

UNIVERSIDAD MIGUEL HERNÁNDEZ DE ELCHE

ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR DE ELCHE

GRADO EN INGENIERÍA ELECTRÓNICA Y AUTOMÁTICA

INDUSTRIAL



"AUTOMATIZACIÓN CENTRO LOGÍSTICO"

TRABAJO FIN DE GRADO

Junio -2022

AUTOR: Luis Palafox Catral

DIRECTOR/ES: Oscar Reinoso Garcia



## AGRADECIMIENTOS

Antes de comenzar con la descripción de este trabajo que ha supuesto muchas horas de esfuerzo y dedicación me gustaría agradecer a todas aquellas personas que han sido imprescindibles en todos estos años de estudio.

En primer lugar, me gustaría agradecer por encima de todo a mis padres, Luis y Maribel el gran apoyo y confianza que siempre me han dado y hacerme creer que podía ser capaz de recorrer todo este camino. Gracias por haber sabido sacar lo mejor de mí y darme lo mejor de vosotros.

También agradecer a mi familia Majo y Aitana por la motivación, fuerza y apoyo que me han dado en los momentos en los que más costaba continuar.

A Juan Carlos y Dario, mis mejores amigos, que iniciamos juntos el camino, compartiendo las horas de estudio apoyándonos y ayudándonos, haciéndolo muchísimo más llevadero, además de pasar momentos inolvidables, haciendo de esta etapa una de las mejores épocas de la vida.

Por último, agradecer a mi tutor Oscar Reinoso su confianza, ayuda continua, paciencia y por todo lo que me ha enseñado.

## Índice general

CAPÍTULO 1: CONTENIDO DEL PROYECTO .....	1
1.1. Introducción .....	1
1.2. Objetivo y problemática.....	2
1.3. Automatización industrial.....	3
CAPÍTULO 2: DISPOSICIONES LEGALES Y NORMAS APLICADAS .....	5
2.1. Reglamento electrotécnico de baja tensión (REBT).....	5
2.2. Normativa y legislación .....	6
CAPÍTULO 3: ELEMENTOS NECESARIOS PARA LA AUTOMATIZACIÓN INDUSTRIAL .....	7
3.1. Autómata programable PLC .....	7
3.1.1. CPU (Unidad Central de Procesos).....	8
3.1.2. Memoria .....	8
3.1.3. Entradas y Salidas .....	8
3.2. Sensores .....	10
3.2.1. Sensores por contacto.....	10
3.2.2. Sensores de temperatura, Termistores y RTD.....	11
3.2.3. Sensores de proximidad sin contacto (Inductivos).....	12
3.2.4. Sensores de proximidad ópticos .....	13
3.2.5. Sensores de proximidad ultrasónicos .....	14
3.3. Actuadores .....	15

3.3.1. Actuadores eléctricos .....	15
3.3.2. Actuadores hidráulicos .....	17
3.3.3. Actuadores neumáticos .....	19
3.4. Variadores de frecuencia .....	21
3.5. Buses de comunicación.....	23
3.5.1. Profinet.....	24
3.5.2. Profibus DP .....	24
3.5.3. CAN .....	25
3.5.4. Modbus.....	25
3.5.5. AS-interface .....	27
3.5.6. HARTS.....	27
3.5.7. IO-Link.....	28
3.5.8. KNX .....	28
3.5.9. GSM .....	29
3.5.10. Web serve.....	29
3.6. Escáneres o lectores de códigos de barras .....	29
3.6.1. Lectores de códigos de barras ópticos.....	29
3.6.1. Lectores de códigos de barras laser.....	30
3.6.2. Lectores de códigos de barras CCD .....	31
3.7. Elementos auxiliares y de protección .....	31
CAPÍTULO 4: DESCRIPCIÓN DE LA INSTALACIÓN .....	36

4.1. Funcionamiento actual .....	36
4.1.1. Proceso de trabajo manual.....	37
4.2. Funcionamiento automatizado .....	37
4.2.1. Proceso de trabajo automatizado.....	39
4.2.2. Modo de funcionamiento .....	50
<b>CAPÍTULO 5: SELECCIÓN Y DESCRIPCIÓN DE LOS ELEMENTOS DE CAMPO</b> .....	<b>62</b>
5.1. Sensores fotoeléctricos .....	62
5.2. Actuador eléctrico.....	65
5.3. Variadores de Frecuencia.....	69
5.4. Escáneres .....	75
5.4.1 Programación escáner Matrix220.....	80
5.5. Switch .....	92
<b>CAPÍTULO 6: HARDWARE Y SOFTWARE UTILIZADO .....</b>	<b>93</b>
6.1 Hardware.....	93
6.1.1 S7-1500 .....	93
6.1.2 S7-1512C-1PN .....	98
6.1.3 Periferia descentralizada, ST200 SP IM155 6PN-ST .....	104
6.2 Software .....	105
6.2.1 TIA Portal.....	106
6.2.2 Red Profinet.....	116
6.2.3 OPC UA .....	118

BIBLIOGRAFÍA.....	119
ANEXOS.....	120
1. Coste material.....	120
2. Hojas de datos y guías de usuario.....	127
3. Programación PLC S7-1500 1512C1PN.....	129
3.1. Comunicación entre el PLC y los equipos periféricos.....	129
3.2. Programación PLC.....	146
4. Esquemas eléctricos.....	147



## Índice de figuras

Figura 1. Controlador lógico programable .....	7
Figura 2. Sensor por contacto .....	10
Figura 3. Sensor potenciométrico .....	11
Figura 4. Galgas extensiométricas.....	11
Figura 5. Termistores.....	11
Figura 6. Sensor inductivo.....	12
Figura 7. Sensor óptico de barrera.....	13
Figura 8. Sensor óptico reflexivo .....	14
Figura 9. Sensor óptico difuso.....	14
Figura 10. Sensor ultrasónico .....	14
Figura 11. Actuador eléctrico .....	15
Figura 12. Actuador hidráulico.....	18
Figura 13. Actuador neumático .....	19
Figura 14. Variadores de frecuencia.....	21
Figura 15. Partes del variador de frecuencia .....	22
Figura 16. Comunicación Harts.....	28
Figura 17. Lector óptico .....	29
Figura 18. Pistola laser .....	30
Figura 19. Lector laser fijo .....	30
Figura 20. Lector CCD .....	31



Figura 21. Interruptor magnetotérmico .....	32
Figura 22. Interruptor diferencial .....	32
Figura 23. Contactor y relé .....	33
Figura 24. Fuente alimentación 24Vdc.....	33
Figura 25. Fusibles rearmables de 24Vdc .....	33
Figura 26. Seccionador .....	34
Figura 27. Pulsador de emergencia.....	34
Figura 28. Refrigeración cuadro .....	35
Figura 29. Transportes instalación.....	38
Figura 30. Transporte inclinado.....	38
Figura 313. Tramos área clasificación.....	41
Figura 32. Tramos área expediciones .....	41
Figura 33. Tramos área recepción .....	42
Figura 34. Desvíos instalación .....	43
Figura 35. Sensorica instalación.....	44
Figura 36. Rearmes y emergencias instalación .....	45
Figura 37. Baliza instalación .....	45
Figura 3840. Layout general.....	47
Figura 39. Representación figuras .....	46
Figura 40. Circuito del disparo de emergencia.....	50
Figura 41. Área recepción .....	51

Figura 42. Área clasificación.....	52
Figura 43. Área expediciones 1 .....	53
Figura 44. Área expediciones 2 .....	53
Figura 45. Representación 3D .....	54
Figura 46. Conjunto desviador .....	55
Figura 47. Desvío cubeta .....	56
Figura 48. Transporte desvió lleno .....	56
Figura 49. Distancia entre cubetas.....	58
Figura 50. Intersección transportes (cruce) .....	59
Figura 51. Cruce, prioridad área clasificación.....	59
Figura 52. Cruce, acumulo en área de clasificación.....	60
Figura 53. Cruce, acumulo en área de expediciones .....	60
Figura 54. Paro de expediciones.....	60
Figura 55. Sensor Allen-Bradeley .....	62
Figura 56. Características 42JS-D2MPA1-F4 .....	62
Figura 57. Conexionado 42JS-D2MPA1-F4 .....	63
Figura 58. Sensor Sick.....	64
Figura 59. Conexionado WS/WE34-V230.....	64
Figura 60. Dimensiones y ajustes del WS/WE34-V230.....	64
Figura 61. Actuador eléctrico Festo .....	65
Figura 62. Conexionado EPCS-BS-60-500-12P-A-ST-M-H1_PLK-AA .....	66

Figura 63. Conectores EPCS-BS-60-500-12P-A-ST-M-H1_PLK-AA.....	66
Figura 64. Circuito eléctrico actuador .....	67
Figura 65. Configuración actuador.....	68
Figura 66. Variador de frecuencia de Motovario .....	69
Figura 67. Variador de frecuencia LM16 .....	70
Figura 68. Terminales de potencia LM16 .....	70
Figura 69. Terminales de control LM16.....	71
Figura 70. Circuito eléctrico variador/motor.....	72
Figura 71. Escáner Datalogic.....	75
Figura 72. Conectores Matrix 220.....	76
Figura 73. CBX100 .....	77
Figura 74. Terminales del CBX100.....	78
Figura 75. Borneros del conexión del CBX100 .....	79
Figura 76. Circuito eléctrico CBX100/Escáner.....	80
Figura 77. Esquema general de conexión.....	80
Figura 78. DL.Code1.9.1.....	81
Figura 79. Buscar dispositivo, DL.Code1.9.1. ....	81
Figura 80. Dirección IP del dispositivo, DL.Code1.9.1. ....	82
Figura 81. Configuración automática .....	83
Figura 82. Ajuste de parámetros.....	83
Figura 83. Configuración avanzada.....	84

Figura 84. Códigos que leer.....	84
Figura 85. Fase de lectura.....	85
Figura 86. Configuración de la fase de lectura.....	85
Figura 87. Fase de comunicación .....	86
Figura 88. Configuración de la comunicación .....	87
Figura 89. Formato de datos .....	87
Figura 90. Configuración del formato de los datos .....	88
Figura 91. Configuración de salida .....	88
Figura 92. Configuración datos de salida .....	89
Figura 93. Guardar configuración en dispositivo .....	90
Figura 94. Guardar configuración en PC.....	90
Figura 95. Cargar configuración.....	91
Figura 96. Switch Wieland .....	92
Figura 97. Red Profinet .....	92
Figura 98. S7-1500 .....	93
Figura 99. S7-1518-3PN/DP .....	94
Figura 100. Módulos de ampliación .....	96
Figura 101. LEDs CPU.....	97
Figura 102. CPU 1512-1PN .....	100
Figura 103. Periferia analógica integrada.....	102
Figura 104. Periferia digital integrada.....	103

Figura 105. ST200 SP IM155 6PN-ST.....	104
Figura 106. Módulo DI/DO.....	105
Figura 107. Zócalo para módulos.....	105
Figura 108. Vista del portal.....	106
Figura 109. Vista del proyecto.....	107
Figura 110. Zona de trabajo y propiedades.....	110
Figura 111. Árbol de proyecto.....	110
Figura 112. Agregar bloque.....	113
Figura 113. Vista de redes.....	117
Figura 114. Cable Profinet.....	117
Figura 115. Gráfico de Gantt.....	126
Figura 116. Crear proyecto.....	129
Figura 117. Dirección IP y nombre CPU.....	130
Figura 118. Agregar fuente PM.....	131
Figura 119. Agregar ET200SP IM155.....	131
Figura 120. Insertar módulos DI/DO del ET200SP.....	132
Figura 121. Periferia descentralizada.....	133
Figura 122. Grupo de potencia ET200SP.....	133
Figura 123. Dirección IP ET200SP.....	134
Figura 124. Nombre ET200SP.....	135
Figura 125. Cargar nombre en dispositivo ET200SP.....	135

Figura 126. Buscar dispositivo ET200SP.....	136
Figura 127. Asignar nombre “periferia et 200 sp_1” .....	136
Figura 128. Red Profinet CPU-ET200SP .....	137
Figura 129. Instalar archivo "gsdml".....	138
Figura 130. Buscar dispositivo "Matrix220" .....	138
Figura 131. Agregar Matrix 220 a red profinet .....	139
Figura 132. Dirección IP y nombre del Matrix220 .....	140
Figura 133. Datos del Matrix220.....	140
Figura 134. Red Profinet completa.....	141
Figura 135. Protección proyecto.....	142
Figura 136. Habilitar servidor OPC UA.....	143
Figura 137. Seguridades OPC UA.....	143
Figura 138. Licencia OPC UA .....	144
Figura 139. Configuración UaExpert .....	145
Figura 140. PLC_1 en UaExpert .....	145
Figura 141. Variables compartidas en OPC UA .....	146

## Índice de tablas

Tabla 1. Configuración de parámetros actuador .....	68
Tabla 2. Identificación variador LM16 .....	69
Tabla 3. Descripción del terminal de potencia LM16.....	71
Tabla 4. Descripción del terminal de control LM16 .....	72
Tabla 5. Parámetros variador LM16 .....	73
Tabla 6. Configuración de parámetros variador.....	74
Tabla 7. Partes del Matrix220 .....	76
Tabla 8. Partes del CBX100.....	77
Tabla 9. Descripción de los terminales del CBX100 .....	78
Tabla 10. Grupos de terminales.....	79
Tabla 11. Nombre y dirección IP de los escáneres .....	91
Tabla 12. Características CPUs del S7-1500 .....	99
Tabla 13. Características CPU 1512C-1PN .....	99
Tabla 14. Coste material.....	124
Tabla 15. Cronograma.....	125
Tabla 16. Direcciones PLC_1 .....	130
Tabla 17. Direcciones ET200SP_1 .....	137
Tabla 18. Direcciones escáneres Matrix .....	141

## **CAPÍTULO 1: CONTENIDO DEL PROYECTO**

### **1.1. Introducción**

Hoy en día las cadenas de suministro se vuelven una tarea cada vez más compleja que debe hacer frente a una mayor y más exigente demanda, largos tiempos de procesos manuales poco eficientes.

La consolidación del comercio electrónico y los cambios de hábitos de los consumidores han colocado a las compañías ante importantes retos logísticos. En este contexto, solo una logística eficiente permite mantener la competitividad a través de la agilización de procesos, la limitación de errores y la reducción de costes.

Para poder superar todas estas dificultades, es necesario automatizar y controlar la gestión de todo el proceso del área de transporte, con el objetivo de disminuir tiempos, minimizar riesgos y reducir costos, pudiendo hacer frente así a una competencia cada vez más preparada.

La automatización en logística se caracteriza por la implementación de sistemas de transporte y almacenaje automáticos en almacenes y centros de distribución, con el objetivo de maximizar su rendimiento, garantizar la seguridad de los procesos y optimizar las operativas logísticas. Esta es una tendencia en franca expansión y cada vez son más las compañías que apuestan por la automatización de su logística.

Por esta razón, la automatización de la logística, es decir, la sustitución de operaciones y equipos de mantenimiento manuales por instalaciones y procesos automáticos se ha convertido en imprescindible para alcanzar el pleno rendimiento de cualquier centro logístico. Implementar soluciones de transporte y almacenaje automatizado aumenta el rendimiento en los procesos de recepción, almacenaje y expedición de las mercancías, disminuye el coste logístico, reduce errores como los fallos en la ubicación, el transporte y el depósito de la mercancía además se eliminan los daños en la mercancía derivados de la intervención manual.

La automatización de procesos en un almacén es más rentable cuando se aplica a tareas repetitivas, por lo que esta tecnología suele implementarse en maniobras logísticas como la extracción y depósito de mercancía en los sistemas de almacenaje, la preparación y expedición de pedidos o el movimiento de stock entre las diferentes zonas del almacén.



## 1.2. Objetivo y problemática

El proyecto a continuación detallado expone la automatización y control de un centro logístico, capaz de controlar el movimiento de la mercancía y repartirla a sus destinos correspondientes de manera automática.

Así mismo, el proyecto contiene un análisis y estudio de los diferentes elementos que se necesitan para conseguir un correcto funcionamiento de un centro logístico automatizado, desde las protecciones eléctricas, sensores y actuadores hasta el PLC (del inglés “Programmable Logic Controller”) pasando por las redes y protocolos de comunicación.

Posteriormente se detallará el equipamiento seleccionado y sus características particulares, haciendo hincapié en el PLC, tanto en hardware como software, con el cual se diseña y controla el funcionamiento del centro.

Se detallará un esquema eléctrico, donde se podrá leer la interconexión que existe entre todos los elementos, tanto de potencia como de control, así como la programación del PLC para controlar el sistema.

Desde el punto de vista personal la decisión de seleccionar esta temática en el proyecto, además de reforzar los conocimientos adquiridos en temas de electricidad, electrónica, diseño y control, responden a la experiencia en el sector en el cual me encuentro trabajando, así como realizar un acercamiento a la industria 4.0, utilizando diferentes y variados tipos de programas.

### Problemática.

Actualmente todo el trabajo que se realiza en el centro logístico es de forma manual y debido a la gran demanda existente en el mercado y la necesidad de conseguir un aumento de productividad se pretende automatizar dicho proceso con el objetivo de maximizar su rendimiento, garantizar la seguridad de los procesos y optimizar las operativas logísticas, reduciendo considerablemente la función del operario.

Para poder instalar y controlar un sistema automatizado, es necesario disponer de diferentes dispositivos electromecánicos y de control que puedan permitir realizar movimientos automatizados, la instalación de estos mismos y su programación, además de disponer de trabajadores especializados para realizar las tareas de mantenimiento y reparación necesarias.

Por lo que para realizar un proyecto de esta envergadura sería necesario un desembolso económico elevado, además de necesitar personal cualificado para su mantenimiento y gestión.

### **1.3. Automatización industrial**

La automatización es un concepto que suele utilizarse en el ámbito de la industria con referencia al sistema que permite que una máquina desarrolle ciertos procesos o realice tareas sin intervención del ser humano. Es empleada con frecuencia por su capacidad de ahorrar tiempo y dinero.

Los orígenes de la automatización se encuentran en la Prehistoria, con el desarrollo de las máquinas simples que minimizaban la fuerza que debían hacer las personas, como el uso de los animales. Pero es desde principios del siglo XX en donde se comienza a implementar la automatización para procesos complejos, requiriendo personas con un alto nivel de formación.

Es entonces cuando se comienza a introducir métodos científicos para mejorar las técnicas de producción de una manera más mecánica, como la cadena de montaje en las fábricas, donde se consigue que cada trabajador se especialice en un determinado proceso, disminuyendo los tiempos y fallos en la producción.

Con la introducción de la electricidad se comienza a implementar la automatización para procesos complejos utilizando elementos electromecánicos (motores, relés, temporizadores, contadores) elanzados mediante lógica cableada, lo cual hacía que los diseños fuesen costosos, poco eficientes y se admitiesen pocos cambios.

A finales de la década de los 60 se comienza a trabajar con los primeros microprocesadores para gestionar el control de la instalación. Evolucionando para satisfacer la demanda industrial, aparece el relé lógico programable o PLC, el cual, junto al uso de sensores y actuadores permite un control más robusto de la instalación apareciendo lo que hoy conocemos como el “nivel de campo”.

En la década de los 80 las fábricas aumentan considerablemente su tamaño y complejidad, teniendo un gran número de autómatas para controlar los diferentes procesos de formas independientes. Por lo que surge la necesidad de instalar un sistema de comunicación entre ellos para poder sincronizar los diferentes procesos.

## CAPÍTULO 1: CONTENIDO DEL PROYECTO

Debido a esta necesidad nace el “nivel de control”, surgiendo un gran número de protocolos de comunicación industrial para conseguir que los procesos independientes funcionaran como uno solo, permitiendo aumentar el grado de control. Pero surge un inconveniente, cada fabricante ha desarrollado su protocolo de comunicación incompatible con los demás, por lo que se comienza a trabajar en protocolos normalizados, tanto en la comunicación serie (Modbus, AS-i o Profibus), como paralela (Profinet o EtherCAT).

La automatización industrial se encuentra en un proceso de evolución constante. Actualmente sigue evolucionando, permitiendo la comunicación entre diferentes PLCs y dispositivos además de hacer uso de servicios alojados en la nube y de servidores online. Permitiendo el control y consulta de datos de manera remota.



## CAPÍTULO 2: DISPOSICIONES LEGALES Y NORMAS APLICADAS

### **2.1. Reglamento electrotécnico de baja tensión (REBT)**

#### **Instalaciones de corriente continua (DC)**

Se considera baja tensión a la que es menor o igual a 1500 voltios en el caso de corriente continua.

Como en el caso la corriente continua de nuestra instalación será de 24 Voltios. Cumpliremos lo siguiente:

- ITC-BT 36: Instalaciones a muy Baja Tensión.

#### **Instalaciones de corriente alterna (AC)**

Se considera de baja tensión cuando es menor o igual a 1000 Voltios en el caso de corriente alterna.

Nuestra tensión de trabajo estará en dos rangos, que serán 230 Voltios en monofásico y 400 en trifásico. Cumpliremos lo siguiente:

- ITC-BT 19: Instalaciones interiores o receptoras. Prescripciones generales.
- ITC-BT 20: Instalaciones interiores o receptoras. Sistemas de instalación.
- ITC-BT 21: Instalaciones interiores o receptoras. Tubos y canales protectoras
- ITC-BT 22: Instalaciones interiores o receptoras. Protecciones contra sobrecargas
- ITC-BT 23: Instalaciones interiores o receptoras. Protecciones contra sobretensiones.
- ITC-BT 24: Instalaciones interiores o receptoras. Protecciones contra contactos directos e indirectos.

#### **Puesta en marcha de la instalación**

El cuadro eléctrico y sus partes móviles deberán estar conectadas a la red general de tierra. Cumpliremos lo siguiente.

- ITC-BT 18: Instalación de puesta a tierra.

### **Sistemas automatizados**

Los sistemas automatizados según el REBT “son aquellos sistemas centralizados o descentralizados, capaces de recoger información proveniente de unas entradas (sensores o mandos), procesarla y emitir órdenes a unos actuadores o salidas, con el objetivo de conseguir confort, gestión de la energía o la protección de personas animales y bienes”.

Cumpliremos lo siguiente:

- ITC-BT 51: Instalación de sistemas de automatización, gestión técnica de la energía y seguridad para viviendas y edificios.

### **2.2. Normativa y legislación**

- UNE157001- Criterios generales para la elaboración formal de los documentos que constituyen un proyecto técnico.
- Ley 31/1995, de Prevención de Riesgos laborales.
- RD 486/1997 – Real decreto de disposiciones mínimas de Seguridad y salud en los lugares de Trabajo.
- UNE-EN 61131 – Autómatas programables. (IEC-1131).
  - UNE-EN 61131-1:2004 Información general.
  - UNE-EN 61131-2:2007 Especificaciones y ensayos de los equipos.
  - UNE-EN 61131-3:2013 Lenguaje de programación.
  - UNE-EN 61131-5:2001 Comunicaciones.

## CAPÍTULO 3: ELEMENTOS NECESARIOS PARA LA AUTOMATIZACIÓN INDUSTRIAL

### 3.1. Autómata programable PLC

Un autómata programable o PLC según la definición dada por la IEC 61131, “es un equipo electrónico programable diseñado para ser utilizado en un entorno industrial, que utiliza una memoria programable para el almacenamiento interno de instrucciones orientadas al usuario, para implantar unas soluciones específicas tales como funciones lógicas, secuencia, temporización, recuento y funciones aritméticas con el fin de controlar mediante entradas y salidas, digitales y analógicas diversos tipos de máquinas o procesos”.



Figura 1. Controlador lógico programable

El autómata programable es un sistema basado en un microprocesador, siendo sus partes fundamentales la CPU (del inglés “Central Processing Unit”), la Memoria y el Sistema de Entradas y Salidas (E/S).

#### **Ventajas/Inconvenientes**

En comparación con los sistemas cableados, los autómatas programables presentan las siguientes ventajas e inconvenientes.

#### Ventajas:

- Menor tiempo en la elaboración de los proyectos.
- Posibilidad de introducir modificaciones en la lógica de control cargando un nuevo programa.
- Se reduce el espacio dentro del cuadro de control.
- Se reducen los costes de mano de obra tanto en el montaje como en el mantenimiento.

- Posibilidad de gobernar varias máquinas desde un único PLC.
- Menor tiempo de puesta en funcionamiento.

Inconvenientes:

- Necesidad de contar con técnicos cualificados en autómatas programables.
- Coste del autómata.

### **3.1.1. CPU (Unidad Central de Procesos)**

La CPU es el cerebro del PLC, este módulo presenta una arquitectura interna similar a la de la CPU de un PC. Realiza el control interno y externo del autómata y la interpretación de las instrucciones del programa. A partir de las instrucciones almacenadas en la memoria y de los datos que recibe de las entradas, genera las señales de las salidas.

### **3.1.2. Memoria**

La memoria se divide en dos bloques: la memoria de solo lectura o ROM (del inglés “Read Only Memory”) y la memoria de lectura y escritura o RAM (del inglés “Random Access Memory”).

- Memoria ROM (solo lectura) se almacenan programas para el correcto funcionamiento del sistema, como el programa de comprobación de la puesta en marcha y el programa de exploración de la memoria RAM.
- Memoria RAM (lectura y escritura) se ocupa de la memoria de datos, en la que se almacena la información de los estados de las entradas y salidas y de variables internas.
- Memoria de usuario, en la que se almacena el programa con el que trabajará el autómata.

### **3.1.3. Entradas y Salidas**

El sistema de Entradas y Salidas recoge la información del proceso controlado (Entradas) y envía las acciones de control de este (Salidas).

- Entradas: pulsadores, interruptores, finales de carrera, termostatos, presostatos, detectores de nivel, detectores de proximidad, contactos auxiliares, etc.

- Salida: Pilotos indicadores, relés, contactores, actuadores, arrancadores de motores, válvulas, etc.

#### Entradas y Salidas digitales

Este módulo permite al PLC leer valores de sensores digitales y enviar ordenes hacia los componentes del proceso. Todas estas señales serán de formato todo/nada (0/1). Para el caso de los sensores indicaran la presencia de un evento físico o no y para el caso de los actuadores codificara la orden de actuar o no.

Desde el punto de vista práctico, a las entradas se cablearán, por ejemplo, sensores o botoneras para seleccionar la marcha o parada de la instalación, así como su modo de funcionamiento, pudiendo ser la velocidad en el caso de una instalación de control de movimiento. En el caso de las salidas, se cablearán actuadores que interactúen con la instalación, así como indicadores luminosos para poder comprobar visualmente si la instalación se encuentra funcionando correctamente o tiene algún fallo.

#### Entradas y Salidas analógicas

Una señal eléctrica analógica es aquella en la que los valores de la tensión o voltaje varían constantemente y pueden tomar cualquier valor. Se van a utilizar para controlar magnitudes como, por ejemplo, la presión o la temperatura de una determinada zona.

Para conocer desde el PLC una magnitud física será necesario un módulo de entradas analógicas el cual estará formado internamente entre otras cosas por un convertor analógico digital (A/D) que transforma el valor de la magnitud física en cada momento en un número, el cual será almacenado en la memoria de entradas analógicas del PLC para su posterior uso.

Para comandar desde el PLC una orden que no sea un simple todo/nada, por ejemplo que la apertura de una válvula sea intermedia para dejar pasar un determinado caudal será necesario un módulo de salidas analógicas el cual estará formado por un convertor digital analógico (D/A) el cual transformara un valor numérico depositado por el programa en una posición de la memoria de salidas analógicas, en una corriente eléctrica proporcional (comprendida dentro de unos límites determinados) la cual será empleada para llevar a cabo la acción sobre el proceso.



### 3.2. Sensores

Un sensor es todo aquello que tiene una propiedad sensible a una magnitud del medio, y al variar esta magnitud también varía con cierta intensidad la propiedad, es decir, manifiesta la presencia de dicha magnitud, y también su medida.

Un sensor en la industria es un objeto capaz de variar una propiedad ante magnitudes físicas o químicas, llamadas variables de instrumentación, y transformarlas con un transductor en variables eléctricas. Las variables de instrumentación pueden ser, por ejemplo: intensidad lumínica, temperatura, distancia, aceleración, inclinación, presión, desplazamiento, fuerza, torsión, humedad, movimiento, pH, etc. Una magnitud eléctrica puede ser una resistencia eléctrica (como en una RTD), una capacidad eléctrica (como en un sensor de humedad), una tensión eléctrica (como en un termopar), una corriente eléctrica, etc.

Para explicar un poco más en detalle el funcionamiento de los sensores es de utilidad hacer alguna clasificación de estos. Sin embargo, es posible clasificar los sensores de acuerdo con diferentes criterios: la variable que miden (temperatura, presión, humedad, distancia, velocidad, etc.), la naturaleza de la variable de salida (digitales y analógicos) o el tipo de variable que se tiene a la salida.

#### 3.2.1. Sensores por contacto

Son los sensores que detectan si un objeto se halla o no en una determinada posición. Se establece o se interrumpe un contacto eléctrico por medio de una fuerza externa.

#### Sensores potenciométricos

Son aquellos en los que la resistencia del elemento varía con un movimiento físico, cerrando o abriendo un circuito.



*Figura 2. Sensor por contacto*

En la siguiente figura se ve un típico potenciómetro de rotación en el cual la resistencia entre la terminal central y las laterales varía según el ángulo de rotación de la perilla. Así, este elemento se podría utilizar como un sensor de ángulo de rotación.



Figura 3. Sensor potenciométrico

### Galgas extensiométricas

Las galgas son sensores basados en el efecto piezoresistivo, es decir, en la propiedad que tienen algunos materiales de cambiar su resistencia al ser sometidos a un esfuerzo o estrés mecánico. Estos elementos se pueden usar para medir deformación, presión o carga, por lo cual son utilizados en células de carga y transductores de presión y par. Su fabricación consiste en una estructura geométrica impresa en una fina lámina metálica sobre una base flexible.



Figura 4. Galgas extensiométricas

### 3.2.2. Sensores de temperatura, Termistores y RTD

En la mayoría de los materiales, la resistividad es un parámetro que se ve afectado por la temperatura, según el coeficiente de temperatura de la resistencia de dicho material ( $\alpha$ ) según la ecuación siguiente.

$$R = R_0 * (1 + \alpha * \Delta T)$$

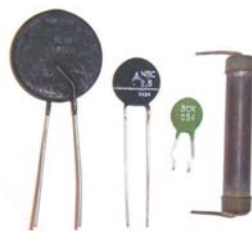


Figura 5. Termistores

## RTD

Los RTDs (del inglés “Resistance Temperature Detector”) están fabricados con materiales conductores (como cobre, níquel o platino), en los cuales un aumento en la temperatura produce una agitación térmica de los electrones, resultando en un aumento de la resistencia.

## Termistores

Los termistores están contruidos en base a semiconductores y se presentan en dos tipos diferentes, según las características del material con el cual se construyen:

- Termistores NTC (del inglés “Negative Temperature Coefficient”). Son aquellos que tienen un coeficiente de temperatura negativo, es decir, en los cuales un aumento en la temperatura resulta en un descenso de la resistencia.
- Termistores PTC ( del inglés “Positive Temperature Coefficient”). Son aquellos que tienen un coeficiente de temperatura positivo, es decir, en los cuales un aumento en la temperatura resulta en un aumento de la resistencia.

### 3.2.3. Sensores de proximidad sin contacto (Inductivos)

Reaccionan ante campos magnéticos de imanes permanentes y de electroimanes.

Son aquellos en los que un cambio que la variable a medir produce un cambio sobre la inductancia del sensor (que básicamente es una bobina). Principalmente se usan como sensores de proximidad para objetos metálicos.



*Figura 6. Sensor inductivo*

Su funcionamiento se basa en el principio de inducción electromagnética. La bobina asociada a este sensor hace parte de un circuito resonante; cuando un objeto metálico entra en contacto con el campo magnético alterno generado por la bobina se inducen corrientes de Foucault en el objeto. Estas, a su vez, generan un campo electromagnético

que produce un decremento en la inductancia de la bobina y en la amplitud de las oscilaciones del circuito resonante.

### 3.2.4. Sensores de proximidad ópticos

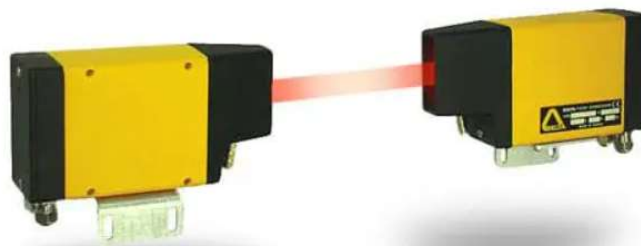
Las fotorresistencias o sensores ópticos son elementos en los cuales la resistencia disminuye cuando la luz incide en el elemento. También se conocen como LDR (del inglés “Light Dependent Resistor”).

Estos elementos están contruidos en base a semiconductores y su funcionamiento se basa en el efecto fotoeléctrico. La variación en el valor de la resistencia depende de su construcción. Basan su funcionamiento en la emisión de un haz de luz que es interrumpido o reflejado por el objeto a detectar.

Se compone de un emisor de luz asociado a un receptor sensible a la cantidad de luz recibida. Detecta cuando el objeto penetra en el haz luminoso emitido y modifica de forma suficiente la cantidad de luz que recibe el sensor para provocar un cambio de estado de la salida.

Los sensores ópticos se colocan en tres configuraciones diferentes:

- Transmisión directa o barrera: El emisor se coloca en frente del receptor y el objeto es detectado cuando pasa entre ambos. Puede alcanzar grandes distancias de detección, pero al estar separados el emisor del receptor se ha de duplicar los cables de alimentación.



*Figura 7. Sensor óptico de barrera*

- Reflexivo: El emisor y el receptor se colocan en el mismo sitio, vienen en el mismo empaque y utilizan el mismo ducto para el cableado. Enfrente de ellos se coloca una superficie reflexiva. El haz de luz emitido refleja contra el reflector para

ser registrado por el receptor. La detección ocurre cuando pasa el objeto impidiendo que el haz de luz llegue hasta el receptor. Las distancias de detección se reducen considerablemente.

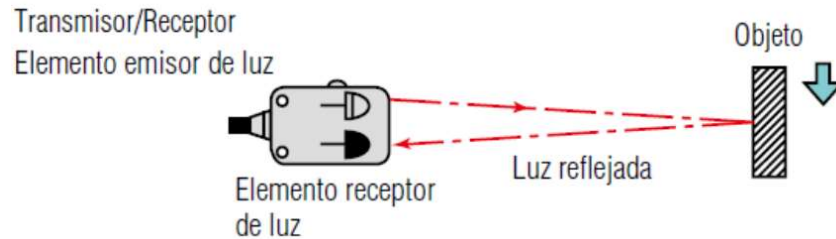


Figura 8. Sensor óptico reflexivo

- Difuso o proximidad: Es similar a la reflexiva solo que esta no utiliza espejo, sino que el objeto a detectar es el que sirve de reflector. El haz de luz no se transmite en una sola dirección, sino que viaja en varias direcciones, para lograr que objetos poco brillantes puedan ser detectados. Posee muy corta distancia de detección.

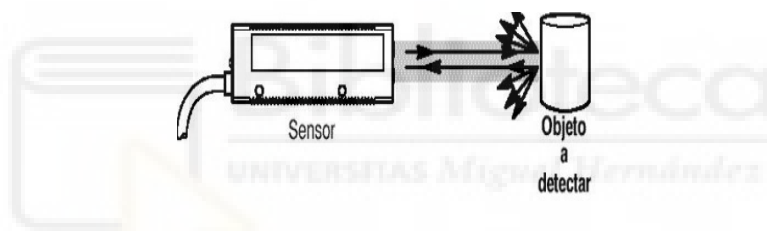


Figura 9. Sensor óptico difuso

### 3.2.5. Sensores de proximidad ultrasónicos

Los detectores ultrasónicos basan su funcionamiento en la medida del tiempo transcurrido entre la emisión de una onda ultrasónica y la recepción de su eco. El transductor (emisor/receptor) genera una onda ultrasónica de entre 200 y 500KHz la cual se desplaza en el aire a la velocidad del sonido, en el momento en el que la onda encuentra un objeto, una onda reflejada vuelve hacia el transductor. Un microcontrolador analiza la señal recibida y mide el intervalo de tiempo entre la señal emitida y recibida.



Figura 10. Sensor ultrasónico

### 3.3. Actuadores

Un actuador es un dispositivo capaz de transformar energía hidráulica, neumática o eléctrica en la activación de un proceso físico. Este recibe la orden de un regulador o controlador y en función a ella genera la orden para activar un elemento final.

Así pues, un actuador en general es un dispositivo que puede transformar un tipo de energía en un proceso que se activa a raíz de ella.

Los actuadores se pueden diferenciar en tres grandes grupos según su fuente de energía.

#### 3.3.1. Actuadores eléctricos

Convierte la energía eléctrica en mecánica. Por ello es por lo que precisamente su estructura suele ser más simple que la de los actuadores neumáticos o hidráulicos.



Figura 11. Actuador eléctrico

- Motor de corriente continua: convierte la energía eléctrica continua en mecánica. Muy precisos y con facilidad para el control de posición, par y velocidad.
- Motor de corriente alterna: convierte energía eléctrica alterna en mecánica, generalmente giro. Para regular la velocidad es necesario un variador de frecuencia externo ya que su velocidad depende la frecuencia de la red. Se distinguen motores Síncronos y Asíncronos.
  - Los motores síncronos son un tipo de motor de corriente alterna en el que la rotación del eje está sincronizada con la frecuencia de la corriente de alimentación; el período de rotación es exactamente igual a un número entero de ciclos de CA. Su velocidad de giro es constante y depende de la frecuencia de la tensión de la red eléctrica a la que esté conectado y por el número de pares de polos del motor, siendo conocida esa velocidad como "velocidad de sincronismo". Este tipo de motor contiene

electromagnetos en el estátor del motor que crean un campo magnético que rota en el tiempo a esta velocidad de sincronismo.

- El motor asíncrono, motor asincrónico o motor de inducción es un motor eléctrico de corriente alterna, en el cual su rotor gira a una velocidad diferente a la del campo magnético del estator. El motor asíncrono trifásico está formado por un rotor, que puede ser de jaula de ardilla o bobinado, y un estator, en el que se encuentran las bobinas inductoras. Estas bobinas son trifásicas y están desfasadas entre sí  $120^\circ$  en el espacio. Cuando por estas bobinas circula un sistema de corrientes trifásicas equilibradas, cuyo desfase en el tiempo es también de  $120^\circ$ , se induce un campo magnético giratorio que envuelve al rotor. Este campo magnético variable va a inducir una tensión eléctrica en el rotor según la Ley de inducción de Faraday. La diferencia entre el motor a inducción y el motor universal es que en el motor a inducción el devanado del rotor no está conectado al circuito de excitación del motor, sino que está eléctricamente aislado. Tiene barras de conducción en todo su largo, incrustadas en ranuras a distancias uniformes alrededor de la periferia. Las barras están conectadas con anillos (en cortocircuito) a cada extremidad del rotor. Están soldadas a las extremidades de las barras. Este ensamblado se parece a las pequeñas jaulas rotativas para ejercitar a mascotas como hámsteres y por eso a veces se llama "jaula de ardillas", y los motores de inducción se llaman motores de jaula de ardilla.

- Motor paso a paso: son dispositivos que convierten una serie de impulsos eléctricos en desplazamientos angulares discretos, lo que significa que es capaz de avanzar una serie de grados dependiendo de sus entradas de control.

- Servomotores: Un servomotor (también llamado servo) es un dispositivo similar a un motor de corriente continua que tiene la capacidad de ubicarse en cualquier posición dentro de su rango de operación, y mantenerse estable en dicha posición. Lleva incorporado un sistema de regulación que puede ser controlado tanto en velocidad como en posición.

Ventajas de los actuadores eléctricos:

- Los actuadores electromecánicos producen una entrega de fuerza exacta y uniforme.
- La variación fácil y rápida en la posición de carrera aumenta el rango de actuación.
- Fácil de instalar usando soluciones eléctricas o conectores rápidos.
- Control de movimiento preciso.
- Este tipo de actuador es más silencioso que los actuadores neumáticos e hidráulicos.
- No hay fugas de aceite en el caso de actuadores electromecánicos.

Inconvenientes de los actuadores hidráulicos.

- Potencia limitada
- Menor velocidad.
- Requiere personal profesional con un nivel técnico más alto para operarlo y mantenerlo.

**3.3.2. Actuadores hidráulicos**

Los actuadores hidráulicos son los componentes finales dentro de un circuito hidráulico. Transforman la presión de un fluido líquido en movimiento mecánico.

Los actuadores hidráulicos son dispositivos automáticos que funcionan directamente con aceite o agua, los hay para baja presión (250-500 psi) y alta presión (600-5000 psi).

Existen diferentes mecanismos de actuación tales como yugo escocés simétrico o canteado, piñón y cremallera, vena, y del tipo pistón para válvulas lineales. Estos actuadores dependen de la instrumentación y/o accesorios para poder funcionar, tales como solenoides, interruptores de límite, filtro, regulador, manómetros, pilotos de alta y/o baja presión, interruptores eléctricos, válvulas de bypass, válvulas para mantenimiento, dispositivo eutéticos, dispositivos de prueba parcial, tanques de almacenamiento, unidades de potencia hidráulica, botoneras de operación local, botoneras de operación remota, controladores, PLC, protocolos de comunicación, protección ignifuga entre otros.



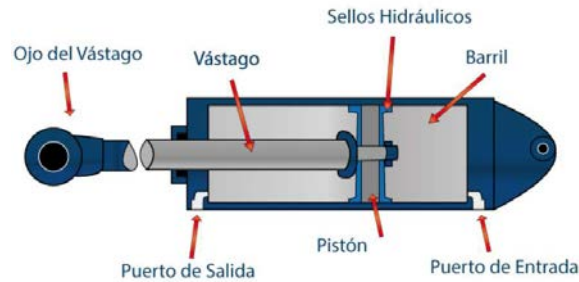


Figura 12. Actuador hidráulico

### **Actuadore hidráulicos lineales**

#### Actuador hidráulico lineal de simple efecto:

El movimiento lineal lo realiza en un sentido por la acción de la presión hidráulica y el retorno puede ser mecánicamente por un muelle interno o por el mismo proceso retornar con la fuerza mecánico-externa, al dejar de tener presión hidráulica.

#### Actuador hidráulico de doble efecto:

Los cilindros hidráulicos de doble efecto son actuadores hidráulicos lineales que realizan el movimiento en los dos sentidos por medio de la presión hidráulica.

### **Actuador hidráulico rotativo**

Los actuadores hidráulicos rotativos pueden ser de diferente tipo en función del proceso a realizar, ya sea de giro continuado o giro en un determinado número de grados, para realizar un pequeño giro de unos ciertos grados o hasta los 360 grados, es decir, una vuelta completa.

### Motores hidráulicos

Un motor hidráulico es un actuador mecánico que convierte presión hidráulica y flujo en un par de torsión en un desplazamiento angular, es decir, en una rotación o giro. Se emplean sobre todo porque entregan un par muy grande a velocidades de giro pequeñas en comparación con los motores eléctricos.

Existen diversos tipos tanto de motores hidráulicos, en todos ellos se recomienda que el drenaje se conecte directamente al depósito, sin pasar por otras líneas de retorno o por filtros que pudieran crear contrapresiones en el drenaje.

Ventajas de los actuadores hidráulicos:

- Los actuadores pueden estar alejados de la bomba y el circuito, central hidráulica, sin sufrir pérdidas de fuerza.
- Pueden realizar fuerzas muy superiores, teniendo equipos del mismo tamaño de otras energías como es la neumática, pudiendo superar en más de 20 veces la fuerza respecto a la neumática.
- Los actuadores hidráulicos pueden soportar presiones de hasta 4000 psi.

Inconvenientes de los actuadores hidráulicos:

- Los actuadores y circuitos hidráulicos en general suelen tener algunas pequeñas fugas de líquido hidráulico en ciertas partes del circuito como racors, uniones, válvulas. Esto genera pequeñas pérdidas de eficiencia, normalmente despreciables por no notarse en el proceso final, pero sobre todo genera deterioro en los componentes y suciedad en la zona.
- Para realizar un movimiento lineal o rotativo necesita una gran cantidad de componentes que forman parte del circuito hidráulico, como son la central hidráulica, con la bomba, depósito, válvulas, etc. teniendo que ubicarlo en algún emplazamiento no muy alejado de la zona de trabajo.
- El ruido es otra desventaja ya que los circuitos hidráulicos suelen ser más ruidosos que los actuadores eléctricos y neumáticos.

**3.3.3. Actuadores neumáticos**

Los actuadores neumáticos son los componentes finales dentro de un circuito neumático. Transforman la presión de un fluido gaseoso (aire) en movimiento mecánico.

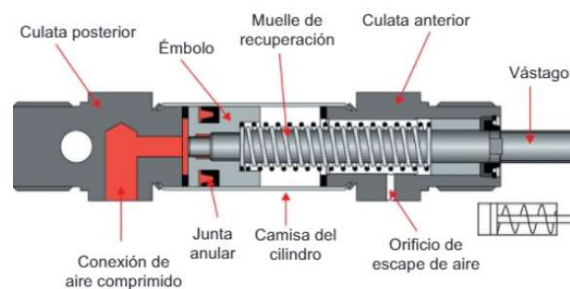


Figura 13. Actuador neumático

### **Actuadore neumáticos lineales**

#### Actuador neumático de simple efecto:

Un cilindro de simple efecto desarrolla un trabajo sólo en un sentido. El émbolo se hace retornar por medio de un resorte interno o por algún otro medio externo como cargas, movimientos mecánicos, etc. Puede ser de tipo “normalmente dentro” o “normalmente fuera”.

Los cilindros de simple efecto se utilizan para sujetar, marcar, expulsar, etc. Tienen un consumo de aire algo más bajo que un cilindro de doble efecto de igual tamaño. Sin embargo, hay una reducción de impulso debida a la fuerza contraria del resorte, así que puede ser necesario un diámetro interno algo más grande para conseguir una misma fuerza. También la adecuación del resorte tiene como consecuencia una longitud global más larga y una longitud de carrera limitada, debido a un espacio muerto. La variedad constructiva de los cilindros de simple efecto es muy importante, pero todos ellos presentan la misma mecánica de trabajo.

#### Actuador hidráulico de doble efecto:

Los cilindros de doble efecto son aquellos que realizan tanto su carrera de avance como la de retroceso por acción del aire comprimido. Su denominación se debe a que emplean las dos caras del émbolo (aire en ambas cámaras), por lo que estos componentes sí que pueden realizar trabajo en ambos sentidos. Sus componentes internos son prácticamente iguales a los de simple efecto, con pequeñas variaciones en su construcción. Algunas de las más notables las encontramos en la culata anterior, que ahora ha de tener un orificio roscado para poder realizar la inyección de aire comprimido (en la disposición de simple efecto este orificio no suele prestarse a ser conexionado, siendo su función la comunicación con la atmósfera con el fin de que no se produzcan contrapresiones en el interior de la cámara). El perfil de las juntas dinámicas también variará debido a que se requiere la estanqueidad entre ambas cámaras, algo innecesario en la disposición de simple efecto.

#### Ventajas de los actuadores neumáticos:

- El mecanismo interno simple es fácil de procesar, mantener y reemplazar, y más barato que los actuadores hidráulicos y eléctricos.
- Velocidad de respuesta rápida

- Buena adaptabilidad del entorno de trabajo, especialmente en entornos de trabajo hostiles
- Cuando la carga es pequeña, la acción y la respuesta son rápidas.

Inconvenientes de los actuadores hidráulicos:

- Precisión de control y capacidad anti-desviación limitadas.
- En los dispositivos neumáticos, generalmente es necesario convertir las señales eléctricas en señales neumáticas (mediante la electroválvula) y luego en señales eléctricas (finales de carrera).
- Necesitan de un circuito neumático, compresor, filtros, secador, electroválvulas.
- Los circuitos neumáticos en general suelen tener algunas pequeñas fugas.

### 3.4. Variadores de frecuencia

Los motores de corriente alterna funcionan con electricidad y necesitan una cantidad determinada de energía eléctrica para poder realizar su trabajo de proporcionar par y velocidad. La velocidad de un motor debería coincidir exactamente con la que exige el proceso en cuestión, y usar solo la energía necesaria.

El variador de frecuencia regula la velocidad de motores eléctricos para que la electricidad que llega al motor se ajuste a la demanda real de la aplicación, reduciendo el consumo energético del motor entre un 20 y un 70%.

Un variador de frecuencia por definición es un regulador industrial que se encuentra entre la alimentación energética y el motor. La energía de la red pasa por el variador y regula la energía antes de que ésta llegue al motor para luego ajustar la frecuencia y la tensión en función de los requisitos del procedimiento.



Figura 14. Variadores de frecuencia

Los variadores reducen la potencia de salida de una aplicación, mediante el control de la velocidad del motor, garantizando que no funcione a una velocidad superior a la necesaria.

Se centra en el control de la velocidad del motor variando la frecuencia de la tensión de alimentación.

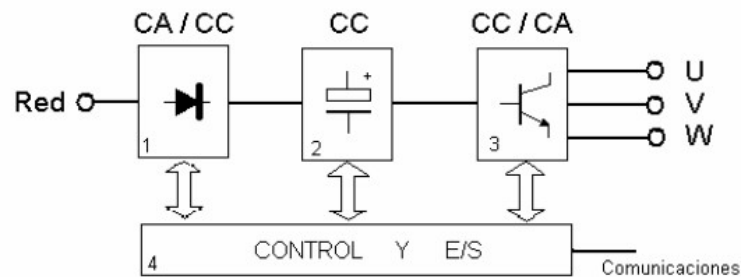


Figura 15. Partes del variador de frecuencia

- 1.- Rectificador: partiendo de la red de suministro de c.a., monofásica o trifásica, se obtiene c.c. mediante diodos rectificadores.
- 2.- Bus de continua: condensadores de gran capacidad (y a veces también bobinas), almacenan y filtran la c.c. rectificada, para obtener un valor de tensión continua estable, y reserva de energía suficiente para proporcionar la intensidad requerida por el motor.
- 3.- Etapa de salida: desde la tensión del bus de continua, un ondulador convierte esta energía en una salida trifásica, con valores de tensión, intensidad y frecuencia de salida variables. Como elementos de conmutación, se usan principalmente transistores bipolares (BJT), CMOS o similares, IGBT, tiristores (SCR), GTO... etc. Las señales de salida, se obtiene por diversos procedimientos como troceado, mediante ciclo convertidores, o señales de aproximación senoidal mediante modulación por anchura de impulsos PWM.
- 4.- Control y E/S: circuitos de control de los diferentes bloques del variador, protección, regulación... y entradas y salidas, tanto analógicas como digitales. Además, se incluye el interfaz de comunicaciones con buses u otros dispositivos de control y usuario.

### Funciones principales

Los arrancadores y variadores electrónicos eliminan los inconvenientes que surgen en el arranque de motores asíncronos, tales como:

- El pico de corriente en el arranque que puede perturbar el funcionamiento de otros aparatos conectados a la red.
- Curva de aceleración/deceleración controlada. La aceleración del motor se controla mediante una rampa de aceleración lineal, así como la parada. Generalmente, estas rampas son controlables y permiten elegir el tiempo de aceleración adecuado para la aplicación.
- Las sacudidas mecánicas que se producen durante los arranques y las paradas pueden ser inaceptables para la máquina, así como para la seguridad y comodidad de los usuarios.
- Funcionamiento a velocidad constante y la variación de esta según necesidades.

### 3.5. Buses de comunicación

Los buses de campo son una herramienta muy eficaz en los procesos de automatización, reduciendo los tiempos de puesta en marcha, facilitando las tareas de mantenimiento y abaratando los costes, ya que como se ha mencionado en el capítulo 1, antes de su aparición, cada elemento se conectaba de manera independiente.

Las principales ventajas del uso de buses de comunicaciones son:

- Se sustituyen las grandes mangueras de cables por un único bus en el que viaja toda la información, reduciendo el coste del cableado y el tiempo de instalación.
- La conexión se realiza de manera sencilla, de modo que permite colocar los elementos de la red en cualquier ubicación.
- El diseño de la instalación se vuelve más sencillo: No es necesario identificar tantos componentes en los esquemas y se reducen las dimensiones de los armarios.
- Existe un gran número de protocolos de comunicación estandarizados, lo que permite una mayor libertad a la hora de elegir los dispositivos, permitiendo conectar de manera sencilla, por ejemplo, un PLC de la marca “A” con un variador de frecuencia de la marca “B”.
- Los protocolos de transmisión de datos poseen herramientas para detectar y corregir errores de comunicación, aumentando la fiabilidad del sistema y permitiendo un mantenimiento más eficiente.

### **3.5.1. Profinet**

Es un protocolo estándar creado a principios del siglo XXI en base al funcionamiento de PROFIBUS y Ethernet, para la comunicación en bus de campo a través de cuatro hilos. El cable es de color verde por defecto, para diferenciarlo de otros, y los conectores generalmente son RJ45. La velocidad de comunicaciones estándar es de 100Mbps y al disponer de equipos concentradores de señales (switches), es posible realizar diferentes y muy variadas topologías, en línea como se realizaba antiguamente en PROFIBUS, así como conexiones en árbol o en estrella.

Cabe destacar la posibilidad de utilizar protocolos de redundancia como MRP ( del inglés “Media Redundancy Protocol”) o HRP ( del inglés “High Speed Redundancy Protocol”) para, básicamente, realizar una conexión en anillo y que existan dos vías de comunicación con cada equipo, así en el caso de una desconexión o rotura del cable, el sistema seguiría comunicando sin problemas por la otra vía.

Dado que está montado sobre estándar Ethernet, todos los equipos en la red tendrán una dirección IP, además se le otorgará un nombre a cada uno. La comunicación de PROFINET en tiempo real (RT) se realiza a través de ese nombre y al disponer de direccionamiento IP, también se puede acceder a otros servicios típicos de Ethernet, como sería por ejemplo el servidor web de un PLC.

Hay que destacar también el desarrollo estándar de las comunicaciones seguras (safety) con PROFIsafe, las de control de movimiento con PROFIdrive y las de la información de energía de los componentes a través de PROFIenergy; estos estándares hacen que su configuración sea independiente de la red que se disponga, con lo cual daría exactamente igual tener PROFIBUS o PROFINET.

### **3.5.2. Profibus DP**

Es un protocolo estándar creado a principios de los 90, para la comunicación en bus de campo a través de dos hilos. Su nombre viene de las palabras Process Field Bus. El bus de comunicaciones es un cable de dos hilos con doble pantalla y una cubierta robusta que proporciona protección mecánica para su aplicación a nivel de campo. Los cables de Profibus poseen un color morado característico y los puertos a los que se conectan generalmente son RS485 de 9 pines. Permite trabajar con velocidades que van desde 9,6 Kbps hasta 12Mbps y con topologías de línea principalmente, es decir, cada elemento

conectado al anterior y a su vez al siguiente. Esto puede propiciar a la postre que, si el puerto de un elemento falla o el cable se rompe, los componentes posteriores tampoco podrán comunicar.

El sistema de direccionamiento es muy sencillo, todos los elementos tienen unos selectores para establecer la dirección, la cual ha de ser unívoca en la red, los PLCs no dispondrán de dichos selectores dado que la dirección se establece cargando la configuración hardware sobre ellos.

Se distinguen dos tipos de equipos en la red; maestros (PLCs) y esclavos (periferias). En base a ello se realizarán dos accesos al medio, el de comunicación de cada maestro con sus esclavos y seguidamente, el paso del testigo de un maestro a otro para ceder el turno de emisión en el bus.

### **3.5.3. CAN**

Es un protocolo de comunicación abierto que surgió originariamente para su aplicación en el campo del automovilismo, donde se requería una comunicación entre el creciente número de dispositivos electrónicos incorporados en los vehículos.

Las principales características de este sistema son:

- La gestión de la información a través de este bus no requiere un maestro.
- El control de errores desconecta automáticamente un elemento defectuoso, de modo que no afecte a la comunicación entre los demás dispositivos.
- El mensaje, en lugar de contener la dirección del dispositivo, contiene un identificador y un código de prioridad.

Cuando un elemento envía información, también lee del bus su propio mensaje para asegurarse de que no haya otro dispositivo hablando al mismo tiempo. Si se dan dos comunicaciones simultáneas, un algoritmo de arbitraje determina qué mensaje tiene mayor prioridad y le permite acceder al bus mientras el resto de los dispositivos espera a que el bus esté libre. De este modo no se pierde toda la información, como puede suceder en ethernet.

### **3.5.4. Modbus**

Es un protocolo de comunicación desarrollado para arquitecturas maestro/esclavo y servidor/cliente.



La información de una red viaja por el mismo cable formado por dos o cuatro hilos, admitiendo hasta un máximo de 32 equipos conectados y la velocidad del mensaje va desde 300 b/s a 38.4 kb/s. A diferencia de otros protocolos de comunicación, el mensaje no se lee entre el cable y 0V, sino que es diferencial, de modo que, en el caso de haber alguna interferencia, el mensaje no se verá afectado.

El tipo de comunicación es asíncrona: El maestro escribe en su buzón de salida una petición de información a uno de los equipos. Este mensaje será leído por todos los elementos de la red, por lo que al inicio del mensaje indica el número del esclavo con el que intenta comunicar. Una vez el esclavo recibe el mensaje, escribe la información solicitada en su buzón de salida, enviándola al maestro.

La estructura de un mensaje de Modbus es la siguiente:

- 1 bit de inicio: Indica el comienzo del mensaje.
- 8 bits de mensaje: Contiene la información a enviar.
- 1 bit de paridad: Suma los bits del mensaje y devuelve un 1 si el número es par. El receptor realizará la misma comprobación y si no coincide, devolverá un error.
- Campo de verificación de error.
- Verificación de redundancia cíclica, CRC (del inglés, “Cyclic redundancy check”). El código del mensaje se divide repetidamente por un código de 4 dígitos hasta que el mensaje no se pueda dividir más, entonces el resto se envía. De modo que, si el emisor y el receptor conocen el divisor, este último realizará la misma operación y comparará el resto con el enviado, y si no coincide, enviará un mensaje de error. El CRC sólo se utiliza en la variante RTU (del inglés “Remote Terminal Unit”), para ASCII (del inglés “American Standard Code for Information Interchange”) se utiliza verificación de redundancia longitudinal (LCR).

Dentro del protocolo Modbus existen dos variantes:

- ASCII: En esta variación, el inicio de un nuevo mensaje se realiza con “3A” y finalizan con “0D” o “0A” y se envían de manera acíclica, permitiendo hasta tiempos muertos de un segundo.
- RTU: En esta variación de Modbus, el mensaje viaja de forma cíclica, y se indica el inicio de un nuevo mensaje con una pausa o un bit 0.

### 3.5.5. AS-interface

AS-interface es un estándar de comunicación internacional destinado al control de señales del nivel del campo. El sistema de conexión está diseñado para transmitir alimentación y datos en el mismo conductor con una longitud máxima de 100 metros.

El rasgo más representativo de una red AS-i es el cable plano amarillo, el cual se conecta a los receptores AS-i a través de una base con forma trapezoidal con dos pletinas que perforan el conductor. La sección del cable también tiene forma trapezoidal, de modo que sólo permite la conexión en un sentido, evitando así una polarización inversa y su cubierta está formada por un material “autocicatrizante” que sella las perforaciones al desconectar los dispositivos del cable. De este modo, cablear un sensor únicamente consiste en clavar el cable, evitando tener que conectar cuatro cables por sensor de manera independiente (Dos cables de información y dos de alimentación). Esto supone una clara ventaja a la hora de cablear una instalación con una gran cantidad de sensores y actuadores.

Además del característico cable amarillo, existen dos variaciones:

- Un cable negro que incorpora una alimentación en corriente continua para elementos externos como contactores.
- Un cable rojo, el cual alimenta en corriente alterna a 230V

Puesto que los datos viajan junto a la alimentación, se requiere una fuente de alimentación adaptada, la cual ejerce a su vez de repetidor de señal, permitiendo aumentar la longitud del bus a 300m. Este tipo de fuente ha de ser capaz de realizar un desacoplamiento de los datos y la alimentación, de modo que genere una tensión continua de 30V además de la información recibida.

La comunicación es similar a la de Modbus: Una arquitectura maestro esclavo que admite hasta 32 equipos en la red con comunicación en serie.

### 3.5.6. HARTS

Es un protocolo desarrollado en los años 90 que mediante modulación FSK ( del inglés “Frequency Shift Keying”) superpone datos digitales y analógicos, aumentando la cantidad de información que puede enviar. Para conseguirlo, trabaja con corriente alterna de control de 4-20mA. El mensaje digital se codifica variando la frecuencia del mensaje,

entregando 1200Hz para un "1", y 2200 para "0" de modo que se utiliza la frecuencia para enviar el código binario y la amplitud para las señales analógicas.

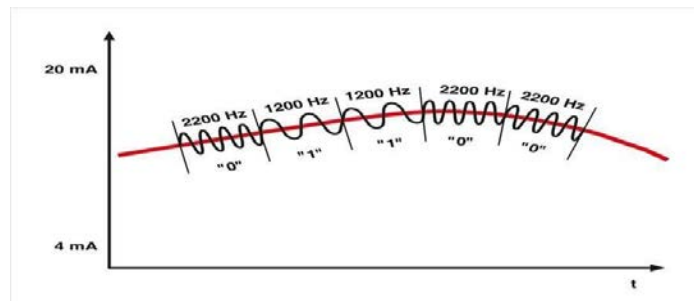


Figura 16. Comunicación Harts

La tecnología HART permite una conexión de hasta 15 dispositivos punto a punto, con una distancia máxima entre dos puntos de 3000m sin repetidores y una velocidad máxima de 1200 b/s.

### 3.5.7. IO-Link

IO-Link es la primera tecnología IO estandarizada a nivel mundial (IEC 61131-9) para comunicarse con sensores y también con actuadores. Los componentes del sistema son un maestro IO-Link y un dispositivo IO-Link que puede ser un sensor, un actuador o una combinación de ambos.

Como elemento de un módulo de E/S, el maestro IO-Link se instala en el armario de distribución o, como E/S remota con tipo de protección IP 65/67, directamente en el campo. El dispositivo IO-Link se acopla al maestro mediante un cable estándar sensor/actuador con una longitud máxima de 20 m. Genera y consume señales (conmutación binaria, entrada/salida analógica) que se transmiten directamente a través de IO-Link en un formato digitalizado.

### 3.5.8. KNX

Es un protocolo de comunicación privado desarrollado para aplicaciones de domótica. Incorpora las diferentes funciones de control, gestión y comunicación de iluminación, calefacción, aire acondicionado y persianas en un sistema inteligente que permite reducir los costes de funcionamiento, suponiendo un ahorro energético.

### 3.5.9. GSM

Sistema global para las comunicaciones móviles o Global System for Mobile communications, es un sistema estándar de comunicación de telefonía móvil.

La introducción de GSM en el sector de automatización permitiría la creación de alarmas o mensajes vía SMS.

### 3.5.10. Web serve

Algunos de los autómatas incorporan su propio servidor Web, de modo que se puede acceder a este si se está conectado a la misma red. Dentro del servidor se accede a una página creada por el fabricante a través de la cual se puede monitorizar el estado del autómatas, sus variables y mensajes de error. Además, se puede cargar una página definida por el usuario en formato HTML con la que se puede crear un sistema SCADA accesible desde un ordenador, Tablet o Smartphone.

## 3.6. Escáneres o lectores de códigos de barras

Los escáneres o lectores de códigos de barras son aplicaciones con un complejo sistema de radio frecuencia que lee la información almacenada en los códigos de barras de los productos para posteriormente decodificarlo en forma alfabética o numérica.

En la actualidad existen diferentes tipos de lectores de códigos de barras, diseñados para cubrir las necesidades específicas de la aplicación a desarrollar. Algunos de los lectores más comunes son:

### 3.6.1. Lectores de códigos de barras ópticos

Gracias a su versatilidad y a su pequeño tamaño estos lectores de códigos de barras han ganado protagonismo en el mercado, además poseen un bajo coste, el cual lo hace más accesible al público. Estos lectores leen en 1D y, dependiendo del modelo y de la marca, también pueden leer en 2D.



*Figura 17. Lector óptico*

Poseen una gran desventaja evidente, ya que requieren de una manipulación cuidadosa, no son muy resistentes a los golpes y caídas. Además, ofrecen una lectura un tanto lenta comparado con los que usan otras tecnologías. En ocasiones tienen dificultades para leer la información de un código de barras, sobre todo cuando el código ha perdido calidad o se ve borroso, difuminado o desgastado.

### 3.6.1. Lectores de códigos de barras laser

Gracias a la potente tecnología que ofrece la luz láser, estos lectores de códigos de barras permiten una correcta lectura en cualquier tipo de superficie, sin importar la rugosidad, textura o curva que pueda tener la superficie donde ha sido impreso. La distancia de lectura es de más de 30 cm. y tienen una profundidad de campo de 5 m. o más.

Dentro de las características de estos dispositivos, se pueden encontrar los de tipo pistola y los fijos.

- Los de tipo pistola, tienen un diseño en forma de pistola, como su propio nombre indica, con un botón de accionamiento, el cual es oprimido en el momento de querer realizar una lectura, lo que lo hace muy eficaz ya que descarta así lecturas indeseables, el principal problema es que es manual y necesita de un operario para realizar la lectura.



Figura 18. Pistola laser

- Los de tipo fijo son más útiles a nivel industrial ya que prescinden del operario y poseen los mismos alcances de un escáner tipo pistola. El dispositivo se acciona desde un controlador (PLC).



Figura 19. Lector laser fijo

### 3.6.2. Lectores de códigos de barras CCD

Los lectores CCD (del inglés “Charge Coupled Device”) que funcionan mediante un sensor fotodetector CCD formado por un conjunto de LEDs que emiten fuentes de luz y forma para captar la información que contiene el código de barras.

Este tipo de lectores se caracterizan por leer códigos dañados o de baja calidad de impresión, y códigos plastificados. Se trata de una de las mejores soluciones en lectores que puedes encontrar en el mercado.



*Figura 20. Lector CCD*

Estos lectores requieren una lectura en contacto directo con el código, pero son muy eficaces y rápidos, además de no producir un desgaste en la imagen cuando es escaneada.

