

ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS
INDUSTRIALES Y DE TELECOMUNICACIÓN

UNIVERSIDAD DE CANTABRIA



Proyecto Fin de Grado

AUTOMATIZACIÓN INTERCAMBIADOR DE CALOR

HEAT EXCHANGER AUTOMATION

Para acceder al Título de

**GRADUADO EN INGENIERÍA
ELECTRÓNICA INDUSTRIAL
Y AUTOMÁTICA**

Autor: Javier Gutiérrez Rojas

Julio – 2023

RESUMEN

El proyecto fin de grado que se pretende realizar consisten en el diseño de un sistema de control y automatización de un intercambiador de calor, en una planta industrial, con el fin de reducir el consumo de gas de la instalación existente.

Actualmente el sistema de calentamiento cuenta con una red de vapor 2.5 bar, generada a través de unas calderas de gas industriales. Con el fin de reducir la utilización de la red vapor en la instalación y por consiguiente reducir el consumo e impacto medioambiental que generan dichas calderas, se pretende instalar un nuevo intercambiador de calor el cual utilizará agua caliente y que únicamente emplee vapor como medida de seguridad en caso de que no se alcance la temperatura deseada con el intercambio. Además, se valorará la viabilidad de instalar un sistema de energía solar térmica, para suplir las demandas puntuales del sistema.

El sistema de automatización consistirá en la definición de la topología del sistema, selección de los sensores y actuadores necesarios, así como el diseño del funcionamiento del control de las diferentes bombas y equipos de campo. Todas estas variables estarán automatizadas a través de un PLC que nos permitirá controlar, entre otros parámetros: la velocidad de las bombas y el aporte de agua caliente o vapor al circuito, a través de sus respectivas válvulas reguladoras. Dicho PLC dispondrá de un sistema SCADA para monitorizar y modificar los parámetros de nuestro circuito de forma remota. Con la automatización del circuito se logrará optimizar el intercambio de calor reduciendo considerablemente el consumo de gas natural necesario para generar el vapor, además de que el sistema estará capacitado para poder trabajar de forma autónoma reduciendo así los costes generados por las horas de trabajo de los operarios.

Por último, se realizará el presupuesto de la instalación, así como se estimará el ahorro energético producido y se realizará un estudio de viabilidad de la instalación de las placas solares.

ABSTRACT

The final degree project that is intended to be carried out consists of designing a control and automation system for a heat exchanger in an industrial plant, with the aim of reducing the gas consumption of the existing installation.

Currently, the heating system relies on a 2.5-bar steam network generated by industrial gas boilers. In order to reduce the utilization of the steam network in the installation and consequently decrease the consumption and environmental impact generated by these boilers, a new heat exchanger will be installed. This heat exchanger will utilize hot water and only employ steam as a safety measure in case the desired temperature is not achieved through the exchange. Additionally, the feasibility of installing a solar thermal energy system will be assessed to meet the specific demands of the system.

The automation system will involve defining the system topology, selecting the necessary sensors and actuators, as well as designing the control operation of the different pumps and field equipment. All these variables will be automated through a PLC that will allow us to control various parameters, such as pump speed and the supply of hot water or steam to the circuit through their respective control valves. This PLC will have a SCADA system to remotely monitor and modify the parameters of our circuit. By automating the circuit, the heat Exchange process Will be optimized, reducing the natural gas consumption required for steam generation. Moreover, the system Will be capable of operating autonomously, thereby reducing the costs associate with labor hours.

Lastly, a Budget for the installation Will be prepared, the energy savings achieved Will be estimated, and a feasibility study for the installation of solar panels will be conducted.

ÍNDICE GLOBAL

1. DOCUMENTO 1. MEMORIA

2. DOCUMENTO 2. CÁLCULOS

3. DOCUMENTO 3. PLIEGO DE CONDICIONES

4. DOCUMENTO 4. PRESUPUESTO

5. DOCUMENTO 5. PLANOS

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1: Industria 4.0.....	12
Ilustración 2: Circuito real Intercambiador de Calor	14
Ilustración 3: Ejemplo PT100.....	15
Ilustración 4: Ejemplo De Transmisor de Presión	16
Ilustración 5: Funcionamiento intercambiador.....	16
Ilustración 6: Válvula Reguladora de Vapor.....	17
Ilustración 7: Ejemplo Termopar.....	19
Ilustración 8: Ejemplo Sensor RTD.....	20
Ilustración 9: Ejemplo Sensor Termistor	21
Ilustración 10: Ejemplo Sensor Basado en Semiconductores	21
Ilustración 11: Sonda PT100 Wika.....	22
Ilustración 12: DataSheet TC12-M.....	23
Ilustración 13: DataSheet TC12-M.....	24
Ilustración 14: DataSheet TC12-M.....	25
Ilustración 15: Ejemplo Sensor de Presión Capacitivo.....	26
Ilustración 16: Sensor de Presión Piezorresistivo	27
Ilustración 17: Ejemplo Sensor Piezoeléctrico	28
Ilustración 18: Transmisor de presión Wika S11.....	28
Ilustración 19: DataSheet S-11 Wika.....	30
Ilustración 20: DataSheet S-11 Wika.....	31
Ilustración 21: DataSheet S-11 Wika.....	32
Ilustración 22: Ejemplo Caudalímetro Másico por Efecto Coriolis	33
Ilustración 23: Ejemplo Caudalímetor Ultrasónico	34

Ilustración 24: Funcionamiento Vortex	35
Ilustración 25: Caudalímetro Vortex	35
Ilustración 26: Funcionamiento Caudalímetro Electromagnético	36
Ilustración 27: Caudalímetro Electromagnético	36
Ilustración 28: Caudalímetro Electromagnético Proline Promag 10D- 10D80.37	
Ilustración 29: DataSheet Proline Promag 10D- 10D80.....	38
Ilustración 30: DataSheet Proline Promag 10D- 10D80.....	39
Ilustración 31: Funcionamiento Intercambiador de Directo e Indirecto.....	41
Ilustración 32: Dimensiones Intercambiador de Calor.....	43
Ilustración 33: Válvula de Bola Bridada DN80	44
Ilustración 34: Actuador Eléctrico válvula de bola A5000 230V AC 500Nm	45
Ilustración 35: Bomba Centrífuga Horizontal.....	45
Ilustración 36: Válvula Manual Mariposa.....	46
Ilustración 37: Válvula Reguladora Samson 32	47
Ilustración 38: Posicionador 3725.....	47
Ilustración 39: Interruptor Magnetotérmico Schneider	48
Ilustración 40: Curvas de Disparo.....	49
Ilustración 41: Relé Térmico 7-9 ref. LRD14.....	49
Ilustración 42: Interruptor Magnetotérmico Acti iC60N.....	50
Ilustración 43: Harmony XB4 Pulsador rasante normalmente abierto verde	51
Ilustración 44: Harmony XB4 Pulsador rasante nc rojo	51
Ilustración 45: Harmony XB4 Selector 3 posiciones na+na	52
Ilustración 46: Harmony XB4 Piloto luminoso led 230v rojo	53
Ilustración 47: Harmony XB4 Piloto luminoso led 230v verde	53
Ilustración 48: Contactor Tesys D 230 V CA bobina	54
Ilustración 49: Bloque de Contacto Auxiliar TeSys D 2 NA Terminales de Abrazaderas de Tornillo.....	55

Ilustración 50: Diagrama P&ID	56
Ilustración 51: Data Sheet KL1809.....	67
Ilustración 52: Data Sheet KL1809.....	68
Ilustración 53: Data Sheet KL2809	70
Ilustración 54: Data Sheet KL2809	71
Ilustración 55: Data Sheet KL3458.....	73
Ilustración 56: Data Sheet KL3458.....	74
Ilustración 57: Data Sheet KL4424.....	76
Ilustración 58: Data Sheet KL4424.....	77
Ilustración 59: CX5120 Embedded PC with Atom processor	78
Ilustración 60: Data Sheet CX5120	79
Ilustración 61: CP65 xx-xxxx-0090 Built-in Panel PC.....	80
Ilustración 62: Data Sheet CP65 xx.....	81
Ilustración 63: PRO MAC 240 W 24V 10 A	82
Ilustración 64: Funcionamiento Arranque Motores.....	83
Ilustración 65: Contacto KM1 de la Tarjeta de Entradas Digitales	84
Ilustración 66: Señal Arranque Bomba.....	85
Ilustración 67: Contacto Parada	87
Ilustración 68: Señales Digitales Tarjeta.....	87
Ilustración 69: Alimentación Válvulas Automáticas.....	88
Ilustración 70: Salidas Analógicas	89
Ilustración 71: Presupuesto Final	116

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Propiedades Físicas del Proceso	42
Tabla 2: Descripción Elementos P&ID	57
Tabla 3: Descripción Señales Circuito.....	62

Tabla 4: Factor de Potencia	94
Tabla 5: Balance de Potencias	94
Tabla 6: Factor de corrección.....	95
Tabla 7: Sección de los cables en función de la intensidad ITCBT-19	95
Tabla 8: Cálculo Consumos PLC.....	96
Tabla 9: Descripción Precios Materiales	112
Tabla 10: Descripción Precios Mano de Obra	113

TABLA DE ACRÓNIMOS

PLC: Programmable Logic Controller-Sistema lógico programable

P&ID: piping and instrumentation diagram/drawing

NA: Contacto eléctrico normalmente abierto

NC: Contacto eléctrico normalmente cerrado

**Ku: Coeficiente de Utilización
(Número de equipos en funcionamiento / Número equipos totales)**

Ksr: Coeficiente de servicio y régimen

DOCUMENTO 1.

MEMORIA.

ÍNDICE

1. DOCUMENTO MEMORIA	9
1.1 INTRODUCCIÓN	12
1.1.1 Motivación	12
1.1.2 Objetivos	13
1.1.3 Antecedentes	13
1.2 DESCRIPCIÓN DEL PROCESO	14
1.2.1 Características Generales	14
1.2.2 Sensores	18
-Sensor de Temperatura	19
-Sensor de Presión	26
-Sensor de Caudal	33
1.2.3 Equipos del circuito	40
-Intercambiador de calor	41
-Válvula automática de agua	44
-Bomba centrífuga con motor eléctrico	45
-Válvula Manual	46
-Válvula reguladora de vapor	47
1.3 CUADRO ELÉCTRICO	48
1.3.1 Equipos Eléctricos	48
-Elementos de protección	48
-Pulsadores manuales	51
-Selector 3 posiciones	52
-Indicadores luminosos	53
-Contactores	54

1.3.2 Diagrama P&ID	55
1.3.3 Iolist	62
1.3.4 Tarjetas	66
-Entradas Digitales	67
-Salidas Digitales	69
-Entradas Analógicas.....	72
-Salidas Analógicas	75
1.3.5 Cabecero	78
1.3.6 Display.....	80
1.3.7 Fuente de Alimentación.....	82
1.4 EXPLICACIÓN ESQUEMAS ELÉCTRICOS	83
1.5BIBLIOGRAFÍA.....	90

1.1 INTRODUCCIÓN

1.1.1 Motivación

En la actualidad las fábricas del mundo están sufriendo una transformación hacia la Industria 4.0, la automatización de procesos es un factor imprescindible para la optimización del trabajo. Debido a esto, su evolución y mejora es patente en los diferentes procesos industriales.

La mayoría de las fábricas están tratando de automatizar procesos mediante el implante de dispositivos IOT. El uso de estos sensores inteligentes y mecanismos de automatización permiten mejorar la eficiencia de los procesos industriales en diferentes niveles.



Ilustración 1 "Industria 4.0" Fuente Google

Luego la reducción significativa del número de averías debido a la automatización del proceso y el ahorro en costes de personal, nos han impulsado a realizar la transformación de nuestro antiguo proceso en uno más automatizado.

1.1.2 Objetivos

Los principales objetivos de este proyecto son:

1. Automatizar el proceso de intercambio de calor mediante la elección de los respectivos sensores y válvulas.
2. Selección de equipos
3. Implementación de un diagrama de proceso P&I.
4. Descripción de todas las señales que nos permitirán controlar el proceso.
5. Elaboración de lo esquema eléctricos

1.1.3 Antecedentes

En el pasado, el proceso se realizaba de manera totalmente manual, los transmisores de presión eran sustituidos por manómetros, los termopares por indicadores de temperatura visuales. Al igual que las válvulas en cuyas maniobras tenía que actuar el operario manualmente.

Para ello, se disponía de un operario de mantenimiento que principalmente era de Servicios Generales. El cual tenía que estar supervisando de manera continua todos los indicadores visuales, con el fin de evitar cualquier tipo de funcionamiento indebido o de posible avería.

Esto suponía un coste de personal para la fábrica, además de haber la posibilidad de que la persona podría cometer cualquier tipo de error humano, lo cual remitiría en pérdidas económicas para dicha fábrica.

1.2 DESCRIPCIÓN DEL PROCESO

1.2.1 Características Generales



Ilustración 2 "Circuito real Intercambiador de Calor" Fuente propia

En la Ilustración 2, se muestra el circuito real de un intercambiador de calor. El proceso comienza cuando el “Agua de proceso”, el cual ha sido utilizado dentro de la fábrica para diversos usos retorna a través de una red de tuberías con la ayuda de unas bombas colocadas en el interior de la fábrica que nos permiten mantener la presión del fluido hasta los 1.25 bar.

Dicho fluido cuya temperatura a la entrada del proceso es de 40.1°C, ha sido utilizado para poder conservar a una temperatura específica el producto que se elabora en dicha fábrica. Como consecuencia de la labor mantener el producto a la temperatura deseada cediendo calor, el fluido en su retorno hacia el intercambiador se le monitorea mediante la ayuda de unos sensores de temperatura colocados a la entrada del intercambiador su temperatura.



Ilustración 3 "Ejemplo PT100" Fuente propia

El "Agua de proceso" debe de tener un control exhaustivo debido a que se va a utilizar dentro de una fábrica especializada en el sector alimenticio. Por ello el control de la temperatura con la que entra para utilizarse en los procesos es tan importante, ya que una ligera variación de dicha temperatura podría afectar de manera significativa al resultado final del producto.

Este fluido suele sufrir una caída de unos 0.3°C. En el caso de que la temperatura de entrada al intercambiador fuera inferior o superior a las temperaturas límites preestablecidas de 38°C y 41°C, nuestro transmisor de temperatura mandaría una señal de paro de la bomba, haciendo que el circuito dejara de funcionar.

Además de dichos transmisores de temperatura, disponemos de unos transmisores de presión como el de la ilustración 4 en la admisión e impulsión de las bombas, los cuales nos permiten monitorizar dicha presión y poder calcular la altura manométrica de la bomba.

Dichos transmisores disponen también de unos rangos límites preestablecidos de 0.08 bar y 2 bar en la admisión de la bomba y de 0.5 bar y 2 bar a la impulsión.

Estos transistores pueden enviar una señal interna al PLC para poder parar las bombas en caso de que estos alcanzaran las presiones límites preestablecidas.



Ilustración 4 "Ejemplo de Transmisor de presión" Fuente propia

Una vez que el “Agua de proceso” cumple todos los requisitos de entrada a dicho intercambiador, entra en juego el “Agua de anillo”. Este fluido circula en dirección opuesta a el “Agua de proceso” para favorecer así el intercambio de calor tal y como se muestra en la ilustración 5.



Ilustración 5 "Funcionamiento intercambiador" Fuente propia

Una vez producido el intercambio, nuestro transmisor de temperatura situado a la salida del “Agua de Proceso” controla que nuestro fluido haya absorbido el calor suficiente para poder elevar su temperatura de los 39.8°C hasta los 40.1°C.

En el caso de que no se lleguen a alcanzar los 40.1°C a la salida, nuestro transmisor de presión enviará una señal que nos permitirá cerrar la válvula de entrada de “Agua de Anillo” para poder abrir la válvula reguladora de vapor de la ilustración 6.

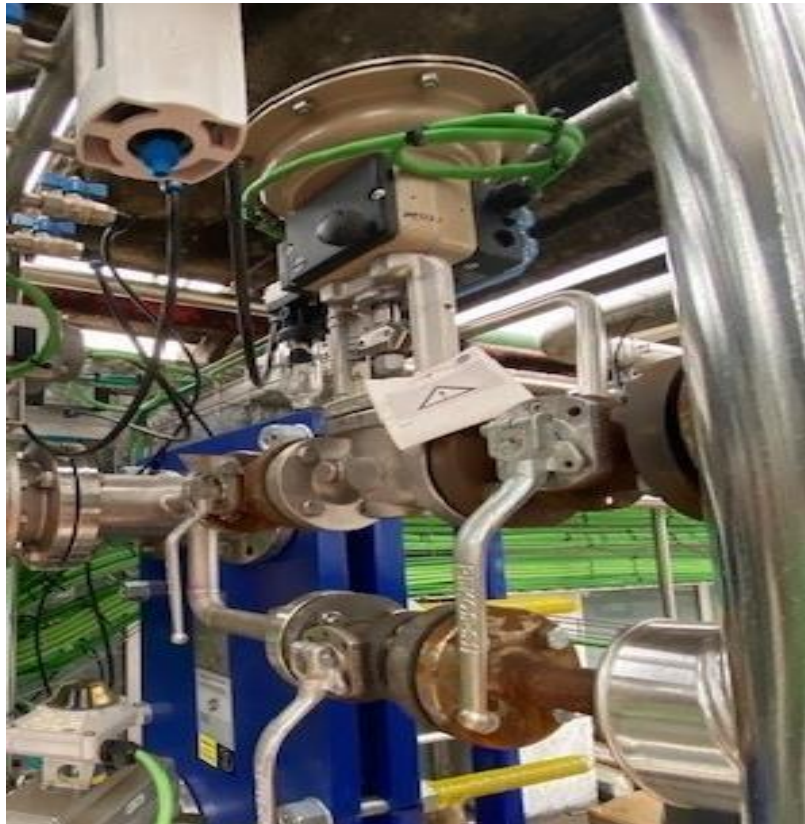


Ilustración 6 "Válvula reguladora de vapor" Fuente propia

Esta válvula como su propio nombre indica nos permitirá regular a través del PLC la apertura de la misma, como resultado podemos ir introduciendo el vapor de manera gradual al circuito.

Este vapor nos permite una capacidad de intercambio de calor de 1.5 a 2 veces superior que con la de “Agua de Anillo” pudiendo así compensar de manera rápida la temperatura del “Agua de proceso” hasta alcanzar los 40.1°C.

En el caso de que una vez utilizado el vapor la temperatura de salida del “Agua de proceso” no consiga elevarse hasta el mínimo de 40°C, el transmisor emitirá una señal de paro a la bomba lo cual hará que el circuito deje de funcionar.

1.2.2 Sensores

Una de las partes más importantes del diseño de nuestro circuito va a ser la correcta elección de los sensores que más se adecuen a nuestras especificaciones.

Estos sensores que se utilizan en el ámbito industrial nos permiten captar estímulos de su entorno y traducir la información. Dicha información se convierte en un impulso eléctrico que posteriormente es procesado por una serie de circuitos que generan una acción predeterminada en el sistema.

Nuestro circuito va a disponer de los siguientes sensores:

- 4 sensores de temperatura Wika PT100 TC12-M -50 a 250°C
- 8 transmisores de presión Wika S11 0-10 bar.
- 2 caudalímetros electromagnéticos Endress+Houser Proline Promag 10D - 10D80.

Sensores de Temperatura

Un sensor de temperatura basa su funcionamiento como el de cualquier sensor en transformar un valor de la temperatura real en una señal eléctrica para que pueda ser leída sin dificultad.

A continuación, enunciamos los sensores más utilizados en la industria:

1. Termopar
2. Sensor RTD
3. Sensor Termistor
4. Sensor basado en semiconductores

Termopar

También conocido como termocupla, es de los sensores eléctricos más usados en el ámbito industrial.

Este tipo de sensor consta de dos cables de diferentes metales conectados en dos puntos. La medición de la temperatura se realiza observando el cambio de voltaje que experimentan dichos cables.

Es muy robusto, pequeño, barato y presenta un gran rango de medición. Una desventaja es que su respuesta puede ser más lenta que otro tipo de sensores. A continuación, se muestra un ejemplo de él en la ilustración 7.



Ilustración 7 "Ejemplo Termopar" Fuente Google

Se encuentran diferentes tipos de termopares según los materiales de los que estén compuestos. Los más comunes son los siguientes:

- Termopar Tipo J: Aleación de cobre y Níquel. 0°C a 750°C.
- Termopar Tipo T: Alambre de cobre y otro de constatan. -250°C a 350°C.
- Termopar Tipo K: Aleación de cromo y Níquel con Aluminio y Níquel. -200°C a 1250°C.
- Termopar Tipo E: Su combinación de Chromega y Constatan. -200°C y los 900°C.

Sensor RTD

También conocido como termómetro de resistencia, mide la temperatura al correlacionar la resistencia del elemento RTD con la temperatura.

El tipo de sensor RTD más común es la PT100 cuya resistencia es de 100 ohmios a 0°C de temperatura

Este consiste en una película o, para mayor precisión, un cable envuelto alrededor de un núcleo de cerámicas o vidrio.

Si bien son más caros, más grandes y con una velocidad más lenta que el termopar, destacan sobre todo por su precisión. Los más precisos se fabrican con platino y los que menos con níquel o cobre.

A continuación, mostramos una imagen de un sensor RTD:



Ilustración 8 "Ejemplo Sensor RTD" Fuente Google

Sensor Termistor

Un sensor termistor, que resulta bastante asequible, se adapta con facilidad y es sencillo de usar, ofreciendo una mayor sensibilidad que el RTD.

Su funcionamiento también es similar al sensor anterior, modificando su resistencia a medida que cambia la temperatura, aunque también existen opciones con un coeficiente de temperatura negativo, es decir, que disminuyen la resistencia cuanto más calor detectan.

Un ejemplo de él se muestra en la ilustración 9.



Ilustración 9 "Ejemplo Termistor" Fuente Google

Sensor basado en semiconductores

Un sensor de temperatura basado en semiconductores se coloca en los circuitos integrados (IC).

Estos sensores son efectivamente dos diodos idénticos con voltaje sensible a la temperatura que se pueden usar para controlar los cambios de temperatura.

Ofrecen una respuesta lineal, pero tienen la precisión más baja de los tipos básicos de sensores a 1 a 5 ° C. También tienen la respuesta más lenta (5 a 60 s) en el rango de temperatura más estrecho (-70 a 150 ° C).



Ilustración 10 "Ejemplo Sensor Basado en Semiconductores" Fuente Google

Justificación de elección

En nuestro caso, tenemos un contrato comercial con el fabricante de sensores Wika en cuanto a suministro de sensores.

Este fabricante a cambio de comprarle los sensores nos va a proporcionar: precios más competitivos, una atención y suministro más rápido y personalizado.



Ilustración 11 "Sonda pt100 Wika" Fuente Wika

Dentro de su catálogo, el modelo para la sonda de temperatura elegida es la PT100 TR12-M -50 a 250°C. Material Acero inoxidable 316L.

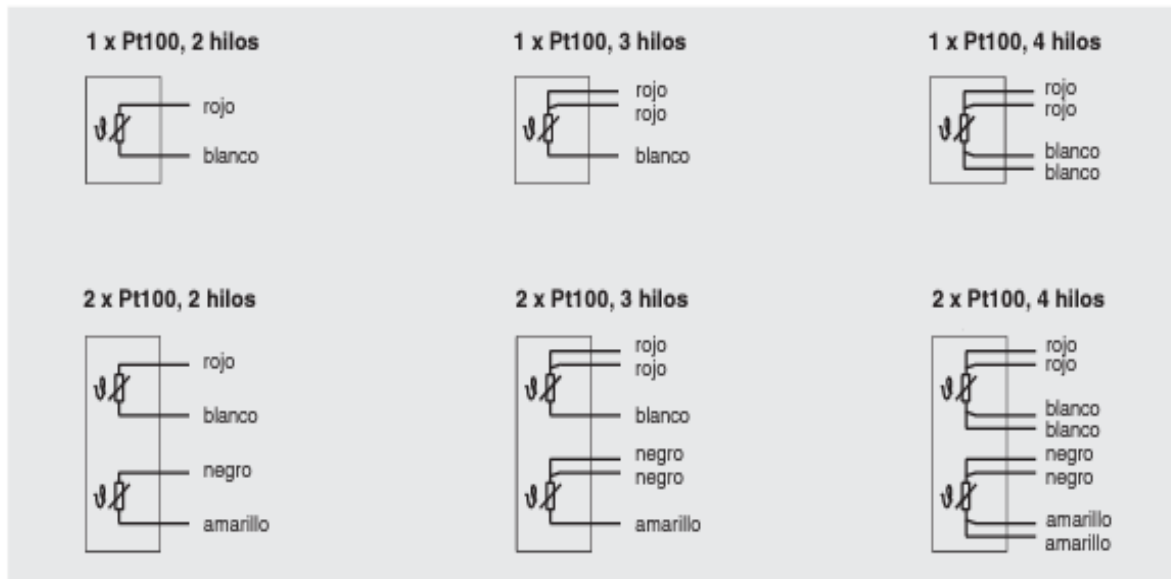
Estos sensores pueden fácilmente entregar mediciones precisas de hasta una décima de grado y, además, tienen una vida útil bastante prolongada. Cabe añadir que la mayoría de estos sensores pueden ser colocados a cierta distancia del medidor sin apenas pérdidas de señal. Estas características lo convierten en el más adecuado.

Como se puede ver en la ilustración 13, la Clase AA con sensor bobinado nos permite tener un rango de medición de temperatura de entre -50 °C y 250 °C. Este rango comprende perfectamente los valores de nuestro circuito.

Además, la señal procedente de esta sonda será transmitida a la tarjeta mediante la configuración de dos hilos, la cual emitirá una señal de 4-20 mA que será interpretada por dicha tarjeta. La conexión se muestra en la ilustración 12.

Conexión eléctrica

(Código de colores según IEC 60751)



Consultar las conexiones eléctricas de los transmisores de temperatura incorporados en las correspondientes hojas técnicas o en los manuales de instrucciones.

Datos técnicos

Señal de salida Pt100			
Rango de temperatura	Rango de medición -200 ... +600 °C		
Elemento sensible (corriente de medición: 0,1 ... 1,0 mA)	Resistencia Pt100		
Tipo de conexionado	1 x 2 hilos 1 x 3 hilos 1 x 4 hilos 2 x 2 hilos 2 x 3 hilos 2 x 4 hilos		
Desviación límite del elemento sensible ¹⁾ según EN 60751		Sensor bobinado	Película delgada
	Clase B	-196 ... +600 °C	-50 ... +500 °C
	Clase A	-100 ... +450 °C	-30 ... +300 °C
	Clase AA	-50 ... +250 °C	0 ... 150 °C

Señal de salida 4 ... 20 mA y protocolo HART®			
Transmisor (versiones disponibles)	Modelo T15	Modelo T32	Modelos TIF50, TIF52
Hoja técnica	TE 15.01	TE 32.04	TE 62.01
Salida			
4 ... 20 mA	x	x	x
Protocolo HART®	-	x	x
Tipo de conexionado			
1 x 2 hilos, 3 hilos o 4 hilos	x	x	x
Medir la corriente	< 0,2 mA	< 0,3 mA	< 0,3 mA
Protección antiexplosiva	Opcional	Opcional	Estándar

Unidad de medida extraíble (intercambiable)	
Material	Acero inoxidable 1.4571, 316L
Diámetro	■ 3 mm ²⁾ ■ 6 mm ■ 8 mm (con casquillo) ■ 1/8 pulg [3,17 mm] ²⁾ ■ 1/4 pulg [6,35 mm] ■ 3/8 pulg [9,53 mm]
Trayecto del muelle	aprox. 20 mm
Tiempo de respuesta (en agua, según EN 60751)	t ₉₀ < 10 s t ₉₀ < 20 s (Diámetro de la unidad de medida extraíble 6 mm: La vaina que es necesaria para el correcto funcionamiento, alarga el tiempo de reacción en función de los parámetros efectivos de vaina de barra y proceso.)

