en la zona A, se deberán incluir:
  - **Zona B1:** asistencia obligatoria.
  - **Zona B2:** asistencia obligatoria para mujeres y operarios mayores de 45 años.
  - **Zona B3:** asistencia recomendada si es posible.

Tomando una frecuencia horaria entre 61 y 90 piezas a la hora, con un peso menor de 4 kg, dicha operación se clasifica en la zona A, luego no hay necesidad de automatizar la carga y descarga en términos de ergonomía del operario. Sin embargo, se realizará por otros motivos que se explican a continuación.

## 6.9. Definición del Autoeject

### Normas consideradas

El Autoeject surge ante la necesidad de cumplimiento del criterio 12º “el operario no está atado a la máquina”:

Situación no correcta	No cumple el criterio 12º si:	Situación correcta
	<p>El operario depende de la máquina.</p> <p>La máquina no tiene ni siquiera el primer nivel de Autoeject.</p> <p>El operario tiene que esperar.</p>	

El Autoeject se define como la ayuda automatizada en la retirada de la pieza acabada del puesto. El uso del Autoeject puede verse impulsado por la necesidad de ayudar al operario a realizar esta labor, debido a dimensiones o peso excesivo de la pieza, o, en este caso, para conseguir una reducción del tiempo de ciclo.

El Autoeject se clasifica en distintos niveles, dependiendo del grado de automatización que conlleve la operación de descarga. En cada nivel, el operario realiza las siguientes operaciones:

- Nivel 0 o “No Autoeject”:
  1. Poner la pieza nueva en la mesa de espera.
  2. Retirar la pieza anterior de la máquina y depositarla en la mesa de espera.
  3. Cargar la pieza nueva en la máquina.
  4. Quitar la pieza anterior de la mesa de espera.
  5. Iniciar el ciclo.
  6. Llevar la pieza anterior al siguiente puesto.
  
- Nivel 1 o “Descarga asistida”:
  1. Cargar la pieza nueva en la máquina.
  2. Retirar la pieza anterior de la máquina.
  3. Iniciar el ciclo.
  4. Llevar la pieza anterior al siguiente puesto.

- Nivel 2 o “Descarga al siguiente puesto”:
  1. Cargar la pieza nueva en la máquina.
  2. Iniciar el ciclo.
  3. Llevar la pieza anterior al siguiente puesto.
  
- Nivel 3 o “Transferencia al siguiente puesto”:
  1. Cargar la pieza nueva en la máquina.
  2. Iniciar el ciclo.

Como se aprecia a simple vista, a medida que el grado de automatización aumenta el número de operaciones realizadas por el operario disminuye. Sin embargo, el indicador de mejora del proceso es la posición en la que se coloca la operación de “Iniciar el ciclo”.

Cuanto antes se realice esta operación y menor número de operaciones precedentes tenga, más corto será el tiempo de ciclo de la máquina. Dicho esto, parece que las mejores opciones aplicables de Autoeject son el nivel 2 y el nivel 3.

Ahora bien, el hecho de aplicar un nivel u otro de Autoeject está limitado por las características del puesto. Normalmente, los niveles de Autoeject se clasifican atendiendo a una tipología de puesto determinada:

- El nivel 0 de Autoeject se lleva aplicando a maquinaria obsoleta y antigua, ya que no se previó durante su fase de diseño el mecanismo de Autoeject. Es el caso de los puestos actuales de acabado de bandejas que se encuentran en la planta de Olmedo. También es el caso para aquella maquinaria que por sus características impida que se realice en ella el mecanismo de Autoeject.
  
- El nivel 1 de Autoeject permite que el operario cargue la pieza nueva en la máquina y que la pieza anterior sea retirada automáticamente de la posición de trabajo. Sin embargo, el alojamiento temporal de la pieza anterior impide que el nuevo ciclo se inicie sin que ésta sea retirada manualmente por parte del operario.
  
- El nivel 2 de Autoeject no tiene esta limitación, y se diferencia del nivel 1 en que el nuevo ciclo es independiente de la posición de la pieza anterior.
  
- El nivel 3 es el más automatizado, enfocado principalmente a cadenas de montaje en las que la labor del operario es reducida. El recorrido de la pieza anterior se realiza de forma automatizada al siguiente puesto, por ejemplo, mediante cintas transportadoras.

A la hora de elegir el nivel de Autoeject del puesto consideramos sus limitaciones:

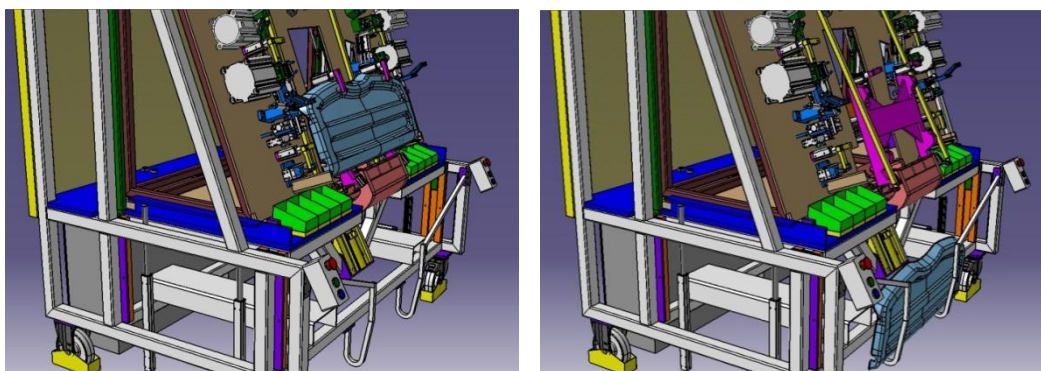
- x El nivel 0 queda descartado por su antigüedad e inconvenientes con respecto a los demás niveles.
- x El nivel 3 es propio de líneas de procesos donde los tiempos de ciclo de cada máquina están equilibrados, y es segura la no existencia de cuellos de botella, demoras, esperas... Este no es el caso de la línea en la que trabajamos, en la que la principal diferencia es la presencia de stocks intermedios que impiden una producción continua y fluida.

Finalmente nos queda elegir entre el nivel 1 y el nivel 2 de Autoeject. La única diferencia es la posibilidad de iniciar el ciclo sin tener que retirar la pieza anterior.

Analizando el puesto, el inicio de ciclo se realizará utilizando una de las dos botoneras situadas en las esquinas frontales: la condición de inicio de ciclo es que el operario no se encuentre dentro de la zona protegida por las barreras, ni que posteriormente invada esta zona, lo que provocaría una parada del proceso. Por lo tanto, si se quiere optar por el nivel 2 de Autoeject la bandeja anterior se deberá depositar fuera de los límites de las barreras de seguridad.

Sin embargo, el único sitio viable para depositar la bandeja es en la parte frontal del puesto y por delante de las barreras de seguridad, obstaculizando al operario durante la colocación de la nueva bandeja y los componentes. Además, este nuevo espacio dedicado agrandararía la superficie de ocupación del puesto de trabajo.

El nivel elegido de Autoeject será el 1, depositando la bandeja automáticamente en un alojamiento dentro de la zona protegida por las barreras.

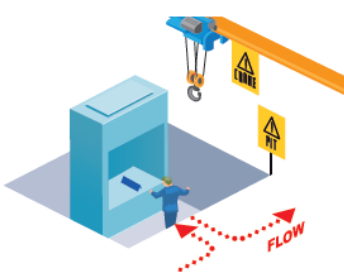
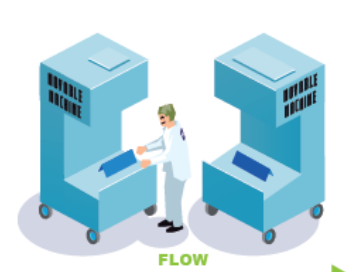


*Figura 17: Funcionamiento de Autoeject*

## 6.10. Definición del transporte del puesto

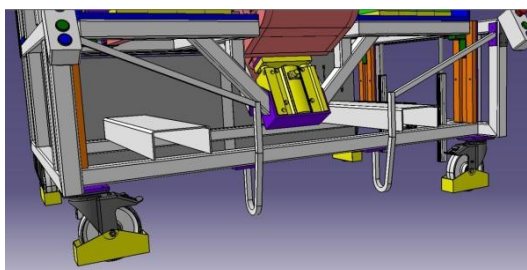
### Normas consideradas

El puesto debe diseñarse de forma que cumpla con el criterio nº19 “el proceso y el Layout pueden modificarse fácilmente”:

Situación no correcta	No cumple el criterio 19º si:	Situación correcta
	<p>Si los cimientos, cintas transportadoras, grúas o máquinas grandes restringen las modificaciones.</p> <p>El Layout depende del proceso.</p> <p>El Layout no se puede cambiar en un fin de semana.</p>	

Por lo tanto, el puesto debe permitir ser transportado con facilidad. Para ello, el bastidor contará con los siguientes elementos representados en la *Figura 18*:



- Dos ruedas delanteras y dos ruedas traseras: las dos ruedas delanteras serán giratorias, mientras que las dos traseras, por su proximidad con el armario eléctrico deberán ser fijas para evitar colisiones con el mismo. Las cuatro ruedas se protegerán con una cubierta protectora para evitar atrapamientos de extremidades inferiores.
- Dos uñas metálicas: permiten que el transporte del puesto se realice de manera sencilla por medio de una carretilla, que introduzca sus brazos en dichas uñas. Se utilizará en caso de que las ruedas no sirvan, debido a un terreno no llano o necesidad de sobrepasar escaleras u obstáculos.



*Figura 18: Elementos de transporte del puesto*

### 6.11. Control de Calidad en el proceso

El puesto debe diseñarse de forma que cumpla con el criterio 2º, “sólo las piezas buenas pueden pasar al siguiente puesto”:

Situación no correcta	No cumple el criterio 2º si:	Situación correcta
	<p>El proceso no es capaz de parar automáticamente si se ha detectado un fallo.</p> <p>Las piezas <i>NOK</i> (no buenas) no se retiran de forma manual al tiempo que se detectan.</p> <p>Hay riesgo de mezclar piezas buenas y malas.</p> <p>No hay un contenedor de piezas defectuosas.</p>	

Para asegurar la buena implementación del método *Jidoka*, se instalarán en el puesto distintos elementos:

- Paradas automáticas: dispositivos, sensores, etc. para detectar problemas y detener el puesto. Se otorga a los operarios la autoridad de parar la línea de producción o activar los sistemas de alerta, para recibir ayuda externa y resolver el problema de raíz. El número de sensores instalados en campo se detallarán en el anexo II.
- Identificación del problema: sistemas de señales visibles que permiten fácilmente identificar la fuente del problema y el tipo (mediante códigos de colores). Para ello, el puesto dispondrá de:
  - Una baliza de colores (rojo-amarillo-verde).
  - Una pantalla visual para indicar la ausencia o la posición incorrecta de la bandeja y componentes.
- Poka-yoke: significa a prueba de errores, y se aplica con el fin de impedir errores en las operaciones de producción. Consiste en:

- Imposibilitar el error: para este caso, la colocación de la bandeja se realizará de forma que quede encajada perfectamente en el soporte, activando de forma simultánea los dos finales de carrera. Los soportes donde irán colocados los componentes tendrán la forma de estos, permitiendo que el operario encaje con facilidad los componentes en cada sitio.
- Resaltar el error cometido: para que sea obvio el error producido se utilizarán señales visuales que se han descrito.

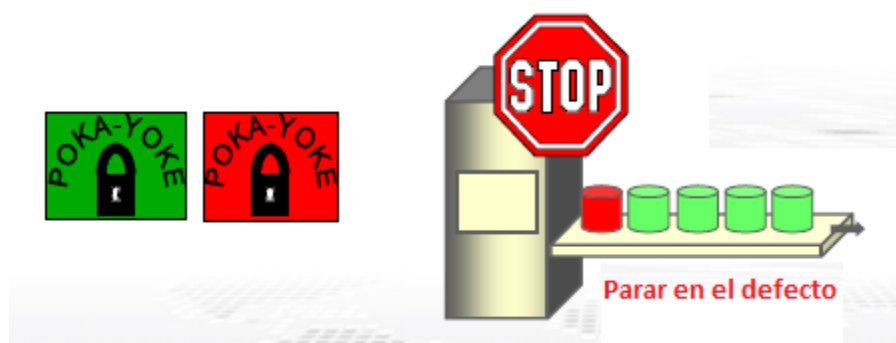


Figura 19: Sistema Poka-Yoke

Una medida innovadora de Poka-yoke será la de no permitir sacar la bandeja si le falta algún componente. Para ello, los pisadores permanecerán amarrados a la bandeja durante todo el proceso. Al inicio de ciclo, el operario colocará primero la bandeja y los componentes. A continuación, se cerrarán los pisadores, independientemente de si falta o no algún componente, y se avisará al operario mediante señales visuales si falta alguno de ellos. El operario entonces deberá colocar los componentes que ha olvidado, o posicionar correctamente aquellos que den fallo, pero todo esto, sin poder retirar la bandeja. Así se asegurará que las bandejas salgan con todos los componentes.

Otra medida de Poka-yoke, es comprobar que los componentes permanecen en sus posiciones de forma segura sin riesgo de que se salgan, utilizando cilindros neumáticos que empujen hacia el exterior los componentes.

Todas las medidas Poka-yoke tenidas en cuenta se han recogido en el documento técnico del A.M.F.E., presente en el capítulo 10.1:



## 6.12. Definición de la luminaria

En Fotometría, la iluminancia es la cantidad de flujo luminoso emitido por una fuente de luz que incide, atraviesa o emerge de una superficie por unidad de área. Su unidad de medida en el SI es el Lux:  $1 \text{ Lux} = 1 \text{ Lumen/m}^2$ .

### Normas consideradas

Según lo establecido en el Real Decreto 486/1997 en el Anexo IV: iluminación de los puestos de trabajo:

- La iluminación de cada zona o parte de un lugar de trabajo deberá adaptarse a las características de la actividad que se efectúe en ella, teniendo en cuenta: o los riesgos para la seguridad y salud de los trabajadores dependientes de las condiciones de visibilidad o las exigencias visuales de las tareas desarrolladas.

- Siempre que sea posible, los lugares de trabajo tendrán una iluminación natural, que deberá complementarse con una iluminación artificial cuando la primera, por sí sola, no garantice las condiciones de visibilidad adecuadas. En tales casos se utilizará preferentemente la iluminación artificial general, complementada a su vez con una localizada cuando en zonas concretas se requieran niveles de iluminación elevados.

- Los niveles mínimos de iluminación de los lugares de trabajo serán los establecidos en la *Tabla 16*, y deberán duplicarse cuando concurren las siguientes circunstancias:

- En las áreas o locales de uso general y en las vías de circulación, cuando por sus características, estado u ocupación, existan riesgos apreciables de caídas, choques u otros accidentes.
- En las zonas donde se efectúen tareas, cuando un error de apreciación visual durante la realización de las mismas pueda suponer un peligro para el trabajador que las ejecuta o para terceros o cuando el contraste de luminancias o de color entre el objeto a visualizar y el fondo sobre el que se encuentra sea muy débil.

Para el caso del banco de trabajo al que se refiere este informe, tratamos con una actividad de exigencias visuales media-alta, por lo que iremos al caso 3º: exigencias visuales altas, exigiéndose por tanto un nivel de luminosidad de 500 lux. Sin embargo, se ampliará el valor a 600 lux, porque se debe respetar el estándar de Faurecia.

<b>Áreas relacionadas con el trabajo</b>	
<b>Tipo de actividad</b>	<b>Valores medios (en Lux)</b>
Pasillos interiores de tráfico	200
Escaleras y almacén	150
Vestuarios, área de trabajo	300
Zonas sin ventanas asignadas a trabajo	500
<b>Espacios exteriores</b>	
<b>Tipo de actividad</b>	<b>Valores medios (en Lux)</b>
Pasillos exteriores de tráfico	30
Espacios exteriores con trabajo permanente	75
<b>Áreas de trabajo</b>	
<b>Tipo de actividad</b>	<b>Valores medios (en Lux)</b>
Bajas exigencias visuales	100
Exigencias visuales moderadas	200
Exigencias visuales altas	500
Exigencias visuales muy altas	1000
Trabajos de oficina-escritura	500
Trabajo con piezas pequeñas-mecanografía-diseños	750
Tareas muy difíciles en industria o laboratorios	1000
Trabajo de calidad	Mayor de 1000
Mecanismos precisos: diseños difíciles, comparación de color, grabado...	1500
Mecanismos de precisión, inspecciones...	1500

Tabla 17: Clasificación de Luminaria

Para garantizar un buen confort visual se requiere:

- Prever un adecuado nivel de luz adaptado al tipo de tarea (Tabla 17).
- Evitar deslumbramientos (luces directas o reflejos claros).
- Posicionar las áreas de trabajo de acuerdo a la localización de la fuente de luz.
- Utilizar luz de tubos fluorescentes que no sean destellantes.
- Asegurarse de que la luz es uniforme, dar preferencia a la luz general, evitar utilizar distintos tipos de lámparas, evitar originar áreas sombreadas o demasiado alumbradas, evitar el contraste excesivo.
- Elegir superficies que no reflejen y colores mates.
- Los lugares de trabajo, o parte de los mismos, en los que un fallo del alumbrado normal suponga un riesgo para la seguridad de los trabajadores dispondrán de un alumbrado de emergencia de evacuación y de seguridad.
- Los sistemas de iluminación utilizados no deben originar riesgos eléctricos, de incendio o de explosión, cumpliendo, a tal efecto, lo dispuesto en la normativa específica vigente.

### 6.13. Definición de seguridades

Las seguridades que acompañarán a la máquina seguirán la normativa descrita a continuación. Antes se decidirá el tipo de seguridad que se colocará en el puesto:

- Barreras verticales laterales: son los dispositivos de seguridad más comúnmente utilizados. Situados en las esquinas de cada puesto, enfrentadas en parejas, detectan cualquier objeto que interfiere el área barrida entre ellas. En este puesto su utilización no permitiría el paso de la bandeja por los laterales, al chocar con las barreras. Luego esta opción queda descartada.
- Barreras horizontales superiores e inferiores: con el mismo funcionamiento de las anteriores, solucionan el problema que presentaban las anteriores, ya que no constituyen un obstáculo en los laterales del puesto. Sin embargo, su uso no es recomendado porque la barra horizontal tiende a ensuciarse con el uso del puesto, perdiendo eficacia y llegando a ser peligroso.
- Lona cortina: seguridad utilizada normalmente en puestos robotizados con corte de agua a presión. Se enrollan en la parte superior, sin obstaculizar el tránsito de la bandeja. Su funcionamiento se consigue con el accionamiento de un motor. Sin embargo, su uso presenta un inconveniente, que es el tiempo de cierre o subida de la lona, de aproximadamente 5 segundos. Esto aumenta el tiempo de ciclo, efecto contrario al que se desea conseguir.
- Sistema de cámara de seguridad (*Figura 20*): es un sensor desarrollado para monitorizar puntos peligrosos. Se posicionan en una esquina del área de seguridad, ahorrando espacio y situados en un lugar protegido (al estar más alejado de la actividad sufren menos riesgo de poderse estropear). Las ventajas más importantes son:
  - ✓ No son un obstáculo gracias a su posición estratégica y a su pequeño tamaño.
  - ✓ Gran cantidad de existencias sin variantes.
  - ✓ Un solo componente: instalación rápida.
  - ✓ Mínimo uso de energía.

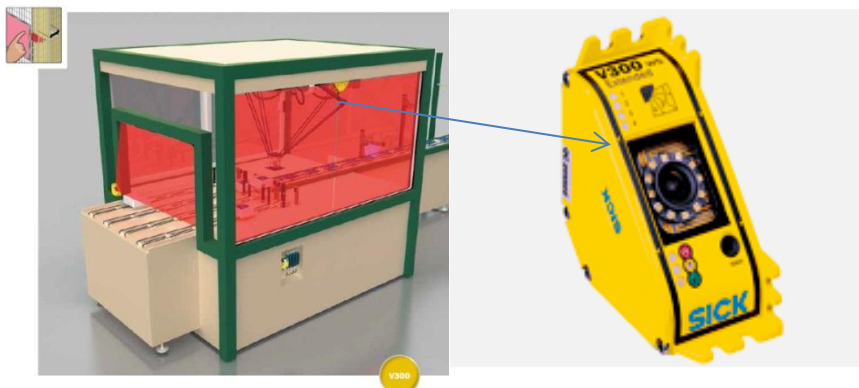


Figura 20: Cámara de seguridad SICK

El sistema de cámaras de seguridad será la opción elegida para nuestro puesto: se necesitarán tres cámaras de seguridad que barran los laterales y el área frontal de trabajo. Serán de tipo V300 SICK clase d (Safety Lights Curtains , 2015, págs. 14,76). Para determinar la distancia a la que se colocarán las cámaras y la precisión de estas, se deben analizar los siguientes aspectos:

- a. Consideraciones en cuanto al contacto humano con superficies calientes.
  - b. Distancias de seguridad en las barreras de protección.
  - c. Consideraciones en cuanto al posicionamiento de los dispositivos de seguridad con respecto a las velocidades de aproximación de las partes del cuerpo humano.
- a. Consideraciones en cuanto al contacto humano con superficies calientes

Según lo indicado en la norma EN ISO 13732-1:2008 a partir del apartado 4 inclusive, los umbrales de quemadura a considerar serán para la superficie metálica del útil marcador de la bandeja los de la *Figura 21*:

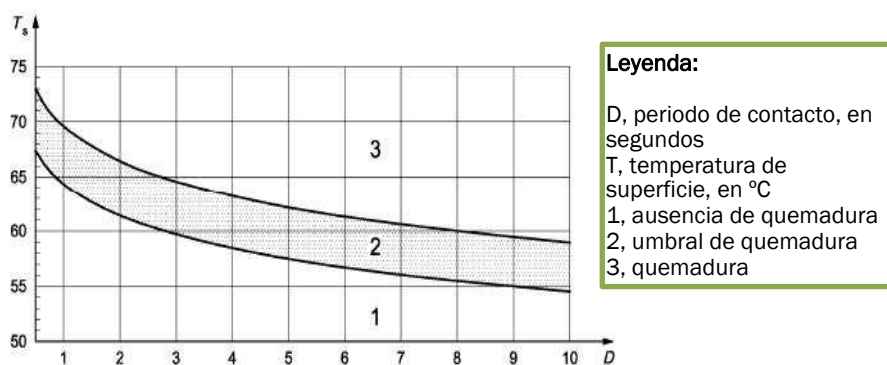


Figura 21: Umbrales de quemadura

La superficie caliente se cubrirá con un revestimiento. Dependiendo del tipo de éste, el umbral se modificará.

Debido a la alta temperatura del marcado (180 °C) ha de cubrirse el elemento que causa el peligro de contacto con una superficie caliente y asegurarse de que dicho elemento no está caliente también pudiendo producir quemaduras. La temperatura máxima que habrá de estar el elemento de seguridad para evitar una quemadura al trabajador para una placa opaca será de 50 °C.



En el caso de superarse dicho valor en la superficie que protege del elemento peligroso, será necesario el uso de EPIS como guantes que protejan del calor y además será recomendada la correcta señalización de la obligatoriedad de uso de dichas protecciones individuales. Así mismo habrá de colocarse una señal de advertencia de superficie caliente de acuerdo a lo establecido a norma ISO 7010.

b. Distancias de seguridad en las barreras de protección

Aberturas inferiores

Según lo indicado en la tabla 7 de la Norma EN ISO 13857:2008, las aberturas en forma de ranura con una abertura superior a 18 cm permitirán el acceso del cuerpo entero.

Estas aberturas han de ser modificadas con elementos de protección de forma que la ranura sea de dimensión menor a 18 cm.

Existía una abertura inferior, por ejemplo, en la zona inferior del puesto de trabajo que permitía el acceso de un trabajador a la zona peligrosa. Esta abertura deberá ser tapada en su totalidad o cubierta con una rejilla de seguridad teniendo cuidado de que las dimensiones de las aberturas cumplan lo dispuesto por la Norma EN ISO 13857:2008 en lo referente a aberturas laterales que aparece en el siguiente apartado.

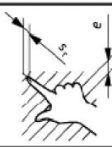
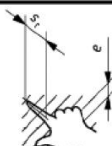
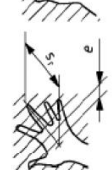
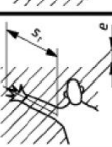
Aberturas en forma de ranura y aberturas en el vallado de seguridad

Según lo indicado en la tabla 4 de la Norma EN ISO 13857:2008, las aberturas en forma de ranura en función de su dimensión deben disponer de la distancia de seguridad al punto de peligro según lo indicado dicha tabla.

Así mismo las dimensiones de la abertura de las rejillas de seguridad para evitar el acceso de las extremidades de un trabajador a una zona de peligro, siguen esta misma tabla habiendo de elegirse cuadrado o círculo en función de la forma de dichas aberturas.

Todas las aberturas que permitan el acceso a una zona peligrosa han de estar dimensionadas de forma tal que se cumpla lo dispuesto en la *Tabla 22*. Para un peligro a menos de 850 mm de distancia desde el punto de acceso al peligro por el que el trabajador intente introducir una extremidad superior por ejemplo, el tamaño de la abertura de acceso ha de ser menor de 4 cm.

Medidas en milímetros

Parte del cuerpo	Figura	Abertura	Distancia de seguridad, $s_r$		
			Ranura	Cuadrado	Círculo
Punta del dedo		$e \leq 4$	$\geq 2$	$\geq 2$	$\geq 2$
		$4 < e \leq 6$	$\geq 10$	$\geq 5$	$\geq 5$
Dedo hasta los nudillos		$6 < e \leq 8$	$\geq 20$	$\geq 15$	$\geq 5$
		$8 < e \leq 10$	$\geq 30$	$\geq 25$	$\geq 20$
		$10 < e \leq 12$	$\geq 100$	$\geq 60$	$\geq 80$
		$12 < e \leq 20$	$\geq 120$	$\geq 120$	$\geq 120$
Mano		$20 < e \leq 30$	$\geq 850^a$	$\geq 120$	$\geq 120$
Brazo hasta la articulación del hombro		$30 < e \leq 40$	$\geq 850$	$\geq 200$	$\geq 120$
		$40 < e \leq 120$	$\geq 850$	$\geq 850$	$\geq 850$

Las líneas en trazo grueso indican la parte del cuerpo restringida por el tamaño de la abertura.

<sup>a</sup> Si la longitud de la abertura en forma de ranura es  $\leq 65$  mm, el pulgar actúa como tope y la distancia de seguridad se puede reducir a 200 mm.

Figura 22: Tamaño de abertura admisible

c. Consideraciones en cuanto al posicionamiento de los dispositivos de seguridad con respecto a las velocidades de aproximación de las partes del cuerpo humano

- Cálculo del tiempo total de parada: de acuerdo al apartado 4 de la Norma EN ISO 13855:2010 el tiempo de parada responde a la siguiente ecuación y está compuesto por dos tiempos:

$$T = t_1 + t_2$$

T, tiempo total de parada [s].

$t_1$ , tiempo máximo entre la ocurrencia de la actuación del sistema de seguridad y la señal de salida que alcanza el estado de parada [s].

$t_2$ , es el tiempo de parada, se corresponde con el tiempo máximo requerido para terminar la acción de peligro después de que la señal de salida desde el sistema de seguridad alcance el estado de parada. El tiempo de respuesta del sistema de control de la máquina debe estar incluido en este parámetro [s].

- Cálculo de la detección de la distancia mínima: la distancia mínima a la zona de peligro debe de ser calculada según la expresión:

$$S = (K * T) + C$$

S, es la distancia mínima [mm]

K, es un parámetro [mm/s], que proviene de datos de las velocidades de aproximación de las partes del cuerpo.

T, es el tiempo total de parada [s]

C, es la distancia de intrusión [mm]

- Cálculo de la distancia mínima para cada disposición del equipo de protección: de acuerdo con el apartado 6.2.2 que aparece en la Norma EN ISO 13855:2010 si la zona de detección es de cuerpo completo en disposición vertical habrá que tener en cuenta:
  1. La altura del haz más bajo ha de ser menor que 300 mm para evitar el acceso por debajo de la zona de detección.
  2. La altura del haz más alto ha de ser mayor o igual que 900 mm para evitar el acceso por encima de la zona de detección. Este límite no será aplicable para haces únicos con una disposición horizontal para la detección.

3. Relaciones matemáticas para el cálculo de la distancia mínima que aparecen en la Norma EN ISO 13855:2010:

Dirección de detección dirección de aproximamiento	Capacidad de detección en diámetro (mm)		Valor de K	Valor de C	Distancia mínima S	Observ.
	d ≤ 40	S ≥ 500 mm				
Ortogonal	d ≤ 40	S ≥ 500 mm	1600 mm/s	8(d-14) mm	S= (1600xT) + 8 (d-14)	Eq. 4 Q. 5 C>0
	40 ≤ d ≤ 70		1600 mm/s	850 mm	S= (1600xT) + 850	Eq. 5.

Tabla 18: Cálculo de la distancia mínima (S)

Aplicando los casos estipulados en la Norma EN ISO 13855:2010, los necesarios para el cálculo de distancia mínima de los tres sensores y las barreras son los que aparecen en la *Tabla 18*.

Conjuntamente se han utilizado los datos técnicos del escáner láser de seguridad SICK V300. Los valores obtenidos de distancia mínimas dependen de los tiempos definidos como  $t_1$  y  $t_2$  en los párrafos anteriores.

Para este caso la respuesta del láser es de 20 ms y para el tiempo de parada  $t_1$  y se ha tomado como dato la información existente en lo referente al tiempo de respuesta de las electroválvulas de mando que controlan los cilindros siendo este de 30 ms.

Así mismo, en los datos técnicos del sensor aparecen tres resoluciones posibles: 20 mm, 24 mm, 30 mm. Estas resoluciones son los datos del parámetro  $d$  que aparece en la tabla resumen de las relaciones matemáticas a utilizar en el cálculo de la distancia mínima.

Teniendo en cuenta lo anteriormente descrito se ha calculado cada sensor con una resolución diferente para poder obtener la distancia mínima en función de la resolución siendo los resultados obtenidos en la *Tabla 19*:



		S <500 y d ≤40mm
		Eq. 2 Norma EN ISO 13855:2010
Ortogonal	Sensor 1 d=20 mm	148 mm
	Sensor 2 d=24 mm	180 mm
	Sensor 3 d= 30mm	228 mm

Tabla 19: Distancia mínima en función de la resolución

Debido a que se pretende detectar la entrada a una zona de peligro de las extremidades superiores, y en concreto es probable que el riesgo sea para manos y/o dedos mayoritariamente se pondrán tres sensores con una resolución  $d = 20$  mm y por tanto sería necesaria una distancia de seguridad mínima al peligro de 148 mm.

d. Consideraciones en cuanto a las botoneras de seguridad.

Se situarán dos botoneras de seguridad en cada esquina delantera del puesto. Cada botonera tendrá 3 botones con las funciones independientes de marcha, paro y emergencia. Se situarán fuera del área protegida por las cortinas SICK.

El tiempo de actuación de las botoneras deberá ser lo más corto posible.

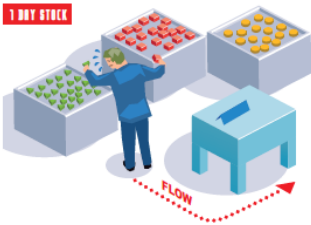
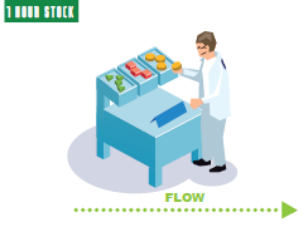
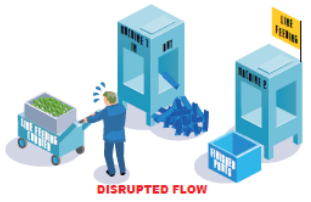
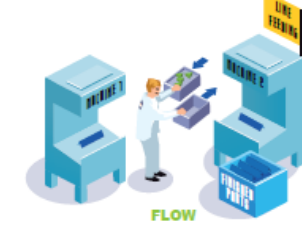
### 6.14. Definición del aprovisionamiento de componentes

Se definen unidades empaquetadas/racks (PU's) como contenedores que se pueden transportar manualmente. Estas unidades se caracterizan por su peso ligero, y contendrán los componentes de montaje del puesto de acabado: cordones, omegas, bumpers laterales y traseros.

Su colocación parece no ser complicada, pero su posicionamiento debe cumplir los 20 criterios y las normas de ergonomía.

#### Normas consideradas

Deberán cumplir los siguientes criterios, el 7º y el 8º:

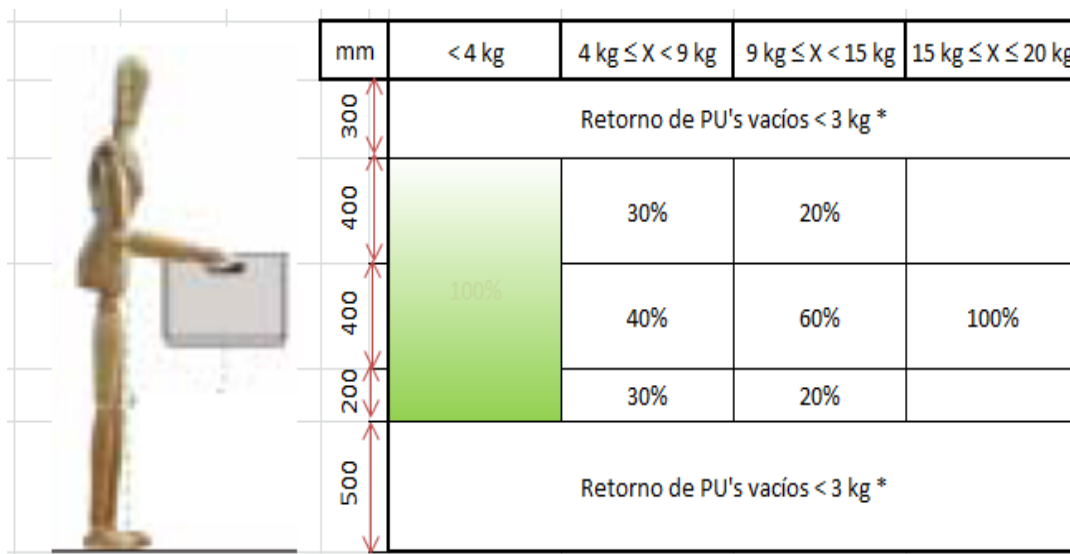
Situación no correcta	No cumple el criterio 7º si:	Situación correcta
	<p>El aprovisionamiento no está dimensionado con cajones pequeños.</p> <p>El stock de los racks es mayor de 1 hora.</p> <p>El aprovisionamiento no es transportable.</p> <p>No hay un pequeño ciclo u orden de alimentación de componentes.</p>	
Situación no correcta	No cumple el criterio 8º si:	Situación correcta
	<p>Las tareas periódicas como el aprovisionamiento de componentes generan una interrupción en el proceso (más del 10% del ciclo).</p>	

Para cumplir con el criterio 8º, el aprovisionamiento de componentes se realizará durante el propio ciclo de trabajo, durante la actividad de colocación de

componentes. La distancia entre el aprovisionamiento de racks y su posición final será la mínima posible.

### Aprovisionamiento y retirada de los racks

Cuanto más peso soporte el rack, la superficie de manejo de este será menor. Estos racks pesarán menor que 4 kg llenos, y menor que 3 kg vacíos, luego dispondrán del área menos restrictiva. En la *Figura 23* se aprecian las áreas aceptables:



*Figura 23: Superficie de manipulación de racks*

Las medidas marcadas con (\*) indican las dimensiones aceptables para el retorno de las PU vacías. Sin embargo, es preferible que vuelvan por la parte superior. El retorno por la parte inferior es recomendable para procesos de baja frecuencia (=10 veces por hora).

Estas medidas se aplican a un hombre de estatura media de 1,75 m y una mujer de estatura media de 1,65 m. El estrés muscular es aceptable si el 100% de las PU cumplen con las recomendaciones. Luego para nuestro puesto se realizará el aprovisionamiento y retirada de las PU en la zona verde, es decir, desde 500 mm hasta 1500 mm del suelo.

A su vez, se cumplirán las siguientes recomendaciones:

- Reducir la distancia entre el operario y la PU (máximo 500 mm).

- Amontonar las PU's (si son productos idénticos). La estantería debe estar concebida para asistir el amontonamiento.
- No usar ni escalones ni rampas en la medida de lo posible.
- El asa de las PU's debe ser suficientemente profundo (igual a 16 mm) y con formas redondeadas para evitar aristas cortantes.
- Etiquetas de información: la información importante (referencias, zona, estación de trabajo, tiempo de cambio) debe ser claramente visible.
- Para evitar que los operarios bajen las PU's para leer las etiquetas, las letras deberán seguir las siguientes dimensiones: altura 15 mm, ancho 10 mm, espesor 1,5 mm.

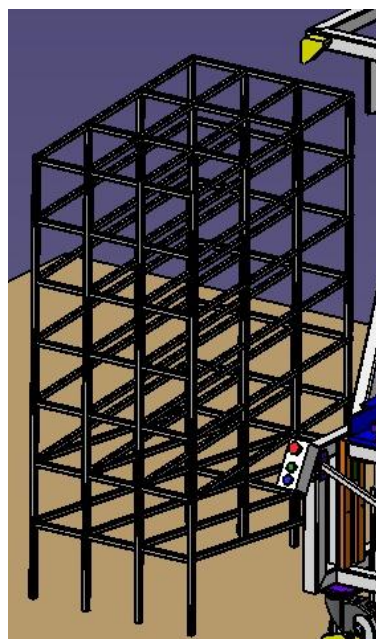


Figura 24:  
Aprovisionamiento de racks

El aprovisionamiento y retorno de los racks se realizará en el lateral de la máquina, respetando las medidas anteriores, como en la *Figura 24*. Esta estructura se ha diseñado para un aprovisionamiento de 3 bandejas diferentes con un máximo de 5 componentes.

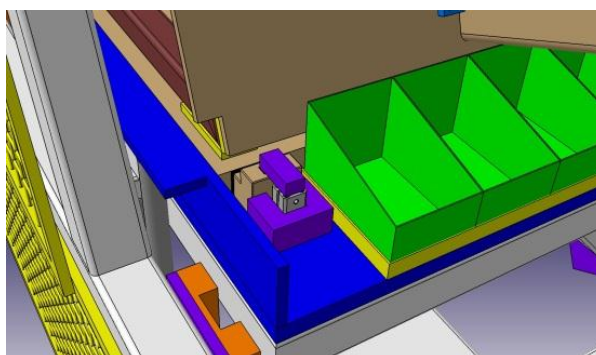


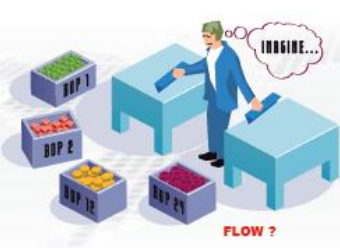
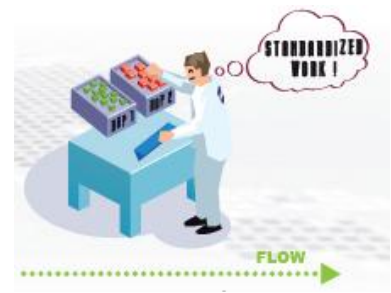
Figura 25: Localización de racks

La colocación de los racks se hará lo más cerca posible del operario, disminuyendo así los movimientos de las extremidades superiores. Se abastecerán por los dos lados del sistema de marcado, un total de 8 PU's. Un ejemplo se muestra en la *Figura 25*.

## 6.15. Interfaz hombre máquina

### Normas consideradas

Es esencial informar de forma correcta y clara al operario, e intentando hacerlo de forma más simple posible, cumpliendo con el criterio 15°:

Situación no correcta	No cumple el criterio 15° si:	Situación correcta
	<p>El trabajo estándar no es claro y no se puede seguir a causa del diseño.</p> <p>No hay pautas fáciles de seguimiento en las operaciones.</p>	

Para ello, el memorándum de Ergonomía dedica un apartado donde define las medidas necesarias para cumplir estos requisitos. Los elementos del puesto de acabado sujetos a esta norma en este caso serán:

- La baliza.
- La pantalla digital táctil.

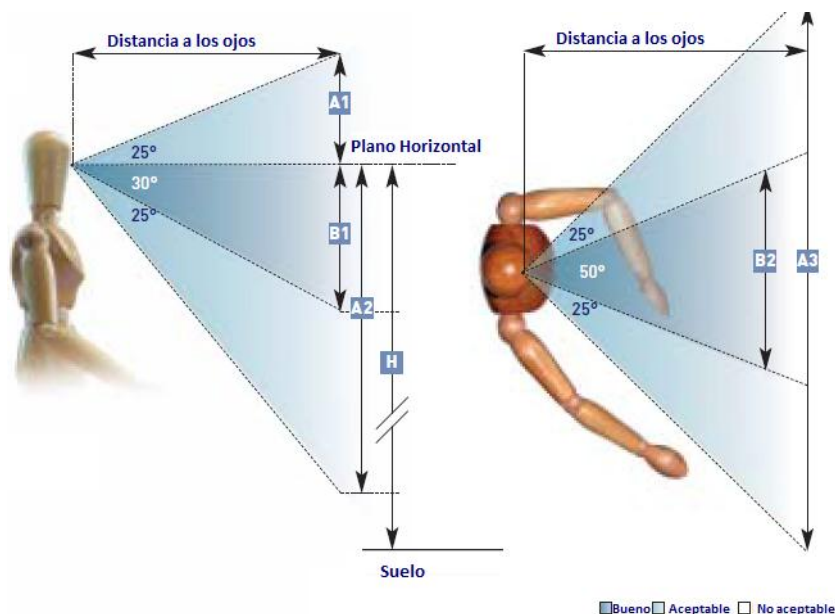


Figura 26: Distancia elementos de información

La distancia a la que se posicionen los distintos elementos respecto al operario modificará el ángulo de visión, y por lo tanto, la superficie recomendada. Luego, cuanto mayor sea esa distancia, el rango de visibilidad del operario aumentará, siguiendo la *Tabla 20*:

Distancia a los ojos (mm)	Áreas buenas (mm)		Áreas aceptables (mm)		
	B1	B2	A1	A2	A3
500	290	460	230	710	1200
750	430	700	350	1070	1780
1000	580	940	470	1430	2380
1500	870	1400	700	Suelo	3580

*Tabla 20: Distancia de elementos de información a los ojos*

La pantalla digital táctil se situará a una distancia de 837mm respecto del operario, luego las distancias equivalentes serán las correspondientes a una distancia entre 750 y 1000 mm.

La baliza de visualización se situará encima del panel de control del operario.

En la pantalla digital táctil se cargará la referencia de la bandeja que se esté produciendo en ese momento, y se iluminarán las posiciones incorrectas y correctas de los componentes de esa bandeja, por lo que no será necesario la lectura por el operario.

Además, dicha pantalla estará dotada de un brazo giratorio para trasladarla en los casos que sea necesario (cambio de utillaje, mantenimiento), o adaptarla a las necesidades de cada operario de forma manual.

En cualquier caso se debe posicionar asegurando que no hay ningún obstáculo entre los ojos y la pantalla. Además, se deben eliminar los reflejos o cualquier efecto que empeore la visibilidad asegurando que el tiempo en el que permanece la información es el suficiente. En este caso los leds no cambiarán de color hasta que no se posicione el componente correctamente.

La pantalla digital táctil al lado del operario deberá cumplir con las siguientes especificaciones:

- ✓ Asegurar que la información es presentada de manera uniforme de una página a la siguiente.
- ✓ Todas las pantallas deben tener un título para informar al operario de la posición de la aplicación.
- ✓ Prever información explícita sobre cómo pasar de una página a otra.
- ✓ Asegurarse de que en cualquier momento el operario puede: volver al nivel anterior, acceder al menú o responder rápidamente.
- ✓ Proteger a los llamados “comandos destructivos” con una petición de confirmación por parte del sistema.
- ✓ Asegurar que todos los caracteres insertados por el operario aparezcan en la pantalla.
- ✓ Los límites de respuesta deben ser de 3 segundos máximo. Si tiene que ser mayor, informar al operario de que el proceso está en progreso.
- ✓ Adecuar la aplicación para corregir espacios, sintaxis...
- ✓ Dar la opción al operario la posibilidad de corregir los comandos de entrada antes de validarlos.
- ✓ Informar a los usuarios de sus errores mostrando un mensaje por pantalla y dándoles la posibilidad de corregirlos antes de que empiece la siguiente operación. El mensaje de error debe permanecer en la pantalla hasta que el operario lo reconozca.
- ✓ Usar un código de colores que de una información única y uniforme, y un significado para cada color. No usar más de 5 o 6 colores diferentes en la aplicación. Cumplir con las normas de contraste.
- ✓ Prestar atención a información específica o situaciones urgentes usando símbolos (como un asterisco) o rodeándolos.

Además, la disposición de la pantalla táctil deberá cumplir:

- ✓ Que no le incida una fuente de luz natural o de un taller.
- ✓ Que cumpla con las distancias especificadas en el apartado anterior.
- ✓ Que el operario sea capaz de ajustar el ángulo y los parámetros de la pantalla, y que esta sea capaz de reflejar.
- ✓ Que el uso del teclado sea mínimo. Frecuentemente se pueden sustituir por botones.
- ✓ Que se dé un uso preferente a caracteres oscuros en un fondo claro.

### 6.16. Mantenimiento y uso posterior del puesto

El mantenimiento del puesto debe cumplir con el criterio número 10:

Situación no correcta	No cumple el criterio 10º si:	Situación correcta
	<p>El acceso para el mantenimiento no es fácil.</p> <p>Los niveles 1 y 2 de mantenimiento no se pueden realizar por el operario.</p>	

Entendemos como nivel 1 de mantenimiento a operaciones básicas de inspección, limpieza... El nivel 2 de mantenimiento incluye actividades como el control de la actividad, reposición de piezas estándar y fáciles... Para ello se evitarán los puestos denominados “cajas negras”, para mejorar el proceso, debemos ser capaces de observarlo desde fuera. Por ello la máquina y sus componentes serán visibles desde el exterior, gracias al uso de rejillas en vez de chapa metálica, plásticos y materiales opacos.

Además, las rejillas laterales podrán abrirse desde el exterior, para favorecer tareas de limpieza, como la retirada de los restos de corte, o tareas de inspección. La apertura se realizará mediante sensores magnéticos que impedirán que las puertas se abran a la vez que la máquina se encuentra funcionando.

El uso posterior del puesto debe cumplir con el criterio 20º:

Situación no correcta	No cumple el criterio 20º si:	Situación correcta
	<p>La producción de piezas futuras de recambio una vez acabe la producción no es fácil.</p> <p>Las piezas de recambio no se pueden seguir produciendo con las líneas y el equipo actual.</p>	

Se debe cumplir con la normativa de Faurecia: la producción de las piezas de recambio debe tener una duración de hasta 10 años una vez se termine la producción continua de esa pieza.



## 7. FUNCIONAMIENTO DEL PUESTO

Para entender el funcionamiento del puesto se debe conocer primero el utillaje y sus componentes principales:

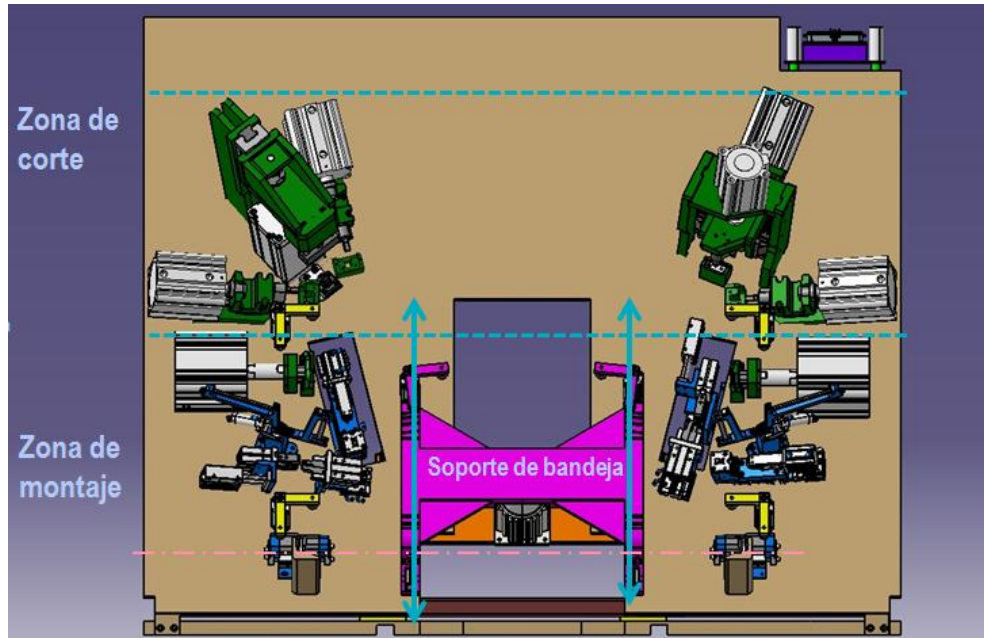


Figura 27: Componentes principales del puesto

Se distinguen dos zonas principales en la *Figura 27* dedicadas para actividades de corte y montaje, respectivamente. La zona de montaje se situará en la parte inferior para que el operario esté lo más cerca posible de la colocación de los componentes, y la zona de corte estará alejada del mismo al estar completamente automatizada.

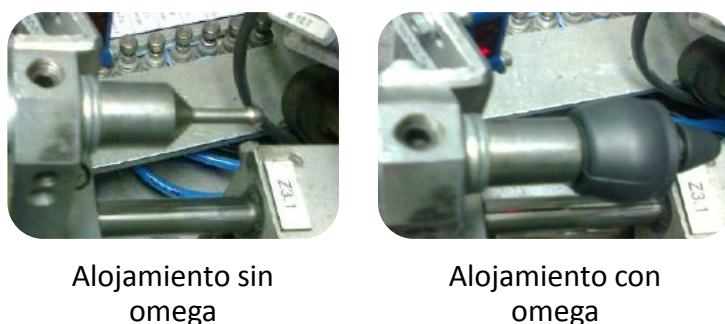
El nexo de unión entre ambas zonas será el soporte de bandeja, alojado en una cavidad rectangular que le permitirá desplazarse de una zona a otra. El Autoeject no aparece representado por formar parte del bastidor y no del utillaje.

A continuación se describen las etapas del ciclo, nombrando en cada una los componentes que intervienen y haciendo una breve descripción de sus características y especificaciones.

### 7.1. Colocación de los componentes por el operario

La primera operación será de tipo manual, y tendrá una duración específica del número de componentes que necesite la bandeja. En esta operación, el operario colocará en sus respectivos alojamientos cada componente de la bandeja, que obtendrá de los racks situados en la parte inferior del puesto, a una altura de 800 milímetros del suelo para un operario estándar.

Los alojamientos de los componentes deberán copiar la forma interior de ellos, asegurando no ser compatibles con el resto de componentes evitando cualquier equivocación por parte del operario.



*Figura 28: Alojamiento de omega*

Dichos alojamientos estarán a la vista en todo momento y se localizarán en los punzones de los cilindros neumáticos de montaje. Sólo se moverán durante esta operación, quedando fijos en el resto de ellas.

### 7.2. Colocación de la bandeja por el operario

El operario, una vez haya colocado cada componente, colocará la bandeja nueva en el soporte.

El soporte, representado en color rosa en la *Figura 29* y la *Figura 30*, será ligero pero lo suficientemente robusto para soportar el movimiento y el peso de la bandeja. Se dotará al soporte de dos movimientos:

- Movimiento “arriba-abajo”: el soporte se desplaza desde la zona de corte a la de montaje “arriba”, y desde la de montaje a la de corte “abajo”. El movimiento se realiza mediante un cilindro neumático.

→ Movimiento “cerca-lejos”: el soporte se aleja de la placa del utillaje “lejos”, o se acerca “cerca”. El movimiento se realiza mediante un cilindro neumático.

Los dos movimientos son dependientes:

- x el soporte no puede moverse de abajo a arriba o viceversa si se mantiene cerca de la placa de utillaje. Esto originaría interferencias con los elementos del utillaje, dañando la bandeja e impidiendo un movimiento fluido.
- x el soporte no puede estar en la posición “lejos” mientras se efectúen las operaciones de corte y montaje. La posición correcta para estas operaciones es “arriba-cerca” o “abajo-cerca”.

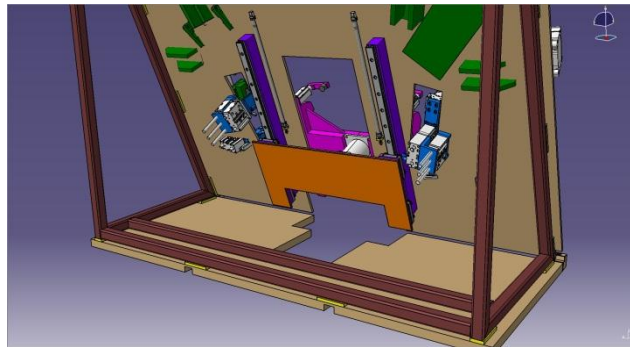


Figura 29: Vista trasera del soporte

En el supuesto en el que la bandeja lleve bumpers traseros o bumper central, los cilindros de montaje originarían una colisión con el soporte cuando este se moviera de abajo a arriba o viceversa. La solución tomada al respecto es la de escamotear los cilindros de montaje de bumpers traseros o bumper central utilizando a su vez un cilindro neumático de 6 milímetros de diámetro por cada cilindro escamoteado. Por ello, la placa inclinada contará con dos agujeros laterales para permitir el movimiento de los cilindros de montaje.

El soporte irá acompañado de cuatro pisadores que estarán sujetando la bandeja durante las operaciones de corte y de montaje, cada uno se accionará con un cilindro neumático.

Por último, el soporte deberá copiar la forma interior de cada bandeja, y su tamaño estará limitado por la superficie disponible.

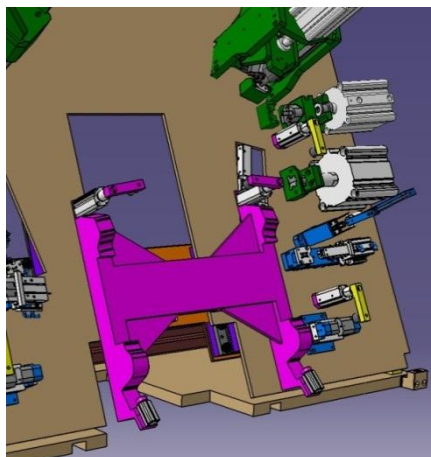


Figura 30: Vista delantera del soporte

Resumiendo, cuando el operario coloque la bandeja en el soporte éste estará situado en posición “abajo-lejos”, y con los cuatro pisadores abiertos.

### 7.3. Movimiento del soporte a la zona de corte

Una vez el operario haya colocado la bandeja y pulsado el botón de inicio de ciclo, comenzará la secuencia automática. Los pisadores del soporte se cerrarán de forma simultánea ya que sus cilindros neumáticos necesitan poco caudal, al requerir poca fuerza.

A continuación el soporte pasará de la posición “abajo-lejos” a “arriba-lejos”. La duración de este movimiento será lo más corta posible, existiendo al final del recorrido dos resortes que absorberán la fuerza del impacto (Ver *Figura 31*).

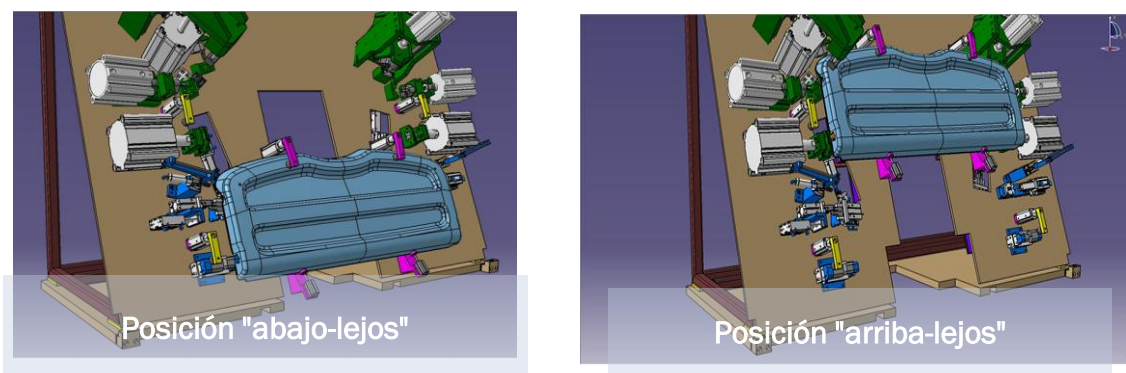


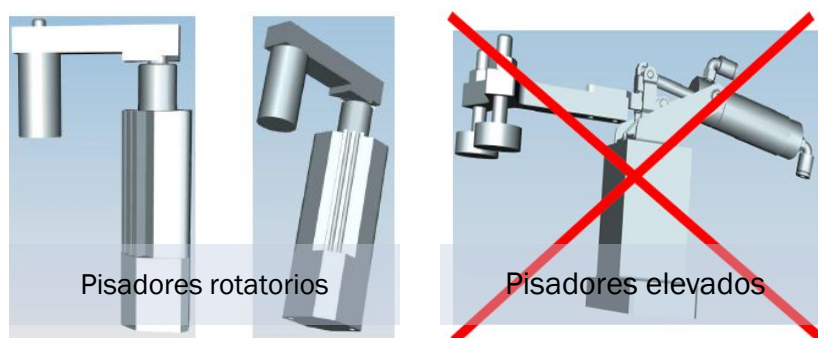
Figura 31: Posiciones del soporte

#### 7.4. Operación de corte

A continuación, el soporte se prepara para la operación de corte y cambia a la posición “arriba-cerca”. Como se puede observar en la imagen los pisadores del soporte siguen cerrados, y ahora los pisadores de corte, representados en color amarillo se cierran sobre la bandeja.

El número de pisadores de corte estará comprendido entre 2 y 4, dependiendo del número de agujeros a troquelar. Su función es la de sujetar la bandeja para evitar que se mueva durante el movimiento del punzón. Por eso estarán colocados lo más cerca posible de los agujeros. Se accionarán igual que los pisadores del soporte, con un cilindro neumático cada uno, y se cerrarán y abrirán a la vez.

Todos los pisadores presentes en el mecanismo deberán cumplir la siguiente especificación: cuando estén abiertos no podrán ocupar espacio vertical, sino que deberán rotar sobre su eje 90° o 180°. La razón es la de favorecer el movimiento de la bandeja sobre el soporte, sin que ello conlleve a chocar con ningún obstáculo, como los pisadores. (Ver *Figura 32*)



*Figura 32: Clasificación de pisadores*

El corte se realizará mediante cilindros neumáticos con acometida de 12 milímetros de diámetro. Todos los cilindros de corte serán iguales, independientemente del componente al que esté destinado el agujero. Lo único que deberá ser específico será la forma del punzón, ya que cada componente exige una forma diferente de agujero.

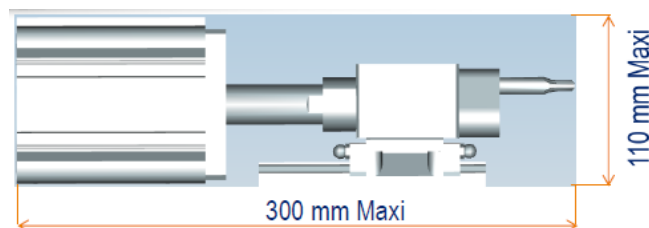


Figura 33: Dimensiones máximas de cilindros de corte

Las dimensiones anchura y altura no podrán excederse de 300 y 110 milímetros de anchura respectivamente (ver *Figura 33*). Es fundamental que la anchura no supere los 300 milímetros, como se explicó en el apartado de definición de la anchura del puesto. Si se supera por alguna razón, puede haber problemas de incompatibilidad, resultando que el utillaje no pueda alojarse en el bastidor porque supere las dimensiones establecidas, para el caso de bandejas grandes.

Los únicos cilindros que se diferenciarán del resto son los destinados al troquelado de los agujeros del cordón. Esto es debido a que el agujero del cordón es el único que se realiza sobre la parte posterior de la bandeja, y no en un lateral, de forma que la única forma de acceso es por arriba. (Ver *Figura 34*).

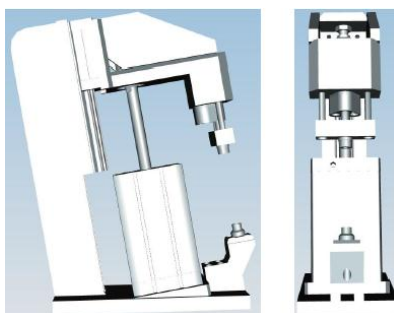


Figura 34: Cilindros de corte de cordones

Los cilindros de corte se accionarán secuencialmente y en parejas, de forma que el avance del punzón se realice siguiendo un orden establecido en la programación, mientras que la retirada de los punzones se podrá hacer de forma simultánea. Esto es debido a que el avance del punzón requiere más fuerza que cualquier otro movimiento, por lo que es imposible realizar esta operación simultáneamente por falta de aire. Sin embargo, la retirada no necesita fuerza, y se puede hacer más despacio.

### 7.5. Movimiento del soporte a la zona de montaje

Cuando los punzones se hayan retirado del agujero los pisadores de corte se levantarán simultáneamente y el soporte pasará a la posición “arriba-lejos”, secuencialmente a “abajo-lejos”, donde se preparará para la operación de montaje.

Una vez llegado a la posición de montaje, los cilindros de montaje de bumpers traseros (en el supuesto de llevarlos) se levantarán a la posición de montaje.

A su vez existirán entre 2 o 4 pisadores de montaje, iguales a los de corte, situados cerca del montaje de componentes.

### 7.6. Operación de montaje

En esta operación, los cilindros diferirán en forma y en número de movimientos, dependiendo del tipo de componente que monten. Todos ellos serán de 6 milímetros de diámetro:

- Montaje de cordones: se realizará en tres movimientos. El cordón, partiendo de su posición horizontal sobre el soporte del mecanismo, se aproximará con un cilindro a la posición apta de montaje, de forma que el caucho del cordón quede exactamente encima de su agujero. A continuación, otro cilindro accionará el mecanismo enganchar el cordón en el agujero (ver *Figura 35*). Por último, y como medida de Poka-yoke, un cilindro interior empujará el caucho del cilindro durante unos segundos para comprobar que no se sale del agujero.



*Figura 35: Sistema montaje cordón*

- Montaje de omegas: para cada omega sólo se necesitará un cilindro que tenga la forma de la *Figura 36*. La omega interior y exterior estarán alojadas en cada punzón respectivo. El cilindro neumático representado en azul, cerrará los dos punzones dejando entre medias la bandeja, y las omegas se cliparán. La acción

durará e tiempo suficiente para asegurar que las omegas quedan en la clipadas correctamente.

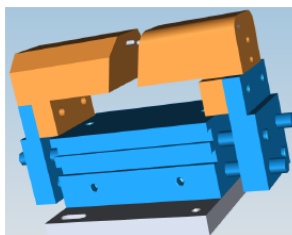


Figura 36: Sistema montaje omega

- Montaje de bumpers: los bumpers presentan el montaje más complicado, debido a que su forma les impide ser agarrados directamente, necesitando el uso de una mordaza que se abra y cierre. En total se contará con cuatro cilindros neumáticos (ver Figura 37): mordaza exterior, cilindro exterior, mordaza interior y cilindro interior.

La secuencia se realizará de la siguiente forma: la mordaza exterior cierra y sujeta al bumper, el cilindro exterior empuja el bumper hacia el interior de la bandeja y lo encaja en ella. Una vez dentro, la mordaza interior agarra el bumper desde dentro. El cilindro interior, retrocede empujando el bumper aún más hacia dentro.

Pasados un tiempo, la mordaza interior suelta el bumper, y es ahora el cilindro exterior el que empuja el bumper hacia fuera, como medida de Poka-yoke, para asegurar que está correctamente medido. Finalmente, la mordaza exterior suelta el bumper y todo vuelve a la posición original.

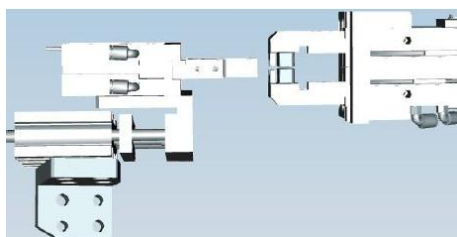


Figura 37: Sistema montaje bumper



### **7.7. Operación de marcado**

Simultáneamente a la operación anterior se realiza el marcado de la bandeja. El sistema de marcado no se modificará respecto a los modelos actuales, siendo necesarios dos cilindros neumáticos de 12 milímetros de diámetro que moverán el marcador “cerca-lejos” de la bandeja y en posición “marcando-soltando”. Durante el resto de actividades el marcado se situará en la posición “lejos”, y durante el marcado estará “cerca” de la bandeja. Una vez termine de marcar volverá a la posición “lejos” para permitir que la bandeja se aleje junto con el soporte.

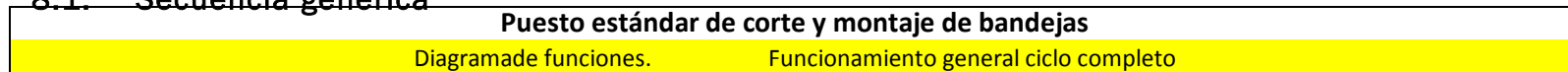
### **7.8. Preparación para el Autoeject**

Por último, los pisadores de montaje se abrirán a la vez que los de soporte de la bandeja, y el soporte se moverá a la posición inicial “cerca-alejado”, preparando a la bandeja en posición de Autoeject.

El mecanismo de Autoeject consistirá en dos varillas metálicas paralelas colgadas del bastidor, que permanecerán en reposo durante la ejecución de las tareas de montaje y se accionarán mediante dos cilindros neumáticos situados en la parte posterior de la placa inclinada una vez la bandeja esté acabada (Ver Figura 17).

## 8. SECUENCIACIÓN DE OPERACIONES

### 8.1. Secuencia genérica



Nº E.V. **Inicio de ciclo automatico**

- .- Selector modo automático
- .- Cargar receta de bandeja
- .- Ajustar altura Operario: manual/automática
- .- Ajustar pantalla Visualización
- .- Pulsar boton Condiciones iniciales

ENTRADAS NECESARIAS PARA VALIDAR OPERACIÓN

- .- Todos elementos en posición e inicio:
- .- Deslizamiento soporte-bandeja en posición montaje
- .- Posición soporte-bandeja en posición arriba
- .- Pisadores en posición abiertos

Postizo de montaje arriba	118	cilindro pisador corte 1 arriba	124	cilindro pisador montaje 5 arriba	132	cilindro amarre bandeja 1 soltando	110
Bandeja posicion montaje	121	cilindro pisador corte 2 arriba	126	cilindro pisador montaje 6 arriba	134	cilindro amarrebandeja 2 soltando	112
Postizo de corte abajo bandeja arriba	123	cilindro pisador corte 3 arriba	128	cilindro pisador montaje 7 arriba	136	cilindro amarre bandeja 3 soltando	114
	122	cilindro pisador corte 4 arriba	130	cilindro pisador montaje 8 arriba	138	cilindro amarre bandeja 4 soltando	116
Corte D A fuera	10	mordaza exterior BL C abierta	19	cilindro exterior BL C fuera	37	cilindro interior BL E fuera	55
Corte D B fuera	11	mordaza exterior BL D abierta	21	cilindro exterior BL D fuera	39	cilindro interior BL F fuera	57
Corte bump lat C fuera	12	mordaza exterior BL E abierta	23	cilindro exterior BL E fuera	41	cilindro interior BL G fuera	59
Corte bump lat D fuera	13	mordaza exterior BL F abierta	25	cilindro exterior BL F fuera	43	cilindro vertical Cordón H arriba	61
Corte bump Trasero E fuera	14	mordaza exterior BL G abierta	27	cilindro exterior BL G fuera	45	cilindro vertical Cordón I arriba	63
Corte bump Trasero F fuera	15	cilindro exterior Ω A fuera	29	cilindro horizontal Cordón H fuera	48	mordaza interior BL C abierta	65
Corte bump Trasero G fuera	16	cilindro interior Ω A fuera	31	cilindro horizontal Cordón I fuera	50	mordaza interior BL D abierta	67
Corte Cordon H fuera	17	cilindro exterior Ω B fuera	33	cilindro interior BL C fuera	51	mordaza interior BT E abierta	69
Corte Cordon J fuera	18	cilindro interior Ω B fuera	35	cilindro interior BL D fuera	53	mordaza interior BT F abierta	71

Control posición

- Operación manual:
- .- Colocación de bandeja en soporte-bandeja
  - .- Colocación de componentes en utillaje
    - Omegas
    - Cordones
    - Bumper lateral
    - Bumpers traseros
  - .- Coje pieza acabada de auto eject
  - .- Operario pulsa boton rearme seguridad

Control todas seguridades ok

Piloto amarillo parpadea  
Operario corrige defecto

- .- Operario pulsa botón de inicio ciclo

Operario coloca bandeja en soporte

Control posicion correcta de bandeja: 2 FC

Aviso de error en esquema de pantalla

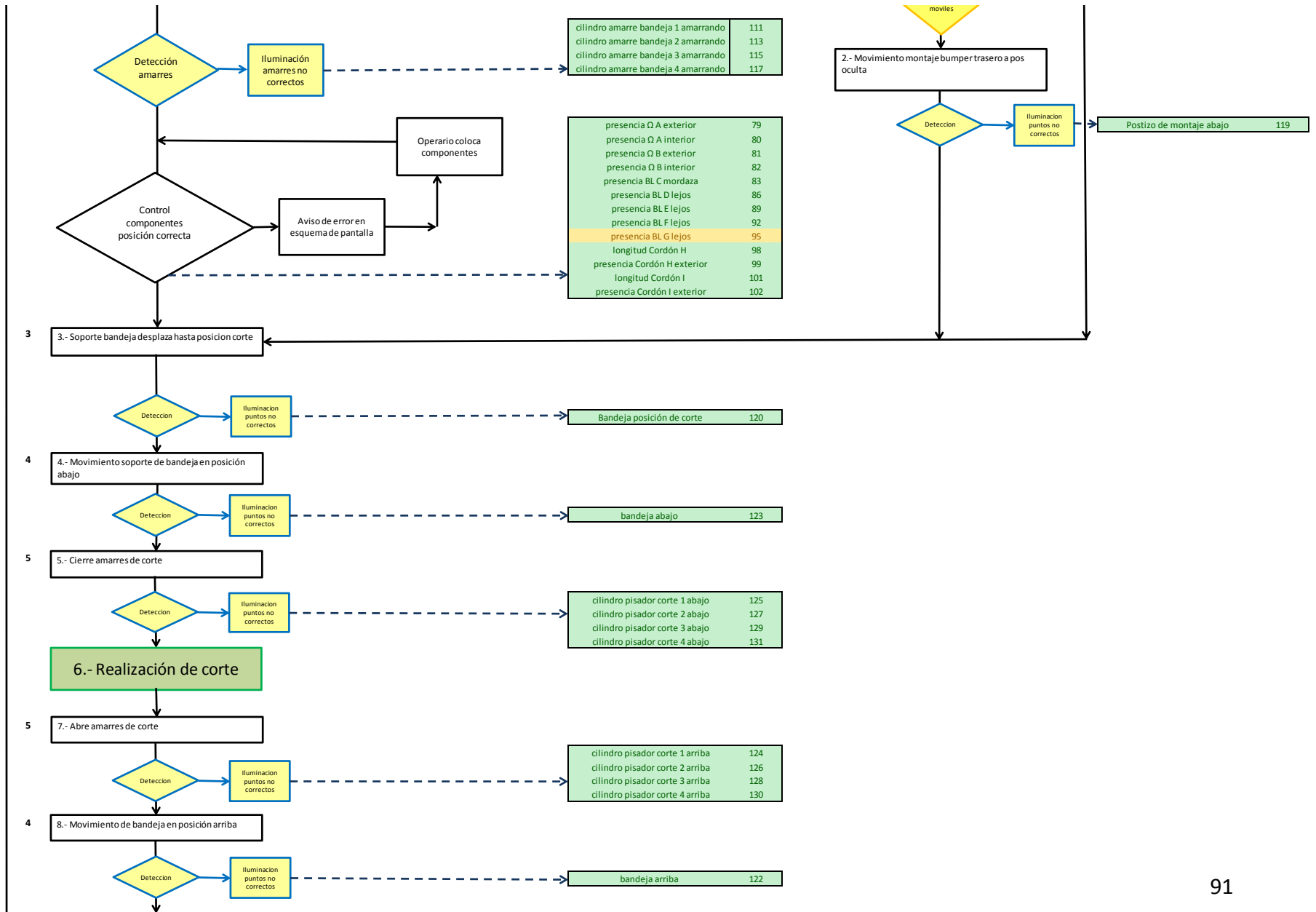
Presencia bandeja izquierda 108  
Presencia bandeja derecha 109

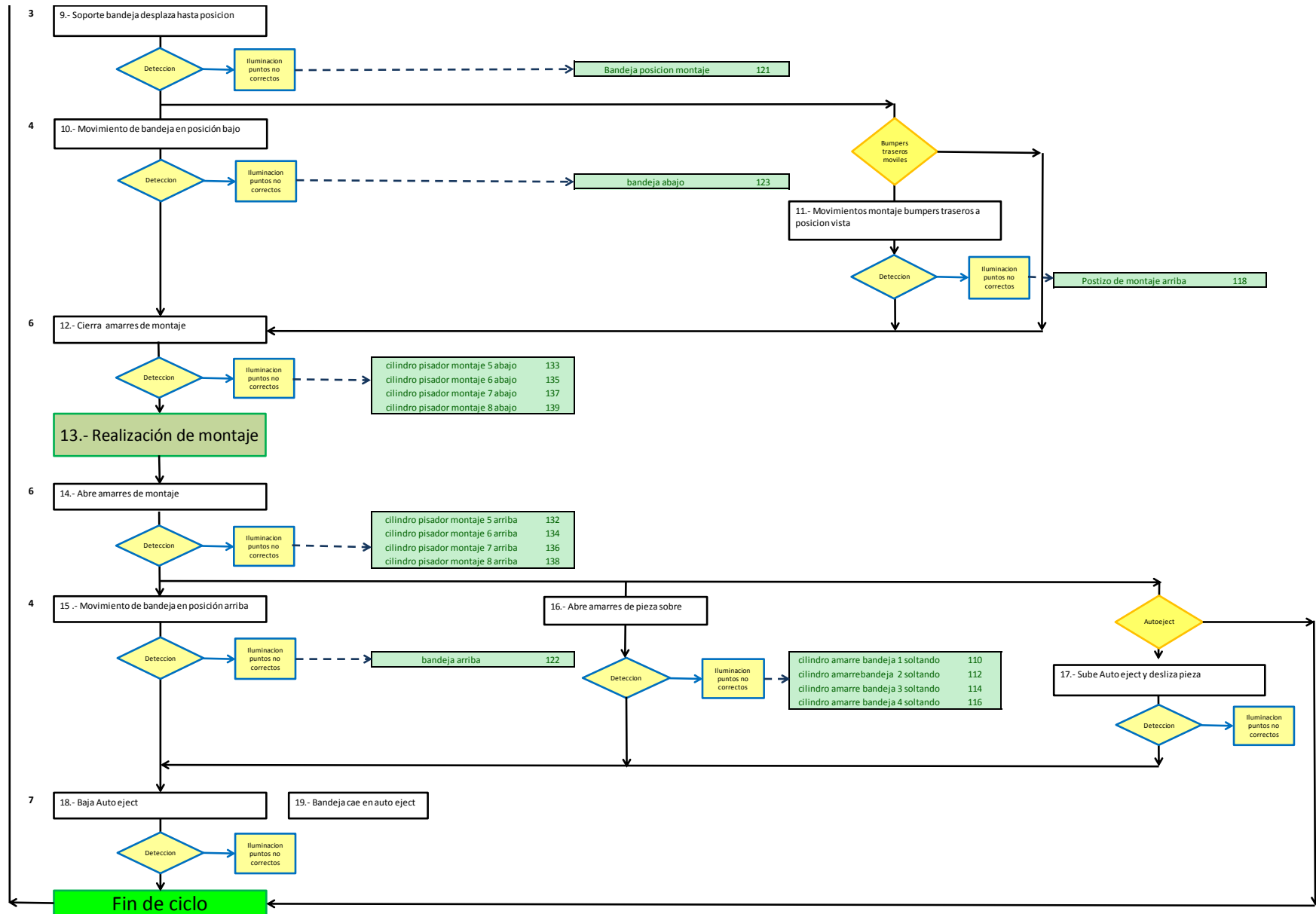
90

- 1.- Cierre de amarres de pieza sobre soporte

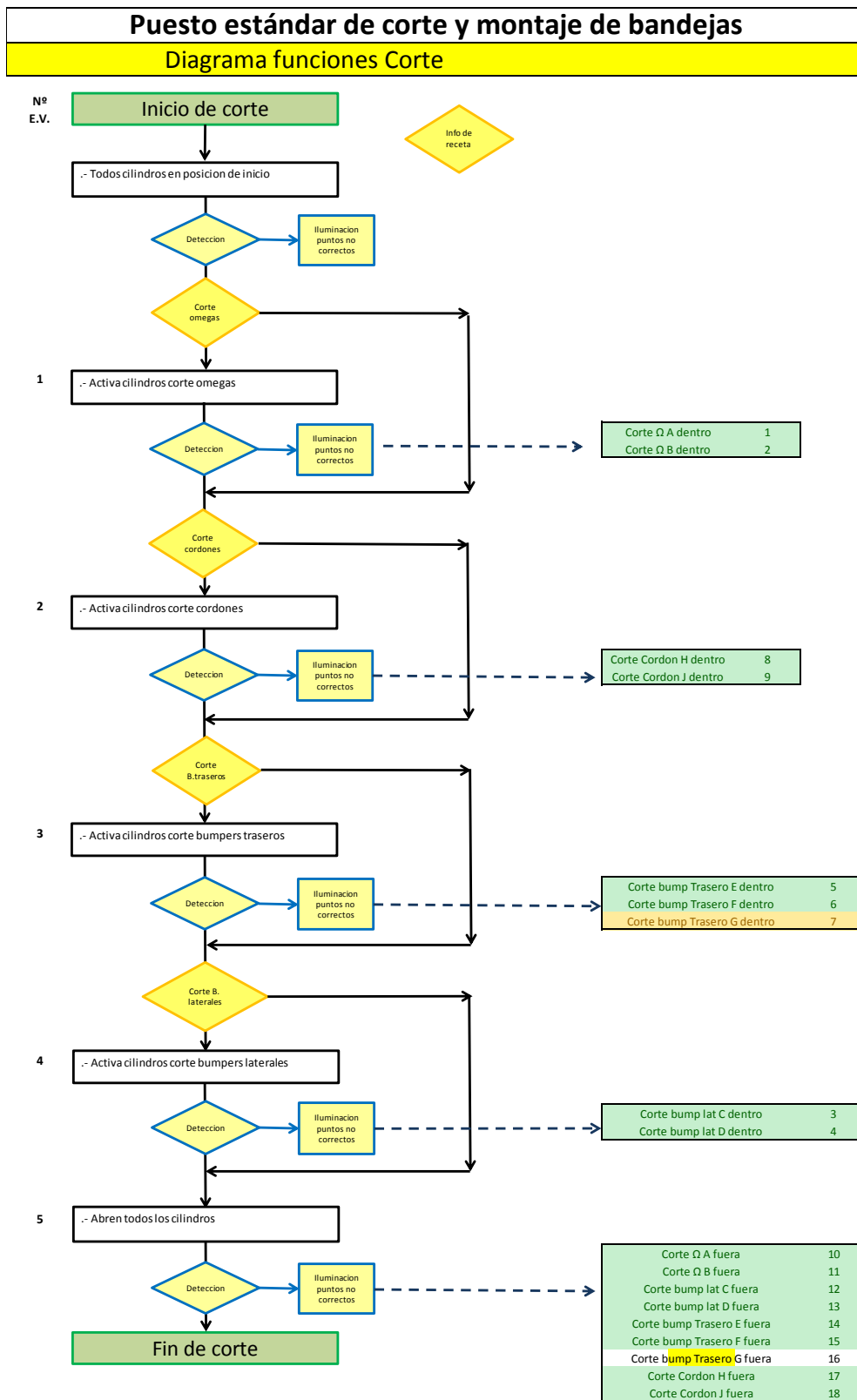
Bumpers traseros

## Estandarización de un puesto de montaje de bandejas

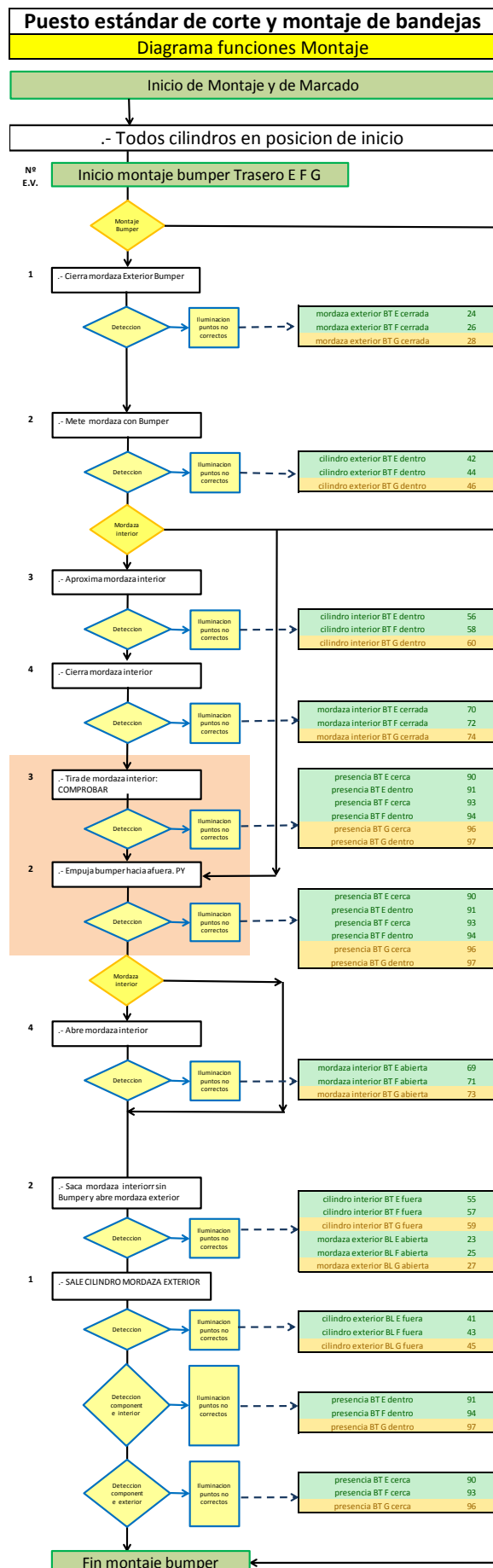


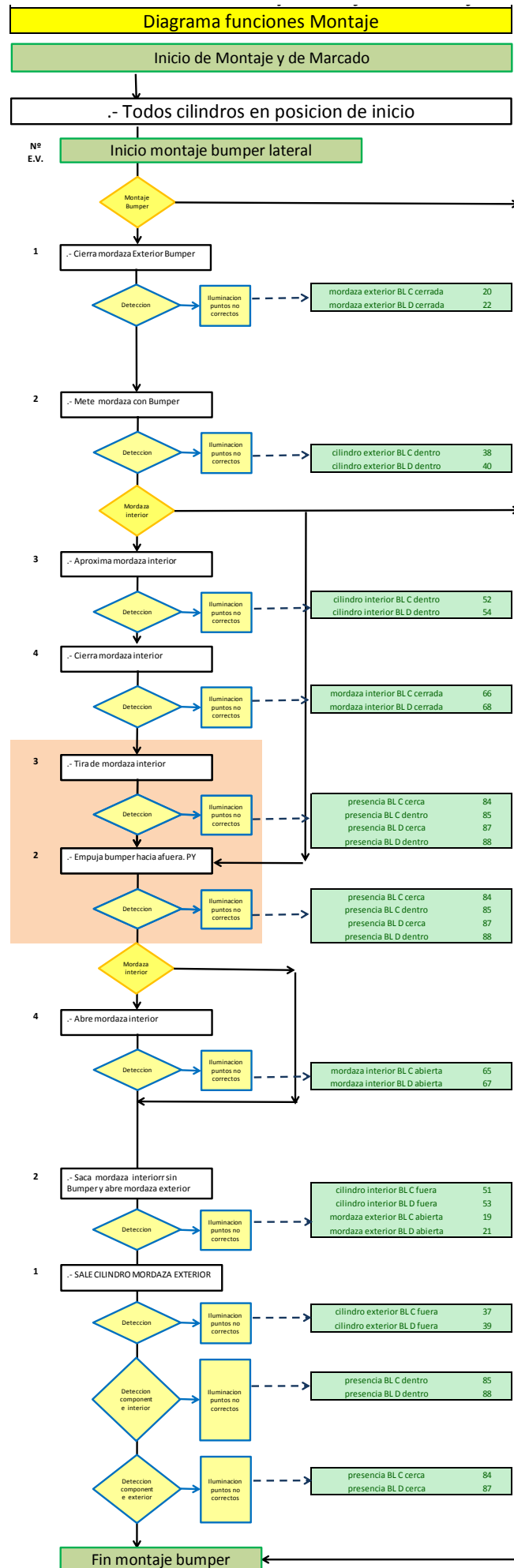


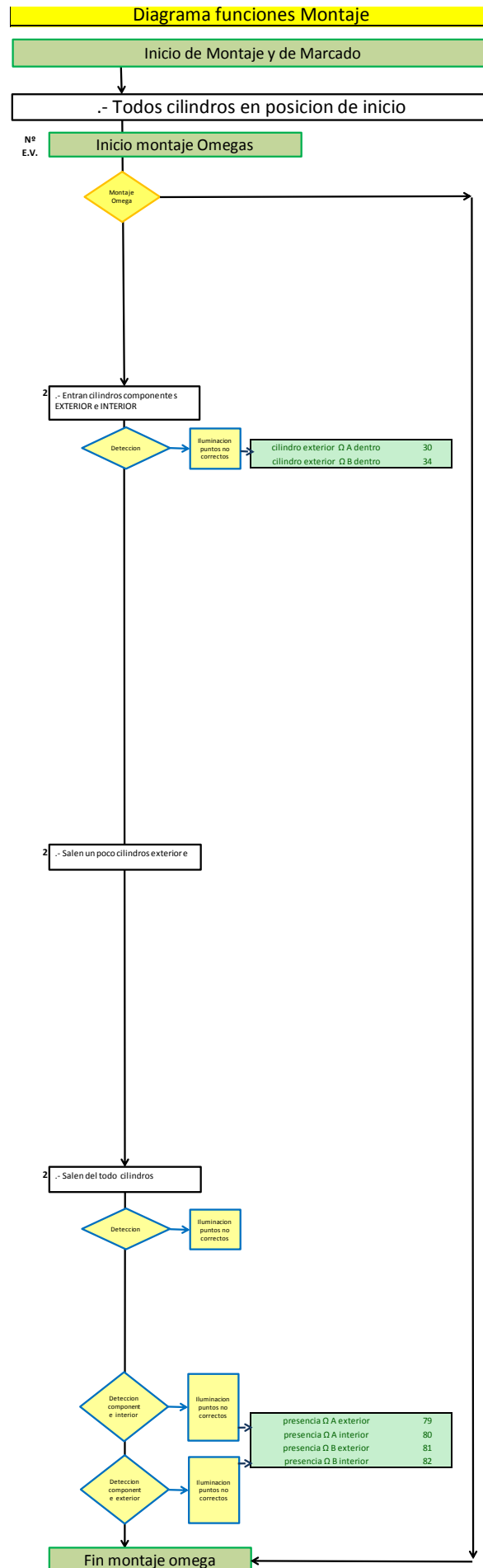
## 8.2. Secuencia de corte



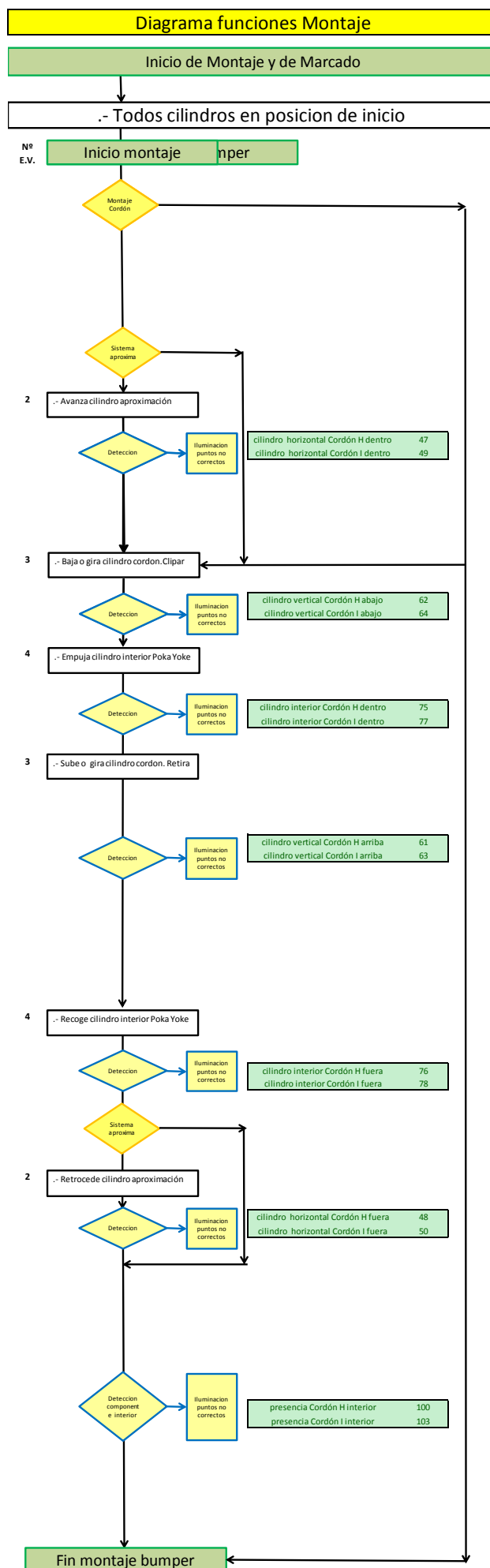
### 8.3. Secuencia de montaje de componentes



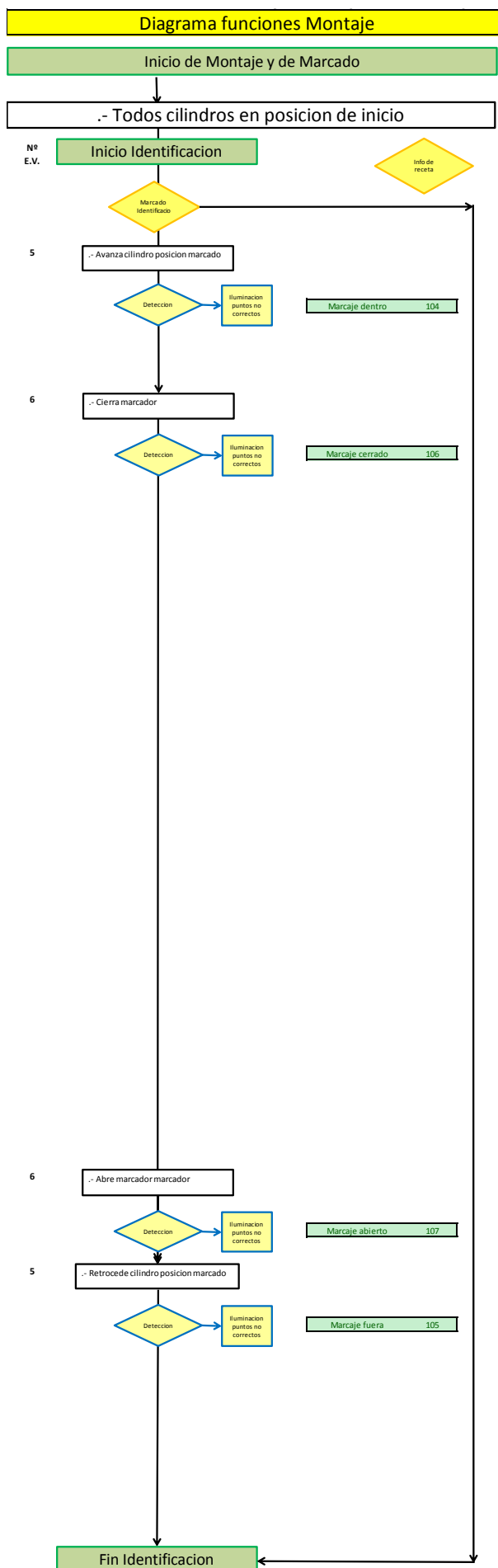




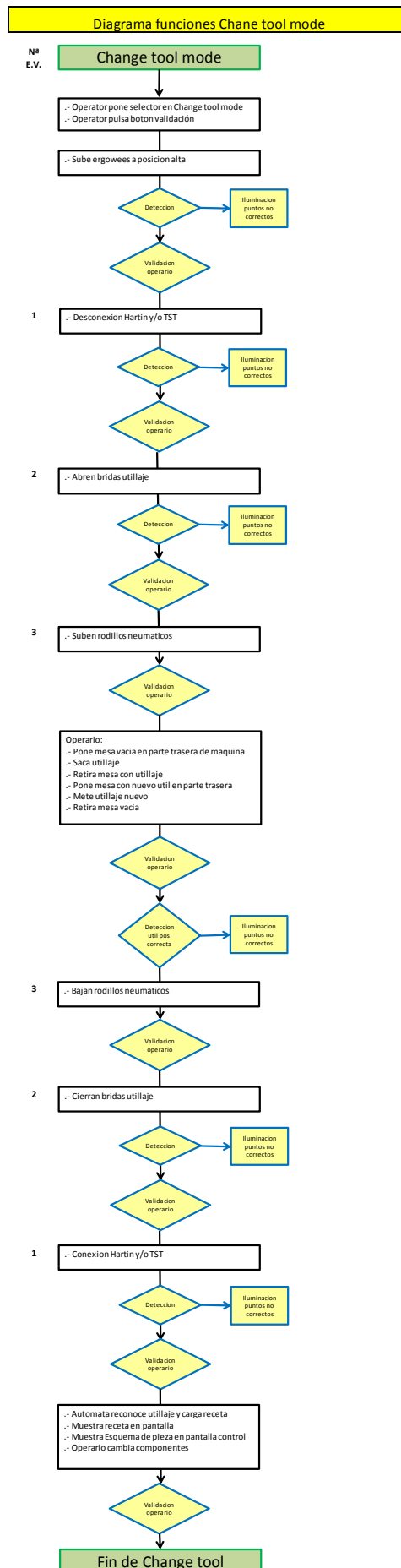




### 8.4. Secuencia de marcado



8.5. Secuencia de cambio de utillaje



## 9. INSTALACIONES: AUTOMATISMO, NEUMÁTICA Y COMUNICACIÓN

### 9.1. Fundamento de la instalación

Denominamos “automatización” a la sustitución del factor humano en la realización de tareas, mejorando la calidad tanto del producto/proceso como del puesto de trabajo.