### 3.7. Elementos auxiliares y de protección

Los elementos descritos anteriormente son aquellos cuya función está directamente relacionada con la actuación automática de la línea de montaje. Lógicamente, se necesitan otros instrumentos auxiliares para el correcto funcionamiento en conjunto. A continuación, se detallan algunos de ellos.

En el capítulo de “Presupuesto” y en el de “Esquema eléctrico” se podrá observar el número, modelo, características y la conexión de cada uno de ellos.

#### **Interruptor automático**

Estos elementos, también llamados interruptores magnetotérmicos, se interponen entre la fuente de alimentación y los dispositivos eléctricos y tienen una doble funcionalidad. Por una parte, protegen a los equipos ante cortocircuitos: disponen de una bobina alrededor de un cilindro ferromagnético, de tal manera que, al haber una subida de tensión, el aumento de la corriente hace que el cilindro se desplace y abra el circuito. Por otra parte,

dotan a la línea de protección térmica: disponen de una lámina bimetálica que, al aumentar la corriente, aumenta el calor y produce que dicha lámina se curve y abra el circuito.



Figura 21. Interruptor magnetotérmico

### Interruptor diferencial

El diferencial es un dispositivo que abre el circuito cuando se producen derivaciones a tierra. Dentro del diferencial hay una toroidal que mide la corriente de entrada y la de salida y las compara. En el caso de que haya diferencias entre ellas salta, ya que indica que ha habido una derivación de la corriente. Por tanto, este elemento evita que una persona se pueda electrocutar al ponerse en contacto con algún equipo eléctrico que no haya sido aislado correctamente.



Figura 22. Interruptor diferencial

### Contactador y relé

Un contactador es un elemento electromecánico que tiene la capacidad de establecer o interrumpir la corriente eléctrica de una carga, con la posibilidad de ser accionado a distancia mediante la utilización de elementos de comando, los cuales están compuesto por un circuito bobina / electroimán por la cual circula una menor corriente que la de carga en sí (incluso podría utilizarse baja tensión para el comando). Constructivamente son similares a los relés, y ambos permiten controlar en forma manual o automática, ya sea localmente o a distancia toda clase de circuitos. Pero se diferencian por la misión que cumple cada uno: los relés controlan corrientes de bajo valor como las de circuitos de alarmas visuales o sonoras, alimentación de contactores, etc. y los contactores se utilizan como interruptores electromagnéticos en la conexión y desconexión de circuitos de iluminación y fuerza motriz de elevada tensión y potencia.

La finalidad de un contactor es la de accionar cargas elevadas que pudieren producir algún efecto perjudicial en la salud del operador.



*Figura 23. Contactor y relé*

### **Fuentes de alimentación de 24Vdc**

Todo circuito o equipo electrónico necesita de una fuente de energía para poder trabajar. La fuente de alimentación se encarga de convertir la entrada de voltaje alterno de la red en una salida de voltaje continuo para poder alimentar los diferentes elementos de campo como los sensores y actuadores que trabajan con dicho voltaje.



*Figura 24. Fuente alimentación 24Vdc*

### **Fusibles rearmables de 24VDC**

Un fusible rearmable es un componente electrónico pasivo utilizado para proteger los circuitos electrónicos contra excesos de intensidad de corriente ocasionados por fallos. Cuando un exceso de corriente pasa por ese componente se calienta aumentando su resistencia y protegiendo así a otros componentes de la sobreintensidad. Cuando cesa la corriente el componente se enfría y vuelve a su estado inicial de baja resistencia, es decir, se rearma.



*Figura 25. Fusibles rearmables de 24Vdc*



### **Interruptores seccionadores**

Los interruptores de desconexión son dispositivos que se usan para asegurar que un circuito esté completamente apagado para que se revise o se mantenga la instalación. Aíslan una parte determinada del circuito cortando su fuente de alimentación, que lo hace más seguro a la hora de efectuar la revisión o mantenimiento.

El objetivo puede ser, por ejemplo, asegurar la seguridad de las personas que trabajen sobre la parte aislada del circuito eléctrico o bien eliminar una parte averiada para poder continuar el funcionamiento con el resto del circuito.



*Figura 26. Seccionador*

### **Setas de emergencia**

Un pulsador de parada de emergencia es un interruptor de control a prueba de fallos que proporciona seguridad para la maquinaria y para la persona que utiliza la maquinaria. El propósito del botón pulsador de emergencia es detener la maquinaria rápidamente cuando hay un riesgo de lesiones o cuando es necesario detener el flujo de trabajo.

Toda la maquinaria requiere un botón de parada de emergencia, a menos que no reduzca el riesgo o que la máquina sea de accionamiento manual. Los botones son de color rojo como estándar, a menudo con un fondo amarillo. Es necesario que sean claramente accesibles y visibles para cualquier persona que necesite usarlos. También es posible tener varios botones de parada de emergencia en una máquina en función de la parte de la máquina que deba detenerse.



*Figura 27. Pulsador de emergencia*

### **Ventilador con filtro y termostato**

El sistema de refrigeración mediante ventiladores con filtro es una solución para la gestión de la temperatura de los armarios eléctricos.

Al termostato se le programan dos temperaturas, la temperatura superior arrancará el ventilador para bajar la temperatura del cuadro y cuando alcance la temperatura inferior para el ventilador, consiguiendo con esto una buena temperatura en el cuadro eléctrico y una gestión de la energía.



*Figura 28. Refrigeración cuadro*



## **CAPÍTULO 4: DESCRIPCIÓN DE LA INSTALACIÓN**

Por lo comentado anteriormente se propone en este TFG, el desarrollo de un centro logístico automatizado.

Se trata de una empresa dedicada a la venta de zapatos. Dispone de un almacén central y 6 tiendas distribuidas por España.

El almacén general es donde se encuentra la sede central de la empresa, además de funcionar como un centro logístico, el cual es donde se gestiona la recepción de la mercancía que se compra, proveniente de las fábricas, se realiza su clasificación y se distribuye a las tiendas físicas.

### **4.1. Funcionamiento actual**

Actualmente en el centro logístico se gestiona todos los pedidos de las tiendas, el almacenaje de sus productos y el suministro a estas.

Se realizan pedidos a los fabricantes de zapatos con la cantidad de artículos que se necesitan para abastecer cada tienda y almacenar, en lugar de que cada tienda realice su pedido, se hace en conjunto, consiguiendo un mejor precio.

El almacén está dividido en tres áreas:

- Área de recepción, donde se recibe y descarga la mercancía, para trasladarla a la zona de clasificación.
- Área de clasificación, es donde se verifica la mercancía, se clasifica y se agrupa en su estancia pertinente. Esta área está compuesta por una zona donde depositar toda la mercancía y varios puestos de trabajo donde cada uno dispone de un ordenador conectado a la red, para comunicarse con el sistema informático, y de un escáner laser, pistola manual, para leer los códigos de barras existentes en las cajas.
- Área de expediciones, donde se almacena la mercancía clasificada según el destino asignado. Está compuesta por siete zonas, seis de ellas pertenecientes a cada una de las tiendas y otra más grande para el almacenaje de stock.

#### **4.1.1. Proceso de trabajo manual**

La mercancía llega proveniente de las fábricas en pallets, los cuales están compuesto por una cantidad variable de cajas, el número de cajas por pallet depende del tamaño y peso de estas. Cada caja dispone de una etiqueta identificativa, es decir, el código de barras que indica el tipo de artículo (zapato) que contiene y la cantidad de estos, todos los zapatos que se encuentran en una misma caja son de las mismas características (talla, color, etc.).

Una vez se recibe la mercancía, esta es trasladada a la zona de almacenaje del área de clasificación mediante carretillas elevadoras para pallets.

Posteriormente los operarios encargados de la clasificación trasladan, mediante transpaletas manuales, un pallet hacia su puesto de trabajo.

Mediante el escáner laser manual se lee el código de barras de la caja y el sistema informático indica la cantidad total de artículos de los que dispone dicha caja y las unidades que le corresponden a cada tienda o las que hay que almacenar para stock.

Los operarios cogen la cantidad de artículos que se les ha indicado y los llevan manualmente hasta el pallet de la tienda o stock correspondiente, así sucesivamente hasta finalizar la caja y posteriormente el pallet, repitiendo el proceso hasta terminar con toda la mercancía recibida.

Una vez la mercancía está clasificada y almacenada según destino, se encuentra preparada para transportar y suministrar a la tienda pertinente.

Para conseguir una mayor eficiencia en la gestión de los pedidos se pretende automatizar la instalación con un sistema de transporte y almacenaje automático que garantice el flujo de trabajo, aumentando la velocidad, el tiempo y la calidad final del producto.

#### **4.2. Funcionamiento automatizado**

El proceso será el prácticamente igual al anteriormente mencionado y el almacén continuará dividido en las tres mismas áreas, pero en el que la mayoría del trabajo ahora se realizará de manera automática. Reduciendo considerablemente la función del operario.

En la siguiente imagen se muestra un plano general del sistema, en donde se puede observar el transporte de rodillos motorizado de color negro, el transporte de banda en color azul oscuro y el de rodillos libres (por gravedad) de color amarillo, además de identificar las zonas.

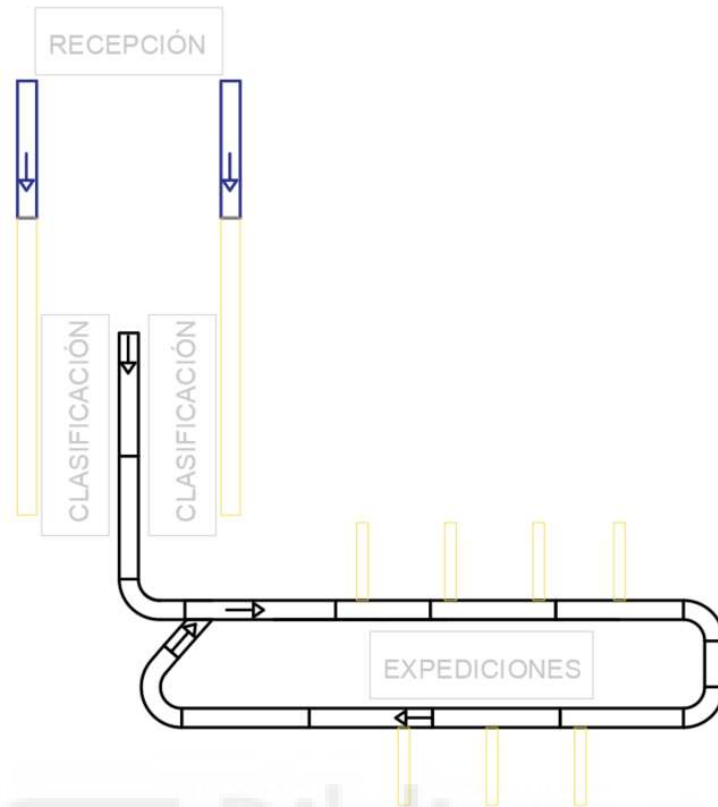


Figura 29. Transportes instalación

El transporte seleccionado en el área de recepción ha sido una banda en lugar de transporte de rodillos, debido a que se encuentra con una ligera elevación de ascenso en el sentido de marcha de las cajas, ya que la banda tiene una mejor tracción sobre estas, evitando que deslicen por la misma, para posteriormente caer por el transporte de rodillos libres, quedando estas a una altura en la que al operario pueda manipularla en una postura cómoda (ergonomía). Reduciendo así los tramos de transporte motorizado y por consiguiente el precio y gasto energético.

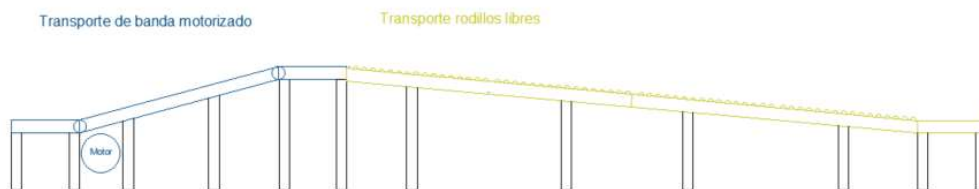


Figura 30. Transporte inclinado

En el resto de la instalación los transportes son de rodillos motorizados a excepción de los transportes de desvío que son de rodillos libres, ya que se encuentran ligeramente inclinados para que la cubeta una vez desviada llegue por inercia hasta el final de este, quedando a una altura correcta para la manipulación por parte del operario.

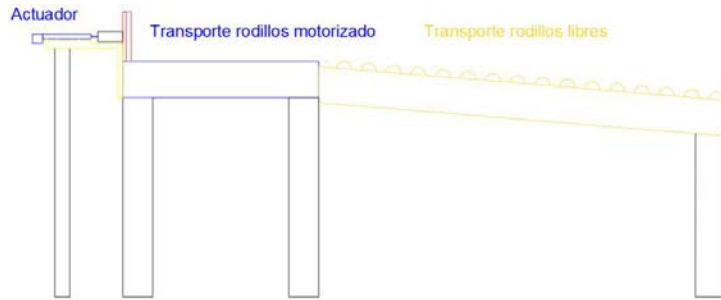


Figura 31. Transporte de desvío

### 4.2.1. Proceso de trabajo automatizado

La mercancía llega igual que se ha explicado en el punto 4.1.

Una vez se recibe la mercancía, esta se desembala y se colocan las cajas individualmente en el transporte de banda, correspondientes a la zona de recepción.

Las cajas llegan al final del transporte donde un operario la coje y la coloca en su puesto de trabajo, mediante el escáner laser manual se lee el código de barras de la caja y el sistema informático indica la cantidad total de artículos de los que dispone dicha caja y las unidades que le corresponden a cada tienda o las que hay que almacenar para stock.

Posteriormente, el operario cojera una cubeta vacía, leerá el código de barras del que disponen cada una las cubetas, y el sistema informático indicara la cantidad de artículos que ha de introducir.

Cuando ya se han introducido la cantidad indicada en la cubeta, esta se incorporará de forma manual en el transporte de rodillo, perteneciente al área de clasificación. Posteriormente cojera otra cubeta vacía, lera el código de barras, aquí es donde el sistema informático ya sabe que la cubeta con el código de barras leído anteriormente lleva los artículos que se ha indicado y se encuentra ubicada en el transporte, por lo que repetirá el proceso colocando los artículos que se indiquen en la nueva cubeta, así sucesivamente hasta que se finalice la caja, repitiendo nueva mente el proceso con la siguiente caja.

La cubeta comenzara a avanzar hasta llegar a expediciones donde se leerá la etiqueta (código de barras) mediante el escáner fijo y se desviara, mediante un actuador, por el destino que tenga seleccionado.

Una vez que la cubeta ha sido desviada, un operario lo paletizara en el pallet que se encuentra disponible en cada destino.

### Elementos de la instalación

En primer lugar, vamos a diferenciar y explicar los diferentes elementos de los que se compone la instalación.

#### Transporte

Como se ha mencionado anteriormente la instalación dispondrá de un total de dieciocho transportes motorizados, con un motor con variador por cada uno, dieciséis serán de rodillos y dos de banda, además de los dos transportes de rodillos libres del área de recepción y los siete perteneciente a los destinos. Como se puede observar en la siguiente figura los transportes motorizados se encuentran diferenciadas por colores según el área a la que pertenecen.

- Recepción, color rojo, la cual se encuentra subdividida en dos.
- Clasificación, color verde.
- Expediciones, color azul, la cual se encuentra subdividida en dos.

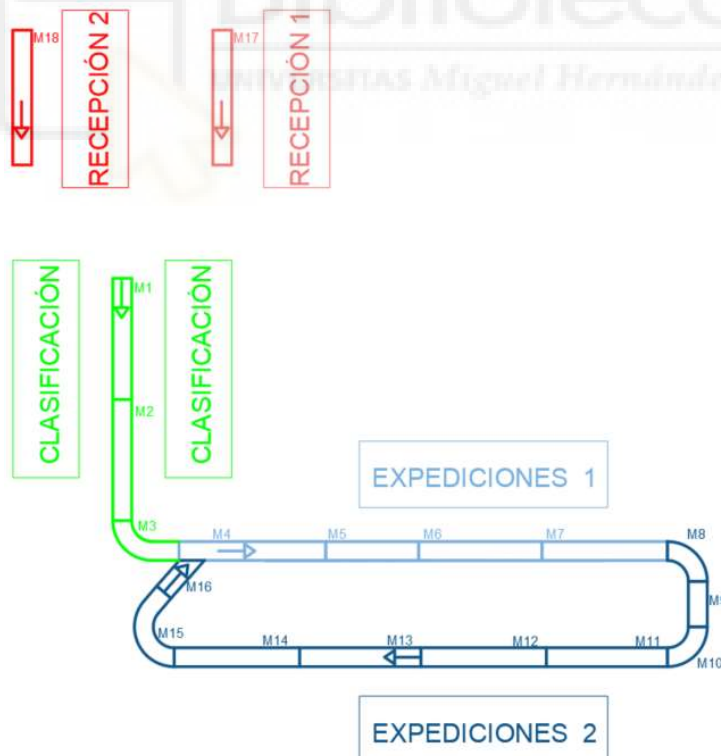


Figura 32. Transporte motorizado

Para gestionar el funcionamiento del transporte y conseguir un mayor control sobre los motores, estos serán manejados por tramos de forma independiente, siendo estos:

- Clasificación, color verde:

- Tramo 1: motor 1.
- Tramo 2: motor 2.
- Tramo 3: motor 3.

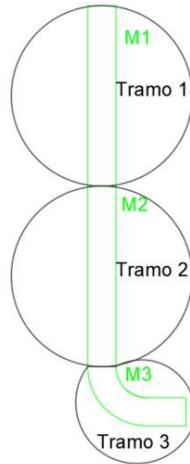


Figura 313. Tramos área clasificación

- Expediciones, color azul:

- Tramo 4: motores 4, 5, 6 y 7.
- Tramo 5: motores 8, 9, 10, 11, 12 y 13.
- Tramo 6: motor 14.
- Tramo 7: motor 15.
- Tramo 8: motor 16.

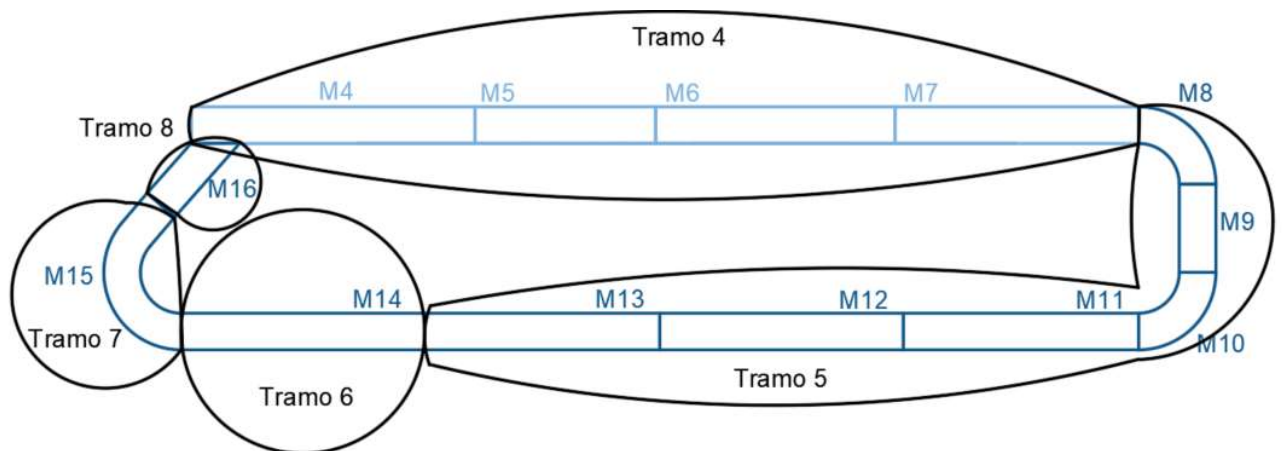


Figura 32. Tramos área expediciones



- Recepción, color rojo:

- Tramo 9: motor 17.
- Tramo 10: motor 18.



Figura 33. Tramos área recepción

Quedando cada uno de los tramos como si de un único transporte se tratara, arrancando y parando simultáneamente todos los motores que lo componen.

Cada motor dispondrá un seccionador con Lockout para cortar la alimentación eléctrica y poder realizar las funciones de mantenimiento sin riesgo alguno.

#### Destinos

Siete destino, constando cada uno de ellos de:

- Un transporte de rodillos por gravedad.
- Un actuador eléctrico lineal, de la marca Festo y modelo EPCS-BS-60-500-12P-A-ST-M-H1\_PLK-AA, para desviar la caja.
- Un escáner de la marca Datalogic, modelo Matrix 220, para leer el código de barras de cada cubeta.
- Tres detectores ópticos de la marca Allen-Bradley, modelo 42JS-D2MPA1-F4

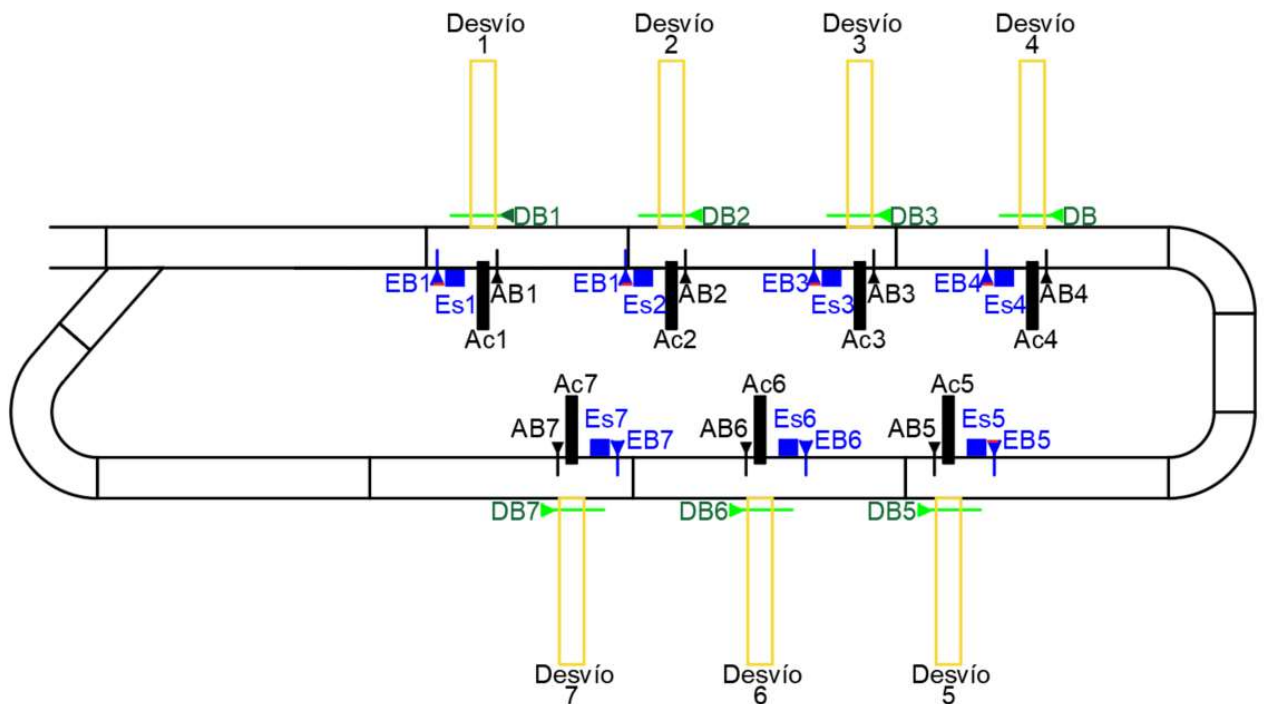


Figura 34. Desvíos instalación

#### Elementos de campo

- Ocho sensores, aparte de los necesario en cada desvío.
  - Siete detectores ópticos de la marca Allen-Bradley, modelo 42JS-D2MPA1-F4, para controlar el flujo de las cubetas en puntos estratégicos de la instalación.
  - Un sensor de barrera fotoeléctrico de la marca Sick, modelo WS/WE34-V230, para controlar cuando se ha colocado o se encuentra una cubeta a lo largo del transporte.

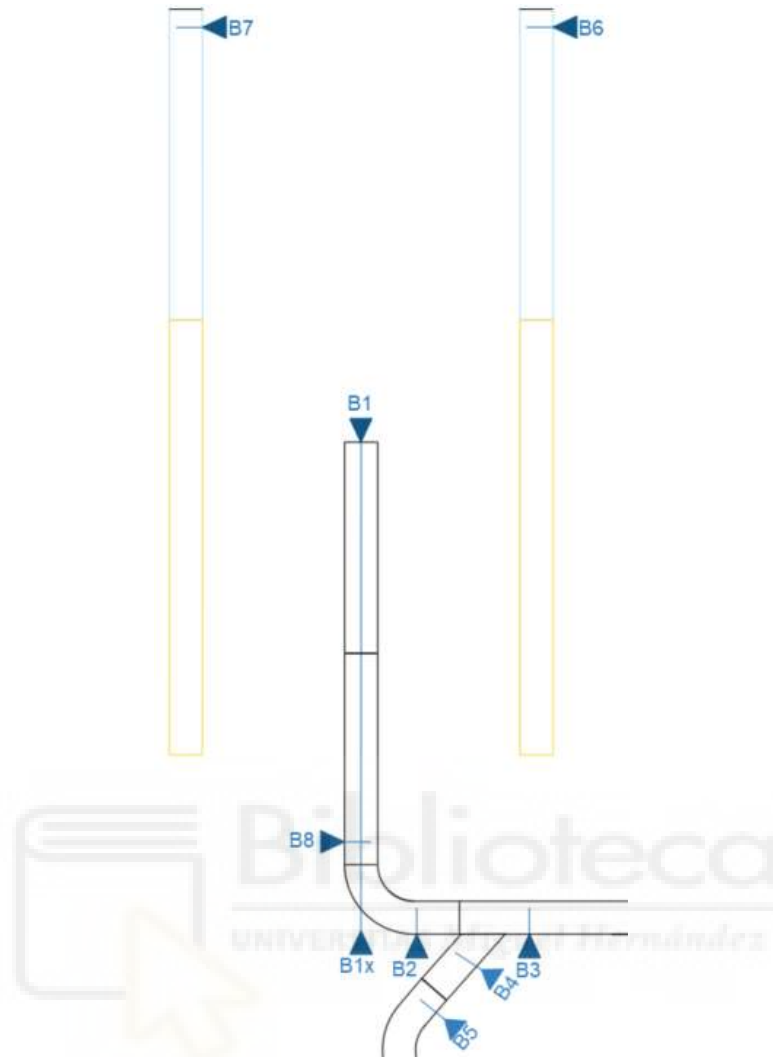


Figura 35. Sensorica instalación

- Cinco botoneras de rearma, de la marca Schneider Electric, modelo XB4BA31 distribuidos a lo largo del transporte, para una vez corregido y subsanado el fallo poder poner en marcha el transporte mediante su accionamiento sin necesidad de realizarlo desde el programa de control o desde el PLC, continuando el proceso en el que se encontraba antes del error.

- Diez pulsadores de emergencia (pulsadore de enclavamiento), de la marca Idec, modelo YW1B-V4E02R, nueve de ellos distribuidos por la instalación y otro en la puerta del armario principal, de forma accesible desde cualquier posición, las cuales han de ser accionadas manualmente por los trabajadores en caso de accidente o cualquier circunstancia que pueda poner en peligro la integridad física de los trabajadores o de la instalación, abriendo el circuito eléctrico y parando todo el transporte por completo.

A continuación, se muestra una imagen donde se puede observar la ubicación de las emergencias y rearmes en la instalación.

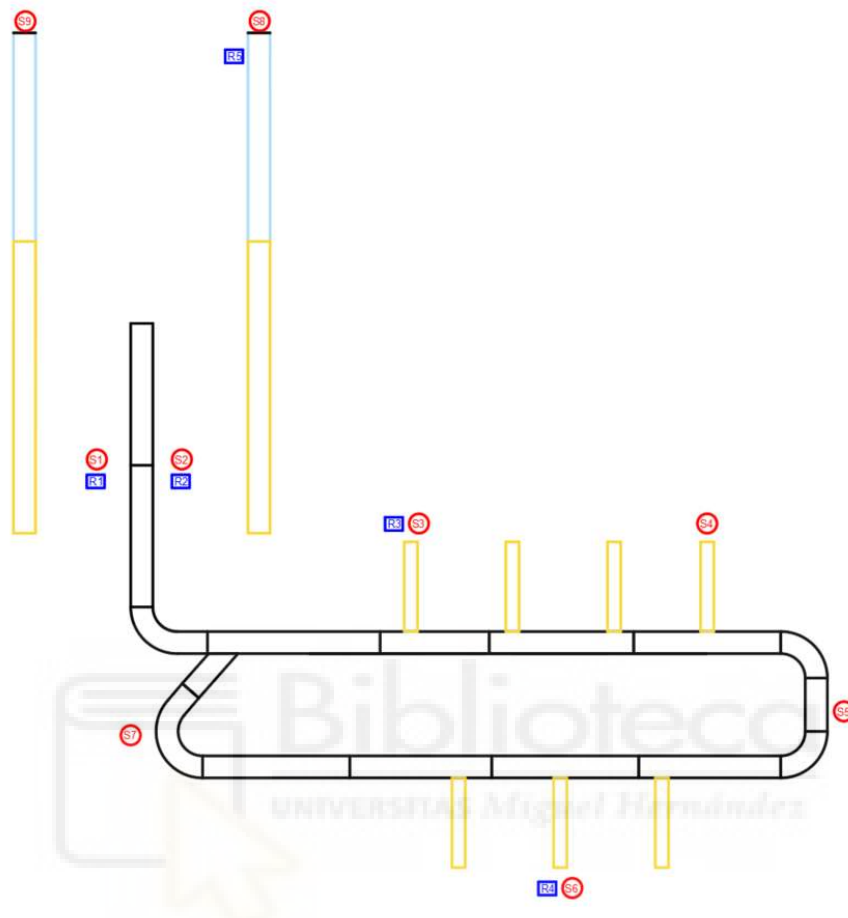


Figura 36. Rearmes y emergencias instalación

- Baliza (Columna de señalización, LED Verde/Rojo), de la marca Werma modelos Werma KombiSIGN 71, colocada en la parte superior del armario eléctrico principal. Ubicada en un lugar visible desde toda la instalación, estará iluminada en verde cuando el transporte se encuentre en funcionamiento correcto y en rojo cuando se pare la instalación por emergencia o se produzca algún fallo, como por ejemplo atascos, colisiones, activación de un guardamotor, etc.



Figura 37. Baliza instalación

- Dos cuadros eléctricos, uno principal y otro secundario, en los cuales se dispondrá de los elementos necesarios para realizar el control y comunicación del sistema, además de disponer de las protecciones y seguridades eléctricas necesarias tanto para el circuito de potencia como de control.

- En la parte exterior de la puerta del armario eléctrico principal se dispone de un seccionador de corriente, el cual tendrá dos posiciones, abierto y cerrado, sirve para cortar la alimentación eléctrica de todos los elementos de la instalación, dejando el cuadro eléctrico sin tensión alguna.
- También se dispondrá de dos pulsadores, uno rojo y otro verde, con los contactos internos NO (normalmente abiertos). Mediante un pulso en pulsador verde se pondrá la instalación en funcionamiento y mediante un pulso al pulsador rojo se parará toda la instalación. En el caso de que se pare la instalación con algún proceso a mitad este quedara guardado volviendo a continuar como se quedó cuando se vuelva a arrancar, solo en el caso de desconexión eléctrica total se perderán los datos.

En la siguiente imagen se podrá observar el layout general del sistema con todos los elementos ubicados.

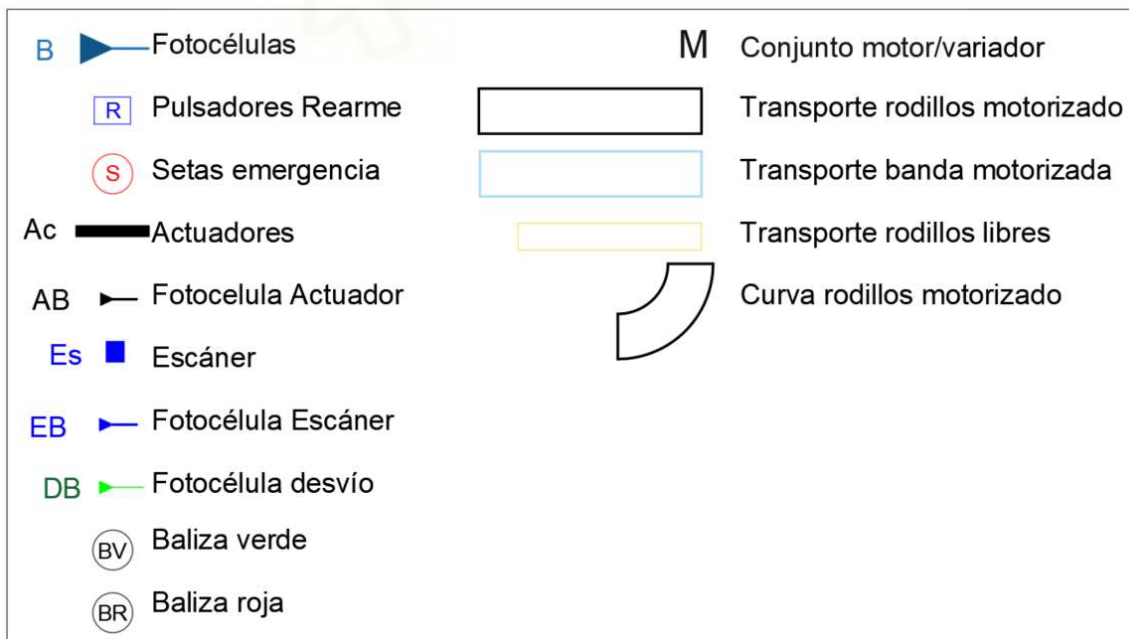


Figura 388. Representación figuras

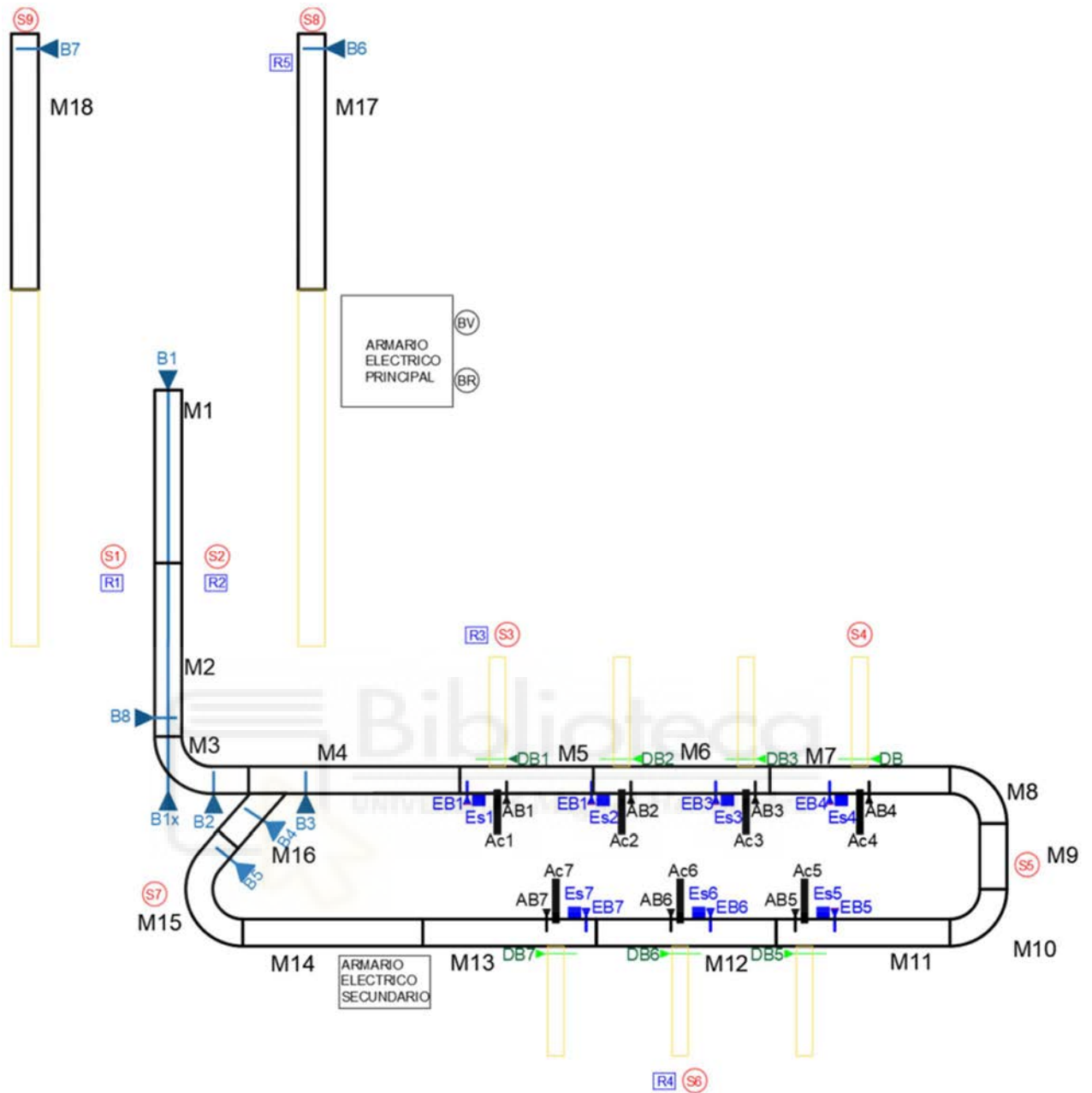


Figura 39. Layout general

Todos los elementos e interconexión de estos, así como sus protecciones eléctricas se podrá visualizar en el Anexo 2. Esquema eléctrico correspondiente.

### Comunicación con informática

La comunicación entre el PLC y el sistema informático se realizará mediante el sistema OPC UA, el cual se explicará en el Capítulo 6.2.3 OPC UA de este documento.

Mediante este protocolo compartiremos diferentes variables con el departamento informático, el cual llevara la gestión de la mercancía como los pedidos realizados, los artículos que contiene cada caja y de estos saber cuál es su distribución para las tiendas o almacenaje.

En resumen, el sistema informático indicara de los artículos totales de los que dispone cada caja y la distribución de estos, indicando el número de artículos que se han de introducir en cada cubeta y el destino que tendrá dicha cubeta, por lo que sabrá en todo momento los artículos de los que dispone cada cubeta cuando esta sea introducida en el transporte y el destino que tiene.

Se creará un grupo de variables que podrán ser leídas y modificadas tanto desde el Software propio (PLC) como desde el programa informático, tres por cada desvío;

- La fotocélula del escáner, la cual indicara que se va a leer un código.
- La matrícula o código de barras leído por el escáner.
- Una marca Booleana (“0” o “1”), de confirmación de desvío, que modificara su estado el sistema informático, una vez comparado el código de barras, para indicar si desvía o no.

### **Escáner por desvío**

Se ha dispuesto de un escáner para cada uno de los desvíos, esto es de 7 escáneres en lugar de uno general en la entrada a expediciones, para garantizar un control más preciso de la instalación evitando errores.

Esto quiere decir, si se hubiese colocada uno general, se podría conseguir la misma aplicación, pero con un alto porcentaje de fallo, que precisamente es lo que más se quiere evitar.

Cuando la cubeta llegue a expediciones se leería su código de barras e informática indicaría el desvío que tiene, pudiendo controlar el flujo de esta, por el transporte, mediante las fotocélulas instaladas y enconderse adicionales.

El problema de esto sería que si se produce cualquier modificación en el orden de las cubetas ya sea por acción humana o por fallo mecánico, como por ejemplo un flaco positivo en una fotocélula, provocaría que todas las cubetas sean desviadas en destinos equivocados.

### **Modo ahorro de energía**

Se programa un modo durmiente, el cual consiste en el paro del transporte de forma automática cuando este se encuentre un tiempo sin detectar ningún objeto.

Distinguiendo entre 5 partes del transporte, correspondientes a las subáreas, esto es:

- Parte 1, incluye los tramos 1, 2 y 3, correspondientes al área de clasificación.
- Parte 2, incluye el tramo 4, correspondiente a la subárea de expediciones 1.
- Parte 3, incluye los tramos 5, 6, 7 y 8, correspondiente a la subárea de expediciones 2.
- Parte 4, incluye el tramo 9, correspondiente al área de recepción 1.
- Parte 5, incluye el tramo 10, correspondiente al área de recepción 2.

Esto es, una vez se ha puesto en marcha el transporte, este parara automáticamente cuando se encuentre 50 segundos sin detectar las fotocélulas seleccionadas de cada subárea, volviendo a ponerse en funcionamiento cuando detecte de nuevo. De esta forma se conseguirá una mayor vida útil del transporte y un ahorro considerable de energía a largo plazo.

### **Parada emergencia**

Cuando se pulsa cualquier de las 10 emergencias existentes en la instalación se para por completo todos los transportes, cortando eléctricamente la alimentación de los motores e indicándoselo al PLC para que detenga todos los procesos además de activar la baliza en color rojo.

Como se puede observar en la siguiente imagen cuando la bobina RXZ esta alimentada, no se encuentra ningún pulsador de emergencia accionado, por lo que la bobina MZ no tiene alimentación permitiendo la electrificación de los motores. En el caso de accionar cualquiera de las emergencias alimentaremos la bobina RXZ conmutando el relé RXM y alimentando la bobina MZ, la cual abrirá el circuito cortando la alimentación a los motores. El PLC también recibirá la señal de emergencia.



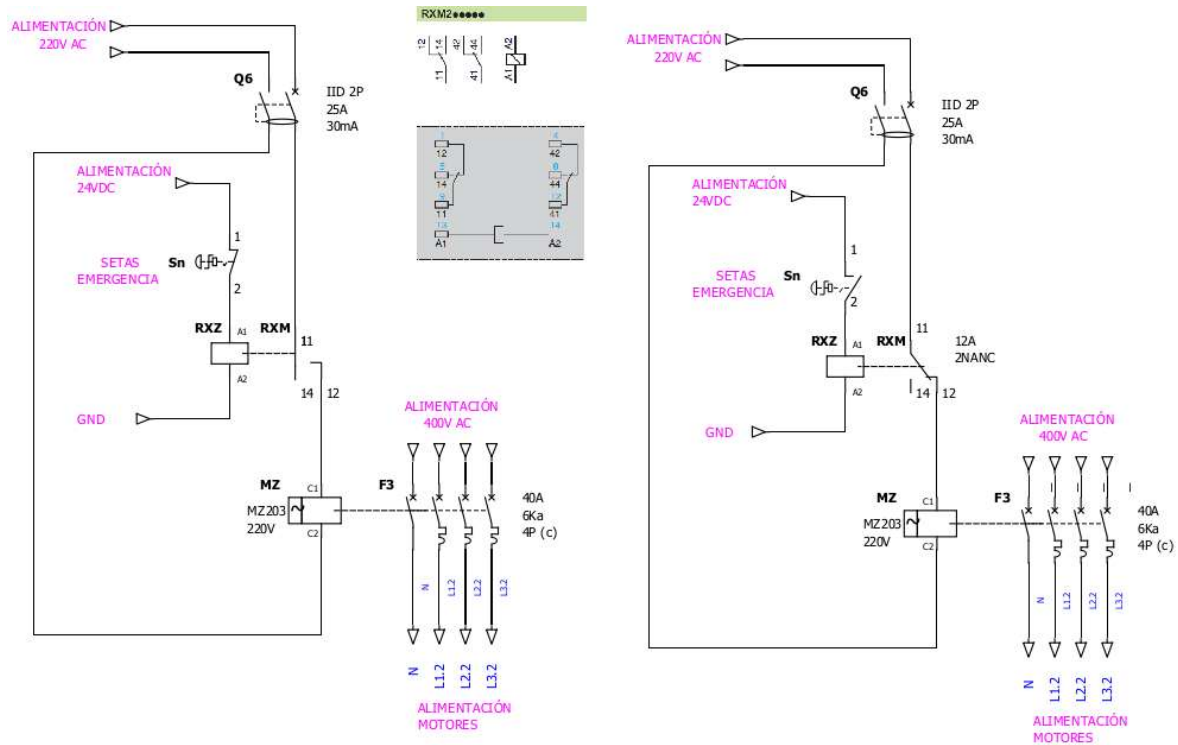


Figura 39. Circuito del disparo de emergencia

Para volver a ponerlo en marcha se ha de desenclavar la seta y pulsar cualquier pulsador de rearme, una vez subsanada la incidencia, volviendo a funcionar como se encontraba antes de la incidencia.

### Fallo en la instalación

Si alguna fotocélula, de las que, si indicaran posteriormente, se encuentra detectando continuamente durante 8 o más segundos, la subárea o área a la que pertenece entrara en fallo y activara la baliza en color rojo. Si se encuentra detectando durante ese periodo de tiempo es que el motor del transporte no funciona, o este se encuentra lleno o se ha atascado alguna cubeta o se ha desenfocado la fotocélula, etc.

Una vez se subsane el fallo ya se podrá volver a poner en funcionamiento la instalación pulsando cualquiera de los rearmes existentes, volviendo a funcionar como se encontraba antes del fallo.

#### 4.2.2. Modo de funcionamiento

A continuación, se va a explicar el proceso de trabajo automatizado según la zona y el control de este.

Una vez en marcha el sistema. Todos los transportes de la instalación se encontrarán parados.

### Recepción

Cuando se recepción la mercancía esta se coloca individualmente en el transporte de recepción, la cual será detectada por la fotocélula B6 o B7 y pondrá en funcionamiento los tramos 9 (recepción 1) o 10 (recepción 2) respectivamente.

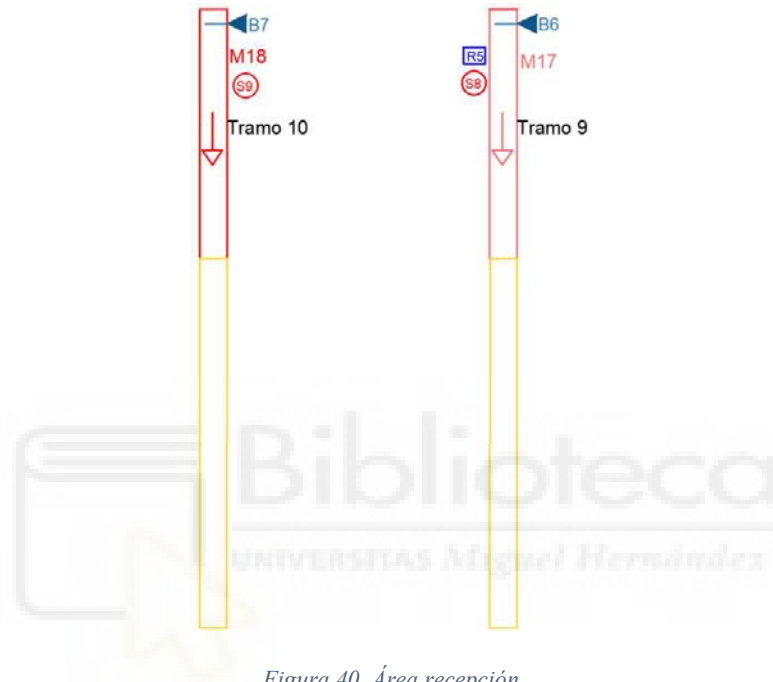


Figura 40. Área recepción

Cuando la fotocélula B6 o B7 se encuentre 50 segundos sin detectar, parara el tramo correspondiente, activando el modo durmiente para dicha zona, volviendo a ponerse en funcionamiento en el instante que vuelva a detectar.

Cuando la fotocélula B6 o B7 se encuentre 8 segundos detectando, entrara en fallo la zona pertinente, parando el tramo 9 o 10 respectivamente, cambiando la baliza a color rojo. Una vez que se subsane la incidencia se pulsara al botón de rearme más cercano, en este caso el R5, pudiendo ser cualquiera de la instalación, volviendo a ponerse en funcionamiento de forma automática.

### Clasificación

Una vez la caja ha llegado a la zona de clasificación y el operario ha realizado el proceso mencionado anteriormente y llenado una cubeta con la cantidad indicada, la colocará en el transporte de recepción.

En este momento el sistema informático ya sabe que la cubeta con el código de barras “X” dispone de los elementos que se le ha indicado y son para un destino (tienda) específico.

Todos los transportes de la instalación se encontrarán parados. Cuando el sensor de barrera B1-B1x detecta que se ha colocado la primera caja se pondrá en funcionamiento los transportes correspondientes de los tramos 1, 2 y 3 avanzando la caja hasta la zona de expediciones.

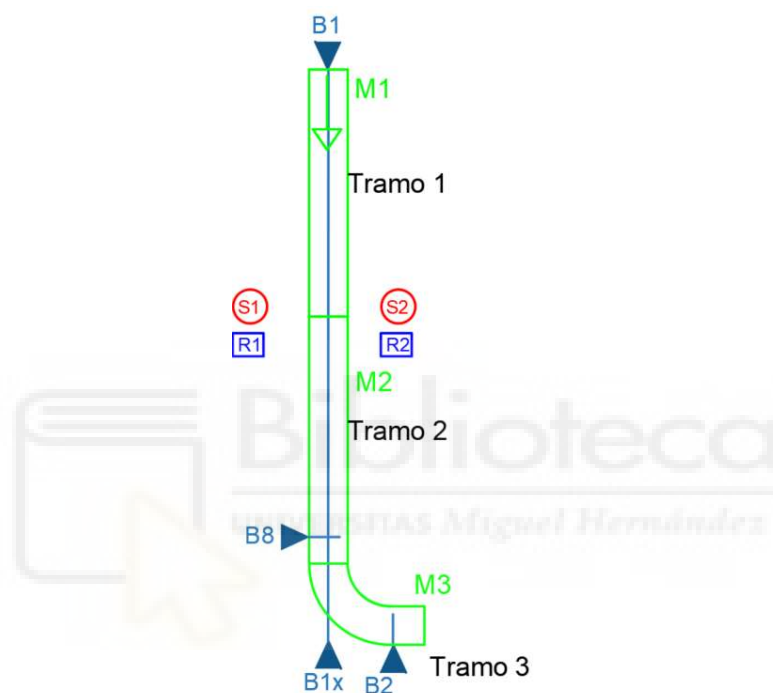


Figura 41. Área clasificación

Cuando las fotocélulas B1 y B2 se encuentre 50 segundos sin detectar, parara los tramos 1, 2 y 3, se activará el modo durmiente para dicha zona, volviendo a activarse en el momento que detecte.

Cuando la fotocélula B2 o B8 detecte durante 8 segundos y no se encuentre ninguna caja recirculando, es decir, no estén paradas de forma consecuyente para evitar la colisión de estas en el cruce, se activará el fallo en el área de clasificación. El cual se restaurará en el momento que se libere la fotocélula indicada y se pulse a cualquier pulsador de rearme.

### Expediciones

Cuando la cubeta llega al final del tramo recto y sea detectada por la fotocélula B2 se activará el tramo 4 del transporte, correspondiente a expediciones 1.

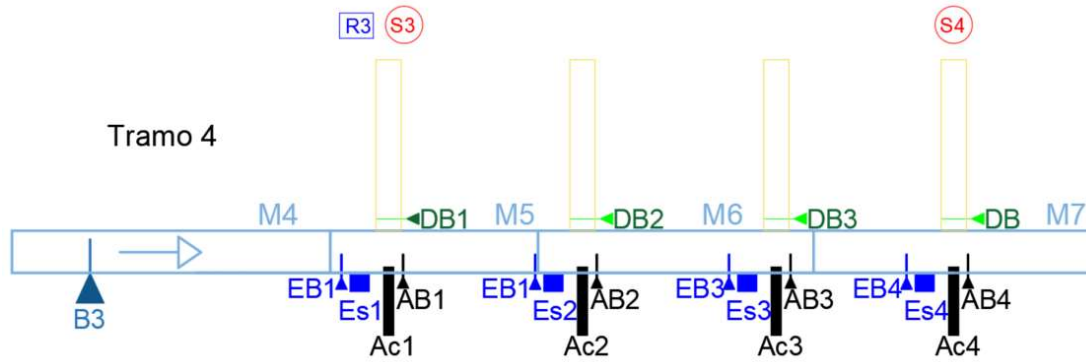


Figura 42. Área expediciones 1

La primera cubeta, que no haya sido desviada por ninguno de los cuatro primeros actuadores, correspondientes a expediciones 1, será detectada por la fotocélula AB4 y en el caso de que este no tenga que desviarla o si tenga, pero esté lleno su transporte de desvió, activará el tramo 5.

En el caso de no ser desviada por ningún de los 7 actuador, será detectada por la fotocélula AB7 y en el caso de que este no tenga que desviar o si tenga, pero esté lleno su transporte de desvió, se activarán los tramos 6, 7 y 8, recirculando la cubeta y quedando así todo el transporte en funcionamiento.

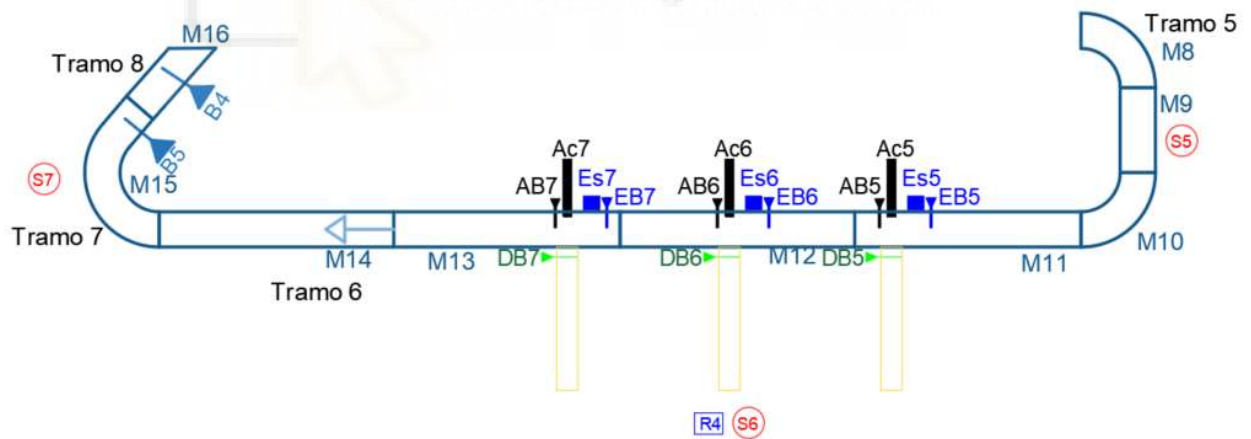


Figura 43. Área expediciones 2

Cuando las fotocélulas B2, B3, B4, B5 o alguna de los cuatro primeros actuadores AB1, AB2, AB3 o AB4 se encuentren 50 segundos sin detectar, parará todos los tramos correspondientes a expediciones 1, es decir, el tramo 4, se activará el modo durmiente para dicha zona, volviendo a activarse en el momento que detecte cualquiera de ellas.

Cuando alguna de las fotocélulas de los actuadores AB5, AB6 y AB7 o AB4 si y solo si esta última fotocélula no tenga que desviarla o si tenga, pero esté lleno su transporte de

desvió, se encuentren 50 segundos sin detectar, se activará el modo durmiente para zona de expediciones 2, volviendo a activarse en el momento que detecte cualquiera de ellas.

Cuando las fotocélulas B4 o B5 se encuentre más de 8 segundos detectando y no se encuentre ninguna caja accediendo desde el área de clasificación, es decir, no estén paradas de forma consecuyente para evitar la colisión de las mismas en el cruce o alguna de las fotocélulas AB correspondiente a los actuadores o la fotocélula B3 se encuentre más de 8 segundos detectando entrara en fallo toda la zona de expediciones, parando todos los transportes correspondientes, haciendo que las cajas que lleguen desde el área de clasificación queden paradas en el tramo 3, al ser detectadas por la fotocélula B2, cambiando la baliza a color rojo. Una vez que se subsane la incidencia se pulsara al botón de rearme más cercano, volviendo a funcionar de forma automática, en el caso de haber subsanado la incidencia.

### Destinos

Como se ha comentado anterior mente para desviar cada caja necesitaremos disponer de un actuador, un escáner y tres sensores.

La distancia entre actuadores será de 3300mm, y la distancia entre el escáner y su actuador será de 600mm. Como se puede observar en la siguiente imagen.

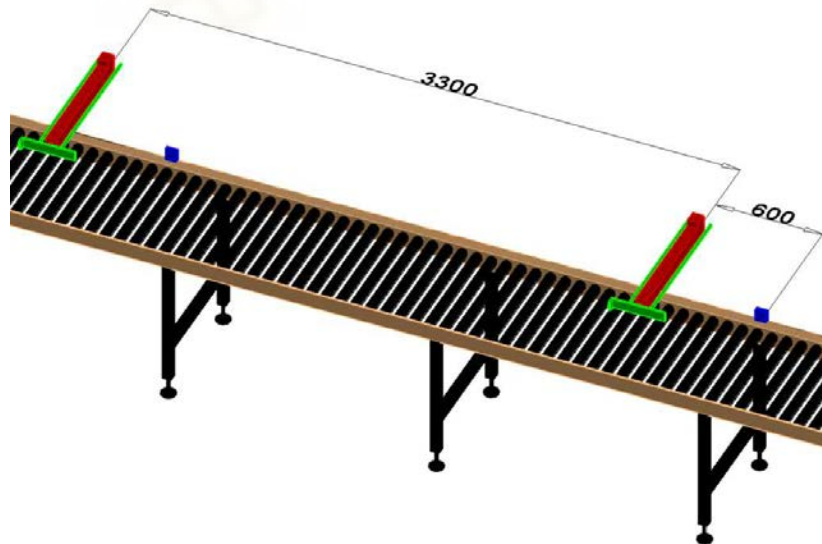


Figura 44. Representación 3D

Como se ha mencionado anteriormente y se puede observar en la siguiente imagen cada desvió estará compuesto por:

## CAPÍTULO 4: DESCRIPCIÓN DE LA INSTALACIÓN

- Un transporte de rodillos por gravedad.
- Un actuador eléctrico lineal.
- Un escáner para leer el código de barras de cada cubeta.
- Tres detectores ópticos.

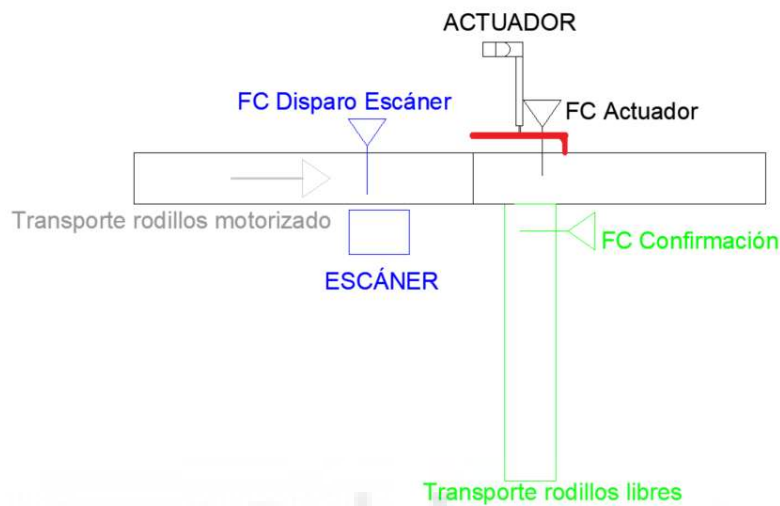


Figura 45. Conjunto desviador

La primera fotocélula, FC Disparo Escáner correspondiente a las “EB” ira conectada al escáner para indicarle que ha detectado un objeto y este tiene que realizar la lectura. Se detallará en capítulo correspondiente, “Programación del Escáner Matrix 220”.

La segunda fotocélula, FC Actuador correspondiente a las “AB” está ubicado encima del actuador para indicarle a este cuando tiene un objeto en la posición de empujar y accione su funcionamiento en el caso que tenga que desviarlo.

La tercera fotocélula, FC Confirmación correspondiente a las “BD” está ubicada en la incorporación al desvió, transporte de rodillo libres, para confirmar que se ha desviado una caja o controlar el llenado del transporte.

### El proceso sería el siguiente:

Cuando llegue una caja al primer desvió, esta será detectada por la fotocélula de disparo del escáner y este realizara la lectura de su matrícula. La cual será transferida al PLC mediante el protocolo Profinet.

#### CAPÍTULO 4: DESCRIPCIÓN DE LA INSTALACIÓN

Se gestionará dicha información compartiendo con el departamento informático, a través del servidor OPC UA, el cual indicara si ha de ser o no desviada o no, modificando el valor de la variable asignada, “0” para continuar recto o “1” para ser desviada.

En el caso de no tener que ser desviada esta continuara circulando por el transporte de rodillos hasta llegar al desvío que la tenga que desviar.

En el caso de tener que ser desviada, cuando la fotocélula del actuador la detecte, este se accionará hasta que detecte el final de carrera, que indica que el actuador ha salido hasta su posición indicada y comience su retroceso hasta su posición de reposo, empujando así la caja hasta el transporte de rodillo, la cual será colocada manual mente por un operario en el palet dispuesto en esta zona.

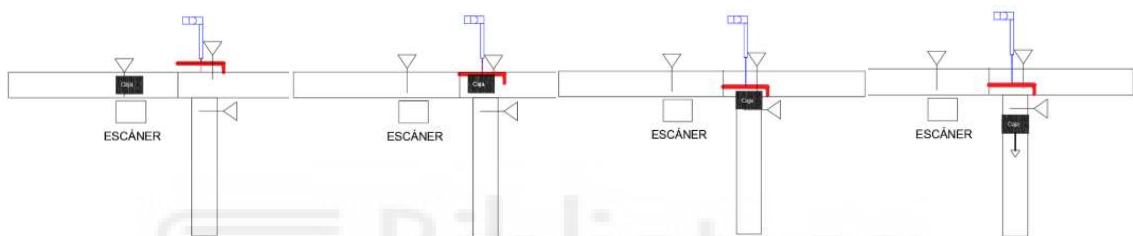


Figura 46. Desvío cubeta

En el caso de tener que ser desviada y la fotocélula DB se encuentre detectando, se considerara lleno el transporte de desvío, por lo que el actuador no se accionara dejándola recircular por el loop hasta que se retiren las cubetas del desvío y se deje libre la fotocélula DB.

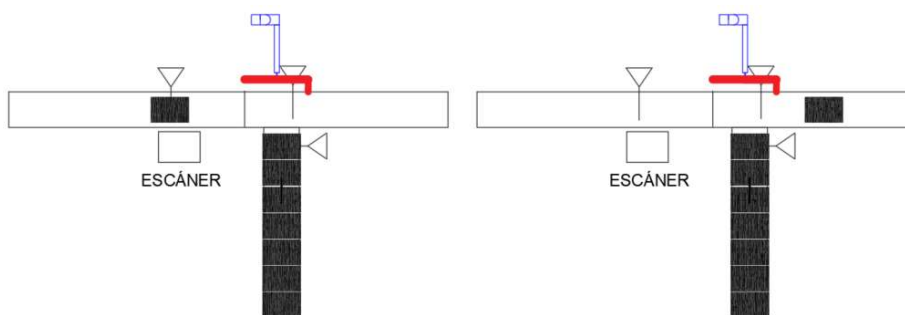


Figura 47. Transporte desvío lleno

### **Control de la circulación**

Para conseguir un flujo correcto en la circulación de las cubetas por el transporte se han de prever varias casuísticas que se darán durante el funcionamiento de este.

#### Distancia entre cubetas.

Se ha de mantener una distancia de 3 segundos entre cubetas dentro del loop del área de expediciones y así evitar colisiones con el actuador que se encuentre desviando la cubeta, esto es debido, a que el actuador en el caso de tener que desviar una cubeta, tarde 2.5 segundos en accionarse y realizar el recorrido completo, hasta volver a su posición de reposo.

Por lo que, si una cubeta ha de ser desviada y viene otra muy junta, esta segunda colisionara con el actuador al estar fuera de su posición de reposo, obstaculizando el transporte, y provocando un fallo en la instalación.

Para conseguir esto, además de que los operarios del área de clasificación estén informados y sepan de la distancia que han de mantener entre cubetas al introducirlas en el transporte, se gestionara desde el cruce que conforman los tramos 3, 4 y 8.

Esto es, cuando lleguen dos cubetas muy próximas por el mismo transporte ya sea desde el tramo 3 o desde el tramo 8 se gestionará una distancia de separación de 3 segundos.

Se dejará pasar la primera cubeta que llegue, detectada por la fotocélula B2 o B4, si llega otra cubeta antes de que hayan transcurrido 3 segundos parara el motor del tramo correspondiente deteniendo la cubeta, volviendo a activar dicho tramo cuando hayan transcurrido los 3 segundos necesarios.

Como se puede observar en la siguiente ilustración, si se encuentra una cubeta en tránsito desde el área de clasificación y la fotocélula B2 detecta antes de que hayan transcurrido 3 segundos parara el motor 3 (tramo 3), volviendo a activar dicho tramo cuando hayan transcurrido los 3 segundos necesarios.



## CAPÍTULO 4: DESCRIPCIÓN DE LA INSTALACIÓN

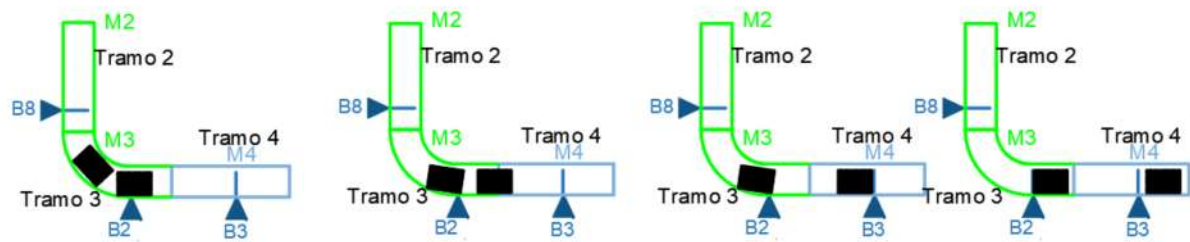


Figura 48. Distancia entre cubetas

Esta misma operativa se realizará con las fotocélulas B8 del área de clasificación y la fotocélula B5 de expediciones 2.