Cuello	
Material	Acero inoxidable 1.4571, 316, 316L
Rosca de conexión a la vaina	■ G 1/2 B ■ M14 x 1,5 ■ G 3/4 B ■ M18 x 1,5 ■ 1/2 NPT ■ M20 x 1,5 ■ 3/4 NPT ■ M27 x 2
Rosca hacia el cabezal	■ M20 x 1,5 con contratuercas ■ 1/2 NPT
Longitud de cuello	■ min. 150 mm, longitud de cuello estándar ■ 200 mm ■ 250 mm otras longitudes de cuello a solicitud

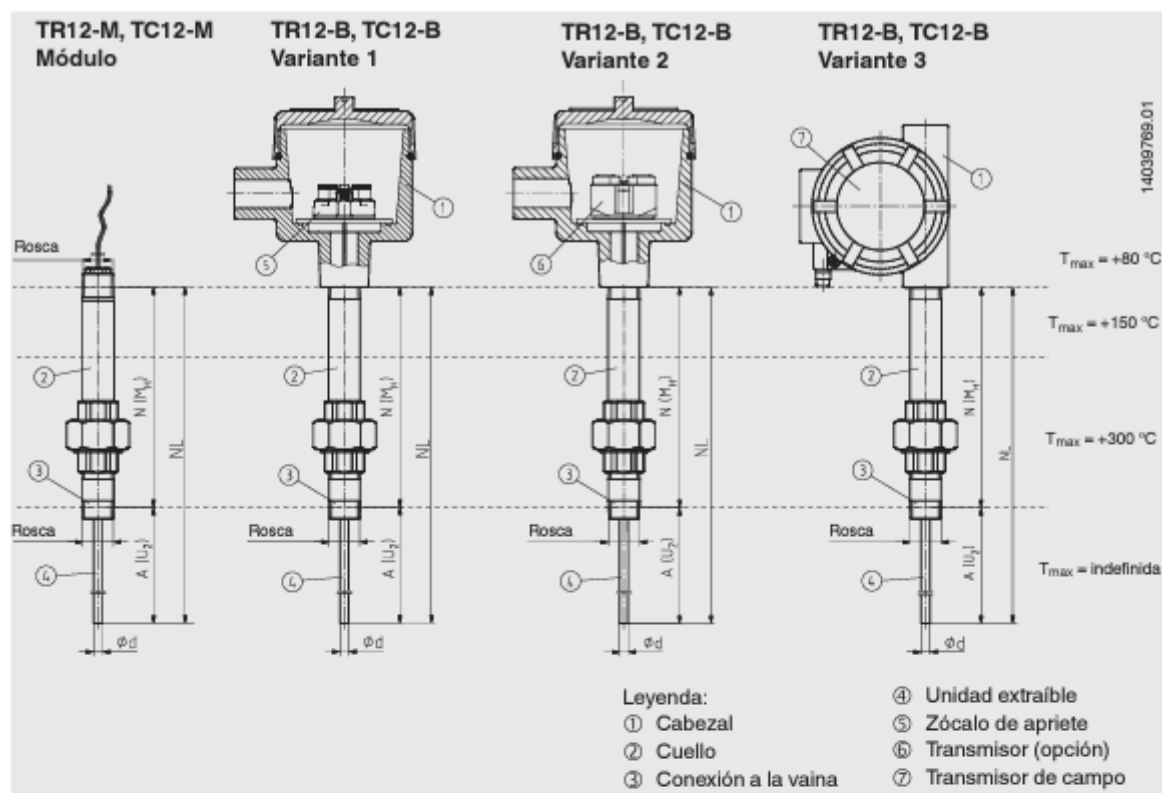
Utilizar la termoresistencia con un cable apantallado y poner a tierra el blindaje en un lado del cable como mínimo si los cables tienen una longitud superior a 30 m o si salen del edificio.

Para el cálculo de la desviación total de medición deben considerarse la desviación de medición del sensor y la del transmisor.

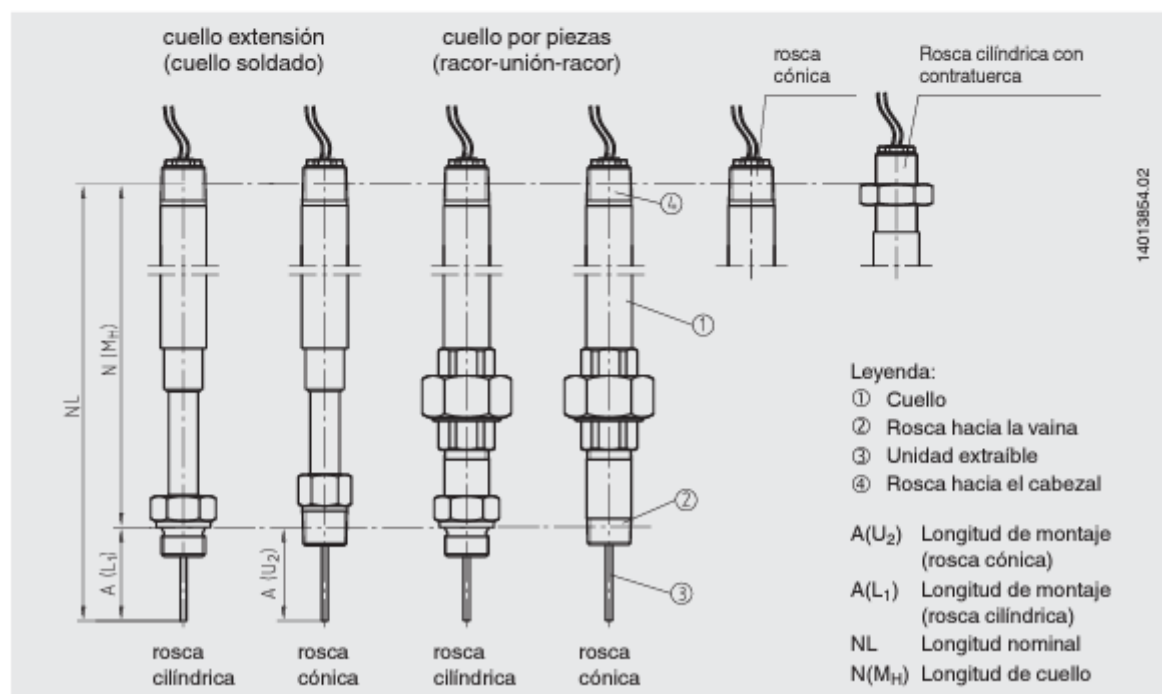
1) Para consultar más detalles sobre las sondas Pt100 véase la información técnica IN 00.17 en www.wika.es.

2) No con conexionado de 2 x 4 hilos

2.2 Descripción técnica de las tres variantes



2.3 Versiones de cuellos



Sensores de presión piezorresistivos

Los sensores de presión piezorresistivos consisten en una membrana (principalmente de silicio) con galgas extensométricas integradas que detectan la deformación derivada de la presión aplicada.

Estas galgas extensométricas se suelen configurar formando puente de Wheatstone, para reducir la sensibilidad e incrementar la potencia de la salida. Debido al material utilizado, pueden utilizarse hasta presiones en torno a 1000 bar



Ilustración 16 "Sensor de presión piezorresistivo" Fuente Google

Estos son comunes en aplicaciones industriales debido a su simplicidad y costos relativamente bajos

Sensores de presión piezoeléctricos

En los sensores de presión piezoeléctricos, el elemento de medición se basa en un cristal que produce una carga eléctrica proporcional a la presión aplicada. Este efecto se conoce como efecto piezoeléctrico.

Los sensores de presión piezoeléctricos son ideales para la medición de:

- Presiones dinámicas.
- Pequeñas pulsaciones de presión a altas presiones estáticas.
- Mediciones de presión cuasi estáticas que necesitan sensores de temperatura muy pequeños o muy altos.

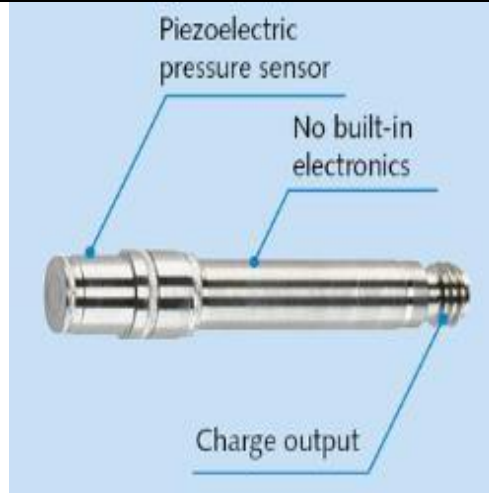


Ilustración 17 "Ejemplo Sensor Piezoeléctrico" Fuente Google

Justificación de elección

Al igual que el sensor de temperatura, la marca que elegimos para suministrarnos este tipo de sensor es Wika. Ya que con dicho contrato de suministro nos beneficiamos de mejores precios y servicios.



Ilustración 18 "Transmisor de presión Wika S11" Fuente Wika

El material del encamisado y de la membrana enrasada será de Acero Inoxidable 316 L, lo cual nos permitirá que soporte las condiciones atmosféricas del lugar.

Lo primero a la hora de seleccionar dentro de los distintos modelos que hay, es el rango de presiones que queremos medir. Estos se muestran en la ilustración 19, donde el rango de presión que hemos elegido es de 0-10 Bar, el cual tiene una protección en caso de sobrepresiones de 35 Bar.

De entre las señales de salida que se muestran en la ilustración 20, la señal que admite nuestra tarjeta de entradas analógicas es la de 4-20 mA con Corriente a 2 hilos. El conexionado se muestra en la ilustración 21.

Debido a su costo y a su simplicidad, aparte de las características que hemos citado este modelo le hace idóneo para nuestro circuito.

Rangos de medición

Presión relativa								
bar	Rango de medición	0 ... 0,1	0 ... 0,16	0 ... 0,25	0 ... 0,4	0 ... 0,6	0 ... 1	0 ... 1,6
	Protección a la sobrepresión	1	1,5	2	2	4	5	10
	Rango de medición	0 ... 2,5	0 ... 4	0 ... 6	0 ... 10	0 ... 16	0 ... 25	0 ... 40
	Protección a la sobrepresión	10	17	35	35	80	50	80
	Rango de medición	0 ... 60	0 ... 100	0 ... 160	0 ... 250	0 ... 400	0 ... 600	
	Protección a la sobrepresión	120	200	320	500	800	1.200	
psi	Rango de medición	0 ... 15	0 ... 20	0 ... 30	0 ... 50	0 ... 60	0 ... 100	0 ... 150
	Protección a la sobrepresión	145	145	145	240	240	500	500
	Rango de medición	0 ... 160	0 ... 200	0 ... 250	0 ... 300	0 ... 400	0 ... 500	0 ... 600
	Protección a la sobrepresión	1.160	1.160	1.160	1.160	1.160	1.160	1.160
	Rango de medición	0 ... 750	0 ... 1.000	0 ... 1.500	0 ... 2.000	0 ... 3.000	0 ... 5.000	0 ... 6.000
	Protección a la sobrepresión	1.740	1.740	2.900	4.600	7.200	11.600	11.600

Presión absoluta								
bar	Rango de medición	0 ... 0,25	0 ... 0,4	0 ... 0,6	0 ... 1	0 ... 1,6	0 ... 2,5	0 ... 4
	Protección a la sobrepresión	2	2	4	5	10	10	17
	Rango de medición	0 ... 6	0 ... 10	0 ... 16				
	Protección a la sobrepresión	35	35	80				
psi	Rango de medición	0 ... 15	0 ... 25	0 ... 50	0 ... 100	0 ... 250		
	Protección a la sobrepresión	72,5	145	240	500	1.160		

Rango de medición de vacío y +/-						
bar	Rango de medición	-0,6 ... 0	-0,4 ... 0	-0,25 ... 0	-0,16 ... 0	-0,1 ... 0
	Protección a la sobrepresión	4	2	2	1,5	1
	Rango de medición	-1 ... 0	-1 ... +0,6	-1 ... +1,5	-1 ... +3	-1 ... +5
	Protección a la sobrepresión	5	10	10	17	35
	Rango de medición	-1 ... +9	-1 ... +15	-1 ... +24		
	Protección a la sobrepresión	35	80	50		
psi	Rango de medición	-30 inHg ... 0	-30 inHg ... +30	-30 inHg ... +60	-30 inHg ... +100	-30 inHg ... +160
	Protección a la sobrepresión	72,5	240	240	500	1.160
	Rango de medición	-30 inHg ... +200	-30 inHg ... +300			
	Protección a la sobrepresión	1.160	1.160			

Los rangos de medición indicados están disponibles también en mbar, MPa y otras unidades.

Resistencia al vacío

Sí

Señales de salida

Señal de salida

Clase de señal	Señal
Corriente (2 hilos)	4 ... 20 mA
Corriente (3 hilos)	0 ... 20 mA
Tensión (3 hilos)	DC 0 ... 10 V
	DC 0 ... 5 V

Otras señales de salida a petición

Carga en Ω

Dependiendo del tipo de señal valen las cargas siguientes:

Corriente (2 hilos): $\leq$ (alimentación auxiliar - 10 V) / 0,02 A

Corriente (3 hilos): $\leq$ (alimentación auxiliar - 3 V) / 0,02 A

Tensión (3 hilos): $>$ máx. señal de salida / 1 mA

Alimentación de corriente

Alimentación auxiliar

La alimentación auxiliar permitida depende de la señal de salida seleccionada

4 ... 20 mA (2 hilos): DC 10 ... 30 V

0 ... 20 mA (3 hilos): DC 10 ... 30 V

DC 0 ... 10 V: DC 14 ... 30 V

DC 0 ... 5 V: DC 10 ... 30 V

Condiciones de referencia (según IEC 61298-1)

Temperatura

15 ... 25 °C (59 ... 77 °F)

Presión atmosférica

860 ... 1.060 mbar (12,5 ... 15,4 psi)

Humedad atmosférica

45 ... 75 % h.r.

Alimentación auxiliar

DC 24 V

Posición de montaje

Calibrado en posición vertical con la conexión a proceso hacia abajo.

Datos de exactitud

Exactitud en las condiciones de referencia

Exactitud	
Estándar	$\leq \pm 0,5$ % del span
Opción	$\leq \pm 0,25$ % del span ¹⁾

1) Sólo para rangos de medición $\geq 0,25$ bar

Incluye alinealidad, histéresis, desviación del punto cero y de fondo de escala (corresponde a error de medición según IEC 61298-2). Calibrado en posición vertical con la conexión a proceso hacia abajo.

Alinealidad (según IEC 61298-2)

$\leq \pm 0,2$ % del span BFSL

No repetibilidad

$\leq 0,1$ % del span

Error de temperatura en el rango de temperatura nominal

Rango de temperatura nominal:

0 ... 80 °C (32 ... 176 °F)

Coeficiente de temperatura medio del punto cero:

Rango de medición $> 0,25$ bar: $\leq 0,2$ % del span/10 K

Rango de medición $\leq 0,25$ bar: $< \pm 0,4$ % del span/10 K

Coeficiente de temperatura medio del span:

$\leq 0,2$ % del span/10 K

Estabilidad a largo plazo en condiciones de referencia

$\leq \pm 0,2$ % del span/año

Ajustabilidad: punto cero y span

El ajuste se realiza a través del potenciómetro del instrumento.

No es posible en la salida de cable IP68.

Punto cero: ± 5 %

Span: ± 5 %

Tiempo de respuesta

Tiempo de respuesta

≤ 2 ms

Condiciones de utilización

Clases de protección (según IEC 60529)

El tipo de protección depende del modelo de la conexión eléctrica.

Conexión eléctrica	Tipo de protección
Conector angular DIN 175301-803 A	IP65
Conector circular, M12 x 1 (4-pin)	IP67
Salida de cable IP67	IP67
Salida de cable IP68	IP68 ¹⁾

1) Ajustabilidad: punto cero y span imposible.

El tipo de protección indicado sólo es válido en estado conectado con conectores según el modo de protección correspondiente.

Resistencia a la vibración

Conexiones a proceso sin torre de refrigeración:
20 g (IEC 60068-2-6, con resonancia)

Conexiones a proceso con torre de refrigeración:
10 g (IEC 60068-2-6, con resonancia)

Resistencia a choques

Conexiones a proceso sin torre de refrigeración:
1.000 g (IEC 60068-2-27, mecánica)

Conexiones a proceso con torre de refrigeración:
400 g (IEC 60068-2-27, mecánica)

Rangos de temperatura admisibles

Cumple también con la norma EN 50178, tabla 7, operación (C) 4K4H, almacenamiento (D) 1K4, transporte (E) 2K3.

Conexiones a proceso sin torre de refrigeración

Medio		
■ Estándar	-30 ... +100 °C	-22 ... +212 °F
■ Opción	-30 ... +125 °C	-22 ... +257 °F
Ambiente	-20 ... +80 °C	-4 ... +176 °F
Almacenamiento	-40 ... +100 °C	-40 ... +212 °F

Conexiones a proceso con torre de refrigeración

Medio		
Ambiente	-20 ... +80 °C	-4 ... +176 °F
Almacenamiento	-40 ... +100 °C	-40 ... +212 °F

Conexiones eléctricas

Resistencia contra cortocircuitos

S+ contra U-

Protección contra inversión de polaridad

U+ contra U-

Protección contra sobretensiones

DC 36 V

Tensión de aislamiento

DC 500 V con alimentación de corriente NEC Class 02 (tensión baja y corriente baja máx 100 VA también en situación de fallo)

Esquemas de conexiones

Conector angular DIN 175301-803 A			
		2 hilos	3 hilos
	U+: positive power supply	1	1
	U-: negative power supply	2	2
	S+: output signal	-	3
Sección de hilo máx. 1,5 mm ² (AWG 16) Diámetro de cable 6 ... 8 mm (0,24" ... 0,31")			

Conector circular, M12 x 1 (4-pin)			
		2 hilos	3 hilos
	U+	1	1
	U-	3	3
	S+	-	4

Salida de cable			
		2 hilos	3 hilos
	U+	marrón	marrón
	U-	verde	verde
	S+	-	blanco
	Blindaje	gris	gris
Sección de hilo 6 x 0,5 mm ² (AWG 20) Diámetro de cable 6,8 mm (0,27") Longitudes de cable 1,5 m, 3 m, 5 m, 10 m, 15 m (4,9 pies, 9,8 pies, 16,4 pies, 32,8 pies, 49,2 pies)			

Otras conexiones a consultar.

Sensores de Caudal

Un caudalímetro es un instrumento de medida para la medición de caudal o gasto volumétrico de un fluido o para la medición del gasto másico y suele colocarse en línea con la tubería que transporta el fluido.

A continuación, mostramos los caudalímetros más utilizados en industria:

5. Caudalímetro Másico por Efecto Coriolis
6. Caudalímetro por Ultrasonidos
7. Caudalímetro Vortex
8. Caudalímetro Electromagnético
9. Caudalímetro Másico por Dispersión Térmica

Caudalímetro Másico por Efecto Coriolis

El principio de medición Coriolis se utiliza en un amplio rango de distintas ramas de la industria, como las ciencias de la vida, los productos químicos y petroquímicos, oil & gas, la alimentación, etc.. Un caudalímetro másico Coriolis pueden medir prácticamente todos los fluidos

Cada medidor de flujo Coriolis dispone de uno o más tubos de medición que oscilan artificialmente a causa de un excitador. Cuando un fluido pasa por el tubo de medición, se superpone una torsión a dichas oscilaciones a causa de la inercia del fluido. Dos sensores detectan este cambio en la oscilación del tubo en tiempo y espacio como "desfase". Este desfase es una medida directa del caudal másico.



Ilustración 22 "Ejemplo Caudalímetro Másico por Efecto Coriolis"

Caudalímetro por Ultrasonidos

El caudal volumétrico de una amplia variedad de gases y líquidos puede medirse con fiabilidad, con un medidor de caudal ultrasónico, sin importar la conductividad eléctrica, la presión, la temperatura o la viscosidad.

Nadar a contracorriente requiere más energía y más tiempo que nadar en el sentido del caudal. Este simple hecho es la base de la medición de caudal por ultrasonidos según el método del "tiempo de tránsito diferencial": este método utiliza dos sensores, situados en frente del otro en el tubo de medición. Cada sensor puede transmitir y recibir alternativamente señales ultrasónicas, mientras mide simultáneamente el tiempo de tránsito de la señal.

En cuanto el fluido en el tubo comienza circular, las señales se aceleran en la dirección del caudal, pero se retrasan en la dirección opuesta. El tiempo de tránsito diferencial, medido por los dos sensores, es directamente proporcional a la velocidad del caudal.

En la ilustración de a continuación se muestra un ejemplo.



Ilustración 23 "Ejemplo Caudalímetro Ultrasónico" Fuente Endress+Hauser

Caudalímetro Vortex

Está basado en el principio de generación de vórtices. Un cuerpo que atraviese un fluido generará vórtices flujo abajo.

Estos vórtices se forman alternativamente a un lado y al otro del cuerpo causando diferencias de presión que son medidas por un sensor. La velocidad de flujo, y por tanto el caudal volumétrico, es proporcional a la frecuencia de formación de los vórtices.

La señal puede ser transformada a caudal masico (kg/h) utilizando una sonda de presión y otra de temperatura incorporadas en el equipo.

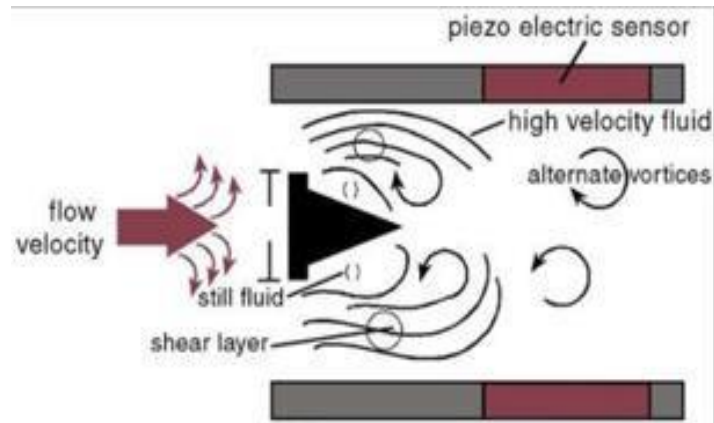


Ilustración 24 "Funcionamiento Vortex" Fuente Google



Ilustración 25 "Caudalímetro Vortex" Fuente Endress+Houser

Caudalímetro electromagnético

La ley de Faraday de inducción establece que una varilla metálica en movimiento a través de un campo magnético induce una tensión eléctrica. Este principio de dinamo también determina la manera en la que el caudalímetro electromagnético funciona.

A continuación, mostramos en la ilustración 26, una simulación de cómo se repartirían las partículas generando el campo magnético descrito.

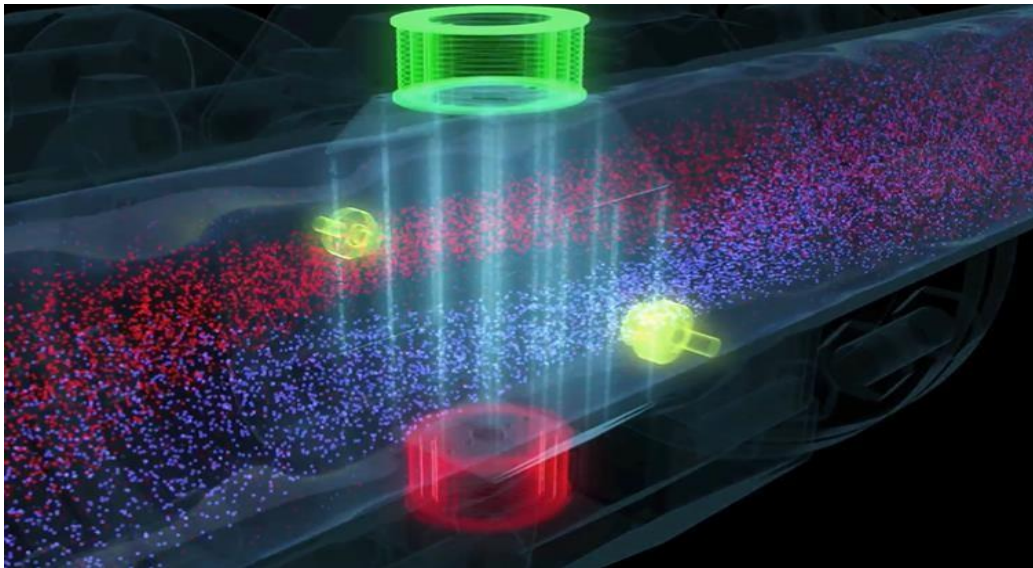


Ilustración 26 "Funcionamiento Caudalímetro Electromagnético" Fuente Endress+Houser

En cuanto las partículas con carga eléctrica de un fluido cruzan el campo magnético artificial generado por dos bobinas inductoras, se induce una tensión eléctrica. Esta tensión, tomada por dos electrodos de medición, es directamente proporcional a la velocidad del caudal y por lo tanto al caudal volumétrico.



Ilustración 27 "Ejemplo Caudalímetro Electromagnético" Fuente Endress+Houser

Justificación de elección

Como se ha podido apreciar anteriormente todos los modelos descritos son de la empresa Endress+Houser, esta empresa especializada en mediciones de caudal tiene un contrato de suministro con nosotros en el cual nos garantiza: los mejores precios, tiempos de suministro más cortos y calibraciones anuales incluidas.

Dentro de su amplio catálogo escogemos el modelo Proline Promag 10D - 10D80 el cual se muestra en la ilustración de a continuación:



Ilustración 28 "Ejemplo Caudalímetro Electromagnético" Fuente Endress+Hauser

Su diámetro de 80mm nos permite un rango de medida de 90 a 3000 l/min como se muestra en la ilustración 29, permitiéndonos medir de manera cómoda el caudal de nuestro circuito, además dispone de un certificado de IP67 que permite la resistencia al agua y al polvo, perfecto para las condiciones atmosféricas que afectan a nuestro circuito.

La señal de salida será analógica de dos hilos de 4-20 mA.

Finalmente nos hemos decantado por un caudalímetro electromagnético porque tiene ausencia de piezas móviles, lo que significa menor mantenimiento y mayor vida útil. Además de tener un amplio rango de diámetros nominales y el principio de medición es independiente de: La presión, densidad, temperatura y viscosidad del fluido.

Measuring range

Typically $v = 0.01$ to 10 m/s (0.033 to 33 ft/s) with the specified accuracy

Flow characteristic values (SI units)					
Diameter		Recommended flow min./max. full scale value ($v \sim 0.3$ bzw. 10 m/s) [dm ³ /min]	Factory settings		
[mm]	[inch]		Full scale value current output ($v \sim 2.5 \text{ m/s}$) [dm ³ /min]	Pulse value ($\sim 2 \text{ pulses/s}$) [dm ³]	Low flow cut off ($v \sim 0.04 \text{ m/s}$) [dm ³ /min]
25	1"	9 to 300	75	0.50	1
40	1 1/2"	25 to 700	200	1.50	3
50	2"	35 to 1100	300	2.50	5
65	–	60 to 2000	500	5.00	8
80	3"	90 to 3000	750	5.00	12
100	4"	145 to 4700	1200	10.00	20

Flow characteristic values (US units)					
Diameter		Recommended flow min./max. full scale value ($v \sim 0.3$ bzw. 10 m/s) [gal/min]	Factory settings		
[inch]	[mm]		Full scale value current output ($v \sim 2.5 \text{ m/s}$) [gal/min]	Pulse value ($\sim 2 \text{ pulses/s}$) [gal]	Low flow cut off ($v \sim 0.04 \text{ m/s}$) [gal/min]
1"	25	2.5 to 80	18	0.20	0.25
1 1/2"	40	7 to 190	50	0.50	0.75
2"	50	10 to 300	75	0.50	1.25
–	65	16 to 500	130	1.00	2.00
3"	80	24 to 800	200	2.00	2.50
4"	100	40 to 1250	300	2.00	4.00

Operable flow range

Over 1000 : 1

Output

Output signal

Current output

- Galvanically isolated
- Active: 4 to 20 mA, $R_L < 700 \Omega$ (for HART: $R_L \geq 250 \Omega$)
- Full scale value adjustable
- Temperature coefficient: typ. $2 \mu\text{A}/^\circ\text{C}$, resolution: $1.5 \mu\text{A}$

Pulse/status output

- Galvanically isolated
- Passive: 30 V DC / 250 mA
- Open collector
- Can be configured as:
 - Pulse output
Pulse value and pulse polarity can be selected, max. pulse width adjustable (5 to 2000 ms), pulse frequency max. 100 Hz
 - Status output
For example, can be configured for error messages, flow recognition, limit value

Signal on alarm

Current output

Failsafe mode can be selected (e.g. in accordance with NAMUR Recommendation NE 43)

	Pulse output Failsafe mode can be selected Status output "Not conductive" in the event of fault or power supply failure
Load	See "Output signal"
Low flow cut off	Low flow cut off, switch-on point can be selected as required
Galvanic isolation	All circuits for inputs, outputs and power supply are galvanically isolated from each other

Power supply

Terminal assignment	Order characteristic for "inputs/outputs"	Terminal No.					
		24 (+)	25 (-)	26 (+)	27 (-)	1 (L1/L+)	2 (N/L-)
	A	Pulse/status output		HART current output		Power supply	
	Functional values	See "Output signal"				See "Supply voltage"	

Supply voltage	■ 85 to 250 V AC, 45 to 65 Hz ■ 20 to 28 V AC, 45 to 65 Hz ■ 11 to 40 V DC
----------------	--

Power consumption	Power consumption ■ 85 to 250 V AC: < 12 VA (incl. sensor) ■ 20 to 28 V AC: < 8 VA (incl. sensor) ■ 11 to 40 V DC: < 6 W (incl. sensor) Switch-on current ■ Max. 16 A (< 5 ms) for 250 V AC ■ Max. 5.5 A (< 5 ms) for 28 V AC ■ Max. 3.3 A (< 5 ms) for 24 V DC
-------------------	---

Power supply failure	Lasting min. ½ cycle frequency: EEPROM saves measuring system data
----------------------	--

1.2.3 Equipos del circuito

Una de las labores más importantes a la hora del diseño de un proyecto industrial, es la de escoger los equipos que más se adecuen a las condiciones de funcionamiento del sistema.

Por ellos las principales características en las que nos fijaremos a la hora de la elección serán las siguientes:

1. Condiciones ambientales
2. Resistencia a la corrosión
3. Mantenimiento y accesibilidad
4. Eficiencia energética
5. Tamaño y espacio disponible
6. Costo

Nuestro circuito va a disponer de los siguientes equipos:

- Un intercambiador de calor Kelvion NT100T CDL-10
- 7 válvulas automáticas Festo
- 1 válvula reguladora de vapor Samson 3241
- 4 bombas centrífugas con motor eléctrico acoplado Emika
- 12 válvulas manuales

INTERCAMBIADOR DE CALOR

Un intercambiador de calor es un equipo que transfiere continuamente calor de un medio a otro. Hay dos tipos principales de intercambiadores de calor: directos e indirectos.