El componente principal que caracteriza el sistema automatizado es la unidad de control, necesaria para interpretar las señales procedentes de los sensores y generar las señales de control a aplicar a los actuadores.

Las distintas posibilidades de unidad de control que se pueden encontrar son:

- Controladores Locales Autónomos Parametrizables.
- **Autómatas Programables con la configuración adaptada al proceso.**
- Controladores Inteligentes específicos para control de procesos.
- Ordenador dotado de un sistema de Adquisición de Datos.
- Microcontroladores.

En nuestro caso la unidad de control elegida será un Autómata Programable (PLC). Una configuración básica de un PLC requiere de:

1. Fuente de alimentación para sensores y para unidad central.
2. Unidad Central de Proceso (CPU) + memoria adicional.
3. Módulos de Entrada Analógicos.
4. Módulos de Salida Analógicos normalizados en tensión o corriente.
5. Módulos de Entradas Digitales (señales todo/nada procedentes de sensores).
6. Módulos de salida Digitales (señales todo/nada hacia pre-actuadores)
7. Botonera de Diálogo y señalización.
8. Visualizador.
9. Unidad de Programación.
10. Software de Programación.

En nuestro caso particular no se requerirán ni entradas ni salidas analógicas, puesto que todos los sensores utilizados son de tipo todo/nada.

Dependiendo de qué tipo de CPU se haya elegido y de su ubicación, pueden considerarse dos alternativas:

- La CPU y los módulos E/S se encuentran montados sobre el mismo bastidor.
- La CPU se encuentra montado dentro de un ordenador tipo PC.

En ambos casos la CPU del PLC puede estar conectada a un ordenador que funcione como Supervisor del Proceso.

Para nuestro caso, la CPU se alojará dentro del armario eléctrico, en la parte trasera del bastidor, y las cartas IP 20 de E/S se alojarán igualmente dentro del armario eléctrico, y los módulos deportados IP 67 en campo.

Una vez seleccionada la arquitectura y configuración junto con los materiales necesarios, se define el conexionado y se programa la aplicación.

Para definir la configuración elegida, se describirán los siguientes temas, todos ellos interrelacionados:

- Conexionado, en el apartado 2.
- Entradas al autómata, en el apartado 3.
- Salidas del autómata, en el apartado 4.
- Explicación de esquemas, en el apartado 5.
- Programación del autómata, en el apartado 6.
- Elección de componentes, en el apartado 7.

El autómata utilizado es SIEMENS, cumpliendo con el estándar de Faurecia.

## **9.2. Profinet**

En el mundo industrial, ocurre con frecuencia que el PLC está colocado a una distancia tal que, el llevar todos los cables de las entradas y salidas hasta los órganos de control y accionamiento de la máquina, exigirían un mazo de cables de unas proporciones elevadas, con los consiguientes problemas de tendido de los mismos, espacio, pérdidas de señal, costo económico de material y colocación, etc.

Para evitar estos problemas, existe la posibilidad de enlazar el PLC y los elementos de la máquina mediante un bus de datos, el cual con sólo dos o cuatro hilos (según el tipo de bus), transmite la información de forma rápida y eficaz.

Lógicamente, es necesario colocar a pie de máquina un módulo que centralice la conexión de todos los controles y accionamientos, que enlace (mediante el bus) con el PLC y que procese la información recibida para transmitirla al PLC (Periferia Descentralizada, 2012).

Cada utillaje tendrá un funcionamiento diferente, lo que conllevará un número diferente de cilindros, y entradas específicas. Todas ellas, sin embargo, tienen que ser capaces de llegar al autómatas en cada caso. Para ello se dispondrá de un dispositivo físico: el Harting.

El Harting es un conector físico de transmisión de información. Se utiliza para aquellas aplicaciones en las que es frecuente el cambio de los dispositivos de entrada, sensores. El Harting permite un ahorro de tiempo considerable a la hora de cambiar el utillaje, porque permite conexionar un gran número de entradas a la vez, (hasta 155), en lugar de conexionar las entradas una a una. El Harting funciona como un enchufe, con dos conectores: macho y hembra. El macho en este caso estará situado en el utillaje y la hembra en la máquina.

Todas las entradas correspondientes a las funciones de troquelado y montaje de componentes se llevarán a cabo mediante el Harting. Será función de la CPU interpretarlas y actuar en consecuencia dependiendo de la receta que esté cargada en el autómatas.

¿Qué ganamos? Pues en primer lugar, ahorrarnos costes de instalación. Si los sensores están muy lejos, habrá que concentrarlos en armarios remotos, y de ahí tirar mangueras multihilos hasta el armario. El volumen de mangueras dentro del armario puede volver muy grande y confuso amén de tener un número ingente de bornas de conexión, que habrá que cablear doblemente: en campo y en el armario (Gútiérrez, 2013).

En el nivel de campo, la comunicación se realiza con PROFINET o PROFIBUS (Ver *Figura 38*). Estos sistemas se encargan de la rápida transferencia de datos entre los componentes, con la consecuente descentralización de la solución de automatización. El complemento a los sistemas de bus de campo es la conexión IO-Link punto a punto, que permite integrar de forma inteligente sensores y actuadores:



Figura 38: Tecnología Profinet y Profibus

El interfaz utilizado para nuestro autómatas será PROFINET, por ser el estándar de Ethernet líder en automatización en el mundo entero. Su crecimiento anual está previsto en más de un 30% (Siemens, 2014).

El cableado se realizará de forma que haya que llevar el menor número de cables posibles al armario eléctrico, facilitando así las labores de mantenimiento.

### **9.3. Entradas al autómatas**

La comunicación máquina-operario se inicia a través de los sensores. Un sensor es un dispositivo que, a partir de la energía del medio donde se mide, da una señal de salida que es función de la variable medida.

#### **9.3.1. Clasificación de los sensores**

Hay seis tipos de señales: mecánicas, térmicas, magnéticas, eléctricas, ópticas y moleculares (químicas).

Según la señal de salida, los sensores se clasifican en analógicos y digitales:

- En los analógicos la salida varía, a nivel macroscópico, de forma continua. La información está en la amplitud.
- En los digitales, la salida varía en forma de saltos o pasos discretos, no requieren conversión A/D. La transmisión de su salida es más fácil. Tienen mayor fidelidad y fiabilidad, y muchas veces mayor exactitud.

Se utilizarán solo sensores digitales, también llamados sensores TODO/NADA. Se trata de dispositivos cuya salida oscila entre dos niveles diferenciados, asociados a contacto abierto o contacto cerrado, suministrando por tanto nivel alto/bajo de tensión, en nuestro caso de 24 V DC (Pallás Areny, 2010).

Su función es la de informar de la presencia/ausencia de componentes, posicionamiento de bandeja y cilindros, funcionamiento del sistema de marcado, del Autoeject, del cambio de utillaje...

Dichos sensores a su vez se clasificarán en:

1. Finales de carrera mecánicos
2. Sensores inductivos
3. Sensores magnéticos

## 1. Finales de carrera mecánico

Sólo se tendrán que alimentar con tensión positiva al ser de dos hilos.

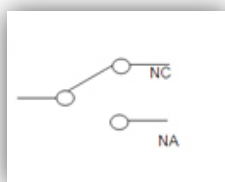


Figura 39: Final de carrera mecánico

Normalmente se trata de un interruptor que consta de una pequeña pieza móvil y de una pieza fija que se llama NA, normalmente abierto, o NC, normalmente cerrado. La pieza NA está separada de la móvil y sólo hace contacto cuando el componente mecánico llega al final de su recorrido y acciona la pieza móvil haciendo que pase la corriente por el circuito de control. La pieza NC hace contacto con la móvil y sólo se separa cuando el componente mecánico llega al final de su recorrido y acciona la pieza móvil impidiendo el paso de la corriente por el circuito de control (Ver Figura 39).

Según el tipo de fin de carrera, puede haber una pieza NA, una NC o ambas. En nuestro caso en particular, los finales de carrera no serán conmutados, si no simples, existiendo sólo un circuito de control en NA.

El uso de los finales de carrera mecánicos están restringido a la frecuencia de la actividad y a la fuerza de accionamiento: un uso frecuente de los finales de carrera unido a una gran fuerza de accionamiento origina un desgaste progresivo en el detector, que acaba rompiéndose.

Por eso sólo se utilizará para detectar la presencia de la bandeja en el soporte del utillaje, pues esta pesará como mucho 2,72 kg, y no se utilizará para detectar en el cambio de utillaje la correcta posición de este, pues el peso del utillaje es mayor.

## 2. Sensores inductivos

Trabajan sin contacto. Estos sensores no sólo proporcionan una señal ON/OFF, sino también una señal análoga proporcional a la distancia. Este sensor genera un campo magnético cambiante de alta frecuencia mediante una bobina, la cual forma parte de un circuito en resonancia. Si una pieza de metal entra en la zona del campo magnético cambiante, se generan pérdidas por corrientes



circulantes en la pieza. Esto hace que el circuito en resonancia se altere. Las pérdidas van a impedir que el circuito siga resonando, considerándose este estado, para sensores simples, como criterio de activación.



Figura 40: Sensor inductivo

Se utilizarán en el utillaje para la medición correcta de la longitud de cada cordón, y para la detección del utillaje durante el cambio de molde. La precisión de éste último tendrá una distancia de detección de 5 mm a partir de la cual emitirá una señal discreta diferente a la de su estado en reposo (Ver Figura 40).

### 3. Sensores magnéticos

Cuando nos interesa medir desplazamientos y velocidades lineales y angulares, posiciones... los sensores magnéticos son los más útiles. En estos casos el elemento móvil debe provocar un cambio de campo magnético, y para ello o bien debe ser un elemento metálico o con un recubrimiento o identificador metálico, en presencia de un campo magnético constante, o bien hay que incorporar un imán permanente que se mueva junto el elemento a detectar. Puede sustituir a los finales de carrera para detectar la posición de un elemento móvil, con la ventaja de que no necesita ser empujado físicamente por dicho elemento sino que puede detectar la proximidad sin contacto directo.

Se utilizarán para el posicionamiento de todos los cilindros de corte, montaje, sistema de marcado, posición del Autoeject y puertas de seguridad. Estos cilindros dispondrán de un imán en el émbolo que es el que es detectado por el sensor.



Figura 41: Sensor magnético

### 9.3.2. Funcionamiento eléctrico de un sensor

Los sensores son representados por un rectángulo con un dibujo de un rombo en su interior, y un interruptor, que indica el estado en el que normalmente se encuentran (abierto o cerrado). Normalmente van alimentados a una fuente de tensión de 24 V, como en los utilizados en nuestro caso.

Según el aporte de energía, los sensores se pueden dividir en moduladores y generadores:

- En los moduladores, la energía de la señal de salida procede, en su mayor parte, de una fuente de energía auxiliar. La entrada sólo controla la salida. Son los conocidos como de 3 hilos, ya que la energía de alimentación suele suministrarse mediante hilos distintos a los empleados para la señal.

La conexión de un sensor de 3 hilos se puede hacer de tipo PNP o NPN. Una vez elegido el sensor, hay que definir la conexión que requiere para su correcto funcionamiento:

- Unión PNP: la salida genera +24 V.
  - Unión NPN: la salida genera -24 V.
- En los generadores, la energía de salida es suministrada por la entrada. Sólo requiere 2 hilos como en el caso de la figura 42 c).

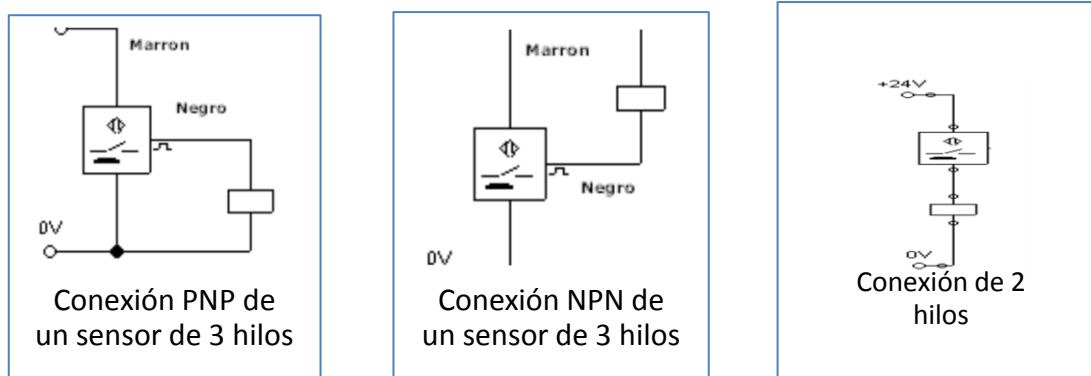


Figura 42: Clasificación de sensores en función de su aporte de energía

La designación de los conductores está normalizada según la norma 5004:

- BN- cable marrón positivo (+)
- BU-cable azul negativo (-)
- BK-cable negro : salida (abierto)
- WH-cable blanco: salida (cerrado)

De acuerdo con la norma y su tipología, cada sensor tendrá una representación diferente.

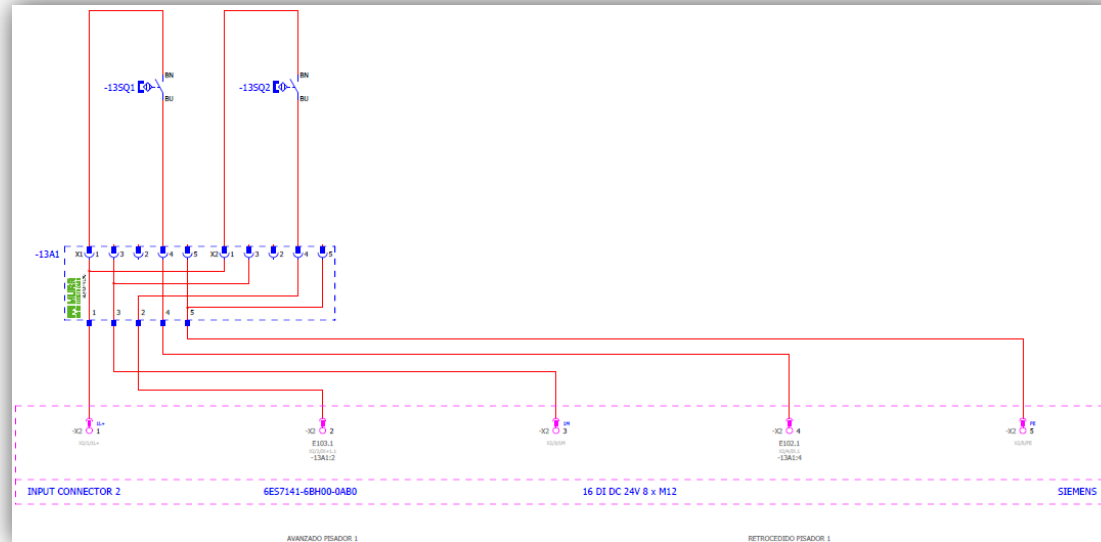


Figura 43: Sensor magnético de 2 hilos

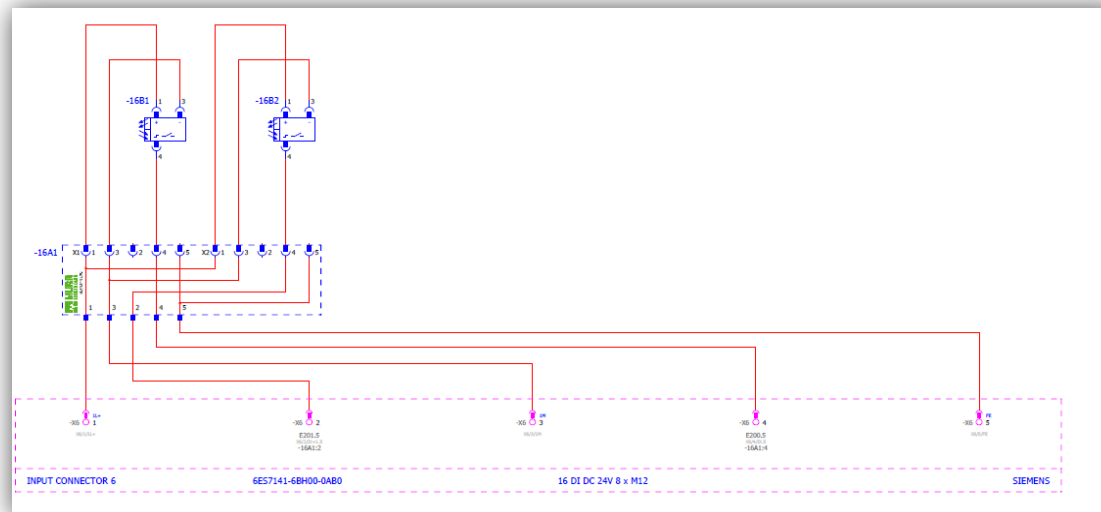


Figura 44: Sensor inductivo de 3 hilos

Cuando dos sensores están muy próximos entre sí, se cablean en forma de T, de manera que mediante un conector de cinco pines se pueden transmitir dos señales.

Se realizará el conexionado en T para:

- detectores de presencia de componentes (presencia componente exterior/presencia componente interior)
- posición cilindro (cilindro dentro/cilindro fuera, cilindro arriba/cilindro abajo...)
- posición mordaza (mordaza abierta/mordaza cerrada)
- amarre del molde (abierto/cerrado)
- posición de pisador (arriba/abajo)
- amarre bandeja (soltando/amarrando)

Los cinco pines de un conector están representados por un rectángulo discontinuo rosa. Un conector será capaz de llevar al autómeta dos señales distintas, de forma que:

- El pin 1 alimenta con 24 V cc a los dos sensores.
- El pin 2 devuelve la señal de uno de los dos sensores.
- El pin 3 alimenta con 0 V cc a los dos sensores.
- El pin 4 devuelve la señal del otro sensor.
- El pin 5 conecta con tierra (PE).

### 9.3.3. Transmisión de las señales al autómeta

Para el funcionamiento correcto de todos los posibles utillajes, se han recogido en la tabla del Anexo II todas las señales posibles de entrada al autómeta. En total se recogen 155 entradas diferentes.

La estandarización exige que el autómeta sea capaz de funcionar igual ante distintos utillajes. Todos ellos comparten las mismas seguridades, por lo que las entradas correspondientes serán comunes.

Existen por lo tanto distintos tipos de entradas:

- Comunes deportadas, de seguridad.
- Comunes deportadas, hasta el armario.
- Específicas de utillaje, con conexión rápida.
- Comunes de utillaje, sin conexión rápida.

Para llevar las entradas de utillaje al autómata se utilizarán los nodos o módulos. Entendemos por nodo el punto en el cual la información que proviene de los sensores es recibida, procesada y posteriormente distribuida hacia nuevos puntos.

En nuestro caso se encargan simplemente de recibir la información y conducirla al autómata, ya que es el autómata el que procesa dicha información.

Cada uno de ellos cuenta un nombre de dominio y una “Dirección IP” para poder facilitar la conexión.

Los nodos se establecerán en la parte de utillaje, si las entradas son específicas para cada útil, o en el bastidor, si las entradas son comunes. Deberán respetar las conexiones de las señales y las direcciones IP asignadas previamente. (Mastermagazine, 2015)

Los nodos con entradas específicas irán posteriormente conectados al Harting.

La elección de todos los nodos se ha hecho mediante el catálogo de Siemens, en la gama SIMATIC ET 200. Se elige la solución de colocación fuera del armario eléctrico, ya que la gama para el interior del armario queda descartada porque no cumple con nuestro objetivo de descentralizar la periferia. Queremos que los nodos se encuentren lo más cerca posible de los sensores y así ahorrarnos cableado.

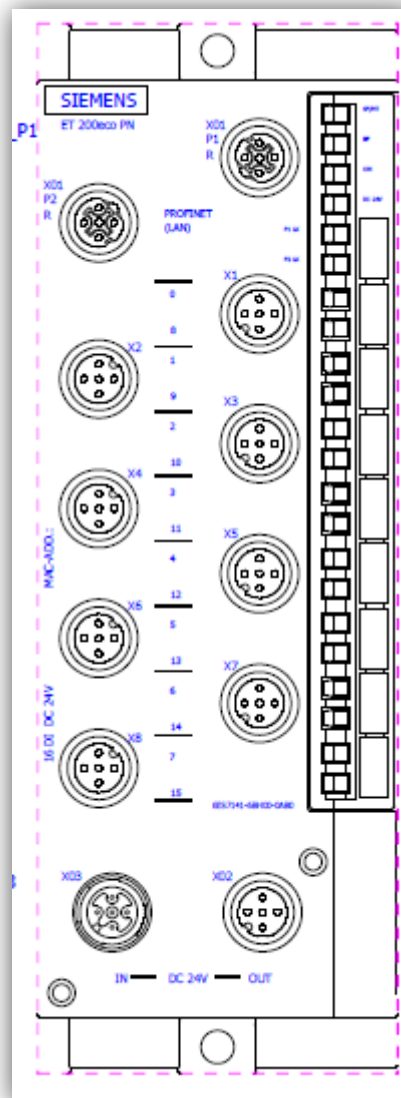


Figura 45: Nodo de 8 conectores

No existe el riesgo de atmósferas explosivas en nuestro puesto de montaje, luego descartaremos dicha opción.

En la Figura 45 se representa esquemáticamente un nodo de 8 conectores (X1, X2...X8), con cinco pines cada uno, capaz de transmitir dos señales por conector. Luego este es un nodo de 16 entradas. Podemos encontrar en el catálogo nodos de 4, 8 y 16 entradas.

Los dos conectores inferiores sirven para alimentar el nodo.

La conexión entre nodos se realiza en línea, de forma que un nodo alimenta a los posteriores.

La ventaja es el ahorro de un elemento neutral, como es el Switch, si tuviéramos disposición en estrella. Por el contrario nos surge un inconveniente: cuando se estropee un nodo nos impedirá recibir información de los posteriores.

La distribución de las señales en los nodos se ha hecho siguiendo el siguiente criterio:

- Tiene que haber el mayor número de nodos posibles independientes, es decir, que contengan un conjunto de entradas cuya función pueda quedar inservible en algún caso y ello permita el ahorro de un nodo.
- 
- Tienen que ser todos lo más homogéneos posibles, para así poder contar sólo con un tipo de recambios.

Teniendo en cuenta todo esto, las entradas deportadas con conexión rápida se han distribuido en un total de 9 nodos, de 16 entradas cada uno. 5 de estos nodos serán independientes del resto. Las entradas comunes sin conexión rápida se distribuirán en 2 nodos de 16 entradas cada uno. La información de estas entradas se encuentra en el Anexo II.

### 9.4. Salidas del autómata-actuadores

En este capítulo se describirán los componentes utilizados en el circuito neumático, el cuál se encarga de activar las salidas del autómata. Para lograr una comprensión más fácil, en la *Figura 46* se ha realizado un esquema gráfico del conjunto de componentes del circuito, donde se indican los apartados donde se explica cada elemento:

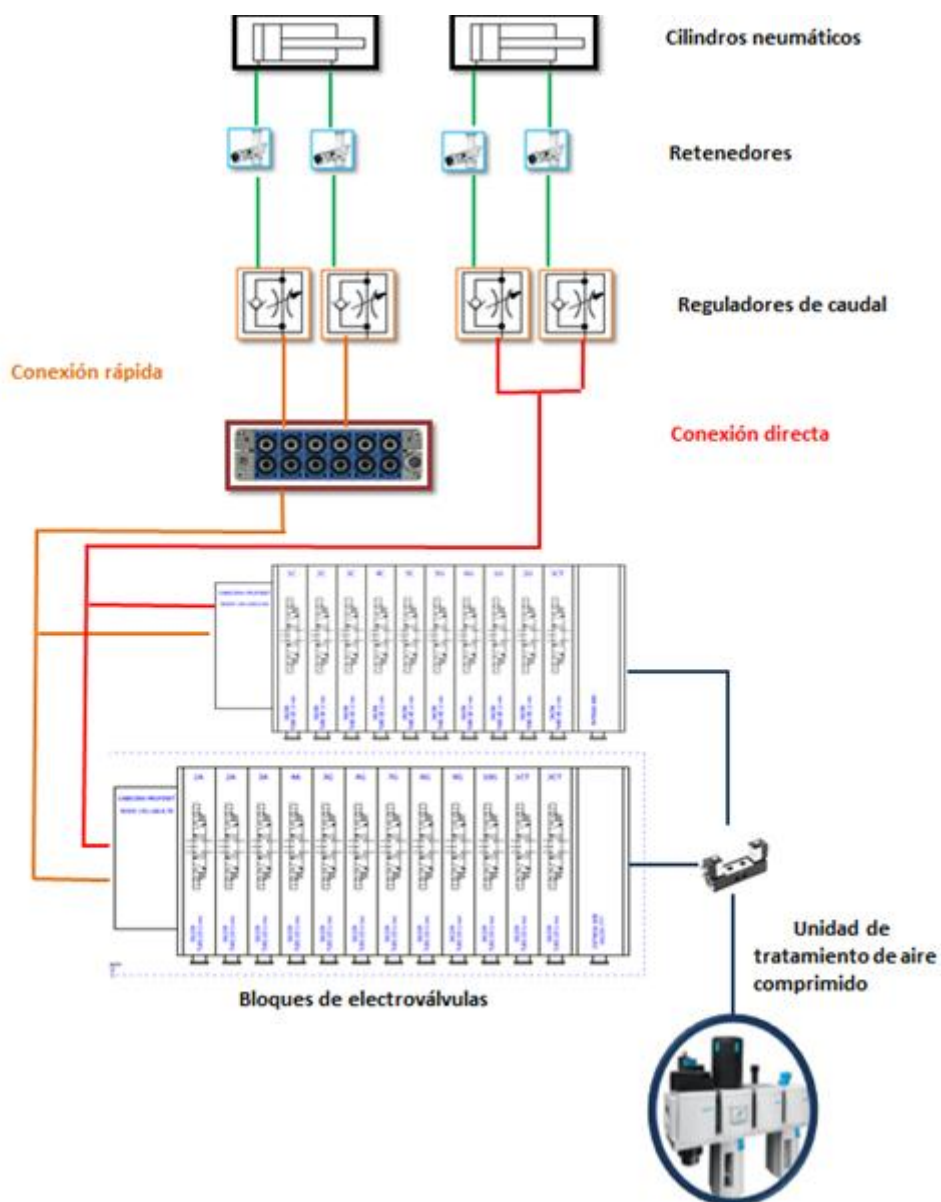


Figura 46: Esquema instalación neumática



#### 9.4.1. Cilindros neumáticos

Los actuadores en esta máquina serán los cilindros neumáticos. Hay dos clases de cilindros, de simple efecto y de doble efecto. La diferencia entre ambos es que los primeros solamente pueden realizar un trabajo en la carrera producida por la acción del aire comprimido, la carrera de retorno se realiza de forma externa al propio cilindro, ya sea aplicándole una fuerza o un resorte.

Existen ventajas y desventajas: el consumo del cilindro de simple efecto es la mitad que uno de doble efecto de las mismas características. Pero por otra parte, al tener un muelle en su interior, el vástago no puede realizar recorridos superiores a una determinada distancia (Neumática Niche, 2015) .

Se utilizarán para todas las aplicaciones los cilindros de doble efecto como el de la *Figura 47*, donde las dos carreras del vástago están influenciadas por la acción directa del aire comprimido.

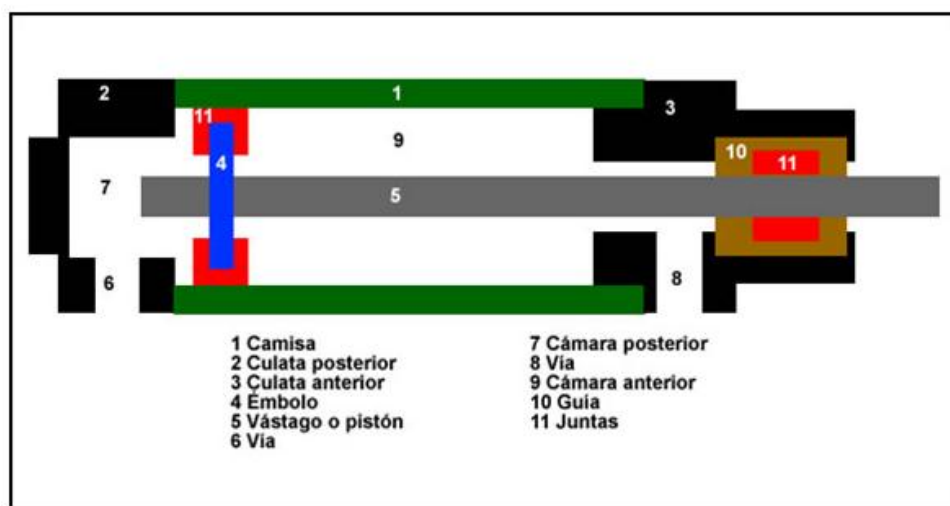


Figura 47: Cilindro de doble efecto

#### 9.4.2. Retenedores

Como medida de seguridad, en las acometidas de los cilindros de doble efecto con mucho peso y de grandes dimensiones, el uso de retenedores es obligatorio.

La función de un retenedor es la de mantener el cuerpo de la electroválvula en la posición en la que se encuentre cuando por distintas razones, como una parada de emergencia, se corte el suministro.

Con el retenedor se evita que el cilindro pierda la presión rápidamente y vuelva a la posición de reposo bruscamente. Con esta solución, se evita problemas como la rotura de la camisa del cilindro o accidentes por atrapamientos.

El uso de retenedores se limitará a aquellos cilindros que por su disposición o tamaño lo requieran, es decir:

- Cilindros en posición vertical o con una inclinación muy superior.
- Cilindros cuya función requiera presión constante (amarre de utillaje a bastidor).
- Cilindros de grandes dimensiones.

Los retenedores no se han representado en los esquemas, porque su uso se preverá en la fase de fabricación, siguiendo las especificaciones anteriormente comentadas.

El distribuidor de todas las electroválvulas será de centros cerrados. Las ventajas son las siguientes:

- Bloquea todos los pórticos.
- Permite que el flujo sea usado en otras operaciones del circuito o dirigido al tanque a través de la válvula de alivio.

#### 9.4.3. Reguladores de caudal - estranguladores

La velocidad de suministro, también llamada caudal (Q), dependerá de los tubos de conexión y del distribuidor.

La velocidad a la que se desplazan los cilindros dependerá de la velocidad de suministro de aire comprimido, de la presión de trabajo, y de la velocidad con que escape.

Para regular esta velocidad se puede modificar el escape del aire a la atmósfera se utilizan estranguladores o reguladores de caudal en los escapes para regular la velocidad de trabajo (ver *Figura 48*). Dependiendo del sentido del aire por el estrangulador, habrá dos tipos: unidireccional o bidireccional. En este caso solo es unidireccional, solo estrangula en el sentido de escape.

Para regular el caudal en este circuito, se utilizarán dos estranguladores diferentes para los dos movimientos de cada cilindro, al ser estos de doble efecto. En los cilindros de doble efecto siempre se debe regular la salida del aire del cilindro ya sea al avance o al retroceso.

El aire puede circular por la estrangulación o por el anti retorno, cuando el anti retorno le deje paso libre circulará a la misma velocidad que en el resto del circuito, sin embargo, cuando el anti retorno le corte el paso el único camino que le quedará será la estrangulación y por lo tanto disminuirá su velocidad. Los estranguladores de caudal deben colocarse lo más cercanas posible al cilindro (Electroneumática, 2014).

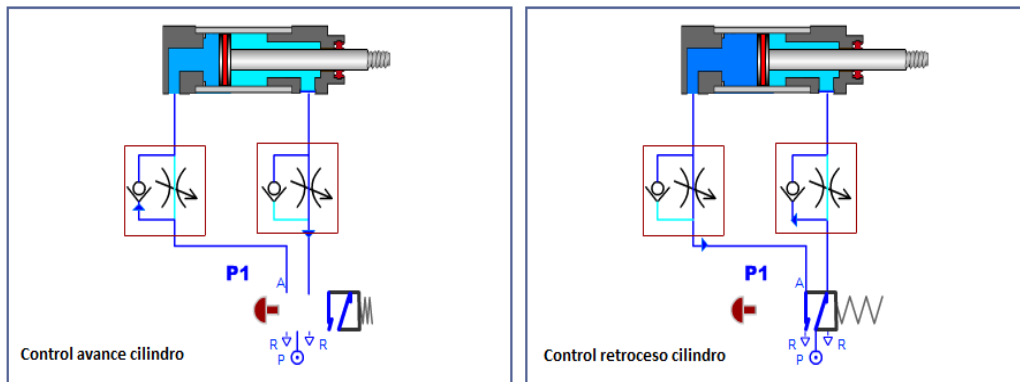


Figura 48: Reguladores de caudal

#### 9.4.4. Electroválvulas

Existen dos tipos de electroválvulas: proporcionales y todo/nada. Las electroválvulas proporcionales funcionan de manera progresiva, actuando como un orificio con área continuamente variable.

Haciendo variar la señal eléctrica de una electroválvula proporcional, el caudal del fluido que circula a través de la válvula puede ser regulado de forma continua de 0 a 100 % del caudal máximo nominal (ASCO/JOUCOMATIC, 2013).

Todas las electroválvulas utilizadas para accionar los cilindros serán de tipo todo/nada. Las electroválvulas están compuestas por dos partes:

1. El cuerpo: contiene el obturador y los asientos. Debe resistir la temperatura y la presión del fluido sin pérdidas, y tener un tamaño adecuado para el caudal a controlar, resistiendo la erosión o corrosión producida por el fluido.
2. El posicionador o pilotaje: puede ser manual, eléctrico o neumático. En este caso es de tipo eléctrico, utilizando dos bobinas, se encargan de ubicar el

obturador en la posición requerida. Se conecta a este mediante un vástago que atraviesa la tapa.

La presión de trabajo será de 7 bares.

Desde el punto del pilotaje las electroválvulas pueden ser de dos tipos:

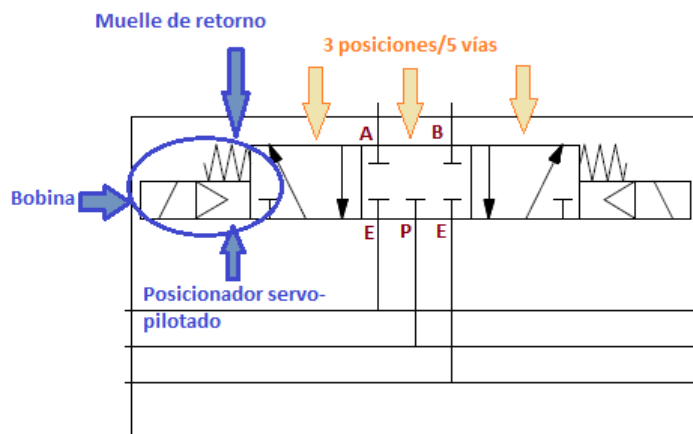
1. Monoestables o de retorno muelle: requieren sólo una señal de mando tipo escalón que debe mantenerse activada durante todo el tiempo. Cuando la señal cesa, la electroválvula vuelve a la posición de reposo. Solo tienen una bobina y en el otro lado tienen un muelle. Suelen ser en válvulas de dos posiciones. Siempre tienes que tener 24 V en la bobina. El muelle aporta una medida de seguridad, ya que al cortar la alimentación asegura que la electroválvula vuelva a su posición de reposo.
2. Biestables o con memoria: requieren dos señales tipo pulso, por lo que necesitan dos bobinas para accionarse. Al aplicar un pulso a uno de los pilotos la válvula cambia de estado y permanece en este hasta que se aplica un pulso al otro piloto. Suelen corresponder a válvulas de dos o tres posiciones.

Desde el punto de vista del cuerpo, las electroválvulas se clasifican en:

- Tres vías dos posiciones 3/2: se suelen utilizar en cilindros de simple efecto. El distribuidor contiene tres vías: presión, alimentación al cilindro y escape. En una posición la presión está comunicada con la alimentación, y en la otra con el escape y la presión queda bloqueada. El pilotaje en este caso es monoestable.
- Cuatro vías dos posiciones 4/2: suelen utilizarse en cilindros de doble efecto. El distribuidor contiene cuatro vías: presión, escape, y dos alimentaciones al cilindro. En una posición la presión entra hacia una de las cámaras mientras la otra está conectada a escape. El pilotaje es biestable.
- Cinco vías dos posiciones 5/2: las vías en el distribuidor corresponden a: presión, dos de alimentación y dos de escape. En este caso cada cámara tiene su propio escape, sin compartirlo.
- Cinco vías con tres posiciones 5/3: las vías del distribuidor son: presión, dos de alimentación y dos de escape. Sin señal los distribuidores se mantienen en posición central. Para cambiar a una de las dos posiciones restantes se

alimenta la bobina correspondiente, y la acción dura mientras el piloto se encuentre con señal. Una vez desaparezca la señal, el distribuidor vuelve a la posición central. Se necesita por lo tanto que el pilotaje sea biestable.

Atendiendo a las anteriores clasificaciones, el tipo de válvulas utilizadas en el sistema neumático serán de cinco vías con tres posiciones 5/3. Esto obliga a que el pilotaje sea de tipo biestable. En los esquemas, nos encontraremos con la siguiente simbología representada en la *Figura 49*:



*Figura 49: Componentes de electroválvula*

- El muelle de retorno: sirve para ayudar a la bobina a volver a la posición de reposo.
- Posicionador servo-pilotado: utilizando la acometida neumática, ayuda a la bobina a mover el cuerpo de la electroválvula.

Aunque sea compatible otro tipo de electroválvula para distintos movimientos, se utilizarán electroválvulas idénticas para todos ellos. La razón es estandarizar aún más la instalación, de forma que todas las piezas de recambio sean iguales.

En primer lugar se han de diferenciar aquellos movimientos, que por su función requieren un mayor caudal de aire, en este caso, una acometida de 12 mm  $\emptyset$ . Cada electroválvula de 12 mm  $\emptyset$  (ver *Figura 50*) será capaz de mover varios cilindros, correspondientes a los siguientes movimientos:

- 1 C: corte de agujero para omegas (avance)
- 2 C: corte de bumpers laterales (avance)
- 3 C: corte de bumpers traseros (avance)
- 4 C: corte de cordones (avance)
- 5 C: corte de todos los componentes (retroceso)
- 1 G: movimiento del marcado (dentro-fuera)
- 2 G: movimiento del marcado (abierto cerrado)
- 5 G: movimiento del soporte (posición de corte y montaje)
- 6 G: movimiento del soporte (arriba-abajo)
- 3 CT: conexión del Harting (abierto cerrado)

Se distribuyen las operaciones de forma que el número de electroválvulas sea el mínimo posible, accionando cada una de ellas al mayor número posible de cilindros.

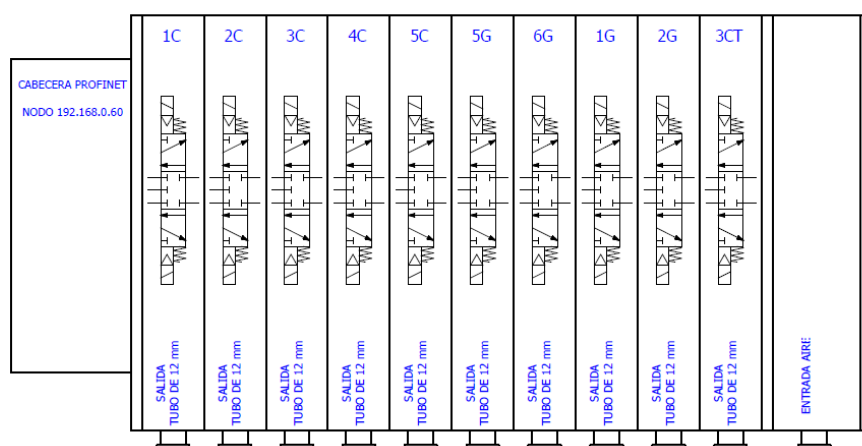


Figura 50: Bloque de electroválvulas de 12 mm Ø

El resto de movimientos, por su simplicidad respecto a los anteriores, solo necesitarán una acometida de 6 mm Ø (ver Figura 51). Estos movimientos corresponden a:

- 1 A: mordazas exteriores de montaje abiertas/cerradas
- 2 A: cilindros exteriores de montaje fuera/dentro
- 3 A: cilindros interiores de montaje fuera/dentro
- 4 A: mordazas interiores de montaje abiertas/cerradas
- 3 G: pisadores de soporte amarrando/soltando
- 4 G: postizo de montaje arriba/abajo
- 7 G: pisadores de corte amarrando/soltando
- 8 G: pisadores de montaje amarrando/soltando

- 9 G: autoeject abriendo/cerrando
- 10 G: Autoeject fuera/dentro
- 1 CT: amarre útil
- 2 CT: rodillos de cambio de molde

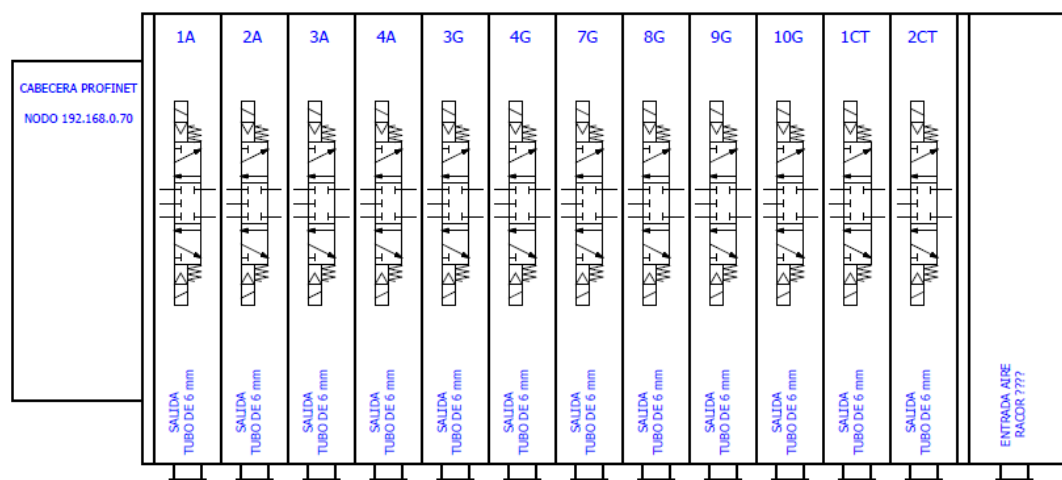


Figura 51: Bloque de electroválvulas de 6 mm Ø

En total tendremos 10 electroválvulas que necesitarán una acometida de 12 mm Ø, y 12 electroválvulas con una acometida de 6 mm.

El siguiente paso es diferenciar qué electroválvulas accionarán cilindros que estén en el utillaje, y cuáles accionarán los que estén en el bastidor. El objetivo es poder separar en dos grupos aquellas acometidas que necesiten una conexión rápida de aquellas que sólo necesitan cablearse desde el armario hasta el bastidor.

Las electroválvulas que no necesitan conexión rápida serán:

- 1 G: de 12 mm Ø
- 2 G: de 12 mm Ø
- 3 CT: de 12 mm Ø
- 9 G: de 6 mm Ø
- 10 G: de 6 mm Ø
- 1 CT: de 6 mm Ø
- 2 CT: de 6 mm Ø

En total se necesitarán 9 electroválvulas de 12 mm Ø con conexión rápida, y 8 electroválvulas de 6 mm Ø con conexión rápida. Todas ellas necesitarán circuito de ida y de retorno.

#### 9.4.5. Conexión neumática rápida

Con la información del apartado anterior, la siguiente etapa es la búsqueda del conector rápido que satisfaga nuestras necesidades. El resultado de la búsqueda en diferentes catálogos y proveedores termina con la siguiente elección:

##### *Acometidas de 12 mm Ø*

Un conector rápido TST. TST es un fabricante de sistemas de conexión rápida para hidráulica, neumática y agua tanto en sistemas individuales como multi- conectores. Se utilizará para esta ocasión un conector TST MK 112.10V. Como se ve en la *Figura 52*, el TST utilizado tiene 9 acometidas neumáticas de 12 mm Ø.

La utilidad del TST es como la de un enchufe, pero para acometida neumática, en este caso. Deberá existir un TST hembra en la parte del utillaje, y otro macho en la parte de la máquina. El conexionado entre ambos se realiza de forma manual, mediante una palanca lateral.

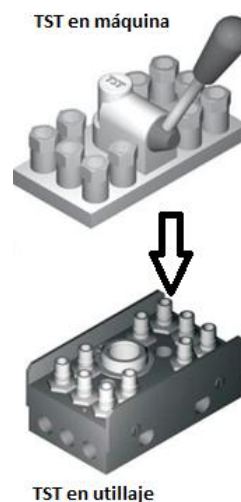
Para las acometidas de 6 mm Ø se utilizará un Harting entero de 6 circuitos, y los 2 circuitos restantes se incorporarán en el Harting eléctrico.

##### *Acometidas de 6 mm Ø*

Para este tipo de acometidas, se ha optado por la elección del Harting. Este conector funciona igual que el TST, pero su uso se extiende a la neumática, hidráulica y la comunicación. Por ello se aprovechará para la transmisión de información de señales a la CPU, de las que hablaremos después. El Harting estará formado por una carcasa en la que se irán añadiendo los módulos en función de las necesidades de la máquina, los cuales son del tipo de la *Figura 53*:



*Figura 53: Módulos neumáticos del Harting*



*Figura 52: Montaje de TST*



En los catálogos, no ha sido posible encontrar un Harting lo suficientemente grande como para abarcar 8 módulos diferentes como los de la figura 53, por lo que se utilizarán dos Hartings diferentes:

- Harting 1: utilizado exclusivamente para 6 circuitos neumáticos de ida y retorno de 6 mm Ø

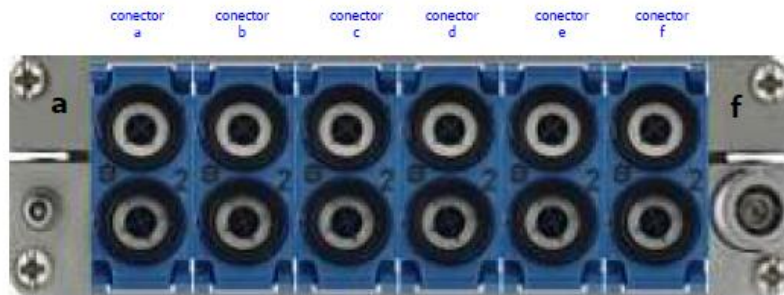


Figura 54: Harting 1

- Harting 2: utilizado para:
  - Dos circuitos neumáticos.
  - Comunicación de señales de entrada.
  - Codificación del molde.



Figura 55: Harting 2

Todas las conexiones rápidas de aire necesitarán la presencia de un obturador. Es una medida de seguridad que impide la salida de aire a presión cuando por algún motivo, la acometida neumática está activada y se desconecta el conector rápido hembra.

#### 9.4.6. Unidad de tratamiento de aire comprimido

La instalación neumática cuenta con un equipo de tratamiento de aire formado por los siguientes elementos:

- Llave manual: permite cortar el suministro de aire de forma manual. Se suele utilizar en labores de mantenimiento.
- Regulador de presión.
- Purgador: forma parte del sistema de filtrado.
- Engrasador: su función es la de añadir un poco de aceite al aire cuando este se encuentra reseco, para humedecer las juntas y demás elementos mecánicos en contacto con este.
- Manómetro: dispositivo que informa de la presión existente en el circuito.
- Válvula de paso: corta el suministro de todas las electroválvulas en caso de parada de emergencia.
- Válvula de arranque progresivo: su función va acompañada de la válvula de paso. Una vez esta se abra, su función es que el suministro del aire se haga de forma gradual (varios segundos) y no bruscamente.
- Presostato: su función es la de avisar a la CPU de la presencia o ausencia de aire.
- Distribuidor: unión en forma de T, cuyas salidas serán tubos de 6 mm Ø y 12 mm Ø respectivamente, para suministrar aire a los dos diferentes grupos de electroválvulas.

## 9.5. Explicación de esquemas

### 9.5.1. Objetivo

Para diseñar el armario eléctrico, su funcionamiento, y su interfaz con el operario, son necesarios los esquemas presentes en el Anexo III. A su vez, servirán de base para la instalación, puesta en marcha y mantenimiento de los puestos una vez se hayan implantado.

El objetivo académico, es ofrecer una explicación general del funcionamiento de la red del autómatas y de la transmisión de información.

### 9.5.2. Denominación

Los circuitos del autómatas se recogen en un total de 140 páginas. Cada página consta de:

- Denominación: que hace referencia al nombre del circuito que se describe.
- Número de página: situado en la esquina inferior derecha.
- Columnas: divididas en secciones a lo largo del margen superior de cada página, y numeradas.

Los elementos descritos en los esquemas pueden aparecer con una referencia numérica en color verde situada debajo del nombre de la forma **/x.y**:

- La posición **x**: hace referencia a la página en la que ha aparecido por primera vez, o bien en la que va a volver a aparecer.
- La posición **y**: hace referencia al número de columna de la página x en la que se encuentra.

Cuando se requiera, los esquemas seguirán el orden de izquierda a derecha, empezando por la IM y acabando en las cartas de seguridad, cuando proceda.

Todos los esquemas se han realizado con el programa EPLAN P8.

9.5.3. Simbología

Los elementos más utilizados son los que aparecen en la *Tabla 21*:






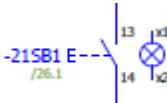


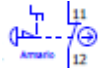


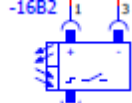
Nombre	Símbolo	Significado
Línea		Conexión física entre varios elementos
Flecha		Reenvío de la señal
Conector hembra		Recibe los pines del conector macho. Lleva potencia eléctrica, presión de aire, hidráulica,...
Conector macho		Contiene los pines a conectar con el conector hembra
Interruptor Magneto-térmico		Corta la alimentación cuando se sobrepasa el límite de seguridad.
Pulsador-piloto		Se usa en seguridad y debe cumplir con el estándar de Faurecia: rearme barreras (azul), parpadeo (pulsar por operario), luz fija (ciclo): Inicio ciclo (verde), Puesta en tensión (blanco),...
Conexión		Conexión física
Piloto		Indicador visual, bombilla/led,...
Parada de emergencia con enclavamiento		Parada que obliga tirar de ella, pulsarla, o desenclavarla para poder desactivarla.
Doble contacto		Dos contactos unidos: se usa para emergencia como medida de protección
Detector		Sensor de dos hilos
Detector		Sensor de tres hilos

Tabla 21: Simbología de esquemas

#### 9.5.4. Interruptor principal

En la primera página se describe el esquema de un interruptor principal, compuesto de 5 hilos: 3 fases denominadas L1, L2, L3, un neutro, N, y tierra PE.

El hilo PE, tierra, se utiliza en las instalaciones eléctricas para llevar a tierra cualquier derivación no deseable de la corriente a los elementos que puedan estar en contacto con sus usuarios, debido a un fallo de aislamiento de los conductores, y evitando que la corriente pase por los usuarios.

A continuación se incluye un seccionador, como medida de seguridad, para la manipulación de la instalación a voluntad del operario sin que ocurra ningún riesgo, manteniéndola aislada. Este seccionador corta también el neutro. Es un dispositivo de ruptura lenta, puesto que depende de la manipulación del operario. Por sus características debe ser siempre utilizado sin carga o en vacío.

A mayores, interviene una protección general, que se abrirá cuando se produzca una sobre corriente de 25 A.

Contiene a mayores un interruptor magneto-térmico, que cortará la corriente eléctrica, cuando esta sobrepase los Amperios permitidos, y un diferencial que protegerá a los usuarios de una falta de aislamiento o una derivación.

Finalmente, una toma de enchufes se prevé para el caso de que se requiera manipular cualquier elemento eléctrico a mayores cerca de la máquina.

#### 9.5.5. Fuente de alimentación

Su finalidad es la de transformar la tensión alterna de 380 V, (AC), a tensión continua de 24 V (DC), que es la tensión nominal a la cual trabaja el resto de componentes del puesto, como las electroválvulas o los detectores. Como norma, el hilo de tierra se lleva a 0 V.

La corriente que sale de la fuente son 30 A.

A la salida de la fuente, se deriva la alimentación de 24 V y 0 V a los distintos componentes del sistema eléctrico:

- CPU y pantalla.
- Ethernet Switch.
- Entradas del armario.
- Entradas deportadas.
- Salidas.
- Electroválvulas.

Todas las derivaciones cuentan con relés térmicos que saltarían si se superan el límite de amperios especificado en los esquemas.

#### 9.5.6. Configuración del autómata

Dentro del armario eléctrico, se encuentran los siguientes elementos físicos:

- a) CPU
- b) Ethernet Switch
- c) CPU de seguridad (Profisafe)
  - i) IM
  - ii) Módulo de Potencia
  - iii) Cartas entradas/salidas

#### a) CPU

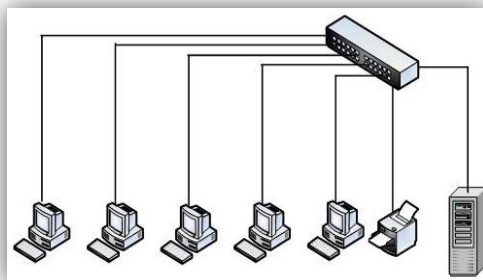
Las conexiones de la CPU al resto del armario se describen en las páginas 10 y 11.

En la página 10 se alimenta la CPU con un cable Profinet, y en la página siguiente se alimenta la CPU con 24 V y 0 V. Para comunicar la CPU con el resto del autómata se conectará dicha CPU a la CPU de seguridad. La CPU de seguridad utiliza un elemento denominado Switch con conexión Ethernet, que ejerce de nexo de unión entre ella y el resto de elementos, a través de 5 puertos físicos:

- El puerto 1 conecta la CPU de seguridad con la CPU.
- El puerto 2 conecta la CPU de seguridad con la pantalla del pupitre.
- El puerto 3 conecta la CPU de seguridad con los diferentes bloques de electroválvulas.
- El puerto 4 conecta la CPU de seguridad con las entradas ET200ECOPN generales.
- El puerto 5 conecta la CPU de seguridad con el conector al molde.

b) Ethernet Switch

El Switch (*Figura 56*) es un elemento que permite conectar varios dispositivos en estrella, en vez de en línea, de manera que todas las conexiones salen de forma independiente del Switch, y en caso de ruptura de una de ellas se siguen pudiendo conectar con las demás. Como desventaja es la necesidad de contar con el dispositivo físico del Switch, que, en caso de una conexión en línea no haría falta.



*Figura 56: Conector Switch*

Puerto 1: A través de este puerto se conecta el módulo Profisafe con la CPU. Más adelante se describirá el funcionamiento de este módulo.

Puerto 2: La conexión con la pantalla digital de información se observa en la página 17. Para este interfaz se debe pensar en un modelo que sustituya los actuales. Hasta ahora no se ha requerido que la pantalla de información de pokayokes estuviera conectada con el autómata, tan sólo tenía que reproducir la información de los sensores de presencia del utillaje en particular.

Sin embargo, con la solución nueva, estos detectores cambiarán físicamente, al igual que el número de componentes y el tipo de bandeja. Por lo tanto, la información a través de leds queda inservible, y se sustituye mediante la digitalización del proceso.



Pantalla actual



Pantalla nueva

*Figura 57: Evolución de pantalla digital*

Puerto 3: Conecta con las electroválvulas, que están en el armario y agrupadas en dos bloques diferentes, dependiendo de su utilidad:

- 10 electroválvulas de 12 mm Ø
- 12 electroválvulas de 6 mm Ø

Los bloques de electroválvulas se conectan entre sí siguiendo la topología de línea. El inconveniente principal es la dependencia entre unas conexiones y otras: si una conexión principal se avería, dejarían de ser visibles las que van por detrás. Esto, sin embargo, no es un problema, porque el puesto requiere el funcionamiento completo de todas las electroválvulas.

Puerto 4: Sirve para conectar con los dos nodos (10 y 11) de las entradas comunes de utillaje sin conexión rápida, para llevarlas directamente al armario. Como el uso de estas señales es independiente del tipo de utillaje que esté instalado en el puesto, se llevarán al armario sin necesidad de conectarlas a un Harting, y esa conexión será permanente.

La razón por la cual se llevan al armario mediante nodos y no de forma individual es el ahorro de cableado: cada sensor de amarre de útil y de los cilindros de marcado necesita un cable individual, en vez de llevar cada cable al armario eléctrico se unen todas las señales mediante el módulo conector, y a partir de ese módulo se llevan las señales en un mismo cable PROFINET. Así, se ahorra cableado y además se facilitan las labores de mantenimiento, ya que si se estropea el cable individual de un sensor, sólo es necesario cambiar el tramo inicial hasta el módulo, tarea más sencilla si la comparamos con cambiar un cable que llegara hasta el armario.

Puerto 5: Mediante esta conexión, se reciben todas las señales de entrada deportadas específicas de cada utillaje, con el Harting 2. Por cada cambio de utillaje se realizará esta unión automáticamente con ayuda de un cilindro neumático, de esta forma sólo se realizará una conexión por todas las señales, y no una conexión por cada una, ahorrando un tiempo significativo.

La cabecera del Harting contiene a su vez la alimentación, que hará llegar al resto de nodos/módulos del utillaje. El Harting hembra se situará en la máquina, y el Harting macho en cada utillaje, ya que es la máquina la que se alimenta con potencia y tiene que transmitirla al utillaje, y como norma de seguridad es el Harting hembra el que debe llevar la potencia.



De derecha a izquierda, los módulos que conforman el Harting 2 tienen las siguientes funciones (ver *Figura 55*):

- Módulo de 6 conectores para alimentar los nodos del utillaje con 24V y 0V.
- Módulo de 8 conectores para la codificación del molde: estas 8 entradas servirán para la codificación del utillaje, y así poder cargar la receta correspondiente. En total se podrán cargar 256 recetas.
  - X1: codificación del bit 1
  - X2: codificación del bit 2
  - X3: codificación del bit 4
  - X4: codificación del bit 8
  - X5: codificación del bit 16
  - X6: codificación del bit 32
  - X7: codificación del bit 64
  - X8: codificación del bit 128
- Módulo de comunicación: el único que se utilizará será el c, y servirá para enviar las señales de entrada de los módulos hasta el autómatas.
- Conectores de métrica 6 mm Ø, ya descritos anteriormente.

#### c) Módulos de seguridad (Profisafe)

Los módulos Profisafe se usan en aplicaciones de seguridad interconectadas y complejas: la lógica de las funciones de seguridad se realiza con software y mediante comunicación de seguridad (Profisafe).

El tema de seguridades se trata a parte del resto de entradas comunes. Las entradas de seguridad deben, por norma, llegar de forma individual al armario eléctrico, por lo que no se pueden agrupar en un solo cable mediante un módulo conector, como se ha realizado para el caso de las entradas comunes.

Tienen una configuración modular e intuitiva: disponen de un controlador de seguridad “Flexi Soft”, de la marca SICK. Ofrece una gran variedad de módulos que se pueden añadir o retirar sin alterar el funcionamiento del resto. Este sistema se usa principalmente para salvaguardar de puntos peligrosos en prensas, y en máquinas que requieren una gran cantidad de puertas como medidas de seguridad. Con esta aplicación se reduce la cantidad de cableado a la mínima necesaria.

En total, se contará con 3 tipos de módulos de Profisafe:

- Un módulo principal CPU0: es un componente esencial para sistemas de periferia descentralizada (E/S remotas), tanto para soluciones en armario eléctrico o sin él, directamente en la máquina, así como para su uso en atmósferas potencialmente explosivas.
- Un módulo de comunicación
- Tres módulos de Profisafe DI/DO DC 24. Estos módulos son sistemas inteligentes para integrar de forma unitaria sensores en los niveles de control a través de una económica conexión punto a punto. El nuevo estándar de comunicación posibilita el diagnóstico y la localización centralizados de errores hasta el nivel del sensor/actuador, además facilita la puesta en marcha y el mantenimiento, pues los datos de parametrización se pueden modificar de modo dinámico directamente desde la aplicación.

## 9.6. Interconexión

### 9.6.1. Entradas a la CPU

Las entradas digitales son las correspondientes a las dos botoneras de interfaz operario-máquina, a la izquierda y a la derecha respectivamente, y a la botonera de la pantalla táctil:

1. Rearme de defectos en pantalla: avisa de fallos muy frecuentes, como son las pequeñas averías: pérdida de presión, rotura de un cilindro,... Esta entrada se colocará en un pulsador situado en la pantalla táctil. No se incorporará dentro de la propia pantalla porque su uso es muy frecuente y tiende a estropearse, y un fallo conllevaría al recambio de toda la pantalla. El hecho de colocarlo en la pantalla obliga al operario a leer la causa del defecto, que aparecerá escrita en ella.
2. Selector de modo de funcionamiento en botonera pantalla: Permite cambiar el funcionamiento de la máquina a modo manual, automático o de cambio de utillaje. El modo manual se suele utilizar para labores de mantenimiento, por ejemplo, cuando la necesidad que tenemos es la de comprobar el funcionamiento de un solo cilindro, el modo manual nos lo permite. El modo automático se emplea durante el ciclo de trabajo, y obedecerá a la receta cargada en el programa.
3. Inicio de ciclo de Operario botonera izquierda: Siguiendo la normativa de Faurecia, es necesario la existencia de dos botoneras separadas a una

distancia suficiente para no poder ser accionadas con el mismo brazo. El inicio de ciclo se activa cada vez que se quiera troquelar una bandeja. También es necesario pulsarlo después de rearmar los defectos de la máquina.

#### 4. Inicio de ciclo de Operario botonera derecha

Las entradas desde la 5 a la 12 transmiten la información de la codificación del molde, que conectan con el módulo correspondiente del Harting. Se dejan dos entradas más de reserva.

#### 9.6.2. Salidas de la CPU

Las salidas que devolverá la propia CPU son:

1. Piloto de rearme de seguridades: también llamado piloto de puesta en tensión, irá situado en la botonera de la pantalla.
2. Piloto de rearme de defectos: transmite la información de la entrada.
3. Color verde baliza
4. Color amarillo baliza
5. Color rojo baliza
6. Reserva
7. Piloto de inicio de ciclo botonera 1
8. Piloto de rearme de barreras botonera 1: el rearme de barreras se realiza mediante un flanco positivo. La detección de los flancos nos permite saber cuándo hay un cambio en el valor de un bit. Cuando el cambio es de 0 a 1, se detecta el flanco positivo. Es una medida de seguridad para evitar que el pulsador se enclave después de apretarlo. Mediante este sistema se comprueba que el botón vuelve a su posición inicial. (Simatic S7-200, 2013)
9. Piloto de inicio de ciclo botonera 2
10. Piloto de rearme de barreras botonera 2

### 9.6.3. Conexiones de los módulos de entrada de seguridad Profisafe

Las entradas y salidas de seguridad se tratan de forma especial al resto de entradas, por su importancia relativa respecto al resto de señales. La correcta transmisión de dicha información es necesaria para asegurar la seguridad en el puesto de trabajo. Por esa razón se diseñan para evitar cualquier error, incluso involuntario por parte del operario.

La primera carta “KF3” de 8 DI y 4 DO:

1. Rearme de emergencia en pantalla táctil.
2. Rearme de barreras botonera izquierda.
3. Rearme barreras botonera derecha.
4. Reserva
5. EDM emergencias
6. EDM emergencias
7. Puerta trasera OSS1
8. Puerta trasera OSS2

La segunda carta “KF4” de 8 DI:

1. Emergencia 1 pantalla táctil
2. Emergencia 2 pantalla táctil
3. Emergencia 1 botonera derecha
4. Emergencia 2 botonera derecha
5. Emergencia 1 botonera izquierda
6. Emergencia 2 botonera izquierda
7. Puerta lateral izquierda OSS1: sensor magnético
8. Puerta lateral izquierda OSS2: sensor magnético

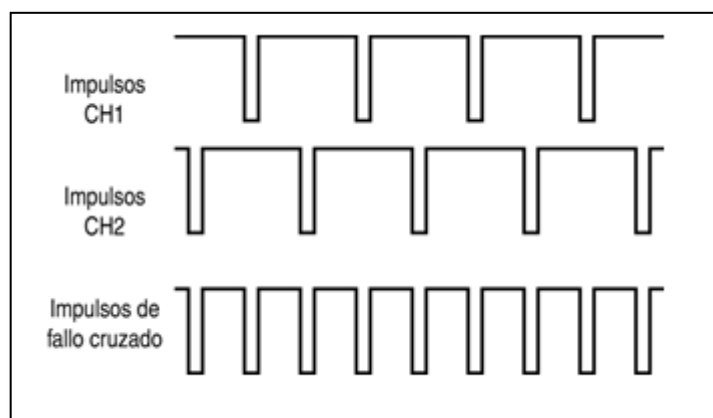
La tercera carta “KF5” de 8 DI:

1. OSS1 puerta delantera
2. OSS2 puerta delantera
3. OSS1 puerta izquierda
4. OSS2 puerta izquierda
5. OSS1 puerta derecha
6. OSS2 puerta derecha
7. Puerta lateral derecha OSS1: sensor magnético
8. Puerta lateral derecha OSS2: sensor magnético

El doble canal se utiliza como medida de seguridad. El mismo elemento lleva dos contactos cerrados para evitar problemas de sincronismo. Por ejemplo, si el elemento de seguridad está programado para transmitir una señal equivalente (1-1 funcionamiento correcto / 0-0 parada de emergencia), en el momento en que transmita una señal no equivalente (1-0/0-1) significará un fallo debido a que uno de las dos señales está puenteada o rota. El programa automáticamente funcionará como parada de emergencia (0-0) para que se actúe arreglando el fallo.

Para comprobar que los relés funcionan adecuadamente, y por ejemplo, no se han quedado pegados, todos los contactos de los relés serán un sistema mecánico de guías forzadas.

Otra medida de seguridad es la detección de fallo cruzado de entrada (ver *Figura 58*): en sistemas de canal doble, los fallos de cortocircuito de canal a canal de los dispositivos de entrada, también conocidos como fallos cruzados, deben ser detectados por el sistema de seguridad. Esto es realizado por un dispositivo detector o por el relé de control de seguridad.



*Figura 58: Modo de detección de fallo cruzado*

Los relés de control de seguridad detectan estos cortocircuitos de diversas maneras. Una manera común de detectar fallos cruzados es usar pruebas diversas de impulsos, como se observa en la figura 58. Las señales de salida tienen impulsos muy rápidos. El impulso del canal 1 es el offset del impulso del canal 2. Si se produce un cortocircuito, los impulsos ocurren concurrentemente y son detectados por el dispositivo.

Un fallo cruzado se produce normalmente por un mal cableado, por ejemplo, el puenteado de una señal.

Se situarán dos emergencias separadas, una en el armario y otra en lado del operario, como medida de seguridad.

#### 9.6.4. Conexiones de los módulos de salida de seguridad Profisafe

Las 4 DO de la primera carta “KF3” serán:

- 1 y 2: canal 1 y 2 de relé de emergencia 1: corta la alimentación de las electroválvulas y la alimentación de aire.
- 3 y 4: canal 3 y 4 de relé de emergencia 2 corta la alimentación de las electroválvulas y la alimentación de aire.
- 5 y 6: canal 5 y 6 de seguridad operario barreras 1: corta la alimentación de las electroválvulas exclusivamente. Se utilizará cuando se activen las cortinas de emergencia, evitando que el ciclo tenga que volver a empezar.
- 7 y 8: canal 7 y 8 de seguridad operario barreras 2: corta la alimentación de las electroválvulas exclusivamente. Se utilizará cuando se activen las cortinas de emergencia, evitando que el ciclo tenga que volver a empezar.

## 10. RESULTADOS OBTENIDOS

### 10.1. A.M.F.E.

#### 10.1.1. Introducción al A.M.F.E.

Este documento describe paso a paso el proceso de identificación, evaluación y prevención de deficiencias en el proceso o el producto. El AMFE (Análisis Modal de Fallos y Efectos) es una de las herramientas más utilizadas en la planificación de Calidad (Fundibeq, 2012).

En este caso, el AMFE se realizará sobre el Proceso para evaluar las deficiencias que puede ocasionar un mal funcionamiento del mismo en el producto de servicio.

#### 10.1.2. Características principales del A.M.F.E.

Para comprender la naturaleza de esta herramienta se debe destacar:

- ✓ Carácter preventivo: al anticiparse a la ocurrencia del fallo en el proceso.
- ✓ Sistematización: el enfoque estructurado que se sigue en su realización asegura que todas las posibilidades del fallo han sido consideradas.
- ✓ Participación: la realización del AMFE es un trabajo en equipo, requiere la puesta en común de los conocimientos de todas las áreas afectadas.

#### 10.1.3. Documento del A.M.F.E.

Para comprender el documento del AMFE que se adjunta a continuación, se deberá conocer el significado de los siguientes términos:

- Modo de fallo: forma en la que se produce el fallo de un componente o sistema. En este documento, los distintos modos de fallo se clasifican según:
  - A (ninguna función): esta deja de funcionar cuando está activada.
  - P (pérdida de la función): esta no vuelve a funcionar
  - D (degradación de la función): se deterioran algunas de sus características.
  - I (función inoportuna): esta funciona aunque esté desactivada.
- Modo de fallo potencial: es cada uno de los modos de fallo posibles. El fallo ha podido ocurrir realmente pero no ha de ser necesariamente así, para considerarlo como modo de fallo potencial.

- Causas del fallo potencial: son todas las causas asignables a cada modo de fallo.
- Detección del fallo: todas las maneras posibles de detectar el fallo: (visual, detectado por el cliente, control de gálibo, operación siguiente, Poka-Yoke...)
- Valoración del fallo: se hace a través de los siguientes tres criterios:
  - Detección (D): la probabilidad de no detectar la causa o modo de fallo antes de llegar al cliente o a la siguiente fase del proceso.
  - Frecuencia (F): la probabilidad de ocurrencia de un modo de fallo.
  - Gravedad (G): mide la importancia del perjuicio ocasionado por el fallo al cliente o al sistema, una vez sucedido el fallo.
  - Índice de prioridad de riesgo (IPR): resultante de multiplicar los tres anteriores, sirve para jerarquizar los fallos por orden de importancia. Se seguirá para los índices de frecuencia una puntuación del 1 al 10, por lo que el IPR estará comprendido entre 1 y 1000.

CLASIFICACIÓN	VALORACIÓN (F, D, G)
Remota	1-2
Baja	3-4
Moderada	5-6
Alta	7-8
Muy alta	9-10

Tabla 22: Clasificación del IPR

- Responsable e involucrado: normalmente será el coordinador, cuya función es guiar al grupo de trabajo desde el punto de vista metodológico, y coordinar el grupo desde el punto de vista organizativo. El involucrado en este caso será la empresa contratada para realizar la actividad.
- Fecha límite: fecha máxima acordada para la resolución del fallo.
- Acciones: cada una de las soluciones propuestas y viables.
- Valoración final: después de realizar la acción, se recalculan los valores de D, F, G e IPR.



Estandarización de un puesto de montaje de bandejas

ANÁLISIS MODAL DE FALLOS Y EFECTOS RESULTANTES (A.M.F.E.)																
Nombre del sistema o proceso: Puesto estándar de troquelado y montaje de bandejas					Responsable:				Validado por:			A.M.F.E. Realizado por:		Fecha:		
Fallo en el proceso				Detección del fallo	Valoración inicial				Responsable	Involucrado	Acciones correctivas		Valoración final			
Modo de fallo	Modo potencial de fallo	Efecto	Causas del fallo potencial		D	F	G	IPR			Fecha límite	Acciones	D'	F'	G'	IPR'
<b>1.0.0 Troquelado + autocontrol</b>																
<b>1.1.0. Carga de la bandeja en el puesto de troquelado</b>																
D	Bandeja dañada	Aspecto no conforme	Colisión con un elemento agresivo de la máquina durante la colocación de la bandeja	Visual	3	6	6	108				El puesto se debe concebir para una carga fácil sin elementos potencialmente agresivos.	3	2	6	36
			Bandeja mal colocada por mala sujeción de los pisadores	Visual	3	6	6	108				<b>Secuenciar los pisadores de forma que al bajar no levanten el otro lado de la bandeja (primero los laterales, después los traseros)</b>	3	2	6	36
			Presión de los pisadores demasiado grande	Visual	3	6	6	108				Los pisadores tienen que tener una superficie importante y no cerrar más que el espesor de la bandeja.	3	2	6	36
<b>1.2.0. Troquelado de agujeros (omegas, bumpers y cordones)</b>																
D	Deformación de la bandeja alrededor del agujero.	Mal posicionamiento posterior de los componentes	La bandeja se estanca en el punzón cuando este regresa a su posición inicial.	Visual	3	6	6	108				Colocar unos resortes con un retenedor en la superficie de contacto con la bandeja para mantenerla fija mientras el punzón se retira.	3	2	6	36
I	El resto del corte se queda atado a la bandeja	Aspecto no conforme	El resto se queda atado por las fibras de la moqueta.	Visual	3	8	6	144				La carrera del punzón en la matriz debe ser suficientemente importante para eliminar el 100% de los restos.	3	2	6	36
D	Corte desplazado	La posición de los componentes no es conforme	La colocación de la bandeja en el puesto es incorrecta	Control de gábito	4	8	5	160				El puesto no debe autorizar el comienzo de ciclo (pisadores) si la pieza está mal posicionada. (Las contra-formas inferiores previenen un mal posicionamiento, y se controla con dos finales de carrera).	4	1	5	20
			No se detecta que la pieza está mal colocada en el puesto	Control de gábito	7	2	5	70				Los sensores que se deben utilizar para detectar la bandeja: - utilizar finales de carrera mecánicos recomendados por el estándar. Se deben utilizar dos. No conectarlos en serie. El operario debe saber en todo momento mediante la pantalla de leds en cuál de los dos está el fallo.	2	2	5	20
			Pieza mal colocada en posición	Control de gábito	4	8	5	160				El puesto debe mantener la bandeja en la posición correcta (sin juego) con los pisadores apoyando lo más cerca posible de las zonas de corte.	4	1	5	20
			Pieza mdeformada por los pisadores	Contrôle gabarit	4	5	5	100				La contraforma rígida inferior debe estar mínimo debajo del pisador para no deformarlo, y asegurar la buena posición del agujero. El puesto debe tener las contra-formas de apoyo sobre la pieza, al contrario que los pisadores de apoyo.	4	1	5	20

ANÁLISIS MODAL DE FALLOS Y EFECTOS RESULTANTES (A.M.F.E.)																
Nombre del sistema o proceso: Puesto estándar de troquelado y montaje de bandejas				Responsable:				Validado por:			A.M.F.E. Realizado por:		Fecha:			
Fallo en el proceso				Detección del fallo	Valoración inicial				Responsable	Involucrado	Acciones correctivas		Valoración final			
Modo de fallo	Modo potencial de fallo	Efecto	Causas del fallo potencial		D	F	G	IPR			Fecha límite	Acciones	D'	F'	G'	IPR'
<b>1.2.0. Troquelado de agujeros (omegas, bumpers y cordones)</b>																
P	Falta de corte o corte incompleto	Montaje de los POE imposible	La carrera del punzón es incompleta	Operación siguiente	4	4	7	112				El puesto debe garantizar la penetración completa del punzón en la matriz con un final de carrera en el cilindro. (Si hay un defecto-> indicación visual "falta de corte" manteniendo los pisadores abajo sin soltar la bandeja).	4	1	7	28
			Cilindro roto	Operación siguiente	1	7	7	49				Poner una pieza de caucho en el punzon para que reciba el impacto del final de la carrera antes que la camisa del cilindro, y evitar que este se rompa y haya un escape de aire.	1	2	7	14
			Punzón de la matriz roto	Operación siguiente	3	3	7	63				Incluir en el planing de mantenimiento un control de recambios periódico.	3	1	7	21
			Movimiento demasiado rápido	Operación siguiente		6	7					Después de la penetración completa del punzón, esperar 1 o 2 segundos antes de que el punzón retroceda.		1	7	
			Los restos de corte se estancan en la matriz	Operación siguiente	2	5	7	70				Garantizar la evacuación completa de los restos con: un alarhamiento trasero de la matriz. Una guía redondeada para forzar el desprendimiento de los restos y hacerlos salir hacia abajo.	2	2	7	28
			Pérdida de presión por un fallo en el sistema de deslizamiento del cilindro.	Operación siguiente	2	8	7	112				Las guías no se deben hacer con rodamientos en el punzón, si no por debajo de este, en un soporte sin tocarlo.	2	2	7	28
			Pérdida de la presión por un cilindro roto	Operación siguiente	2	6	7	84				Los cilindros deben estar coaxiales al punzón. (ALREDEDOR)	2	2	7	28
			Pérdida de la presión por un escape en el cilindro	Operación siguiente	2	4	7	56				Para la unión de la camisa del cilindro utilizar preferentemente espárragos a tornillos, para asegurar que no salga el aire.	2	2	7	28
			Pérdida de la presión por bloqueo en el sistema de expulsión del cilindro.	Operación siguiente	2	6	7	84				La expulsión del cilindro debe ser independiente y no gracias al punzón.	2	2	7	28
			Falta presión porque la superficie de ataque del punzón no es muy importante.	Operación siguiente	2	6	7	84				La punta del punzón se debe diseñar para un ataque progresivo ( no redondeado, con aristas vivas).	2	2	7	28
			Falta de presión por el escape del cilindro.	Operación siguiente	2	6	7	84				Para punzonar, utilizar la parte trasera del cilindro, con el área de mayor superficie, y para retroceder el área con el punzón, para evitar roturas en la unión punzón-émbolo.	2	2	7	28
			Falta de presión porque el cilindro está mal dimensionado	Operación siguiente	2	6	7	84				El constructor del puesto debe poder justificar el dimensionado presentando un cálculo de la fuerza necesaria, incluyendo un coeficiente de seguridad, de mínimo x2.	2	2	7	28

Estandarización de un puesto de montaje de bandejas

ANÁLISIS MODAL DE FALLOS Y EFECTOS RESULTANTES (A.M.F.E.)																
Nombre del sistema o proceso: Puesto estándar de troquelado y montaje de bandejas				Responsable:				Validado por:			A.M.F.E. Realizado por:		Fecha:			
Fallo en el proceso				Detección del fallo	Valoración inicial				Responsable	Involucrado	Acciones correctivas		Valoración final			
Modo de fallo	Modo potencial de fallo	Efecto	Causas del fallo potencial		D	F	G	IPR			Fecha límite	Acciones	D'	F'	G'	IPR'
<b>1.2.0. Troquelado de agujeros (omegas, bumpers y cordones)</b>																
P	Las fibras de vidrio / moqueta que exceden el agujero son demasiado largas.	Aspecto no conforme	El punzón ataca desde el lado del no tejido (Desde dentro hacia fuera)	Visual/regleta	3	7	6	126				El punzón debe atacar del lado de la moqueta para eliminar las fibras del agujero.	3	2	6	36
			Mal ajuste del punzón/matriz después de la instalación.	Visual/regleta	3	6	6	108				El punzón y la matriz deben estar "Posicionados" y "bloqueados" por al menos 2 sujeciones.	3	2	6	36
			Mal ajuste del punzón/matriz debido al uso.	Visual/regleta	3	7	6	126				Incluir en el planing de mantenimiento un control de reaccambios periódico.	3	2	6	36
			Criterios de aceptación no definidos	Visual/regleta	7	3	6	126				Definir con el cliente un criterio de aceptación.	2	3	6	36
<b>2.0.0 Montaje de los componentes (POE) en la bandeja + Control automático</b>																
<b>2.1.0. Colocación manual de los bumpers en los alojamientos</b>																
P	Error en la referencia del POE.	El montaje del componente en la bandeja es imposible.	Es posible usar un POE de otra bandeja.	Fallo de forma	5	5	7	175				Concebir una forma para clipar diferente por cada tipo de bumper, con el fin de prevenir el montaje de una mala referencia.	5	1	7	35
P	Falta de un bumper lateral	Vibración de la bandeja en el vehículo	Operación manual, olvidada por el operario	Presencia con Poka Yoke	6	4	8	192				Poner un poka-yoke que controle la presencia de los bumpers laterales en la operación de montaje. (Si no los detecta->indicación visual "falta de bumper lateral", mientras sujeta la bandeja con pisadores hasta que el operario lo rearme).	1	4	8	32
P	Bumper lateral mal colocado en su alojamiento	Pérdida del POE después del montaje en el vehículo.	El clipado del bumper lateral se rompe o no se abre por un empuje insuficiente.	Poka-Yoke	7	4	8	224				Poner un poka-yoke que compruebe que los bumpers laterales estén bien clipados, empujándolos desde dentro. (Si hay defecto -> indicador visual "falta de bumper lateral" amarrando la bandeja hasta que el operario rearme).	1	4	8	32
			El espesor de la bandeja es demasiado grande para que se haga el clipado.	Poka-Yoke	2	7	8	112				Reducir la anchura de la bandeja en los agujeros en las etapas anteriores lo suficiente para que los bumpers laterales puedan abrirse y clipar. Cuando haya comienzo de la línea, comprobarlo.	2	2	8	32
D	Los bumpers laterales se clipan del lado incorrecto	Aspecto no conforme	Operación manual (no se sigue el procedimiento)	Visual	3	3	6	54				Incluir el sentido de montaje de los bumpers laterales en el dossier de fabricación del operario.	3	2	6	36
P	Montaje de los bumpers laterales con la lengüeta hacia arriba	Vibración de la bandeja en el vehículo	Operación manual (no se sigue el procedimiento)	Visual	4	4	8	128				Incluir el sentido de montaje de los bumpers laterales en el dossier de fabricación del operario.	4	1	8	32
			Poka yoke de alojamiento de componente ineficaz		4	4	8	128				Si es posible hacer nuevos bumpers, no fabricar la pestaña lateral más pequeña, y dejar sólo la grande, para que no haya errores a la hora de montar el bumper.	4	1	8	32

ANÁLISIS MODAL DE FALLOS Y EFECTOS RESULTANTES (A.M.F.E.)																
Nombre del sistema o proceso: Puesto estándar de troquelado y montaje de bandejas					Responsable:			Validado por:			A.M.F.E. Realizado por:		Fecha:			
Fallo en el proceso				Detección del fallo	Valoración inicial				Responsable	Involucrado	Acciones correctivas		Valoración final			
Modo de fallo	Modo potencial de fallo	Efecto	Causas del fallo potencial		D	F	G	IPR			Fecha límite	Acciones	D'	F'	G'	IPR'
<b>2.2.0. Colocación manual de los cordones</b>																
P	Error de referencia en el cordón	Es imposible colgar la bandeja en el coche	Possibilidad de clipar otro tipo de cordón con un clipado diferente.	Visual	5	7	7	245				Incluir en el dossier de fabricación el control del tipo de control en el control final.	5	1	7	35
			Possibilidad de clipar otro tipo de cordón con una longitud diferente.	Poka-Yoke "longitud"	5	7	7	245				Poner un poka-yoke que compruebe la "longitud" de los cordones en el puesto de montaje final. (Si no los detecta -indicación visual "falta de cordón", mientras sujeta la bandeja con pisadores hasta que el operario lo rearme).	5	1	7	35
			Possibilidad de clipar otro tipo de cordón con una longitud diferente.	Poka-Yoke "longitud"	5	5	7	175				Si hay muchas referencias de cordones, definir un color todavía no utilizado en la fábrica para cada cordón, y pedir a los proveedores que lo apliquen sobre las etiquetas de UC.	1	5	7	35
P	Falta de cordón	La bandeja no pivota cuando se abre el maletero.	Operación manual (no se sigue el procedimiento)	Poka-Yoke "presencia"	5	4	8	160				Poner un poka-yoke que controle la presencia de los cordones en la operación de montaje. (Si no los detecta->indicación visual "falta de cordón", mientras sujeta la bandeja con pisadores hasta que el operario lo rearme).	1	4	8	32
P	Mala colocación del cordón	Se pierde el cordón en el montaje del vehículo	Clipado insuficiente o rotura del clipado.	Poka-Yoke	5	5	7	175				Poner un poka-yoke que compruebe que los cordones estén bien clipados, empujándolos desde dentro. (Si hay defecto -> indicador visual "falta de cordón" amarrando la bandeja hasta que el operario rearme).	1	5	7	35
			El espesor de la bandeja es demasiado grande para que se haga el clipado.	Poka-Yoke	5	7	7	245				Reducir la anchura de la bandeja en los agujeros en las etapas anteriores lo suficiente para que los bumpers laterales puedan abrirse y clipar. Cuando haya comienzo de la línea, comprobarlo.	5	1	7	35
P	Cordón clipado en sentido contrario	La bandeja no pivota cuando se abre el maletero.	Operación manual (no se sigue el procedimiento)	Visual	3	7	7	147				Incluir el sentido de montaje de los cordones en el dossier de fabricación del operario.	3	1	7	21
<b>2.3.0. Control automático de los POE's</b>																
D	Ruptura de los POE'S	Ruptura del eje	La fuerza del poka yoke es demasiado grande	Visual	4	6	8	192				La fuerza de comprobación debe estar regulada por la fuerza admisible del POE.	4	1	8	32
			La bandeja de desplaza debido al control automático	Visual	4	6	8	192				Las superficies de apoyo para manter la bandeja deben estar cerca de los controles de los POE (para evitar que la bandeja se deforme)	4	1	8	32

Estandarización de un puesto de montaje de bandejas

ANÁLISIS MODAL DE FALLOS Y EFECTOS RESULTANTES (A.M.F.E.)																
Nombre del sistema o proceso: Puesto estándar de troquelado y montaje de bandejas				Responsable:				Validado por:			A.M.F.E. Realizado por:		Fecha:			
Fallo en el proceso				Detección del fallo	Valoración inicial				Responsable	Involucrado	Acciones correctivas		Valoración final			
Modo de fallo	Modo potencial de fallo	Efecto	Causas del fallo potencial		D	F	G	IPR			Fecha límite	Acciones	D'	F'	G'	IPR'
<b>3.0.0 Marcado caliente de trazabilidad</b>																
A	Marcado incompleto	Falta de la trazabilidad en la bandeja por falta de legibilidad	El tiempo de marcado demasiado corto	Visual	3	4	10	120				El tiempo de marcado debe ser parametrizable (en segundos) con un codificador giratorio, pero sólo accesible desde el armario eléctrico.	3	1	10	30
			Temperatura de marcado demasiado baja	Visual	3	4	10	120				La temperatura de las resistencias tiene que ser parametrizable y regulada por un statop que devuelva la temperatura real con una sonda colocada sobre la huella de marcado.	3	1	10	30
			Penetración de la huella de marcado sobre la bandeja es demasiado grande o insuficiente	Visual	3	4	10	120				El final de carrera de la huella de marcado tiene que hacerse sobre la base de la pieza de identificación con la superficie exterior de la bandeja. (finales de carrera tienen que ser regulables para la puesta en marcha).	3	1	10	30
			Presión insuficiente	Visual	3	4	10	120				La fuerza del cilindro de marcado debe estar bien dimensionada.	3	1	10	30
			La bandeja es rechazada debido al marcado	Visual	3	4	10	120				El contra apoyo en la bandeja debe ser suficientemente robusto para no deformarse cuando se aplique la presión de marcado.	3	1	10	30
			Marcado no homogéneo	Visual	3	4	10	120				Cada elemento del sistema del marcado debe poder ser fácilmente regulable en altura de forma independiente.	3	1	10	30
			El tamaño de los caracteres es demasiado pequeño	Visual	3	4	10	120				Definir el tamaño de los caracteres tomando como referencia otros marcadores existentes de otras bandejas.	3	1	10	30
			Profundidad de los caracteres demasiado profunda o escasa.	Visual	3	4	10	120				Definir la profundidad de los caracteres tomando como referencia otros marcadores existentes de otras bandejas.	3	1	10	30
			El texto o caracteres del marcado no son legibles.	Visual	3	4	10	120				Definir el tipo de letras del marcado ayudándose de los ya existentes.	3	1	10	30
			El marcado no está en contacto con la bandeja	Visual	3	4	10	120				<b>El sistema de marcado debe ser pivotante y poder girar para ajustarlo durante la puesta en marcha.</b>				
				Visual	3							Colocar un sensor para controlar el final de carrera de la huella del marcador.	3	1	10	30
Error en la referencia del marcado (se ha utilizado el de otra bandeja)	Visual	3	4	10	120				<b>En cada cambio de utillaje, en el panel de control el operario tiene que aceptar una instrucción donde ha revisado que el marcado tiene la identificación correcta.</b>							
Tiempo de marcado impreciso	Visual	3	4	10	120				Utilizar el sensor de final de carrera como base para el inicio de la parametrización del tiempo de marcado.	3	1	10	30			

ANÁLISIS MODAL DE FALLOS Y EFECTOS RESULTANTES (A.M.F.E.)																
Nombre del sistema o proceso: Puesto estándar de troquelado y montaje de bandejas					Responsable:				Validado por:			A.M.F.E. Realizado por:		Fecha:		
Fallo en el proceso				Detección del fallo	Valoración inicial				Responsable	Involucrado	Acciones correctivas		Valoración final			
Modo de fallo	Modo potencial de fallo	Efecto	Causas del fallo potencial		D	F	G	IPR			Fecha límite	Acciones	D'	F'	G'	IPR'
<b>3.0.0 Marcado caliente de trazabilidad</b>																
A	Bandeja quemada por el marcado	Falta de trazabilidad de la bandeja por falta de legibilidad.	Tiempo de marcado demasiado largo.	Visual	3	4	10	120				El tiempo de marcado debe ser parametrizable (en segundos) con un codificador giratorio, pero sólo accesible desde el armario eléctrico.	3	1	10	30
			Temperatura de marcado demasiado alta.	Visual	3	4	10	120				La temperatura de las resistencias tiene que ser parametrizable y regulada por un statop que devuelva la temperatura real con una sonda colocada sobre la huella de marcado.	3	1	10	30
			Penetración de la huella del marcado demasiado profunda	Visual	3	4	10	120				El final de carrera de la huella de marcado tiene que hacerse sobre la base de la pieza de identificación con la superficie exterior de la bandeja. (finales de carrera tienen que ser regulables para la puesta en marcha).	3	1	10	30
			Presión demasiado alta	Visual	3	4	10	120				La fuerza del cilindro de marcado debe estar bien dimensionada.	3	1	10	30
			Tiempo de marcado impreciso	Visual	3	4	10	120				Utilizar el sensor de final de carrera como base para el inicio de la parametrización del tiempo de marcado.	3	1	10	30
			Tiempo de marcado impreciso	Visual	3	4	10	120				Realizar reglajes definitivos	3	1	10	30
<b>4.0.0 Descarga de la bandeja (AUTOEJECT)</b>																
D	Bandeja dañada	Aspecto no conforme	Colisión con un elemento agresivo en la pábina durante la colocación de la bandeja	Visual	3	6	6	108				El puesto se debe concebir para una descarga fácil sin elementos potencialmente agresivos.	3	2	6	36
			El recibidor daña la bandeja durante su caída	Visual	3	6	6	108				Concebir el recibidor de manera que la caída no sea brusca: protegerlo con ___ o mediante una lona como el STOCK intermedio.	3	2	6	36

## 10.2. Propuestas del nuevo Layout

Las mejoras realizadas producirán cambios en la distribución de la maquinaria y en el puesto. Estos cambios se deberán principalmente a:

- ✓ Reducción del número de puestos dedicados a uno.
- ✓ Eliminación de operaciones manuales (no se utiliza la mesa de montaje).
- ✓ Uso de trolleys para el cambio rápido de utillaje.

Así, se compara la situación actual con la futura disposición.