En el caso de que el tramo 3 o el tramo 8 se encuentren parados debido a que no ha transcurrido el tiempo necesario para conseguir la separación entre cubetas y detecta la fotocélula B8 del área de clasificación o la fotocélula B5 de expediciones 2 se parara el tramo correspondiente, 2 y 1 o 7 y 6 respectivamente, deteniendo la cubeta, volviéndose a activarse en arrancar el tramo 3 o 8.

Continuando con el ejemplo anterior, si el motor 3 (tramo 3) se encuentra parado y detecta la fotocélula B8 parara el motor 1(tramo 1) y el motor 2 (tramo 2), volviendo a activarse en cuanto arranque el motor 3.

De esta forma se conseguirá una distancia entre cubetas durante toda el área de expediciones adecuada para el correcto funcionamiento.

En el caso de que esto no se cumpla o se introduzca manualmente una cubeta a mitad de expediciones o cualquier casuística que pudiera pasara, si un actuador se encuentra desviando y el escáner del mismo actuador detecta una cubeta, parara todo el tramo correspondiente a dicho actuador, volviéndolo a poner en movimiento una vez el actuador se encuentra en su posición de reposo, es decir haya detectado el final de carrera de este.

Consiguiendo de este modo evitar una colisión entre la cubeta y el actuador con el consiguiente fallo producido en la instalación, evitando paraos de larga duración innecesarios y rotura de elementos.

### Cruce.

Cuando alguna caja de la vuelta completa, sin ser desviada, debido a que el transporte de desvió se encuentra completo, esta recircula en el loop volviendo a realizar el mismo recorrido hasta ser desviada.

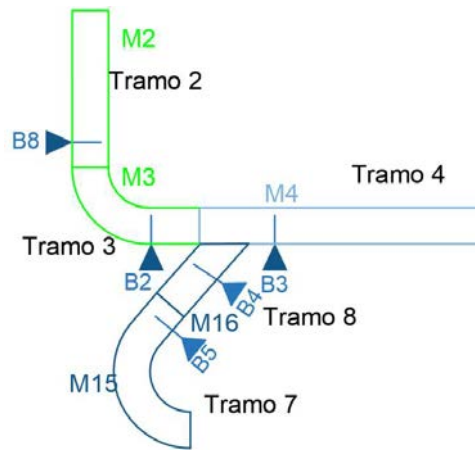


Figura 49. Intersección transportes (cruce)

En el caso de llegar dos cubetas por ambos transportes al mismo tiempo, es decir, una desde el área de clasificación y otra desde el área de expediciones tendrá prioridad la primera caja que llegue, parando la del otro tramo, volviendo a ponerse en funcionamiento cuando se pueda incorporar de forma segura, esto será controlado mediante las fotocélulas B2, B3 y B4.

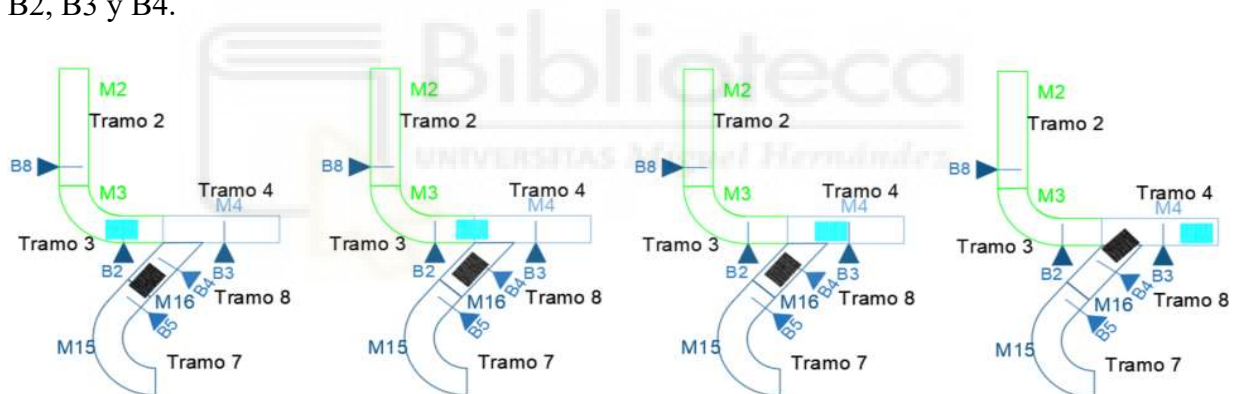


Figura 50. Cruce, prioridad área clasificación

Las fotocélulas B5 y B8 son utilizadas para detener los tramos que incorporan hacia los transportes que componen el cruce y poder evitar colisiones y fallos en el funcionamiento. Esto es, si se encuentra una cubeta parada en el tramo 3, detectada por la fotocélula B2, debido a que está recirculando alguna cubeta proveniente del área de expediciones 2, y la fotocélula B8 detecta, se parará los tramos 1 y 2 hasta que se libere la fotocélula B2, es decir ya no se encuentre recirculando ninguna cubeta desde expediciones 2.

CAPÍTULO 4: DESCRIPCIÓN DE LA INSTALACIÓN

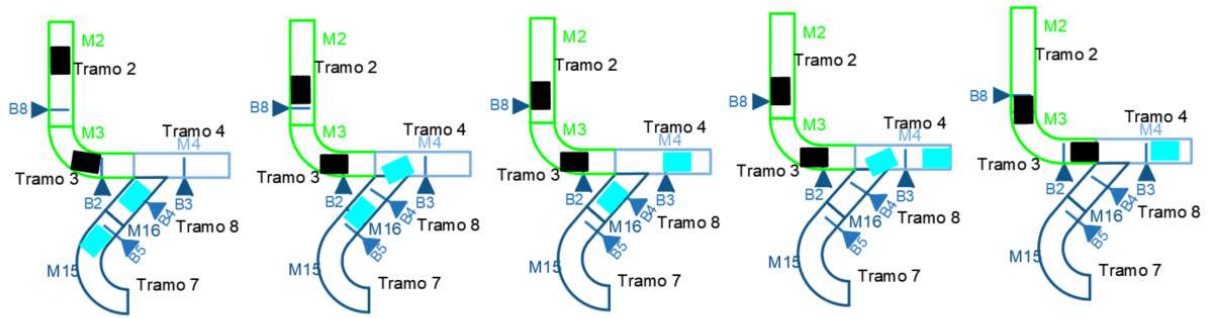


Figura 51. Cruce, acumulo en área de clasificación

Lo mismo sucederá si se encuentra una cubeta parada en el tramo 8, detectada por la fotocélula B4, debido a que está incorporándose una cubeta desde el área de clasificación, y la fotocélula B5 detecta una cubeta, se pararan los tramos 6 y 7.

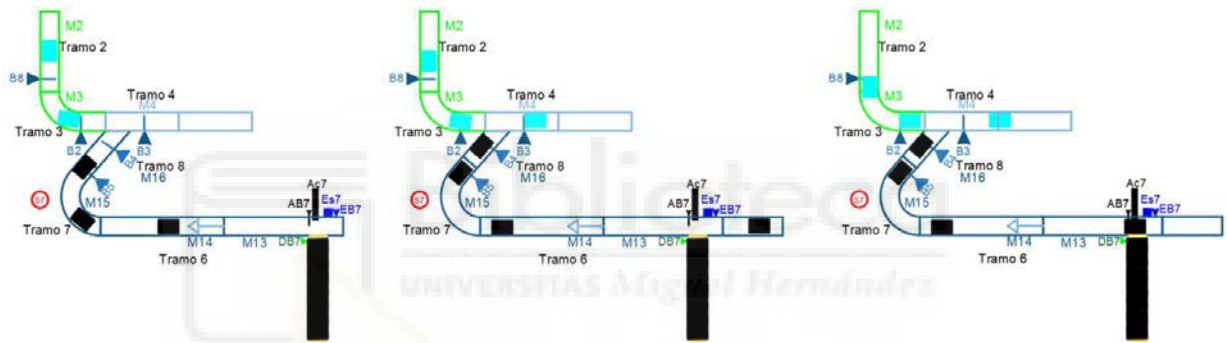


Figura 52. Cruce, acumulo en área de expediciones

Parado estos tramos si la fotocélula del actuador 7 (AB7) detecte una cubeta y no tiene la orden de desviar o tiene la orden de desviarla y desvió esta completo, se parará todo el tramo de expediciones 2.

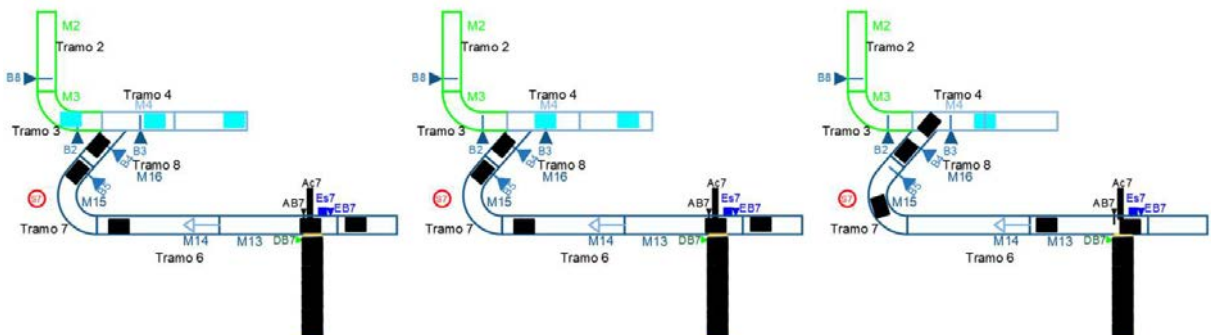


Figura 53. Paro de expediciones

En el supuesto de que toda la subárea de expediciones 2 está parada y la fotocélula del actuador 4 (AB4) detecte una cubeta y no tenga la orden de desviar o tiene la orden de

#### CAPÍTULO 4: DESCRIPCIÓN DE LA INSTALACIÓN

desviarla y desvió esta completo, se parara toda el área de expediciones por completo. Deteniéndose todas las cubetas que llegan en el tramo 3, al ser detectadas por la fotocélula B2, y parando el área de clasificación por completo cuando detecte la fotocélula B8.



## CAPÍTULO 5: SELECCIÓN Y DESCRIPCIÓN DE LOS ELEMENTOS DE CAMPO

A continuación, se detallarán los elementos seleccionados e instalados, para conseguir la automatización de la planta mencionada.

### 5.1. Sensores fotoeléctricos

#### Allen-Bradley, 42JS-D2MPA1-F4



Figura 54. Sensor Allen-Bradley

Sensor fotoeléctrico de la familia VisiSight de Allen-Bradley, modelo 42JS-D2MPA1-F4.

Sensing Mode (max. range)	Operating Voltage/Current	Sensing Distance	Output Energized	Output Type Capacity	Sensitivity Adjustment	Catalog Number <sup>1</sup>
<p>Polarized Retroreflective Emitter LED: Visible red 645 nm</p>	10...30V DC 25mA max.	25mm...3.5m (0.98in...11.5ft)	Complementary light and dark operate	NPN	No adjustment	42JS-P2MNB1-F4
				PNP		42JS-P2MPB1-F4
				NPN	Single-turn potentiometer	42JS-P2MNA2-F4
				PNP		42JS-P2MPA2-F4
<p>Standard Diffuse Emitter LED: Visible red 645 nm</p>		3mm...800mm (0.12in...31.5in)	Complementary light and dark operate	NPN	Single-turn potentiometer	42JS-D2MNA1-F4
				PNP		42JS-D2MPA1-F4

Figura 55. Características 42JS-D2MPA1-F4

Sensor PNP, con una tensión de alimentación de 10 a 30V DC, conector de métrica M12 roscado, de 4 hilos, dos de ellos para a la alimentación, uno para el contacto normalmente abierto y otro para el contacto normalmente cerrado para la señal, en nuestro caso usaremos el contacto normalmente abierto para la lógica del programa, dejando el contacto normalmente cerrado sin cable.

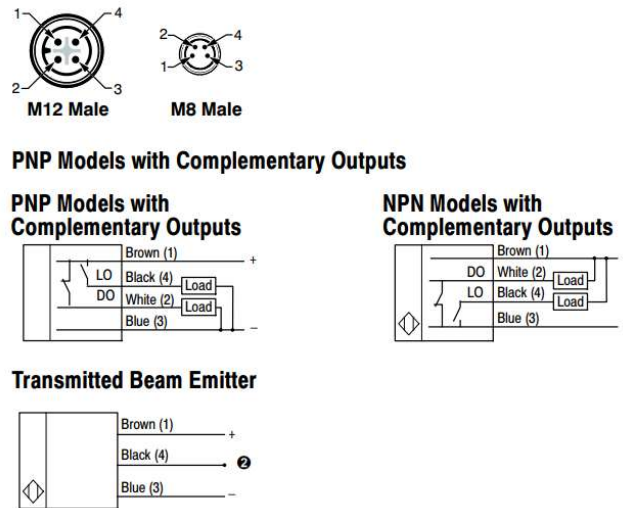


Figura 56. Conexión 42JS-D2MPA1-F4

Cada sensor dispone de dos LED en su parte superior, uno verde y otro amarillo. El LED verde se ilumina si el sensor está correctamente alimentado y parpadea a 6Hz si el receptor está recibiendo más de la mitad de la señal necesaria para conmutar los contactores, indicando que el objeto a detectar no está reflejando toda la luz necesaria, por lo que la señal del sensor es inestable y puede resultar en falsos positivos. El LED amarillo se ilumina cuando los contactos del sensor han conmutado, es decir, ha detectado un objeto.

La decisión de escoger estos sensores es debido a varios factores como:

- Reducido tamaño, ideal para colocar en el bastidor del transporte de rodillos.
- Es de reflexión difusa sobre objeto, por lo que funciona como emisor y receptor en el mismo dispositivo, cuando un objeto intercepta el haz de luz del sensor, parte de la luz es devuelta al receptor por reflexión.
- Tiene una distancia de sensado regulable mediante potenciómetro de 3mm a 800mm. Por lo que cumple con el requisito para permitir detectar cualquier objeto que pase por nuestro transporte de 600mm de ancho.

**Sick, WS/WE34-V230**



Figura 57. Sensor Sick

Sensor de barrera fotoeléctrico de la familia Sick, modelo WS/WE34-V230.

**Esquema de conexión**

Cd-160

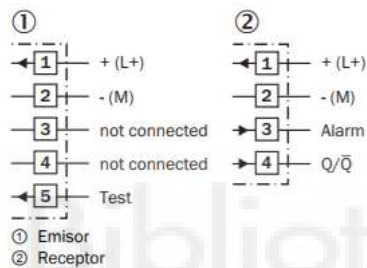
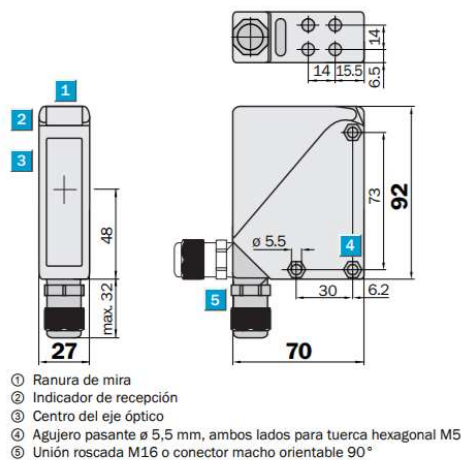


Figura 58. Conexión WS/WE34-V230.

Se trata de un sensor de barrera emisor-receptor mediante luz roja visible, con opción de conmutar entre PNP/NPN de forma manual, con una tensión de alimentación de 10 a 30V DC y con conector de métrica M16 roscado, de 5 hilos para el emisor y 4 para el receptor.

**Esquema de dimensiones** (Medidas en mm)



**Posibilidades de ajuste**

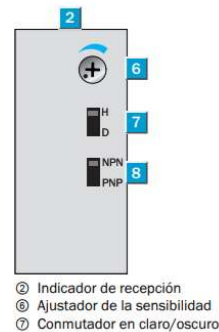


Figura 59. Dimensiones y ajustes del WS/WE34-V230.

Cada sensor dispone de dos LED en su parte lateral superior, uno verde y otro amarillo. El LED verde se ilumina si los dos elementos se encuentran correctamente alineados. El LED amarillo se ilumina cuando los contactos del sensor han conmutado, es decir, un objeto se ha interpuesto entre el emisor y el receptor.

La decisión de escoger estos sensores es debido a varios factores como:

- Tiene una distancia de sensado regulable mediante potenciómetro de 700mm a 50m. Por lo que cumple con el requisito para permitir detectar cualquier objeto que se encuentre ubicado a lo largo de todo un transporte (recepción).
- Reducido tamaño, ideal para colocar en el bastidor del transporte de rodillos.

## 5.2. Actuador eléctrico



Figura 60. Actuador eléctrico Festo

Actuador eléctrico lineal Festo, modelo EPCS-BS-60-500-12P-A-ST-M-H1\_PLK-AA.

Actuador eléctrico con motor y controladora integrada, convierte el movimiento giratorio del motor en un movimiento lineal del vástago con protección antigiro. El husillo de bola transforma el movimiento de giro del motor en una fuerza de avance. Posee integrado dos finales de carrera, mediante sensores inductivos, tiene una velocidad regulable entre 22mm/s y 320mm/s y una carrera de 500mm.

El actuador dispone de dos conexiones eléctricas y un controlador de mando e indicación.



CAPÍTULO 5: SELECCIÓN Y DESCRIPCIÓN DE LOS ELEMENTOS DE CAMPO

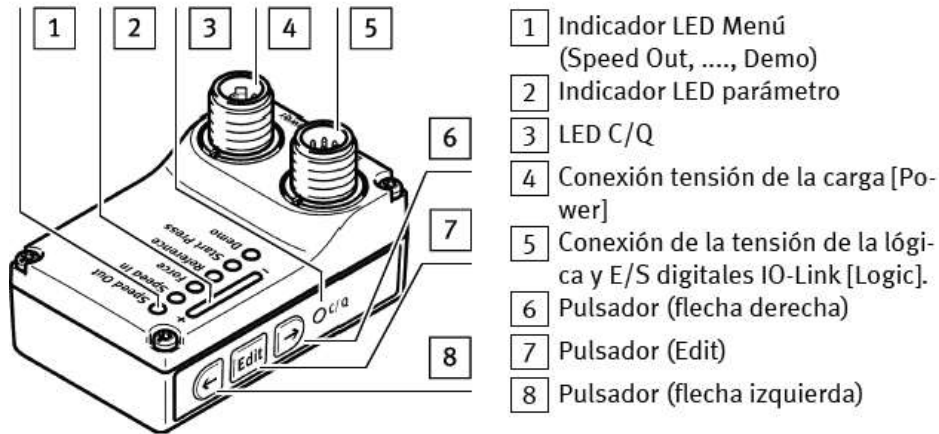
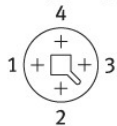


Figura 61. Conexionado EPCS-BS-60-500-12P-A-ST-M-HI\_PLK-AA

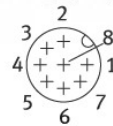
El control del actuador se puede realizar de diferentes formas, mediante el modo IO-Link con o sin adaptador y mediante entradas y salidas digitales. En nuestro caso vamos a utilizar el modo DIO (entradas y salidas digitales).

Disponemos de dos conectores roscados de métrica 12. Tenemos uno de potencia para la alimentación de la carga de 4 hilos y otro de control para la alimentación de la lógica de 8 hilos.

Conector M12x1, 4 pines, codificación T según EN 61076-2-111



Conector M12x1, 8 pines, codificación A según EN 61076-2-101



Pin	Función
1	Alimentación eléctrica de potencia (24 V DC)
2	Potencial de referencia de la alimentación eléctrica de potencia (GND)
3	Reservado, no conectar
4	Tierra funcional (FE)

En caso de uso de I/O digitales	
Pin	Función
1	Alimentación eléctrica de la lógica (24 V DC)
2	Salida digital 1 (State "In")
3	Salida digital 2 (State "Out")
4	Potencial de referencia de la alimentación eléctrica de la lógica (GND)
5	Entrada digital 1 (Move "In")
6	Entrada digital 2 (Move "Out")
7	Reservado, no conectar
8	Potencial de referencia de la alimentación eléctrica de la lógica (GND)

Figura 62. Conectores EPCS-BS-60-500-12P-A-ST-M-HI\_PLK-AA

El actuador deberá estar alimentado eléctrica mente y conectado con nuestro PLC, tal como se muestra en la siguiente imagen.

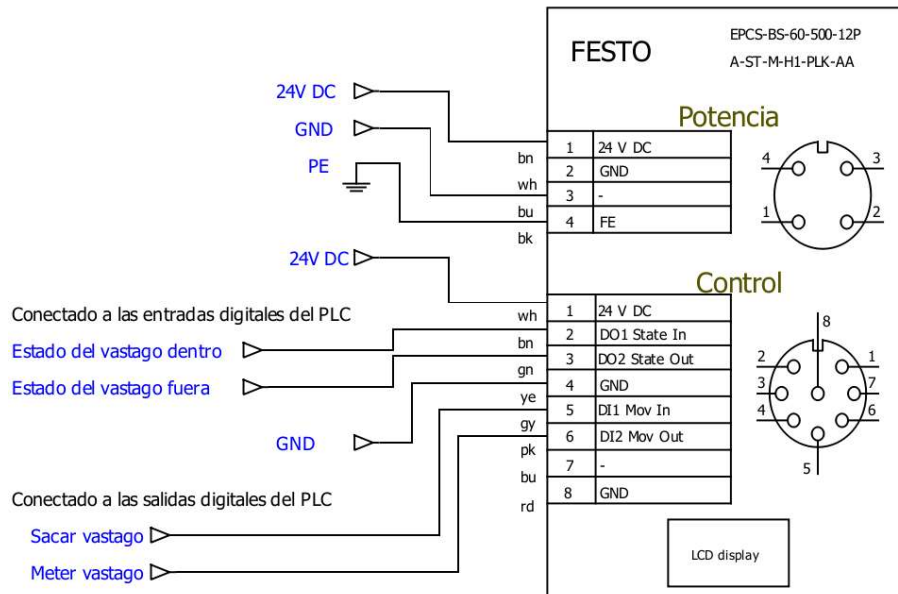


Figura 63. Circuito eléctrico actuador

Se pueden parametrizar los valores desde el controlador que lleva integrado, mediante el display y las teclas que dispone.

El manejo de este será:

- Pulsaremos la tecla **edit** durante 3 segundos, mediante los pulsadores de las flechas nos desplazaremos por lo diferentes parámetros.
- Una vez en el parámetro deseado se presiona **edit** y se podrán modificar los valores del parámetro seleccionado.
- Una vez modificados se volverá a presionar **edit** para guardar dichos cambios.
- Para bloquear los pulsadores se ha de presionar **edit** durante 3 segundo o esperar 15 segundos sin tocar ningún pulsador.
- Para restablecer a los ajustes de fabrica se ha de presionar durante 10 segunda la flecha izquierda y posterior mente pulsar simultáneamente **edit** y la flecha derecha.

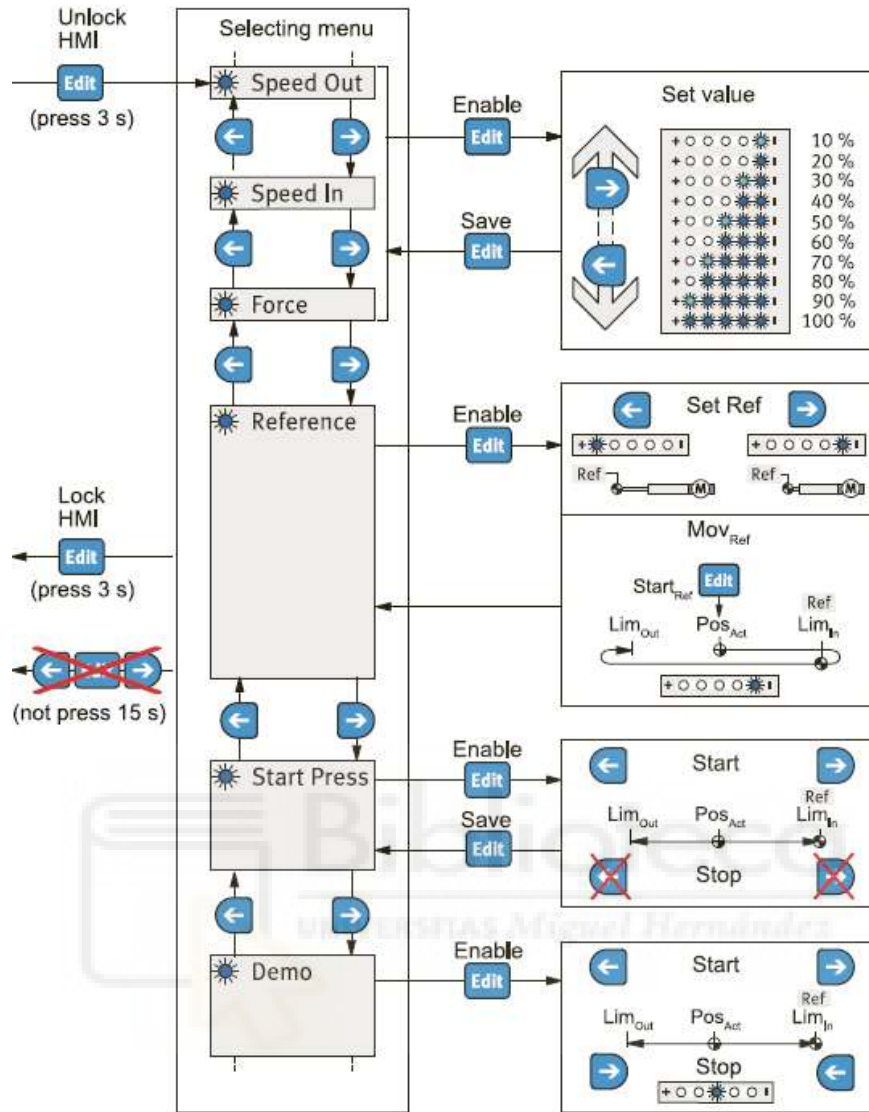


Figura 64. Configuración actuador

Los parámetros que se van a ajustar en nuestro sistema son los que se muestran en la siguiente tabla.

Descripción	Parámetros	Valor
Velocidad de salida	Speed Out	100% (320mm/s)
Velocidad de retroceso	Speed In	100% (320mm/s)
Referencia	Reference	Set y Mov (máxima)

Tabla 1. Configuración de parámetros actuador

Una vez programado se encuentra listo para funcionar pudiendo ser controlado a través de la interfaz de control DIO (E/S digitales), conectado con nuestro PLC. Con la primera

tarea de desplazamiento y cada vez que se vuelva a conectar, se reinicia la posición de referencia y el LED C/Q se iluminara en verde.

La decisión de escoger estos actuadores es debido a varios factores como:

- Se van a utilizar para desviar cubetas y se desea una la colisión con esta lo más controlada posible.
- No se dispone de instalación neumática en el centro logístico, por lo que se descartaron este tipo de actuadores. Ya que la instalación del compresor, secador, filtros, reguladores de presión, electroválvulas y línea neumática supondría un gran coste.
- Ofrecen la posibilidad de adaptarse a futuras modificaciones.
- Puesta en marcha sencilla mediante controladora integrada.

### 5.3. Variadores de Frecuencia



Figura 65. Variador de frecuencia de Motovario

Variador de frecuencia de Motovario, modelo LM16 123-0050-F-20.

La cadena de designación del modelo define las reglas de identificación del convertidor, la misma consiste en una secuencia ordenada de valores alfanuméricos siguientes:

Valor	Designación	Parámetros
123	Alimentación	1 fase a 230V
0050	Potencia motor	0.50KW
F	Filtro EMI	Filtro EMI integrado estándar clase A y categoría C2.
20	Grado IP	Grado de protección IP20

Tabla 2. Identificación variador LM16

## CAPÍTULO 5: SELECCIÓN Y DESCRIPCIÓN DE LOS ELEMENTOS DE CAMPO

Es un variador diseñado para el control de motores asíncronos trifásicos de jaula de ardilla con alimentación monofásica (1ph) también está disponible con alimentación trifásica. El variador de frecuencia recibe la tensión de entrada monofásica, la trata y extrae una señal trifásica que alimenta el motor. La tensión de entrada se rectifica en un primer momento y se pasa a continua para después filtrarla; sobre esa continua se realiza una inversión para conseguir una señal trifásica alterna regulada.

Este variador tiene una estructura compacta apropiado para un uso en aplicaciones con dinámicas reducidas y arquitecturas sencillas de control.

El potenciómetro integrado permite una fácil regulación de la velocidad del motor para un uso manual del convertidor.



Figura 66. Variador de frecuencia LM16

Encontramos dos terminales de conexión, uno para la alimentación de potencia y suministro de esta al motor y otro para el control.

- Terminal de potencia.

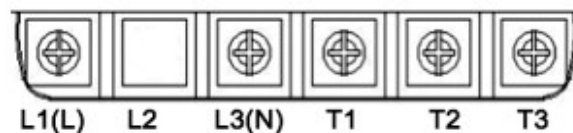


Figura 67. Terminales de potencia LM16

Símbolos	Descripción
L1(L)	Entrada de alimentación principal monofásica (L1(L)/L3(N), trifásica L1/L2/L3.
L2	
L3(N)	
T1	Salida del inversor a los terminales U, V, W del motor
T2	
T3	

Tabla 3. Descripción del terminal de potencia LM16

- Terminal de control.

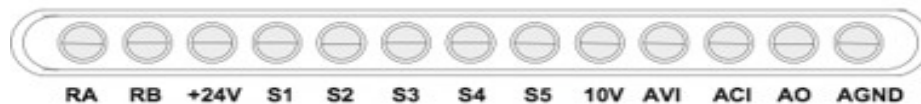


Figura 68. Terminales de control LM16

Símbolo	Descripción	Nivel de señal
RA	Terminal de salida de relé	250VAC/1A, 30VDC/1A
RB		
24V	Alimentación S1-S5 común, PNP	+/- 15% corriente máxima de salida 30mA
S1	Terminales de entrada multifunción	24 VCC, 4,5 mA, Aislamiento de acoplamiento óptico (Max, voltaje 30 Vdc, impedancia de entrada 6kΩ)
S2		
S3		
S4		
S5		
10V	Potencia incorporada para un potenciómetro de velocidad externo	10 V (corriente máxima: 20 mA)

AVI	Entrada de voltaje analógico, Especificación: 0/2 ~ 10VDC (elija por parámetro 04-00)	0 ~ 10 V (impedancia de entrada 200 k $\Omega$ )
ACI	Entrada de corriente analógica, especificación: 0/4 ~ 20 mA (elija por parámetro 04-00)	0 ~ 20mA (impedancia de entrada 499 $\Omega$ )
AO	Terminal de salida analógica multifunción.  Salida máxima 10VDC / 1mA	0 ~ 10 V (corriente máxima 2 mA)
AGND	Terminal de tierra analógica	

Tabla 4. Descripción del terminal de control LM16

Para realizar la programación de nuestros variadores de frecuencia en primer lugar deberá estar alimentado eléctrica mente, conectado con nuestro PLC y la salida conectada a nuestro motor, tal como se muestra en la siguiente imagen.

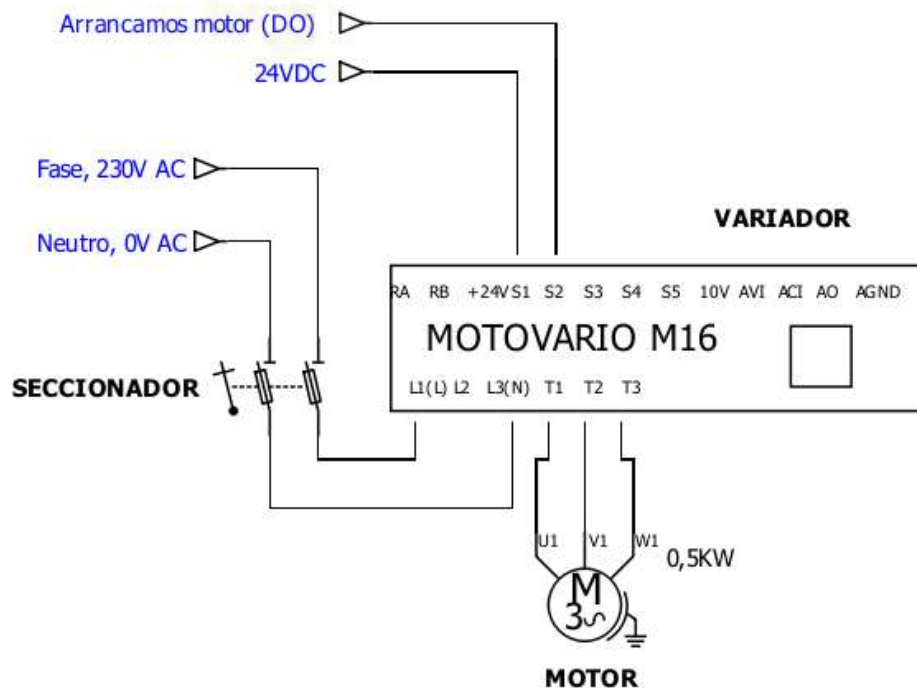


Figura 69. Circuito eléctrico variador/motor

Vamos a indicar los pasos seguidos para realizar la programación necesaria de nuestro variador Motovario LM16.

La configuración se realiza siguiendo las indicaciones del manual en el cual encontramos 13 grupos para ajustar múltiples y diferentes parámetros.

Grupo de parámetros	Descripción
Grupo 00	Parámetros básicos
Grupo 01	Selección y configuración de patrones de V / F del
Grupo 02	Parámetros del motor
Grupo 03	Salidas digitales multifunción
Grupo 04	Entradas de señal analógica / Salida analógica
Grupo 05	Selecciones de frecuencias preestablecidas.
Grupo 06	Función Auto Run (secuenciador automático)
Grupo 07	Configuración del comando de inicio / parada
Grupo 08	Protección de accionamientos y motores
Grupo 09	Configuración de la función de comunicación
Grupo 10	Configuración de la función PID
Grupo 11	Funciones de control de rendimiento
Grupo 12	Funciones de pantalla y monitor digitales
Grupo 13	Función de inspección y mantenimiento

*Tabla 5. Parámetros variador LM16*

Se pueden parametrizar los valores desde el controlador que lleva integrado nuestro variador, mediante el display, teclas y potenciómetro que dispone.

El manejo de este será:

- Entramos en la configuración de parámetros presionando la tecla **mode**, encontrándonos en el parámetro 00-01 (el primero).
- Con la tecla **enter** nos desplazaremos por los dígitos, una vez estemos en el dígito que deseamos modificar con las flechas subir y bajar modificaremos dicho valor.



- Una vez en el parámetro deseado, realizaremos una pulsación larga a la tecla **enter** para acceder a dicho parámetro.
- Una vez dentro del parámetro se podrán modificar los valores con las teclas subir y bajar o con el potenciómetro, hasta conseguir nuestro valor deseado
- Realizaremos una pulsación larga en la tecla **enter** para guardar la configuración realizada y volver a la configuración de parámetro inicial.
- Para salir del grupo de parámetros debemos pulsar la tecla **mode**.

Los parámetros que se van a ajustar en nuestro sistema son los que se muestran en la siguiente tabla.

Descripción	Parámetros	Valor
Corriente nominal	02-01	3.1
Velocidad nominal	02-02	1650
Cambio de sentido de giro	00-01	0 (Directo)
Selección de orden de marcha principal.	00-02	1 (control marcha cableado)
Límite de frecuencia superior	00-12	60Hz
Límite de frecuencia inferior	00-13	0Hz
Curva de aceleración.	00-14	2s
Curva de deceleración.	00-15	0.3s

*Tabla 6. Configuración de parámetros variador*

La corriente y la tensión nominal son datos que encontramos en la placa de características del motor.

El cambio de sentido directo es para programar el sentido de giro del motor.

En la selección de orden de marcha principal elegimos mediante control cableada, esto es cuando reciba 24V por el terminal S1 se pondrá en funcionamiento a la velocidad programada en dicho terminal. Las otras dos opciones serian:

- Mediante teclado del variador, dándole a la tecla run.

- Mediante comunicación Modbus.

El límite de frecuencia superior e inferior son las velocidades máximas y mínimas a las que va a trabajar el motor.

Las curvas de aceleración y deceleración indican el tiempo que va a tardar el motor en llegar a su velocidad máxima y mínima. Tardará 3 segundos en alcanzar su velocidad máxima y 0.3 segundo en pararse.

La decisión de escoger este variador es debido a varios factores como:

- Ahorro energético gracias a la reducción de velocidad.
- Control de velocidad.
- Control de las curvas de aceleración y deceleración.
- Puesta en marcha sencilla mediante controladora integrada.
- Facilidad para futuras modificaciones.

El motor seleccionado es de Motovario, modelo TS80B4. De la misma familia que el variador. Es un motor asíncrono trifásicos de jaula de ardilla, de 0.5KW y 3.1A.

#### 5.4. Escáneres

El escáner seleccionado es de la marca Datalogic, modelo Matrix 220, con protocolo de comunicación PROFINET.



Figura 70. Escáner Datalogic

Designación	Descripción
1	Ventana de lectura
2	Agujeros de montaje
3	Led de encendido
4	Led de conexión ethernet
5	Bloque conector giratorio de 90 <sup>a</sup>
6	Cubierta de ventana accesoria
7	Interfaz X-PRESS
8	Conector ethernet
9	Alimentación COM y conector I/O

Tabla 7. Partes del Matrix220

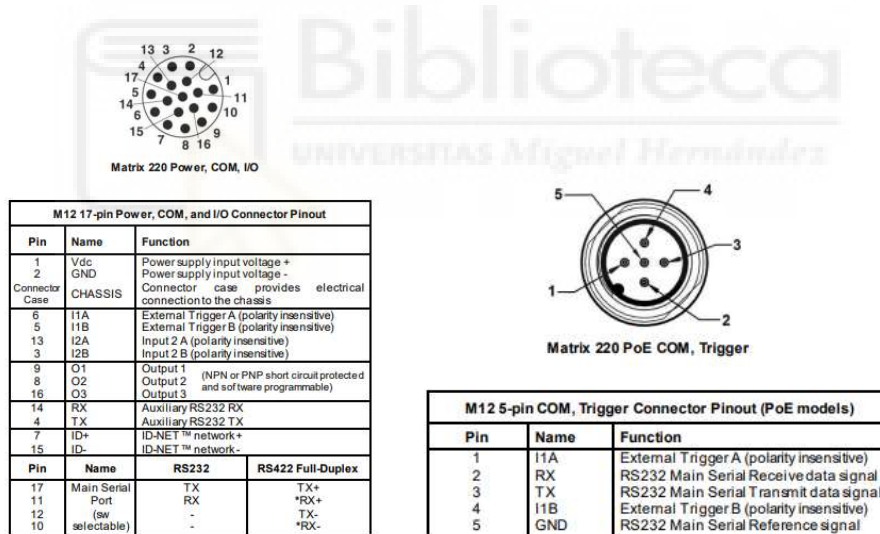


Figura 71. Conectores Matrix 220

El Matrix 220 consta de un sensor de alta resolución de 1.2 MP, una plataforma de procesamiento multinúcleo de imagen, enfoque electrónico de grado industrial, que lo convierten en ideal para aplicaciones de automatización industrial y electrónica.

El sistema de iluminación ultraflexible integrado hace que Matrix 220 sea ideal para leer cualquier código, ya sea de barras o EQ (del inglés “Quick Response code”). Integra luz polarizada y difusa que dan como resultado una iluminación óptima en cualquier tipo de superficie.

El control de enfoque electrónico permite cambiar fácilmente el trabajo remoto durante la reconfiguración de la línea de montaje y el ajuste del enfoque remoto, ofreciendo una flexibilidad de lectura.

Dispone de dos leds verdes y rojos indicativos del estado de lectura. Cuando realiza una lectura correctamente se encenderá el verde y cuando no realiza lectura o ha dado error se encenderá el rojo.

Utiliza el software de configuración DL.CODE, el cual se explicará posteriormente.

Además del propio escáner hace falta una caja de conexión, CBX100, que se utiliza como accesorio para facilitar las conexiones del sistema, instalación y el reemplazo del dispositivo.



Figura 72. CBX100

Designación	Descripción
1	Indicadores LEDs
2	Agujeros de montaje
3	Racores de presión
4	Conector CBX100-Matrix220, 25-pines

Tabla 8. Partes del CBX100

El cableado del sistema se realiza a través de bloques de terminales de abrazadera de resorte dentro del CBX100 mientras el dispositivo de lectura (Matrix220) está conectado al CBX100 a través de un conector de clavija en la carcasa.

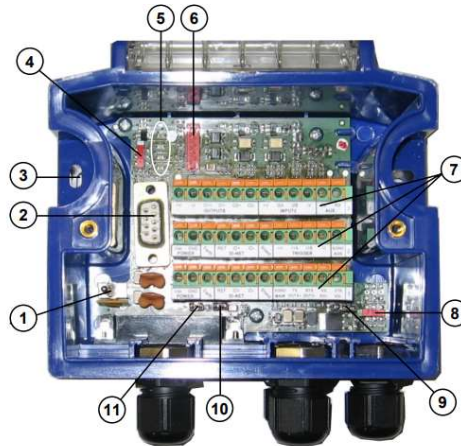


Figura 73. Terminales del CBX100

Designación	Descripción
1	Interruptor de encendido
2	Conector de puerto auxiliar
3	Agujero de montaje
4	Interruptor de resistencia
5	Indicadores leds
6	Conector del módulo de respaldo
7	Bloques de terminales con abrazadera de resorte
8	Terminación rs485, interruptor de resistencia
9	Selector de fuente de potencia
10	Protección de tierra
11	Protección de tierra del chasis

Tabla 9. Descripción de los terminales del CBX100

De los diferentes grupos que se encuentran en los borneros de conexión, se va a utilizar el Power para suministrarle la energía a todo el equipo y el Trigger para alimentar y recibir la señal de la fotocélula que se va a utilizar para decirle al escáner cuando tiene que realizar la lectura.



Figura 74. Borneros del conexión del CBX100

Grupo		Indicadores LEDs
Power	Vdc	Voltaje de entrada de la fuente de alimentación, +24VDC
	GND	Voltaje de entrada de la fuente de alimentación, GND
	Earth	Protección tierra
Trigger	+V	Alimentación 24VDC, fotocélula
	I1A	Señal fotocélula
	I1B	Señal fotocélula
	-V	Alimentación GND, fotocélula

Tabla 10. Grupos de terminales

Para realizar la configuración de nuestros Matrix220, en primer lugar, el CBX100 es alimentado con 24Vdc, desde la cual se alimentará la fotocélula. La conexión del CBX100 y el Matrix 220 se realizará mediante el cable CAB-DS01-S-P (DB25) y mediante la red Profinet se realizará el intercambio de datos entre el Matrix220 y el PLC, tal como se muestra en la siguiente imagen.

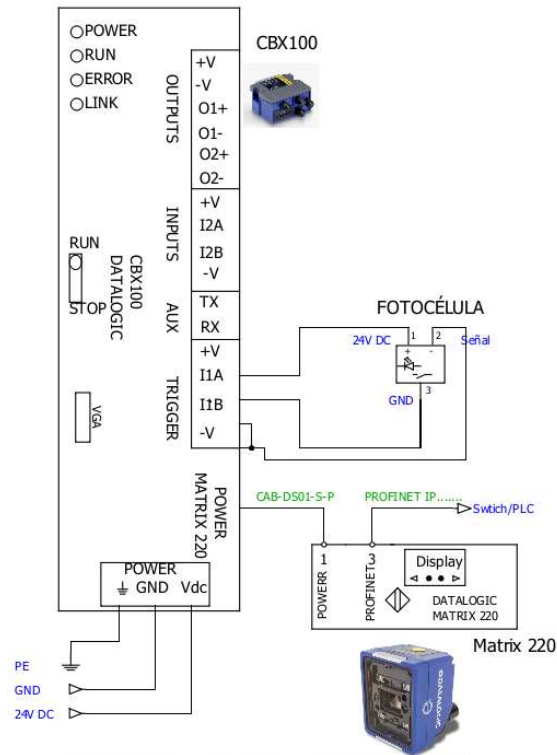


Figura 75. Circuito eléctrico CBX100/Escáner

El esquema general sería como el que se muestra en la siguiente figura:

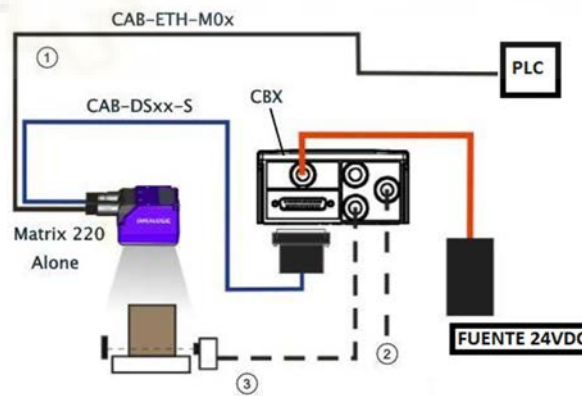


Figura 76. Esquema general de conexión

### 5.4.1 Programación escáner Matrix220

Para realizar la configuración de nuestro escáner se necesitara el software de Datalogic DL.Code1.9.1.

En primer lugar, vamos a proceder a la comunicación entre nuestro dispositivo Datalogic (Escáner Matrix 220), nuestro PLC Siemens S7-1512C-1PN y un ordenador con la

## CAPÍTULO 5: SELECCIÓN Y DESCRIPCIÓN DE LOS ELEMENTOS DE CAMPO

herramienta Tia Portal y el programa DL.Code 1.9.1 en la misma subred, mediante protocolo PROFINET-IO.

Una vez conectado, procederemos a configurar las características del Matrix 220, en el DL.Code 1.9.1.



Figura 77. DL.Code1.9.1.

Una vez comunicado y dentro del programa le damos a “Find Devices (buscar dispositivo).”

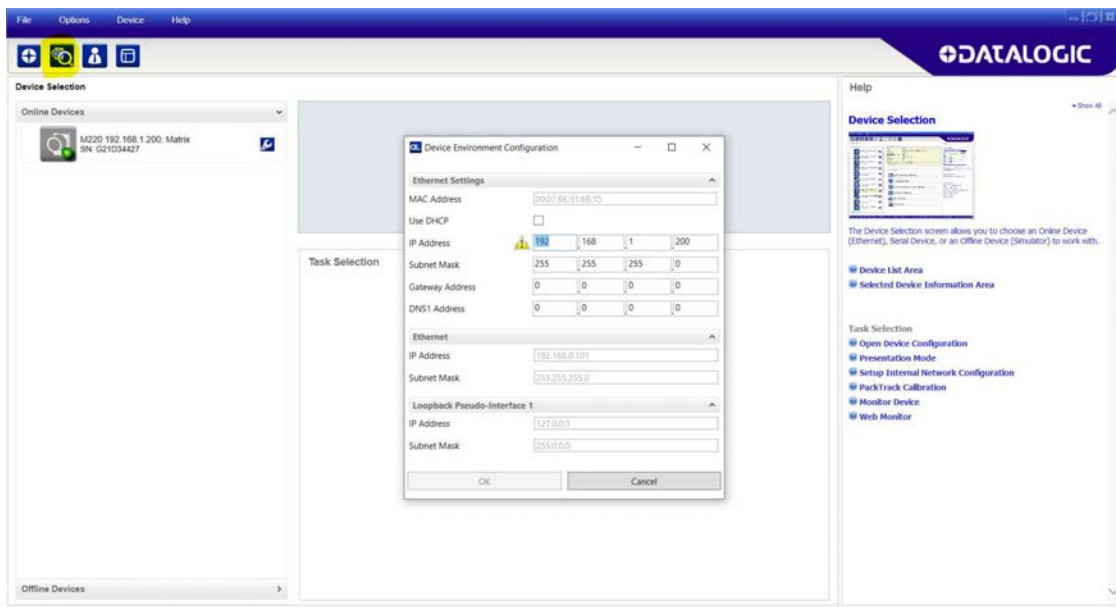


Figura 78. Buscar dispositivo, DL.Code1.9.1.



Observamos que detecta el escáner, pero no puede comunicarse con el debido a que tiene una dirección IP fuera de nuestra red, por lo que procedemos a asignarle una IP disponible en nuestra subred, IP:192.168.1.2, además de cambiarle el nombre al dispositivo, poniéndole Matrix1, para posteriormente diferenciar el resto de los escáneres.

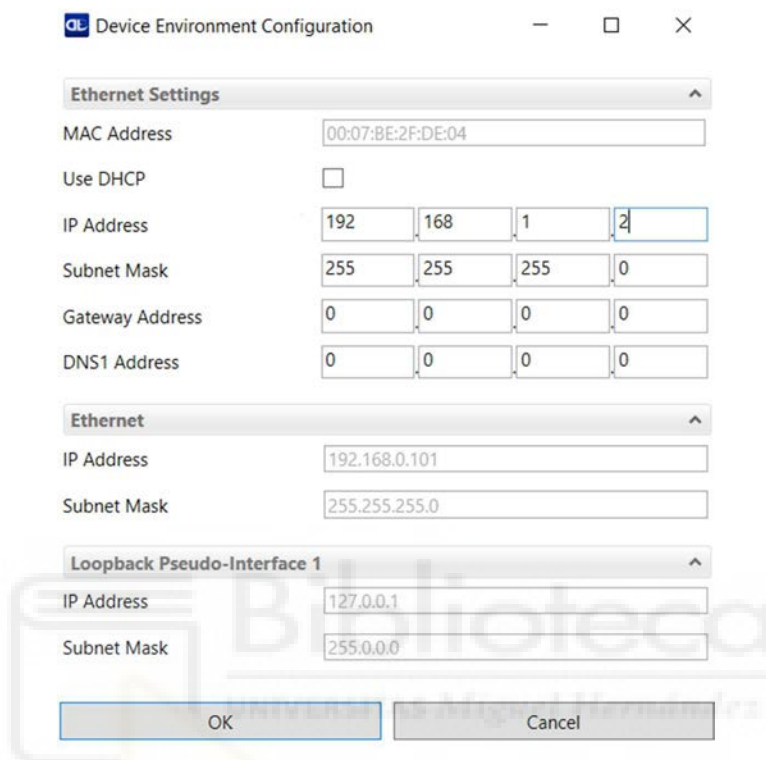


Figura 79. Dirección IP del dispositivo, DL.Code1.9.1.

Aceptamos y observamos como ya detecta el elemento en nuestra red, con la IP y el nombre configurado.

Una vez hecho esto accedemos a la configuración del dispositivo.

### 1º Paso: Automatic Setup y Advanced Setup

En la configuración automática ajustamos los parámetros de las condiciones físicas en las que va a trabajar, distancia de lectura, ganancia, tiempos, etc.

## CAPÍTULO 5: SELECCIÓN Y DESCRIPCIÓN DE LOS ELEMENTOS DE CAMPO

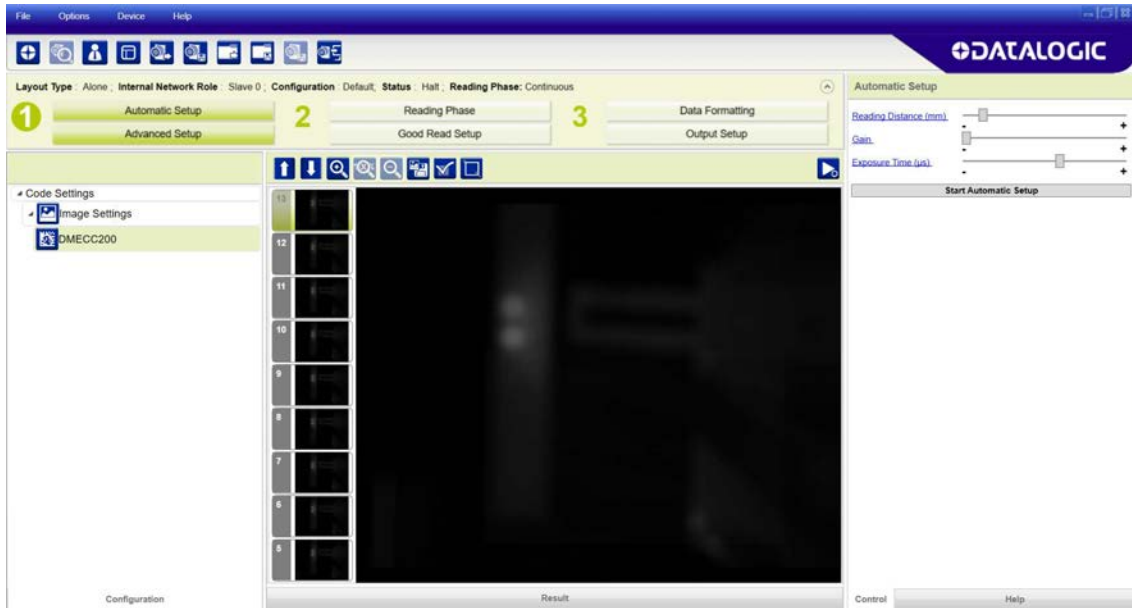


Figura 80. Configuración automática

Ajustando dichos valores hasta conseguir la lectura más correcta de las etiquetas a leer.

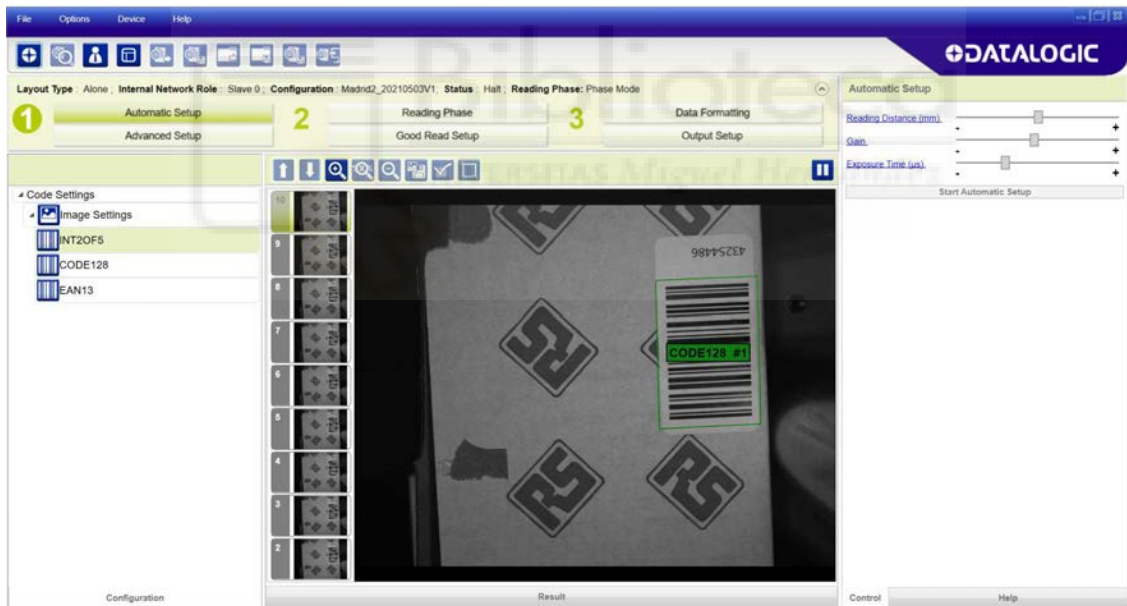


Figura 81. Ajuste de parámetros

En la configuración avanzada se le programan los tipos de etiqueta que queremos que lea.

## CAPÍTULO 5: SELECCIÓN Y DESCRIPCIÓN DE LOS ELEMENTOS DE CAMPO

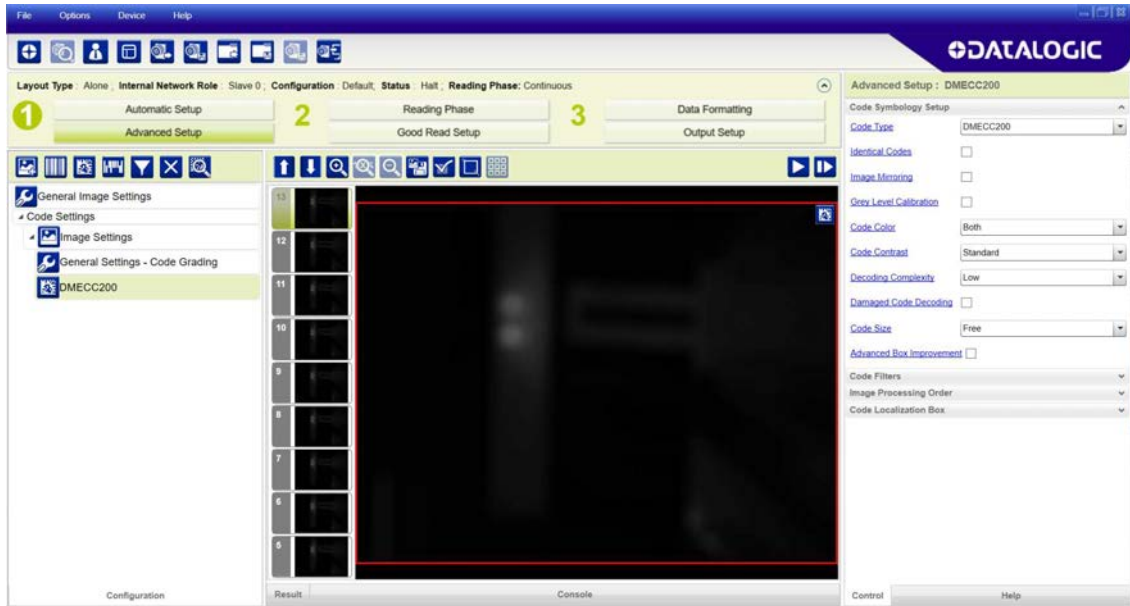


Figura 82. Configuración avanzada

Realizamos esto probando con todos los tipos de etiquetas diferentes que se va a leer. En nuestro caso serían los modelos: INT2OF5, CODE128 y EAN13.

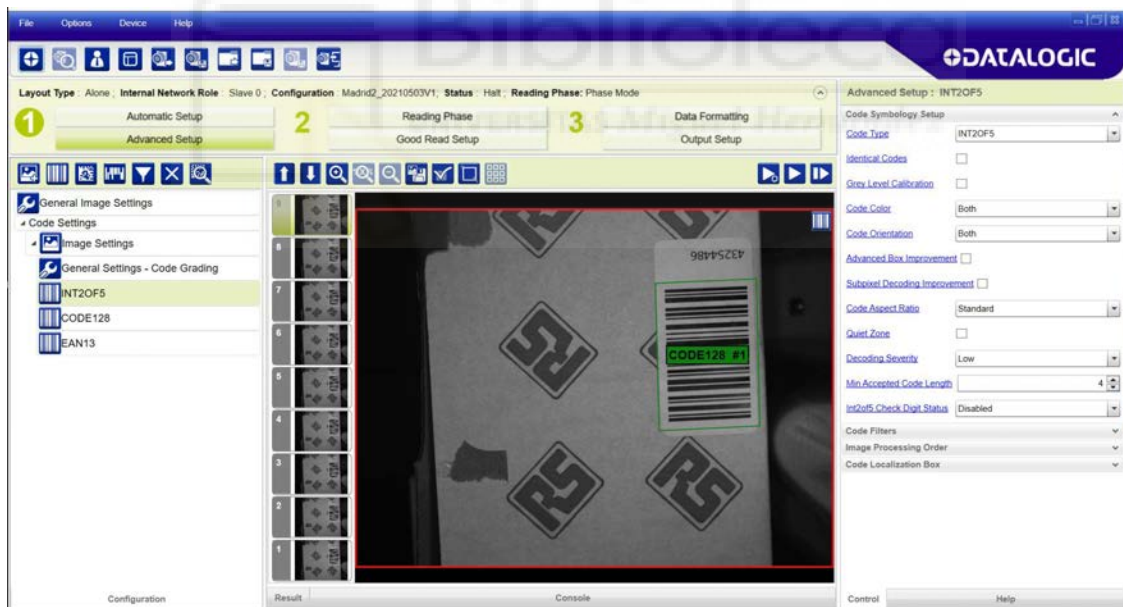


Figura 83. Códigos que leer

## 2º Paso: Reading Phase y Good Read Setup

En la fase de lectura programamos cuando va a recoger datos.

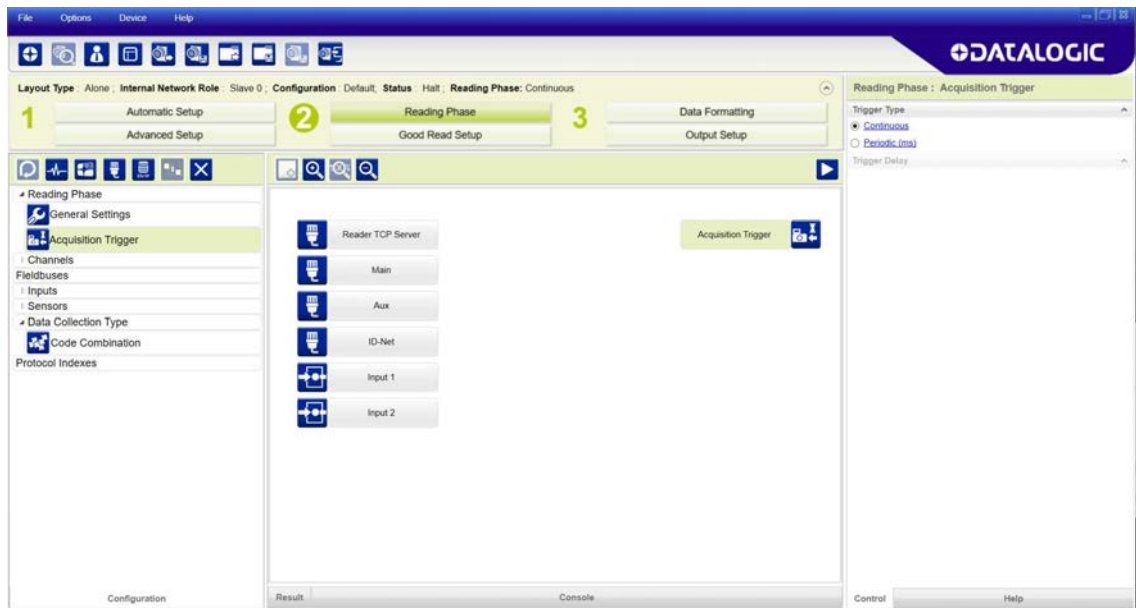


Figura 84. Fase de lectura

Le decimos que cuando detecte la fotocélula comience la lectura y cuando haya leído correctamente o haya dejado de detectar la fotocélula para la lectura.

También le programamos que mediante la comunicación PROFINET IO se le pueda mandar desde el PLC que comience o pare de realizar lectura, aunque la fotocélula no este detectando.



Figura 85. Configuración de la fase de lectura

En la configuración de lectura programamos como va a ser la comunicación de los datos obtenidos.



Figura 86. Fase de comunicación

Agregamos el bus de campo con el que se va a realizar la comunicación, en nuestro caso PROFINET IO, ajustamos los valores como el flujo de datos, tamaño del área de intercambio etc.

El envío de los datos, en nuestro caso, tenemos 3 tipos de etiquetas diferentes, le decimos que tiene que leer solo una de ellas (XOR) indistintamente y por separado, es decir, enviara los datos cuando realice el disparo y solo lea una única etiqueta del tipo seleccionado anteriormente.

En este apartado se podría programar, por ejemplo, que solo envíe datos cuando lea las 3 etiquetas diferentes a la vez (AND), en tal caso si realiza la lectura y solo lee 2 de ellas podríamos programarle que envíe error o las dos matriculas leídas y error.



Figura 87. Configuración de la comunicación

### 3º Paso: Data formatting y Output Setup

En el formato de datos programamos la comunicación de los eventos, como va a transmitir los datos al PLC.

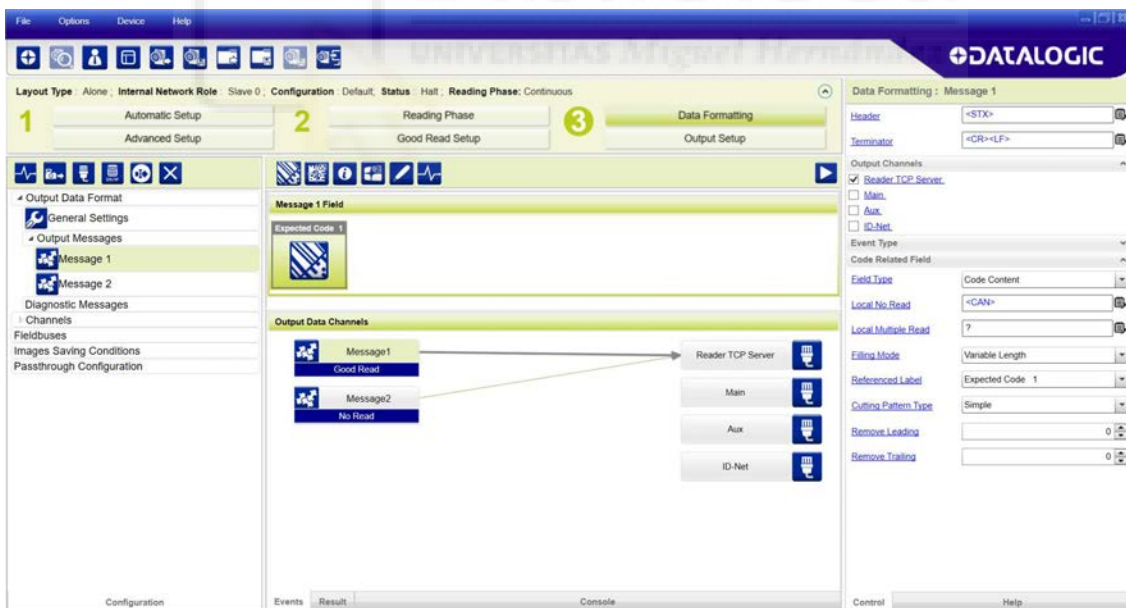


Figura 88. Formato de datos

El primer bit mandara un 0 si la fotocélula no está detectando o un 1 si la fotocélula si está detectando.

El resto de la trama será la matricula, en caso de no lectura (error) enviara el mensaje <CAN> (&018).