Intercambiador de calor directo, donde ambos medios están en contacto directo entre sí. Se da por sentado que los medios no se mezclan. Un ejemplo de este tipo de intercambiador de calor es una torre de enfriamiento, donde el agua se enfría a través del contacto directo con el aire.

Intercambiador de calor indirecto, donde ambos medios están separados por una pared a través de la cual se transfiere el calor.

Los intercambiadores de calor indirectos están disponibles en varios tipos principales (placa, carcasa y tubo, espiral, etc.) En la mayoría de los casos, el tipo de placa es el intercambiador de calor más eficiente. En general ofrece la mejor solución a los problemas térmicos, brindando los límites más amplios de presión y temperatura dentro de la restricción del equipo actual.

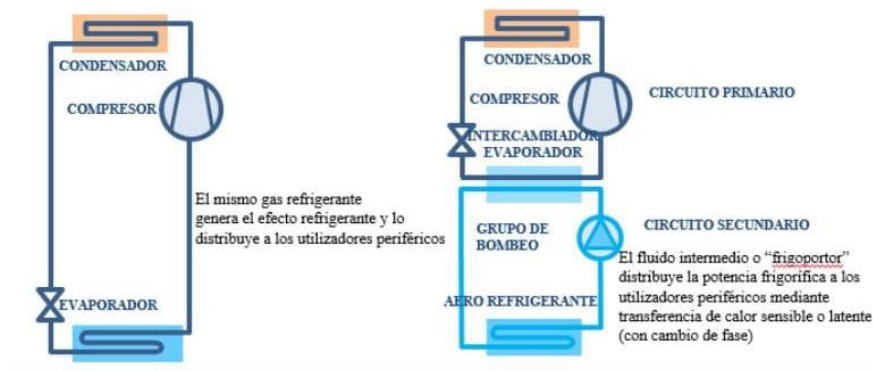


Ilustración 31 "Funcionamiento Intercambiador Directo e Indirecto" Fuente Google

Las leyes naturales de la física siempre permiten que la energía de conducción en un sistema fluya hasta que se alcance el equilibrio. El calor abandona el cuerpo más caliente o el fluido más caliente, siempre que haya una diferencia de temperatura y se transfiera al medio frío.

La teoría de la transferencia de calor de un medio a otro, o de un fluido a otro está determinado por varias reglas básicas

- El calor siempre se transferirá de un medio caliente a un medio frío.
- Siempre debe haber una diferencia de temperatura entre los medios
- El calor perdido por el medio caliente es igual a la cantidad de calor ganado por el medio frío, excepto por las pérdidas a los alrededores.

Para poder escoger el intercambiador de placas adecuado necesitamos los siguientes datos:

Tabla 1 "Propiedades Físicas de Proceso"

	LADO CALIENTE	LADO FRIO	
Fluido	Agua	Agua	
Calor intercambiado	150	150	kW
Caudal másico	25829	14897	kg/h
Caudal Volumétrico	26.14	15	m3/h
Temperatura Entrada	52	36.32	°C
Temperatura salida	47	45	°C
Pérdida de carga	69.71	15.91	kPa
Presión de entrada	5	5	Barg
-	-	-	-
<u>Propiedades físicas</u>			
Densidad	988.22	991.92	kg/m3
Calor específico	4181.40	4179.67	J/kgK
Conductividad térmica	0.64000	0.62929	W/mK
Viscosidad dinámica Entrada	0.53	0.70	mPas
Viscosidad dinámica Salida	0.58	0.60	mPas

La empresa designada para la elaboración de dicho intercambiador que en este caso es Kelvion, ya que nos proporcionaba un precio más competitivo que el resto de las empresas además de un tiempo de entrega más corto.

A partir de los datos obtenidos en nuestro proceso, estos se envían a Kelvion los cuales nos dan unas medidas estimadas de nuestro intercambiador.

-Superficie de intercambio/unidad = 2.7 m²

-Número de placas = 12

-Espesor de la placa = 0.4mm

Dentro de su catálogo nos dieron la recomendación de escoger el intercambiador de placas cuyo modelo es el NT100T CDL-10 que se muestra en la ilustración 32.

Cabe destacar que el material que utilizaremos para las juntas será EPDM el cual se suele usar en fábricas alimenticias.

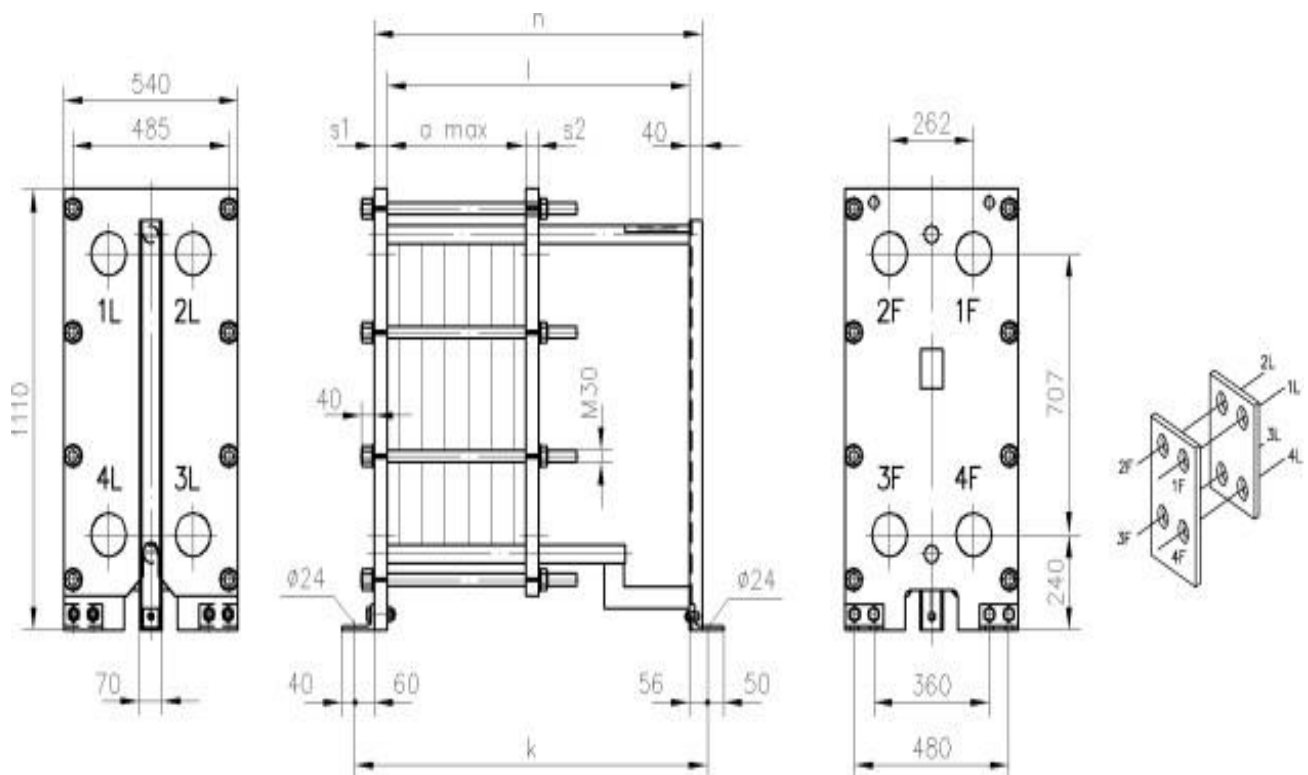


Ilustración 32 "Dimensiones Intercambiador de Calor" Fuente Kelvion

VÁLVULAS AUTOMÁTICAS DE AGUA

En nuestro proceso disponemos de 7 válvulas que funcionan de forma totalmente remota mediante el accionamiento de los actuadores neumáticos con válvulas servopilotadas.

A la hora de elegir dicha válvula en lo primero en lo que nos vamos a fijar va a ser en el diámetro que tiene la tubería sobre la que va a ser instalada. La tubería tiene un diámetro nominal de 80 cm luego el paso de nuestra válvula va a ser DN80. La conexión que vamos a utilizar va a ser mediante brida para favorecer la sujeción.



Ilustración 33 "Válvula de Bola bridada DN80" Fuente Google

Al igual que ocurre con el material de las juntas del intercambiador, la junta de la válvula que se puede observar en la ilustración 33 de color blanco va a ser EPDM.

En el cabezal vamos a tener un actuador eléctrico de simple efecto como se muestra en la Ilustración 34.

Este actuador tiene un par de fuerza de 500Nm, esta fuerza va a ser suficiente para poder vencer la fuerza ejercida por la presión del agua. Este par se consigue mediante una corriente de 230V.

Una ventaja de que el actuador sea eléctrico es que nos permite que nuestra instalación carezca de un circuito neumático, simplificando así dicho circuito y ahorrando costes.



Ilustración 34 "Actuador Eléctrico válvula de bola A5000 230V AC 500Nm" Fuente Google

BOMBA CENTRÍFUGA CON MOTOR ELÉCTRICO

Debido a la longitud de tuberías que nuestro circuito tiene que recorrer para poder llegar hasta ser utilizado en el proceso y su posterior vuelta hacia el intercambiador, nuestro circuito dispone de 4 bombas centrífugas para poder garantizar la presión de suministro en cualquier punto de nuestra red de tuberías.

Las 4 bombas de las que disponemos van a estar situadas: 2 a la salida del intercambiador y las otras 2 después del proceso.

El motivo por el que tenemos dos bombas en cada ubicación es porque una de ellas va a estar funcionando de manera constante mientras que la otra se dispone en forma de reserva en caso de que ocurra cualquier tipo de avería o si hubiera que realizarle cualquier tipo de mantenimiento.



Ilustración 35 "Bomba centrífuga horizontal" Fuente Emika

La marca fabricante es Emika, nuestro modelo es 50-125 el cual ha sido elegido porque nos permite trabajar con un caudal máximo de 40 m³/h, además logra conseguir una presión máxima de hasta 8 bar y una altura manométrica de hasta 30 m.c.l perfecto para las condiciones de nuestro circuito.

El motor que dispone es de 5.5 KW de potencia, trabaja a una velocidad síncrona de 1450 rpm a 50 Hz.

VÁLVULAS MANUALES

Nuestro circuito va a disponer de 12 válvulas manuales, 8 de ellas colocadas a la admisión e impulsión de cada una de nuestras bombas y las otras 4 en las salidas y entradas del intercambiador.

Estas van a servir de ayuda y seguridad para cualquier labor de mantenimiento o avería de la bomba permitiendo la fácil extracción en caso de que fuera necesario y también la seguridad a la hora de que una vez cerradas dichas válvulas no retorne el fluido ni haya pérdidas.

En el caso del intercambiador dispondremos de las válvulas con el objetivo que a la hora de la extracción de este mismo para cualquier tipo de limpieza o reparación pueda ser manipulado de forma segura, habiéndonos asegurado gracias a que están las válvulas cerradas de que no exista la posibilidad de que nos retorne fluido del circuito.

Las válvulas que se van a disponer en la admisión e impulsión de la bomba van a ser como la que se muestra en la ilustración 36.

Su diámetro nominal va a ser 100 y el material con el que está compuesto la junta será EPDM. El cuerpo de la válvula está hecho de Hierro dúctil GJS-500-7 y la clapeta y el eje en acero inoxidable. Las válvulas correspondientes al intercambiador van a ser las mismas únicamente que el diámetro nominal de estas es de 80.



Ilustración 36 "Válvula Manual de Mariposa" Fuente Google

VÁLVULAS AUTOMÁTICAS DE AGUA

Como ya explicamos anteriormente, en el caso de que no se alcance la temperatura en el circuito a través del “Agua de anillo” entra en función el vapor a través de dicha válvula reguladora.

Para ello vamos a tener que disponer de una válvula de vapor para poder regular el caudal de vapor que vamos a dejar entrar el circuito.



Ilustración 37 "Válvula Reguladora Samson 3241" Fuente Samson

La válvula de la ilustración 37 es la escogida para regular el caudal de vapor, es de la marca Samson y tiene un diámetro nominal de 50 mm. Su cuerpo es de hierro fundido para poder soportar las altas temperaturas del vapor.



Ilustración 38 "Posicionador 3725" Fuente Samsonç

Para poder calcular la posición en la que se encuentra nuestra válvula a la hora de realizar la apertura la hemos tiene un posicionador como el que se muestra en la ilustración 38.

1.3 CUADRO ELÉCTRICO

1.3.1 Equipos eléctricos

ELEMENTOS DE PROTECCIÓN

Dentro de nuestro cuadro eléctrico vamos a disponer de los elementos más importantes a la hora de proteger nuestro circuito.

El primer elemento de protección que nos vamos a encontrar en el cuadro es un interruptor magnetotérmico.

Un interruptor magnetotérmico tiene la capacidad de realizar dos funciones totalmente independientes, por una parte, proteger en todo momento de forma instantánea en el momento que se produce un cortocircuito y, además, protege de subidas de tensión cuando los electrodomésticos y aparatos eléctricos superan la potencia eléctrica que tengamos contratada.

El principal objetivo a la hora de seleccionar el tipo de Interruptor Magnetotérmico es que soporte los picos de intensidad producidos por el motor durante el arranque. Estos picos de intensidad suelen ser de 5-12 veces la intensidad nominal del motor.

Luego el modelo que más se ajusta a nuestras especificaciones es “Magnetotérmico, Acti9 iC60N, 3P, 10 A, D curva, 6000 A (IEC 60898-1), 10 kA (IEC 60947-2)”, representado en la ilustración 39.



Ilustración 39 “Interruptor Magnetotérmico Schneider” Fuente Schneider electric

Tiene el tipo de curva de disparo tipo D, esto quiere decir que nos permite soportar un pico de intensidad al arranque de entre 10-14 veces la intensidad nominal, como se muestra en la ilustración 40.

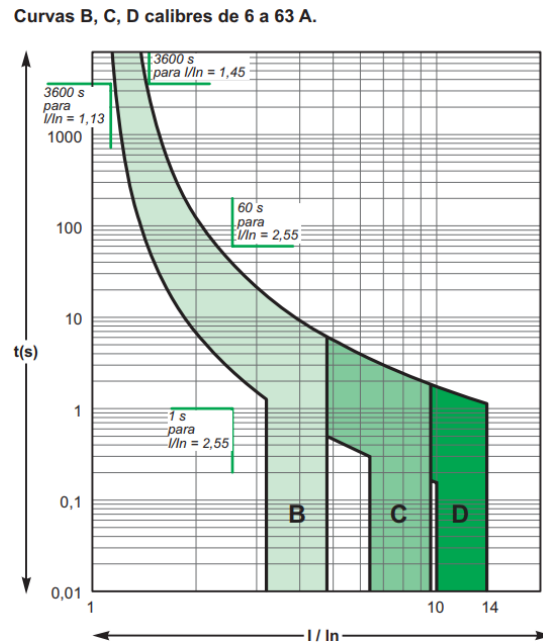


Ilustración 40 "Curvas de disparo" Fuente Schneider electric

El elemento que tenemos a continuación del disyuntor magnetotérmico es un relé de sobrecarga térmica de Schneider.

Nuestro relé de sobrecarga es el de la ilustración. Este tiene que estar tarado por normativa a la intensidad nominal de funcionamiento del motor que es de 10 A.

Por tanto, el modelo que se ajusta es el mostrado en la ilustración 41.



Ilustración 41 "RELE TERMICO 7-10A ref. LRD14" Fuente Schneider electric

Por otra parte, al igual que el circuito de fuerza, en nuestro circuito de control estos motores van a estar protegidos por un interruptor magnetotérmico parecido al de la ilustración 39, únicamente va a cambiar que va a ser bipolar.

El modelo que hemos escogido es el siguiente:

- Interruptor magnetotérmico; Acti9 iC60N; 2P; 10 A; curva C; 66000 A/10 kA

Con una curva de disparo C, un grado menor si la comparamos con la del interruptor magnetotérmico de la ilustración. Estos nos permite que soporte de 8 a 10 veces la I_n .

El modelo se muestra en la siguiente ilustración:



Ilustración 42 "Interruptor magnetotérmico; Acti9 iC60N; 2P; 10 A; curva C; 66000 A/10 kA" Fuente Schneider Electric

Además de proteger el circuito de control de nuestros motores, también nos aseguramos de proteger los siguientes elementos:

- Fuente de alimentación de 24 V DC
- Válvulas Automáticas

Con esta protección vamos a proteger a nuestros elementos de cualquier sobre intensidad que pueda producir daños en los equipos.

PULSADORES MANUALES

Nuestro circuito va a disponer de 8 pulsadores manuales de los cuales 4 de ellos van a ser de paro de emergencia y los otros 4 para arrancar el motor de manera manual.

El modelo utilizado para arrancar el motor es el Harmony XB4 de color verde, se alimenta con una tensión de 230 V, además cuenta con las certificaciones IP66 y IP67 que nos permite que resista a las condiciones atmosféricas del emplazamiento del circuito.

Este modelo es un contacto normalmente abierto, ya que en caso de activarlo se cerraría dejando que la intensidad fluya a través de él.



Ilustración 43 "Harmony XB4 - Pulsador rasante normalmente abierto verde" Fuente Schneider electric

En el caso del pulsador de paro de emergencia, sería el que se muestra en la ilustración 44. Es el mismo modelo que el otro pulsador, pero sin embargo este tiene un contacto normalmente cerrado. Este contacto nos permite que al ser pulsado se abra provocando un circuito abierto en el circuito e impidiendo que llegue intensidad al resto del circuito.



Ilustración 44 "Harmony XB4 - Pulsadores rasante nc rojo" Fuente Schneider electric

SELECTOR 3 POSICIONES

Para poder realizar la selección del tipo de arranque de nuestro motor, vamos a disponer de 4 selectores como el que se muestra en la ilustración 45.



Ilustración 45 "Harmony XB4 - Selector 3 posiciones na+na" Fuente Schneider electric

El modelo elegido es el selector modular Harmony XB4 de color negro tiene 3 posiciones y funciona mediante un mecanismo de posición fija. Tiene un bisel metálico. Los dos contactos que tiene incluido este relé son normalmente abiertos, lo que nos permite que a la hora de seleccionarlos se cierran permitiendo que la corriente pueda circular a través de la posición seleccionada.

Este selector va a tener 3 posiciones:

1-Manual

2-Off

3-Remoto

Es resistente a impactos, al polvo, al agua y a las vibraciones gracias a su grado de protección IP66/IP67/IP69/IP69K, por lo que resulta idóneo para nuestras condiciones atmosféricas.

INDICADOR LUMINOSO

Para poder indicar el modo de funcionamiento de forma visual de nuestro circuito, vamos a utilizar 8 setas luminosas como las de la ilustración 46.

El indicador luminoso va a proveer de una zona más segura de trabajo ya que nos va poder avisar de que nuestro relé térmico ha saltado o de que el motor está en funcionamiento.

En el caso de que el relé térmico salte por cualquier motivo activará un piloto luminoso rojo como el de la ilustración 37, favoreciendo la labor de detección de averías y reduciendo el riesgo para el trabajador.



Ilustración 46 "Harmony XB4 - Piloto luminoso led 230v rojo" Fuente Schneider electric

En el caso de que cualquiera de los motores esté en marcha, se activará el piloto luminoso verde de la ilustración 47.



Ilustración 47 "Harmony XB4 - Piloto luminoso led 230v verde" Fuente Schneider electric

Ambos pilotos disponen de una certificación IP66 e IP67 perfecta para las condiciones atmosféricas de nuestro circuito.

CONTACTORES

A la hora de elegir nuestros contactores principales, los cuales van a estar nombrados en los esquemas eléctricos con los códigos: KM1, KM2, KM3 Y KM4. La principal característica es el número de contactos que van a tener en el circuito. En este caso tenemos 6 contactos asociados por cada contactor.

El modelo que más se ajusta a nuestros requerimientos es el “Contactor Tesys D - 3P(3 NA) - AC-3 - $\leq 440\text{ V}$ 12 A - 230 V CA bobina” mostrado en la ilustración 39, suministrado por la empresa Schneider Electric.



Ilustración 48 "Contactor Tesys D 230 V CA bobina" Fuente Scheider Electric

Este modelo alimentado con una tensión de 230V, dispone de 3 contactos normalmente abiertos, además tiene un contacto normalmente abierto y otro contacto normalmente cerrado auxiliares. Luego disponemos de 4 contactos normalmente abiertos y 1 cerrado.

Como se puede visualizar en nuestros planos eléctricos, este contactor necesita tener 6 contactos. Luego debemos introducir 2 contactos auxiliares como los que se muestran en la ilustración 49.



Ilustración 49 "Bloque de Contacto Auxiliar TeSys D 2 NA Terminales de Abrazaderas de Tornillo" Fuente Schneider Electric

1.3.2 Diagrama P&ID

Un P&ID se define como un diagrama de tuberías e instrumentación (DTI) también conocido del idioma inglés como piping and instrumentation diagram/drawing (P&ID)

Es un diagrama que muestra el flujo del proceso en las tuberías, así como los equipos instalados y el instrumental.

Estos diagramas están compuestos por una serie de símbolos que nos permitirán identificar todos los componentes que conforman un proceso, como tuberías, valvulería, equipos, presostatos, bombas, etc.

El objetivo principal de los diagramas de tuberías e instrumentación son:

1. Comprender mejor las condiciones de diseño de un proyecto de ingeniería.
2. Operar, mantener y modificar el sistema de proceso de manera eficiente.
3. Trazar y demostrar convenientemente la secuencia física de los sistemas, centrándose en los esquemas de control y apagado, los requisitos reglamentarios, y los detalles básicos para el funcionamiento.

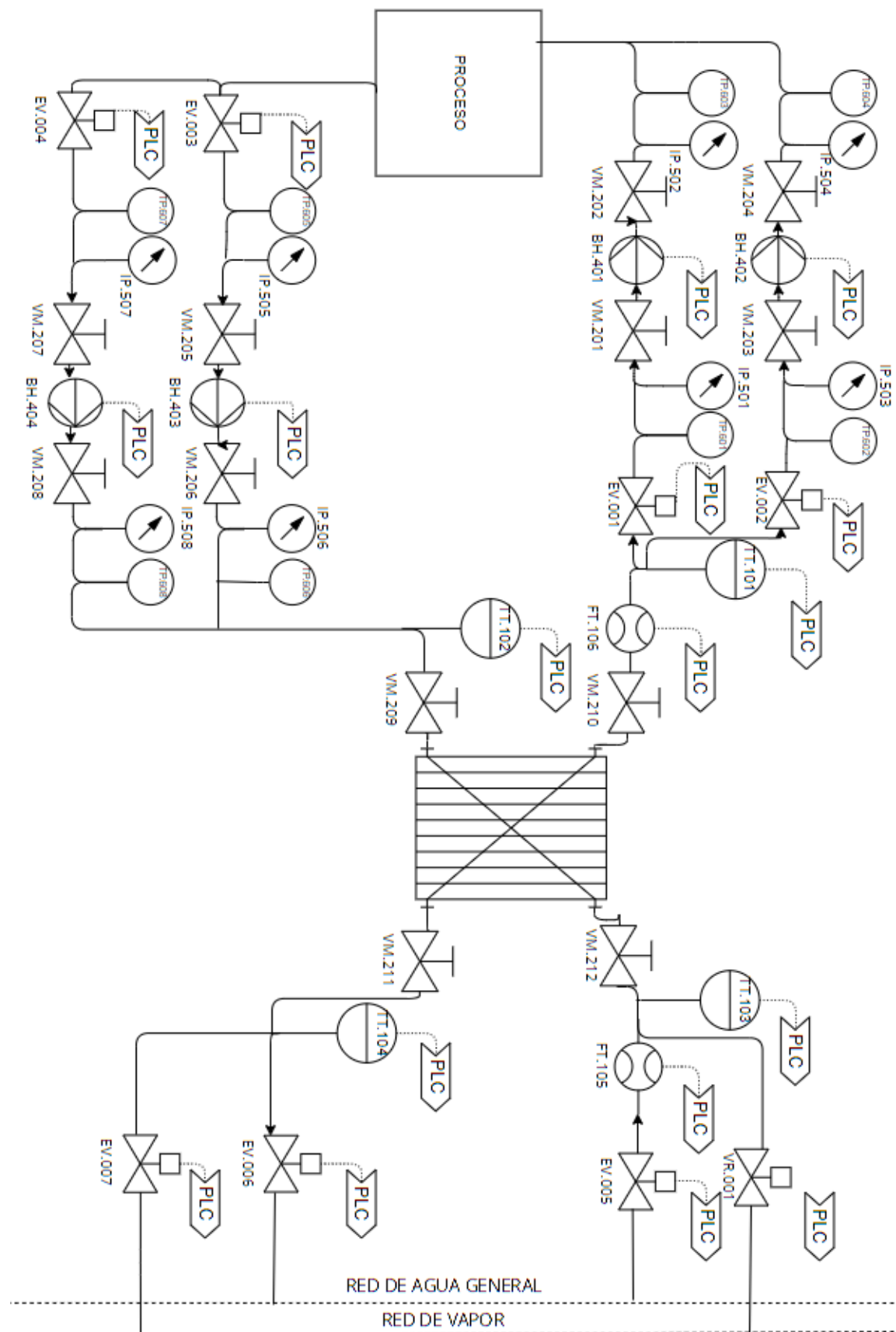


Ilustración 50 "Diagrama P&ID" Fuente propia

En la ilustración 50 se muestra el diagrama P&ID de nuestro circuito, enumerando y representando gráficamente todos los elementos de nuestro circuito.

A continuación, vamos a realizar una descripción de todos los elementos que conforman nuestro diagrama:

Tabla 2 “Descripción Elementos P&ID”

ITEM	CÓDIGO	DESCRIPCIÓN
Transmisor de temperatura de salida lado frío	TT.101	Transmisor encargado de controlar la temperatura de entrada al proceso
Transmisor de temperatura de entrada lado frío	TT.102	Transmisor encargado de controlar la temperatura de la entrada al intercambiador por el lado frío
Transmisor de temperatura de entrada de lado caliente	TT.103	Transmisor encargado de medir la temperatura de entrada al lado caliente
Transmisor de temperatura de salida lado caliente	TT.104	Transmisor de temperatura que controla la temperatura de salida del lado caliente
Transmisor de presión admisión bomba 1	TP.501	Transmisor de presión que controla la presión a la admisión bomba 1
Transmisor de presión impulsión bomba 1	TP.503	Transmisor de presión que controla la presión a la impulsión bomba 1
Transmisor de presión admisión bomba 2	TP.502	Transmisor de presión que controla la presión a la admisión bomba 2

Transmisor de presión impulsión bomba 2	TP.504	Transmisor de presión que controla la presión a la impulsión bomba 2
Transmisor de presión admisión bomba 3	TP.505	Transmisor de presión que controla la presión a la admisión bomba 3
Transmisor de presión impulsión bomba 3	TP.506	Transmisor de presión que controla la presión a la impulsión bomba 3
Transmisor de presión admisión bomba 4	TP.507	Transmisor de presión que controla la presión a la admisión bomba 4
Transmisor de presión impulsión bomba 4	TP.508	Transmisor de presión que controla la presión a la impulsión bomba 4
Caudalímetro lado caliente	FT.106	Caudalímetro de fluido lado frío
Caudalímetro lado frío	FT.105	Caudalímetro de fluido lado caliente
Electroválvula impulsión bomba 1	EV.001	Electroválvula encargada del paso del flujo hacia la impulsión de la bomba 1
Electroválvula impulsión bomba 2	EV.002	Electroválvula encargada del paso del flujo hacia la

Electroválvula impulsión bomba 3	EV.003	Electroválvula encargada del paso del flujo hacia la impulsión de la bomba 3
Electroválvula impulsión bomba 4	EV.004	Electroválvula encargada del paso del flujo hacia la impulsión de la bomba 4
Electroválvula entrada fluido lado caliente	EV.005	Electroválvula encargada de controlar el paso del flujo de entrada del lado caliente
Electroválvula salida fluido lado caliente	EV.006	Electroválvula encargada de controlar el paso del flujo de salida del lado caliente
Electroválvula de salida vapor lado caliente	EV.007	Electroválvula encargada de la salida de vapor del lado caliente
Electroválvula reguladora de entrada de vapor lado caliente	VR.601	Electroválvula encargada de regular la entrada de vapor(Backup) del lado caliente
Válvula manual impulsión B1	VM.201	Válvula manual de impulsión de la bomba 1
Válvula manual retorno B1	VM.202	Válvula manual de retorno de la bomba 1
Válvula manual impulsión B2	VM.203	Válvula manual de impulsión de la bomba 2
Válvula manual retorno B2	VM.204	Válvula manual de retorno de la bomba 2
Válvula manual impulsión B3	VM.205	Válvula manual de impulsión de la bomba 3

Válvula manual retorno B3	VM.206	Válvula manual de retorno de la bomba 3
Válvula manual impulsión B4	VM.207	Válvula manual de impulsión de la bomba 4
Válvula manual retorno B4	VM.208	Válvula manual de retorno de la bomba 4
Válvula manual salida lado frío intercambiador	VM.209	Válvula manual de corte de la salida del lado frío del intercambiador
Válvula manual entrada lado frío intercambiador	VM.210	Válvula manual de corte de la entrada del lado frío del intercambiador
Válvula manual entrada lado caliente intercambiador	VM.211	Válvula manual de corte de la entrada del lado caliente del intercambiador
Válvula manual salida lado caliente intercambiador	VM.212	Válvula manual de corte de la salida del lado caliente del intercambiador
Indicador de presión visual impulsión bomba B1	IP.501	Indicador de presión visual de impulsión B1
Indicador de presión visual retorno bomba B1	IP.502	Indicador de presión visual del retorno B1
Indicador presión visual impulsión B2	IP.503	Indicador de presión visual de la impulsión B2
Indicador presión visual retorno B2	IP.504	Indicador de presión visual del retorno B2
Indicador de presión visual impulsión B3	IP.505	Indicador de presión visual de la impulsión B3
Indicador de presión visual retorno B3	IP.506	Indicador de presión visual del retorno B3
Indicador de presión visual	IP.507	Indicador de presión visual

impulsión bomba 4		de la impulsión B4
Indicador de presión visual retorno bomba 4	IP.508	Indicador de presión visual del retorno B4
Bomba 1	BH.401	Bomba hidráulica 1
Bomba 2	BH.402	Bomba hidráulica de repuesto 2
Bomba 3	BH.403	Bomba hidráulica 3
Bomba 4	BH.404	Bomba hidráulica de repuesto 4

1.3.3 Iolist

Una “IOLIST” es un documento donde recopilamos todas las señales de entrada y de salida de nuestro sistema.