### 10.2.1. Layout actual

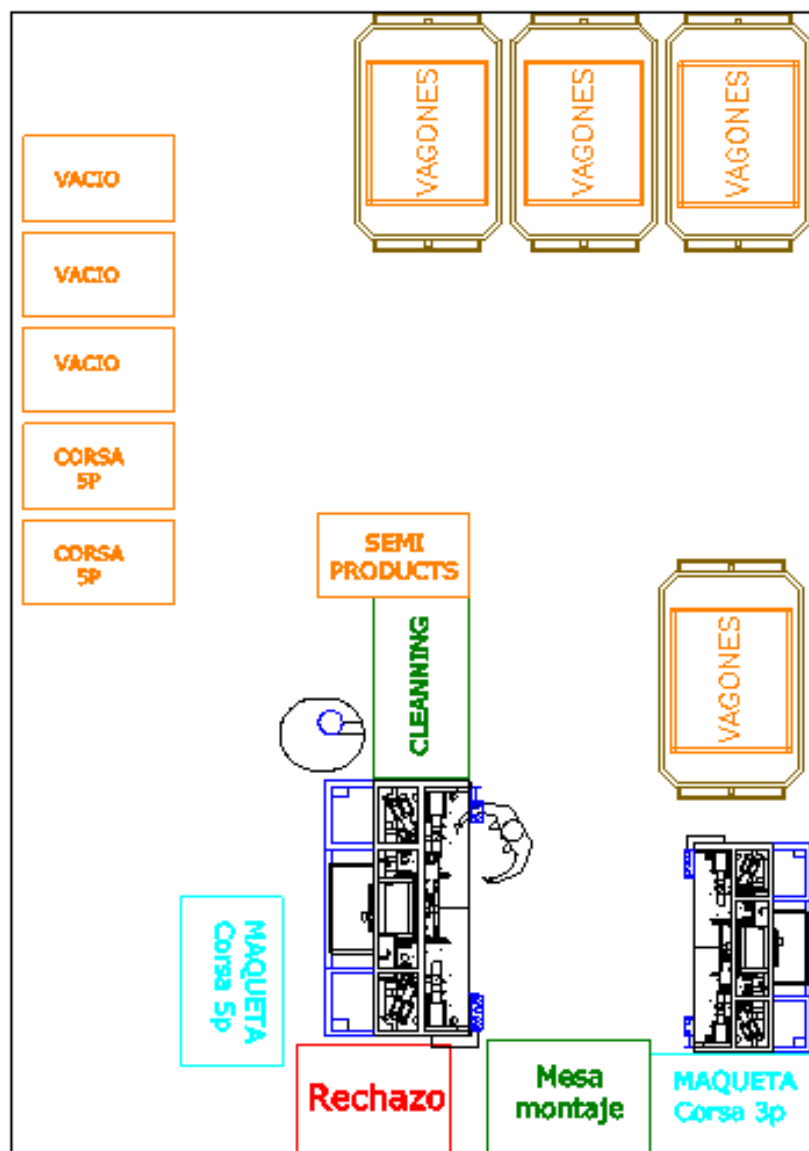


Figura 59: Layout actual

10.2.2. Futuro Layout

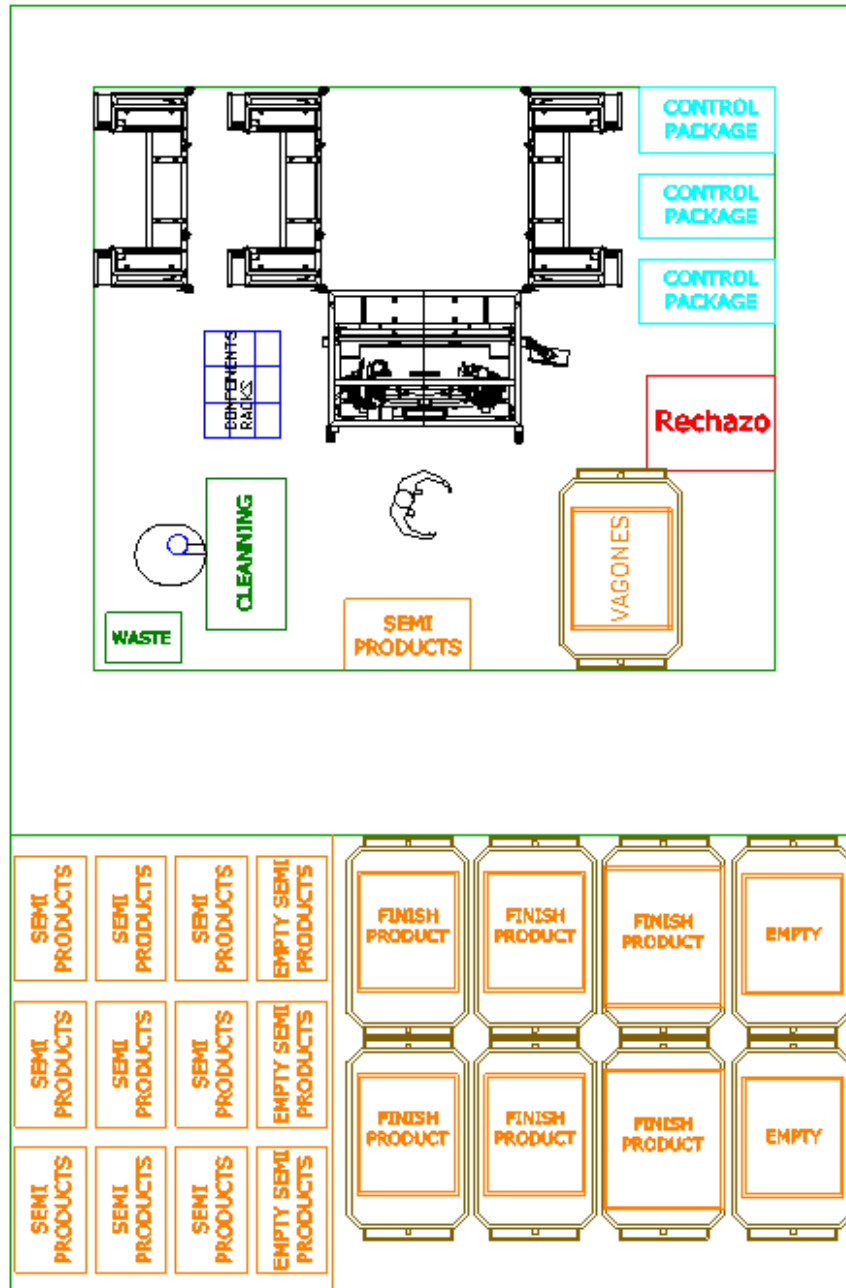


Figura 60: Futuro Layout

Para un puesto actual dedicado a la bandeja del Corsa, la superficie de ocupación asciende a 64 m<sup>2</sup>, con un TRS de 24,77%.

Aplicando las nuevas mejoras, la nueva solución ocupa una superficie total de 108 m<sup>2</sup>, pero con la ventaja de que la TRS asciende al 85%.



A primera vista no se aprecia una mejora significativa en el ahorro de superficie, porque la comparación que estamos haciendo es errónea. En la situación actual la superficie de 64 m<sup>2</sup> está dedicada a la producción de una sola referencia. Sin embargo, la superficie mejorada produce un total de 3 referencias diferentes. Es por ello que el número de vagones con semi-productos se multiplica por tres, al igual que ocurre con los contenedores de producto acabado.

Luego, la comparación correcta será multiplicar la superficie actual correspondiente a un puesto de baja cadencia por 3, que sería la superficie necesaria para fabricar 3 referencias distintas, lo que resulta una superficie de ocupación de 192 m<sup>2</sup>, bastante superior a la propuesta de 108 m<sup>2</sup>.

Este es un ejemplo sujeto a una bandeja con características específicas, por supuesto, el Layout dependerá del proceso de fabricación de cada bandeja.

Otras opciones de Layout disponibles resultan de la necesidad de soldar algún elemento utilizando una soldadora Branson como operación intermedia entre el puesto de corte y montaje.

Otras disposiciones requieren una mesa de acabado final, donde el operario retira con una lija las fibras de vidrio que sobresalen de la moqueta.

Independientemente del número de puestos utilizados, la colocación de los mismos seguirá una disposición en U, haciendo que la célula sea más flexible adaptándose a la demanda de la producción. Dentro de la misma célula, el trabajo podrá ser repartido entre más de un operario.

Las ventajas de las células de fabricación en forma de U son:

- ✓ Reducción de las distancias entre máquinas
- ✓ Existencia de buenas condiciones para las relaciones humanas
- ✓ Disminución de los tiempos de preparación y fabricación
- ✓ Se facilita la supervisión y el control visual
- ✓ Se reduce el movimiento o manejo de los materiales a través de la planta.

La polivalencia de los trabajadores se fomenta mediante el sistema de rotación de tareas. Así, se aumenta la motivación, se disminuyen los accidentes, se facilita la colaboración, se aumenta el grado de responsabilidad, y los trabajadores no se sienten perjudicados por la asignación de tareas.



### 10.4. Work Content (WC)

El WC es una herramienta gráfica que permite analizar visualmente un conjunto de tareas desarrolladas en una célula de trabajo. Gracias a la vista del alzado, se aprecia claramente el recorrido del operario, las intersecciones, los desplazamientos con carga o sin carga... Las tareas están numeradas de menos a mayor, dejando libres para futuras modificaciones.

#### 10.4.1. Work Content actual

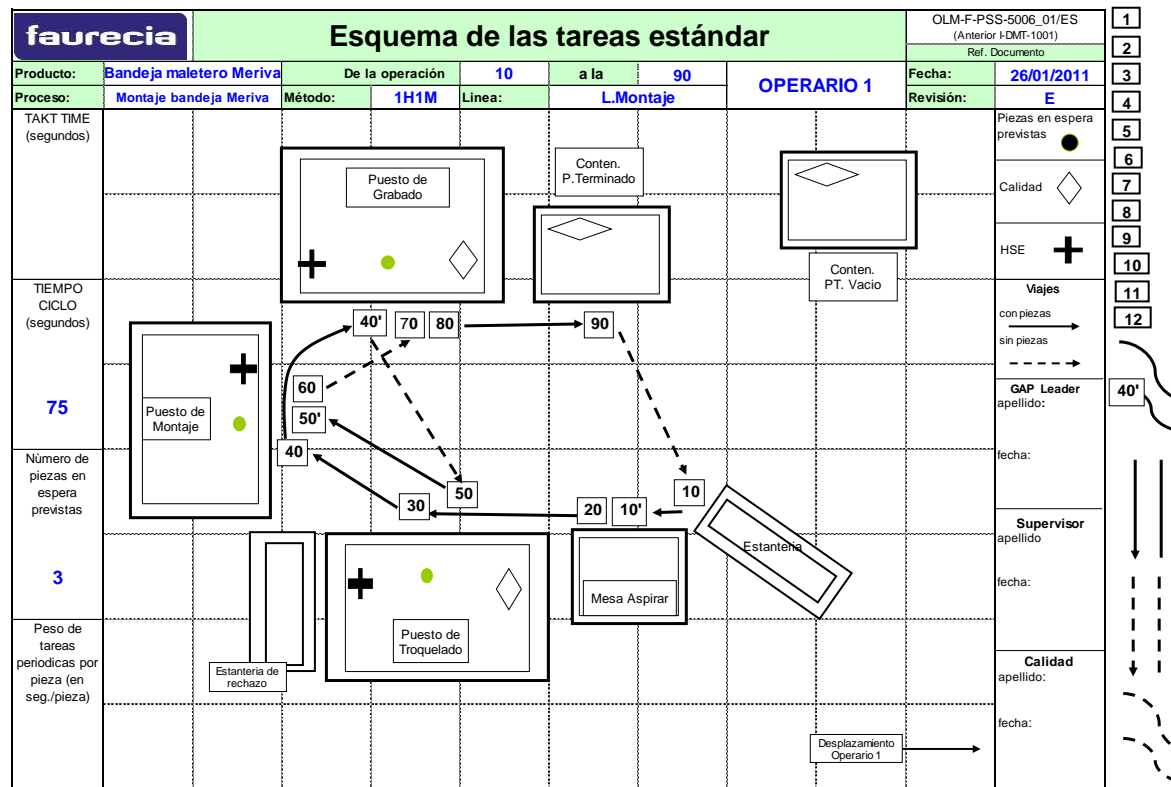


Figura 61: WC actual

10.4.2. Futuro Work Content

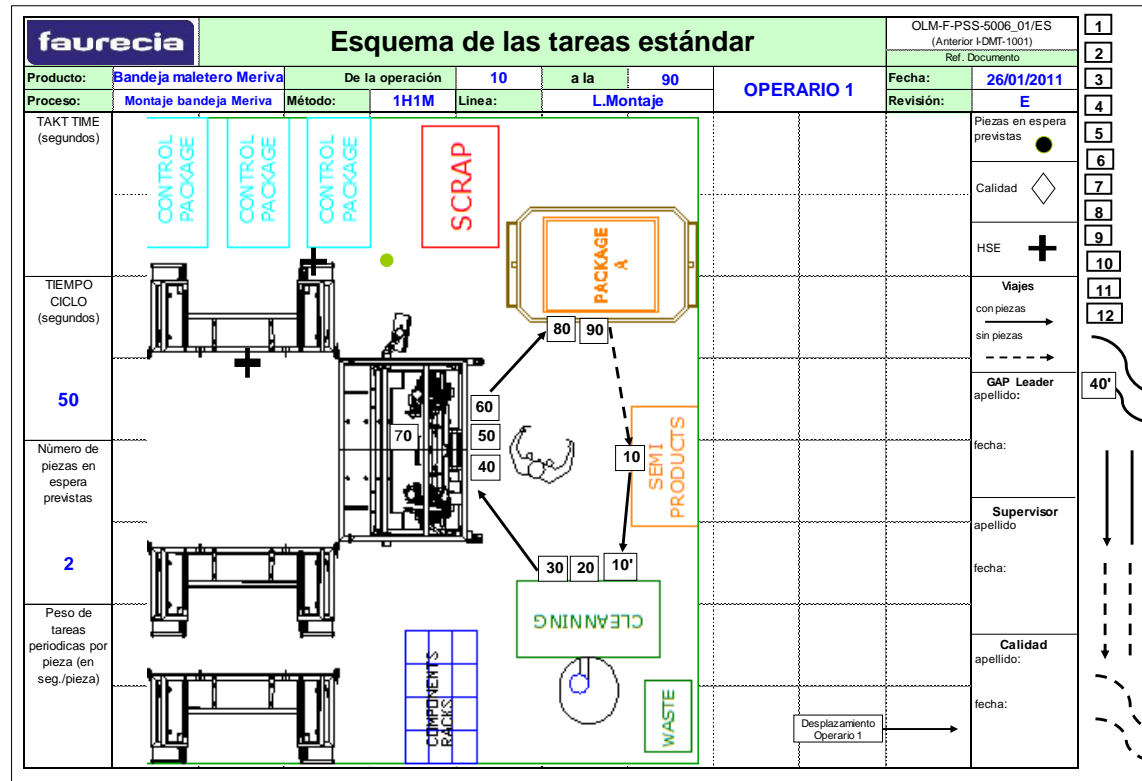


Figura 62: Futuro WC

Comparando ambos WC, como cabe esperar, el número de actividades desciende, y el recorrido del operario es significativamente menor, lo que origina una reducción del tiempo de ciclo de 20 segundos.

### 10.5. Cumplimiento de los 20 criterios FES

Por último, se comprueba que los 20 criterios se han tenido en cuenta en el diseño del puesto (ver *Tabla 23*):

faurecia		The 20 FES Equipment Design guidelines	
		MACHINES/WORKSTATIONS	
SCORE	20,00	Package tray cutting & assembling work station	
AUDITOR		PML	
LEAN DESIGN PRINCIPLES	1- Operator at workstation is safe and comfortable	1	See ergonomic study and risk assesment Ergoswiis
	2- Only good parts can be passed on to the next step.	1	Poka Yoke each fonction and element See specifications
	3- Raw material and components consumption is optimized.	1	Components racks considered
	4- Every production cell is linked to the pace of the following one.	1	ok. Intermedial shop stock between moulding (capacity machines) and finishing. In line with welding if needed
	5- Process within a production cell is one piece flow.	1	ok. One piece flow Two pieces on flow. One in cleaning station and one in finishing station
	6- The change-over design allows to produce all high runners at least once per shift.	1	Change over target 3 min. All needed elements are considered See Study
	7- Packaging and line feeding are designed for small batch, frequent withdrawals	1	Finish products packaging Small componentes small packaging Carrier PT packaging
	8- Periodical tasks do not generate flow disruption.	1	See SW and WC document.
	9- Machine used as dedicated machine can follow takt time. Machine used as shared capacity machine can run best cycle time.	1	Ver estudio capacidad See capacity study
	10- Equipment is reliable. Maintenance is easy.	1	Eassy acces for all elements
	11- Number of operators can be adjusted to takt time fluctuations.	1	Possible add welding operation, packaging and cleaning
	12- Operator is not linked to one machine.	1	Possible add welding operation, packaging and cleaning
	13- Walk of the operator is the shortest one.	1	See uto eject system See Marina study. Choose from 4 options See coomparation actual and new lay-out. Walk comparison
	14- Operator can easily pick components, take manual tools and transfer parts. Line feeder can easily feed the line .	1	All manual. Package tray 2.5 kg wight See estudy wight valuation
	15- Process is designed for stable conditions to standardized work adherence.	1	See SW actual and new comparison
	16- Number of equipment can be adjusted to the volume.	1	Capacity line shared with 85% TRS See actual and new capacity study comparison
	17- Equipment is simple and inexpensive.	1	Chipper elements Standras and commercial elements
	18- Equipment and packaging are re-usable.	1	Intermedial semi products packaging and finish products packaging are re-usable
	19- Process and lay out can be easily improved.	1	Equiped with 4 wheels. Easy conexions Fork lift mover is considered
	20- Production of service part will be easy after the end of life.	1	Flexible machine can be changed specific tool
<b>TOTAL</b>		<b>20</b>	

Tabla 23: Recopilación de los 20 criterios FES

## 10.6. Resultados del diseño

Finalmente se incluyen fotografías de los resultados del diseño, donde se recopilan todos los conceptos estudiados hasta ahora de forma global.

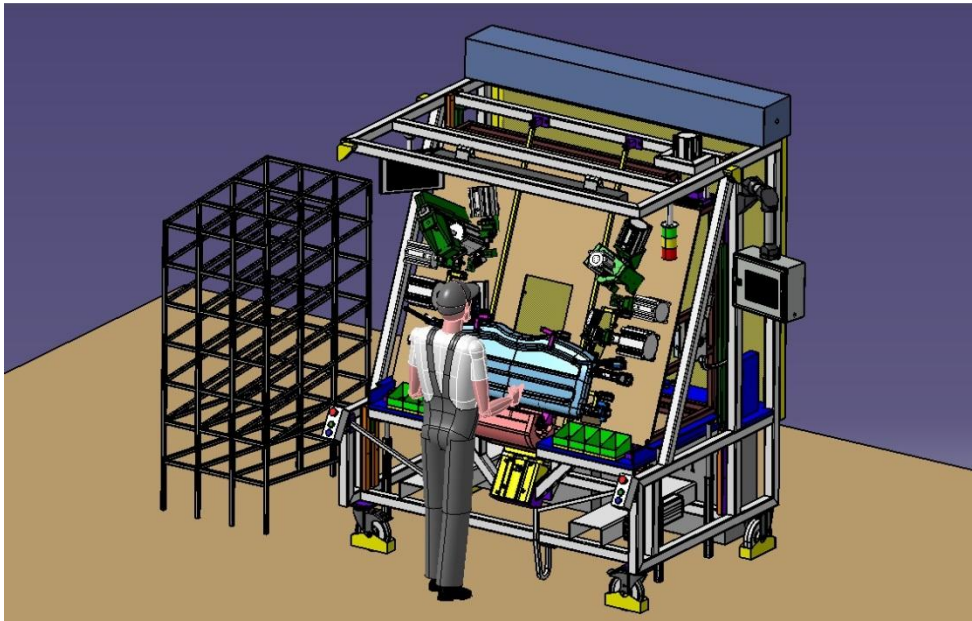


Figura 63: Vista general del puesto con operario

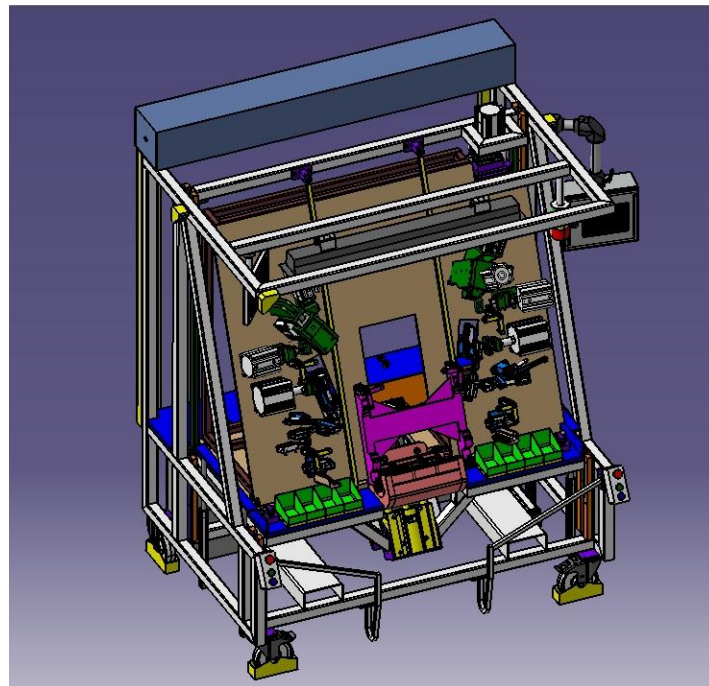


Figura 64: Vista general del puesto

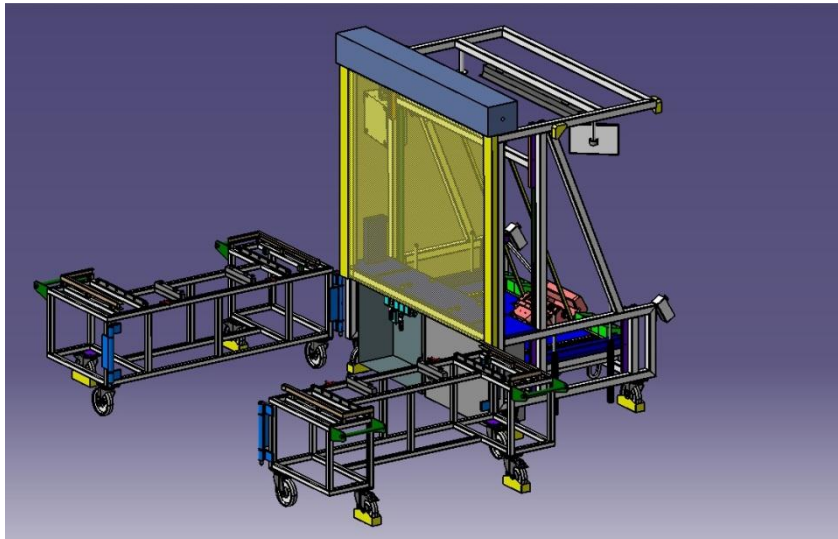


Figura 65: Vista del cambio rápido de utillaje

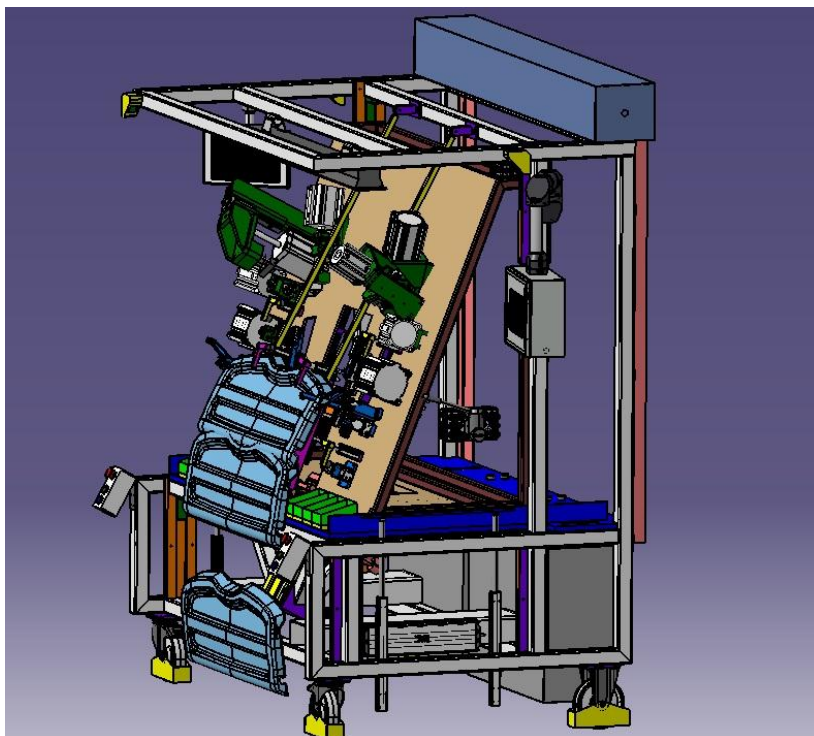


Figura 66: Vista del Autoeject

### 11. GANTT DEL PROYECTO

Nombre de la tarea	Fecha de Inicio	Fecha final	Duración	Feb				Mar				Abr				May				Jun			
				Feb 2	Feb 9	Feb 16	Feb 23	Mar 2	Mar 9	Mar 16	Mar 23	Mar 30	Abr 6	Abr 13	Abr 20	Abr 27	May 4	May 11	May 18	May 25	Jun 1	Jun 8	
<b>Primera Etapa:</b>	02/02/15	06/03/15	25	<b>Primera Etapa:</b>																			
Conocimiento de la empresa y su filosofía de trabajo	02/02/15	04/02/15	3	Conocimiento de la empresa y su filosofía de trabajo																			
Estudio del método actual	05/02/15	11/02/15	5	Estudio del método actual																			
Búsqueda de información y contacto con otras plantas	12/02/15	02/03/15	13	Búsqueda de información y contacto con otras plantas																			
Estudio de mercado	12/02/15	06/03/15	17	Estudio de mercado																			
<b>Segunda Etapa:</b>	09/03/15	24/03/15	12	<b>Segunda Etapa:</b>																			
Estudio de la documentación utilizada	09/03/15	12/03/15	4	Estudio de la documentación utilizada																			
Estudio de Ergonomía	12/03/15	23/03/15	8	Estudio de Ergonomía																			
Diseño en Catia	16/03/15	23/03/15	6	Diseño en Catia																			
Validación en Francia	24/03/15	24/03/15	0	Validación en Francia																			
<b>Tercera Etapa:</b>	25/03/15	01/06/15	49	<b>Tercera Etapa:</b>																			
Continuación de estudio de Ergonomía	25/03/15	10/04/15	13	Continuación de estudio de Ergonomía																			
Continuación Diseño Catia	25/03/15	17/04/15	18	Continuación Diseño Catia																			
Estudio de Seguridad de la máquina	08/04/15	15/04/15	6	Estudio de Seguridad de la máquina																			
Validación (Conferencias)	20/04/15	20/04/15	0	Validación (Conferencias)																			
<b>Cuarta Etapa:</b>	21/04/15	01/06/15	30	<b>Cuarta Etapa:</b>																			
Instalaciones: comunicación y automatismo	21/04/15	08/05/15	14	Instalaciones: comunicación y automatismo																			
Instalación neumática	04/05/15	13/05/15	8	Instalación neumática																			
Validación (Conferencias)	14/05/15	14/05/15	0	Validación (Conferencias)																			
<b>Quinta Etapa:</b>	15/05/15	01/06/15	12	<b>Quinta Etapa:</b>																			
A.M.F.E.	15/05/15	21/05/15	5	A.M.F.E.																			
<b>Documentación:</b>	22/05/15	01/06/15	7	<b>Documentación:</b>																			
Plego de condiciones	22/05/15	01/06/15	7	Plego de condiciones																			
Ofertas	22/05/15	01/06/15	7	Ofertas																			
Previsión de costes	22/05/15			Previsión de costes																			



## 12.PRESUPUESTO DEL PROYECTO

### 12.1. Costes del proyecto

Para calcular los distintos tipos de costes se necesitará conocer las tasas por hora de los salarios. El objetivo es establecer el número de horas por año que trabajan cada uno de los profesionales involucrados en la realización del proyecto, pudiendo calcular el coste generado por cada uno de ellos durante la realización del proyecto.

Teniendo en cuenta que en Faurecia el horario de trabajo es de 5 días a la semana se deben descontar pues los sábados y domingos, al igual que las vacaciones. Además, se considera que el absentismo por enfermedad en Faurecia es alrededor del 2% del total de días trabajados, y la formación mínima establecida es de 50 horas al año:

<b>AÑO MEDIO:</b>	<b>365</b>
Días efectivos de vacaciones	-20
Sábados y domingos: $(365 * 2/7)$	-104
Media de días perdidos por enfermedad	-4
Días festivos reconocidos	-12
Cursillos de formación, etc.	-6
<b>TOTAL ESTIMADO DÍAS EFECTIVOS:</b>	<b>219</b>
<b>TOTAL HORAS/AÑO EFECTIVAS (8 HORAS/DÍA)</b>	<b>1.752</b>

Tabla 24: Total horas/año efectivas

Con los datos anteriores podemos calcular una estimación del presupuesto del proyecto analizando por separado los distintos costes que intervienen en su cálculo:

- Costes de personal.
- Costes de amortización.
- Costes de material.
- Gastos generales.

## 12.2. Cálculo de costes

### 12.2.1. Costes de personal

En este ámbito se debe contar con la colaboración de varios profesionales que formarán el grupo de trabajo:

El grupo estará liderado por un Ingeniero Industrial con experiencia y capacitado para gestionar las actividades y liderar al resto de miembros, así como facilitar la labor al resto de sus compañeros contactando con proveedores, empresas externas y otras plantas de Faurecia. Se encargará de llevar a cabo las validaciones de cada etapa.

Otro papel importante es el de otro Ingeniero Industrial, necesario para llevar a cabo el estudio de ergonomía y seguridad de la máquina, que trabajará de forma conjunta con el resto del equipo proporcionando los resultados validados e informando de los progresos realizados.

Durante la etapa de diseño del puesto el Ingeniero Industrial contará con la ayuda de la empresa Valensys, en la cual se diseñará en CATIA el puesto de acabado. Para su realización hace falta un proyectista cualificado de dicha empresa.

Para el diseño de las instalaciones se requiere la ayuda de un Ingeniero Eléctrico con conocimientos en programación y comunicación, de la empresa BCT, que trabajará siguiendo las pautas de los dos ingenieros Industriales de Faurecia.

Finalmente, para el desarrollo de la documentación como el A.M.F.E., los pliegos de condiciones, especificaciones técnicas y ofertas, se cuenta con la ayuda de un tercer ingeniero industrial especializado en la parte de medios de producción, con experiencia en la redacción de los citados documentos.

El coste horario y semanal de cada uno de estos profesionales queda reflejado en la *Tabla 25*:

REMUNERACIÓN	Ingeniero Experto	Ingeniero Industrial	Ingeniero Eléctrico	Ingeniero de medios de producción	Ingeniero de diseño industrial
Nómina Bruta	80.000 €	50.000 €	35.000 €	35.000 €	30.000 €
Seguridad Social (35%)	9.600 €	6.000 €	4.200 €	4.200 €	3.600 €
Medios de trabajo y consumibles	4.000 €	2.500 €	1.750 €	1.750 €	1.500 €
TOTAL	93.600 €	58.500 €	40.950 €	40.950 €	35.100 €
COSTE HORARIO €/hora	53,42	33,39	23,37	23,37	20,03

Tabla 25: Coste horario €/hora

Una vez se tiene el coste por hora de cada uno de los profesionales, lo importante es ver el número de horas dedicadas por cada uno de estos en la realización del proyecto, para así calcular el coste personal individual y finalmente el coste personal total, resultado de la *Tabla 26*:

<b>Horas de Proyecto</b>					
	<b>Ingeniero Experto</b>	<b>Ingeniero Industrial</b>	<b>Ingeniero Eléctrico</b>	<b>Ingeniero de medios</b>	<b>Ingeniero de diseño</b>
Estudio del método actual	4	25			
Búsqueda de información y contacto con otras plantas	5	32,5			
Estudio de mercado	8	52,5			
Estudio de la documentación utilizada	3	20			
Estudio de Ergonomía	6	40			
Diseño en Catia	3	20			125
Pre-validación	2,25	15			
Estudio de Seguridad de la máquina	0,6	4			
Instalación de automatismo			80		
Instalación neumática			30		
Validación	4,5	30			
AMFE		15		40	
Pliegos de condiciones		20		10	
Ofertas	12	12			
<b>TOTAL HORAS:</b>	<b>48</b>	<b>286</b>	<b>110</b>	<b>50</b>	<b>125</b>
<b>COSTE PERSONAL:</b>	<b>2.556 €</b>	<b>9.550 €</b>	<b>2.571 €</b>	<b>1.169 €</b>	<b>2.504 €</b>
<b>TOTAL COSTE PERSONAL:</b>	<b>18.350 €</b>				

Tabla 26: Total coste personal

### 12.2.2. Costes de amortización

El coste por amortización se verá concentrado en el uso de ordenadores por cada miembro del equipo. El ingeniero de diseño industrial necesita de la licencia de CATIA para dibujar en 3D.

El ingeniero eléctrico, por su parte utiliza el programa EPLAN P8 de Siemens para realizar todos los esquemas.

Por su parte, los ingenieros experto e industrial necesitan un ordenador respectivamente para realizar la búsqueda de información, contacto con proveedores y videoconferencias.

Para el equipo Informático se considera un periodo de amortización de 2 años, con cuota lineal. Utilizando las horas calculadas que cada profesional ha invertido en la realización del proyecto se obtiene el coste total de amortización (*Tabla 27*):

AMORTIZACIÓN	Ingeniero Experto	Ingeniero Industrial	Ingeniero Eléctrico	Ingeniero de medios de producción	Ingeniero de diseño industrial
Equipos informáticos	850	800	800	800	800
Software			2000		4000
Total inversión €	850	800	2800	800	4800
Periodo en días	730	730	730	730	730
Amortización diaria €	1,2	1,1	3,8	1,1	6,6
Duración del proyecto H	48	286	110	50	125
<b>Costes de amortización asignados al proyecto</b>	<b>7 €</b>	<b>39 €</b>	<b>53 €</b>	<b>7 €</b>	<b>103 €</b>
<b>TOTAL COSTE DE AMORTIZACIÓN</b>	<b>208 €</b>				

Tabla 27: Total coste de amortización

### 12.2.3. Costes de material

En el coste de material se tendrá en cuenta el material de oficina utilizado, los consumibles informáticos, las fotocopias, encuadernación, y demás recursos de papelería. Al ser un porcentaje muy pequeño, este coste se ha incluido dentro del apartado coste horario incluido en el coste personal de cada uno de los profesionales.

### 12.2.4. Gastos generales

En este apartado se engloban aspectos como comunicaciones, desplazamientos, energía eléctrica y alquileres de oficinas. El ingeniero experto y el industrial cuentan con desplazamientos mayores, al haber tenido que desplazarse durante el periodo de validación a Francia (Ver *Tabla 28*).

Gastos generales	Ingeniero Experto	Ingeniero Industrial	Ingeniero Eléctrico	Ingeniero de medios de producción	Ingeniero de diseño industrial
Alquiler de oficina	700 €	700 €	700 €	700 €	700 €
Energía eléctrica	100 €	100 €	100 €	100 €	100 €
Comunicaciones	120 €	120 €	120 €	120 €	120 €
Desplazamientos	2000 €	2000 €	500€	200 €	200 €
Gastos generales	2920 €	2920 €	1420 €	1120 €	1120 €
<b>TOTAL GASTOS GENERALES</b>	<b>9500 €</b>				

*Tabla 28: Total gastos generales*

### 12.3. Resumen de los costes del proyecto

Para finalizar el estudio económico, se recopilan en la *Tabla 29* el conjunto de costes vistos hasta ahora:

TIPO DE COSTE	COSTE
Personal y material	18.350 €
Amortización	208 €
Generales	9500 €
<b>TOTAL COSTE PROYECTO</b>	<b>28.058 €</b>

*Tabla 29: Resumen de costes del proyecto*

Con lo cual el coste total de realización del presente proyecto, teniendo en cuenta todas las etapas necesarias para su correcta realización mostradas anteriormente asciende a **28.058 €**. (Veintiocho mil cincuenta y ocho euros).





### 13. CONCLUSIONES

Tal y como se indicó al principio del proyecto, el objetivo principal del mismo era el diseño de un puesto estándar de corte y montaje de bandejas de automóviles que satisficiera la demanda actual de mercado y solventara los problemas que presentan los puestos actuales, incluyendo innovaciones en todos los ámbitos: seguridad y ergonomía, mecánica, automatización, disposición del puesto, interfaz hombre-máquina...

En cuanto al objetivo primario, se llevó a cabo un estudio de mercado, cuyos resultados se presentan en el capítulo 2 y en el anexo I. Gracias a la amplitud de dicho estudio, realizado en 12 concesionarios de la provincia de Valladolid, se definieron las directrices principales del diseño del puesto que permitieron dimensionar la placa base del bastidor donde se alojarían los futuros utillajes.

Posteriormente al estudio de mercado se realizó un estudio del método actual, donde la actitud crítica y objetiva permitió definir todos los inconvenientes y defectos que presentan los puestos actuales. Para esta labor se requirió contactar con el personal del resto de plantas en Marckolsheim, Legnica y Washington principalmente.

Como consecución a la realización de dicho objetivo, se comenzó a diseñar el puesto de acabado con una empresa externa, Valensys. El diseño se realizó sobre las bases de varios documentos, como *El Memorándum de Ergonomía* y *Los 20 criterios FES*. Basándose el diseño en estos documentos, se aseguró que el puesto estuviera adaptado a los criterios que la organización de la producción de la industria del automóvil requiere hoy en día.

Esta primera etapa de diseño, que comenzó el 12 de marzo de 2015, culminaría con su pre-validación el 23 de marzo de 2015 en Marckolsheim, Francia, donde se presentaron los progresos realizados hasta la fecha ante la dirección de la planta de dicha ciudad. Este paso fundamental permitiría consolidar los avances conseguidos.

En la segunda etapa de diseño, llevada a cabo del 25 de marzo al 17 de abril de 2015, se contó con el Informe de Evaluación de la máquina realizado por la empresa externa Simecal, Organismo de Certificación Autorizado (OCA). Esto permitió definir las seguridades requeridas por el puesto, y al mismo tiempo se definieron las operaciones de mantenimiento, aprovisionamiento de componentes, luminaria...

Se dio importancia a la incorporación de mejoras tecnológicas para conseguir una reducción del tiempo de ciclo y del Work Content, tales como el cambio rápido de utillaje (SMED) y el Autoeject, quedando definidos en el capítulo 2.

En cuanto al utillaje, se definió conforme a la necesidad de automatizar todas las operaciones de montaje de componentes y la producción de calidad en el puesto, por lo que se definieron mecanismos de control de calidad durante el proceso conocidos como Poka-Yoke.

La etapa de diseño se dio por finalizada el 20 de abril de 2015, mediante la realización de varias conferencias donde se validaron los avances con los diferentes departamentos de ingeniería implicados. Fueron precedidas de otras conferencias donde se comunicaron los resultados a los respectivos pilotos de utillaje y departamentos de compras.

Desde el 21 de abril al 14 de mayo se realizaron los esquemas de comunicación, automatismo y neumática con la empresa BCT, de Tarazona, especializada en instalaciones de maquinaria. La conclusión de esta etapa se describió en el capítulo 9. Se incorporaron mejoras tecnológicas como la red de comunicación Profinet, lo que permitió transmitir hasta un total de 155 señales al autómeta con el menor cableado posible.

Finalmente se trabajó en la realización de la documentación técnica necesaria en la fase de fabricación de la máquina, tales como el A.M.F.E. y pliegos de condiciones técnicas requeridos por los pilotos de utillaje.

Por último, se presentarán los resultados del presente proyecto el 18 de junio de 2015 ante el Comité de Operaciones compuesto por diferentes directores de planta y servicios centrales de la división AST: calidad, logística, ingeniería... dando por finalizada la parte de estudio del puesto y permitiendo el comienzo de la etapa de fabricación.

Con lo expuesto anteriormente, se concluye que el puesto estándar de corte y montaje se ha diseñado conforme a las especificaciones de partida, respetando los criterios de ergonomía y seguridad, dando solución a los problemas de los puestos actuales e incorporando innovaciones tecnológicas adicionales en todos los aspectos de ingeniería.

## 14. BIBLIOGRAFÍA Y RECURSOS DE INTERNET

- ASCO/JOUCOMATIC. (2013). *Tecnologías de las electroválvulas y válvulas*. Obtenido de [http://www.asconumatics.eu/images/site/upload/\\_es/pdf1/00009es.pdf](http://www.asconumatics.eu/images/site/upload/_es/pdf1/00009es.pdf)
- ELDON MULTIMOUNT. (2012). *Armarios de Fijación Mural-Catálogo*. Obtenido de <http://www.eldon.com/en/Products/?category=Wall-Mount-66463>
- Electroneumática. (4 de 2014). *Válvulas reguladoras de caudal*. Obtenido de [http://demo.imh.es/Electroneumatica/Ud03/modulos/m\\_en001/ud04/html/en0\\_ud04\\_133\\_con.htm](http://demo.imh.es/Electroneumatica/Ud03/modulos/m_en001/ud04/html/en0_ud04_133_con.htm)
- Emerson Industrial Automation. (2007). *Branson Technology*. Obtenido de <http://www.branson.eu/producto/soldadura-por-vibracion>
- Ergoswiss. (28 de 04 de 2015). *Quick Ship Systems- Cathalogue*. Obtenido de <http://pdf.directindustry.com/pdf/ergoswissag/quick-ship-systems/40768-25666.html>
- Espejo Ruiz, L. (10 de 6 de 2010). *Aplicación de herramientas y técnicas de mejora de la productividad*. Obtenido de <https://upcommons.upc.edu/pfc/bitstream/2099.1/11140/3/Avantprojecte.pdf>
- Faurecia Interior Systems. (2011). *HSE REQUIREMENTS FOR WORK EQUIPMENT AND MACHINERY*. Marckolsheim.
- Faurecia Interior Systems. (2012). *The 20 FES Equipment Design guidlens*. FIS Manufacturing Network.
- FES equipment design. (Febrero de 2012). Concepts and guidelines, session 77.
- Fundibeq. (2012). *Herramientas metodológicas: A.M.F.E*. Obtenido de <http://www.fundibeq.org/opencms/export/sites/default/PWF/downloads/gallery/methodology/tools/amfe.pdf>
- Gútiéz, I. (1 de 2013). *Descentralización de la periferia*. Obtenido de <http://programacionsiemens.com/como-crear-un-proyecto-con-periferia-descentralizada/>
- iYPyC. (2012). *Ingenieros en Calidad y Producción*. Obtenido de <http://ipyc.net/organizacion-y-lean/lean-manufacturing/tablero-de-marcha.html>
- Lesne, J. (2010). *Ergonomics memorandum*. Nanterre Cedex, France: Faurecia .

- Mastermagazine. (2015). Obtenido de <http://www.mastermagazine.info/termino/6103.php>
- Melero, F. G. (28 de 3 de 2010). *Soldadura por Ultrasonido*. Obtenido de [http://www.csif.es/andalucia/modules/mod\\_ense/revista/pdf/Numero\\_28/FRANCISCO\\_GUTIERREZ\\_2.pdf](http://www.csif.es/andalucia/modules/mod_ense/revista/pdf/Numero_28/FRANCISCO_GUTIERREZ_2.pdf)
- Neumática Niche. (2015). *Cilindros neumáticos de doble efecto*. Obtenido de <http://sitioniche.nichese.com/cilindros-dobles.html>
- Pallás Areny, R. (2010). *Sensores y acondicionadores de señal*. 4º edición.
- Periferia Descentralizada. (2012). Siemens. Obtenido de <http://www.etitudela.com/celula/downloads/entradassalidasdescentralizadas.pdf>
- Safety Lights Curtains . (1 de 2015). SICK Catalogue. Obtenido de [www.mysick.com/en/V200\\_Work\\_Station\\_Extended](http://www.mysick.com/en/V200_Work_Station_Extended)
- Siemens. (2014). *Simatic et 200 catalogue*. Siemens.
- Simatic S7-200. (8 de 2013). *Curso online: Funcionamiento de Flancos*. Obtenido de <http://isa.uniovi.es/~vsuarez/ii/CursoOnline/5aconsulta%20flancos.htm>
- SIMECAL. (2015). *Evaluación de seguridad de puesto de acabado de bandejas en Faurecia*. Valladolid: Departamento de Calidad.
- Suñe Torrents, A., Gil Vilda, F., & Arcusa Postils, I. (2004). *Manual práctico de diseño de sistemas productivos*. Díaz de Santos.

Estandarización de un puesto de montaje de bandejas

15. ANEXOS

15.1 Anexo I: Estudio de mercado

Código	Tipo	Total bandejas: 92		COMPONENTES							Identificación	MEDIDAS (mm)	
		Nombre vehículo	Concesionario	Ω	Bumpers Traseros	Bumpers laterales	Bumper central	Altavoces	Gancho Inferior	Cordones		Ancho	Profundo
LEG-0146	Current	Fiesta	FORD	2	2	2	0	0	0	2	Sí	980	445
LEG-0151*	Current	Fiesta	FORD	2	2	2	0	0	0	2	Sí	980	445
LEG-0182	Current	UP	VOLKSWAGEN	2	0	0	0	0	0	0	Sí	960	320
LEG-0208	Current	Fiesta	FORD	2	2	2	0	0	0	2	Sí	980	445
LEG-0211	Current	Golf plus	VOLKSWAGEN	0	0	2	0	0	0	2	Sí	1020	510
LEG-0214	Current	C 3-B61	CITROEN	2	0	2	0	0	0	2	Sí	1020	420
MCK-0156	Current	Scenic	RENAULT	0	2	0	0	0	0	2	Sí	1050	640
MCK-0191	Current	Golf	VOLKSWAGEN	2	0	0	0	0	0	2	Sí	1050	495
OLM-0130	Current	Pulsar	NISSAN	2	2	2	0	0	0	2	NO	985	500
OLM-0137	Current	Mokka	OPEL	2	2	2	0	0	0	2	Sí	950	520
PAR-0027	Current	Compact Sedan	SKODA	2	0	2	1	0	0	2	Sí	970	660
PAR-0028	Current	Compact Sedan	SKODA	2	0	2	1	0	0	2	Sí	970	660
PAR-0029	Current	Compact Sedan	SKODA	2	2	0	0	0	1	2	Sí	950	660
PAR-0030	Current	Toledo	SEAT	2	0	2	1	0	0	2	Sí	1020	600
PAR-0056	Current	Yeti NF ( A-SUV)	SKODA	2	2	0	0	0	0	2	Sí	1130	580
PTI-0080	Current	Logan	DACIA	0	0	0	1	0	0	2	Sí	975	540
PTI-0085	Current	Sandero	DACIA	0	0	0	1	0	0	2	Sí	975	540
PTI-0086	Current	Sandero	DACIA	0	0	0	1	0	0	2	Sí	975	540
PTI-0087	Current	Sandero	DACIA	0	0	0	1	0	0	2	Sí	975	540
SQN-0047	Current	Scenic	RENAULT	0	2	0	0	0	0	2	Sí	1050	640
MCK-0120	Current	Astra	OPEL	0	2	2	0	0	1	2	Sí	915	540
MCK-0121	Current	Astra	OPEL	0	2	2	0	0	1	2	Sí	915	540
PAR-0004	Current	Insignia	OPEL	0	2	2	0	0	0	2	Sí	950	730

Código	Tipo	Total bandejas: 92		COMPONENTES							Identificación	MEDIDAS (mm)	
		Nombre vehículo	Concesionario	Ω	Bumpers Traseros	Bumpers laterales	Bumper central	Altavoces	Gancho Inferior	Cordones		Ancho	Profundo
OLM-0068	Current	C-Max	FORD	2	2	2	0	0	0	2	SÍ	1010	435
MCK-0123	Current	Astra	OPEL	0	2	2	0	0	1	2	SÍ	915	540
MCK-0124	Current	Astra	OPEL	0	2	2	0	0	1	2	SÍ	915	540
MCK-0118	Current	C 3	CITROEN	2	0	2	0	0	0	2	SÍ	1020	420
MCK-0119	Current	DS 3	CITROEN	2	0	2	0	0	0	2	SÍ	920	420
MCK-0144	Current	DS 5	CITROEN	0	0	0	0	0	0	0	SÍ	990	200
MCK-0150	Current	DS 4	CITROEN	0	0	0	0	0	1	2	SÍ	1010	560
LEG-0195	Current	Golf	VOLKSWAGEN	2	0	0	0	0	0	2	SÍ	1050	495
MCK-0145	Current	DS 5	CITROEN	2	0	0	0	0	0	2	SÍ	960	500
LEG-0275	Current	Golf	VOLKSWAGEN	2	0	0	0	0	0	2	SÍ	1050	495
PAR-0033	Current	Fabia	SKODA	2	0	2	1	0	0	2	SÍ	980	500
MCK-0104	Current	P 3008	PEUGEOT	2	0	0	0	0	0	2	SÍ	1050	660
LEG-0192	Current	Golf	VOLKSWAGEN	2	0	0	0	0	0	2	SÍ	1050	495
MCK-0148	Current	C 4	CITROEN	0	0	2	0	0	1	2	SÍ	1030	590
OLM-0064	Current	Meriva	OPEL	2	2	2	0	0	0	2	SÍ	1090	525
OLM-0052	Current	Corsa	OPEL	2	0	2	0	0	0	2	SÍ	1005	375
OLM-0054	Current	Corsa	OPEL	2	0	2	0	0	0	2	SÍ	1005	375
OLM-0053	Current	Corsa	OPEL	2	0	2	0	0	0	2	SÍ	1005	375
No Faurecia	Current	Punto Evo	FIAT	0	0	2	0	0	0	2	SÍ	855	420
No Faurecia	Current	Bravo	FIAT	2	0	2	0	0	0	2	SÍ	920	520
No Faurecia	Current	Panda	FIAT	2	0	2	0	0	0	2	SÍ	900	370
No Faurecia	Current	Punto	FIAT	0	0	0	0	0	0	2	SÍ	840	420

Estandarización de un puesto de montaje de bandejas

Código	Tipo	Total bandejas: 92		COMPONENTES							Identificación	MEDIDAS (mm)	
		Nombre vehículo	Concesionario	Ω	Bumpers Traseros	Bumpers laterales	Bumper central	Altavoces	Gancho Inferior	Cordones		Ancho	Profundo
No Faurecia	Current	500X	FIAT	2	0	2	0	0	0	2	SÍ	1030	360
No Faurecia	Current	Renegade	FIAT	2	2	2	0	0	0	2	SÍ	985	560
No Faurecia	Current	New Ypsilon	LANCIA	2	0	2	0	0	0	2	SÍ	980	380
No Faurecia	Current	Guiletta	ALFA ROMEO	2	0	0	0	0	0	2	SÍ	990	550
No Faurecia	Current	Civic	HONDA	0	0	0	0	0	1	0	SÍ	995	570
No Faurecia	Current	Soul	KIA	2	2	2	0	0	0	0	SÍ	1005	420
No Faurecia	Current	Ceed	KIA	2	0	2	0	0	1	2	SÍ	1040	515
No Faurecia	Current	Río	KIA	2	0	2	0	0	0	2	SÍ	950	470
No Faurecia	Current	Picanto	KIA	2	2	2	0	0	0	2	SÍ	950	340
No Faurecia	Current	Adam	OPEL	2	2	2	0	0	0	0	SÍ	960	230
No Faurecia	Current	Laguna	RENAULT	0	2	0	0	0	0	2	SÍ	1020	720
No Faurecia	Current	Capture	RENAULT	0	2	2	0	0	0	2	SÍ	965	450
No Faurecia	Current	Megane	RENAULT	0	2	0	0	0	0	2	SÍ	1000	640
No Faurecia	Current	Octavia	SKODA	2	2	2	0	0	1	0	SÍ	1010	610
No Faurecia	Current	2008	PEUGEOT	0	2	0	0	0	0	0	SÍ	930	600
No Faurecia	Current	208	PEUGEOT	0	0	0	0	0	0	2	SÍ	1005	460
No Faurecia	Current	KA	FORD	2	0	0	0	0	0	2	SÍ	900	360
No Faurecia	Current	Yaris Hibrid	TOYOTA	0	0	0	1	0	0	2	SÍ	1030	430
No Faurecia	Current	Auris	TOYOTA	2	2	0	0	0	0	2	SÍ	1020	490
No Faurecia	Current	Polo	VOLKSWAGEN	0	0	2	0	0	0	2	SÍ	980	450
No Faurecia	Current	Mondeo	FORD	0	2	2	0	0	0	2	SÍ	1060	805
No Faurecia	Current	X4 trasera	BMW	0	0	0	0	0	0	0	SÍ	910	310
No Faurecia	Current	X4 delantera	BMW	0	0	0	0	0	0	0	SÍ	910	310

Código	Tipo	Total bandejas: 92		COMPONENTES							Identificación	MEDIDAS (mm)	
		Nombre vehículo	Concesionario	Ω	Bumpers Traseros	Bumpers laterales	Bumper central	Altavoces	Gancho Inferior	Cordones		Ancho	Profundo
No Faurecia	Current	X1 trasera	BMW	0	0	0	0	0	0	0	Sí	1085	170
No Faurecia	Current	X1 delantera	BMW	0	2	2	1	0	0	2	Sí	1030	400
No Faurecia	Current	318 d trasera	BMW	0	0	0	0	0	0	0	Sí	980	360
No Faurecia	Current	318 d delantera	BMW	0	0	0	0	0	0	0	Sí	980	360
No Faurecia	Current	418 d trasera	BMW	0	0	0	0	0	0	0	Sí	850	265
No Faurecia	Current	418 d delantera	BMW	0	0	0	0	0	0	0	Sí	850	265
No Faurecia	Current	116 d	BMW	0	2	0	0	0	0	2	Sí	1050	530
No Faurecia	Current	218 d	BMW	0	2	0	0	0	0	2	Sí	985	480
No Faurecia	Current	X6	BMW	0	0	0	0	0	0	0	Sí	955	690
No Faurecia	Current	V40 cross country	VOLVO	2	0	2	1	0	0	2	Sí	880	640
No Faurecia	Current	V40	VOLVO	2	0	2	1	0	0	2	Sí	880	630
No Faurecia	Current	C 4 picaso trasera	CITROEN	0	0	0	0	0	0	0	Sí	1000	160
No Faurecia	Current	C 4 picaso delantera	CITROEN	0	0	0	0	0	0	2	Sí	1000	500
No Faurecia	Current	Cactus	CITROEN	2	0	2	0	0	0	2	Sí	980	520
No Faurecia	Current	Leon	SEAT	2	0	2	0	0	0	2	Sí	1025	510
No Faurecia	Current	Ibiza	SEAT	2	0	0	0	0	0	2	Sí	1070	535
No Faurecia	Current	Altea	SEAT	0	0	0	0	0	0	2	Sí	970	540
No Faurecia	Current	Mii	SEAT	2	0	2	0	0	0	0	Sí	960	390
No Faurecia	Current	A 200	MERCEDES	0	2	2	0	0	1	2	Sí	920	510
No Faurecia	Current	GLA 200	MERCEDES	0	2	2	0	0	0	2	Sí	930	590
Legnica 1.	Current	Clase B	MERCEDES	0	2	2	0	0	0	2	Sí	960	520
Legnica 2.	Current	Clase B	MERCEDES	0	2	2	0	0	0	2	Sí	995	595
Legnica 3.	Current	Clase B	MERCEDES	0	2	2	0	0	0	2	Sí	995	595
Rumania	Current	Duster	DACIA	2	2	2	0	0	0	2	Sí	995	845



Estandarización de un puesto de montaje de bandejas

15.2. Anexo II: Señales y electroválvulas

Operación	Nombre Electroválvula	Componente	Nº electroválvulas	Tipo electroválvulas	Nº cilindros	Conexión rápida aire	Nº entradas	Nombre entrada	Tipo de sensor	Nº sensor
<b>Corte</b>	<b>1C</b>	Ω A	1	Mono	1	1	1	Corte Ω A dentro	Magnético	1
		Ω B			1		1	Corte Ω B dentro	Magnético	2
	<b>2C</b>	Bumper Lateral C	1	Mono	1	1	1	Corte bump lat C dentro	Magnético	3
		Bumper Lateral D			1		1	Corte bump lat D dentro	Magnético	4
	<b>3C</b>	Bumper Trasero E	1	Mono	1	1	1	Corte bump Trasero E dentro	Magnético	5
		Bumper Trasero F			1		1	Corte bump Trasero F dentro	Magnético	6
		Bumper Central G			1		1	Corte bump Trasero G dentro	Magnético	7
	<b>4C</b>	Cordón H	1	Mono	1	1	1	Corte Cordon H dentro	Magnético	8
		Cordón J			1		1	Corte Cordon J dentro	Magnético	9
	<b>5C</b>	Salida cilindros de corte	1	Mono	1	1	1	Corte Ω A fuera	Magnético	10
					1		1	Corte Ω B fuera	Magnético	11
					1		1	Corte bump lat C fuera	Magnético	12
					1		1	Corte bump lat D fuera	Magnético	13
					1		1	Corte bump Trasero E fuera	Magnético	14
					1		1	Corte bump Trasero F fuera	Magnético	15
					1		1	Corte bump Trasero G fuera	Magnético	16
					1		1	Corte Cordon H fuera	Magnético	17
	1	1	Corte Cordon J fuera	Magnético	18					
<b>Montaje</b>	<b>1A</b>	Bumper Lateral C	1	Bi	1	2	1	mordaza exterior BL C abierta	Magnético	19
		Bumper Lateral D					1	mordaza exterior BL C cerrada	Magnético	20
		Bumper Trasero E					1	mordaza exterior BL D abierta	Magnético	21
		Bumper Trasero F					1	mordaza exterior BL D cerrada	Magnético	22
		Bumper Central G					1	mordaza exterior BT E abierta	Magnético	23
		1					mordaza exterior BT E cerrada	Magnético	24	
	1	mordaza exterior BT F abierta	Magnético	25						
	1	mordaza exterior BT F cerrada	Magnético	26						
	1	mordaza exterior BT G abierta	Magnético	27						
	1	mordaza exterior BT G cerrada	Magnético	28						
	<b>2A</b>	Ω A	1	Bi	1	2	1	cilindro exterior Ω A fuera	Magnético	29
							1	cilindro exterior Ω A dentro	Magnético	30
		Ω B					1	cilindro interior Ω A fuera	Magnético	31
							1	cilindro interior Ω A dentro	Magnético	32
		Bumper Lateral C					1	cilindro exterior Ω B fuera	Magnético	33
							1	cilindro exterior Ω B dentro	Magnético	34
		Bumper Lateral D					1	cilindro interior Ω B fuera	Magnético	35
							1	cilindro interior Ω B dentro	Magnético	36
		Bumper Trasero E					1	cilindro exterior BL C fuera	Magnético	37
							1	cilindro exterior BL C dentro	Magnético	38
		Bumper Trasero F					1	cilindro exterior BL D fuera	Magnético	39
							1	cilindro exterior BL D dentro	Magnético	40
		Bumper Central G					1	cilindro exterior BT E fuera	Magnético	41
							1	cilindro exterior BT E dentro	Magnético	42
	Cordón H	1	cilindro exterior BT F fuera	Magnético	43					
		1	cilindro exterior BT F dentro	Magnético	44					
	Cordón I	1	cilindro exterior BT G fuera	Magnético	45					
		1	cilindro exterior BT G dentro	Magnético	46					
	1	cilindro horizontal Cordón H dentro	Magnético	47						
	1	cilindro horizontal Cordón H fuera	Magnético	48						
1	cilindro horizontal Cordón I dentro	Magnético	49							
1	cilindro horizontal Cordón I fuera	Magnético	50							

Operación	Nombre Electroválvula	Componente	Nº electroválvulas	Tipo electroválvulas	Nº cilindros	Conexión rápida aire	Nº entradas	Nombre entrada	Tipo de sensor	Nº sensor		
<b>Montaje</b>	<b>3A</b>	Bumper Lateral C	1	Bi	1	2	1	cilindro interior BL C fuera	Magnético	51		
		Bumper Lateral D			1		1	cilindro interior BL C dentro	Magnético	52		
		Bumper Trasero E			1		1	cilindro interior BL D fuera	Magnético	53		
		Bumper Trasero F			1		1	cilindro interior BL D dentro	Magnético	54		
		Bumper Central G					1	cilindro interior BT E fuera	Magnético	55		
		Cordón H			1		1	cilindro interior BT E dentro	Magnético	56		
		Cordón I			1		1	cilindro interior BT F fuera	Magnético	57		
							1	cilindro interior BT F dentro	Magnético	58		
				1	cilindro interior BT G fuera	Magnético	59					
				1	cilindro interior BT G dentro	Magnético	60					
				1	cilindro vertical Cordón H arriba	Magnético	61					
				1	cilindro vertical Cordón H abajo	Magnético	62					
				1	cilindro vertical Cordón I arriba	Magnético	63					
				1	cilindro vertical Cordón I abajo	Magnético	64					
		<b>4A</b>	Bumper Lateral C	1	Bi	1	2	1	mordaza interior BL C abierta	Magnético	65	
	Bumper Lateral D		1			1		mordaza interior BL C cerrada	Magnético	66		
	Bumper Trasero E		1			1		mordaza interior BL D abierta	Magnético	67		
	Bumper Trasero F		1			1		mordaza interior BL D cerrada	Magnético	68		
	Bumper Central G					1		mordaza interior BT E abierta	Magnético	69		
	Cordón H		1			1		mordaza interior BT E cerrada	Magnético	70		
	Cordón I		1			1		mordaza interior BT F abierta	Magnético	71		
								1	mordaza interior BT F cerrada	Magnético	72	
				1	mordaza interior BT G abierta	Magnético	73					
				1	mordaza interior BT G cerrada	Magnético	74					
				1	cilindro interior Cordón H dentro	Magnético	75					
				1	cilindro interior Cordón H fuera	Magnético	76					
				1	cilindro interior Cordón I dentro	Magnético	77					
				1	cilindro interior Cordón I fuera	Magnético	78					
		Ω A						2	presencia Ω A exterior	Óptico	79	
								2	presencia Ω A interior	Óptico	80	
			Ω B						2	presencia Ω B exterior	Óptico	81
									2	presencia Ω B interior	Óptico	82
			Bumper Lateral C						3	presencia BL C lejos	Óptico	83
								3	presencia BL C cerca	Óptico	84	
	Bumper Lateral D							3	presencia BL C dentro	Óptico	85	
								3	presencia BL D lejos	Óptico	86	
								3	presencia BL D cerca	Óptico	87	
								3	presencia BL D dentro	Óptico	88	
	Bumper Trasero E							3	presencia BT E lejos	Óptico	89	
								3	presencia BT E cerca	Óptico	90	
								3	presencia BT E dentro	Óptico	91	
	Bumper Trasero F							3	presencia BT F lejos	Óptico	92	
								3	presencia BT F cerca	Óptico	93	
			3	presencia BT F dentro	Óptico	94						
	Bumper Central G		3	presencia BT G lejos	Óptico	95						
			3	presencia BT G cerca	Óptico	96						
			3	presencia BT G dentro	Óptico	97						
	Cordón H		3	longitud Cordón H	Inductivo	98						
			3	presencia Cordón H exterior	Óptico	99						
			3	presencia Cordón H interior	Óptico	100						
	Cordón I		3	longitud Cordón I	Inductivo	101						
			3	presencia Cordón I exterior	Óptico	102						
			3	presencia Cordón I interior	Óptico	103						

Estandarización de un puesto de montaje de bandejas

Operación	Nombre Electroválvula	Componente	Nº electroválvulas	Tipo electroválvulas	Nº cilindros	Conexión rápida aire	Nº entradas	Nombre entrada	Tipo de sensor	Nº sensor	
General utilillaje/molde	1G	Marcado	2	Bi	2	NO	4	Marcaje dentro	Magnético	104	
	NO					Marcaje fuera		Magnético	105		
	NO					Marcaje cerrado		Magnético	106		
	NO					Marcaje abierto		Magnético	107		
		Presencia bandeja						2	Presencia bandeja izquierda	Final carrera	108
									Presencia bandeja derecha	Final carrera	109
		3G	Amarres de bandeja sobre soporte (1-4)	1	Bi	4	2	8	cilindro amarre bandeja 1 soltando	Magnético	110
									cilindro amarre bandeja 1 amarrando	Magnético	111
									cilindro amarrebandeja 2 soltando	Magnético	112
									cilindro amarre bandeja 2 amarrando	Magnético	113
									cilindro amarre bandeja 3 soltando	Magnético	114
									cilindro amarre bandeja 3 amarrando	Magnético	115
									cilindro amarre bandeja 4 soltando	Magnético	116
									cilindro amarre bandeja 4 amarrando	Magnético	117
		4G	Postizo Montaje	1	Bi	1	2	2	Postizo de montaje arriba	Magnético	118
									Postizo de montaje abajo	Magnético	119
		5G	Movimiento bandeja	1	Bi	1	2	2	Bandeja posicion corte	Magnético	120
									Bandeja posicion montaje	Magnético	121
		6G	Bandeja arriba-abajo	1	Bi	1	2	2	bandeja arriba	Magnético	122
									bandeja abajo	Magnético	123
		7G	Pisadores de corte (1-4)	1	Bi	4	2	8	cilindro pisador corte 1 arriba	Magnético	124
									cilindro pisador corte 1 abajo	Magnético	125
									cilindro pisador corte 2 arriba	Magnético	126
									cilindro pisador corte 2 abajo	Magnético	127
									cilindro pisador corte 3 arriba	Magnético	128
									cilindro pisador corte 3 abajo	Magnético	129
	cilindro pisador corte 4 arriba								Magnético	130	
	cilindro pisador corte 4 abajo								Magnético	131	
	8G	Pisadores de montaje (1-4)	1	Bi	4	2	8	cilindro pisador montaje 5 arriba	Magnético	132	
								cilindro pisador montaje 5 abajo	Magnético	133	
								cilindro pisador montaje 6 arriba	Magnético	134	
								cilindro pisador montaje 6 abajo	Magnético	135	
								cilindro pisador montaje 7 arriba	Magnético	136	
								cilindro pisador montaje 7 abajo	Magnético	137	
								cilindro pisador montaje 8 arriba	Magnético	138	
								cilindro pisador montaje 8 abajo	Magnético	139	
	9G	Autoeject	2	Bi	2	NO	4	cilindro izq-auto eject abajo	Magnético	140	
						NO		cilindro izq-auto eject arriba	Magnético	141	
						NO		cilindro der-auto eject abajo	Magnético	142	
						NO		cilindro der-auto eject arriba	Magnético	143	
	10G					NO		Amarre molde 1 abierto	Magnético	144	
						NO		Amarre molde 1 cerrado	Magnético	145	
						NO		Amarre molde 2 abierto	Magnético	146	
						NO		Amarre molde 2 cerrado	Magnético	147	
						NO		Amarre molde 3 abierto	Magnético	148	
						NO		Amarre molde 3 cerrado	Magnético	149	
						NO		Amarre molde 4 abierto	Magnético	150	
						NO		Amarre molde 4 cerrado	Magnético	151	
Cambio de utilillaje	1CT	Amarre útil	1	Bi	4		8				
	2CT	Rodillos cambio molde	1	Bi		NO					
	3CT	Conexión Harting	1	Bi	1	NO	2	Conexión abierta	Magnético	152	
								Conexión cerrada	Magnético	153	
		Presencia aire				NO	1	Presencia aire	?	154	
	Detector Utilillaje				NO	1	Presencia utilillaje	Inductivo	155		
TOTAL:			22		66	26	155				



**15.3. Anexo III: Esquemas eléctricos, neumáticos y de comunicación**

Empresa/cliente

Descripción de proyecto

Puesto montaje de bandejas

Número de diseño

Puesto montaje de bandejas

Comisión

Marina Abarquero

Fabricante (empresa)

Marina Abarquero

Ruta

Nombre de proyecto

MARINA

Producto

Tipo

Lugar de instalación

Responsable del proyecto

Particularidad de pieza

Creado 07/04/2014

Modificado 14/06/2015 de (abreviatura)

Número de páginas 140

	Fecha	Firma	Empresa	Denominación: PORTADA
Dibujado	06/05/2015		Marina Abarquero	Nº De Pedido: Puesto montaje de bandejas
Modificado	14/06/2015			Información Proyecto
Revisado	14/06/2015			Puesto montaje de bandejas
				Pág 1
				De 140

# Indice de páginas

Columna X: una página creada automáticamente se ha modificado de forma manual

F06\_001

Página	Descripción de página	Campo adicional de página	Fecha	Responsable	X
=1/1	PORTADA		06/05/2015	Usuario	X
=1/2	Indice de páginas : =1/1 - =2ARMARIO/68		08/05/2015	Usuario	
=1/2.a	Indice de páginas : =2ARMARIO/69 - =3MOLDE/37		08/05/2015	Usuario	
=1/2.b	Indice de páginas : =3MOLDE/38 - =3MOLDE/78		08/05/2015	Usuario	
=1/2.c	Indice de páginas : =3MOLDE/81 - =5NEU/7		08/05/2015	Usuario	
=1/2.d	Indice de páginas : =5NEU/8 - =5NEU/15		08/05/2015	Usuario	
=2ARMARIO/1	Interruptor principal		06/05/2015	Usuario	
=2ARMARIO/2	Fuente alimentación		06/05/2015	Usuario	
=2ARMARIO/10	CONFIGURACION AUTOMATA		06/05/2015	Usuario	
=2ARMARIO/15	ALIMENTACION CPU		06/05/2015	Usuario	
=2ARMARIO/16	SWITCH		06/05/2015	Usuario	
=2ARMARIO/17	PANTALLA		06/05/2015	Usuario	
=2ARMARIO/18	NODOS		06/05/2015	Usuario	
=2ARMARIO/19	ALIMENTACION NODOS		06/05/2015	Usuario	
=2ARMARIO/21	ENTRADAS DIGITALES		06/05/2015	Usuario	
=2ARMARIO/22	ENTRADAS DIGITALES		06/05/2015	Usuario	
=2ARMARIO/26	SALIDAS DIGITALES		06/05/2015	Usuario	
=2ARMARIO/27	SALIDAS DIGITALES		06/05/2015	Usuario	
=2ARMARIO/40	PLC SEGURIDAD		06/05/2015	Usuario	
=2ARMARIO/41	PLC SEGURIDAD		08/05/2015	Usuario	
=2ARMARIO/42	PLC SEGURIDAD		06/05/2015	Usuario	
=2ARMARIO/43	PLC SEGURIDAD		08/05/2015	Usuario	
=2ARMARIO/44	PLC SEGURIDAD		08/05/2015	Usuario	
=2ARMARIO/50	BARRERAS		06/05/2015	Usuario	
=2ARMARIO/60	ENTRADAS NODO 10 X1		06/05/2015	Usuario	
=2ARMARIO/61	ENTRADAS NODO 10 X2		06/05/2015	Usuario	
=2ARMARIO/62	ENTRADAS NODO 10 X3		06/05/2015	Usuario	
=2ARMARIO/63	ENTRADAS NODO 10 X4		06/05/2015	Usuario	
=2ARMARIO/64	ENTRADAS NODO 10 X5		06/05/2015	Usuario	
=2ARMARIO/65	ENTRADAS NODO 10 X6		06/05/2015	Usuario	
=2ARMARIO/66	ENTRADAS NODO 10 X7		06/05/2015	Usuario	
=2ARMARIO/67	ENTRADAS NODO 10 X8		06/05/2015	Usuario	
=2ARMARIO/68	ENTRADAS NODO 11 X1		06/05/2015	Usuario	

1

2.a

	Fecha	Firma	Empresa	Denominación: Índice de páginas : =1/1 - =2ARMARIO/68
Dibujado	08/05/2015		Marina Abarquero	Nº De Pedido: Puesto montaje de bandejas
Modificado	14/06/2015			Información Proyecto
Revisado	14/06/2015			Puesto montaje de bandejas
				Pág 2
				De 140

# Indice de páginas

Columna X: una página creada automáticamente se ha modificado de forma manual

F06\_001

Página	Descripción de página	Campo adicional de página	Fecha	Responsable	X
=2ARMARIO/69	ENTRADAS NODO 11 X2		06/05/2015	Usuario	
=2ARMARIO/70	ENTRADAS NODO 11 X3		06/05/2015	Usuario	
=2ARMARIO/71	ENTRADAS NODO 11 X4		06/05/2015	Usuario	
=2ARMARIO/72	ENTRADAS NODO 11 X5		06/05/2015	Usuario	
=2ARMARIO/73	ENTRADAS NODO 11 X6		06/05/2015	Usuario	
=2ARMARIO/74	ENTRADAS NODO 11 X7		06/05/2015	Usuario	
=2ARMARIO/75	ENTRADAS NODO 11 X8		06/05/2015	Usuario	
=2ARMARIO/100	CONECTOR MAQUINA		08/05/2015	Usuario	
=2ARMARIO/101	ALIMENTACION VALVULAS		08/05/2015	Usuario	
=2ARMARIO/102	VALVULAS 12mm		08/05/2015	Usuario	
=2ARMARIO/103	VALVULAS 6mm		08/05/2015	Usuario	
=3MOLDE/1	CONEXION MOLDE		08/05/2015	Usuario	
=3MOLDE/2	RED MOLDE		06/05/2015	Usuario	
=3MOLDE/3	RED MOLDE		06/05/2015	Usuario	
=3MOLDE/4	RED MOLDE		06/05/2015	Usuario	
=3MOLDE/10	ALIMENTACION NODOS		06/05/2015	Usuario	
=3MOLDE/11	ALIMENTACION NODOS		06/05/2015	Usuario	
=3MOLDE/12	ALIMENTACION NODOS		06/05/2015	Usuario	
=3MOLDE/21	ENTRADAS NODO1 X1		06/05/2015	Usuario	
=3MOLDE/22	ENTRADAS NODO1 X2		06/05/2015	Usuario	
=3MOLDE/23	ENTRADAS NODO1 X3		06/05/2015	Usuario	
=3MOLDE/24	ENTRADAS NODO1 X4		06/05/2015	Usuario	
=3MOLDE/25	ENTRADAS NODO1 X5		06/05/2015	Usuario	
=3MOLDE/26	ENTRADAS NODO1 X6		06/05/2015	Usuario	
=3MOLDE/27	ENTRADAS NODO1 X7		06/05/2015	Usuario	
=3MOLDE/28	ENTRADAS NODO1 X8		06/05/2015	Usuario	
=3MOLDE/31	ENTRADAS NODO2 X1		06/05/2015	Usuario	
=3MOLDE/32	ENTRADAS NODO2 X2		06/05/2015	Usuario	
=3MOLDE/33	ENTRADAS NODO2 X3		06/05/2015	Usuario	
=3MOLDE/34	ENTRADAS NODO2 X4		06/05/2015	Usuario	
=3MOLDE/35	ENTRADAS NODO2 X5		06/05/2015	Usuario	
=3MOLDE/36	ENTRADAS NODO2 X6		06/05/2015	Usuario	
=3MOLDE/37	ENTRADAS NODO2 X7		06/05/2015	Usuario	

2

2.b

	Fecha	Firma	Empresa	Denominación: Índice de páginas : =2ARMARIO/69 - =3MOLDE/37
Dibujado	08/05/2015		Marina Abarquero	Nº De Pedido: Puesto montaje de bandejas
Modificado	14/06/2015			Información Proyecto
Revisado	14/06/2015			Puesto montaje de bandejas
				Pág 2
				De 140



# Indice de páginas

Columna X: una página creada automáticamente se ha modificado de forma manual

F06\_001

Página	Descripción de página	Campo adicional de página	Fecha	Responsable	X
=3MOLDE/38	ENTRADAS NODO2 X8		06/05/2015	Usuario	
=3MOLDE/41	ENTRADAS NODO3 X1		06/05/2015	Usuario	
=3MOLDE/42	ENTRADAS NODO3 X2		06/05/2015	Usuario	
=3MOLDE/43	ENTRADAS NODO3 X3		06/05/2015	Usuario	
=3MOLDE/44	ENTRADAS NODO3 X4		06/05/2015	Usuario	
=3MOLDE/45	ENTRADAS NODO3 X5		06/05/2015	Usuario	
=3MOLDE/46	ENTRADAS NODO3 X6		06/05/2015	Usuario	
=3MOLDE/47	ENTRADAS NODO3 X7		06/05/2015	Usuario	
=3MOLDE/48	ENTRADAS NODO3 X8		06/05/2015	Usuario	
=3MOLDE/51	ENTRADAS NODO4 X1		06/05/2015	Usuario	
=3MOLDE/52	ENTRADAS NODO4 X2		06/05/2015	Usuario	
=3MOLDE/53	ENTRADAS NODO4 X3		06/05/2015	Usuario	
=3MOLDE/54	ENTRADAS NODO4 X4		06/05/2015	Usuario	
=3MOLDE/55	ENTRADAS NODO4 X5		06/05/2015	Usuario	
=3MOLDE/56	ENTRADAS NODO4 X6		06/05/2015	Usuario	
=3MOLDE/57	ENTRADAS NODO4 X7		06/05/2015	Usuario	
=3MOLDE/58	ENTRADAS NODO4 X8		06/05/2015	Usuario	
=3MOLDE/61	ENTRADAS NODO5 X1		06/05/2015	Usuario	
=3MOLDE/62	ENTRADAS NODO5 X2		06/05/2015	Usuario	
=3MOLDE/63	ENTRADAS NODO5 X3		06/05/2015	Usuario	
=3MOLDE/64	ENTRADAS NODO5 X4		06/05/2015	Usuario	
=3MOLDE/65	ENTRADAS NODO5 X5		06/05/2015	Usuario	
=3MOLDE/66	ENTRADAS NODO5 X6		06/05/2015	Usuario	
=3MOLDE/67	ENTRADAS NODO5 X7		06/05/2015	Usuario	
=3MOLDE/68	ENTRADAS NODO5 X8		06/05/2015	Usuario	
=3MOLDE/71	ENTRADAS NODO6 X1		06/05/2015	Usuario	
=3MOLDE/72	ENTRADAS NODO6 X2		06/05/2015	Usuario	
=3MOLDE/73	ENTRADAS NODO6 X3		06/05/2015	Usuario	
=3MOLDE/74	ENTRADAS NODO6 X4		06/05/2015	Usuario	
=3MOLDE/75	ENTRADAS NODO6 X5		06/05/2015	Usuario	
=3MOLDE/76	ENTRADAS NODO6 X6		06/05/2015	Usuario	
=3MOLDE/77	ENTRADAS NODO6 X7		06/05/2015	Usuario	
=3MOLDE/78	ENTRADAS NODO6 X8		06/05/2015	Usuario	

2.a

2.c

	Fecha	Firma	Empresa	Denominación: Índice de páginas : =3MOLDE/38 - =3MOLDE/78
Dibujado	08/05/2015		Marina Abarquero	Nº De Pedido: Puesto montaje de bandejas
Modificado	14/06/2015			Información Proyecto
Revisado	14/06/2015			Puesto montaje de bandejas
				Pág 2
				De 140

# Indice de páginas

Columna X: una página creada automáticamente se ha modificado de forma manual

F06\_001

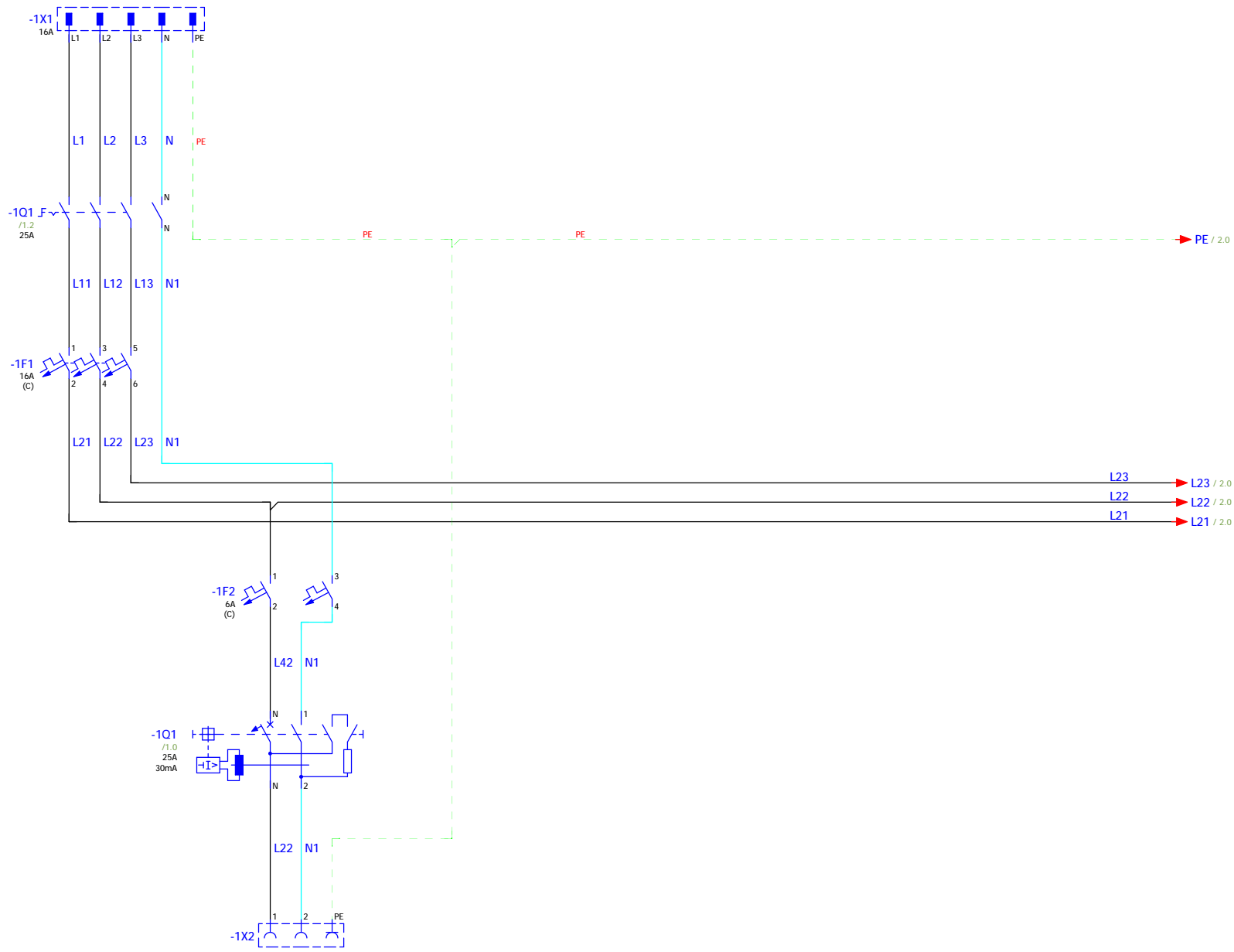
Página	Descripción de página	Campo adicional de página	Fecha	Responsable	X
=3MOLDE/81	ENTRADAS NODO7 X1		06/05/2015	Usuario	
=3MOLDE/82	ENTRADAS NODO7 X2		06/05/2015	Usuario	
=3MOLDE/83	ENTRADAS NODO7 X3		06/05/2015	Usuario	
=3MOLDE/84	ENTRADAS NODO7 X4		06/05/2015	Usuario	
=3MOLDE/85	ENTRADAS NODO7 X5		06/05/2015	Usuario	
=3MOLDE/86	ENTRADAS NODO7 X6		06/05/2015	Usuario	
=3MOLDE/87	ENTRADAS NODO7 X7		06/05/2015	Usuario	
=3MOLDE/88	ENTRADAS NODO7 X8		06/05/2015	Usuario	
=3MOLDE/91	ENTRADAS NODO8 X1		06/05/2015	Usuario	
=3MOLDE/92	ENTRADAS NODO8 X2		06/05/2015	Usuario	
=3MOLDE/93	ENTRADAS NODO8 X3		06/05/2015	Usuario	
=3MOLDE/94	ENTRADAS NODO8 X4		06/05/2015	Usuario	
=3MOLDE/95	ENTRADAS NODO8 X5		06/05/2015	Usuario	
=3MOLDE/96	ENTRADAS NODO8 X6		06/05/2015	Usuario	
=3MOLDE/97	ENTRADAS NODO8 X7		06/05/2015	Usuario	
=3MOLDE/98	ENTRADAS NODO8 X8		06/05/2015	Usuario	
=3MOLDE/101	ENTRADAS NODO9 X1		06/05/2015	Usuario	
=3MOLDE/102	ENTRADAS NODO9 X2		06/05/2015	Usuario	
=3MOLDE/103	ENTRADAS NODO9 X3		06/05/2015	Usuario	
=3MOLDE/104	ENTRADAS NODO9 X4		06/05/2015	Usuario	
=3MOLDE/105	ENTRADAS NODO9 X5		06/05/2015	Usuario	
=3MOLDE/106	ENTRADAS NODO9 X6		06/05/2015	Usuario	
=3MOLDE/107	ENTRADAS NODO9 X7		06/05/2015	Usuario	
=3MOLDE/108	ENTRADAS NODO9 X8		06/05/2015	Usuario	
=4IMPL/1	PUPITRE P1		06/05/2015	Usuario	
=4IMPL/2	BOTONERA B1/B2		06/05/2015	Usuario	
=5NEU/1	NEU HARTING MAQUINA		08/05/2015	Usuario	
=5NEU/2	NEU HARTING MOLDE		08/05/2015	Usuario	
=5NEU/3	NEU TST		08/05/2015	Usuario	
=5NEU/4	EV 12mm		08/05/2015	Usuario	
=5NEU/5	EV 6mm		08/05/2015	Usuario	
=5NEU/6	MOVIMIENTO 1A		08/05/2015	Usuario	
=5NEU/7	MOVIMIENTO 2A		08/05/2015	Usuario	

2.b

2.d

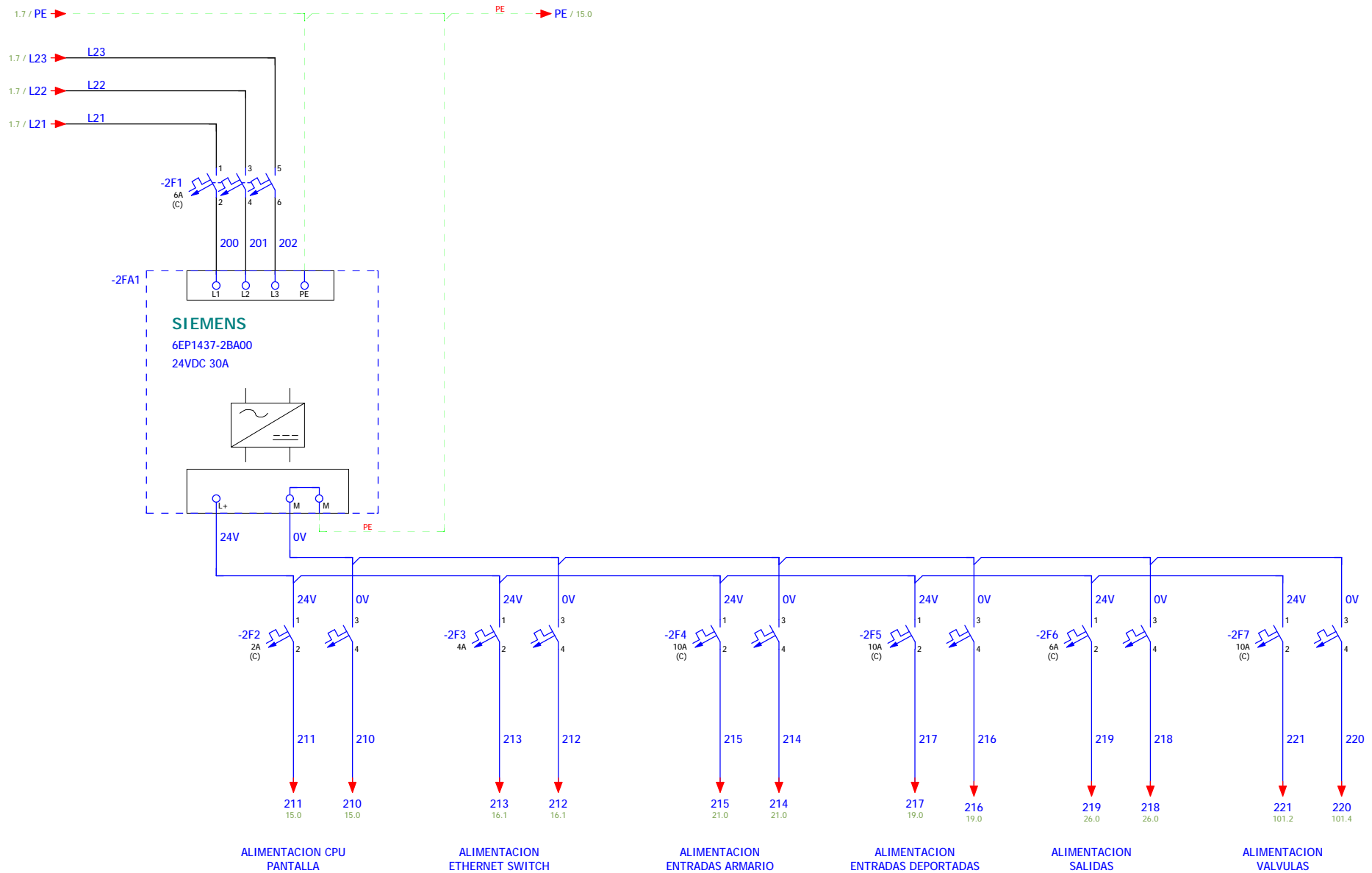
	Fecha	Firma	Empresa	Denominación: Índice de páginas : =3MOLDE/81 - =5NEU/7
Dibujado	08/05/2015		Marina Abarquero	Nº De Pedido: Puesto montaje de bandejas
Modificado	14/06/2015			Información Proyecto
Revisado	14/06/2015			Puesto montaje de bandejas
				Pág 2
				De 140





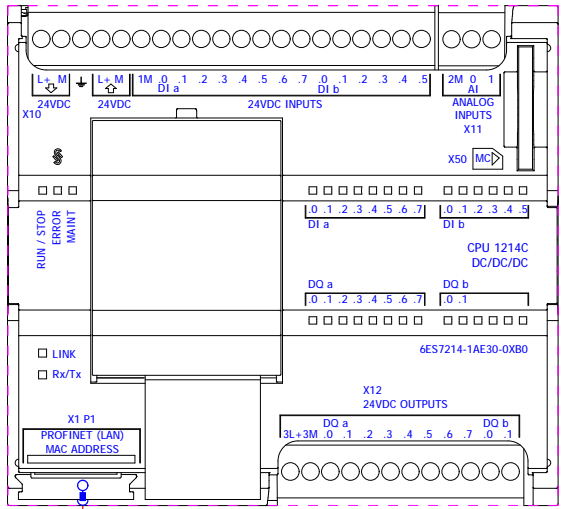
=1/2.d

	Fecha	Firma	Empresa	Denominación:	Interruptor principal
Dibujado	05/03/2015		Marina Abarquero	Nº De Pedido:	Puesto montaje de bandejas
Modificado	14/06/2015			Información Proyecto	Pág 1
Revisado	14/06/2015			Puesto montaje de bandejas	De 140



	Fecha	Firma	Empresa	Denominación:	Fuente alimentación
Dibujado	21/03/2015		Marina Abarquero	Nº De Pedido:	Puesto montaje de bandejas
Modificado	14/06/2015			Información Proyecto	Pág 2
Revisado	14/06/2015			Puesto montaje de bandejas	De 140

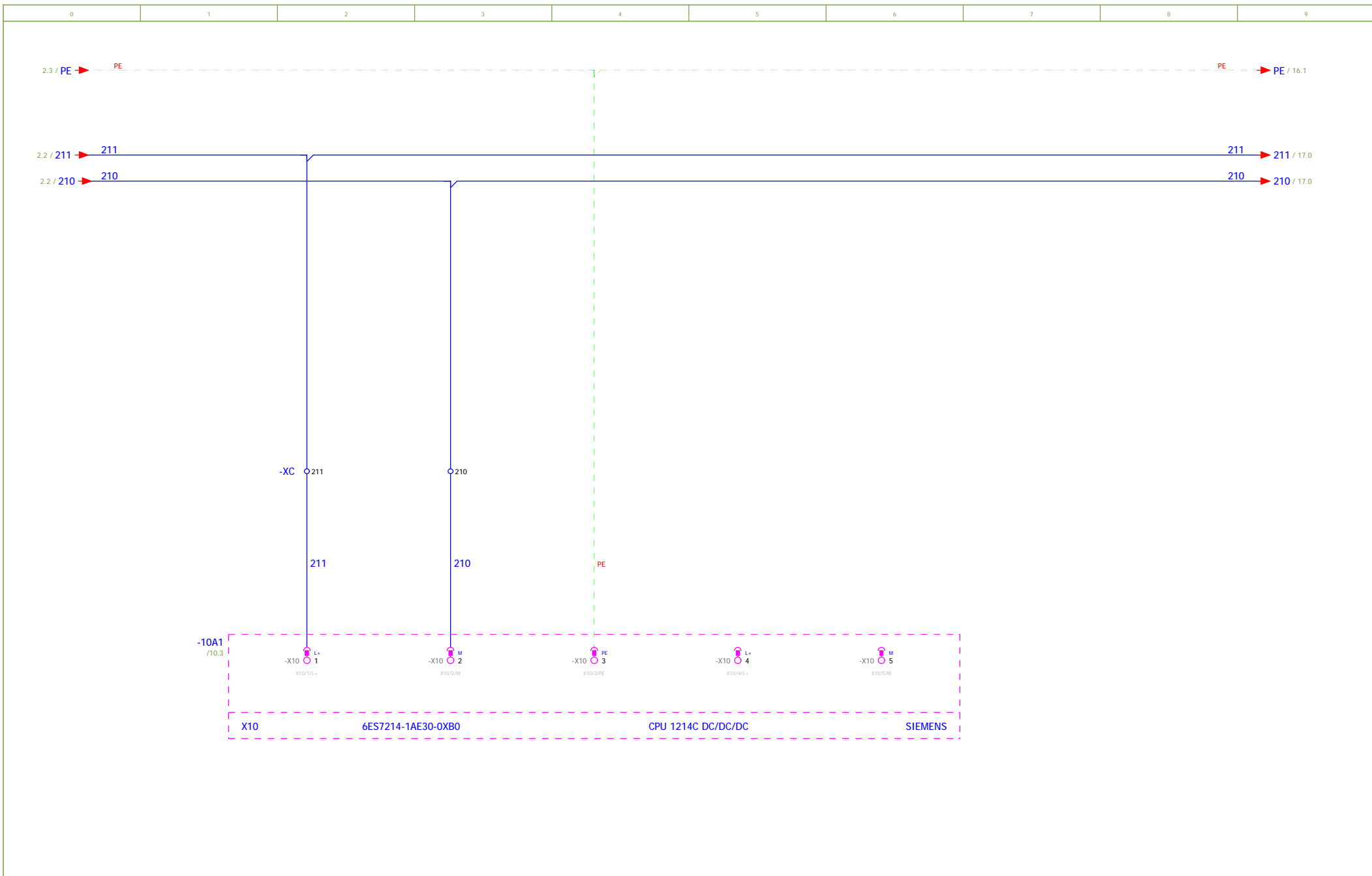
-10A1  
/15.1  
/21.0  
/22.0  
/26.0  
/27.0