## CAPÍTULO 5: SELECCIÓN Y DESCRIPCIÓN DE LOS ELEMENTOS DE CAMPO



Figura 89. Configuración del formato de los datos

En la configuración de salida programamos cuando va a comunicar dichos datos.



Figura 90. Configuración de salida

Realizara la comunicación con el PLC cada vez que la fotocélula detecte.



Figura 91. Configuración datos de salida

Una vez configurado el dispositivo, quedaría de la siguiente manera:

- El escáner leerá todo, pero solo va a comunicar los códigos de barras: INT2OF5, CODE128 y EAN13.
- Empezará la lectura cuando detecte la fotocélula y parará de leer cuando lea correctamente un código (de los 3 programados) o cuando deje de detectar la fotocélula.
- Procederá a comunicarse con el PLC nada más comenzar el ciclo de lectura.
- La comunicación con el PLC se realiza a través de protocolo PROFINET IO.
- De los datos enviados el primer bit será si la fotocélula está detectando (1) o no lo está (0), y el resto para la información de la etiqueta. En el caso de no lectura enviarán <CAN> (&018), para saber que ha realizado una lectura errónea.
- También podrá recibir desde el PLC la orden de realizar disparo, aunque la fotocélula no este detectando.

Una vez finalizada y comprobado que tiene un funcionamiento correcto, procedemos a guardarle la configuración realizada en el dispositivo, “Save on device”.





Figura 92. Guardar configuración en dispositivo

También guardamos la configuración realizada en nuestro PC, “Save on PC”, con el nombre de “Configuración\_Matrix220”, para cargarlo en el resto de los escáneres.

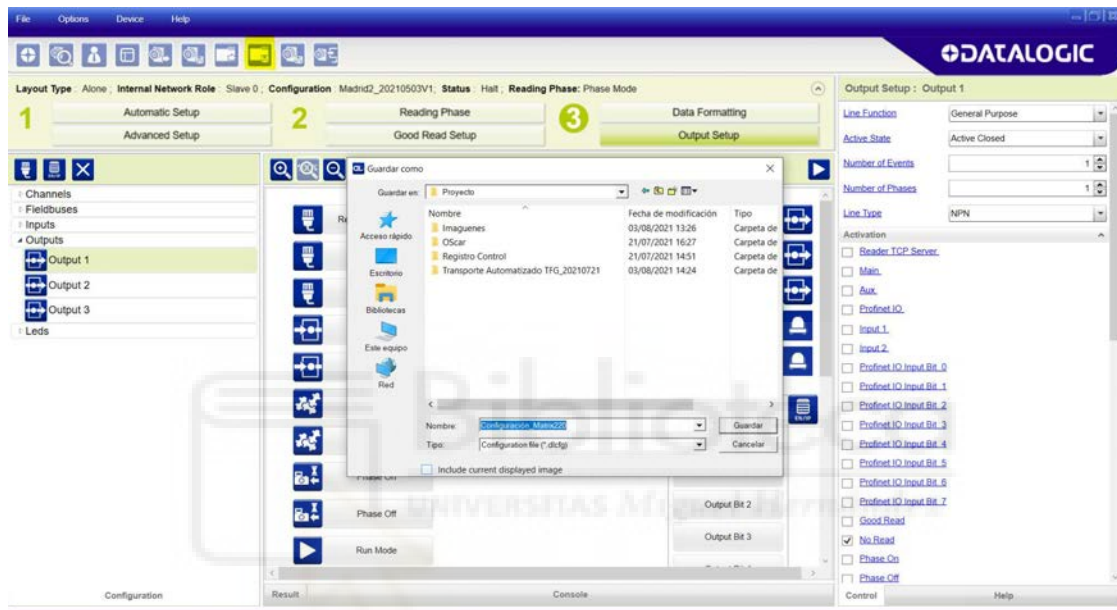


Figura 93. Guardar configuración en PC

Para configurar el resto de los dispositivos realizamos los mismos primeros pasos:

- Comunicar físicamente y buscar el elemento.
- Una vez lo detecta procedemos a cambiarle la dirección IP y el nombre.
- Una vez observamos como detecta el elemento en nuestra red, con la IP y el nombre configurado, procedemos a cargarle la configuración guardada “Load on device”.

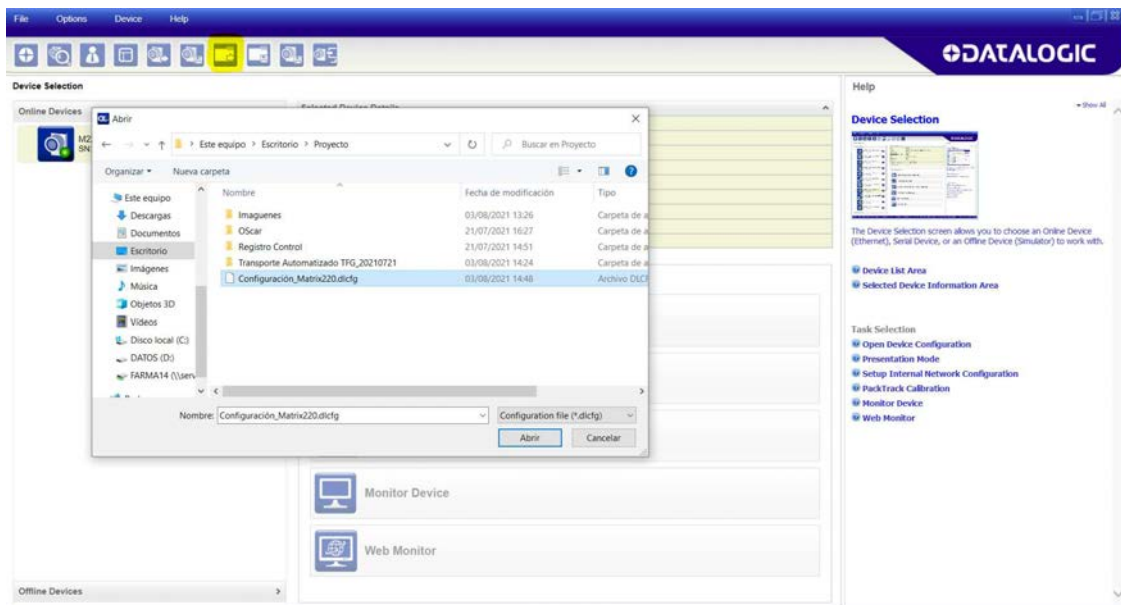


Figura 94. Cargar configuración

Comprobamos que se han cargado todos los parámetros correctamente y realizamos las pruebas físicas pertinentes hasta verificar el correcto funcionamiento.

Se realiza mismo procedimiento con el resto de los escáneres.

En la siguiente tabla se observa el nombre y la dirección IP asignada a cada escáner.

Nombre	Dirección IP
<b>Matrix1</b>	192.168.1.2
<b>Matrix2</b>	192.168.1.3
<b>Matrix3</b>	192.168.1.4
<b>Matrix4</b>	192.168.1.5
<b>Matrix5</b>	192.168.1.6
<b>Matrix6</b>	192.168.1.7
<b>Matrix7</b>	192.168.1.8

Tabla 11. Nombre y dirección IP de los escáneres

### 5.5. Switch

Para poder añadir más elementos a una red Ethernet, o Profinet, se requiere dos switches que distribuya la información entre los diferentes equipos conectados. El modelo instalado Wieland wienet IP tiene 6 puertos TP-RJ45.



Figura 95. Switch Wieland

Tiene una velocidad de transferencia de 1000Mbps con negociación automática, es decir no hay que programarle prioridades ni asociarle una dirección IP. Posee seis puertos TP-RJ45 donde se creará la red PROFINET entre la CPU del PLC S7-1512C-1PN, la periferia descentralizada ET ST200 SP IM155 y el resto de los escáneres Matrix220. Va montado sobre carril DIN para colocarlo en el cuadro eléctrico, tiene un índice de protección IP40, además tiene dos entradas de fuente de alimentación.

En la siguiente imagen se muestra la red PROFINET.

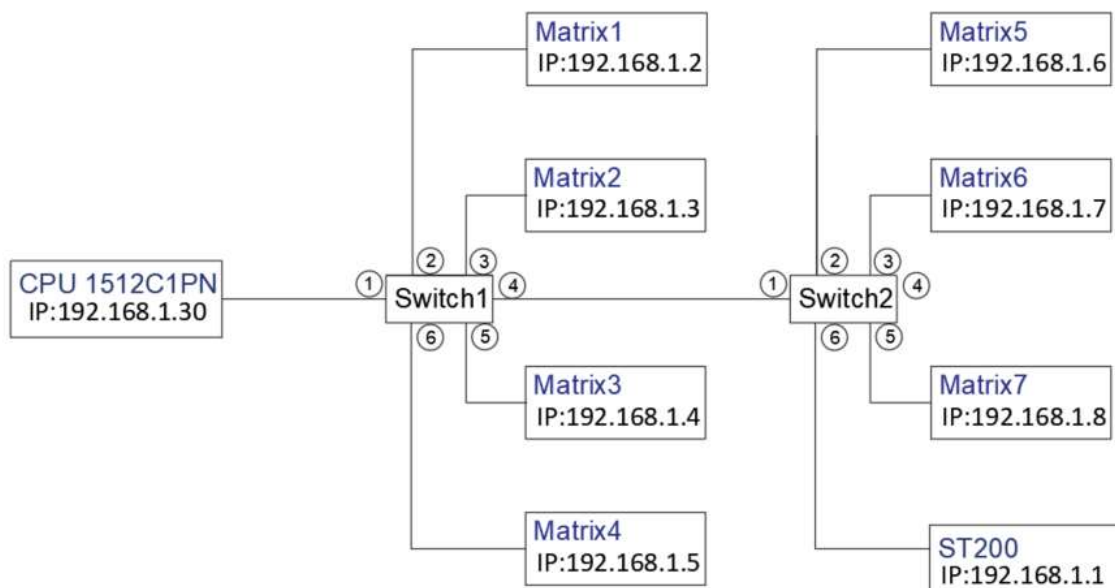


Figura 96. Red Profinet

## CAPÍTULO 6: HARDWARE Y SOFTWARE UTILIZADO

### 6.1 Hardware

Se ha seleccionado dentro de la marca Siemens el PLC S7-1512C-1PN, debido a que dentro de la gama de los S7-1500 es el que cumplen todas nuestras necesidades.

A continuación, detallamos las características generales del modelo S7-1500 para posteriormente detallar la CPU 1512C-1PN seleccionada.

#### 6.1.1 S7-1500

El S7-1500 es, hoy en día, el autómata de más altas prestaciones de la marca alemana. Salió al mercado aportando importantes innovaciones, así como para sustituir tanto al S7-300 como al S7-400. Esta sustitución se está acometiendo según estaba previsto muy paulatinamente, de hecho, la coexistencia de los tres controladores se prolongará durante más de una década.



Figura 97. S7-1500

A continuación, se van a presentar una serie de propiedades, funcionalidades, etc., la mayoría extrapolables también al resto de controladores de la familia S7 y algunas propias del S7-1500, detallándolas en cada caso.

#### Tipos de CPU

Dentro de cada serie de PLCs cualesquiera, existen diferentes tipos de CPU, por ello, la descripción de esta tendrá un formato numérico y de siglas. El significado de estas para el S7-1500, aunque extrapolable al resto de controladores, será el siguiente:

Tómese como ejemplo la nomenclatura del S7-1518-3PN/DP.

Las siglas S7 indican que el controlador pertenece a la familia S7. Después del guion se encuentran las siglas de la serie de CPU, en este caso al ser un 1500 aparece un 15 y seguido de este, las dos últimas cifras que indican la potencia del PLC. En el 1500 hay disponibles los siguientes: 1511, 1512, 1513, 1515, 1516, 1517 y 1518, siendo el de mejores características en lo que respecta a velocidad del procesador, así como memoria del PLC, el 1518 y el de menor rendimiento el 1511.

Tras el guion aparece un número, el cuál indicará el número de interfaces de comunicación simultáneas.

Las siglas PN corresponden a PROFINET, y las siglas DP a PROFIBUS, esto indica que este controlador, puede tener ambas redes de periferia.

La letra “C” Indica que la CPU es compacta, eso quiere decir que el módulo incluye además del procesador, señales digitales y analógicas, tanto de entrada como de salida. Suele ser bastante interesante adquirir este tipo de controlador, dado que saldrá más económico que los módulos por separado.



*Figura 98. S7-1518-3PN/DP*

La letra “F” (Fail-safe), o lo que viene a significar que la CPU cumple con la máxima categoría de seguridad, y por tanto este controlador, podría contener el programa a prueba de fallos o de seguridad. Esto es posible gracias a que internamente la CPU cuenta con dos procesadores, los cuales se encargan, uno de realizar las operaciones programadas y el otro las operaciones inversas, con ello internamente el PLC realiza la comparación cruzada de las operaciones seguras y garantiza una tasa de fallos ínfima. Las CPUs con esta posibilidad siempre van a tener un identificador en amarillo además de la F para distinguirlas del estándar.

La letra “T” (Tecnológica), este tipo de CPUs permiten realizar controles muy avanzados de lazo cerrado, además poseen la capacidad de gestionar unas interrupciones especiales

para la gestión de aplicaciones con control de movimiento, refiriéndose con ello en mayor medida a las que necesitan conocer la posición exacta en la que se encuentra el sistema de control de movimiento parametrizado desde el PLC.

Una novedad muy importante que ofrece el S7-1500, es el display disponible para acoplar en el frontal de la CPU, con él se podrán realizar tareas de diagnóstico y mantenimiento sin necesidad de transportar un ordenador a pie de máquina. Cabe destacar que hay dos formatos de display, los cuales ofrecen las mismas posibilidades de configuración y visualización, pero uno tiene unas dimensiones superiores, dado que las CPUs a partir de la 1515 son más anchas.

### **Módulos de ampliación**

Se conoce como bastidor al conjunto de módulos configurados en un sistema y que se encuentran físicamente conectados “tarjeta a tarjeta”, es decir, no a través de ningún interfaz de comunicaciones (DP o PN), ya que ese sería otro bastidor.

A la hora de conectar todos los módulos, es necesario un soporte sobre el que fijar estos. En los sistemas S7-300 se coloca un soporte metálico, conocido como perfil soporte; en cambio con S7-400 se utilizan los bastidores comunicables, los cuales no hacen únicamente la función de fijar las tarjetas sino también las labores tanto de alimentación como de comunicación con el resto de los módulos. Gracias a ello, el S7-400 permite la extracción e inserción de una tarjeta del bastidor central con la CPU en funcionamiento, dicha funcionalidad es también conocida como extracción en caliente o “hot swapping”.

Es importante este dato dado que el S7-1500 funciona ahora mismo como si de un S7-300 se tratara, es decir, no dispone de un bastidor comunicable, con lo cual cada tarjeta tiene en su parte trasera un conector que comunica con la siguiente. Además, cabe destacar la diferencia de velocidad de comunicación entre las tarjetas del S7-300/S7-400 y el S7-1500 dado que el bus trasero de este es mucho más rápido (187,5kbps frente a 100Mbps).

Independientemente de si se dispone de un perfil soporte o bastidor comunicable, es necesaria una fuente de alimentación para alimentar todos los módulos, la diferencia ahora con S7-1500 es que se podrá configurar más de un módulo de alimentación y que desde TIA Portal aparecerá el balance de suministro y consumo. Esta es la información de la potencia disponible en el sistema, la cual dependerá de la potencia suministrada

(existen diferentes tipos de fuentes de alimentación) así como de los módulos configurados, dado que cada uno tendrá un consumo.

El bastidor de un S7-1500 puede tener hasta un máximo de 32 módulos, donde las tarjetas de alimentación (PM/PS) se configurarán en los lugares 0 y a partir del 2 (en el caso de necesitar más módulos de alimentación), dado que el segundo lugar es para la CPU. A estos lugares del bastidor, se les conoce como slots.

Además de la tarjeta (o tarjetas) de alimentación y de la CPU, el resto de los módulos de ampliación pueden ser de diferentes tipos:

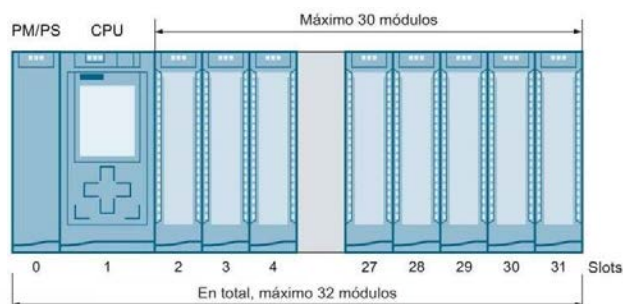


Figura 99. Módulos de ampliación

- Módulos digitales (DI, DQ, DI/DQ): Tarjetas donde se cablean las señales digitales de la instalación. Estas pueden ser sólo de entradas, sólo de salidas o de entradas/salidas. Existen diferentes tipos dependiendo del número de señales, de 16 o 32 en el caso de las entradas; 8, 16 o 32 si se trata de una tarjeta de sólo salidas, y de 16 entradas con otras tantas salidas en el caso de un módulo mixto.
- Módulos analógicos (AI, AQ, AI/AQ): Al igual que con las digitales existen entradas, salidas o entradas/salidas y por lo general con 8 señales cada una. Tienen diferentes opciones de configuración dependiendo del tipo de tarjeta.
- Módulos tecnológicos (TM): Son tarjetas con entradas y salidas controladas por tiempo para funciones de conmutación precisas, con tiempos de respuesta muy pequeños (unos pocos microsegundos). Un ejemplo de aplicación sería la de controlar el número de pulsos que proporciona el captador de un motor, para con ello saber el punto en el que se encuentra este equipo.
- Módulos de comunicación (CM/CP): Además del interfaz o interfaces de comunicación existentes en la CPU, también es posible agregar módulos para el intercambio de datos en otras subredes. Por ello se dispone de tarjetas para poder



comunicar a través de puerto serie RS232, RS422, RS485, MODBUS RTU, además de PROFIBUS y PROFINET. También es posible agregar tarjetas para comunicación inalámbrica, estando disponibles módulos cliente y punto de acceso.

### Leds del S7-1500

El estado en el que se encuentra la CPU se puede consultar en el display, además en el frontal del PLC se dispone de tres LEDs independientes que mostrarán la misma información que el propio display:



Figura 100. LEDs CPU

- El primero de la izquierda corresponde al LED de estado de la CPU, las opciones de visualización serían las siguientes:

- CPU en RUN (en ejecución), lucirá en verde fijo.
- CPU arrancando (transición de STOP – RUN), parpadeo alternativo de naranja a verde.
- CPU en STOP (sin ejecución de programa), lucirá en naranja fijo. Realizando actualización de firmware, parpadeo en naranja.

- El segundo LED corresponde al de Error:

- Cuando la CPU detecte un error este LED parpadeará en rojo.

- El tercer LED corresponde al de MAINT:

- Este lucirá fijo cuando un módulo requiera una labor de mantenimiento, como por ejemplo realización de un cableado de comunicación coherente a la configuración parametrizada.
- Si este parpadea en naranja, indica que se ha completado la actualización de firmware.



### 6.1.2 S7-1512C-1PN

En nuestro caso hemos elegido el PLC S7-1512C-1PN, debido a que dentro de la gama de los S7-1500 es el que cumplen todas nuestras necesidades, tanto en memoria velocidad y comunicación.

Se trata de una CPU estándar diseñada para aplicaciones medianas y grandes.

CPU	Segmento de potencia	Interfaces PROFIBUS	Interfaz PROFINET IO RT/IRT	Interfaz estándar PROFINET	Memoria de trabajo	Tiempo de ejecución de operaciones con bits
1511-1 PN	CPU estándar para aplicaciones pequeñas y medianas	--	1	--	1,15 Mbytes	60 ns
1513-1 PN	CPU estándar para aplicaciones medianas	--	1	--	1,8 Mbytes	40 ns
<b>1515-2 PN</b>	<b>CPU estándar para aplicaciones medianas y grandes</b>	--	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>3,5 Mbytes</b>	<b>30 ns</b>
1516-3 PN/DP	CPU estándar para tareas de comunicación y aplicaciones exigentes	1	1	1	6 Mbytes	10 ns
1517-3 PN/DP	CPU estándar para tareas de comunicación y aplicaciones exigentes	1	1	1	10 Mbytes	2 ns
1518-4 PN/DP	CPU estándar para aplicaciones de alto rendimiento, tareas de comunicación exigentes y tiempos de reacción mínimos	1	1	2	24 Mbytes	1 ns
1511F-1 PN	CPU de seguridad para aplicaciones pequeñas y medianas	--	1	--	1,23 Mbytes	60 ns
1513F-1 PN	CPU de seguridad para aplicaciones medianas	--	1	--	1,95 Mbytes	40 ns
1515F-2 PN	CPU de seguridad para aplicaciones medianas y grandes	--	1	1	3,75 Mbytes	30 ns
1516F-3 PN/DP	CPU de seguridad para tareas de comunicación y aplicaciones exigentes	1	1	1	6,5 Mbytes	10 ns

CAPÍTULO 6: HARDWARE Y SOFTWARE UTILIZADO

1517F-3 PN/DP	CPU de seguridad para tareas de comunicación y aplicaciones exigentes	1	1	1	11 Mbytes	2 ns
1518F-4 PN/DP	CPU de seguridad para aplicaciones de alto rendimiento, tareas de comunicación exigentes y tiempos de reacción mínimos	1	1	2	26 Mbytes	1 ns

Tabla 12. Características CPUs del S7-1500

El hardware de la CPU 1512C-1 PN se compone de un componente de CPU, así como de la periferia analógica integrada (X10) y la periferia digital integrada (X11 y X12). Para la configuración en el TIA Portal, la CPU compacta ocupa un slot común (slot 1).


	
Características	CPU 1512C-1PN
Interfaces PROFINET	1
Memoria de trabajo (para programar)	250KB
Memoria de trabajo (para datos)	1Mb
Tiempo de ejecución de operaciones con bits	48ns
Entradas/salidas analógicas	5entradas/2salidas
Entradas/salidas digitales	32entradas/32salidas
Contactores rápidos	6

Tabla 13. Características CPU 1512C-1PN

## CPU S7 1512C-1PN



Figura 101. CPU 1512-1PN

La CPU 1512C-1 PN tiene las siguientes características técnicas:

### **Comunicación:**

La CPU 1512C-1 PN tiene una interfaz PROFINET (X1) con dos puertos (P1 R y P2 R). Además de la funcionalidad básica de PROFINET, también soporta PROFINET IO RT (Realtime) e IRT (Isochronous Realtime), es decir, la interfaz permite la comunicación PROFINET IO o la configuración en tiempo real. El puerto 1 y el puerto 2 también pueden utilizarse como puertos en anillo para el diseño de topologías en anillo redundantes en Ethernet (redundancia de medio).

La funcionalidad básica de PROFINET soporta la comunicación HMI, la comunicación con el sistema de configuración, la comunicación con una red de nivel superior (backbone, router, Internet) y la comunicación con otra máquina o célula de automatización.

### **Servidor web integrado:**

En la CPU hay un servidor web integrado. Con el servidor web puede leerse la siguiente información:

- Página de inicio con información general de la CPU
- Datos de identificación
- Contenido del búfer de diagnóstico
- Consulta de los estados de la periferia analógica y digital integrada y de los módulos enchufados adicionalmente
- Avisos (sin posibilidad de confirmación)

- Información sobre la comunicación
- Topología PROFINET
- Estado de variables
- Tablas de observación
- Carga de la memoria
- Páginas de usuario
- DataLogs.

**Tecnología soportada:**

Contaje, medición, lectura de posición: En la CPU están integradas las funciones tecnológicas de contaje rápido, medición y lectura de posición para Motion Control.

Motion Control: La funcionalidad Motion Control soporta ejes de velocidad, ejes de posicionamiento, ejes sincronizados y encoders externos, así como bloques PLCopen para programar la funcionalidad de control de movimiento.

Funcionalidad de regulación integrada

- Regulador PID universal
- Regulador paso a paso de 3 puntos/regulador de válvulas con optimización integrada
- Regulador de temperatura integrado

**Funcionalidad Trace:**

La funcionalidad Trace soporta la búsqueda de errores y la optimización del programa de usuario, en especial en aplicaciones de regulación o Motion Control.

**Diagnóstico de sistema integrado:**

Los avisos del diagnóstico de sistema los genera automáticamente el sistema y se visualizan en una programadora/un PC, un panel HMI, el servidor web o el display integrado. El diagnóstico de sistema también está disponible cuando la CPU se encuentra en estado operativo STOP.

**Seguridad integrada:**

- Protección contra copia

La protección contra copia vincula los bloques de usuario al número de serie de la SIMATIC Memory Card o de la CPU. Los programas de usuario no pueden ejecutarse sin la correspondiente SIMATIC Memory Card o la CPU.

- Protección de know-how

La protección de know-how protege los bloques de usuario frente a accesos y modificaciones no autorizados.

- Protección de acceso

Una protección de acceso avanzada ofrece una excelente protección frente a cambios no autorizados de la configuración. Mediante niveles de autorización se otorgan derechos a diferentes grupos de usuarios por separado.

- Protección de la integridad

El sistema protege los datos transferidos a la CPU frente a manipulaciones. La CPU detecta datos de ingeniería erróneos o manipulados.

**Periferia analógica integrada.**



*Figura 102. Periferia analógica integrada*

La periferia analógica integrada (X10), tiene las siguientes características técnicas.

- 5 entradas analógicas
- Resolución 16 bits incl.
- Tipo de medición Tensión ajustable para los canales 0 a 3
- Tipo de medición Intensidad ajustable para los canales 0 a 3
  - Tipo de medición Resistencia ajustable para el canal 4

- Tipo de medición Termorresistencia ajustable para el canal 4
  - Diagnóstico parametrizable (por canal)
  - Alarma de proceso al rebasar límites ajustable canal por canal (dos límites respectivamente: superior e inferior)
- Salidas analógicas.
- 2 salidas analógicas
  - Resolución: 16 bits incl.
  - Selección de salida de tensión canal por canal
  - Selección de salida de intensidad canal por canal
  - Diagnóstico parametrizable (por canal)

### Periferia digital integrada



*Figura 103. Periferia digital integrada*

La periferia digital integrada tiene las siguientes características técnicas:

#### Entradas digitales:

- 32 entradas digitales rápidas para señales hasta máx. 100 kHz. Las entradas se pueden utilizar como entradas estándar y como entradas para funciones tecnológicas.
- Tensión nominal de entrada 24 V DC
- Adecuadas para interruptores y detectores de proximidad a 2, 3 o 4 hilos
- Diagnóstico parametrizable
- Alarma de proceso ajustable (por canal)

### Salidas digitales

- 32 salidas digitales, de las cuales 8 salidas pueden utilizarse como salidas rápidas para funciones tecnológicas. Las salidas se pueden utilizar como salidas estándar y como salidas para funciones tecnológicas.
- Tensión nominal de salida 24 V DC
- Intensidad nominal de salida. Como salida para el modo estándar 0,5 A por canal, como salida para función tecnológica 0,1 A por canal.
- Adecuadas para electroválvulas, contactores de corriente continua y lámparas de señalización
- Diagnóstico parametrizable

#### **6.1.3 Periferia descentralizada, ST200 SP IM155 6PN-ST**

Para disponer de más entradas y salidas digitales y facilitar el cableado de los sensores y actuadores alejados de la ubicación del PLC, se hace uso de un sistema de periferia descentralizado ET 200SP IM155 6-PN-TS con capacidad para añadir 32 módulos de periferia, tiene las siguientes características técnicas:

- Conecta el sistema de periferia descentralizada ET 200SP con PROFINET IO
- Tensión de alimentación 1L+ 24 V DC (SELV/PELV). El conector de enchufe está incluido en el volumen de suministro del módulo de interfaz.
- Conexión de PROFINET IO mediante BusAdapter seleccionables para conectores de bus RJ45 (BA 2×RJ45) o para la conexión directa del cable de bus (BA 2×FC)
- Uso de módulos de seguridad (fail-safe).



*Figura 104. ST200 SP IM155 6PN-ST*

Los módulos de entradas y salidas digitales utilizados serían:

- 6ES7 131-6BH01-0BA0. SIMATIC ET 200SP, módulo de entradas digitales, DI 16x 24V DC Standard, tipo de entrada 3 (CEI 61131),
- 6ES7 132-6BH01-0BA0. SIMATIC ET 200SP, módulo de salidas digitales, DQ 16x 24V DC/0,5A Standard, Source Output (PNP,manioobra p).



Figura 105. Módulo DI/DO

- S6ES7193-6BP00-0DA0. BaseUnit BU-15-P16+A0+2D para ET 200SP, para interconectar las tarjetas de entradas y salidas digitales con el ET 200SP y los sensores ya



Figura 106. Zócalo para módulos

## 6.2 Software

El software que se va a utilizar en este trabajo es el TIA Portal V16 (Totally Integrated Automation) de Siemens.

TIA Portal es el software de ingeniería de Siemens para la planificación, programación y diagnóstico de los controladores SIMATIC, pantallas de visualización y accionamientos SIMATICS de última generación. Para ellos TIA Portal incorpora las últimas versiones de SIMATIC STEP7, WinCC y Startdrive. La unificación de estas herramientas es un solo software permite un aprendizaje más rápido gracias al uso de una interfaz común, la posibilidad de realizar modificaciones que se actualizan automáticamente en todos los



equipos afectados gracias a bases de datos comunes, lo cual también elimina errores debido a inconsistencias entre bases de datos de los distintos equipos, entre otras ventajas.

## STEP7

Es la herramienta principal con la cual se realiza tanto la configuración hardware como la programación de los controladores.

## WinCC

Es la Herramienta de Siemens desde la cual se configura la visualización del estado de la planta, ya sea desde pantallas HMI (del inglés “Human Machine Interface”) o PC (del inglés “Personal Computer”). Por un lado, se realiza la configuración hardware de los componentes de visualización y por otro la programación, desde esta última el operador podrá interactuar con la máquina/sistema.

## Startdrive

La herramienta Startdrive, es mediante la cual se realiza la configuración hardware y parametrización de los elementos de control de movimiento de Siemens.

### 6.2.1 TIA Portal

Al abrir el software se observa la vista de portal.

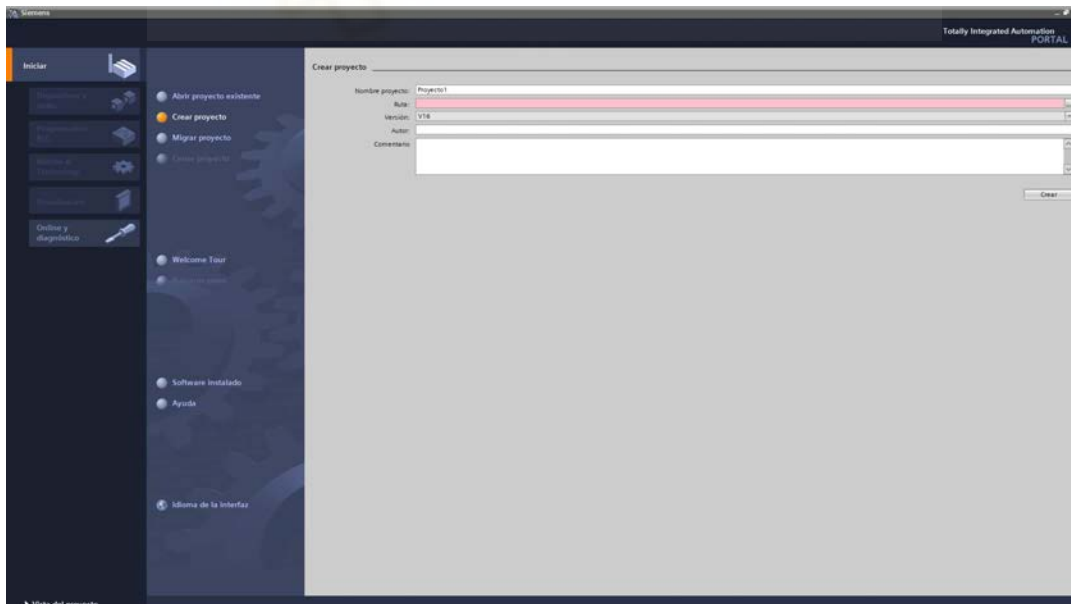


Figura 107. Vista del portal

Las opciones de la izquierda son las denominadas portales, una primera vez y sin haber creado un proyecto, sólo estarán disponibles los portales iniciar y online y diagnóstico.

## CAPÍTULO 6: HARDWARE Y SOFTWARE UTILIZADO

Desde este último es posible realizar una conexión online con un dispositivo sin necesidad de crear un proyecto. Esta opción es muy interesante, por ejemplo, para observar el estado en que se encuentra la instalación y realizar el diagnóstico pertinente en caso de un comportamiento inesperado.

Seleccionando “iniciar” es posible crear un nuevo proyecto, abrir un proyecto ya existente en el ordenador, comprobar qué paquetes de software hay instalados, así como cambiar el idioma de visualización del software.

Para cambiar a la vista del proyecto existen varias opciones, una primera vez y sin ningún dispositivo añadido, se selecciona la opción “vista del proyecto”, mostrada en la parte inferior izquierda. Esta opción aparecerá siempre por defecto y conmutará la visualización del entorno se tenga o no un proyecto creado, dado que es posible su creación desde la vista del proyecto.

El resto de las opciones del portal estarán disponibles al tener un proyecto abierto y será para acceder o crear las diferentes opciones. Estas tareas también se pueden realizar desde la vista del proyecto.

Como podremos observar en la siguiente imagen en la vista del proyecto se van a observar diferentes zonas.

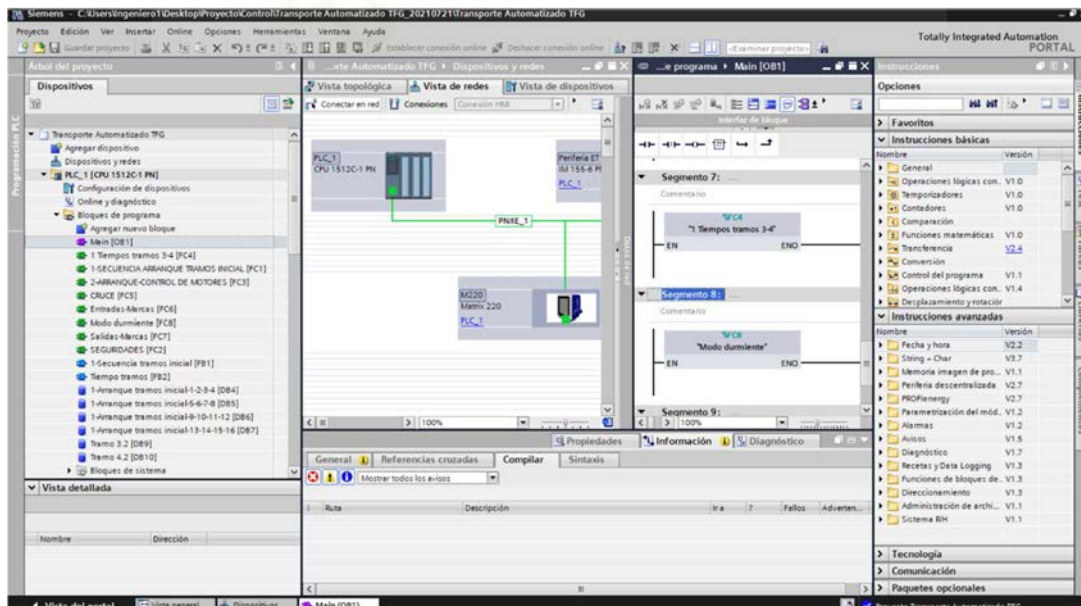
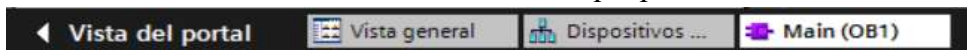


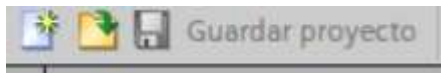
Figura 108. Vista del proyecto

En la parte inferior se encuentran los accesos directos que permiten cambiar la vista del portal.



En la parte superior se encuentra una serie de funciones agrupadas por funcionalidades:

- La gestión de proyectos. Donde se podrá crear un proyecto nuevo, abrir un proyecto previamente creado, guardar el proyecto sobre el que se está trabajando e imprimir los datos seleccionados de cara a poder documentar el mismo.



- La gestión de archivos. Para manipular elementos dentro de la zona de edición; cortar, copiar, pegar, eliminar, además de las “flechas” para deshacer y rehacer.



El resto de los iconos son propios del TIA Portal los cuales estas predeterminados para la gestión de los dispositivos.

- Gestión de dispositivos.



- 1º Compilar: comprueba que la programación y/o configuración es totalmente coherente y segura para poder establecer en un dispositivo. Es una especie de filtro para no cargar errores a los equipos.
- 2º Cargar al dispositivo: una vez que se ha comprobado con la opción anterior que es correcta la configuración, es posible enviar a un dispositivo determinado. Por ello será necesario seleccionar dicho dispositivo en el árbol de proyecto y luego pulsar sobre esta opción.
- 3º Cargar del dispositivo al ordenador: esta opción no se encuentra disponible para todos los dispositivos. Serviría, para traer al proyecto los cambios de programa que se hayan podido cargar desde otro ordenador.
- 4º Simulación: esta opción tampoco está disponible para todos los dispositivos. Permitirá simular un PLC o una pantalla, de cara a probar la programación de estos. Resulta de gran ayuda dado que la carga sobre los dispositivos en las configuraciones que se utilizan en la realidad no es tan rápida como se quisiera y con esta opción no sería necesario realizarla

hasta la fase de puesta en marcha, además de no tener que disponer del hardware para realizar pruebas.

- 5º Arrancar runtime: opción solo disponible en el caso de que se disponga de una licencia advanced de WinCC y, además, se configure una runtime sobre un PC. Este sería el botón que haría que se arranque la visualización.

- Conexiones.



Servirán para establecer conexión online y deshacer conexión online, servirían para conectar o desconectar, respectivamente, con el dispositivo seleccionado en el árbol del proyecto

- Accesibilidad.



- 1º Nodos accesibles: se mostrará un cuadro de diálogo, donde es posible seleccionar a través de qué protocolo se va a realizar una búsqueda de dispositivos. Con ello se comprueban las direcciones de estos, además de si es posible realizar la comunicación.
- 2º arrancar la CPU: servirán para arrancar el PLC desde el software, esto es interesante para no tener que abrir el armario donde está instalado el PLC y cambiar el selector del modo.
- 3º parar la CPU: servirán para parar el PLC desde el software.

- Referencias cruzadas.



Seleccionando una variable o bloque, muestra en la ventana de propiedades un listado indicando los puntos donde se utiliza dicho elemento, además de indicar si se accede en modo de lectura o escritura.

Dividiendo la pantalla en tres zonas:

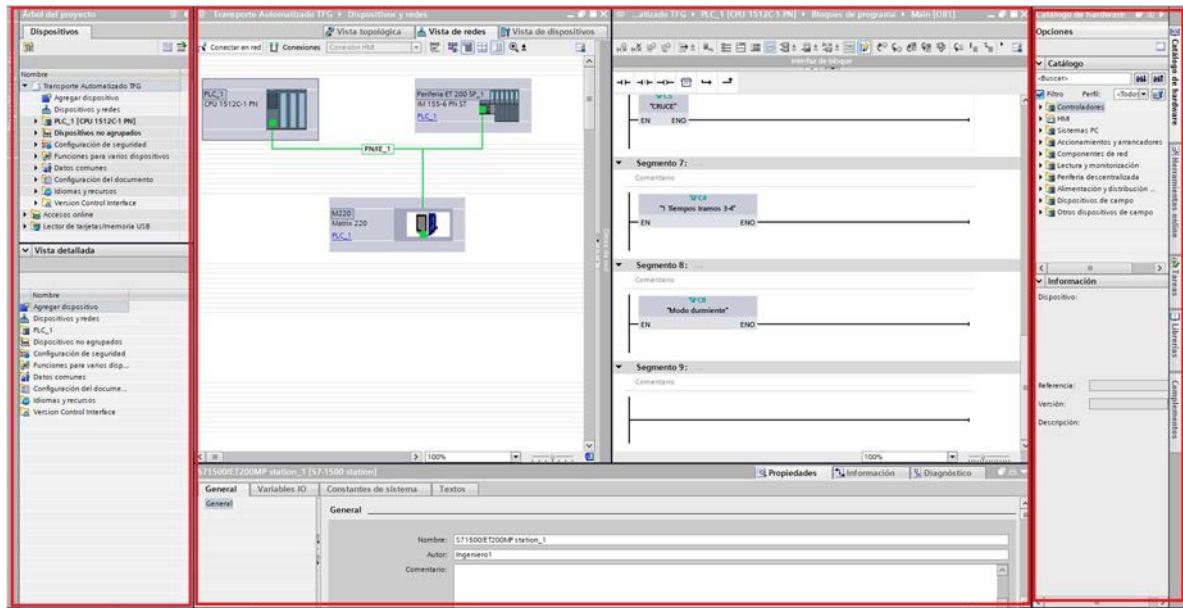


Figura 109. Zona de trabajo y propiedades

En la columna de la izquierda se observa “árbol del proyecto”, donde aparecen todos los dispositivos existentes, seleccionando cualquiera de ellos se desplegará las diferentes opciones, variaran dependiendo del tipo de dispositivo.

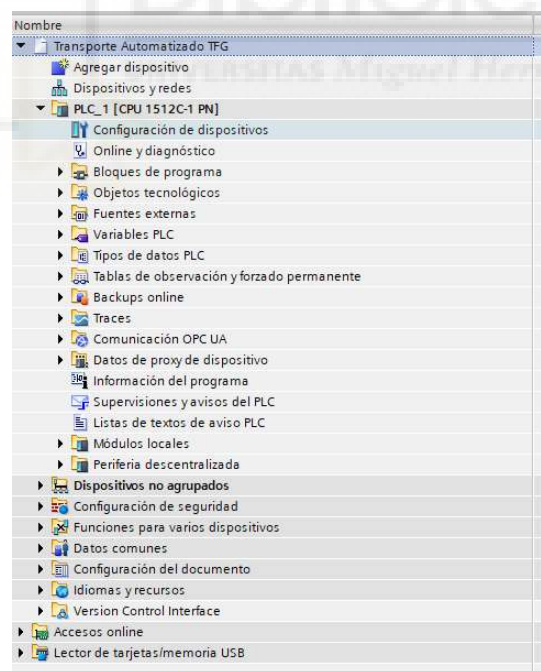


Figura 110. Árbol de proyecto

Vamos a detallar algunas de los dispositivos más importantes dentro del árbol del proyecto, que se van a utilizar a la hora de realizar la programación de nuestro PLC.

- Configuración de dispositivos: Se realizará la configuración hardware del equipo, en este caso del bastidor, donde se añadirán las diferentes tarjetas de señales y elementos de comunicaciones de los que se disponga. Así haciendo doble clic aquí, se mostrará en la zona central del software, el bastidor, y en la zona derecha, el portafolio completo de tarjetas disponibles para este hardware en concreto, de cara a configurar el mismo. En el posterior diseño del proyecto se realizará una configuración.
- Online y diagnóstico: Para conectar con el equipo, en la parte central del software se muestra la zona de diagnóstico, con información relevante sobre el comportamiento del equipo, el cual registrará todos los eventos que sucedan en el autómata. De esta manera se observarán los fallos que sucedan en el mismo, así como sus causas.
- Bloques de programas: Para crear los diferentes bloques de programa, los cuales definirán el comportamiento del autómata. En el posterior diseño se realizará una configuración.
- Objetos tecnológicos: Para implementar diferentes funciones tecnológicas en el PLC, como: control de ejes, controles PID o contadores rápidos, de esta manera se dispondrá de unas librerías que variarán dependiendo del controlador utilizado.
- Fuentes externas: Para exportar fuentes de lenguaje de instrucciones (AWL), programación de alto nivel (SCL), bloques de datos (DB), así como tipos de datos definidos por el usuario (UDT), creadas con STEP7 clásico.
- Variables del PLC: Para visualizar todas las variables del PLC con su direccionamiento y símbolo asociado. Cada vez que se añade una variable en el programa se le asigna un nombre por defecto, el cual se puede modificar, también se pueden crear diferentes tablas para que sea más cómodo editar y/o buscar en las mismas.
- Tipo de datos PLC: Para crear diferentes tipos de datos, estructuras, etc. De acuerdo con las necesidades de cada programa.
- Tabla de observación y forzado permanente: Para crear tablas dónde se añaden las variables y así visualizar los valores en los que se encuentran.

- Backups online: Para realizar copias de seguridad no editables del controlador. Estas copias habría que realizarlas estando online con el equipo, además tendrán una descripción, por defecto la fecha y hora en la que se ha realizado.
- Traces: Para registrar la variación del estado de señales en graficas.
- Información del programa: Para visualizar diferente información.
- Estructura de llamadas: Muestra la jerarquía de los bloques en la ejecución del programa.
- Estructura de dependencias: Muestra los bloques del programa y los bloques que los utilizan.
- Plano de ocupación: Muestra las zonas de memoria del PLC.
- Datos de proxi de dispositivos: Para crear diferentes plantillas y poder compartir bloques de datos, objetos tecnológicos, tablas de variables o avisos de la CPU.
- Comunicación OPC UA: Es una arquitectura de comunicación a nivel industrial multiplataforma y abierto. En el posterior diseño se realizará una configuración.

Debajo del árbol del proyecto se encuentra la “vista detallada” en la cual se accede a las diferentes señales existentes en el proyecto.

La zona central muestra, por un lado, en la parte superior, la conocida como zona de trabajo o de edición, la cual irá cambiando al ir haciendo doble clic sobre los diferentes elementos del árbol de proyecto. Esta será la zona de configuración del hardware, de las redes y la zona de programación.

Siguiendo en la zona central, pero en la parte inferior, se encuentra la llamada ventana de inspección, donde se mostrarán las propiedades de los diferentes elementos seleccionados en la zona superior (zona de trabajo). La siguiente pestaña visualiza información del sistema, como por ejemplo los errores y/o advertencias generadas al compilar un bloque de programación, una configuración o todo el proyecto. La última pestaña muestra el estado de diagnóstico, así como los mensajes de los componentes

La vista que se observa a la derecha es completamente dinámica y cambiará dependiendo de la acción que se esté realizando en la zona de trabajo; mostrando por ejemplo, las



instrucciones disponibles para agregar en un bloque de programa, el catálogo hardware disponible si se realiza la configuración de un dispositivo, el selector de modo del PLC y otra información relevante sobre la ejecución del programa, la lista de objetos, elementos y controles disponibles para agregar en la pantalla además de las opciones de cambio de idioma y la herramienta de reemplazo de textos.

### Bloques de programa

Con la configuración de cada nuevo dispositivo se crea por defecto un bloque de programa en lenguaje KOP llamado Main[OB1].

Los bloques son una especie de ficheros en los que programar. Hay diferentes bloques con características específicas. El bloque por defecto Main[OB1], pero cuando el código es extenso o tiene cierta dificultad se utilizaran los diferentes bloques de programa de diferentes tipos, facilitando la estructura y encapsulamiento de programas complejos.

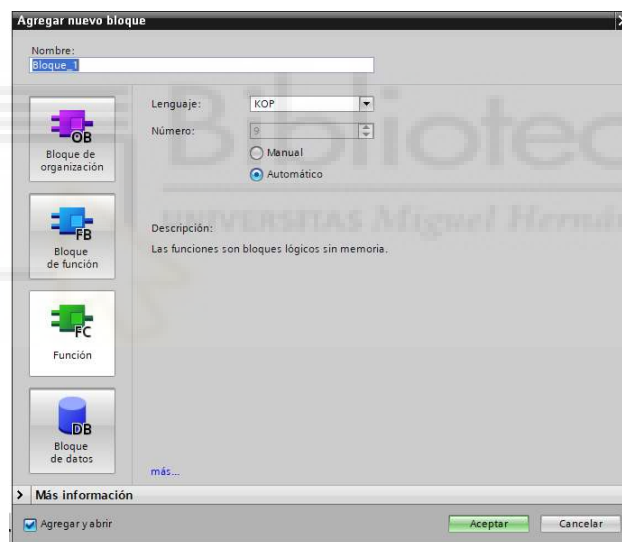


Figura 111. Agregar bloque

Los diferentes bloques de los que dispone son:

- Bloque de organización: OB.

Estos bloques representan la interfaz del sistema operativo de la CPU. Es llamado de forma cíclica y es el encargado de establecer el enlace entre el usuario con la CPU. Es el tipo de bloque principal que se encargara de llamar al resto de bloques para su ejecución.

- Bloque de datos: DB.



Es un bloque de programa en el que no se puede programar, solo almacenar datos que pueden ser leídos y modificados desde otro bloque. Los hay de dos tipos:

- DB de instancia: Se asocia a los bloques funciones y sus datos solo pueden ser modificados por estos.
- DB globales: No se asocian a ningún bloque por lo que pueden ser leídos y escritos por cualquier bloque.

- Función: FC.

Es una subrutina que nos ayuda a simplificar el ancho de un programa con las tareas repetitivas y con las secuencias y acciones que se diferencian de manera significativa del resto del programa. Su característica principal es que no dispone de memoria para almacenar datos, si se escribe algún dato dentro de ella solo servirá para esa ejecución por lo que se perderán al salir de la función.

- Bloque de función: FB.

La funcionalidad es prácticamente la misma que la de un FC, sirven para distribuir subrutinas. La diferencia la encontramos a la hora de gestionar datos. En el caso de los FB se le asigna por defecto un DB que solo puede ser modificado por el FB al que se encuentra asociado. Una vez salga del FB los datos permanecerán guardados y se volverán a cargar en cuanto se vuelva a llamar al FB

### **Lenguajes de programación**

El software admite los siguientes lenguajes de programación, para realizar la lógica de control en los diferentes bloques de la programación.

Los diferentes lenguajes de los que dispone son:

- FUP (Funkitionsplan)

Conocido como diagrama de funciones, es el lenguaje de programación gráfico que se asemeja a los diagramas de circuitos electrónicos. Los programas en este lenguaje se dividen en segmentos. La interpretación de estos se hace de izquierda a derecha. Cada segmento representa uno o múltiples circuitos lógicos formados por bloques de algebra

booleana o bloques que representan funciones más complejas. Estos bloques trabajan con las señales binarias a la entrada de estos.

- KOP (Kontaktplan)

Conocido como Esquemas de contactos, es un lenguaje de programación gráfico que se asemeja a los esquemas de circuitos eléctricos. Los programas en este lenguaje se dividen en segmentos. La interpretación de los últimos se hace de izquierda a derecha. En el margen izquierdo de cada segmento se ubica una barra de alimentación de la que parte el resto de los circuitos, representando señales binarias como contactores y funciones más complejas con cuadros. Estos contactores y funciones pueden concatenarse en serie y en paralelo. Los segmentos terminan en bobinas, que permiten modificar el estado de las salidas o variables.

- AWL (Anweisungsliste)

Conocido como lista de instrucciones, es el lenguaje de programación textual. Se corresponde con el lenguaje textual IL (Instruction List) definido por el estándar IEC 61131-3.

- SCL (Structured Control Language)

Texto estructurado. Es una variación del lenguaje de programación Pascal. Es un lenguaje más versátil y útil para programas complejos. Está utilizándose cada vez más gracias a que el desarrollo podría reutilizarse independientemente del hardware que se haya montado.

Un punto muy a favor de este lenguaje es que con la integración global que se ha comentado vive a día de hoy la industria, los profesionales inmersos en ella son cada vez más versátiles y multidisciplinarios, así, por ejemplo, si alguien está acostumbrado a programar cualquier otro sistema con un lenguaje de alto nivel (C, Pascal...), no le supondría tanto esfuerzo empezar a trabajar con controladores.

- SFC

Sequential Function Chart (o Grafcet). Es un lenguaje desarrollado para procesos secuenciales. Se suele utilizar en cadenas de montaje de modo que cada estado es una estación.

Este lenguaje es muy interesante para el personal de mantenimiento dado que se identifica al instante en qué etapa se encuentra el equipo, qué acciones tiene que realizar, si estas las ha finalizado, además de la lógica de transición a la siguiente etapa.

Es un lenguaje de programación gráfico a semejanza del modelo de representación de sistemas secuenciales GRAFET. Un programa en GRAPH se divide en una o varias cadenas secuenciales. Cada cadena está formada por etapas, siendo necesario definir una etapa como etapa inicial, que es la etapa que se activa cuando se inicializa la cadena. Dentro de cada etapa se programan acciones, las cuales se ejecutan solamente cuando la etapa está activa. El flujo secuencial de la cadena está determinado por las transiciones, a cada etapa va vinculada una transición que presenta una serie de condiciones que en caso de cumplirse desactivan la etapa activa y el programa procede a la siguiente etapa. Las etapas no se procesan necesariamente de forma lineal, ya que también se permiten el uso de ramas alternativas y simultáneas. Las ramas pueden volver a converger en una sola, pero es necesario que se cumplan las condiciones de las transiciones de todas las ramas en el punto de convergencia para que el programa prosiga a la etapa siguiente.

### 6.2.2 Red Profinet

Para la comunicación y transmisión de datos entre los distintos elementos de los que consta el proyecto se ha empleado una red basada en PROFINET.

Como se ha comentado anteriormente es la más utilizada en entornos industriales. Los motivos de su elección son debido a un cableado más robusto y conexiones con mecanismos de enganche más seguros, debido a las condiciones de temperatura, vibraciones y ruido presentes en un ambiente industrial.

Una de las características más importantes que favorece enormemente el uso de este protocolo de comunicación en la industria es el determinismo. Una red determinista es aquella en la que los paquetes de datos son enviados en momentos específicos, sin pérdida de datos y cuya transmisión estará garantizada en un tiempo dado.

En el proyecto se configuró la red PROFINET PN/IE\_1 que comunica la CPU del automatismo, la periferia descentralizada y los escáneres. A cada elemento de la red va asignada una dirección IP y un nombre específico que identifica a cada dispositivo de forma inequívoca dentro de la misma.

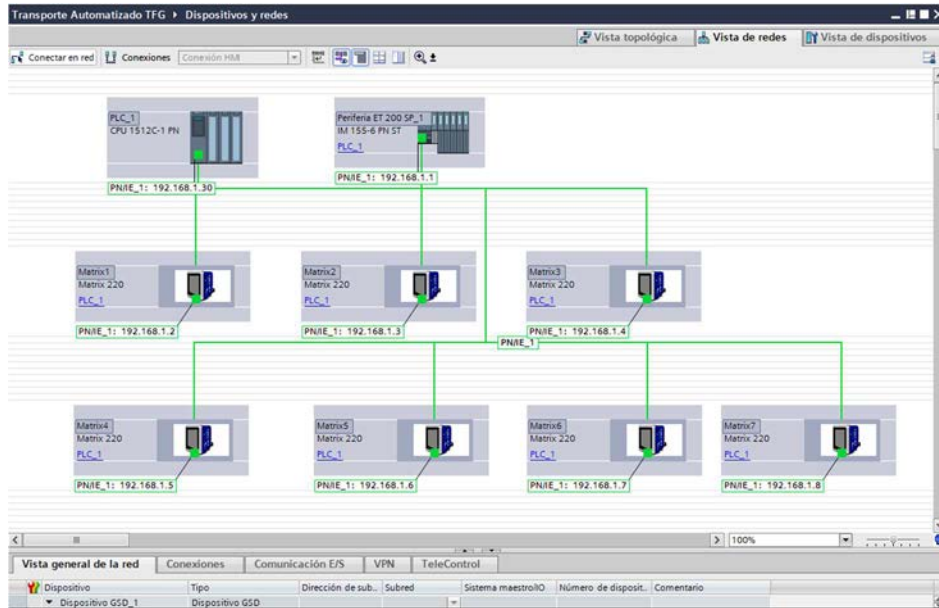


Figura 112. Vista de redes

### Cables de comunicación.

Para la comunicación entre PLC , PC y los elementos de la periferia hemos utilizado cable Ethernet de Categoría 6, a través del protocolo Profinet.

Las características técnicas de este cableado son:

- Conector RJ45 según estándar IEC 60603-7-3.
- Protección IP65/67.
- Conector Push Pull.
- AWG 22 a 24 sólido o multifilar con apantallamiento.

Versión cables 4 pares			
Diseño	Tipo A	Tipo B	Tipo C
Tipo de instalación	Instalación fija. Ningún movimiento después de instalación	Uso flexible, movimiento ocasional o vibración	Uso extra flexible, movimiento permanente, vibración o torsión
Formación del conductor	AWG23/4	AWG23/7	AWG24/...
Diámetro exterior cable	5,5 ± 9,0mm		Aplicación específica
Coloración cubierta	Verde (RAL 6018)		Aplicación específica
Coloración conductores	Blanco/(naranja), Naranja Blanco/(Verde), Verde Blanco/(Azul), Azul Blanco/(Marrón), Marrón		
Diseño del cable	4 pares		
Retardo señal entre pares	<=20ns/100m		
Apantallamiento	Encintado aluminio + trenza de cobre		Aplicación específica



Figura 113. Cable Profinet

### 6.2.3 OPC UA

La comunicación entre el PLC y el sistema informático se realizará mediante el sistema OPC UA.

Es una tecnología de comunicación con una arquitectura de cliente y servidor. Una aplicación actúa de servidor proporcionando datos y otra actúa como cliente leyéndolos o manipulándolos. Ello permite el intercambio de información entre múltiples dispositivos y aplicaciones de control sin restricciones o límites impuestos por los fabricantes. Un servidor OPC UA puede estar comunicándose continuamente con los PLCs de campo, RTUs, estaciones HMI, servidores en la nube u otras aplicaciones. Aunque el hardware y el software provengan de diferentes marcas comerciales, el cumplimiento del estándar OPC UA posibilita la comunicación continua en tiempo real, permitiendo el intercambio de datos entre sistemas diferentes, tanto en los niveles de proceso y producción como con sistemas de nivel de control y a nivel empresarial.

OPC UA dentro del concepto de la industria 4.0 es uno de los protocolos más importantes, los servidores OPC UA proporcionan información en forma de nodos, los cuales, pueden ser un objeto una variable o un método.

En nuestro caso, el de los PLCs, el valor que nos interesa, ya que es el que utilizaremos es el atributo “Value”, que en las variables PLC proporcionan el valor de estas.

Cuando deseamos que un servidor se comunique con un cliente este tiene que referirse a su punto final (endpoint), el cual consta de los siguientes componentes:

- Identificación para OPC: “opc.tcp”.
- Dirección IP: 192.168.1.30 (la asignada a nuestro PLC).
- Número de puerto para OPC UA: 4840 (puerto estándar, es configurable)
- Ajuste de seguridad para mensajes.

## BIBLIOGRAFÍA

- Documentación asignatura Instrumentación Electrónica.
- Documentación asignatura Automatización Industrial.
- Libro de Peciña Belmonte (2018), “Comunicaciones industriales y WinCC”, Marcombo.
- Libro de Ramon L. Yuste y Vicente Guerreo (2017), “Autómata Programables SIEMENS Grafset y Guia Gemma con TIA Portal”, Marcombo.
- Libro de Fraile Mora, J (2013), “Maquinas eléctricas”, MC Graw Hill.
- Manual Variador LM16, “QL0319\_Quick Start Manual\_LM16\_Rev0”.
- Instrucciones de operación actuador Festo, “Fest EPCS\_BS”
- Manual Matrix 220, “Datalogic-M220”.
- Manual Siemens OPC, “S7-1200 servidor OPC UA”.
- Manual Siemens S7-1500, “s71500\_cpu1512c\_1\_pn\_manual\_es-ES\_es-ES”
- Manual Siemens TiaPortal, “fc-programming-s7-1200-r1709-es”.
- Manual QElectroTech
- Norma IEC-1131, Autómatas programables.
- Reglamento electrotécnico de baja tensión (REBT)

ANEXOS 1. Coste material

**ANEXOS**

**1. Coste material**

En el presente documento se detalla el presupuesto de los elementos necesarios para dicho proyecto.

En la siguiente tabla aparece la información detallada de la cantidad de los elementos adquiridos, así como su fabricante y referencia además del coste total del mismo.

Descripción		Cantidad	Precio Unitario	Fabricante	Referencia	Coste Total
Hardware	S7-1500 CPU 1512C1PN	1	1287,74	Siemens	6ES7512- 1CK01- OABO	1287,74
	PM 1507 24V/ 3A	1	99,23	Siemens	6EP1332- 4BA00	99,23
	SIMATIC 7 MEMORY CARD 12 MBYTE	1	143,81	Siemens	6ES7954- 8LE03- 0AA0	143,81
	RAIL SIMATIC 245mm	1	28,49	Siemens	6ES7590- 1AC40- 0AA0	28,49
	SIMATIC ET 200, módulo de interfaz PROFINET	1	264,6	Siemens	S6ES7155 -6AA01- 0BN0	264,6
	Módulo electrónico de entradas digitales para ET 200SP, 16 ED	1	75,95	Siemens	S6ES7131 -6BH01- 0BA0	75,95
	BaseUnit BU15- P16+A0+2D para ET 200SP	1	23,52	Siemens	S6ES7193 -6BP00- 0DA0	23,52
	Módulo electrónico de salidas digitales para ET 200SP, 16 SD	1	75,95	Siemens	S6ES7131 -6BH01- 0BA0	75,95
	BaseUnit para ET 200SP	1	15,5	Siemens	S6ES7174 -6BP00- 0DA0	15,5
	Switch de 6 puertos	2	63,29	Datalogic	Wienet Ums 6-L	126,58

ANEXOS 1. Coste material

Magnetotérmico	Interruptor magnetotérmico 4P, 630A (c) 10KA, IC60H 4P	1	122,8	Schneider	A9F89440	122,8
	Interruptor magnetotérmico 4P, 25A (c)	1	105,28	Schneider	A9F89440	105,28
	Interruptor magnetotérmico 4P, 40A (c)	1	150	Hager sistem	MCA440	150
	Interruptor magnetotérmico 2P, 10A (c) 10KA	3	46,67	Schneider	A9F89210	140,01
	Interruptor magnetotérmico 2P, 6A (c) 10KA	2	51,015	Schneider	A9F89206	102,03
Diferencial	IID 4P 63A, 300mA AC RESIDENCIAL	1	125,299	Schneider	A9R6022 5	125,299
	IID 2P 25A 30MA AC RESIDENCIAL	4	44,08	SCHNEIDER	A9R6022 5	176,32
	IID 2P 25A 300MA AC RESIDENCIAL	3	74,08	SCHNEIDER	A9R6022 5	222,24
Contactores	Disyuntores 1.1/1,5KW, 2,5/4A 230V 50 60HZ	18	58,34	Schneider	LC1D25P 7	1050,12
Fuente 24 Vdc	Fuente de 20A, 220VAC/ 24VDC	2	124,23	Siemens	S6EP1336 -1LB00	248,46
Fusibles rearmables	SITOP PSE200U módulo de corte selectivo (4) 10A	2	97,58	Siemens	6EP1961- 2BA41	195,16
Relés	Relé SPDT, 24V DC, 6A	3	10,08	Phoenix Contact	2966171	30,24
	RELE MINIATURA LED 12A 2NANC 24VDC	1	5,22	Schneider	RXM2AB 2BD	5,22
	BASE RXM2 / 4, E/S MEZC, TORNILLO	1	3,57	Schneider	RXZE2M 114M	3,57



ANEXOS 1. Coste material

	Bobina de emisión para interruptores automáticos	1	29	Hager Sistemas	MZ203	29
Repartidor	Repartidor VIP-2/SC/PDM-2/24 MODULO VARIOFACE	1	26,5	Phoenix Contact	2315269	26,5
	Repartidor VIP-2/SC/PDM-2/32 MODULO VARIOFACE	3	35,5	Phoneix Contact	2315259	106,5
	BORNE ZDU 2.5	50	0,6196	WEIDMULLER	160851000	30,98
	REPARTIDOR DE MANIOBRA PTRV 4 /RDCOL-GR/AZ/RO/MA	20	7,595	Phoneix Contact	4046356796101	151,9
Enchufe	TOMA DE CORRIENTE 2P+T 250V	1	11,91	Schneider	A9A15310	11,91
Refrigeración cuadros	VENTILADOR FILTRO AC 92 (107) M3/H	2	22,37	IDE Electric	VF92AC	44,74
	TERMOSTATO DOBLE NC-NA	2	16,225	IDE Electric	TD03	32,45
	REJILLA DE FILTRO 123X123	2	5,888	IDE Electric	RF123	11,776
Elementos de campo	Baliza Verde/Roja	1	20,61	Werma	Werma KombiSI GN 71	20,61
	Conector M12, fotocélula	30	6,86	Hirschmann	933139100 ELKA 4012	205,8
	Fotocélula autorreflexiva PNP, 4 contactos y conector	30	46,1	Allen Bradley	42JS-D2MPA1-F4	1383
	Soporte de montaje Fotocélula	30	5,39	Allen Bradley	60-JBS-L2	161,7

ANEXOS 1. Coste material

	Pulsador Star (verde)	1	21,53	Schneider Electric	XB4BA31	21,53
	Pulsador Stop (rojo)	1	21,53	Schneider Electric	XB4BA31	21,53
	Pulsador Rearme (azul)	3	21,53	Schneider Electric	XB4BA31	64,59
	Seta emergencia	7	25,8	Idec	YW1B-V4E02R	180,6
	Carcasa seta, pulsadores	9	6,8	CHINT	NPH1-10J	61,2
Actuador	CILINDRO ELECTRICO FESTO, 500mm de carrera 220mm/s.	7	590,93	Festo	EPCS-BS-60-500-12P-A-ST-M-H1-PLK-AA  (8118304)	4136,51
	CABLE CON CONECTOR CONEXIÓN, Potencia, 5m, 4x1,5mm2	4	41,81	Festo	NEBL-T12W4-E-5-N-LE4  (8080779)	167,24
	CABLE CON CONECTOR CONEXIÓN, Potencia, 2m, 4x1,5mm2	3	29,62	Festo	NEBL-T12W4-E-2-N-LE4  (8080778)	88,86
	CABLE CON CONECTOR CONEXIÓN, Control, 5m, 8x0,25mm2	4	32,67	Festo	NEBC-M12W8-E-5-N-B-LE8  (8094478)	130,68
	CABLE CON CONECTOR CONEXIÓN, Control, 2m, 8x0,25mm2	3	20,48	Festo	NEBC-M12W8-E-5-N-B-LE8  (8094476)	61,44
	LECTOR DE CODIGOS, MATRIX 220	7	879,16	Datalogic	93790000 8	6154,12

ANEXOS 1. Coste material

	Caja comexion, CBX100 ALL IN ONE	7	85,84	Datalogic	CBX100 ALL IN ONE	600,88
	Cable Escáner- CBX100, 1m	7	34,16	Datalogic	93A05005 8	239,12
	Cable ethernet M12- RJ45 (5metros)	4	41,6	Datalogic	93A05012 4	166,4
	Cable ethernet M12- RJ45 (3metros)	3	23,84	Datalogic	93A05012 3	71,52
	Cable ethernet RJ45- RJ45 (10metros)	2	20,92	Datalogic	4x2xAW G27 shielded	41,84
Transportador	Transporte Rodillos (Motor incluido)	16	1500	Interroll	TSRM 01- F-T-50	24000
	Transporte Banda (motor incluido)	2	2000	Interroll	TFM	4000
	Variador	18	190	Motovario	LM16	3420

Tabla 14. Coste material

Haciendo un coste total de **50663.04 euros**.