Esto nos permite categorizar dichas señales dependiendo del tipo que sean y posteriormente poder elegir el tipo de tarjeta que necesitamos. A continuación, vamos a mostrar la “IOLIST” de nuestro circuito:

Tabla 3 “Descripción Señales Circuito”

<u>Tag Name</u>	<u>Descripción</u>	<u>Signal</u> Type	<u>SetPoint</u> Limit Hight	<u>SetPoint</u> Limit Low	<u>Range</u> Max	<u>Range</u> Min	<u>Units</u>	<u>Con</u> <u>Par</u>
101_001_001_FC	APERTURA VÁLVULA DEVAPOR 0- 100%	AO			0	100	%	4..20 mA
201_401_601_00 1_PT	PRESIÓN ADMISIÓN BOMBA 1	AI	2	0.08			Bar	4..20 mA
201_401_602_00 1_PT	PRESIÓN IMPULSIÓN BOMBA 1	AI	2	0.5			Bar	4..20 mA
201_402_603_00 1_PT	PRESIÓN ADMISIÓN BOMBA 2	AI	2	0.08			Bar	4..20 mA
201_402_604_00 1_PT	PRESIÓN IMPULSIÓN BOMBA 2	AI	2	0.5			Bar	4..20 mA

201_403_605_00 1_PT	PRESIÓN ADMISIÓN BOMBA 3	AI	2	0.08			Bar	4..20 mA
201_403_606_00 1_PT	PRESIÓN IMPULSIÓN NBOMBA 3	AI	2	0.5			Bar	4..20 mA
201_404_607_00 1_PT	PRESIÓN ADMISIÓN BOMBA 4	AI	2	0.08			Bar	4..20 mA
201_404_608_00 1_PT	PRESIÓN IMPULSIÓN NBOMBA 4	AI	2	0.5			Bar	4..20 mA
301_102_001_TT	Tª AGUA RETORNO	AI	41	38			°C	4..20 mA
301_101_001_TT	Tª AGUA SALIENTE	AI	41	38			°C	4..20 mA
601_001_001_CT	FLUJO AGUA DE PROCESO	AI					m³/s	4..20 mA
601_001_002_CT	FLUJO AGUA DE ANILLO	AI					m³/s	4..20 mA
401_401_003_XC	ARRANQUE BOMBA 1	DO						
401_401_004_XC	PARO BOMBA 1	DO						

401_401_005_ZS H	RUNNING BOMBA 1	DI						
401_401_006_HS 1	REMOTE	DI						
401_402_003_XC	ARRANQUE BOMBA 2 RESERVA	DO						
401_402_004_XC	PARO BOMBA 2 RESERVA	DO						
401_402_005_ZS H	RUNNING BOMBA 2 RESERVA	DI						
401_402_006_HS 1	REMOTE	DI						
401_403_003_XC	ARRANQUE BOMBA 3	DO						
401_403_004_XC	PARO BOMBA 3	DO						
401_403_005_ZS H	RUNNING BOMBA 3	DI						
401_403_005_HS 1	REMOTE	DI						
401_404_003_XC	ARRANQUE BOMBA 4 RESERVA	DO						
401_404_004_XC	PARO BOMBA 4 RESERVA	DO						
401_404_005_ZS H	RUNNING BOMBA 4	DI						

401_404_005_HS 1	REMOTE	DI						
501_001_001_ZZ H	VÁLVULA EV.001 STATUS	DO						
501_002_001_ZZ H	VÁLVULA EV.002 STATUS	DO						
501_003_001_ZZ H	VÁLVULA EV.003 STATUS	DO						
501_004_001_ZZ H	VÁLVULA EV.004 STATUS	DO						
501_005_001_ZZ H	VÁLVULA EV.005 STATUS	DO						
501_006_001_ZZ H	VÁLVULA EV.006 STATUS	DO						
501_007_001_ZZ H	VÁLVULA EV.007 STATUS	DO						

1.3.4 Tarjetas

Una vez realizada la "IOLIST", nos proporciona una visión global de todas las señales que tenemos en nuestro sistema.

Estas señales las vamos a categorizar de la siguiente manera:

1. Señales de entrada digitales
2. Señales de salida digitales
3. Señales de entrada analógicas
4. Señales de salida analógicas

Posteriormente realizamos el recuento sobre nuestra "IOLIST" y obtenemos:

- | | |
|----------------------------------|---------|
| 1. Señales de entrada digitales | = 8 DI |
| 2. Señales de salida digitales | = 15 DO |
| 3. Señales de entrada analógicas | = 12 AI |
| 4. Señales de salida analógicas | = 1 AO |

A la hora de escoger las tarjetas en función del número de señales que tenemos de cada tipo, hemos aplicado un factor de seguridad del 10% para poder asegurarnos de que en caso de que introduzcamos cualquier señal una vez montado el circuito, tengamos espacio suficiente.

Luego el número de señales de nuestro circuito quedará de la siguiente manera:

- | | | |
|----------------------------------|-----------|--------|
| 1. Señales de entrada digitales | = 8.8 DI | = 9 DI |
| 2. Señales de salida digitales | = 16.5 DO | =17 DO |
| 3. Señales de entrada analógicas | = 13.2 AI | =14 AI |
| 4. Señales de salida analógicas | = 1.1 AO | =2 AO |

ENTRADAS DIGITALES

Los módulos de entrada digitales permiten conectar al autómatas captadores de tipo todo o nada como: finales de carrera, pulsadores, interruptores..

Los módulos de entrada digitales trabajan con señales de tensión, por ejemplo, cuando por una vía llegan 24 voltios se interpreta como un "1" y cuando llegan cero voltios se interpreta como un "0".

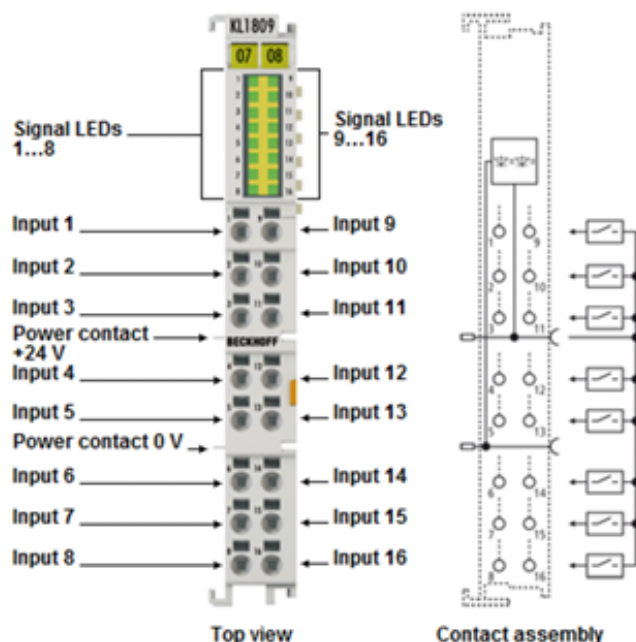
Para el suministro de lo que concierne a equipos relacionados con el PLC, hemos elegido a la empresa Beckhoff. Con ella hemos establecido un contrato de exclusividad con el que nos garantizan los precios más competitivos, atención personalizada y un suministro más rápido.

La tarjeta recomendada dentro de su catálogo es el modelo" KL1809 | Bus Terminal, 16-channel digital input, 24 V DC, 3 ms" como el que se muestra en la ilustración 52.

Este terminal de entrada KL1809 dispone de 16 puntos de conexión para dichas entradas digitales y adquiere las señales de control binarias de 24 V CC del proceso y las transmite, en forma eléctricamente aislada, a la unidad de automatización superior.

Technical data	KL1809	KL1819
Bit with in the process image	16 inputs	
Configuration	no address or configuration setting	
Conductor types	solid wire, stranded wire and ferrule	
Conductor connection	solid wire conductors: direct plug-in technique; stranded wire conductors and ferrules: spring actuation by screwdriver	
Rated cross-section	solid wire: 0.08...1.5 mm ² ; stranded wire: 0.25...1.5 mm ² ; ferrule: 0.14...0.75 mm ²	
Weight	app. 60 g	
Dimensions (w x h x d)	15mm x 100mm x 70mm (aligned width 12mm)	
Operating/storage temperature	-0°C ... +55°C/-25...+85°C	
Relative humidity	95%, no condensation	
Vibration/shock resistance	conforms to EN60068-2-6 / EN60068-2-27	
EMC immunity/emission	conforms to EN61000-6-2 / EN61000-6-4	
Protection class/installation position	IP 20/variable (see documentation)	
Approval	CE, UL, Ex	

Ilustración 51" DataSheet KL1809 " Fuente Beckhoff



KL1809, KL1819 | HD Bus Terminals, 16-channel digital input 24 V DC

The KL1809 and KL1819 digital input terminals acquire the binary control signals from the process level and transmit them, in an electrically isolated form, to the higher-level automation device. The Bus Terminals each contain 16 channels, whose signal states are displayed by LEDs. The terminals are particularly suitable for space-saving use in control cabinets. By using the single-conductor connection technique, a multi-channel sensor can be connected in the smallest space with a minimum amount of wiring. The power contacts are looped through.

For the KL1809 and KL1819 Bus Terminals, the reference ground for all inputs is the 0 V power contact. The versions have input filters with different speeds. The conductors can be connected without tools in the case of solid wires using a direct plug-in technique.

The HD Bus Terminals (High Density) with increased packing density feature 16 connection points in the housing of a 12 mm terminal block.

Technical data	KL1809	KL1819
Connection technology	1-wire	
Specification	EN61131-2, type 1/3	
Number of inputs	16	
Nominal voltage	24 V _{DC} (-15%/+20%)	
"0" signal voltage	-3...+5 V (EN 61131-2, type 1/3)	
"1" signal voltage	11...30 V (EN 61131-2, type 3)	
Input filter	typ. 3.0 ms	typ. 0.2 ms
Input current	typ. 3 mA (EN 61131-2, type 3)	
Current consumption from power contacts	typ. 4 mA + load	
Current consumption from K-bus	typ. 20 mA	
Electrical isolation	500 V (K-Bus / field potential)	

SALIDAS DIGITALES

Un módulo de salida digital permite al autómatas programable actuar sobre los preaccionadores y accionadores que admitan ordenes de tipo todo o nada.

El valor binario de las salidas digitales se convierte en la apertura o cierre de un relé interno del autómatas en el caso de módulos de salidas a relé.

En los módulos estáticos (bornero), los elementos que conmutan son los componentes electrónicos como transistores o triacs, y en los módulos electromecánicos son contactos de relés internos al módulo.

En este caso el modelo elegido para los terminales de salida digital es también de la familia Beckhoff. Se corresponde el modelo “KL2809 | Bus Terminal, 16-channel digital output, 24 V DC, 0.5 A” que se muestra en la ilustración 54.

Como se muestra en la hoja técnica de la ilustración 53, este modelo al igual que el de entradas digitales dispone de 16 puntos de conexión para las salidas digitales, como nuestro número de entradas una vez aplicado el factor de seguridad es de 17, el número de tarjetas que disponemos en nuestro circuito es de dos tarjetas KL2809 teniendo un total de 32 puntos de conexión para salidas digitales.

Las salidas se alimentan a través del contacto de alimentación de 24 V en el KL2809. Además, está protegido contra inversión de polaridad y procesa corrientes de carga con salidas protegidas contra sobrecarga y cortocircuitos.

2.3.2 Technical data

Technical data	KL2809	KL2889
Connection technology	1-wire	
Number of Outputs	16	
Rated load voltage	24 V _{DC} (-15% / +20%)	
Load type	ohmic, inductive, lamp load	
Output current	max. 0.5 A (short-circuit-proof) per channel	
Short circuit current	< 2 A	< 7 A
Breaking energy	< 150 mJ/channel	< 100 mJ/channel
Reverse voltage protection	yes	
Reference potential	Ground (switching to +24 V potential)	+24 V (switching to ground potential)
Current consumption K-bus	typ. 35 mA	typ. 45 mA
Current consumption power contacts	typ. 35 mA + load	
Electrical isolation	500 V (K-bus / field potential)	
Bit width in the process image	16 output bits	
Configuration	no address or configuration setting	
Dimensions (W x H x D)	app. 15 mm x 100 mm x 70 mm (aligned width 12 mm)	
Weight	app. 70 g	
Mounting [► 24]	on 35 mm mounting rail according to EN 60715	
Permissible ambient temperature range during operation	-25°C ... +60°C	
Permissible ambient temperature range during storage	-40°C ... +85°C	
Permissible relative humidity	95 %, no condensation	
Vibration / shock resistance	conforms to EN 60068-2-6 /EN 60068-2-27, see also Installation instructions for enhanced mechanical load capacity [► 27]	
EMC immunity / emission	conforms to EN 61000-6-2 /EN 61000-6-4	
Installation position	variable, see chapter Installation positions [► 31]	
Protection class	IP20	
Approvals / markings	CE, cULus, GL, ATEX [► 34]	

Ex marking

Standard	Marking
ATEX	II 3 G Ex nA IIC T4 Gc

Ilustración 53 "KL2809 DataSheet" Fuente Beckhof

2.3 KL2809, KL2889

2.3.1 Introduction and contact assignment

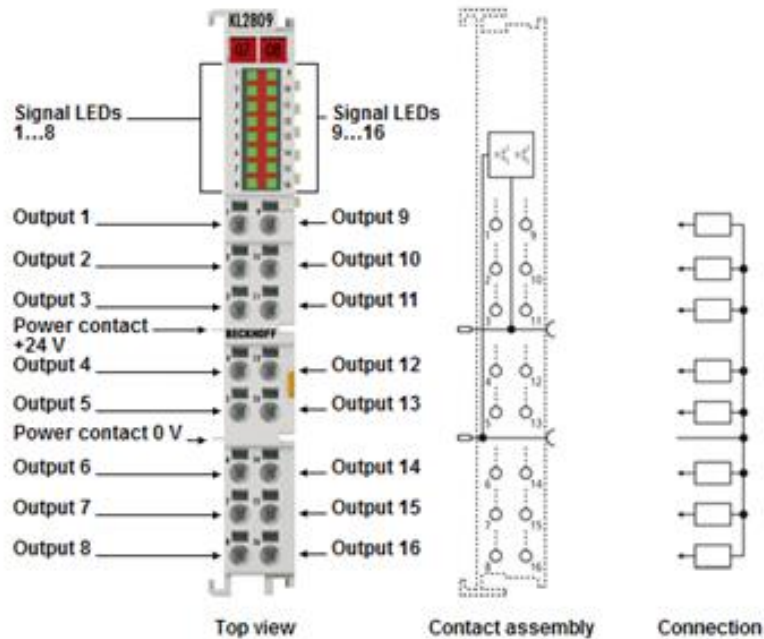


Fig. 6: KL2809

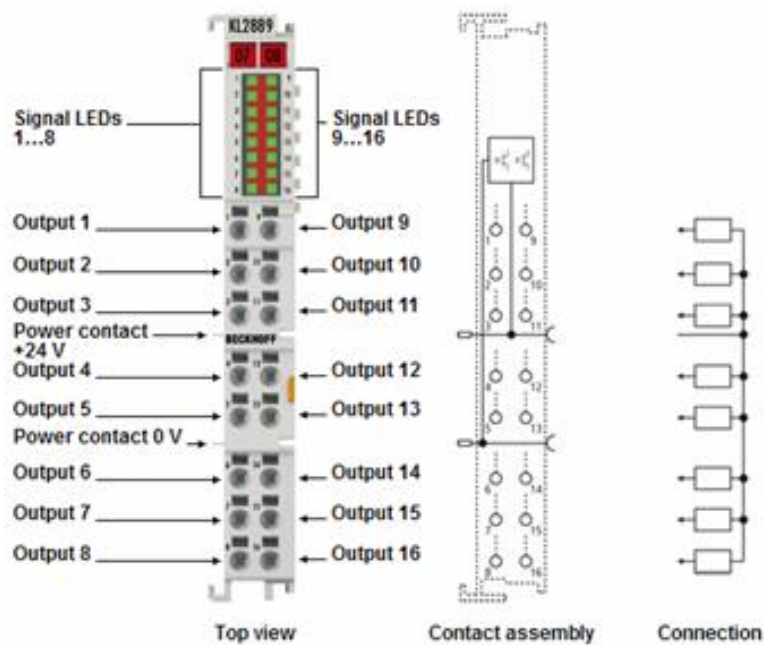


Fig. 7: KL2889

ENTRADAS ANALÓGICAS

Los módulos de entrada analógicas permiten que los autómatas programables trabajen con accionadores de mando analógico y lean señales de tipo analógico como pueden ser la temperatura, la presión o el caudal.

Los módulos de entradas analógicas convierten una magnitud analógica en un número que se deposita en una variable interna del autómata. Lo que realiza es una conversión A/D, puesto que el autómata solo trabajar con señales digitales. Esta conversión se realiza con una precisión o resolución determinada (número de bits) y cada cierto intervalo de tiempo (periodo muestreo).

Nuestra tarjeta de la familia Beckhoff, es el modelo “KL3458 | Bus Terminal, 8-channel analog input, current, 4...20 mA, 12 bit, single-ended”.

Este modelo se muestra en la ilustración 55.

El terminal de entrada analógica KL3458 tiene unos 8 canales para poder introducir señales analógicas, por lo que nuestro circuito al tener 14 señales de entrada, dispone de 4 tarjetas de este tipo.

Como se muestra en la hoja técnica de la ilustración 56, esta tarjeta procesa señales en el rango de 4 a 20 mA. La corriente se digitaliza a una resolución de 12 bits y se transmite, en forma eléctricamente aislada, al dispositivo de automatización de nivel superior.

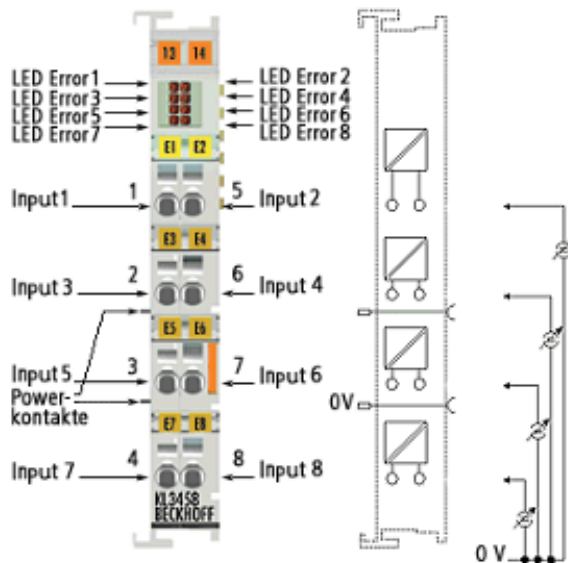
KL3458: 8-channel analog input terminal 4 ... 20 mA

Fig. 6: KL3458

The KL3458 analog input terminal processes signals in the range between 4 and 20 mA. The current is digitized to a resolution of 12 bits, and is transmitted, in an electrically isolated form, to the higher-level automation device.

The KL3458 variant combines 8 channels in one housing and is particularly suitable for space-saving installation in control cabinets. The use of single conductor connection technology enables the connection of multi-channel sensor technology with minimum space requirements. In the KL3458, the power contacts of are connected through. The reference ground for all inputs is the 0 V power contact.

Overload is detected and the terminal status is forwarded to the controller via the K-bus. The Error LEDs indicate overload and wire breakage.

Ilustración 55 "KL3458 DataSheet" Fuente Beckhoff

3.2 Technical Data

Technical Data	KL3448-0000, KS3448-0000	KL3458-0000, KS3458-0000
Number of inputs	8	8
Signal voltage	0 ... 20 mA	4 ... 20 mA
Internal resistance	< 85 Ω	
Common-mode voltage U_{CM}	max. 30 V	max. 30 V
Resolution	12 Bit	
Conversion time	approx. 4 ms	
Measuring error (total measuring range)	< $\pm 0.3\%$ of the full scale value	
Surge voltage resistance	30 V _{DC}	
Electrical isolation	500 V (K-Bus/signal voltage)	
Power supply for the electronics	via the K-bus	
Current consumption from the K-bus	typically 105 mA	
Bit width in process image	Input: 8 x 16 bit user data, 8 x 8 bit control/status (optional)	
Weight	approx. 55 g	
Dimensions (W x H x D)	approx. 15 mm x 100 mm x 70 mm	
Mounting [► 22]	on 35 mm mounting rail conforms to EN 60715	
Pluggable wiring	for all KSxxx terminals	
Permissible ambient temperature range during operation	0 °C ... + 55 °C	
Permissible ambient temperature range during storage	-25 °C ... + 85 °C	
Permissible relative air humidity	95 %, no condensation	
Vibration / shock resistance	conforms to EN 60068-2-6/EN 60068-2-27, see also Installation instructions for enhanced mechanical load capacity [► 25]	
EMC immunity / emission	conforms to EN 61000-6-2 / EN 61000-6-4	
Protection class	IP20	
Installation position	variable	
Approvals, markings	CE, cULus, GL, ATEX [► 32]	

Ex marking

Standard	Marking
ATEX	II 3 G Ex nA IIC T4 Gc

Ilustración 56 "KL3458 DataSheet" Fuente Beckhoff

SALIDAS ANALÓGICAS

Los módulos de salida analógica permiten que el valor de una variable numérica interna del autómatas se convierta en tensión o intensidad.

Lo que realiza es una conversión D/A, puesto que el autómatas solo trabaja con señales digitales. Esta conversión se realiza con una precisión o resolución determinada (número de bits) y cada cierto intervalo de tiempo (periodo muestreo).

Esta tensión o intensidad puede servir de referencia de mando para actuadores que admitan mando analógico como pueden ser los variadores de velocidad, válvulas reguladoras, etc..

En nuestro circuito únicamente disponemos de una señal de salida analógica, proveniente de la válvula reguladora.

Luego nuestra tarjeta de salidas que es el modelo “KL4424 | Bus Terminal, 4-channel analog output, current, 4...20 mA, 12 bit, single-ended”, el cual se muestra en la ilustración 54.

Como se puede observar en la hoja técnica de la ilustración 57, esta tarjeta dispone de 4 canales de salidas digitales, ya que en este caso solo tenemos una única señal de salida analógica.

El terminal de salida analógica KL4424 genera señales en el rango de 4 a 20 mA. La alimentación se suministra a nivel de proceso con una resolución de 12 bits y está eléctricamente aislada. La etapa de salida es alimentada por el suministro de 24 V. En el KL4424, las cuatro salidas son versiones de 2 hilos.

2 KL/KS4414, KL/KS4424 - Product Overview

2.1 Introduction

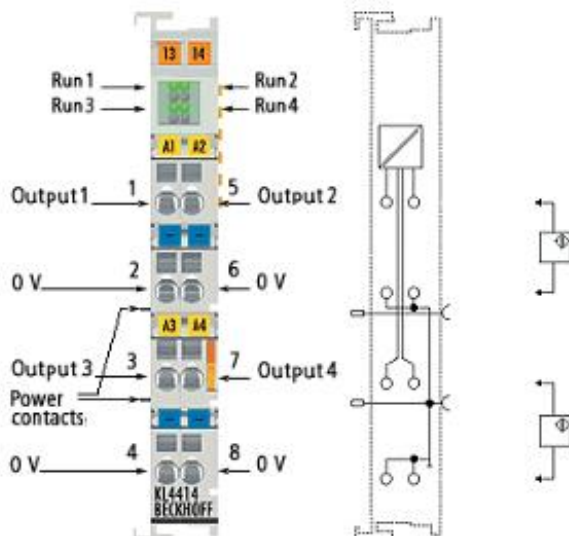


Fig. 2: KL4414 - four channel analog output terminal, 0 mA ... 20 mA

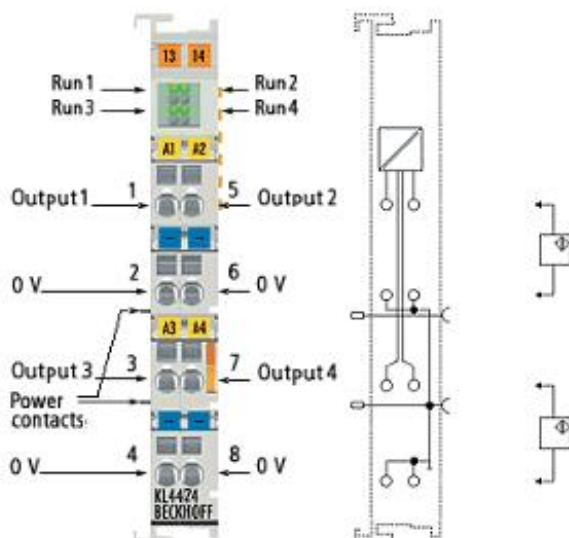


Fig. 3: KL4424 - four channel analog output terminal, 4 mA ... 20 mA

The KL4414/KS4414 generate signals in the range 0 mA ... 20 mA.

The KL4424/KS4424 generate signals in the range 4 mA ... 20 mA.

The power is supplied to the process level with a resolution of 12 bits, and is electrically isolated. The output stage is powered by the 24 V supply. In the KL4414 Bus Terminal, the four outputs are 2-wire versions. The Bus Terminal has a common ground potential. The power contacts are connected through. The reference ground of the outputs is the 0 V power contact. The LEDs indicate the data exchange with the Bus Coupler.

Ilustración 57 "KL4424 DataSheet" Fuente Beckhoff

2.2 Technical data

Technical data	KL4414/KS4414	KL4424/KS4424
Number of outputs	4	
Output current	0 mA ... 20 mA	4 mA ... 20 mA
Load	< 350 Ω (short-circuit-proof)	
Supply for the outputs	24 V _{DC} (or 15 V _{DC} with KL9515 power supply terminal) via the power contacts	
Resolution	12 bits	
Accuracy	0.1%	
Conversion time	app. 4 ms	
Bit width in process image	Output: 4 x 16 bits user data, 4 x 8 bits control/status (optional)	
Electrical isolation	500 V (K-bus/signal voltage)	
Power supply for the electronics	via the K-bus and through the power contacts	
Current consumption from K-bus	typically 20 mA (5 V)	
Current consumption from power contacts	typically 40 mA (24 V)	
Pluggable wiring	for all KSxxxx Bus Terminals	
Weight	app. 80 g	
Dimensions (W x H x D)	app. 15 mm x 100 mm x 70 mm (aligned width: 12 mm)	
Mounting [► 17]	on 35 mm mounting rail conforms to EN 60715	
Permissible ambient temperature range during operation	-25 °C ... +60 °C (extended temperature range)	0 °C ... +55 °C
Permissible ambient temperature range during storage	-40 °C ... +85 °C	-25 °C ... +85 °C
Permissible relative air humidity	95 %, no condensation	
Vibration / shock resistance	conforms to EN 60068-2-6 / EN 60068-2-27, see also Installation instructions for enhanced mechanical load capacity [► 21]	
EMC immunity / emission	conforms to EN 61000-6-2 / EN 61000-6-4	
Protection class	IP20	
Installation position	variable	
Approvals / markings	CE, UKCA, cULus, EAC, GL, ATEX [► 29]	CE, UKCA, cULus, EAC, GL, ATEX [► 28], IECEx [► 30], cFMus [► 32]

Ex markings

Standard	KL4414/KS4414	KL4424/KS4424
ATEX	II 3 G Ex nA IIC T4 Gc	II 3 G Ex nA IIC T4 Gc II 3 D Ex tc IIIC T135 °C Dc
IECEx	-	Ex nA IIC T4 Gc Ex tc IIIC T135 °C Dc
cFMus	-	Class I, Division 2, Groups A, B, C, D Class I, Zone 2, AEx/Ex ec IIC T4 Gc

Ilustración 58 "KL4424 DataSheet" Fuente Beckhoff

1.3.5 Cabecero

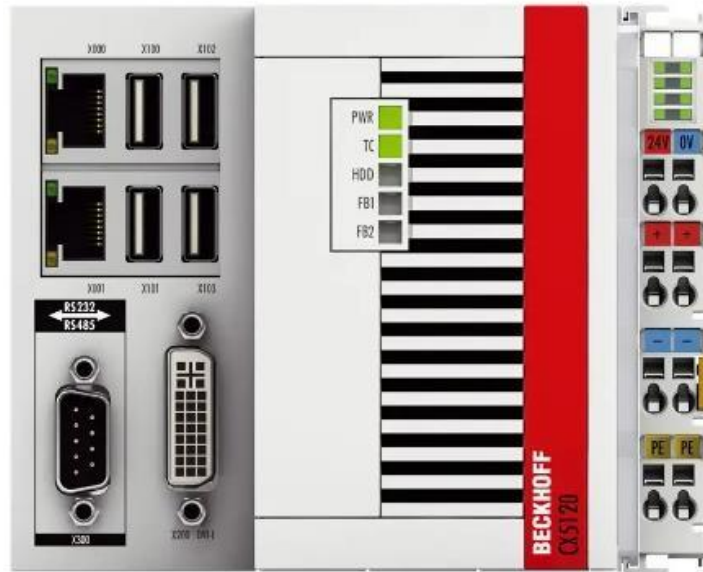


Ilustración 59 "CX5120 | Embedded PC with Intel Atom® processor" Fuente Beckhoff

El cabecero que vamos a disponer en nuestro circuito es el de la ilustración 59. Hace referencia al modelo CX5120.