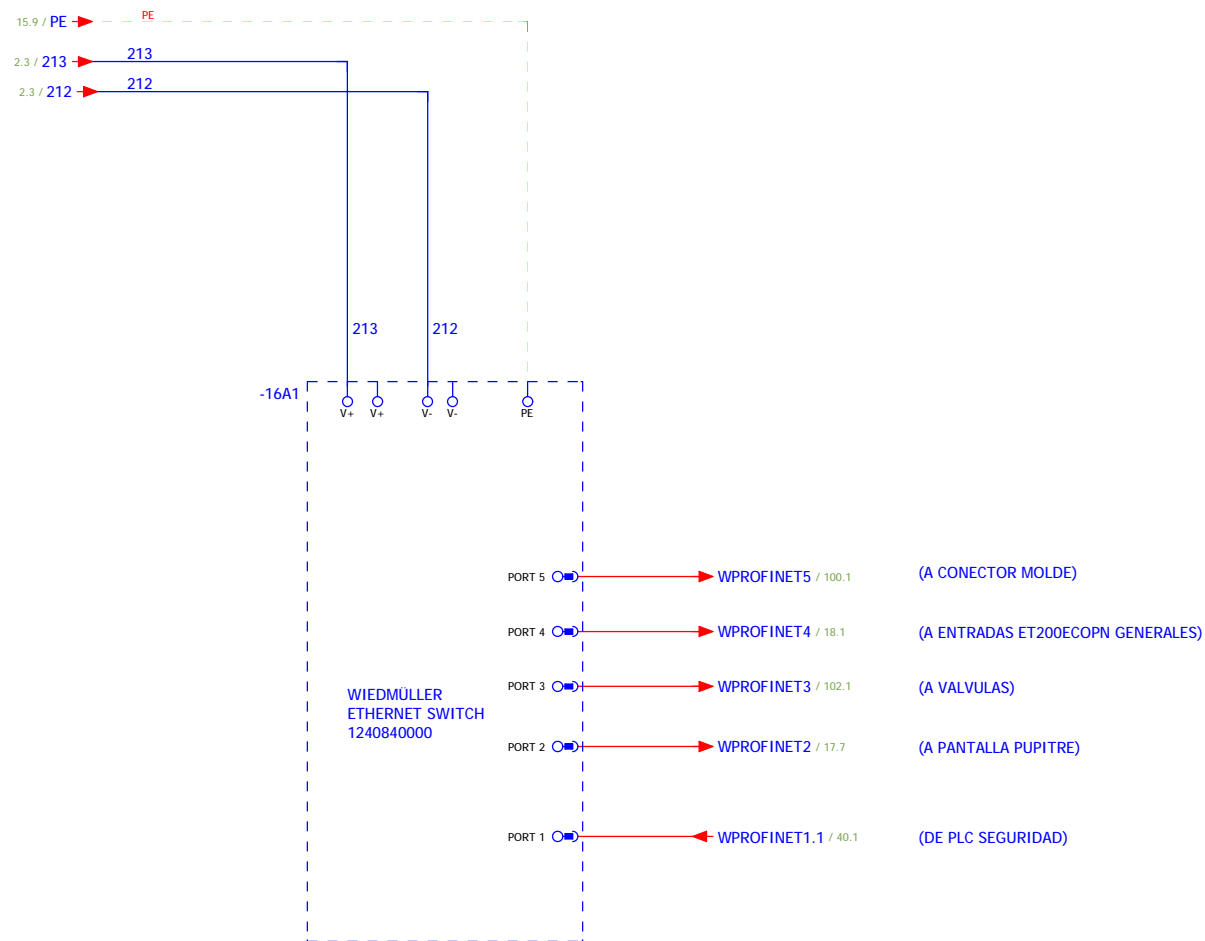
WPROFINET1 / 40.1

	Fecha	Firma	Empresa
Dibujado	05/05/2015		Marina Abarquero
Modificado	14/06/2015		
Revisado	14/06/2015		

Denominación: CONFIGURACION AUTOMATA	
Nº De Pedido: Puesto montaje de bandejas	
Información Proyecto	Pág 10
Puesto montaje de bandejas	De 140

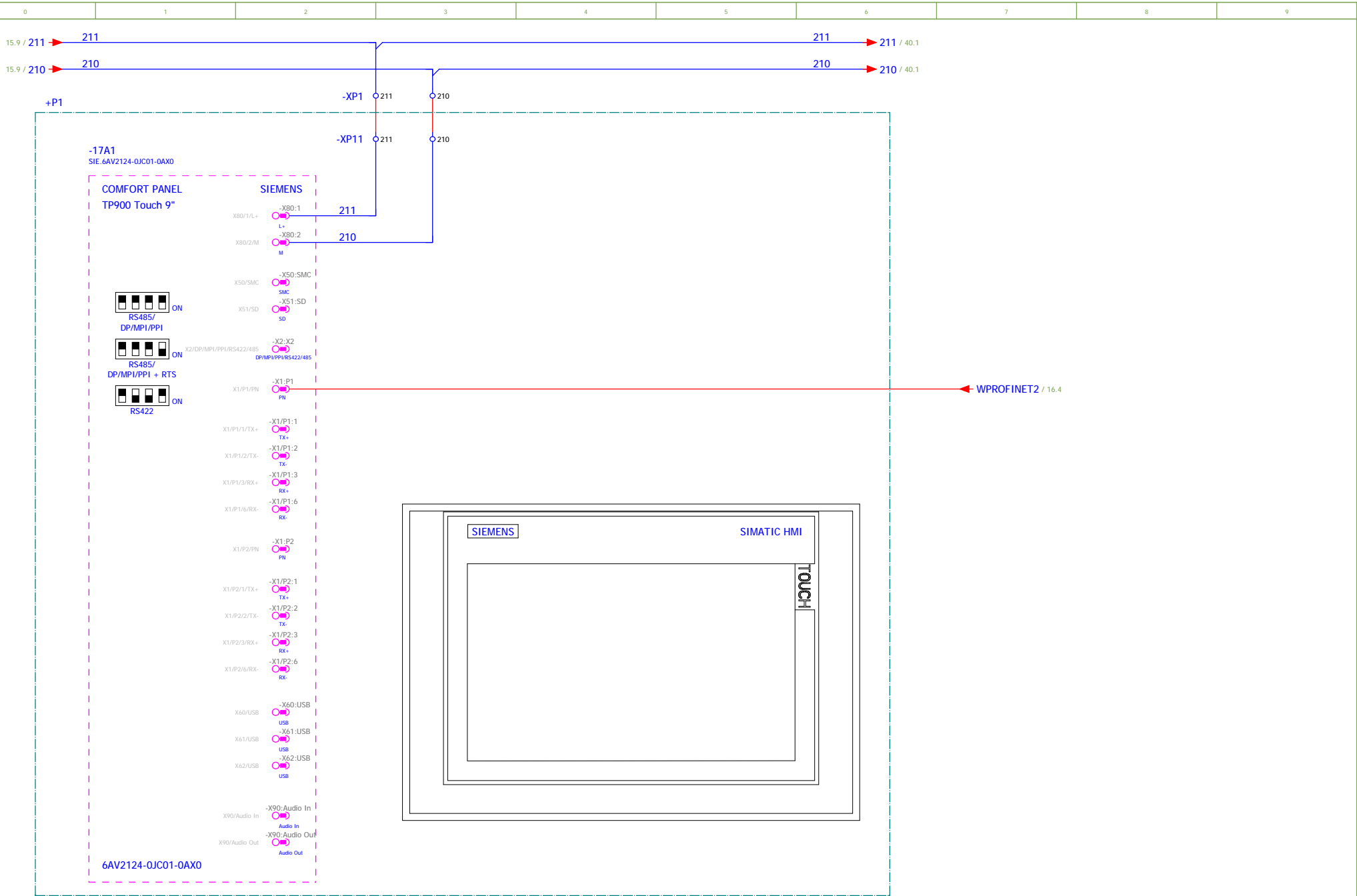


	Fecha	Firma	Empresa	Denominación: ALIMENTACION CPU
Dibujado	21/03/2015		Marina Abarquero	Nº De Pedido: Puesto montaje de bandejas
Modificado	14/06/2015			Información Proyecto
Revisado	14/06/2015			Puesto montaje de bandejas
				Pág 15
				De 140



	Fecha	Firma	Empresa	Denominación: SWITCH
Dibujado	21/03/2015		Marina Abarquero	N° De Pedido: Puesto montaje de bandejas
Modificado	14/06/2015			Información Proyecto
Revisado	14/06/2015			Puesto montaje de bandejas
				Pág 16
				De 140





	Fecha	Firma	Empresa
Dibujado	21/03/2015		Marina Abarquero
Modificado	14/06/2015		
Revisado	14/06/2015		

Denominación:	PANTALLA		
Nº De Pedido:	Puesto montaje de bandejas		
Información Proyecto	Pág	17	
	De	140	

16.4 / WPROFINET4

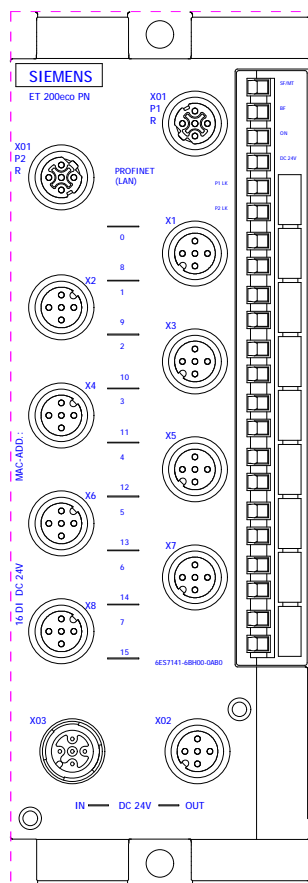
-NODO10\_X01\_P1

-NODO10\_X01\_P2

-NODO11\_X01\_P1

**-NODO 10**

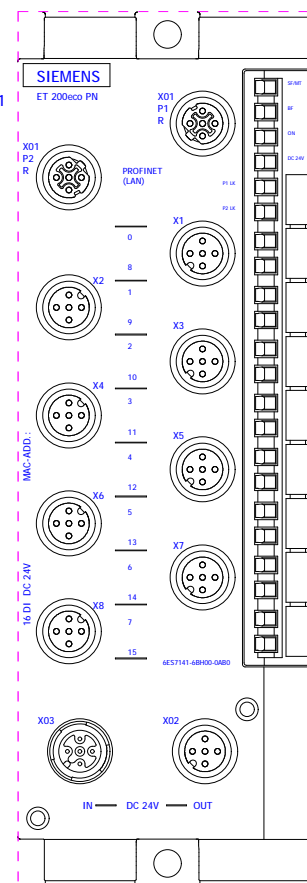
/60.0  
/61.0  
/62.0  
/63.0  
/64.0  
/65.0  
/66.0  
/67.0  
/19.1



NODO 192.168.0.50  
MARCAJE/MORDAZA/AMARRES

**-NODO 11**

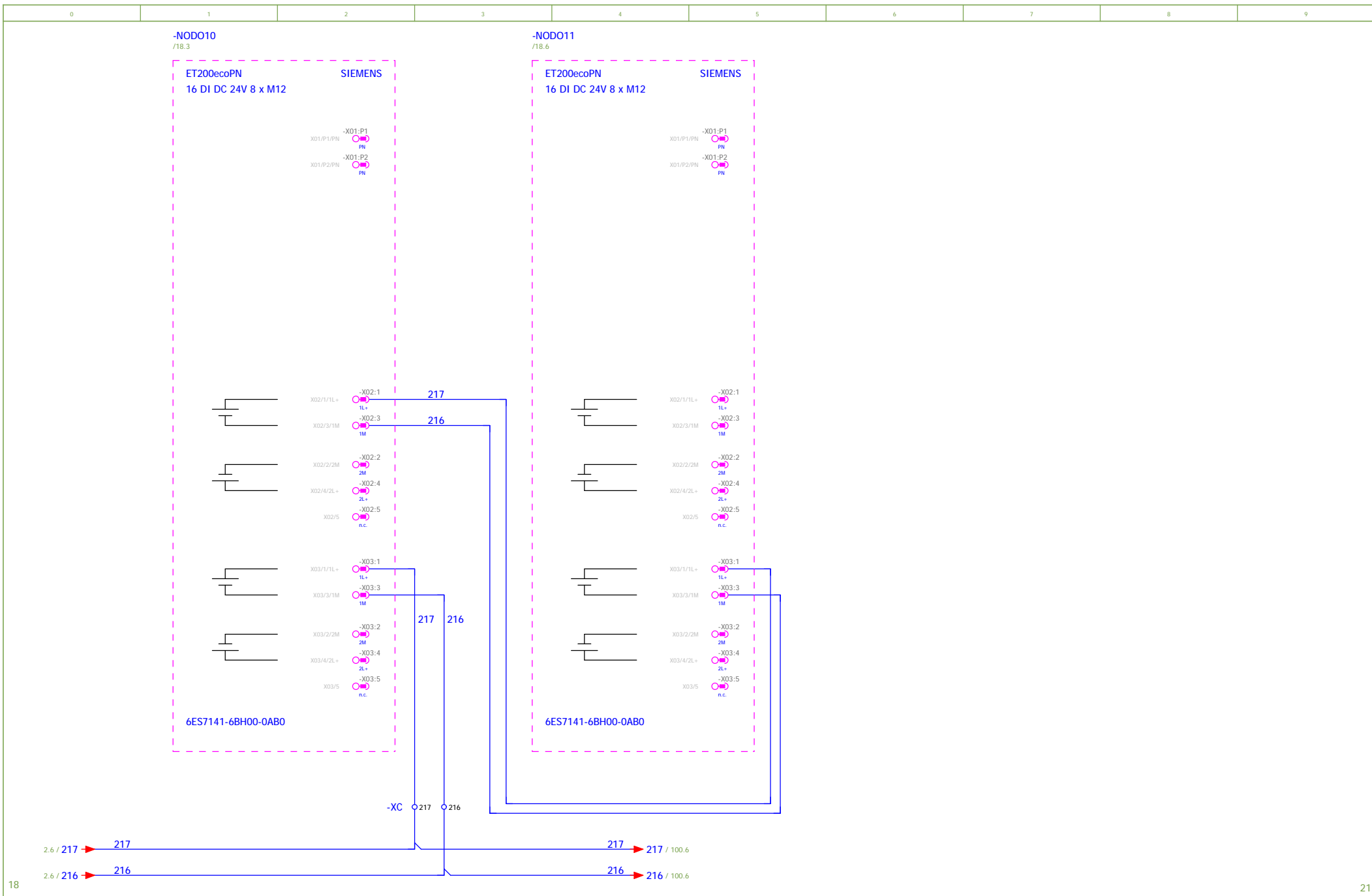
/68.0  
/69.0  
/70.0  
/71.0  
/72.0  
/73.0  
/74.0  
/75.0  
/19.3



NODO 192.168.0.52  
CONEXION/PRESENCIAS

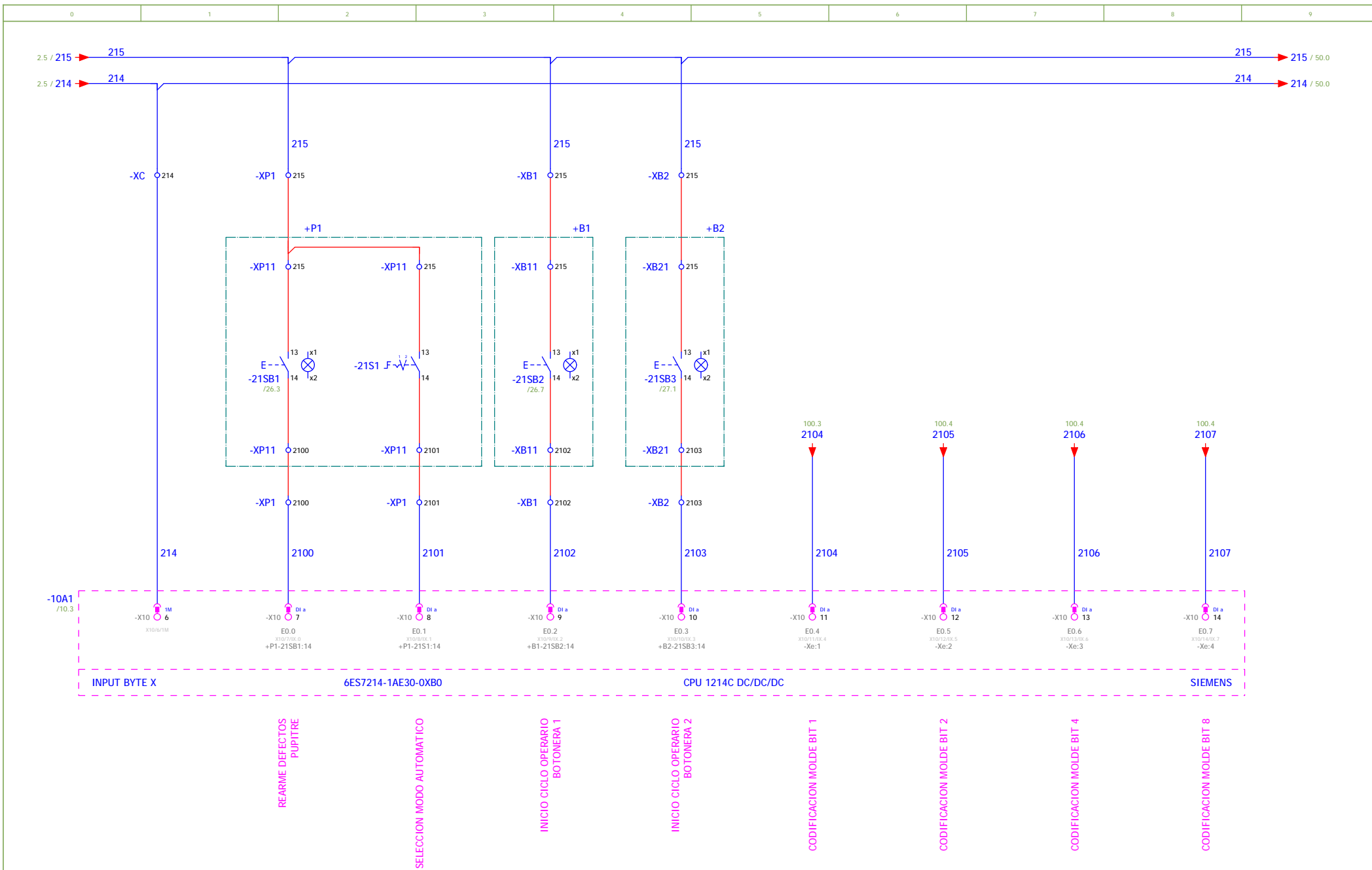
	Fecha	Firma	Empresa
Dibujado	21/03/2015		Marina Abarquero
Modificado	14/06/2015		
Revisado	14/06/2015		

Denominación: NODOS	
Nº De Pedido: Puesto montaje de bandejas	
Información Proyecto	Pág 18
Puesto montaje de bandejas	De 140

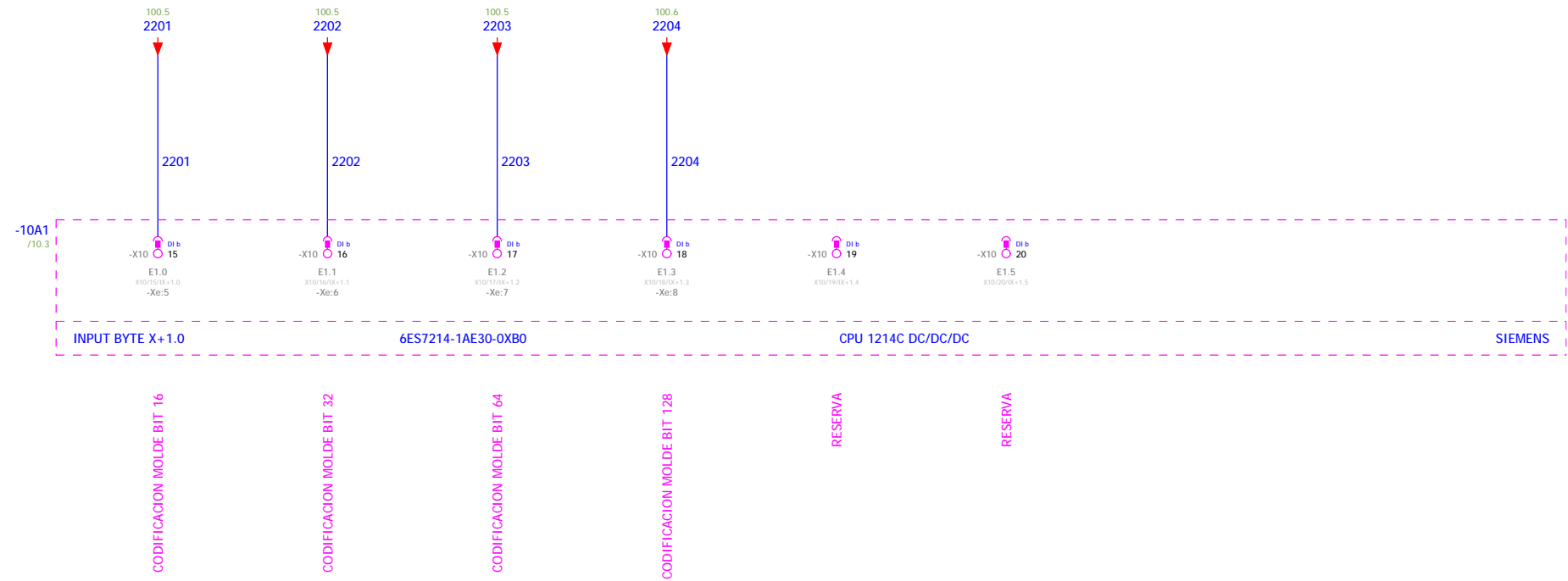


	Fecha	Firma	Empresa
Dibujado	06/05/2015		Marina Abarquero
Modificado	14/06/2015		
Revisado	14/06/2015		

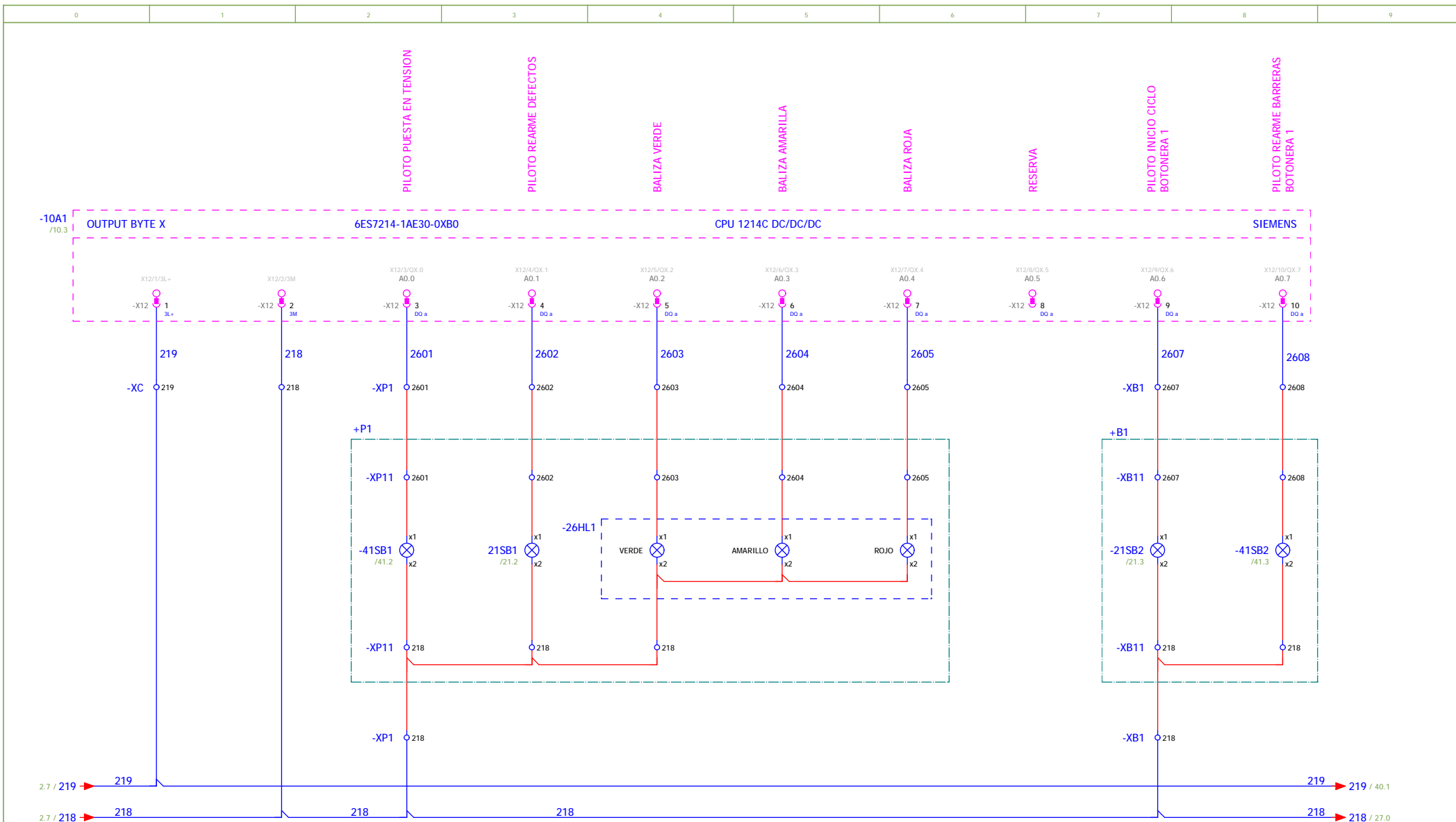
Denominación: ALIMENTACION NODOS	
Nº De Pedido: Puesto montaje de bandejas	
Información Proyecto	Pág 19
Puesto montaje de bandejas	De 140



	Fecha	Firma	Empresa	Denominación: ENTRADAS DIGITALES
Dibujado	21/03/2015		Marina Abarquero	Nº De Pedido: Puesto montaje de bandejas
Modificado	14/06/2015			Información Proyecto
Revisado	14/06/2015			Puesto montaje de bandejas
				Pág 21
				De 140

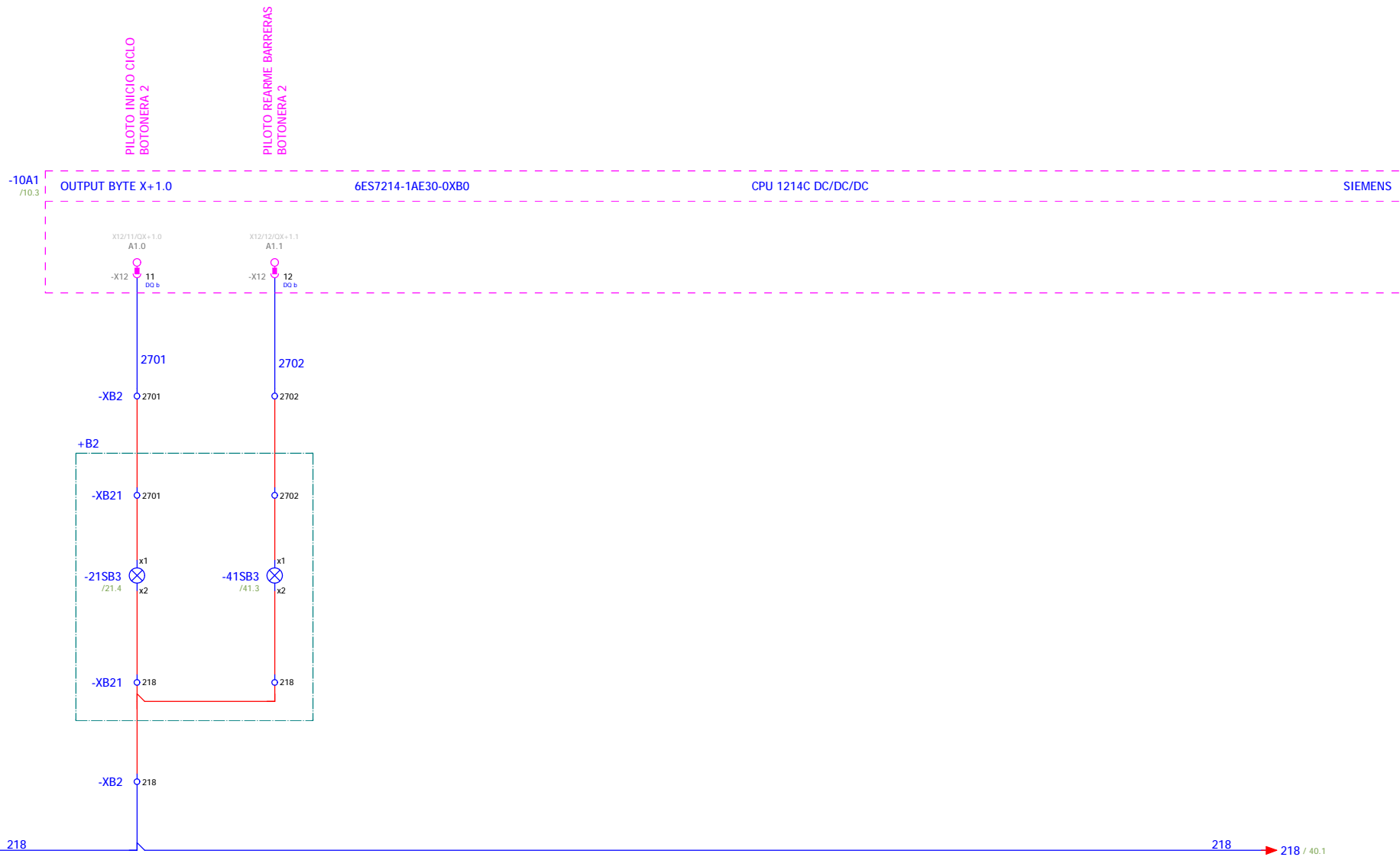


	Fecha	Firma	Empresa	Denominación: ENTRADAS DIGITALES
Dibujado	21/03/2015		Marina Abarquero	Nº De Pedido: Puesto montaje de bandejas
Modificado	14/06/2015			Información Proyecto
Revisado	14/06/2015			Puesto montaje de bandejas
				Pág 22
				De 140

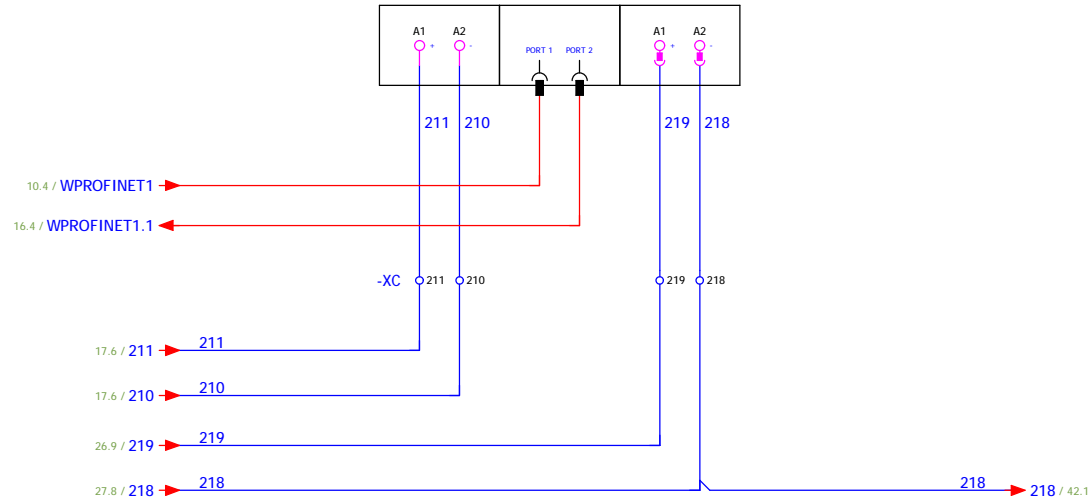
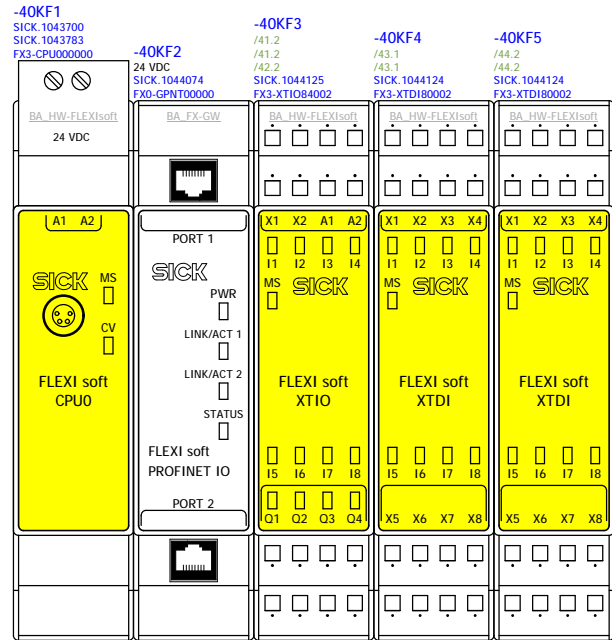


	Fecha	Firma	Empresa
Dibujado	21/03/2015		Marina Abarquero
Modificado	14/06/2015		
Revisado	14/06/2015		

Denominación: SALIDAS DIGITALES	
Nº De Pedido: Puesto montaje de bandejas	
Información Proyecto	Pág 26
Puesto montaje de bandejas	De 140

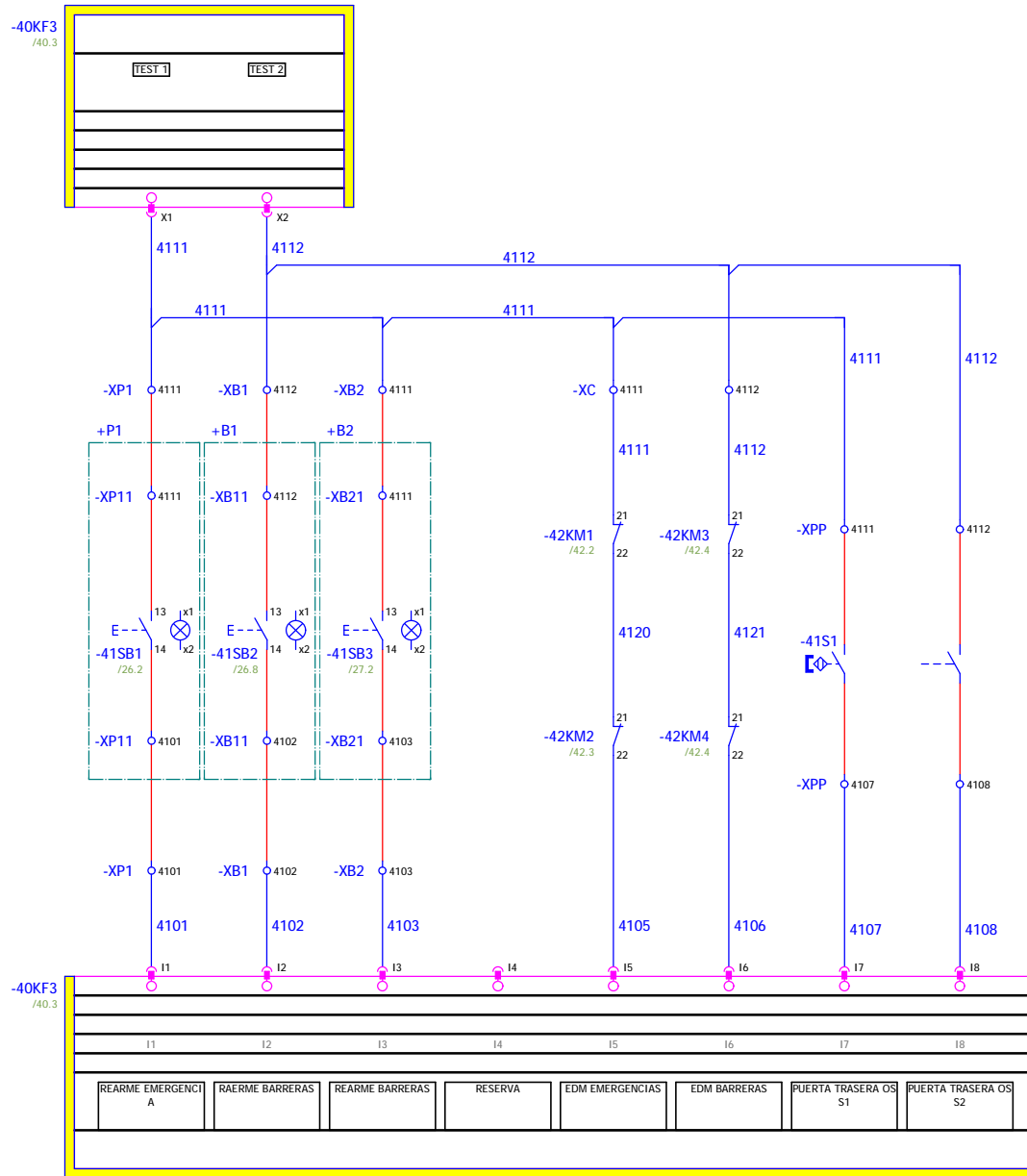


	Fecha	Firma	Empresa	Denominación: SALIDAS DIGITALES
Dibujado	05/05/2015		Marina Abarquero	Nº De Pedido: Puesto montaje de bandejas
Modificado	14/06/2015			Información Proyecto
Revisado	14/06/2015			Puesto montaje de bandejas
				Pág 27
				De 140



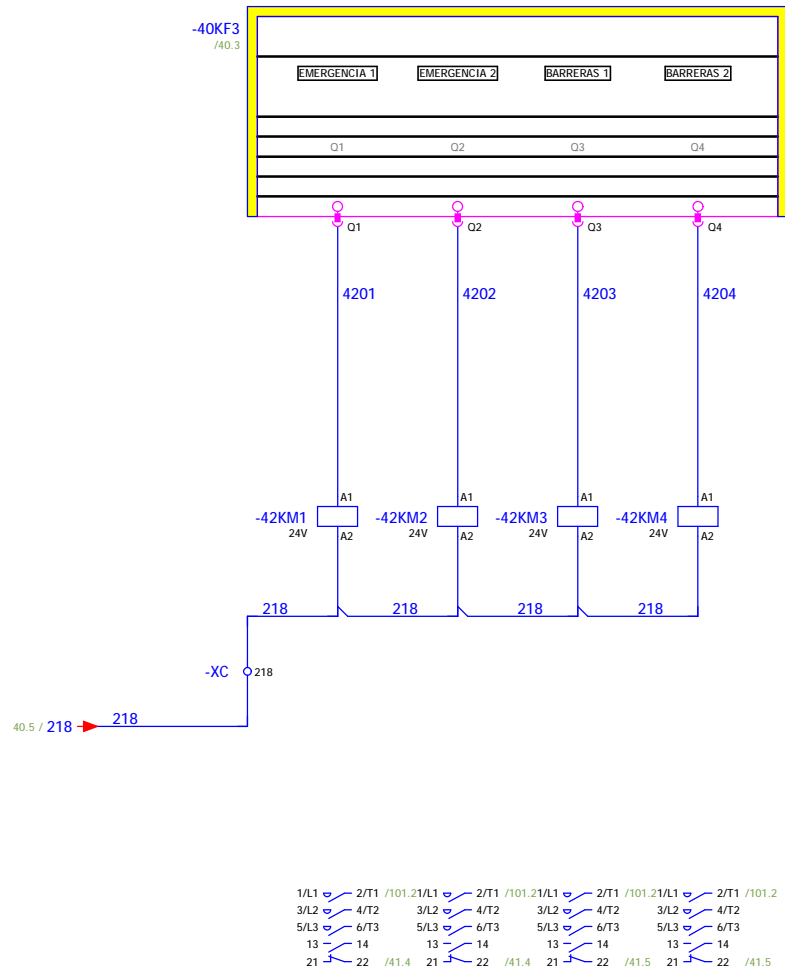
	Fecha	Firma	Empresa	Denominación: PLC SEGURIDAD
Dibujado	05/05/2015		Marina Abarquero	Nº De Pedido: Puesto montaje de bandejas
Modificado	14/06/2015			Información Proyecto
Revisado	14/06/2015			Puesto montaje de bandejas
				Pág 40
				De 140



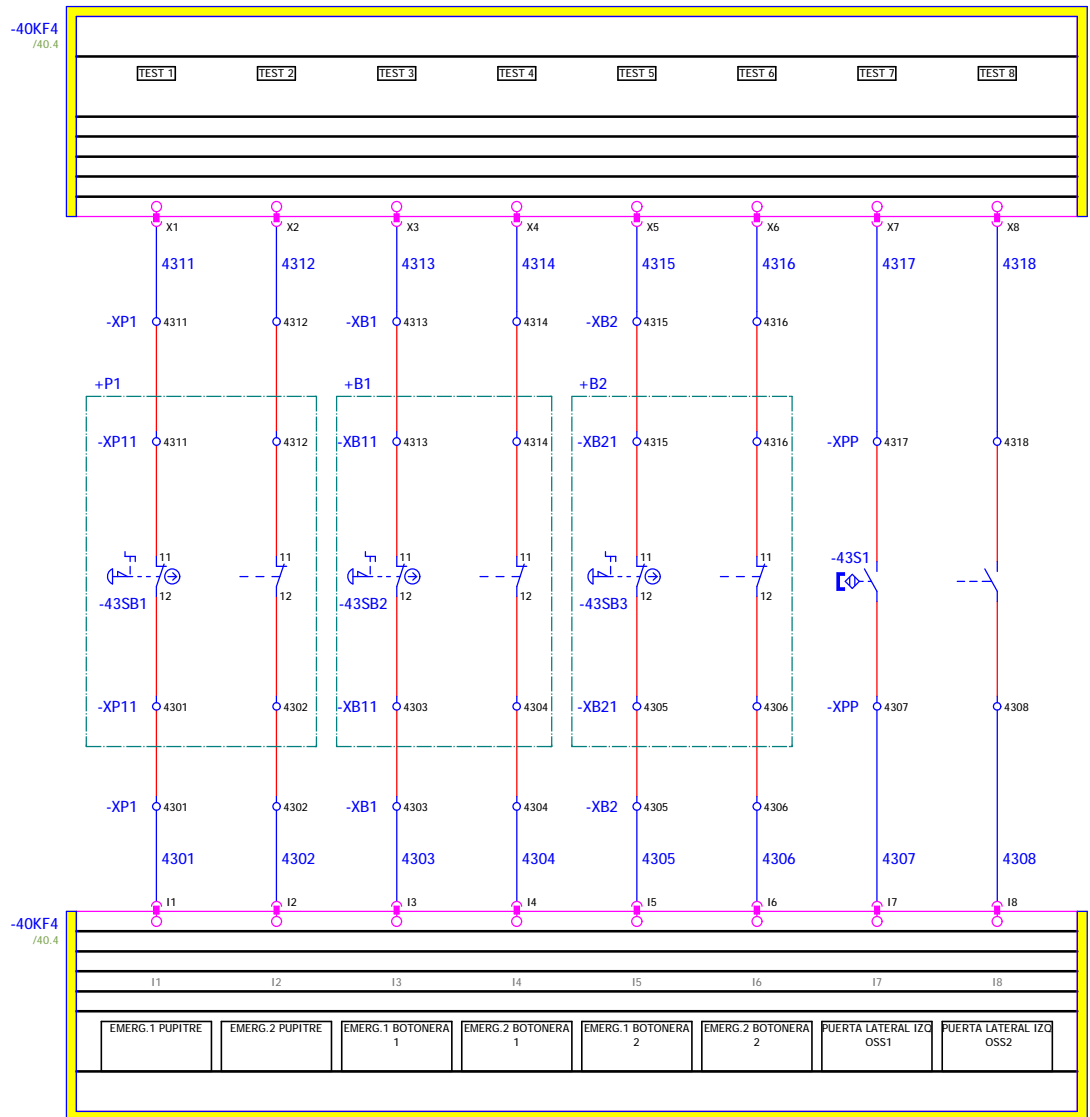


	Fecha	Firma	Empresa
Dibujado	05/05/2015		Marina Abarquero
Modificado	14/06/2015		
Revisado	14/06/2015		

Denominación: PLC SEGURIDAD	
Nº De Pedido: Puesto montaje de bandejas	
Información Proyecto	Pág 41
Puesto montaje de bandejas	De 140

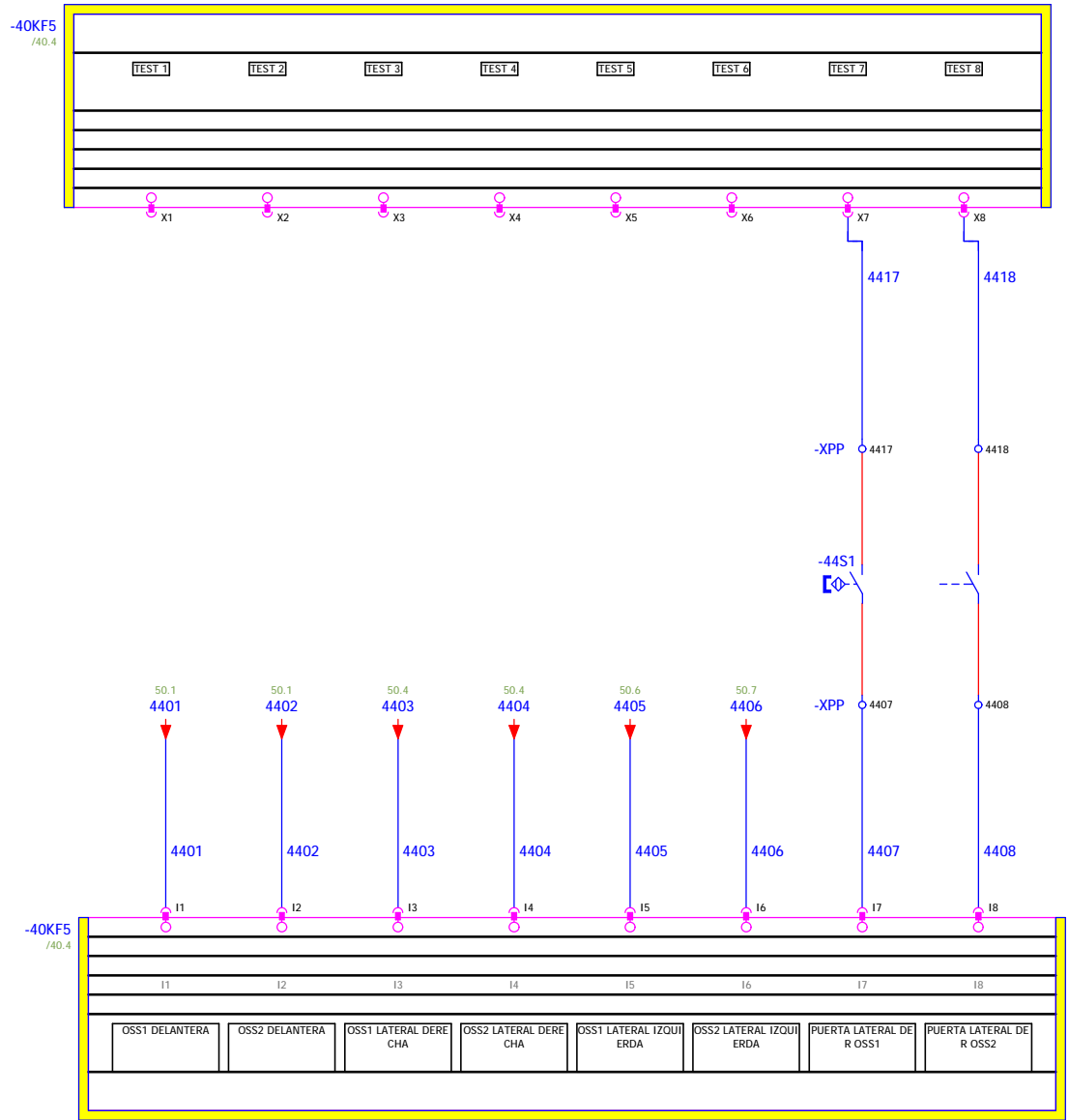


	Fecha	Firma	Empresa	Denominación: PLC SEGURIDAD
Dibujado	05/05/2015		Marina Abarquero	Nº De Pedido: Puesto montaje de bandejas
Modificado	14/06/2015			Información Proyecto
Revisado	14/06/2015			Puesto montaje de bandejas
				Pág 42
				De 140

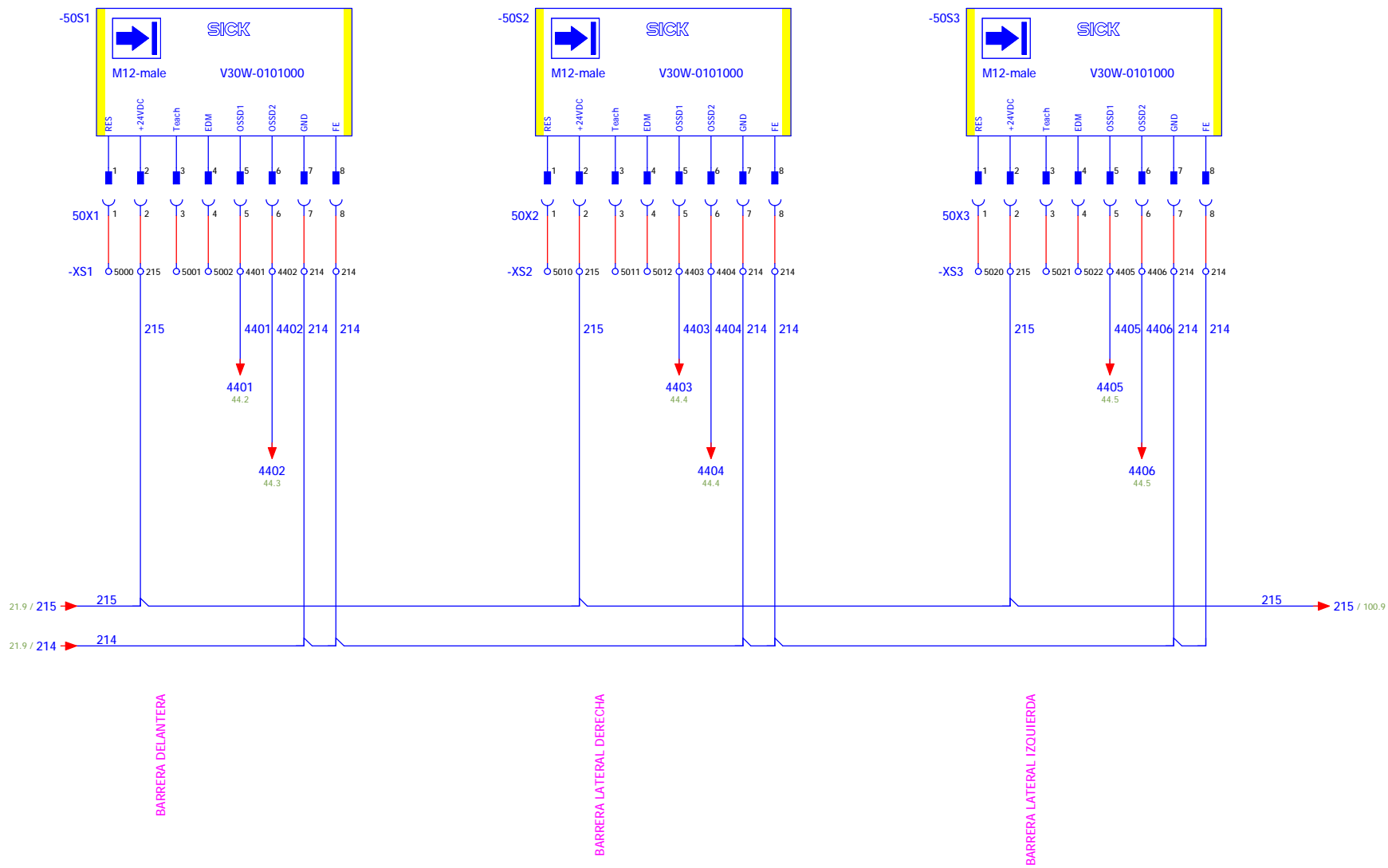


	Fecha	Firma	Empresa
Dibujado	05/05/2015		Marina Abarquero
Modificado	14/06/2015		
Revisado	14/06/2015		

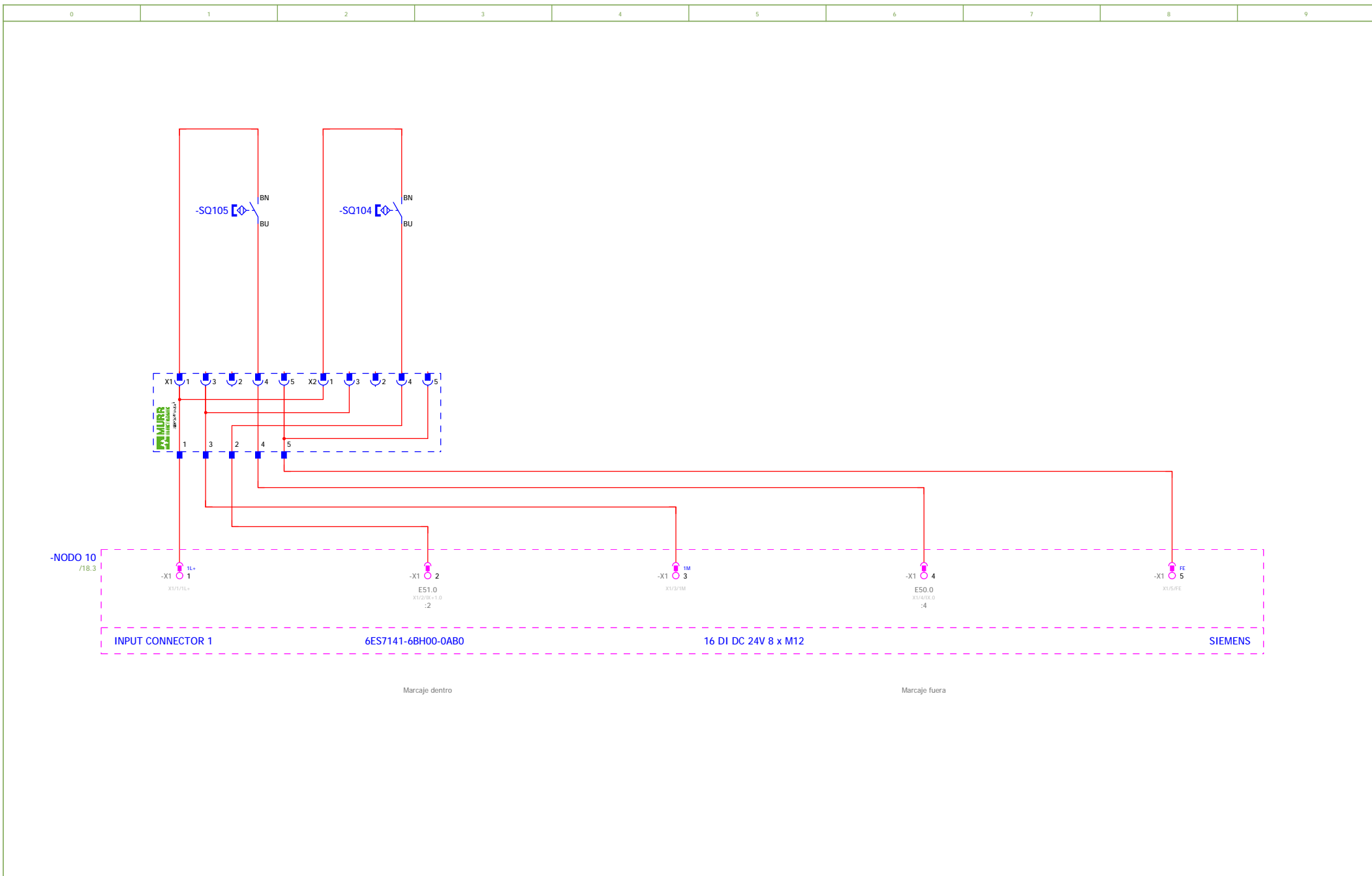
Denominación: PLC SEGURIDAD	
Nº De Pedido: Puesto montaje de bandejas	
Información Proyecto	Pág 43
Puesto montaje de bandejas	De 140



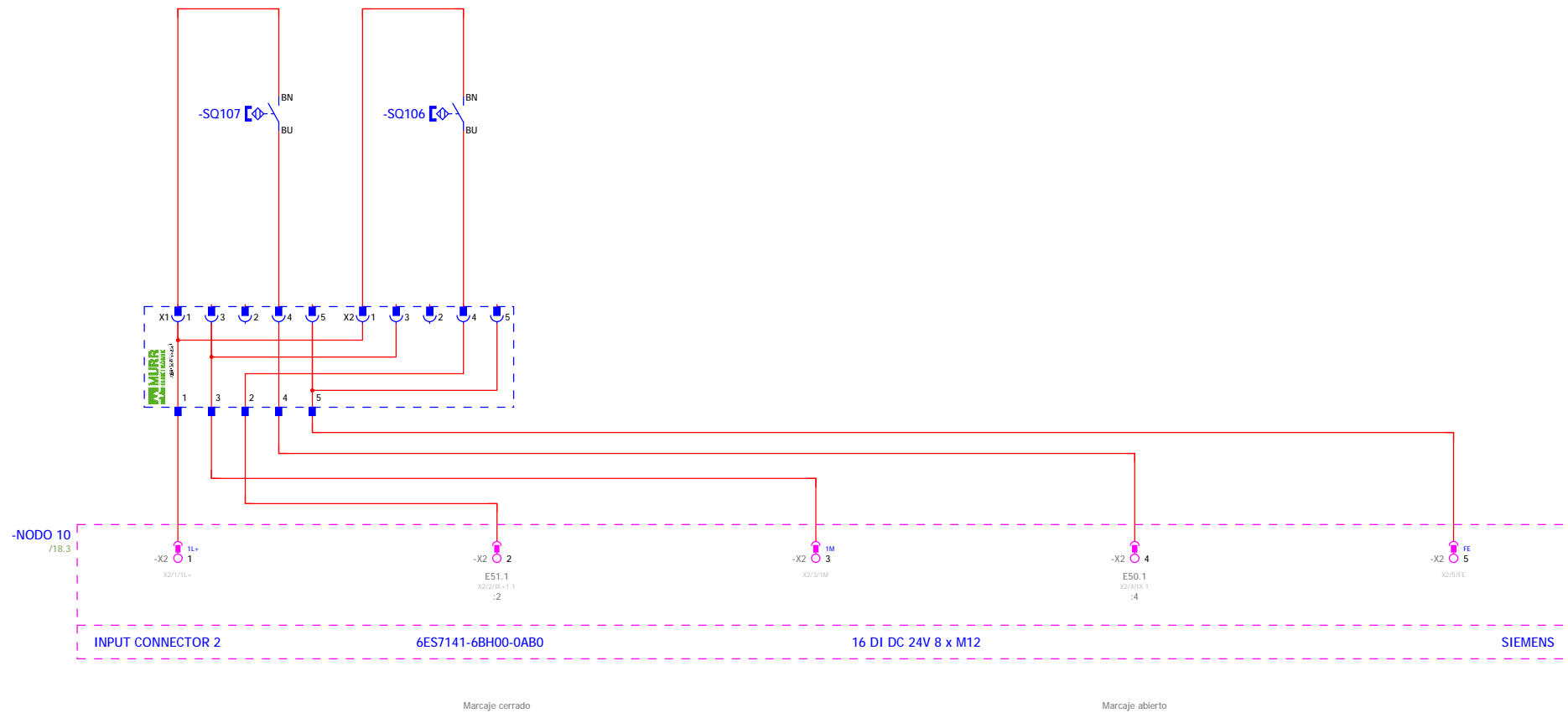
	Fecha	Firma	Empresa	Denominación: PLC SEGURIDAD
Dibujado	05/05/2015		Marina Abarquero	Nº De Pedido: Puesto montaje de bandejas
Modificado	14/06/2015			Información Proyecto
Revisado	14/06/2015			Puesto montaje de bandejas
				Pág 44
				De 140



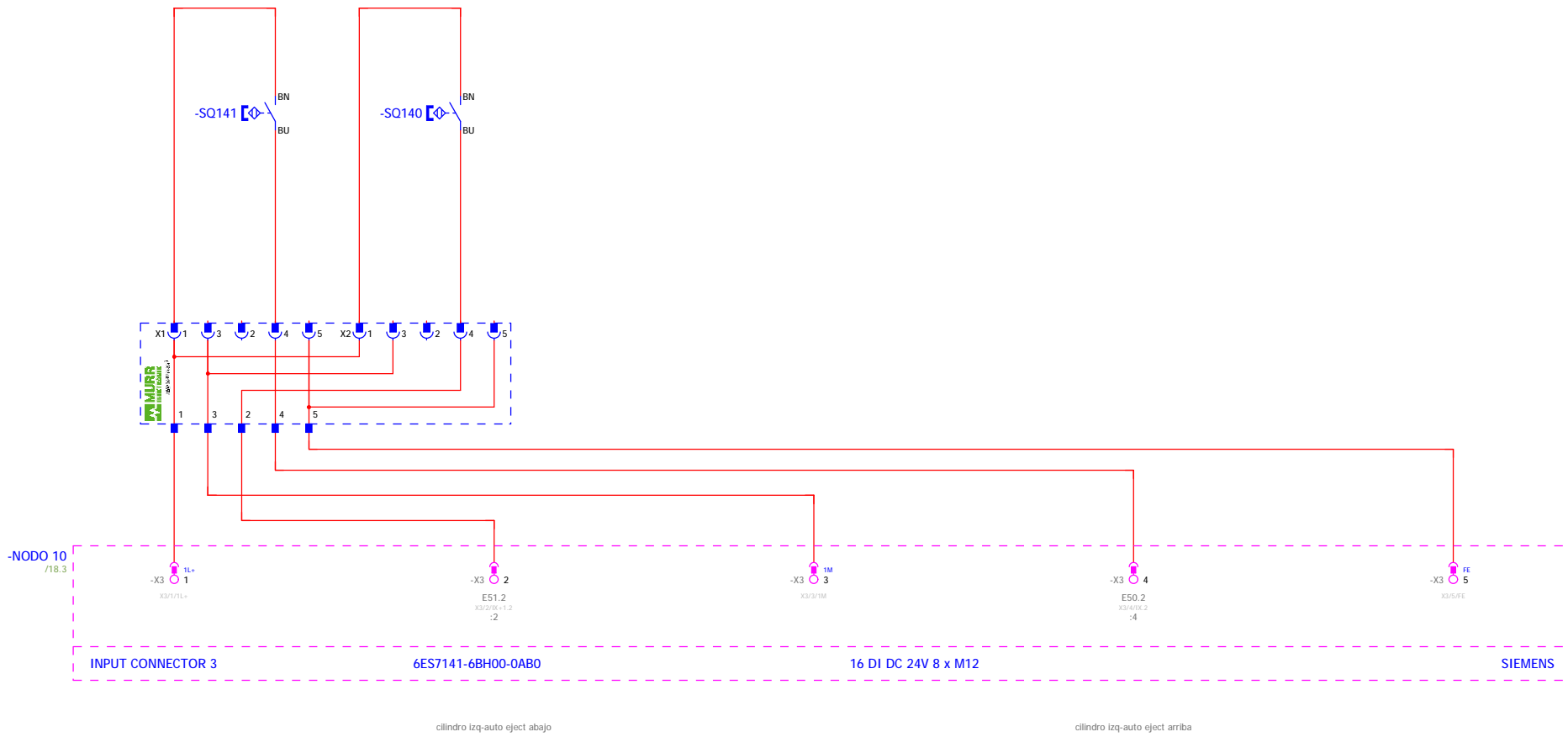
	Fecha	Firma	Empresa	Denominación: BARRERAS
Dibujado	21/03/2015		Marina Abarquero	Nº De Pedido: Puesto montaje de bandejas
Modificado	14/06/2015			Información Proyecto
Revisado	14/06/2015			Puesto montaje de bandejas
				Pág 50
				De 140



	Fecha	Firma	Empresa	Denominación: ENTRADAS NODO 10 X1
Dibujado	05/05/2015		Marina Abarquero	Nº De Pedido: Puesto montaje de bandejas
Modificado	14/06/2015			Información Proyecto
Revisado	14/06/2015			Puesto montaje de bandejas
				Pág 60
				De 140



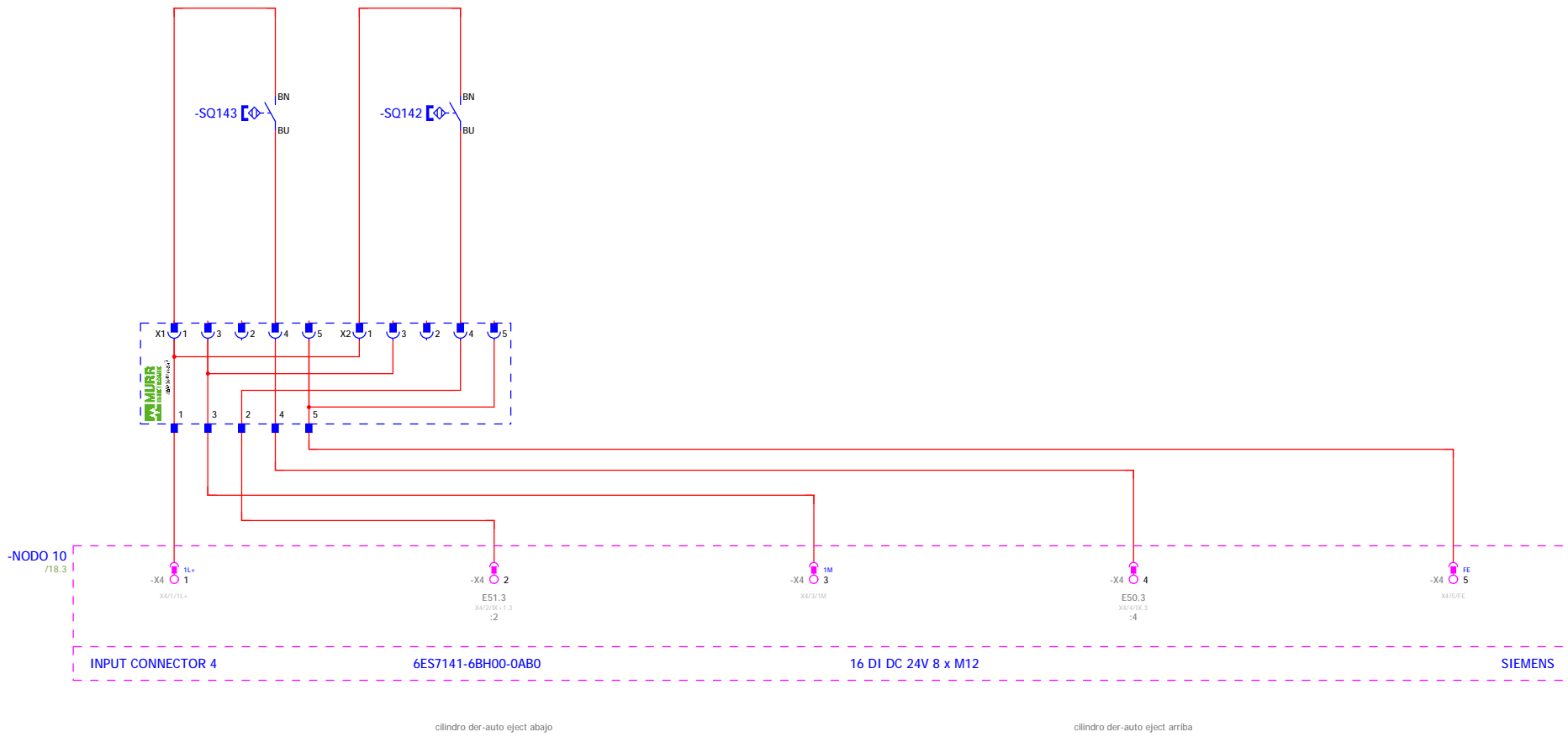
	Fecha	Firma	Empresa	Denominación: ENTRADAS NODO 10 X2
Dibujado	05/05/2015		Marina Abarquero	Nº De Pedido: Puesto montaje de bandejas
Modificado	14/06/2015			Información Proyecto
Revisado	14/06/2015			Puesto montaje de bandejas
				Pág 61
				De 140



	Fecha	Firma	Empresa
Dibujado	05/05/2015		Marina Abarquero
Modificado	14/06/2015		
Revisado	14/06/2015		

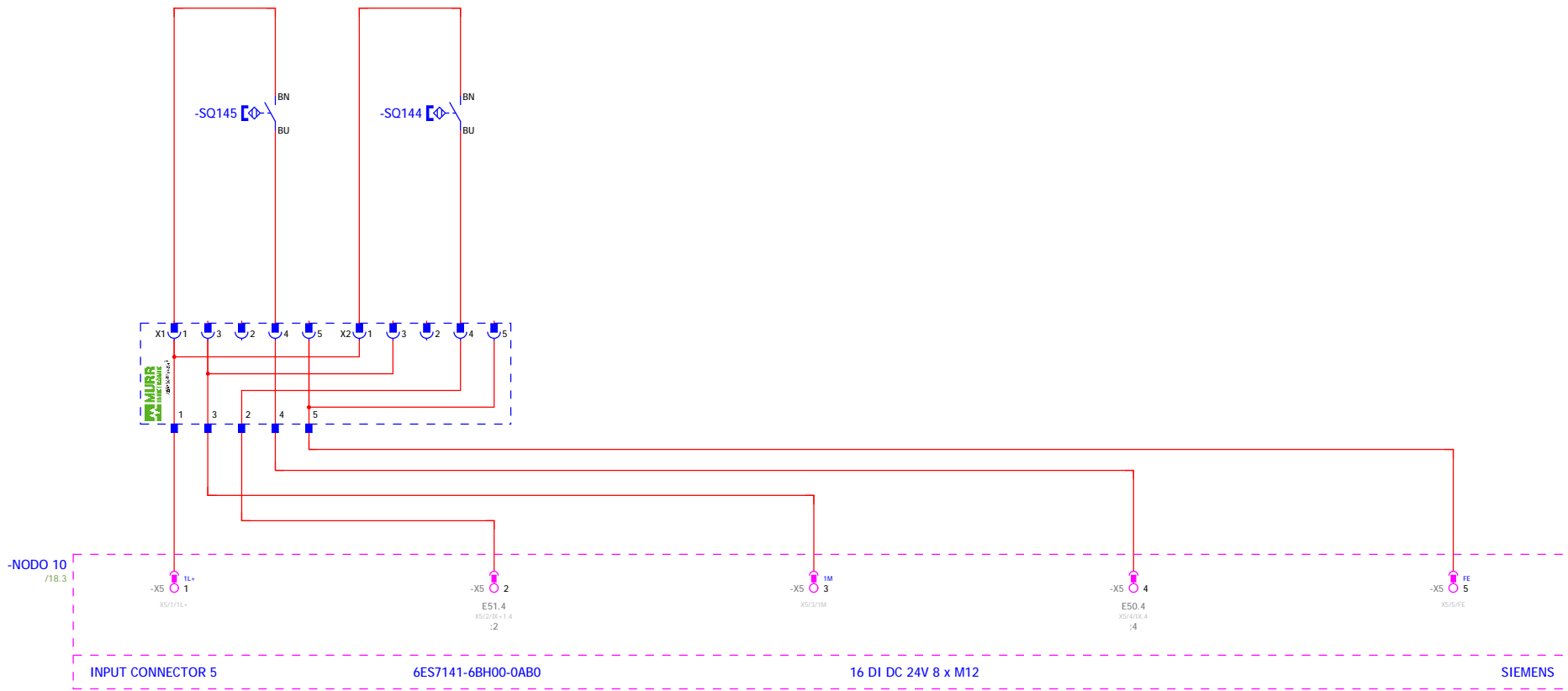
Denominación: ENTRADAS NODO 10 X3	
Nº De Pedido: Puesto montaje de bandejas	
Información Proyecto	Pág 62
Puesto montaje de bandejas	De 140





	Fecha	Firma	Empresa
Dibujado	05/05/2015		Marina Abarquero
Modificado	14/06/2015		
Revisado	14/06/2015		

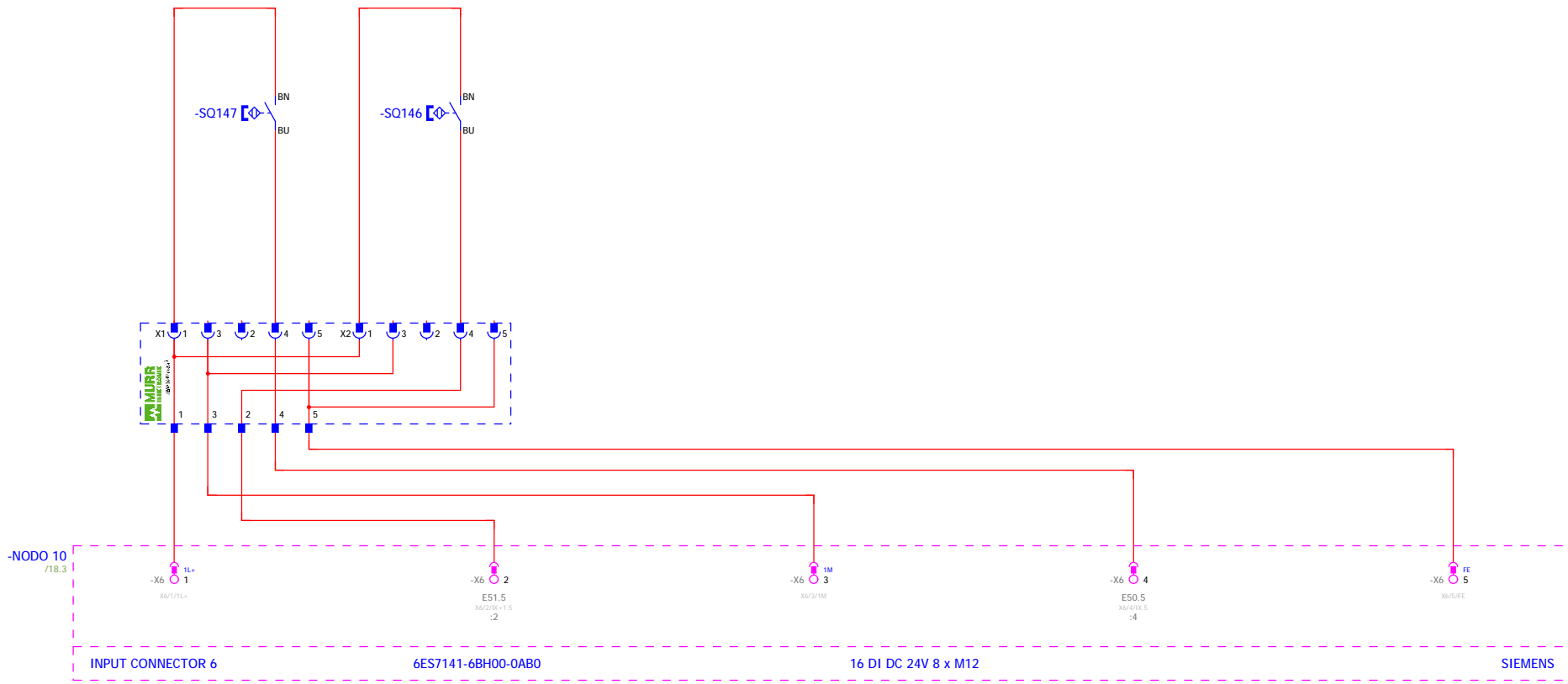
Denominación: ENTRADAS NODO 10 X4	
Nº De Pedido: Puesto montaje de bandejas	
Información Proyecto	Pág 63
Puesto montaje de bandejas	De 140



Amarre molde 1 abierto

Amarre molde 1 cerrado

	Fecha	Firma	Empresa	Denominación: ENTRADAS NODO 10 X5
Dibujado	05/05/2015		Marina Abarquero	Nº De Pedido: Puesto montaje de bandejas
Modificado	14/06/2015			Información Proyecto
Revisado	14/06/2015			Puesto montaje de bandejas
				Pág 64
				De 140

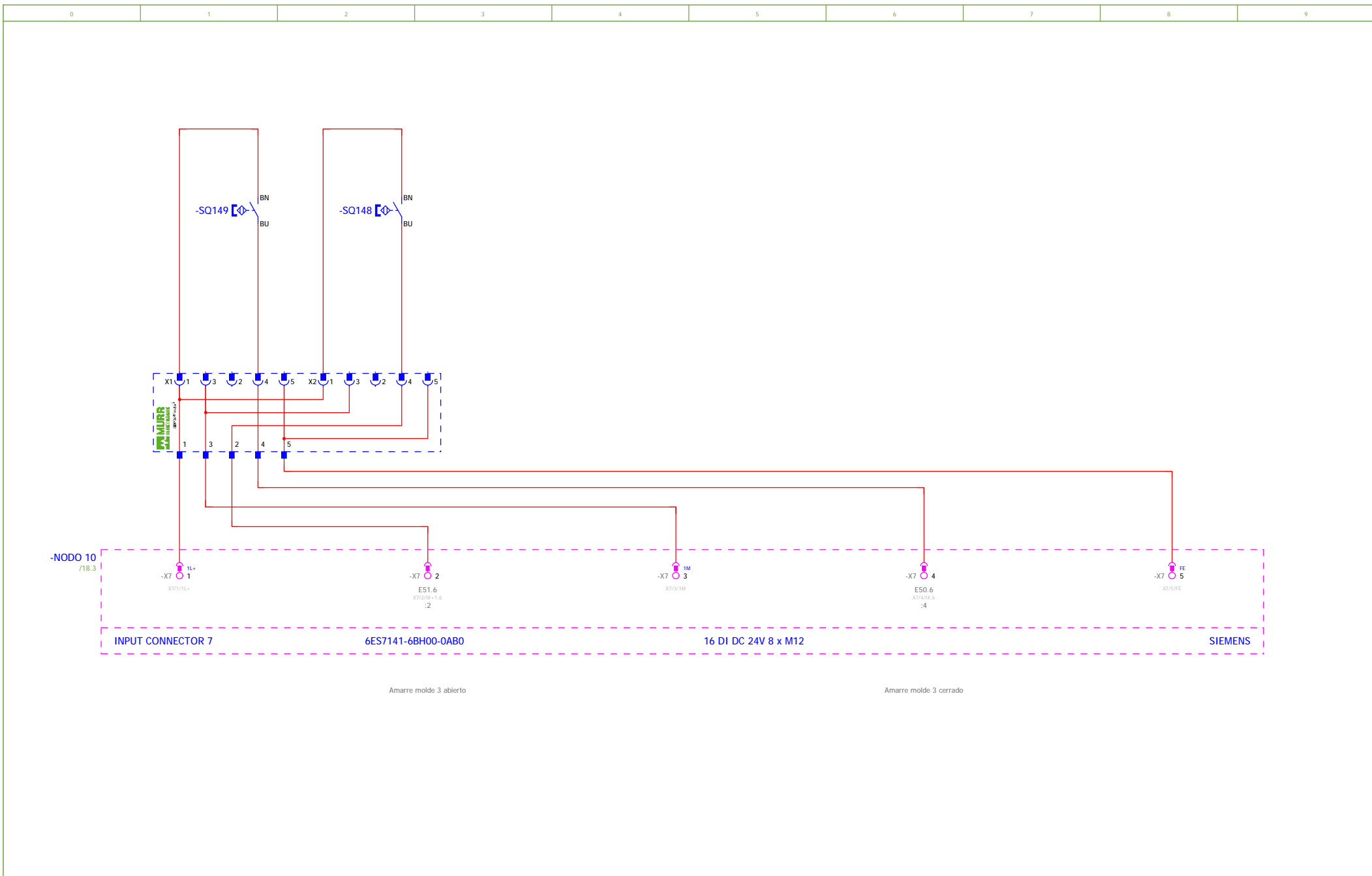


-NODO 10  
/18.3

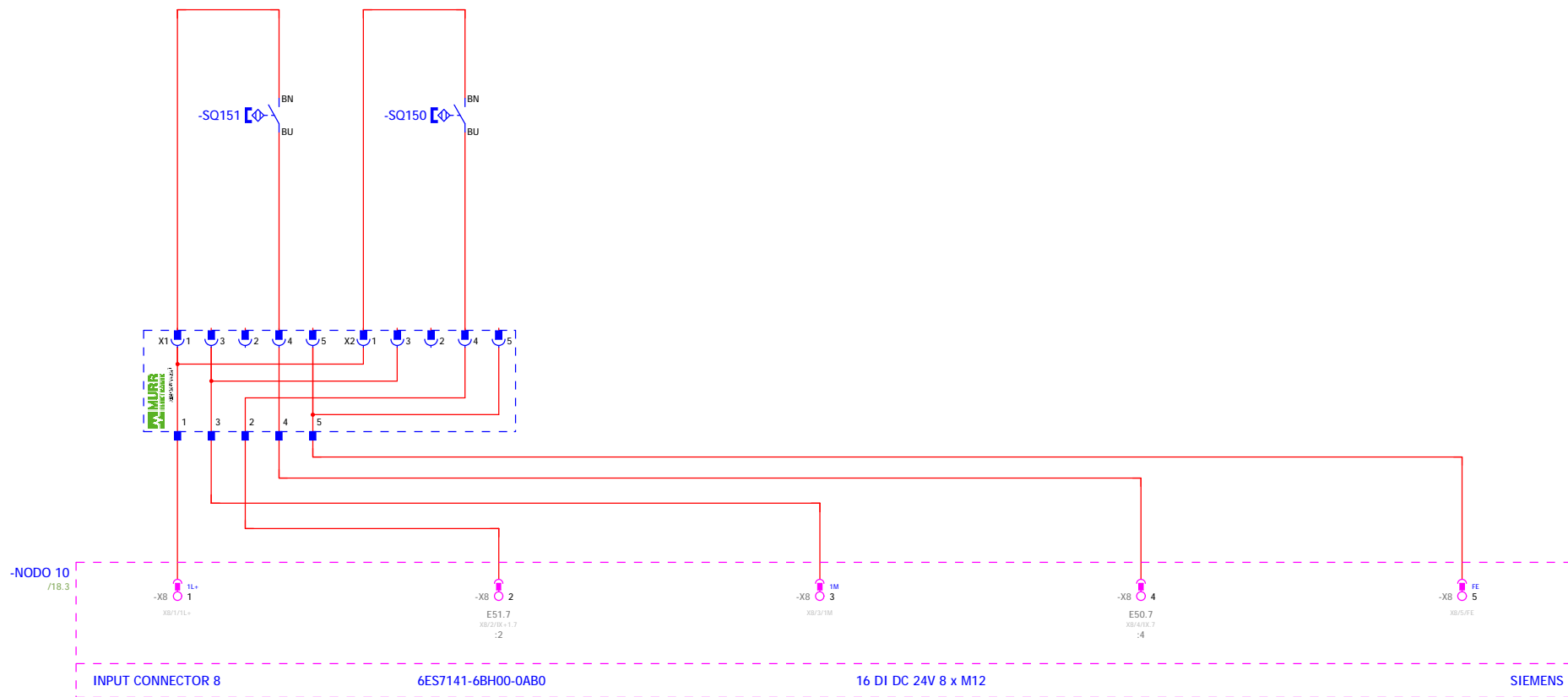
Amarre molde 2 abierto

Amarre molde 2 cerrado

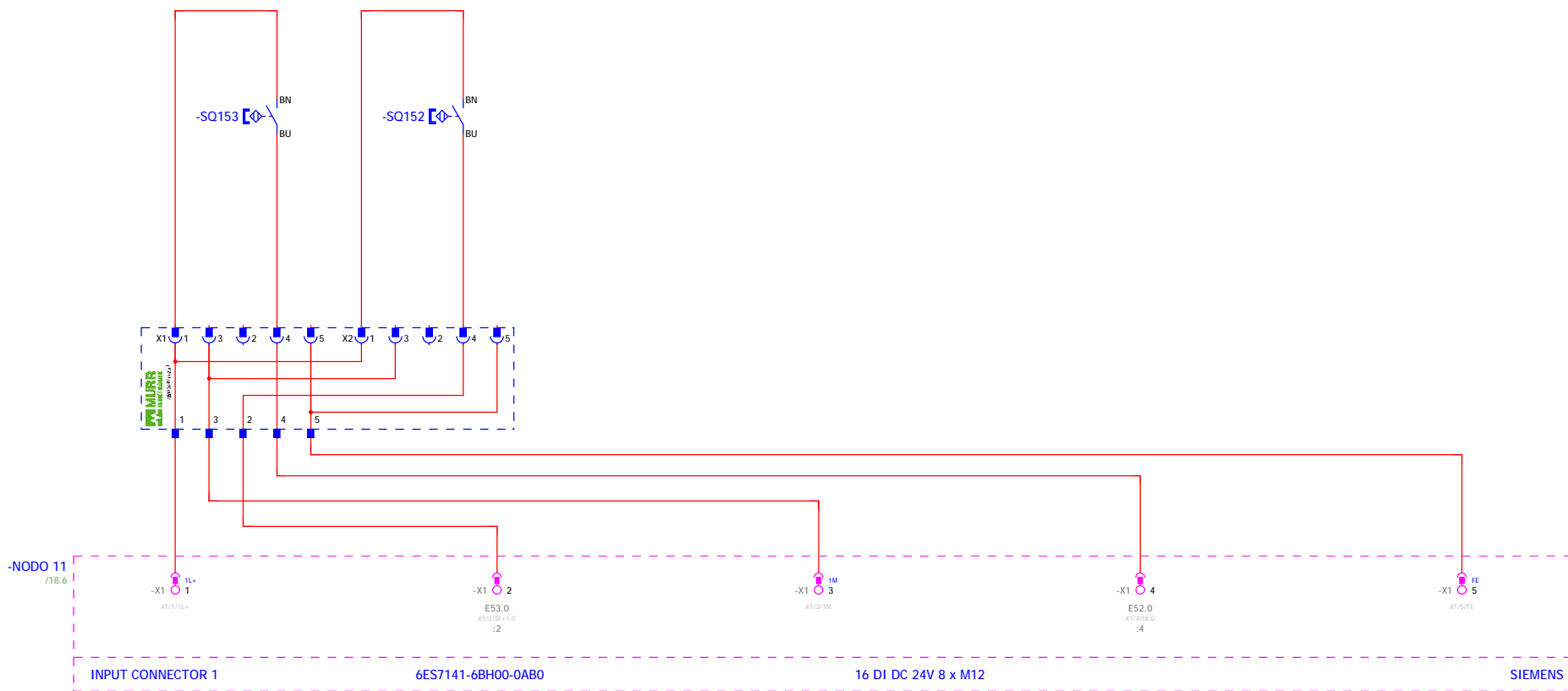
	Fecha	Firma	Empresa	Denominación: ENTRADAS NODO 10 X6
Dibujado	05/05/2015		Marina Abarquero	Nº De Pedido: Puesto montaje de bandejas
Modificado	14/06/2015			Información Proyecto
Revisado	14/06/2015			Puesto montaje de bandejas
				Pág 65
				De 140



	Fecha	Firma	Empresa	Denominación: ENTRADAS NODO 10 X7
Dibujado	05/05/2015		Marina Abarquero	Nº De Pedido: Puesto montaje de bandejas
Modificado	14/06/2015			Información Proyecto
Revisado	14/06/2015			Puesto montaje de bandejas
				Pág 66
				De 140



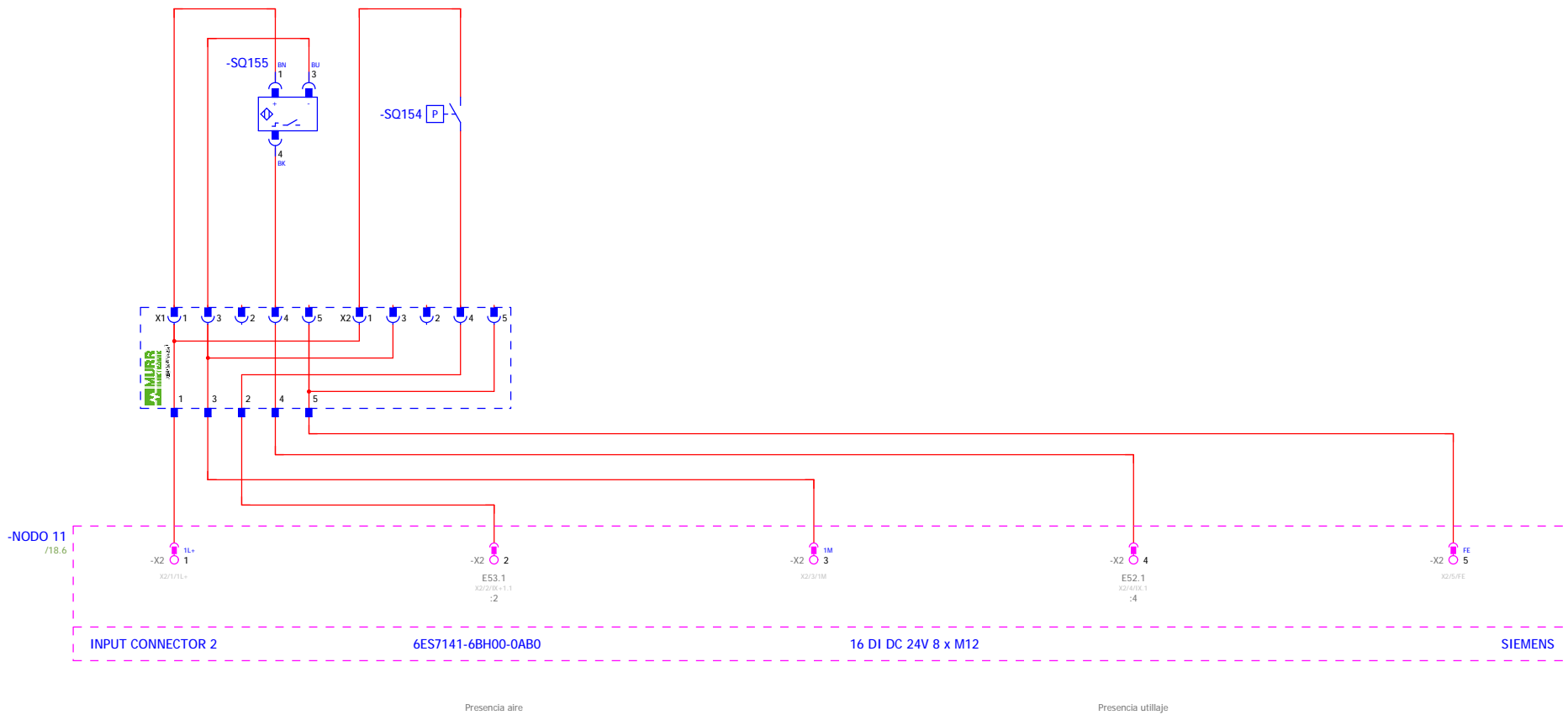
	Fecha	Firma	Empresa	Denominación: ENTRADAS NODO 10 X8
Dibujado	05/05/2015		Marina Abarquero	Nº De Pedido: Puesto montaje de bandejas
Modificado	14/06/2015			Información Proyecto
Revisado	14/06/2015			Puesto montaje de bandejas
				Pág 67
				De 140



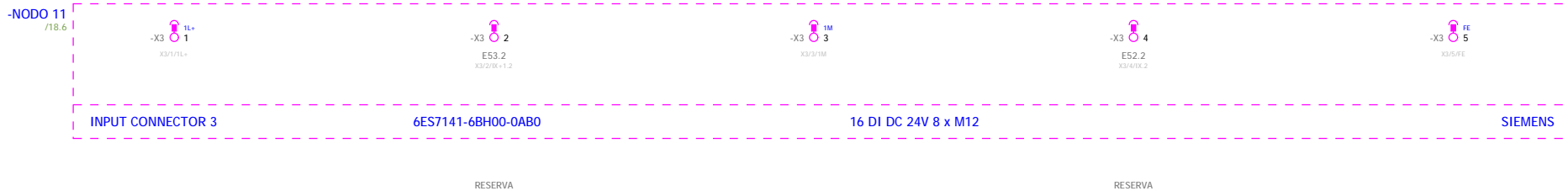
Conexión abierta conector

Conexión cerrada conector

	Fecha	Firma	Empresa	Denominación: ENTRADAS NODO 11 X1
Dibujado	05/05/2015		Marina Abarquero	Nº De Pedido: Puesto montaje de bandejas
Modificado	14/06/2015			Información Proyecto
Revisado	14/06/2015			Puesto montaje de bandejas
				Pág 68
				De 140