ANEXOS 1. Coste material

**Cronograma**

Nombre de la actividad	Oficio	Fecha inicio (Dia)	Duración	Fecha fin	Operarios	Horas	Coste (€/h)	Cotes total (€)
Realizar layout de la instalación	Ingeniero	1	10	10	1	80	20	1600
Realizar esquemas eléctricos	Ingeniero	10	10	19	1	80	20	1600
Realizar programación PLC	Ingeniero	10	10	19	1	80	20	1600
Instalación eléctrica "Cuadros"	Eléctrico	15	4	18	2	64	13	832
Manéjate mecánico "Área recepción"	Mecánico	10	5	14	2	80	13	1040
Instalación eléctrica "Área recepción"	Eléctrico	19	3	21	2	48	13	624
Manéjate mecánico "Área clasificación"	Mecánico	16	5	20	2	80	13	1040
Instalación eléctrica "Área clasificación"	Eléctrico	22	3	24	2	48	13	624
Manéjate mecánico "Área expediciones 1"	Mecánico	21	8	28	2	128	13	1664
Instalación eléctrica "Área expediciones 1"	Eléctrico	25	5	29	2	80	13	1040
Manéjate mecánico "Área expediciones 2"	Mecánico	29	8	36	2	128	13	1664
Instalación eléctrica "Área expediciones 2"	Eléctrico	30	5	34	2	80	13	1040
Pruebas de funcionamiento	General	37	2	38	3	48	13	624
<b>14992</b>								

Tabla 15. Cronograma

## ANEXOS 1. Coste material

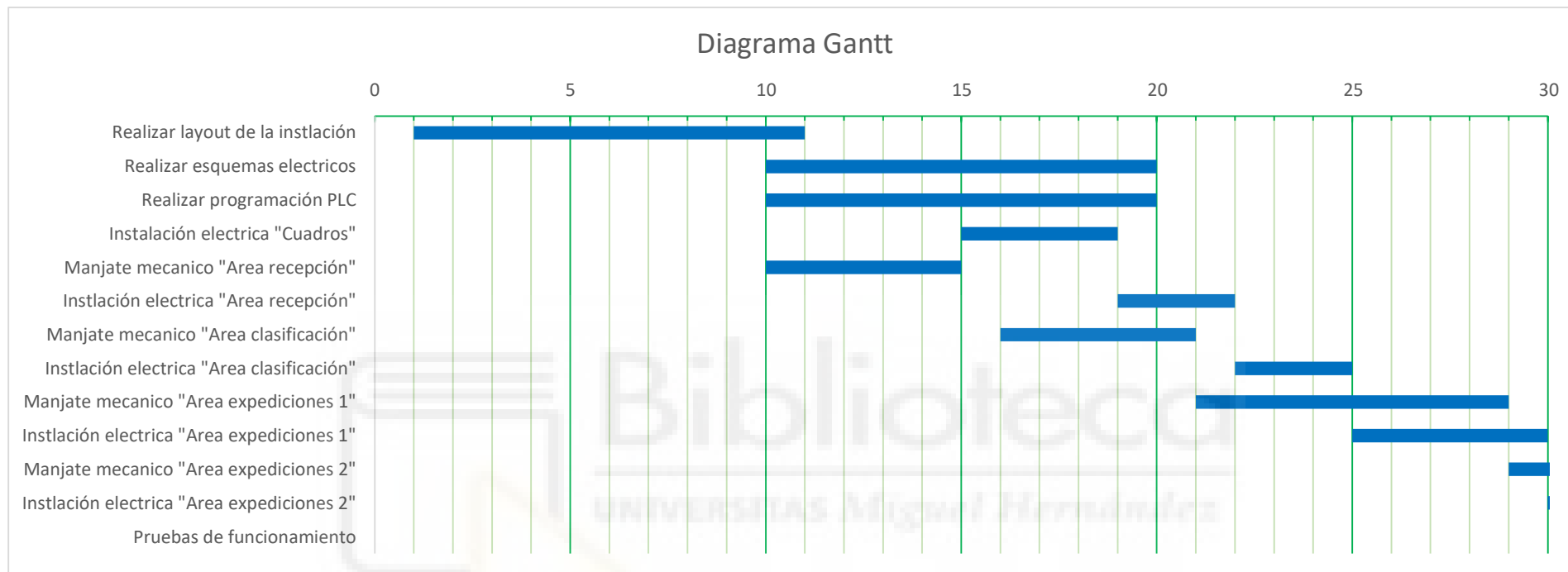


Figura 114. Gráfico de Gantt

## 2. Hojas de datos y guías de usuario

En este anexo se recogen los enlaces de las diferentes hojas de datos (Datasheet) de los elementos principales utilizados.

- Automatas programables S71512C-1PN

<https://docs.rs-online.com/81c6/A700000006977811.pdf>

- SIMATIC ET 200, módulo de interfaz PROFINET, modelo S6ES7155-6AA01-0BN0

<https://docs.rs-online.com/af91/A700000006984560.pdf>

- Módulo electrónico de entradas digitales para ET 200SP, 16 ED, modelo S6ES7131-6BH01-0BA0

<https://docs.rs-online.com/c195/A700000006984148.pdf>

- Módulo electrónico de salidas digitales para ET 200SP, 16 SD, modelo S6ES7131-6BH01-0BA0

<https://docs.rs-online.com/c195/A700000006984148.pdf>

- BaseUnit BU15-P16+A0+2D para ET 200SP, modelo S6ES7193-6BP00-0DA0

<https://docs.rs-online.com/a423/A700000006610324.pdf>

- Fuente de 20A, 220VAC/ 24VDC, modelo S6EP1336-1LB00

<https://docs.rs-online.com/6e32/A700000006984428.pdf>

- Fusibles rearmables SITOP PSE200U, modelo 6EP1961-2BA41

<https://docs.rs-online.com/d194/0900766b81666495.pdf>

- Sensor Allen-Bradley, 42JS-D2MPA1-F4

<https://docs.rs-online.com/751a/0900766b80ecd6b5.pdf>

- Sensor Sick, WS/WE34-V230

<https://www.sick.com/es/en/photoelectric-sensors/photoelectric-sensors/w34/ws-we34-v230/p/p236108>

## ANEXOS 2. Hojas de datos y guías de usuario

- Actuador eléctrico lineal Festo, modelo EPCS-BS-60-500-12P-A-ST-M-H1\_PLK-AA

<https://www.festo.com/tw/en/a/download-document/datasheet/8118304>

- Variador de frecuencia de Motovario, modelo LM16 123-0050-F-20.

<https://docplayer.es/93304065-Slv-y-t-f-compacto-lm16.html>

- El escáner Datalogic, modelo Matrix 220

<https://www.sensorcentre.com/uploads/datasheets/Matrix%20220.pdf>

- Baliza Verde/Roja, modelo Werma KombiSIGN 71

<https://docs.rs-online.com/2c34/A700000007720065.pdf>

- Switch Wieland, modelo Wienet Ums 6-L

<https://eshop.wieland-electric.com/products/en/ip-switch-wienet-ums-8/83.040.0001.0#technical>



### 3. Programación PLC S7-1500 1512C1PN

#### 3.1. Comunicación entre el PLC y los equipos periféricos

##### 3.1.1 Crear Proyecto e insertar CPU

En primer lugar, creamos un nuevo proyecto y agregamos la CPU, asegurándonos que es la misma referencia y versión. En nuestro caso es un S7-1500 CPU 1512C1PN de referencia 6ES7512-1CK01-OABO y versión V2.8.

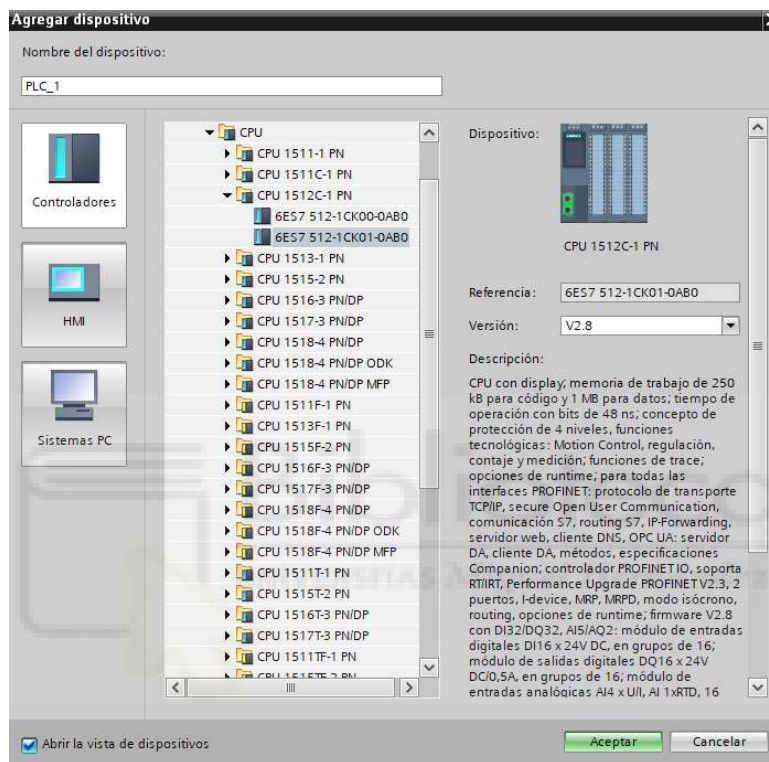


Figura 115. Crear proyecto

Podemos observar cómo aparece nuestra CPU en nuestro proyecto en dispositivos y redes.

Lo primero que hemos de hacer, asignarle una IP libre en nuestra subred y darle un nombre al dispositivo, debe coincidir con el nombre y la IP del dispositivo. También se puede configurar directamente desde su pantalla HMI de la propia CPU.



### ANEXOS 3. Programación PLC S7-1500 1512C1PN

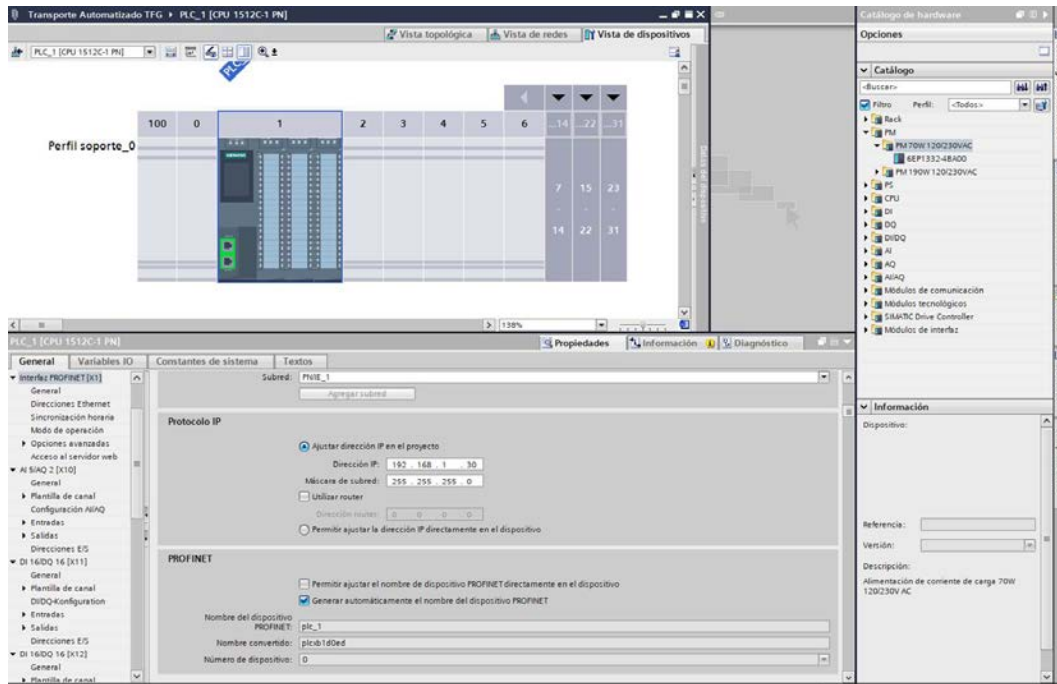


Figura 116. Dirección IP y nombre CPU

Configuración de dispositivos (Vista de dispositivo)->Propiedades->Interfaz PROFINET->Direcciones Ethernet->Protocolo IP (cambiamos dirección IP)

Configuración de dispositivos (Vista de dispositivo)->Propiedades->Interfaz PROFINET->Direcciones Ethernet->PROFINET (cambiamos nombre del dispositivo)

Nombre	Dirección IP	Dirección de entradas analógicas	Dirección de salidas analógicas	Dirección de entradas digitales	Dirección de salidas digitales
PLC_1	192.168.1.30	X10=0...9	X10=0...3	X11a=10.0...10.7 X11b=11.0...11.7 X12a=12.0...12.7 X12b=13.0...13.7	X11a=4.0...4.7 X11b=5.0...5.7 X12a=6.0...6.7 X12b=7.0...7.7

Tabla 16. Direcciones PLC\_1

Ahora procedemos a agregarle el resto de los dispositivos en catálogo de hardware.

#### 3.1.2 Agregar Fuente PM

Añadimos la fuente PM 1507 24V/ 3A de referencia 6EP1332-4BA00.

### ANEXOS 3. Programación PLC S7-1500 1512C1PN

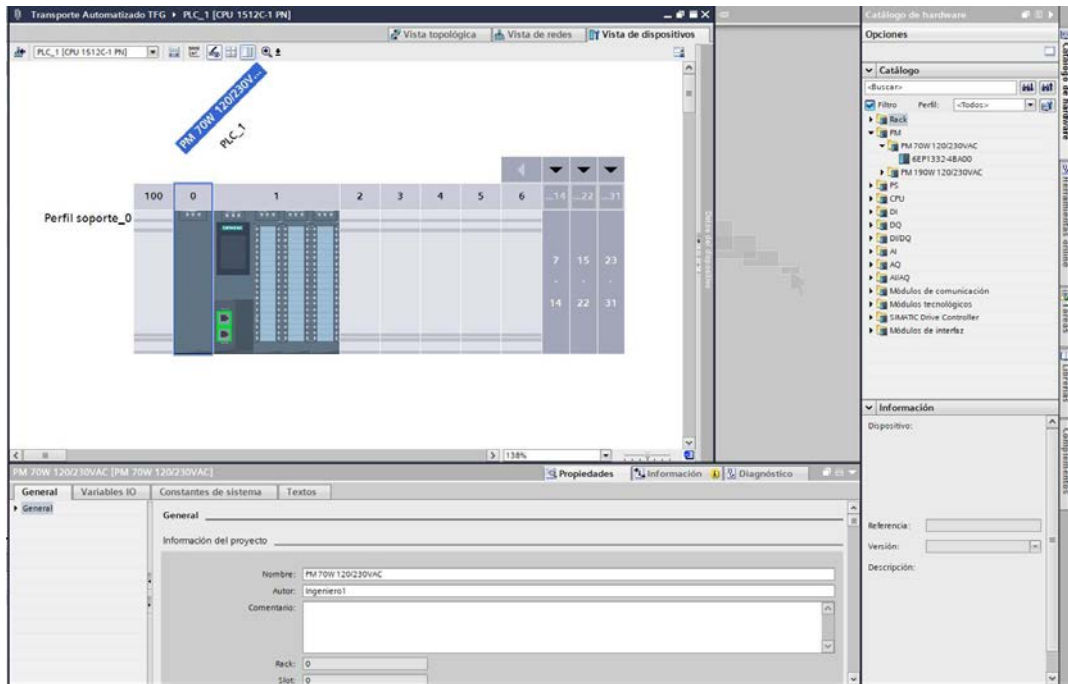


Figura 117. Agregar fuente PM

Configuración de dispositivos (Vista de dispositivo)->Catálogo de hardware->PM->PM70W 120/230VAC->6EP1332-4BA00.

### 3.1.3 Agregar ET 200SP

Añadimos un módulo de comunicación ET 200SP de referencia 6ES7 155.6AU00-0BN0.

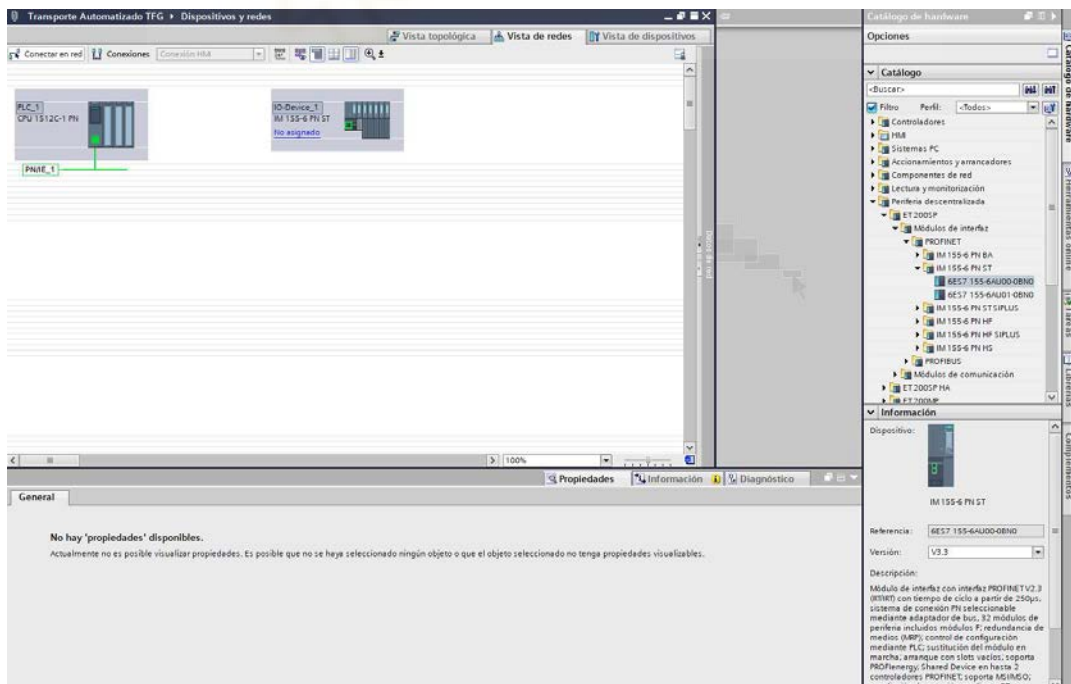


Figura 118. Agregar ET200SP IM155

### ANEXOS 3. Programación PLC S7-1500 1512C1PN

Configuración de dispositivos (Vista de redes)->Catalogo de hardware->Periferia descentralizada->ET 200SP->Modulos de interfaz->PROFINET IO->IM 155-6 PN ST->6ES7 155-6AU01-0BN0

Una vez insertado el módulo ET 200SP, entramos en sus propiedades e insertamos los módulos de entradas y salidas digitales.

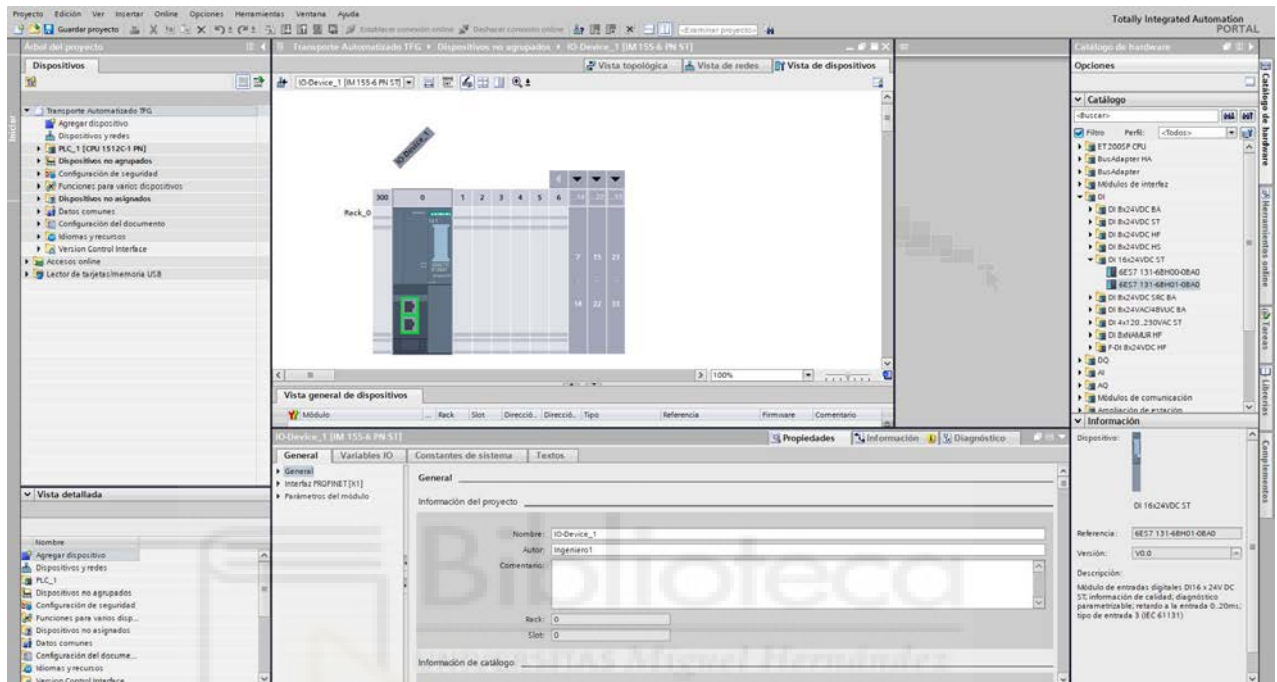


Figura 119. Insertar módulos DI/DO del ET200SP

Configuración de dispositivos (Vista de dispositivo)->Catalogo de hardware->DI->DI 16X24VDC ST-> 6ES7 131-6BH01-0BA0

Configuración de dispositivos (Vista de dispositivo)->Catalogo de hardware->DO->DO 16X24VDC/0.5A ST-> 6ES7 132-6BH01-0BA0

Quedando el dispositivo como se muestra en la siguiente imagen.

### ANEXOS 3. Programación PLC S7-1500 1512C1PN

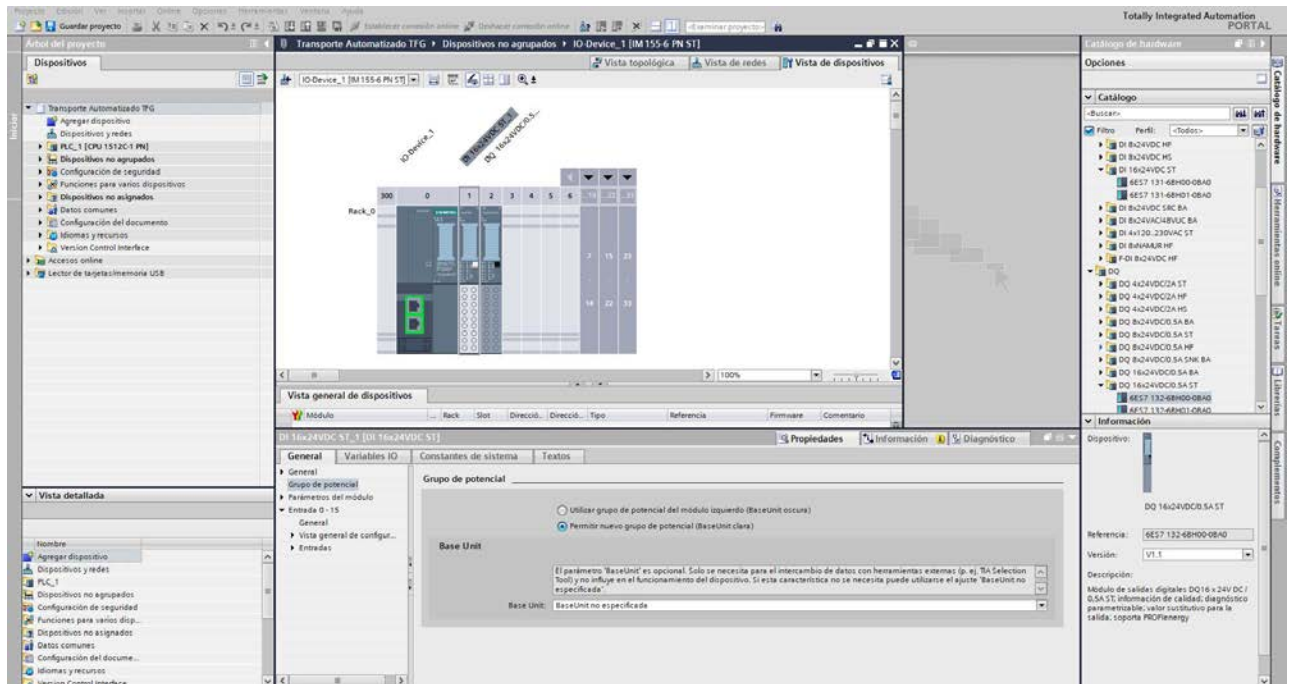


Figura 120. Periferia descentralizada

Una vez configuradas las tarjetas de entradas y salidas digitales, tenemos que indicarle al primer módulo (de base blanca) que permita un nuevo grupo de potencial. Este módulo es el que suministra la potencia al resto de módulos de color gris que se le añadan a la derecha.

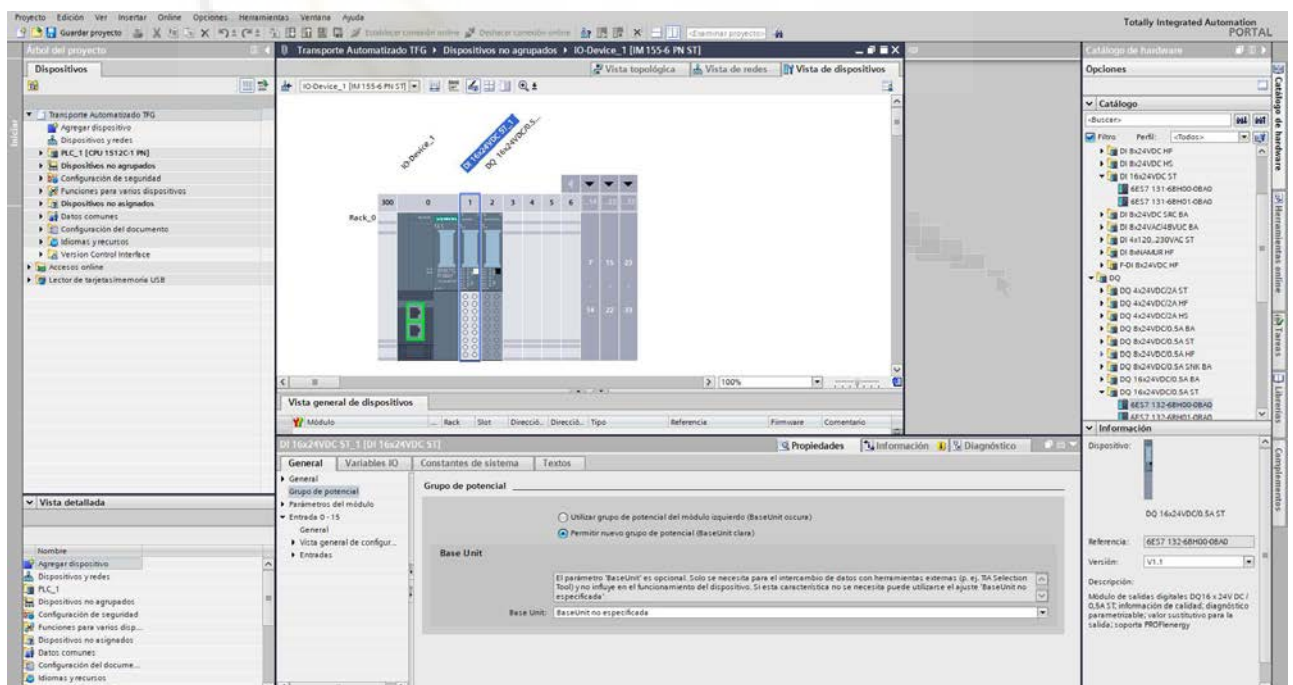


Figura 121. Grupo de potencia ET200SP

### ANEXOS 3. Programación PLC S7-1500 1512C1PN

Configuración de dispositivos (Vista de dispositivo)->Propiedades->General->Grupo de potencia-> Permitir nuevo grupo de potencia (BaseUnit clara)

Una vez configurada la parte de hardware, tenemos que configurar el software.

Lo primero que hemos de hacer, es crear la red Profinet, asignarle una IP y un nombre al dispositivo.

En vista de redes unimos los elementos y le damos a mostrar direcciones, cambiamos la dirección IP que viene por defecto, quedando la IP: 192.168.1.1., la cual pertenece a la misma línea a la que está el PLC y se encuentra vacía.

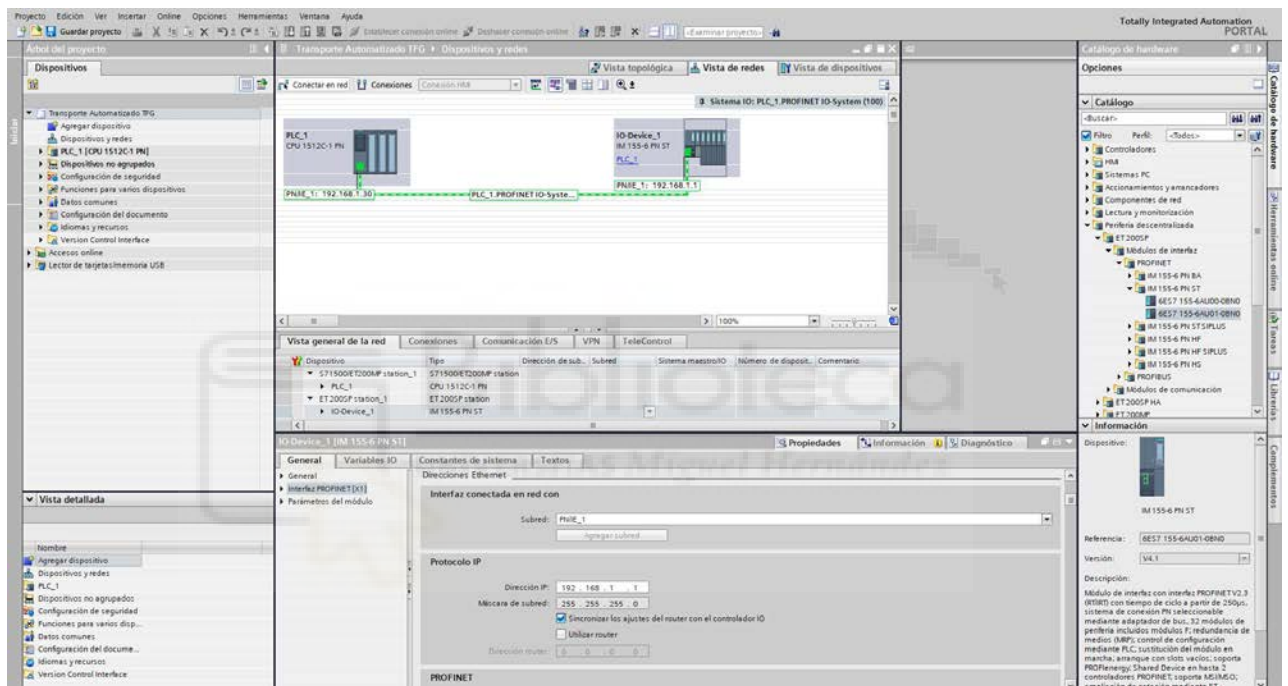


Figura 122. Dirección IP ET200SP

Configuración de dispositivos (Vista de redes)->Mostrar direcciones

Una vez tiene su dirección IP, le asignamos un nombre, cambiamos el nombre que viene por defecto “io-device\_1“, le asignamos el nombre de “Periferia ET 200SP\_1”.



### ANEXOS 3. Programación PLC S7-1500 1512C1PN

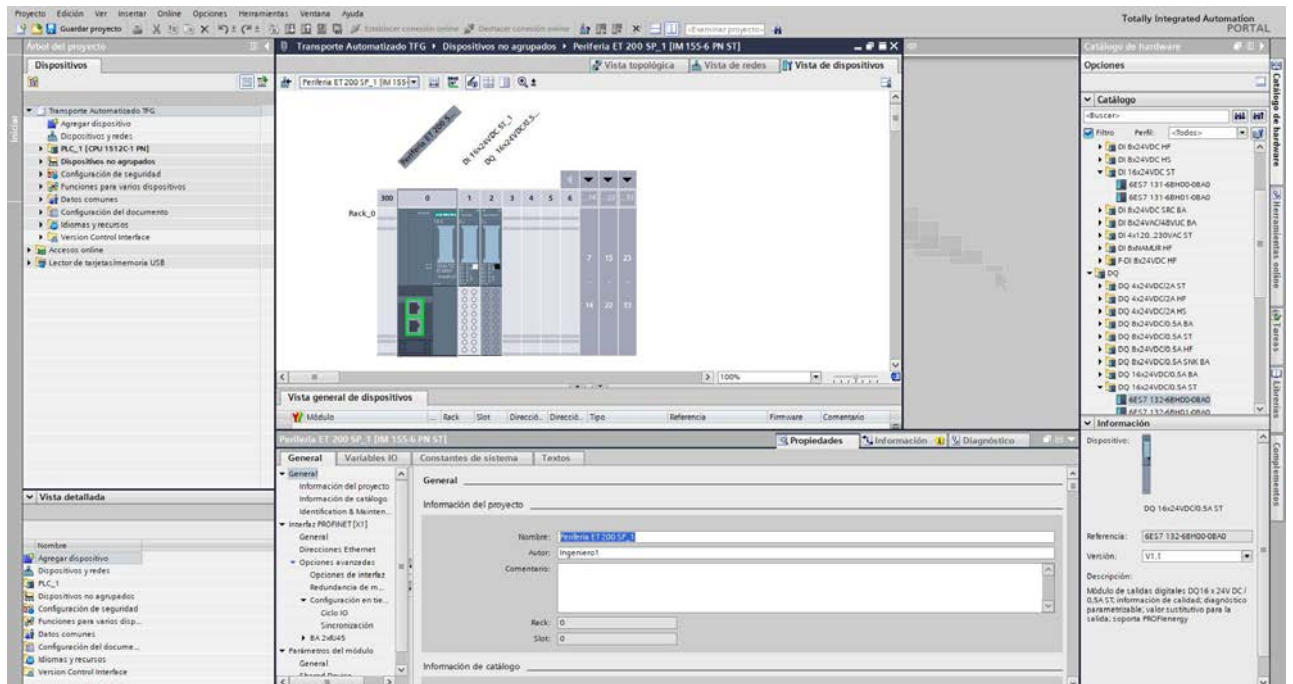


Figura 123. Nombre ET200SP

#### Configuración de dispositivos (Vista de dispositivo)->Propiedades->General

Una vez asignado el nombre del dispositivo, vamos a enviarle al dispositivo su nombre, ya que físicamente tiene el que le viene de fábrica, io-device\_1. En la vista del dispositivo le damos al icono de “NAME”.

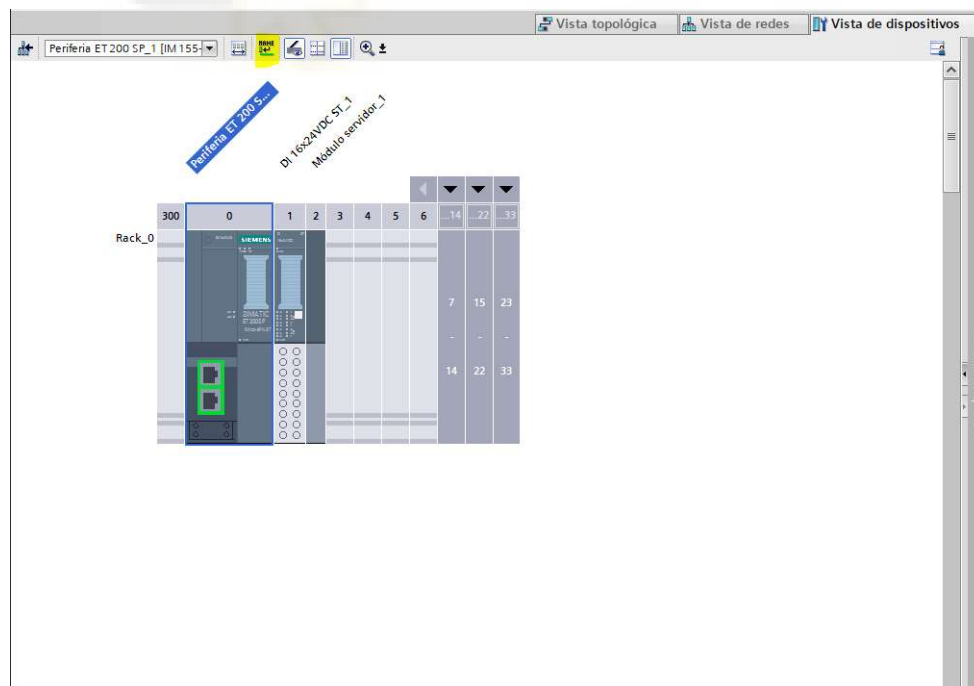


Figura 124. Cargar nombre en dispositivo ET200SP

### ANEXOS 3. Programación PLC S7-1500 1512C1PN

Actualizamos la lista en la pantalla que aparece para que busque los dispositivos accesibles.

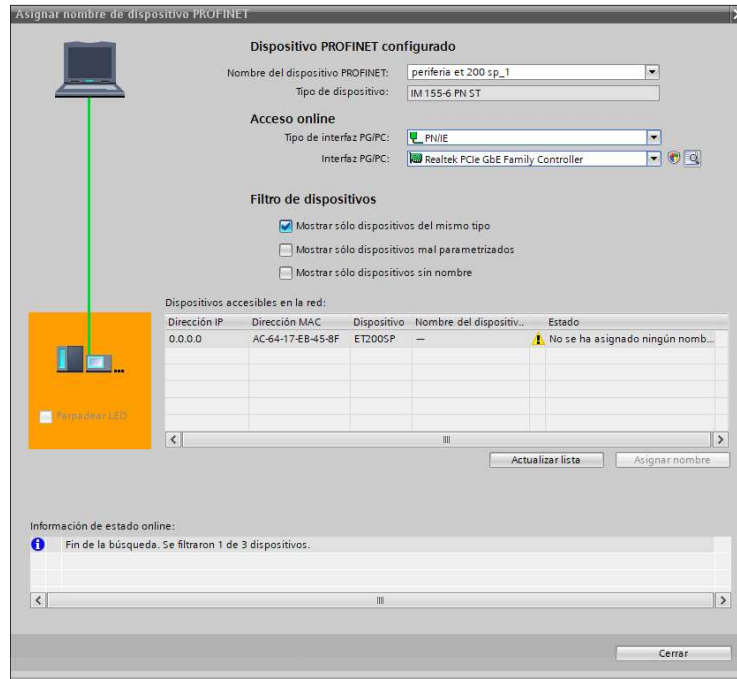


Figura 125. Buscar dispositivo ET200SP

Una vez actualiza la lista, aparece nuestro dispositivo, seleccionamos el elemento de la lista (se queda en tono azulado) y le damos a “Asignar nombre”.

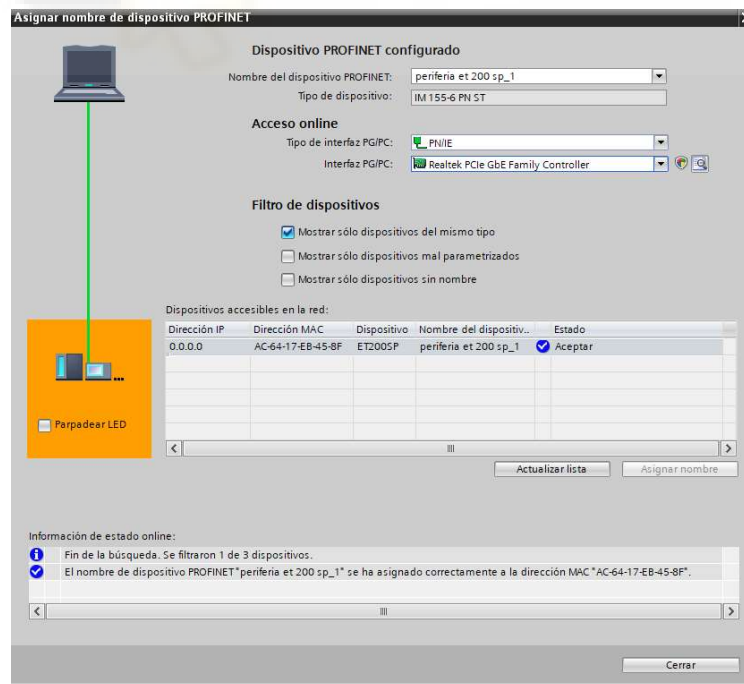


Figura 126. Asignar nombre "periferia et 200 sp\_1"

Una vez realizado esto ya tenemos asignado el nombre y la dirección IP.

### ANEXOS 3. Programación PLC S7-1500 1512C1PN

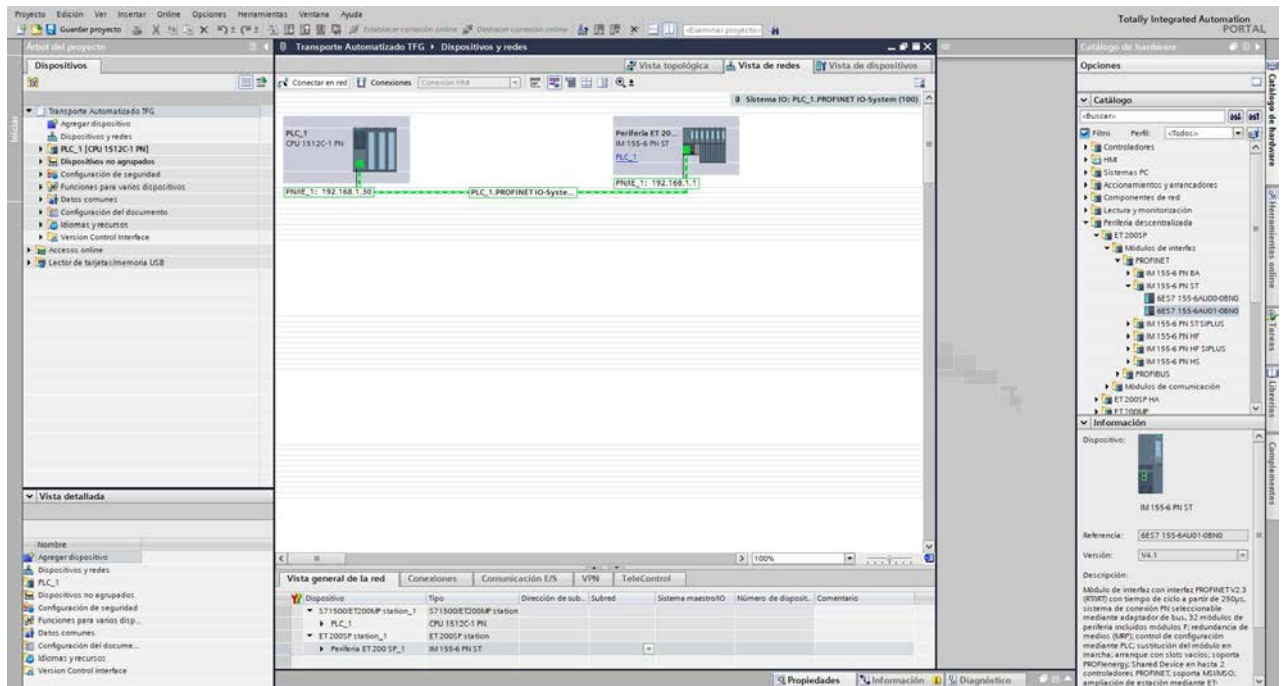


Figura 127. Red Profinet CPU-ET200SP

Nombre	Dirección IP	Dirección de entradas digitales	Dirección de salidas digitales
Periferia ET200SP_1	192.168.1.1	126.0...126.7	128.0...128.7
		127.0...127.7	129.0...129.7

Tabla 17. Direcciones ET200SP\_1

#### 3.1.4 Agregar Matrix220

Una vez configurado el escáner, el cual se ha explicado en el capítulo 5.4, procedemos a introducirlo en nuestro proyecto de Tia Portal.

Con anterioridad tendremos que haber descargado, desde la página de Datalogic, el archivo GSD “gsdml-v2.33-datalogic-m220-20180918.xml” del escáner Matrix 220, el cual contiene las especificaciones del dispositivo para comunicarse. Desde el administrador de archivos accedemos a la carpeta en la que se ha guardado, lo seleccionamos y le damos a instalar.



### ANEXOS 3. Programación PLC S7-1500 1512C1PN

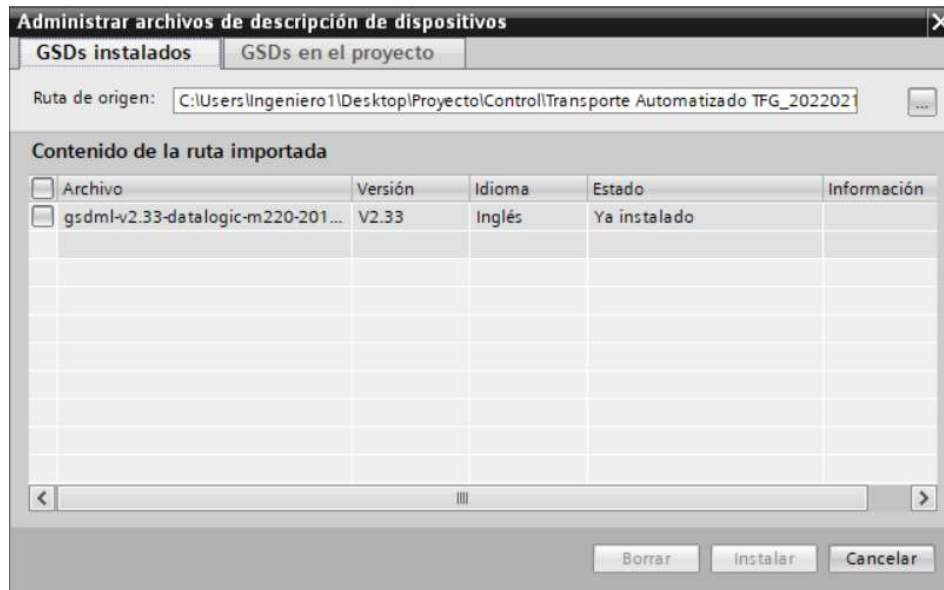


Figura 128. Instalar archivo "gsdml"

Opciones-> Administrador de descripción dispositivos (Seleccionamos archivo)->Instalar

Una vez instalados se realiza la conexión hardware del dispositivo a nuestra red Profinet del PLC.

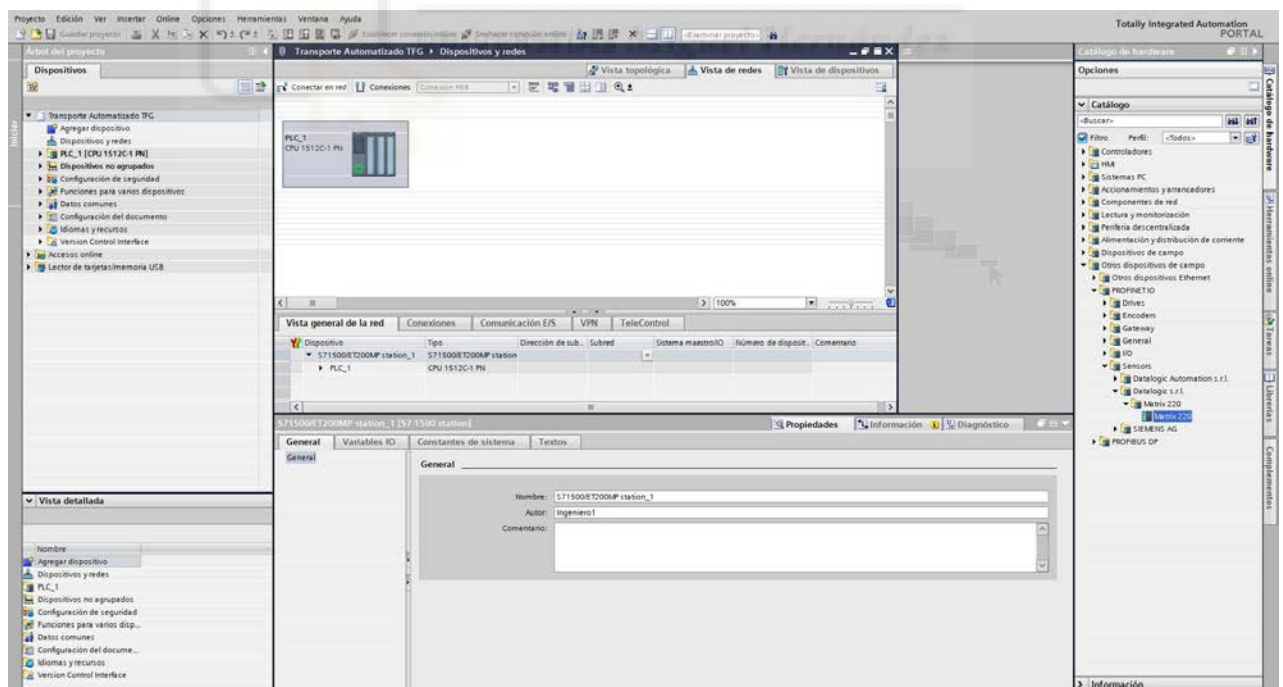


Figura 129. Buscar dispositivo "Matrix220"

Configuración de dispositivos (Vista de redes)->Catalogo de hardware->Otros dispositivos de campo->PROFINET IO->Sensores >Datalogic s.r.l.->Matrix 220

### ANEXOS 3. Programación PLC S7-1500 1512C1PN

Se crea la red Profinet, conectándolo con el resto de los elementos que tenemos en nuestro proyecto

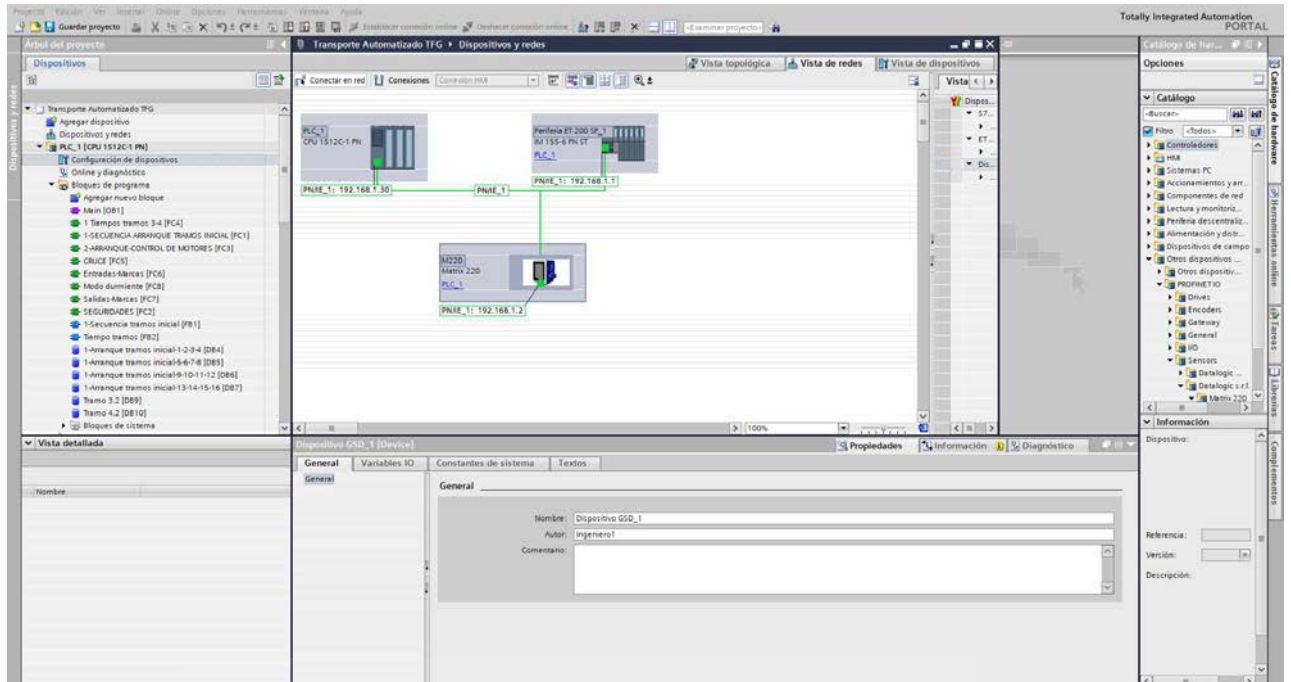


Figura 130. Agregar Matrix 220 a red profinet

Posteriormente, se le asigna la misma dirección IP y nombre que tiene configurado el dispositivo en el DL.CODE y se le asignan las direcciones de los 8 Byte de salida y los 64 Byte de entrada.

Accedemos al dispositivo y modificamos sus parámetros.

### ANEXOS 3. Programación PLC S7-1500 1512C1PN

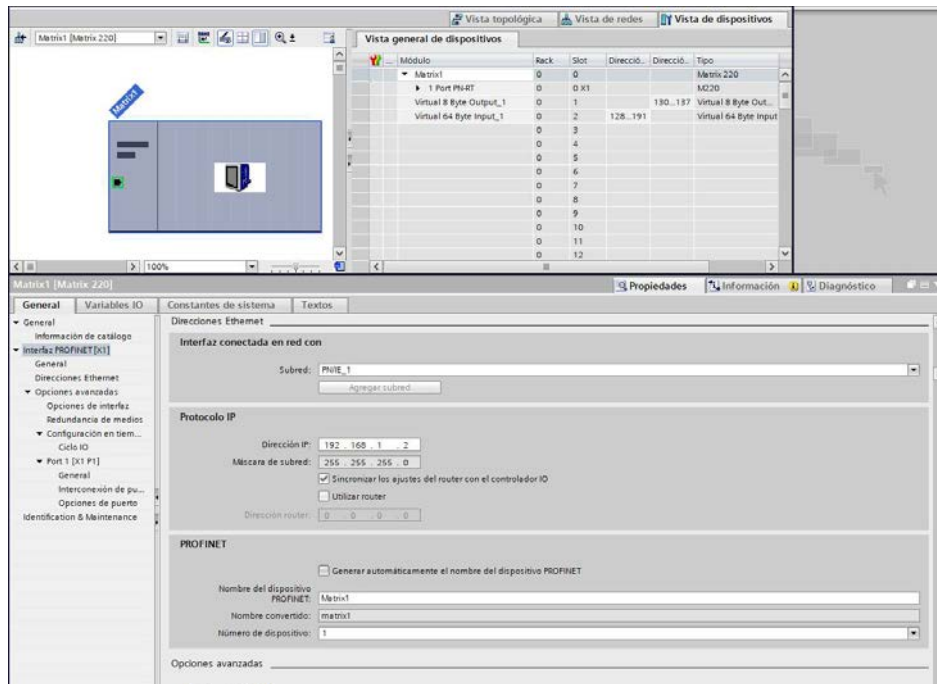


Figura 131. Dirección IP y nombre del Matrix220

Configuración de dispositivos (Vista de dispositivo)->Propiedades->Interfaz PROFINET->Direcciones Ethernet->Protocolo IP (cambiamos dirección IP)

Configuración de dispositivos (Vista de dispositivo)->Propiedades->Interfaz PROFINET->Direcciones Ethernet->PROFINET (cambiamos nombre del dispositivo)

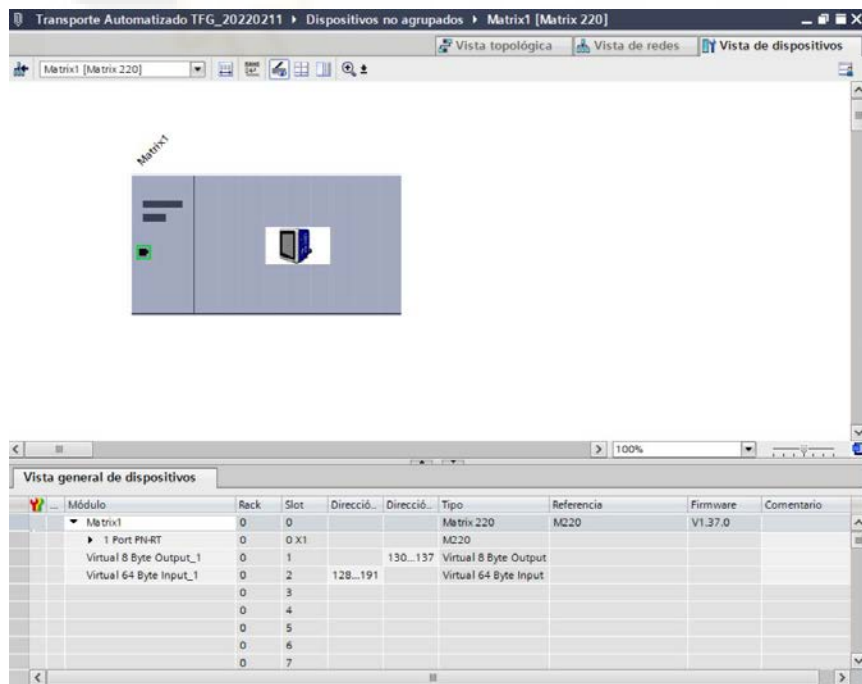


Figura 132. Datos del Matrix220

### ANEXOS 3. Programación PLC S7-1500 1512C1PN

Configuración de dispositivos (Vista de dispositivo)->Vista general de dispositivo (cambiamos dirección de los Byte de salida y entrada)

Se realiza mismo procedimiento con el resto de los escáneres “Matrix 220”. Quedando la configuración como se muestra a continuación.

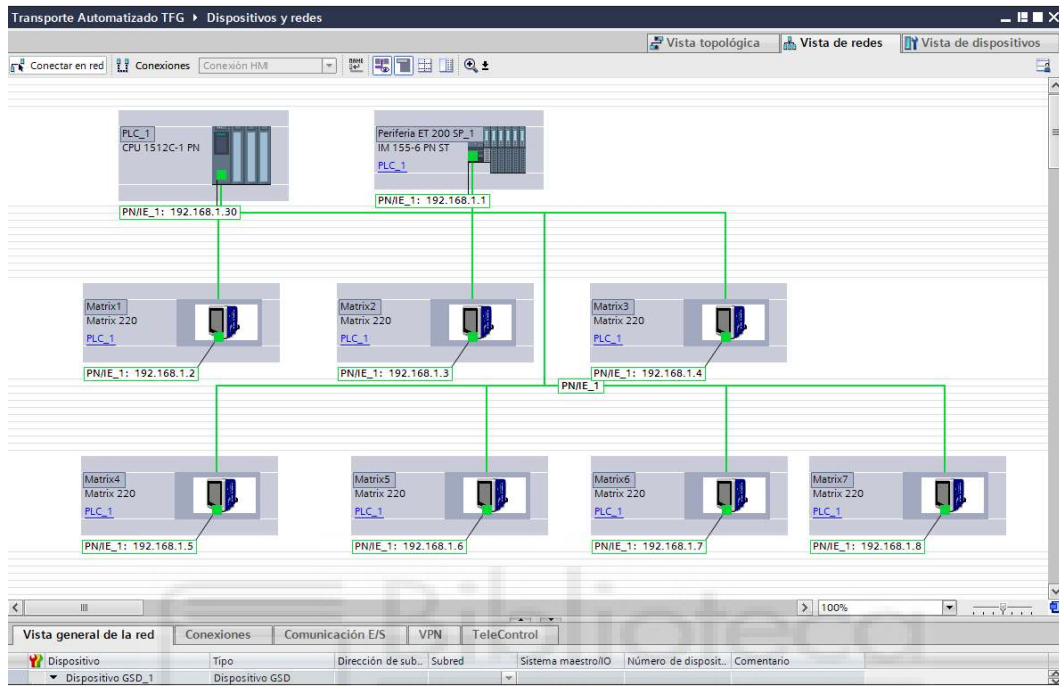


Figura 133. Red Profinet completa

En la siguiente tabla se observa como quedan los parámetros de los escáneres instalados.

Nombre	Dirección IP	Dirección de 8 Byte Input	Dirección de 64 Byte Output
<b>Matrix1</b>	192.168.1.2	130...137	128...191
<b>Matrix2</b>	192.168.1.3	138...145	192...255
<b>Matrix3</b>	192.168.1.4	146...153	256...319
<b>Matrix4</b>	192.168.1.5	154...161	320...383
<b>Matrix5</b>	192.168.1.6	162...169	384...447
<b>Matrix6</b>	192.168.1.7	170...177	448...511
<b>Matrix7</b>	192.168.1.8	178...185	512...575

Tabla 18. Direcciones escáneres Matrix

### 3.1.5 Comunicación OPC

Vamos a comunicar el servidor de nuestro PLC Siemens S7-1500 a través de la comunicación OPC con el cliente OPC UA externo.

En primer lugar, procederemos a realizar la configuración del servidor OPC UA en nuestro PLC S7-1512C-1PN mediante el software Tia Portal y posteriormente configuraremos el cliente OPC mediante el programa UaExpert.

#### Servidor OPC UA

Lo primero vamos a habilitar la protección para permitir la simulación al compilar los bloques.

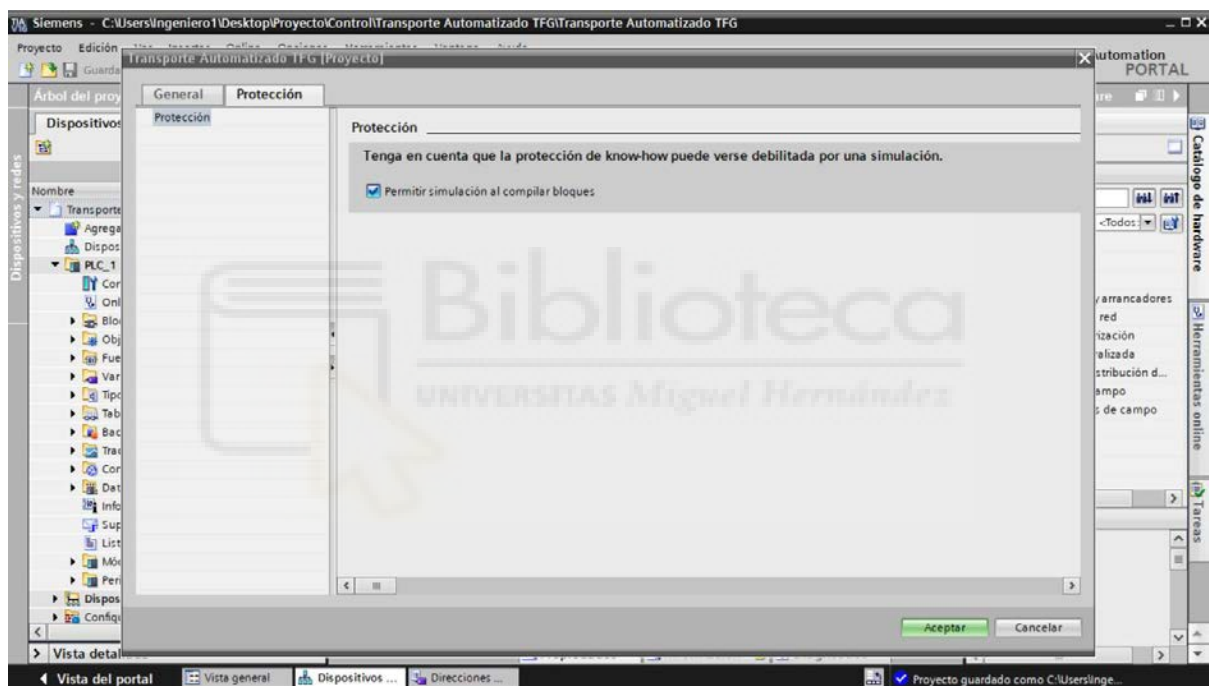


Figura 134. Protección proyecto

Proyecto ->Propiedades->Protección.

Posteriormente vamos a configurar el servidor OPC, en las propiedades de la CPU.

Activamos el servidor OPC UA, donde se observará la dirección y el puerto con el que se van a comunicar, opc-tcp://192.168.1.30:4840.