Este bus de campo nos permite acoplar los diferentes tipos de tarjetas que tenemos en nuestro circuito con una fácil conexión por punto de anclaje.

El CX5120 se caracteriza por un bajo consumo de energía y un diseño sin ventilador, gracias a que tiene un procesador Intel Atom® de un solo núcleo.

Además, como se puede ver en la hoja técnica de la ilustración 60 tiene disponible:

- Dos interfaces Ethernet
- Cuatro USB 2.0
- Una interfaz DVI-I

Estas conexiones nos permiten conectarnos de múltiples formas a los dispositivos, el cual uno de ellos es el Display.

4.1 Configuration of the CX51x0 Embedded PC

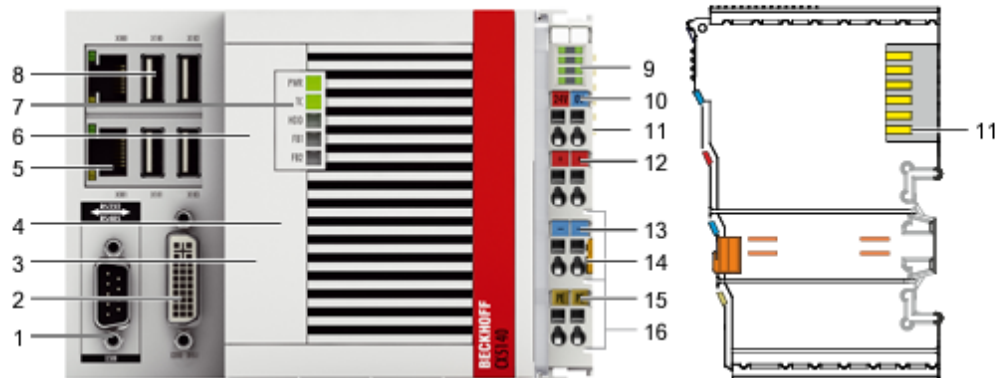


Fig. 1: Example: CX5140 Embedded PC.

Table 3: Legend for the configuration.

No.	Component	Description
1	Optional interface (X300).	Space for interfaces such as RS232, EtherCAT, CANopen or others. The optional interface must be ordered ex factory and cannot be retrofitted retrospectively.
2	DVI-I interface (X200).	Interface for a monitor or Panel.
3	CFlash card slot [► 37] (under the front flap).	Slot for industrial CFlash cards.
4	MicroSD card slot [► 36] (under the front flap).	Slot for industrial MicroSD cards.
5	RJ45 Ethernet interfaces (X000, X001).	For connecting to local networks or the internet.
6	Battery compartment [► 82] (under the front flap).	Power supply for the battery-backed clock for time and date.
7	Diagnostic LEDs.	Diagnostic LEDs for power supply, TwinCAT and the optional interface.
8	USB interfaces (X100, X101, X102, X103).	Interfaces for peripherals such as mouse, keyboard or USB memory.
9	Diagnostic LEDs, power supply terminal. [► 77]	Diagnosis of the power supply for the Embedded PC and the Terminal Bus. Status of the E-bus and K-bus communication.
10	Spring-loaded terminals, +24 V and 0 V	Power supply for Embedded PC.
11	Terminal bus (K- or E-bus)	Interface for EtherCAT Terminals or Bus Terminals. Data exchange and supply.
12	Spring-loaded terminal, +24 V	Power supply for Bus Terminals via power contact.
13	Spring-loaded terminal, 0 V	Power supply for Bus Terminals via power contact.
14	Terminal release	Releases the power supply terminal and therefore the Embedded PC from the mounting rail.
15	Spring-loaded terminal, PE	Spring-loaded terminal for power contact PE.
16	Power contacts, +24 V, 0 V, PE	Power contacts for Bus Terminals.

1.3.6 Display



Ilustración 61 "CP65xx-xxxx-0090 | Built-in Panel PC" Fuente Beckhoff

El display al que vamos a conectar nuestro cabecero a través de la entrada DVI es el que se muestra en la ilustración.

Está diseñado para instalarse en la parte frontal de un armario de control. Tiene un panel de control integrado con interfaz DVI y USB. Dispone de una pantalla táctil de 15 pulgadas además de un procesador intel® Core™ i3, 2 cores (TC2, TC3: 60*).

Como se muestra en la hoja técnica de la ilustración 61, el voltaje de alimentación del display va a disponer de dos opciones: 24 V DC o 240 V AC.

Nuestro modelo se alimentara con 24 V DC.

Appendix

Technical data

<i>Dimensions</i>	Dimensions (W x H x D): 333 x 308 x 165 mm (without Control Panel)
<i>Do not use the PC in areas of explosive hazard</i>	Weight: 10.1 kg (basic version, without Control Panel)
<i>Environmental conditions</i>	The Industrial PC may not be used in areas of explosive hazard.
<i>Shock resistance</i>	The following conditions must be observed during operation:
	Ambient temperature: 0 to 55°C
	Atmospheric humidity: Maximum 95%, non-condensing
	Sinusoidal vibration:
	(EN 60068-2-6) 10 to 58 Hz: 0.035 mm
	58 to 500 Hz: 0.5 G (~ 5 m/s ²)
	During reading of CD-ROM: 10 to 58 Hz: 0.019 mm
	58 to 500 Hz: 0.25 G (~ 2.5 m/s ²)
	Impact:
	(EN 60068-2-27) 5 G (~ 50 m/s ²), duration: 30 ms
	During reading of CD-ROM: 5 G (~ 50 m/s ²), duration: 11 ms
<i>Protection class</i>	Front side: IP65
	Rear side: IP20
<i>Power supply</i>	Supply voltage: 24 V _{DC} power supply: 24 V _{DC} (22 – 30 V _{DC})
	100-240 V _{AC} power supply: 100-240 V _{AC} , 50-60 Hz
	Power consumption: approx. 77 W with 10" display
	approx. 79 W with 12" display
	approx. 90 W with 15" display
	approx. 97 W with 19" display
	If operated with UPS: additional 30 W (while charging)
	additional 44 W (UPS-output max.)
<i>Electromagnetic Compatibility (EMC)</i>	Interference resistance: according to EN 61000-6-2
	Emitted resistance: according to EN 61000-6-4
<i>Transport and storage</i>	The same values for atmospheric humidity and shock resistance are to be observed during transport and storage as in operation. The shock resistance during transport can be improved by means of suitably packing the Industrial PC. The ambient temperature during storage and transport must be between -20°C and +65°C.



Note

Pixel errors in the TFT display are production-caused and represent no complaint-reason!

Approvals

FCC: Federal Communications Commission Radio Frequency Interference Statement

FCC Approval for USA

This equipment has been tested and found to comply with the limits for a Class A digital device, pursuant to Part 15 of the FCC Rules. These limits are designed to provide reasonable protection against harmful interference when the equipment is operated in a commercial environment. This equipment generates, uses, and can radiate radio frequency energy and, if not installed and used in accordance with the instruction manual, may cause harmful interference to radio communications. Operation of this equipment in a residential area is likely to cause harmful interference in which case the user will be required to correct the interference at his own expense.

FCC: Canadian Notice

FCC Approval for Canada

This equipment does not exceed the Class A limits for radiated emissions as described in the Radio Interference Regulations of the Canadian Department of Communications.

Ilustración 62 "CP65xx DataSheet" Fuente Beckhoff

1.3.7 Fuente de Alimentación

Nuestro circuito va a requerir de una fuente de alimentación continua para poder alimentar a los dispositivos que consumen dicha corriente tales como:

- Cabecero
- Tarjetas
- Display

Para ello vamos a necesitar transformar los 230V AC en 24V DC.

La fuente seleccionada en este caso para poder suministrarnos dicho voltaje es la que se muestra en la ilustración 63, suministrada por la empresa Weidmuller.



Ilustración 63 "PRO MAX 240W 24V 10A" Fuente Weidmuller

Esta fuente de alimentación dispone de una intensidad nominal de 10 A, suficiente para poder suplir la demanda provocada por los elementos citados anteriormente.

1.4 EXPLICACIÓN ESQUEMAS ELÉCTRICOS

A continuación, se explica detalladamente el funcionamiento basado en los planos eléctricos del circuito:

En el circuito como ya fue citado anteriormente disponemos de 4 motores, de los cuales 2 de ellos están únicamente reservados en caso de que ocurra cualquier avería.

A continuación, se mostrará como ejemplo el arranque en el motor 1, dado que los otros motores se arrancan de forma idéntica.

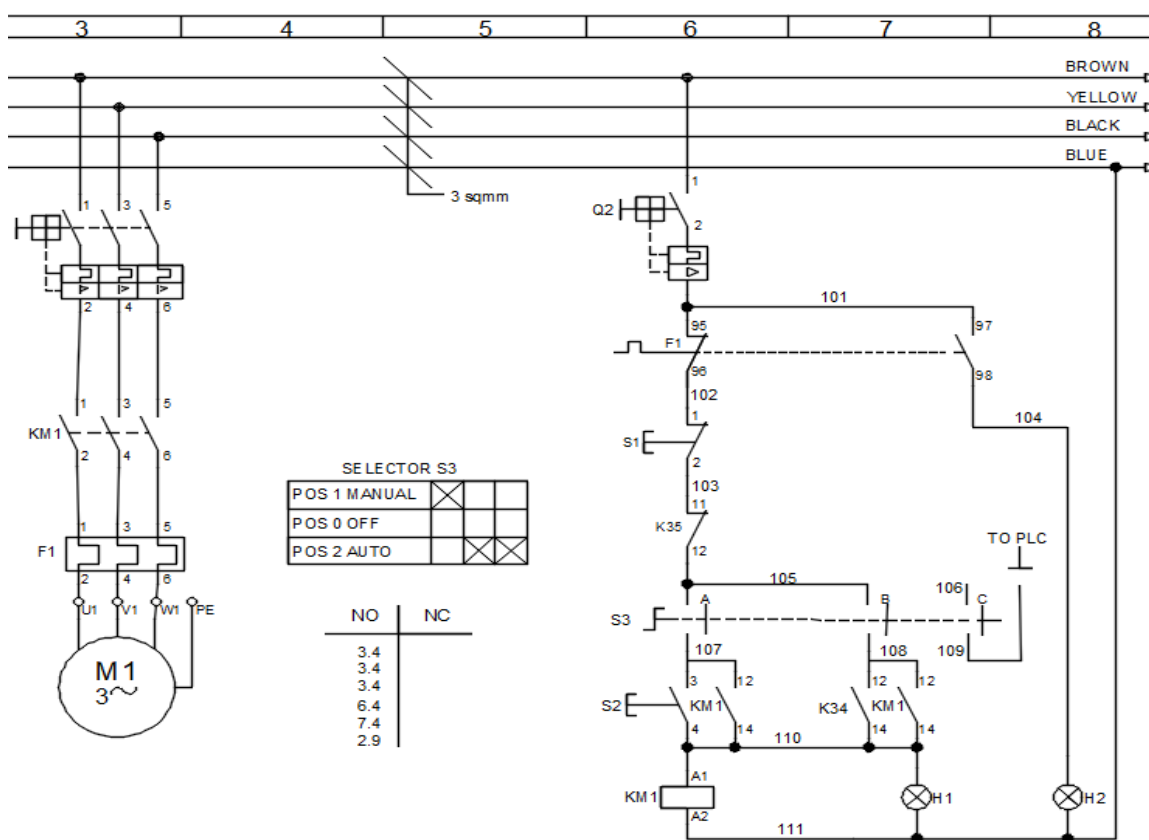


Ilustración 64 "Funcionamiento arranque motores" Fuente propia

Para poder realizar el arranque del motor 1 vamos a disponer de un selector "S3" que en caso de los otros motores serán: el "S6", "S9" y "S12". Con ellos vamos a poder seleccionar el método de arranque deseado de entre las dos posibilidades existentes que son:

Posición 1-Manual.

Posición 2- Remoto.

Dependiendo de que posición esté dispuesto el selector vamos a poder arrancar el motor a través de un pulsador o del PLC.

Arranque Manual por Pulsador

En todos los motores vamos a disponer de un pulsador de arranque manual que en el caso del motor que se ve en la ilustración 64 va a ser el "S2". Es requisito indispensable que el selectoreste puesto en la posición 1, porque si no la corriente no llegaría ya que estaría en circuito abierto.

Una vez está en la "posición 1" el selector y se haya actuado sobre el pulsador "S2", se excita la bobina "KM1" provocando:

- El contactor KM1 del circuito de fuerza se cierre, dejando que pase a través de él la corriente e iniciando el arranque del motor.
- Los contactores KM1 del circuito de control, realicen la labor de realimentación manteniendo encendido el motor, aunque ya se haya dejado de actuar sobre el pulsador "S2" y haciendo que llegue corriente el indicador luminoso "H1" indicado que el motor está en marcha.
- Se cierre el contacto KM1 de la ilustración 65, mandando una señal de entrada digital denominada "RUNNING BOMBA 1".

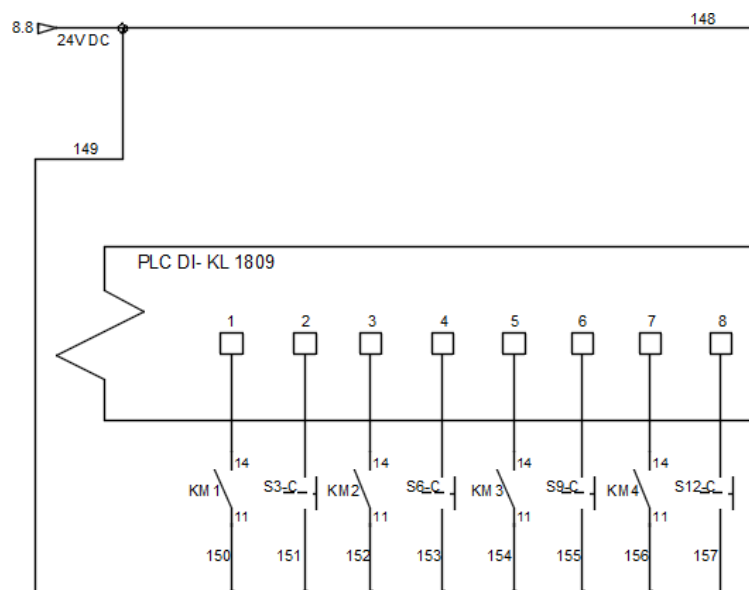


Ilustración 65 "Contacto KM1 de la tarjeta de entradas digitales" Fuente propia

Estos motores van a estar protegidos con un relé térmico en este caso el “F1”, como se muestran en la ilustración 64.

Estos elementos de protección en caso de que entren en funcionamiento abrirán el contacto NC asociado a “F1” impidiendo el paso de corriente a “KM1”, provocando que su contacto en el circuito de fuerza se abra impidiendo el paso de corriente al motor. También de manera simultánea se cerraría el contacto NA asociado a “F1” haciendo pasar corriente a el piloto luminoso “H2” para avisar de forma visual la avería.

Este proceso se va a repetir de igual forma a la hora de querer arrancar cualquiera de los 4 motores que disponemos en el circuito, en caso de que queramos hacerlo de forma manual.

Arranque Remoto por PLC

El caso que más se desarrollará en nuestro circuito, será cuando inicialicemos el arranque de cualquier motor a través del PLC de forma remota.

Para este caso, nuestro selector “S3” de la ilustración 64 o en caso de que sea otro motor su selector correspondiente, va a tener que estar en la posición 2.

Dicha posición hará que se cierre el contacto “S3-C” de la ilustración 65, haciendo que envíe la señal de entrada digital “REMOTE”. Esto nos habilitará para poder arrancar el motor a través del PLC.

Una vez arranquemos el motor a través de dicho PLC, este enviará la señal de salida digital “ARRANQUE BOMBA 1” excitando la bobina “K34” de la ilustración 66.

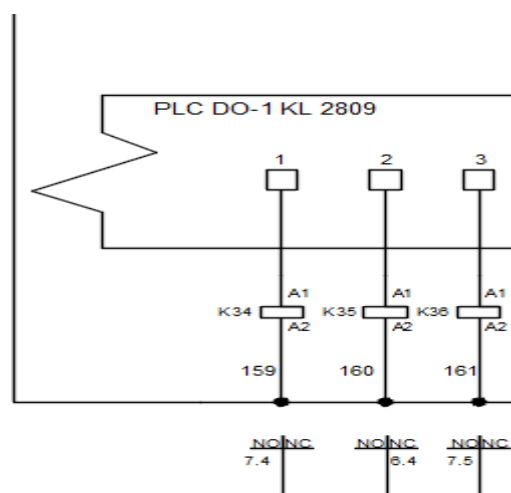


Ilustración 66 "Señal Arranque Bomba" Fuente propia

Como se puede observar, esta bobina dispone de un contacto asociado “K34” NA, que se muestra en la ilustración 66.

Este contacto asociado de la ilustración 64 nos va a permitir el paso de corriente a través de él, provocando que se excite la bobina “KM1” y por consiguiente generar el mismo resultado que si se arrancara de forma manual, dicho resultado se cita a continuación:

- El contactor KM1 del circuito de fuerza se cierra, dejando que pase a través de él la corriente e iniciando el arranque del motor.
- Los contactores KM1 del circuito de control, realicen la labor de realimentación manteniendo encendido el motor, aunque ya se haya dejado de actuar sobre el pulsador “S2” y haciendo que llegue corriente el indicador luminoso “H1” indicando que el motor está en marcha.
- Se cierre el contacto KM1 de la ilustración 49, mandando una señal de entrada digital denominada “RUNNING BOMBA 1”.

En caso de que necesitemos parar cualquiera de los motores, vamos a disponer de dos modos que al igual que el arranque van a ser: 1- Manual y 2-Remoto.

Parada Manual por Pulsador

Para poder parar de forma manual cualquier motor, vamos a disponer de un pulsador de emergencia como el que se muestra en la ilustración 64 con el código “S1”.

Este pulsador esta normalmente cerrado, lo que permite de forma normal el paso de corriente a través de él.

Pero en caso de activarlo este impediría el paso de corriente a el resto de circuito, produciendo que la bobina en este caso “KM1” dejara de excitarse y por lo tanto todos sus contactos recuperarían su estado de reposo provocando el paro del motor.

Parada Remota por PLC

El display de nuestro PLC va a disponer de una opción de poder para la bomba. En caso de activar esta opción, este enviaría una señal de salida digital excitando la bobina “K35” de la ilustración 66.

Dicha bobina dispone de un contacto asociado normalmente cerrado que se puede observar en la ilustración 67.

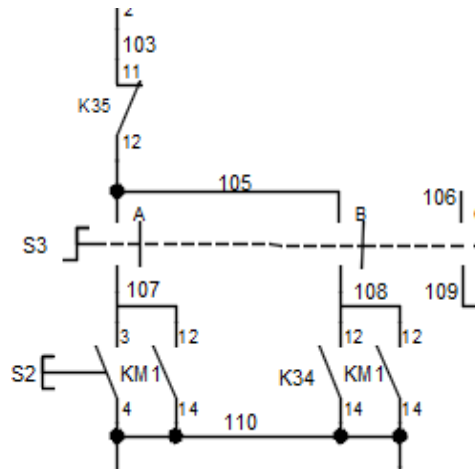


Ilustración 67 "Contacto de Parada" Fuente propia

Este contacto que está NC pasaría a NA, provocando que dejase de llegar corriente a la bobina KM1 y desencadenando el mismo resultado que se ha citado anteriormente en la parada por pulsador.

Accionamiento de Válvulas

Como ya hemos citado anteriormente, nuestro circuito va a contar con 7 válvulas servopilotadas las cuales van a poderse maniobrar desde el PLC.

Las válvulas que hemos escogido tienen una alimentación de 230 V y para poder actuar sobre ellas necesitamos mandarle dicha alimentación por lo que con una salida digital no nos valdría.

Una vez que desde el PLC actuemos sobre la válvula deseada, este enviará una señal de salida digital correspondiente a las bobinas de la ilustración 68.

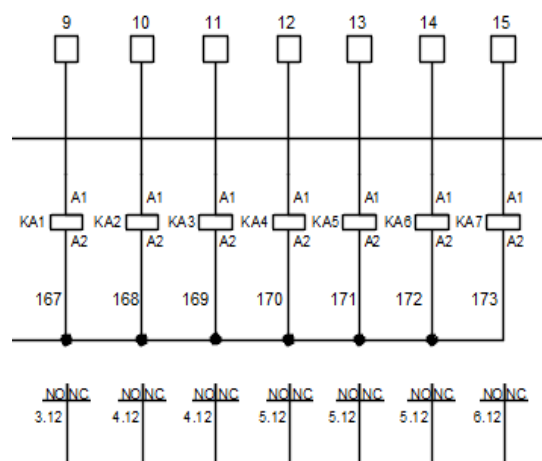


Ilustración 68 "Salidas Digitales Tarjeta" Fuente propia

Dichas salidas digitales como hemos explicado no nos valen para poder actuar sobre la válvula, luego como se puede ver en la ilustración 69, estas tienen un contacto asociado.

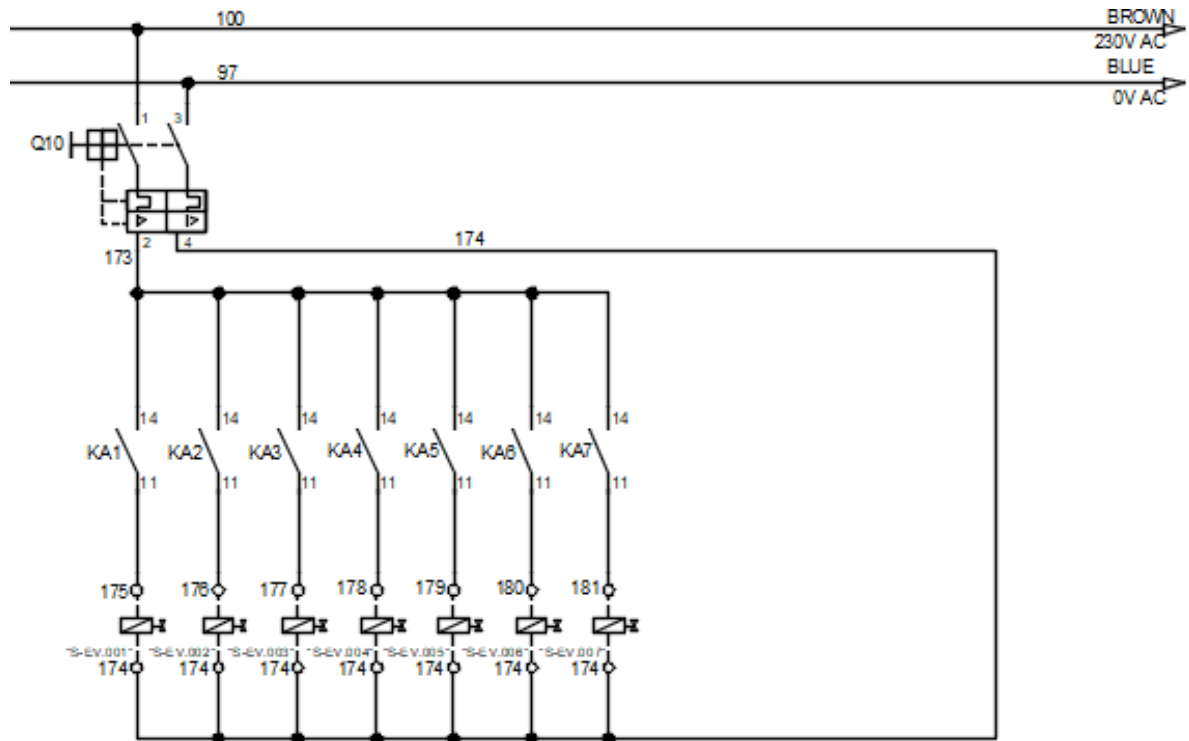


Ilustración 69" Alimentación Válvulas Automáticas" Fuente propia

El contacto auxiliar asociado a cada válvula se cerrará provocando que a la válvula le llegue una señal de corriente de 230 V AC, permitiendo que el actuador realice su función y provoque la apertura de la válvula seleccionada.

Señales de Entrada Analógicas

Como hemos descrito antes, nuestro circuito va a disponer de tres tipos de sensores: Sensor de temperatura, sensor de presión y sensor de caudal.

Estos sensores van a enviar señales analógicas de entrada de entre un rango de 4-20mA.

El PLC va a recibir en todo momento las mediciones de dichos sensores en tiempo real para poder mostrarlos en el display y poder así monitorear de forma remota el circuito.

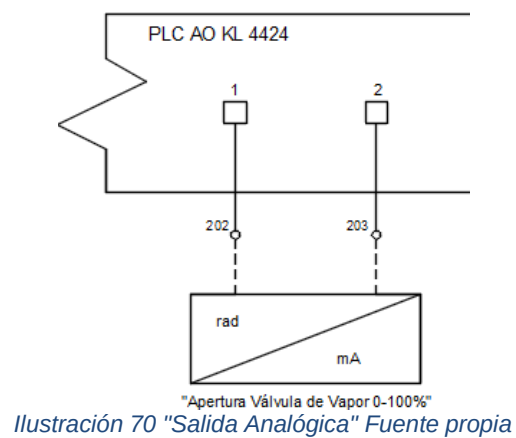
Las señales de entrada en las tarjetas se muestran en los planos.

Señales de Salida Analógicas

Nuestro PLC únicamente va a generar una salida del tipo analógica.

Esta señal va a provenir del grado de regulación que introduzcamos en nuestro PLC referente a la válvula reguladora de vapor.

El grado de apertura de 0-100% que indiquemos en nuestro PLC, será traducido y transformado en una señal de salida analógica de 4-20 mA como se muestra en la .



1.5 BIBLIOGRAFÍA

<https://www.wika.es/>

<https://www.se.com/es/es/product/>

<https://www.es.endress.com/>

<https://www.beckhoff.com/es-es/products/>

<https://catalog.weidmueller.com/catalog/Start.do?localeId=es&ObjectID=1478130000>

<https://hpcontrol.es/silownik-naped-zaworu-a5000-230v-ac-500nm.html>

http://www.uco.es/electrotecnia-etsiam/reglamentos/Guia_Tecnica_REBT/guia_bt_19_sep03R1.pdf

<https://helkamabica.com/>

<https://www.emicabombas.com/es>

<https://spain.samsongroup.com/equipos-y-aplicaciones/selector-de-equipos/valvulas/details/valvetype/3321-neumtico-din/>

<https://sensores-de-medida.es/medicion/sensores-y-transductores/sensores-de-presion/sensores-de-presion-industriales/>

<https://www.jmi.com.mx/literatura/blog/item/51-por-que-los-sensores-pt100-son-tan-utilizados-en-la-industria.html>

<https://www.akribis.info/web/los-sensores-de-temperatura-mas-usados-en-la-industria/>

<https://www.se.com/cl/es/faqs/FA363567/>

<https://panamahitek.com/entradas-y-salidas-analogicas-y-digitales/#:~:text=Las%20entradas%20digitales%20permiten%20recibir,la%20entrada%20pasar%C3%A1%20a%20LOW.>

<https://www.pirobloc.com/blog-es/que-es-un-piping-and-instrumentation-diagram/>

<https://enviraiot.es/tipos-de-sensores-de-temperatura/>

<https://t-solucion.com/que-es-y-como-dimensionar-un-intercambiador-de-calor/>

<http://www.etitudela.com/profesores/jmpa/udd/downloads/cajasgeneralesdeproteccion.pdf>

https://industria.gob.es/Calidad-Industrial/seguridadindustrial/instalacionesindustriales/baja-tension/Documents/tablas/hidrocantabrico/ET_5056_11_jun11.pdf

https://www.festo.com/es/es/c/productos/automatizacion-industrial/valvulas-y-terminales-de-valvulas-id_pim23/

<https://www.kistler.com/INT/es/sensor-de-presion-piezoelectrico/C00000138>

<https://www.infopl.net/blogs-automatizacion/item/109057-tipos-cartas-automata-plc#:~:text=CARTAS%20DE%20COMUNICACIONES,otros%20aut%C3%B3matas%20para%20intercambiare%20datos.>

<https://www.swagelok.com/es/blog/valve-selection-fluid-system-sampling-system-design#:~:text=Las%20válvulas%20se%20seleccionan%20normalmente,el%20sistema%20seg%C3%BAn%20las%20especificaciones.>

<https://www.hrs-heatexchangers.com/news/como-disenar-un-intercambiador-de-calor/>

DOCUMENTO 2.

CÁLCULOS.