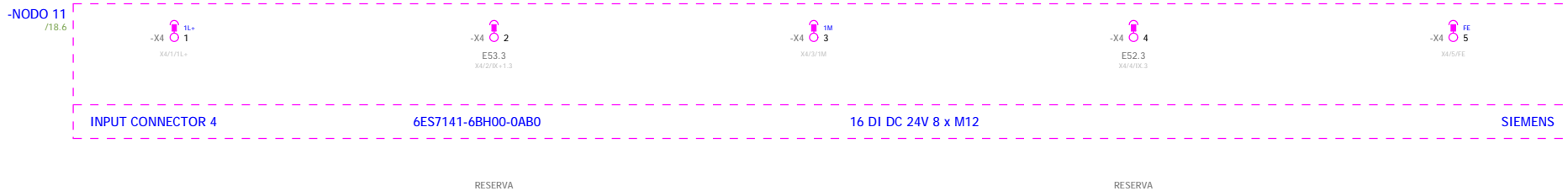


	Fecha	Firma	Empresa	Denominación: ENTRADAS NODO 11 X2
Dibujado	05/05/2015		Marina Abarquero	Nº De Pedido: Puesto montaje de bandejas
Modificado	14/06/2015			Información Proyecto
Revisado	14/06/2015			Puesto montaje de bandejas
				Pág 69
				De 140

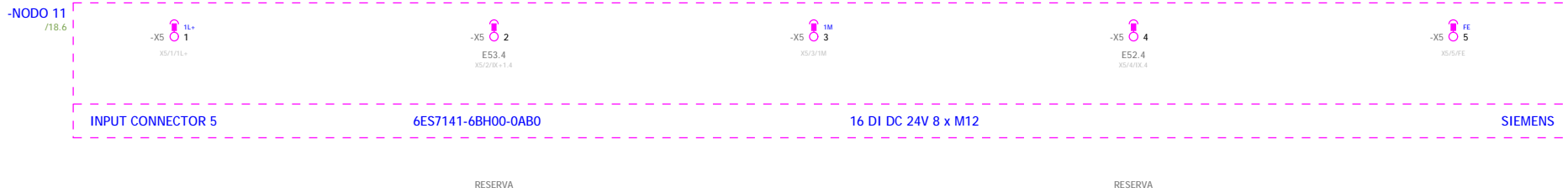


	Fecha	Firma	Empresa	Denominación: ENTRADAS NODO 11 X3
Dibujado	05/05/2015		Marina Abarquero	Nº De Pedido: Puesto montaje de bandejas
Modificado	14/06/2015			Información Proyecto
Revisado	14/06/2015			Puesto montaje de bandejas
				Pág 70
				De 140

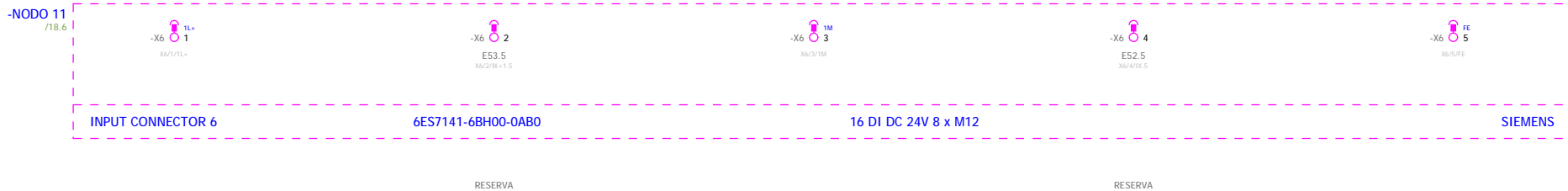




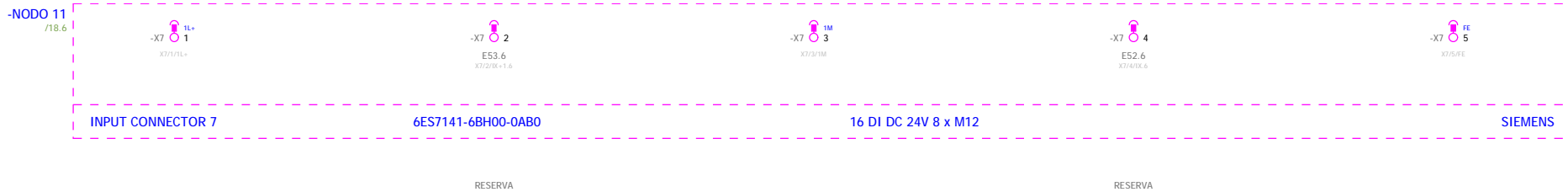
	Fecha	Firma	Empresa	Denominación: ENTRADAS NODO 11 X4
Dibujado	05/05/2015		Marina Abarquero	Nº De Pedido: Puesto montaje de bandejas
Modificado	14/06/2015			Información Proyecto
Revisado	14/06/2015			Puesto montaje de bandejas
				Pág 71
				De 140



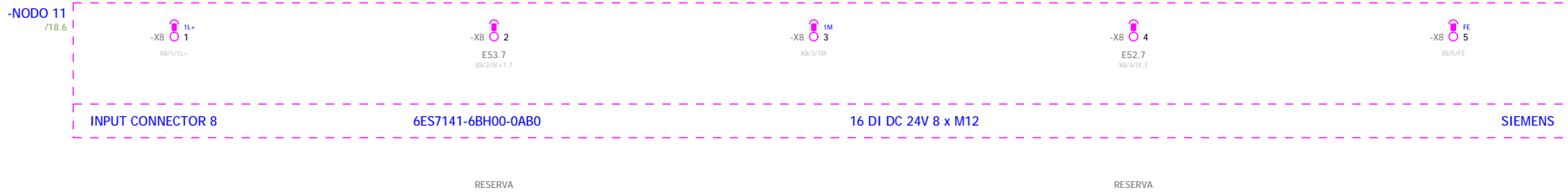
	Fecha	Firma	Empresa	Denominación: ENTRADAS NODO 11 X5
Dibujado	05/05/2015		Marina Abarquero	Nº De Pedido: Puesto montaje de bandejas
Modificado	14/06/2015			Información Proyecto
Revisado	14/06/2015			Puesto montaje de bandejas
				Pág 72
				De 140



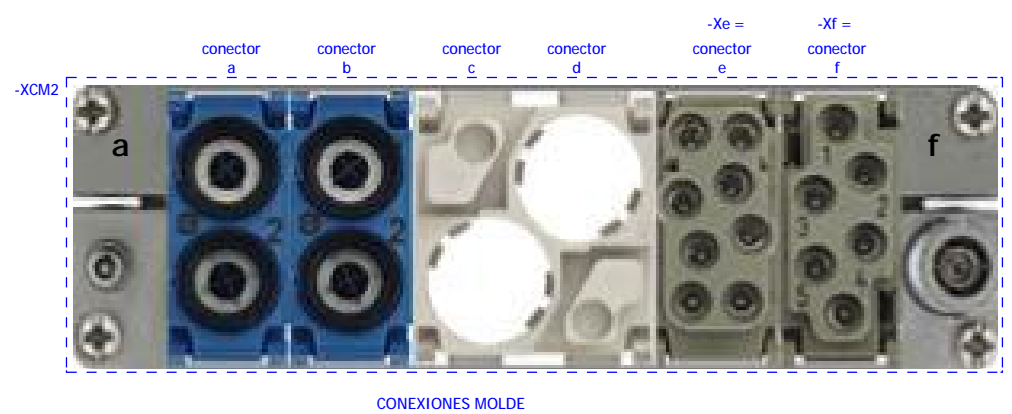
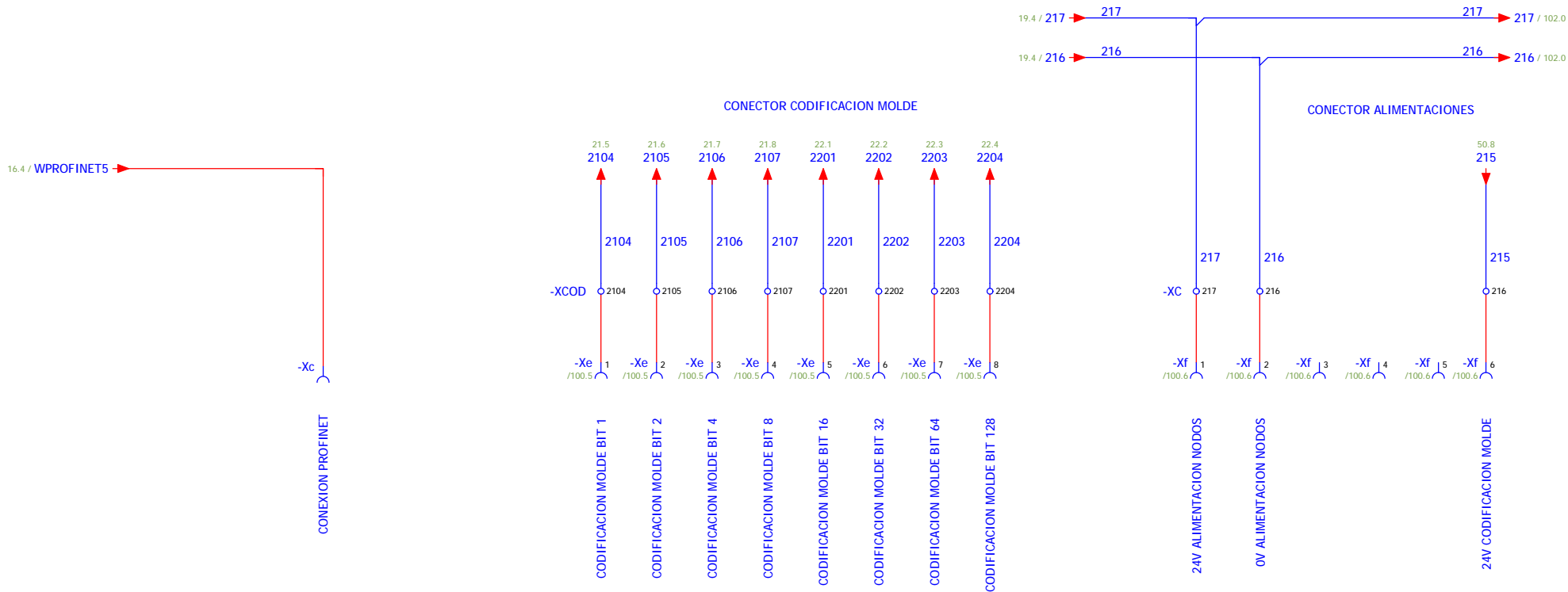
	Fecha	Firma	Empresa	Denominación: ENTRADAS NODO 11 X6
Dibujado	05/05/2015		Marina Abarquero	Nº De Pedido: Puesto montaje de bandejas
Modificado	14/06/2015			Información Proyecto
Revisado	14/06/2015			Puesto montaje de bandejas
				Pág 73
				De 140



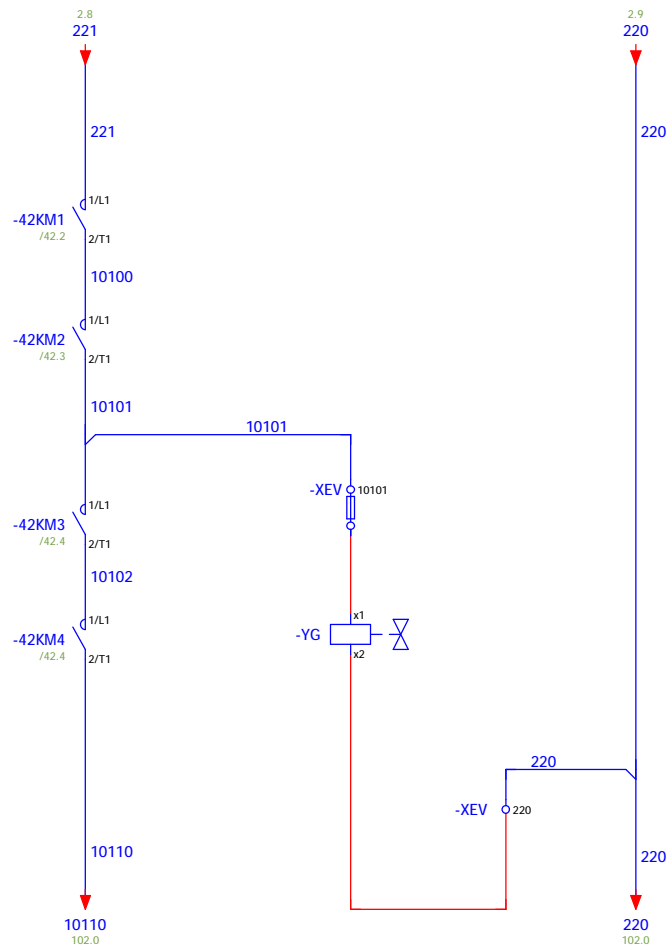
	Fecha	Firma	Empresa	Denominación: ENTRADAS NODO 11 X7
Dibujado	05/05/2015		Marina Abarquero	Nº De Pedido: Puesto montaje de bandejas
Modificado	14/06/2015			Información Proyecto
Revisado	14/06/2015			Puesto montaje de bandejas
				Pág 74
				De 140



	Fecha	Firma	Empresa	Denominación: ENTRADAS NODO 11 X8
Dibujado	05/05/2015		Marina Abarquero	Nº De Pedido: Puesto montaje de bandejas
Modificado	14/06/2015			Información Proyecto
Revisado	14/06/2015			Puesto montaje de bandejas
				Pág 75
				De 140



	Fecha	Firma	Empresa	Denominación: CONECTOR MAQUINA
Dibujado	05/05/2015		Marina Abarquero	Nº De Pedido: Puesto montaje de bandejas
Modificado	14/06/2015			Información Proyecto
Revisado	14/06/2015			Puesto montaje de bandejas
				Pág 100
				De 140

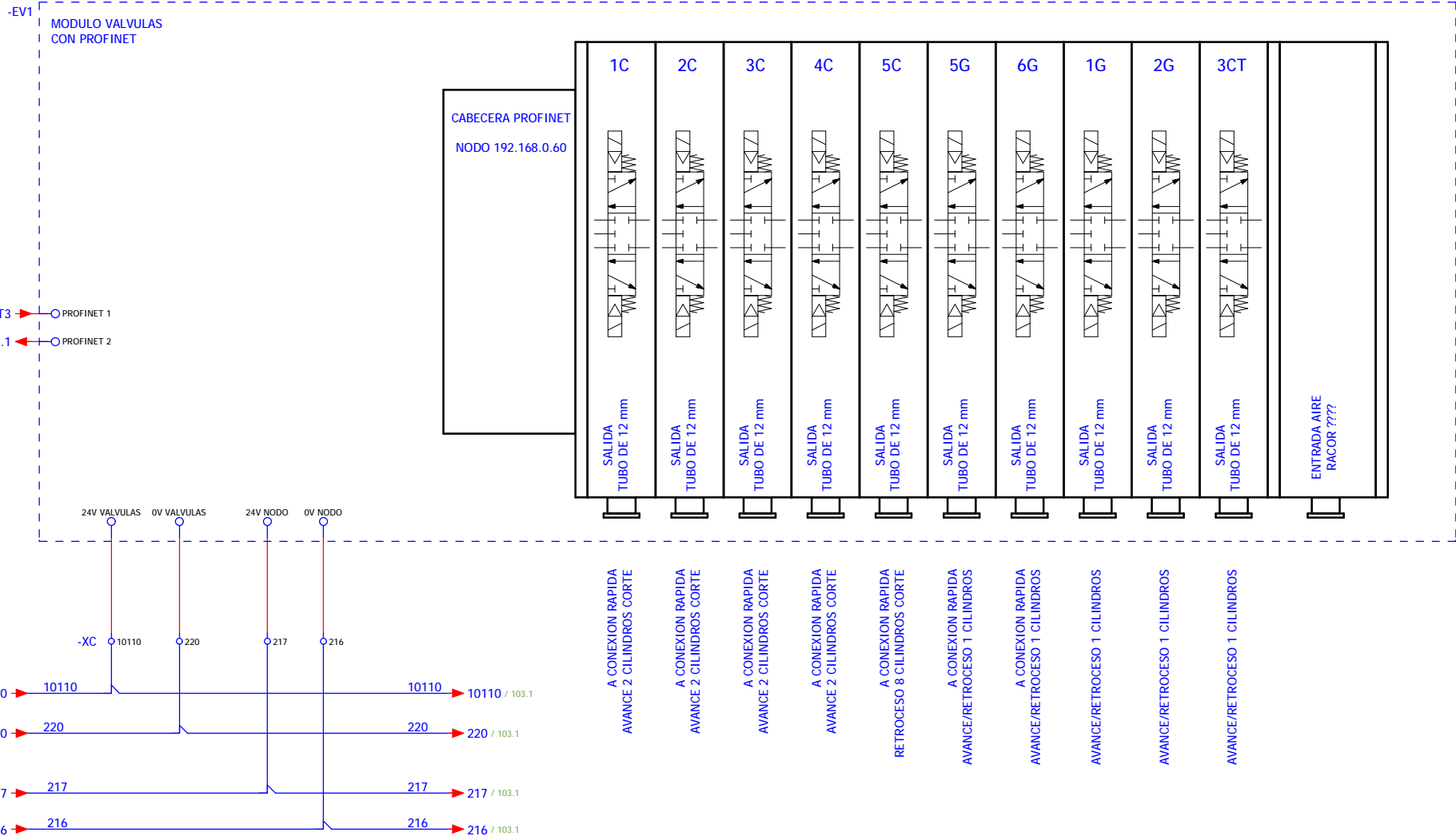


ALIMENTACION 24V  
SEGURIDAD  
VALVULAS

VALVULA GENERAL  
PRESION AIRE

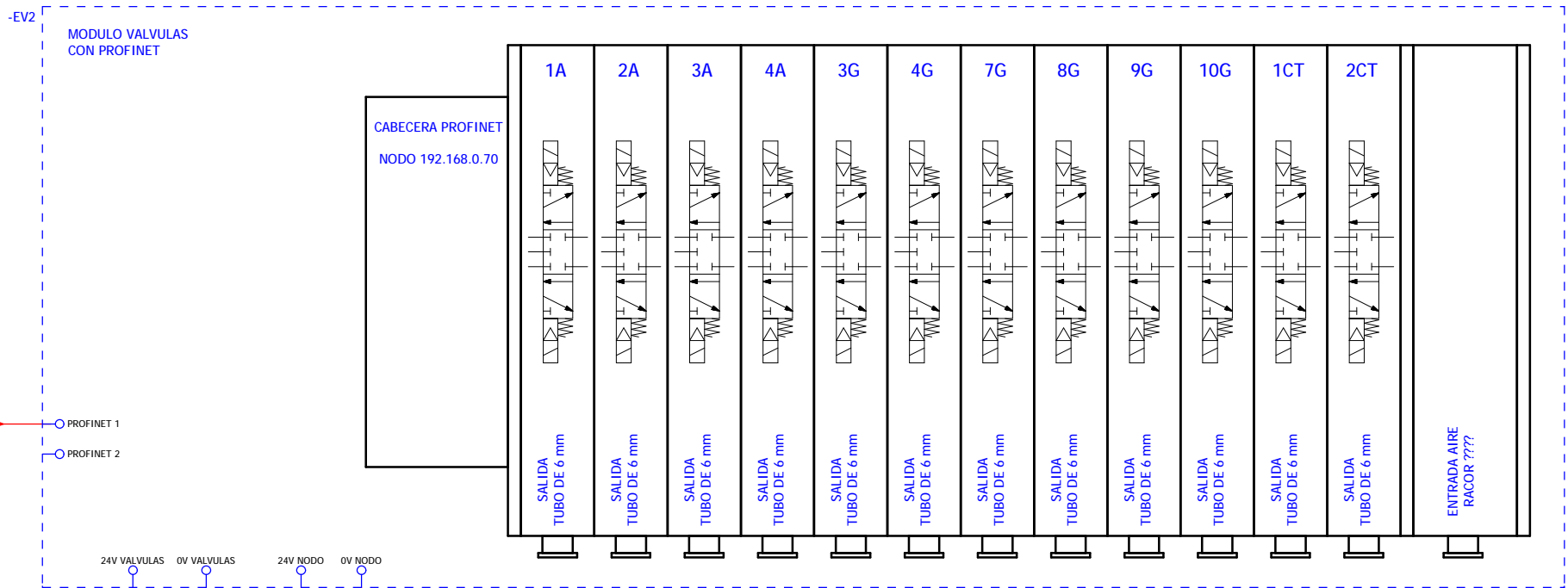
ALIMENTACION 0V  
SEGURIDAD  
VALVULAS

	Fecha	Firma	Empresa	Denominación:	ALIMENTACION VALVULAS	
Dibujado	05/05/2015		Marina Abarquero	Nº De Pedido:	Puesto montaje de bandejas	
Modificado	14/06/2015			Información Proyecto	Pág	101
Revisado	14/06/2015			Puesto montaje de bandejas	De	140



	Fecha	Firma	Empresa	Denominación: VALVULAS 12mm
Dibujado	05/05/2015		Marina Abarquero	Nº De Pedido: Puesto montaje de bandejas
Modificado	14/06/2015			Información Proyecto
Revisado	14/06/2015			Puesto montaje de bandejas
				Pág 102
				De 140





A CONEXION RAPIDA AVANCE/RETROCESO 4 CILINDROS

A CONEXION RAPIDA AVANCE/RETROCESO 10 CILINDROS

A CONEXION RAPIDA AVANCE/RETROCESO 6 CILINDROS

A CONEXION RAPIDA AVANCE/RETROCESO 6 CILINDROS

A CONEXION RAPIDA AVANCE/RETROCESO 4 CILINDROS

A CONEXION RAPIDA AVANCE/RETROCESO 1 CILINDROS

A CONEXION RAPIDA AVANCE/RETROCESO 4 CILINDROS

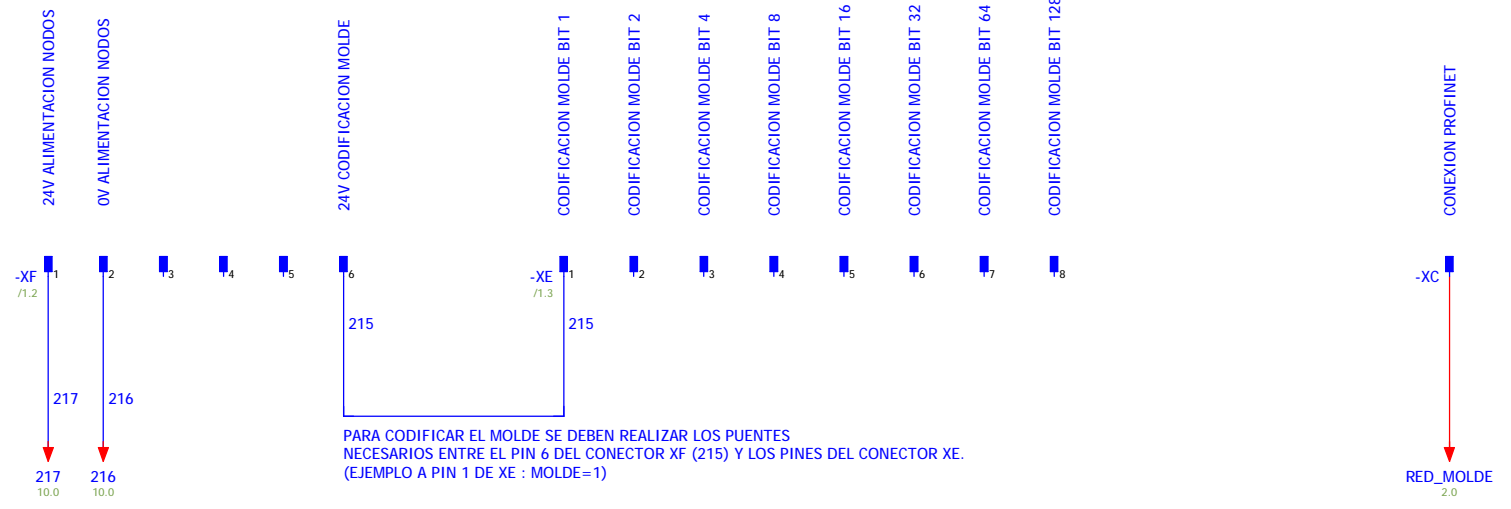
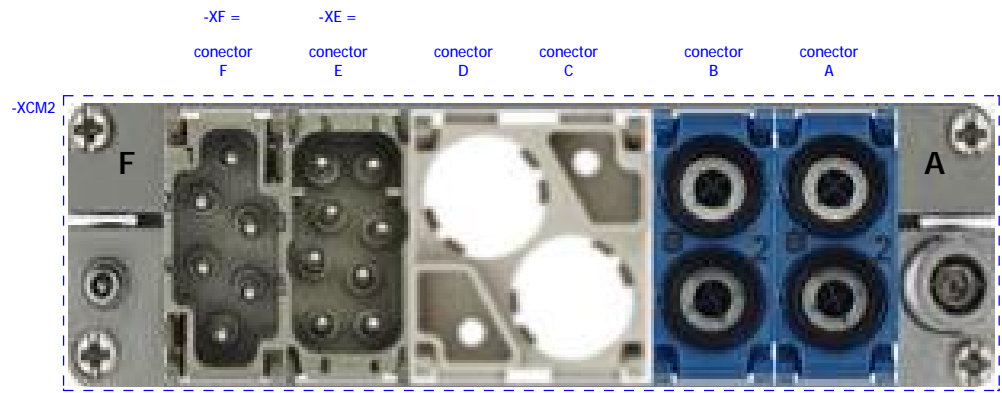
AVANCE/RETROCESO 1 CILINDROS

AVANCE/RETROCESO 1 CILINDROS

AVANCE/RETROCESO 4 CILINDROS

AVANCE/RETROCESO 1 CILINDROS

	Fecha	Firma	Empresa	Denominación: VALVULAS 6mm
Dibujado	06/05/2015		Marina Abarquero	Nº De Pedido: Puesto montaje de bandejas
Modificado	14/06/2015			Información Proyecto
Revisado	14/06/2015			Puesto montaje de bandejas
				Pág 103
				De 140



=2ARMARIO/103

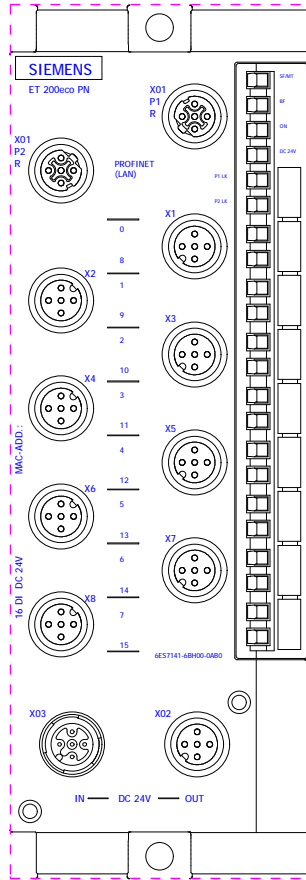
	Fecha	Firma	Empresa	Denominación: CONEXION MOLDE
Dibujado	06/05/2015		Marina Abarquero	Nº De Pedido: Puesto montaje de bandejas
Modificado	14/06/2015			Información Proyecto
Revisado	14/06/2015			Puesto montaje de bandejas
				Pág 1
				De 140

**-NODO1**  
 /21.0  
 /22.0  
 /23.0  
 /24.0  
 /25.0  
 /26.0  
 /27.0  
 /28.0  
 /10.1

**-NODO2**  
 /31.0  
 /32.0  
 /33.0  
 /34.0  
 /35.0  
 /36.0  
 /37.0  
 /38.0  
 /10.3

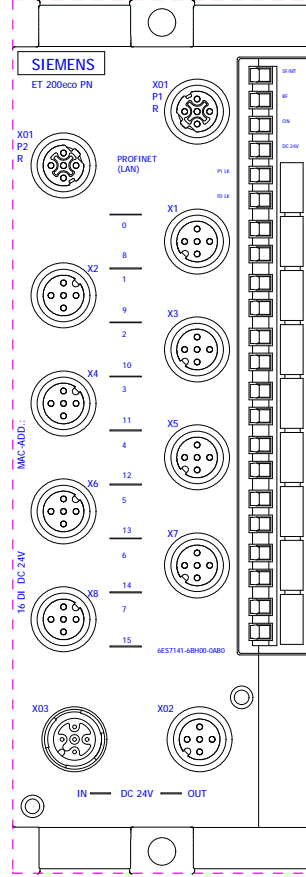
**-NODO3**  
 /41.0  
 /42.0  
 /43.0  
 /44.0  
 /45.0  
 /46.0  
 /47.0  
 /48.0  
 /10.6

1.8 / RED\_MOLDE → -X01\_P1



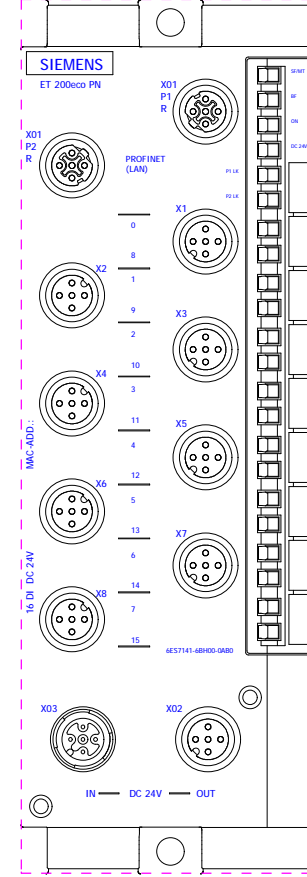
**NODO 192.168.0.101**  
 Movimiento bandeja

-X01\_P2 → -X01\_P1



**NODO 192.168.0.102**  
 Pisadores

-X01\_P2 → -X01\_P1



**NODO 192.168.0.103**  
 Mix

-X01\_P2 → RED\_MOLDE1 / 3.0

	Fecha	Firma	Empresa
Dibujado	06/05/2015		Marina Abarquero
Modificado	14/06/2015		
Revisado	14/06/2015		

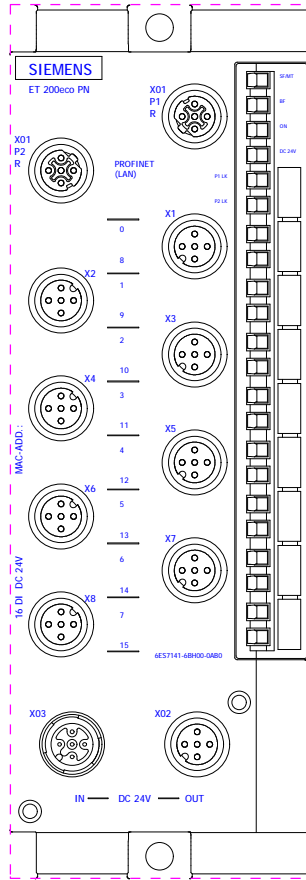
Denominación: RED MOLDE	
N° De Pedido: Puesto montaje de bandejas	
Información Proyecto	Pág 2
Puesto montaje de bandejas	De 140

**-NODO4**  
 /51.0  
 /52.0  
 /53.0  
 /54.0  
 /55.0  
 /56.0  
 /57.0  
 /58.0  
 /11.1

**-NODO5**  
 /61.0  
 /62.0  
 /63.0  
 /64.0  
 /65.0  
 /66.0  
 /67.0  
 /68.0  
 /11.3

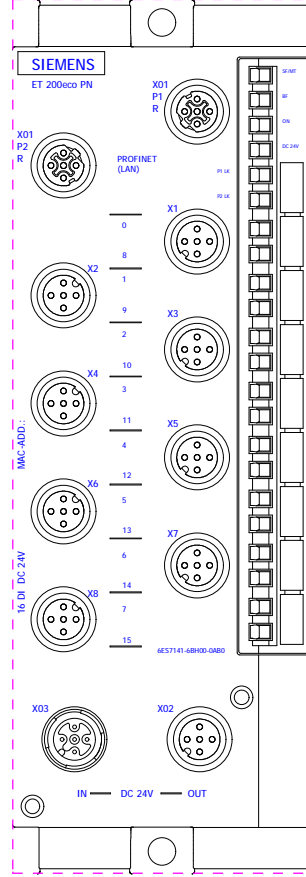
**-NODO6**  
 /71.0  
 /72.0  
 /73.0  
 /74.0  
 /75.0  
 /76.0  
 /77.0  
 /78.0  
 /11.6

2.8 / RED\_MOLDE1 → -X01\_P1



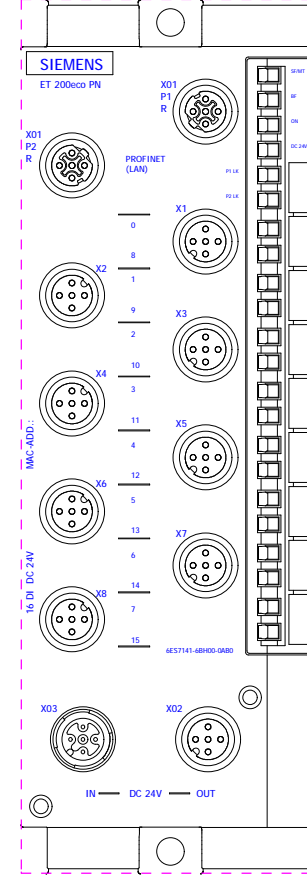
**NODO 192.168.0.104**  
 Mix

-X01\_P2 → -X01\_P1



**NODO 192.168.0.105**  
 BT E/F

-X01\_P2 → -X01\_P1



**NODO 192.168.0.106**  
 Cordon H/J

-X01\_P2 → RED\_MOLDE2 / 4.0

	Fecha	Firma	Empresa
Dibujado	06/05/2015		Marina Abarquero
Modificado	14/06/2015		
Revisado	14/06/2015		

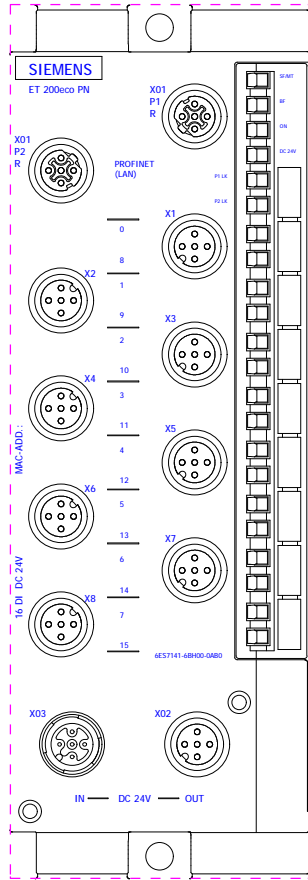
Denominación: RED MOLDE	
Nº De Pedido: Puesto montaje de bandejas	
Información Proyecto	Pág 3
Puesto montaje de bandejas	De 140

**-NODO7**  
 /81.0  
 /82.0  
 /83.0  
 /84.0  
 /85.0  
 /86.0  
 /87.0  
 /88.0  
 /12.1

**-NODO8**  
 /91.0  
 /92.0  
 /93.0  
 /94.0  
 /95.0  
 /96.0  
 /97.0  
 /98.0  
 /12.3

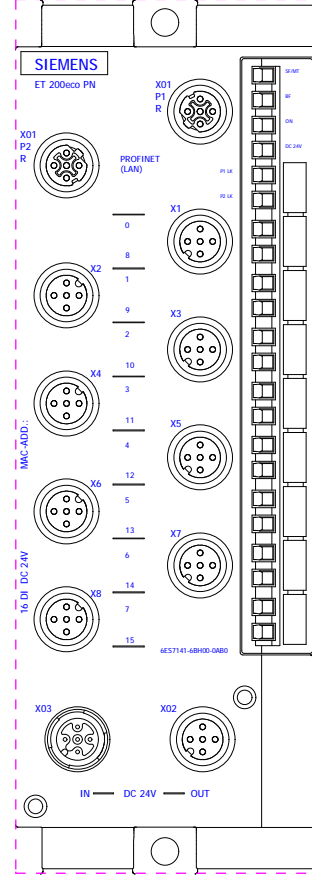
**-NODO9**  
 /101.0  
 /102.0  
 /103.0  
 /104.0  
 /105.0  
 /106.0  
 /107.0  
 /108.0  
 /12.6

3.8 / RED\_MOLDE2 → -X01\_P1



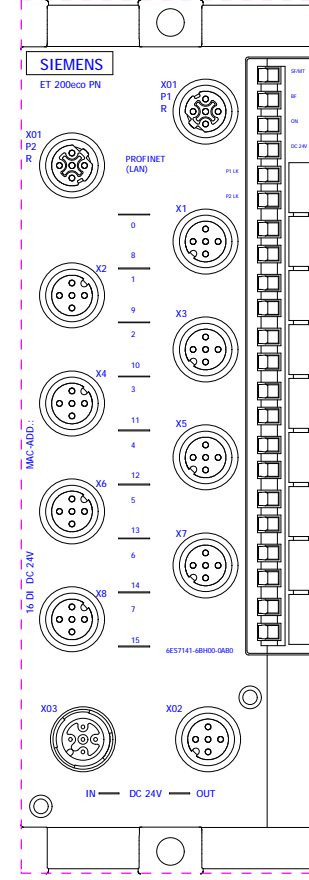
**NODO 192.168.0.107**  
 BL C/D

-X01\_P1 → -X01\_P2



**NODO 192.168.0.108**  
 OMEGA A/B

-X01\_P2 → -X01\_P1

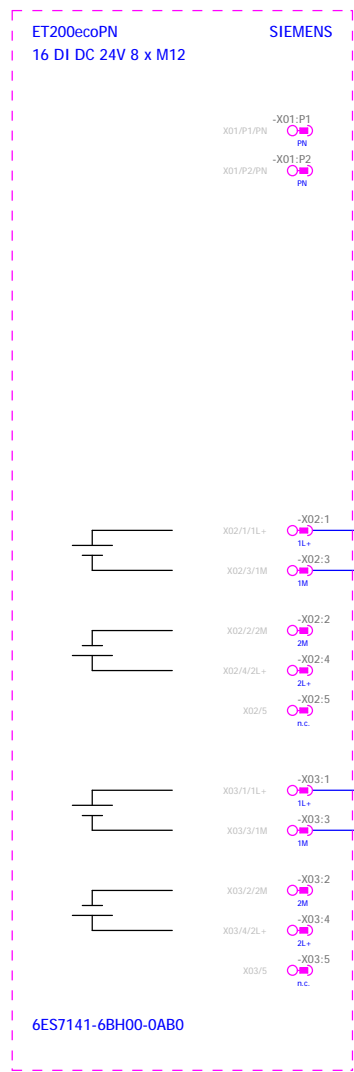


**NODO 192.168.0.109**  
 BT B/C

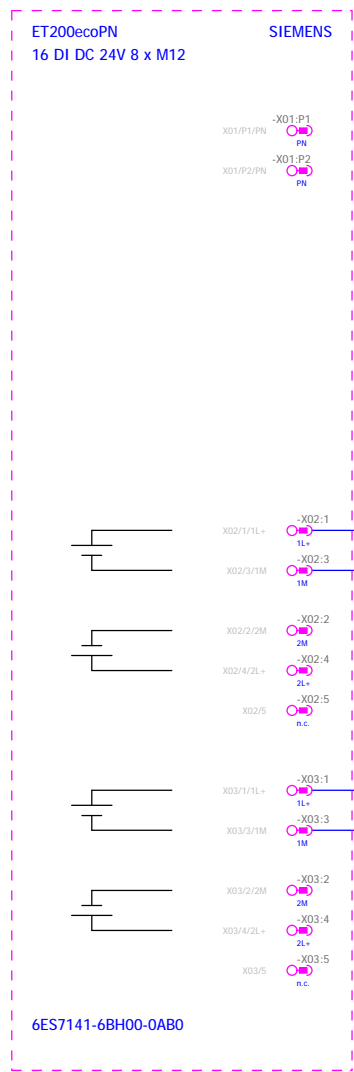
	Fecha	Firma	Empresa
Dibujado	06/05/2015		Marina Abarquero
Modificado	14/06/2015		
Revisado	14/06/2015		

Denominación: RED MOLDE	
Nº De Pedido: Puesto montaje de bandejas	
Información Proyecto	Pág 4
Puesto montaje de bandejas	De 140

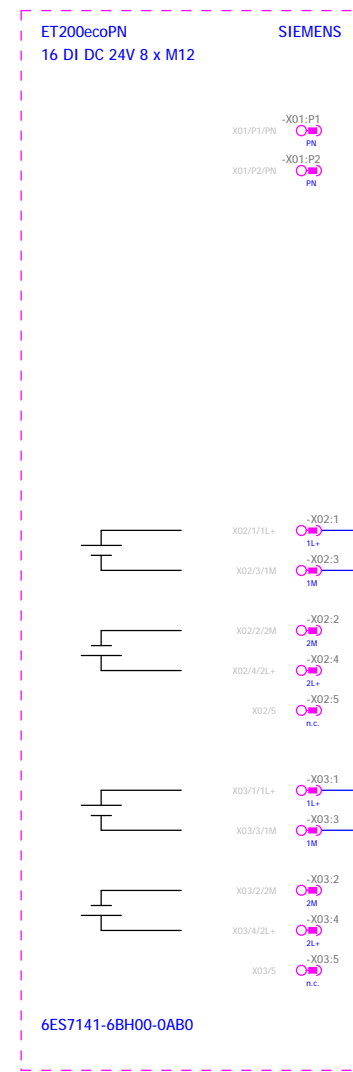
-NODO1  
/2.1



-NODO2  
/2.4



-NODO3  
/2.6



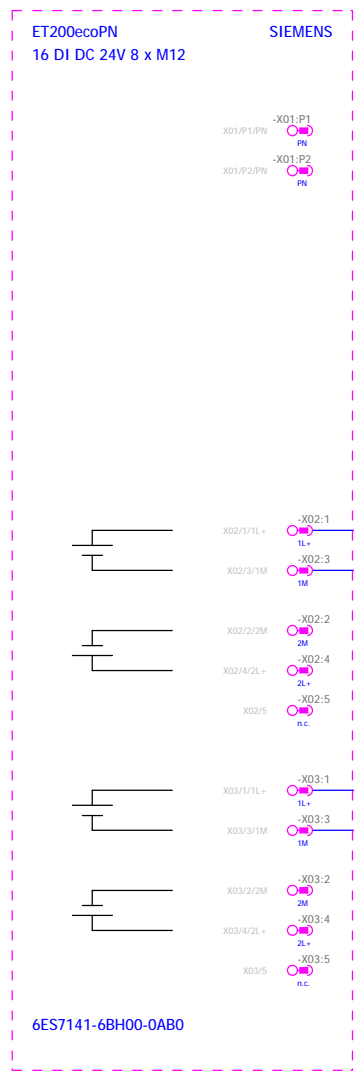
1.1 / 217 → 217

1.1 / 216 → 216

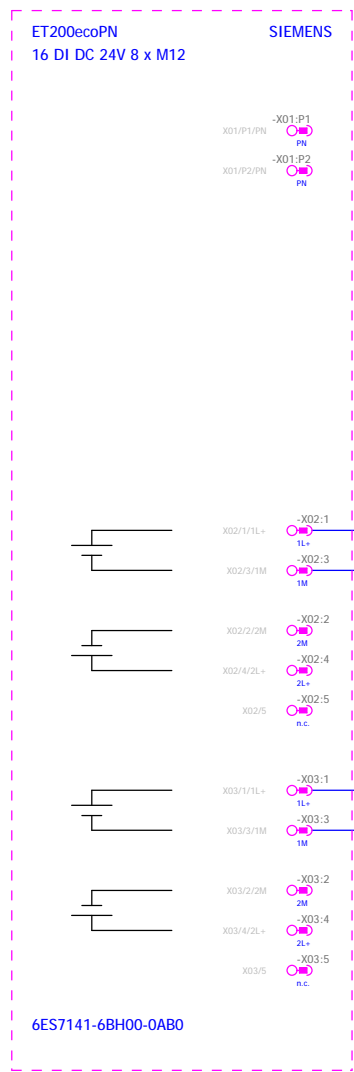
	Fecha	Firma	Empresa
Dibujado	06/05/2015		Marina Abarquero
Modificado	14/06/2015		
Revisado	14/06/2015		

Denominación: ALIMENTACION NODOS	
Nº De Pedido: Puesto montaje de bandejas	
Información Proyecto	Pág 10
Puesto montaje de bandejas	De 140

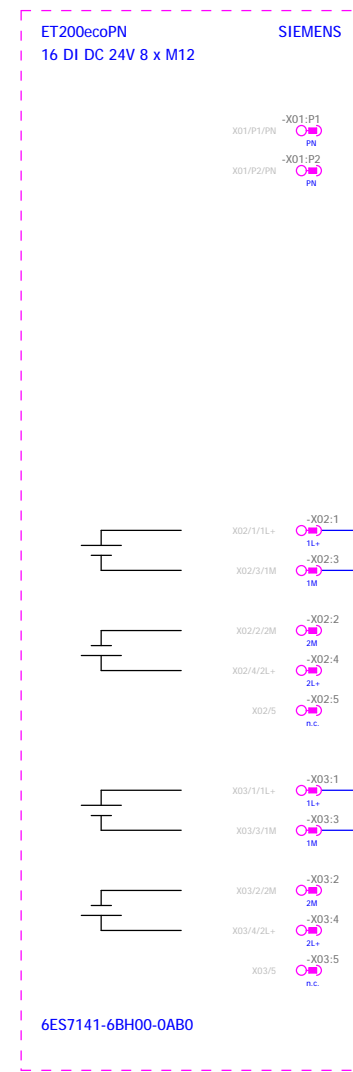
**-NODO4**  
/3.1



**-NODO5**  
/3.4



**-NODO6**  
/3.6

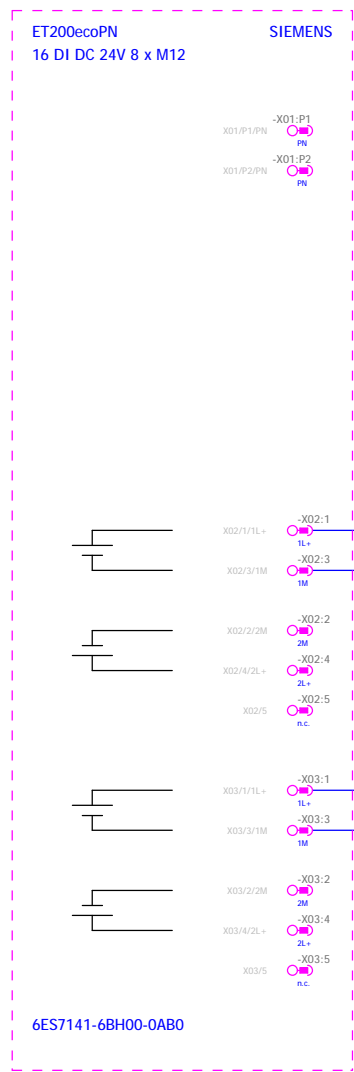


10.8 / 217 → 217  
10.8 / 216 → 216

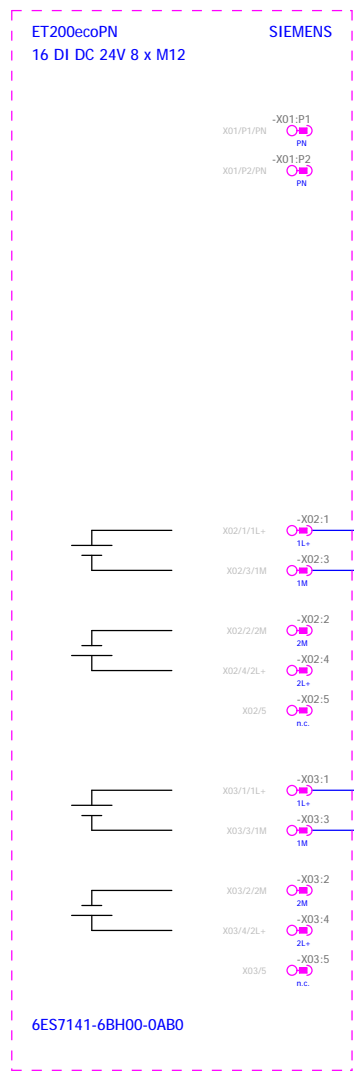
	Fecha	Firma	Empresa
Dibujado	06/05/2015		Marina Abarquero
Modificado	14/06/2015		
Revisado	14/06/2015		

Denominación: ALIMENTACION NODOS	
Nº De Pedido: Puesto montaje de bandejas	
Información Proyecto	Pág 11
Puesto montaje de bandejas	De 140

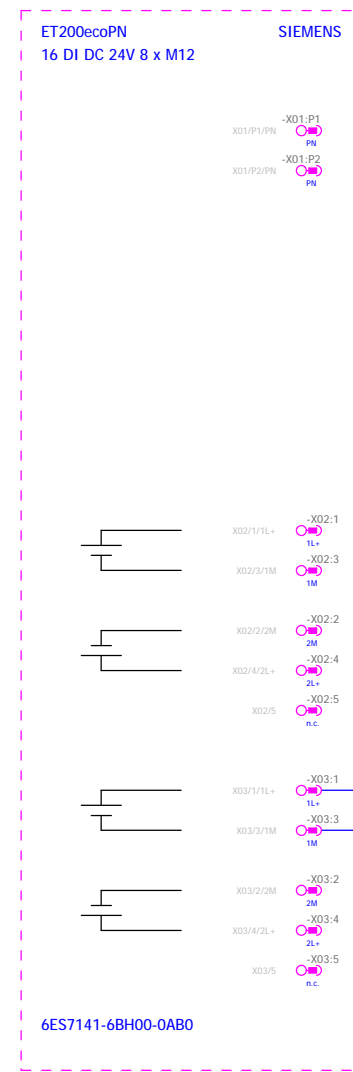
**-NODO7**  
/4.1



**-NODO8**  
/4.4



**-NODO9**  
/4.6



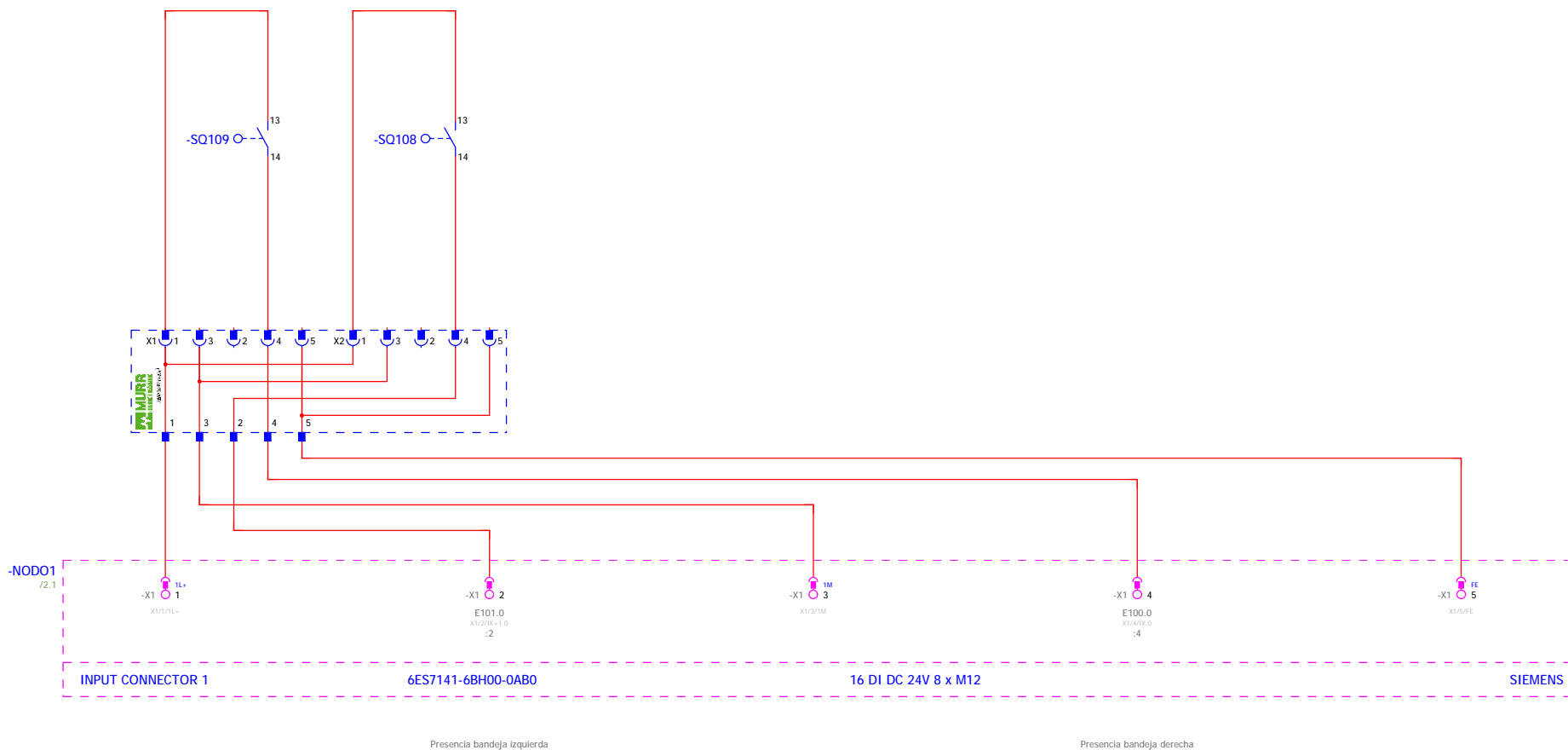
11.8 / 217 → 217

11.8 / 216 → 216

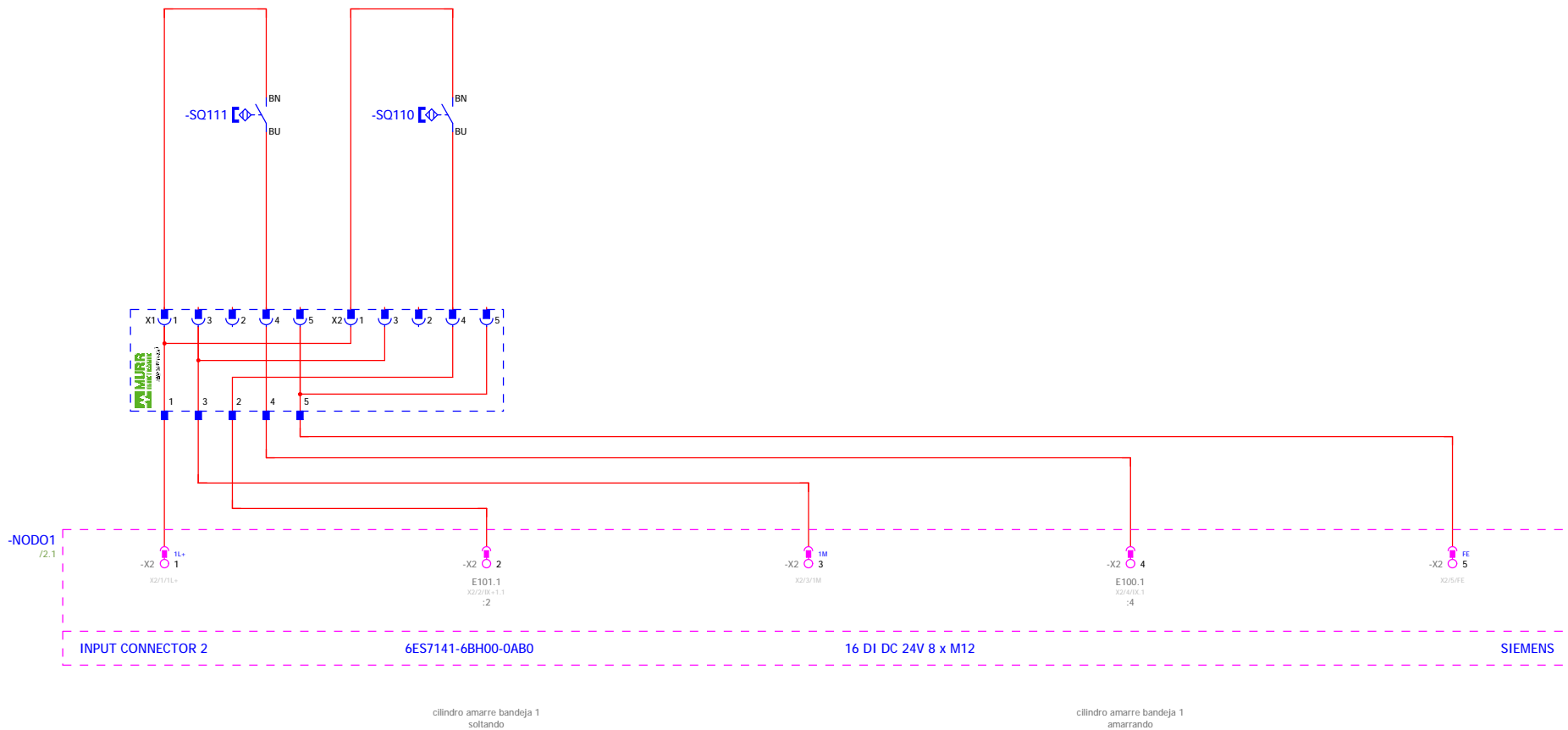
	Fecha	Firma	Empresa
Dibujado	06/05/2015		Marina Abarquero
Modificado	14/06/2015		
Revisado	14/06/2015		

Denominación: ALIMENTACION NODOS	
Nº De Pedido: Puesto montaje de bandejas	
Información Proyecto	Pág 12
Puesto montaje de bandejas	De 140



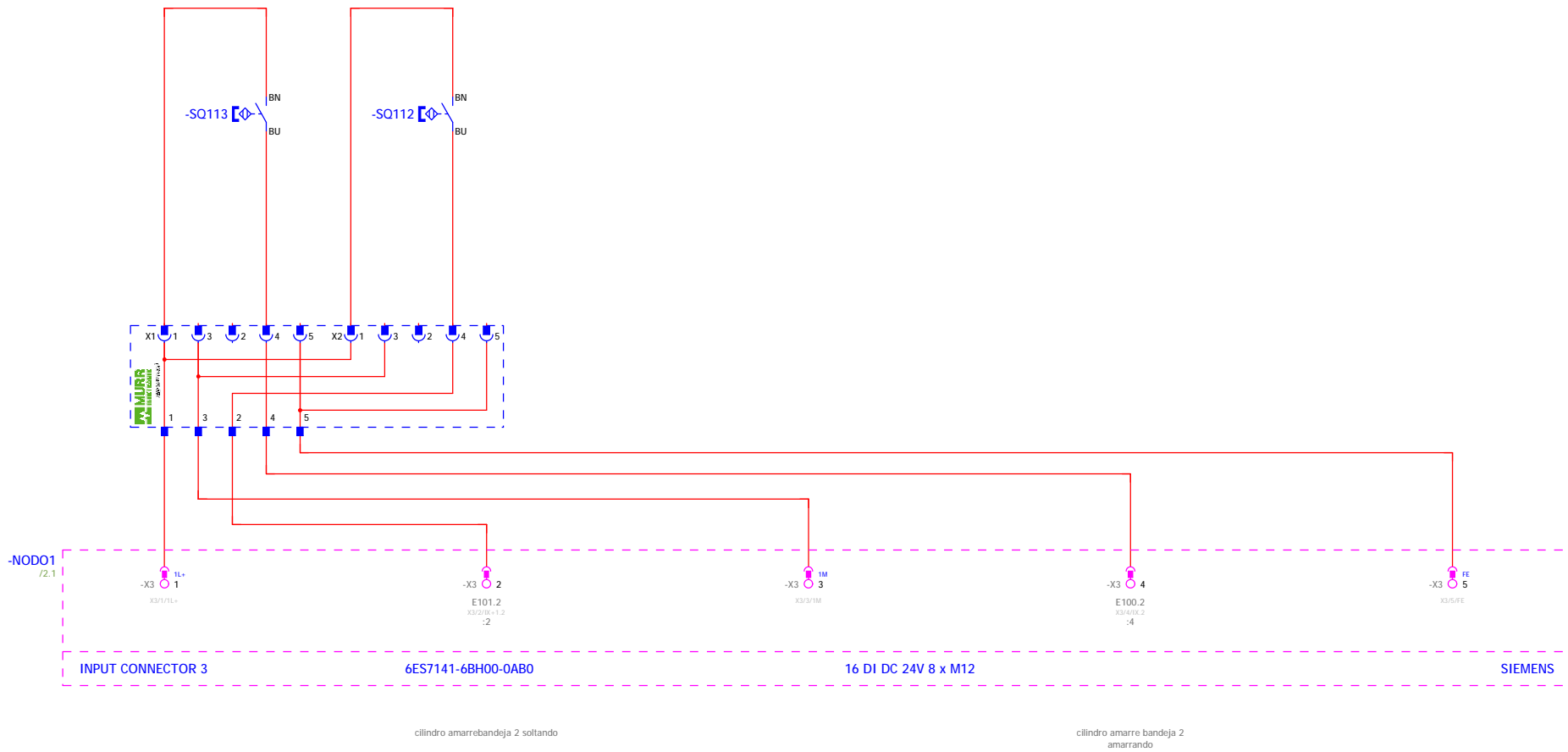


	Fecha	Firma	Empresa	Denominación: ENTRADAS NODO1 X1
Dibujado	06/05/2015		Marina Abarquero	Nº De Pedido: Puesto montaje de bandejas
Modificado	14/06/2015			Información Proyecto
Revisado	14/06/2015			Puesto montaje de bandejas
				Pág 21
				De 140

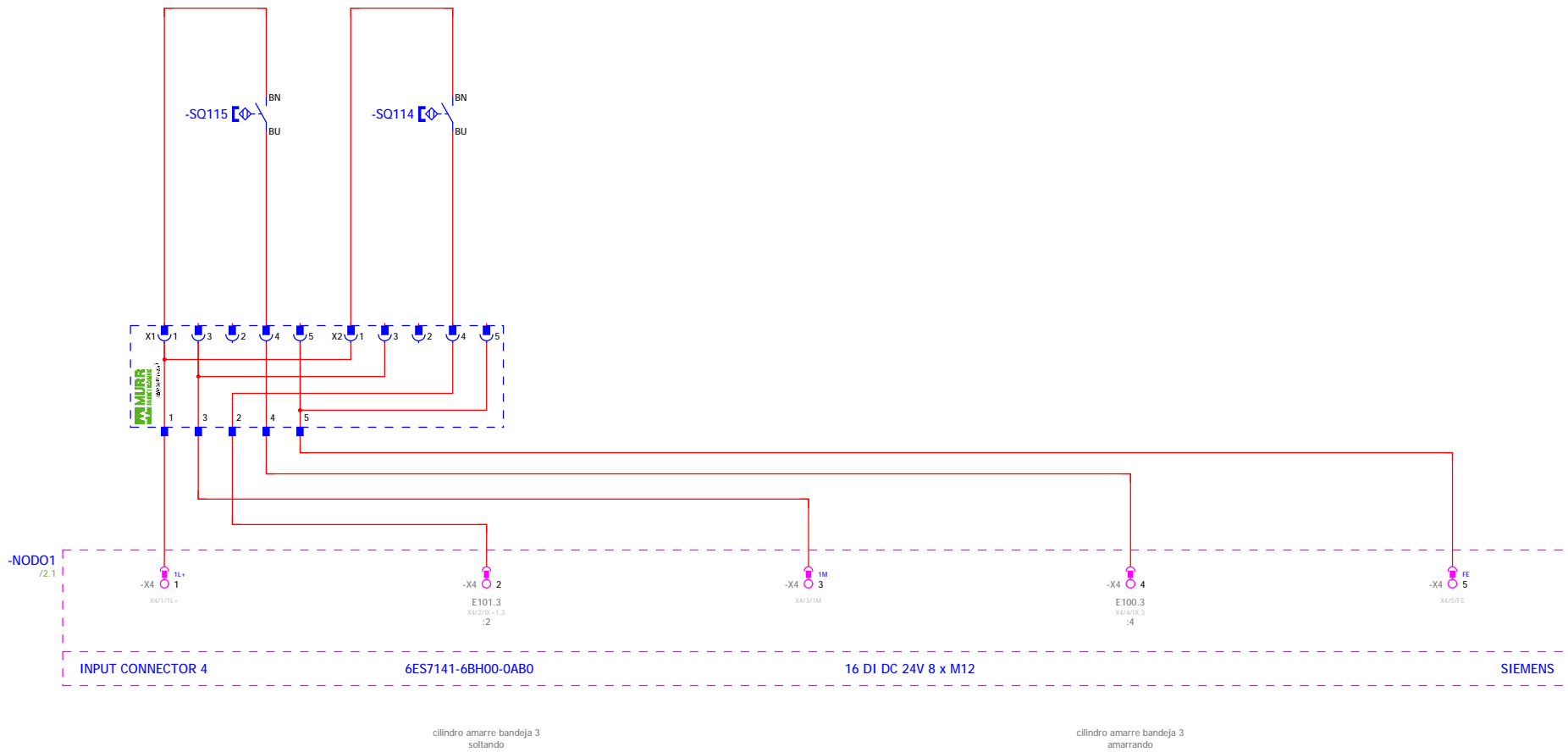


	Fecha	Firma	Empresa
Dibujado	06/05/2015		Marina Abarquero
Modificado	14/06/2015		
Revisado	14/06/2015		

Denominación: ENTRADAS NODO1 X2	
Nº De Pedido: Puesto montaje de bandejas	
Información Proyecto	Pág 22
Puesto montaje de bandejas	De 140

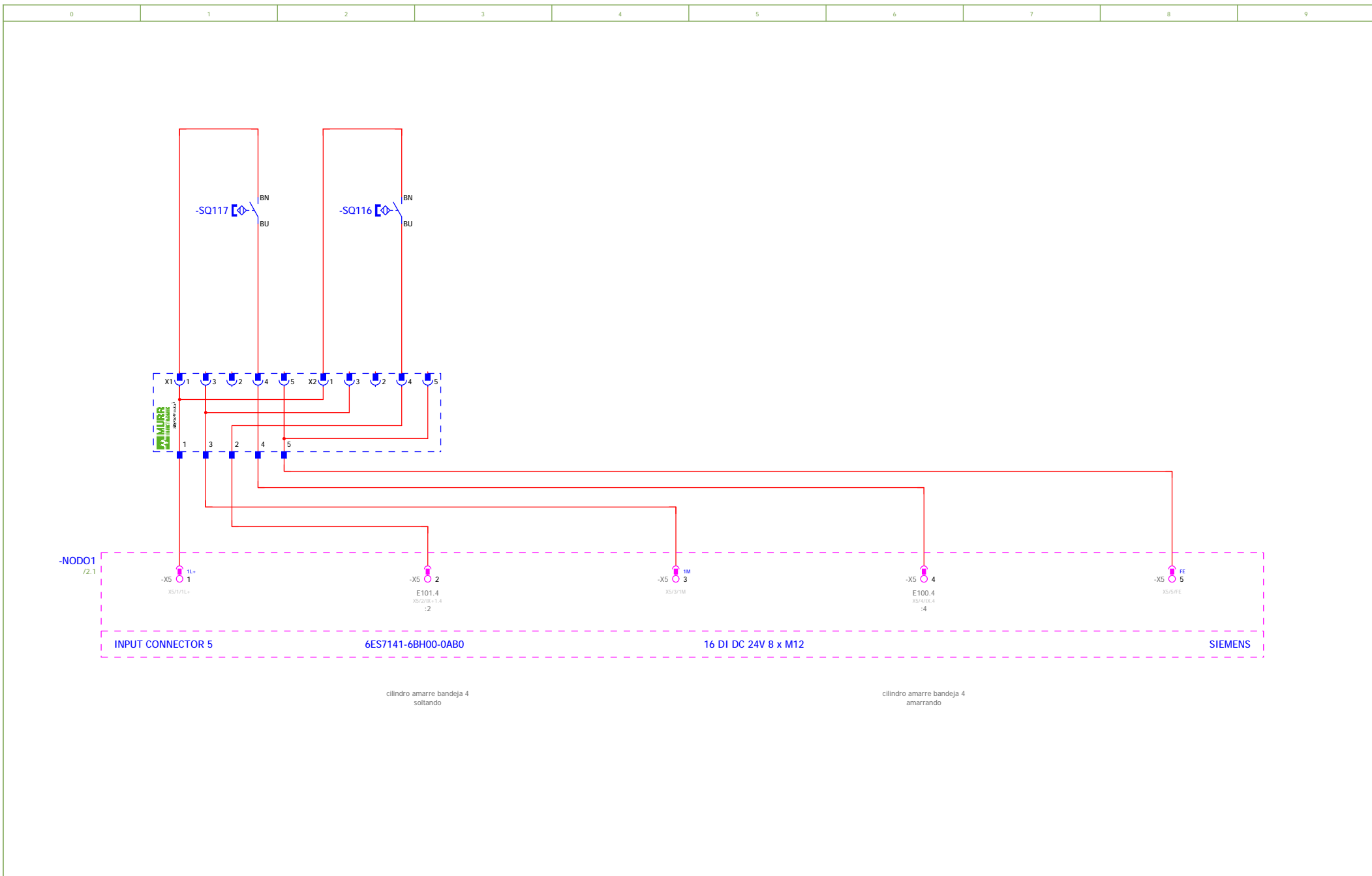


	Fecha	Firma	Empresa	Denominación: ENTRADAS NODO1 X3
Dibujado	06/05/2015		Marina Abarquero	Nº De Pedido: Puesto montaje de bandejas
Modificado	14/06/2015			Información Proyecto
Revisado	14/06/2015			Puesto montaje de bandejas
				Pág 23
				De 140



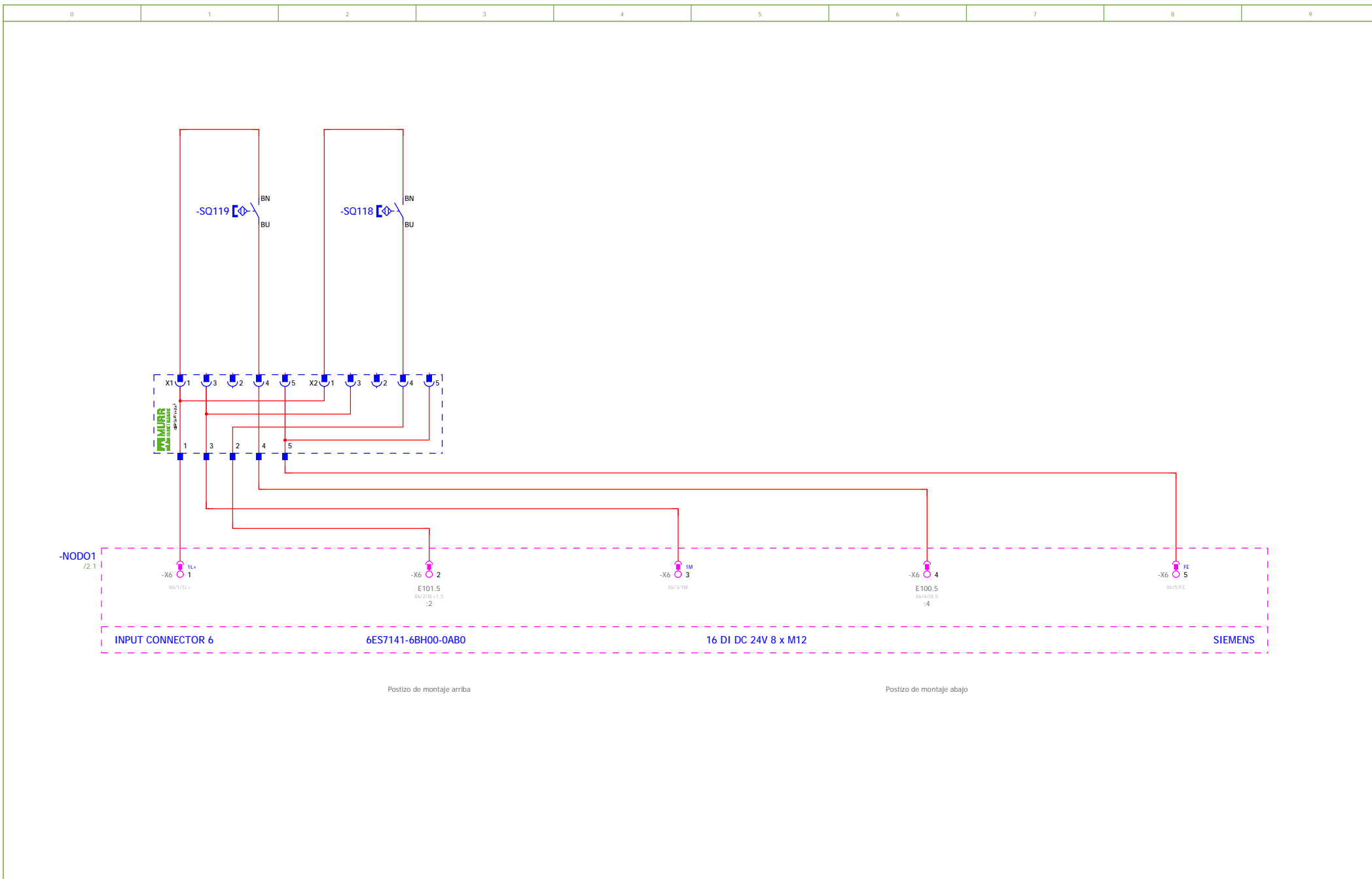
	Fecha	Firma	Empresa
Dibujado	06/05/2015		Marina Abarquero
Modificado	14/06/2015		
Revisado	14/06/2015		

Denominación: ENTRADAS NODO1 X4	
Nº De Pedido: Puesto montaje de bandejas	
Información Proyecto	Pág 24
Puesto montaje de bandejas	De 140

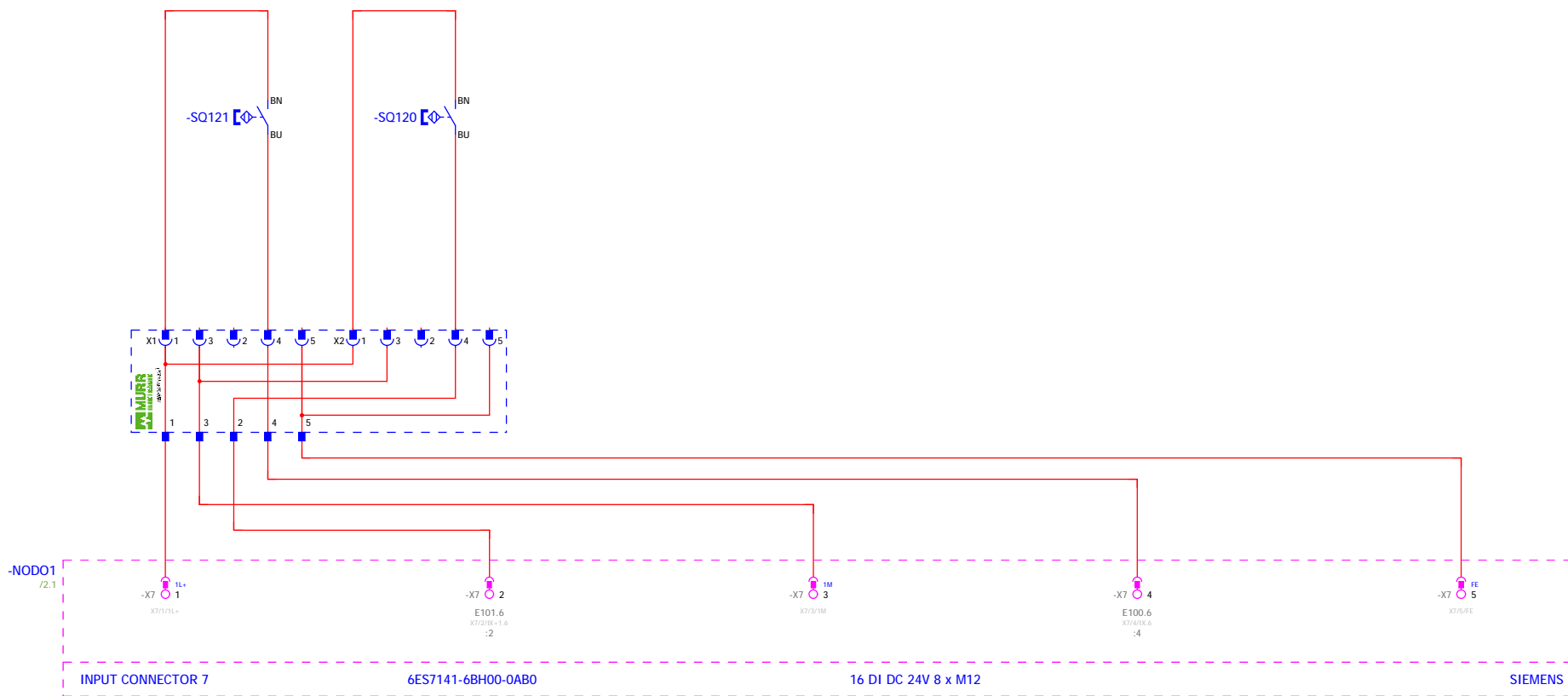


	Fecha	Firma	Empresa
Dibujado	06/05/2015		Marina Abarquero
Modificado	14/06/2015		
Revisado	14/06/2015		

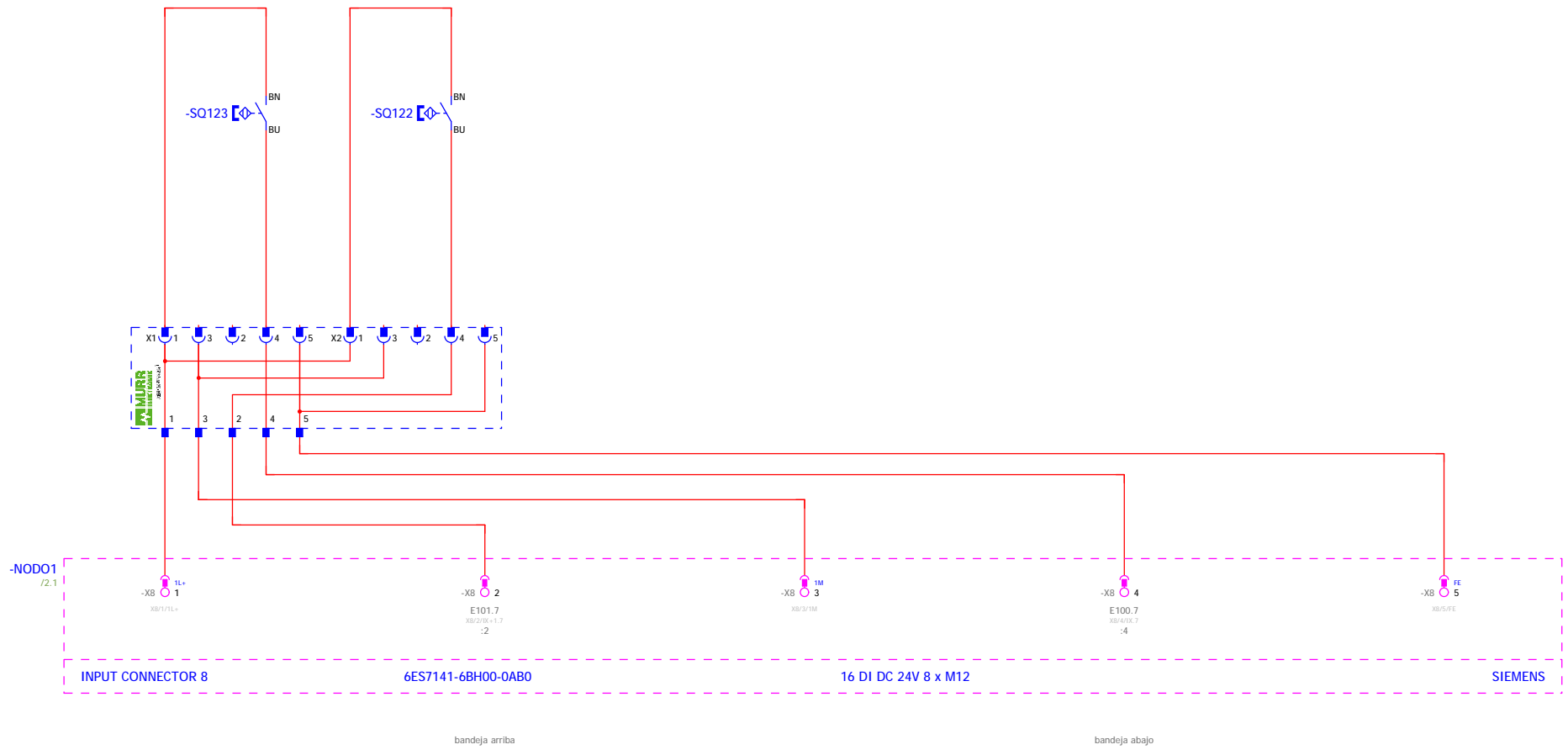
Denominación: ENTRADAS NODO1 X5	
Nº De Pedido: Puesto montaje de bandejas	
Información Proyecto	Pág 25
Puesto montaje de bandejas	De 140



	Fecha	Firma	Empresa	Denominación:	ENTRADAS NODO1 X6	
Dibujado	06/05/2015		Marina Abarquero	Nº De Pedido:	Puesto montaje de bandejas	
Modificado	14/06/2015			Información Proyecto	Pág	26
Revisado	14/06/2015			Puesto montaje de bandejas	De	140

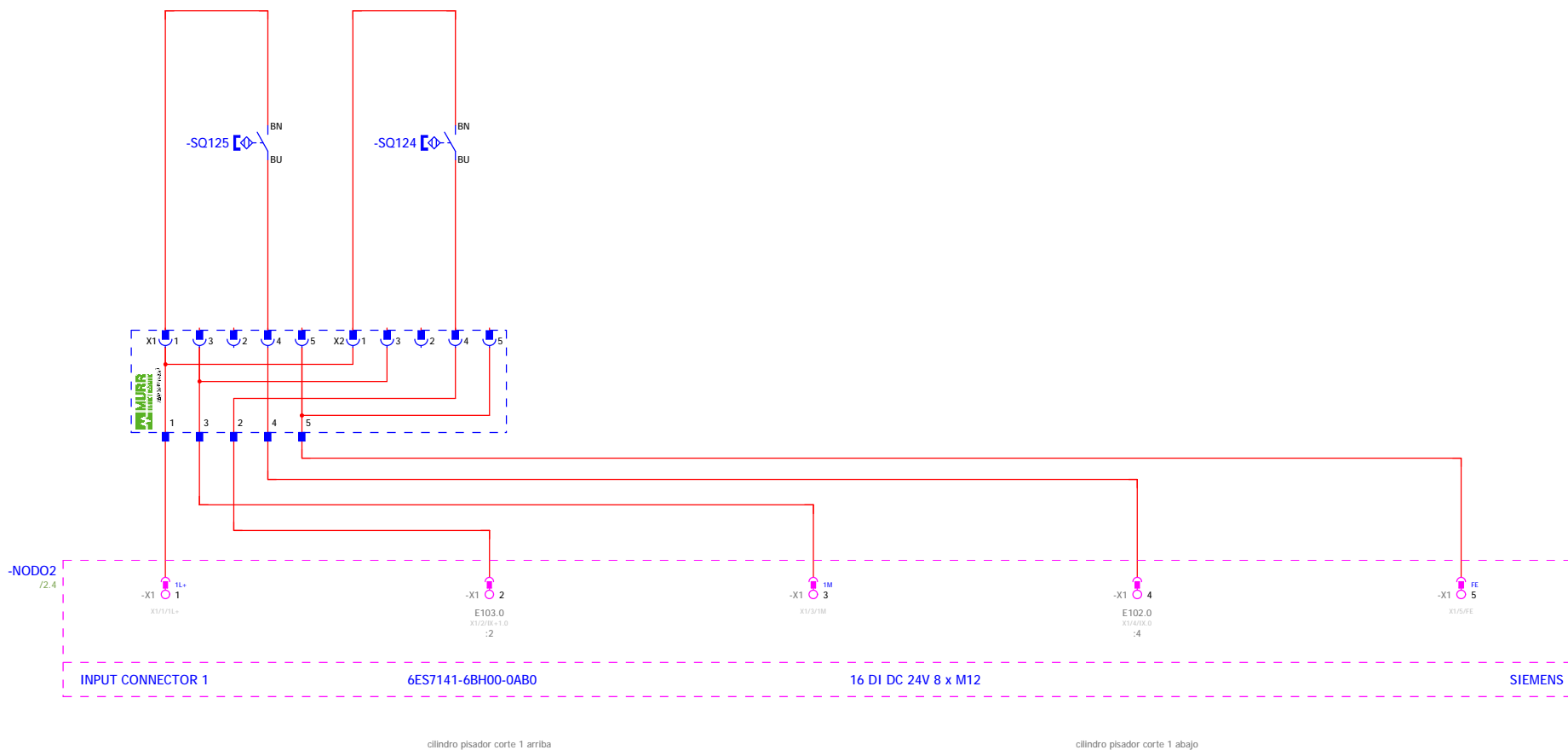


	Fecha	Firma	Empresa		Denominación:	ENTRADAS NODO1 X7	
Dibujado	06/05/2015		Marina Abarquero		Nº De Pedido:	Puesto montaje de bandejas	
Modificado	14/06/2015				Información Proyecto	Pág	27
Revisado	14/06/2015				Puesto montaje de bandejas	De	140

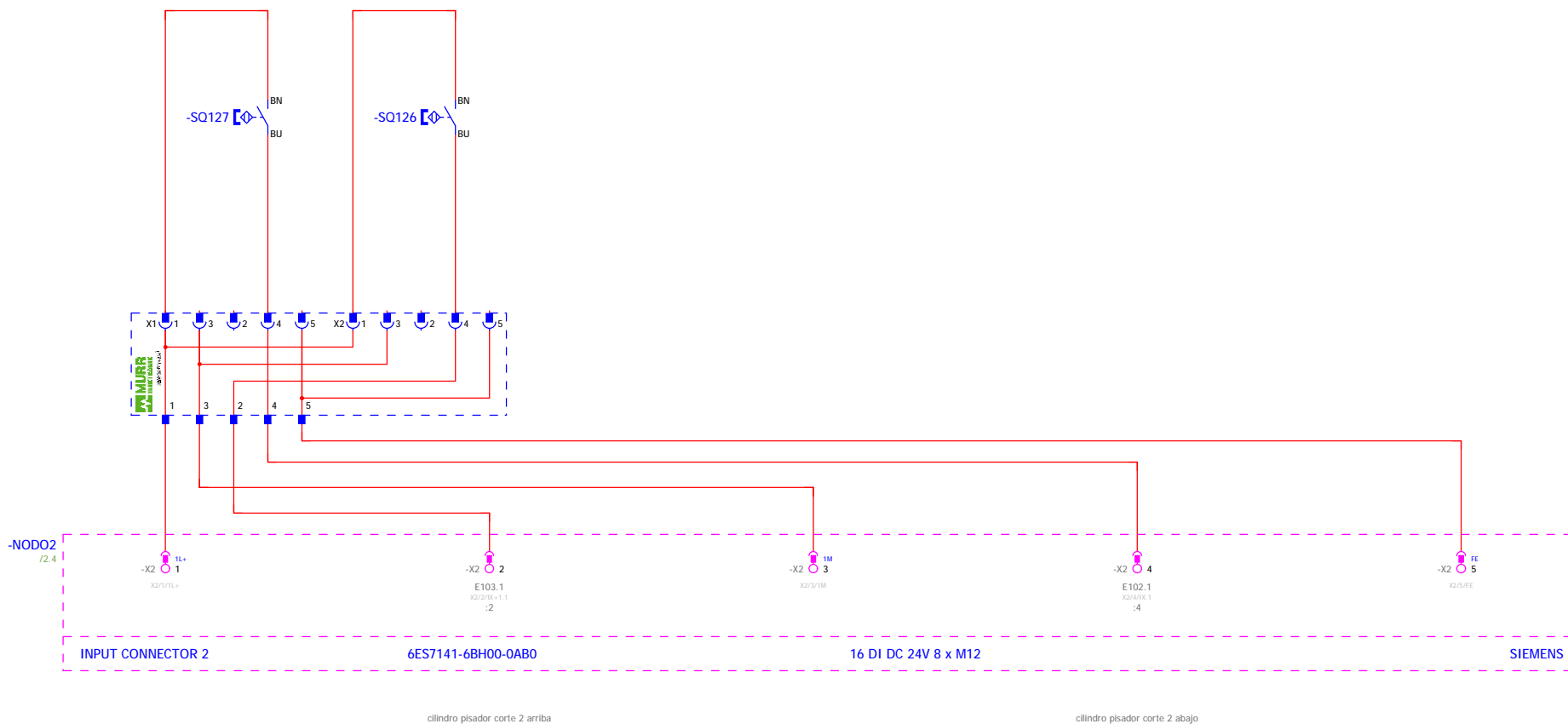


	Fecha	Firma	Empresa	Denominación: ENTRADAS NODO1 X8
Dibujado	06/05/2015		Marina Abarquero	Nº De Pedido: Puesto montaje de bandejas
Modificado	14/06/2015			Información Proyecto
Revisado	14/06/2015			Puesto montaje de bandejas
				Pág 28
				De 140

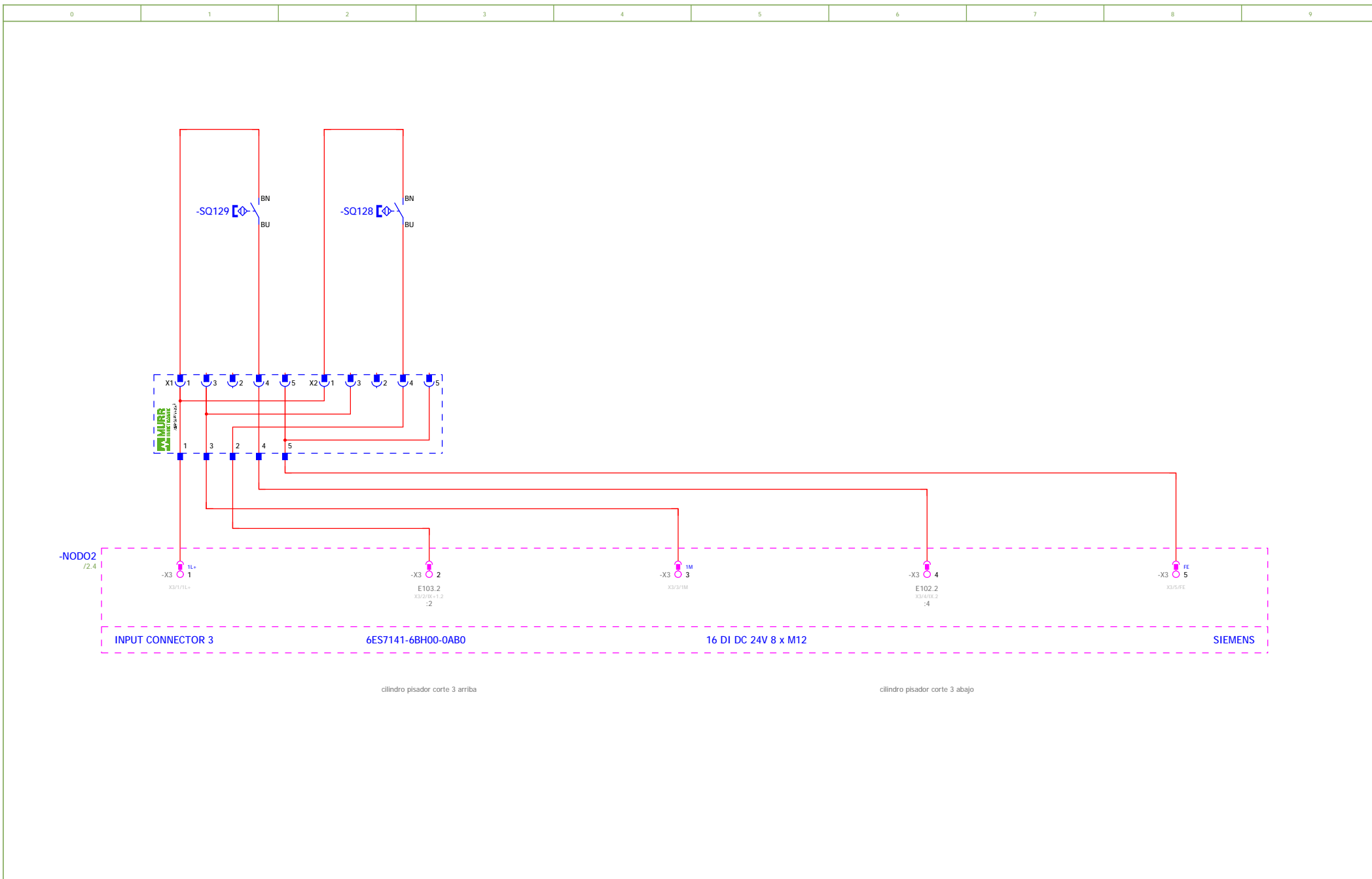




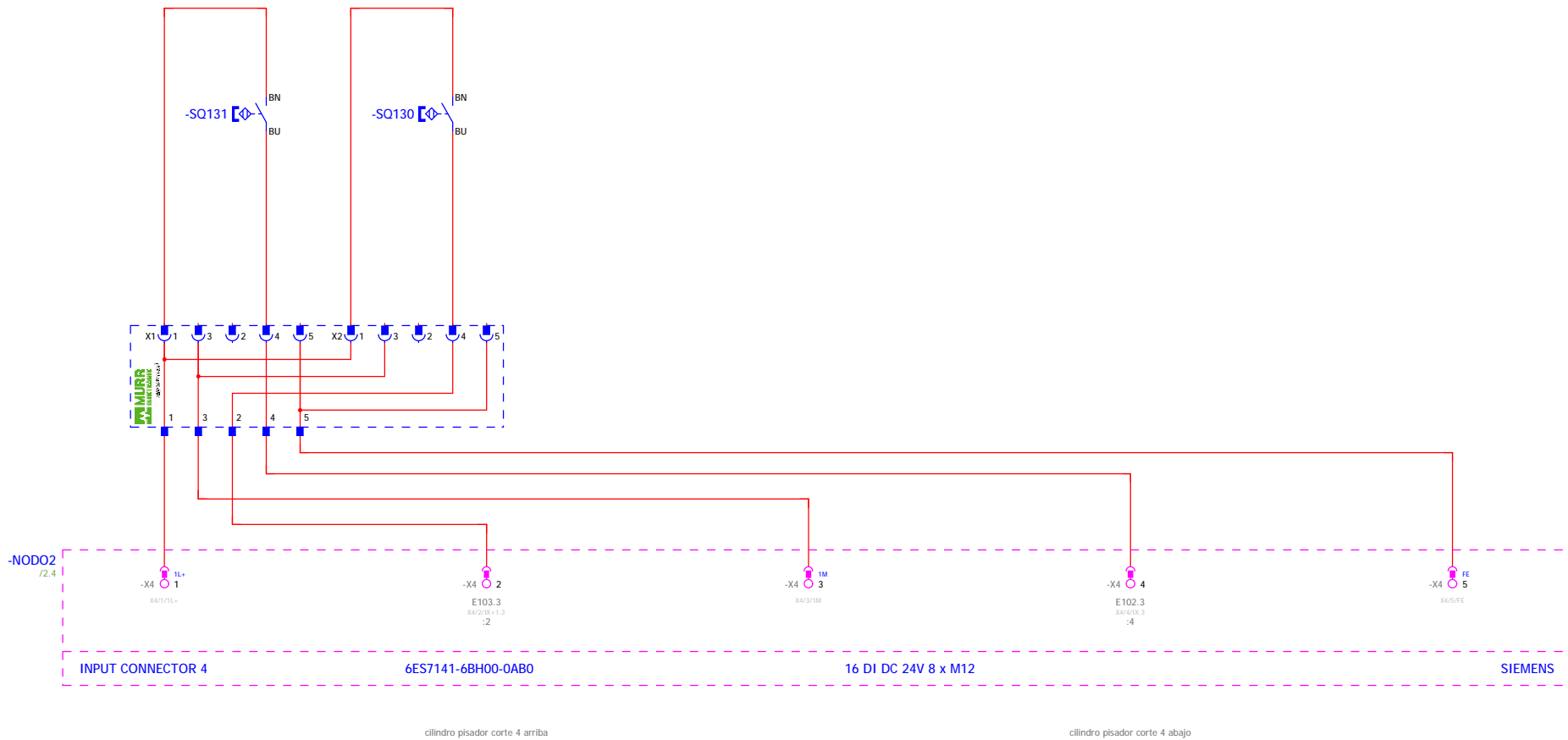
	Fecha	Firma	Empresa	Denominación: ENTRADAS NODO2 X1
Dibujado	06/05/2015		Marina Abarquero	Nº De Pedido: Puesto montaje de bandejas
Modificado	14/06/2015			Información Proyecto
Revisado	14/06/2015			Puesto montaje de bandejas
				Pág 31
				De 140



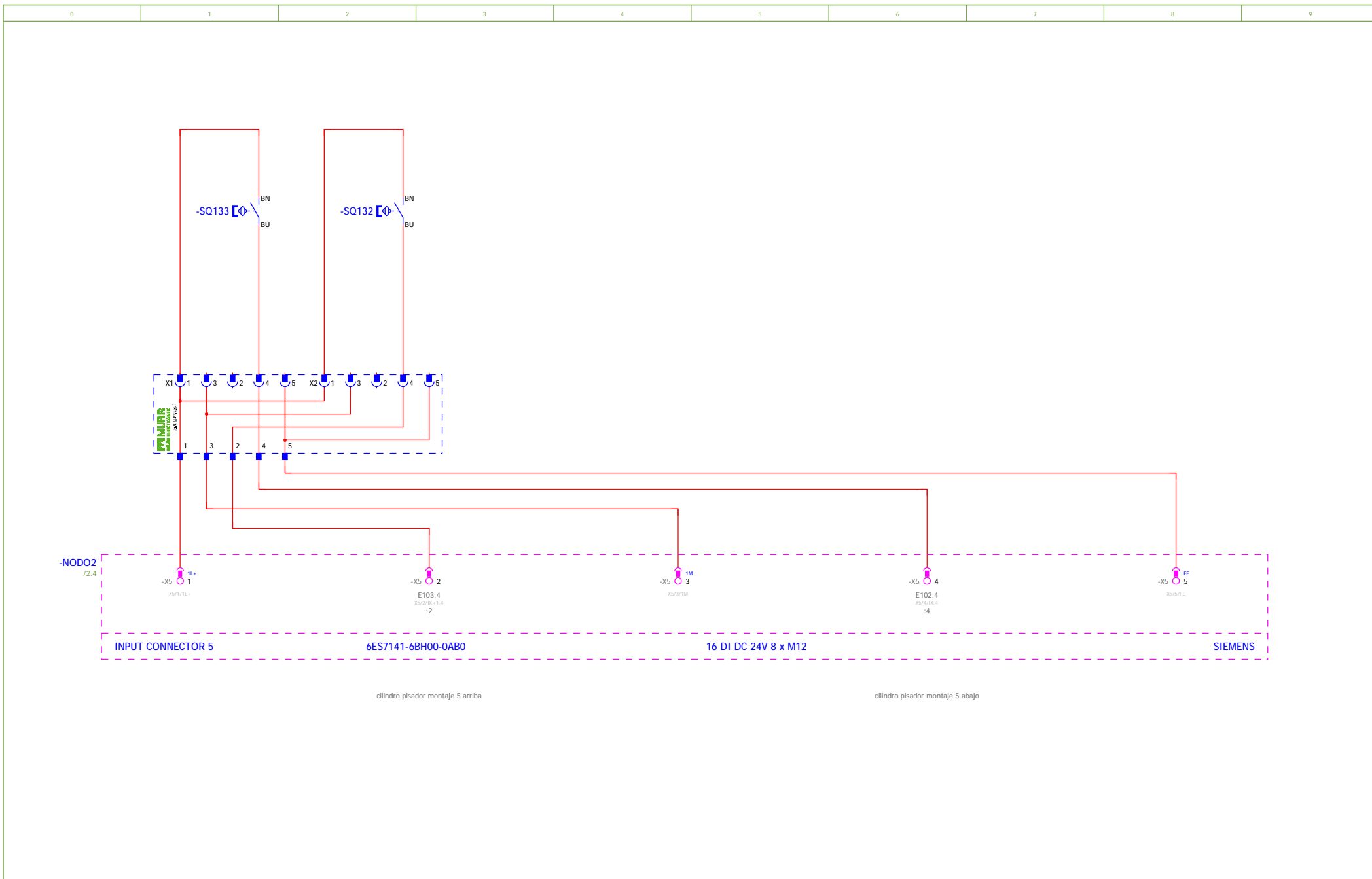
	Fecha	Firma	Empresa	Denominación: ENTRADAS NODO2 X2
Dibujado	06/05/2015		Marina Abarquero	Nº De Pedido: Puesto montaje de bandejas
Modificado	14/06/2015			Información Proyecto
Revisado	14/06/2015			Puesto montaje de bandejas
				Pág 32
				De 140



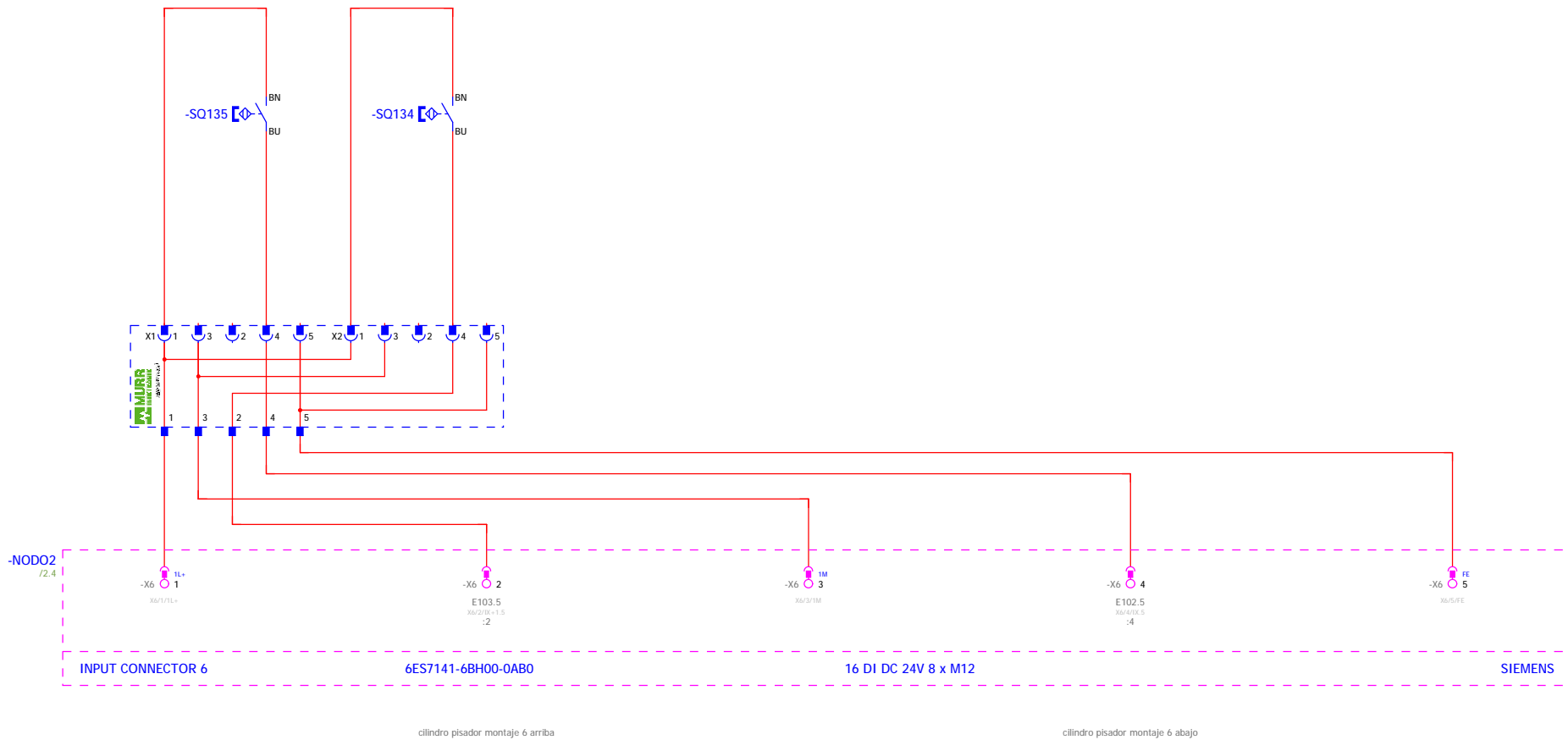
	Fecha	Firma	Empresa	Denominación: ENTRADAS NODO2 X3
Dibujado	06/05/2015		Marina Abarquero	Nº De Pedido: Puesto montaje de bandejas
Modificado	14/06/2015			Información Proyecto
Revisado	14/06/2015			Puesto montaje de bandejas
				Pág 33
				De 140



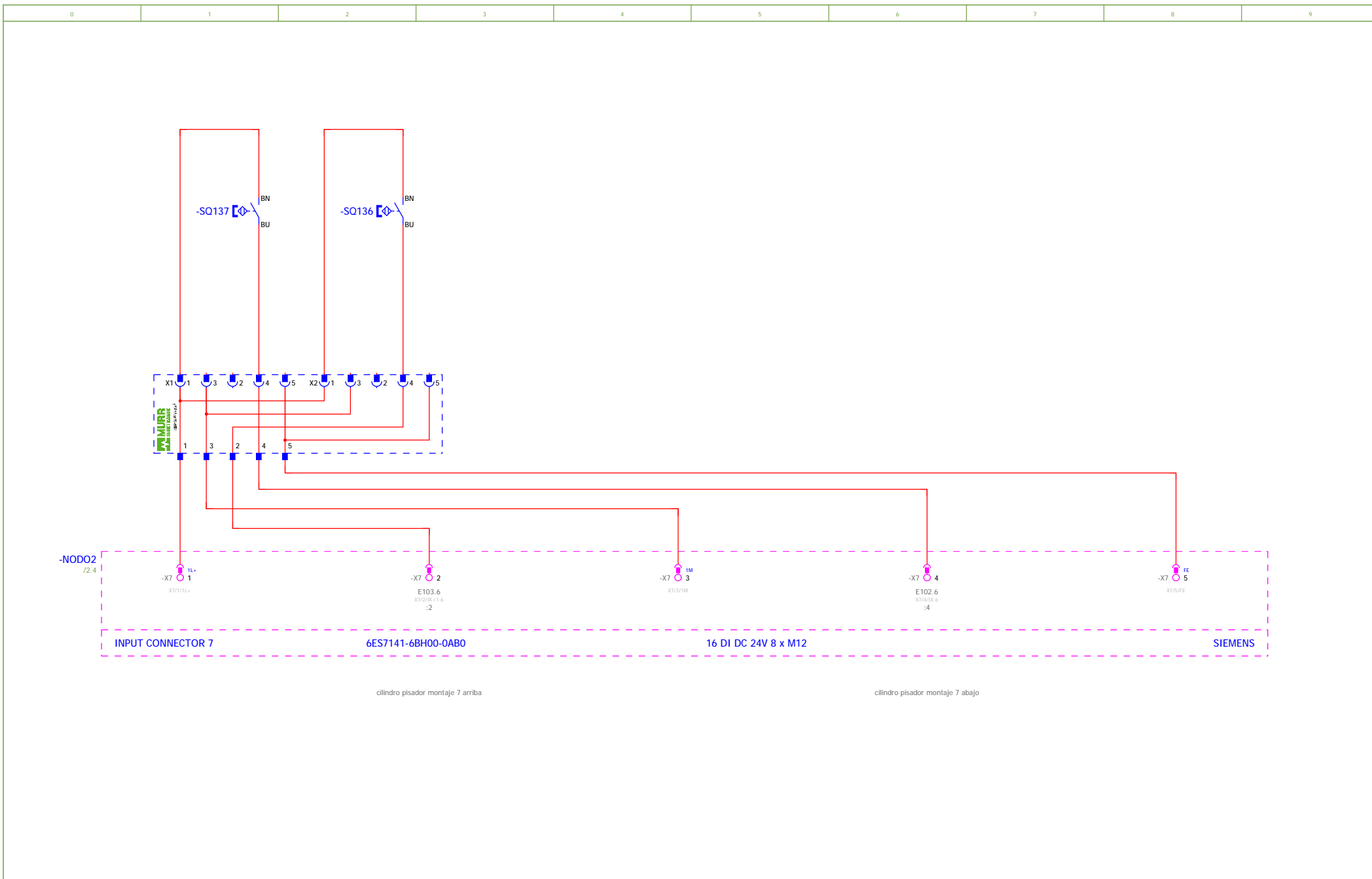
	Fecha	Firma	Empresa	Denominación: ENTRADAS NODO2 X4
Dibujado	06/05/2015		Marina Abarquero	Nº De Pedido: Puesto montaje de bandejas
Modificado	14/06/2015			Información Proyecto
Revisado	14/06/2015			Puesto montaje de bandejas
				Pág 34
				De 140



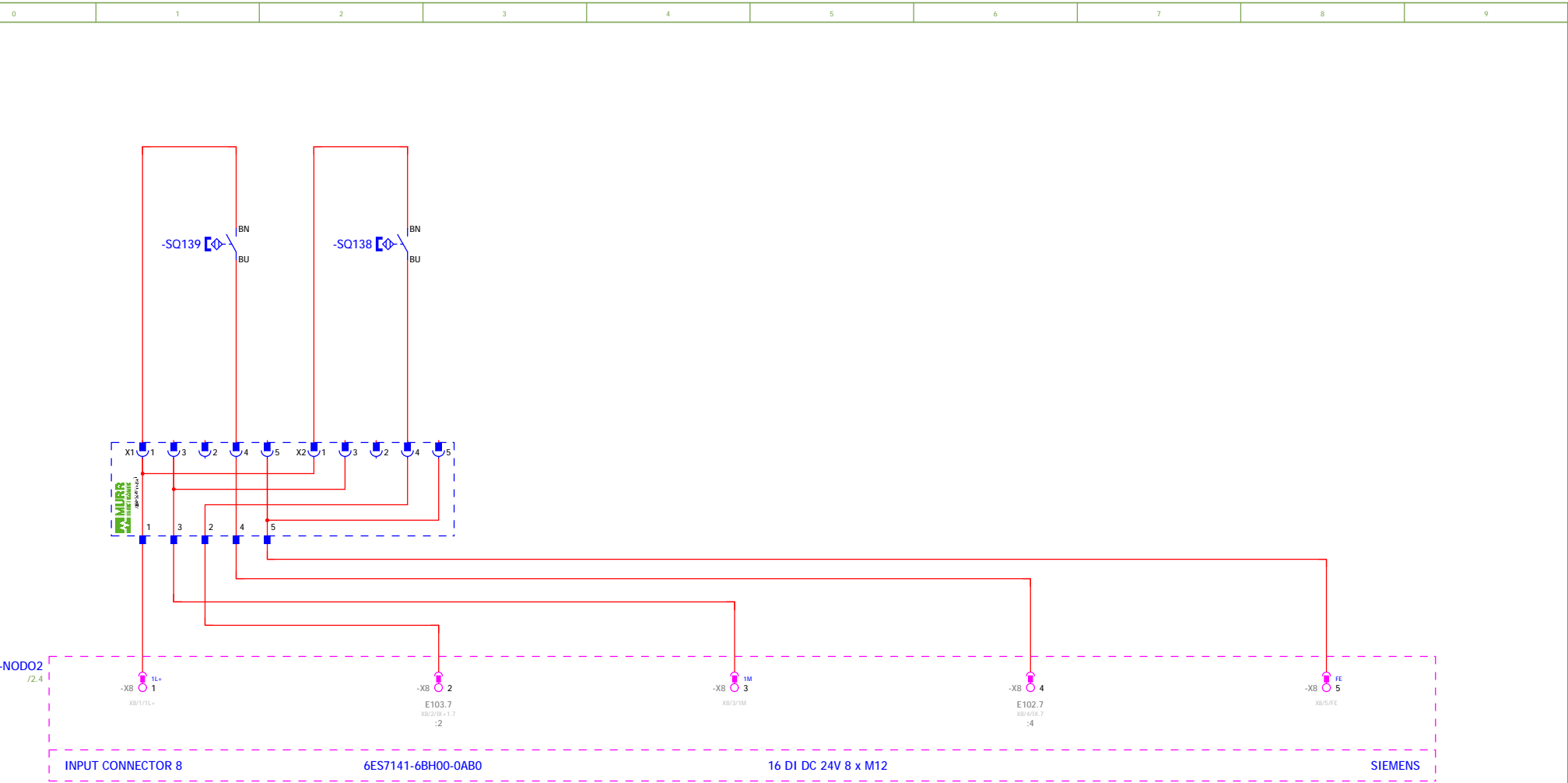
	Fecha	Firma	Empresa	Denominación:	ENTRADAS NODO2 X5	
Dibujado	06/05/2015		Marina Abarquero	Nº De Pedido:	Puesto montaje de bandejas	
Modificado	14/06/2015			Información Proyecto	Pág	35
Revisado	14/06/2015			Puesto montaje de bandejas	De	140



	Fecha	Firma	Empresa	Denominación:	ENTRADAS NODO2 X6	
Dibujado	06/05/2015		Marina Abarquero	Nº De Pedido:	Puesto montaje de bandejas	
Modificado	14/06/2015			Información Proyecto	Pág	36
Revisado	14/06/2015			Puesto montaje de bandejas	De	140



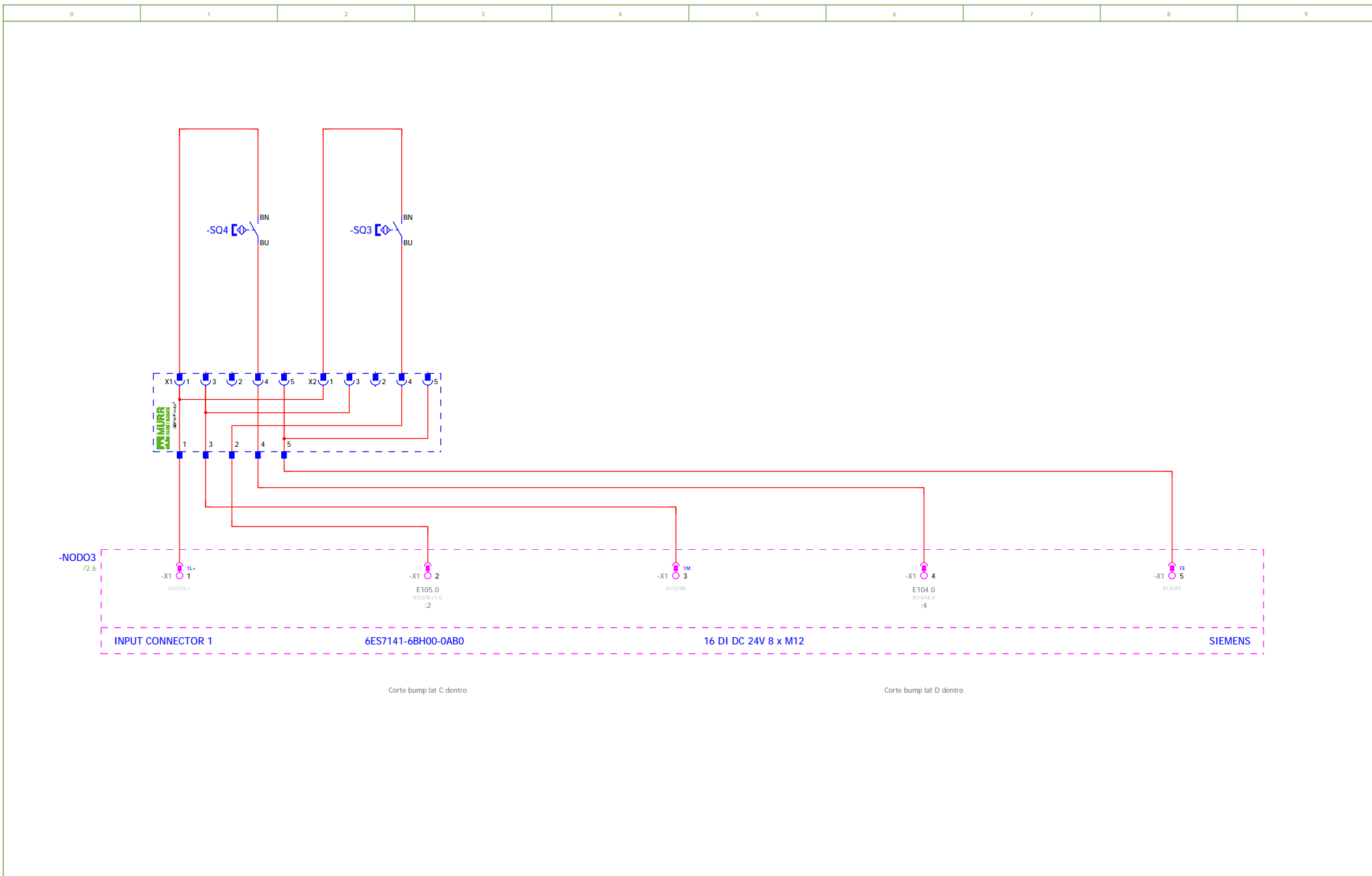
	Fecha	Firma	Empresa	Denominación: ENTRADAS NODO2 X7
Dibujado	06/05/2015		Marina Abarquero	Nº De Pedido: Puesto montaje de bandejas
Modificado	14/06/2015			Información Proyecto
Revisado	14/06/2015			Puesto montaje de bandejas
				Pág 37
				De 140



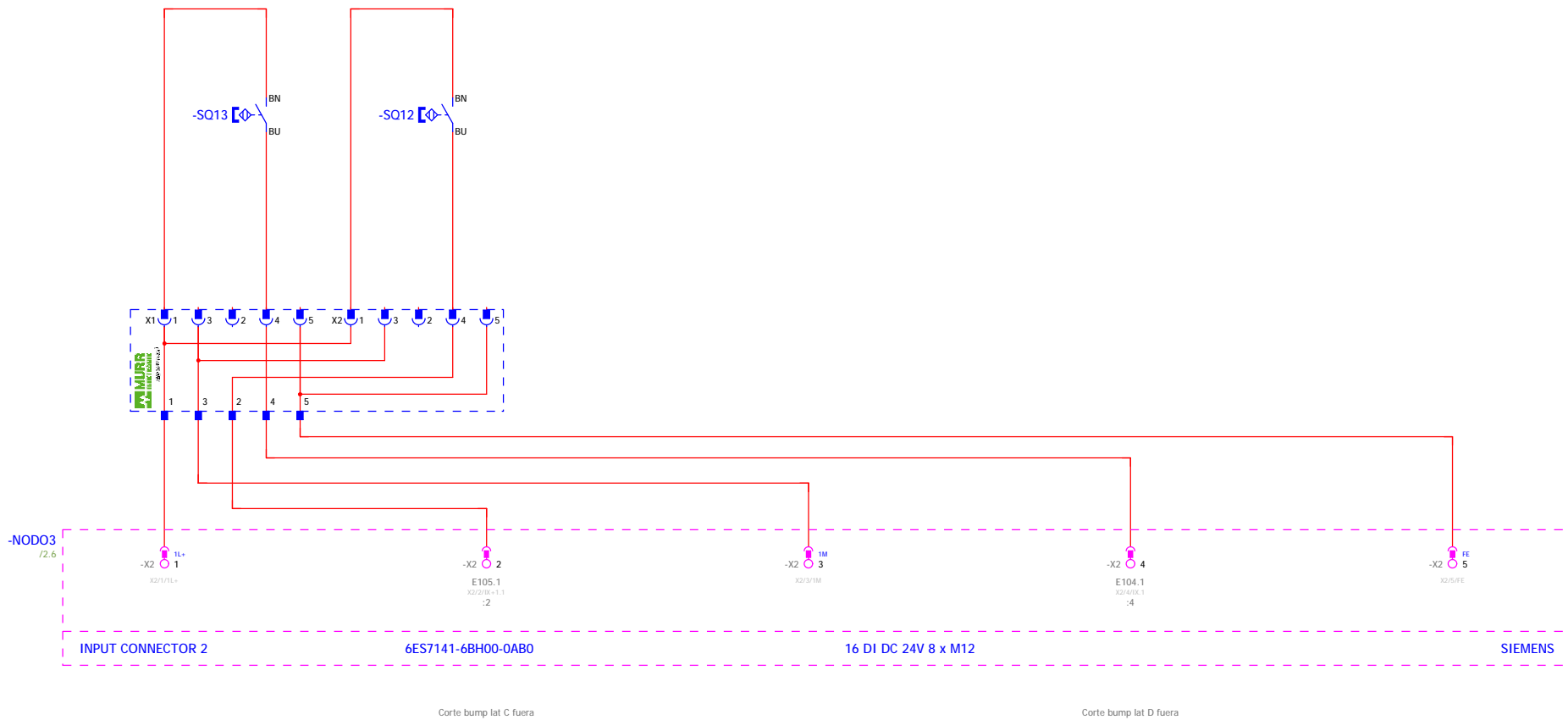
	Fecha	Firma	Empresa
Dibujado	06/05/2015		Marina Abarquero
Modificado	14/06/2015		
Revisado	14/06/2015		

Denominación: ENTRADAS NODO2 X8	
Nº De Pedido:	Puesto montaje de bandejas
Información Proyecto	Pág 38
Puesto montaje de bandejas	De 140

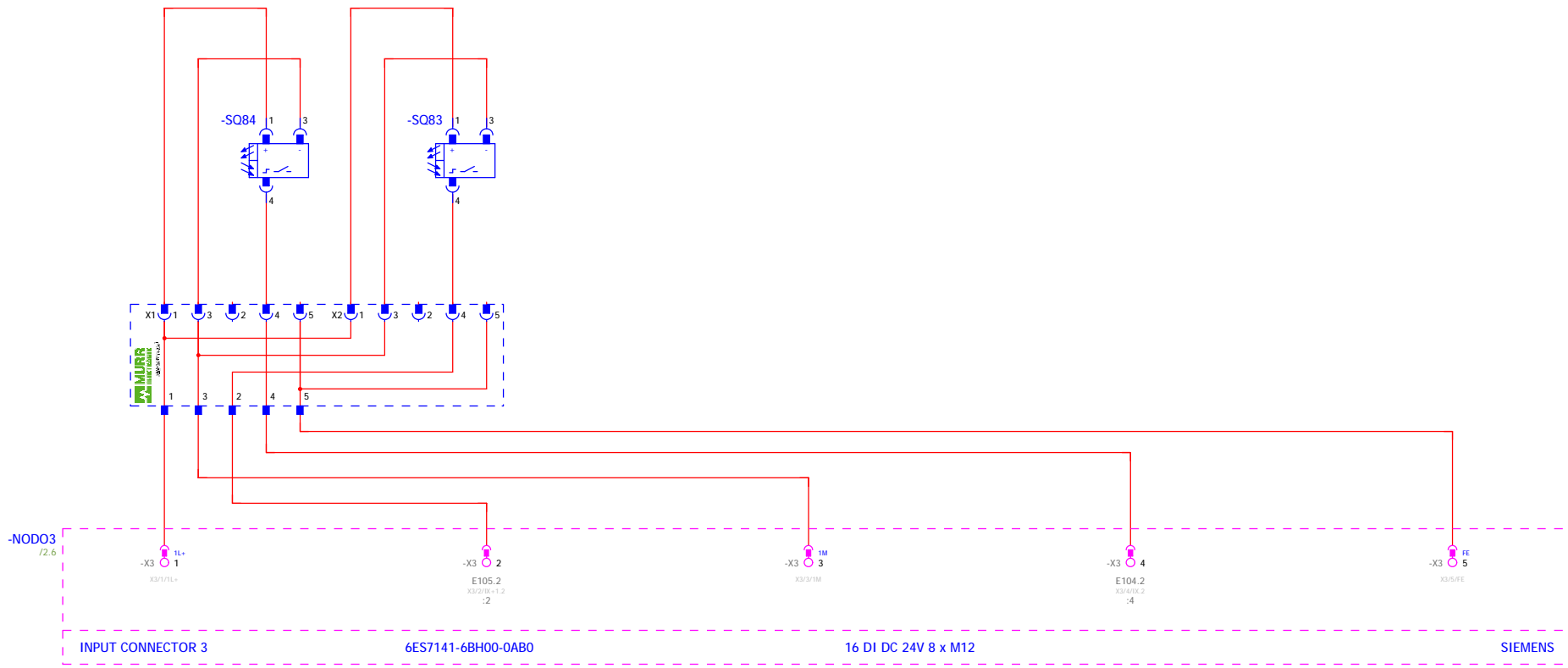




	Fecha	Firma	Empresa	Denominación: ENTRADAS NODO3 X1
Dibujado	06/05/2015		Marina Abarquero	Nº De Pedido: Puesto montaje de bandejas
Modificado	14/06/2015			Información Proyecto
Revisado	14/06/2015			Puesto montaje de bandejas
				Pág 41
				De 140



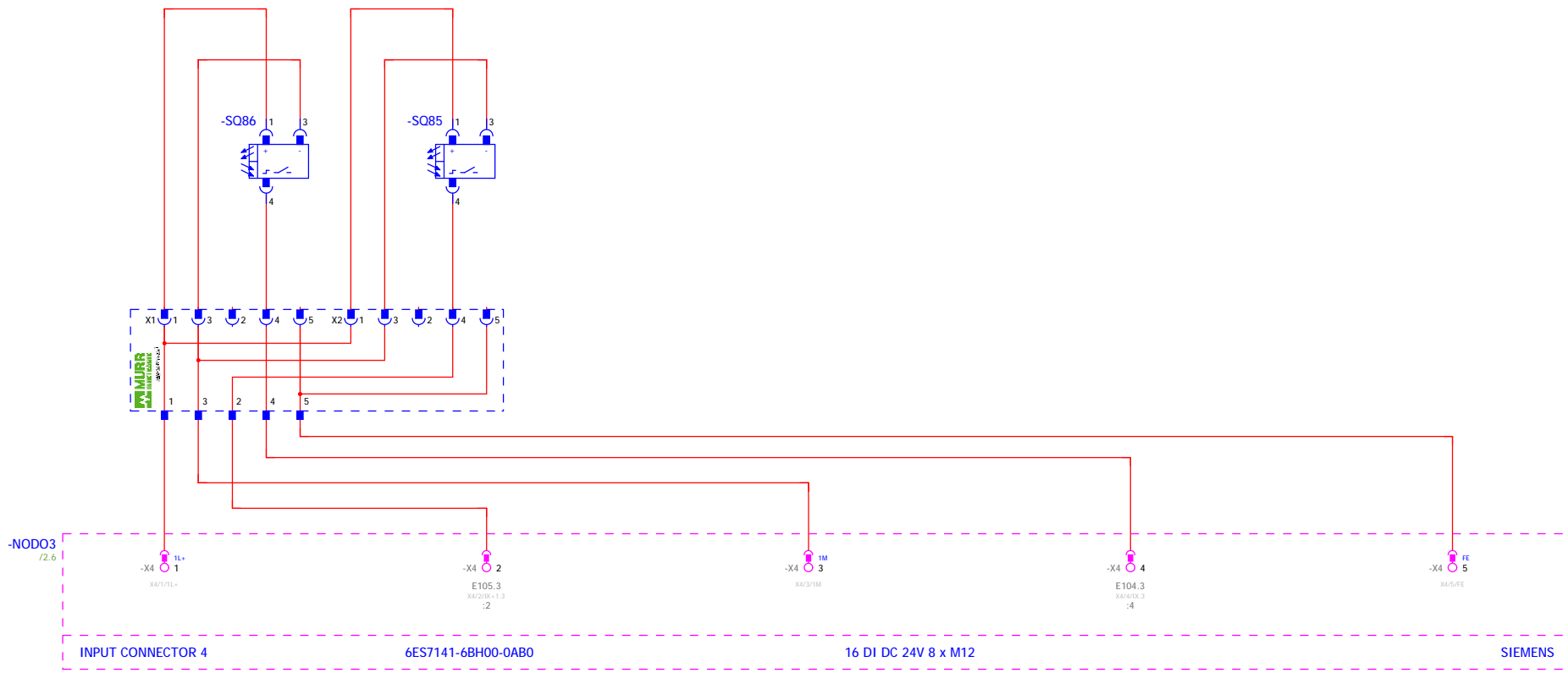
	Fecha	Firma	Empresa	Denominación: ENTRADAS NODO3 X2
Dibujado	06/05/2015		Marina Abarquero	Nº De Pedido: Puesto montaje de bandejas
Modificado	14/06/2015			Información Proyecto
Revisado	14/06/2015			Puesto montaje de bandejas
				Pág 42
				De 140



presencia BL C lejos

presencia BL C cerca

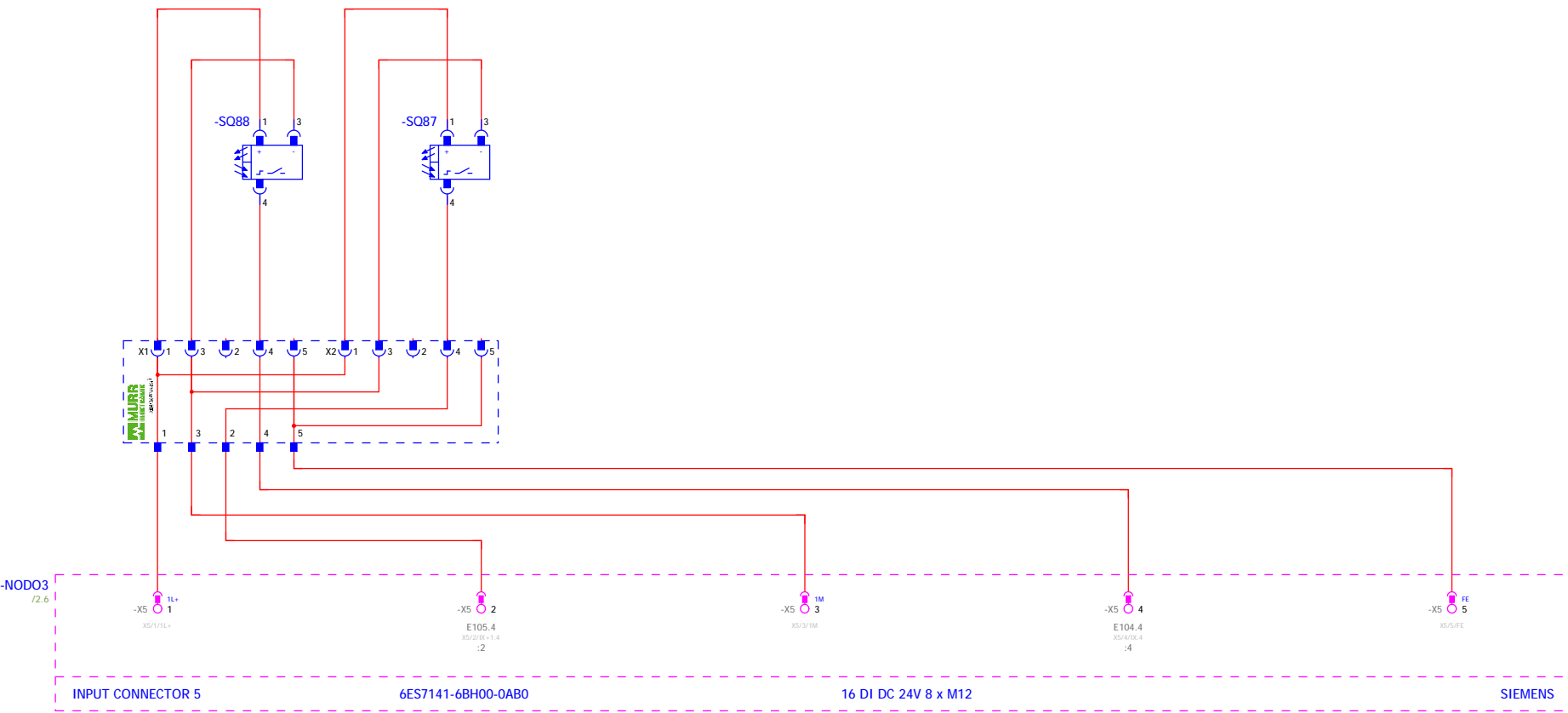
	Fecha	Firma	Empresa	Denominación:	ENTRADAS NODO3 X3	
Dibujado	06/05/2015		Marina Abarquero	Nº De Pedido:	Puesto montaje de bandejas	
Modificado	14/06/2015			Información Proyecto	Pág	43
Revisado	14/06/2015			Puesto montaje de bandejas	De	140



presencia BL C dentro

presencia BL D lejos

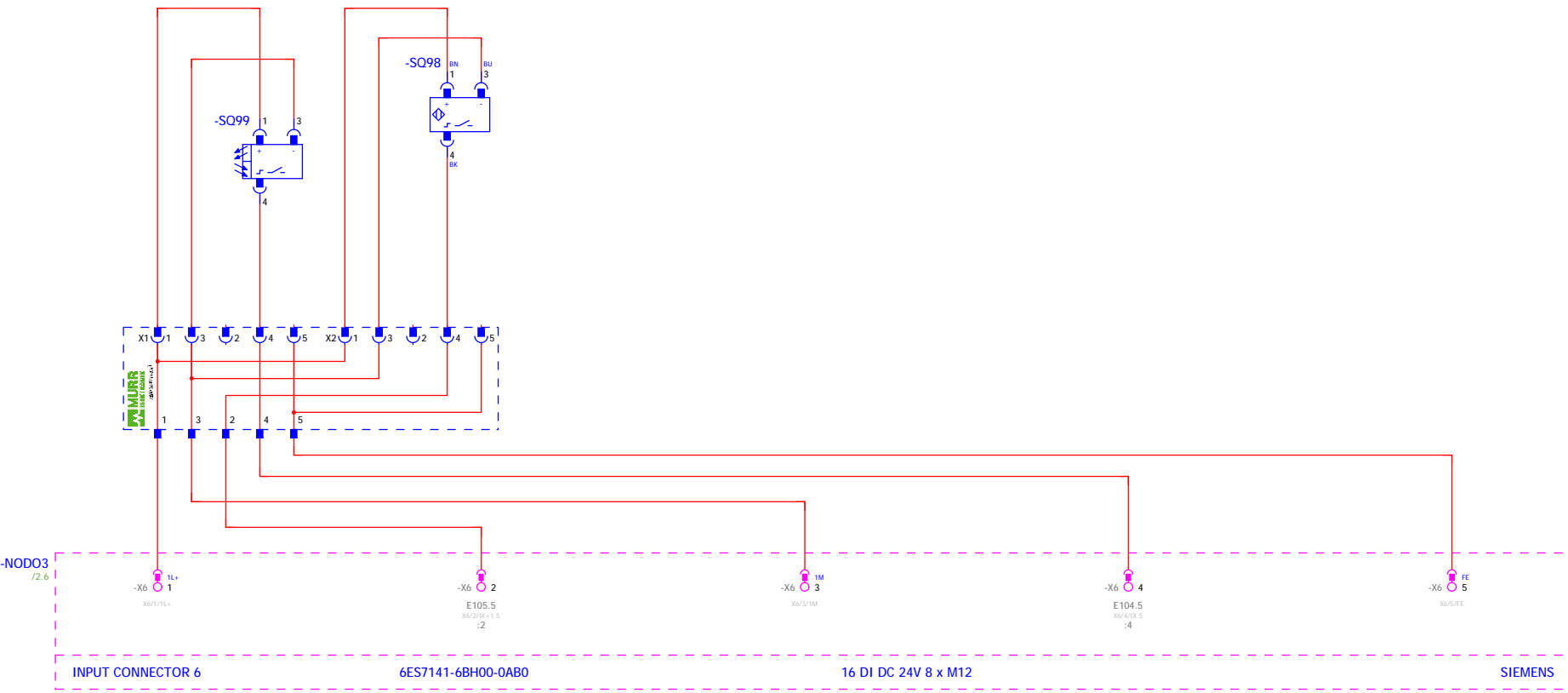
	Fecha	Firma	Empresa	Denominación: ENTRADAS NODO3 X4
Dibujado	06/05/2015		Marina Abarquero	Nº De Pedido: Puesto montaje de bandejas
Modificado	14/06/2015			Información Proyecto
Revisado	14/06/2015			Puesto montaje de bandejas
				Pág 44
				De 140



presencia BL D cerca

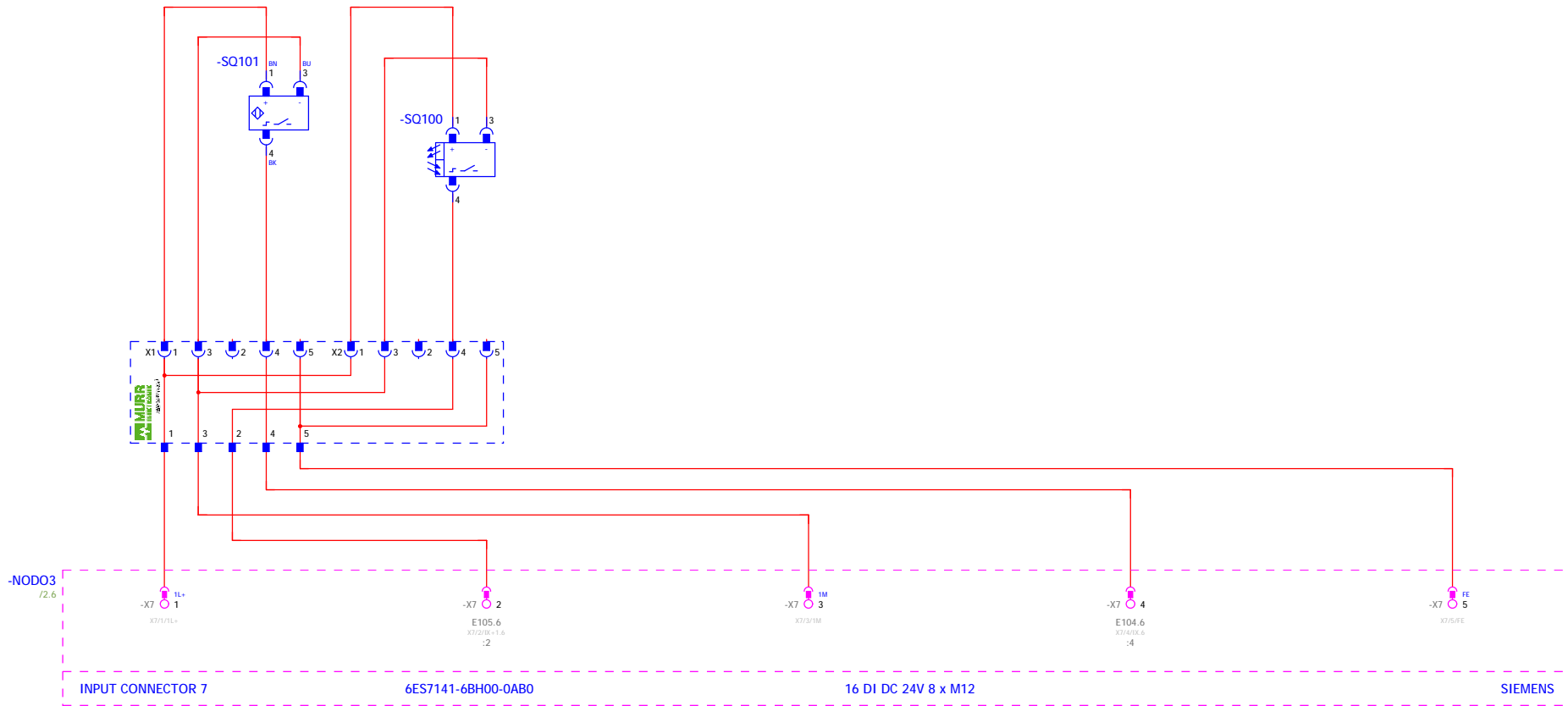
presencia BL D dentro

	Fecha	Firma	Empresa	Denominación: ENTRADAS NODO3 X5
Dibujado	06/05/2015		Marina Abarquero	Nº De Pedido: Puesto montaje de bandejas
Modificado	14/06/2015			Información Proyecto
Revisado	14/06/2015			Puesto montaje de bandejas
				Pág 45
				De 140



	Fecha	Firma	Empresa
Dibujado	06/05/2015		Marina Abarquero
Modificado	14/06/2015		
Revisado	14/06/2015		

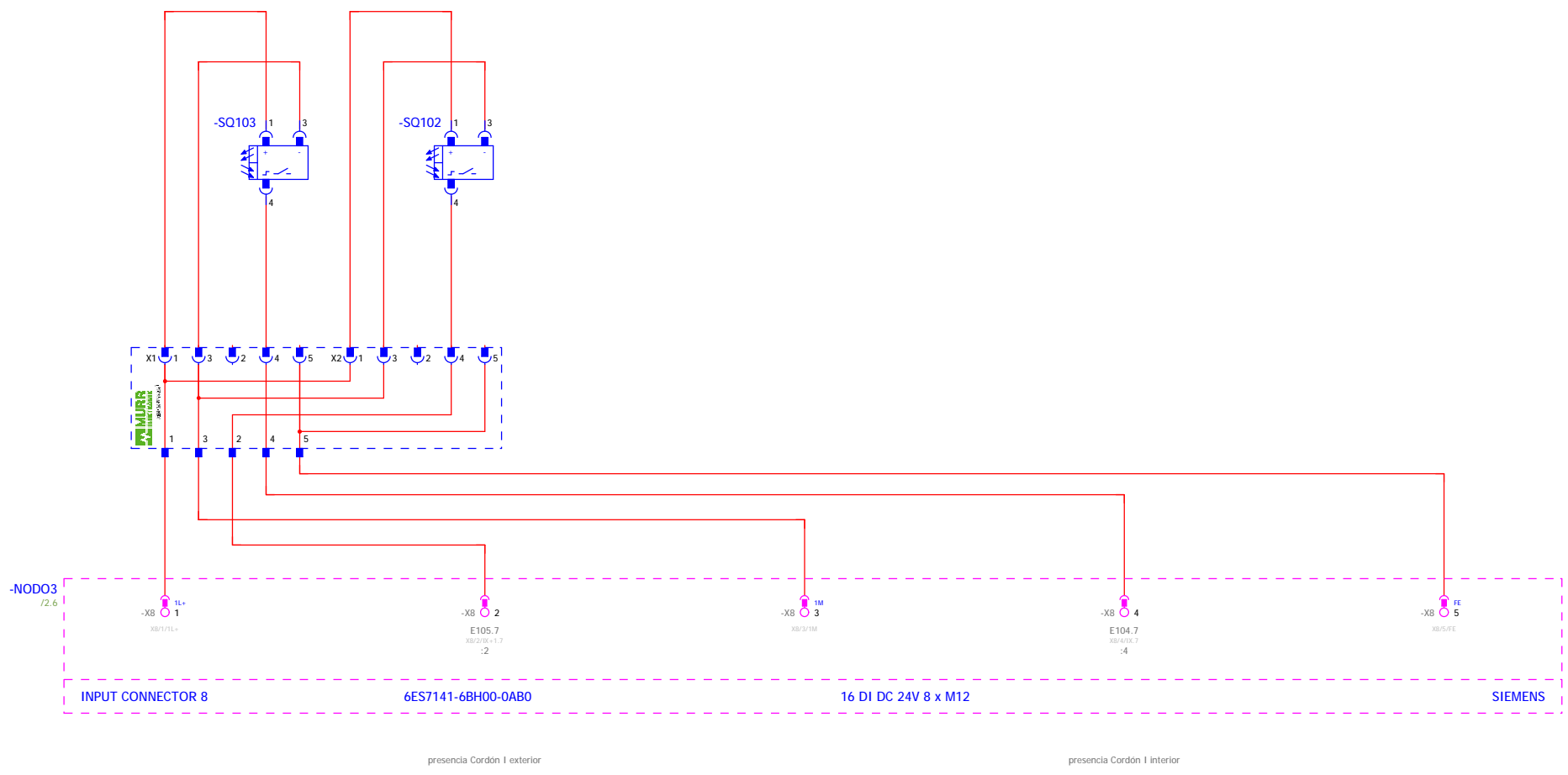
Denominación: ENTRADAS NODO3 X6	
Nº De Pedido: Puesto montaje de bandejas	
Información Proyecto	Pág 46
Puesto montaje de bandejas	De 140



presencia Cordon H interior

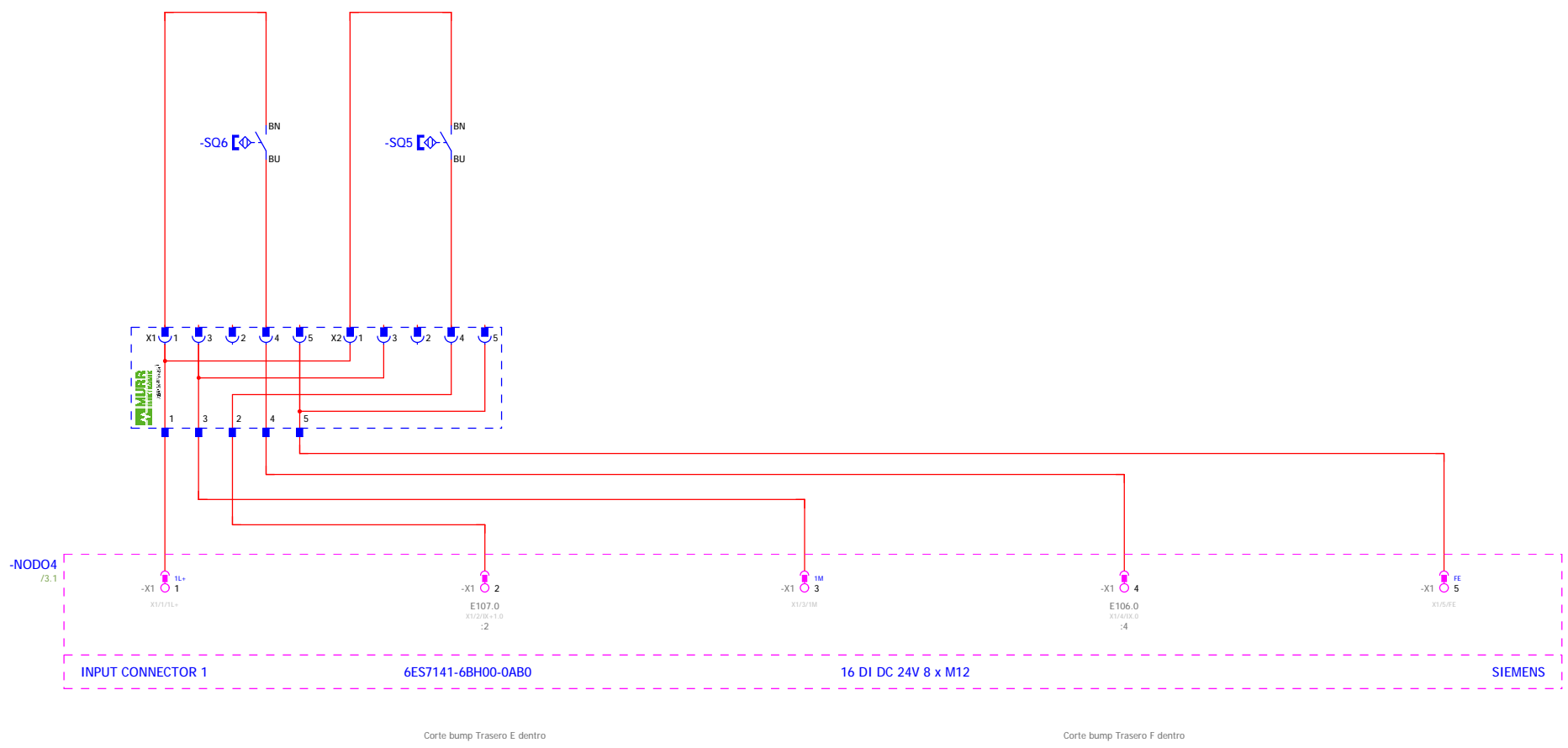
longitud Cordon I

	Fecha	Firma	Empresa	Denominación: ENTRADAS NODO3 X7
Dibujado	06/05/2015		Marina Abarquero	Nº De Pedido: Puesto montaje de bandejas
Modificado	14/06/2015			Información Proyecto
Revisado	14/06/2015			Puesto montaje de bandejas
				Pág 47
				De 140

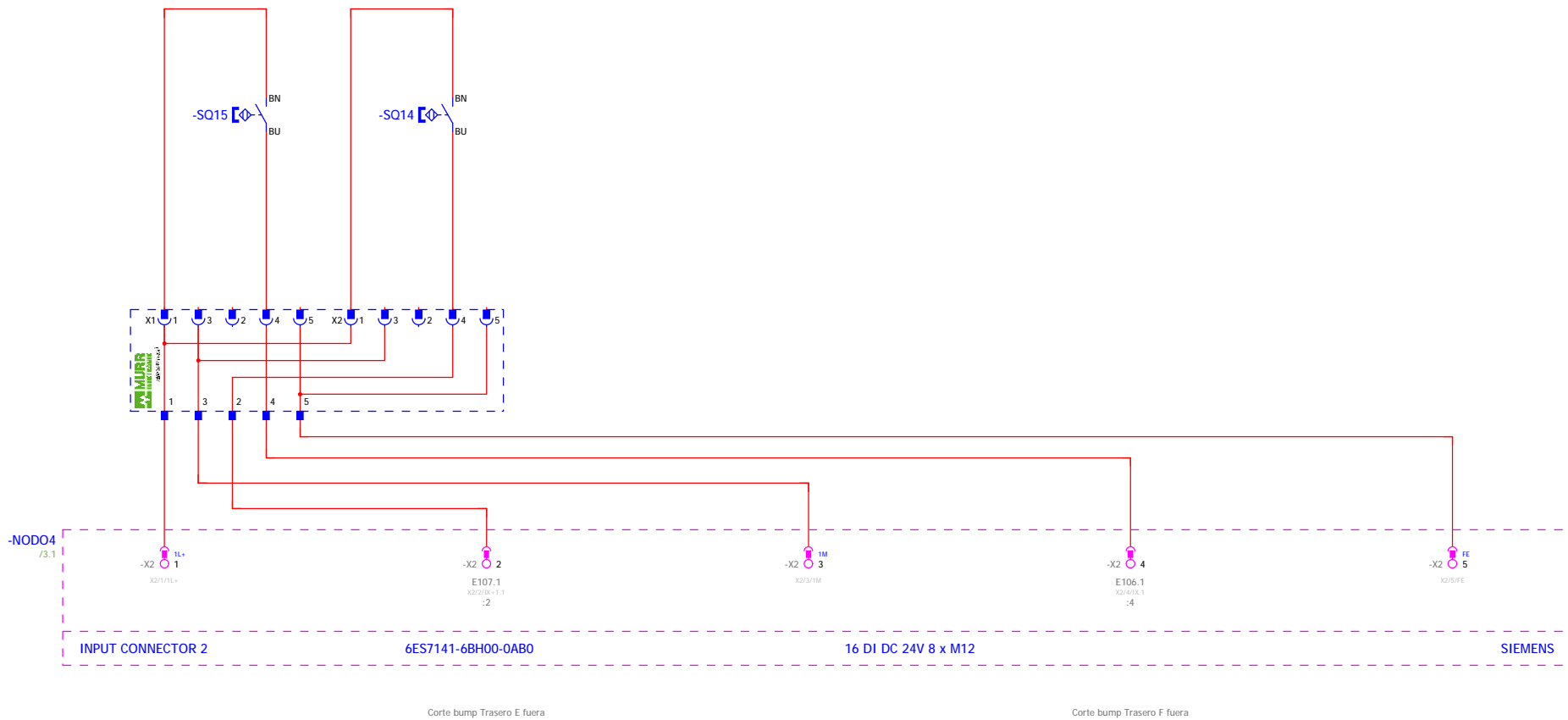


	Fecha	Firma	Empresa	Denominación: ENTRADAS NODO3 X8
Dibujado	06/05/2015		Marina Abarquero	Nº De Pedido: Puesto montaje de bandejas
Modificado	14/06/2015			Información Proyecto
Revisado	14/06/2015			Puesto montaje de bandejas
				Pág 48
				De 140

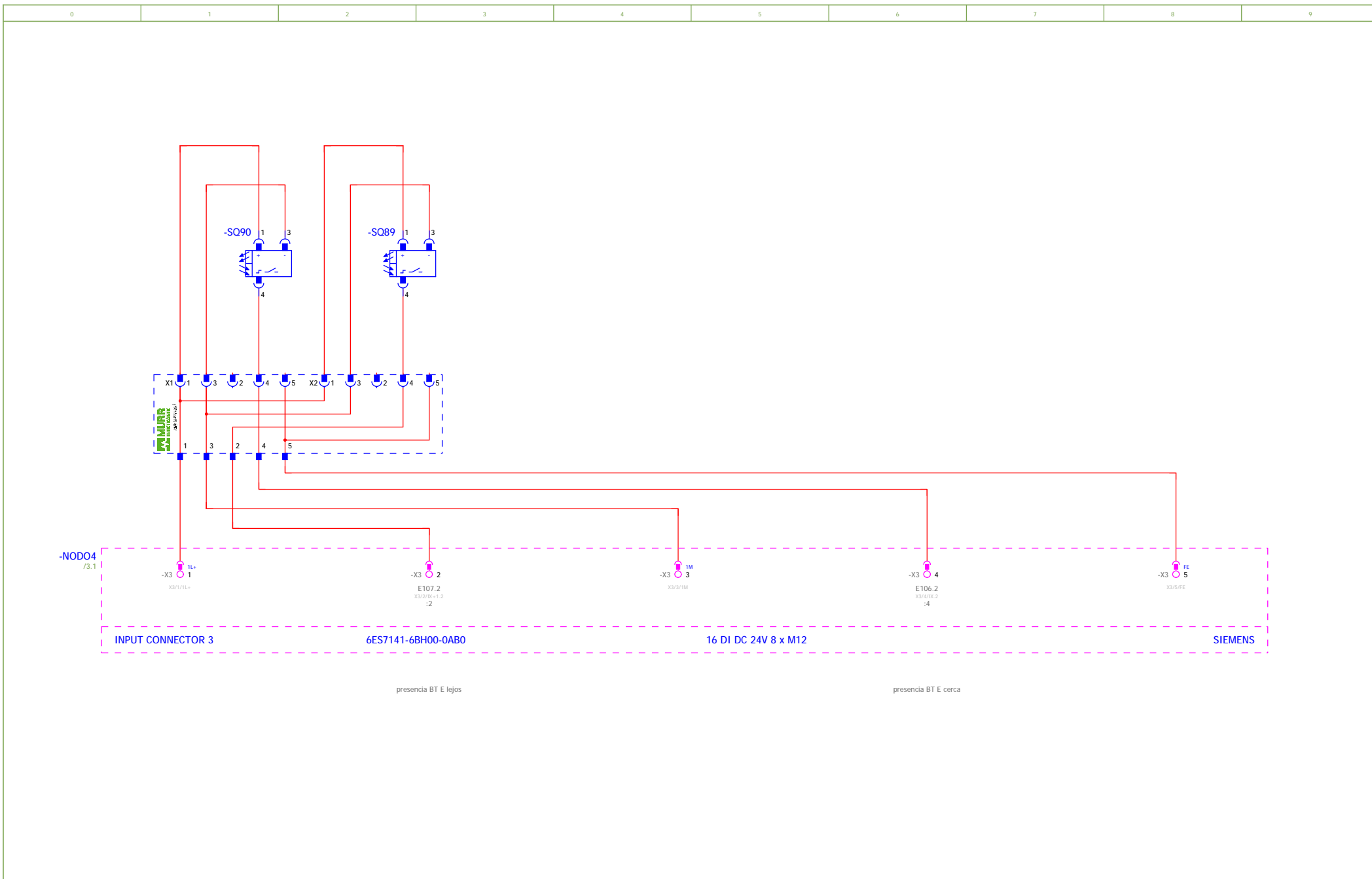




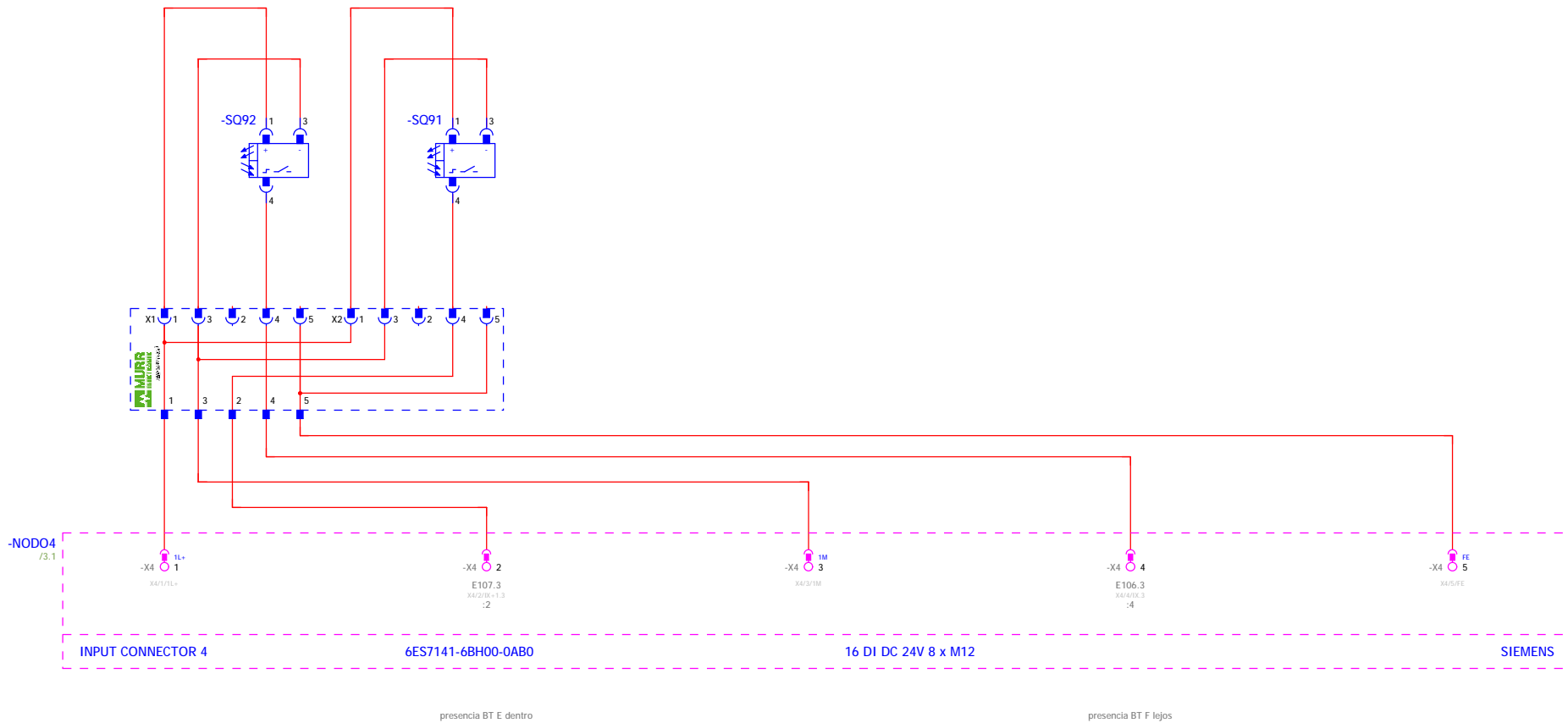
	Fecha	Firma	Empresa		Denominación: ENTRADAS NODO4 X1
Dibujado	06/05/2015		Marina Abarquero		Nº De Pedido: Puesto montaje de bandejas
Modificado	14/06/2015				Información Proyecto
Revisado	14/06/2015				Pág 51
					De 140



	Fecha	Firma	Empresa	Denominación: ENTRADAS NODO4 X2
Dibujado	06/05/2015		Marina Abarquero	Nº De Pedido: Puesto montaje de bandejas
Modificado	14/06/2015			Información Proyecto
Revisado	14/06/2015			Puesto montaje de bandejas
				Pág 52
				De 140

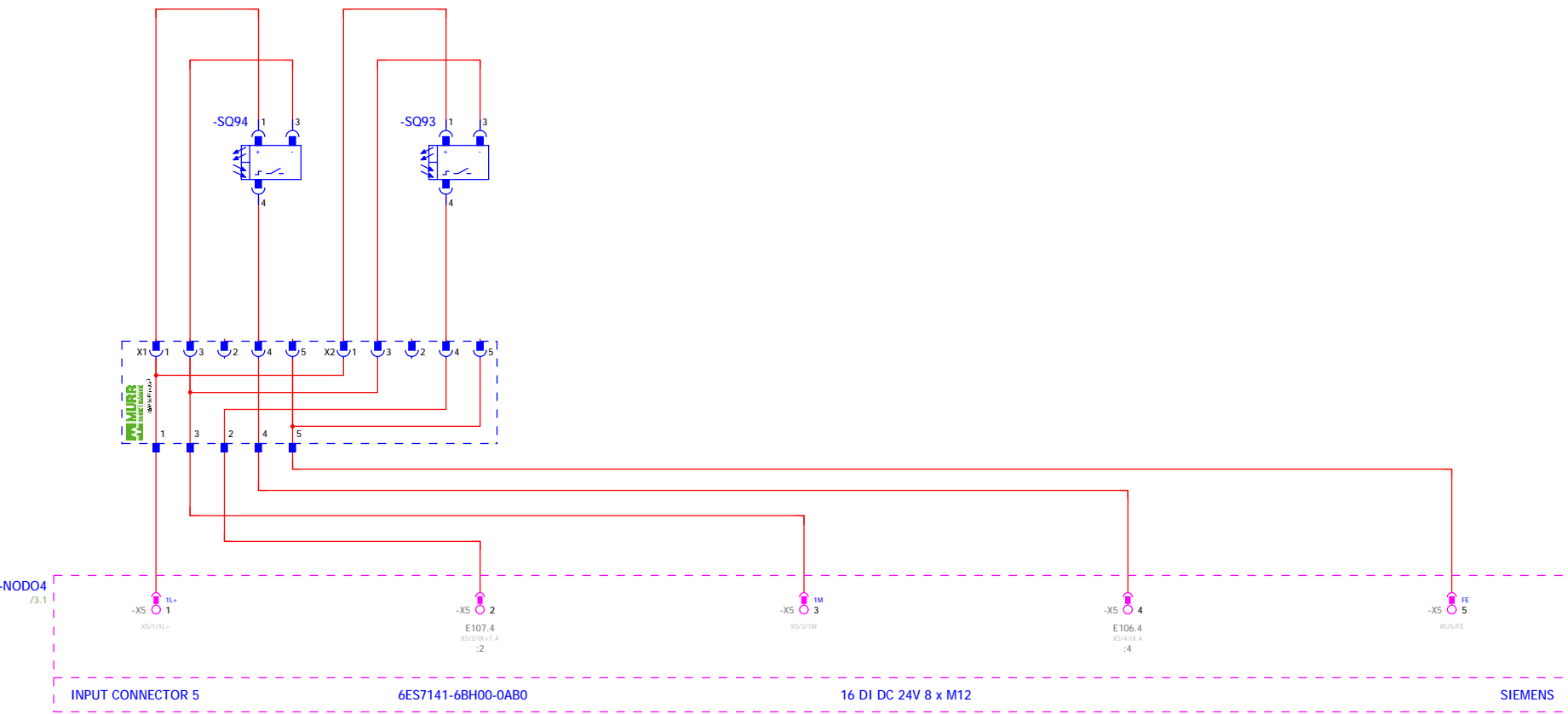


	Fecha	Firma	Empresa	Denominación: ENTRADAS NODO4 X3
Dibujado	06/05/2015		Marina Abarquero	Nº De Pedido: Puesto montaje de bandejas
Modificado	14/06/2015			Información Proyecto
Revisado	14/06/2015			Puesto montaje de bandejas
				Pág 53
				De 140



	Fecha	Firma	Empresa
Dibujado	06/05/2015		Marina Abarquero
Modificado	14/06/2015		
Revisado	14/06/2015		

Denominación: ENTRADAS NODO4 X4	
Nº De Pedido: Puesto montaje de bandejas	
Información Proyecto	Pág 54
Puesto montaje de bandejas	De 140

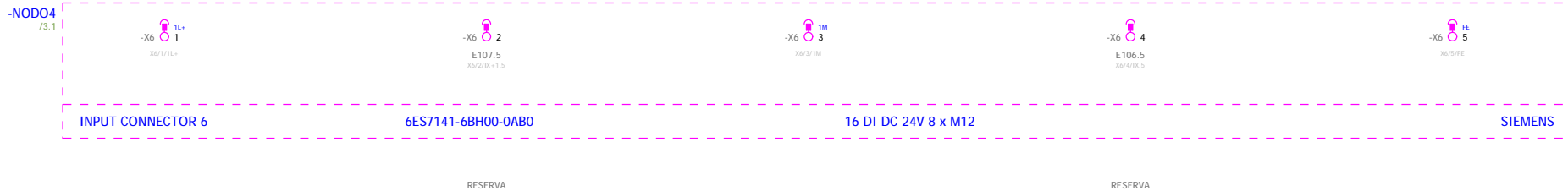


presencia BT F cerca

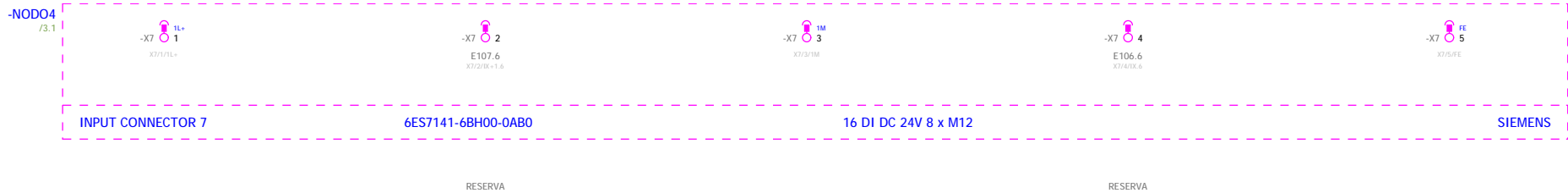
presencia BT F dentro

	Fecha	Firma	Empresa
Dibujado	06/05/2015		Marina Abarquero
Modificado	14/06/2015		
Revisado	14/06/2015		

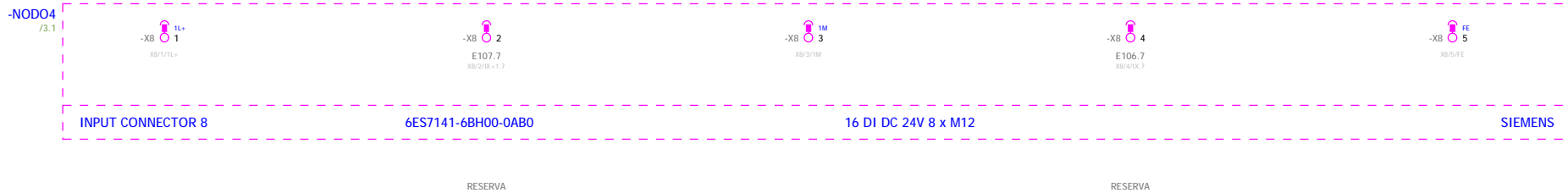
Denominación: ENTRADAS NODO4 X5			
N° De Pedido: Puesto montaje de bandejas			
Información Proyecto Puesto montaje de bandejas	Pág	55	
	De	140	



	Fecha	Firma	Empresa	Denominación: ENTRADAS NODO4 X6
Dibujado	06/05/2015		Marina Abarquero	Nº De Pedido: Puesto montaje de bandejas
Modificado	14/06/2015			Información Proyecto
Revisado	14/06/2015			Puesto montaje de bandejas
				Pág 56
				De 140

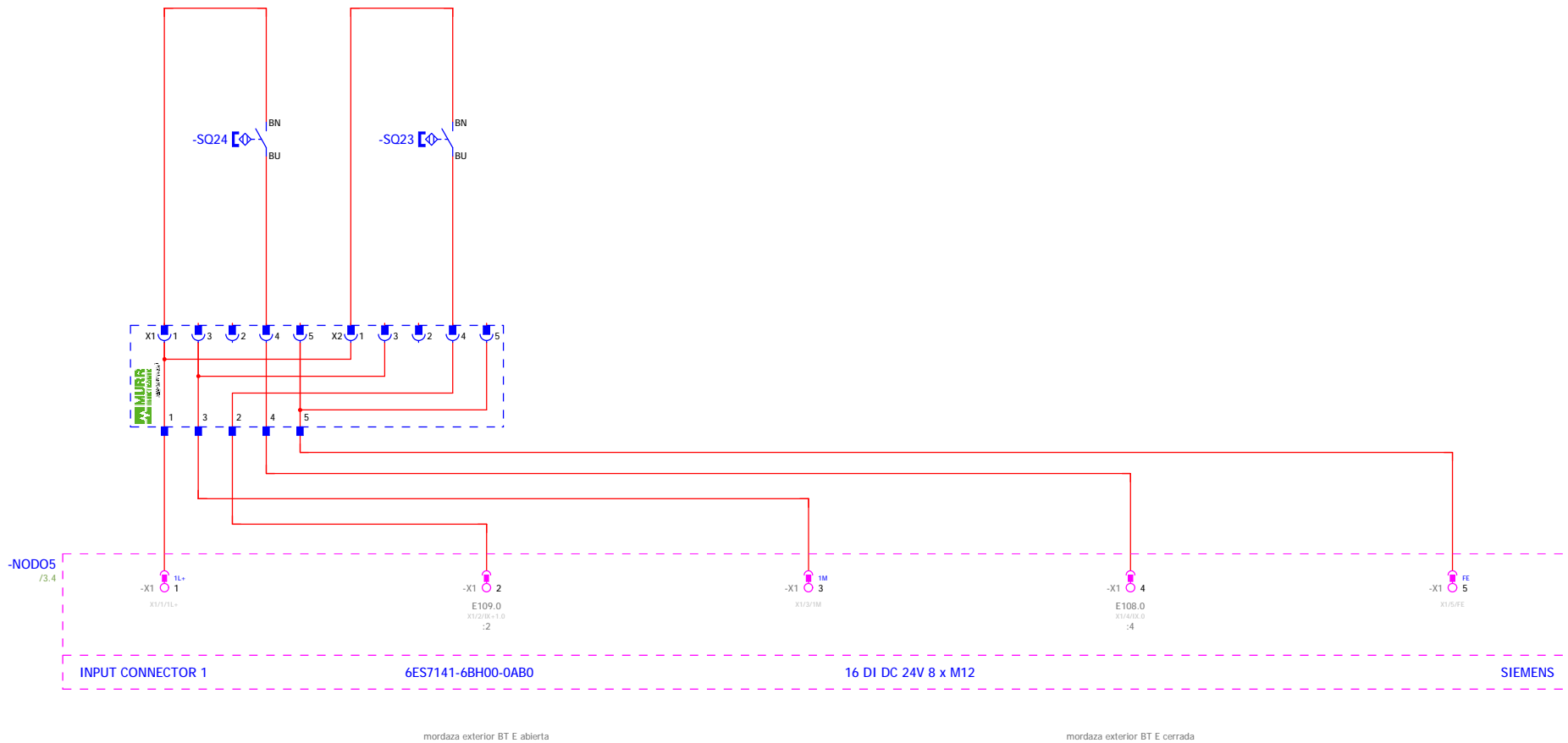


	Fecha	Firma	Empresa	Denominación: ENTRADAS NODO4 X7
Dibujado	06/05/2015		Marina Abarquero	Nº De Pedido: Puesto montaje de bandejas
Modificado	14/06/2015			Información Proyecto
Revisado	14/06/2015			Puesto montaje de bandejas
				Pág 57
				De 140

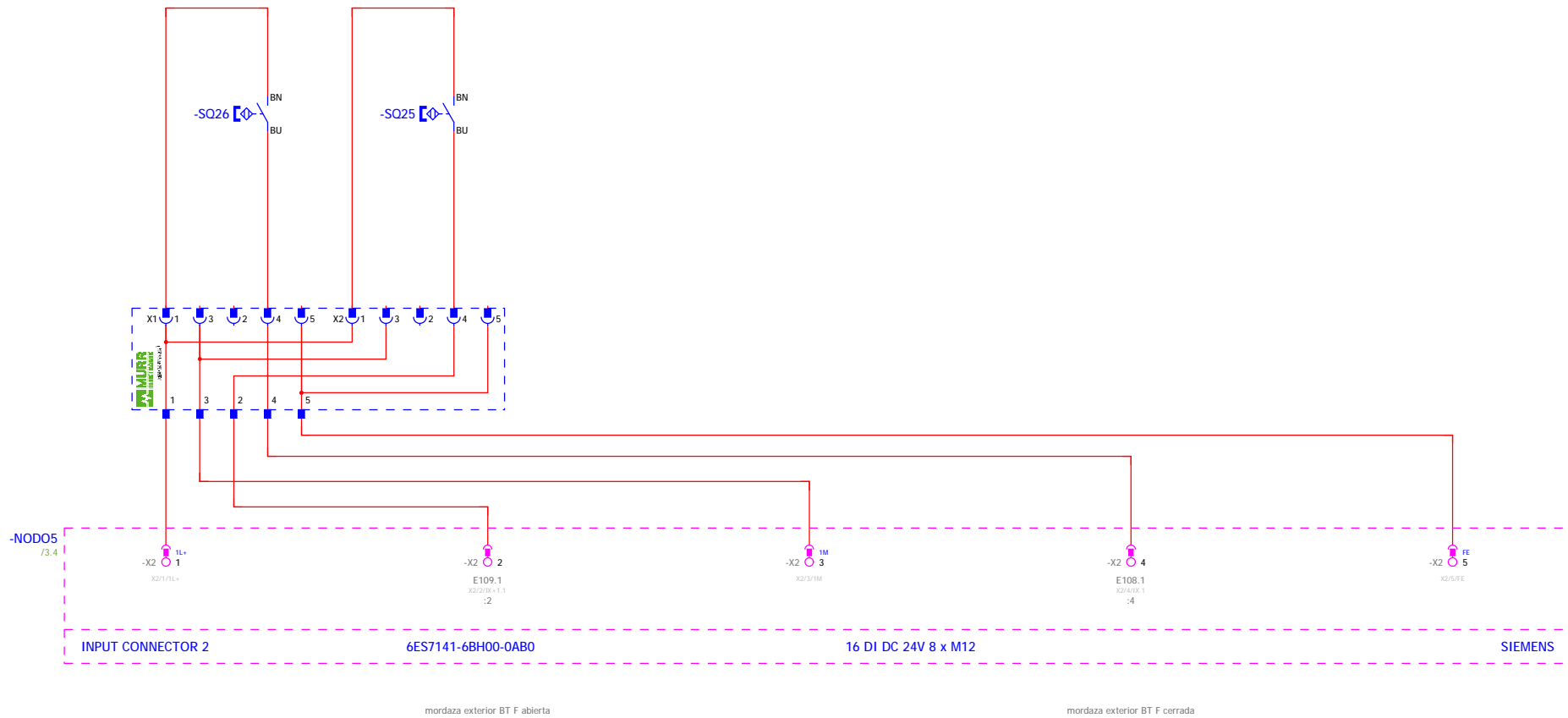


	Fecha	Firma	Empresa	Denominación: ENTRADAS NODO4 X8
Dibujado	06/05/2015		Marina Abarquero	Nº De Pedido: Puesto montaje de bandejas
Modificado	14/06/2015			Información Proyecto
Revisado	14/06/2015			Puesto montaje de bandejas
				Pág 58
				De 140

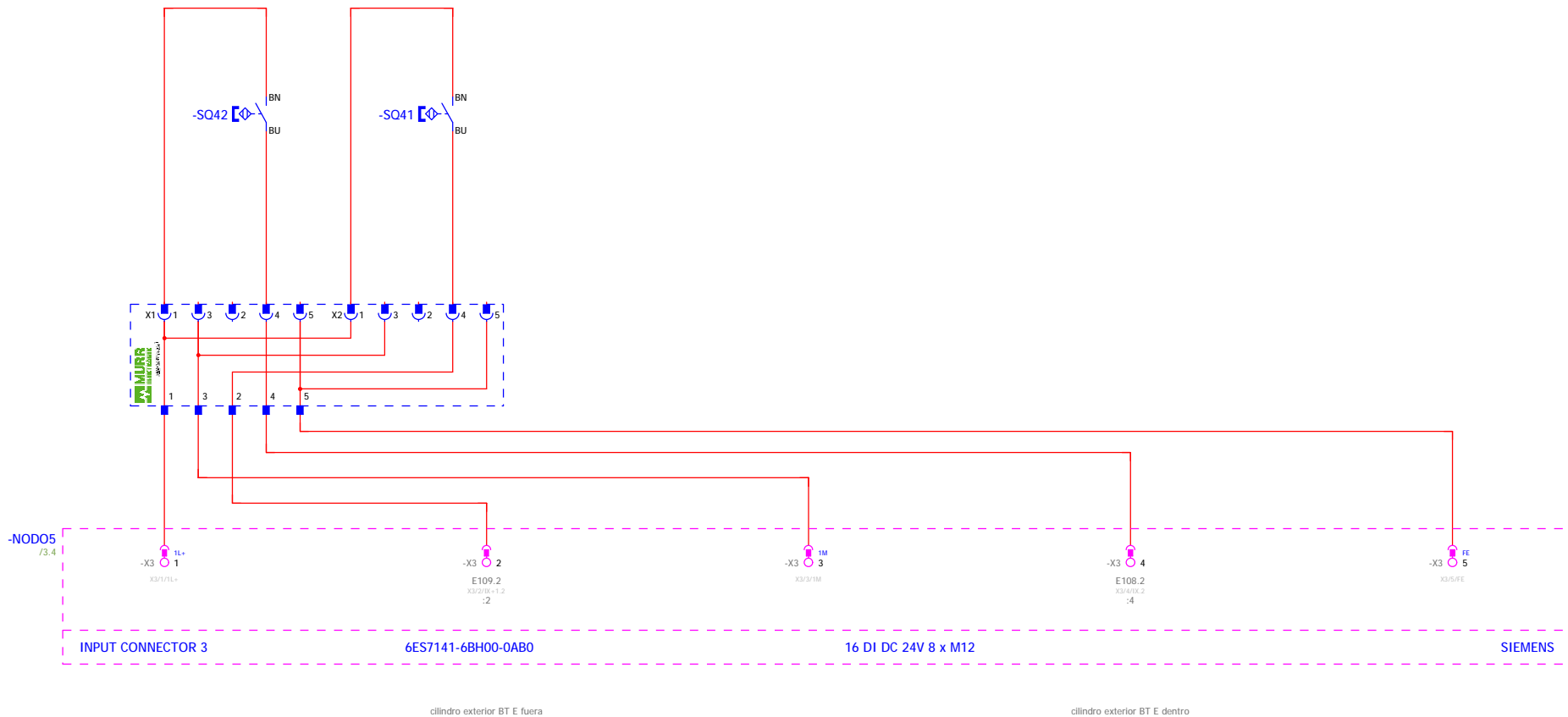




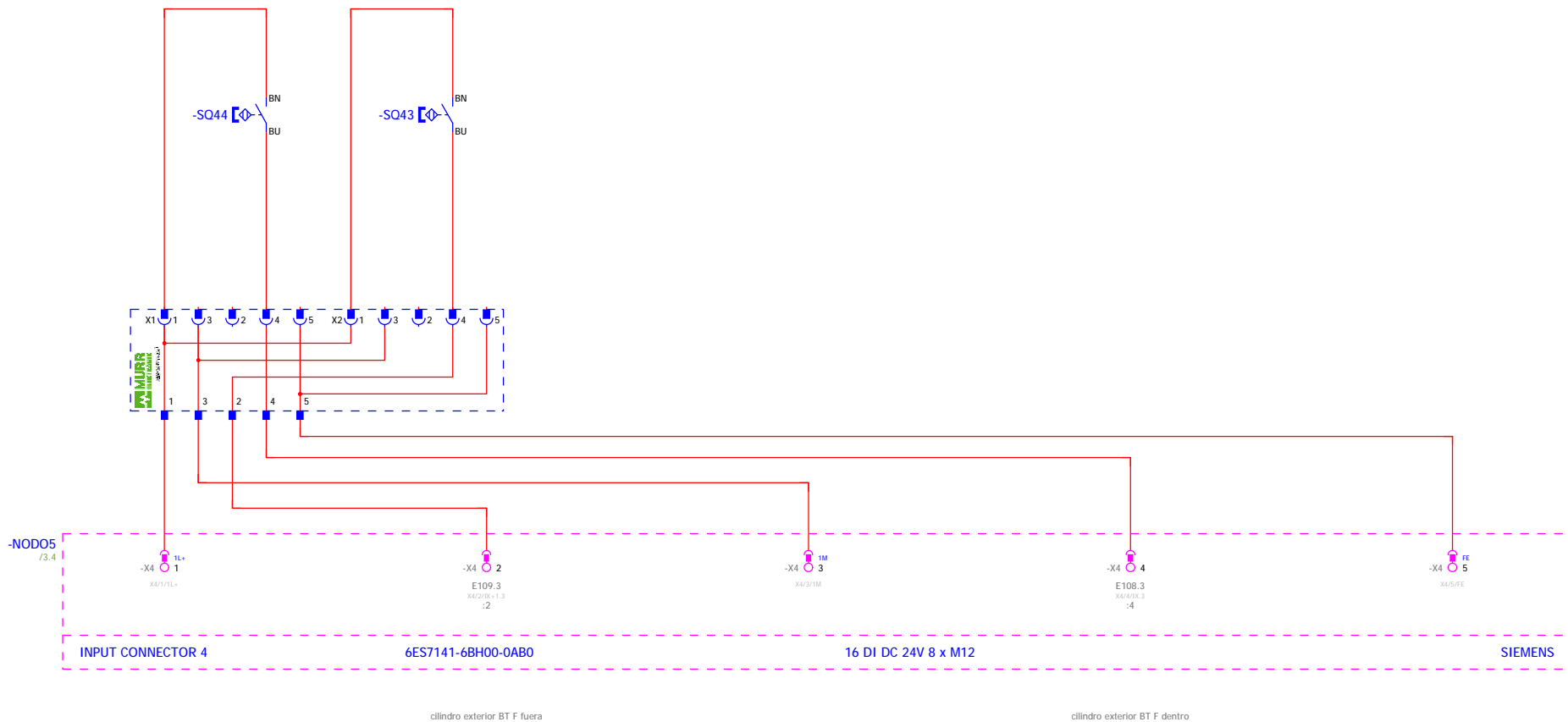
	Fecha	Firma	Empresa	Denominación: ENTRADAS NODO5 X1
Dibujado	06/05/2015		Marina Abarquero	Nº De Pedido: Puesto montaje de bandejas
Modificado	14/06/2015			Información Proyecto
Revisado	14/06/2015			Puesto montaje de bandejas
				Pág 61
				De 140



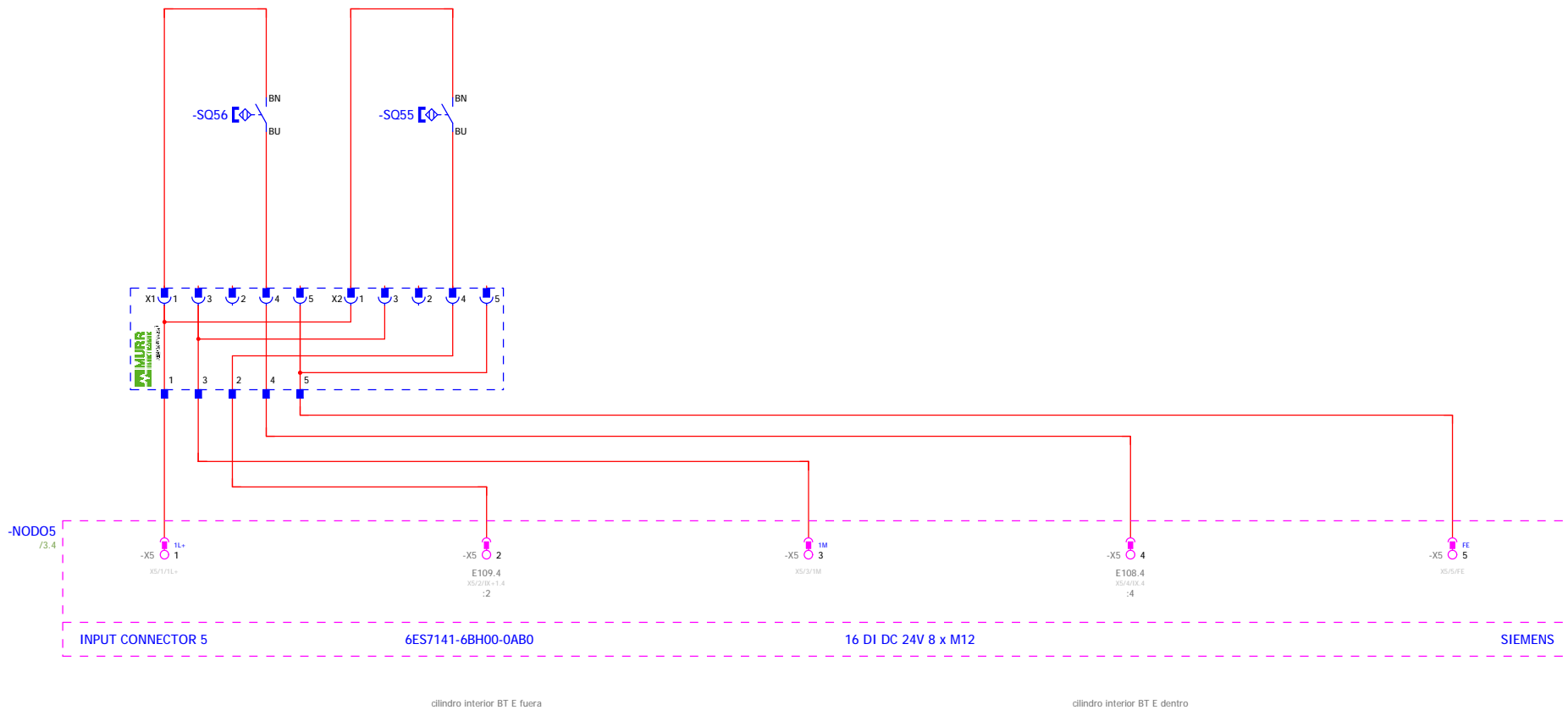
	Fecha	Firma	Empresa	Denominación: ENTRADAS NODO5 X2
Dibujado	06/05/2015		Marina Abarquero	Nº De Pedido: Puesto montaje de bandejas
Modificado	14/06/2015			Información Proyecto
Revisado	14/06/2015			Puesto montaje de bandejas
				Pág 62
				De 140



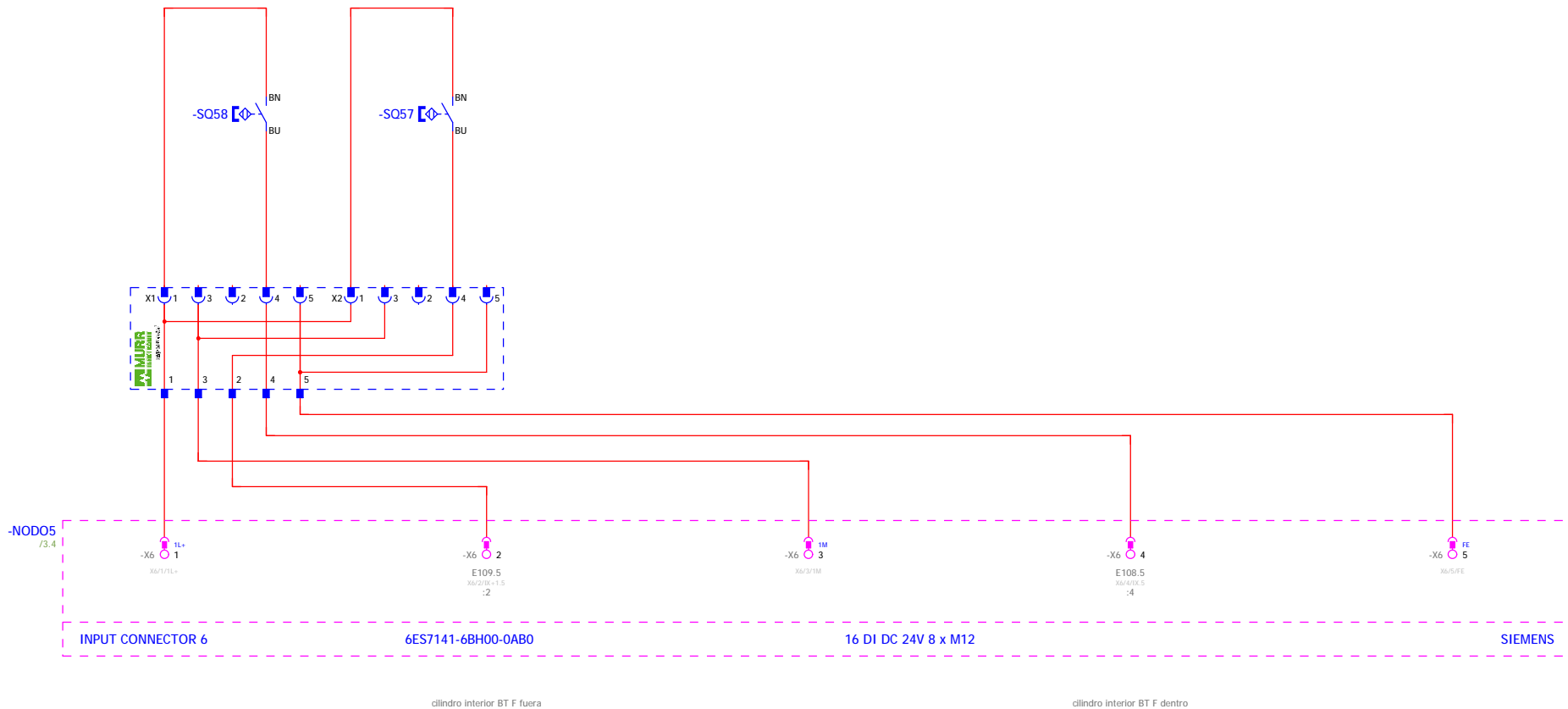
	Fecha	Firma	Empresa	Denominación: ENTRADAS NODO5 X3
Dibujado	06/05/2015		Marina Abarquero	Nº De Pedido: Puesto montaje de bandejas
Modificado	14/06/2015			Información Proyecto
Revisado	14/06/2015			Puesto montaje de bandejas
				Pág 63
				De 140



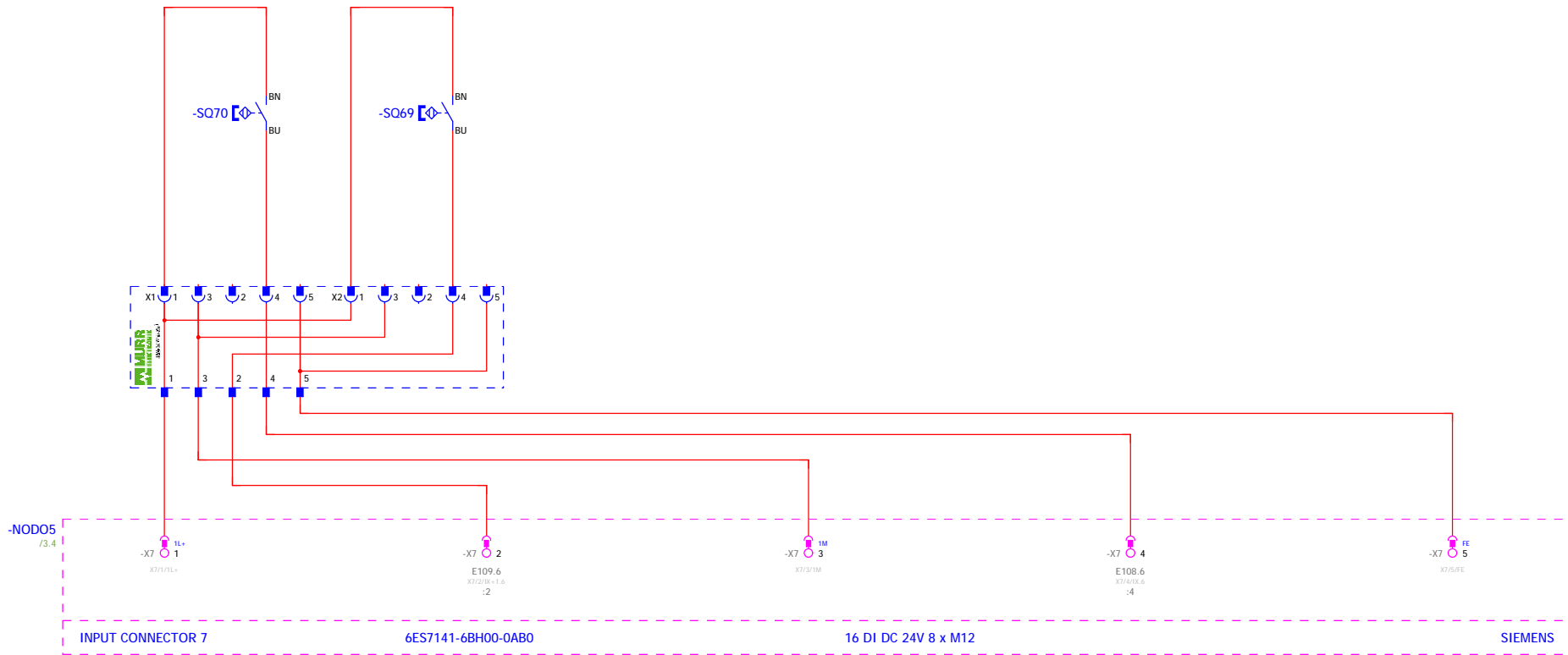
	Fecha	Firma	Empresa	Denominación: ENTRADAS NODO5 X4
Dibujado	06/05/2015		Marina Abarquero	Nº De Pedido: Puesto montaje de bandejas
Modificado	14/06/2015			Información Proyecto
Revisado	14/06/2015			Puesto montaje de bandejas
				Pág 64
				De 140



	Fecha	Firma	Empresa	Denominación: ENTRADAS NODOS X5
Dibujado	06/05/2015		Marina Abarquero	Nº De Pedido: Puesto montaje de bandejas
Modificado	14/06/2015			Información Proyecto
Revisado	14/06/2015			Puesto montaje de bandejas
				Pág 65
				De 140

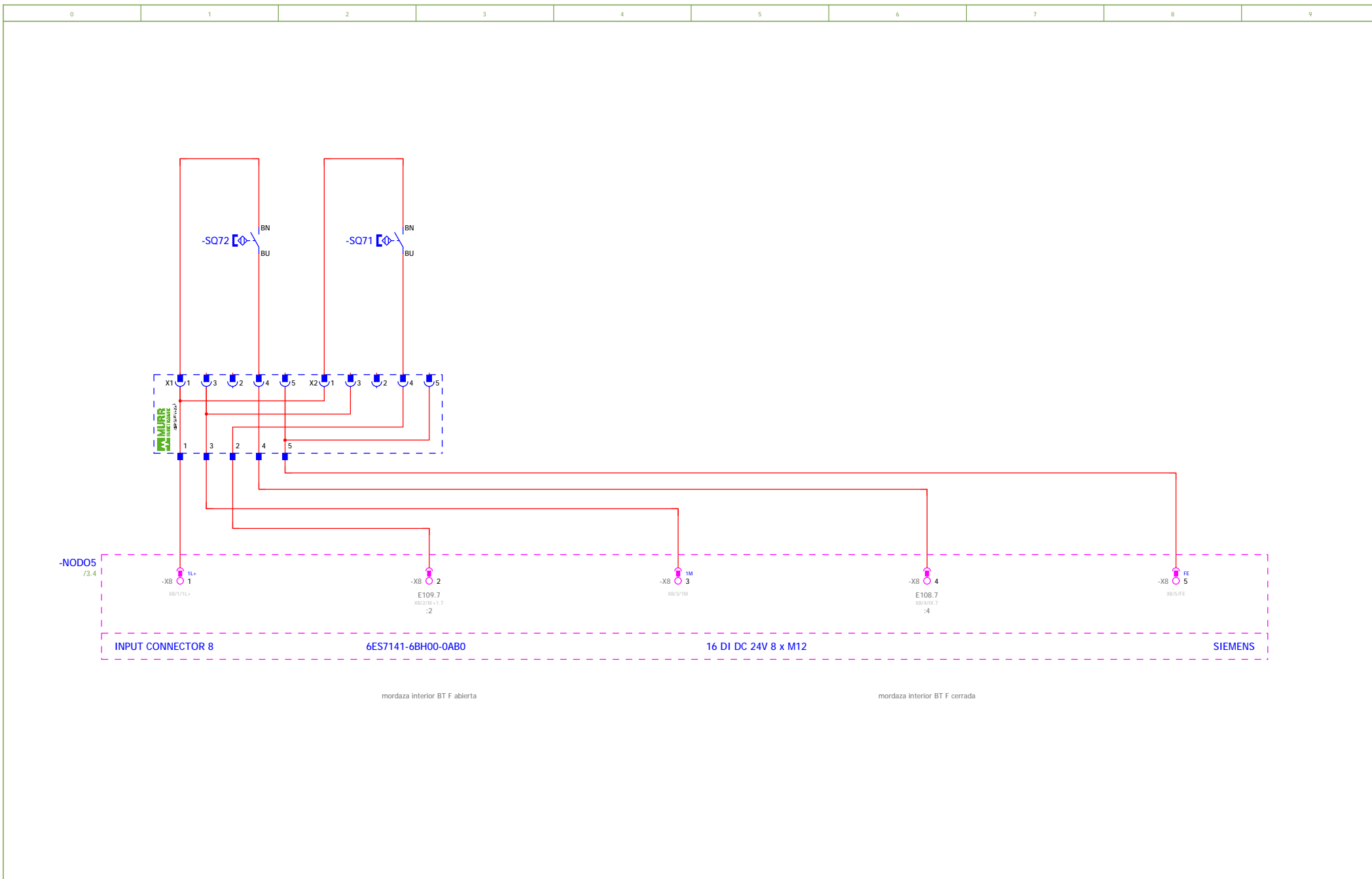


	Fecha	Firma	Empresa	Denominación: ENTRADAS NODOS X6
Dibujado	06/05/2015		Marina Abarquero	Nº De Pedido: Puesto montaje de bandejas
Modificado	14/06/2015			Información Proyecto
Revisado	14/06/2015			Puesto montaje de bandejas
				Pág 66
				De 140



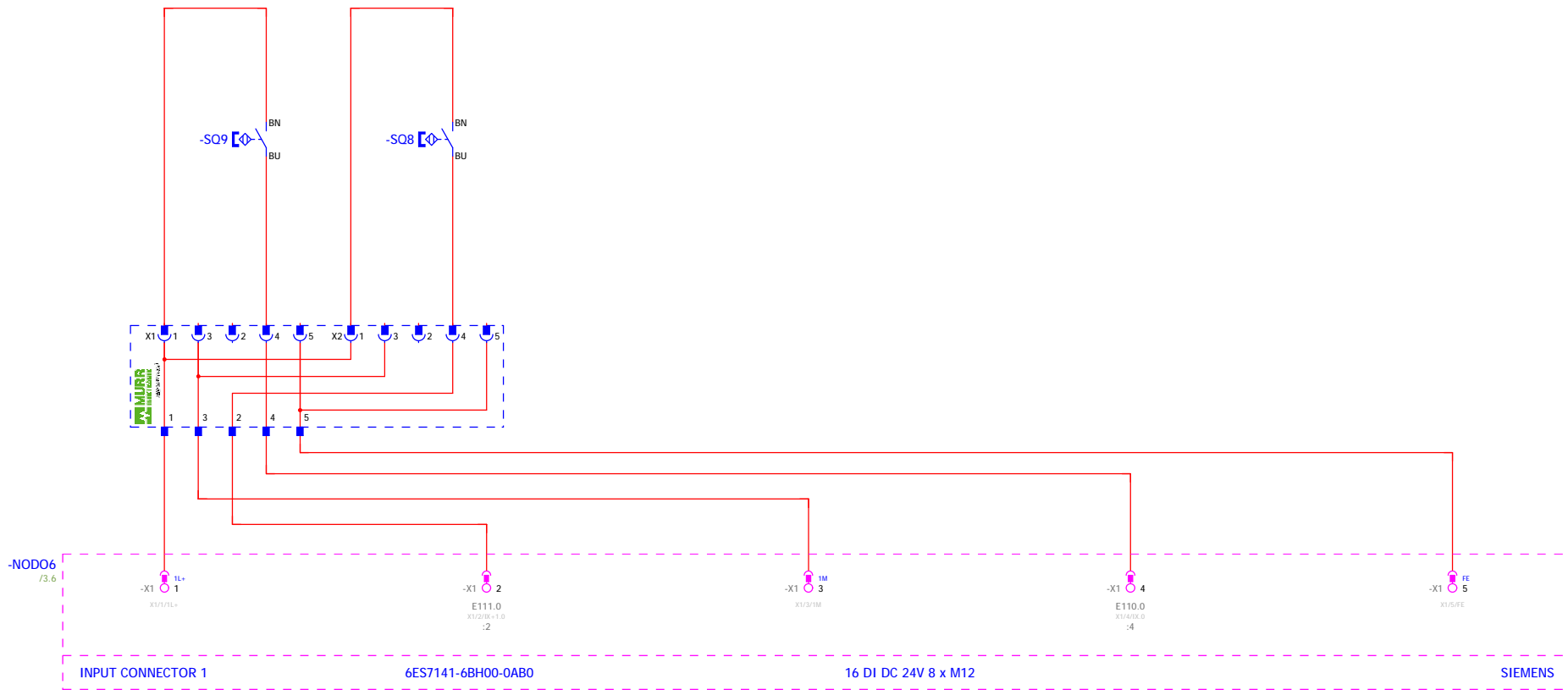
	Fecha	Firma	Empresa
Dibujado	06/05/2015		Marina Abarquero
Modificado	14/06/2015		
Revisado	14/06/2015		

Denominación: ENTRADAS NODOS X7	
Nº De Pedido: Puesto montaje de bandejas	
Información Proyecto	Pág 67
Puesto montaje de bandejas	De 140



	Fecha	Firma	Empresa	Denominación:	ENTRADAS NODO5 X8	
Dibujado	06/05/2015		Marina Abarquero	Nº De Pedido:	Puesto montaje de bandejas	
Modificado	14/06/2015			Información Proyecto	Pág	68
Revisado	14/06/2015			Puesto montaje de bandejas	De	140

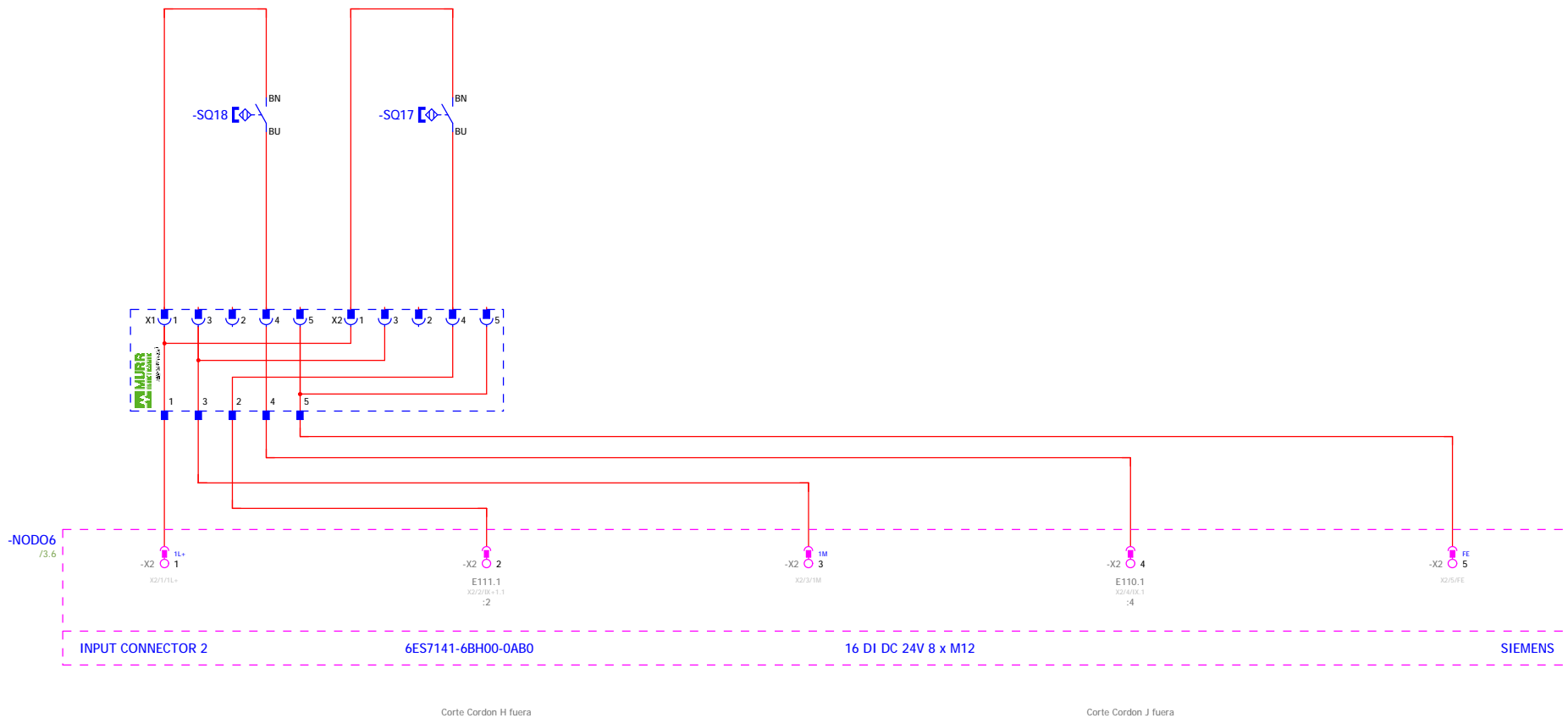




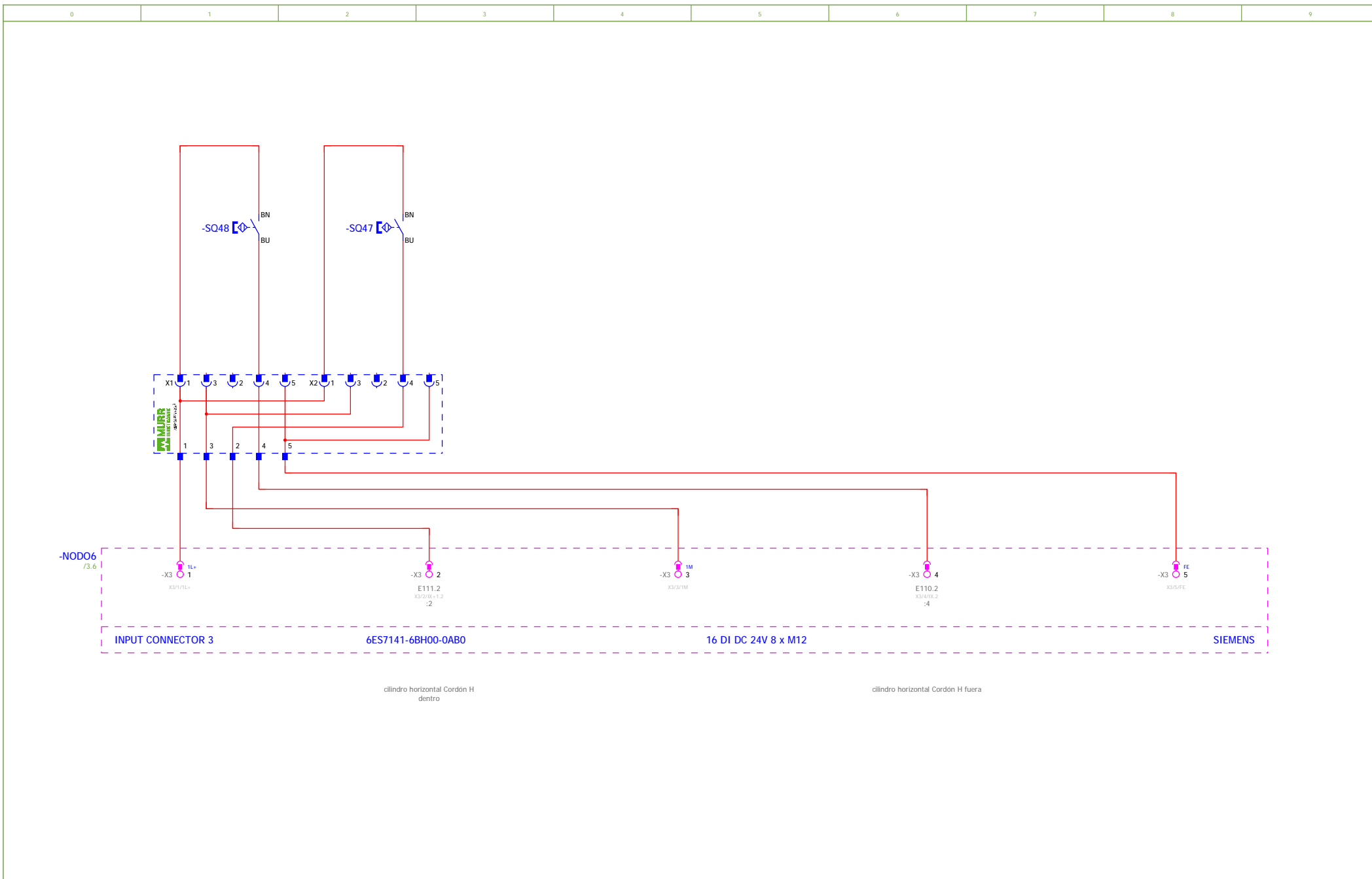
Corte Cordon H dentro

Corte Cordon J dentro

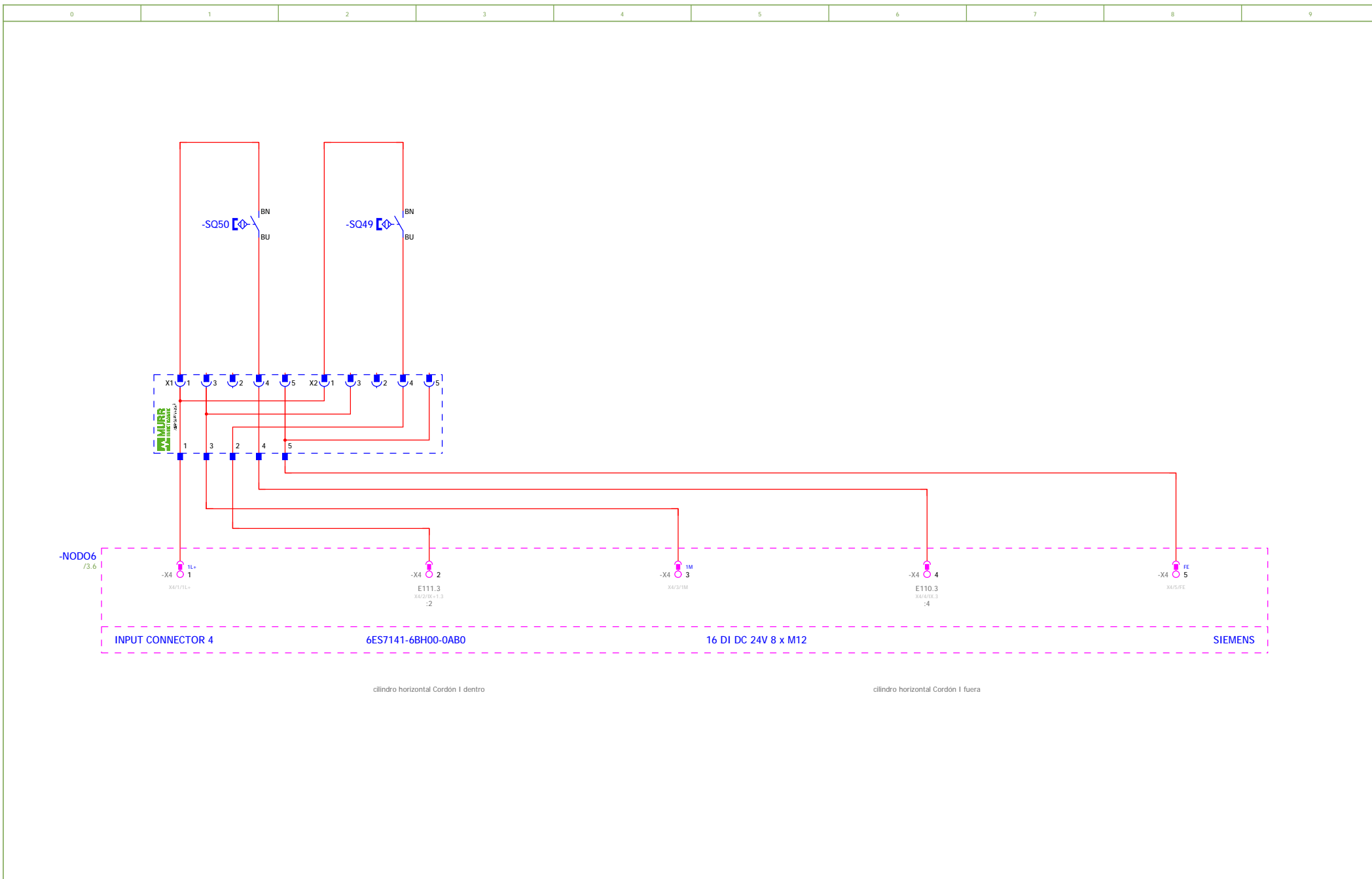
	Fecha	Firma	Empresa	Denominación: ENTRADAS NODO6 X1
Dibujado	06/05/2015		Marina Abarquero	Nº De Pedido: Puesto montaje de bandejas
Modificado	14/06/2015			Información Proyecto
Revisado	14/06/2015			Puesto montaje de bandejas
				Pág 71
				De 140



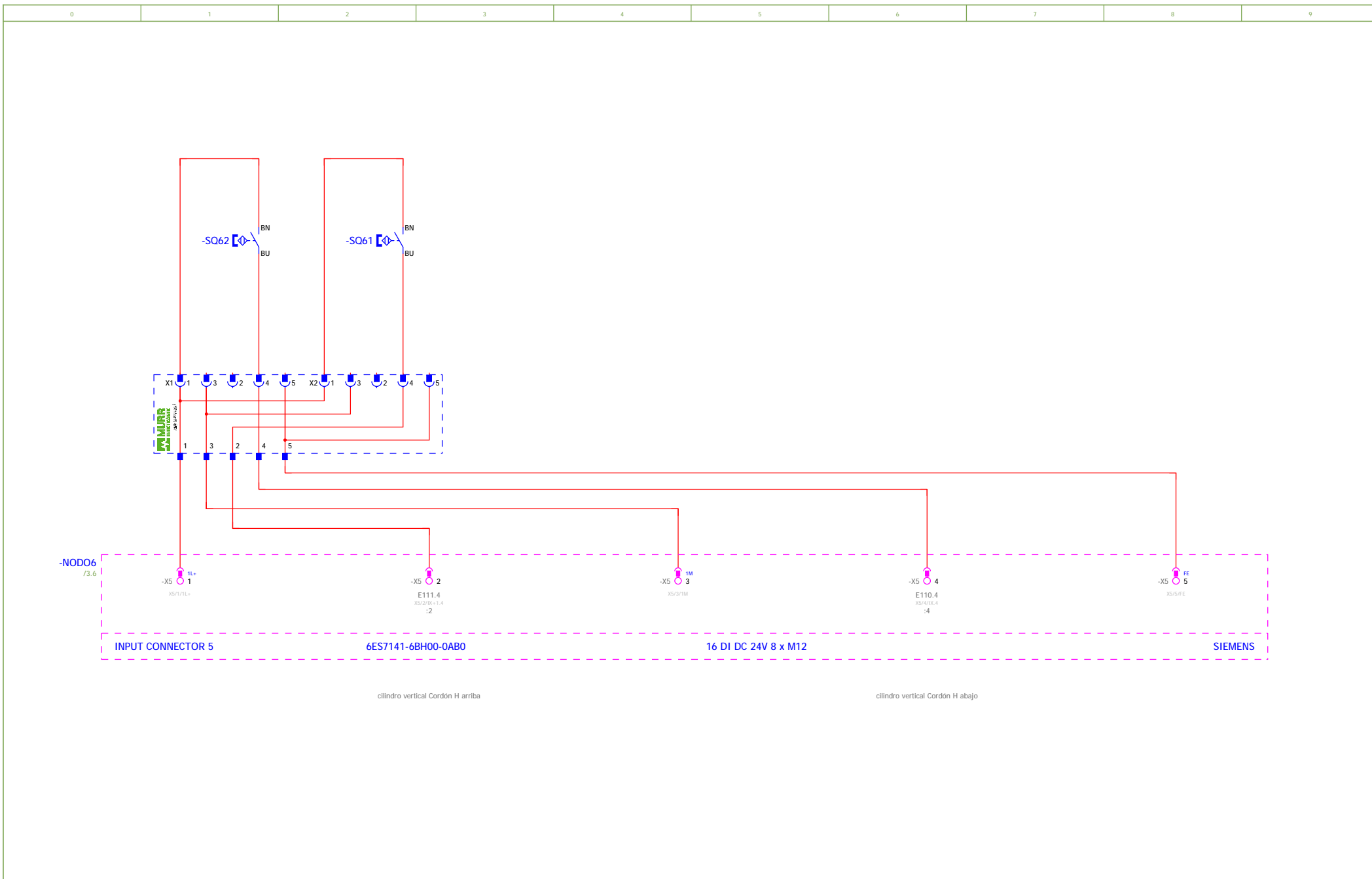
	Fecha	Firma	Empresa	Denominación:	ENTRADAS NODO6 X2	
Dibujado	06/05/2015		Marina Abarquero	Nº De Pedido:	Puesto montaje de bandejas	
Modificado	14/06/2015			Información Proyecto	Pág	72
Revisado	14/06/2015			Puesto montaje de bandejas	De	140



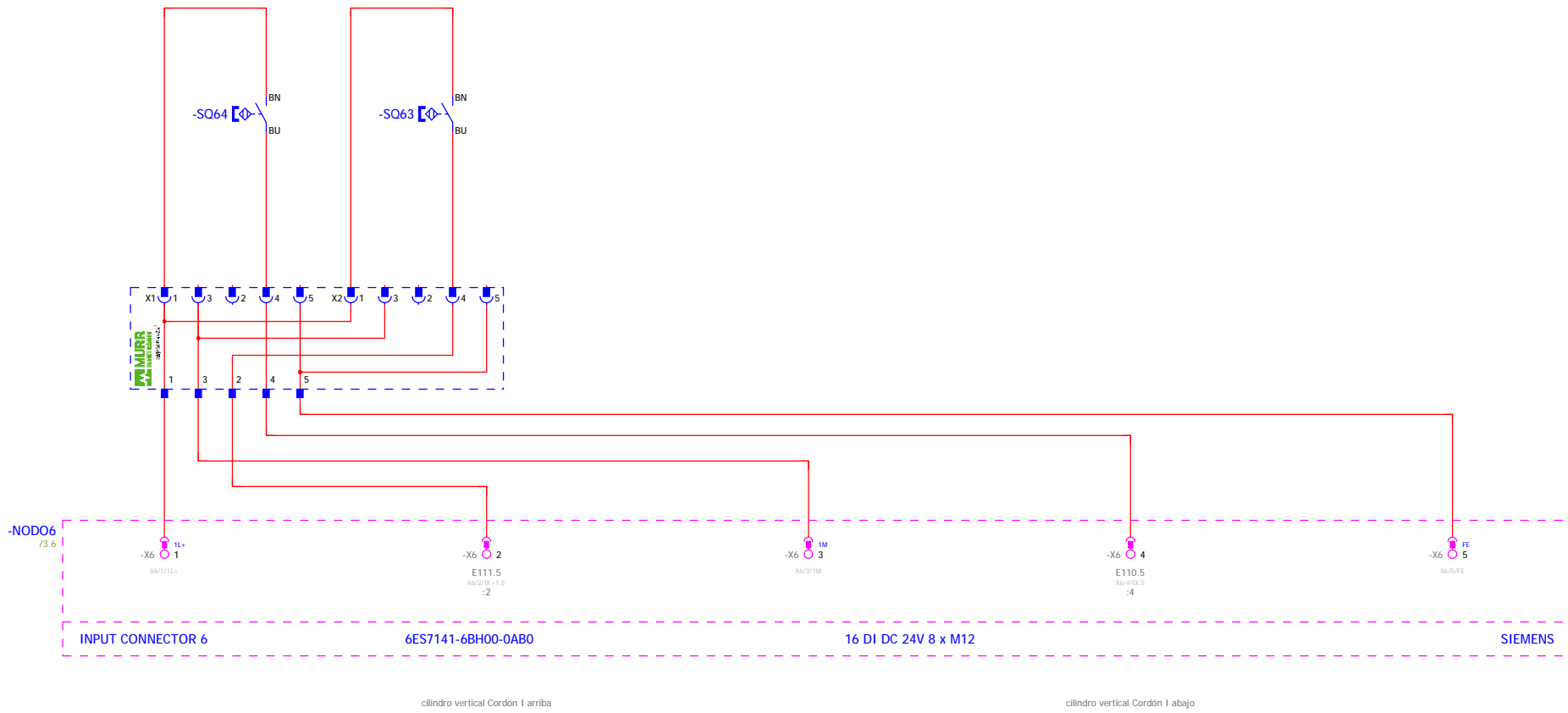
	Fecha	Firma	Empresa	Denominación:	ENTRADAS NODO6 X3	
Dibujado	06/05/2015		Marina Abarquero	Nº De Pedido:	Puesto montaje de bandejas	
Modificado	14/06/2015			Información Proyecto	Pág	73
Revisado	14/06/2015			Puesto montaje de bandejas	De	140



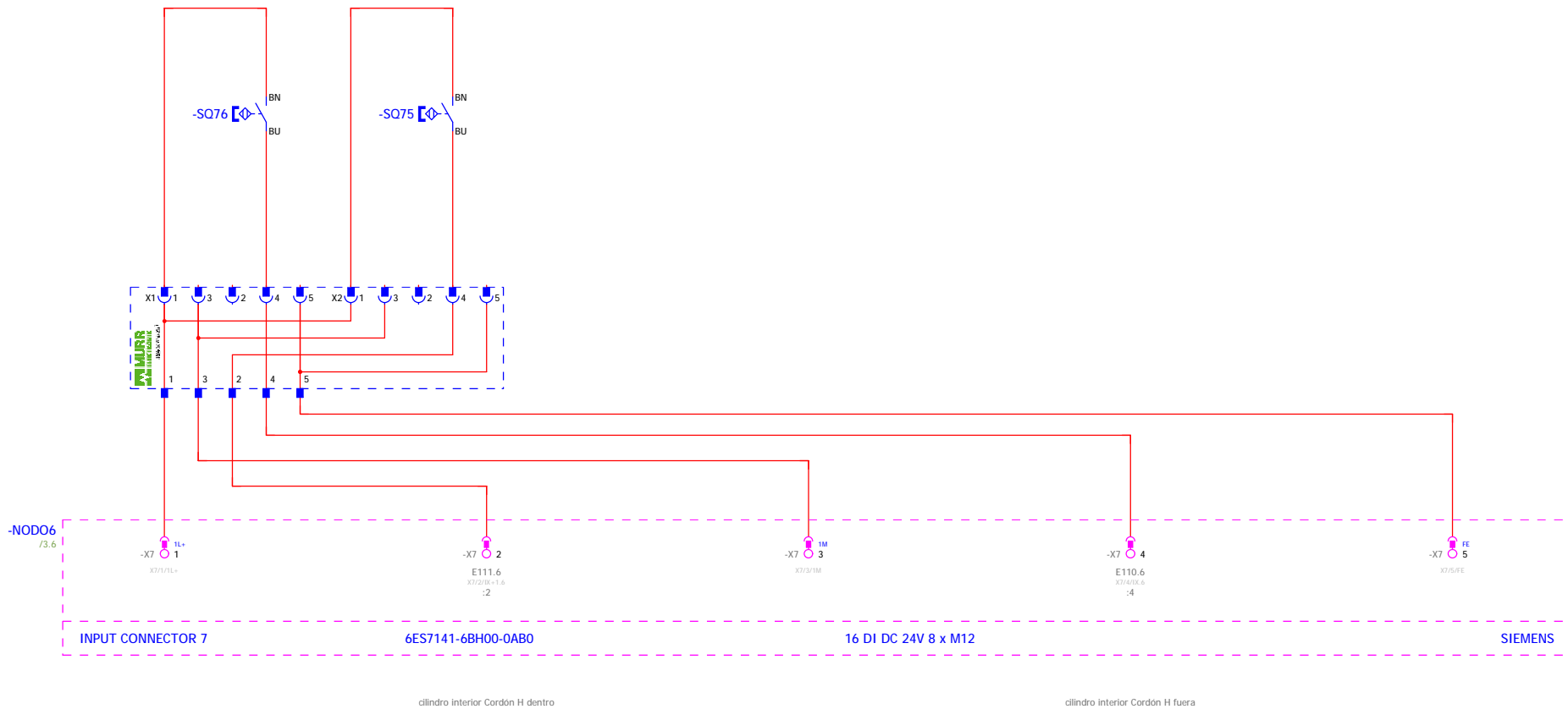
	Fecha	Firma	Empresa	Denominación: ENTRADAS NODO6 X4
Dibujado	06/05/2015		Marina Abarquero	Nº De Pedido: Puesto montaje de bandejas
Modificado	14/06/2015			Información Proyecto
Revisado	14/06/2015			Puesto montaje de bandejas
				Pág 74
				De 140



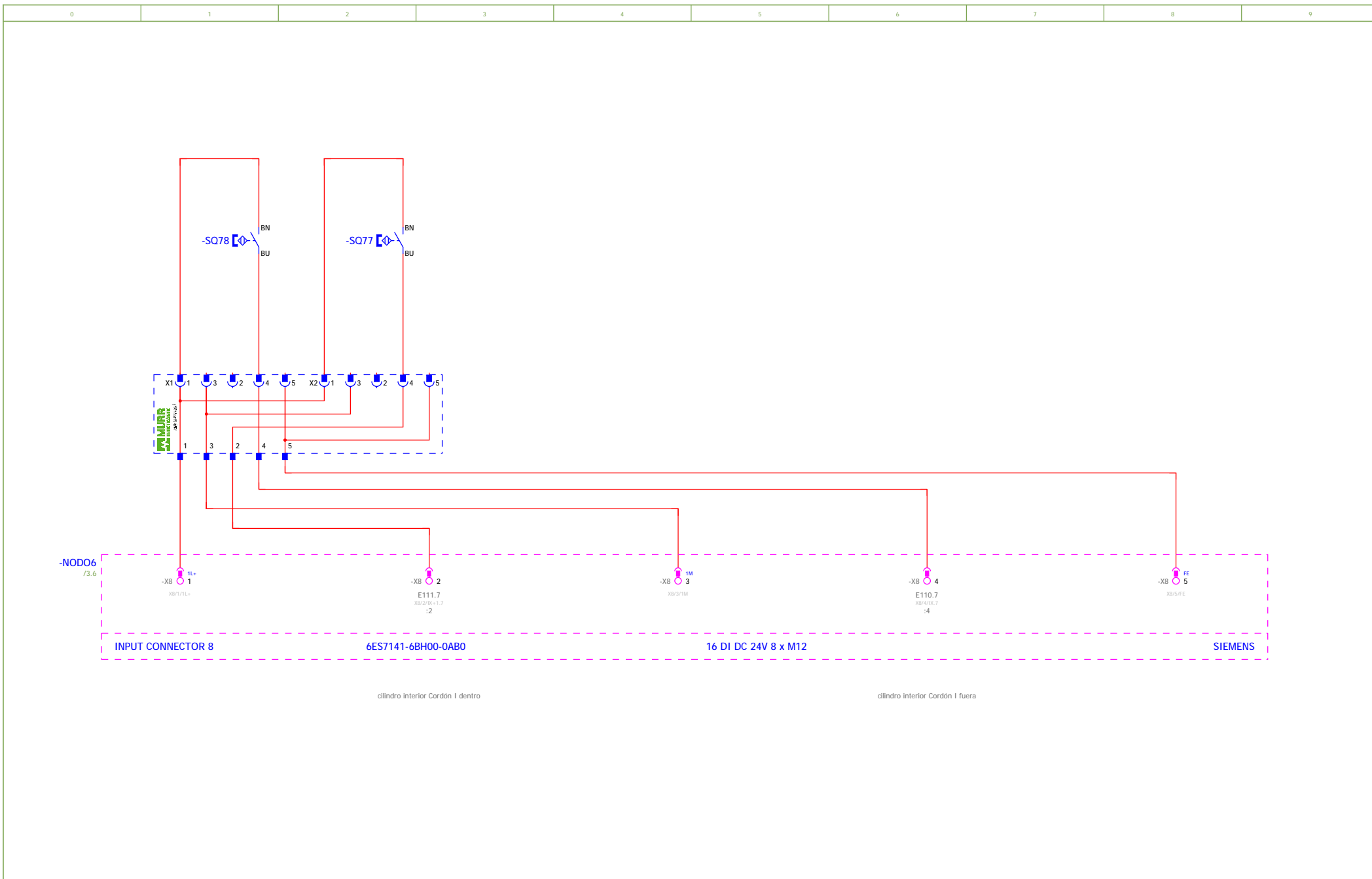
	Fecha	Firma	Empresa	Denominación: ENTRADAS NODO6 X5
Dibujado	06/05/2015		Marina Abarquero	Nº De Pedido: Puesto montaje de bandejas
Modificado	14/06/2015			Información Proyecto
Revisado	14/06/2015			Puesto montaje de bandejas
				Pág 75
				De 140



	Fecha	Firma	Empresa	Denominación: ENTRADAS NODO6 X6
Dibujado	06/05/2015		Marina Abarquero	Nº De Pedido: Puesto montaje de bandejas
Modificado	14/06/2015			Información Proyecto
Revisado	14/06/2015			Puesto montaje de bandejas
				Pág 76
				De 140

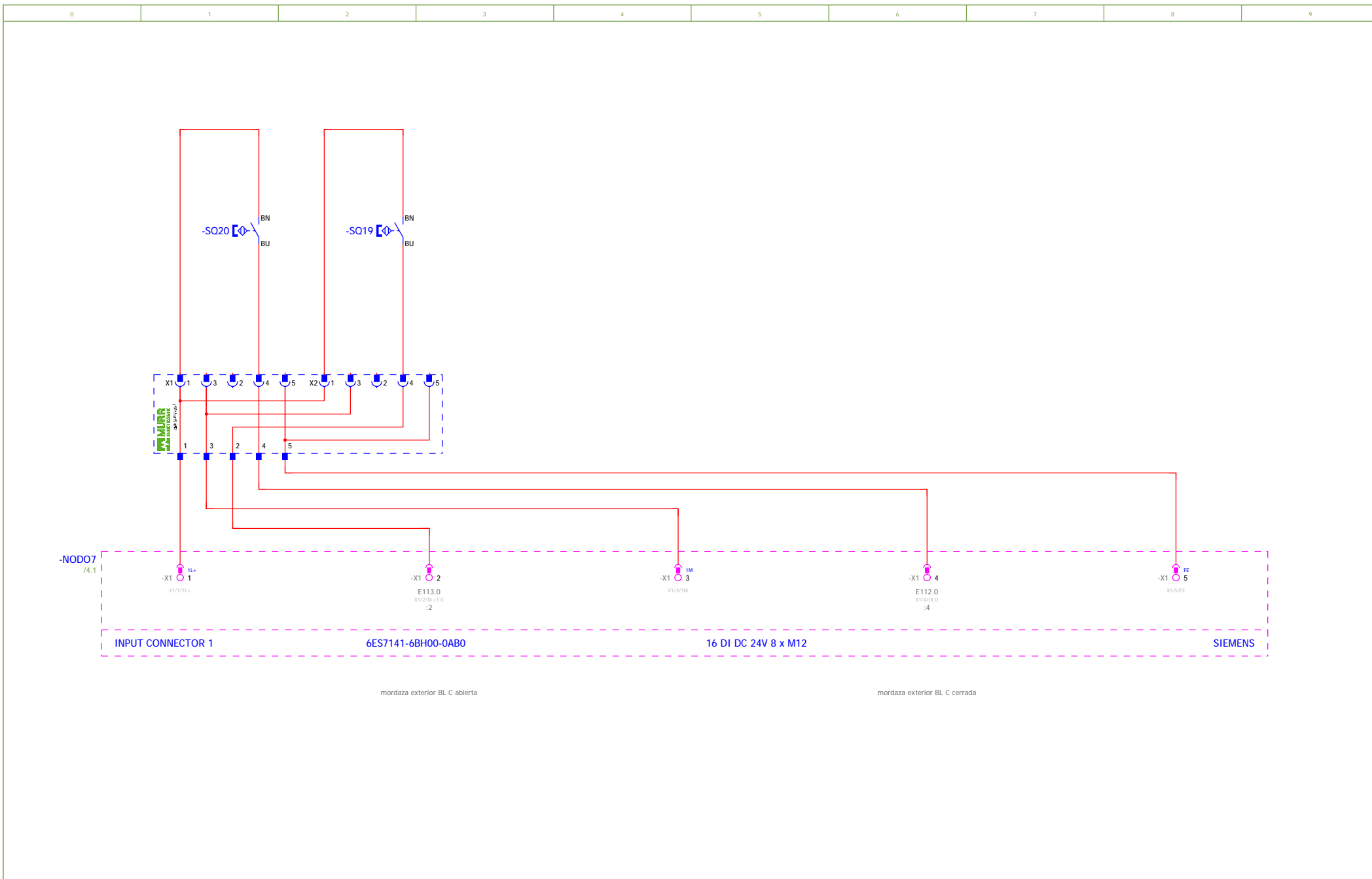


	Fecha	Firma	Empresa	Denominación: ENTRADAS NODO6 X7
Dibujado	06/05/2015		Marina Abarquero	Nº De Pedido: Puesto montaje de bandejas
Modificado	14/06/2015			Información Proyecto
Revisado	14/06/2015			Puesto montaje de bandejas
				Pág 77
				De 140

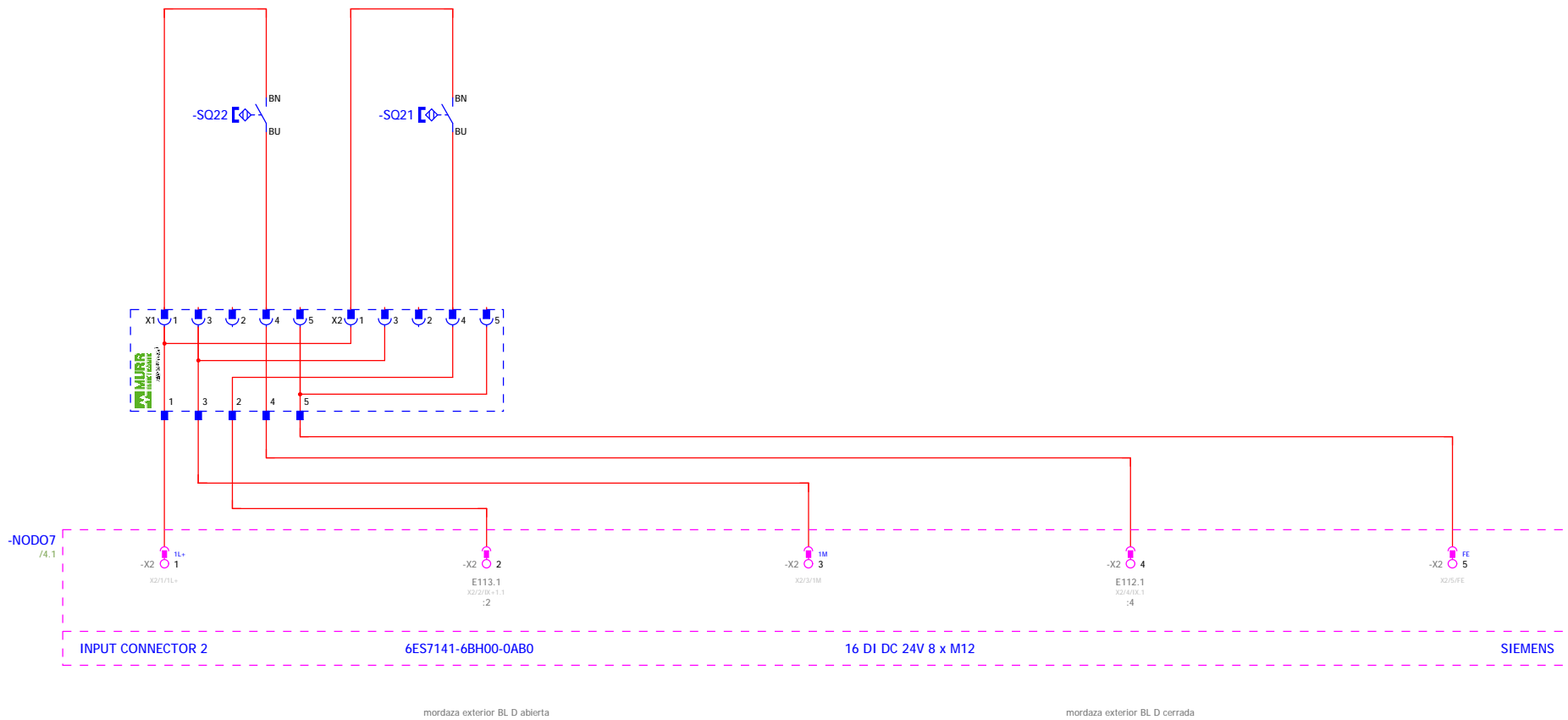


	Fecha	Firma	Empresa	Denominación:	ENTRADAS NODO6 X8	
Dibujado	06/05/2015		Marina Abarquero	Nº De Pedido:	Puesto montaje de bandejas	
Modificado	14/06/2015			Información Proyecto	Pág	78
Revisado	14/06/2015			Puesto montaje de bandejas	De	140

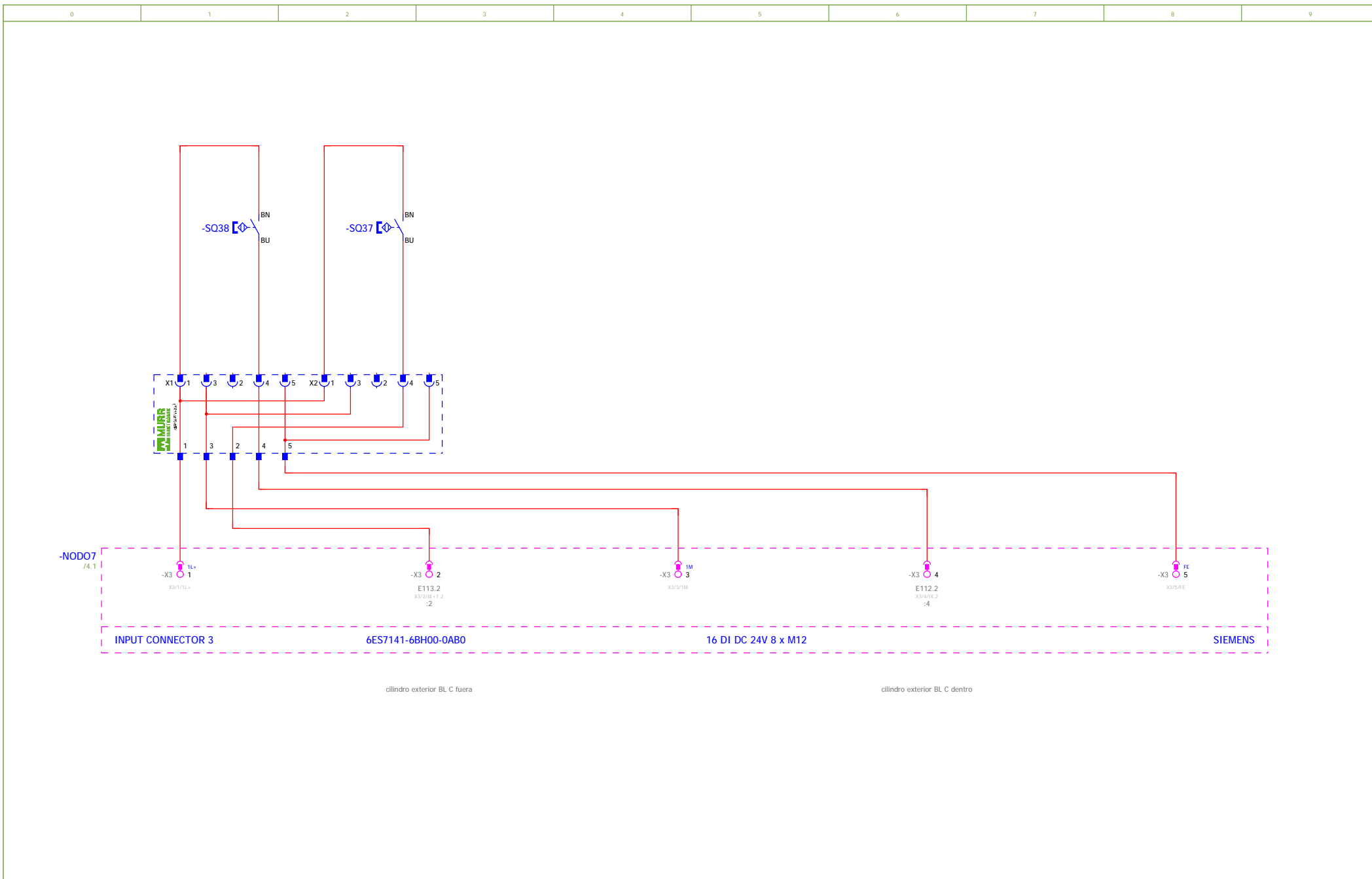




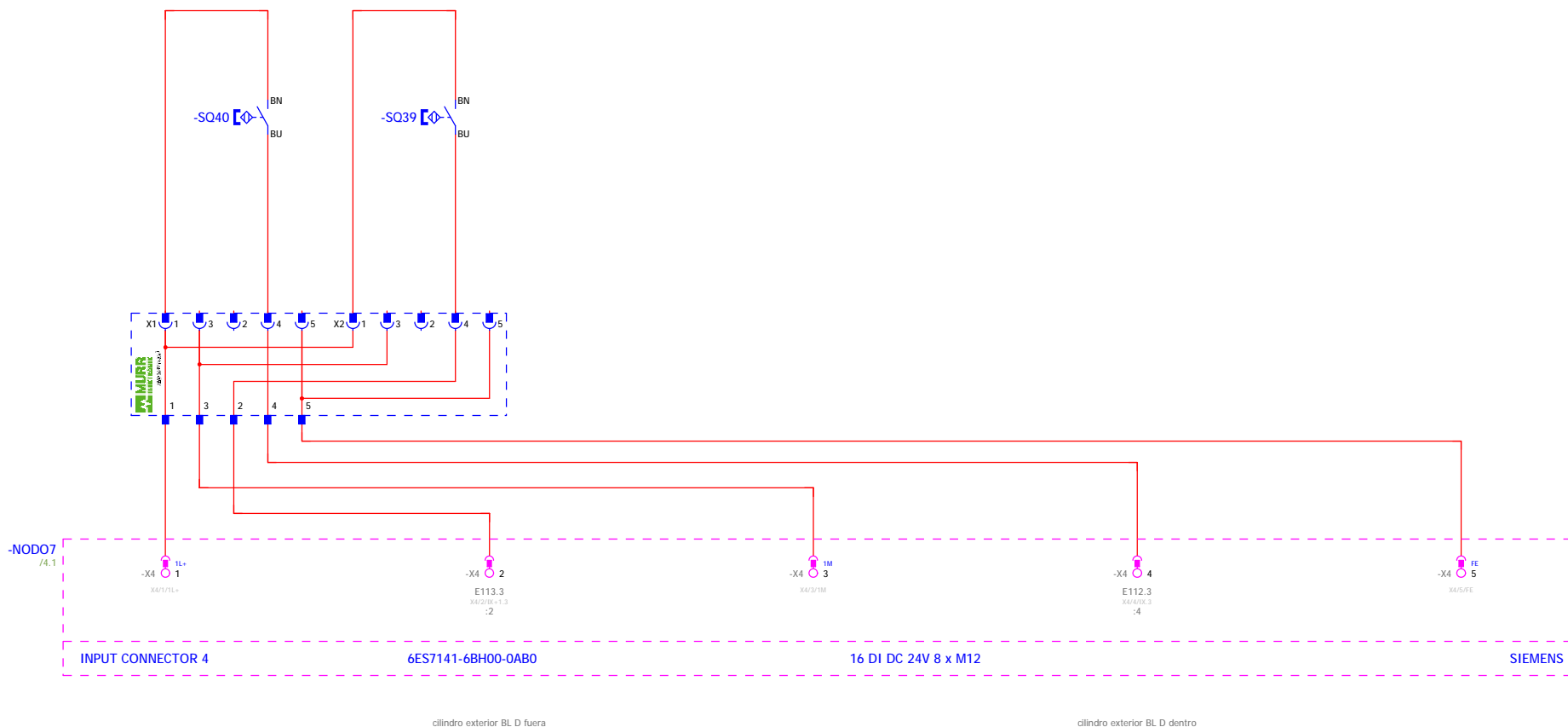
	Fecha	Firma	Empresa	Denominación: ENTRADAS NODO7 X1
Dibujado	06/05/2015		Marina Abarquero	Nº De Pedido: Puesto montaje de bandejas
Modificado	14/06/2015			Información Proyecto
Revisado	14/06/2015			Puesto montaje de bandejas
				Pág 81
				De 140



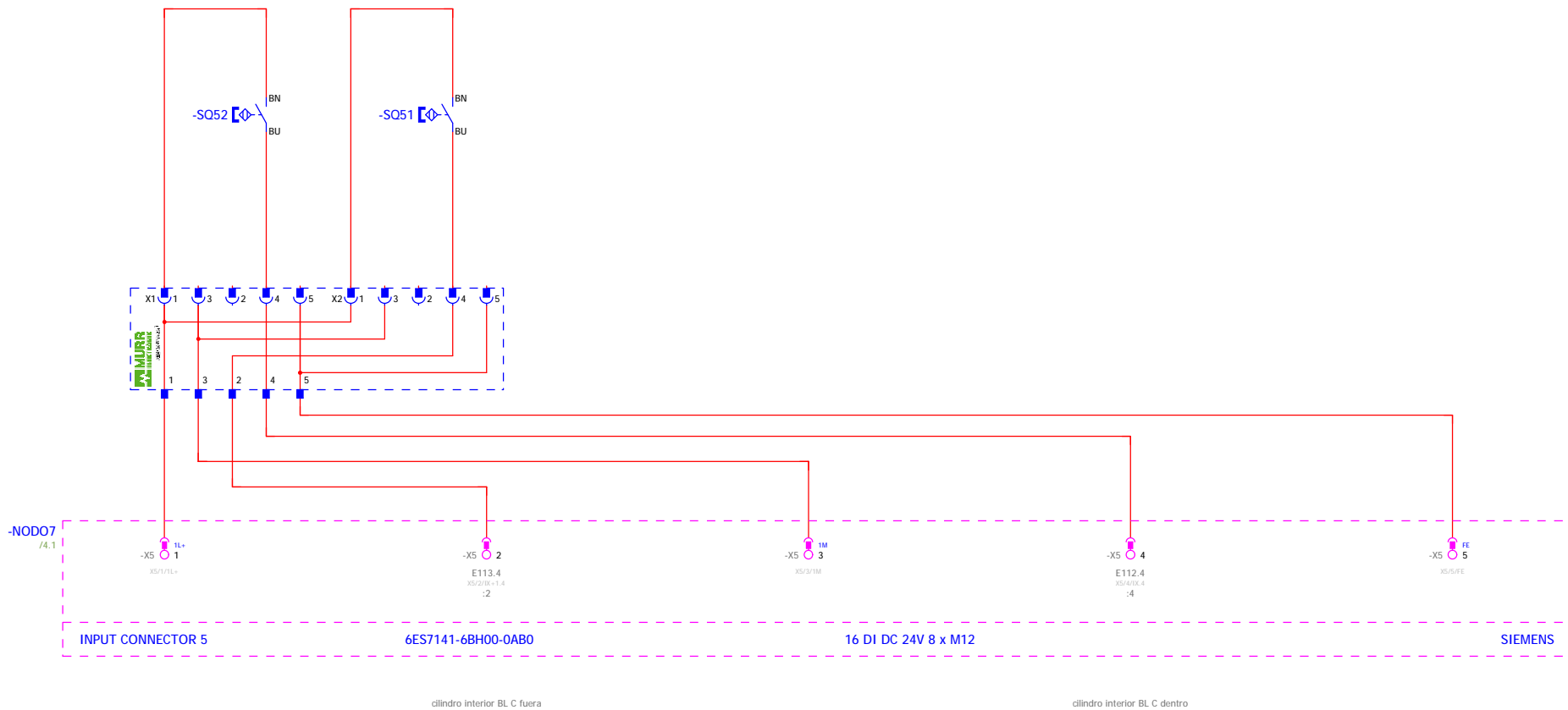
	Fecha	Firma	Empresa	Denominación: ENTRADAS NODO7 X2
Dibujado	06/05/2015		Marina Abarquero	Nº De Pedido: Puesto montaje de bandejas
Modificado	14/06/2015			Información Proyecto
Revisado	14/06/2015			Puesto montaje de bandejas
				Pág 82
				De 140



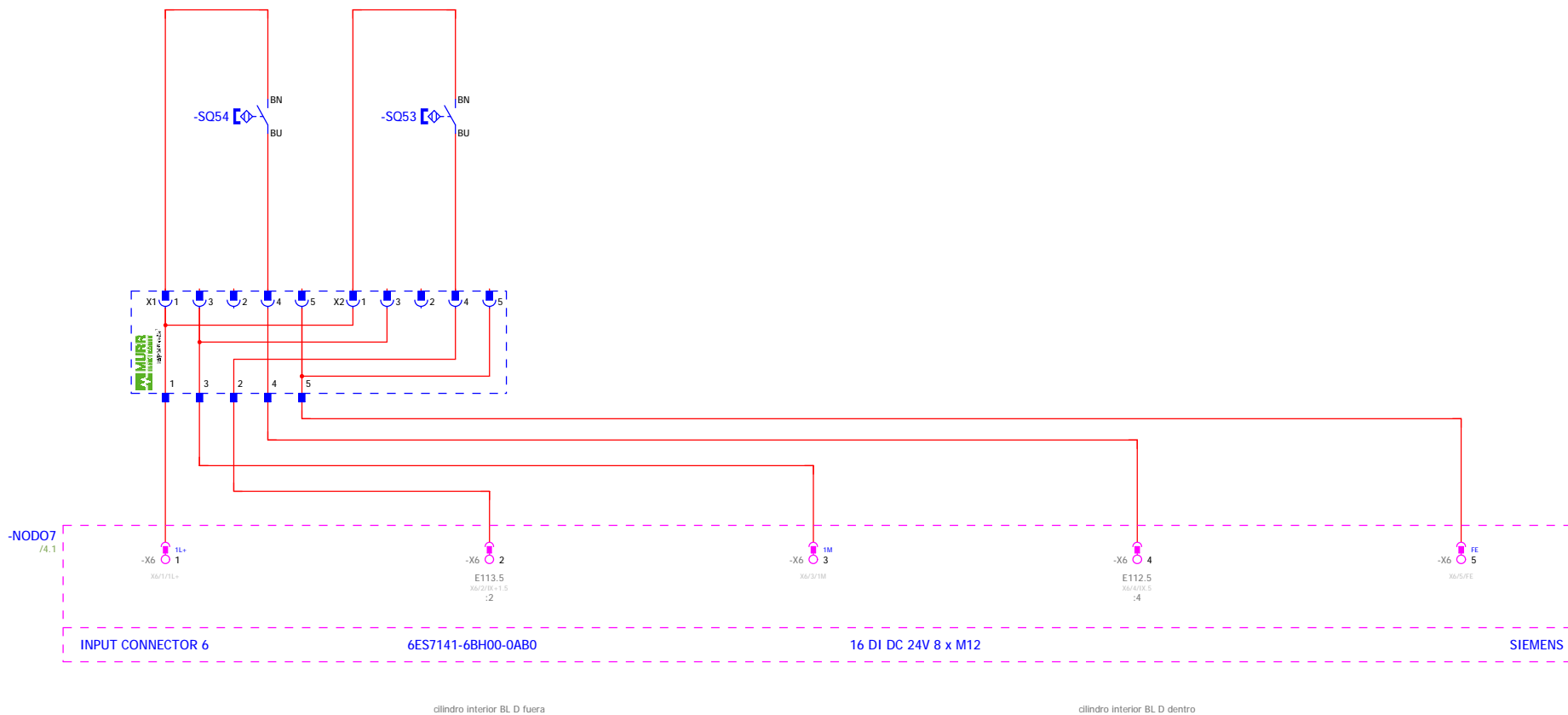
	Fecha	Firma	Empresa	Denominación: ENTRADAS NODO7 X3
Dibujado	06/05/2015		Marina Abarquero	Nº De Pedido: Puesto montaje de bandejas
Modificado	14/06/2015			Información Proyecto
Revisado	14/06/2015			Puesto montaje de bandejas
				Pág 83
				De 140



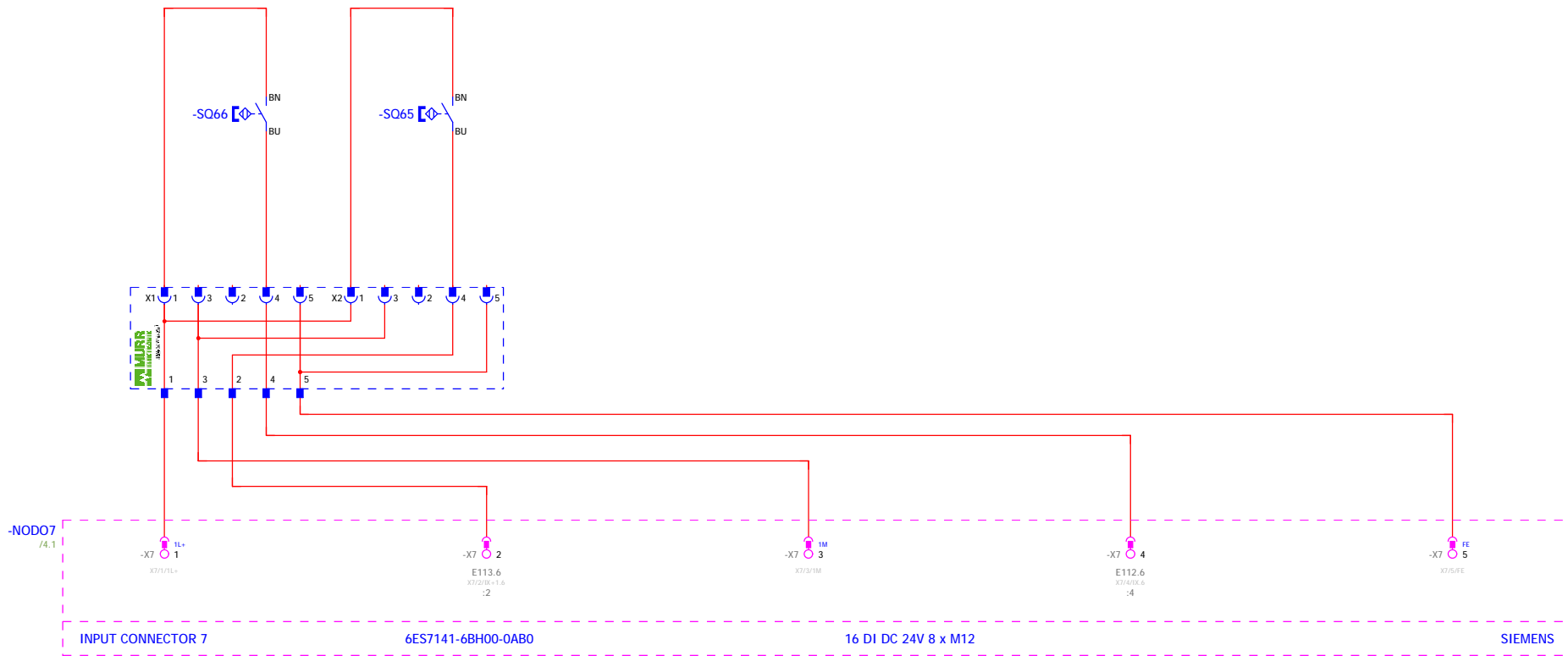
	Fecha	Firma	Empresa	Denominación: ENTRADAS NODO7 X4
Dibujado	06/05/2015		Marina Abarquero	Nº De Pedido: Puesto montaje de bandejas
Modificado	14/06/2015			Información Proyecto
Revisado	14/06/2015			Puesto montaje de bandejas
				Pág 84
				De 140



	Fecha	Firma	Empresa	Denominación: ENTRADAS NODO7 X5
Dibujado	06/05/2015		Marina Abarquero	Nº De Pedido: Puesto montaje de bandejas
Modificado	14/06/2015			Información Proyecto
Revisado	14/06/2015			Puesto montaje de bandejas
				Pág 85
				De 140



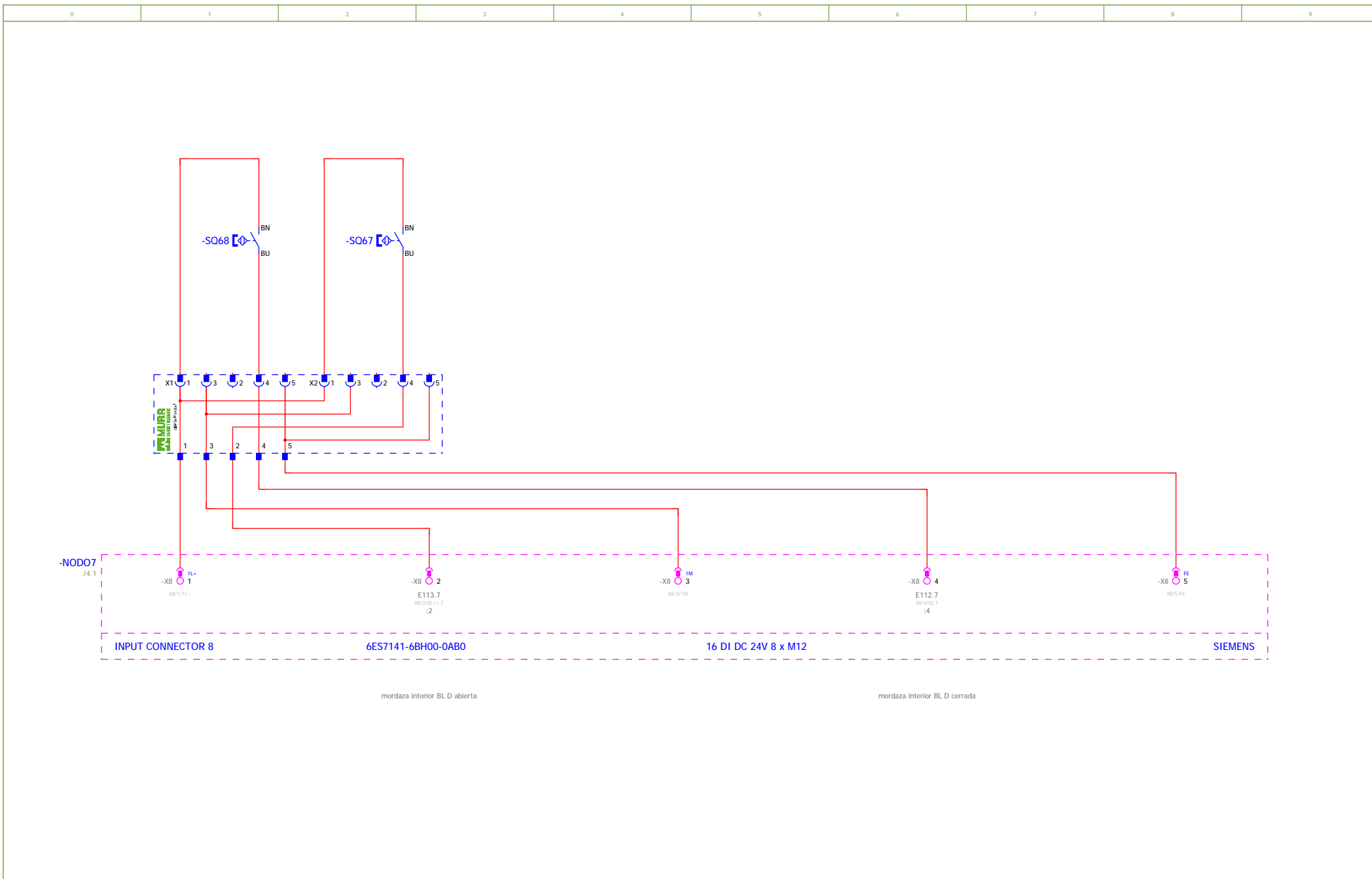
	Fecha	Firma	Empresa	Denominación: ENTRADAS NODO7 X6
Dibujado	06/05/2015		Marina Abarquero	Nº De Pedido: Puesto montaje de bandejas
Modificado	14/06/2015			Información Proyecto
Revisado	14/06/2015			Puesto montaje de bandejas
				Pág 86
				De 140



mordaza interior BL C abierta

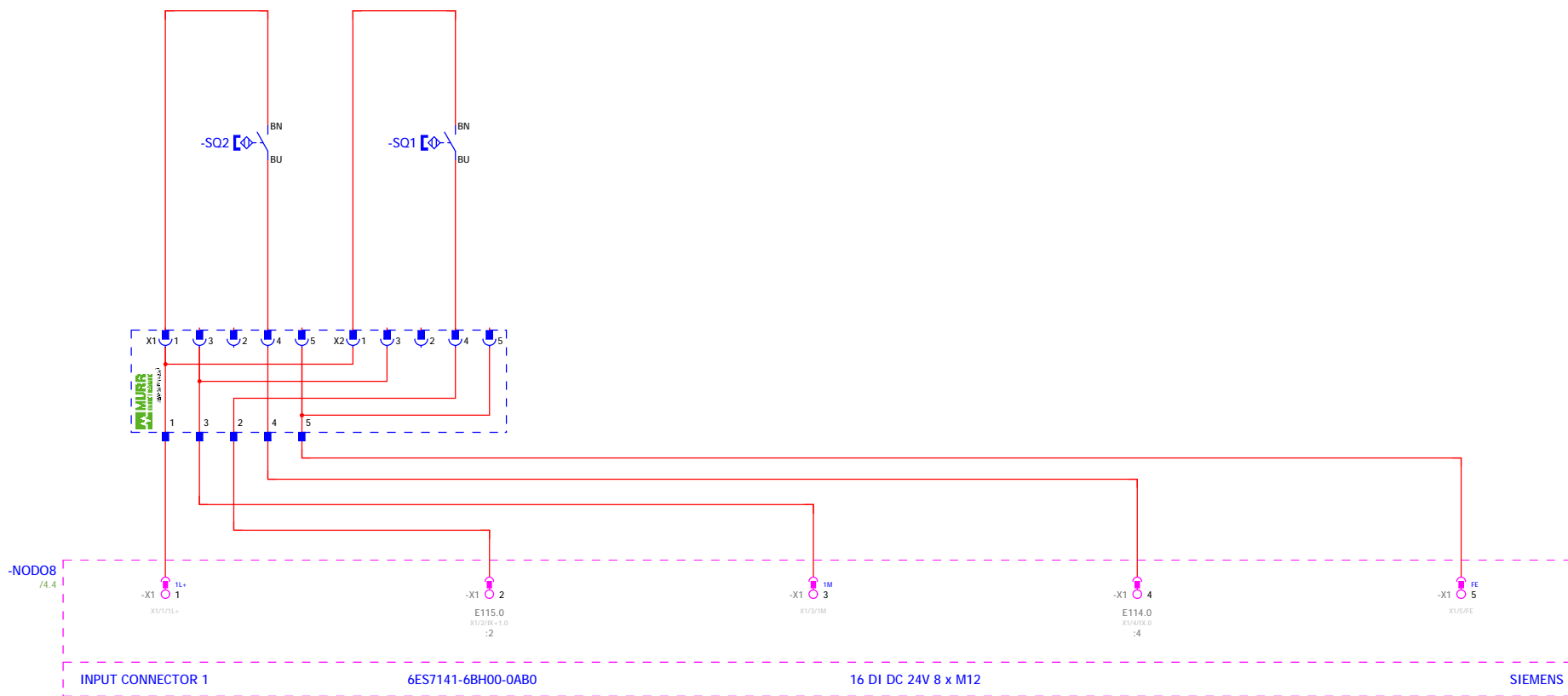
mordaza interior BL C cerrada

	Fecha	Firma	Empresa	Denominación: ENTRADAS NODO7 X7
Dibujado	06/05/2015		Marina Abarquero	Nº De Pedido: Puesto montaje de bandejas
Modificado	14/06/2015			Información Proyecto
Revisado	14/06/2015			Puesto montaje de bandejas
				Pág 87
				De 140

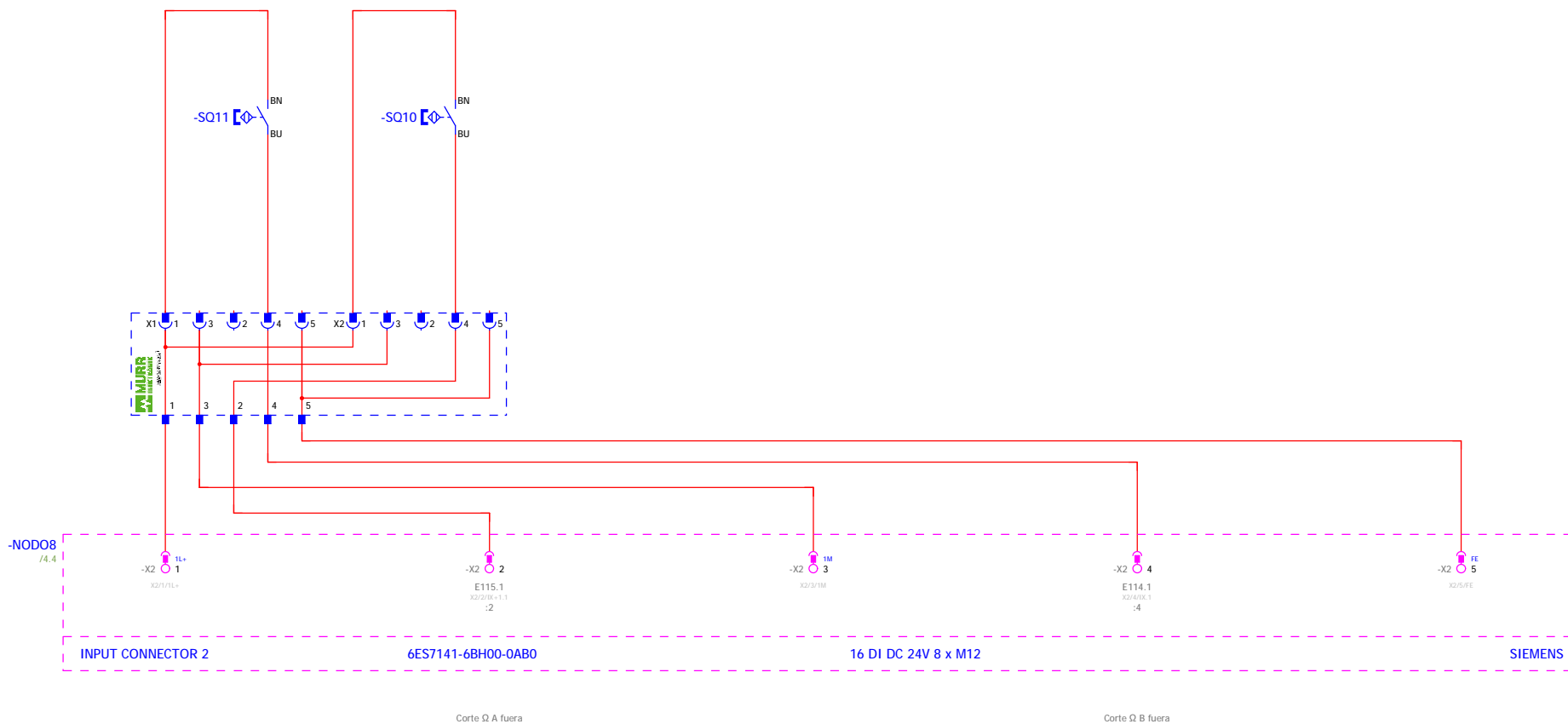


	Fecha	Firma	Empresa	Denominación: ENTRADAS NODO7 X8
Dibujado	06/05/2015		Marina Abarquero	Nº De Pedido: Puesto montaje de bandejas
Modificado	14/06/2015			Información Proyecto
Revisado	14/06/2015			Puesto montaje de bandejas
				Pág 88
				De 140

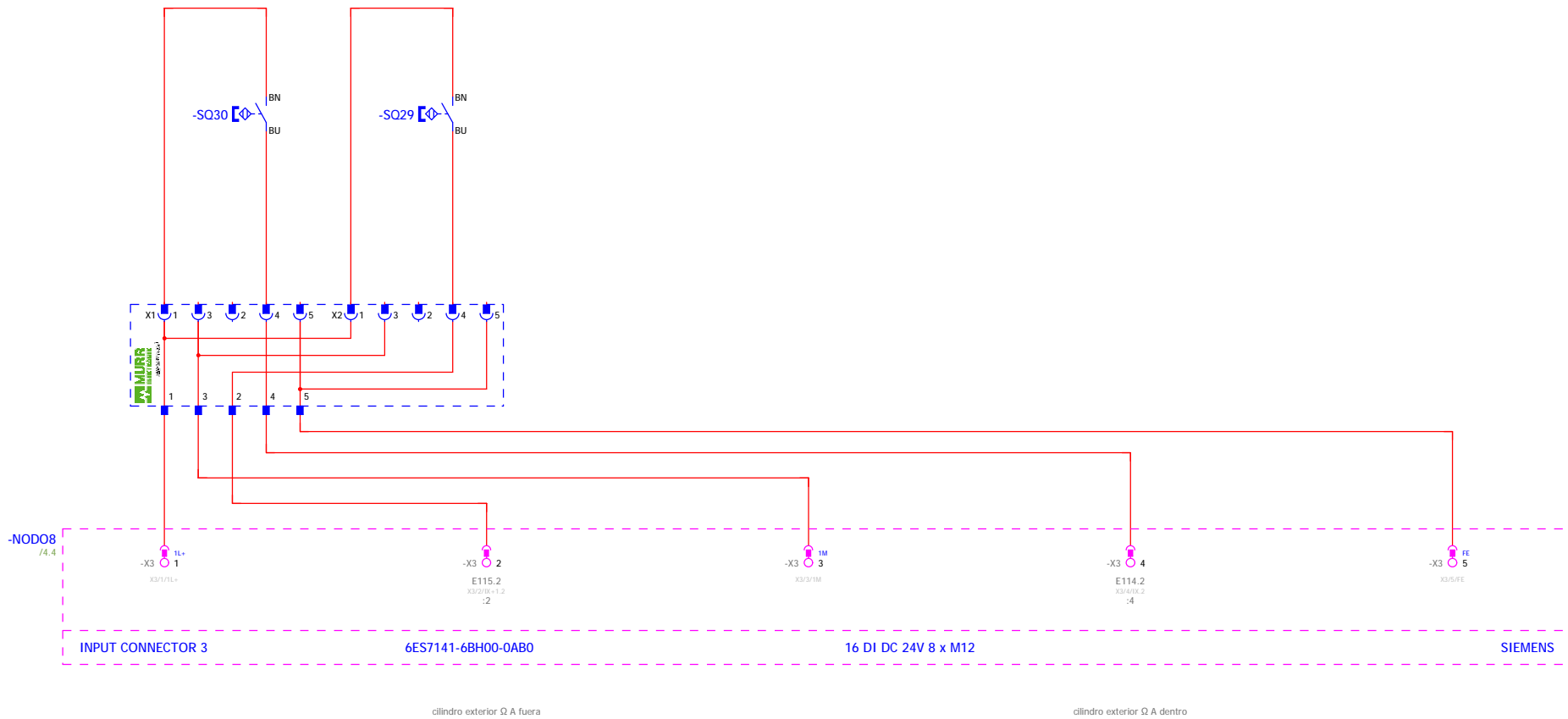




	Fecha	Firma	Empresa	Denominación: ENTRADAS NODO8 X1
Dibujado	06/05/2015		Marina Abarquero	Nº De Pedido: Puesto montaje de bandejas
Modificado	14/06/2015			Información Proyecto
Revisado	14/06/2015			Puesto montaje de bandejas
				Pág 91
				De 140

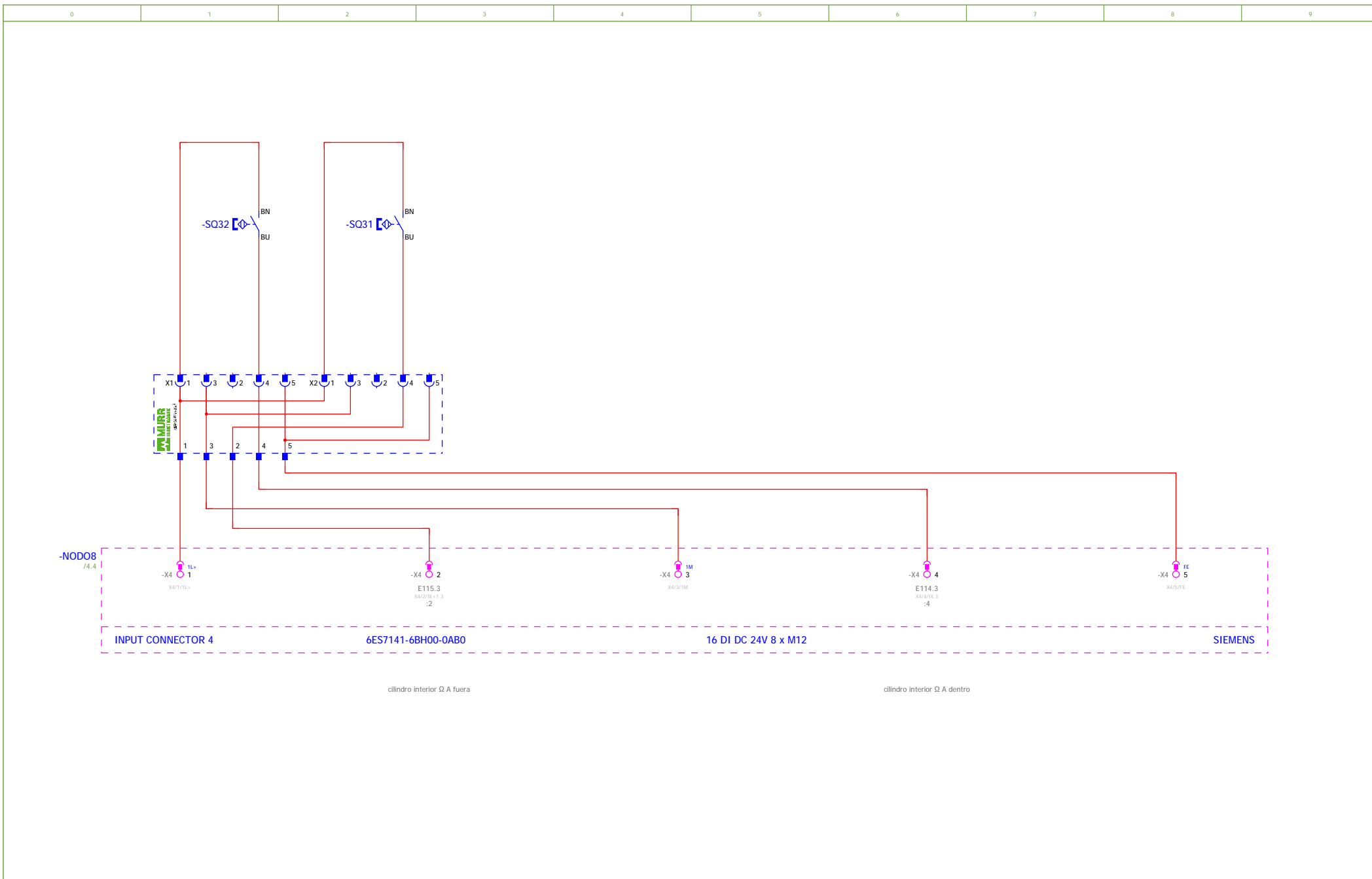


	Fecha	Firma	Empresa	Denominación:	ENTRADAS NODO8 X2	
Dibujado	06/05/2015		Marina Abarquero	Nº De Pedido:	Puesto montaje de bandejas	
Modificado	14/06/2015			Información Proyecto	Pág	92
Revisado	14/06/2015			Puesto montaje de bandejas	De	140

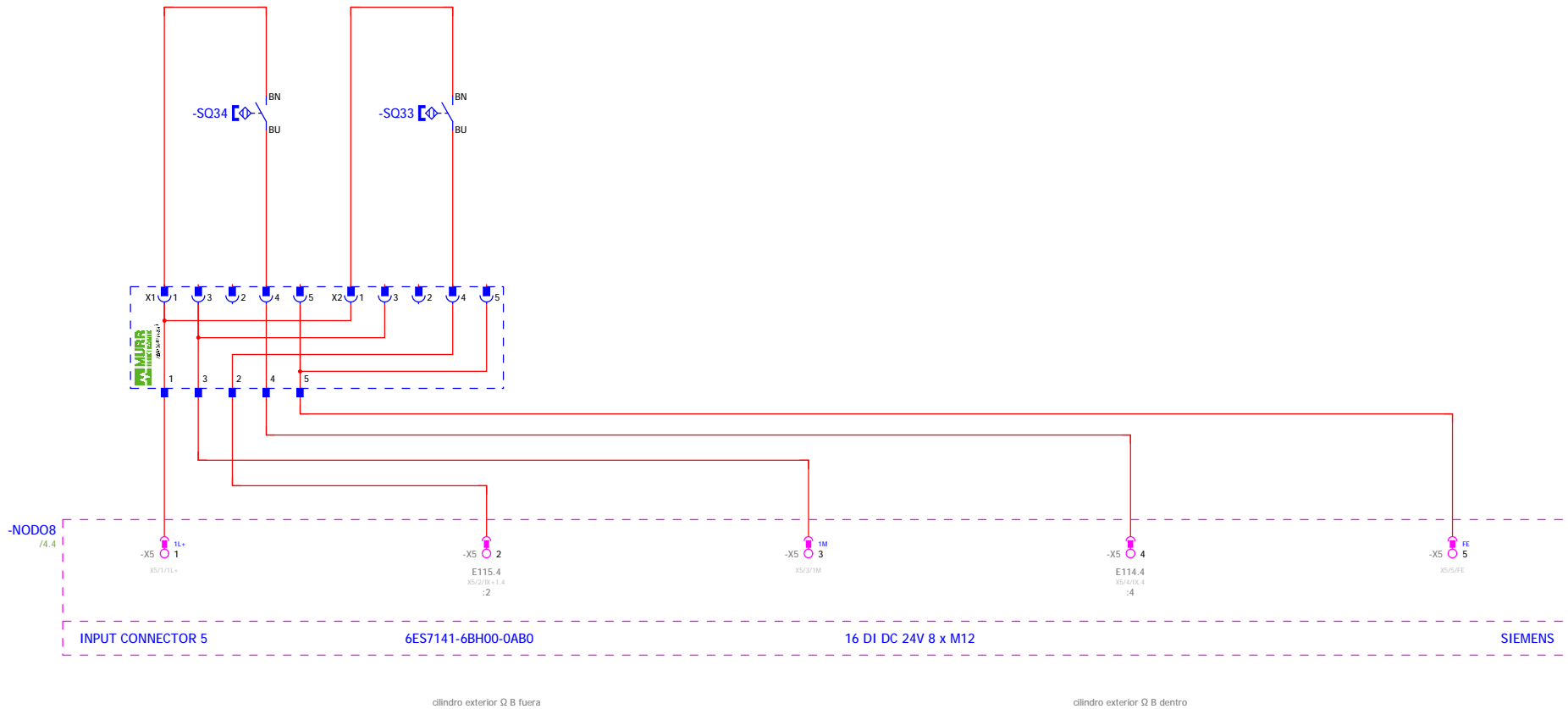


	Fecha	Firma	Empresa
Dibujado	06/05/2015		Marina Abarquero
Modificado	14/06/2015		
Revisado	14/06/2015		

Denominación: ENTRADAS NODO8 X3	
Nº De Pedido: Puesto montaje de bandejas	
Información Proyecto	Pág 93
Puesto montaje de bandejas	De 140

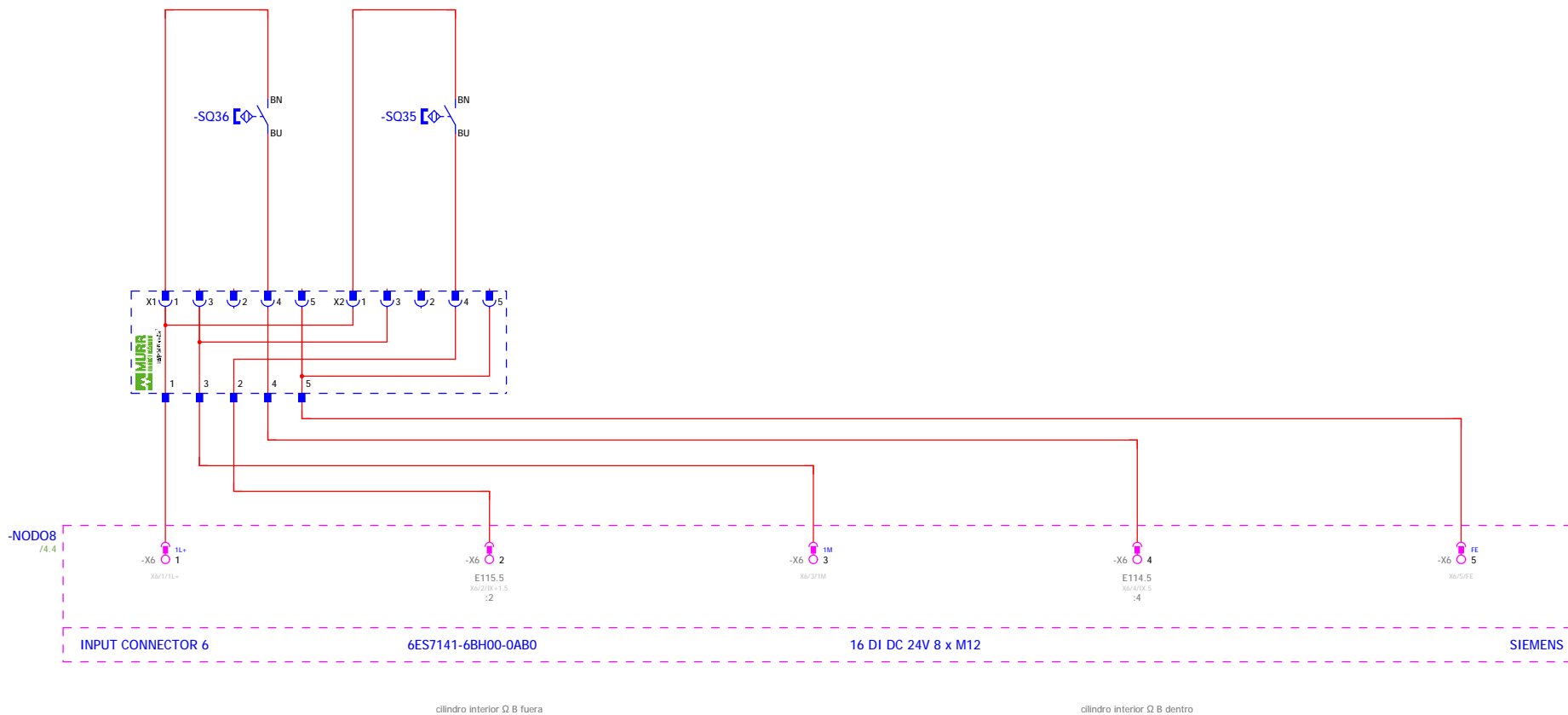


	Fecha	Firma	Empresa	Denominación: ENTRADAS NODO8 X4
Dibujado	06/05/2015		Marina Abarquero	Nº De Pedido: Puesto montaje de bandejas
Modificado	14/06/2015			Información Proyecto
Revisado	14/06/2015			Puesto montaje de bandejas
				Pág 94
				De 140

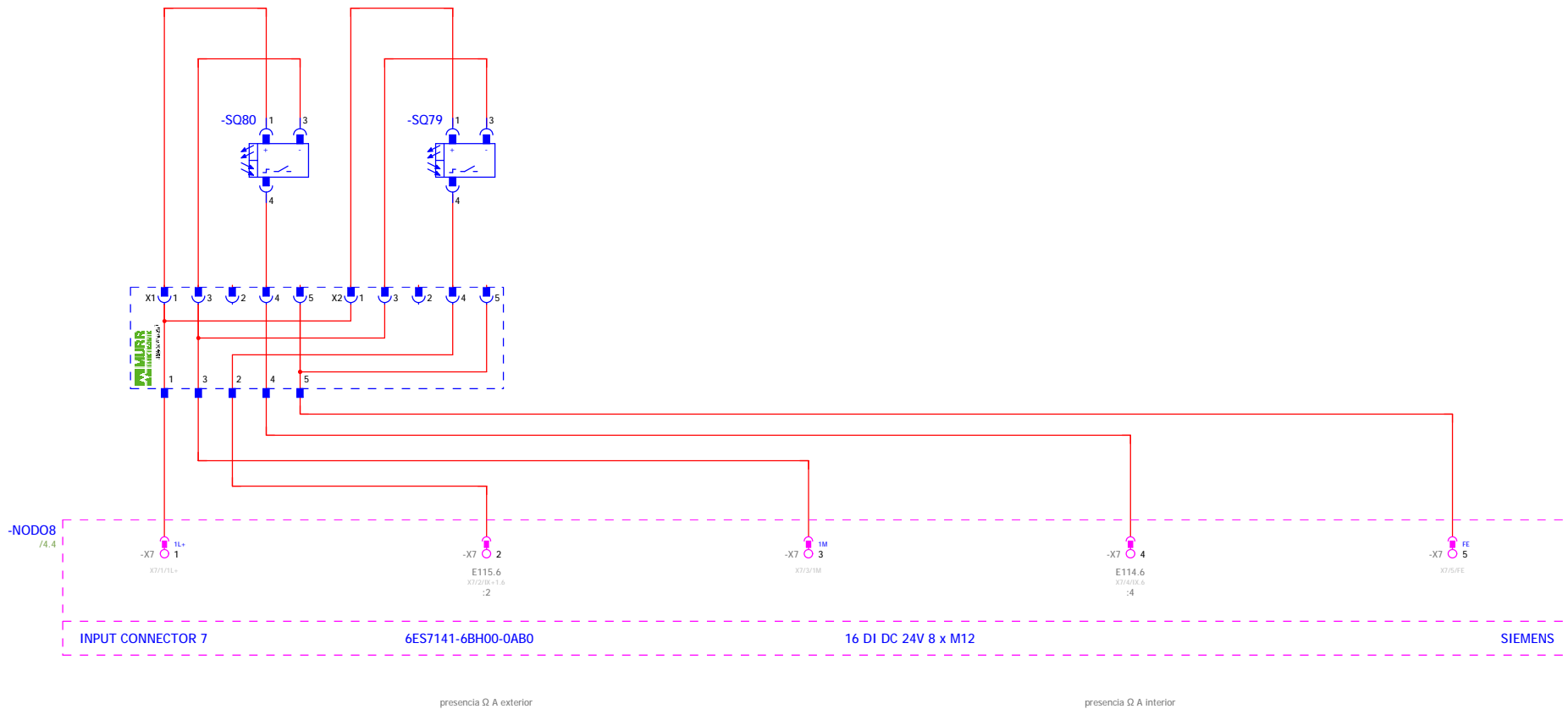


	Fecha	Firma	Empresa
Dibujado	06/05/2015		Marina Abarquero
Modificado	14/06/2015		
Revisado	14/06/2015		

Denominación:	ENTRADAS NODO8 X5		
Nº De Pedido:	Puesto montaje de bandejas		
Información Proyecto	Pág	95	
	De	140	

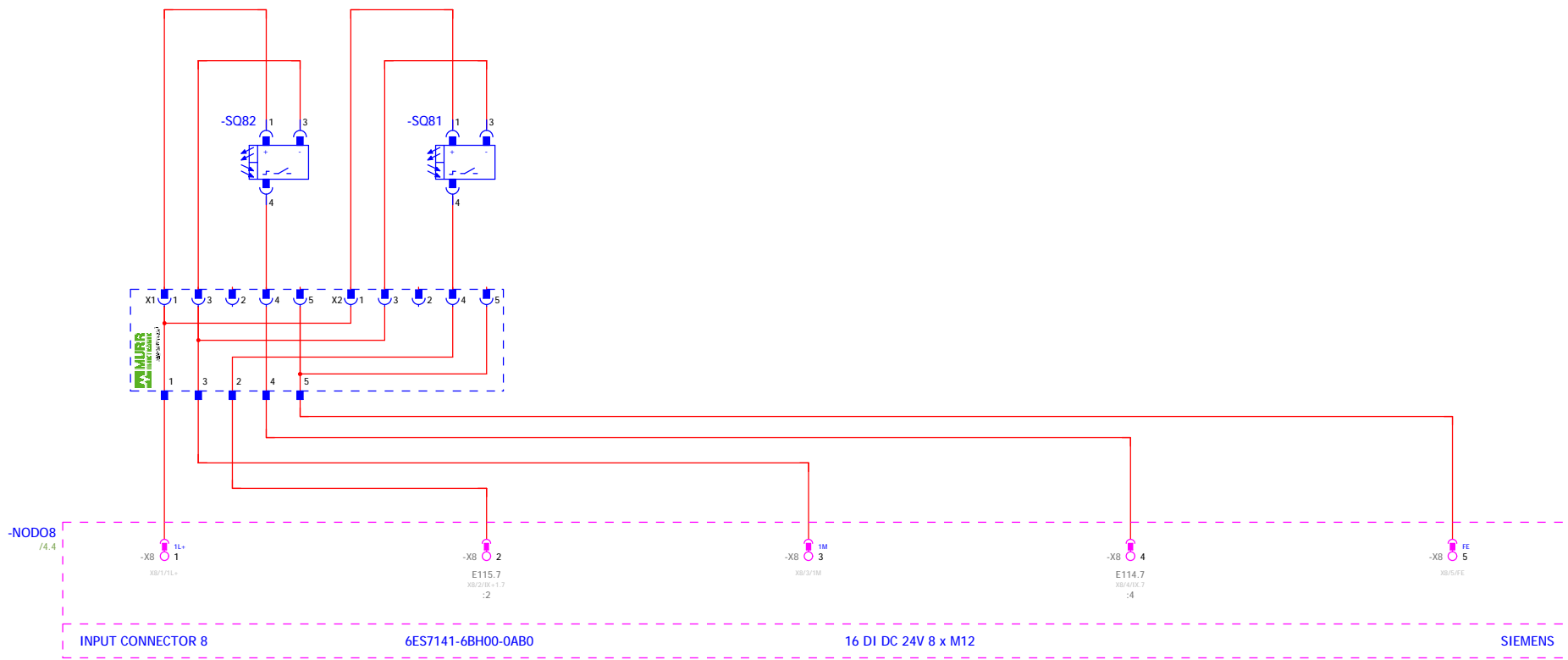


	Fecha	Firma	Empresa	Denominación: ENTRADAS NODO8 X6
Dibujado	06/05/2015		Marina Abarquero	Nº De Pedido: Puesto montaje de bandejas
Modificado	14/06/2015			Información Proyecto
Revisado	14/06/2015			Puesto montaje de bandejas
				Pág 96
				De 140



	Fecha	Firma	Empresa
Dibujado	06/05/2015		Marina Abarquero
Modificado	14/06/2015		
Revisado	14/06/2015		

Denominación:	ENTRADAS NODO8 X7		
Nº De Pedido:	Puesto montaje de bandejas		
Información Proyecto	Pág	97	
	De	140	

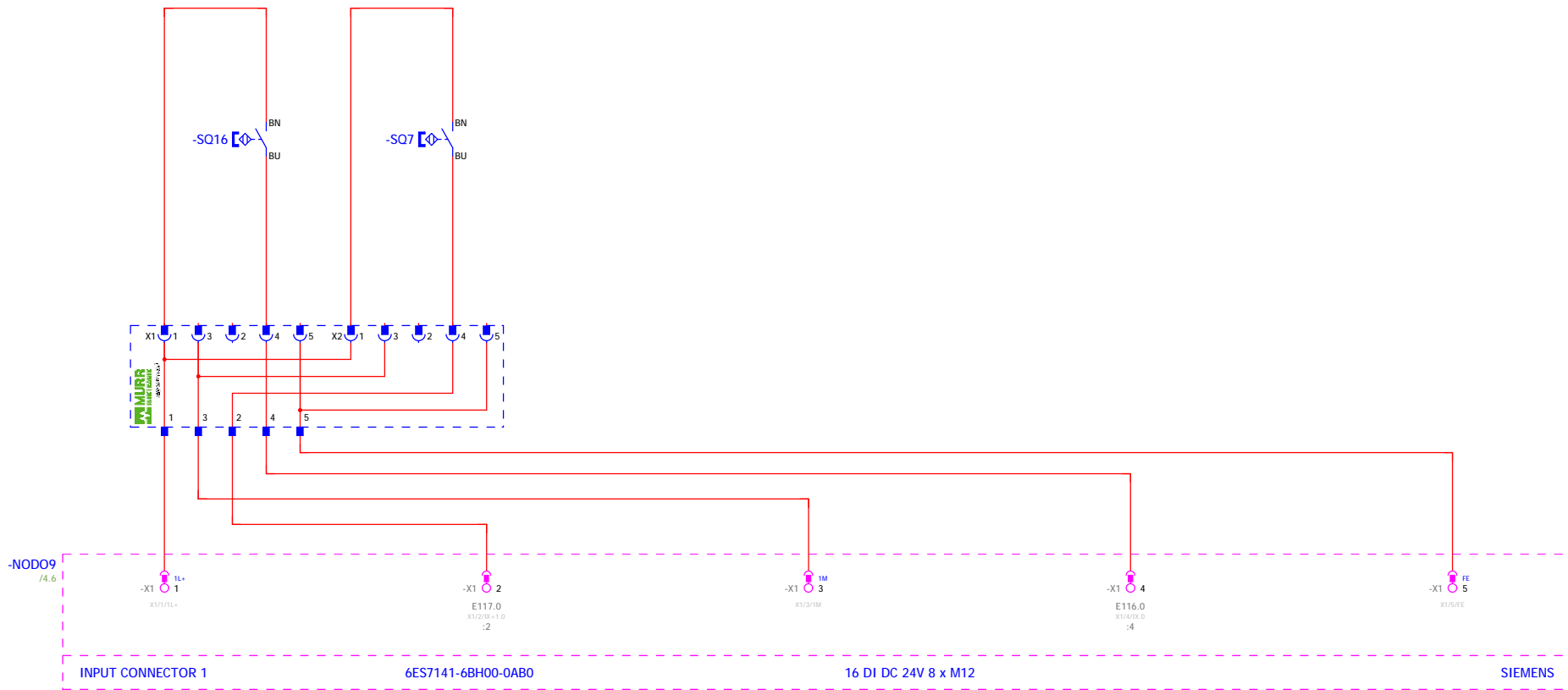


presencia Ω B exterior

presencia Ω B interior

	Fecha	Firma	Empresa	Denominación: ENTRADAS NODO8 X8
Dibujado	06/05/2015		Marina Abarquero	Nº De Pedido: Puesto montaje de bandejas
Modificado	14/06/2015			Información Proyecto
Revisado	14/06/2015			Puesto montaje de bandejas
				Pág 98
				De 140

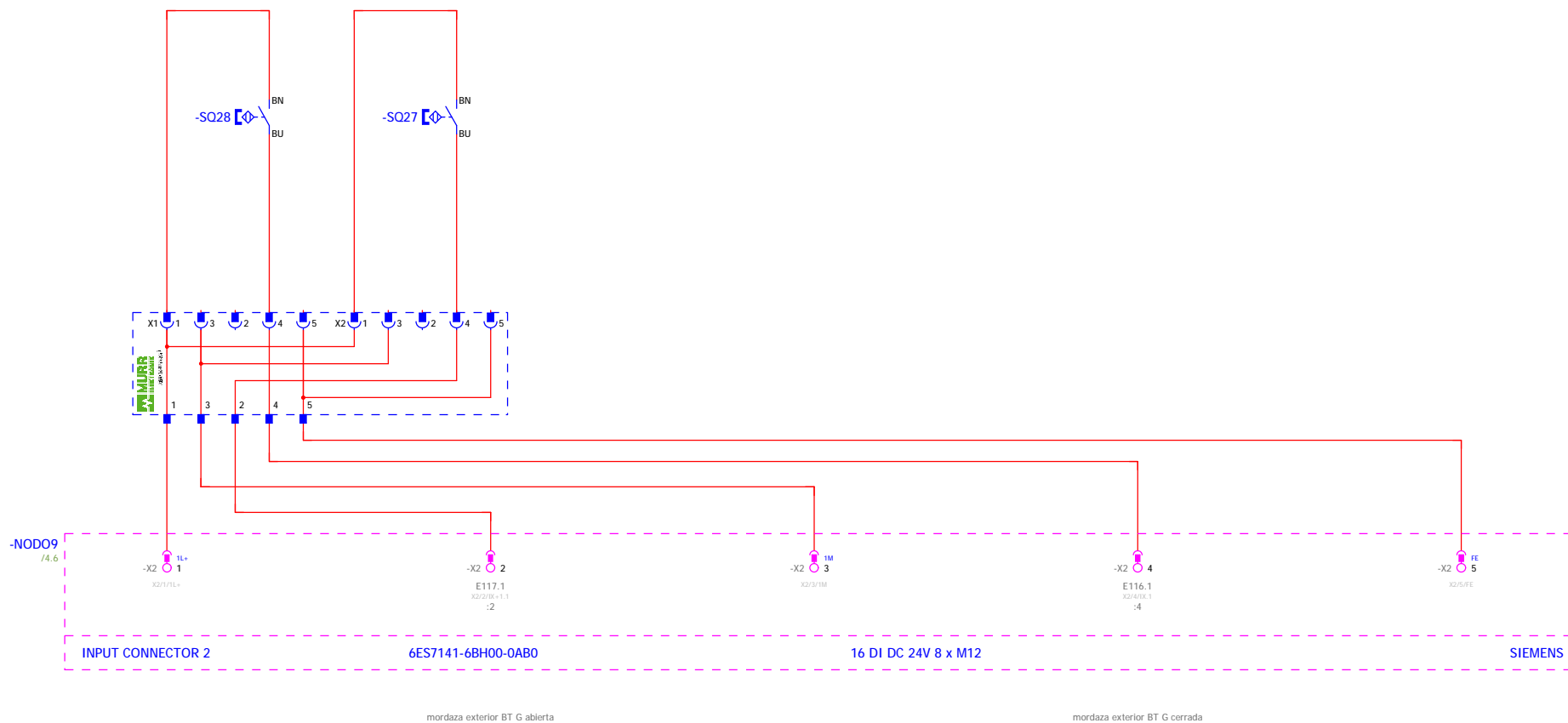




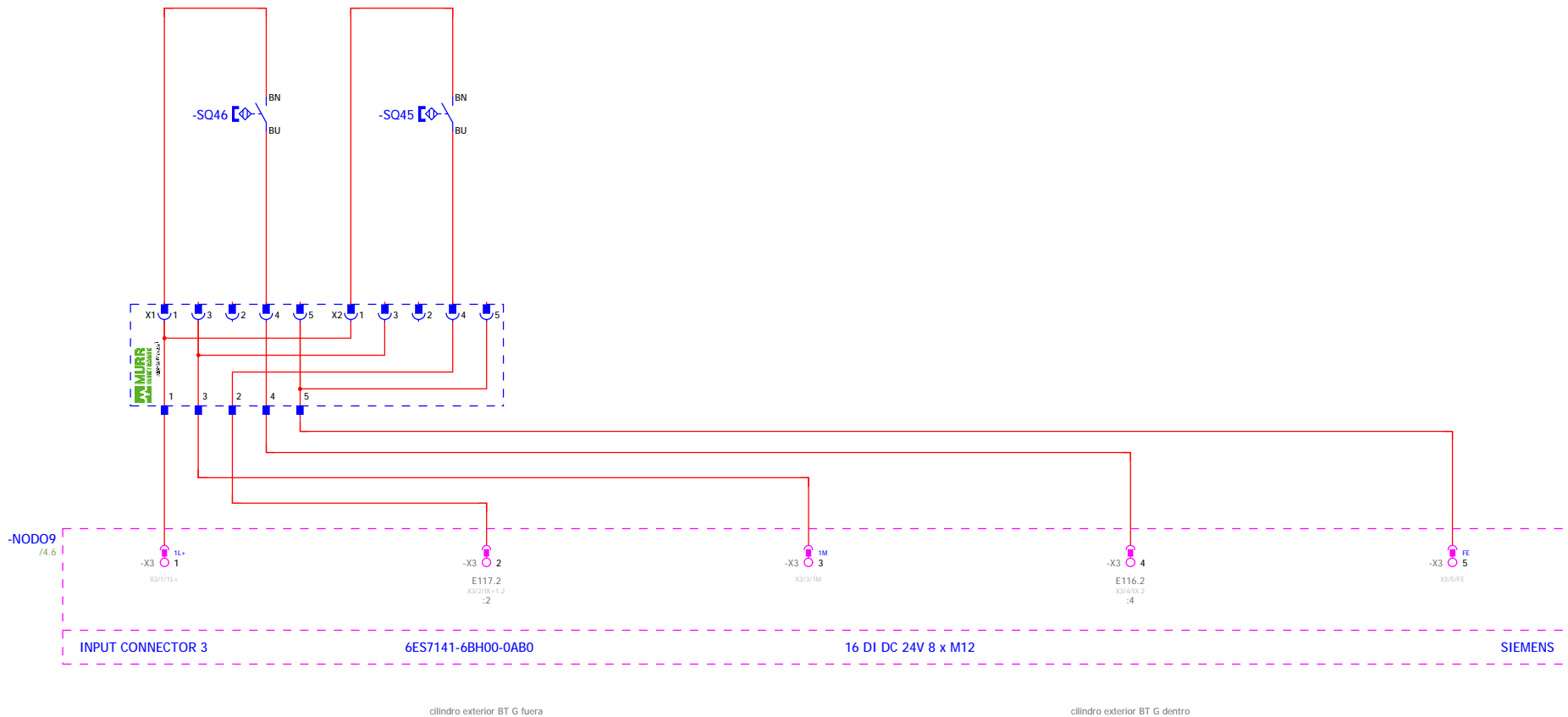
Corte bump Trasero G dentro

Corte bump Trasero G fuera

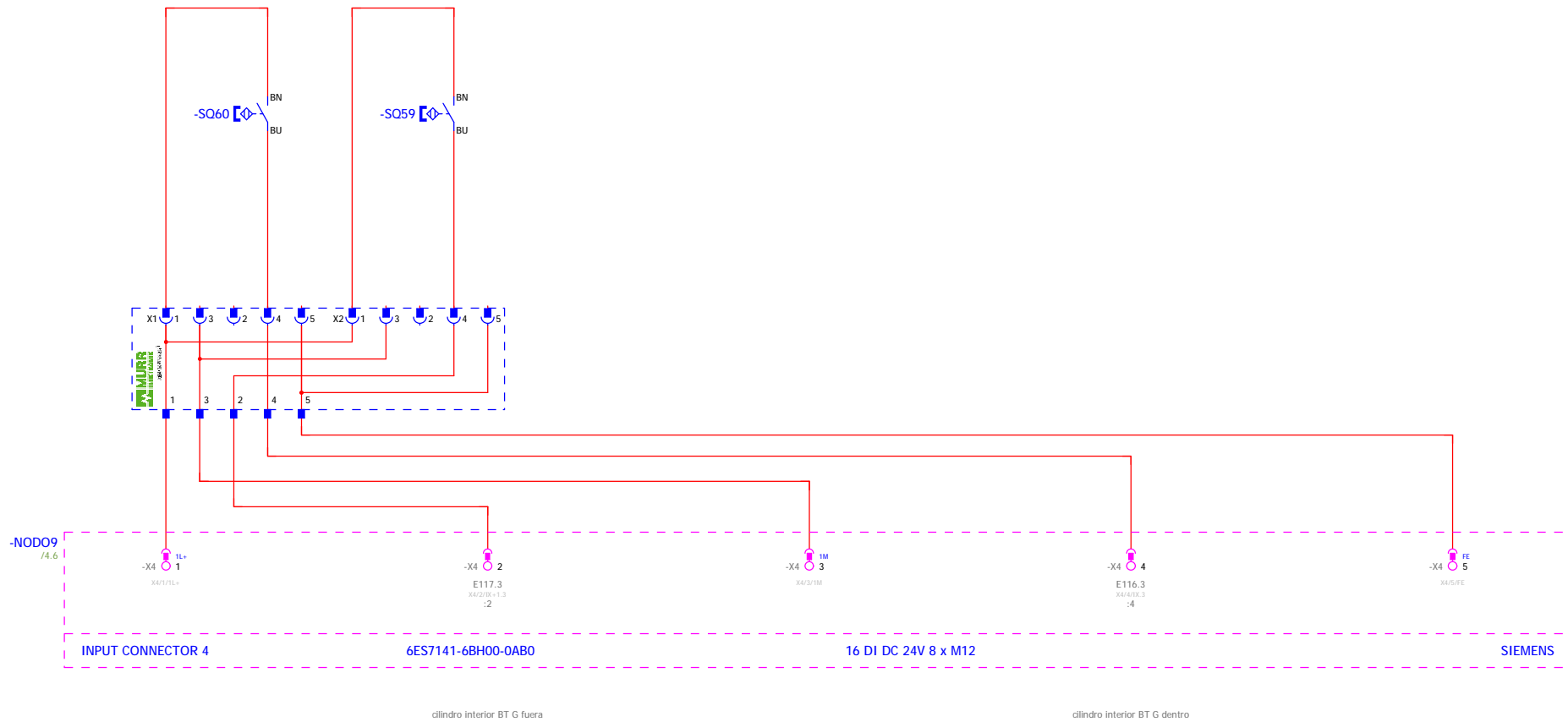
	Fecha	Firma	Empresa	Denominación:	ENTRADAS NODO9 X1	
Dibujado	06/05/2015		Marina Abarquero	Nº De Pedido:	Puesto montaje de bandejas	
Modificado	14/06/2015			Información Proyecto	Pág	101
Revisado	14/06/2015			Puesto montaje de bandejas	De	140



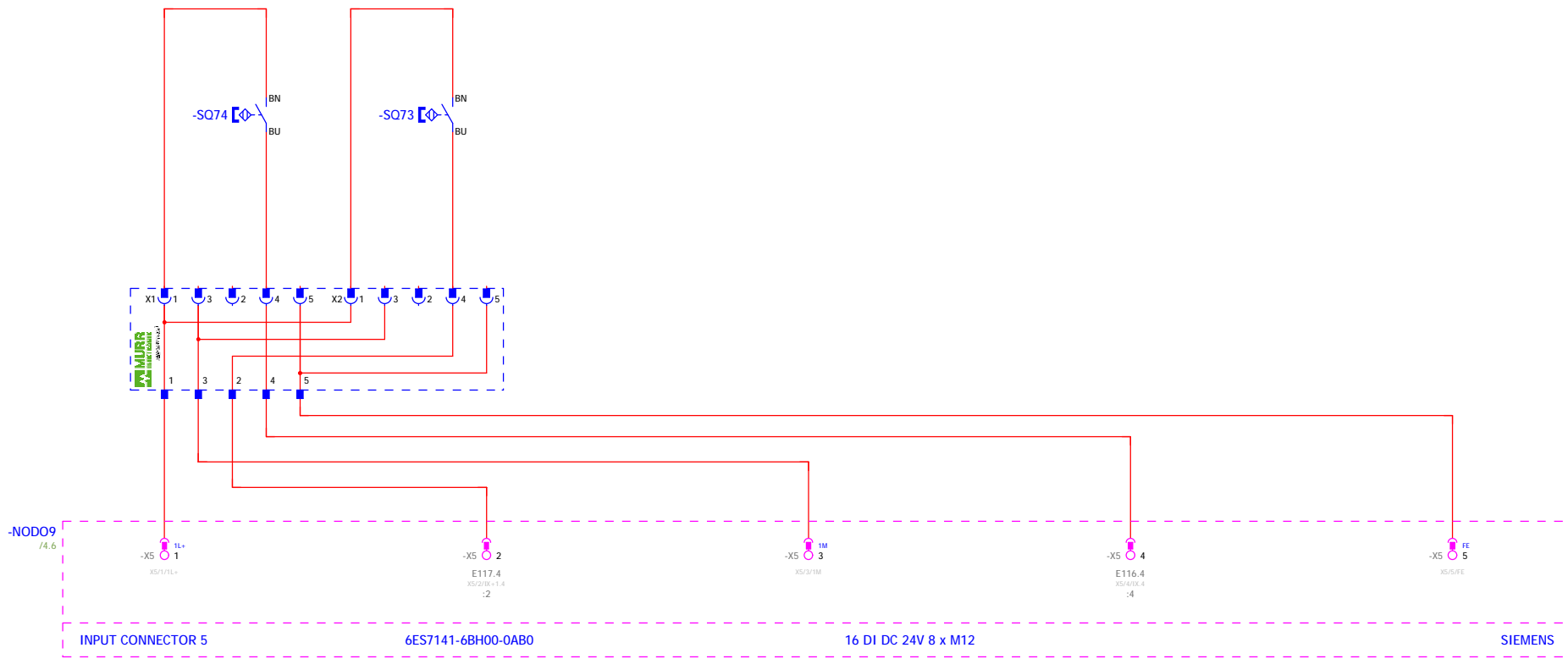
	Fecha	Firma	Empresa	Denominación: ENTRADAS NODO9 X2
Dibujado	06/05/2015		Marina Abarquero	Nº De Pedido: Puesto montaje de bandejas
Modificado	14/06/2015			Información Proyecto
Revisado	14/06/2015			Puesto montaje de bandejas
				Pág 102
				De 140



	Fecha	Firma	Empresa	Denominación:	ENTRADAS NODO9 X3	
Dibujado	06/05/2015		Marina Abarquero	Nº De Pedido:	Puesto montaje de bandejas	
Modificado	14/06/2015			Información Proyecto	Pág	103
Revisado	14/06/2015			Puesto montaje de bandejas	De	140



	Fecha	Firma	Empresa	Denominación: ENTRADAS NODO9 X4
Dibujado	06/05/2015		Marina Abarquero	Nº De Pedido: Puesto montaje de bandejas
Modificado	14/06/2015			Información Proyecto
Revisado	14/06/2015			Puesto montaje de bandejas
				Pág 104
				De 140

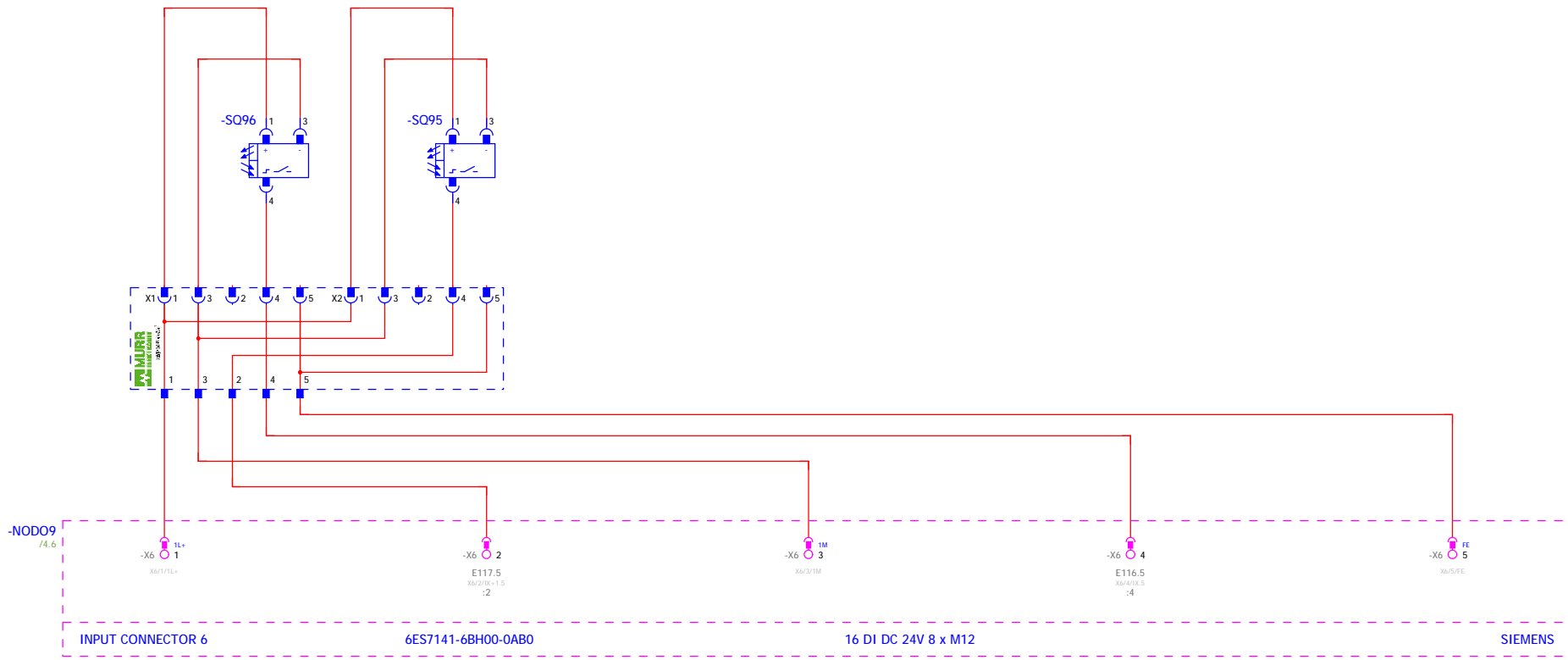


-NODO9 /4.6

mordaza interior BT G abierta

mordaza interior BT G cerrada

	Fecha	Firma	Empresa	Denominación: ENTRADAS NODO9 X5
Dibujado	06/05/2015		Marina Abarquero	Nº De Pedido: Puesto montaje de bandejas
Modificado	14/06/2015			Información Proyecto
Revisado	14/06/2015			Puesto montaje de bandejas
				Pág 105
				De 140



-NODO9 /4.6

-X6 1 1L+ X6/1/1L+

-X6 2 E117.5 X6/2/1X+1.5 :2

-X6 3 1M X6/3/1M

-X6 4 E116.5 X6/4/1X.5 :4

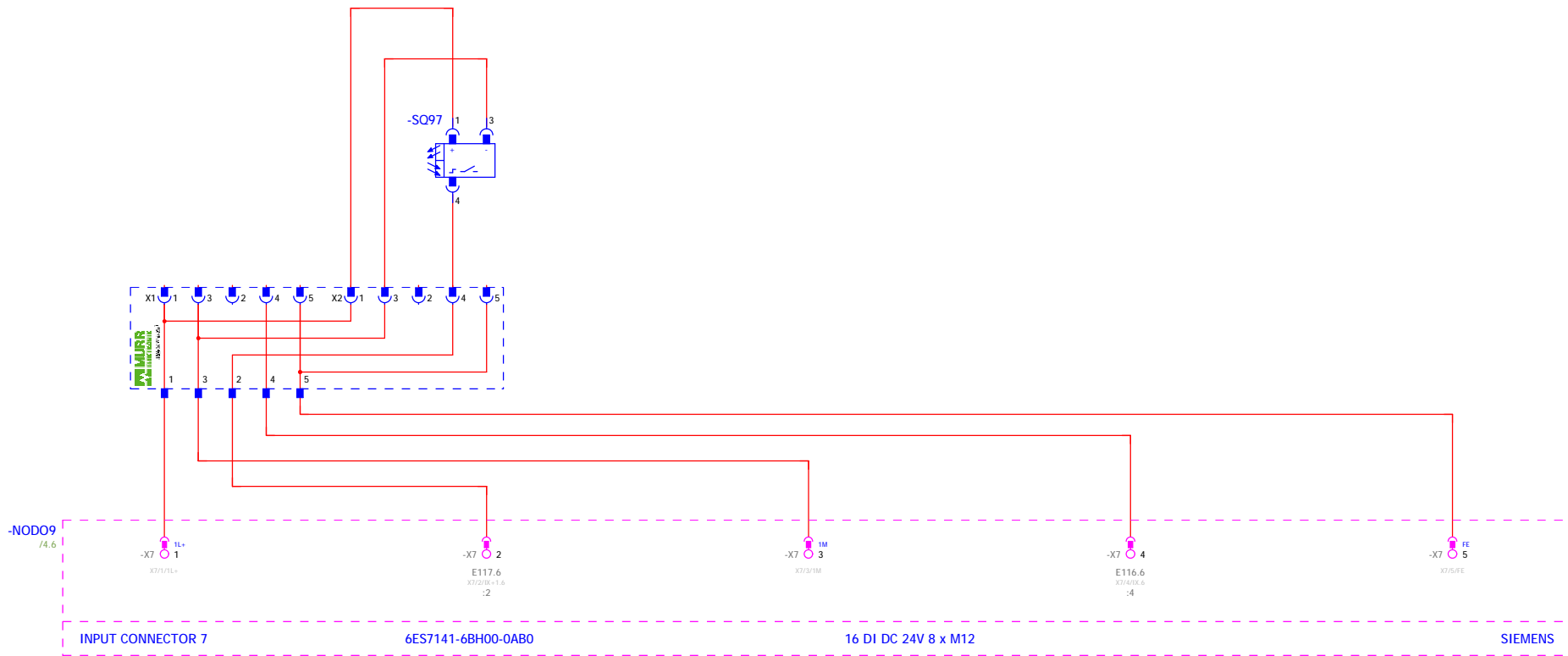
-X6 5 FE X6/5/FE

presencia BT G lejos

presencia BT G cerca

	Fecha	Firma	Empresa
Dibujado	06/05/2015		Marina Abarquero
Modificado	14/06/2015		
Revisado	14/06/2015		

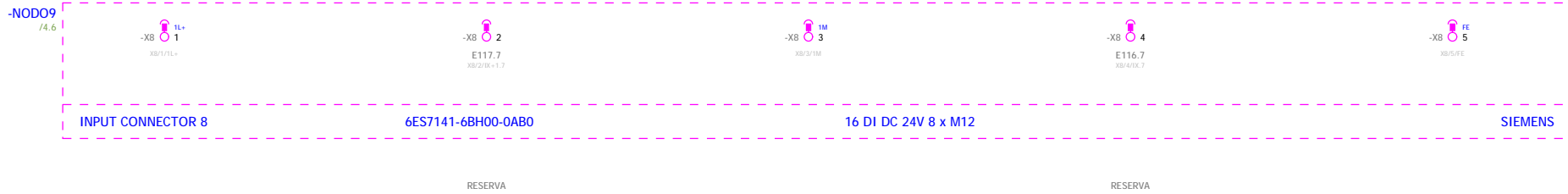
Denominación:	ENTRADAS NODO9 X6		
Nº De Pedido:	Puesto montaje de bandejas		
Información Proyecto	Pág	106	
	De	140	



presencia BT G dentro

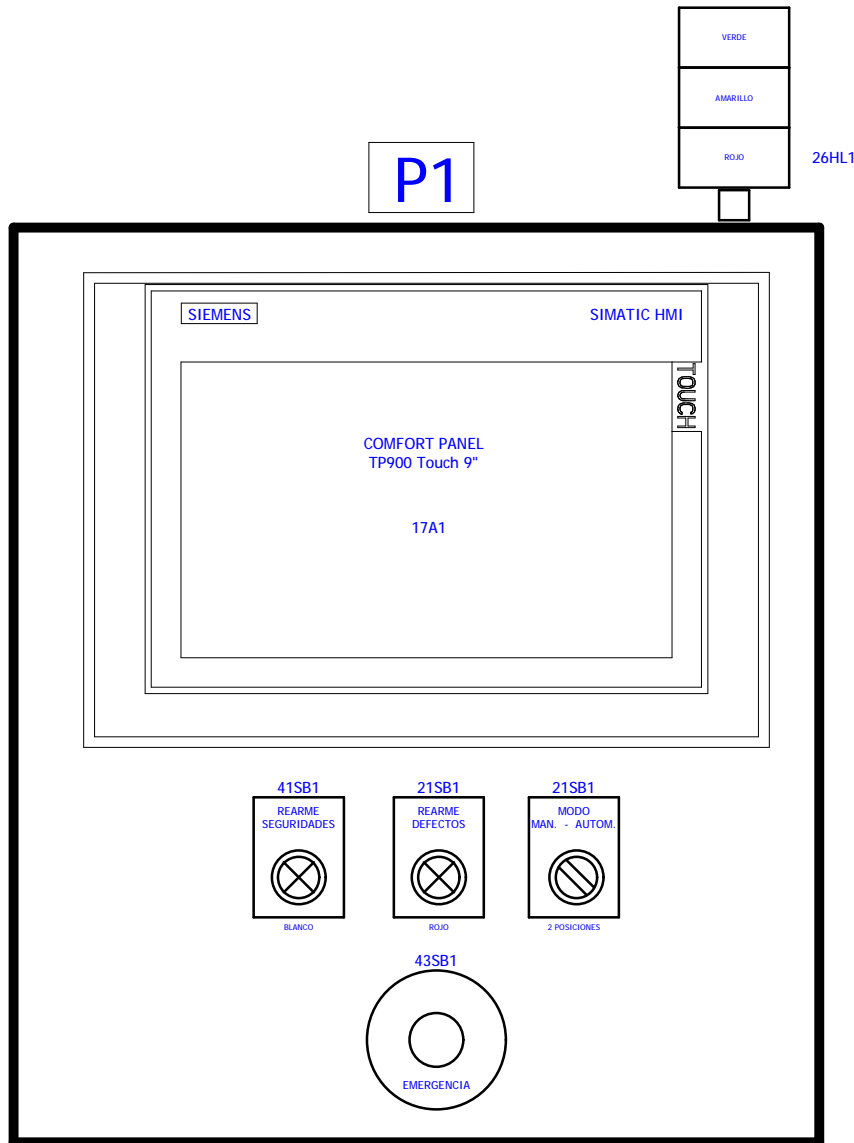
RESERVA

	Fecha	Firma	Empresa	Denominación:	ENTRADAS NODO9 X7	
Dibujado	06/05/2015		Marina Abarquero	Nº De Pedido:	Puesto montaje de bandejas	
Modificado	14/06/2015			Información Proyecto	Pág	107
Revisado	14/06/2015			Puesto montaje de bandejas	De	140



	Fecha	Firma	Empresa	Denominación: ENTRADAS NODO9 X8
Dibujado	06/05/2015		Marina Abarquero	Nº De Pedido: Puesto montaje de bandejas
Modificado	14/06/2015			Información Proyecto
Revisado	14/06/2015			Puesto montaje de bandejas
				Pág 108
				De 140





=3MOLDE/108

	Fecha	Firma	Empresa
Dibujado	06/05/2015		Marina Abarquero
Modificado	14/06/2015		
Revisado	14/06/2015		

Denominación: PUPITRE P1	
Nº De Pedido: Puesto montaje de bandejas	
Información Proyecto	Pág 1
Puesto montaje de bandejas	De 140

**B1**



**B2**

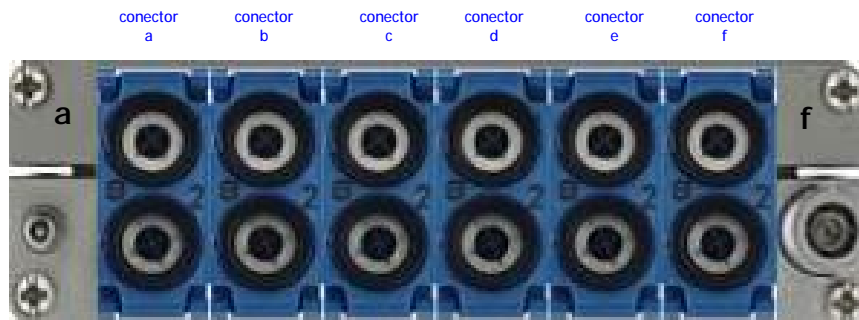


	Fecha	Firma	Empresa
Dibujado	06/05/2015		Marina Abarquero
Modificado	14/06/2015		
Revisado	14/06/2015		

Denominación: BOTONERA B1/B2	
Nº De Pedido: Puesto montaje de bandejas	
Información Proyecto Puesto montaje de bandejas	Pág 2
	De 140

## CONECTORES MAQUINA

### CM1



DE VALVULA 1A (AVANCE/RETROCESO)

DE VALVULA 2A (AVANCE/RETROCESO)

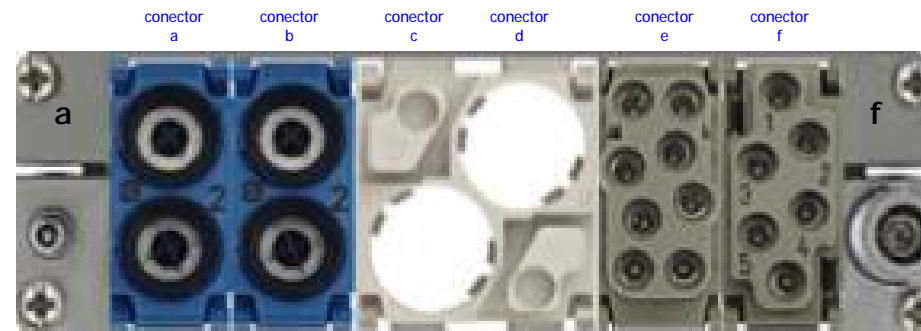
DE VALVULA 3A (AVANCE/RETROCESO)

DE VALVULA 4A (AVANCE/RETROCESO)

DE VALVULA 3G (AVANCE/RETROCESO)

DE VALVULA 4G (AVANCE/RETROCESO)

### CM2



DE VALVULA 7G (AVANCE/RETROCESO)

DE VALVULA 8G (AVANCE/RETROCESO)

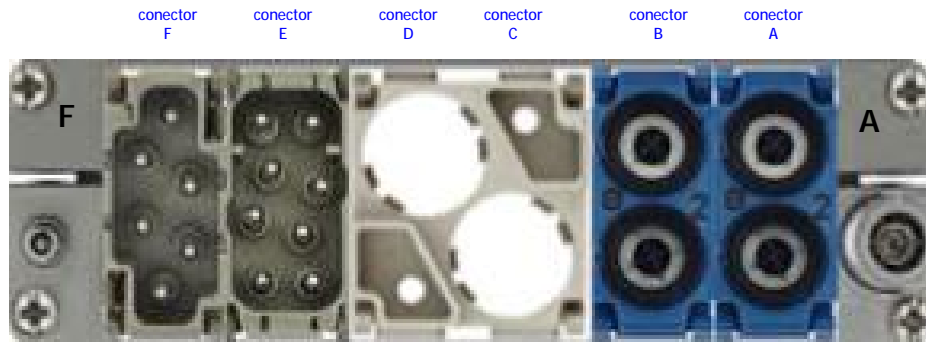
=4IMPL/2

2

	Fecha	Firma	Empresa		Denominación: NEU HARTING MAQUINA
Dibujado	06/05/2015		Marina Abarquero		Nº De Pedido: Puesto montaje de bandejas
Modificado	14/06/2015				Información Proyecto
Revisado	14/06/2015				Puesto montaje de bandejas
					Pág 1
					De 140

## CONECTORES MOLDE

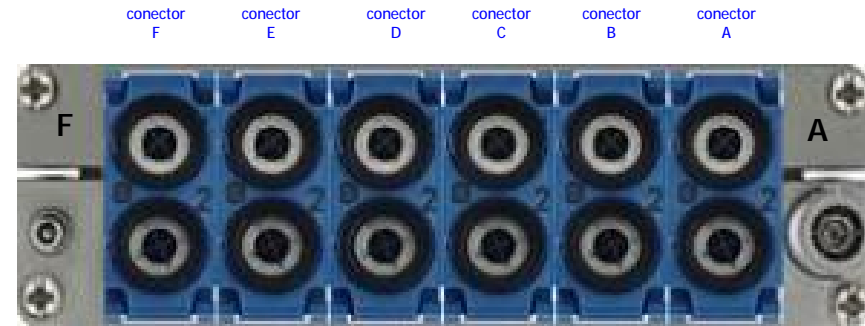
### CM2



A CILINDROS 8G (AVANCE/RETROCESO)

A CILINDROS 7G (AVANCE/RETROCESO)

### CM1



A CILINDROS 4G (AVANCE/RETROCESO)

A CILINDROS 3G (AVANCE/RETROCESO)

A CILINDROS 4A (AVANCE/RETROCESO)

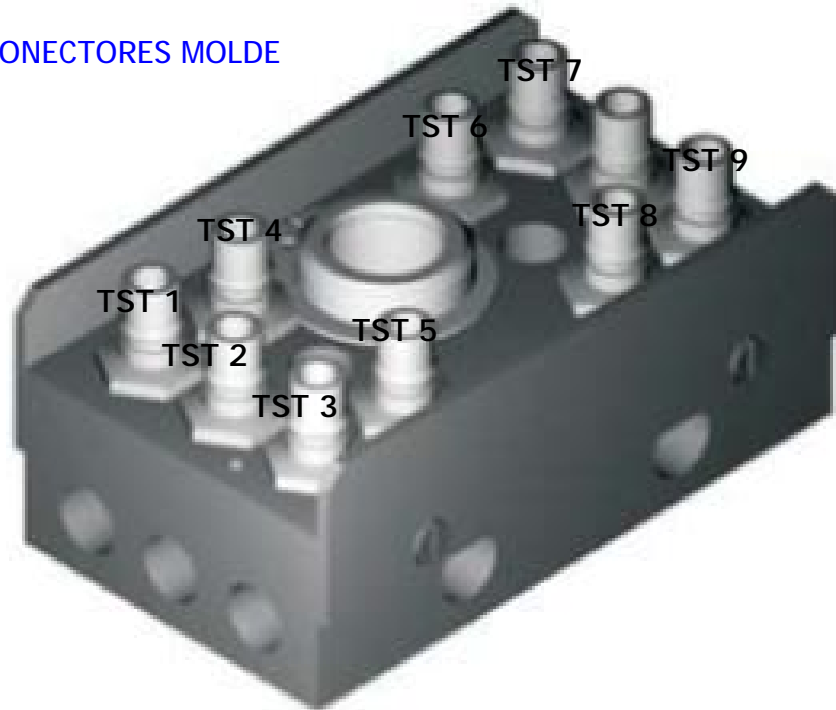
A CILINDROS 3A (AVANCE/RETROCESO)

A CILINDROS 2A (AVANCE/RETROCESO)

A CILINDROS 1A (AVANCE/RETROCESO)

	Fecha	Firma	Empresa		Denominación: NEU HARTING MOLDE
Dibujado	06/05/2015		Marina Abarquero		Nº De Pedido: Puesto montaje de bandejas
Modificado	14/06/2015				Información Proyecto
Revisado	14/06/2015				Pág 2
					De 140

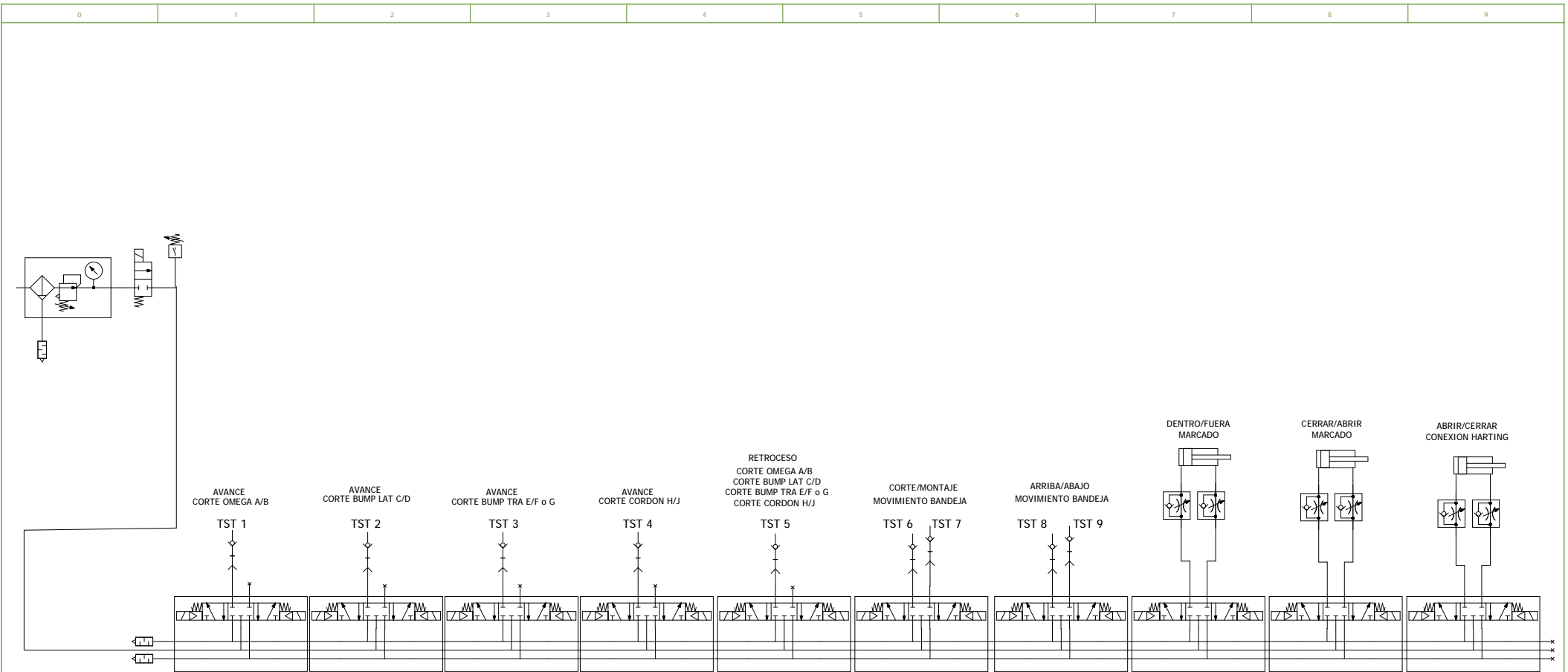
CONECTORES MOLDE



CONECTORES MAQUINA



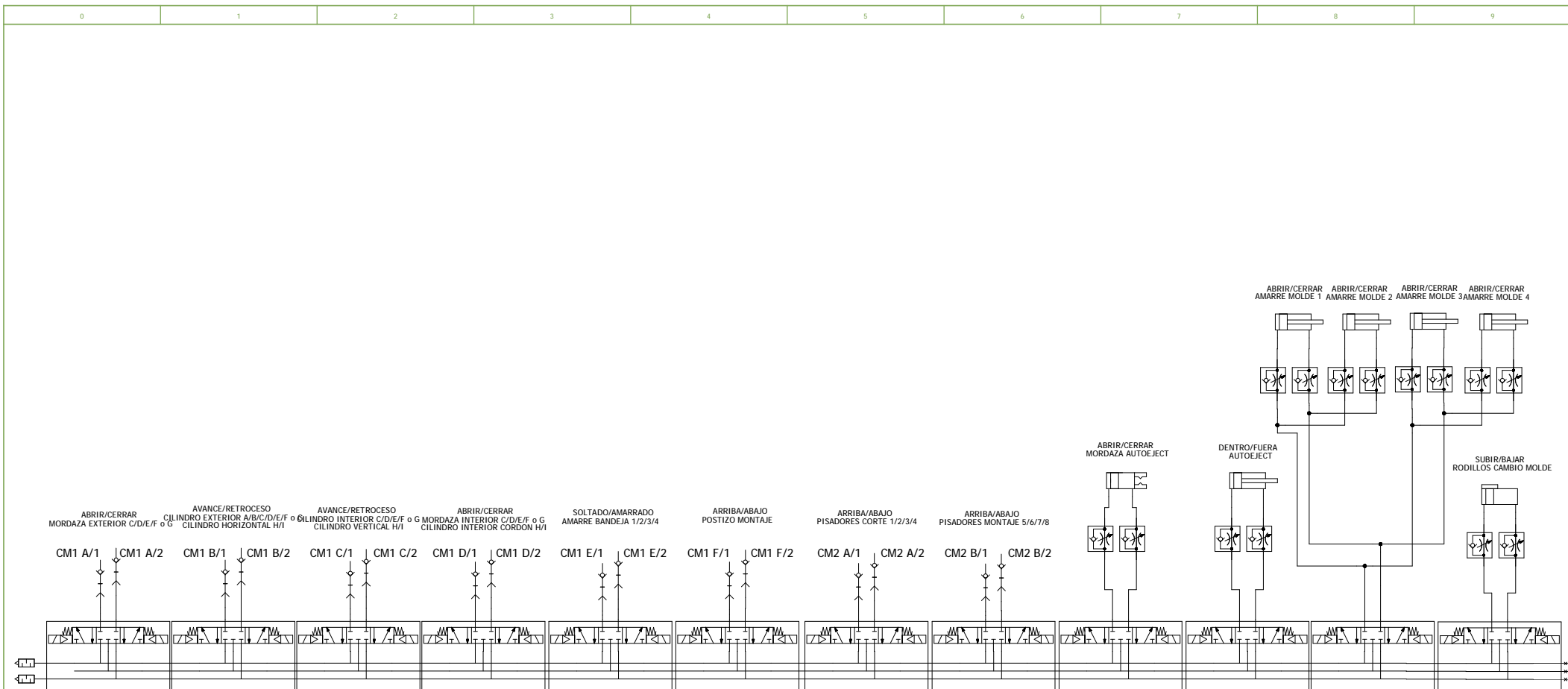
	Fecha	Firma	Empresa	Denominación:	NEU TST	
Dibujado	08/05/2015		Marina Abarquero	Nº De Pedido:	Puesto montaje de bandejas	
Modificado	14/06/2015			Información Proyecto	Pág	3
Revisado	14/06/2015			Puesto montaje de bandejas	De	140



VALVULAS SALIDAS 12 mm

	Fecha	Firma	Empresa
Dibujado	08/05/2015		Marina Abarquero
Modificado	14/06/2015		
Revisado	14/06/2015		

Denominación:	EV 12mm		
Nº De Pedido:	Puesto montaje de bandejas		
Información Proyecto	Pág	4	
	De	140	



VALVULAS SALIDAS 6 mm

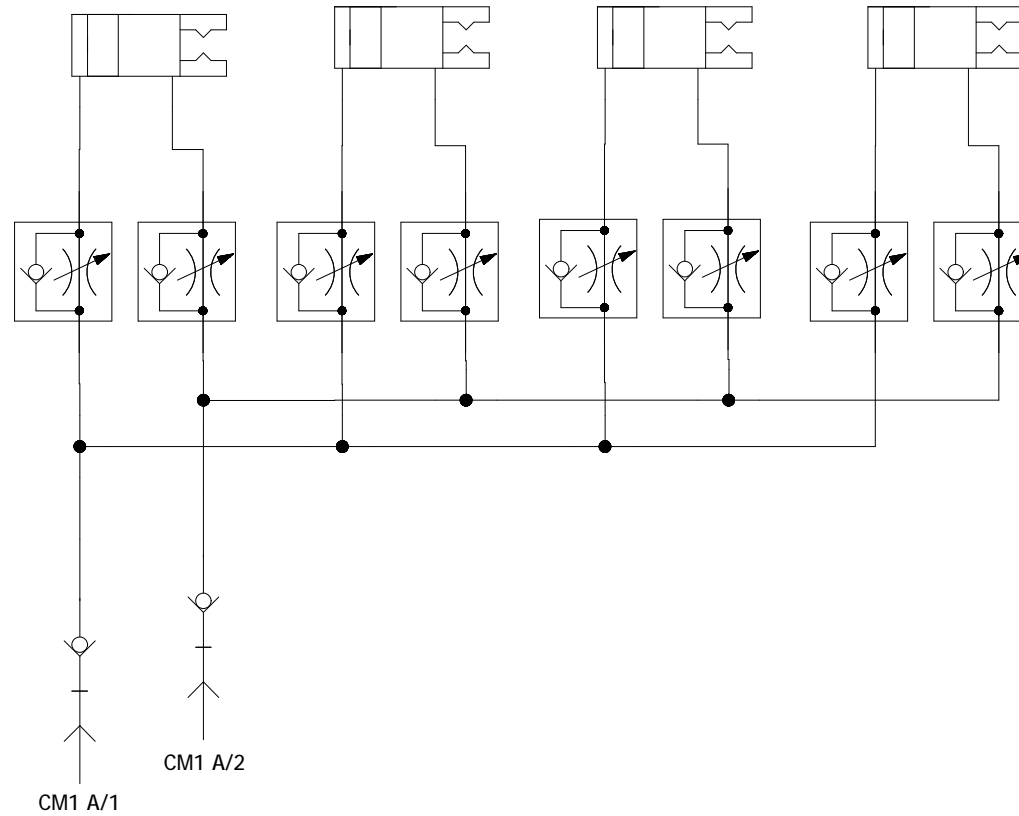
	Fecha	Firma	Empresa	Denominación:	EV 6mm
Dibujado	08/05/2015		Marina Abarquero	Nº De Pedido:	Puesto montaje de bandejas
Modificado	14/06/2015			Información Proyecto	Pág 5
Revisado	14/06/2015			Puesto montaje de bandejas	De 140

MORDAZA EXTERIOR C

MORDAZA EXTERIOR E

MORDAZA EXTERIOR D

MORDAZA EXTERIOR F o G

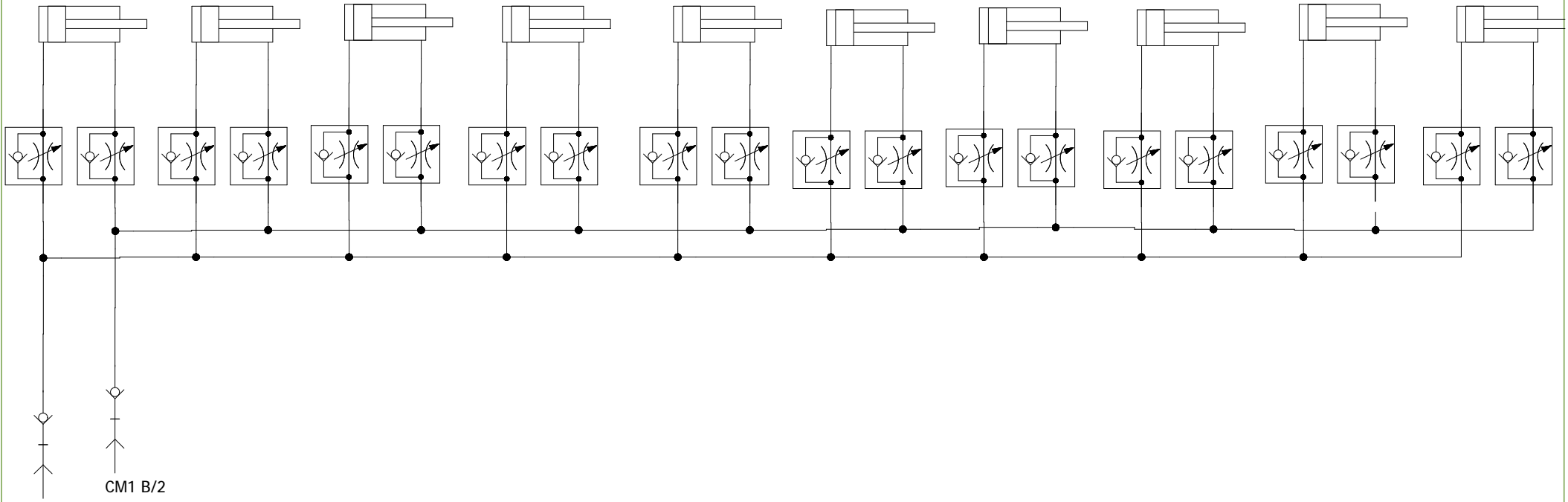


ABRIR/CERRAR  
MORDAZA EXTERIOR C/D/E/F o G

	Fecha	Firma	Empresa	Denominación:	MOVIMIENTO 1A	
Dibujado	08/05/2015		Marina Abarquero	Nº De Pedido:	Puesto montaje de bandejas	
Modificado	14/06/2015			Información Proyecto	Pág	6
Revisado	14/06/2015			Puesto montaje de bandejas	De	140



INTERIOR OMEGA A      INTERIOR OMEGA B      EXTERIOR BL D      EXTERIOR BT F      HORIZONTAL CORDON I  
 EXTERIOR OMEGA A      EXTERIOR OMEGA B      EXTERIOR BL C      EXTERIOR BT E      HORIZONTAL CORDON H



CM1 B/1  
 CM1 B/2  
 AVANCE/RETROCESO  
 CILINDRO EXTERIOR A/B/C/D/E/F o G  
 CILINDRO HORIZONTAL H/I

	Fecha	Firma	Empresa	Denominación:	MOVIMIENTO 2A
Dibujado	08/05/2015		Marina Abarquero	Nº De Pedido:	Puesto montaje de bandejas
Modificado	14/06/2015			Información Proyecto	Pág 7
Revisado	14/06/2015			Puesto montaje de bandejas	De 140

INTERIOR BL C

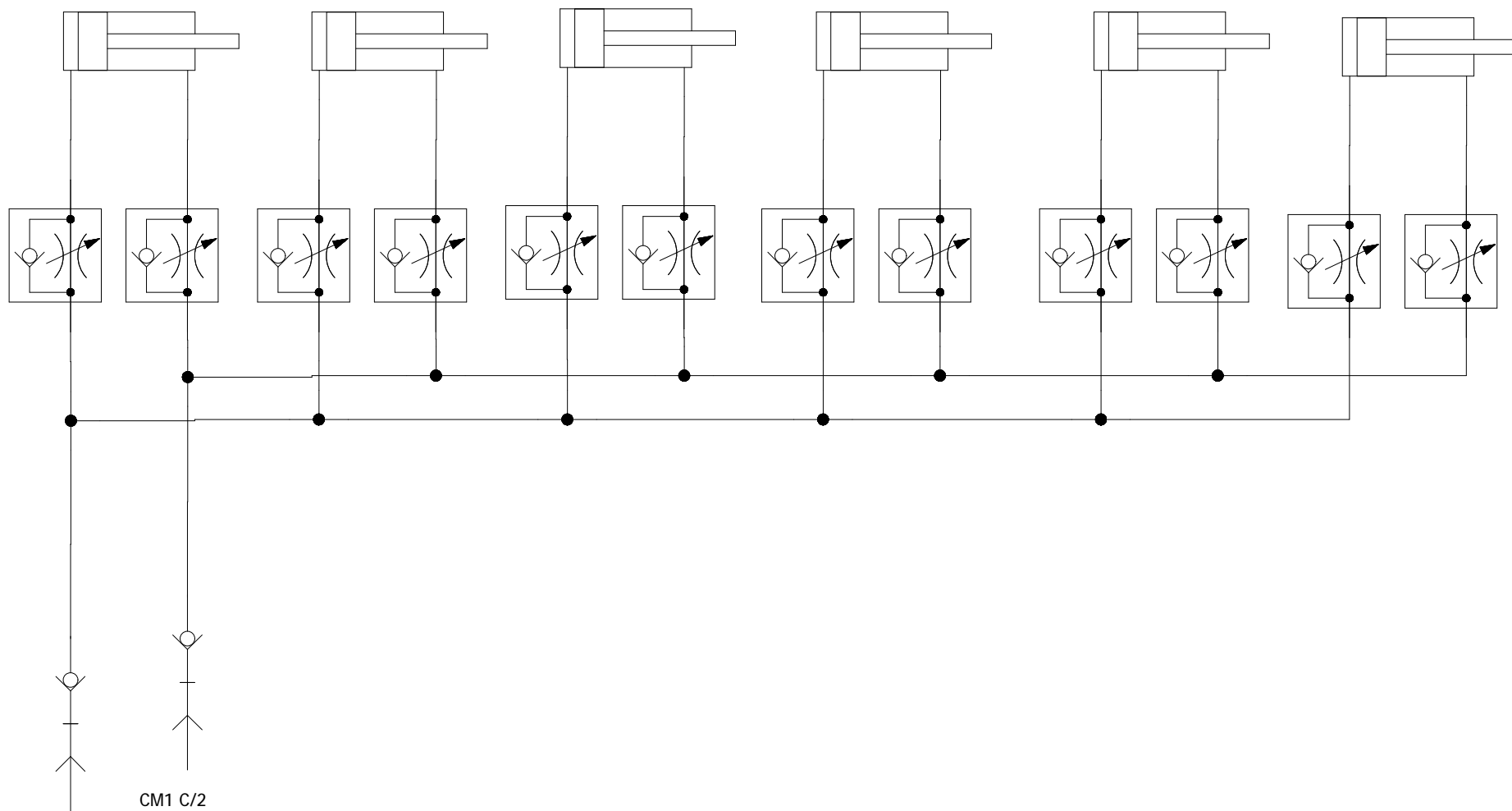
INTERIOR BL D

INTERIOR BT E

INTERIOR BT F o G

VERTICAL CORDON H

VERTICAL CORDON I



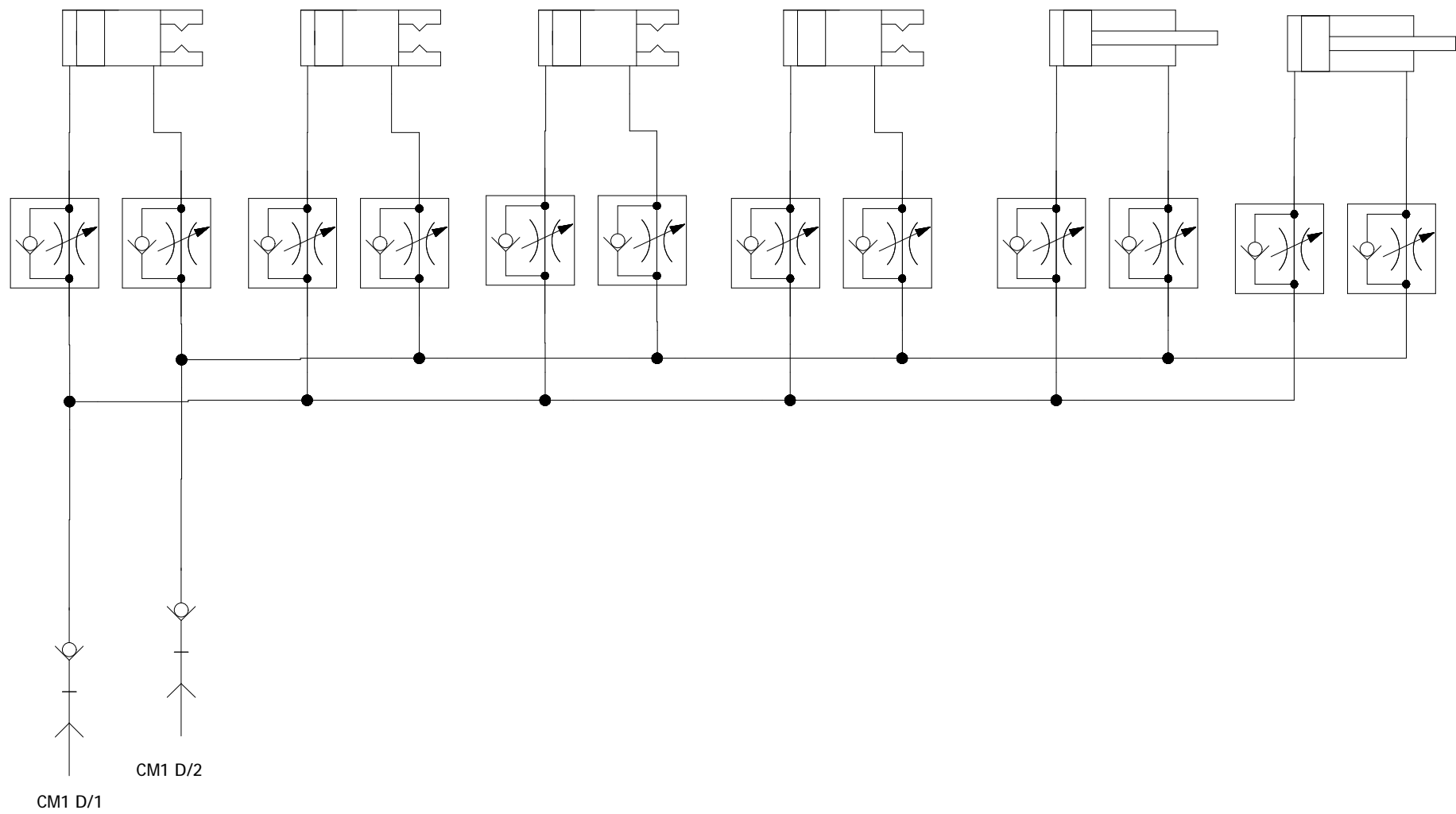
CM1 C/1

CM1 C/2

**AVANCE/RETROCESO  
CILINDRO INTERIOR C/D/E/F o G  
CILINDRO VERTICAL H/I**

	Fecha	Firma	Empresa	Denominación:	MOVIMIENTO 3A
Dibujado	08/05/2015		Marina Abarquero	Nº De Pedido:	Puesto montaje de bandejas
Modificado	14/06/2015			Información Proyecto	Pág 8
Revisado	14/06/2015			Puesto montaje de bandejas	De 140

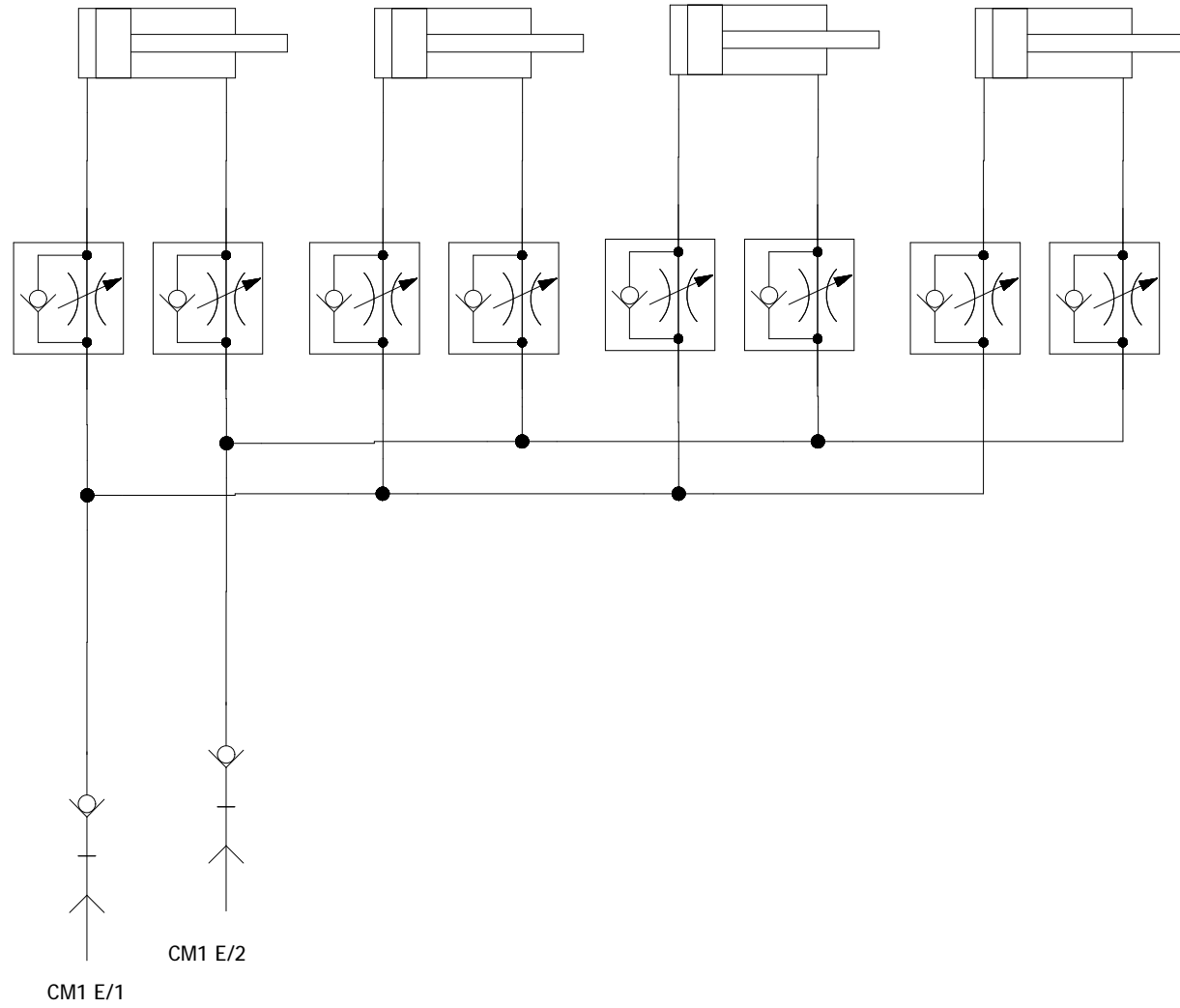
MORDAZA INTERIOR BL D      MORDAZA INTERIOR BT F      INTERIOR CORDON I  
 MORDAZA INTERIOR BL C      MORDAZA INTERIOR BT E      INTERIOR CORDON H



**ABRIR/CERRAR**  
**MORDAZA INTERIOR C/D/E/F o G**  
**CILINDRO INTERIOR CORDON H/I**

	Fecha	Firma	Empresa	Denominación: MOVIMIENTO 4A
Dibujado	08/05/2015		Marina Abarquero	Nº De Pedido: Puesto montaje de bandejas
Modificado	14/06/2015			Información Proyecto
Revisado	14/06/2015			Puesto montaje de bandejas
				Pág 9
				De 140

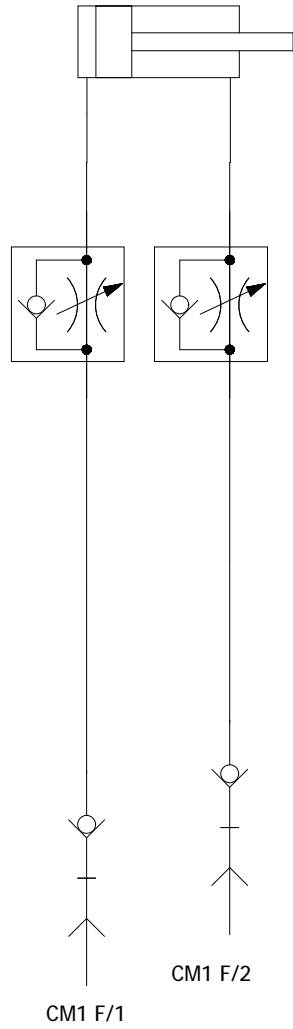
AMARRE BANDEJA 1      AMARRE BANDEJA 2      AMARRE BANDEJA 3      AMARRE BANDEJA 4



**SOLTADO/AMARRADO  
AMARRE BANDEJA 1/2/3/4**

	Fecha	Firma	Empresa	Denominación: MOVIMIENTO 3G
Dibujado	08/05/2015		Marina Abarquero	Nº De Pedido: Puesto montaje de bandejas
Modificado	14/06/2015			Información Proyecto
Revisado	14/06/2015			Puesto montaje de bandejas
				Pág 10
				De 140

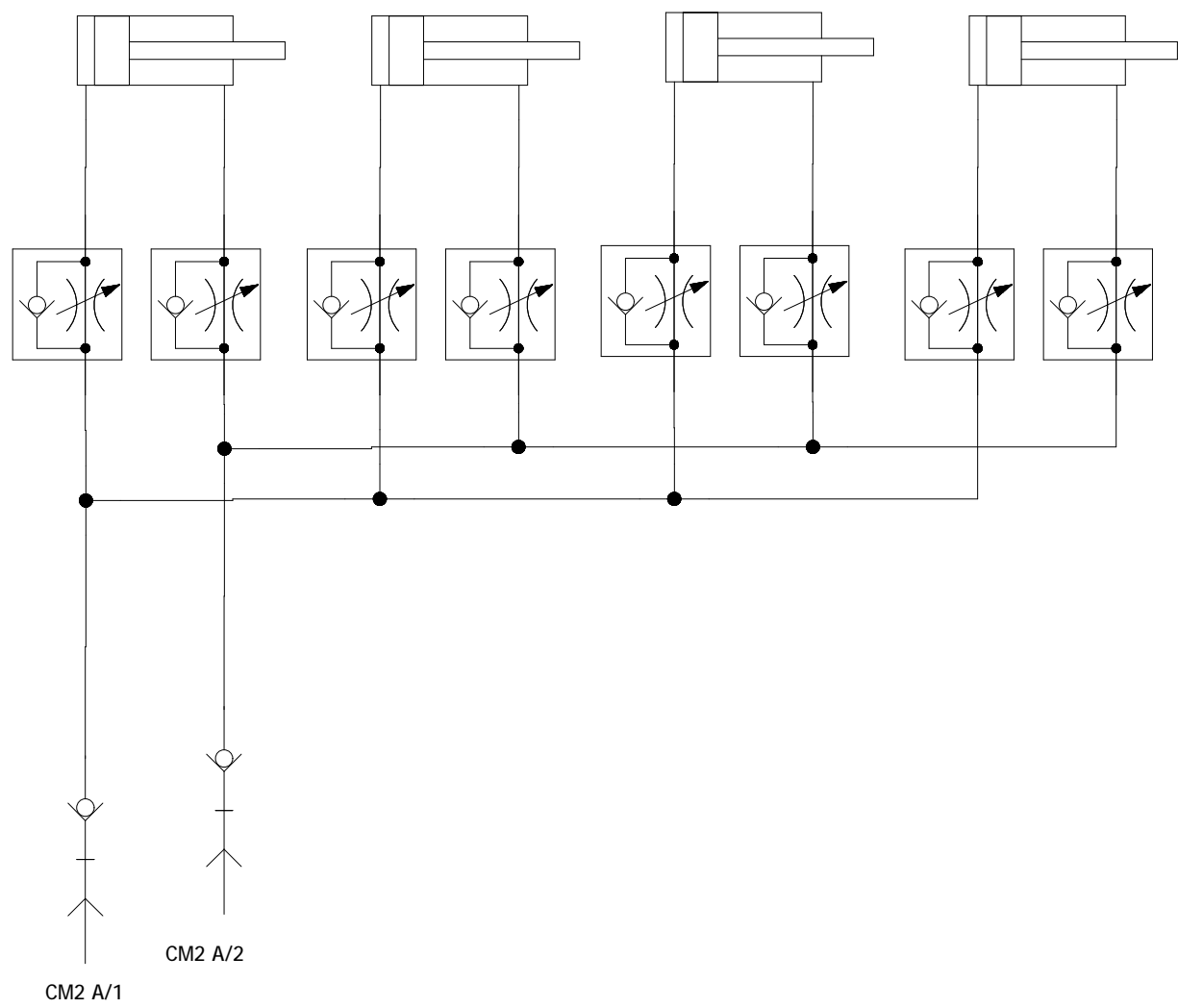
### POSTIZO MONTAJE



### ARRIBA/ABAJO POSTIZO MONTAJE

	Fecha	Firma	Empresa	Denominación: MOVIMIENTO 4G
Dibujado	08/05/2015		Marina Abarquero	Nº De Pedido: Puesto montaje de bandejas
Modificado	14/06/2015			Información Proyecto
Revisado	14/06/2015			Puesto montaje de bandejas
				Pág 11
				De 140

PISADOR CORTE 1      PISADOR CORTE 2      PISADOR CORTE 3      PISADOR CORTE 4

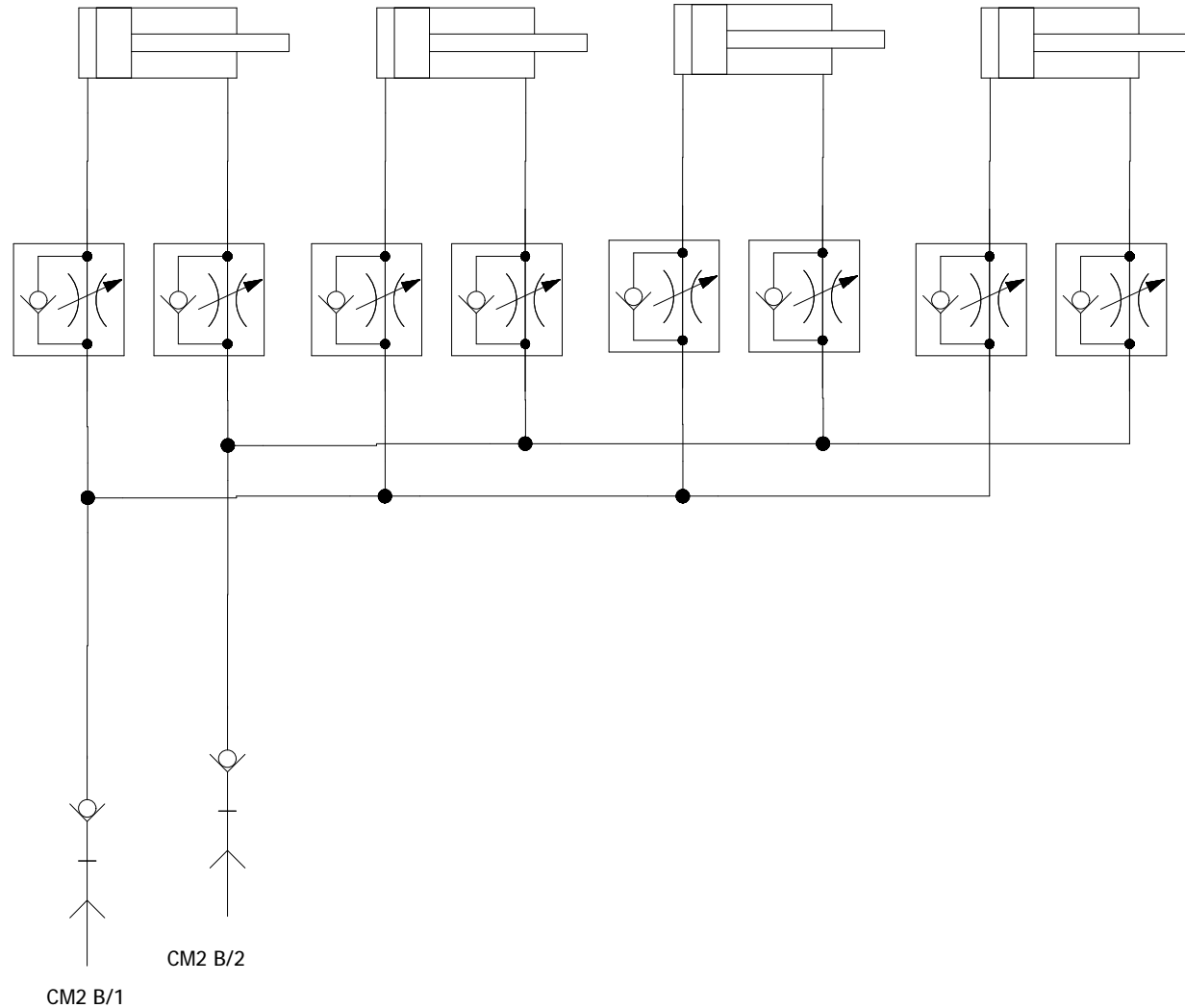


ARRIBA/ABAJO  
PISADORES CORTE 1/2/3/4

	Fecha	Firma	Empresa
Dibujado	08/05/2015		Marina Abarquero
Modificado	14/06/2015		
Revisado	14/06/2015		

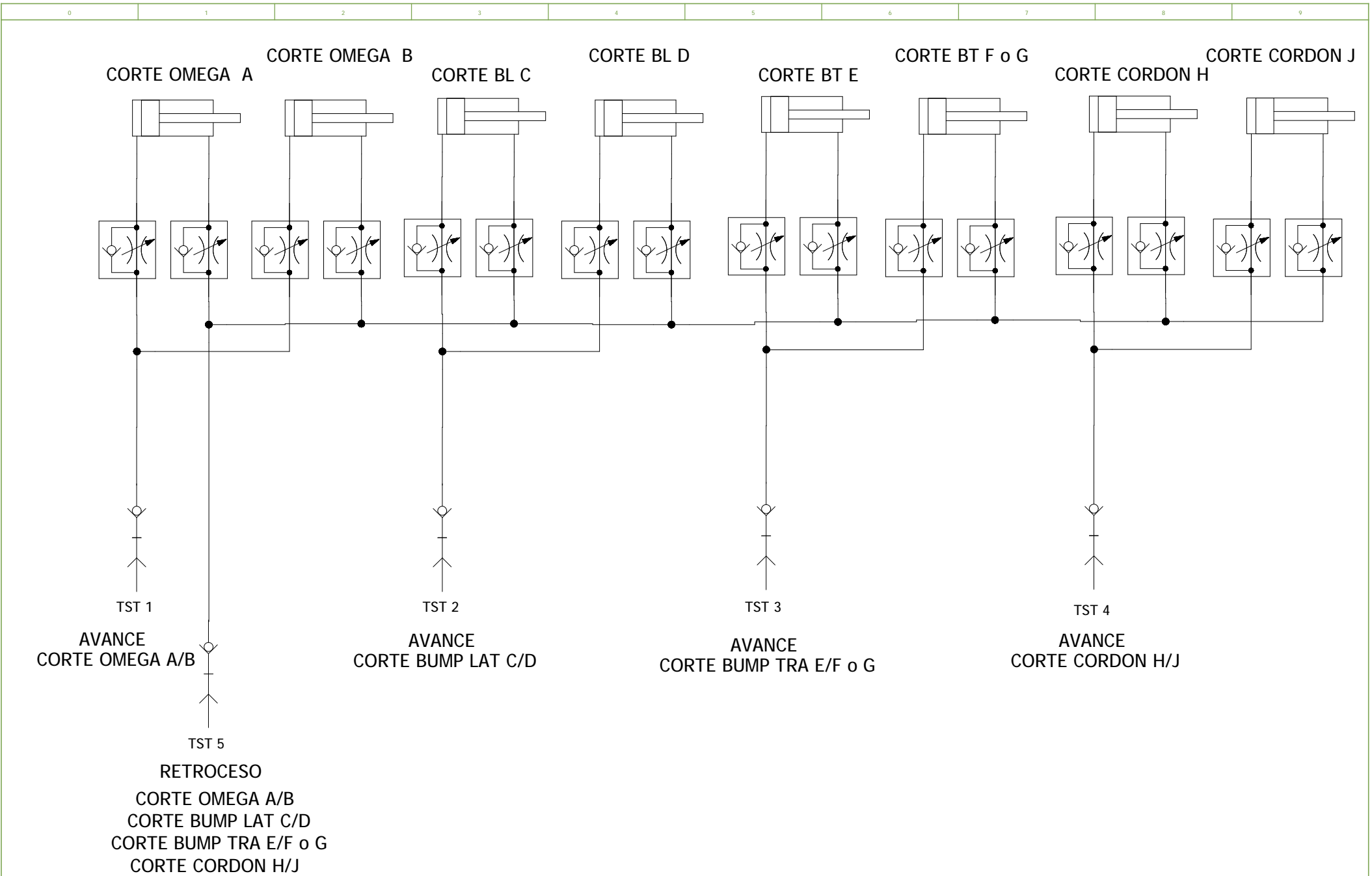
Denominación: MOVIMIENTO 7G	
Nº De Pedido: Puesto montaje de bandejas	
Información Proyecto	Pág 12
Puesto montaje de bandejas	De 140

PISADOR MONTAJE 5      PISADOR MONTAJE 6      PISADOR MONTAJE 7      PISADOR MONTAJE 8



**ARRIBA/ABAJO  
PISADORES MONTAJE 5/6/7/8**

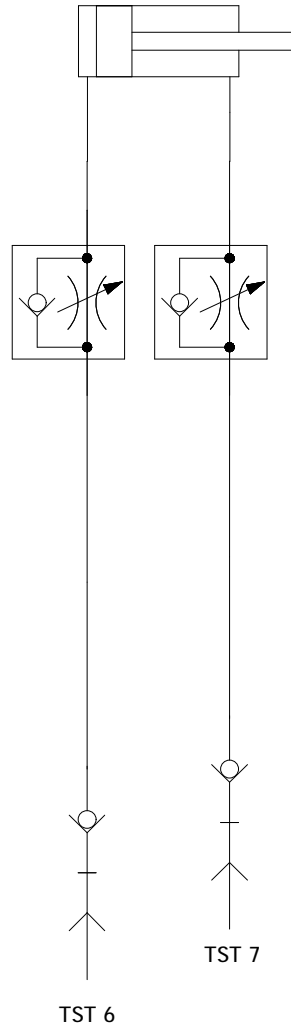
	Fecha	Firma	Empresa	Denominación:	MOVIMIENTO 8G
Dibujado	08/05/2015		Marina Abarquero	N° De Pedido:	Puesto montaje de bandejas
Modificado	14/06/2015			Información Proyecto	Pág 13
Revisado	14/06/2015			Puesto montaje de bandejas	De 140



	Fecha	Firma	Empresa	Denominación:	MOVIMIENTO 1C 2C 3C 4C 5C
Dibujado	08/05/2015		Marina Abarquero	Nº De Pedido:	Puesto montaje de bandejas
Modificado	14/06/2015			Información Proyecto	Pág 14
Revisado	14/06/2015			Puesto montaje de bandejas	De 140

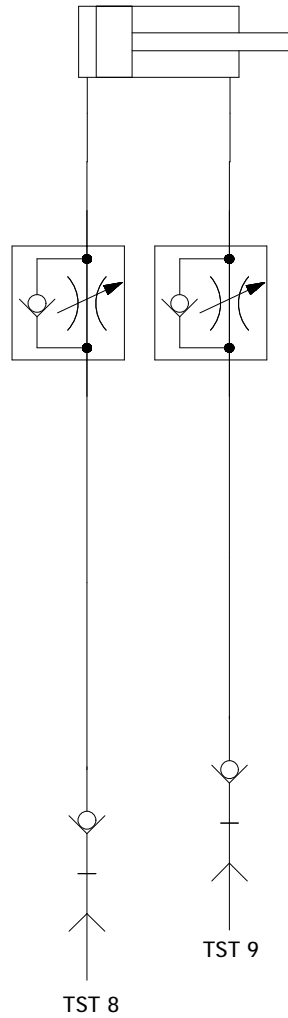


### POSICION CORTE/MONTAJE



### CORTE/MONTAJE MOVIMIENTO BANDEJA

### POSICION ARRIBA/ABAJO



### ARRIBA/ABAJO MOVIMIENTO BANDEJA

	Fecha	Firma	Empresa	Denominación: MOVIMIENTO 5G 6G
Dibujado	08/05/2015		Marina Abarquero	Nº De Pedido: Puesto montaje de bandejas
Modificado	14/06/2015			Información Proyecto
Revisado	14/06/2015			Puesto montaje de bandejas
				Pág 15
				De 140