### ANEXOS 3. Programación PLC S7-1500 1512C1PN

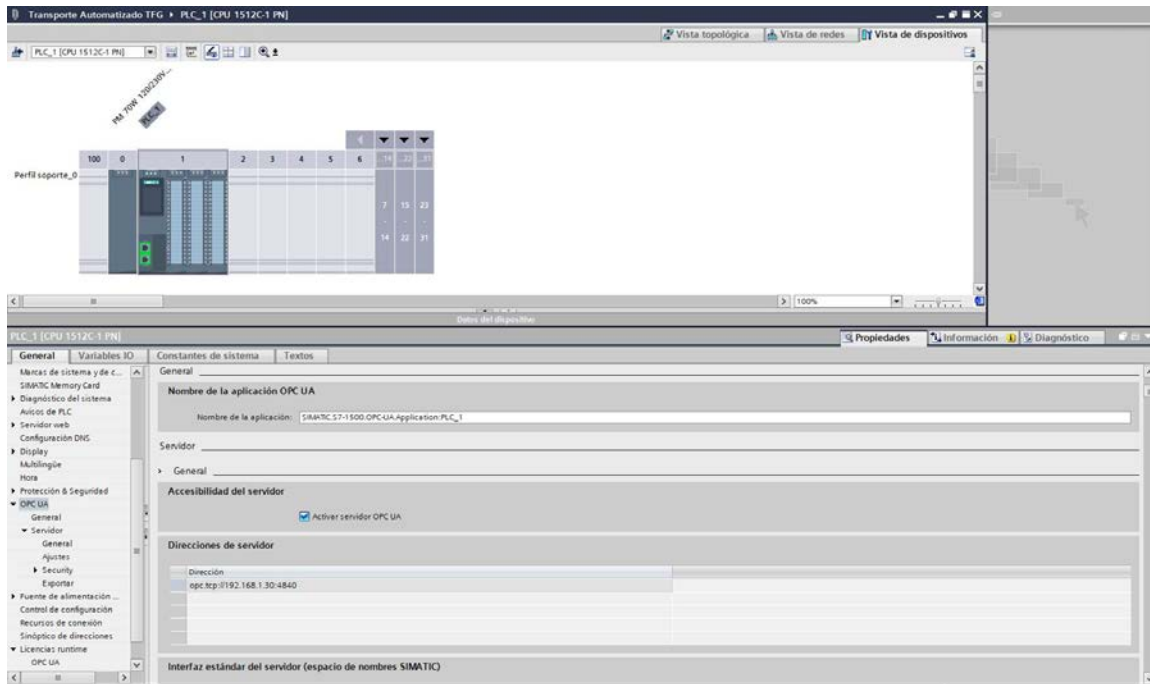


Figura 135. Habilitar servidor OPC UA

Configuración de dispositivos (Vista de dispositivo)->Propiedades->General->OPC UA->Servidor.

Modificamos las seguridades a activar, dejándolo en este caso sin ninguna seguridad.

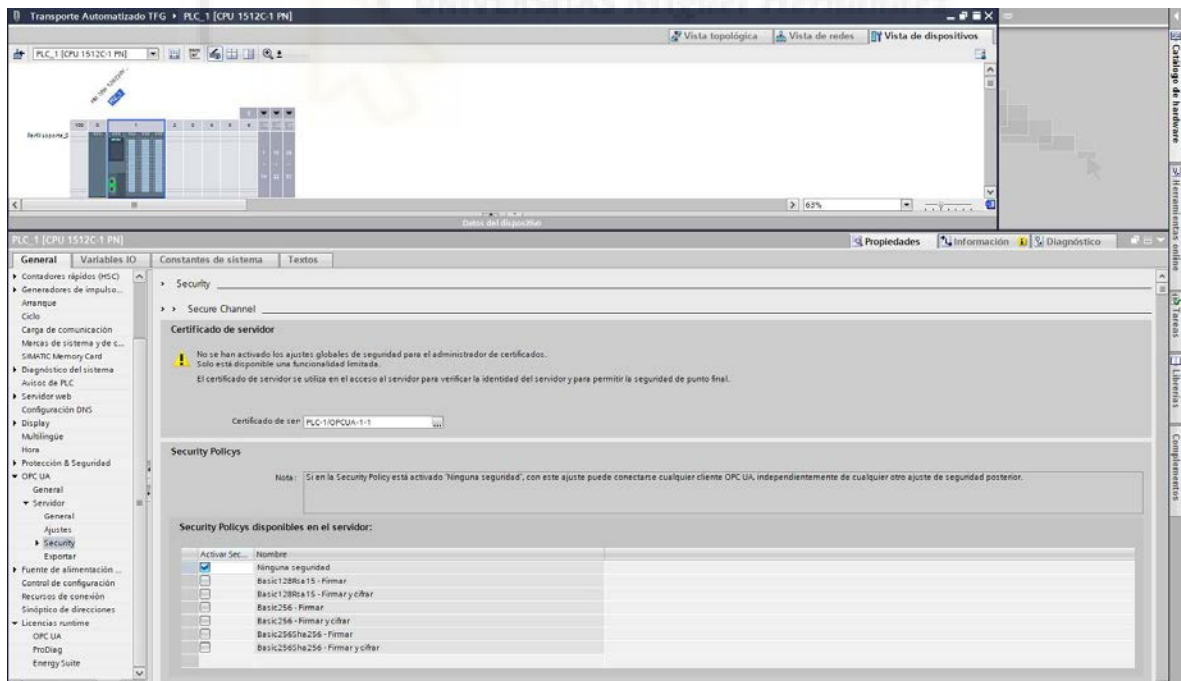


Figura 136. Seguridades OPC UA



### ANEXOS 3. Programación PLC S7-1500 1512C1PN

Configuración de dispositivos (Vista de dispositivo)->Propiedades->General->OPC UA->Security.

Seleccionamos la licencia necesaria.

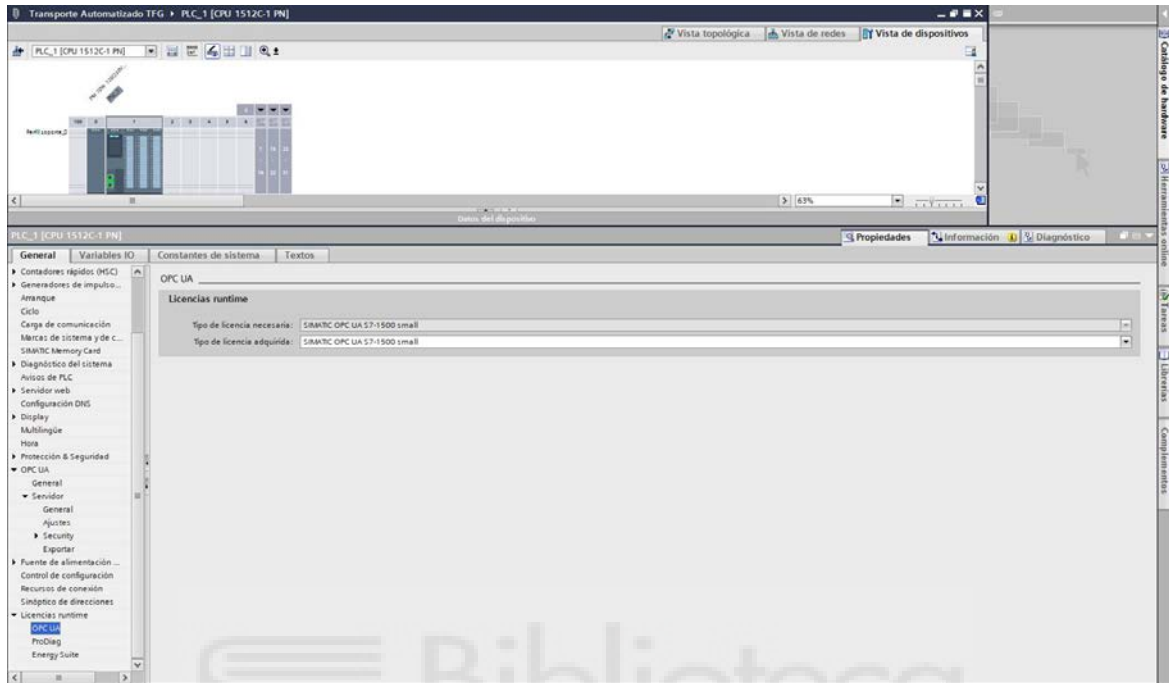


Figura 137. Licencia OPC UA

Configuración de dispositivos (Vista de dispositivo)->Propiedades->General->OPC UA->Licencias rutine.

Ya se encontraría preparado nuestro programa para poder funcionar como servidor OPC UA, ahora vamos a configurar el cliente mediante el programa UaExpert.

### Cliente UaExpert

Abrimos el programa y procedemos a la configuración agregando un nuevo dispositivo, indicándole el endpoint al que comunicarse (dirección, puerto y seguridades que se ha programado en nuestra CPU).

### ANEXOS 3. Programación PLC S7-1500 1512C1PN

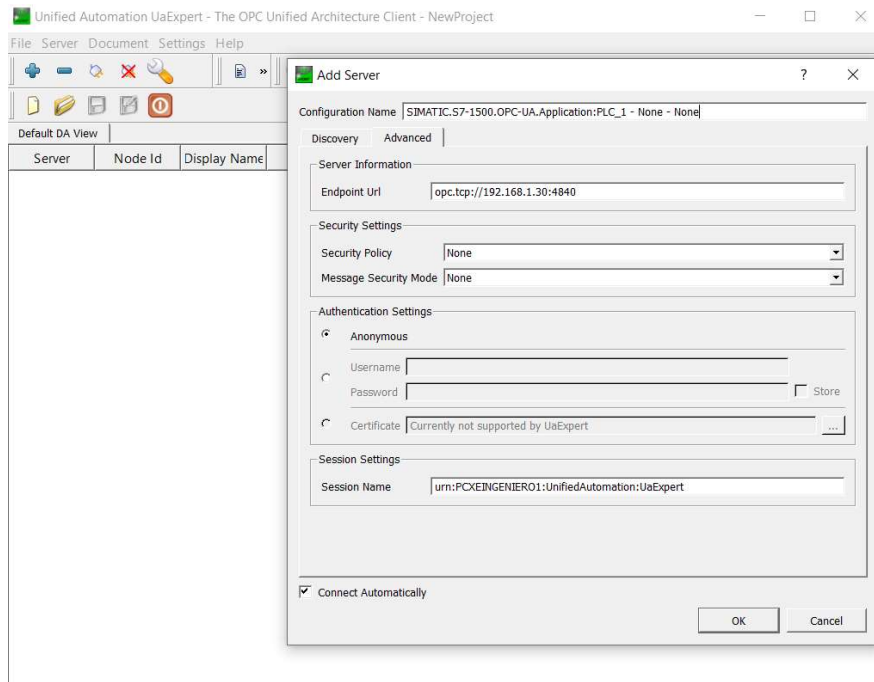


Figura 138. Configuración UaExpert

Una vez configurado nos aparecerá conectado nuestro servidor S7-1500, con toda la información del PLC accesible a la que podemos acceder.

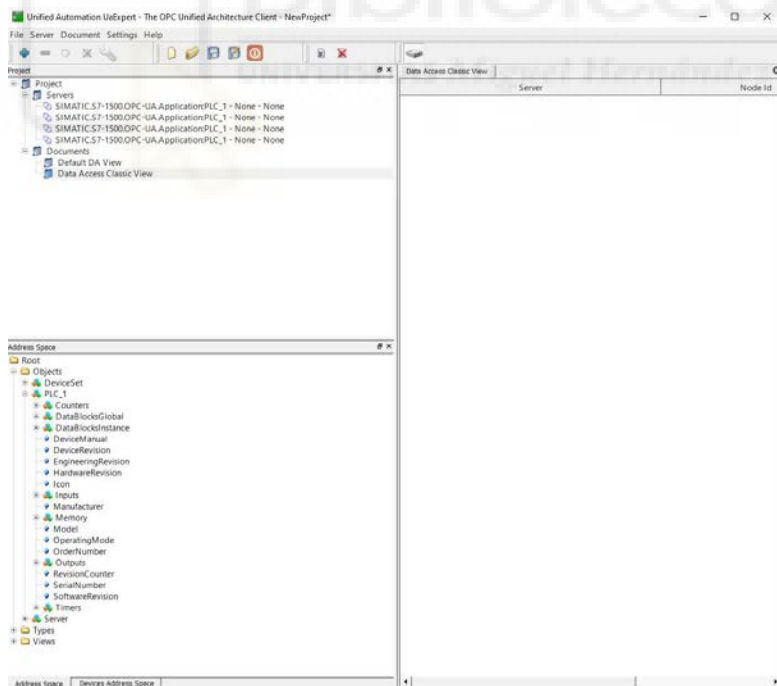


Figura 139. PLC\_1 en UaExpert

A nosotros nos interesa 3 variables por cada desvío, haciendo un total de 21 variables, las cuales se encuentra dentro del bloque de datos globales.

Las variables que compartir por cada desvío serán:



### ANEXOS 3. Programación PLC S7-1500 1512C1PN

- La fotocélula del escáner, la cual indicara cuando se está realizando una lectura.
- El código leído por el escáner (Matricula).
- La confirmación de desvío (la única modificada por informática).

Procedemos a seleccionar las variables que deseamos compartir.

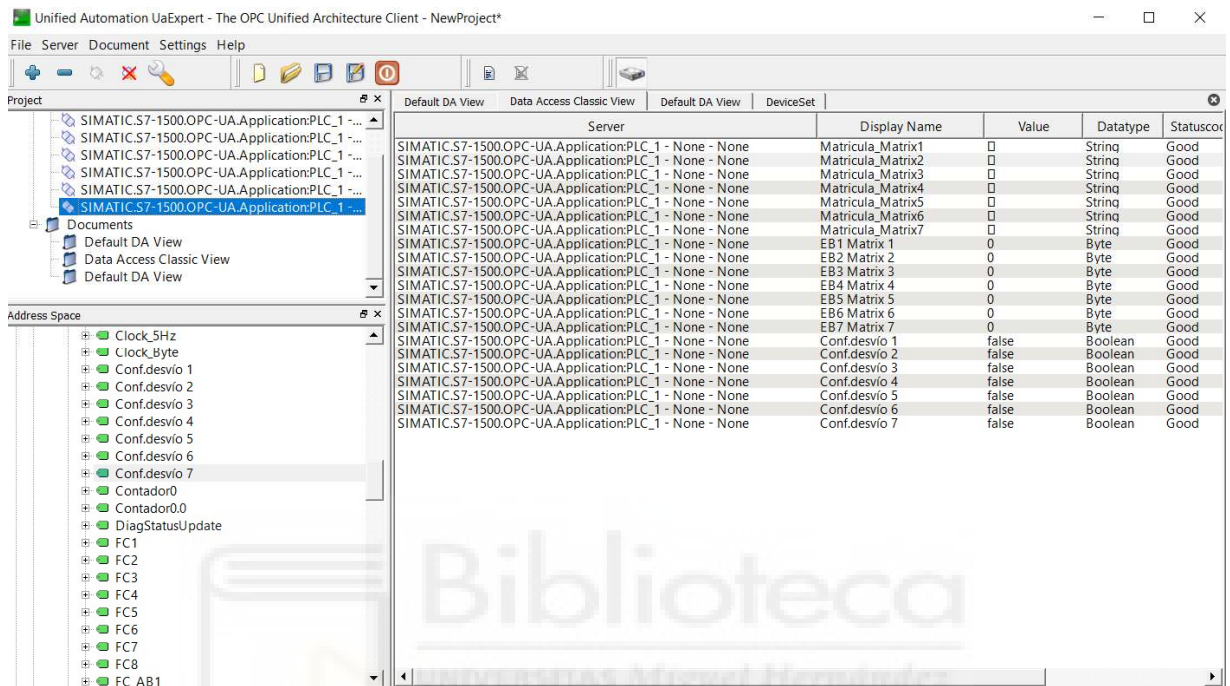


Figura 140. Variables compartidas en OPC UA

Una vez seleccionadas las variables estas podrán ser modificadas tanto desde el propio servidor como desde el cliente, donde también estará conectado el departamento de informática, para realizar la gestión de las matrículas leídas, e indicarnos si han de ser desviadas o no mediante la variable de confirmación perteneciente a cada desvío.

### 3.2. Programación PLC


La programación donde se ha realizado el control de la instalación se proporciona en el documento PDF adjunto: “Programación TFG Luis Palafox”,

ANEXOS 4. Esquemas eléctricos.

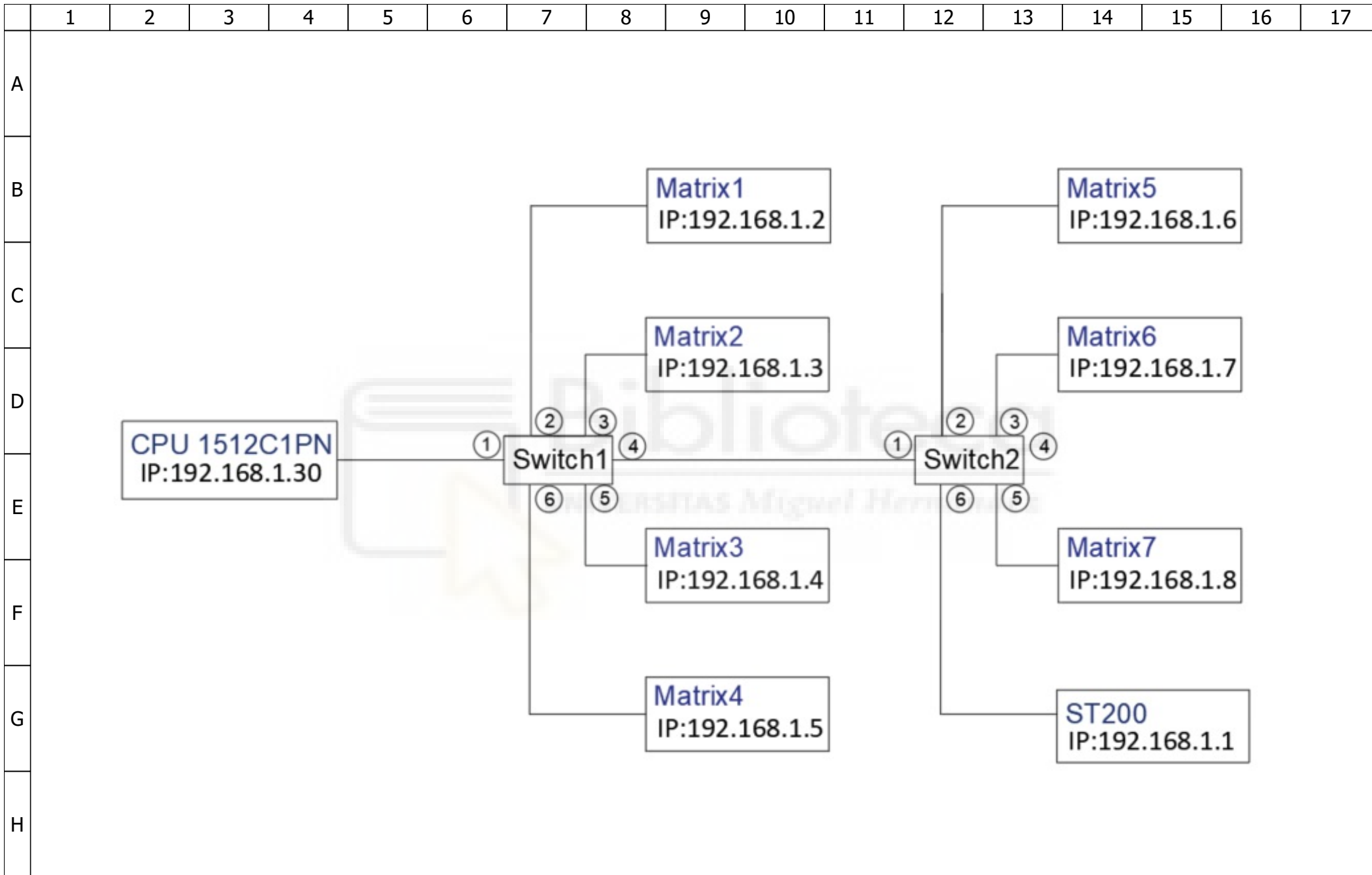
#### 4. Esquemas eléctricos.

En el presente documento se detalla el esquema eléctrico de la instalación.



	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
A	<p style="text-align: center;"><i><b>ESQUEMAS ELÉCTRICOS</b></i></p> <p style="text-align: center;"><i>Centro logístico automatizado</i></p> <p style="text-align: center;"><i>Elaborado: Luis Palafox Catral</i></p> 																
B																	
C																	
D																	
E																	
F																	
G																	
H																	

Elaborado: Luis Palafox Catral	Centro logístico Automatizado	Cuadro Principal	Archivo: Portada
Fecha: 01/11/2021	Esquema eléctrico		Folio: 1/50



1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
---	---	---	---	---	---	---	---	---	----	----	----	----	----	----	----	----

A	Nº	Elemento	Descrpción	Fabricante	Modelo	Ubicación
	1	Q1	IID 4P 63A, 300mA AC RESIDENCIAL	Schneider	A9R15463	Cuadro principal
B	2	Q2	IID 2P 25A 300mA AC RESIDENCIAL	Schneider	A9R24225	Cuadro principal
	3	Q3	IID 2P 25A 300mA AC RESIDENCIAL	Schneider	A9R24225	Cuadro principal
	4	Q4	IID 2P 25A 300mA AC RESIDENCIAL	Schneider	A9R24225	Cuadro principal
	5	Q5	IID 2P 25A 30mA AC RESIDENCIAL	Schneider	A9R60225	Cuadro principal
C	6	Q6	IID 2P 25A 30mA AC RESIDENCIAL	Schneider	A9R60225	Cuadro principal
	7	Q7	IID 2P 25A 30mA AC RESIDENCIAL	Schneider	A9R60225	Cuadro principal
	8	Q8	IID 2P 25A 30mA AC RESIDENCIAL	Schneider	A9R60225	Cuadro secundario
	9	F1	Interruptor de aislamiento magnetotérmico iCN60 63A 4P( c )	Amidata	LB404PBB-RS	Cuadro principal
D	10	F2	Interruptor magnetotérmico iCN60 25A 4P ( c )	Schneider	A9F79425	Cuadro principal
	11	F3	Interruptor magnetotérmico 40A 6Ka 4P ( c )	Hager Sistemas	MCA440	Cuadro principal
	12	F4	Interruptor magnetotérmico iCN60N 10A 2P ( c )	Schneider	A9F79210	Cuadro principal
	13	F5	Interruptor magnetotérmico iCN60N 10A 2P ( c )	Schneider	A9F79210	Cuadro principal
	14	F6	Interruptor magnetotérmico iCN60N 6A 2P ( c )	Schneider	A9F89206	Cuadro principal
E	15	F7	Interruptor magnetotérmico iCN60N 10A 2P ( c )	Schneider	A9F79210	Cuadro principal
	16	F8	Interruptor magnetotérmico iCN60N 10A 2P ( c )	Schneider	A9F79210	Cuadro secundario
	17	KM1	Disyuntores 1.1/1,5KW, 2,5/4A 230V 50 60HZ	Schneider	GV2ME08	Cuadro principal
F	18	KM2	Disyuntores 1.1/1,5KW, 2,5/4A 230V 50 60HZ	Schneider	GV2ME08	Cuadro principal
	19	KM3	Disyuntores 1.1/1,5KW, 2,5/4A 230V 50 60HZ	Schneider	GV2ME08	Cuadro principal
	20	KM4	Disyuntores 1.1/1,5KW, 2,5/4A 230V 50 60HZ	Schneider	GV2ME08	Cuadro principal
	21	KM5	Disyuntores 1.1/1,5KW, 2,5/4A 230V 50 60HZ	Schneider	GV2ME08	Cuadro principal
G	22	KM6	Disyuntores 1.1/1,5KW, 2,5/4A 230V 50 60HZ	Schneider	GV2ME08	Cuadro principal
	23	KM7	Disyuntores 1.1/1,5KW, 2,5/4A 230V 50 60HZ	Schneider	GV2ME08	Cuadro principal
	24	KM8	Disyuntores 1.1/1,5KW, 2,5/4A 230V 50 60HZ	Schneider	GV2ME08	Cuadro principal
	25	KM9	Disyuntores 1.1/1,5KW, 2,5/4A 230V 50 60HZ	Schneider	GV2ME08	Cuadro principal
H						

Elaborado: Luis Palafox Catral	Centro logístico Automatizado	Cuadro Principal	Archivo: Elementos cuadros
Fecha: 01/11/2021	Esquema eléctrico		Folio: 3/50



1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
---	---	---	---	---	---	---	---	---	----	----	----	----	----	----	----	----

A	Nº	Elemento	Descrpción	Fabricante	Modelo	Ubicación
	26	KM10	Disyuntores 1.1/1,5KW, 2,5/4A 230V 50 60HZ	Schneider	GV2ME08	Cuadro principal
B	27	KM11	Disyuntores 1.1/1,5KW, 2,5/4A 230V 50 60HZ	Schneider	GV2ME08	Cuadro principal
	28	KM12	Disyuntores 1.1/1,5KW, 2,5/4A 230V 50 60HZ	Schneider	GV2ME08	Cuadro principal
	29	KM13	Disyuntores 1.1/1,5KW, 2,5/4A 230V 50 60HZ	Schneider	GV2ME08	Cuadro principal
	30	KM14	Disyuntores 1.1/1,5KW, 2,5/4A 230V 50 60HZ	Schneider	GV2ME08	Cuadro principal
C	31	KM15	Disyuntores 1.1/1,5KW, 2,5/4A 230V 50 60HZ	Schneider	GV2ME08	Cuadro principal
	32	KM16	Disyuntores 1.1/1,5KW, 2,5/4A 230V 50 60HZ	Schneider	GV2ME08	Cuadro principal
	33	KM17	Disyuntores 1.1/1,5KW, 2,5/4A 230V 50 60HZ	Schneider	GV2ME08	Cuadro principal
	34	KM18	Disyuntores 1.1/1,5KW, 2,5/4A 230V 50 60HZ	Schneider	GV2ME08	Cuadro principal
D	35	K01	Relé SPDT, 24V DC, 6A	Phoenix Contact	2966171	Cuadro principal
	36	K02	Relé SPDT, 24V DC, 6A	Phoenix Contact	2966171	Cuadro principal
	37	K03	Relé SPDT, 24V DC, 6A	Phoenix Contact	2966171	Cuadro principal
	38	FT1	Fuente de 20A, 220VAC/ 24VDC	Siemens	S6EP1336-1LB00	Cuadro principal
E	39	FT2	Fuente de 20A, 220VAC/ 24VDC	Siemens	S6EP1336-1LB00	Cuadro principal
	40	FT3	Fuente de 20A, 220VAC/ 24VDC	Siemens	S6EP1336-1LB00	Cuadro secundario
	41	PS1	SITOP PSE200U modulo de corte selectivo (4) 3-10A	Siemens	6EP1961-2BA41	Cuadro principal
	42	PS2	SITOP PSE200U modulo de corte selectivo (4) 3-10A	Siemens	6EP1961-2BA41	Cuadro principal
F	43	PS3	SITOP PSE200U modulo de corte selectivo (4) 3-10A	Siemens	6EP1961-2BA41	Cuadro secundario
	44	RXM	RELE MINIATURA LED 12A 2NANC 24VDC	Schneider	RXM2AB2BD	Cuadro principal
	45	RXZ	BASE RXM2 / 4, E/S MEZC, TORNILLO	Schneider	RXZE2M114M	Cuadro principal
	46	MZ	Bobina de emisión para interruptores automáticos	Hager Sistemas	MZ203	Cuadro principal
G	47	XE	TOMA DE CORRIENTE 2P+T 250V	Schneider	A9A15310	Cuadro principal
	48	VF1	VENTILADOR FILTRO AC 92 (107) M3/H	IDE Electric	TD03	Cuadro principal
	49	TA1	TERMOSTATO DOBLE NC-NA	IDE Electric	VF92AC	Cuadro principal
	50	TA2	VENTILADOR FILTRO AC 92 (107) M3/H	IDE Electric	TD03	Cuadro secundario
H						

Elaborado: Luis Palafox Catral	Centro logistico Automatizado	Cuadro Principal	Archivo: Elementos cuadros
Fecha: 01/11/2021	Esquema eléctrico		Folio: 4/50

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	
A	Nº	Elemento	Descripción					Fabricante	Modelo	Ubicación								
	51	VF2	TERMOSTATO DOBLE NC-NA					IDE Electric	VF92AC	Cuadro secundario								
B	52	XP1	Repartidor VIP-2/SC/PDM-2/24 MODULO VARIOFACE					Phoenix Contact	2315269	Cuadro principal								
	53	XP2	Repartidor VIP-2/SC/PDM-2/32 MODULO VARIOFACE					Phoneix Contact	2315259	Cuadro principal								
	54	XP3	Repartidor VIP-2/SC/PDM-2/32 MODULO VARIOFACE					Phoneix Contact	2315259	Cuadro principal								
	55	XP4	Repartidor VIP-2/SC/PDM-2/24 MODULO VARIOFACE					Phoenix Contact	2315269	Cuadro secundario								
C	56	PM	Fuente PM 1507 24V/ 3A					Siemens	6EP1332-4BA00	Cuadro principal								
	57	S7-1500	CPU1512C1PN					Siemens	6ES7512-1CK01-OABO	Cuadro principal								
	58	ET200SP	SIMATIC ET 200, módulo de interfaz PROFINET					Siemens	S6ES7155-6AA01-0BN0	Cuadro secundario								
	59	ST DI	Módulo electrónico de entradas digitales para ET 200SP, 16 ED					Siemens	S6ES7131-6BH01-0BA0	Cuadro secundario								
D	60	ST DO	Módulo electrónico de salidas digitales para ET 200SP, 16 SD					Siemens	6ES7132-6BH00-0BA0	Cuadro secundario								
	61	SW1	Switch de 6 puertos					Datalogic	Wienet Ums 6-L	Cuadro principal								
	62	SW2	Switch de 6 puertos					Datalogic	Wienet Ums 6-L	Cuadro secundario								
E	X	BORNE ZDU 2.5					WEIDMULLER	1608510000										
	XC	REPARTIDOR DE MANIOBRA PTRV 4 /RDCOL-GR/AZ/RO/MA					Phoneix Contact	4046356796101										
F																		
G																		
H																		

Elaborado: Luis Palafox Catral

Centro logístico Automatizado

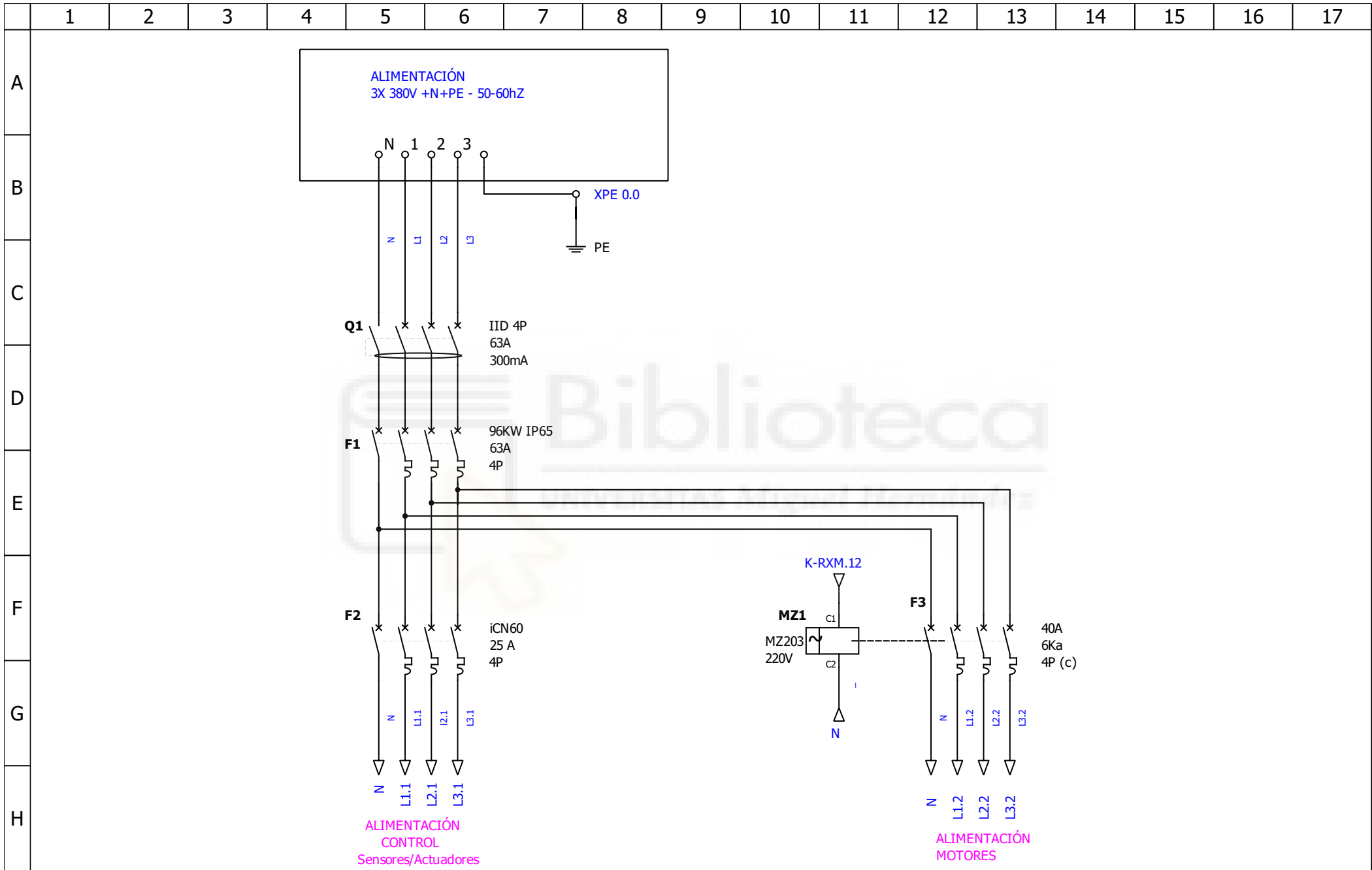
Cuadro Principal

Archivo: Elementos cuadros

Fecha: 01/11/2021

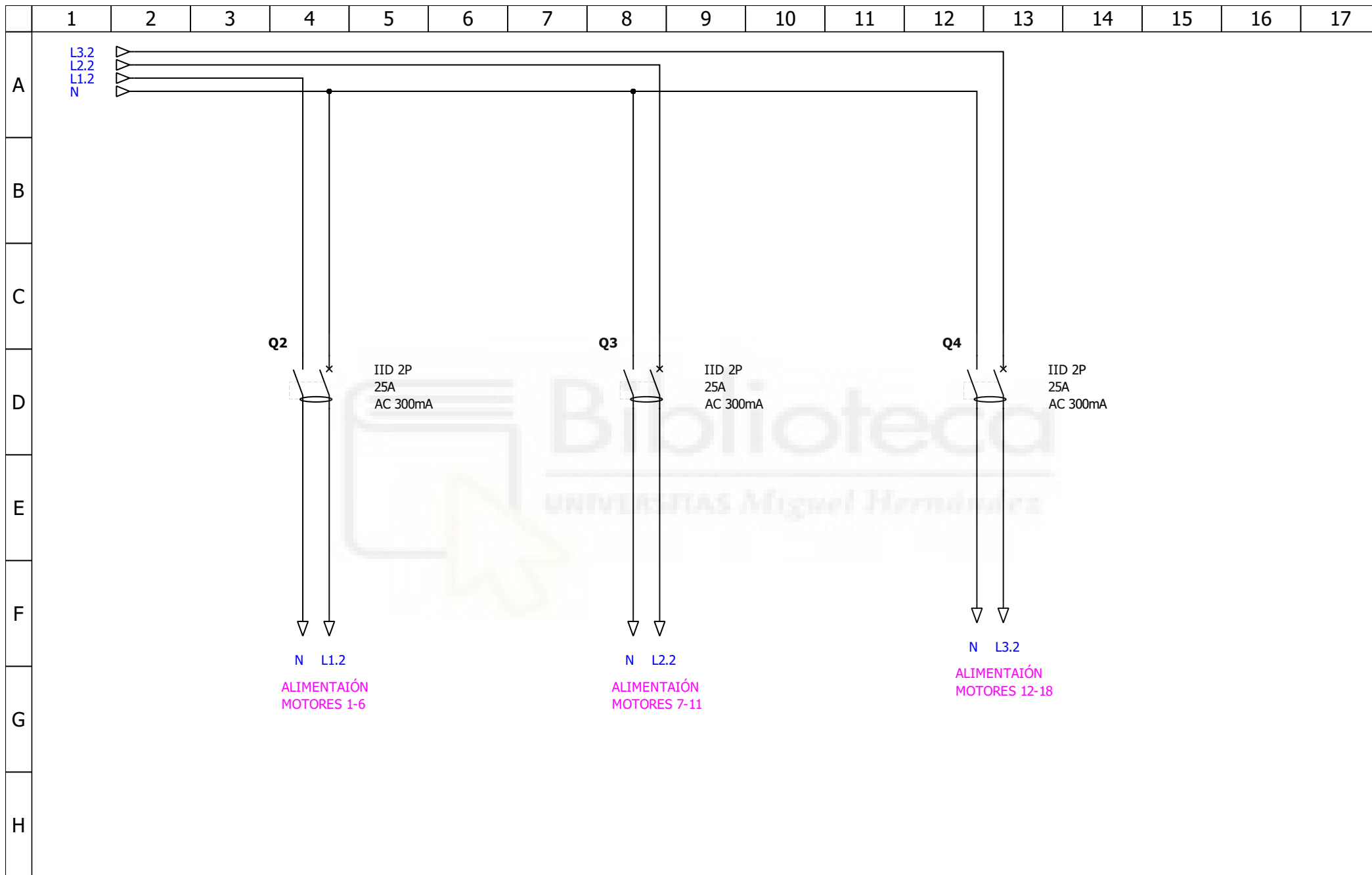
Esquema eléctrico

Folio: 5/50



Elaborado: Luis Palafox Catral	Centro logístico Automatizado	Cuadro Principal	Archivo: Distribución potencia
Fecha: 01/11/2021	Esquema eléctrico		Folio: 6/50





Elaborado: Luis Palafox Catral

Centro logístico Automatizado

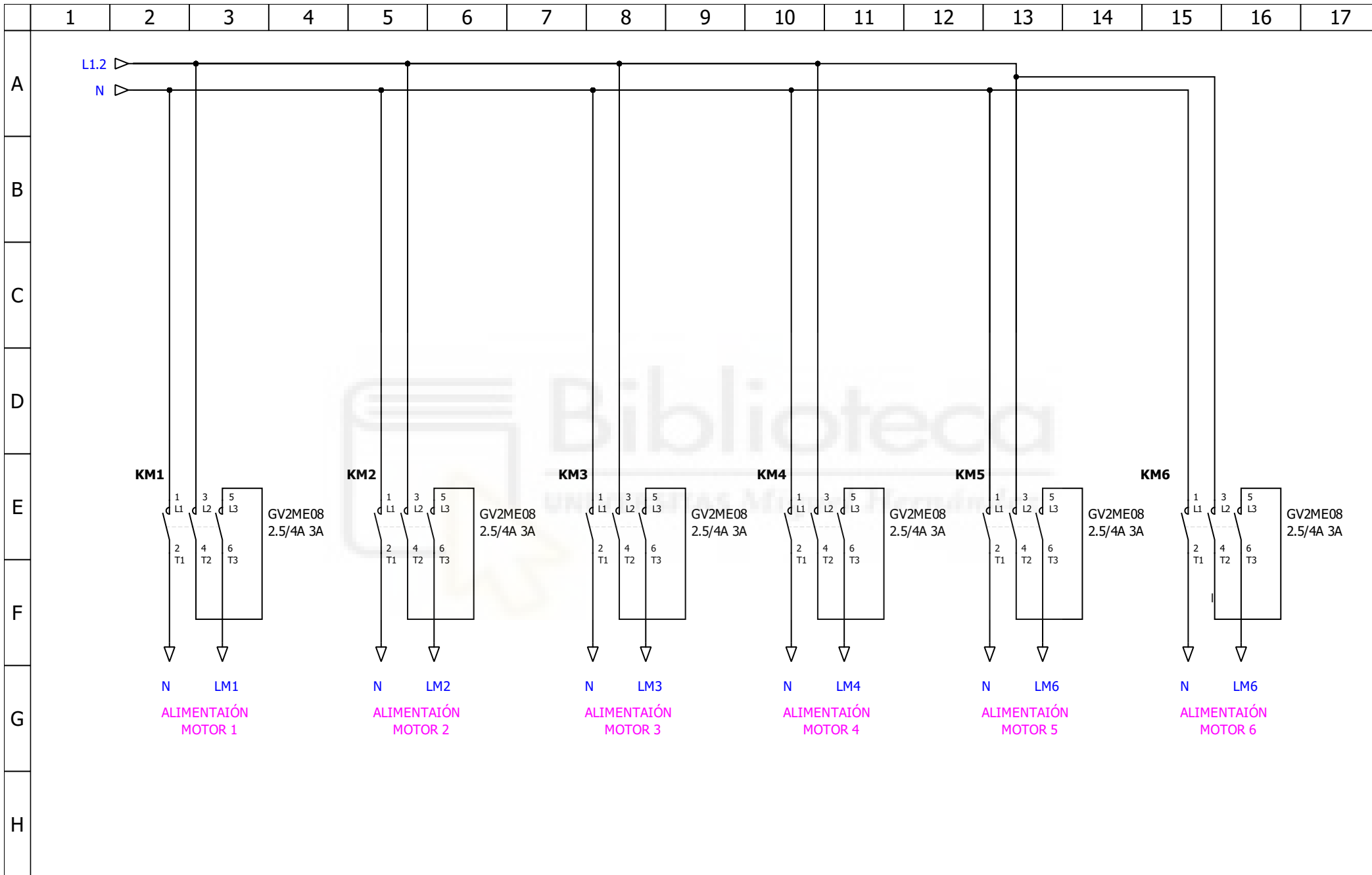
Cuadro Principal

Archivo: Distribución potencia

Fecha: 01/11/2021

Esquema eléctrico

Folio: 7/50



Elaborado: Luis Palafox Catral

Centro logístico Automatizado

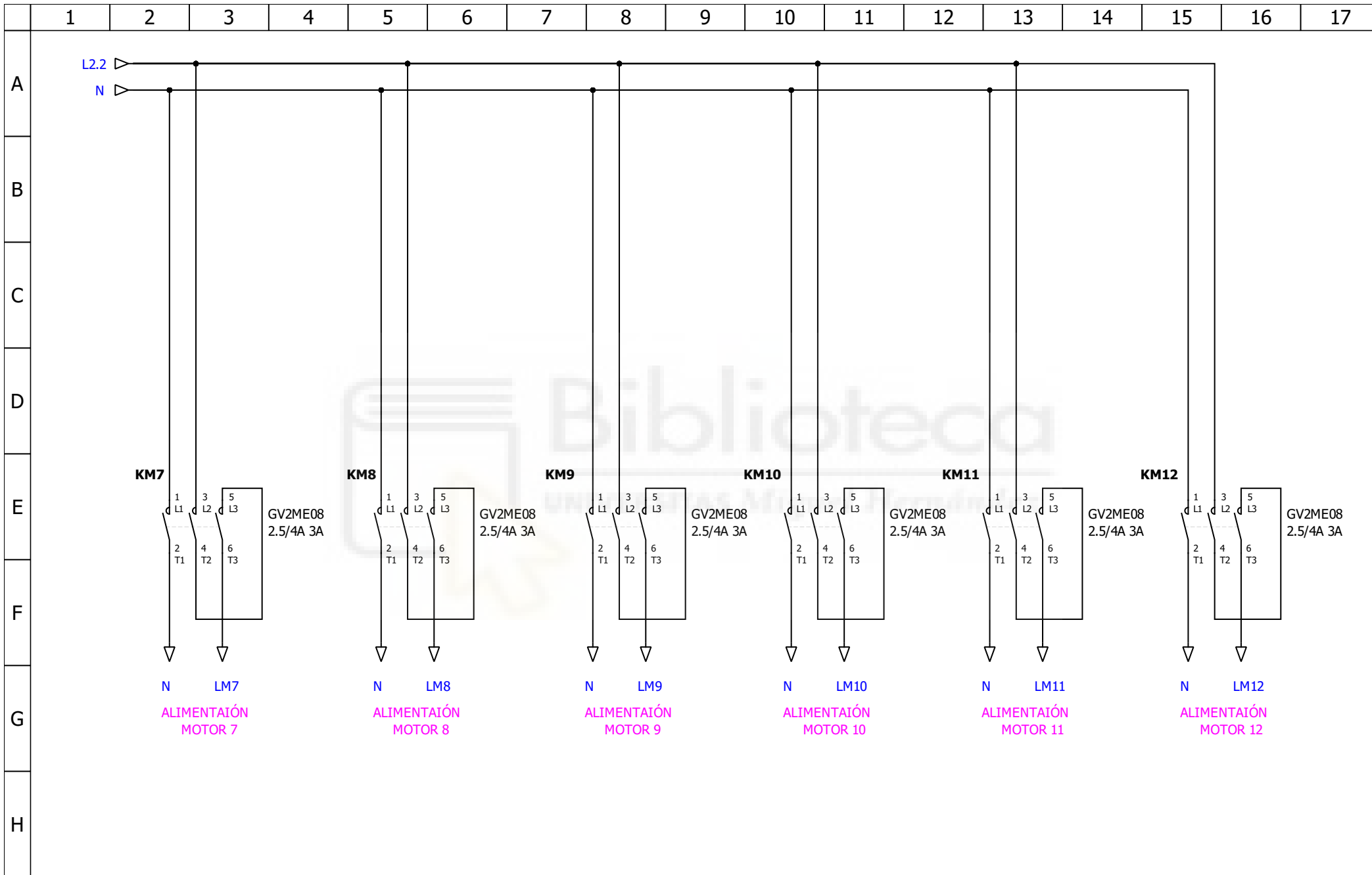
Cuadro Principal

Archivo: Alimentación Motores

Fecha: 01/11/2021

Esquema eléctrico

Folio: 8/50



Elaborado: Luis Palafox Catral

Centro logístico Automatizado

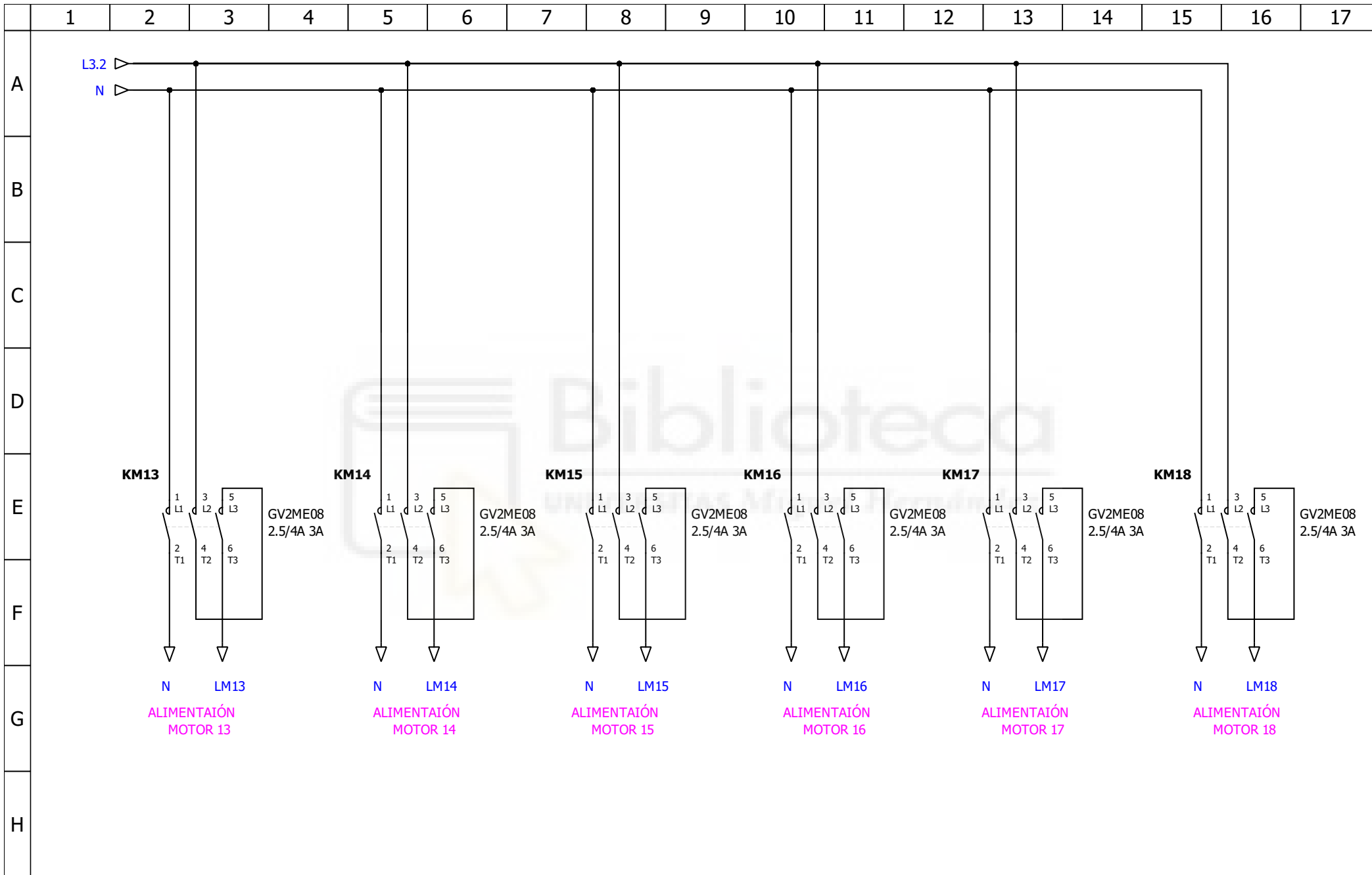
Cuadro Principal

Archivo: Alimentación Motores

Fecha: 01/11/2021

Esquema eléctrico

Folio: 9/50



Elaborado: Luis Palafox Catral

Centro logístico Automatizado

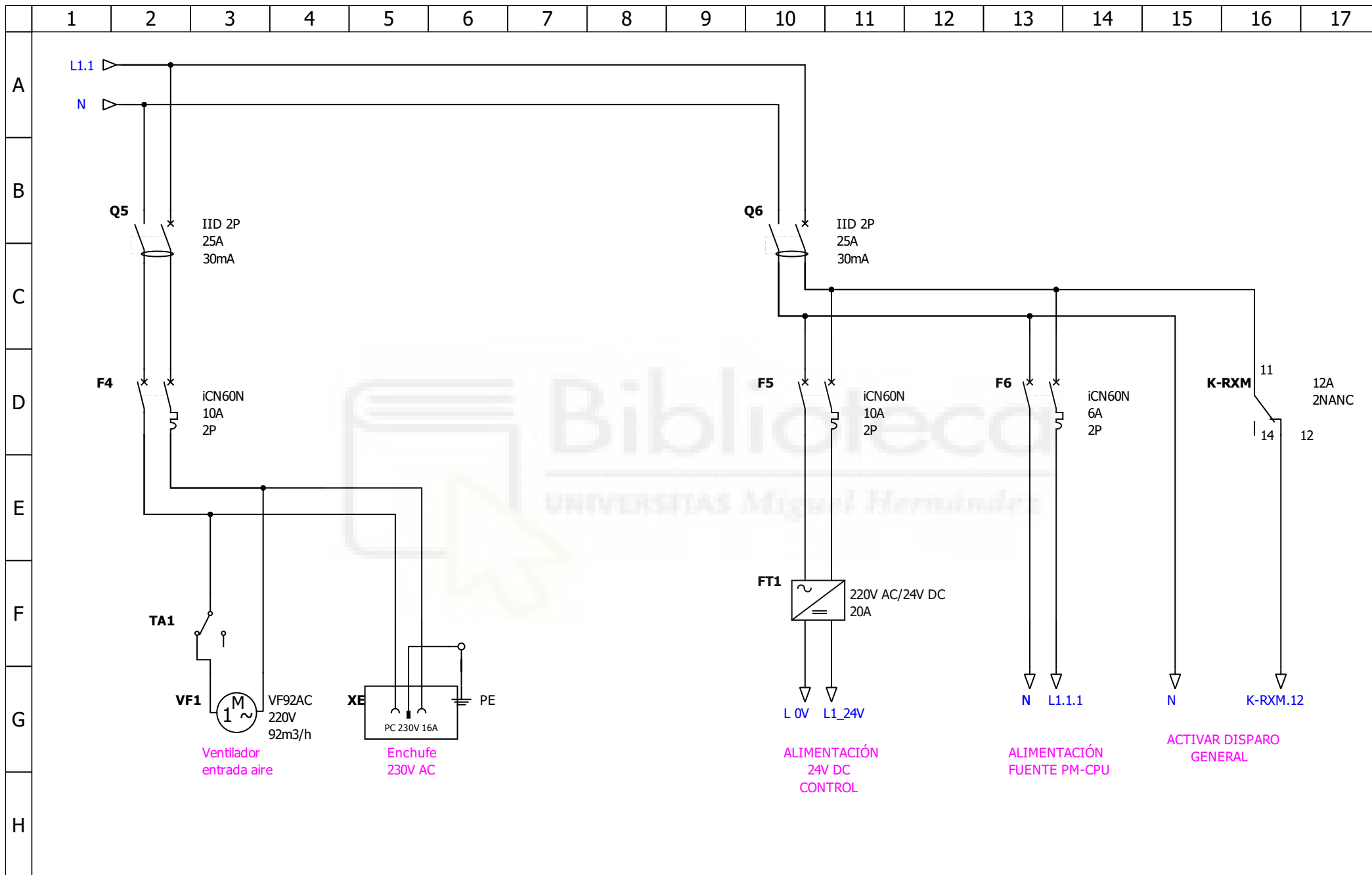
Cuadro Principal

Archivo: Alimentación Motores

Fecha: 01/11/2021

Esquema eléctrico

Folio: 10/50



Elaborado: Luis Palafox Catral

Centro logístico Automatizado

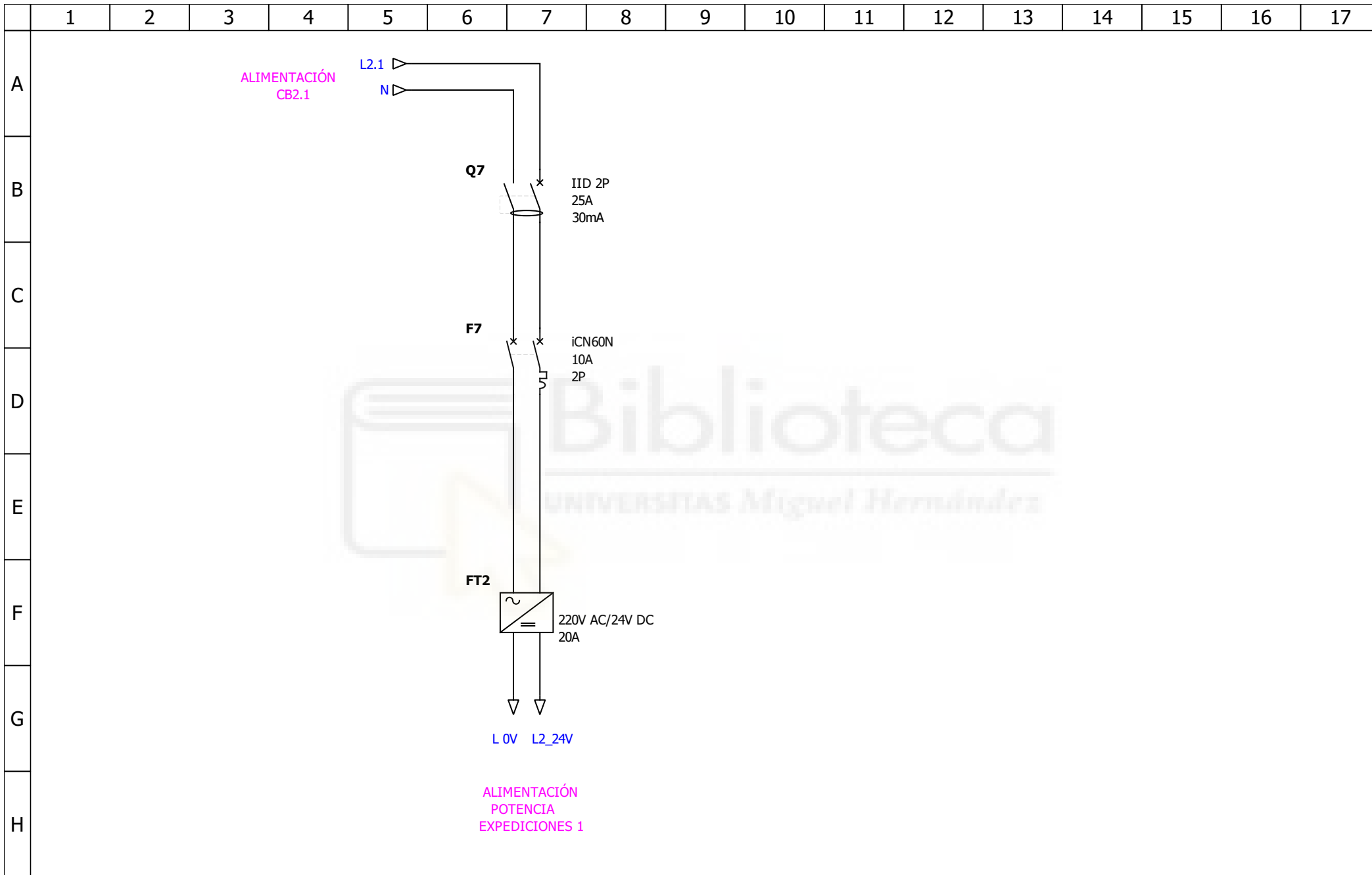
Cuadro Principal

Archivo: Distribución potencia

Fecha: 01/11/2021

Esquema eléctrico

Folio: 11/50

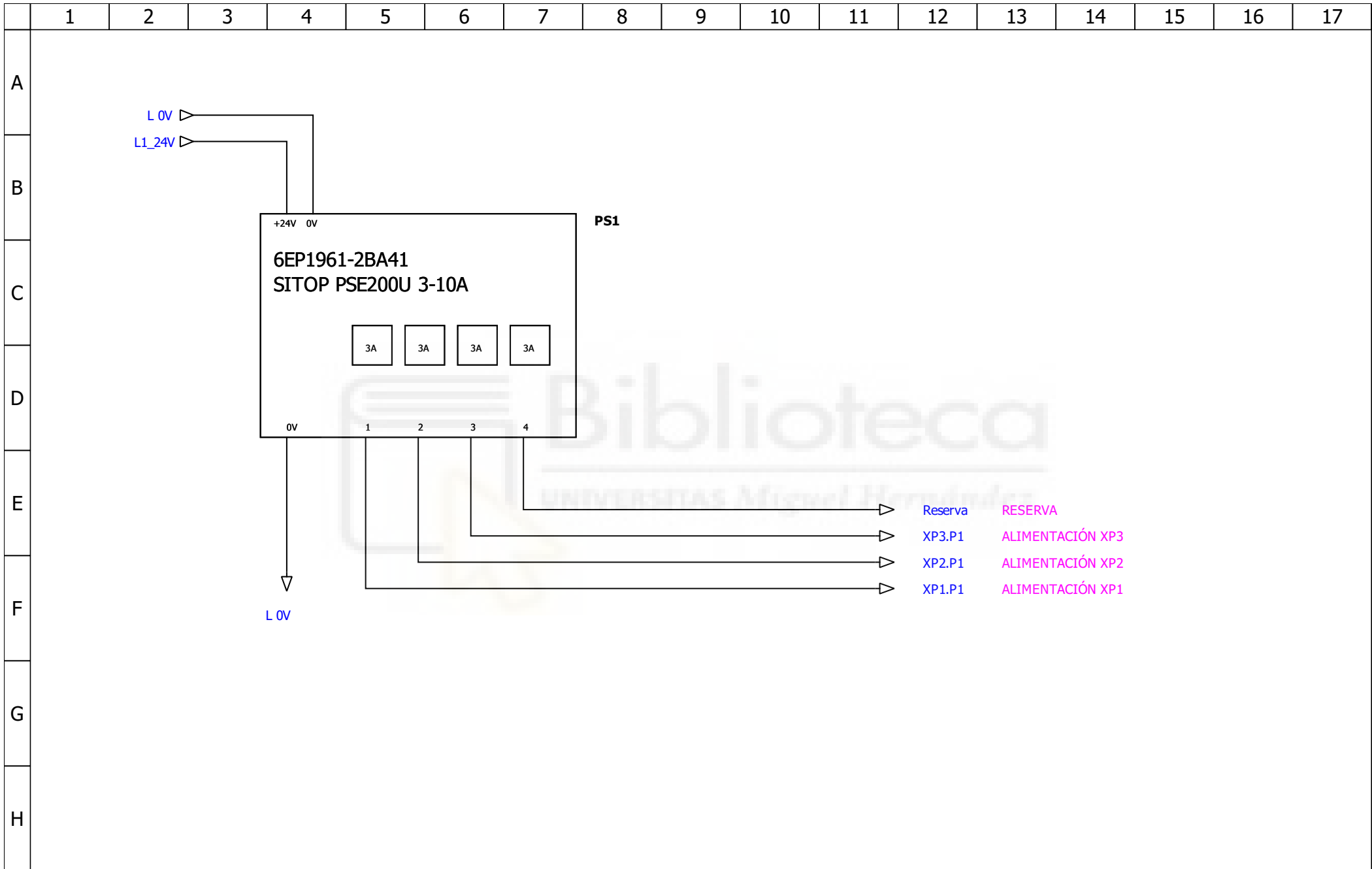


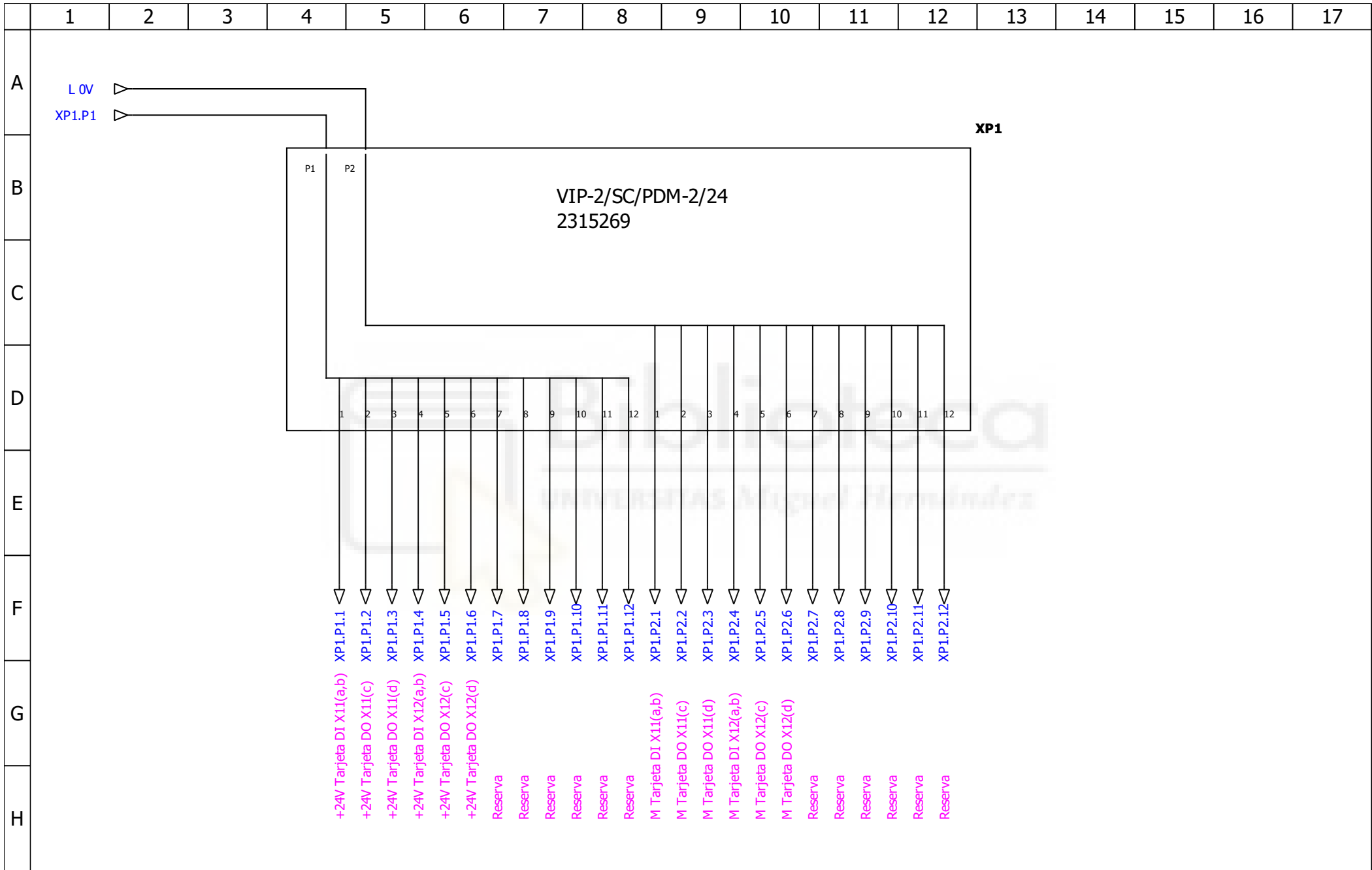
Elaborado: Luis Palafox Catral  
 Fecha: 01/11/2021