ÍNDICE

2. DOCUMENTO. LINEA GENERAL DE ALIMENTACIÓN	94
2.1 INTENSIDAD CONSUMIDA POR EL CUADRO ESTIMADA.....	94
2.2 CONSUMO DE POTENCIAS PLC	95

2.0 LÍNEA GENERAL DE ALIMENTACIÓN

Si no se conoce el factor de potencia ($\cos \varphi$) de una instalación se pueden utilizar el valor orientativo de la tabla 4.

Para la Línea General de Alimentación (LGA):

Tabla 4 "Factor de Potencia"

Tipo de Equipo	Factor de Potencia ($\cos \varphi$)
Motores	0.8

2.1 INTENSIDAD CONSUMIDA POR EL CUADROESTIMADA

Como la base de nuestro circuito son los motores $\cos \varphi=0.8$.

Necesitamos un balance de potencias para poder determinar la intensidad de nuestra LGA, dicho balance se muestra a continuación:

Tabla 5 "Balance de Potencias"

Descripción	Cantidad	Consumo unitario	k_u	k_{sr}	Potencia Instalada(KW)	Potencia Estimada(KW)
Bombas	4	5.5 KW	0.5	0.6	22 KW	6.6 KW
Electroválvulas	7	0.276 KW	1	0.6	1.932 KW	1.15 KW
Control Cuadro de Alimentación	1	2.645 KW	1	1	2.645 KW	2.645 KW
TOTAL	-		-	-	26.57 KW	10.395 KW

A la hora de realizar el cálculo la potencia que utilizamos es la "Potencia Instalada", con esta nos aseguramos a la hora de dimensionar nuestro cable que puede soportar la máxima potencia que nuestro circuito puede consumir.

$$I = \frac{P}{\sqrt{3} \times V \times \cos \varphi}$$

Aplicamos el factor de corrección para instalaciones al aire libre.

Tabla 6 "Factor de Corrección"

Temperatura de servicio Θ_s en $^{\circ}\text{C}$	Temperatura ambiente, Θ_a , en $^{\circ}\text{C}$											
	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60	
90	1.27	1.22	1.18	1.14	1.10	1.05	1	0.95	0.90	0.84	0.77	
70	1.41	1.35	1.29	1.22	1.15	1.08	1	0.91	0.81	0.71	0.58	

Escogemos una temperatura normalizada de 25°C , luego nuestro factor sería de 1.14.

$$I = 1.14 \times 47.94 = 54.64 \text{ A}$$

Aplicamos factor de seguridad del 10%:

$$I = 1.1 \times 54.64 = 60.11 \text{ A}$$

Una vez que tenemos calculada la intensidad calculada utilizando nuestra potencia de instalación, buscamos en la ITC-BT-19 la sección.

La intensidad normalizada más cercana serían 60A.

Para la LGA se utilizarán cables descritos anteriormente de acuerdo con la norma UNE 20460-5-523 recogida en la ITC-BT-7.

Tabla 7 "sección de los cables en función de la intensidad. (ITCBT-19)"

A		Conductores aislados en tubos empotrados en paredes aislantes		3x PVC	2x PVC		3x XLPE o EPR	2x XLPE o EPR						
A2		Cables multiconductores en tubos empotrados en paredes aislantes	3x PVC	2x PVC		3x XLPE o EPR	2x XLPE o EPR							
B		Conductores aislados en tubos ^o en montaje superficial o empotrados en obra				3x PVC	2x PVC			3x XLPE o EPR	2x XLPE o EPR			
B2		Cables multiconductores en tubos ^o en montaje superficial o empotrados en obra			3x PVC	2x PVC		3x XLPE o EPR		2x XLPE o EPR				
C		Cables multiconductores directamente sobre la pared ^o					3x PVC	2x PVC		3x XLPE o EPR	2x XLPE o EPR			
E		Cables multiconductores al aire libre ^o Distancia a la pared no inferior a 0.3D ^o						3x PVC		2x PVC	3x XLPE o EPR	2x XLPE o EPR		
F		Cables unipolares en contacto mutuo ^o Distancia a la pared no inferior a D ^o							3x PVC			3x XLPE o EPR ^o		
G		Cables unipolares separados mínimo D ^o									3x PVC ^o	3x XLPE o EPR		
			mm ²	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Cobre			1,5	11	11,5	13	13,5	15	16	-	18	21	24	-
			2,5	15	16	17,5	18,5	21	22	-	25	29	33	-
			4	20	21	23	24	27	30	-	34	38	45	-
			6	25	27	30	32	36	37	-	44	49	57	-
			10	34	37	40	44	50	52	-	60	68	76	-
			16	45	49	54	59	66	70	-	80	91	105	-
			25	59	64	70	77	84	88	96	106	116	123	166
			35		77	86	96	104	110	119	131	144	154	206
			50		94	103	117	125	133	145	159	175	188	250
			70				149	160	171	188	202	224	244	321
			95				180	194	207	230	245	271	296	391
			120				208	225	240	267	284	314	348	455
			150				236	260	278	310	338	363	404	525
			185				268	297	317	354	386	415	464	601
			240				315	350	374	419	455	490	552	711
300				360	404	423	484	524	565	640	821			

Se usarán con el método de instalación E descrito en la tabla (Cables multicoductores al aire libre. Distancia a la pared no inferior a 0.3D).

Al ser la $I_z=60$ A (intensidad normalizada) en nuestra tabla veremos que la sección de nuestro cable tendría que ser de 16mm^2 . El conductor será de cobre y el aislamiento polietileno reticulado (XLPE). Este aislamiento puede soportar continuamente una temperatura máxima de 90°C .

Al haber utilizado la Potencia Instalada en el cálculo de la intensidad nos permite asegurarnos de que el cable soporta perfectamente va a soportar perfectamente la Potencia Estimada.

2.2 CONSUMO DE POTENCIAS PLC

A continuación, vamos a hacer un balance simple de potencias del PLC para poder comprobar que con nuestra fuente es suficiente:

Tabla 8 "Cálculo Consumos PLC"

Descripción	Cantidad	Ku	krs	Corriente Consumida	Consumo Instalado	Consumo Estimado
Cabecero	1	1	1	2 A	2 A	2 A
Tarjetas Entradas Digitales	1	1	1	0.02 A	0.02 A	0.02 A
Tarjetas Salidas Digitales	2	1	1	0.035 A	0.07 A	0.07 A
Tarjetas Entradas Analógicas	4	1	1	0.105 A	0.420 A	0.420 A
Tarjetas Salidas Analógicas	1	1	1	0.02 A	0.02 A	0.02 A
Display	1	1	1	2 A	2 A	2 A
<u>TOTAL</u>	=	=	=	=	<u>4.53 A</u>	<u>4.53 A</u>

Luego el Consumo Instalado es de 4.53 A, lo que significa que nuestra fuente de alimentación de 10 A soporta perfectamente dicha demanda.

DOCUMENTO 3.

PLIEGO DE CONDICIONES.

ÍNDICE

DOCUMENTO. PLIEGO DE CONDICIONES.....	97
1. DEFINICIÓN Y ALCANCE DEL PLIEGO.....	100
2. CONDICIONES Y NORMAS DE CARÁCTER GENERAL... ..	100
3. CONDICIONES PARTICULARES	100
3.1. ALIMENTACIÓN	100
3.2. INTERRUPTOR GENERAL	100
3.3. PROTECCIONES.....	100
3.4. CIRCUITO DE MANDO.....	101
3.5. PLC	101
3.6. EJECUCIÓN	101
3.7. SEÑALIZACIÓN	101
3.8. ALUMBRADO	101
3.8.1. Alimentación	101
3.8.2. Iluminación.....	102
3.9. CIRCUITO DE FUERZA.....	102
3.9.1. Arranque	102
3.9.2. Motores y Servomotores.....	103
3.9.3. Protección de Motores	103
3.10 ARMARIO GENERAL.....	103

3.11	MARCADO DE APARATOS.....	103
3.12	MARCADO DE CONDUCTORES	104
3.13	EJECUCIÓN DE CABLEADO.....	104
3.14	NEUMÁTICA	104
3.15	DOCUMENTOS TÉCNICOS QUE DEBEN ENTREGAR LOS CONSTRUCTOS/FABRICANTES DE EQUIPOS	105
3.16	SEGURIDAD DE LAS MÁQUINAS	108
3.17	ENERGÍAS Y FUENTES RENOVABLES.....	108
3.18	PREVENCIÓN RIESGOS LABORABLES.....	109

1. DEFINICIÓN Y ALCANCE DEL PLIEGO

El objeto de este documento es fijar las condiciones mínimas que debe cumplir la automatización de una bodega de vino, especificando los requisitos de durabilidad, fiabilidad y seguridad.

El dominio de aplicación de este documento abarca todos los sistemas electrónicos, eléctricos, mecánicos e hidráulicos que forman la instalación.

2. CONDICIONES Y NORMAS DE CARÁCTER GENERAL

La finalidad es la regulación de la programación teniendo en cuenta los niveles teóricos y de calidad que se exigen.

De igual modo se precisan las actuaciones correspondientes al contrato y según la legislación aplicable tanto al promotor, al contratista, al proyectista, a los técnicos y encargados, como a las relaciones y obligaciones que les conciernen con el fin del cumplimiento del contrato.

3. CONDICIONES PARTICULARES

3.1 ALIMENTACIÓN

Todas las máquinas e instalaciones estarán diseñadas para ser alimentadas a una RED TRIFASICA de 380 + tomada de tierra SIN NEUTRO.

3.2. INTERRUPTOR GENERAL

Cada máquina o cada equipo dispondrán de un dispositivo interruptor de corte general de tensión situado en el armario eléctrico. El interruptor debe tener el enclavamiento mecánico, con posibilidad de ponerle candado.

3.3. PROTECCIONES

La protección general de la instalación se requerirá de la siguiente forma:

- Dispondrá de interruptores automáticos independientes para cada circuito, debidamente calibrados.
- Dispondrá de diferencial de entrada con un relé de sensibilidad máx. 300 mA e intensidad de trabajo según la potencia instalada.

3.4. CIRCUITO DE MANDO

La tensión de los circuitos de mando será de 24V, o como máximo y cuando por circunstancias puntuales no se pueda instalar 24V, será de 110V,

3.5. PLC

El control numérico ha de ser de la marca SIEMENS o FANUC. El PLC ha de ser siemens, s/ en cualquiera de sus versiones, o BECKHOFF.

Antes de modificar un programa de un PLC, el proveedor tiene que realizar la modificación sobre el programa que le entregue Mantenimiento y cuando lo realice debe OBLIGATORIAMENTE dejar una copia en Mantenimiento antes de finalizar el trabajo.

Se tienen que facilitar todas las copias de seguridad de todos los elementos que contengan datos, y el software necesario para su restauración.

Los terminales, paneles y pantallas táctiles serán Siemens Los PC's instalados serán industriales. Los programas de PLC deberán estar comentados y con simbólicos en Español.

3.6. EJECUCIÓN

Todas las bobinas de los contactores, relés, temporizadores, etc. tendrán como punto común el negativo de la instalación de mando. En caso de instalaciones de c.c., el negativo irá referenciado a tierra.

La alimentación del circuito de electroválvulas será independiente del de bobinas de contactores, relés o temporizadores. Todos estos circuitos estarán individualmente protegidos con automáticos.

3.7. SEÑALIZACIÓN

Los circuitos de señalización estarán equipados con lámparas según tensiones con transformadores incorporados.

3.8. ALUMBRADO

3.8.1. ALIMENTACIÓN

Cada instalación o equipo que precise alumbrado llevará un circuito individual alimentado separadamente con un transformador. La tensión de los circuitos de alumbrado será siempre de 24V.

3.8.2. ILUMINACIÓN

1) Las exigencias marcadas por el equipo de prevención indican que en áreas de exigencia normales debemos tener unos mínimos de 200 lux, y en trabajos que requieran exigencias especiales o de precisión, se requiere mínimo 500 lux.

2) Para poder cumplir con estos requisitos y después de haber efectuado pruebas en nuestro taller de mecanizado, requerimos que:

Una vez instalada la máquina en la ubicación correspondiente (nueva o modificación de Layout), se reubiquen las luminarias acordes a los nuevos puestos de trabajo.

Las luminarias de 400W de halogenuro metálico sean sustituidas por equivalente en tecnología led empleando la referencia Led Philips 200W IP65, ref: BY121P G3 LED205S/840 PSU WB GR, código 30145700.

Para puestos de control final o puestos de control intermedio que requieran exigencias altas, estandarizaremos los puestos colocando 2 focos de led en cada puesto, similares a los instalados en las líneas 1271, y cuya referencia es: Prolux Mod. 320 18W y 6500K. Diámetro 200mm.

Muy importante tener en cuenta la temperatura de la luz led para estas actividades, siempre para condiciones normales será la especificación de 4000K (código 840), y para puestos de control será de 6500K (código 865), nunca se empleará la especificación de 2700K (código 827). En cualquier caso, siempre se emplearán focos con mínima protección IP65.

“Aquellas líneas en las que se incorporen nuevas máquinas o haya sido modificado el Layout, deberá ajustarse el alumbrado a la nueva ubicación de los puestos de trabajo, tanto desde el punto de vista de movimiento de ubicación de las lámparas como desde el punto de vista de calidad de esta, acorde a las especificaciones requeridas en el cuaderno anteriormente, e incorporando el uso de led”.

3.9. CIRCUITO DE FUERZA

3.9.1. ARRANQUE

Los arranques o puesta en marcha de los motores asíncronos, trifásicos, de jaula se harán de la siguiente forma:

- Potencia ≤ 15 KW --> arranque directo, si el equipo lo acepta
- Potencia > 15 KW --> arranque Estrella-Triángulo o con arrancadores estáticos.
- Los variadores de frecuencia deben de ser Siemens.

3.9.2. MOTORES Y SERVOMOTORES

Los motores de las instalaciones serán blindados para evitar entradas a los mismos de partículas o elementos perjudiciales (Protección IP-55, según DIN 40050).

En caso de estar en el interior de la máquina, o expuestos a contacto con agua, serán IP67 o superior

3.9.3. PROTECCION DE MOTORES

Todos los motores, sin excepción, estarán protegidos por un interruptor magnetotérmico y un relé térmico. En casos necesarios, deberán llevar sonda térmica con su equipo de aviso

3.10. ARMARIO GENERAL

Los armarios donde van instalados los diferentes equipos o elementos eléctricos deberán reunir unas determinadas características:

- Han de estar colocados en una posición elevada y ergonómica. Han de tener fácil acceso y protección eficaz contra elementos exteriores (taladrinas, virutas, etc.).
- Deberán ir instalados unos equipos de refrigeración debidamente homologados (RITTAL u otros). En el interior del armario nunca se deberán sobrepasar los 35°C, teniendo en cuenta que en nuestras instalaciones a menudo se alcanzan temperaturas de más de 40° C.
- El espesor mínimo de la chapa será de 2mm y los cierres de puertas y demás serán totalmente herméticos mediante juntas de caucho sobre un perfil en forma de U, debidamente encoladas. El cierre de los mismos será según NORMAS DIN.
- El armario dispondrá de una superficie libre de un 20%.
- Los bornes de reserva en los regleteros serán de un 20%.
- El armario o armarios deben de llevar instalados su propio punto de iluminación, cuya acometida ha de ser independiente de la del seccionador principal de la máquina o instalación.

3.11. MARCADO DE APARATOS

Todos los aparatos situados en el interior deberán estar marcados e identificados de Acuerdo con el esquema desarrollado, mediante etiquetas o pegatinas de material plástico que sean indelebles.

Cuando haya que identificar elementos en el exterior, es decir, fuera del armario eléctrico,

las etiquetas a emplear serán como mínimo plastificadas, estancas e indelebles.

3.12. MARCADO DE CONDUCTORES

Los extremos de los hilos, tanto de potencia como de maniobra, irán marcados según el esquema desarrollado mediante señalizadores de anilla.

3.13. EJECUCIÓN DEL CABLEADO

Se hará según el esquema desarrollado. Las marcas de las placas de bornes deberán tener un orden numérico, creciendo de izquierda a derecha y de arriba a abajo. Se deberán tener bornes para todas las salidas.

CONDICIONES DEL CABLEADO:

Cable AZUL: 24V cc

Cable ROJO: Tensión de mando CA.

Cable NEGRO: Tensión de potencia.

Cable NARANJA: Permanece con tensión cuando se abre el seccionador.

Para detectores:

Cable AZUL: - (0Vcc)

Cable MARRON: + (24Vcc)

Cable NEGRO: Salida NA

Cable BLANCO: Salida NC

Todos los bornes se deben de numerar, y todos los componentes han de estar etiquetados.

El número máximo de cables por borne es dos.

3.14. NEUMÁTICA

Todos los elementos deberán ser Norma ISO NORGREN-MARTONAIR, y han de ubicarse en la parte externa de la máquina

Los equipos han de ser diseñados para una presión de trabajo de entre 6-7 Kg./Cm².

Las mordazas equipadas en los robots deberán llevar protección IP67.

Los equipos instalados deberán tener en su entrada un grupo RFL.

Los filtros neumáticos han de equiparse con visor de colmatación

3.15. DOCUMENTOS TÉCNICOS QUE DEBEN ENTREGAR LOS

CONSTRUCTORES DE MÁQUINAS/EQUIPOS

- Esquemas eléctricos, hidráulicos y neumáticos desarrollados.
- En máquinas o equipos con PLC y/o con CONTROL NUMÉRICO, listado de programas comentados y errores, así como de capacidad de entradas y salidas libres.
- Documentación de equipos, instrumentos, accesorios, motores, PLC, etc.
- Esquema eléctrico de ejecución de los circuitos numerados.
- En el sistema hidráulico, se incluirán presiones de operación, Ø de tuberías, espesores, etc..
- Los circuitos del sistema hidráulico de ejecución serán numerados.
- De los esquemas, tanto de ejecución como desarrollados, deberán mandarse 3 copias en papel + 1 copia en soporte informático.
- La nomenclatura de los materiales vendrá representada en forma de tabla, en la cual seC indicará:
 - Todo el material comercial instalado en los equipos (rodamientos, filtros, electroválvulas, etc.).
 - Características generales (nombre, caudal, potencia, tensión, etc.).
 - Nombre del fabricante y dirección.
 - Referencia del fabricante para facilitar su identificación en los catálogos.
- Libro de instrucciones de funcionamiento o secuencias de trabajo, representadas gráficamente.
- Libro de mantenimiento, en el que se incluirá:
 - Mantenimiento preventivo.
 - Lista de piezas sujetas a desgaste con precios y plazos de entrega de estas.
 - Periodos recomendados para la sustitución de piezas.
 - Eventuales reglajes.
- Libro de recambios y despieces.
- Esquema de lubricación y ficha de engrase con indicación de los puntos a engrasar.
- Tabla de equivalencias de aceites y grasas.

- Ficha de características técnicas de la máquina, con fotografía.
- Planos dimensionados de órganos de la máquina y dispositivos.
- Planos de fundación, transporte y elevación.
- Plano de trabajo, con indicación de todos los datos de preparación (distancias, recorridos, posición de los mandos, etc.)
- Operaciones estándar para la reparación de aquellas averías que requieran unos conocimientos específicos del fabricante, como puedan ser reparación de holguras de cabezales, desmontajes de husillos, mesas, etc...

Se deben entregar TODOS LOS PROGRAMAS instalados en el PLC, elementos auxiliares, Drivers, pantallas, terminales, etc.

NOTA IMPORTANTE

- a) Toda la documentación solicitada, principalmente los libros de instrucciones, vendrá editada en CASTELLANO, o bien acompañada de su correspondiente traducción.
- b) La documentación solicitada, deberá recibirse con la mayor antelación posible y siempre antes de la recepción del equipo.
- c) Es condición indispensable que la documentación contenga los planos constructivos mecánicos de aquellos componentes susceptibles de manipulación, bien sea por avería, por mantenimiento preventivo, o por intervención periódica según su funcionalidad.
- d) Toda la documentación y planos deberá entregarse por triplicado + 1 copia en soporte informático.
- e) Todos los equipos e instalaciones que están rodeadas por atmósferas combustibles deberán llevar bobinas antideflagrantes.
- f) Equipos con certificado CE:

La declaración de conformidad CE deberá estar redactada en papel de carta con membrete de la Empresa, en la lengua del país de origen y la lengua del país de destino.

Deberá incluir en la cita "Declaramos bajo nuestra responsabilidad, que la máquina...(A continuación Tipo, Marca, Modelo, Nº de serie, Año de fabricación)...", es conforme con los requisitos esenciales de seguridad y de salud de las directivas

2006/42/CE y las normas armonizadas”, seguido del nombre y cargo en la empresa de quien lo firma, lugar, fecha y firma.

Las normas armonizadas que deben incluirse son todas las que les puedan aplicar a la máquina o equipo de trabajo.

- g) Deberán cumplir con la normativa medioambiental general y específica de nuestra Planta.
- h) En la compra de cualquier instalación, se debe incluir el coste de la Formación y aprendizaje para el personal de mantenimiento según las siguientes premisas:
- La formación la impartirá el proveedor, en idioma Español, y antes de la puesta en marcha.
 - Se entregará a los participantes un manual básico incluyendo: Manejo, ajustes, puesta a punto y planos eléctricos, hidráulicos y neumáticos.
 - Se realizará en nuestras instalaciones, excepto en los siguientes casos en los que será necesario impartirla en las instalaciones del proveedor:
- i) En la adquisición de cualquier equipo o instalación, se debe incluir la compra de un listado de recambios recomendados por el fabricante, que serán entregados a Mantenimiento y será condición indispensable para la recepción de cualquier equipo por parte de mantenimiento.
- j) En la documentación deberán venir las recomendaciones del fabricante para establecer el mantenimiento preventivo de la Instalación, tanto desde el punto de vista de seguridad, como desde el punto de vista de funcionamiento de la instalación, con el fin de establecer un uso seguro de la misma.
- k) En las instalaciones que consuman agua osmotizada, debe colocarse un contador mecánico clase C a la entrada de la instalación, en lugar perfectamente visible y donde se pueda tomar la lectura sin problemas. Se debe colocar un soporte en ese punto para colocar el documento donde se hagan las anotaciones.
- l) “Aquellos equipos de trabajo que necesiten algún producto químico para su funcionamiento deberán cumplir con los requerimientos legales de la normativa REACH/CLP que se indica a continuación:

- REGLAMENTO (CE) N o 1907/2006 DEL PARLAMENTO EUROPEO Y DEL CONSEJO de 18 de diciembre de 2006 relativo al registro, la evaluación, la autorización y la restricción de las sustancias y preparados químicos (REACH), por el que se crea la Agencia Europea de Sustancias y Preparados Químicos, se modifica la Directiva 1999/45/CE y se derogan el Reglamento (CEE) n o 793/93 del Consejo y el

Reglamento (CE) n o 1488/94 de la Comisión, así como la Directiva 76/769/CEE del Consejo y las Directivas 91/155/CEE, 93/67/CEE, 93/105/CE y 2000/21/CE de la Comisión.

- REGLAMENTO (CE) No 1272/2008 DEL PARLAMENTO EUROPEO Y DEL CONSEJO de 16 de diciembre de 2008 sobre clasificación, etiquetado y envasado de sustancias y mezclas, y por el que se modifican y derogan las Directivas 67/548/CEE y 1999/45/CE y se modifica el Reglamento (CE) no 1907/2006.

3.16. SEGURIDAD DE LAS MÁQUINAS

1. Al adquirir una máquina o equipo nuevo o usada, tanto de fabricación nacional como extranjera, es necesario exigir al vendedor, importador o cedente los justificantes de como dicha máquina o equipo están debidamente homologados y certificados según las normas vigentes.
2. Toda máquina/instalación debe disponer de Marcado CE y Declaración CE de conformidad.
3. Tras la instalación de la máquina en Planta, debe efectuarse una certificación por empresa autorizada según RD1215/1997 sobre la misma, gestionado por el Dpto. comprador.
4. El Dpto. comprador, ha de gestionar la colocación de la correspondiente “línea de vida” para la realización de los trabajos en altura según exige la ley.
5. De acuerdo con el suministrador se planificará la formación con el Dpto. comprador para el personal que trabajará en dicha máquina y para el personal de Mantenimiento.
6. Todos los suelos de tránsito y acceso de personal serán realizados en tramex, en ningún caso podrá emplearse chapa lagrimada.
7. Ninguna máquina/instalación será autorizada a trabajar SIN CUMPLIR los requisitos anteriores.
8. La máquina/instalación dispondrá de un diferencial de entrada con un relé de sensibilidad máx.300 mA.

3.17 ENERGÍAS Y FUENTES RENOVABLES

Directiva (UE) 2018/2001 del Parlamento Europeo y del Consejo, de 11 de diciembre de 2018, relativa al fomento del uso de energía procedente de fuentes renovables.

3.18 PREVENCIÓN DE RIESGOS LABORALES

Real Decreto 614/2001, de 8 de junio, sobre disposiciones mínimas para la protección de la salud y seguridad de los trabajadores frente al riesgo

DOCUMENTO 4.

PRESUPUESTO.

ÍNDICE

4. PRESUPUESTO.....	110
4.1 LISTADO DE MATERIALES	112
4.2 MANO DE OBRA.....	114
4.3 PRESUPUESTO FINAL.....	116

4. PRESUPUESTO

4.1 LISTADO DE MATERIALES

Tabla 9 "Descripción Precios de materiales"

<u>Línea</u>	<u>Descripción</u>	<u>Cantidad</u>	<u>Precio/Ud</u>
1	Intercambiador de calor Kelvion Ref: NT100T HV	1	2985€
2	Bomba Centrífuga Emika EK 50-125	4	1756€
3	Electroválvula Dn80	7	841€
4	Electroválvula Reguladora Samson Ref: 3310	1	5975€
5	Válvula de Mariposa Manual DN100	8	127€
6	Válvula de Mariposa Manual DN80	4	97€
7	Caudalímetro Proline Promag Ref: 10D - 10D80	2	1396€
8	Transmisor de Presión Wika Ref: S-11 0-10 Bar	8	372€
9	Transmisor de Temperatura Wika PT100 Ref: TC12-M -50 a 250°C	4	220€
10	Indicador de Presión Visual 0-10 bar	8	83€
11	Tarjeta Entrada Digital Beckhoff Ref: KL1809	1	83.09€
12	Tarjeta Salida Digital Beckhoff Ref: KL2809	2	88.89€
13	Tarjeta Entrada Analógica Beckhoff Ref: KL3458	4	175.15€
14	Tarjeta Salida Analógica Beckhoff Ref: KL4424	1	168.70€

15	Cabecero Beckhoff Ref: CX5120-0125	1	966.51€
16	Display Beckhoff Ref: CP6502-0001-0090	1	1021.69€
17	Fuente Alimentación WeidMuller Ref: PRO MAC 240W 24V 10A	1	261€
18	Interruptor Magnetotérmico, Acti9 iC60N,3P,10 A, Curva D Ref: A9F75310	4	340€
19	Relé Térmico 7-10 A Ref. LDR14	4	39€
20	Interruptor magnetotérmico; Acti9 iC60N; 2P; 10 A; curva C; 66000 A/10 kA Ref: A9F79210	6	105€
21	Harmony XB4-Pûlsador rasasnte normalmente abierto verde Ref: XB4BA31	4	43€
22	Harmony XB4-Pûlsador rasante nc rojo Ref: XB4BA42	4	43€
23	Harmony XB4- Selector 3 posiciones na+na Ref: XB4BD33	4	39€

24	Harmony XB4 -Piloto luminoso led 230v rojo Ref: XB4BVM4	4	43€
25	Harmony XB4 -Piloto luminoso led 230v rojo Ref: XB4BVM3	4	43€
26	Contactor Tesys D 230 V CA bobina Ref: LC1D09P7	4	73€
27	Bloque de contacto auxiliar Tesys +2NA Ref: LADN20	4	17€
28	Profinet	60	3.15€
29	Armario MonoBloc+Puerta Ciega 100mm+ Placa sin Zocalo 2000x1000x500	1	586€
30	Cable Helkama xcmk-hf 3x16mm2 +Neutro Ref:6030212020	300	12.41€
31	Cable 1.5mm2	100	0.76€
32	Pequeño material	PA	15%
<u>33</u>	<u>TOTAL</u>	-	47928.43€

4.2 MANO DE OBRA

Tabla 10"Descripción Precios de Mano de Obra"

<u>Descripción</u>	<u>Departamento</u>	<u>Horas</u>	<u>Precio/hora</u>	<u>Valor</u>
Planos de Fabricación	ING.MECÁNICA	40	35€	1400€
Diseño Mecánico Estructuras	ING.MECÁNICA	24	35€	840€
Diseño Esquemas Eléctricos	ING.ELÉCTRICA	80	35€	2800€

Compra**Elementos****circuito****Montaje Mecánico****General****Soldadura****Contrata****Cableado Cuadro****Eléctrico****Aislado de****Tuberías Contrata****Montaje Eléctrico****General****Programación****PLC****Pruebas****TIEMPO****ESTIMADO****DE OBRA**

COMERCIAL

80

35€

2800€

TALER

168

25€

4200€

MECÁNICO

CONTRATA

-

-

3450€

TALLER

80

25€

2000€

ELÉCTRICO

CONTRATA

-

-

654€

TALLER

120

25€

3000€

ELÉCTRICO

PROGRAMACIÓN

24

30€

720€

-

15

30€

450€

4320

-

Horas

-

22314€

4.3 PRESUPUESTO FINAL

RESUMEN PRESUPUESTO

CAPÍTULO	RESUMEN	EUROS
C.01	MATERIALES.....	47.928,43 €
C.02	MANO DE OBRA.....	22.314,00 €
	TOTAL EJECUCIÓN MATERIAL	70.242,43 €
	13,00 % Gastos generales.....	9.131,52 €
	6,00% Beneficio industrial.....	4.214,55 €
	SUMA DE G.G Y B.I.	13.346,06 €
	TOTAL EJECUCIÓN CONTRATA	83.588,49 €
	21 % I.V.A	17.553,58 €
	TOTAL PRESUPUESTO GENERAL	101.142,07 €

Ilustración 71 "Presupuesto Final"

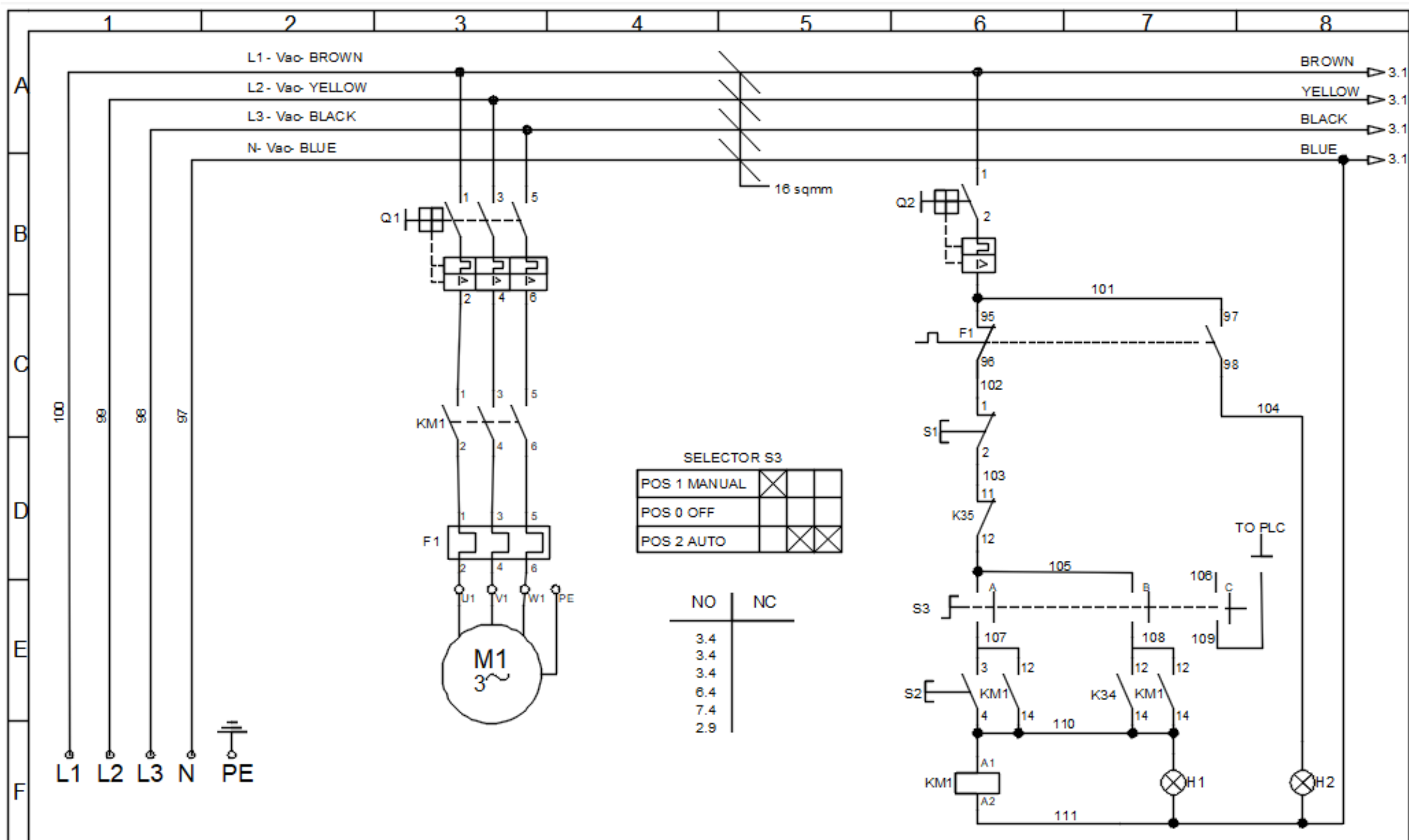
DOCUMENTO 5.