Centro logístico Automatizado  
 Esquema eléctrico

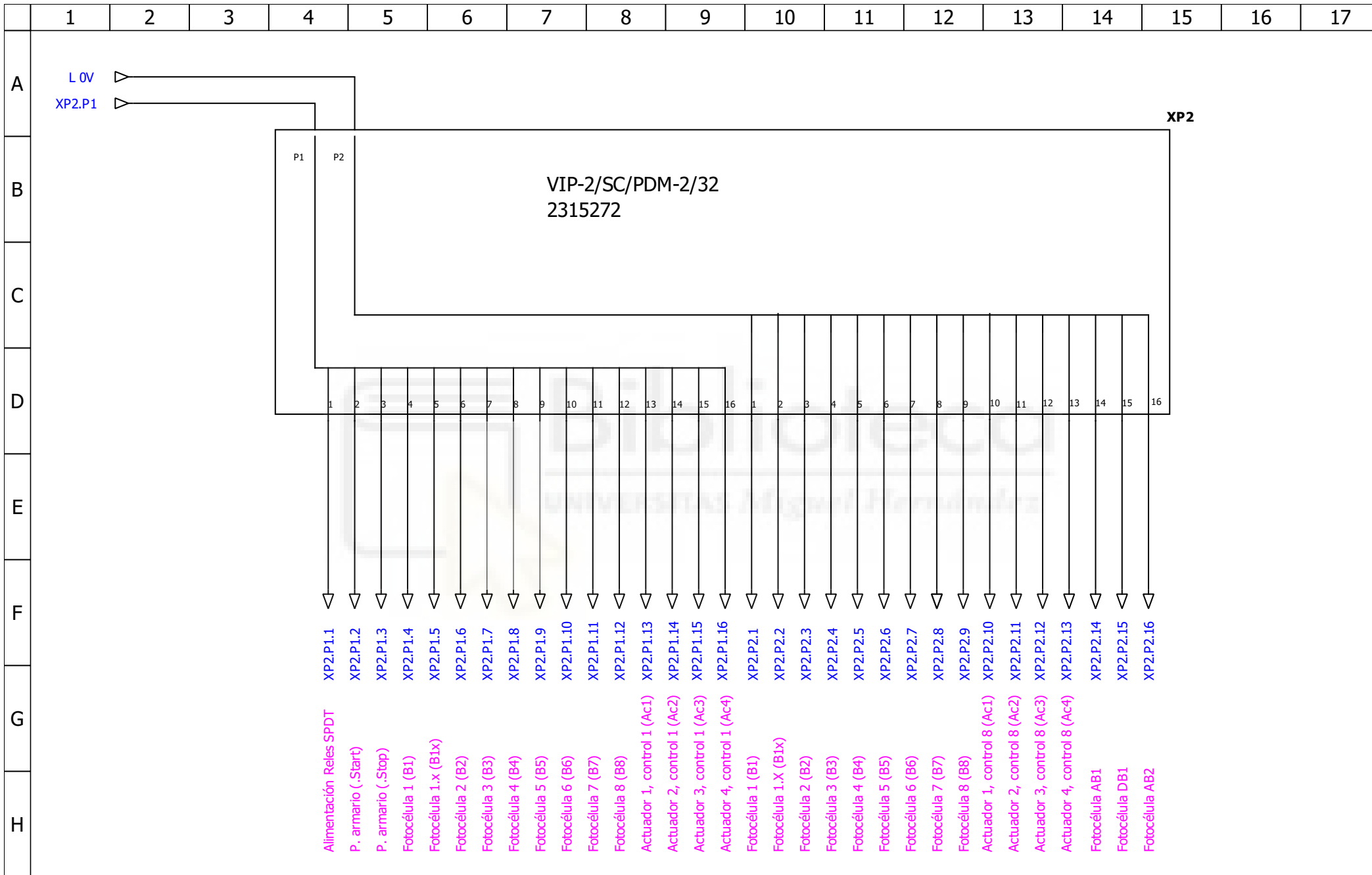
Cuadro Principal

Archivo: Distribución potencia  
 Folio: 12/50









Elaborado: Luis Palafox Catral

Centro logístico Automatizado

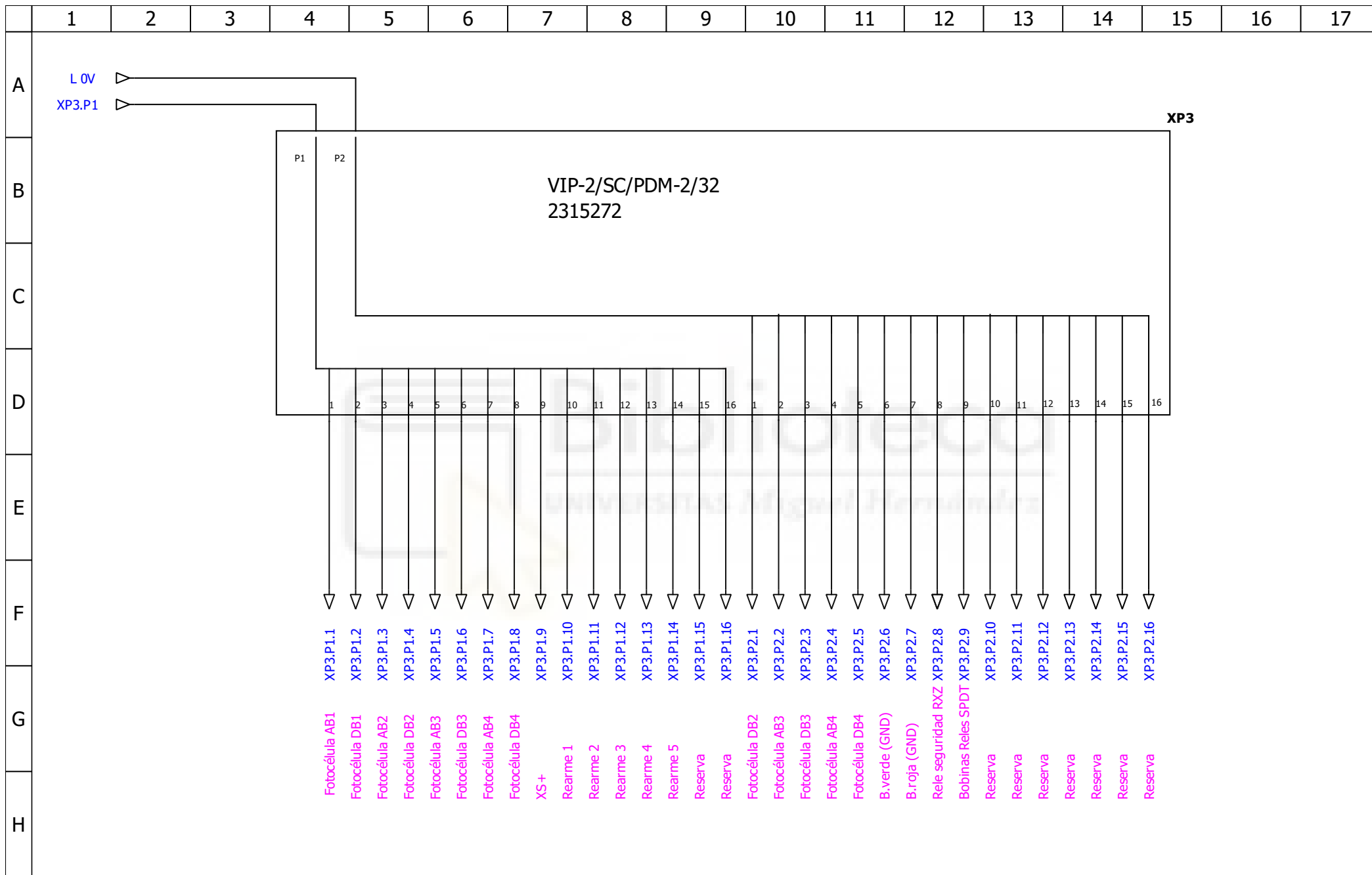
Cuadro Principal

Archivo: Distribución 24V DC

Fecha: 01/11/2021

Esquema eléctrico

Folio: 15/50



Elaborado: Luis Palafox Catral

Centro logístico Automatizado

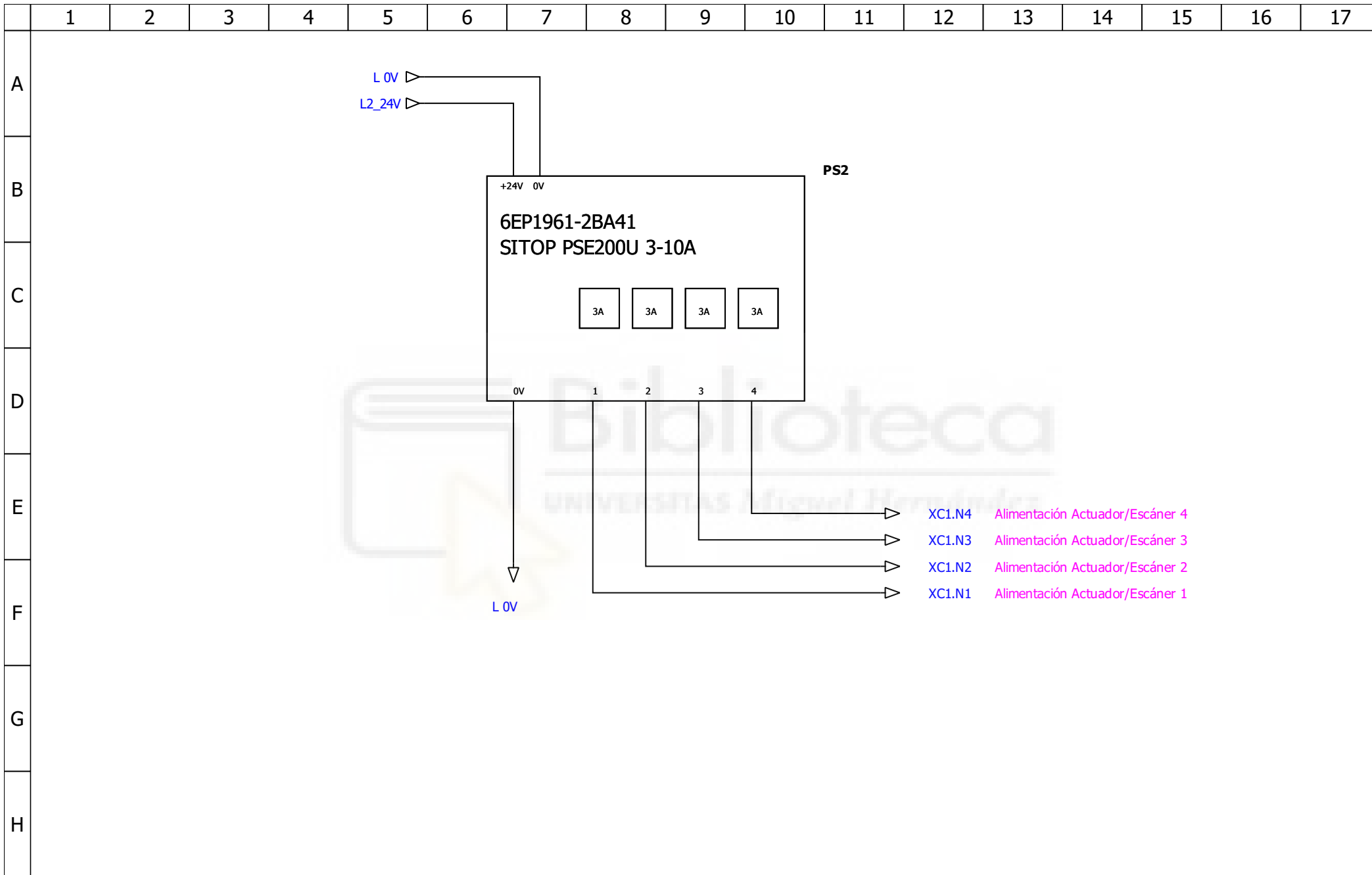
Cuadro Principal

Archivo: Distribución 24V DC

Fecha: 01/11/2021

Esquema eléctrico

Folio: 16/50



Elaborado: Luis Palafox Catral

Centro logístico Automatizado

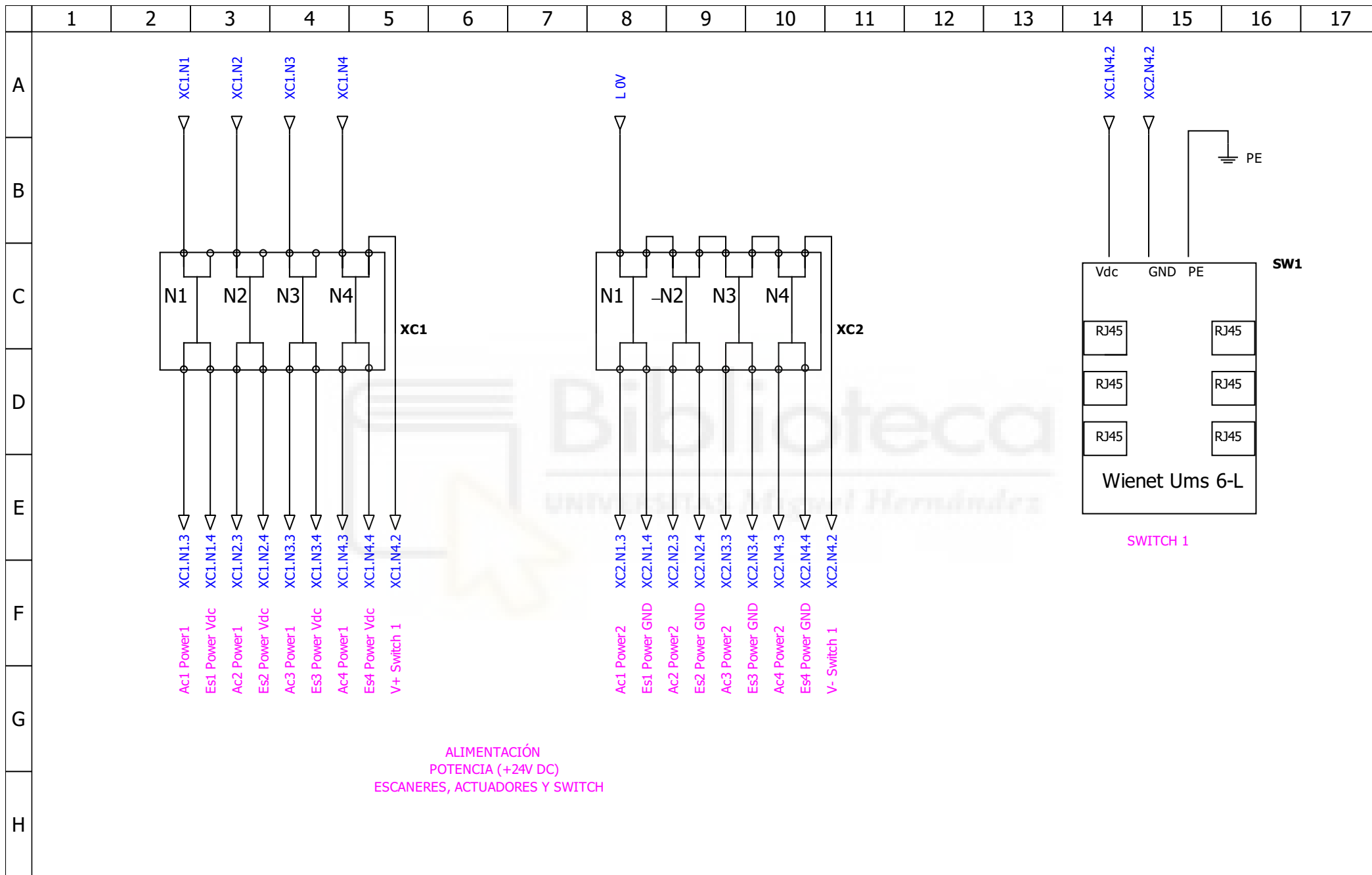
Cuadro Principal

Archivo: Distribución 24V DC

Fecha: 01/11/2021

Esquema eléctrico

Folio: 17/50



Elaborado: Luis Palafox Catral

Centro logístico Automatizado

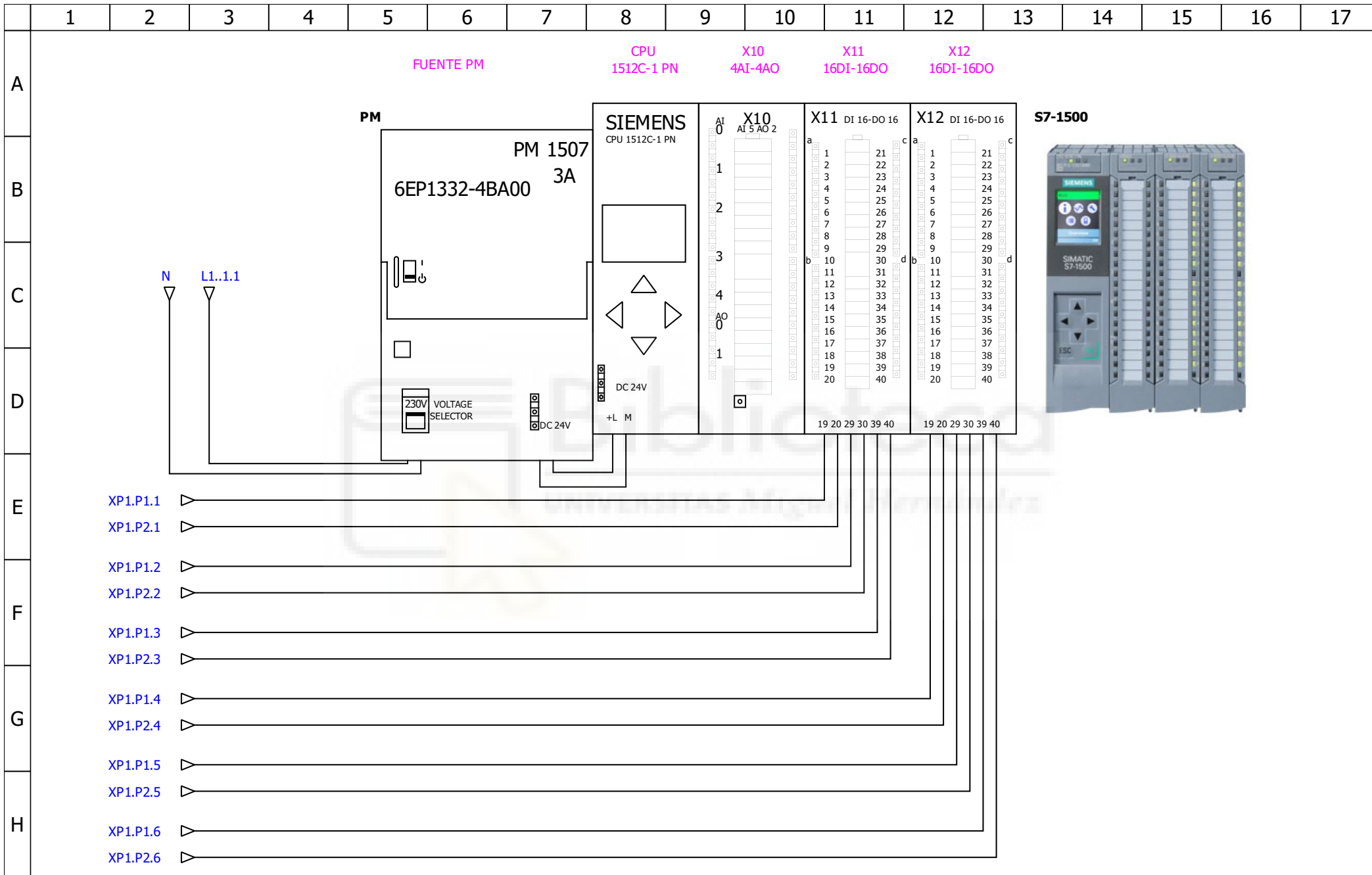
Cuadro Principal

Archivo: Distribución 24V DC

Fecha: 01/11/2021

Esquema eléctrico

Folio: 18/50



Elaborado: Luis Palafox Catral

Centro logístico Automatizado

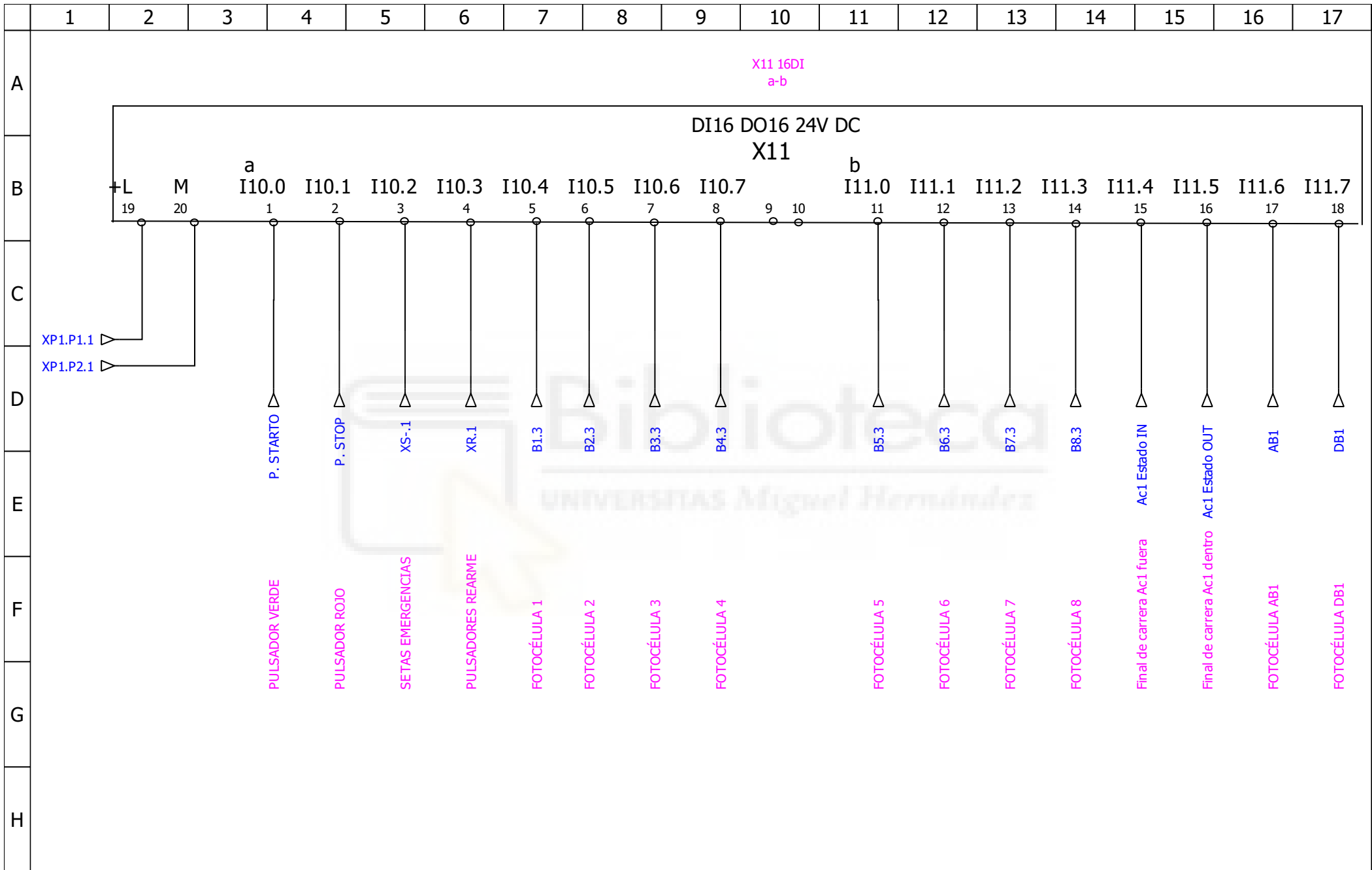
Cuadro Principal

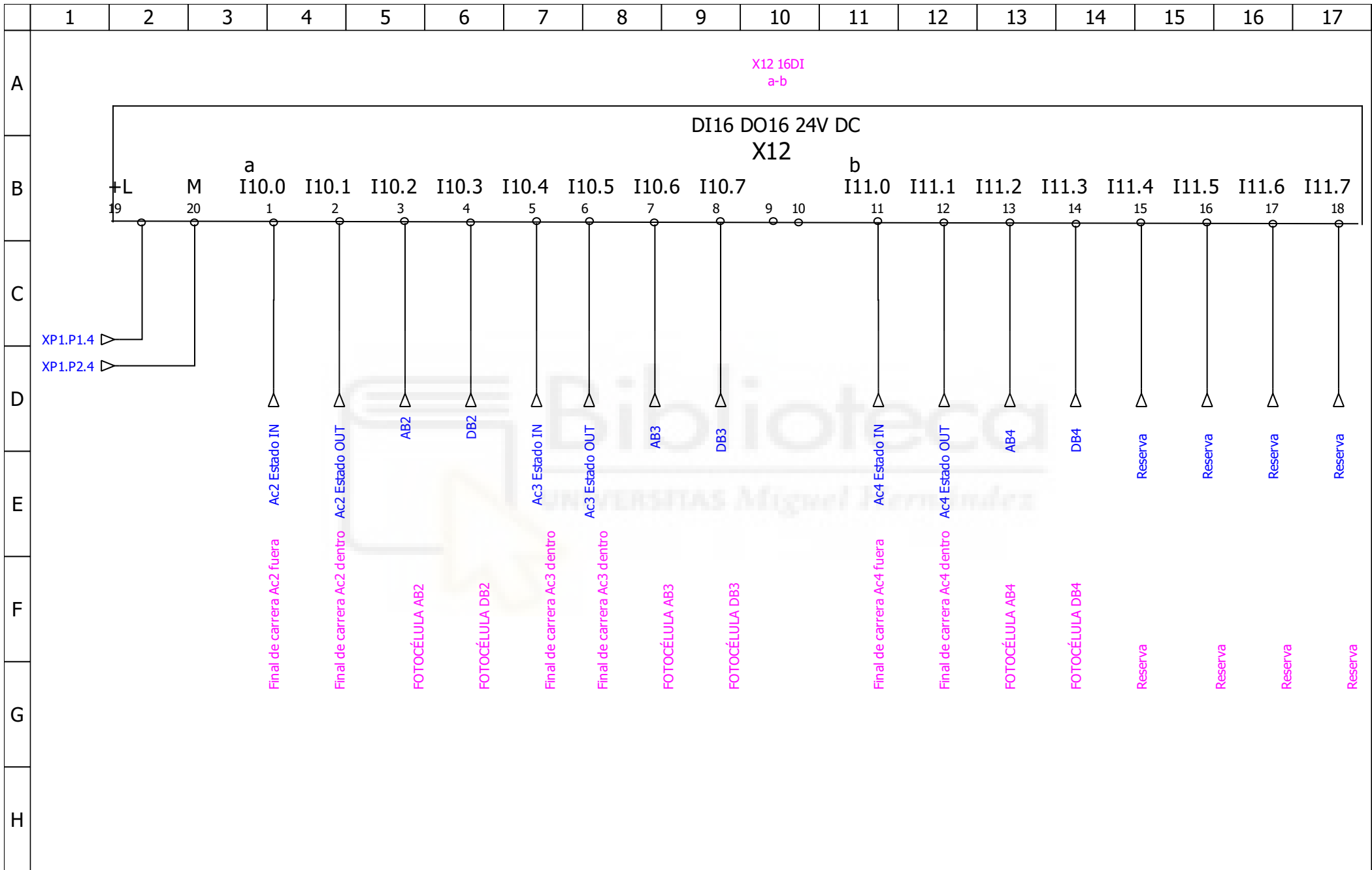
Archivo: Alimentación CPU y Tarjetas

Fecha: 01/11/2021

Esquema eléctrico

Folio: 19/50





Elaborado: Luis Palafox Catral

Centro logístico Automatizado

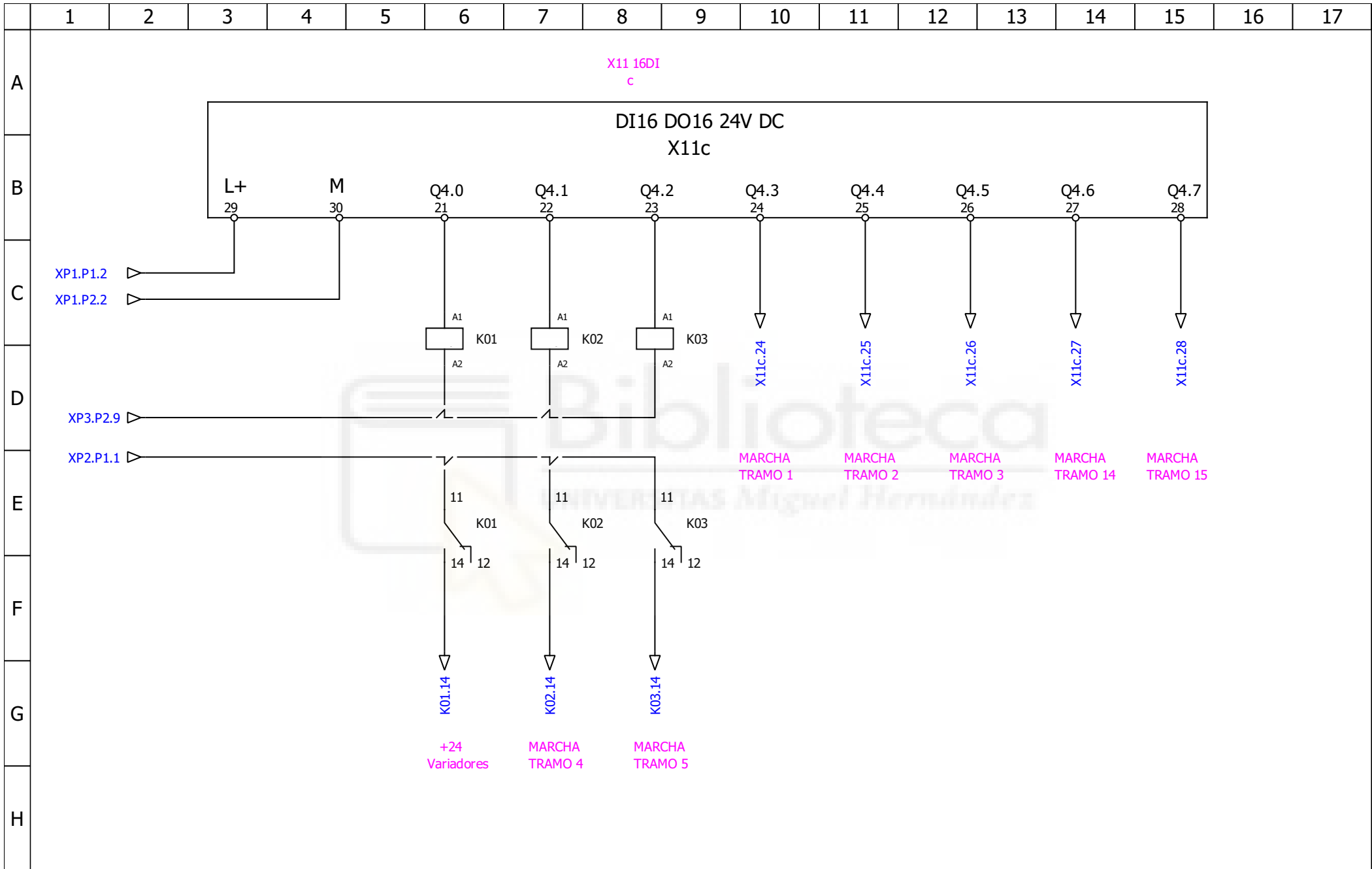
Cuadro Principal

Archivo: Entradas digitales X12

Fecha: 01/11/2021

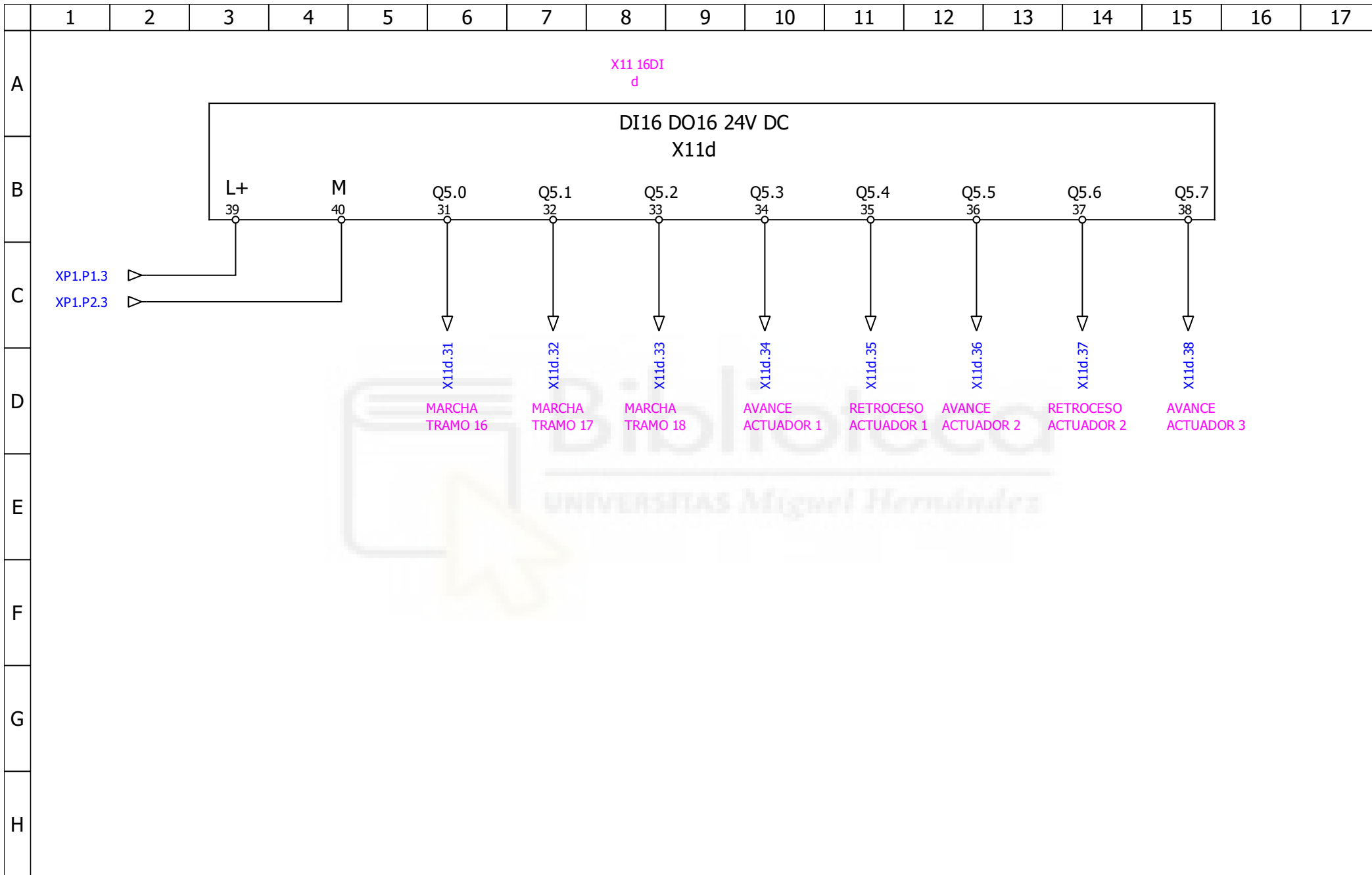
Esquema eléctrico

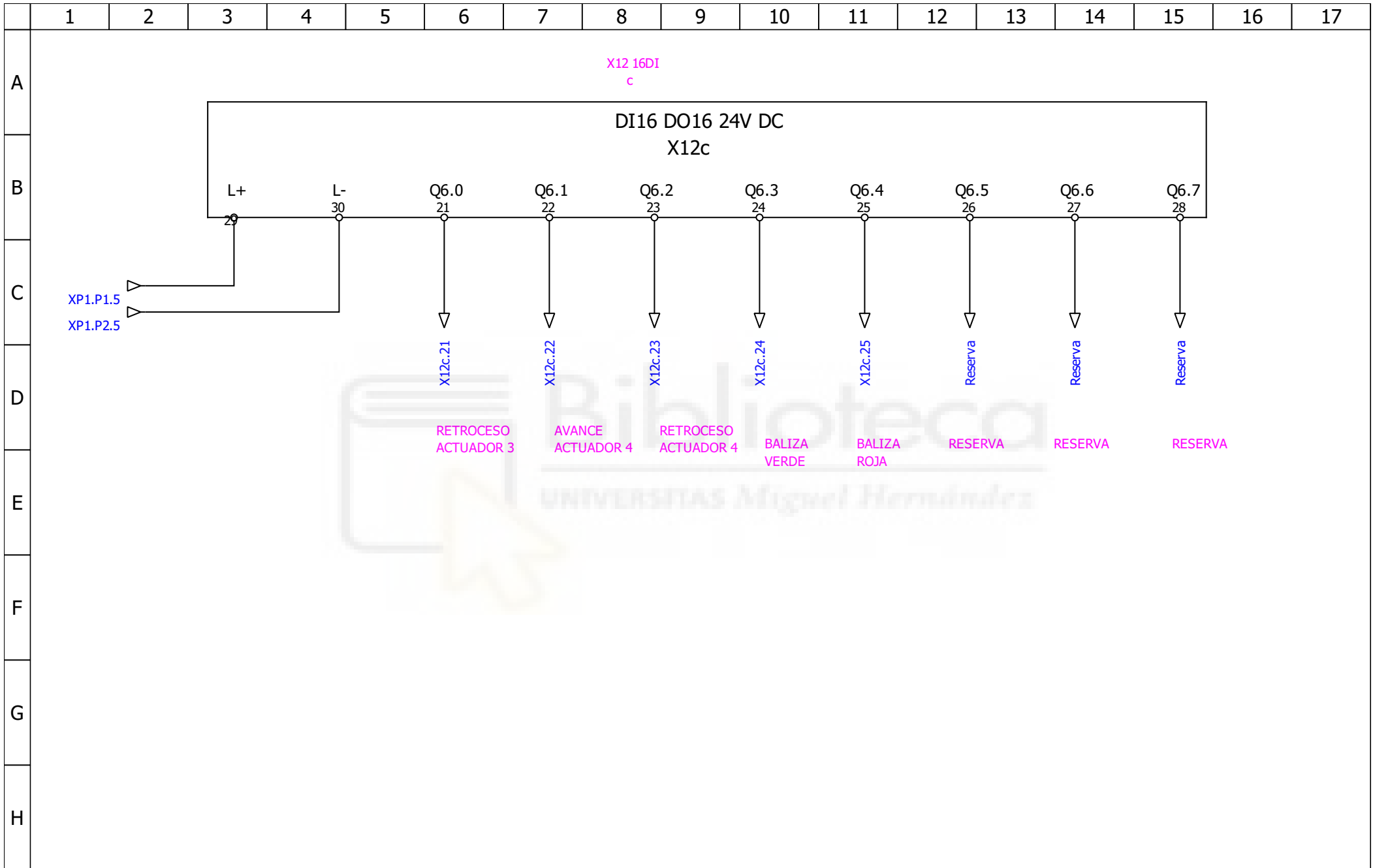
Folio: 21/50



Elaborado: Luis Palafox Catral	Centro logístico Automatizado	Cuadro Principal	Archivo: Salidas digitales X11c
Fecha: 01/11/2021	Esquema eléctrico		Folio: 22/50







Elaborado: Luis Palafox Catral

Centro logístico Automatizado

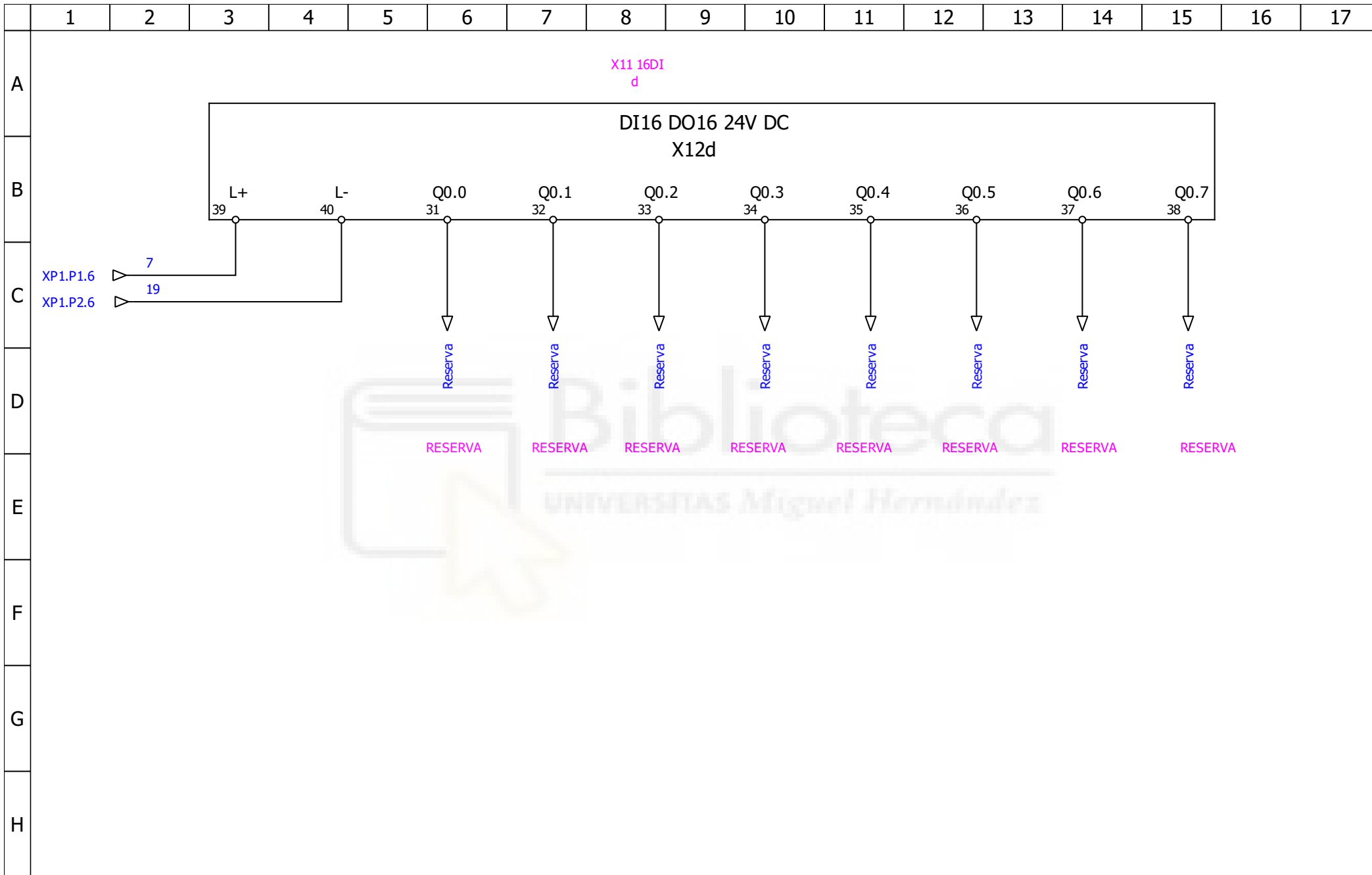
Cuadro Principal

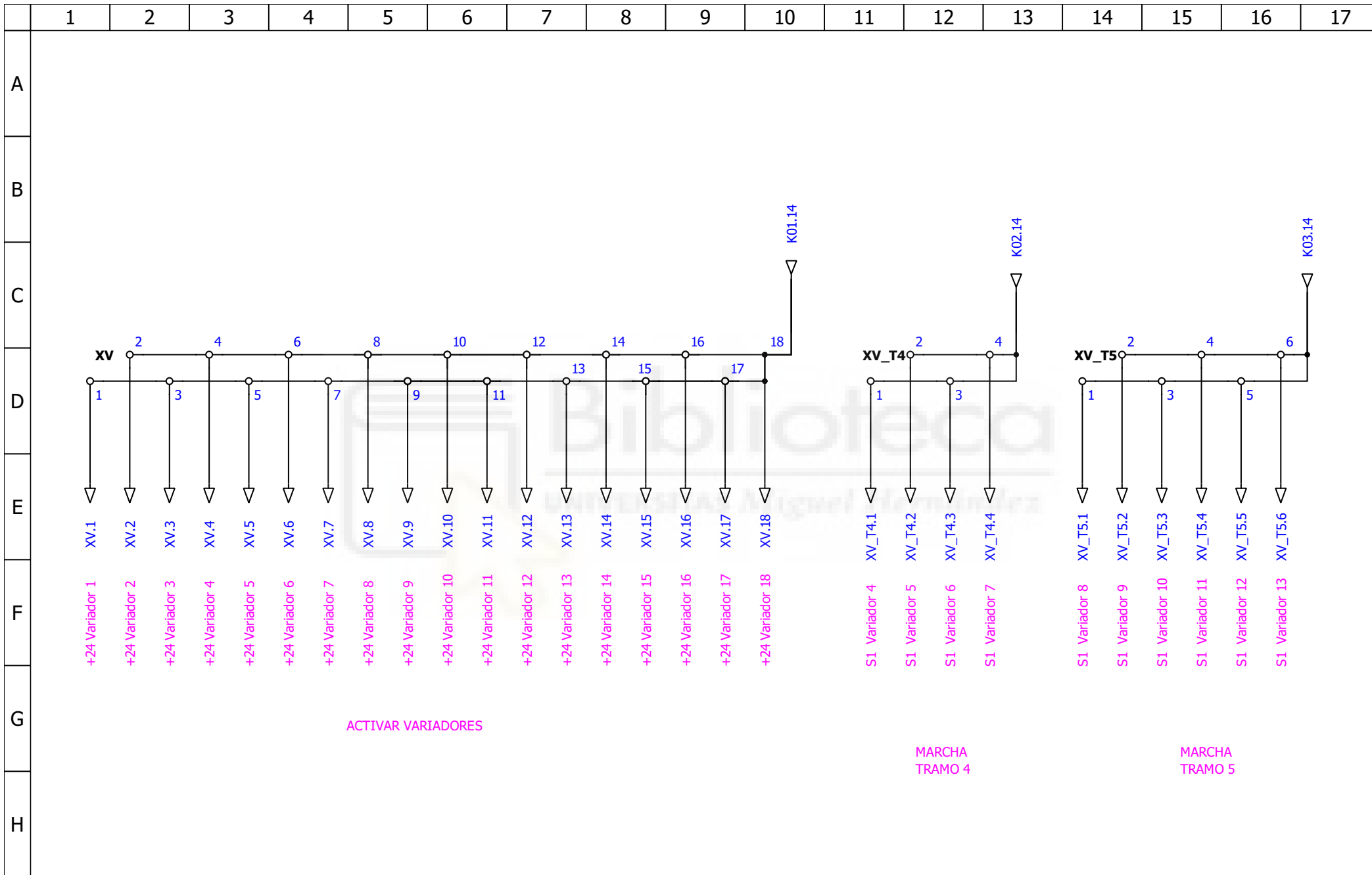
Archivo: Salidas digitales X12c

Fecha: 01/11/2021

Esquema eléctrico

Folio: 24/50





Elaborado: Luis Palafox Catral

Centro logístico Automatizado

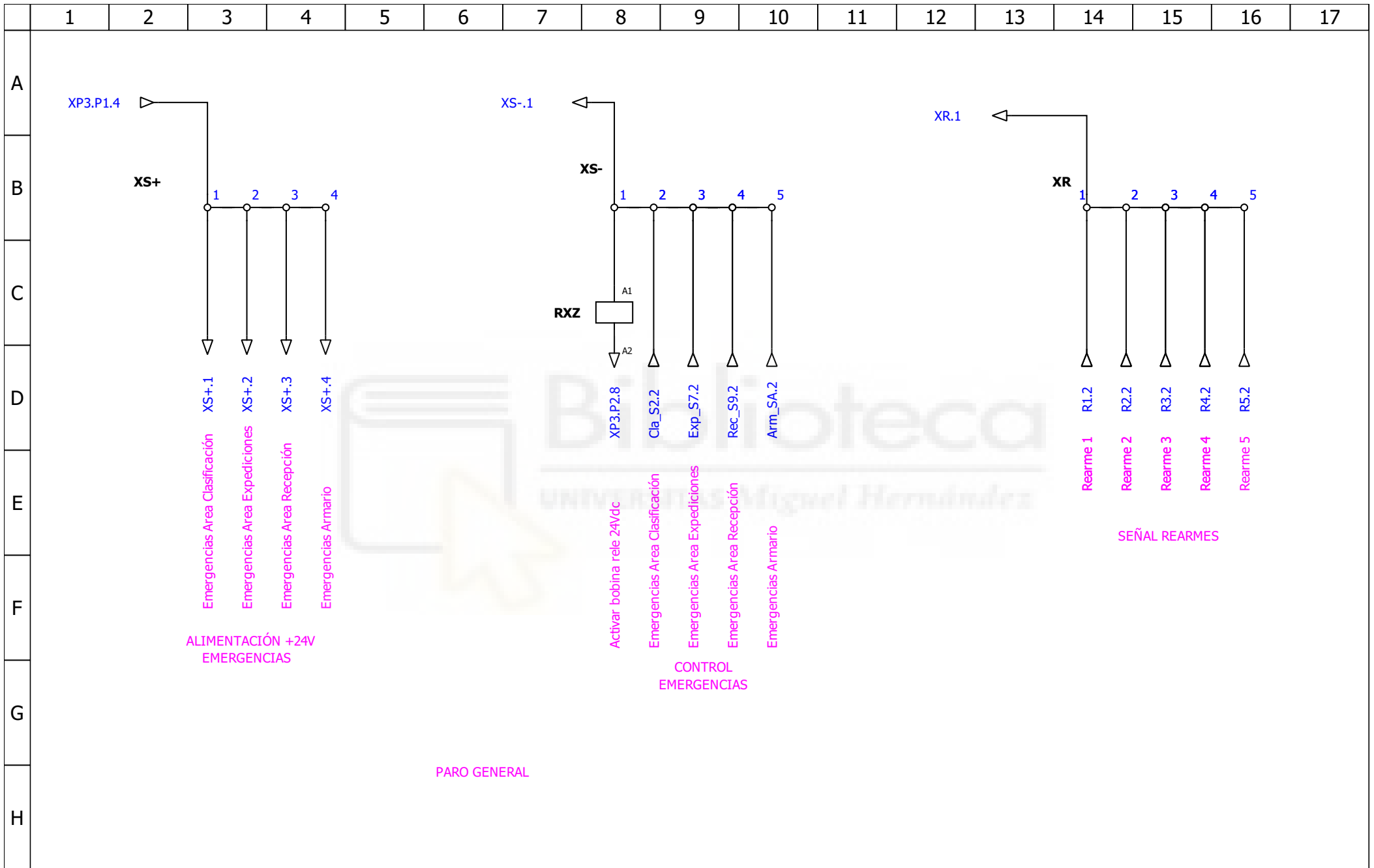
Cuadro Principal

Archivo: Maniobra variadores

Fecha: 01/11/2021

Esquema eléctrico

Folio: 26/50



Elaborado: Luis Palafox Catral

Centro logístico Automatizado

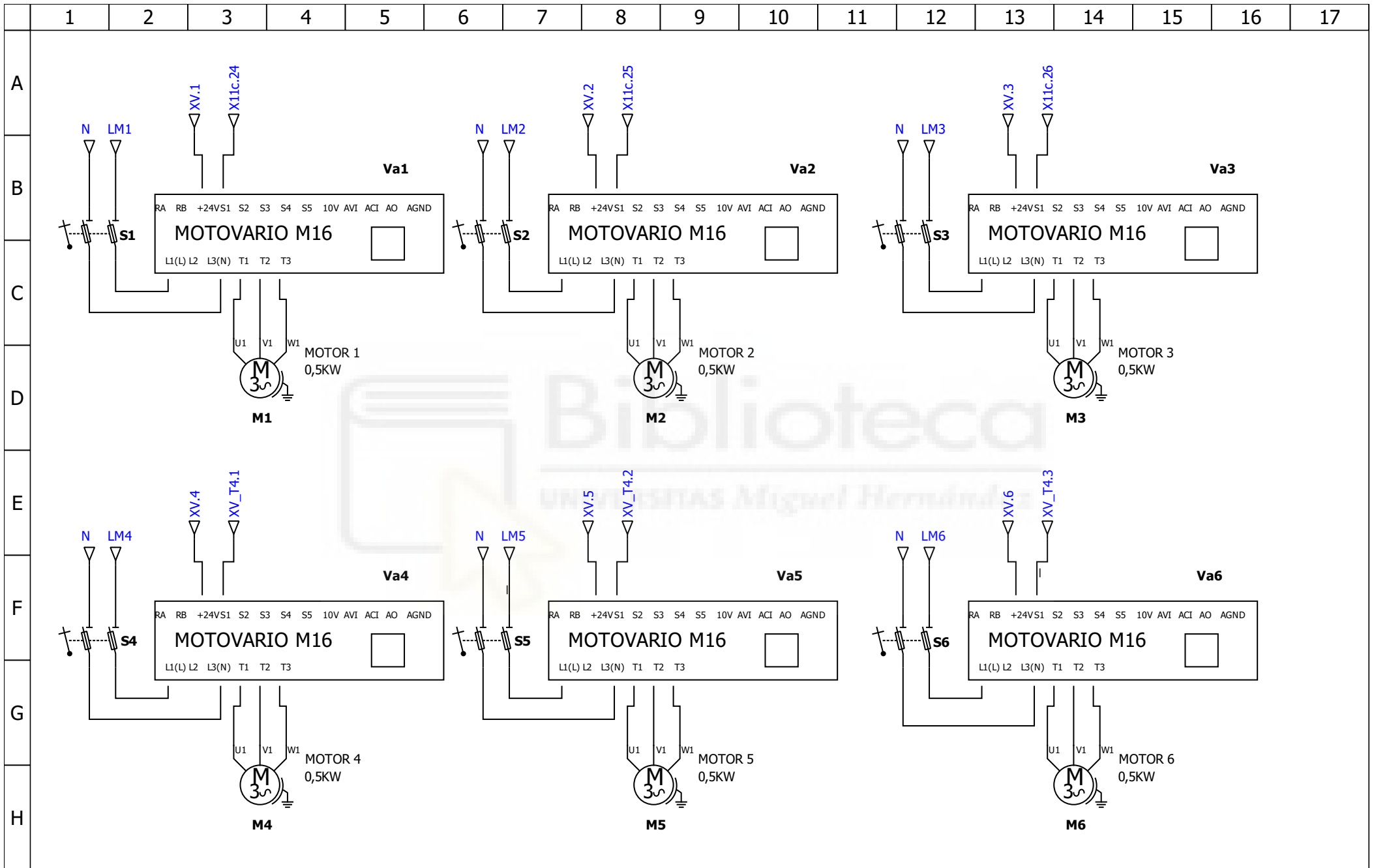
Cuadro Principal

Archivo: Maniobra seguridades/rearmes

Fecha: 01/11/2021

Esquema eléctrico

Folio: 27/50



Elaborado: Luis Palafox Catral

Centro logístico Automatizado

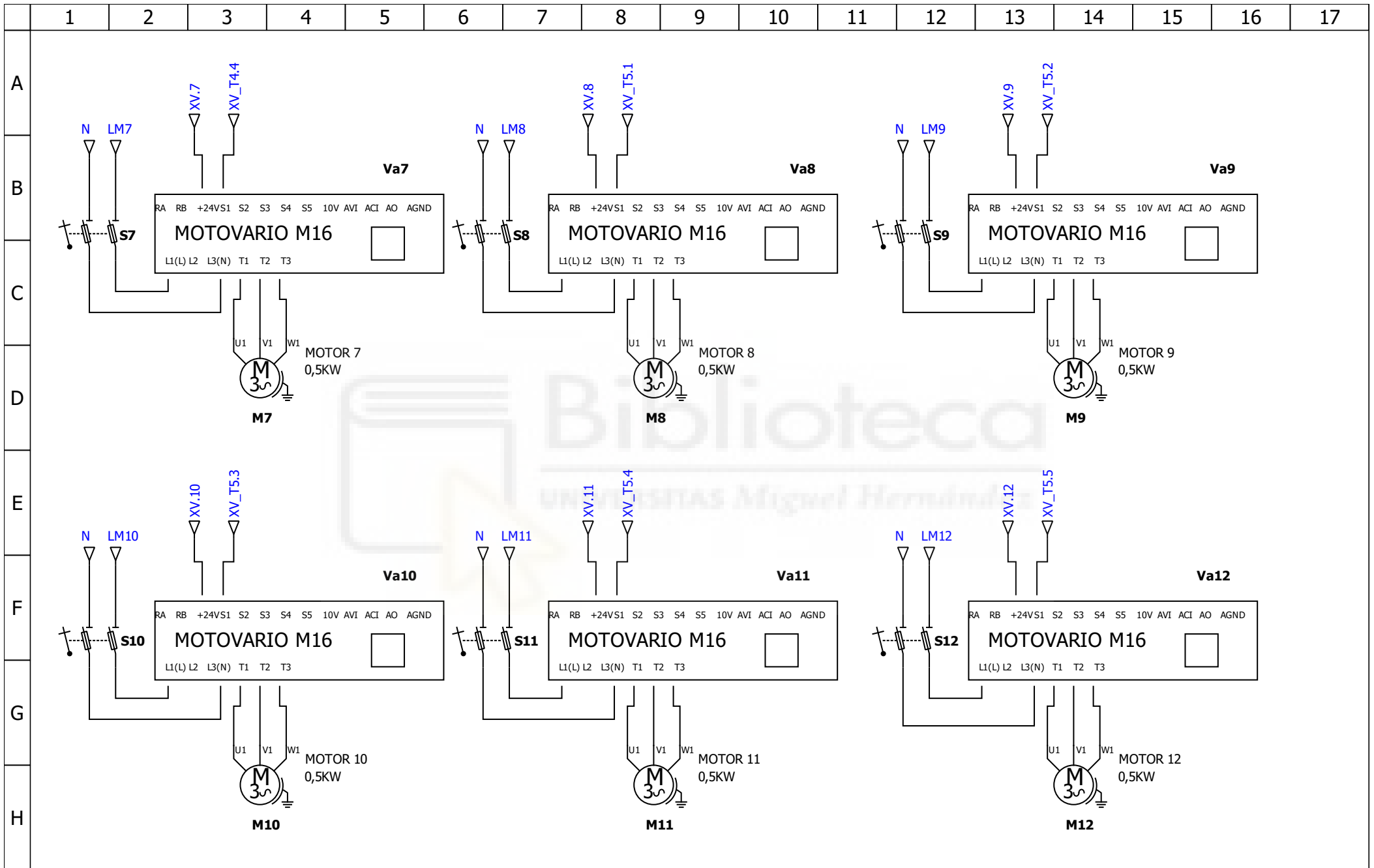
Elementos de campo

Archivo: Motores y Variadores

Fecha: 01/11/2021

Esquema eléctrico

Folio: 28/50



Elaborado: Luis Palafox Catral

Centro logístico Automatizado

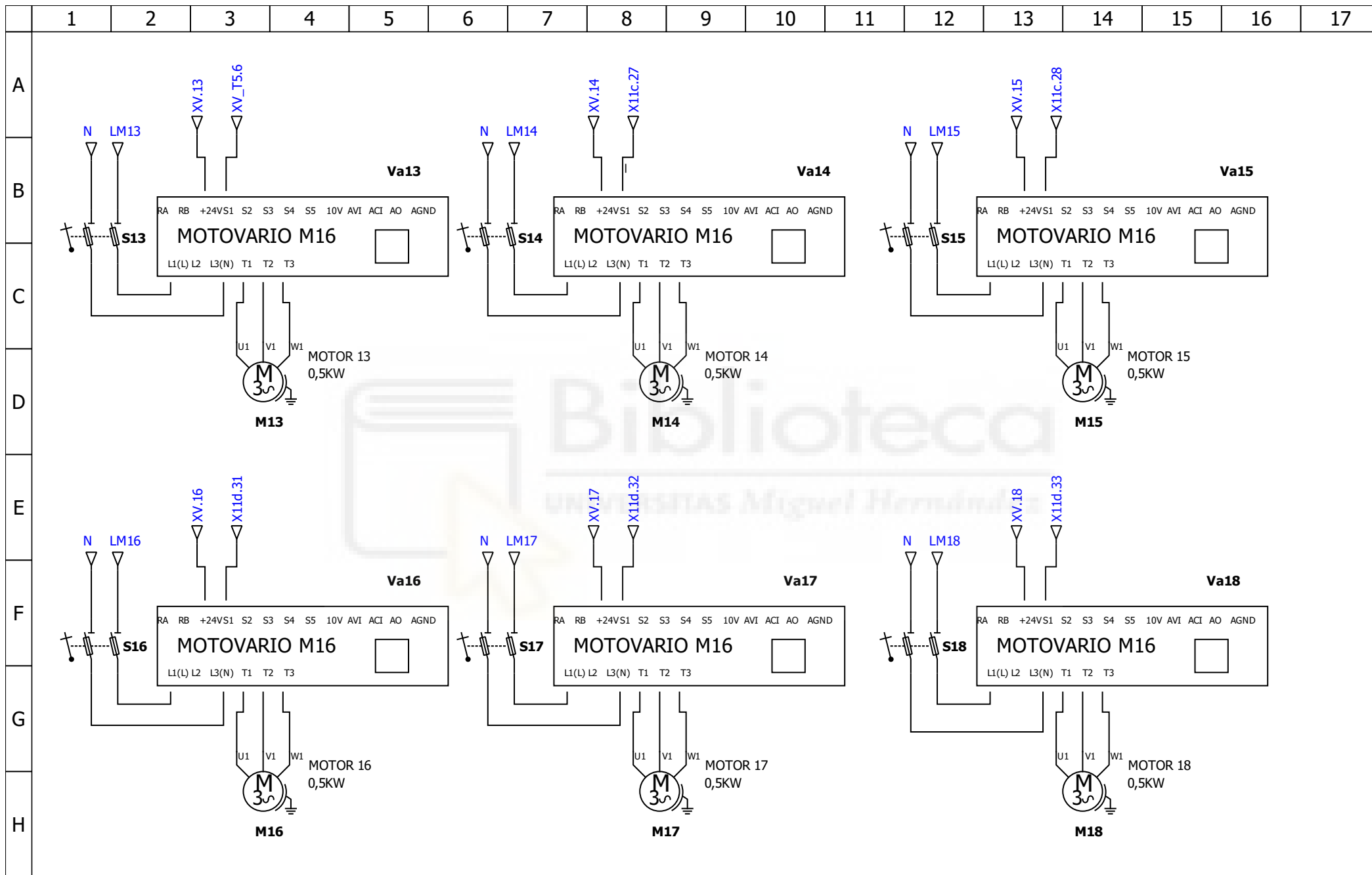
Elementos de campo

Archivo: Motores y Variadores

Fecha: 01/11/2021

Esquema eléctrico

Folio: 29/50



Elaborado: Luis Palafox Catral

Centro logístico Automatizado

Elementos de campo

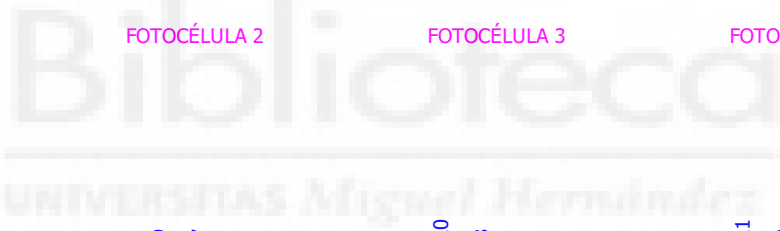
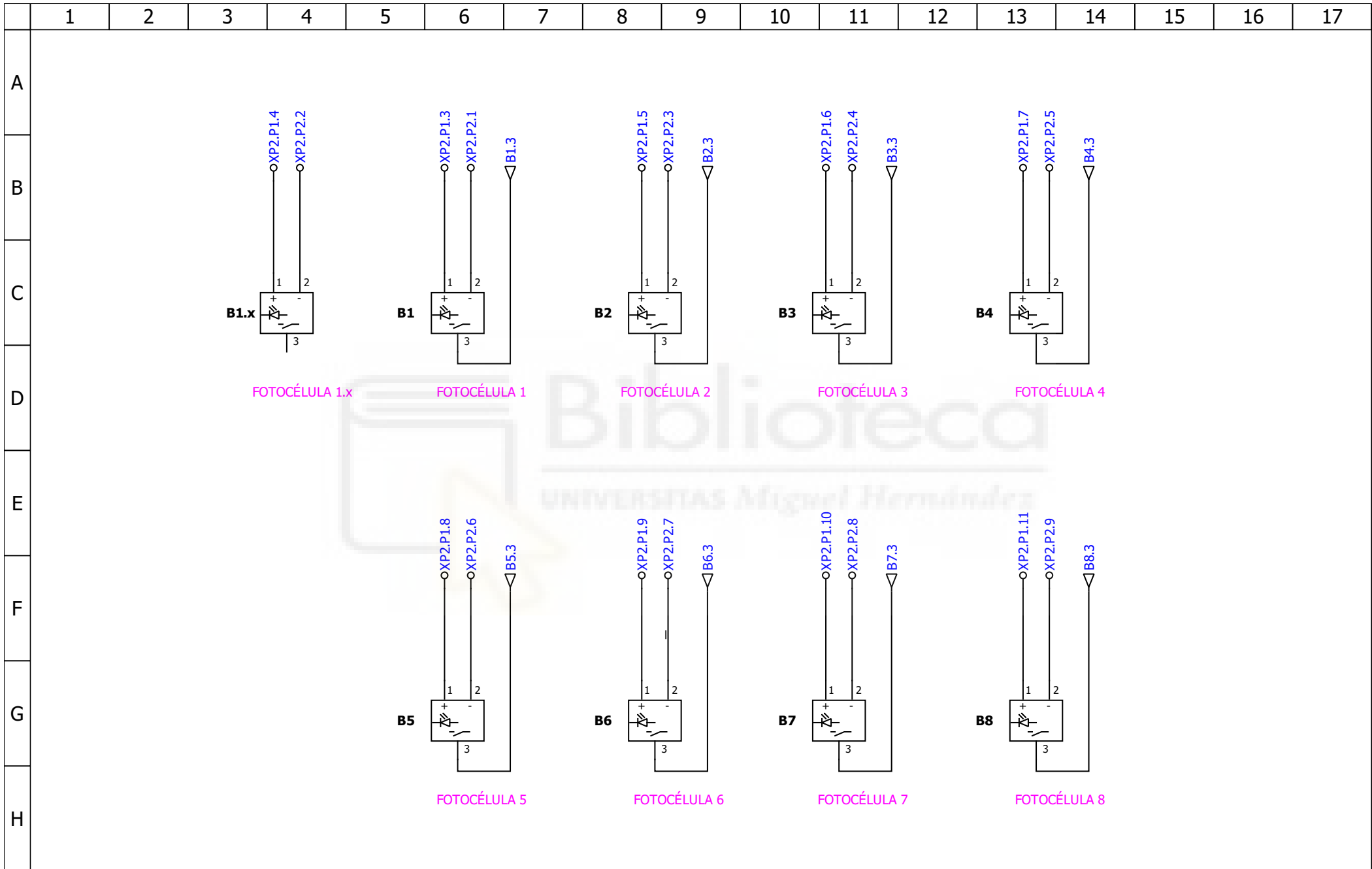
Archivo: Motores y Variadores