PLANOS.

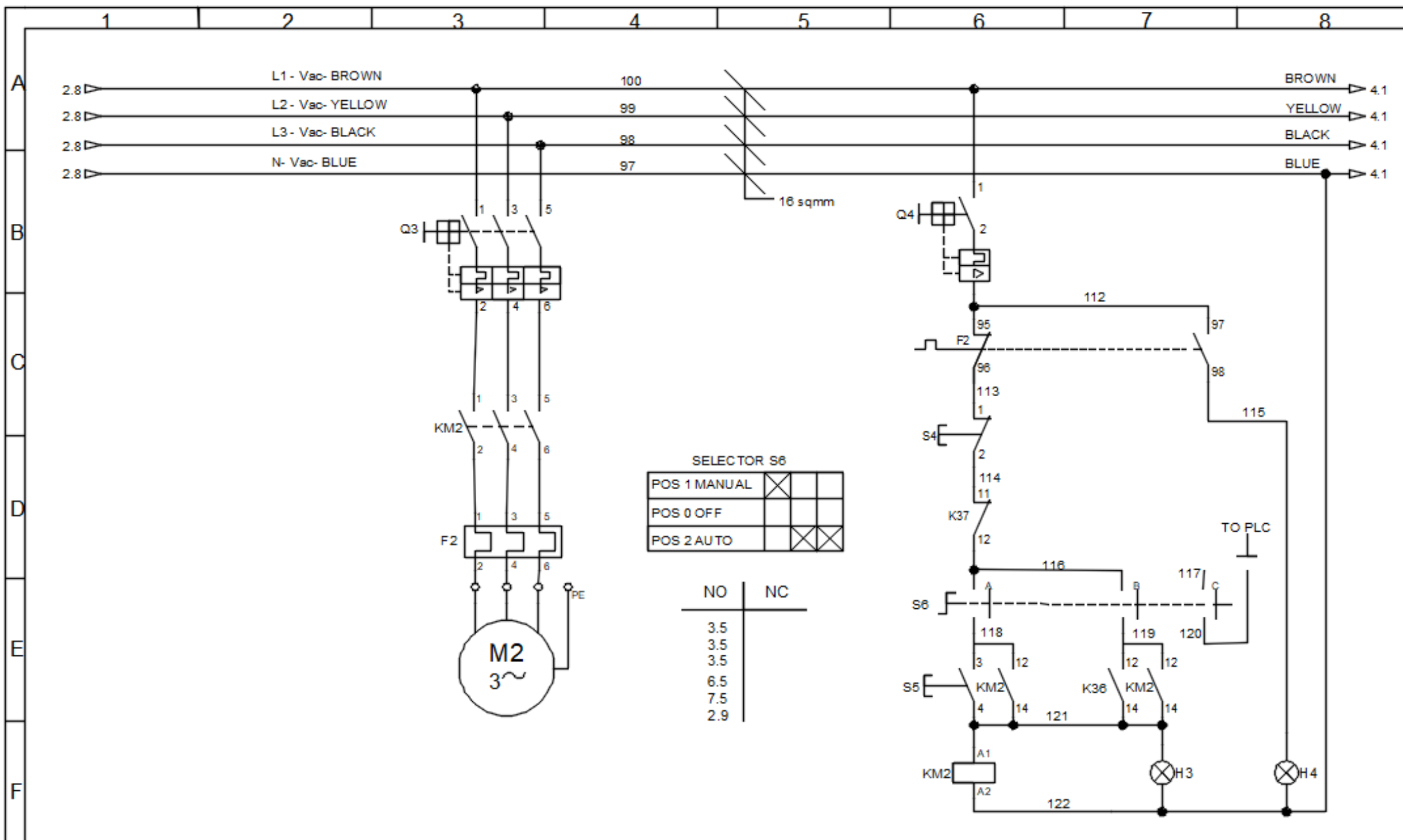
ÍNDICE

5. PLANOS	117
5.1 PORTADA.....	119
5.2 MOTOR 1	120
5.3 MOTOR 2	121
5.4 MOTOR 3	122
5.5 MOTOR 4	123
5.6 CONVERSIÓN.....	124
5.7 CABECERO	125
5.8 ENTRADAS DIGITALES 1.....	126
5.9 SALIDAS DIGITALES 1.....	127
5.10 SALIDAS DIGITALES 2.....	128
5.11 VÁLVULAS	129
5.12 ENTRADA ANALÓGICA 1.....	130
5.13 ENTRADA ANALÓGICA 2.....	131
5.14 ENTRADA ANALÓGICA 3.....	132
5.15 ENTRADA ANALÓGICA 4.....	133
5.16 SALIDA ANALÓGICA 1.....	134

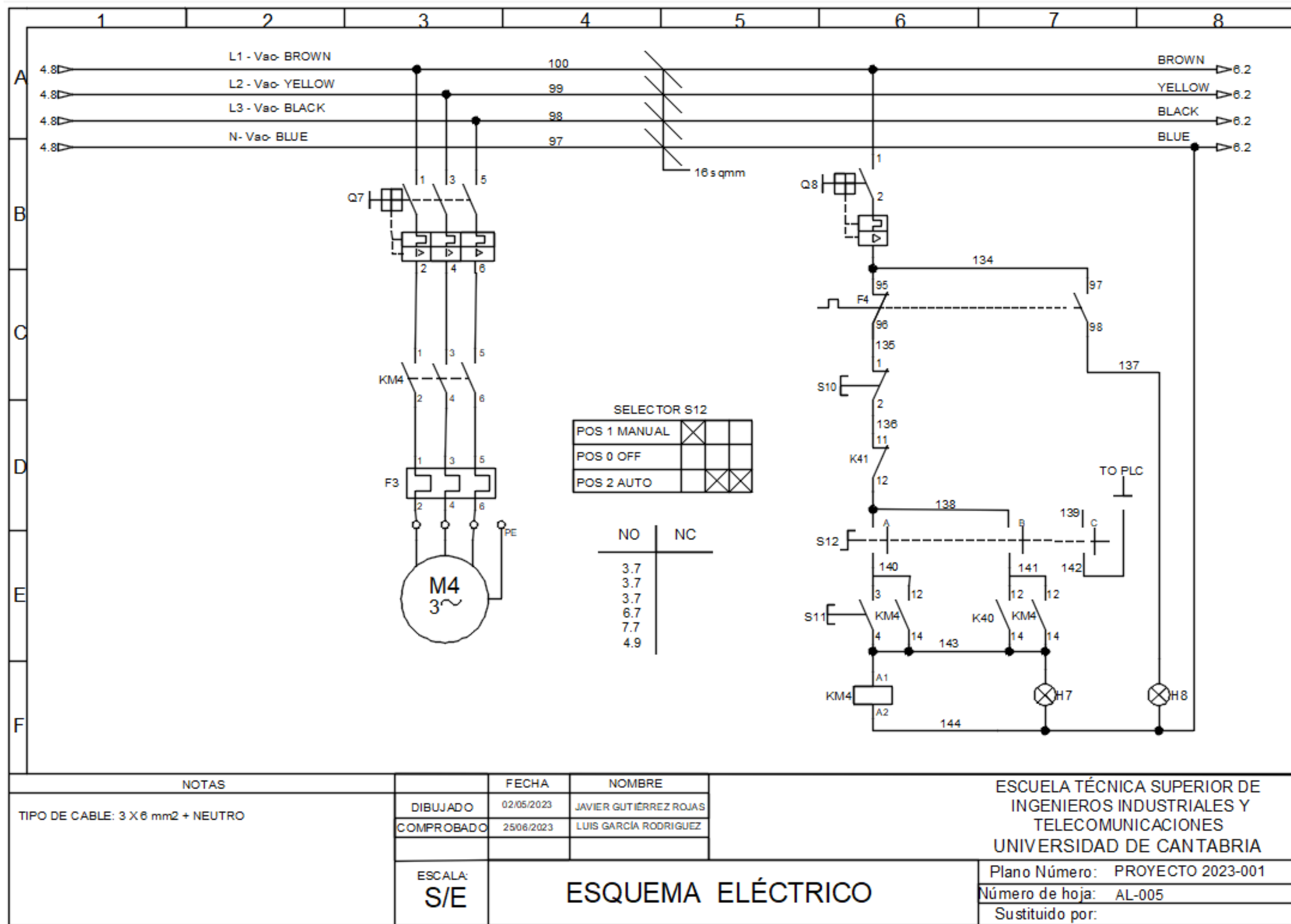
	1	2	3	4	5	6	7	8
A	ESQUEMAS ELÉCTRICOS "AUTOMATIZACIÓN INTERCAMBIADOR DE CALOR"							
B								
C								
D								
E								
F								
NOTAS		FECHA	NOMBRE	ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS INDUSTRIALES Y TELECOMUNICACIONES UNIVERSIDAD DE CANTABRIA				
	DIBUJADO	02/05/2023	JAVIER GUTIÉRREZ ROJAS					
	COMPROBADO	25/06/2023	LUIS GARCIA RODRIGUEZ					
	ESCALA: S/E	ESQUEMA ELÉCTRICO			Plano Número: PROYECTO 2023-001			
					Número de hoja: AL-001			
					Sustituido por:			

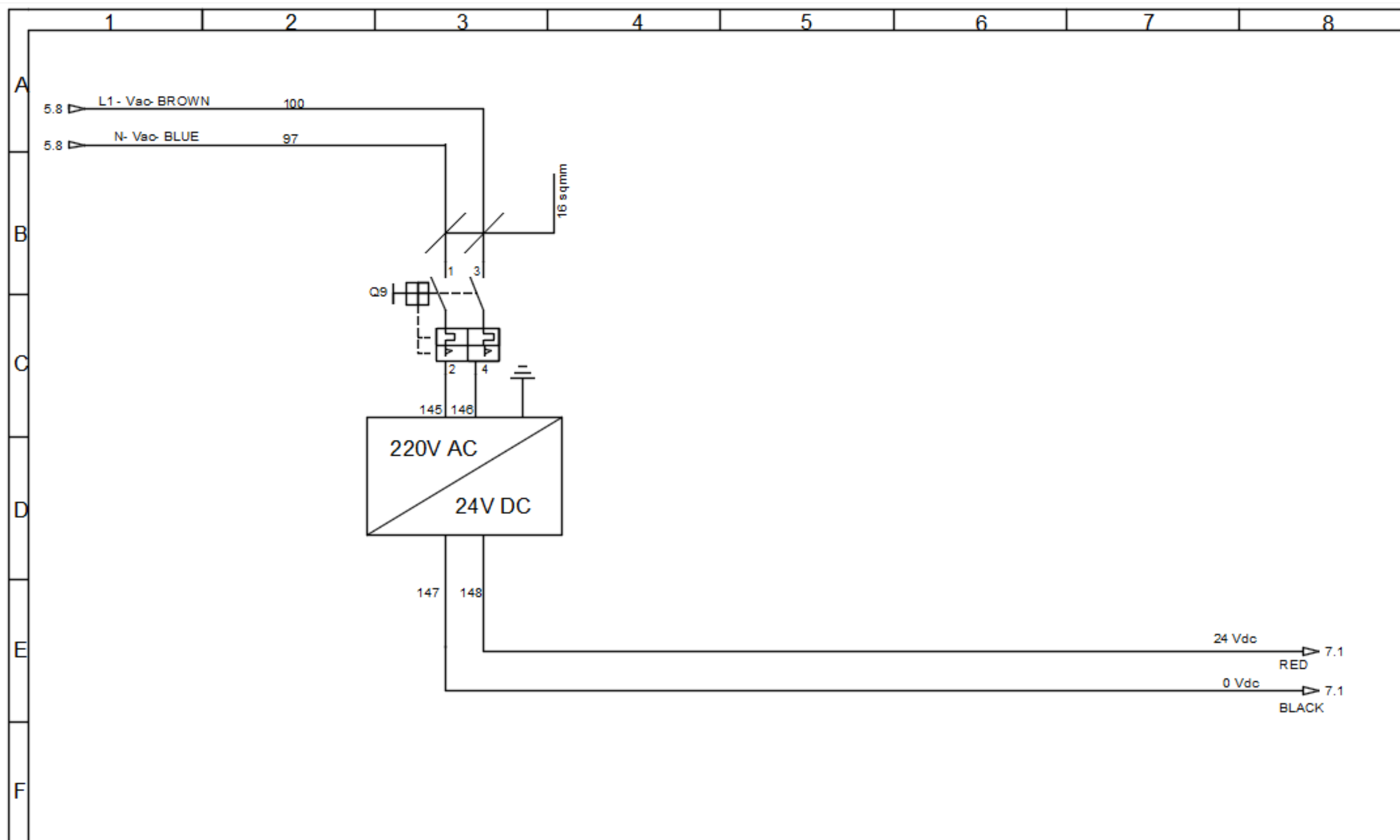


NOTAS		FECHA	NOMBRE	ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS INDUSTRIALES Y TELECOMUNICACIONES UNIVERSIDAD DE CANTABRIA
TIPO DE CABLE: 3 X 6 mm2 + NEUTRO	DIBUJADO	02/05/2023	JAVIER GUTIÉRREZ ROJAS	
	COMPROBADO	25/06/2023	LUIS GARCÍA RODRIGUEZ	
	ESCALA: S/E	ESQUEMA ELÉCTRICO		Plano Número: PROYECTO 2023-001
				Número de hoja: AL-002
				Sustituido por:

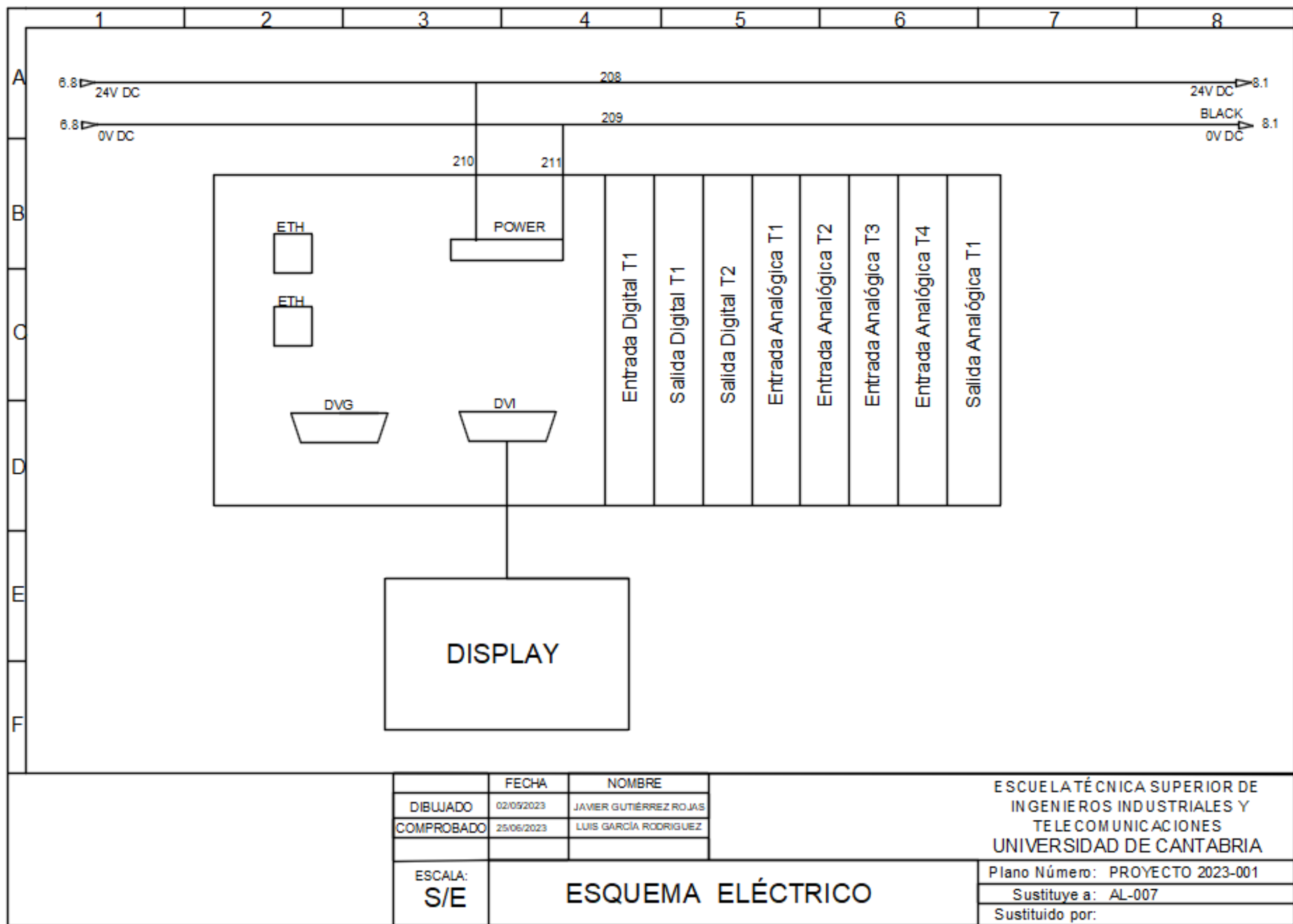


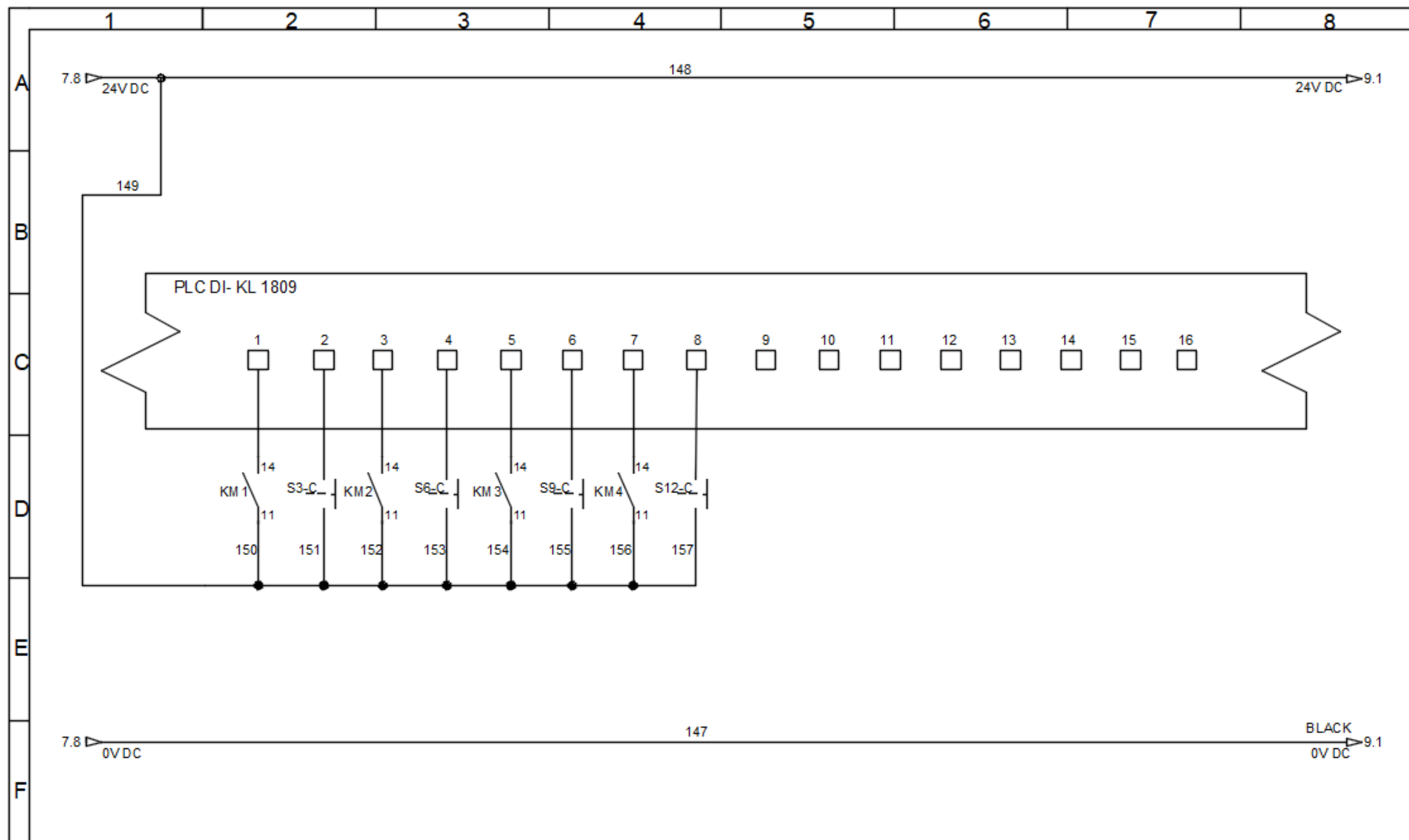
NOTAS		FECHA	NOMBRE	ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS INDUSTRIALES Y TELECOMUNICACIONES UNIVERSIDAD DE CANTABRIA
TIPO DE CABLE: 3 X 6 mm2 + NEUTRO	DIBUJADO	02/05/2023	JAVIER GUTIÉRREZ ROJAS	
	COMPROBADO	25/06/2023	LUIS GARCÍA RODRIGUEZ	
ESCALA: S/E		ESQUEMA ELÉCTRICO		Plano Número: PROYECTO 2023-001
				Número de hoja: AL-003
				Sustituido por:



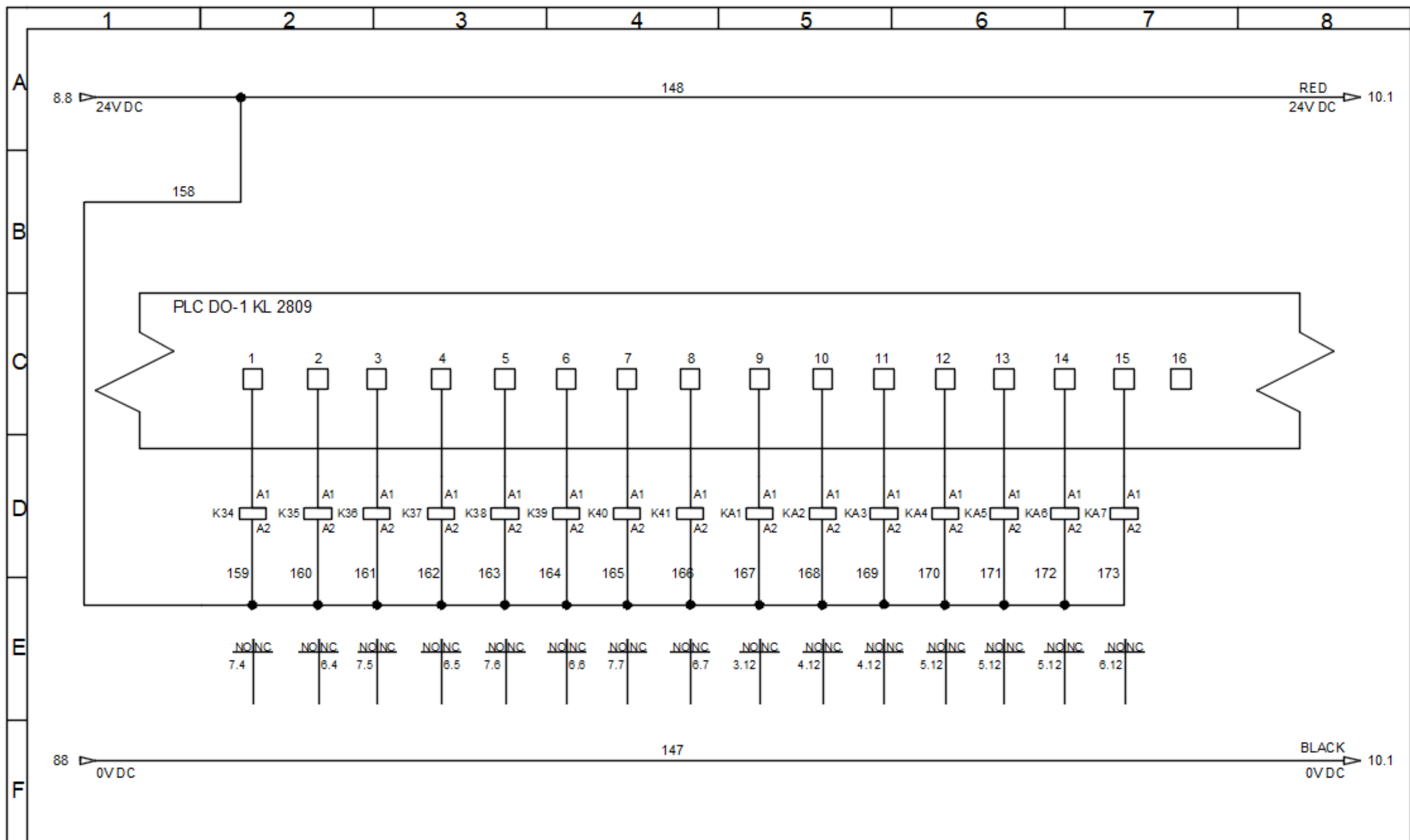


NOTAS		FECHA	NOMBRE	ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS INDUSTRIALES Y TELECOMUNICACIONES UNIVERSIDAD DE CANTABRIA	
TIPO DE CABLE: 3 X 6 mm ² + NEUTRO	DIBUJADO	02/05/2023	JAVIER GUTIÉRREZ ROJAS		
	COMPROBADO	25/06/2023	LUIS GARCÍA RODRIGUEZ		
	ESCALA:			Plano Número:	PROYECTO 2023-001
S/E		ESQUEMA ELÉCTRICO		Número de hoja:	AL-006
				Sustituido por:	