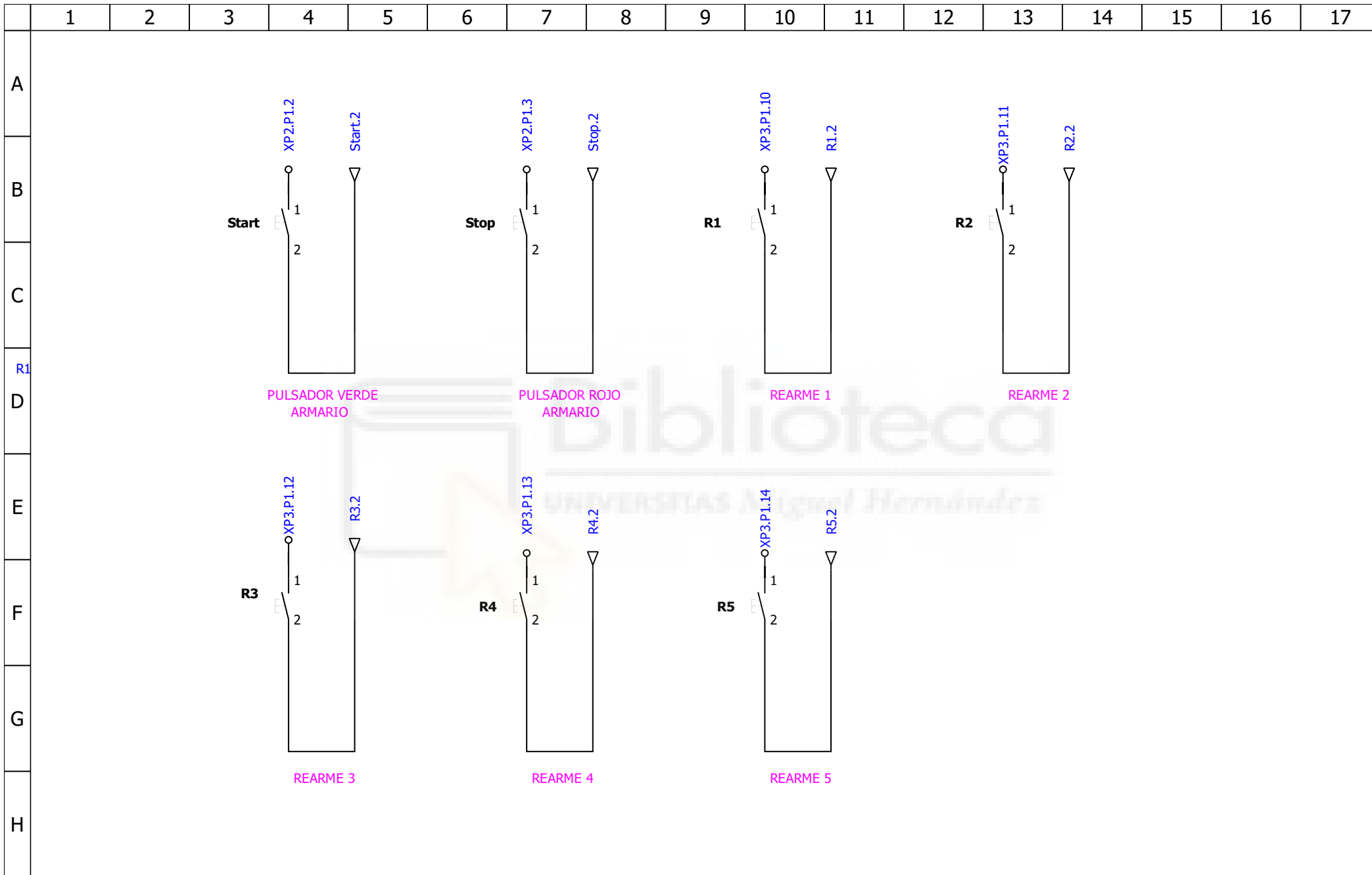
Fecha: 01/11/2021

Esquema eléctrico

Folio: 30/50







Elaborado: Luis Palafox Catral

Centro logístico Automatizado

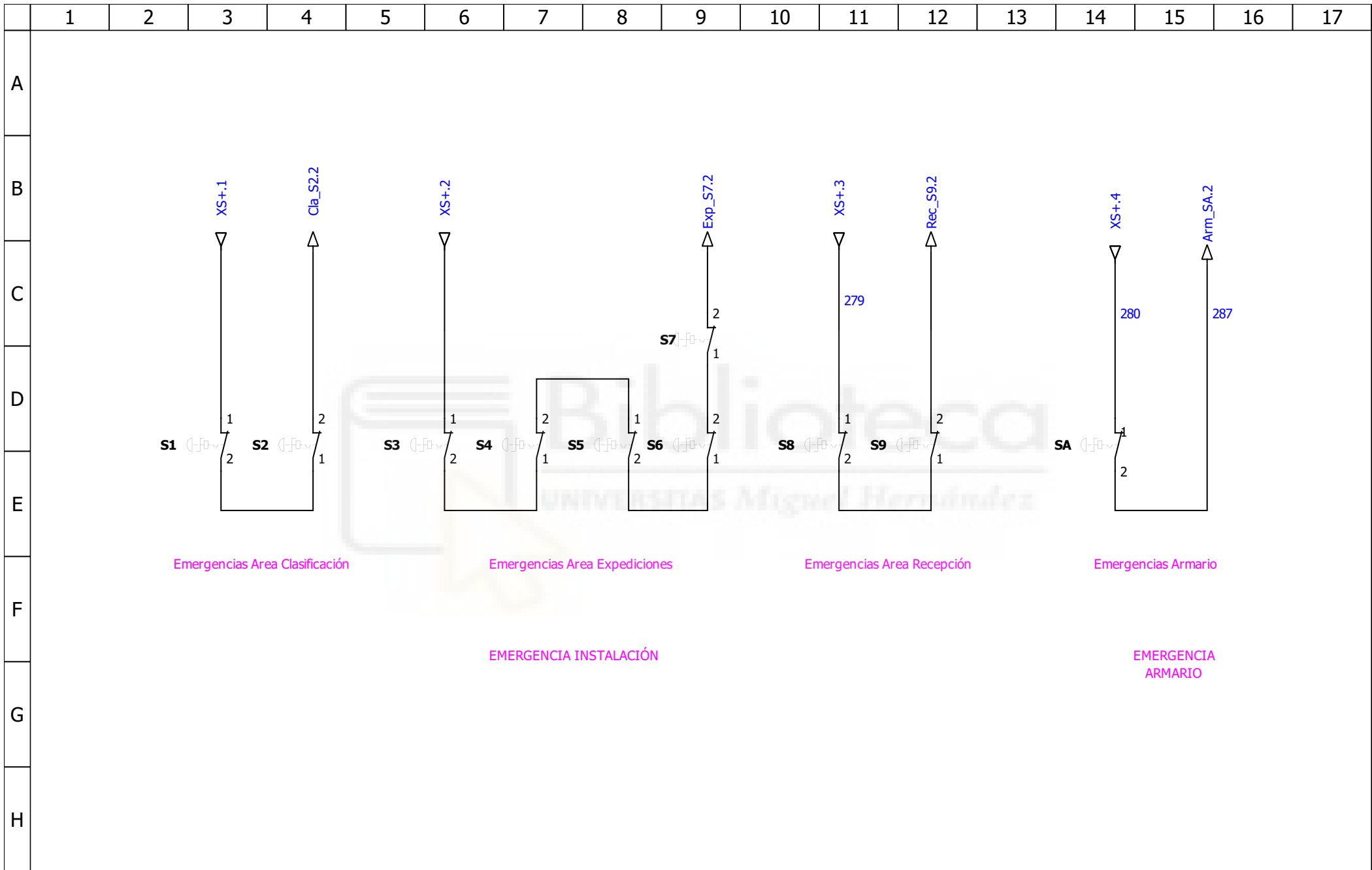
Elementos de campo

Archivo: Pulsadores

Fecha: 01/11/2021

Esquema eléctrico

Folio: 32/50



Elaborado: Luis Palafox Catral

Centro logístico Automatizado

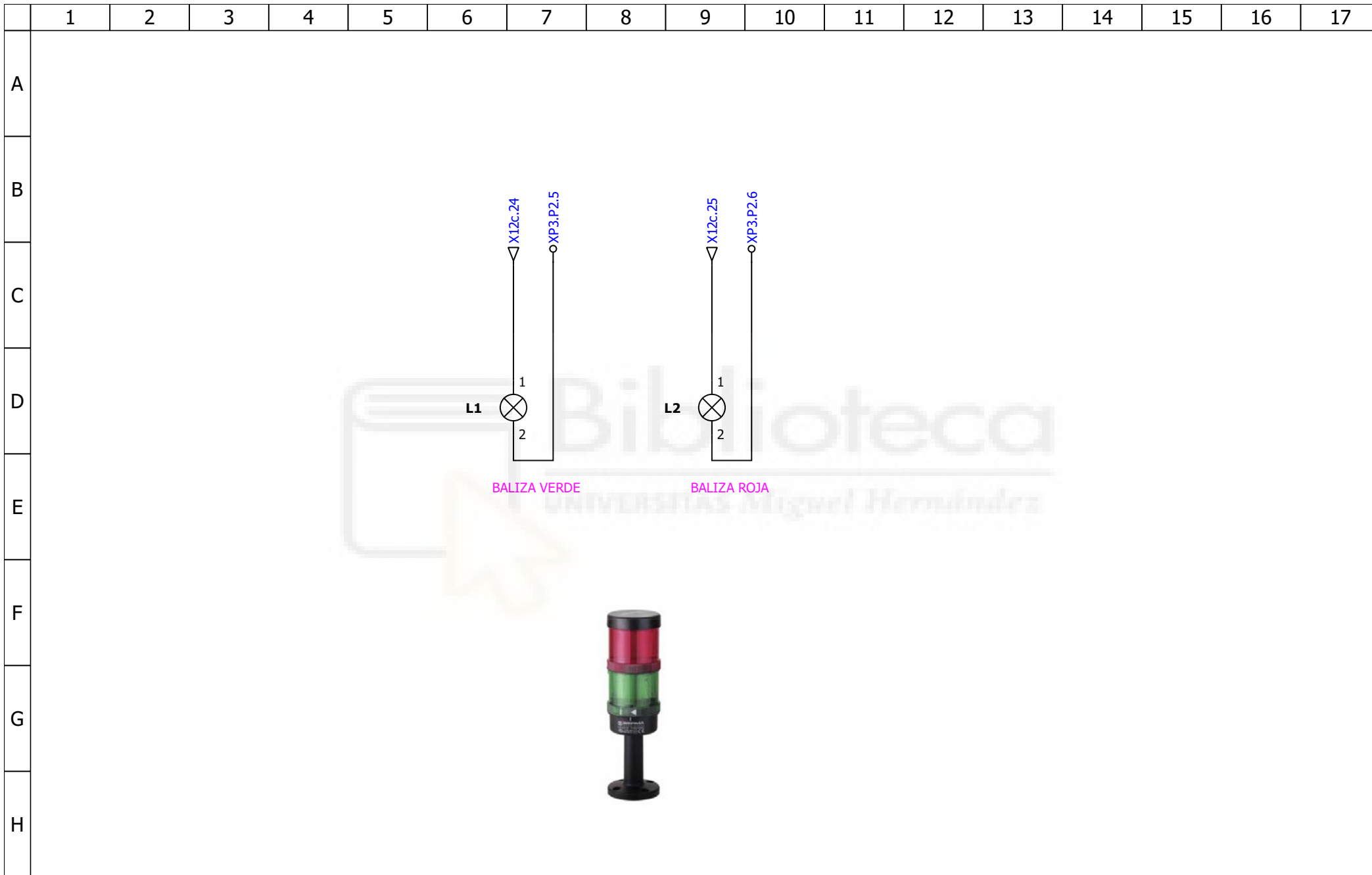
Elementos de campo

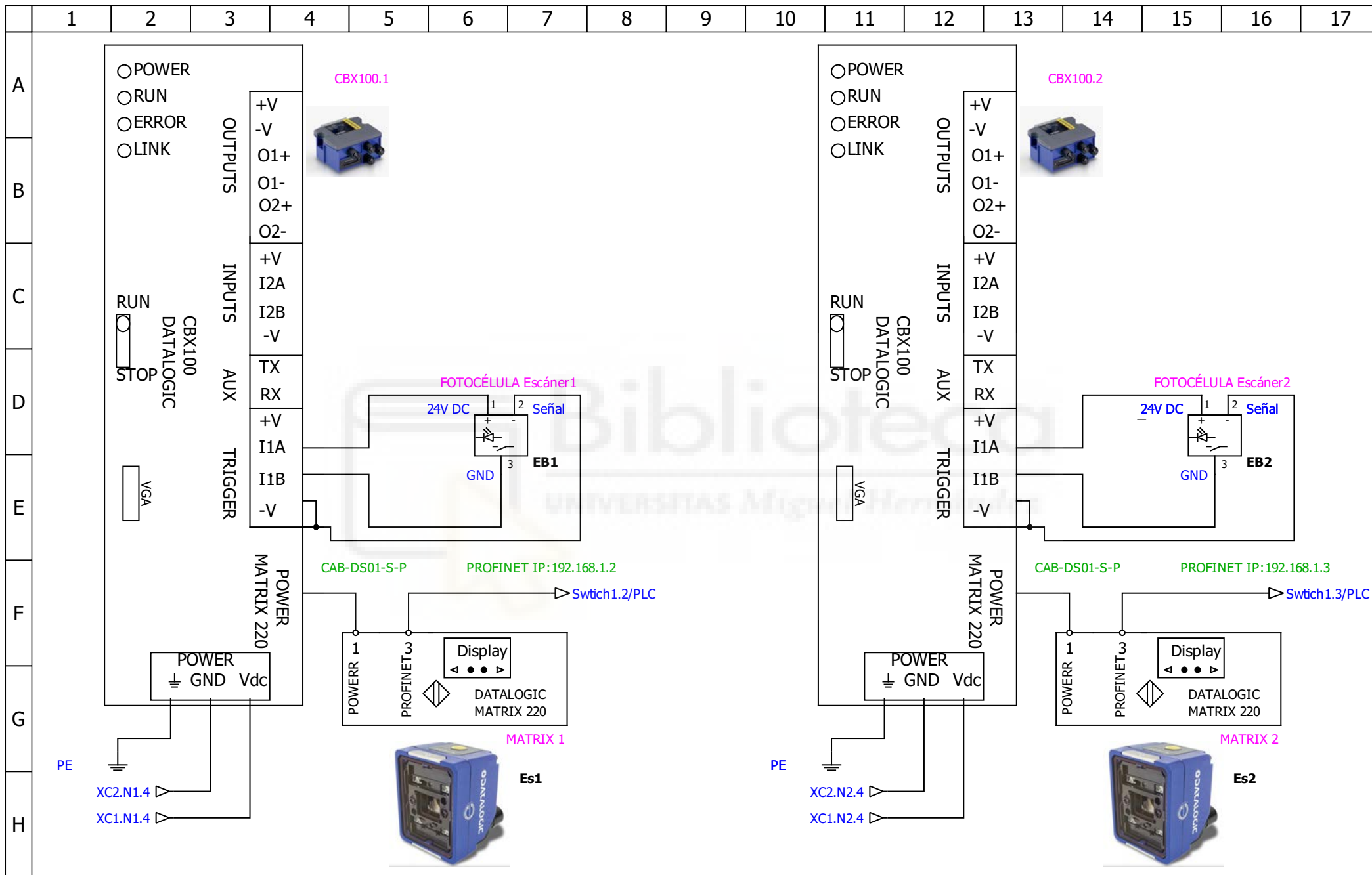
Archivo: Emergencias

Fecha: 01/11/2021

Esquema eléctrico

Folio: 33/50





Elaborado: Luis Palafox Catral

Centro logístico Automatizado

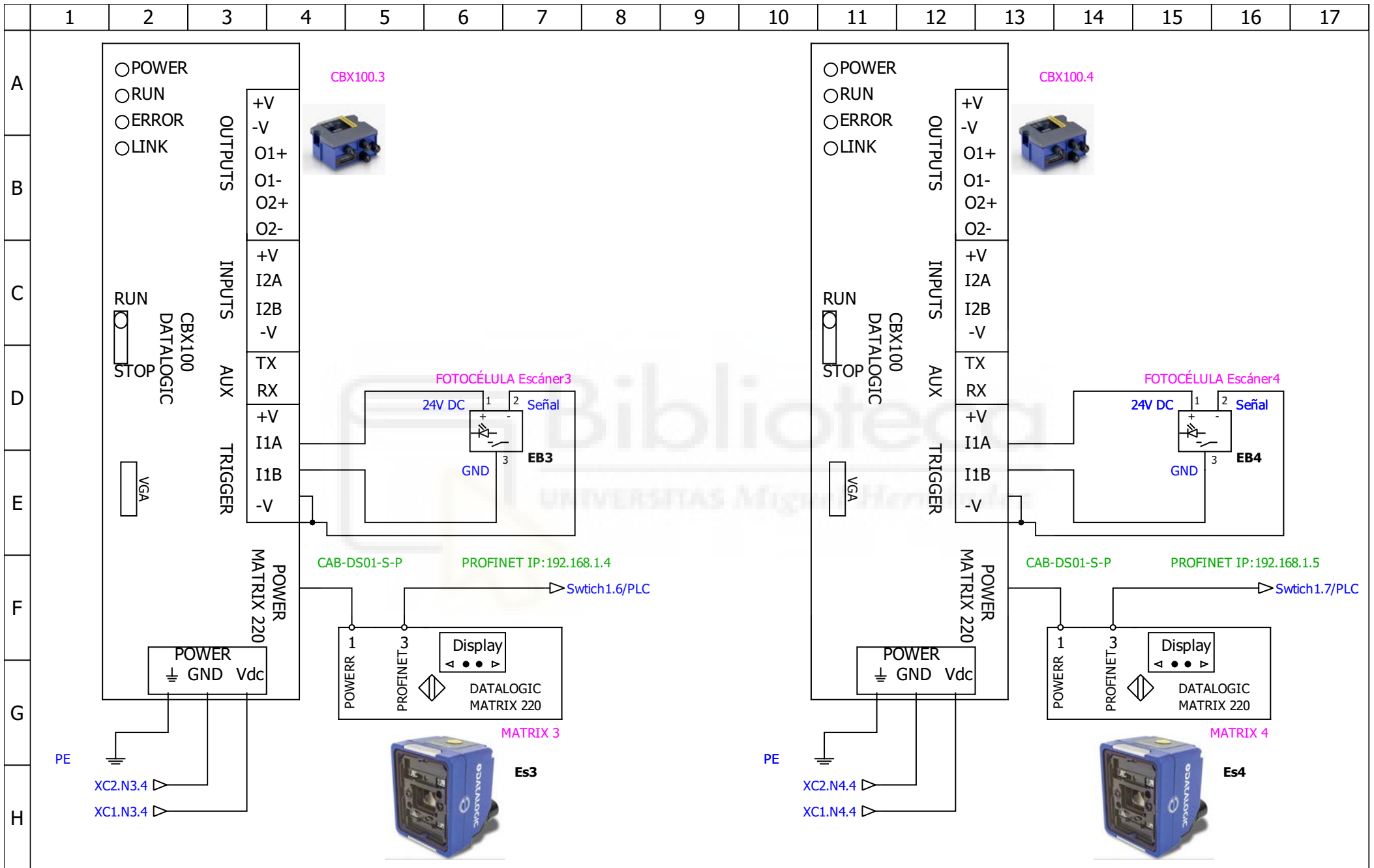
Elementos de campo

Archivo: Escáneres

Fecha: 01/11/2021

Esquema eléctrico

Folio: 35/50



Elaborado: Luis Palafox Catral

Centro logístico Automatizado

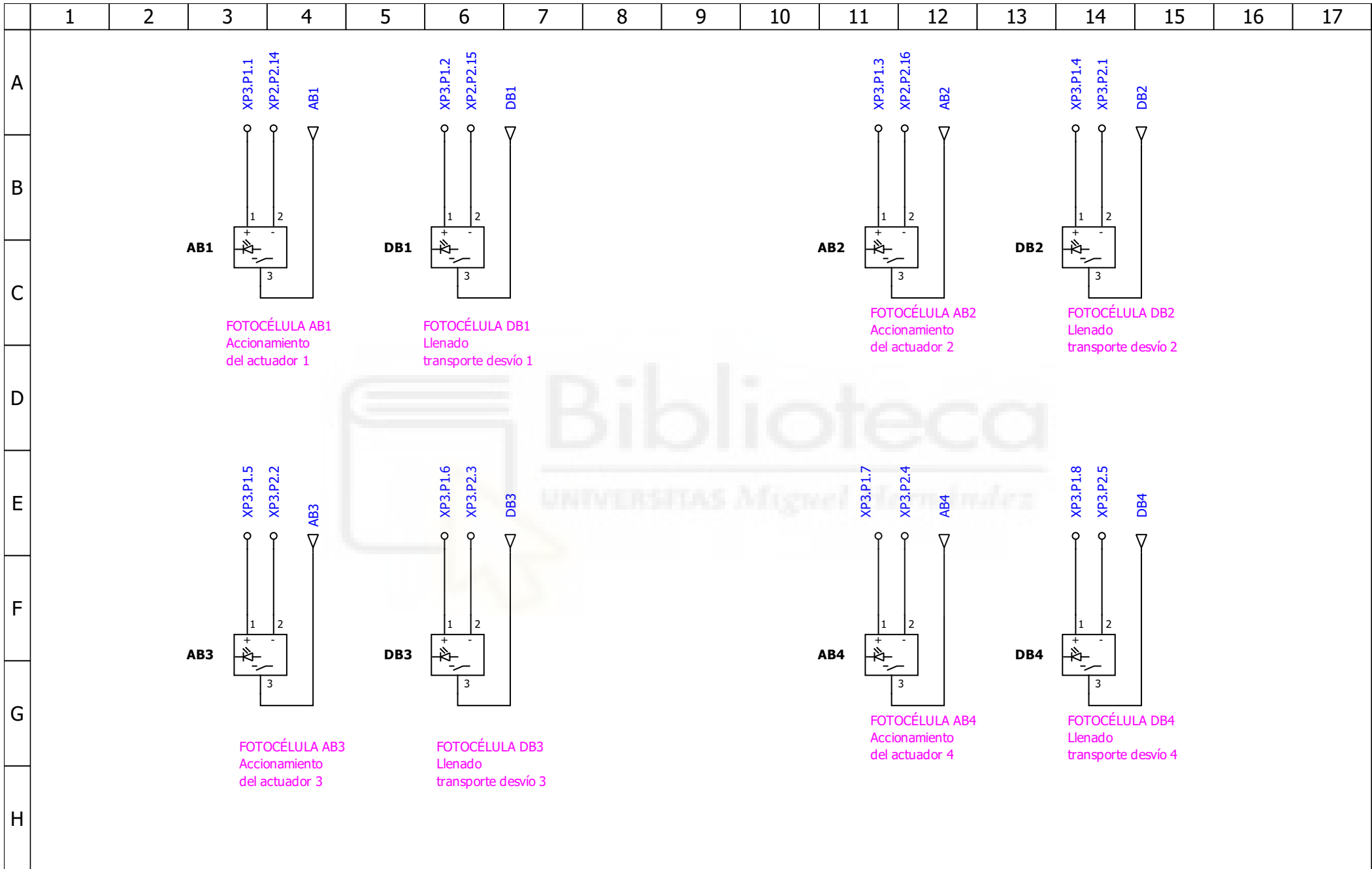
Elementos de campo

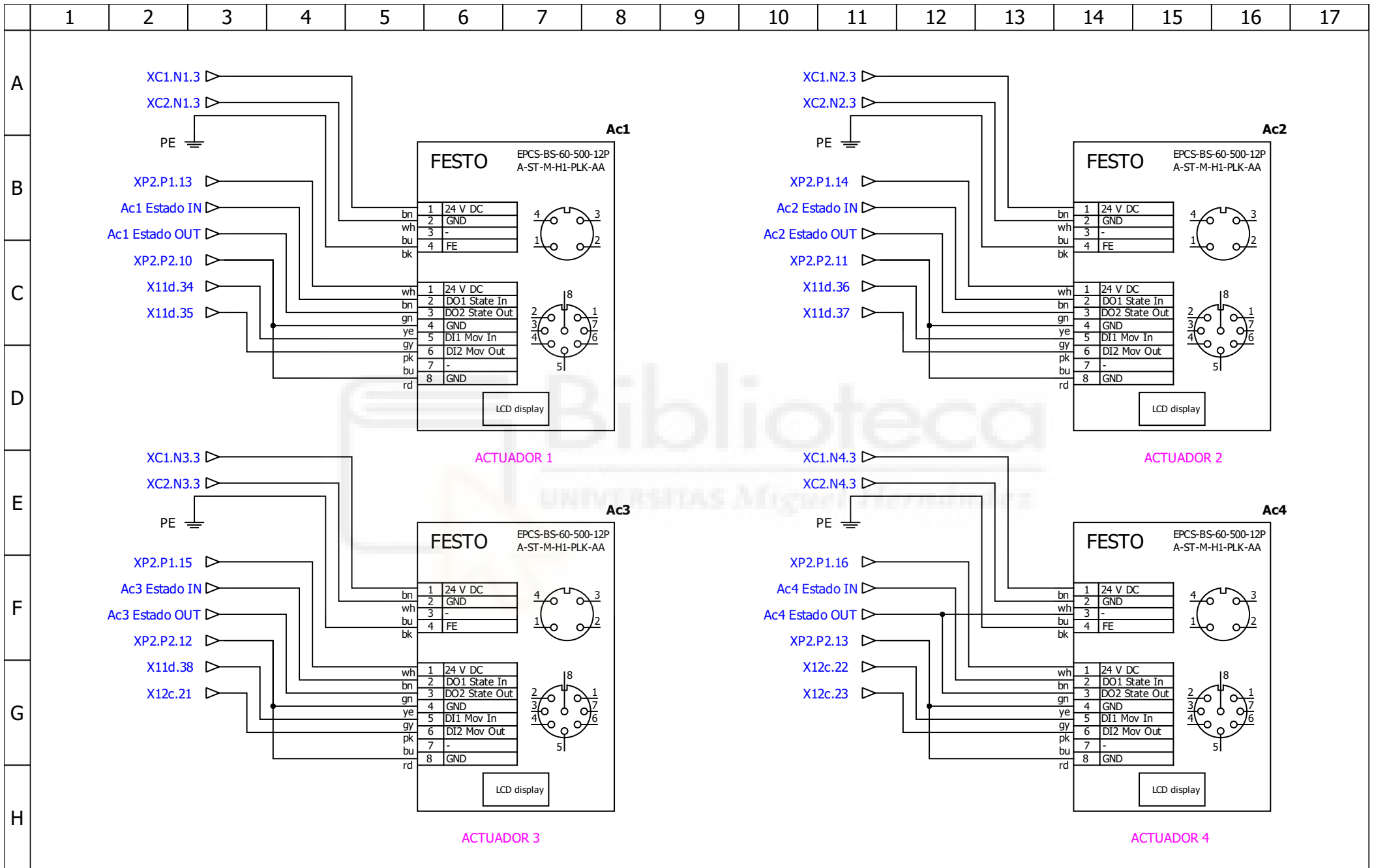
Archivo: Escáneres

Fecha: 01/11/2021

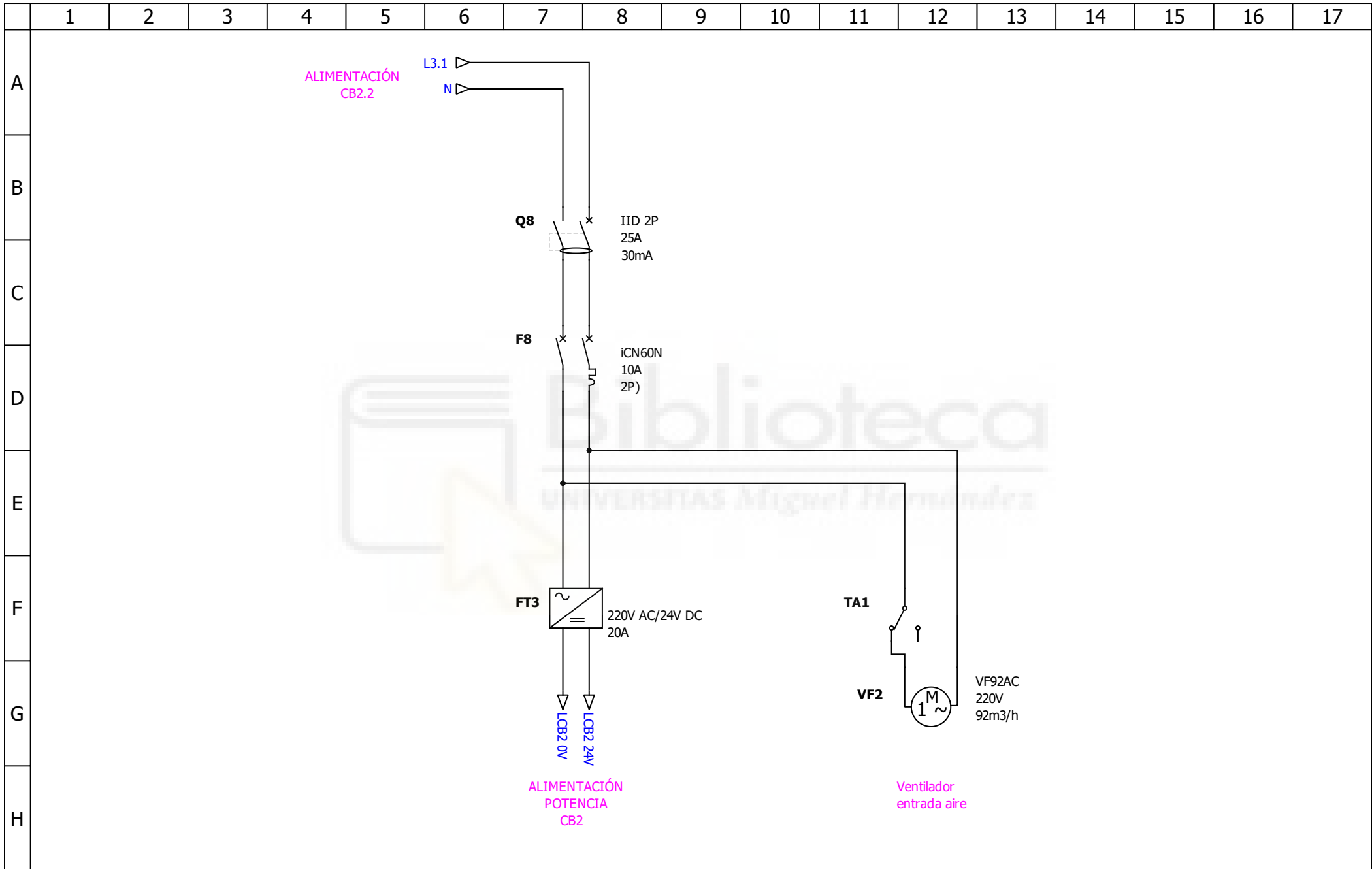
Esquema eléctrico

Folio: 36/50









Elaborado: Luis Palafox Catral

Centro logístico Automatizado

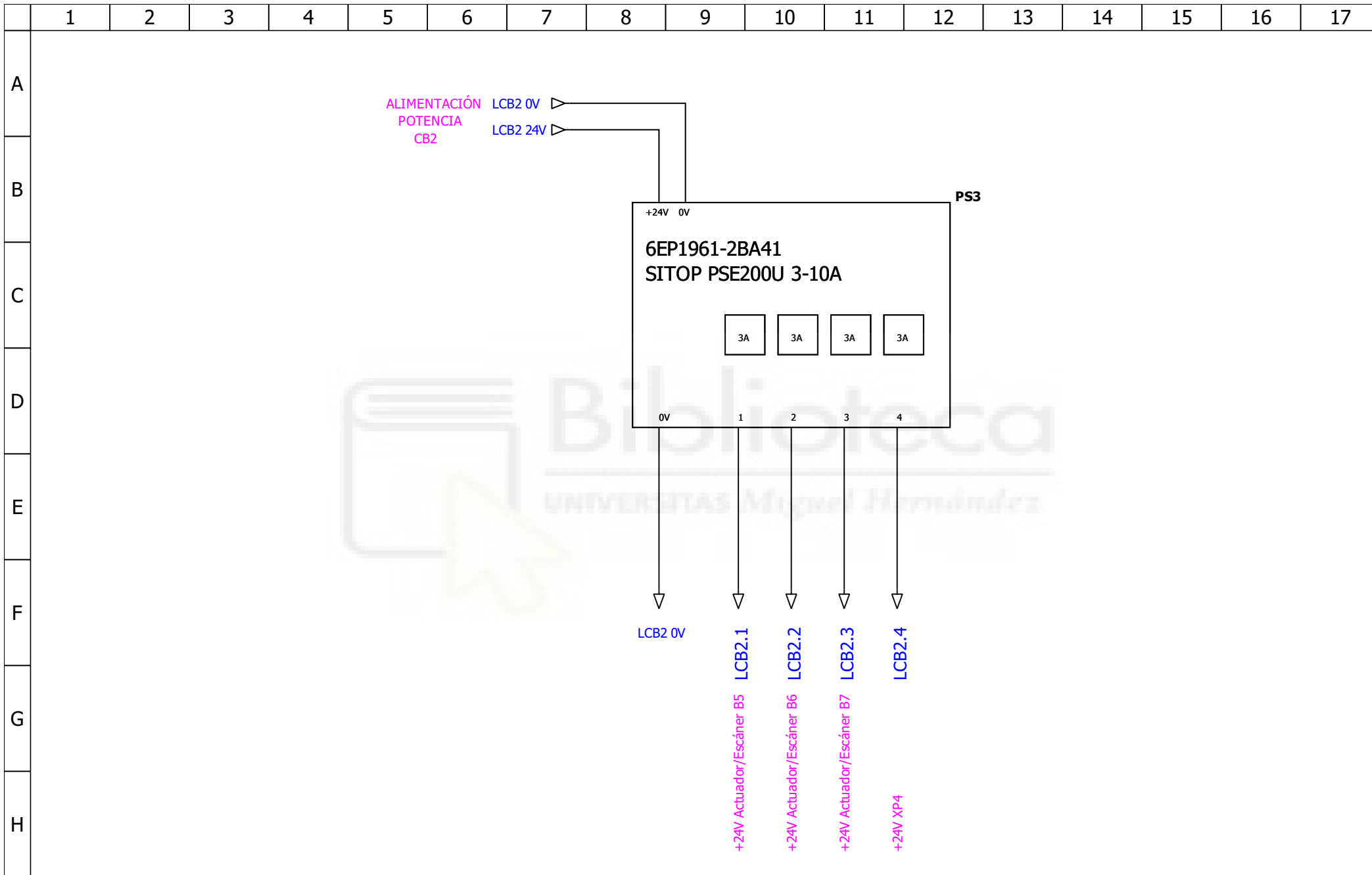
Cuadro Secundario

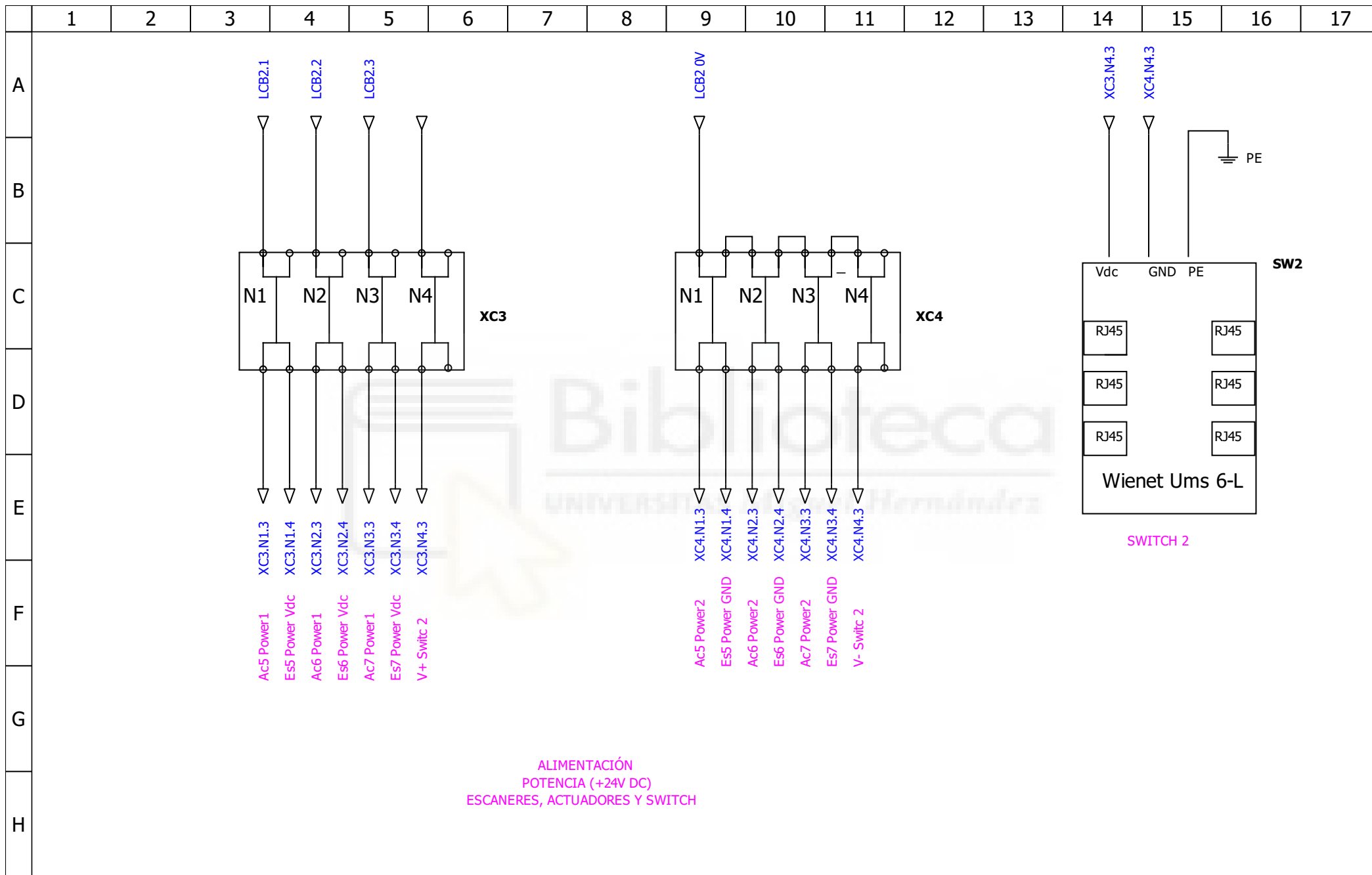
Archivo: Distribución potencia

Fecha: 01/11/2021

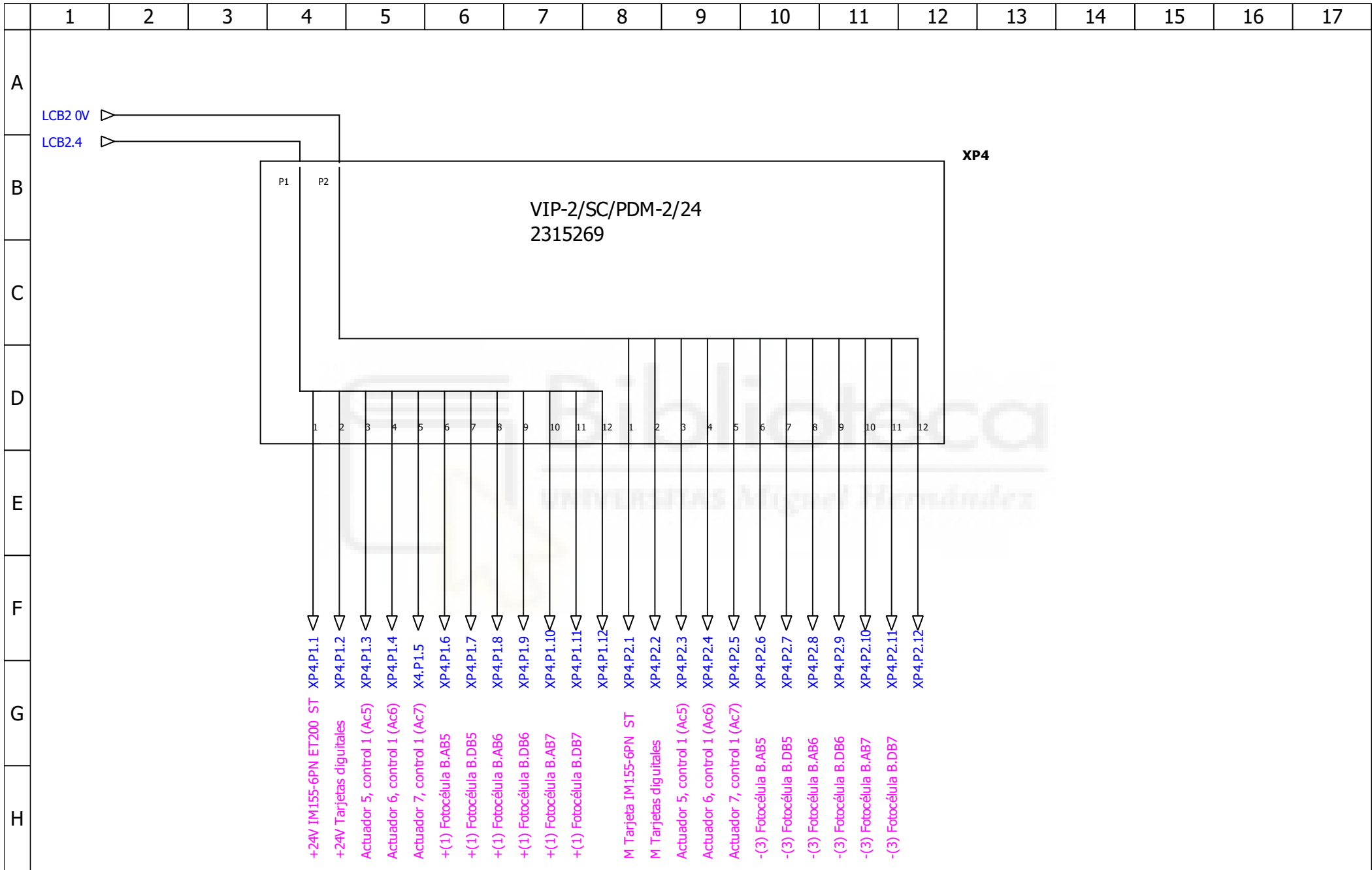
Esquema eléctrico

Folio: 39/50





Elaborado: Luis Palafox Catral	Centro logístico Automatizado	Cuadro Secundario	Archivo: Distribución 24V DC
Fecha: 01/11/2021	Esquema eléctrico		Folio: 41/50



Elaborado: Luis Palafox Catral

Centro logístico Automatizado

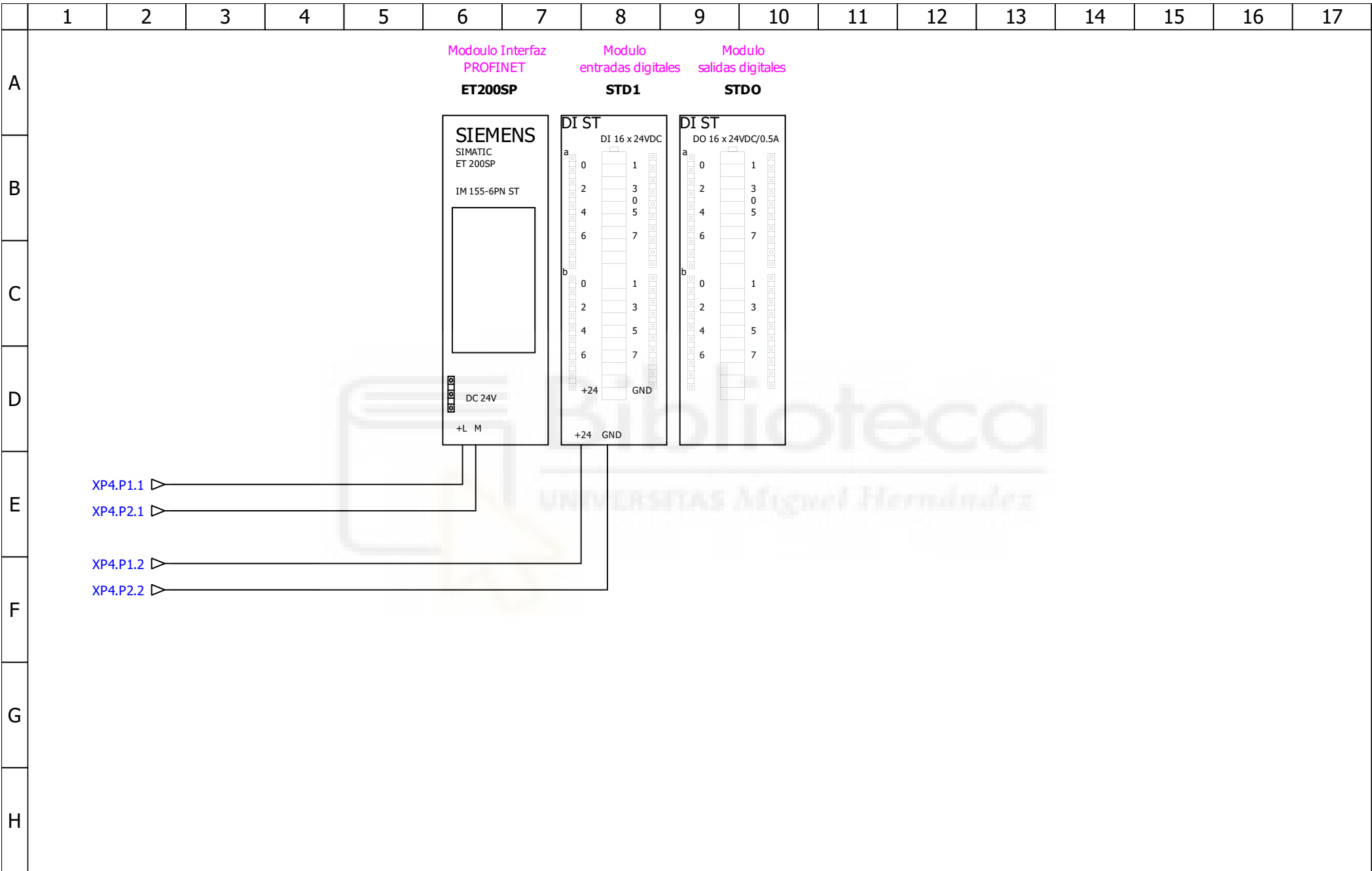
Cuadro Secundario

Archivo: Distribución 24V DC

Fecha: 01/11/2021

Esquema eléctrico

Folio: 42/50



Elaborado: Luis Palafox Catral

Centro logistico Automatizado

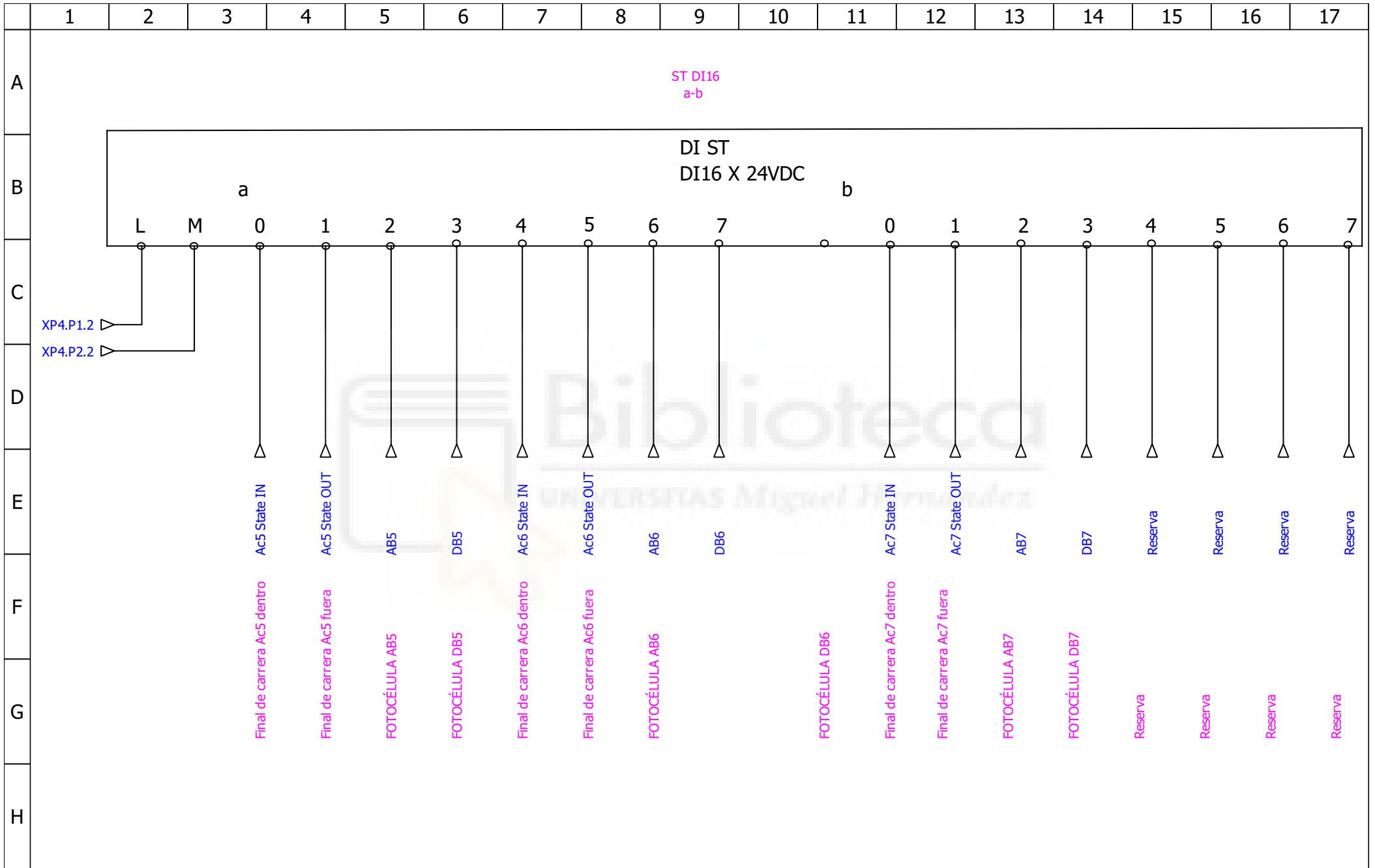
Cuadro Secundario

Archivo: Alimentación ET y Tarjetas

Fecha: 01/11/2021

Esquema eléctrico

Folio: 43/50



Elaborado: Luis Palafox Catral

Centro logístico Automatizado

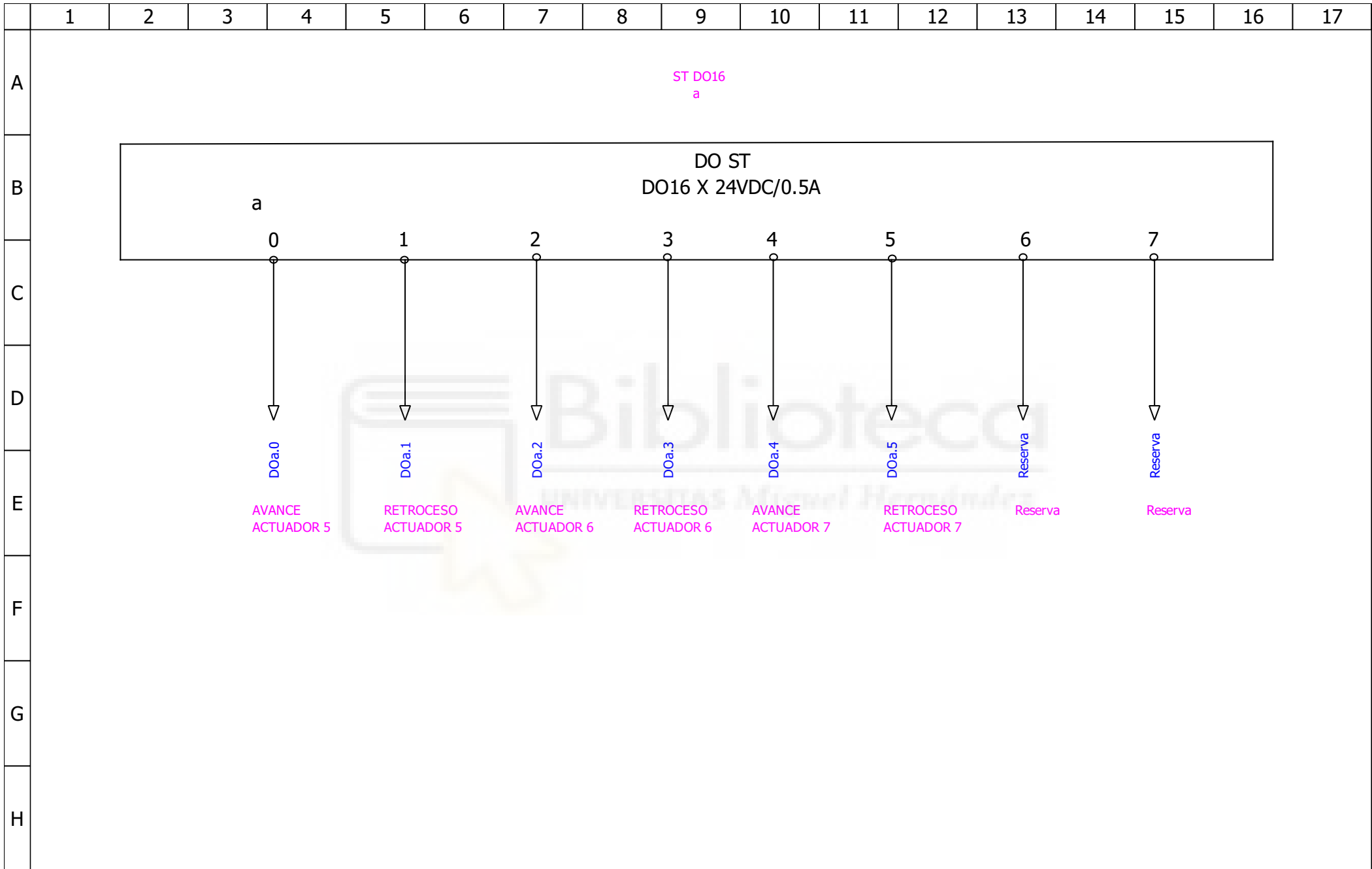
Cuadro Secundario

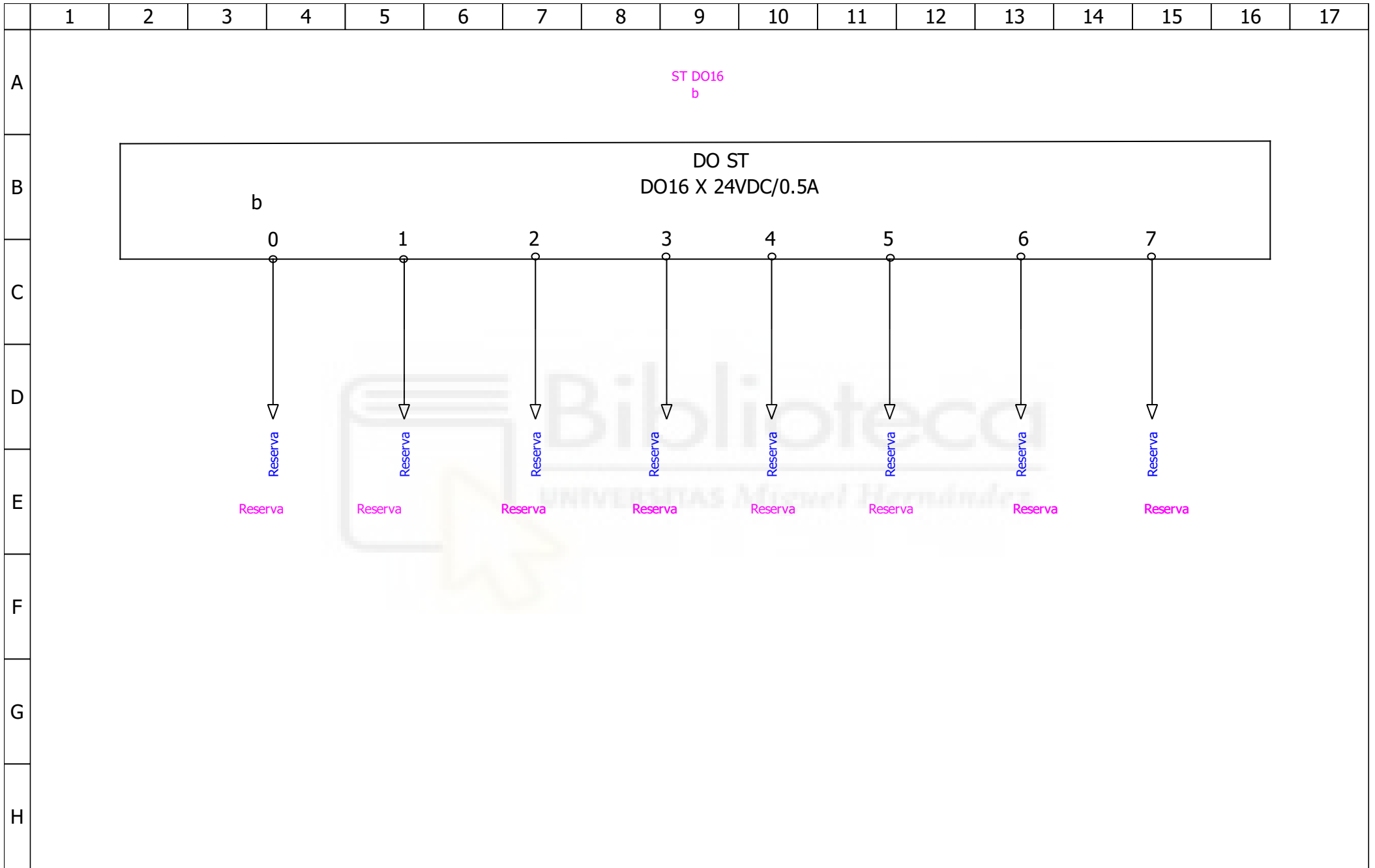
Archivo: Entradas digitales DIST

Fecha: 01/11/2021

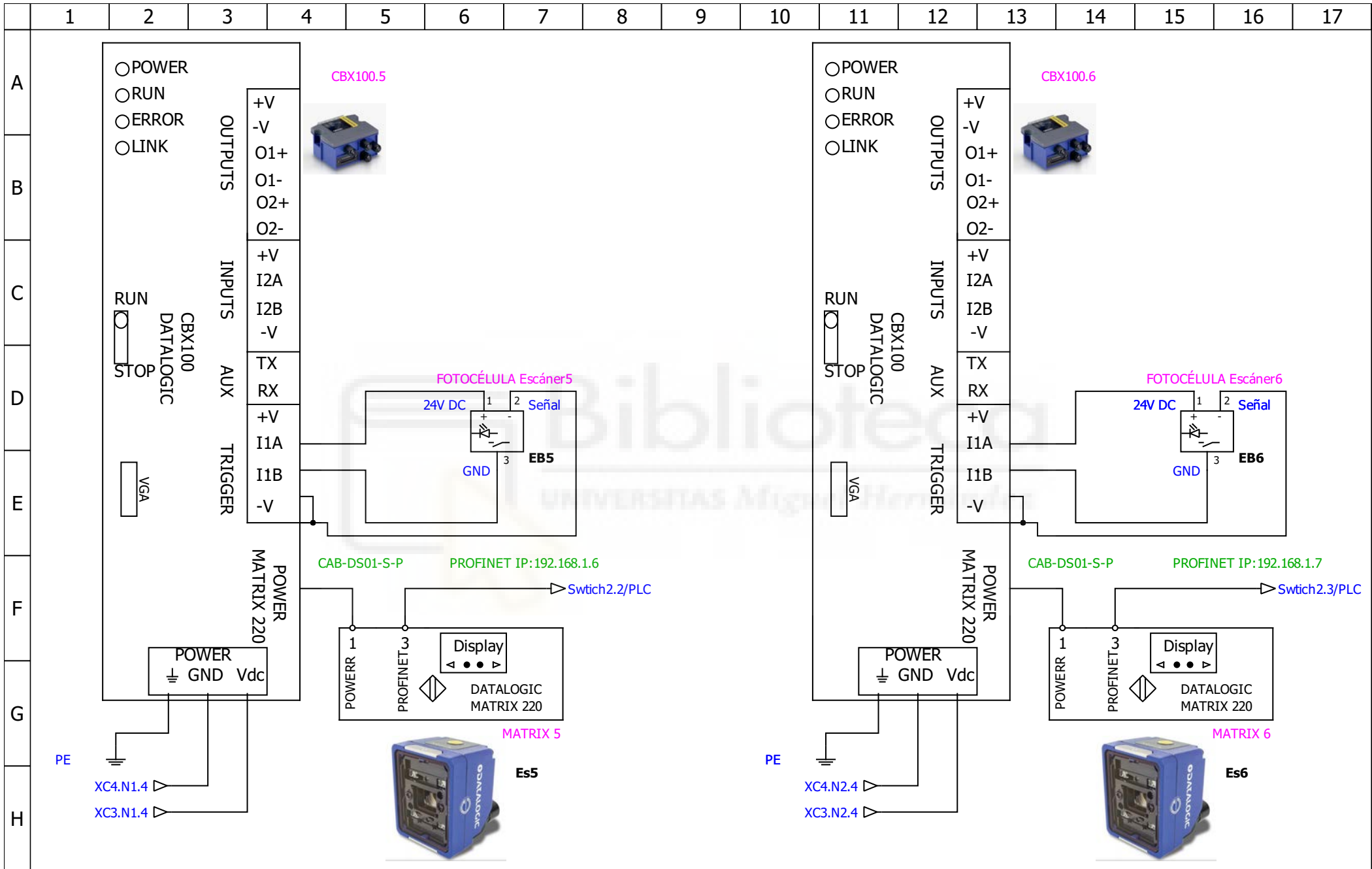
Esquema eléctrico

Folio: 44/50









Elaborado: Luis Palafox Catral

Centro logístico Automatizado

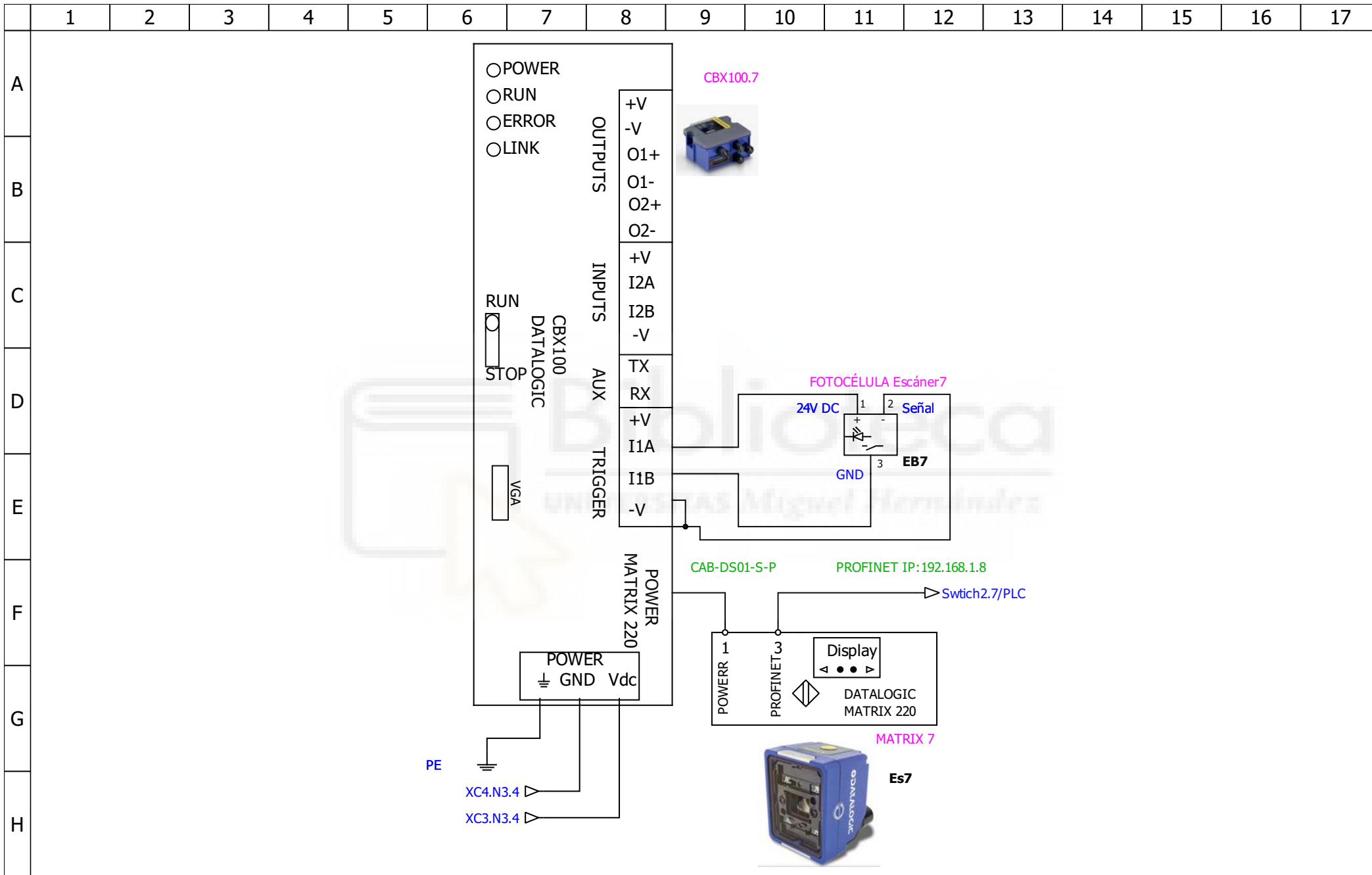
Elementos de campo

Archivo: Escáneres

Fecha: 01/11/2021

Esquema eléctrico

Folio: 47/50



Elaborado: Luis Palafox Catral

Centro logístico Automatizado

Elementos de campo

Archivo: Escáneres

Fecha: 01/11/2021

Esquema eléctrico

Folio: 48/50