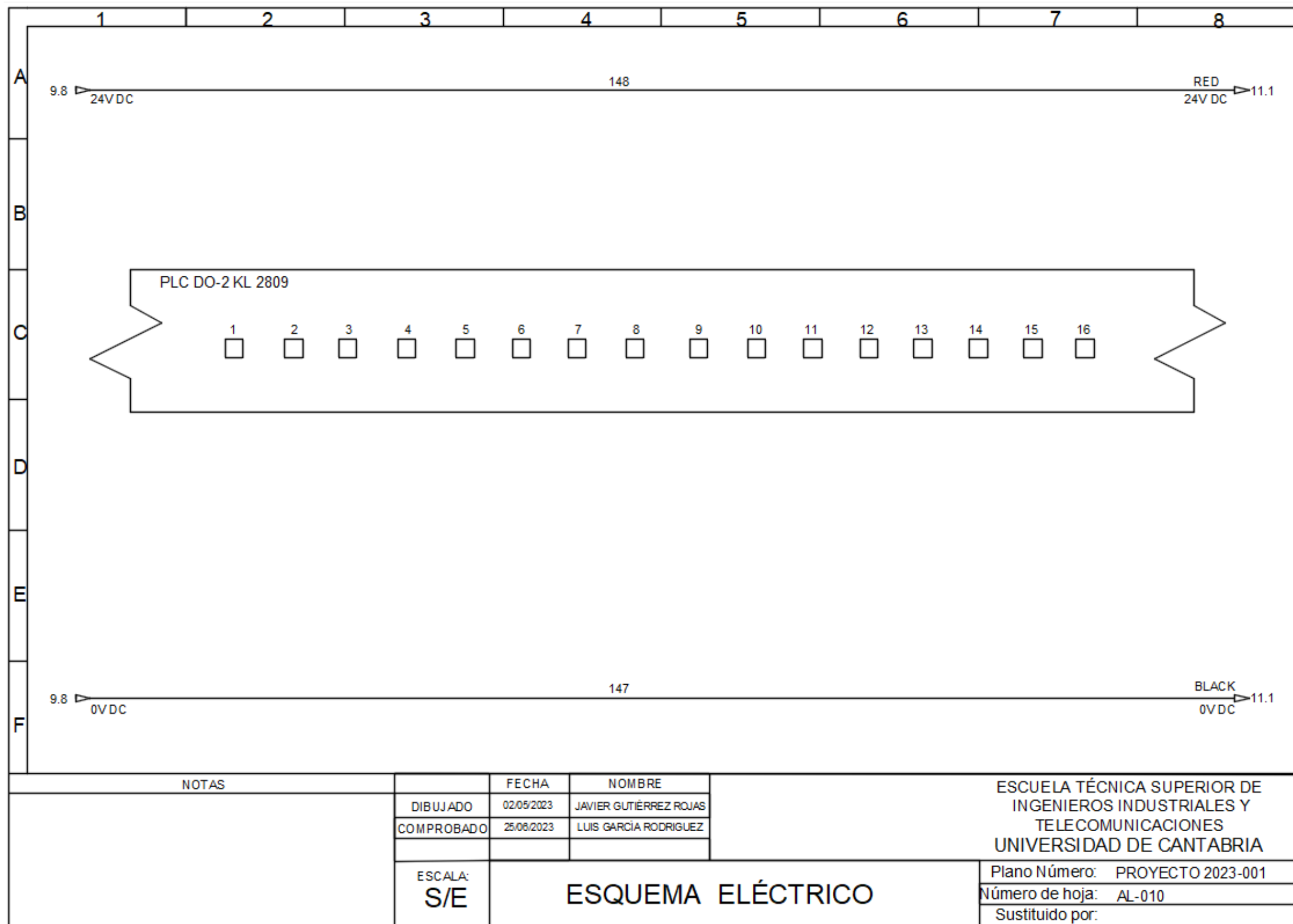


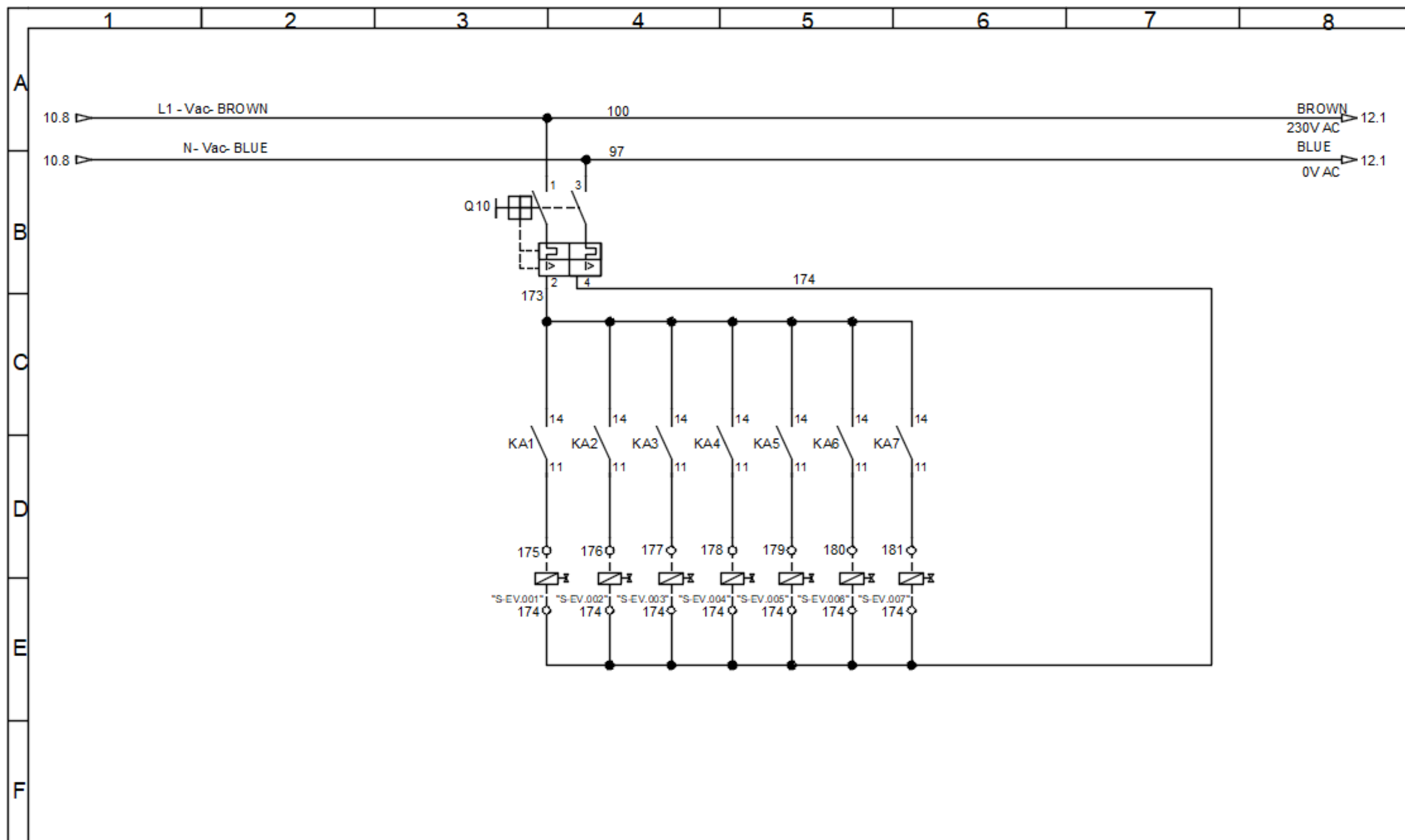


NOTAS		FECHA	NOMBRE	ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS INDUSTRIALES Y TELECOMUNICACIONES UNIVERSIDAD DE CANTABRIA
	DIBUJADO	02/05/2023	JAVIER GUTIÉRREZ ROJAS	
	COMPROBADO	25/06/2023	LUIS GARCÍA RODRIGUEZ	
ESCALA: S/E		ESQUEMA ELÉCTRICO		Plano Número: PROYECTO 2023-001
				Número de hoja: AL-008
				Sustituido por:

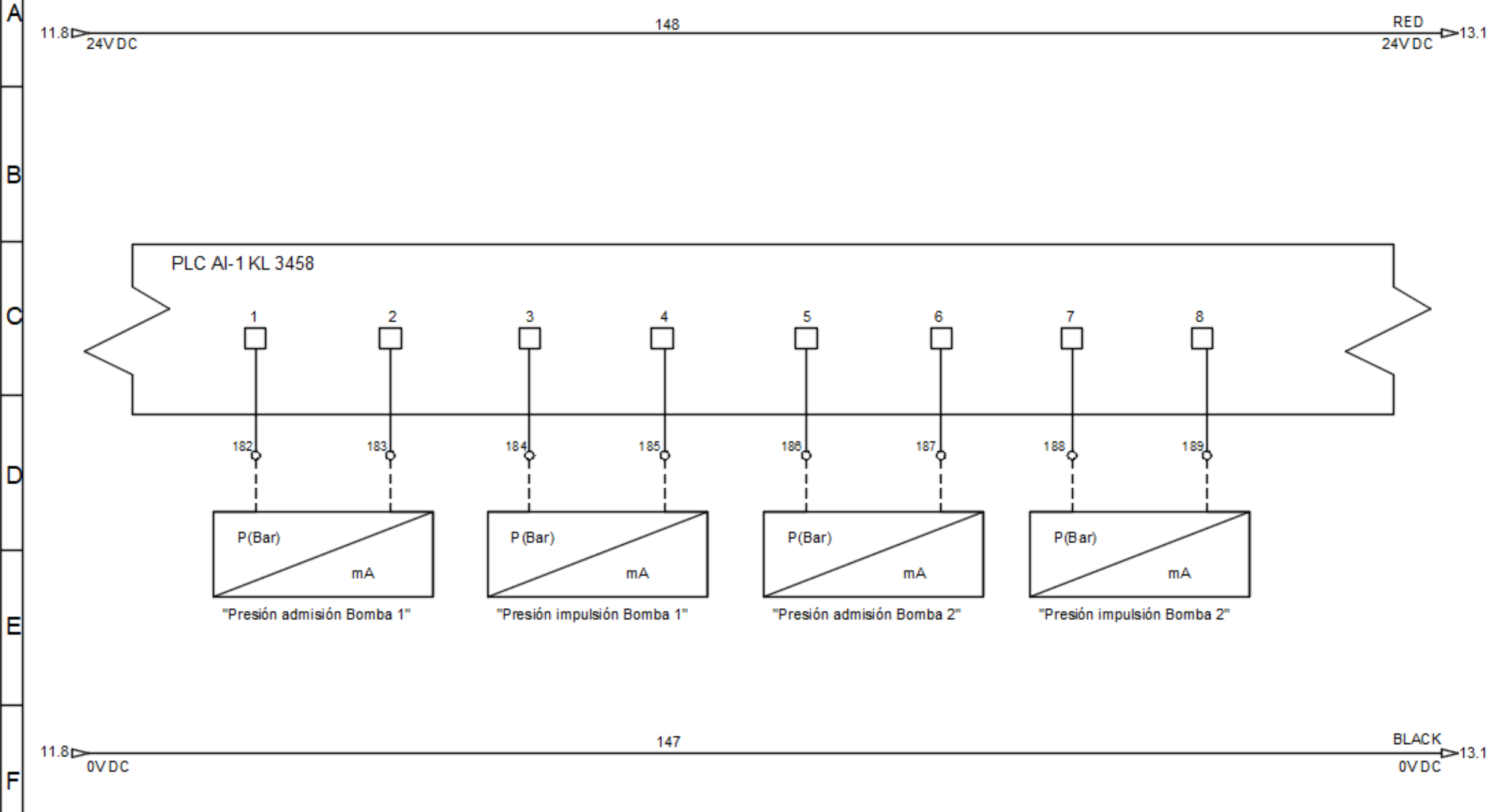


NOTAS		FECHA	NOMBRE	ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS INDUSTRIALES Y TELECOMUNICACIONES UNIVERSIDAD DE CANTABRIA
	DIBUJADO	02/05/2023	JAVIER GUTIÉRREZ ROJAS	
	COMPROBADO	25/08/2023	LUIS GARCÍA RODRIGUEZ	
	ESCALA: S/E	ESQUEMA ELÉCTRICO		Plano Número: PROYECTO 2023-001
				Número de hoja: AL-009
				Sustituido por:

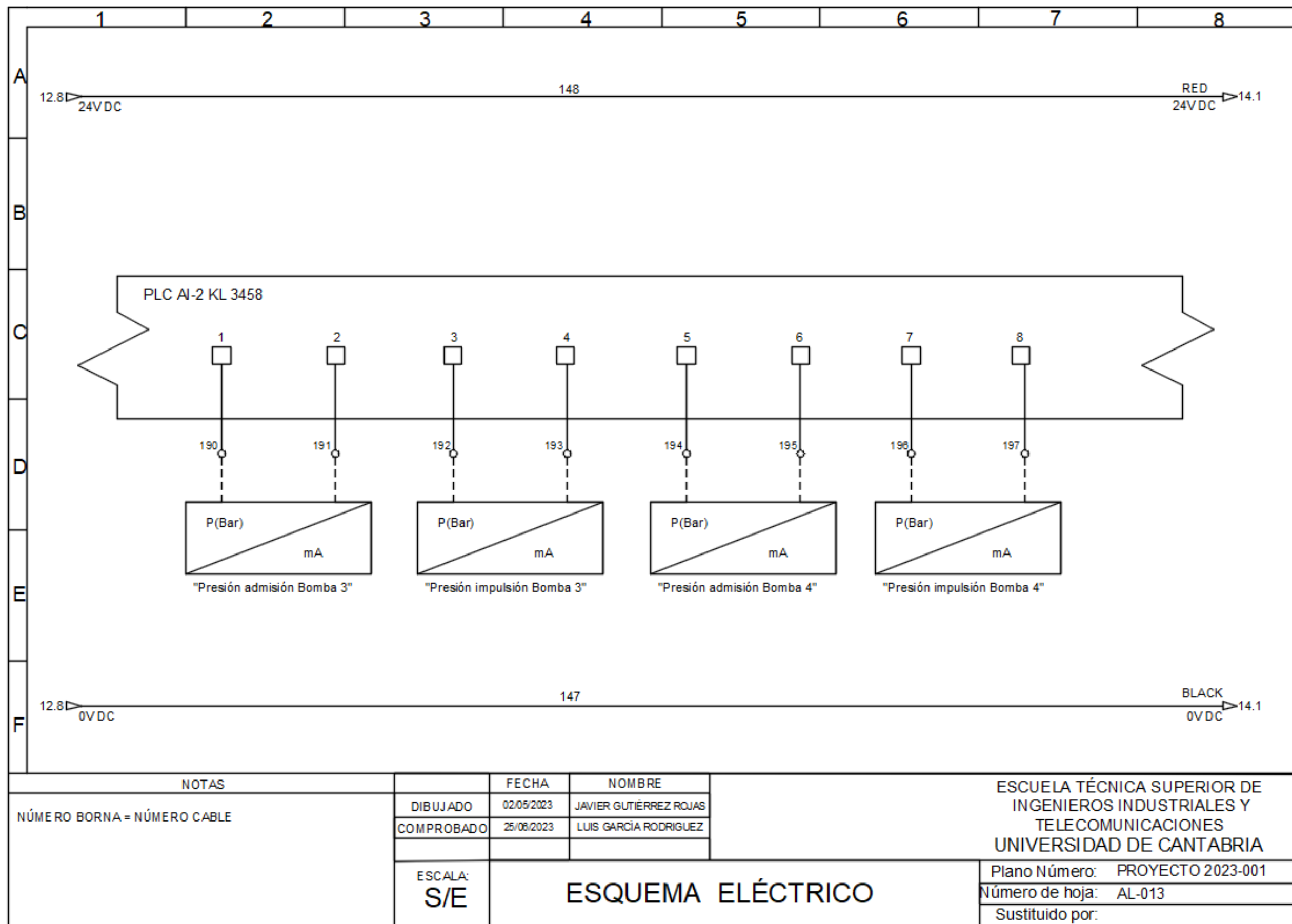


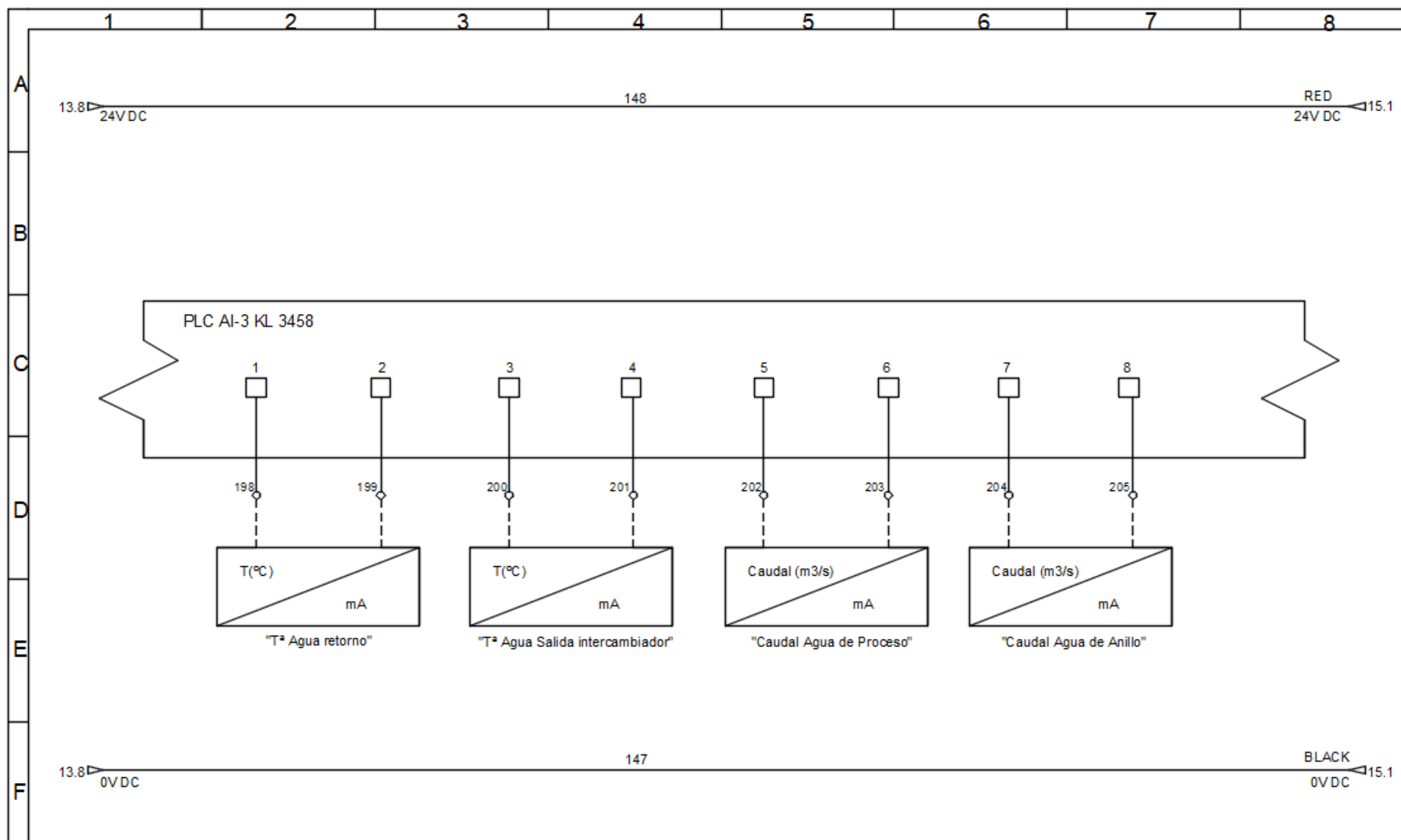


NOTAS		FECHA	NOMBRE	ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS INDUSTRIALES Y TELECOMUNICACIONES UNIVERSIDAD DE CANTABRIA
	NÚMERO BORNA = NÚMERO CABLE	DIBUJADO	02/05/2023	
		COMPROBADO	25/06/2023	
	ESCALA:	ESQUEMA ELÉCTRICO		Plano Número: PROYECTO 2023-001
	S/E			Número de hoja: AL-011
				Sustituido por:

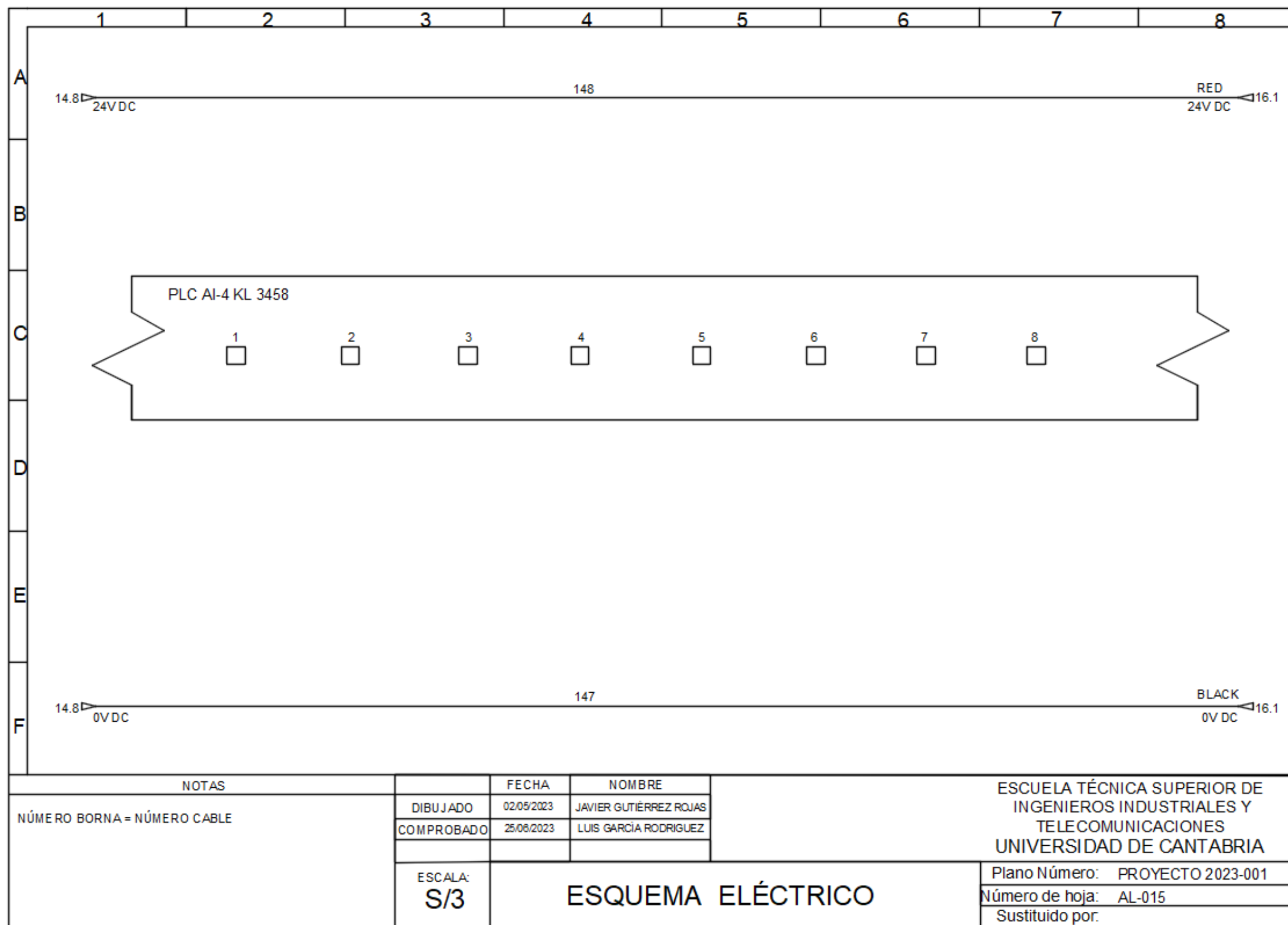


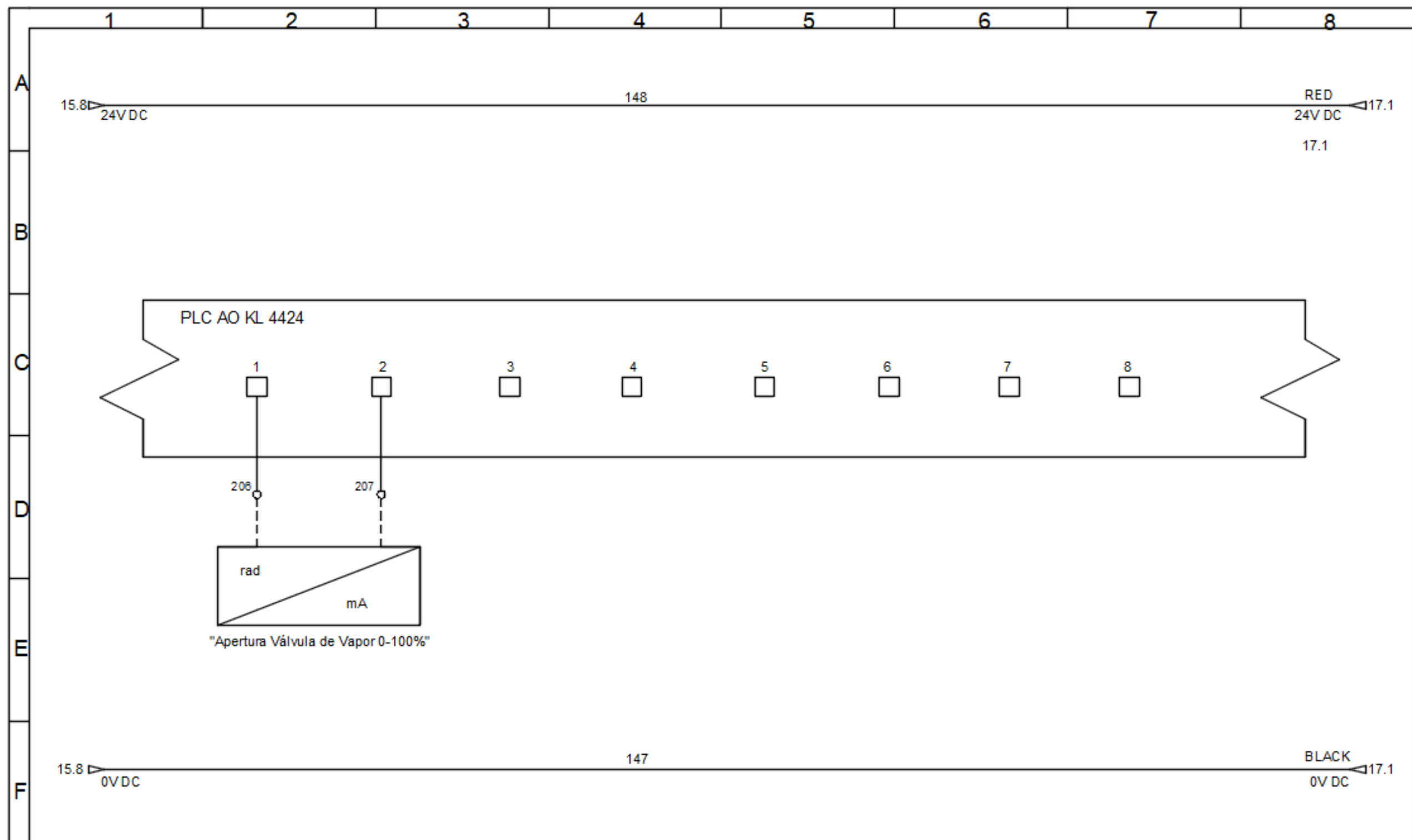
NOTAS		FECHA	NOMBRE	ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS INDUSTRIALES Y TELECOMUNICACIONES UNIVERSIDAD DE CANTABRIA
NÚMERO BORNA = NÚMERO CABLE	DIBUJADO	02/05/2023	JAVIER GUTIÉRREZ ROJAS	
	COMPROBADO	25/06/2023	LUIS GARCÍA RODRIGUEZ	
	ESCALA: S/E	ESQUEMA ELÉCTRICO		Plano Número: PROYECTO 2023-001
				Número de hoja: AL-012
				Sustituido por:





NOTAS		FECHA	NOMBRE	ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS INDUSTRIALES Y TELECOMUNICACIONES UNIVERSIDAD DE CANTABRIA
NÚMERO BORNA = NÚMERO CABLE		DIBUJADO	02/05/2023	
		COMPROBADO	25/05/2023	
		ESCALA:	ESQUEMA ELÉCTRICO	Plano Número: PROYECTO 2023-001
		S/3		Número de hoja: AL-014
				Sustituido por:





NOTAS		FECHA	NOMBRE	ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS INDUSTRIALES Y TELECOMUNICACIONES UNIVERSIDAD DE CANTABRIA
NÚMERO BORNA = NÚMERO CABLE	DIBUJADO	02/05/2023	JAVIER GUTIÉRREZ ROJAS	
	COMPROBADO	25/06/2023	LUIS GARCÍA RODRIGUEZ	
		ESCALA:	ESQUEMA ELÉCTRICO	Plano Número: PROYECTO 2023-001
		S/N		Número de hoja: AL-016
				Sustituido por: