



UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA



ETSI Aeroespacial y Diseño Industrial

UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA

Escuela Técnica Superior de Ingeniería Aeroespacial
y Diseño Industrial

Implementación Eléctrica y de Control para una estación
automatizada de desmoldeo de chocolate

Trabajo Fin de Grado

Grado en Ingeniería Eléctrica

AUTOR/A: Martínez Peiró, Ferran

Tutor/a: Ribó Pérez, David Gabriel

CURSO ACADÉMICO: 2025/2026

Índice:

Resumen Ejecutivo:..... 7

1. Memoria..... 10

1.1. INTRODUCCIÓN	10
1.1.1. Origen del proyecto.....	10
1.1.2. Contexto industrial de producción de chocolates	10
1.1.3. Importancia de la automatización en líneas de producción alimentaria	11
1.1.4. Objetivo del proyecto: Implementación eléctrica y de control	11
1.2 DESCRIPCIÓN DEL DOCUMENTO	12
1.3 DESCRIPCIÓN DE LA MÁQUINA	13
1.4. ARQUITECTURA DEL SISTEMA	15
1.4.1 Control con dos PLCs.....	15
1.4.2. Estructura general del sistema de control	16
1.4.3. Distribución funcional por estación	19
1.4.4. Interfaz Hombre-Máquina (HMI).....	20
1.4.5. Seguridad y control de errores.....	29
1.5. SENSORES Y ACTUADORES	30
1.5.1. Sensores empleados y ubicación	30
1.5.2. Motores.....	33
1.6. DESARROLLO DE LAS FASES DEL PROYECTO	34
1.6.1. Visita a las instalaciones del cliente y determinación de las condiciones.....	34
1.6.2. Elaboración de presupuesto y posterior oferta	34
1.6.3. Diseño mecánico de la estación en 3D	34
1.6.4. Diseño eléctrico atendiendo a las demandas mecánicas	34
1.6.5. Compra del material necesario para el montaje	35
1.6.6. Montaje y cableado según lo diseñado	35
1.6.7. Programación del automatismo	35
1.6.8 Verificación del funcionamiento con el cliente	35
1.7. CONTRIBUCIÓN A LOS OBJETIVOS DE DESARROLLO SOSTENIBLE (ODS)	36

2. Control..... 39

2.1. PARAMETRIZACIÓN	39
2.2. LAZOS DE CONTROL	41
2.3. REDES DE COMUNICACIÓN INDUSTRIALES IMPLEMENTADAS	42
EtherCat como bus principal de control.....	42
Integración de dispositivos Ethernet	43
Implementación de la comunicación Ethernet over EtherCAT (EoE).....	43

3. Cálculos..... 45

3.1. CÁLCULOS ELÉCTRICOS	45
3.1.1. Protecciones	46
3.1.2. Dimensionado de cables	50
3.2 SELECCIÓN DE MOTORES	53
3.2.1 Motores empleados	53
3.2.2. Alternativa motores.....	54
3.2.3. Comparativa	57
3.3 CONSUMOS REALES.....	57



4. Conclusiones	59
5. Anexos	61
5.1. PLIEGO DE CONDICIONES	61
5.1.1 Condiciones técnicas.....	61
5.1.2. Condiciones de control	62
5.1.3. Condiciones de Instalación	63
5.2. PRESUPUESTO	65
Material	65
Diseño e instalación eléctrica	67
Diseño e implementación del control	68
Presupuesto total	68
DOCUMENTACIÓN NECESARIA Y PLANOS ELÉCTRICOS	69



Tabla 1. CPU 505/A.....	16
Tabla 2. Distribución funcional	19
Tabla 3. Acciones pantalla principal.....	21
Tabla 4. Indicador pantalla Principal	22
Tabla 5. Acciones pantalla configuración.....	23
Tabla 6. Acciones pantalla consentimientos	26
Tabla 7. Acciones pantalla Jog cintas	27
Tabla 8. Acciones pantalla Jog robot	28
Tabla 9. Tipo y Ubicación de sensores	30
Tabla 10: Características Motores.....	33
Tabla 11. Descripción elementos bucle de control	42
Tabla 12. Intensidad admisible	51
Tabla 13. Factor de Temperatura	52
Tabla 14. Factor de agrupamiento.....	52
Tabla 15. Especificaciones motores	53
Tabla 16. Comparativa Motores	57
Tabla 17. Armario + elementos de su interior	65
Tabla 18. Motores +Drives +Fuente	66
Tabla 19. Elementos de control.....	66
Tabla 20. Elementos externos al armario.....	67
Tabla 21, Coste implementación eléctrica	67
Tabla 22. Coste diseño eléctrico.....	67
Tabla 23. Coste del diseño e implementación del control	68
Tabla 24. Presupuesto final	68



Ilustración 1. Configuración DIO Safety	17
Ilustración 2. Lógica Safety (software Safety Designer)	18
Ilustración 3. SICK FLX3-CPUC100+ modulo EtherCat.....	19
Ilustración 4. Pantalla principal HMI	20
Ilustración 5. Pantalla Contadores	22
Ilustración 6. Pantalla Configuración	23
Acceso a la pantalla de ajuste puntos del robot (Ilustración 7).....	23
Acceso a la pantalla de tiempos (Ilustración 7).	23
Ilustración 7. Pantalla Conf. pts control	23
Ilustración 8. Pantalla Conf. -> Dinamica Cintas	24
Ilustración 9. Pantalla Conf. -> Tiempos.....	24
Ilustración 10. Pantalla Alarmas	25
Ilustración 11. Pantalla Consentimientos.....	25
Ilustración 12. Pantalla Jog cintas	27
Ilustración 13. Pantalla Jog robot	28
Ilustración 14. Bucle de control (Drive Tuning Guide Keba)	41
Ilustración 15. Esquema comunicaciones simplificado	44
Ilustración 16. Selectividad (Electical calculation tool)	48
Ilustración 17. Filiación (Electical calculation tool)	48
Ilustración 18. Posible Selectividad (Electical calculation tool).....	49
Ilustración 19. ITC-BT 47.....	49
Ilustración 20. Protecciones Schneider para motores.....	50
Ilustración 21. Potencia y consumos (analizador de redes)	57
Ilustración 22. Intensidad media y máxima (analizador de redes).....	58
Ilustración 23. Distribución planta cliente antes del proyecto	63
Ilustración 24. posición máquina.....	63



Fotografía 1. Cinta con sus diferentes estaciones.....	13
Fotografía 2. Estación de recirculación	14
Fotografía 3. CPU 505/A	15
Fotografía 4. Modulo DIO.....	15
Fotografía 5. FLX3-CPUC100	16
Fotografía 6. menú principal HMI	29
Fotografía 7. Sensor Festo SMT-8M-A.....	31
Fotografía 8. Electroválvula	31
Fotografía 9. Sensor inductivo en T	32
Fotografía 10. Sensor inductivo tool.....	32
Fotografía 11. Pistón sin vástago.....	33
Fotografía 12. Diagrama del Auto Tuning (documento de apoyo Keba).....	40
Fotografía 13. Ajuste factor de rigidez según tipo de robot (Drive Tuning Guide Keba)	40
Fotografía 14. Armario eléctrico.....	45

Resumen Ejecutivo:

La finalidad de este TFG es la de crear una solución física que atienda a las necesidades del cliente en una planta de fabricación de chocolate. Debido a la carrera a la que pertenece este trabajo, se centrará en la parte eléctrica y de control automático. En este trabajo de fin de grado se va a abordar la solución aportada por una empresa, a uno de sus clientes; en la que se pretende fabricar la parte final del proceso de creación y empaquetado de tabletas de chocolate. En esta parte se reciben los moldes llenos de las tabletas de chocolate y el cliente quiere desmoldar las tabletas y descartar los moldes mientras el chocolate es seleccionado y puesto en dos cintas según sea su próxima estación.

En concreto, Chocolates Pancraccio desea automatizar varias partes de su cadena de producción y la solución asignada a esta empresa debe conseguir desmoldar las chocolatinas del molde en el que se crean y colocar el chocolate en la cinta correspondiente, según indique el operario. Con los moldes, la estación debe descartarlos si no se ha conseguido sacar todo el chocolate de su interior o recircularlos si están completamente vacíos.

Para llevar a cabo dicha solución, una vez se conoce que determinada empresa quiere automatizar un proceso, se pone en marcha el proceso marcado en el departamento técnico. En primer lugar, se realiza una visita a las instalaciones del cliente para determinar las condiciones. A continuación, se elabora un presupuesto y la posterior oferta, tras lo cual se lleva a cabo el diseño mecánico de la estación en 3D y el diseño eléctrico atendiendo a las demandas mecánicas. Seguidamente, se procede a la compra del material necesario para el montaje y al montaje y cableado según lo diseñado. Una vez completado esto, se realiza la programación del automatismo y la verificación del funcionamiento con el cliente, finalizando con la puesta en marcha en la planta.

En este documento se desglosa el proceso de implementación de la parte eléctrica y de control automático de dicha máquina, diseñada y programada para automatizar el proceso descrito. Se trata de plasmar las partes, de un proyecto real, que estén relacionadas con la ingeniería eléctrica, con un enfoque técnico, poniendo el foco en la parte eléctrica y de control.



Project Overview and Scope

The purpose of this Bachelor's Thesis is to develop a physical solution addressing the needs of a client operating a chocolate manufacturing plant. Given the engineering degree to which this work belongs, it will focus on the electrical and automatic control aspects. This thesis covers the solution provided by a company to one of its clients, aimed at manufacturing the final stage of the chocolate tablet creation and packaging process. At this stage, molds filled with chocolate tablets are received, and the client requires the tablets to be demolded and the molds discarded, while the chocolate is sorted and placed onto one of two conveyor belts depending on its next processing station.

Specifically, Chocolates Pancraccio seeks to automate several stages of its production line. The solution assigned to this company must demold the chocolate bars from the molds in which they are produced and place them onto the appropriate conveyor belt as directed by the operator. Regarding the molds, the station must discard them if not all chocolate has been successfully extracted, or recirculate them if they are completely empty.

To implement this solution, once a company expresses its intention to automate a process, the procedure established within the technical department is initiated. First, a site visit to the client's facilities is conducted to assess the operating conditions. Subsequently, a cost estimate and formal quotation are prepared, followed by the 3D mechanical design of the station and the electrical design in accordance with the mechanical requirements. Thereafter, the necessary materials are procured, and assembly and wiring are carried out as per the design specifications. Upon completion, the automation system is programmed and its operation verified with the client, culminating in the commissioning at the plant.

This document details the implementation process of the electrical and automatic control components of the aforementioned machine, designed and programmed to automate the described process. The aim is to present those aspects of a real-world engineering project related to electrical engineering, adopting a technical approach with a focus on electrical and control systems.

Resumen ejecutivo

La finalitat d'este TFG es la de crear una solució física que atenga a les necessitats del client en una planta de fabricació de chòcolat. Degut a la carrera a la que pertany este treball, se centrarà en la part elèctrica i de control automàtic. En este treball de fi de grau es va a abordar la solució aportada per una empresa a un dels seus clients; en la que es pretén fabricar la part final del procés de creació i empaquetat de tauletes de chòcolat. En esta part es reben els motles plens de les tauletes de chòcolat i el client vol desmotlar les tauletes i descartar els motles mentres el chòcolat es seleccionat i posat en dos cintes segons siga la seua pròxima estació.

En concret, Chocolates Pancraccio desija automatitzar varies parts de la seua cadena de producció i la solució assignada a esta empresa deu aconseguir desmotlar les chòcolatines del motle en el que es creen i colocar el chòcolat en la cinta corresponent, segons indique l'operari. Amb els motles, l'estació deu descartar-los si no s'ha aconseguit traure tot el chòcolat del seu interior o recircular-los si estan completament buits.

Per a dur a terme dita solució, una volta se conéix que determinada empresa vol automatitzar un procés, es pon en marcha el procés marcat en el departament tècnic. En primer lloc, es realisa una visita a les instal·lacions del client per a determinar les condicions. A continuació, s'elabora un presupost i la posterior oferta, tras lo qual es du a terme el disseny mecànic de l'estació en 3D i el disseny elèctric atenent a les demandes mecàniques. Seguidament, es procedix a la compra del material necessari per al muntatge i al muntatge i cablejat segons lo dissenyat. Una volta completat açò, es realisa la programació de l'automatisme i la verificació del funcionament amb el client, finalisant amb la posada en marcha en la planta.

En este document es desglossa el procés d'implementació de la part elèctrica i de control automàtic de dita màquina, dissenyada i programada per a automatitzar el procés descrit. Es tracta de plasmar les parts, d'un projecte real, que estiguen relacionades amb l'enginyeria elèctrica, amb un enfocament tècnic, ponent el foc en la part elèctrica i de control.

1. Memoria

1.1. Introducción

En esta parte del documento se explicarán los puntos fundamentales para entender el proyecto que se plantea.

1.1.1. Origen del proyecto

Una empresa llamada chocolates Pancraccio opera en el sector alimentario español, produciendo distintos tipos de productos, todos basados en el chocolate. Gracias al reconocimiento a la calidad de su producto, ha conseguido que grandes superficies como El Corte Inglés, Harrods o Bergdorf Goodman confíen en ella para comercializar sus chocolates.

Al ser una empresa que se enfoca principalmente en la estética, calidad y exclusividad, no dieron mucha importancia a la productividad por lo que gran parte de su fabricación se realizaba de forma manual.

Tras consolidarse como una empresa referente en su sector y expandirse sobre todo por España, pero también por Europa, la demanda de su producto alcanzó unos niveles que no eran capaces de atender con su modelo de producción inicial. En la búsqueda de mejorar la producción y otros aspectos relacionados con el proceso de fabricación nace este proyecto en el que se trata de cambiar el proceso manual por uno automatizado para satisfacer las demandas de un posible cliente.

En concreto, la parte del proceso de producción que pretende automatizar este proyecto es la que se realizaba una vez se recibe el molde lleno con el chocolate; ósea la recepción de moldes llenos, el posterior desmoldeo del chocolate, gestión de los moldes vacíos y la clasificación del chocolate según el tipo.

Para que se entienda la magnitud del cambio a realizar se va a presentar un esquema simplificado de cómo se realizaba la producción antes de llevar a cabo el proyecto.

1.1.2. Contexto industrial de producción de chocolates

EL chocolatero es un sector de la industria alimentaria muy complejo a causa de su demanda alta y a su estacionalidad, así como debido a las exigentes condiciones de limpieza, higiene o permanencia que se deben tener en cuenta en la fabricación de chocolate. La fabricación de chocolate moldeado, como bombones o tabletas de chocolate, incluye un conjunto de pasos que deben ser ejecutadas de manera correcta, es decir, verter, enfriar, desmoldar, inspeccionar, transportar y empaquetar.

Igualmente, el desmoldeo y el manejo de los moldes es un punto crítico especialmente variado y diferente que se ejecuta con delicadeza, tiempo, ritmo y limpieza para no perjudicar el acabado del producto final. Tradicionalmente, este

paso se ha implementado de forma manual o automática con una alta dependencia de la habilidad del operario, un ritmo de producción muy lento y con un alto riesgo de error o de contaminación.

1.1.3. Importancia de la automatización en líneas de producción alimentaria

La automatización de la industria alimentaria presenta sistemas de producción más eficaces, seguros y consistentes. Más concretamente, los sistemas automatizados aplicados a la producción de chocolate incrementan la velocidad de producción con ciclos repetitivos y sin fatiga humana. Además de mejorar la trazabilidad y el control de calidad al registrar y controlar todas las variables del proceso, disminuyen el riesgo higiénico al reducir la manipulación directa del producto. Por último, implementan sistemas de seguridad funcional tanto para el operario como para el propio sistema.

Por todo ello, la integración de estaciones automatizadas en líneas productivas de chocolates es necesaria para competir en un entorno industrial moderno y regulado.

1.1.4. Objetivo del proyecto: Implementación eléctrica y de control

El objetivo de este Trabajo Fin de Grado es la implementación de eléctrica y de control de la estación automatizada para la gestión de moldes de chocolate, que consta de las etapas funcionales siguientes:

1. Separación de moldes llenos.
2. Desmoldeo automatizado.
3. Clasificación y transporte del chocolate desmoldado.
4. Recirculación de moldes vacíos.
5. Descarte de moldes defectuosos.

El proyecto aborda de forma detallada los siguientes aspectos:

- Diseño de la arquitectura eléctrica de la estación.
- Implementación del sistema de control, basado en una CPU KEBA CP 505/A y un PLC de seguridad SICK FLX3.
- Selección de sensores y actuadores industriales.
- Gestión de señales de seguridad y paradas de emergencia.
- Elaboración de planos eléctricos, cálculos técnicos, presupuesto y documentación técnica asociada.

El objetivo final es garantizar que la estación cumpla con los requisitos de producción, fiabilidad y seguridad exigidos en entornos industriales alimentarios.

1.2 Descripción del documento

El presente documento está organizado de la siguiente manera.

El punto 1, Memoria, tiene seis subsecciones. La primera, Introducción, contextualiza el origen del proyecto, el entorno industrial de la producción de chocolates y la importancia de la automatización en líneas alimentarias, culminando con la definición del objetivo del trabajo. La segunda subsección describe la máquina en su conjunto, detallando los cinco módulos que la componen: separación de moldes, desmoldeo automático, selección y transporte del chocolate, recirculación de moldes vacíos y descarte de moldes defectuosos. La tercera subsección expone la arquitectura del sistema de control, explicando la distribución de responsabilidades entre la CPU KEBA CP 505/A y el PLC de seguridad SICK FLX3, la interfaz HMI y los mecanismos de seguridad y gestión de errores. La cuarta subsección recoge los sensores y actuadores empleados, describiendo su tipología, ubicación funcional y criterios de selección. La quinta subsección desarrolla las fases del proyecto, desde la visita inicial a las instalaciones del cliente hasta la verificación final del funcionamiento en planta. La sexta y última subsección analiza la contribución del proyecto a los Objetivos de Desarrollo Sostenible de la Agenda 2030.

El punto 2, Control, describe el sistema de control de los motores de la estación. Se aborda en primer lugar la parametrización mecánica y eléctrica de los servomotores mediante el software Drivemanager de KEBA, detallando el proceso de Auto Tuning y la configuración de los lazos de velocidad y posición. A continuación, se explica el funcionamiento del bucle de control implementado en cada variador. Por último, se presentan las redes de comunicación industriales utilizadas, con especial atención al protocolo EtherCAT como bus principal de control en tiempo real y a la implementación de Ethernet over EtherCAT (EoE) para la gestión y el diagnóstico de los accionamientos.

El punto 3, Cálculos, recoge los cálculos técnicos del proyecto. Se incluyen los cálculos eléctricos del cuadro, con el dimensionado de protecciones y cables, seguidos de la selección y comparativa de motores a partir de los requisitos cinemáticos impuestos por la producción objetivo del cliente. El apartado concluye con el análisis de los consumos reales obtenidos mediante un analizador de redes conectado a la acometida del cuadro eléctrico.

El punto 4, Conclusiones, recoge las principales reflexiones extraídas del proyecto, tanto desde el punto de vista técnico como económico, identificando los aspectos mejorables detectados durante la ejecución.

Finalmente, el punto 5, Anexos, incluye el pliego de condiciones técnicas, de control y de instalación, así como el presupuesto detallado por partidas del proyecto.

En este documento se desglosa el proceso de implementación de la parte eléctrica y de control automático, de una máquina diseñada y programada para automatizar cierto proceso de producción. Se trata de plasmar las partes, de un proyecto real, que estén relacionadas con la ingeniería eléctrica, con un enfoque técnico. Poniendo el foco en la parte eléctrica y de control.

1.3 Descripción de la máquina

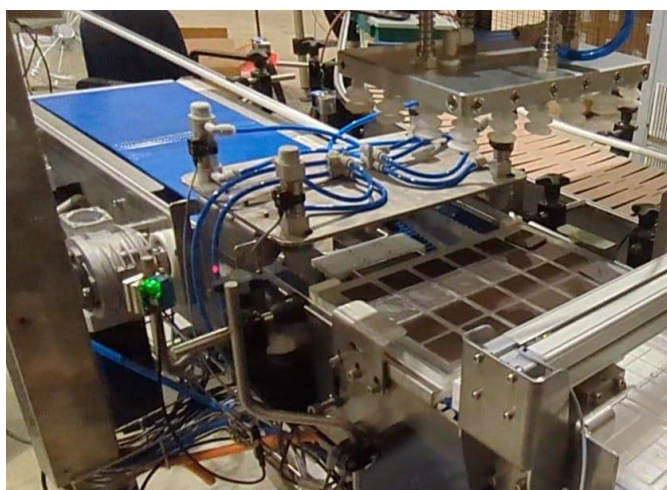
Esta estación automatizada tiene 5 módulos.

1. Separación de moldes llenos

El objetivo de esta primera cinta es crear un espacio entre los dos moldes que llegan de la máquina anterior. Los moldes llegan a la estación de dos en dos, si no los separamos sería muy difícil realizar el desmoldeo por lo que nuestra cinta irá a una mayor velocidad que la de la máquina anterior, lo que generará un espacio entre el par de moldes entrante.

2. Desmoldeo automático

Este módulo es de los más complejos ya que necesita una coordinación muy alta. El molde proveniente de la primera cinta pasa a una segunda cinta con tacos, separados la distancia justa para que quepa el molde; para garantizar que el molde entre en el sitio correcto utilizaremos una fotocélula que detectará el paso del molde. Una vez dentro de la cinta de tacos, avanza hasta donde se sitúan los pistones para el desmoldeo, cuatro arriba y uno grande abajo, la secuencia de estos comienza con la subida del pistón grande y la posterior bajada de los pistones de dos en dos. Esta secuencia dobla el molde y con ello se sueltan las tabletas de chocolate.



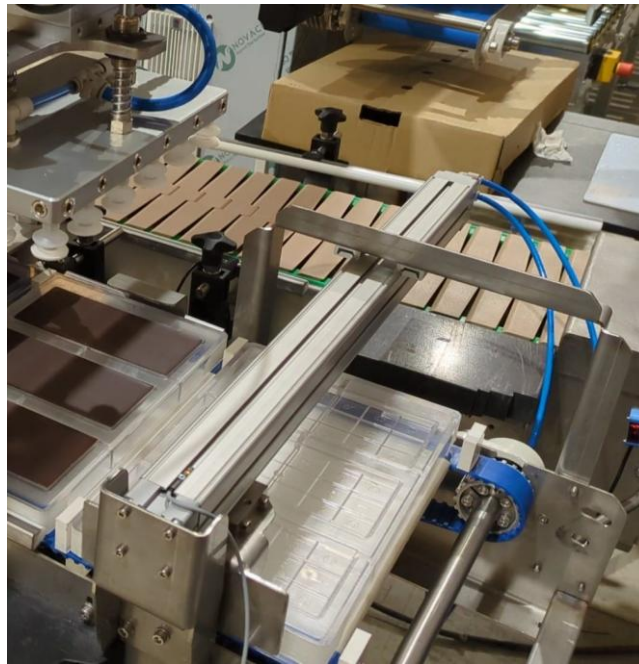
Fotografía 1. Cinta con sus diferentes estaciones

3. Selección y transporte del chocolate

El robot baja desde su posición de espera una vez haya llegado el molde al lugar del pick, se activa el vacío y el robot sube y se desplaza a la máquina que se haya seleccionado por pantalla.

4. Recirculación de moldes vacíos

Después de que el robot haya dejado el molde vacío, este pasa a la siguiente estación, empujado por la cinta de tacos. Al llegar a la altura del pistón sin vástago, este se activa y empuja el molde a la cinta de charnela, que se encuentra pegada a la de tacos. Una vez han cambiado de cinta los moldes son llevados, sobre la cinta de charnela, al inicio de la máquina anterior.



Fotografía 2. Estación de recirculación

5. Descarte de moldes defectuosos

Si se detecta que, tras el pick del robot, el molde no está completamente vacío, el pistón de recirculación no actúa y, al avanzar la cinta, el molde cae en un soporte para que un operario lo revise.

1.4. Arquitectura del sistema

1.4.1 Control con dos PLCs

El sistema de automatización de la estación está diseñado bajo un enfoque modular y seguro, que emplea dos controladores principales:

- CPU de control de procesos: KEBA CP 505/A (control de la automatización principal). Este dispositivo es muy versátil ya que te permite añadirle hasta 4 módulos de entradas y de salidas, tanto digitales como analógicas, de manera muy sencilla con unos pines laterales que facilitan la conexión.



Fotografía 3. CPU 505/A



Fotografía 4. Modulo DIO

- PLC de seguridad: SICK FLX3-CPUC100 (gestión independiente de la seguridad funcional).



Fotografía 5. FLX3-CPUC100

Este enfoque distribuye claramente las responsabilidades entre control de producción y seguridad, permitiendo cumplir con normativas como la ISO 13849 y la IEC 62061.

1.4.2. Estructura general del sistema de control

- CPU principal: KEBA CP 505/A, encargada del control secuencial, lógica de operación, comunicación HMI y gestión de entradas/salidas no críticas.

Características del CP 505/A

Característica	Valor/Descripción
Procesador	ARM Cortex-A9, 800 MHz
Memoria RAM	512 MB DDR3
Memoria flash	512 MB eMMC (expansible vía tarjeta SD)
Puertos de comunicación	2x Ethernet (1 Gbps), USB, RS232, EtherCAT maestro
Sistema operativo	KeControl/LinuxRT (tiempo real)
Interfaces de programación	IEC 61131-3 (Codesys/KeStudio), C/C++, Python opcional
Entradas/Salidas integradas	8 DI / 8 DO rápidas (24V)
Certificaciones	CE, UL, RoHS, IP20

Tabla 1. CPU 505/A

- PLC de seguridad: SICK FLX3-CPUC100, que supervisa exclusivamente los dispositivos de seguridad como las setas de emergencia, barreras ópticas y finales de carrera redundantes.
- Relación entre controladores:
 - El PLC de seguridad comunica a la CPU de KEBA una única señal digital de estado: “Safety OK”.

- Si esta señal está activa, la CPU de KEBA ejecuta su ciclo normal.
- Si la señal cae, la CPU entra en estado seguro (parada de control), aunque los actuadores ya habrán sido bloqueados por el PLC de seguridad.

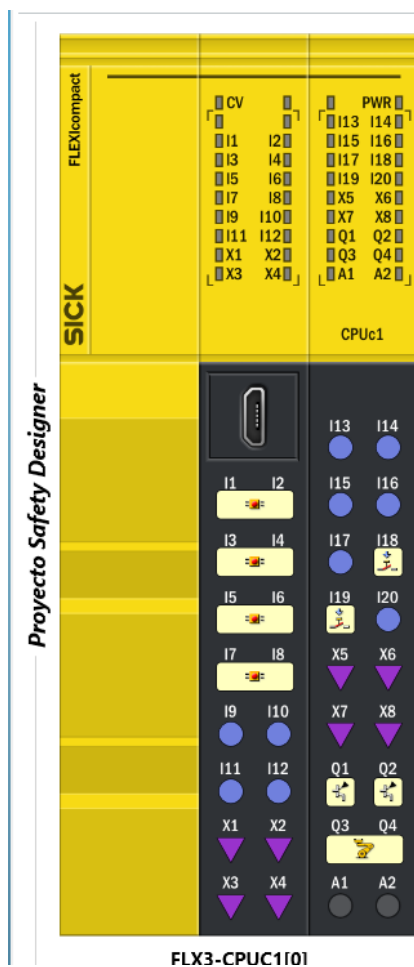


Ilustración 1. Configuración DIO Safety

- Setas de emergencia: conectadas exclusivamente al PLC de seguridad (SICK). Su activación interrumpe la alimentación de salidas críticas a través de relés de seguridad (STO).
- Botones de reset:
 - Conectados en paralelo tanto al SICK FLX3 como a la CPU de KEBA.
 - El PLC de seguridad evalúa el reset para habilitar el estado “marcha”.
 - La CPU de KEBA usa esta señal para reiniciar el estado operativo interno y mensajes en HMI.

Esto asegura un doble nivel de verificación: seguridad física y lógica de control.

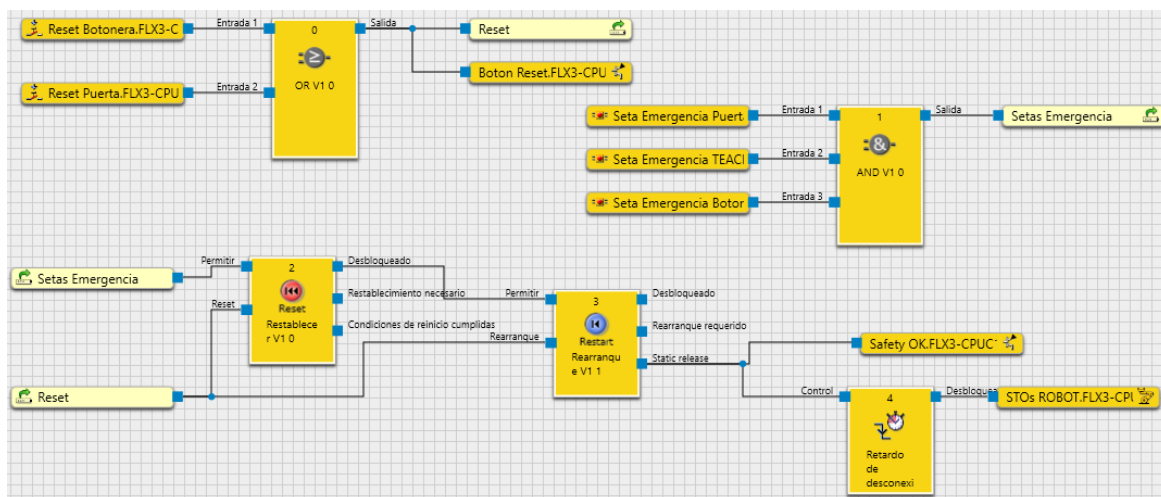


Ilustración 2. Lógica Safety (software Safety Designer)

1.4.2.1. Arquitectura del sistema alternativa

La elección de la estructura y de la marca del sistema de control se debe a que la programación de la estación no es excesivamente compleja, lo que permite prescindir de la conexión entre los dos PLCs. Además, la empresa que realiza este proyecto es también distribuidora en exclusiva de la marca Keba en España, lo que le permite unos precios más ajustados que otras marcas de automatización.

Una vez vista la arquitectura usada en el proyecto veamos alguna otra alternativa que desarrolle la misma función. En el mercado hay multitud de marcas que ofrecen soluciones para el control de automatismos, yo me he decidido por Beckhoff porque también se usa en la empresa que diseña este proyecto.

Opción 1

Controlador principal:

- Beckhoff CX-5140 (Embedded PC) con sistema operativo Windows Embedded + entorno de automatización TwinCAT 3.
- Tarjetas de expansión para E/S locales, comunicación EtherCAT y Profinet.

PLC de seguridad (integrado):

- Módulos *Beckhoff TwinSAFE* acoplados directamente al bus EtherCAT.
- La lógica de seguridad (setas de emergencia, barreras, resets) está gestionada desde los módulos *TwinSAFE*, con intercambio de señales con el controlador principal mediante Safety over EtherCAT (FSoE).

Esta es una alternativa bastante común a la arquitectura usada en el proyecto real. El principal cambio reside en que las entradas y salidas de seguridad también son controladas por la CPU principal. Esto complica ligeramente la programación, pero resulta más económico.

Opción 2

Por encima de la opción 1 existe otra más cómoda y completa, que consiste en contar con dos PLCs diferentes, cada uno con su programación, y conectarlos para que el PLC principal tenga conocimiento de todo lo que ocurre con las entradas y salidas del PLC de seguridad, manteniendo las funciones separadas.

Además, es una mejora que se realiza muy fácilmente a nivel de hardware ya que, en el caso de la arquitectura elegida por la empresa, solo es necesario añadir un módulo de conexión EtherCat al PLC de la marca Sick y conectarla a la CPU principal.



Ilustración 3. SICK FLX3-CPUC100+ modulo EtherCat

1.4.3. Distribución funcional por estación

Módulo	Elementos controlados	Comunicación
1. Separación de moldes	Fotocélula de entrada, motor cinta	Entradas DI+ EtherCAT
2. Desmoldeo	Cilindros neumáticos, fotocélula, motor, sensores magnéticos para cilindros, cinta tacos	DO + DI+ EtherCAT
3. Selección/transporte	Servomotores, LEM	EtherCAT + DO+ DI
4. Recirculación moldes	Pisto sin vástago	DO+ EtherCAT
5. Transferencia final	Motor cinta tacos, fotocélula	EtherCAT+ DI

Tabla 2. Distribución funcional

1.4.4. Interfaz Hombre-Máquina (HMI)

Para el diseño y la implementación del HMI se ha usado el software FS studio junto con una pantalla de la marca Kite de 10". Gracias a este software se han podido crear todas las pantallas que requiere el automatismo con las acciones que podía realizar el operario encargado de la máquina.

Estas son algunas de las funciones generales que se pueden realizar desde el HMI

- Visualización de variables.
- Elección de destino del robot.
- Alarmas y diagnóstico.
- Modo mantenimiento.
- Modificación de ciertos parámetros
- Diferentes niveles de acceso
- Posibilidad de acceso remoto mediante wifi o red industrial.

Entrando más en detalle se va a explicar que funciones tiene cada botón de las diferentes pantallas que existen y cuál es la jerarquía de estas.

1. Pantalla principal



Ilustración 4. Pantalla principal HMI

Tras encenderse la pantalla esta es la interfaz que se muestra al operario y la que tiene las acciones más usadas en funcionamiento normal. Es una de las pocas pantallas desde las que se puede acceder a cualquier menú.

Empezando por la parte superior izquierda, encontramos dos botones que permiten seleccionar el lugar al que se dirigirá el robot tras coger las chocolatinas del molde.

En la fila de "consentimientos" se muestra el estado de las señales que se intercambian con máquinasDistancias inmediatamente anteriores y

posteriores. En este caso, aguas arriba se encuentra el “túnel”, si el símbolo de este consentimiento es un aspa roja quiere decir que no se recibirá producto porque algo sucede con la máquina. Aguas abajo están la “volteadora” y la “Ulma” que hará aparecer un aspa roja en la pantalla si no están listas para recibir producto.

La fila con el título “Estado baipás automático” indica si se ha activado el baipás automático y cuál de las dos máquinas ha sido la causante de la activación. Pudiendo forzar este funcionamiento mediante la pulsación mantenida del botón de forzado.

La fila más inferior tiene dos elementos, “Descarte lleno:” y Cinta Buffer lleno” en los cuales aparecerá tick verde cuando se cumpla una de las dos afirmaciones anteriores.

En el espacio con título “Consentimiento Enfriador” se halla un botón que permite el forzado de la señal, que se envía al enfriador, para indicar el estado del consentimiento. Al mantener el botón pulsado durante 10 segundos, el enfriador alimentará la máquina sea cual sea el estado de esta.

En la esquina superior derecha se encuentra el espacio donde se representa la posición actual del robot mediante sus coordenadas cartesianas en X, el eje horizontal, y en Z, el eje vertical.

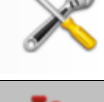
	Acceso a la venta “pop up” de errores y emergencias
	Acceso al menú de configuraciones.
	Da acceso a la pantalla principal de contadores.
	Acceso a la 1ª pantalla de movimiento en modo manual
	Información
	Al pulsar este icono se abre la pantalla de configuración de la sección en la que se encuentre el símbolo.
	El accionamiento de este icono vuelve a conduce a la pantalla principal.

Tabla 3. Acciones pantalla principal

Vel Robot % -123

En esta parte de la pantalla se puede ver el porcentaje de la velocidad máxima al que está trabajando el robot.

Tabla 4. Indicador pantalla Principal

2. Contadores

En esta página se gestiona la información correspondiente al número de moldes procesados y descartados.

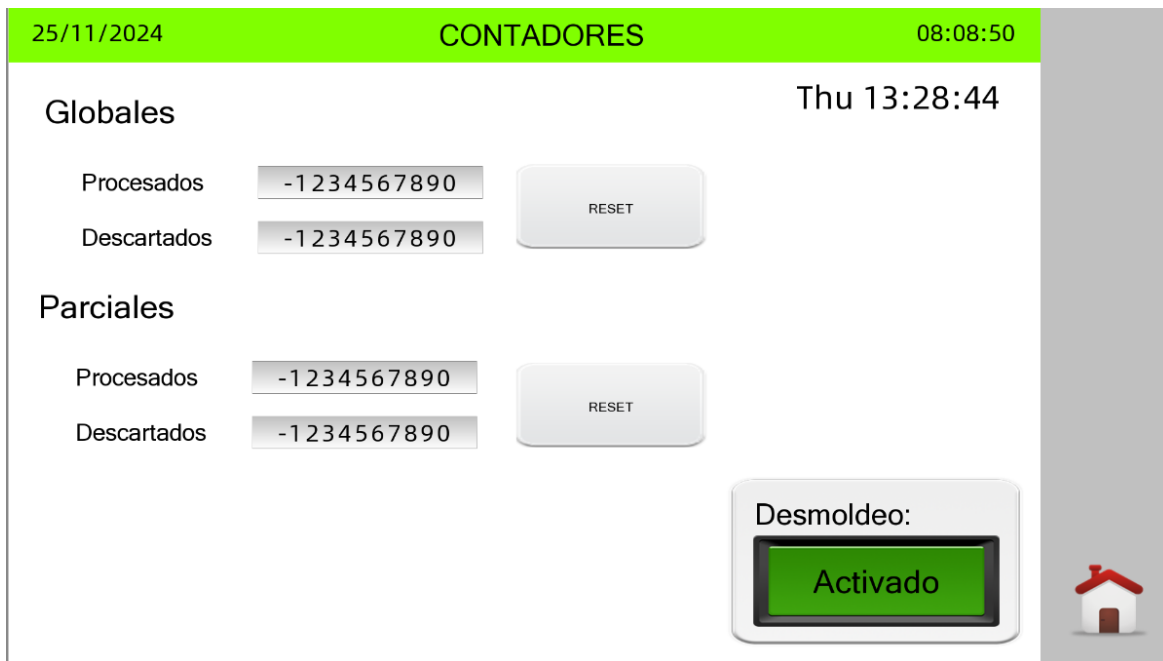


Ilustración 5. Pantalla Contadores

Con los botones de “reset” se pone a cero el contador correspondiente. Y el botón en el área de “Desmoldeo” activa o desactiva el pistón inferior del módulo de desmoldeo.

3. Configuración

En esta pantalla se muestran los accesos a las pantallas de configuración de diferentes partes de la máquina.



Ilustración 6. Pantalla Configuración

Ajuste puntos del robot	Acceso a la pantalla de ajuste puntos del robot (Ilustración 7).
Dinamicas de las cintas	Acceso a la pantalla de dinámica de cintas (Ilustración 8).
Tiempos	Acceso a la pantalla de tiempos (Ilustración 8).
	Acceso pantalla debug, este icono solo aparece para el nivel de usuario más alto el cual no se facilita al cliente

Tabla 5. Acciones pantalla configuración

Ajuste puntos de control



Ilustración 9. Pantalla Conf. pts control

Dinámica de las cintas

25/11/2024		DINAMICAS CINTAS			08:08:50
		Velocidad	Aceleracion	Deceleracion	
Entrada	Normal:	-1 2 3 4	-1 2 3 4	-1 2 3 4	
	Rapida:	-1 2 3 4	-1 2 3 4	-1 2 3 4	
	Man:	-1 2 3 4	-1 2 3 4	-1 2 3 4	
Estaciones	Auto:	-1 2 3 4	-1 2 3 4	-1 2 3 4	
	Man:	-1 2 3 4	-1 2 3 4	-1 2 3 4	
Volteador		-1 2 3 4	-1 2 3 4	-1 2 3 4	
	Man:	-1 2 3 4	-1 2 3 4	-1 2 3 4	
Extraccion		-1 2 3 4	-1 2 3 4	-1 2 3 4	
	Man:	-1 2 3 4	-1 2 3 4	-1 2 3 4	



Ilustración 10. Pantalla Conf. -> Dinamica Cintas

En cada casilla se puede establecer el valor de la magnitud correspondiente. Columna izquierda velocidad en m/s, columna central aceleración y columna derecha deceleración. Las diferentes agrupaciones de filas se corresponden con las diferentes cintas que se pueden encontrar en la máquina.

Tiempos

25/11/2024		TIEMPOS		08:08:50
Distancia de posicionado de la cinta de estaciones tras leer la ftc. establece la posicion de la bandeja:	Dos pastillas	-1 2 3 4	Una pastilla	-1 2 3 4
Tiempo que esperamos a comenzar el movimiento de posicionado de la bandeja tras leer la ftc de entrada:		1 2 3 4		
Tiempo que permaneces activado el piston de empuje de las bandejas al buffer:		1 2 3 4		
Numero de fallos de vacio para activar aviso:		1 2 3 4		
Tiempo para parada de la cinta de entrada, si hay bandeja en ftc, deteccion de bloqueo en entrada tunel robot:		-1 2 3 4		
Tiempo retardo secuencia robot para descarga de napolitanas:		1 2 3 4 5		



Ilustración 11. Pantalla Conf. -> Tiempos

4. Alarmas

Esta pantalla es accesible desde la mayoría de las interfaces y muestra las alarmas que se han generado desde la última vez que se pulsó el botón mecánico azul de cualquiera de las botoneras.

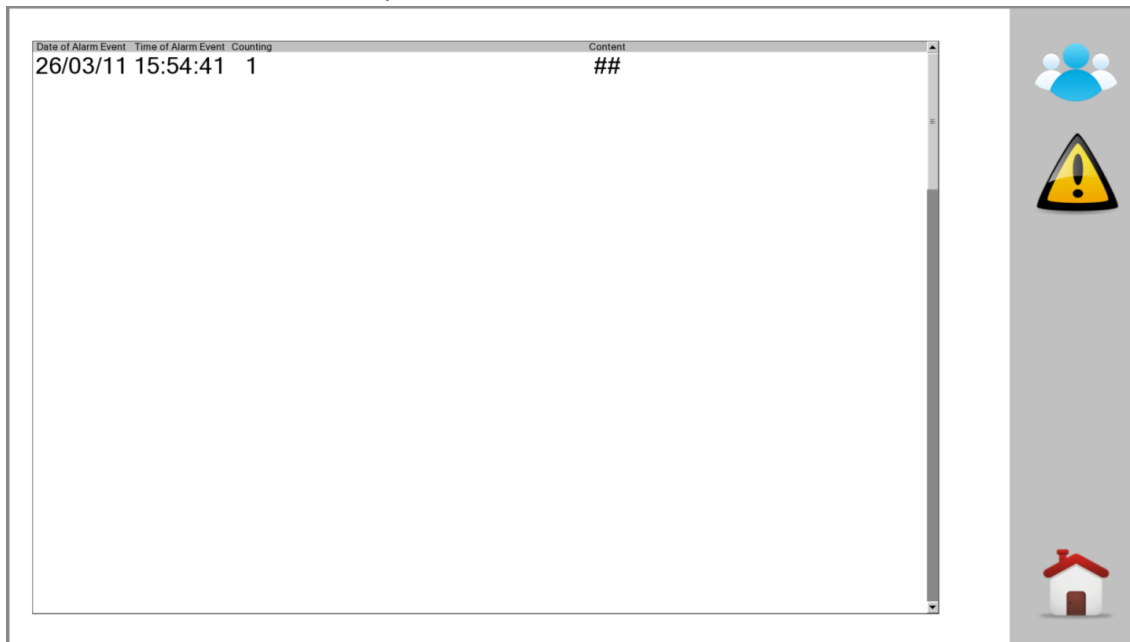


Ilustración 12. Pantalla Alarmas

En la pantalla irán apareciendo las alarmas en el orden en el que vayan ocurriendo, con su número y descripción.

5. Consentimientos

En esta pantalla se ofrece más información sobre las señales de consentimiento que intercambia la máquina con las máquina posteriores y anteriores.

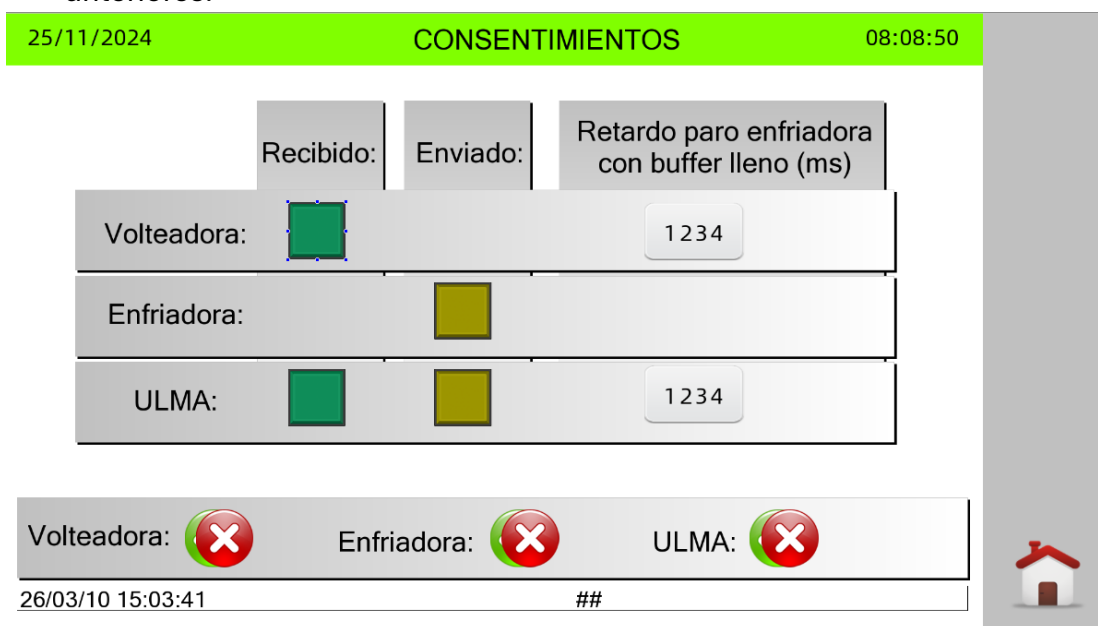


Ilustración 13. Pantalla Consentimientos

La barra inferior nos da la misma información que la barra de consentimientos que encontramos en la pantalla principal.

	Entrada consentimiento en NO recibida.
	Entrada consentimiento en recibida.
	Salida consentimiento NO emitida.
	Salida consentimiento emitida.
	El valor que se introduzca en estas casillas será el tiempo, en milisegundos, que pasa desde que se desactiva la entrada de consentimiento, hasta que el programa desactive la salida de consentimiento a la enfriadora.

Tabla 6. Acciones pantalla consentimientos

6. Movimiento en Jog

Tras pulsar el icono correspondiente en la pantalla principal se muestra la siguiente interfaz.

La función principal de esta pantalla es poder mover los motores encargados de las cintas de manera fácil e intuitiva, para ello se debe activar el modo manual mediante la pulsación del botón indicado. Cada rectángulo delimitado con una línea discontinua representa un motor diferente, y las dos flechas que se encuentran en el interior accionan el motor en una dirección cada una.

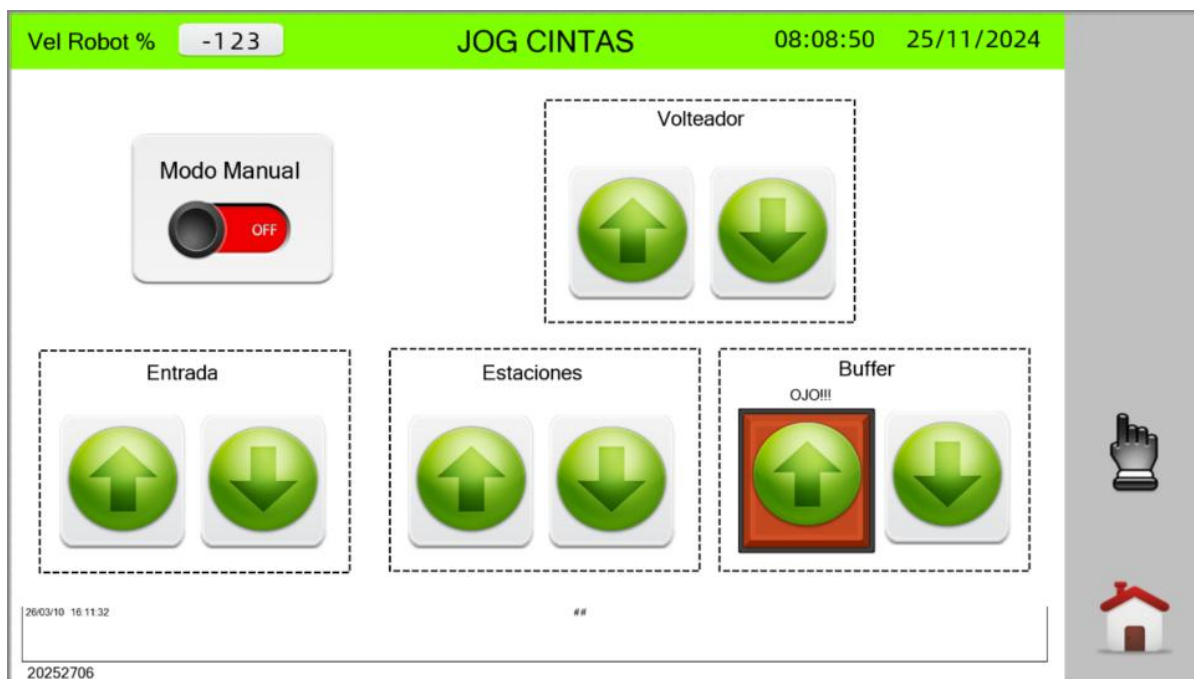


Ilustración 14. Pantalla Jog cintas

	La flecha con un fondo naranja esta resaltada debido a que la cinta que mueve ese motor tiene un sentido de giro específico y si se hace girar pulsando esta flecha puede romper el mecanismo.
	Al pulsar este icono en esta pantalla se abrirá una pantalla del mismo tipo, pero para el manejo del robot cartesiano.
	El accionamiento de este icono vuelve a mostrar la pantalla principal.

Tabla 7. Acciones pantalla Jog cintas

Esta pantalla es similar a la anterior pero enfocada al movimiento del robot cartesiano.

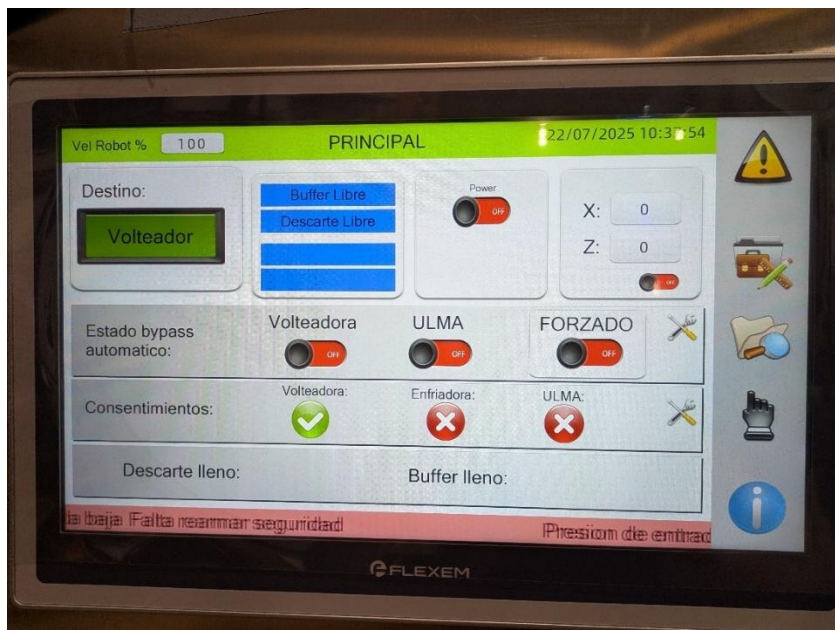


Ilustración 15. Pantalla Jog robot

El principal añadido con respecto a la anterior es la posibilidad de realizar un referenciado de diferentes elementos del robot.

Referenciado - Completo - Completo - Solo X - Solo Z	Aquí se deberá seleccionar de que se quiere hacer el referenciado, si de los dos ejes o de uno de los dos.
Ejecuta Referenciado	Al pulsar este icono se procederá a realizar el referenciado de lo que se haya seleccionado. Se debe tener especial cuidado ya que esto implica el movimiento del robot cartesiano.
EV Tool OFF	Cambio de estado forzado de la aspiración del tool.

Tabla 8. Acciones pantalla Jog robot



Fotografía 6. menú principal HMI

1.4.5. Seguridad y control de errores

Se utilizan contactos NC (normalmente cerrados) en dispositivos de seguridad porque, ante cualquier fallo (rotura de cable, pérdida de tensión o desconexión), el circuito se abre automáticamente, deteniendo la máquina. Esto garantiza un principio de seguridad por fallo a estado seguro, ya que el sistema interpreta la ausencia de señal como una condición de parada, evitando riesgos para las personas y la instalación.

Hay dos maneras de parar el funcionamiento normal de la máquina.

1. Botón de paro

Este contacto solo está conectado eléctricamente a la CPU, principal que, al dejar de recibir esa señal, detiene el proceso tras ejecutar la última línea de código en la que se encuentre cada programa y devuelve el robot a su posición inicial. Por su funcionamiento esta es una parada que se usa en casos en los que todo esté controlado y no haya peligro.

2. Dispositivos de emergencia

En este grupo encontramos las setas de emergencia y las bisagras que detectan la apertura de las protecciones. Estos contactos están eléctricamente conectados exclusivamente al PLC de seguridad. Este PLC está programado para que, al detectar una desactivación de la señal de cualquiera de los dispositivos de seguridad, se desactive la señal de “safety ok”, que se envía a la CPU principal. Medio segundo más tarde, se desactivan las STO, que provocan una parada inmediata de todos los motores.

1.5. Sensores y actuadores

El sistema de sensorización de la estación automatizada tiene como objetivo fundamental proporcionar información precisa y en tiempo real sobre la posición de los elementos móviles, la presencia de objetos, y la detección de condiciones anómalas que podrían comprometer la integridad del proceso o de los componentes. Esta sensorización es clave para garantizar un funcionamiento seguro, continuo y eficiente del sistema de automatización, especialmente en un entorno dinámico como el de una línea de producción de chocolates con moldes

La sensórica instalada se agrupa en función de la zona o función que supervisa, y su selección responde tanto a criterios de rendimiento técnico, como de compatibilidad industrial (normativa IP, salida PNP/NPN, tiempo de respuesta, inmunidad a la suciedad, etc.).

1.5.1. Sensores empleados y ubicación

A continuación, se detalla el tipo de sensores utilizados y su ubicación funcional:

Sensor	Tipo	Marca / Modelo	Función principal
Fotocélulas réflex	Óptico (réflex)	Sick (para objetos transparentes)	Detección de presencia de moldes.
Fotocélula	Reflexión sobre objeto	Sick	Posición cinta de tacos.
Sensor magnético para cilindro	Magnético lineal	Festo SMT-8M-A	Detección de posición inicial de cilindros neumáticos en desmoldeo.
Sensor inductivo de proximidad	Inductivo en T	Festo	Finales de carrera de ejes cartesianos (X y Z) del robot (NC).
Sensor inductivo	Inductivo enrasado	Sick	Supervisión de bajada excesiva del eje Z por colisión.

Tabla 9. Tipo y Ubicación de sensores

A continuación, se describe en qué parte del proceso se encuentra cada sensor y qué función cumple:

1. Módulo de separación de moldes

Fotocélula réflex Sick colocada a la entrada de esta sección detecta la llegada de moldes con contenido. Al detectar la presencia, activa el motor de la cinta de entrada.

2. Módulo de desmoldeo

Sensores *Festo SMT-8M-A* instalados en el cuerpo de los cilindros neumáticos (posición recogida). Aseguran que los cilindros estén en posición inicial antes de iniciar un nuevo ciclo para evitar colisiones en la cinta.



Fotografía 7. Sensor Festo SMT-8M-A

La electroválvula monoestable *Festo*, con regulación en la parte del escape nos permite regular de manera óptima la velocidad de los pistones, y junto con la presión variable que nos permite el presostato regulamos la fuerza con la estos doblan el molde.



Fotografía 8. Electroválvula

3. Robot cartesiano (módulo de selección y recogida)

Sensores inductivos en T colocados en los extremos de los ejes X y Z actúan como finales de carrera seguros para el movimiento del robot.



Fotografía 9. Sensor inductivo en T

El sensor inductivo en el *tool* detecta si el cabezal ha descendido más de lo debido (por ejemplo, si no encuentra el molde en su sitio o si se ha deformado), deteniendo la operación.



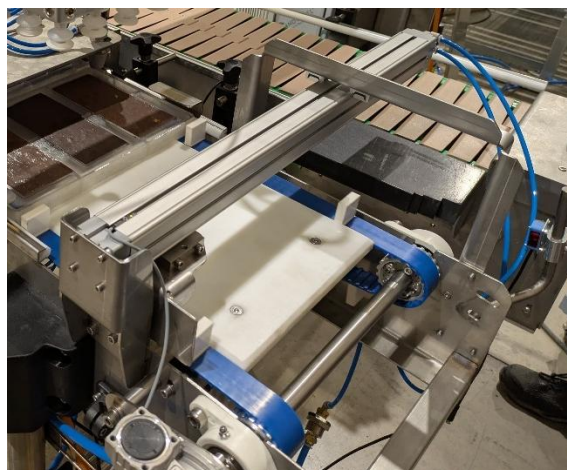
Fotografía 10. Sensor inductivo tool

4. Recirculación moldes

Sensor *Festo SMT-8M-A* para la detección de la posición inicial del pistón sin vástago.

Fotocélula de detección sobre objeto, detecta los tacos para saber cuándo la cinta ha avanzado una posición.

Pistón sin vástago Festo, empuja los moldes a la cinta de charnela comandado por el mismo modelo de electroválvula que los pistones de desmoldeo.



Fotografía 11. Pistón sin vástago

1.5.2. Motores

La estación automatizada necesita actuadores eléctricos de alta precisión y fiabilidad para los movimientos del robot cartesiano y las cintas transportadoras auxiliares. Con esta finalidad, se han seleccionado *motores síncronos de imanes permanentes* (PMSM) modelo *KeDrive DMS2* de la marca *KEBA*, que ofrecen un buen rendimiento en cuanto a eficiencia, precisión y compacidad a la par que están totalmente integrados con la plataforma de control *KEBA*.

Los motores PMSM resultan ser ideales para esos entornos industriales donde se necesita un control exacto, tanto de la ubicación como de la rapidez, sin dejar de lado una respuesta dinámica sobresaliente y un mantenimiento mínimo. Esto se debe principalmente a que estos motores dejan de lado las escobillas, lo que lleva a una función más eficiente y menos ruidosa en comparación con los motores asíncronos tradicionales.

En la estación encontramos cuatro modelos diferentes de motor, pero todos dentro de la denominación *Kedrive DMS2*, como se indica en la siguiente tabla:

	P_N (W)	n_N (rpm)	T_N (Nm)	I_N (A)	T_{max} (Nm)	I_{max} (A)
Cintas	690	3000	2.2	1.5	8.5	7.3
Charnela	1255	6000	2	2.7	8.5	14.7
Volteo	380	3000	1.2	0.83	5	4
Eje X	1300	6000	2	2.5	14	20
Eje Z	1255	6000	2	2.7	8.5	14.7

Tabla 10: Características Motores

Las referencias específicas de cada modelo son las siguientes:

Cinta de entrada y cinta de tacos: KEBA DMS2-070-0024-30-B05MG1-Q000-0

Cinta Charnela: KEBA DMS2-070-0024-60 -B05MG1-Q000-1

Cinta de volteo: KEBA DMS2-058-0012-30-B03MG1-Q000-0

Eje X: KEBA DMS2-091-0035-60-B05MP2-Q000-0

Eje Z: KEBA DMS2-070-0024-60-B13MG1-Q000-1

1.6. Desarrollo de las fases del proyecto

El proyecto comenzó en el momento en que el cliente transmite su intención de hacer más eficiente la estación de manipulación y desmoldeo de chocolates. A partir de ahí, se organizó en una serie de fases muy claras, cada una pensada para que la solución final no solo cumpliera con las especificaciones técnicas, sino que también encajara en el entorno de producción real.

1.6.1. Visita a las instalaciones del cliente y determinación de las condiciones

Primeramente, se visitaron las instalaciones del cliente. Esa etapa dio la oportunidad de ver el proceso tal como es y de anotar en qué puntos había que enfocarse. Se vieron las zonas críticas, chequeando el espacio útil, se siguieron las trayectorias de los moldes y revisamos qué conexiones eléctricas están al alcance. También se establecieron las metas de producción, las exigencias de seguridad y los parámetros de calidad. Además, se hicieron el croquis, fotos y anotaciones.

1.6.2. Elaboración de presupuesto y posterior oferta

Con los datos recogidos durante la visita, se preparó un presupuesto desglosado por etapas del proyecto. En éste se incluyeron los equipos eléctricos, los componentes electrónicos, y además las horas de ingeniería requeridas para el diseño, la programación y la puesta en marcha. Se entregó al cliente el presupuesto junto con una oferta técnica que detallaba las sugerencias con las soluciones y los beneficios que la automatización aportaría al proceso. Esta fase es fundamental para que tanto el cliente, como el equipo, coincidamos en las expectativas, en los plazos y en los costes.

1.6.3. Diseño mecánico de la estación en 3D

Una vez aceptada la oferta, la siguiente fase se basó en el diseño mecánico. Mediante software *SolidWorks* se modelaron los cinco módulos principales de la estación: la separación de moldes, el desmoldeo, la selección, el transporte y la recirculación. Este diseño permitió anticipar posibles interferencias, optimizar los soportes y definir los recorridos exactos de los moldes, cilindros neumáticos *Festo* y el robot cartesiano. Gracias a las simulaciones, se consiguieron hacer ajustes previos que evitaron algunos problemas en la fase de montaje. En esta fase también se diseñaron piezas clave para el proyecto como la placa de soporte de las ventosas, ubicada en el *tool*.

1.6.4. Diseño eléctrico atendiendo a las demandas mecánicas

A partir del modelo 3D y las especificaciones mecánicas, se procedió con el diseño del entramado eléctrico. Se definieron los esquemas, se dimensionaron cables, protecciones y se planificó la disposición de los elementos dentro del cuadro eléctrico. En esta fase, se tuvo en cuenta la arquitectura de control basada en la

CPU KEB CP 505/A, el PLC de seguridad SICK FLX3-CPUC100, los servodrivs KeDrive DMS2 y todos los sensores (fotocélulas, inductivos y de posición). Esta etapa fue clave para asegurar una conjunción perfecta entre la parte mecánica y la automatización.

1.6.5. Compra del material necesario para el montaje

Una vez aprobado el diseño, se elaboró la lista de materiales y se procedió a la compra de todos los componentes. Se valoró la sustitución de los componentes elegidos en el diseño que no estaban en stock por otros que ya hubiera en stock, tales como cables, bornes y carriles DIN, o motores, drives y sensores. Se controlaron los plazos de entrega de cada proveedor para que el proyecto avanzara sin retrasos. Pese a la buena organización, se tuvo que pedir bastante material durante el montaje, debido a condiciones que no se tuvieron en cuenta como, por ejemplo, que los moldes son transparentes y las fotocélulas normales no son capaces de detectarlos.

1.6.6. Montaje y cableado según lo diseñado

Esta parte requirió mi implicación máxima. El montaje del cuadro eléctrico y el cableado interno fueron fases muy meticulosas. Cada componente fue instalado siguiendo el diseño, etiquetando cables y conexiones para facilitar la verificación posterior. Paralelamente, se realizó el cableado de los sensores, los cilindros neumáticos, los servodrivs y los dispositivos de seguridad. Antes de llevar el cuadro a las instalaciones del cliente, se realizaron pruebas de comunicación entre la CPU, el HMI y el PLC de seguridad para garantizar que todo estaba en orden.

1.6.7. Programación del automatismo

Una vez que el ensamblaje llegó a un punto en el que era factible dar inicio a las evaluaciones, se trabajó en la programación del sistema de control. Esto incluyó la secuencia de desmoldeo, la lógica de seguridad, el control de los motores síncronos KeDrive DMS2 y la comunicación por EtherCAT. Esta última se llevó a cabo con el propio programa de la CPU de Keba llamado *KeStudio*, basado en *Codesys*. También se diseñaron las pantallas del HMI para que los operarios pudieran monitorizar y gestionar la estación de forma intuitiva. Las simulaciones de prueba fueron cruciales para corregir fallos antes de implementarlo en el ambiente real.

1.6.8 Verificación del funcionamiento con el cliente

Una vez se instaló la estación, comenzamos las pruebas colaborativas junto al cliente para garantizar que cada sección del proceso respondiera como se esperaba. A través de las fotocélulas *SICK*, comprobamos la detección de moldes, probamos el rendimiento del robot cartesiano, y sincronizamos los circuitos de recirculación de moldes vacíos. Durante esos días, el enfoque estuvo en los detalles: modificar ligeras temporizaciones y ajustar puntos de parada. También

sirvió para que el cliente pidiera nuevas funciones que no se contemplaron al inicio, tales como contadores de producción totales y relativos.

1.7. Contribución a los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS)

La producción de chocolate requiere muchos pasos. Estos pasos deben ser manejados correctamente. Si no se hacen bien, pueden ser caros e inseguros. Además, pueden dañar el medio ambiente. La instalación de estaciones automatizadas es un avance técnico importante. Este avance ayuda a que el futuro sea más responsable. También está alineado con los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) de la ONU de la Agenda 2030. El proyecto se basa en tres pilares fundamentales. Estos pilares son: usar energía de manera eficiente, garantizar la seguridad en el trabajo y fomentar la innovación. Usar energía de manera eficiente ayuda a cuidar el planeta. Garantizar la seguridad en el trabajo protege a las personas.

Es específico, este proyecto se relaciona con cinco ODS de la agenda 2030, que son los siguientes:

A) **ODS 8: Trabajo decente y crecimiento económico**

El ODS 8 se basa en promover el crecimiento económico sostenido, inclusivo y sostenible. El ODS 8 no se trata solo de un aumento del trabajo, sino de mejorar sus condiciones a la vez que se fomenta un crecimiento justo y respetuoso con el medio ambiente. Teniendo en cuenta que el objeto principal de este trabajo de fin de grado es la automatización de procesos repetitivos, los cuales pueden llegar a ser muy cansados y desgastantes, esta propuesta contribuye a liberar a las personas de tareas monótonas y duras físicamente. Lo que favorece, a su vez, a crear entornos de trabajo más seguros y ergonómicos, donde el riesgo de lesión baja considerablemente.

Además, la implementación de estaciones automatizadas puede aumentar la productividad, ya que da la oportunidad a la empresa de producir más, evitando errores y reduciendo desperdicios. Esto no sólo hace crecer el negocio, sino también crea empleos más cualificados, como mantenimiento, programación o supervisión. En definitiva, trabajos que aportan más valor y mejores condiciones.

B) **ODS 9: Industria, innovación e infraestructura**

El ODS 9, se basa en construir infraestructuras resilientes, promover la industrialización inclusiva y sostenible, y fomentar la innovación. Este ODS guarda relación con este proyecto por integrar tecnología puntera: un PLC KEBA CP 505/A que actúa como cerebro del sistema, un PLC de seguridad SICK FLX3, sensores de última generación y motores síncronos KeDrive DMS2, todo conectado mediante una arquitectura moderna basada en EtherCAT.

No se trata simplemente de actualizarse, sino de avanzar hacia la Industria 4.0 basada en la digitalización, conectividad y eficiencia. Con este nivel de automatización no solo se gana en rendimiento, sino que también se aprovechan mejor los recursos. Se desperdicia menos, se consume menos y se trabaja con más inteligencia.

c) ODS 12: Producción y consumo responsables

El ODS 12 anima a cambiar la forma en que producimos y consumimos. Debemos optar por opciones más responsables que valoren la eficiencia, la reutilización y el cuidado del medio ambiente en cada etapa del proceso. Es importante para reducir la presión en nuestros ecosistemas y garantizar un futuro sostenible para las próximas generaciones. Aquí entra en juego algo clave: la precisión. Gracias al control automatizado, los chocolates llegan perfectos: sin deformaciones, sin roturas. Y eso reduce mermas, que en otras condiciones pueden ser muy altas. Por si fuera poco, los motores de alto rendimiento y la optimización de ciclos hacen que el consumo energético baje. Y como guinda, el sistema recircula los moldes, fomentando la reutilización y evitando el desperdicio innecesario de materiales. Una cadena más limpia y responsable.

D) ODS 3: Salud y bienestar

Basado en aspectos como el acceso a servicios de salud, la prevención de enfermedades, el bienestar emocional, la seguridad en el trabajo y la reducción de accidentes y riesgos para la salud, el ODS 3 se enfoca en asegurar que todas las personas tengan una vida sana e inviertan en su bienestar. La automatización de procesos está estrechamente relacionada con este ODS por ayudar a mejorar la salud y el bienestar de los trabajadores evitando tareas repetitivas que pueden resultar lesivas para los humanos. Además, se reduce el riesgo de accidentes en áreas peligrosas. Asimismo, la estación cumple con las reglas internacionales de seguridad funcional, que son ISO 13849-1 e IEC 62061. Cuenta con paradas seguras y un sistema de control de seguridad que protege al operador y al equipo en caso de emergencia. Y podemos ver cómo la tecnología también puede ayudar a cuidar a las personas.

E) ODS 13: Acción por el clima

El ODS 13 se centra en la necesidad de actuar contra el cambio climático reduciendo las emisiones de gases de efecto invernadero y adoptando prácticas más sostenibles. Este es un problema global que afecta a todos los países y pone en riesgo la vida en nuestro planeta. Aunque de forma indirecta, una estación de automatización bien diseñada y gestionada puede contribuir a la lucha contra el cambio climático, al reducir el consumo de energía, minimizar residuos y optimizar



recursos. Al final, todo esto se traduce en una menor huella de carbono durante todo el ciclo de vida del producto.

Conclusión

Esta estación no es simplemente un progreso tecnológico. Es, ante todo, un nuevo enfoque: una manera distinta de concebir la producción, probando que se puede ser más eficaces sin sacrificar la seguridad, el cuidado del planeta ni la excelencia. De hecho, muestra que innovar puede implicar también proteger mejor a la gente y al medio ambiente.

La integración de sistemas de automatización de última generación no es solo una cuestión de avance tecnológico, sino también una manera de encarar los desafíos actuales: optimizar las condiciones de trabajo, disminuir los peligros, eliminar el derroche y gestionar mejor los recursos. Y todo ello manteniendo presente algo crucial: la calidad del producto y la capacidad de competir en el mercado.

En un momento en el que las empresas, las instituciones y las personas debemos tomar decisiones más meditadas, esta estación supone una solución moderna y sensata. Un avance hacia una producción más equitativa, más fiable y considerada con el planeta, estrategias que, ahora mismo, son lo que cuentan de verdad.

2. Control

Cuando se habla del control en una estación automatizada lo primero que viene a la mente es el control de los motores, en este caso los detallados en el apartado de motores. Los motores son una parte fundamental del automatismo ya que son los que van a determinar la precisión de este. Hay que tener en cuenta que van a estar trabajando durante muchas horas, por lo que si no están bien ajustados pueden desgastar la estructura mecánica de manera prematura o tener consumos anómalos que perjudiquen al motor a largo plazo.

2.1. Parametrización

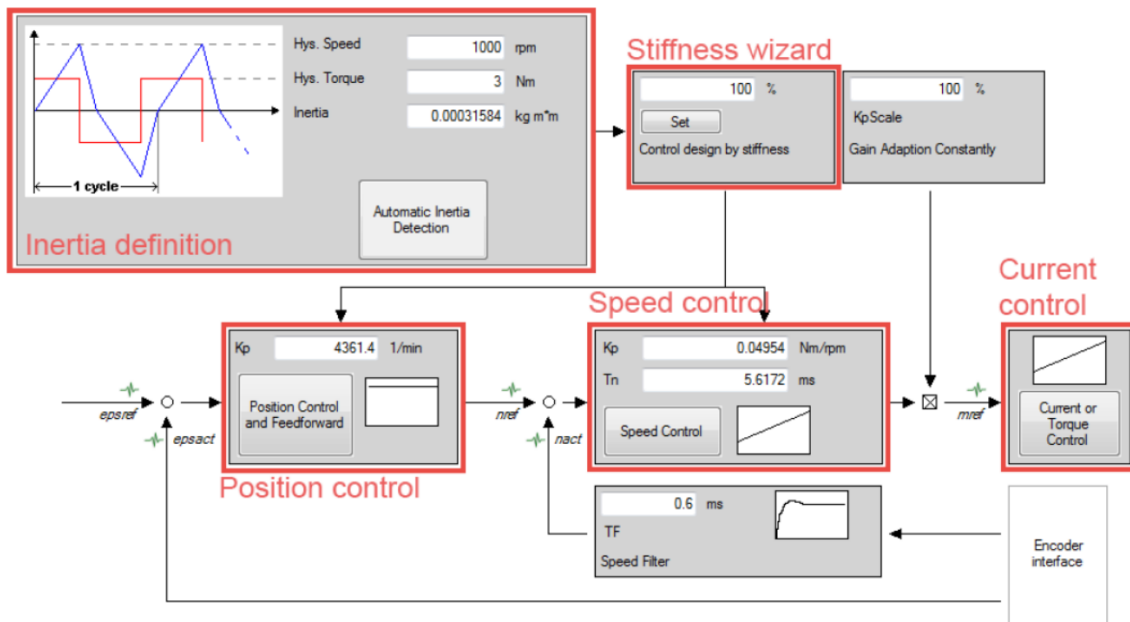
La parametrización de motores fue una parte en la que pude participar de lleno, así que explicaré los pasos seguidos para llegar a un correcto funcionamiento.

Parámetros mecánicos

Lo primero que se hizo fue indicar al programa los reductores que lleva cada motor. En muchos casos resultó sencillo ya que son reductores comerciales y proporcionan el coeficiente de reducción. Pero en uno de ellos el reductor iba conectado a un eje con una polea dentada sobre la que se montaba la cinta. En este caso era muy importante ser precisos con la relación entre revoluciones y avance lineal, ya que un error por pequeño que fuera se iba a acumular por cada vuelta que diera el motor, y esto en una cinta que realiza el posicionamiento de producto durante muchas horas al día es un gran problema. Debido a la importancia del control posición de la cinta se decidió poner una fotocélula apuntando a los tacos al final de la estación, para poder saber cuánto había avanzado la cinta.

Parámetros eléctricos

Posteriormente, se usó el programa Drivemanager de Keba para seguir con la parametrización. Lo primero que hicimos con este programa fue identificar cada motor asignándolo al eje correspondiente de cada servo, ya que no todos los servos eran iguales. Tras la identificación pasamos a realizar la calibración de los motores, lo que consistió en que el programa calculara la inercia de cada eje gracias a un movimiento de vaivén a unas revoluciones que tu determinas. Esta acción se realiza con la función de Auto Tuning de la que dispone el software de Keba. Después, se debe decidir qué tipo de movimientos realizará el motor y cuál es la rigidez de la mecánica sobre la que se monta.



Fotografía 12. Diagrama del Auto Tuning (documento de apoyo Keba)

Para el manejo de este menú me apoyé en un documento del fabricante, el cual guía al operario para conseguir unos parámetros de control adecuados. El primer bloque sobre el que debe actuar es el de “Inertia definition”, en el cual se debe escoger una velocidad y un par que permitan mover el eje, de modo que el programa pueda calcular su inercia. Para ello, se parte de una velocidad de 100rpm y un par equivalente a la mitad del par nominal del motor, excepto en el caso del eje Z, en el que se usará el par nominal para evitar caídas. A continuación, se irá incrementando la velocidad, es decir, el valor de revoluciones por minuto, hasta que el valor de inercia se mantenga estable y se observe un movimiento en el mecanismo.

Siguiendo el documento de Keba, el siguiente paso consiste en regular el porcentaje del bloque “Stiffness wizwar”. El valor inicial debe establecerse en -50%, e ir incrementándose progresivamente hasta lograr un valor de Tn (en el bloque “Speed control”) adecuado, en función del tipo de robot en el que se encuentre el motor que se está parametrizando.

Guidelines for Lag Time (Tn) – Adjust stiffness factor (not general valid)		
- Delta	Tn approx. ~ 10ms-30ms	(~1-8kg Load)
- Cartesian	Tn approx. ~ 40ms-100ms	(~3-50kg Load)
- Paletizer	Tn approx. ~40ms-100ms	(~10-100kg Load)
- StandardArm	Tn approx. ~40ms-80ms	(~1-30kg Load)

*These lag times (Tn) leads in most cases to an soft control loop, which ensure a stable control loop. But with this setting a **position error** or **speed error** may occur. In that case more stiffness is necessary. Increase therefore the stiffness parameter in small steps. If an **unstable** control loop results, then stiffness must be reduced. If it is not possible to generate a stable control loop, manual tuning (2.2) is necessary.*

Fotografía 13. Ajuste factor de rigidez según tipo de robot (Drive Tuning Guide Keba)

En el caso de esta estación, los motores de los ejes X y Z deberán tener un valor de T_n en la parte baja del rango de valores establecidos para robots cartesiano, 40-65ms. En el robot, la masa del eje Z más el *tool* es de unos 14kg.

Por último, es necesario modificar la cifra que aparece en el bloque “Position control”. Según establece la guía del Auto Tuning, se debe reducir a la mitad el valor que se muestre en el bloque de control de posición tras hacer clic en el botón “set” y comprobar que el valor de T_n se encuentra en el rango anteriormente mencionado.

2.2. Lazos de control

El control de los motores de este proyecto está muy facilitado por el software de la marca Keba. Tras realizar la puesta a punto y haber cargado la información en el drive correspondiente, como se ha explicado en el apartado anterior, ya se puede empezar a escribir el texto en C que seguirán los motores. Hablando del robot cartesiano, las instrucciones solo le dan al programa el punto de destino, el tipo de movimiento, el error que se puede permitir en el posicionado a ese punto y la velocidad a la que debe ir hasta llegar al destino. Con una acumulación de puntos, con sus respectivas condiciones, se va creando la trayectoria del robot.

A partir del texto en C que le hayamos escrito, el programa lo convierte en una serie de señales PWM que hacen que el motor se comporte como nosotros deseamos. Estas señales son creadas en el bucle de control que lleva cada variador, veamos el esquema.

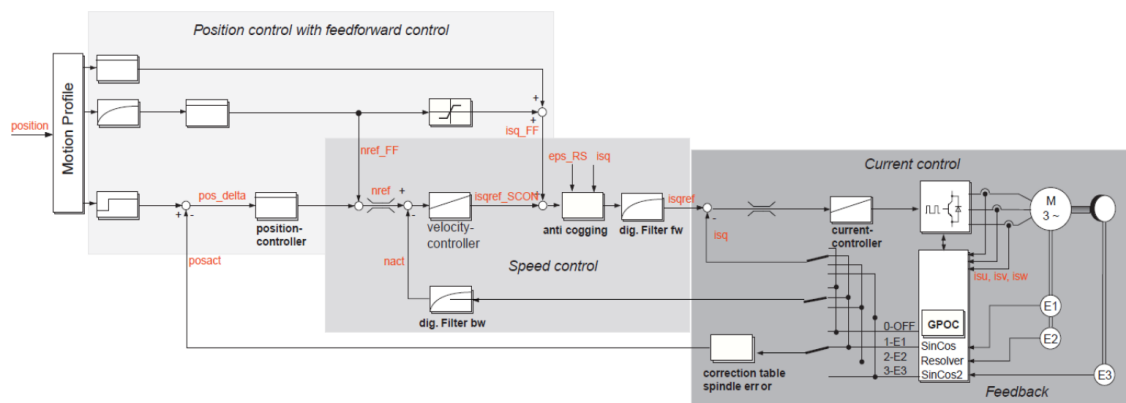


Ilustración 16. Bucle de control (Drive Tuning Guide Keba)

Controlador	Tiempo de muestreo
Current controller	62,5 μ s
Speed controller	125 μ s
Position controller	125 μ s
Señal	Descripción
Position	Posición de referencia
Posact	Posición actual
Pos_delta	Error de posición
Nref_FF	Velocidad de control anticipada (feedforward)
Nref	Referencia de velocidad después de limitación
Nact	Velocidad actual
Isq_FF	Control de corriente/par anticipada (feedforward)
Isqref_SCon	Referencia de corriente después de control de velocidad
Isqref	Referencia de corriente después del filtro
Isq	Corriente actual
Isu, isv, isw	Intensidad de fase del motor después de PWM
Eps_RS	Angulo de conmutación
Función	Descripción
Feedforward control	Para velocidad y par
Dig. Filter bw	Filtro Pt1
Anti cogging	Compensación del par de retención
Correction table	Compensación error de posición
GPOC	Corrección de ganancia, fase y desfase

Tabla 11. Descripción elementos bucle de control

2.3. Redes de comunicación Industriales implementadas

En la estación desarrollada se emplean principalmente dos protocolos de comunicación: EtherCAT y Ethernet convencional (TCP/IP). La elección de estos protocolos responde tanto a los requerimientos de control en tiempo real como a la necesidad de integrar dispositivos de supervisión y conexión de red.

EtherCat como bus principal de control

La comunicación entre el CPU maestro (PC industrial o PLC) y los servodrive KEBA, que son responsables del control de movimiento, se lleva a cabo mediante el protocolo EtherCAT. La razón por la cual se escoge EtherCAT es porque brinda:

- Un bajo tiempo de latencia y determinismo, que son indispensables para las aplicaciones de control en tiempo real de los motores.
- Sincronización exacta entre los ejes, que asegura un movimiento coordinado.
- El uso eficaz del ancho de banda posibilita la supervisión de varios esclavos sin requerir hardware complicado.

Así, el bus EtherCAT es la espina dorsal de la comunicación en tiempo real, ya que se ocupa únicamente de los datos críticos de control (feedback de estado y órdenes de velocidad/posición).

Integración de dispositivos Ethernet

La estación necesita integrar dispositivos que solo cuentan con interfaces Ethernet estándar como un router de acceso externo o el HMI y no son compatibles con EtherCat.

En este caso no hay problema ya que el PLC seleccionado también soporta la comunicación mediante Ethernet TCP/IP, gracias a los dos puertos Ethernet de los que dispone. Esto permite conectar estos dispositivos necesarios para la interacción con el operario y la teleasistencia sin necesidad de hardware adicional o de pasarelas de datos.

Implementación de la comunicación Ethernet over EtherCAT (EoE)

En el sistema proyectado, basado en la arquitectura de Keba, se ha implementado el protocolo EoE (Ethernet over EtherCAT) para la gestión y diagnóstico de los accionamientos ya que estos aspectos deben controlarse mediante Ethernet TCP/IP. Aunque el control de movimiento en tiempo real se realiza estrictamente bajo el protocolo determinista de EtherCAT, la coexistencia con EoE resulta indispensable por las razones que se detallan a continuación.

Tunelización de datos y transparencia de red

La arquitectura de Keba utiliza el PLC como un nodo maestro que segmenta la red de control (EtherCAT) de la red de supervisión o ingeniería (Ethernet TCP/IP). El protocolo EoE permite la encapsulación de tramas Ethernet estándar dentro de los datagramas de EtherCAT.

Esta técnica permite que el PLC actúe como un conmutador virtual (Virtual Ethernet Switch). Gracias a esto, es posible acceder a la parametrización de los drives desde el entorno de desarrollo KeStudio sin necesidad de una conexión física adicional a cada variador. Esta comunicación "viaja" de forma transparente a través del bus de campo aprovechando el ancho de banda no utilizado por los datos de proceso.

Diagnóstico avanzado y funciones de osciloscopio

Uno de los motivos críticos para el uso de EoE en este proyecto es la monitorización de variables internas del drive. Los sistemas Keba integran funciones de osciloscopio de alta resolución para el análisis de lazos de corriente, par y tensión del bus de continua.

Dado que el volumen de datos generado por estas trazas de alta frecuencia superaría la capacidad de los objetos de datos de proceso y comprometería el determinismo del ciclo de máquina, se utiliza el canal de servicio EoE. Esto garantiza que el envío de gráficas de diagnóstico masivas no interfiera con las tareas de control de movimiento críticas para la seguridad y precisión del sistema.

Configuración de direccionamiento IP virtual

Para que la comunicación sea efectiva, se ha configurado en cada esclavo una dirección IP virtual dentro de la pila TCP/IP del maestro. En la configuración de KeStudio, esto implica:

- La activación del soporte EoE en el Maestro EtherCAT.
- La asignación de una subred lógica que permite al PLC realizar el *port forwarding* entre la tarjeta de red de ingeniería y el bus de campo.
- La definición del PLC como *Gateway* para los drives, asegurando que la respuesta de los datos de diagnóstico pueda retornar al PC de ingeniería de forma correcta.

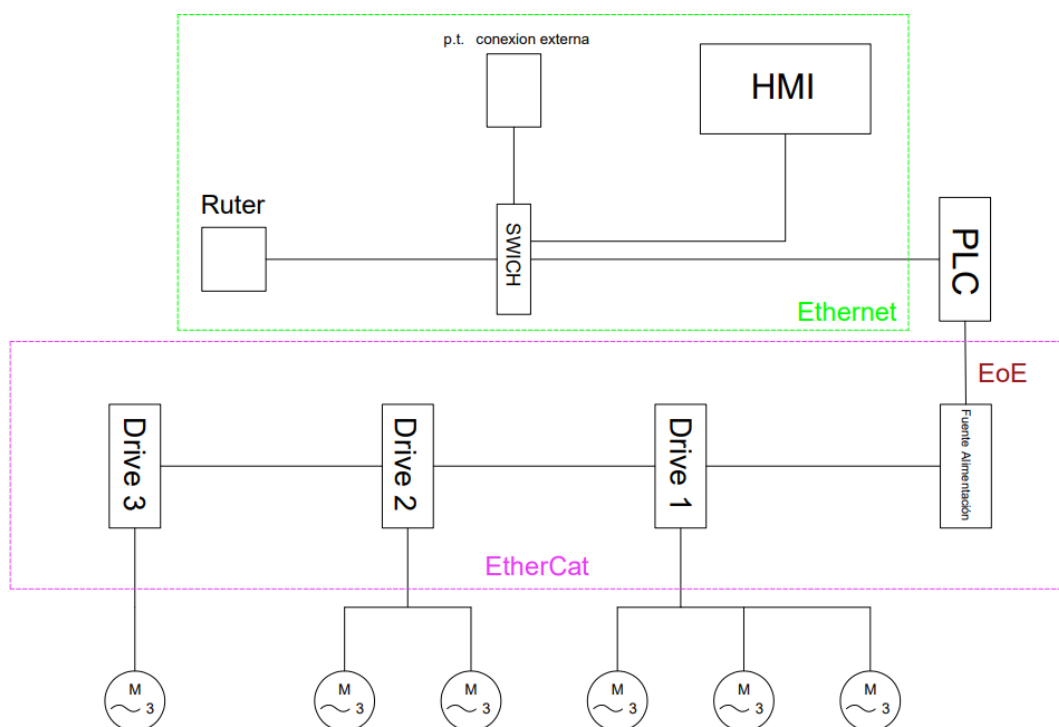


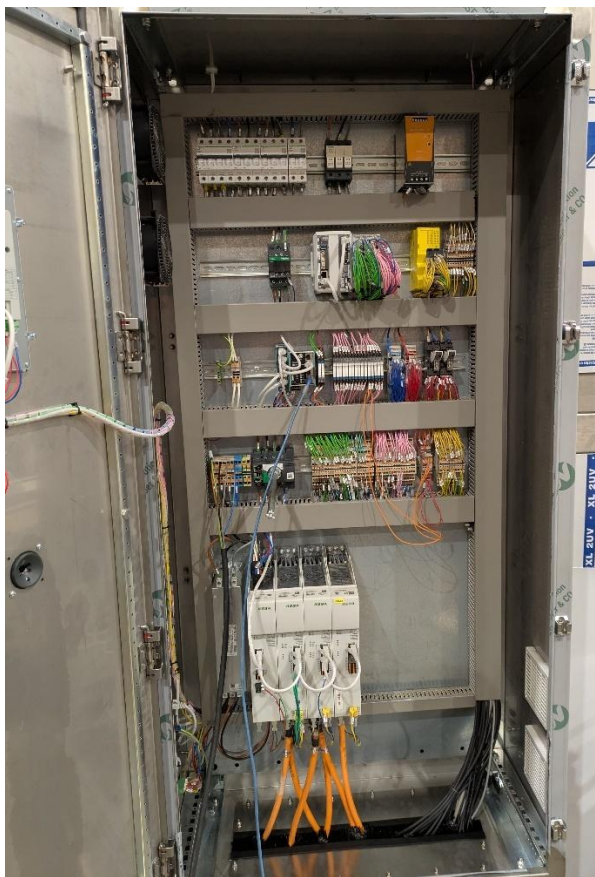
Ilustración 17. Esquema comunicaciones simplificado

3. Cálculos

En este apartado del proyecto se van a realizar los cálculos relacionados con cualquier parte de la máquina.

3.1. Cálculos eléctricos

Empezando por los cálculos relacionados con el cuadro eléctrico que alimenta y controla la máquina.



Fotografía 14. Armario eléctrico

- Seccionador

Este aparato es de gran utilidad e importancia ya que nos permite aislar por completo el cuadro del circuito aguas arriba. Esto es especialmente necesario en labores de mantenimiento dentro del armario eléctrico, ya que para abrirlo se debe accionar el seccionador para que este te permita abrir la puerta del armario. También existe la opción de limitar la manipulación del seccionador mediante el uso de un candado.

$$S_T = 19.8 \text{ kVA}$$

$$V = 400 \text{ V}$$

$$I_B = \frac{S}{V * \sqrt{3}} = \frac{19800}{400 * \sqrt{3}} = 28.6 \text{ A} \quad I_N \geq 1.2 * I_B = 34,3 \quad (1)$$

El dispositivo instalado en el cuadro es de corriente nominal igual a 63A. aquí se sobredimensiona demasiado.

La elección de este dispositivo obedece más a una disponibilidad en stock que a un cálculo eléctrico exacto, manteniendo la funcionalidad y seguridad de la máquina, pero perjudicando los costes.

3.1.1. Protecciones

En este cuadro eléctrico se usan 4 magnetotérmicos y un interruptor-seccionador.

Las protecciones generales para el cuadro son un magnetotérmico y un seccionador, este último se usa principalmente para poder encender y apagar la máquina sin la necesidad de abrir el armario eléctrico junto con el control de quién puede encender la máquina, ya que el mando del seccionador lleva unos candados que impiden su cierre.

Procedemos a su cálculo:

- Interruptor general

$$S_T = 19.8 \text{ kVA}$$

$$V = 400 \text{ V}$$

$$I_B = \frac{S}{V * \sqrt{3}} = \frac{19800}{400 * \sqrt{3}} = 28.6 \text{ A} \quad (2)$$

En el cuadro está instalado un interruptor de iC60N 40A con curva C, que es superior a los cálculos

Se decidió usar un magneto de $I_N = 40 \text{ A}$, se podría haber usado el de 32 A lo que abarataría costes, tanto por parte del precio del dispositivo de protección como por los cables necesarios.

Las cargas que encontraremos en el cuadro son:

- Fuente de alimentación de los drives

$$S = 16 \text{ kVA}$$

$$V = 400 \text{ V}$$

$$I_B = \frac{S}{V * \sqrt{3}} = \frac{16000}{400 * \sqrt{3}} = 23.1 \text{ A} \quad (3)$$

En el proyecto se usa un magneto de iC60N 32A, curva D.

No se escoge el de I_N inmediatamente superior, que sería el de 25 ya que los picos de conexión del filtro pueden ser bastante elevados.

- Fuente de continua

S=273 VA

V=400 V

$$I_B = \frac{S}{V * \sqrt{3}} = \frac{273}{400 * \sqrt{3}} = 0.4A \quad (4)$$

En el proyecto se usa un magneto iC60N 4A, curva D. Está demasiado sobredimensionado. Con un magnetotérmico de 1A es suficiente. Y para este caso se pueden escoger tanto la curva C como la D, esta última si es una fuente grande.

- Enchufe para alimentación externa

Las tomas de corriente estándar son de 3.6kW

V=230V

$$I_B = \frac{S}{V} = \frac{3600}{230} = 9.1A \quad (5)$$

En el cuadro se monta una protección iC60N 4A, curva C, esto se debe a que solo está pensada para la conexión de pequeñas cargas, habitualmente cargadores de ordenador ya que en la puesta en marcha puede resultar difícil encontrar una toma de corriente cercana.

Antes de empezar la revisión de la selección de las protecciones se deben aclarar dos términos de vital importancia, como son la selectividad y la filiación.

- Selectividad: Dentro de la ingeniería eléctrica, la selectividad se refiere a la habilidad de un sistema de protección para identificar y aislar solo la parte de una instalación con un problema, permitiendo que el resto siga funcionando.

Su propósito es asegurar el suministro sin interrupciones y reducir al mínimo la zona impactada por cualquier fallo. Para proteger los circuitos, es crucial coordinar los distintos dispositivos de seguridad, como fusibles, interruptores automáticos y relés. De esta forma, si hay una sobrecarga o cortocircuito, el dispositivo más cercano al problema deberá activarse primero para evitar daños mayores y así impedir que caiga todo el sistema.

- Filiación: En el diseño eléctrico, la filiación de protecciones se entiende como el grado de coordinación entre dispositivos de protección en serie, de modo que actúen de forma conjunta en caso de cortocircuito, garantizando seguridad y continuidad de servicio. Este concepto se emplea especialmente en la coordinación entre interruptores automáticos y fusibles, o entre interruptores de diferentes

características, donde uno respalda al otro en caso de sobre corriente que excedan su capacidad de corte.

Una vez vistos los dispositivos que se han elegido comprobaremos su selectividad con una herramienta que proporciona la marca Schneider Electric, ya que es la marca usada en los dispositivos de protección de este proyecto.

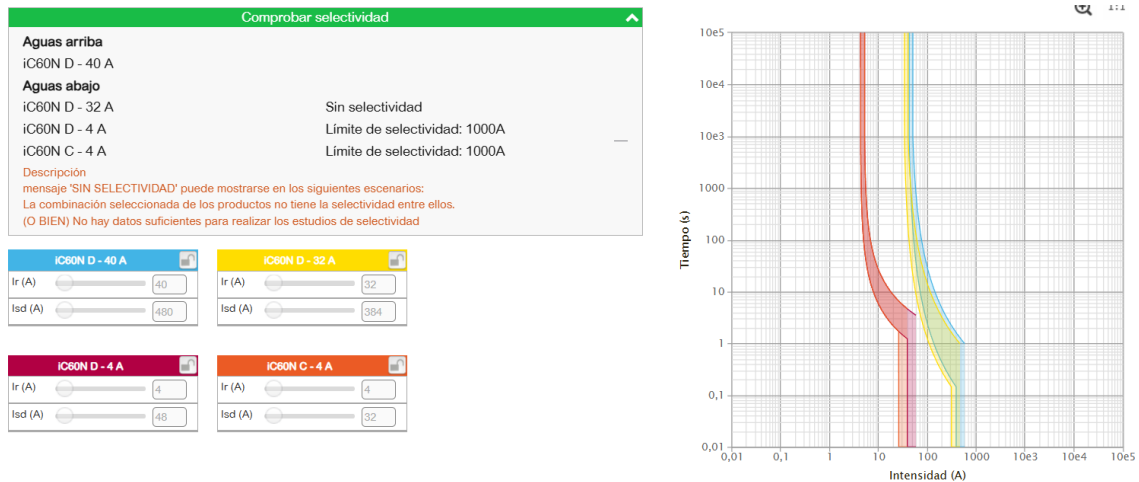


Ilustración 18. Selectividad (Electrical calculation tool)

También comprobaremos la filiación que existe entre los interruptores de este cuadro.

Aguas abajo			
Gama	Interruptor automático	Poder de corte reforzado (kA)	Calibre de la unidad de control (A)
Acti9 DT40	DT40	10	25 - 40
Acti9 DT40	DT40K	10	-
Acti9 DT40	DT40N	10	0 - 16
Acti9 DT40	DT40N	10	20 - 40
Acti9 iC40	iC40	10	1 - 16
Acti9 iC40	iC40	10	2 - 16
Acti9 iC40	iC40	10	20 - 40
Acti9 iC40	iC40N	15	20 - 40
Acti9 iC40	iC40N	20	1 - 16
Acti9 iCV40	iCV40N	10	6 - 16
Acti9 iCV40	iCV40N	10	20 - 40

Ilustración 19. Filiación (Electrical calculation tool)

Como se ve en la tabla los dispositivos seleccionados no son de ninguna de las gamas que nos marca el fabricante, por lo que no hay filiación en este cuadro.

Para remediarlo deberemos buscar los dispositivos que tengan selectividad y además estén en la ilustración 17.

Aguas abajo					
☐	320	Acti9 iC40	iC40N	C	6 - 20
☐	480	Acti9 iC40	iC40	C	4 - 4
☒	480	Acti9 iC40	iC40N	C	4 - 4
☐	540	Acti9 iC40	iC40	C	2 - 2
☐	540	Acti9 iC40	iC40N	C	2 - 2
☐	151	Acti9 iC40	iC40	D	20 - 20
☐	151	Acti9 iC40	iC40N	D	20 - 20
☐	320	Acti9 iC40	iC40	D	6 - 16
☐	320	Acti9 iC40	iC40N	D	6 - 16
☐	480	Acti9 iC40	iC40	D	4 - 4
☒	480	Acti9 iC40	iC40N	D	4 - 4
☐	540	Acti9 iC40	iC40	D	2 - 2

Ilustración 20. Posible Selectividad (Electrical calculation tool)

Los elementos que aparecen tanto en la tabla de filiación como en la de selectividad, aguas abajo del interruptor general (Acti9 iC60N 4P 40A D), son los de la gama Acti9 iC40. Por lo tanto, con cambiar los interruptores aguas abajo del principal por los de la gama iC40N, manteniendo el calibre, se conseguiría una selectividad y filiación totales.

Ahora vamos a realizar los cálculos de la protección de la fuente, que alimenta los motores como se debería en ITTC-BT-47, procurando mantener la selectividad y filiación entre dispositivos de protección.

La primera incógnita surge al tener varios motores conectados a una misma fuente de alimentación y, por lo tanto, unos cables que van a suministrar la corriente a los seis motores. Tras consultar con el profesorado adecuado, se decide aplicar lo estipulado en la normativa mencionada (ITC-BT-47) y no realizar los cálculos tomando como referencia la potencia de la fuente de alimentación.

Cuando existan **varios motores** se dimensionará la línea de alimentación a todos ellos con el **1'25 In del motor de mayor potencia**; el resto su corriente nominal.

$$|\bar{I}_B| = 1,25 \bar{I}_{e-p_{\max}} + \sum_{i=2}^{i=n} \bar{I}_i + \sum_{j=1}^{j=n} \bar{I}_j + \sum_{k=1}^{k=n} \bar{I}_k$$

Siendo: $\sum_{i=2}^{i=n} \bar{I}_i$ la suma fasorial de las corrientes del resto de motores;

$\sum_{j=1}^{j=n} \bar{I}_j$ la suma fasorial de las cargas de alumbrado de descarga;

$\sum_{k=1}^{k=n} \bar{I}_k$ la suma fasorial del resto de receptores.

Ilustración 21. ITC-BT 47

$$I_B = 1,25 * I_{ejex} + I_{ejez} + I_{cinta\ entr.} + I_{cinta\ tacos} + I_{charnela} + I_{cinta\ volt.} \quad (6)$$

$$I_B = 1.25 * 2.5 + 3 * 2.7 + 1.5 + 0.83 = 13.5A \quad (7)$$

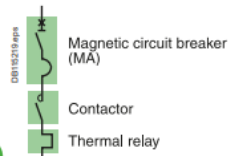
Una vez se obtiene la intensidad de diseño, se utilizará documentación del fabricante Schneider Electric para saber qué dispositivos se deben montar.

Selectivity, Cascading and Coordination Guide

www.se.com

Type 2 Coordination Table with Circuit-Breakers

Ue: 380-400 V AC



Circuit breakers, contactors and thermal relays

Performance "Iq" (kA): Ue = 380-400 V AC (IEC/EN 60947-4-1)

Circuit breaker	B	F	N	H	S	L
GV4L & LE 02 - 12	-	-	50	-	100 ^[4]	-
GV4L & LE 25 - 115	25	-	50	-	100 ^[4]	-
NSX100/160/250-MA	-	36	50	70	100	130
NSX400/630-MicroLogic 1.3M	-	36	50	70	100	130
NS800L/NS1000L MicroLogic 5.0	-	-	-	-	-	130

Starting ^[1]: normal LRD class 10 A, LR9 class 10.

Motors Rated power P(kW)	Guide values of operational current in amps at:			Circuit breakers			Contactors ^[2]		Thermal o/l relays	
	380 V	400 V	Ie max	Type	rat(A)	Irm(A) ^[3]	Type	Type	Type	Irth ^[1]
0.18	0.63	0.6	1	GV4L or GV4LE	2	14	LC1-D09	LRD-05	LRD-05	0.63/1
0.25	0.89	0.85	1	GV4L or GV4LE	2	14	LC1-D09	LRD-05	LRD-05	0.63/1
0.37	1.16	1.1	1.6	GV4L or GV4LE	2	22	LC1-D09	LRD-06	LRD-06	1/1.6
0.55	1.58	1.5	2	GV4L or GV4LE	2	26	LC1-D09	LRD-06	LRD-06	1.6/2.5
0.75	2.00	1.9	2	GV4L or GV4LE	2	26	LC1-D09	LRD-06	LRD-06	1.6/2.5
1.1	2.8	2.7	3.5	GV4L or GV4LE	3.5	46	LC1-D25	LRD-08	LRD-08	2.5/4
1.5	3.8	3.6	4	GV4L or GV4LE	7	56	LC1-D32A + GV1L3 ^[4]	LRD-08	LRD-08	2.5/4
2.2	5.2	4.9	6	GV4L or GV4LE	7	84	LC1-D32A + GV1L3 ^[4]	LRD-10	LRD-10	4/6
3	6.8	6.5	7	GV4L or GV4LE	7	91	LC1-D40A	LRD-12 ^[5]	LRD-12	5.5/8
4	8.9	8.5	10	GV4L or GV4LE	12.5	138	LC1-D65A	LRD-14 ^[5]	LRD-14	7 /10
5.5	12.1	11.5	12.5	GV4L or GV4LE	12.5	163	LC1-D65A	LRD-313	LRD-313	9/13
7.5	16.3	15.5	18	GV4L or GV4LE	25	250	LC1-D65A	LRD-318	LRD-318	12/18
				NSX100-MA	25	250	LC1-D80	LRD 3321	LRD 3321	12/18
10	20	19	25	GV4L or GV4LE	25	325	LC1-D65A	LRD-325	LRD-325	17/25
				NSX100-MA	25	325	LC1-D80	LRD 3322	LRD 3322	17/25
11	23	22	25	GV4L or GV4LE	25	325	LC1-D65A	LRD-325	LRD-325	17/25
				NSX100-MA	25	450	LC1-D80	LRD 3322	LRD 3322	17/25

Ilustración 22. Protecciones Schneider para motores

Para elegir qué fila escoger nos guiaremos por la intensidad, y no por la potencia del motor, ya que hay instalados varios motores. Según el documento, deberemos montar un interruptor magnético modelo NSX-100MA de 25A, un contactor LC1-D80 y un relé térmico LRD 321.

3.1.2. Dimensionado de cables

Una vez tenemos las protecciones claras podemos pasar al cálculo de la sección de los cables. Para ello, deberemos atender a la principal condición que debe cumplir una instalación eléctrica.

$$I_B \leq I_N \leq I_Z \quad (8)$$

B1		Conductores aislados en tubos ¹ en montaje superficial o empotrados en obra ²				3x PVC	2x PVC		3x XLPE O EPR		2x XLPE O EPR				
B2		Cables multi-conductores en tubos ¹ en montaje superficial o empotrados en obra ²			3x PVC	2x PVC		3x XLPE O EPR	2x XLPE O EPR						
C		Cables unipolares o multiconductores directamente sobre la pared ³					3x PVC		2x PVC	3x XLPE O EPR		2x XLPE O EPR			
E		Cables multi-conductores al aire libre. Distancia a la pared no inferior a 0,3 veces D ^{4,5}						3x PVC		2x PVC	3x XLPE O EPR		2x XLPE O EPR		
D		Cables BIPOLARES entubados y enterrados.											2PVC / 2EPR 2XLPE		
D		Cables TRIPOLARES entubados y enterrados.												3PVC / 3EPR 3XPLE	
		mm ²	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Cobre		1,5	13	13,5	14,5	15,5	17	18,5	19,5	22	23	24	26	22/26	18/22
		2,5	17,5	18	19,5	21	23	25	27	30	31	33	36	29/34	24/29
		4	23	24	26	28	31	34	36	40	42	45	49	38/44	31/37
		6	29	31	34	36	40	43	46	51	54	58	63	47/56	39/46
		10	39	42	46	50	54	60	63	70	75	80	86	63/73	52/61
		16	52	56	61	68	73	80	85	94	100	107	115	81/95	67/79
		25	68	73	80	89	95	101	110	119	127	135	149	104/121	86/101
		35				110	117	126	137	147	158	169	185	125/146	103/122
		50				134	141	153	167	179	192	207	225	148/173	122/144
		70				171	179	196	213	229	246	268	289	183/213	151/178
		95				207	216	238	258	278	298	328	352	216/252	179/211
		120				239	249	276	299	322	346	382	410	246/287	203/240
		150					285	318	344	371	395	441	473	278/324	230/271
		185					324	362	392	424	450	506	542	312/363	258/304
		240					380	424	461	500	538	599	641	361/419	297/351

Superíndices del texto:

- 1) Distancia entre conducto y pared < 0,3 Φ tubo
- 2) Incluyendo canales para instalaciones (canaletas)
- 3) O en bandeja no perforada
- 4) O en bandeja perforada = S agujero > 30%
- 5) D es el diámetro del cable.

AISLAMIENTO: → SÍMBOLO:

PVC = Policloruro de vinilo → **V**

XLPE = Polietileno reticulado → **R**

EPR = Etileno propileno → **D**

Silicona → **S**

Tabla 12. Intensidad admisible

K1=Ca, factor de temperatura ambiente (tabla a **30°C**); aplicable desde 2011:

tabla B.52-14; HD 60364-5-52:2011

Temperatura Ambiente °C	Aislamiento	
	PVC	XLPE o EPR
10	1,22	1,15
15	1,17	1,12
20	1,12	1,08
25	1,06	1,04
30	1,00	1,00
35	0,94	0,96
40	0,87	0,91
45	0,79	0,87
50	0,71	0,82
55	0,61	0,76
60	0,50	0,71
65		0,65
70		0,58
75		0,50
80		0,41

Tabla 13. Factor de Temperatura

K2=Cg, factor de agrupación de conductores: **Cg=1** sii: **-d>2Φ; -I<30%Iag; -S no Adyacentes**

Punto	Disposición	Nº circuitos o de cables multipolares										
		1	2	3	4	5	6	8	9	12	16	20
1	Agrupados en el aire, sobre una superficie, empotrados o en el interior de una envolvente	1,00	0,80	0,70	0,65	0,60	0,57	0,52	0,50	0,45	0,41	0,38
2	Capa única sobre pared, suelo o bandejas no perforadas	1,00	0,85	0,79	0,75	0,73	0,72	0,71	0,70	Sin factor de reducción suplementario para más de nueve circuitos o cables multipolares		
3	Capa única fijada directamente bajo techo de madera	0,95	0,81	0,72	0,68	0,66	0,64	0,62	0,61			
4	Capa única sobre bandejas perforadas vertical u horizontal.	1,00	0,88	0,82	0,77	0,75	0,73	0,72	0,72			
5	Capa única sobre bandejas de escalera , o bridas de amarre, etc.	1,00	0,87	0,82	0,80	0,80	0,79	0,78	0,78			

Tabla 14. Factor de agrupamiento

En todos los cables se aplicará el factor correspondiente a una temperatura ambiente de 20 grados ya que la máquina se encuentra en una sala en la que la temperatura está controlada para que nunca sea superior a 18°C.

De Magnetotérmico general → Magnetotérmico servos, magnetotérmico fuente, magnetotérmico enchufe.

$I_N=32A$

$$I_Z = I_0 * C_a * C_g \rightarrow B1, s = 6mm^2 \rightarrow I_Z = 46 * 1.08 * 0.8 = 40A \text{ Válido} \quad (9)$$

$$I_Z = I_0 * C_a * C_g \rightarrow B1, s = 4mm^2 \rightarrow I_Z = 36 * 1.08 * 0.8 = 31A \text{ No valido} \quad (10)$$

Interruptor-seccionador → Magnetotérmico general

Se usará la misma sección que en el apartado anterior

Magnetotérmicos servos → Fuente alimentación

$I_N = 40A$

$$I_Z = I_0 * C_a * C_g \rightarrow B1, s = 6mm^2 \rightarrow I_Z = 46 * 1.0 * 0.8 = 40A \text{ Válido} \quad (11)$$

Magnetotérmico Fuente → Fuente CC

$I_N = 4A$

$$I_Z = I_0 * C_a * C_g \rightarrow B1, s = 1.5mm^2 \rightarrow I_Z = 19.5 * 1.08 * 1 = 21A \text{ Válido} \quad (12)$$

Fuente CC → distribuidores

La intensidad máxima de salida que tiene esta fuente es de 10A

$$I_Z = I_0 * C_a * C_g \rightarrow B1, s = 1.5mm^2 \rightarrow I_Z = 19.5 * 1.08 * 1 = 21A \text{ Válido} \quad (12)$$

$$I_Z = I_0 * C_a * C_g \rightarrow B1, s = 1.5mm^2 \rightarrow I_Z = 19.5 * 1.08 * 1 = 21A \text{ Válido}$$

Magnetotérmico enchufe → Enchufe

$I_N = 4A$

$$I_Z = I_0 * C_a * C_g \rightarrow B1, s = 1.5mm^2 \rightarrow I_Z = 19.5 * 1.08 * 1 = 21A \text{ Válido} \quad (14)$$

3.2 Selección de motores

En este apartado se van a exponer los motores que se eligieron para el proyecto y una alternativa basada en cálculos electromecánicos para satisfacer las prestaciones que exigía el cliente.

3.2.1 Motores empleados

Todos los motores empleados en este proyecto son síncronos de imanes permanentes, de la marca Keba.

Estos son los motores que se instalaron en el proyecto.

	$P_n (kW)$	$I_n (A)$	$T_n (Nm)$
Eje horizontal robot	1.3	2,5	60 *
Eje vertical robot	1,26	2,7	2
Cintas entrada y tacos	0,69	1,5	2,2
Cinta charnela	1,26	2.7	2
Cinta de volteo	0,38	0,83	1,2

(*) Par nominal a la salida del reductor

Tabla 15. Especificaciones motores

3.2.2. Alternativa motores

Para escoger adecuadamente los motores para esta máquina debemos prestar atención tanto a las prestaciones de productividad que exige el cliente, como a la naturaleza del movimiento que va a realizar cada motor.

El cliente demanda una producción de 11 moldes/minuto, para ello hay que entender cuál el módulo más lento ya que actuará como cuello de botella. En este proyecto el módulo más lento es el del robot cartesiano debido a que es el único que combina dos dimensiones y es el que más recorrido hace en cada ciclo.

Para saber los metros exactos que se debe desplazar el robot en cada ciclo se recurre a los planos mecánicos.

Distancia a recorrer cada ciclo para el motor horizontal = $2 \times 1,38 = 2,76\text{m}$

Distancia a recorrer cada ciclo para el motor vertical = $4 \times 0,30\text{m}$

En los movimientos horizontales no es necesario aplicar restricciones de velocidad ni de aceleración máximas, ya que el equipo de vacío es capaz de generar suficiente fuerza para que el chocolate no se suelte una vez cogido.

En cambio, en el movimiento descendente que realiza el robot al hacer el picking del chocolate se debe mantener una velocidad más reducida para no marcar el producto.

Sabiendo la producción objetivo se deduce que cada molde debe ser gestionado en 5,5s como máximo. Además, se harán los cálculos con la trayectoria más desfavorable, en la que no se desplazan los dos ejes de manera simultánea.

$$\frac{5,5s}{2mov} = 2,75s/mov \quad (2.1)$$

Con este cálculo nos hacemos una idea de cuánto tiempo tenemos para cada movimiento.

2,75s para desplazarse en x hasta el punto de dejada y volver.

2,75s para desplazarse en y hasta el punto de pick subir + desplazarse al lugar de place y subir.

- Motor eje vertical

Como el movimiento vertical está dividido en dos lugares con características diferentes se asigna un porcentaje diferente de esos 2,75s a cada uno.

Movimiento en la posición de place $2,75 \cdot 0,4 = 1,1\text{seg}$

Movimiento en la posición de pick 1,65 seg

En el tramo más desfavorable la velocidad mínima media debe ser $v_{min_m} =$

$$\frac{0,6m}{1,1s} = \frac{0,55m}{s}$$

Con un tramo de aceleración de 0,08m

$$v_f^2 = v_0^2 + 2ad \rightarrow a = \frac{v_f^2}{2d} \rightarrow a = \frac{0,6^2}{2 \cdot 0,08} = 2,3 \text{ m/s}^2 \quad (2.2)$$

$$F = m \cdot (g + a) = 15 \cdot (9,81 + 2,3) = 302,75N \quad (2.3)$$

Avance lineal del acoplamiento

$$T_m = F \cdot \frac{L}{2\pi} = 302,75 \cdot \frac{0,01}{2\pi} = 0,48Nm \quad (2.4)$$

$$T_{real} = \frac{T_m}{\eta} = \frac{0,48}{0,9} = 0,53Nm \quad (2.5)$$

$$w_{req} = \frac{0,6m}{s} \cdot \frac{1rev}{0,01m} \cdot \frac{60s}{1min} = 3600rpm \quad (2.6)$$

$$T_{req} = T_{real} \cdot Coef. seg. = 0,53 \cdot 1,2 = 0,636N \quad (2.7)$$

El motor elegido es el DMS2-058-0007-60 de la marca Keba, con $P_n=440W$, $T_n=0.7Nm$ y $n_N=6000rpm$.

En el caso de este motor se debe considerar el par necesario para mover el propio motor, ya q es de un orden de magnitud muy similar al par necesario en la aplicación. En el catálogo se puede encontrar que su momento de inercia es $0,19kgcm^2$.

$$T_{jm} = J_m \cdot \alpha = 0,19kgcm^2 \cdot \frac{1m^2}{10000cm^2} \cdot \frac{2,3m}{s^2} \cdot \frac{2\pi rad}{0,01m} = 0,027Nm \quad (2.8)$$

$$T_{reqT} = T_{req} \cdot T_{jm} = 0,636 \cdot 0,027 = 0,663Nm \quad (2.9)$$

- Motor eje horizontal

Modelo: EGC-120-TB-KF-3000-R-X

Constante de avance del acoplamiento 125mm/rev

La velocidad mínima media es de $v_{min} = \frac{2,76}{2,75s} = \frac{1m}{s}$

$$v_f^2 = v_0^2 + 2ad \rightarrow a = \frac{v_f^2}{2d} \rightarrow a = \frac{1,1^2}{2 \cdot 0,1} = 6,05m/s^2 \quad (2.10)$$

$$F = m \cdot a = 40 \cdot 6,05 = 242 N \quad (2.11)$$

$$T_m = F \cdot \frac{L}{2\pi} = 242 \cdot \frac{0,125}{2\pi} = 4,81Nm \quad (2.12)$$

$$T_{real} = \frac{T_m}{\eta} = \frac{4,81}{0,9} = 5,34Nm \quad (2.13)$$

$$T_{req} = T_{real} \cdot Coef. seg. = 5,34 \cdot 1,2 = 6,41Nm \quad (2.14)$$

$$w_{req} = \frac{1,1m}{s} \cdot \frac{2\pi rad}{0,125m} = \frac{55,3rad}{s} \quad (2.15)$$

$$P_{req} = T_{req} \cdot w_{req} = 6,41 \cdot 55,3 = 354,5W \quad (2.16)$$

Como en este eje el par requerido ya es de una magnitud relevante es muy conveniente el uso de reductores. Sabiendo que se va a usar reductor el motor más adecuado es el DMS2-070-0018-30, de la marca Keba, con $P_n=518W$, $T_n=1,65Nm$ y $n_N=3000rpm$.

Se deberá escoger un reductor que sea capaz de soportar la potencia requerida y que, junto con el motor, alcance el par requerido.

El reductor elegido es un LP+070 de la marca Alpha, con $i=5$.

$$Tn_r = Tn_m \cdot i = 1,65 \cdot 5 = 8,25Nm \quad (2.17)$$

$$Tn_T = Tn_r \cdot \eta = 8,25 \cdot 0,9 = 7,43Nm \quad (2.18)$$

$$w_{req} = \frac{55,3rad}{s} \cdot \frac{1rev}{2\pi rad} \cdot \frac{60s}{1min} \cdot 5 = 2640rpm \quad (2.19)$$

Para el resto de los motores no se va a estudiar la selección ya que los mecanismos que mueven los motores han sido fabricados por la misma empresa que ha elegido los motores y además no se dispone de datos.

3.2.3. Comparativa

Para que se vea de manera más rápida, se muestra una tabla con los pares de salida nominales de cada actuador (con reductor en caso del eje horizontal)

	Tn_T	Alternativa	Par de trabajo
Eje horizontal robot	60	7,43	5,5-7,5
Eje vertical robot	2	0,7	0,4-0,8

Tabla 16. Comparativa Motores

Como se muestra en la tabla anterior, la combinación de motor más reductor, en el caso del eje horizontal, y del motor en el caso del eje vertical tienen un exceso de par teniendo en cuenta las características del automatismo. En cambio, las alternativas que se ofrecen en este documento se adaptan mejor a las características físicas que requiere la máquina.

3.3 Consumos Reales

Estas dos graficas provienen de la conexión de un analizador de redes a la acometida del cuadro eléctrico, por lo que representan los consumos de corriente y potencia de todas las partes de la máquina en conjunto. Las gráficas muestran la variación de los valores de corriente y potencia durante la operación real del automatismo.

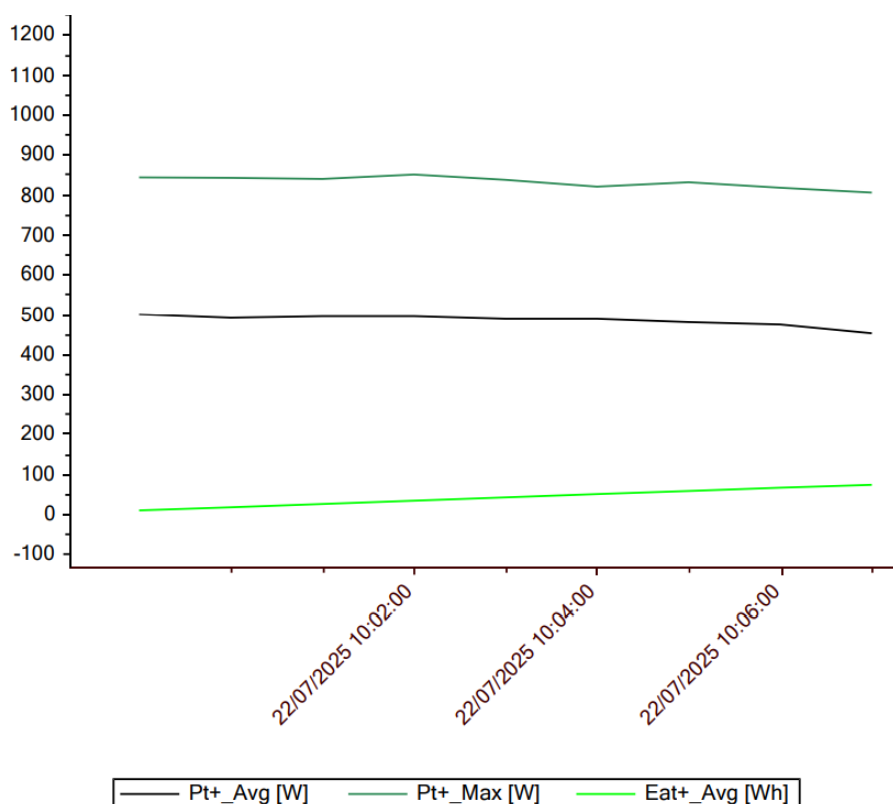


Ilustración 23. Potencia y consumos (analizador de redes)

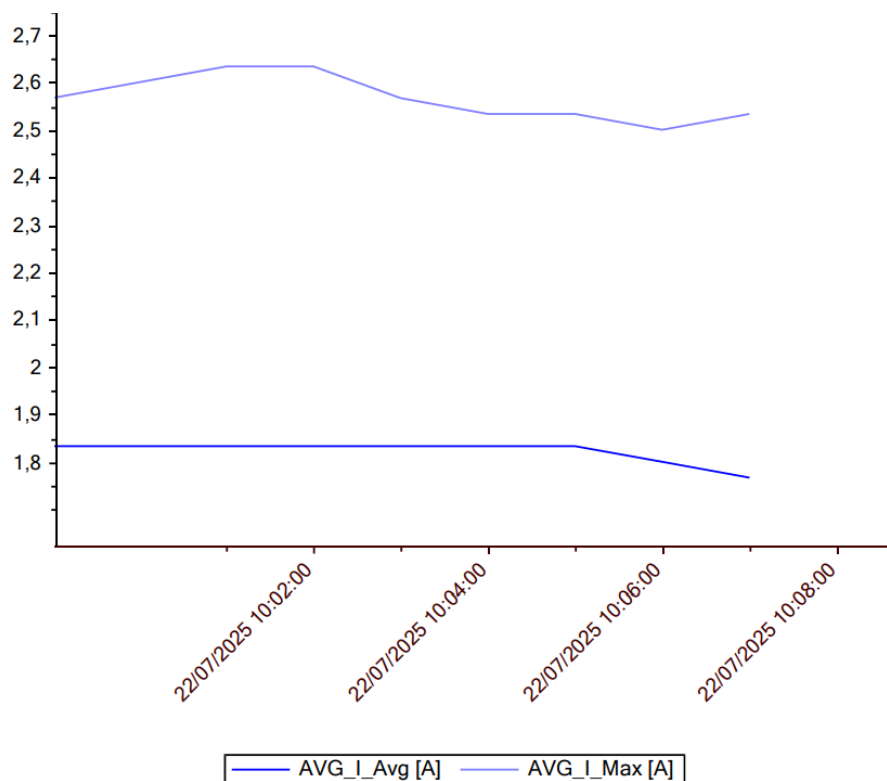


Ilustración 24. Intensidad media y máxima (analizador de redes)

A partir de estas gráficas, podemos concluir que todos los motores seleccionados están demasiado sobredimensionados, no solo los analizados en el apartado anterior. La intensidad nominal (I_N) de varios de ellos es de 2,7 A, y dado que la intensidad media de todo el cuadro es de 1,85 A, se deduce que los motores están trabajando, de media, por debajo del 70% de su intensidad nominal. Esto no es algo positivo, ya que indica que podrían haberse elegido motores con menores prestaciones — y, por tanto, más económicos— sin comprometer el funcionamiento del sistema.

4. Conclusiones

El presente Trabajo de Fin de Grado ha abordado la implementación eléctrica y de control de una estación automatizada de desmoldeo de chocolate para Chocolates Pancraccio, empresa referente en el sector de la chocolatería de calidad en España. El documento ha recogido, desde una perspectiva técnica propia de la ingeniería eléctrica, todas las fases de un proyecto real de automatización industrial: desde la visita a las instalaciones del cliente hasta la puesta en marcha y verificación en planta.

Recapitulación de objetivos

Los objetivos planteados al inicio del proyecto han sido cumplidos en su totalidad. Se ha diseñado e implementado una estación automatizada capaz de separar, desmoldar, clasificar y transportar tabletas de chocolate, así como de recircular los moldes vacíos y descartar los defectuosos, alcanzando el ciclo máximo exigido por el cliente de 11 moldes por minuto. Para ello se ha desarrollado una arquitectura de control dual basada en la CPU KEBA CP 505/A para la automatización principal y el PLC de seguridad SICK FLX3-CPUC100 para la gestión de la seguridad funcional, cumpliendo con las normativas ISO 13849 e IEC 62061. La comunicación entre todos los elementos se ha resuelto mediante EtherCAT como bus principal de control en tiempo real, complementado con el protocolo EoE para la gestión y el diagnóstico de los servodrive KeDrive D3.

Diseño eléctrico

En el ámbito del diseño eléctrico se ha dimensionado el cuadro eléctrico completo, seleccionando y calculando las protecciones magnetotérmicas, el seccionador general y las secciones de cable para cada circuito, aplicando la normativa ITC-BT-47 para el caso de varios motores conectados a una misma fuente. No obstante, el análisis posterior ha revelado que algunos dispositivos han quedado sobredimensionados respecto a los requisitos reales de la instalación, en particular el seccionador general, instalado a 63 A cuando el cálculo arrojaba una necesidad de 34,3 A, decisión motivada por disponibilidad de stock y no por criterio técnico. Asimismo, se ha detectado que los dispositivos de protección elegidos no pertenecen a las gamas que garantizan selectividad y filiación entre sí según las tablas del fabricante Schneider Electric, siendo la gama Acti9 iC40N la alternativa que habría resuelto ambas condiciones manteniendo los calibres calculados.

Diseño e implementación del control

La parametrización de los motores síncronos de imanes permanentes KeDrive DMS2 se ha llevado a cabo mediante el software Drivemanager de KEBA, siguiendo el procedimiento de Auto Tuning para el cálculo de inercias y la configuración del factor de rigidez en función del tipo de robot. El resultado ha sido un sistema de control de movimiento coordinado, con lazos de corriente, velocidad y posición funcionando a tiempos de muestreo de 62,5 μ s, 125 μ s y 125 μ s respectivamente.

El HMI desarrollado sobre FS Studio con pantalla Kite de 10" proporciona al operario una interfaz completa para la monitorización, configuración y mantenimiento de la estación, con diferentes niveles de acceso y posibilidad de teleasistencia remota.

Evaluación técnica: selección de motores

Uno de los hallazgos más relevantes del análisis técnico ha sido el sobredimensionamiento de los motores instalados. Los cálculos electromecánicos realizados para el eje vertical apuntan a un motor de 440 W y 0,7 Nm como solución suficiente, frente al DMS2 de 1.255 W y 2 Nm instalado. Para el eje horizontal, la combinación de motor DMS2-070-0018-30 más reductor LP+070 con relación de reducción 5 habría proporcionado un par de salida de 7,43 Nm, ajustado al rango de trabajo real de 5,5 a 7,5 Nm, frente a los 60 Nm del motor actualmente instalado. Esto queda confirmado por las mediciones del analizador de redes, que muestran una intensidad media del cuadro de 1,85 A frente a los 2,7 A nominales de los motores, lo que indica que estos trabajan de forma habitual por debajo del 70 % de su capacidad nominal. Haberse ajustado más a los requerimientos reales habría permitido elegir modelos más económicos sin comprometer el rendimiento del sistema, y este sobredimensionamiento se identifica como consecuencia directa de la elevada carga de trabajo de la empresa durante la fase de diseño.

Evaluación económica

El presupuesto de la parte eléctrica y de control, objeto de este TFG, asciende a 23.894,26 € IVA incluido, desglosados en 13.464,95 € en material, 1.220,30 € en mano de obra y diseño eléctrico, y 1.792,82 € en diseño e implementación del control, a los que se añaden gastos generales del 12 % y un beneficio empresarial del 7 %. El proyecto global, que incluye también la parte mecánica, ha generado un beneficio cercano al 40 % sobre el coste total, resultado posible gracias a la ausencia de imprevistos graves tanto en la fase de diseño como en la de implementación, y a que no se produjeron sobrecostes significativos en materiales ni en horas de trabajo adicionales. Este dato refleja una ejecución eficiente del proyecto, si bien la empresa deberá incorporar en futuros proyectos similares una fase de análisis más detallada del dimensionado de motores y protecciones, con el fin de optimizar los costes de material sin sacrificar fiabilidad.

Reflexión final

Este trabajo ha permitido trasladar al ámbito académico la experiencia real de un proyecto de automatización industrial completo, demostrando que la integración de sistemas de control modernos, la correcta selección de componentes y una buena coordinación entre las fases de diseño mecánico, eléctrico y de control son los pilares que determinan el éxito técnico y económico de este tipo de proyectos. La estación desarrollada para Chocolates Pancraccio constituye un ejemplo concreto de cómo la automatización puede transformar un proceso manual, lento y susceptible de errores en una línea de producción eficiente, segura y alineada con los Objetivos de Desarrollo Sostenible de la Agenda 2030.

5. Anexos

5.1. Pliego de condiciones

En este apartado se incorporan extractos del documento que se usó como pliego de condiciones para el proyecto real, ampliados con información adicional dada la concisión del documento original.

5.1.1 Condiciones técnicas

Alimentación eléctrica

- La estación trabajará a 400 V AC trifásica + neutro + tierra, 50 Hz.
- El cliente deberá proveer esta acometida en un punto próximo al armario eléctrico, con cuadro de protección general y seccionador bajo su responsabilidad.
- Todos los componentes internos (PLC, variadores, servomotores, sensores, HMI, rúter) se alimentarán desde la fuente principal del armario, dimensionada para soportar arranques simultáneos y recargas mínimas.

Alimentación neumática

- Red de aire comprimido seca, filtrada y lubricada, a 6 bar de presión de trabajo.
- Caudal mínimo continuo: 50 L/min a 6 bar (recomendado por cálculos de 3 cilindros Festo y válvulas de desmoldeo).
- El cliente debe suministrar la tubería de Ø 8 mm y punto de conexión con racor rápido cerca de la estación.

Normativa y certificaciones

- Cumplimiento de la Directiva Máquinas 2006/42/CE, EMC 2014/30/UE y Baja Tensión 2014/35/UE.
- Diseño acorde a las normas UNE-EN 60204-1 (eléctrico de máquinas), ISO 12100 (seguridad de maquinaria), UNE-EN 418 (parada de emergencia) y UNE-EN 983 (seguridad neumática).
- Grado de protección mínima de todos los elementos exteriores: IP64.

Entorno y climatología

- Sala de producción a $17\text{ °C} \pm 3\text{ °C}$ y $40\% \pm 5\%$ de humedad.
- Altura de techo y espacio libre conforme al layout facilitado; sin interferencias con conductos o estructuras colgantes

Formatos

- Medidas exteriores de los moldes con los que se trabajará: 320 x 250 x 25 mm
- Formato 1

Chocolatina individual, con un peso de producto de 300 gr / 24 pastillas = 12,5 gramos



- Formato 2

6 pastillas, con un peso de producto de 300 gr / 6 pastillas = 50 gramos



- Formato 3

3 pastillas, con un peso de producto de 300 gr / 3 pastillas = 100 gramos



5.1.2. Condiciones de control

HMI y supervisión

- Panel KeTop T150 o similar, con acceso a alarmas, estados de ciclo, recetas, producción y diagnóstico de fallos.
- Posibilidad de teleasistencia vía VPN/Rúter integrado.

Funcionamiento del automatismo

- Ciclo_{max}: 11 moldes/minuto
- Descarte moldes no vacíos al 100%
- Suministro de moldes en operación normal: un par de moldes cada 8 segundos

5.1.3. Condiciones de Instalación

2.2: Layout del cliente

Orientativamente y sin cotas se presenta el layout actual en planta:

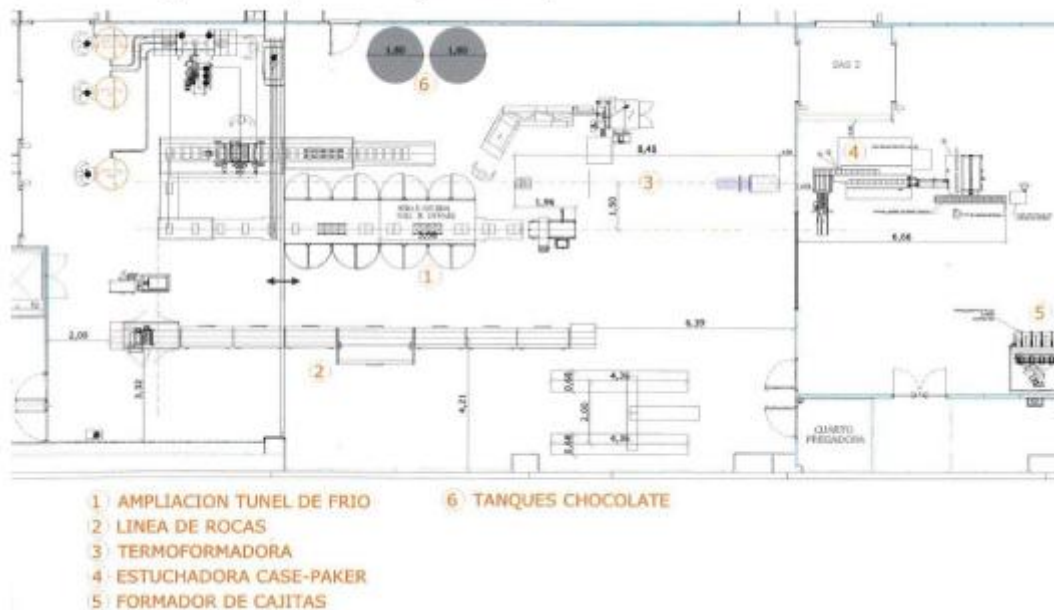


Ilustración 25. Distribución planta cliente antes del proyecto

Las bandejas se acumularán en el final del transportador esperando recogida manual por operario



Ilustración 26. posición máquina

Montaje y cableado en planta

- El equipo se entregará en un único armario ya cableado y testeado en fábrica.
- En planta se realizarán únicamente las conexiones exteriores: potencia, aire y señales de cliente (sensores de línea, parada general, etc.).
- Cualquier trabajo extra (fuera de horario o desplazamientos adicionales) se facturará según tarifa administrativa.

Pruebas y aceptación



- FAT (Factory Acceptance Test) en las instalaciones de la empresa fabricante, con presencia opcional del cliente.
- SAT (Site Acceptance Test) en planta, incluyendo verificación de todas las señales, ciclo completo de desmoldeo, pick & place y recirculación de moldes.
- La puesta en marcha contempla un mínimo de 2 días hábiles para cableado y prueba de E/S, 2 días para verificación de motores y 4 días para ajuste de recetas y validación final.

5.2. Presupuesto

Material

	Descripción unidad	VENDEDOR	U.	COSTE	COSTE TOTAL
3	Seccionador INTERPACT INS63 4P	VALEKTRA	1	41,72 €	41,72 €
3.1	LV428941 MDO ROT PROLONG FRONTAL INS40 a 160A	VALEKTRA	1	18,71 €	18,71 €
3.2	A9F75440 Interruptor Acti9 iC60N 3P 40A D	VALEKTRA	1	67,09 €	67,09 €
3.3	A9F75332 Interruptor Acti9 iC60N 4P 32A D	VALEKTRA	1	45,45 €	45,45 €
OF	A9F74604 Acti9 iC60N 1P+N 4A C	VALEKTRA	1	32,57 €	32,57 €
3.4	Portafusibles DF103, 3P, 32A, 690VAC	VALEKTRA	1	10,56 €	10,56 €
3.5	Contactador LC1-D 3P 32A	VALEKTRA	1	79,81 €	79,81 €
3.6	A9F75304 Interruptor Acti9 iC60N 3P 4A D	VALEKTRA	1	64,18 €	64,18 €
3.7	PRO ECO3 240W 24V 10A	VALEKTRA	1	96,92 €	96,92 €
3.8	AAP11 6 LO RD	VALEKTRA	1	2,12 €	2,12 €
3.9	AAP11 1.5 LI RD	VALEKTRA	3	2,21 €	6,63 €
3.10	AAP11 6 LO BL	VALEKTRA	1	2,12 €	2,12 €
3.11	AAP11 1.5 LI BL	VALEKTRA	3	2,21 €	6,64 €
3.12	Ventilador con filtro Blue e+ (SK 3238.700)	RITTAL	2	88,59 €	177,18 €
3.13	Filtro de salida Blue e+ (SK 3238.300)	RITTAL	2	23,02 €	46,04 €
3.14	SZ BOLSA PORTAESQUEMAS DIN A4	RITTAL	1	11,99 €	11,99 €
3.15	AX MANETA COMFORT MINI-PARA CANDADO	RITTAL	1	56,98 €	56,98 €
3.16	AX CARRIL PARA MONTAJE INTERIOR P/400	RITTAL	1	49,05 €	49,05 €
3.17	ARMARIO COMPACTO IP65 INOX 1650X800X400	IDE ELECTRIC	1	1.845,72 €	1.845,72 €
3.18	Router REX100 WiFi+WAN, 1x WAN, 3x LAN	HELMHOLZ	1	316,34 €	316,34 €
3.19	SWITCH FLEXTRA SLIM ETHERNET 5 PUERTOS	HELMHOLZ	1	94,33 €	94,33 €
3.20	ANTENNA HELMHOLZ WIFI 700-889-ANT01 2.4GHZ, 5DBI 1.5 M	HELMHOLZ	1	36,92 €	36,92 €
3.21	FILTRO D3-XF 025/A-0612-00	KEBA	1	155,25 €	155,25 €
3.22	RESISTENCIA RXLG-S1 1000W 40RJ		1	80,30 €	80,30 €
TOTAL					3.344,62 €

Tabla 17. Armario + elementos de su interior

	Descripción unidad	VENDEDOR	U.	COSTE	COSTE TOTAL
1	SERVOMOTOR KEBA DMS2-091-0035-60-B05MP2-Q000-0	KEBA	1	517,68 €	517,68 €
1.1	SERVOMOTOR KEBA DMS2-070-0024-60-B13MG1-Q000-1	KEBA	1	12,20 €	12,20 €
1.2	SERVOMOTOR KEBA DMS2-070-0024-30-B05MG1-Q000-0	KEBA	2	472,52 €	945,04 €
1.3	SERVOMOTOR KEBA DMS2-070-0024-60-B05MG1-Q000-1	KEBA	1	516,14 €	516,14 €
1.4	SERVOMOTOR KEBA DMS2-058-0012-B03MG1-Q000-0	KEBA	1	473,00 €	473,00 €
1.5	Cable H01-050	KEBA	2	92,19 €	92,19 €
1.6	Cable H01-100	KEBA	4	127,80 €	127,80 €
1.7	CORREA YDINS 1800-T10-32 KEVLAR	LINDIS	2	159,27 €	318,54 €
1.8	FUENTE ALIMENTACION D3-DP 300/A-1000-01	KEBA	1	383,50 €	383,50 €
1.9	KIT CONECTOR FUENTE D3-XT 220/A	KEBA	1	12,50 €	12,50 €
1.10	Driver D3-DA 320/A-0621-20 (Ejes cartesiano)	KEBA	1	763,50 €	763,50 €
1.11	Driver D3-DA 310/A-0321-20 (Charnela)	KEBA	1	642,00 €	642,00 €
1.12	Driver D3-DA 330/A-0321-20 (Transportadores)	KEBA	1	828,00 €	828,00 €
1.13	Conectores Driver D3-XT 230/A (STOs)	KEBA	2	12,60 €	25,20 €
1.14	Conectores Driver D3-XT 231/A (motor)	KEBA	3	14,78 €	44,34 €
TOTAL					5.059,62 €

Tabla 18. Motores +Drives +Fuente

	Descripción unidad	VENDEDOR	U.	COSTE	COSTE TOTAL
2	CP 505/A	KEBA	1	728,00 €	728,00 €
2.1	Memory Card XC 540/G-0000	KEBA	1	23,40 €	23,40 €
2.2	Licencia RL Robotics	KEBA	1	200,00 €	200,00 €
2.3	Licencia RLO Packaging Robotics	KEBA	1	200,00 €	200,00 €
2.4	MÓDULO KEBA ETHERCAT BUS BL 570 BUSCOUPLER	KEBA	1	72,50 €	72,50 €
2.5	Digital input module DI 570	KEBA	1	50,50 €	50,50 €
2.6	Digital input module DI 570	KEBA	2	50,50 €	101,00 €
2.7	Digital output module DO 550	KEBA	1	60,90 €	60,90 €
2.8	Digital output module DO 550	KEBA	1	60,90 €	60,90 €
2.9	Conector Bu-Leiste BCF3,81 4-pol. 180G Push In BK	KEBA	30	1,80 €	54,00 €
2.10	KeTop JB 001/A Set - Junction Box	KEBA	1	100,80 €	100,80 €
2.11	KeTop BC001 - KeTop bridge connector	KEBA	1	50,40 €	50,40 €
2.12	Controlador SICK FLEXI COMPACT FLX3-CPUC100	SICK	1	347,00 €	347,00 €
2.13	Relé de seguridad G7SA-4A2B 24DC Omron		1	26,45 €	26,45 €
2.14	Base de montaje en superficie P7SA14FNDPU24VDC		1	23,55 €	23,55 €
TOTAL					2.099,40 €

Tabla 19. Elementos de control

	Descripción unidad	VENDEDOR	U.	COSTE	COSTE TOTAL
4	ELECTROVALVULA VUVG-L14-M52-MH-G18-1R8L-N4	FESTO	3	41,04 €	123,12 €
4.1	ELECTROVALVULA FESTO VUVG-L18-P53E-H-G14-1R8L-N4	FESTO	1	66,94 €	66,94 €
4.2	ESTR. ESCAPE FESTO GRE-1/8	FESTO	8	9,98 €	79,82 €
4.3	SENSOR DE PROX. FESTO SMT-8M-A-PS-24V-E-0,3-M8D	FESTO	8	8,31 €	66,44 €
4.4	KIT DE FIJACIÓN FESTO SMBR-8-20	FESTO	4	2,18 €	8,74 €
4.5	UNIDAD DE MANTENIMIENTO MSB6-1/2:C4:J17:O41-WPB	FESTO	1	259,71 €	259,71 €
4.6	CABLE SICK YF8U13-100VA1XLEAX	SICK	8	12,70 €	101,60 €
4.7	CONECTOR RTO SAIL-M12G-4-10U 4P+CBL 10M	WEIDMULLER	1	11,63 €	11,63 €
4.8	CABLE WEIDMULLER SAIL-M8GBS-4-5U 4P+CBL 5M	WEIDMULLER	1	5,35 €	5,35 €
4.9	VENTURI COVAL LEM90X25RVAC15PG1	COVAL	1	402,05 €	402,05 €
4.10	FOTOCELULA SICK GSE6-P6111	SICK	5	35,00 €	175,00 €
4.11	FOTOCELULA SICK GSE6-P6111	SICK	2	35,00 €	70,00 €
4.12	CABLE SICK YF8U14-100UA3XLEAX	SICK	14	21,09 €	295,26 €
4.13	TERMINAL KITE PK2100-31ST-P1Q1	KITE	1	447,73 €	447,73 €
4.14	MICRO SEGURIDAD SICK FXL1-SPBMSA00	SICK	2	311,85 €	623,70 €
4.15	ACCIONADOR MICRO (FXL1) SICK FXL1-AR1	SICK	2	40,84 €	81,68 €
4.16	CABLE SICK YF2A18-100UA5XLEAX (Cable para FXL1)	SICK	1	39,27 €	39,27 €
4.17	CABLE SICK YF2A18-100UA5XLEAX (Cable para FXL1)	SICK	1	39,27 €	39,27 €
4.18	CONJUNTO IE-FC-SET-SPDED001-KN-P	VALEKTRA	1	64,00 €	64,00 €
TOTAL					2.961,31 €

Tabla 20. Elementos externos al armario

Diseño e instalación eléctrica

	Descripción unidad	H	COSTE	COSTE TOTAL
5	Montaje y cableado de la parte eléctrica del proyecto			
	Oficial 1ª electricista	0,45	23,74 €	10,68 €
	Ingeniero eléctrico en practicas	80	6 €	480,00 €
	Costes directos complementarios	0,03	490,68 €	14,72 €
TOTAL				505,40 €

Tabla 21. Coste implementación eléctrica

	Descripción unidad	H	COSTE	COSTE TOTAL
6	Diseño de la parte eléctrica del proyecto. En ella incluye la selección de motores y de protecciones, junto con la planificación de la sensoria y actuadores necesarios. Este diseño tiene en cuenta las exigencias del entorno alimentario en que trabajará la máquina.			
	Ingeniero eléctrico	24	28,92 €	694,08 €
	Costes directos complementarios	0,03	694,08 €	20,82 €
TOTAL				714,90 €

Tabla 22. Coste diseño eléctrico

Diseño e implementación del control

Aquí se realizará una sola tabla ya que el diseño del código va completamente a la vez que su implementación.

	Descripción unidad	H	COSTE	COSTE TOTAL
7	Diseño del programa de control adecuado al tiempo de ciclo establecido por el cliente y preparado para trabajar con total autonomía. Incluye la programación del plc de seguridad. implementación del control: creación de imagen en la CPU, tuning y parametrización de motores.			
	Ingeniero de control	55	28,92 €	1590,6 €
	Ingeniero eléctrico en practicas	25	6 €	150,00 €
	Costes directos complementarios	0,03	1740,6 €	52,22 €
TOTAL				1.792,82 €

Tabla 23. Coste del diseño e implementación del control

Presupuesto total

	Descripción unidad	%	inicial	COSTE TOTAL
1	Material Motores +Drives +Fuente			5.059,62 €
2	Material Elementos de control			2.099,40 €
3	Material Armario + elementos de su interior			3.344,62 €
4	Material Elementos externos al armario			2.961,31 €
5	Implementación parte eléctrica			505,40 €
6	Diseño eléctrico			714,90 €
7	Diseño e implementación del control			1.792,82 €
Total, PEM				16.478,07 €
	Gastos generales	13%	16.478,07 €	2.142,15 €
	Beneficio empresarial	6%	18.620,22 €	1.117,21 €
	TOTAL, sin IVA (PEC)			19.737,43 €
		21%		
TOTAL (PBL)				23.882,29€

Tabla 24. Presupuesto final

Esta sería la cifra que se le debería ofertar al cliente si únicamente se planteara la parte eléctrica y de control.



Documentación necesaria y Planos eléctricos

KeDrive DMS2

Synchronous Motors



KEBA®

Automation by innovation.

KeDrive DMS2 – Overview

Page

Introduction Synchronous Motors

4

Synchronous Motors

KeDrive DMS2-040	6
KeDrive DMS2-058	8
KeDrive DMS2-070	10
KeDrive DMS2-091	12
KeDrive DMS2-100	14
KeDrive DMS2-142	16
KeDrive DMS2-190	20
KeDrive DMS2-240	24
KeDrive DMS2-270	28
Overview Motor Lengths	30

The KeDrive DMS2 synchronous servomotors are suitable for almost all servo applications in automation.

The high torque density permits a particularly compact design with maximum torque up to 1150 Nm.

Everything from analogue encoder through to modern, digital safety encoder are available, depending on the requirements for precision and safety technology. With the high-resolution Hiperface DSL encoders safe high-performance applications can be realized with just one cable.

The digital encoders are available both in single-turn and in multi-turn versions. The electronic nameplate with parameter memory permits problem-free commissioning of the drive system. The motors attain protection rating IP65 as standard thanks to being fitting with a shaft sealing ring.



KeDrive DMS2

Synchronous Motors

Overview

- // Maximum reliability
- // High overload capacity
- // Low torque ripple
- // One common cable for power supply and encoder signal

Brief description

The KEBA servomotors of the series DMS2 fulfill the highest standards of accuracy and of smooth running and are characterized particularly by a wide power spectrum and a wide speed range. The fine graduation of torque and speed over 9 flange sizes allows optimum motor dimensioning for each application. The high torque density makes the motor compact and dynamic.

The moments of inertia are adapted especially for robotics and motion applications and therefore allow an optimal control mode, especially for linked axes.

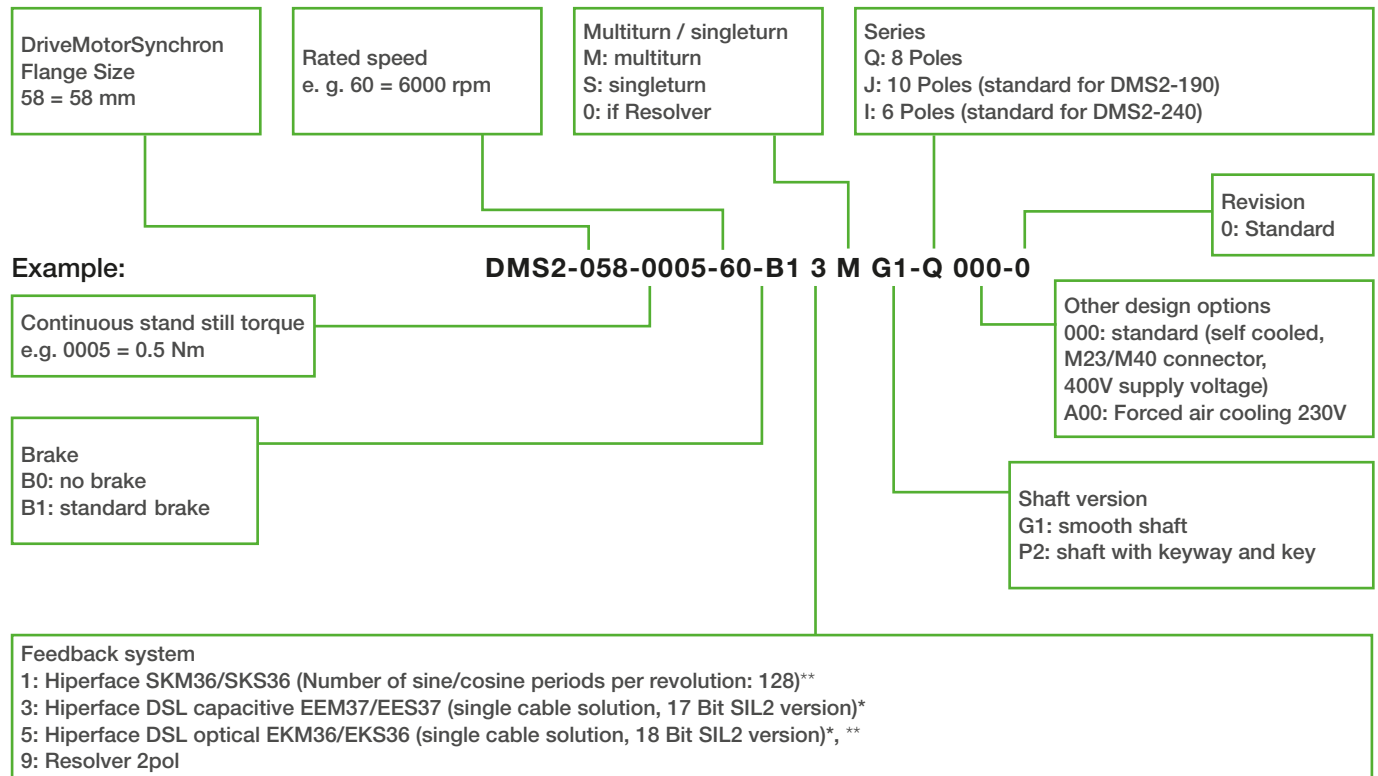
Depending on the application, the motors can be customized in a variety of possible options specifically to the respective needs. Depending on the required positioning accuracy the motors can be delivered with several encoder types. From flange size 142 onwards, forced air ventilation is available as an option. This increases the stall torque by approx. 30% and the rated power by 30% to 150% depending on the type.

Motor
DMS2-058-0007-60
DMS2-058-0012-60
DMS2-070-0024-60
DMS2-091-0035-30
DMS2-091-0035-60
DMS2-100-0060-45
DMS2-100-0100-30
DMS2-100-0100-60
DMS2-142-0125-45
DMS2-142-0200-30
DMS2-142-0260-30

Preferred types

Very short delivery times are possible with a series of preferred types. These preferred types are selected motor types, which are best matched to the KeDrive D3-DA servo controllers up to the medium power range. **(P)**.

Type Code



* available till DMS2-190

** not available at DMS2-040

Symbols and abbreviations

Other available options:

// reinforced bearings
// smaller plugs
// different shaft designs
// forced air cooling
// water cooling
// ATEX etc.

Symbol	Description
P_N	Rated power
T_N	Rated torque
n_N	Rated speed
T_0	Stall torque
T_{max}	Peak torque
I_N	Rated current
I_0	Stall current
I_{max}	Peak current
J	Moment of inertia
L	Length
m	Weight

KeDrive DMS2-040

Synchronous Motors

Flange Dimension 40 mm

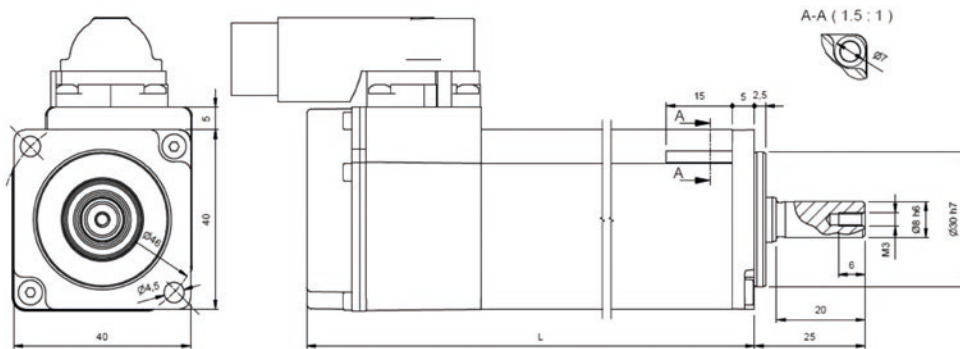
	P_N kW	T_N Nm	n_N rpm	T_0 Nm	T_{max} Nm	I_N A_{rms}	I_0 A_{rms}	I_{max} A_{rms}	$J^*)$ kgcm ²	$L^{**})$ mm	$m^{***})$ kg
DMS2-040-0003-60	176	0.28	6000	0.32	1.0	0.6	0.68	2.5	0.03	103 (126)	0.5

*) With brake the moment of inertia is higher by 0.013 kgcm²

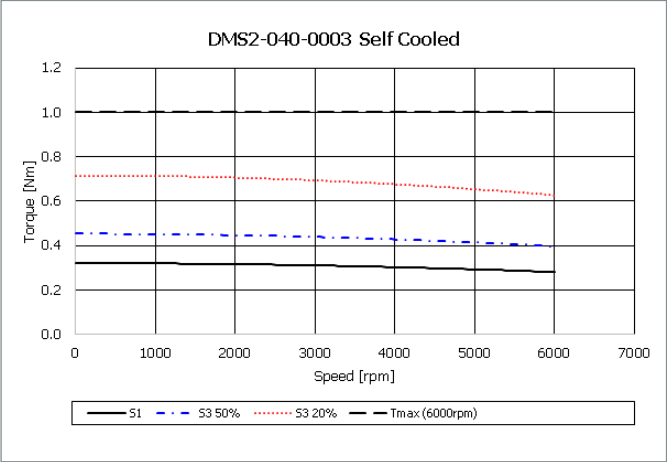
**) Lengths refer to encoder option 3: Hiperface DSL EES37/EEM37 without brake (or B1: with brake); an overview of all lengths is on p. 26

**) With brake approx. 0.1 kg more weight

Dimensions DMS2-040



Motor characteristics DMS2-040-0003



KeDrive DMS2-058

Synchronous Motors

Flange Dimension 58 mm

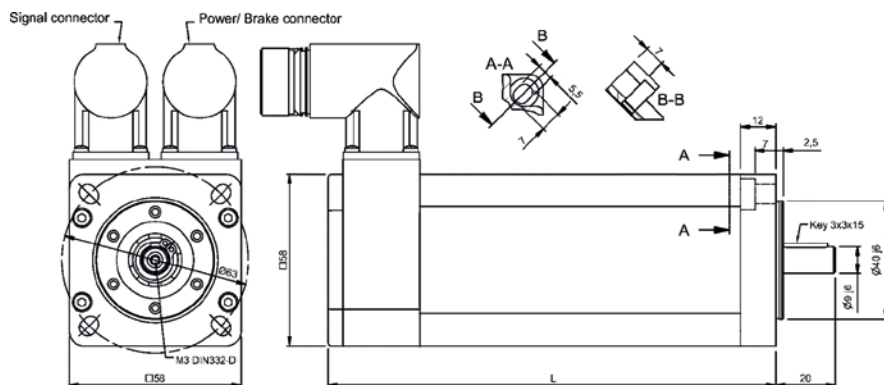
	P_N W	T_N Nm	n_N rpm	T_0 Nm	T_{max} Nm	I_N A_{rms}	I_0 A_{rms}	I_{max} A_{rms}	$J^*)$ kgcm ²	$L^{**})$ mm	$m^{***})$ kg
DMS2-058-0007-30	229.3	0.73	3000	0.75	3.0	0.50	0.52	2.4	0.19	131 (161)	1.5
DMS2-058-0010-30	304.7	0.97	3000	1.00	4.0	0.67	0.69	3.2	0.25	143 (173)	1.7
DMS2-058-0012-30	380.1	1.21	3000	1.25	5.0	0.83	0.86	4.0	0.31	155 (185)	2.0
DMS2-058-0002-60	151	0.24	6000	0.25	1.0	0.33	0.34	1.6	0.07	107 (137)	1.0
DMS2-058-0005-60	295	0.47	6000	0.50	2.0	0.65	0.69	3.2	0.13	119 (149)	1.2
DMS2-058-0007-60 (P)	440	0.70	6000	0.75	3.0	0.96	1.03	4.8	0.19	131 (161)	1.5
DMS2-058-0010-60	584	0.93	6000	1.00	4.0	1.28	1.37	6.4	0.25	143 (173)	1.7
DMS2-058-0012-60 (P)	729	1.16	6000	1.25	5.0	1.59	1.72	8.0	0.31	155 (185)	2.0

*) With brake the moment of inertia is higher by 0.12 kgcm²

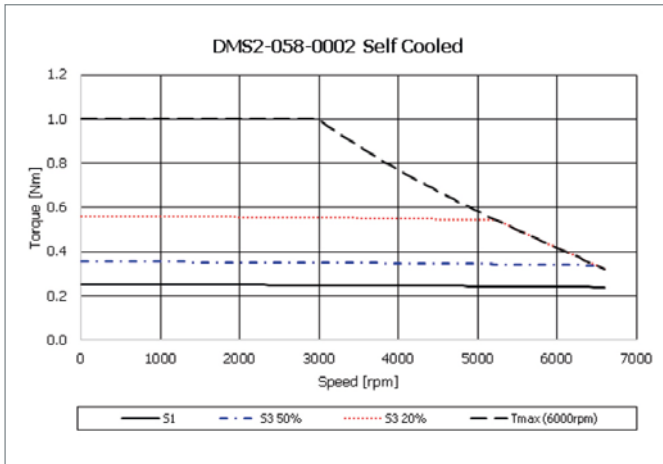
**) Lengths refer to encoder option 1, 3, 5 and B0: without brake (or B1: with brake); an overview of all lengths is on p. 26

***) With brake approx. 0.5 kg more weight

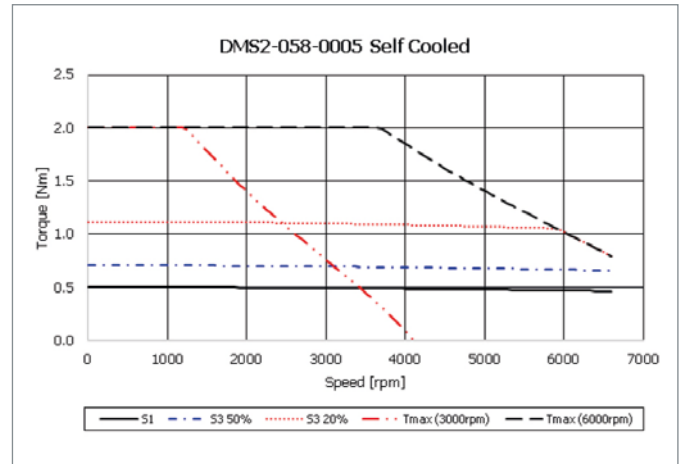
Dimensions DMS2-058



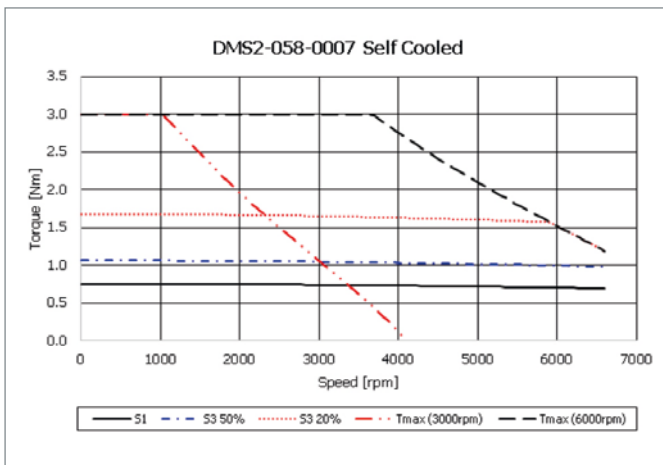
Motor characteristics DMS2-058-0002



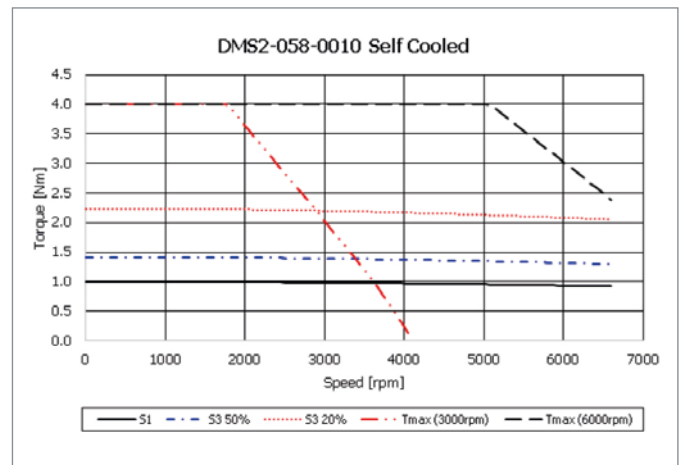
Motor characteristics DMS2-058-0005



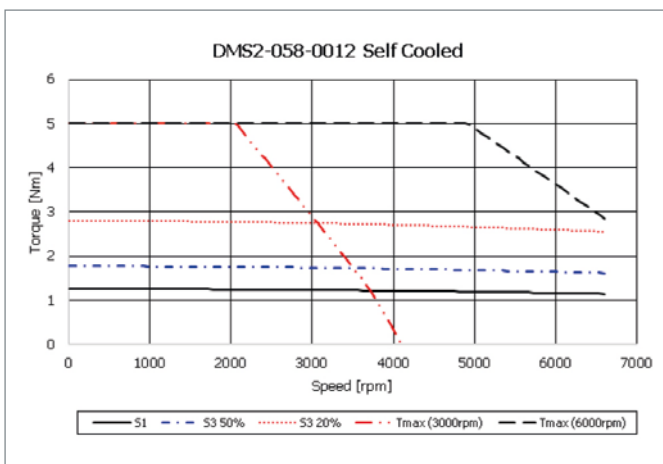
Motor characteristics DMS2-058-0007



Motor characteristics DMS2-058-0010



Motor characteristics DMS2-058-0012



KeDrive DMS2-070

Synchronous Motors

Flange Dimension 70 mm

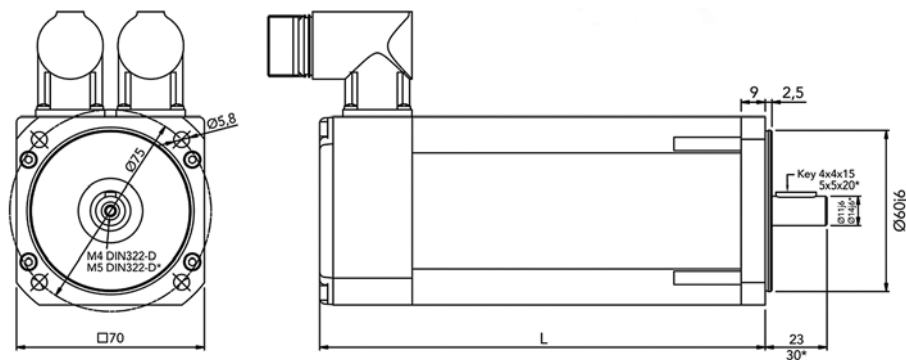
	P_N kW	T_N Nm	n_N rpm	T_0 Nm	T_{max} Nm	I_N A_{rms}	I_0 A_{rms}	I_{max} A_{rms}	$J^*)$ kgcm ²	$L^{**})$ mm	$m^{***})$ kg
DMS2-070-0006-30	172.8	0.55	3000	0.6	2.1	0.4	0.4	1.8	0.25	123 (158)	2.0
DMS2-070-0012-30	345.6	1.1	3000	1.2	4.2	0.8	0.8	3.6	0.44	138 (173)	2.2
DMS2-070-0018-30	518.4	1.65	3000	1.8	6.3	1.1	1.2	5.4	0.63	153 (188)	2.6
DMS2-070-0024-30	691.2	2.2	3000	2.4	8.5	1.5	1.7	7.3	1.05	180 (211)	3.6
DMS2-070-0030-30	848.0	2.7	3000	3.0	10.5	1.9	2.1	9.1	1.22	195 (223)	3.8
DMS2-070-0006-60	314.2	0.5	6000	0.6	2.1	0.7	0.8	3.6	0.25	123 (158)	2.0
DMS2-070-0012-60	628.0	1.0	6000	1.2	4.2	1.4	1.6	7.2	0.44	138 (173)	2.2
DMS2-070-0018-60	942.5	1.5	6000	1.8	6.3	2.1	2.5	10.8	0.63	153 (188)	2.6
DMS2-070-0024-60 (P)	1255.0	2.0	6000	2.4	8.5	2.7	3.3	14.7	1.05	180 (211)	3.6
DMS2-070-0030-60	1508.0	2.4	6000	3.0	10.5	3.3	4.1	18.0	1.22	195 (223)	3.8

*) With brake the moment of inertia is higher by 0.38 kgcm²

**) Lengths refer to encoder option 1, 5 and B0: without brake (or B1: with brake); an overview of all lengths is on p. 26

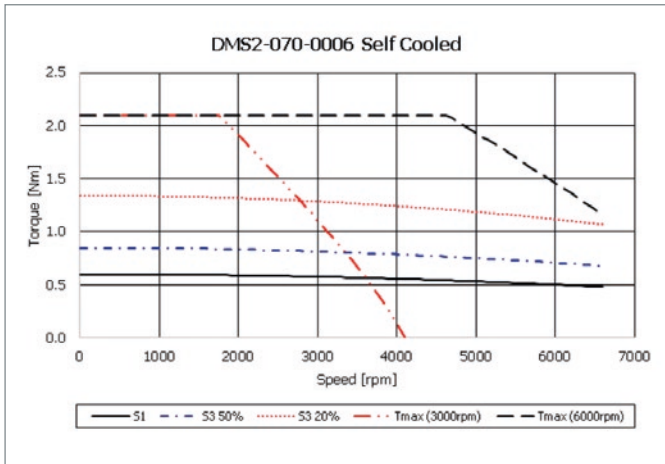
***) With brake approx. 0.6 kg more weight

Dimensions DMS2-070

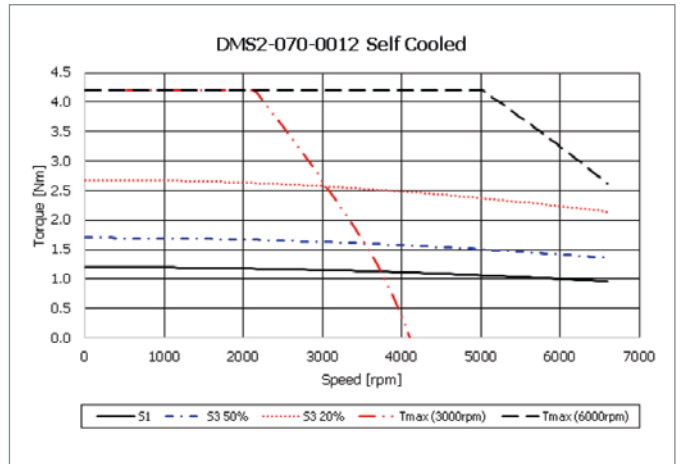


*) Dimensions valid for DMS2-070-0024 and DMS2-070-0030

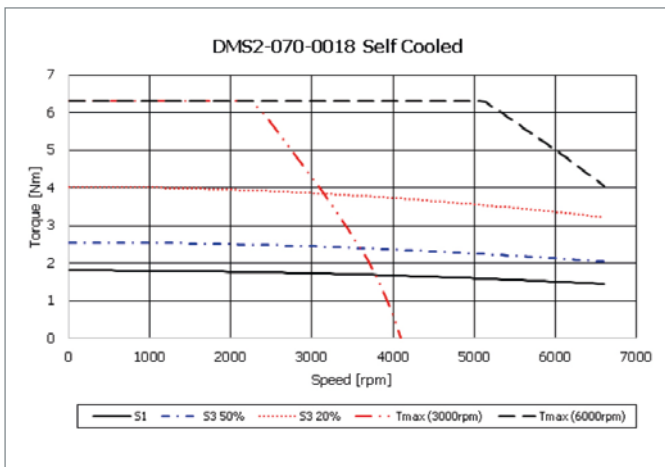
Motor characteristics DMS2-070-0006



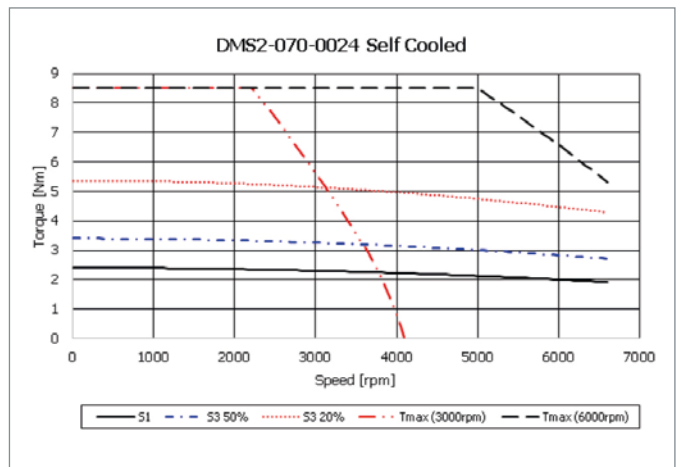
Motor characteristics DMS2-070-0012



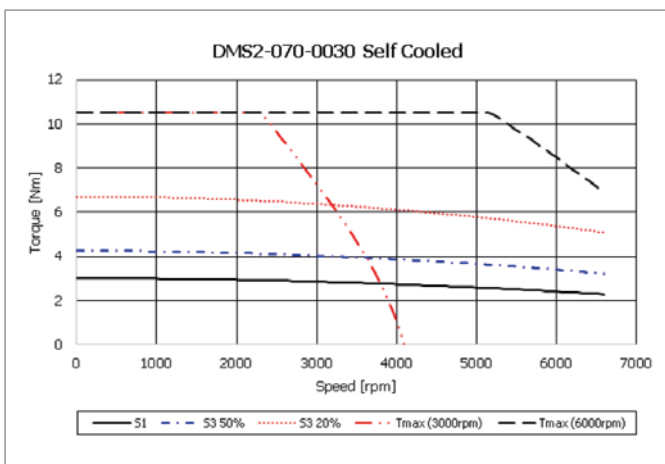
Motor characteristics DMS2-070-0018



Motor characteristics DMS2-070-0024



Motor characteristics DMS2-070-0030



KeDrive DMS2-091

Synchronous Motors

Flange Dimension 91 mm

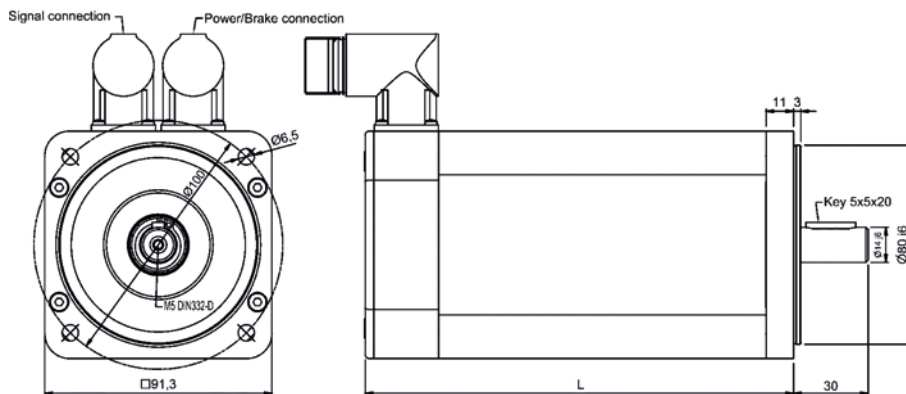
	P_N kW	T_N Nm	n_N rpm	T_0 Nm	T_{max} Nm	I_N A_{rms}	I_0 A_{rms}	I_{max} A_{rms}	$J^*)$ kgcm ²	$L^{**})$ mm	$m^{***})$ kg
DMS2-091-0013-30	0.4	1.3	3000	1.35	5	0.8	0.8	3.6	0.47	137 (172)	3.5
DMS2-091-0026-30	0.8	2.5	3000	2.6	10	1.5	1.6	7.1	0.88	159 (194)	4.4
DMS2-091-0035-30 (P)	1.0	3.1	3000	3.5	14	1.9	2.1	10.0	1.09	174 (209)	5.0
DMS2-091-0045-30	1.2	3.9	3000	4.5	18	2.4	2.8	12.7	1.40	194 (229)	5.8
DMS2-091-0013-60	0.6	1.0	6000	1.35	5	1.2	1.7	7.1	0.47	137 (172)	3.5
DMS2-091-0026-60	1.1	1.7	6000	2.6	10	2.1	3.2	14.3	0.88	159 (194)	4.4
DMS2-091-0035-60 (P)	1.3	2.0	6000	3.5	14	2.5	4.3	20.0	1.09	174 (209)	5.0
DMS2-091-0045-60	1.4	2.3	6000	4.5	18	2.8	5.6	25.4	1.40	194 (229)	5.8

*) With brake the moment of inertia is higher by 0.38 kgcm²

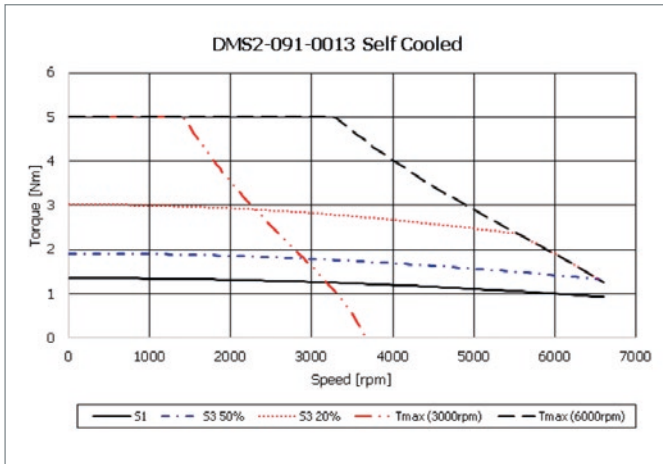
**) Lengths refer to encoder option 1, 3, 5 and B0: without brake (or B1: with brake); an overview of all lengths is on p. 26

***) With brake approx. 0.6 kg more weight

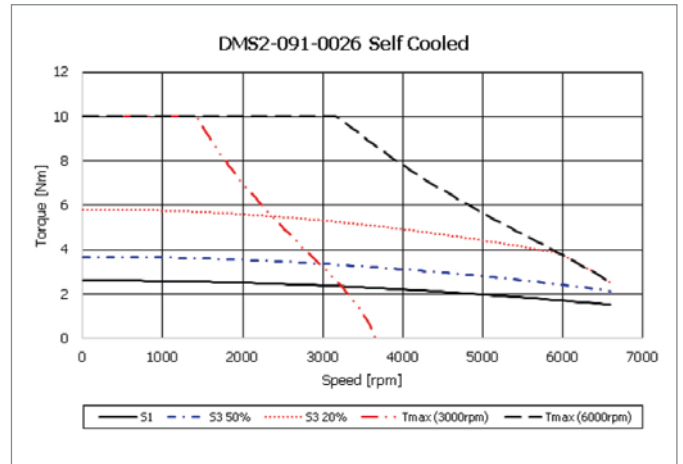
Dimensions DMS2-091



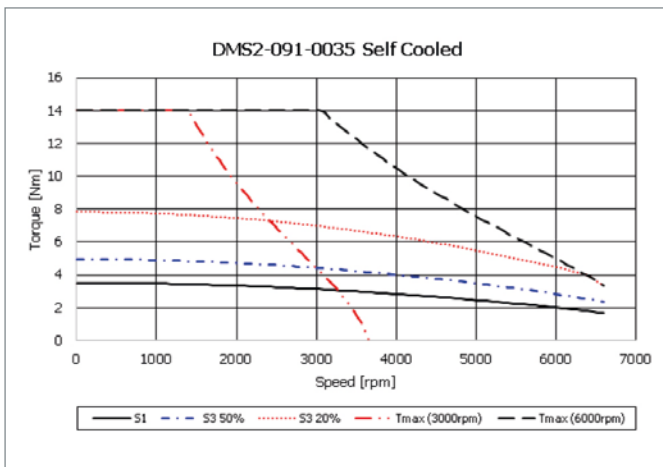
Motor characteristics DMS2-091-0013



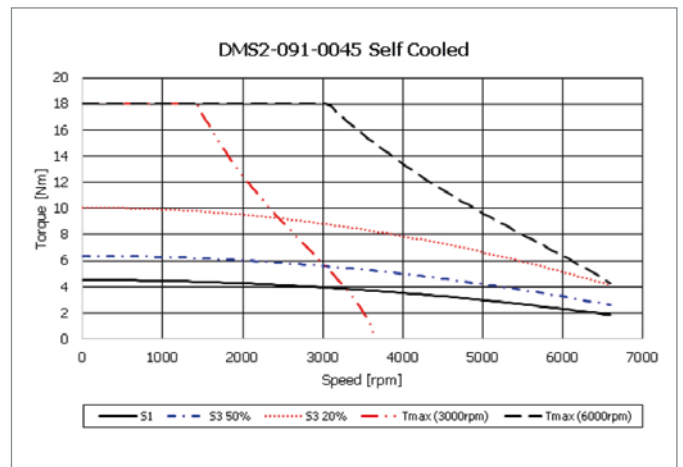
Motor characteristics DMS2-091-0026



Motor characteristics DMS2-091-0035



Motor characteristics DMS2-091-0045



KeDrive DMS2-100

Synchronous Motors

Flange Dimension 100 mm

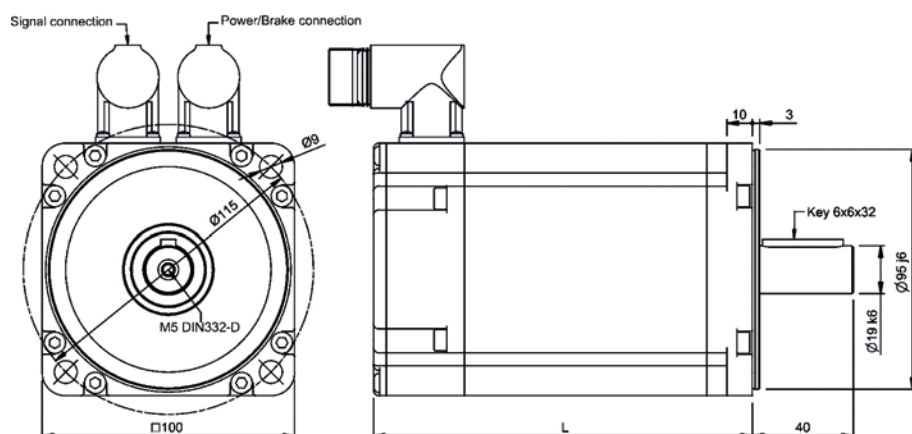
	P_N kW	T_N Nm	n_N rpm	T_0 Nm	T_{max} Nm	I_N A_{rms}	I_0 A_{rms}	I_{max} A_{rms}	$J^*)$ kgcm ²	$L^{**})$ mm	$m^{***})$ kg
DMS2-100-0040-30	1.1	3.50	3000	4.0	12	2.1	2.5	11.6	1.87	161 (193)	4.7
DMS2-100-0060-30	1.6	5.25	3000	6.0	18	3.2	3.7	17.4	2.67	181 (213)	5.3
DMS2-100-0080-30	2.4	7.50	3000	8.0	24	4.6	4.9	22.7	3.47	205 (237)	6.2
DMS2-100-0100-30 (P)	2.7	8.75	3000	10.0	30	5.4	6.1	29.0	4.27	225 (257)	7.2
DMS2-100-0040-45	1.5	3.10	4500	4.0	12	2.8	3.7	17.3	1.87	161 (193)	4.7
DMS2-100-0060-45 (P)	2.2	4.65	4500	6.0	18	4.3	5.5	26.0	2.67	181 (213)	5.3
DMS2-100-0080-45	2.9	6.20	4500	8.0	24	5.7	7.4	34.6	3.47	205 (237)	6.2
DMS2-100-0100-45	3.6	7.70	4500	10.0	30	7.1	9.2	43.3	4.27	225 (257)	7.2
DMS2-100-0040-60	1.5	2.40	6000	4.0	12	2.9	4.9	23.2	1.87	161 (193)	4.7
DMS2-100-0060-60	2.3	3.60	6000	6.0	18	4.4	7.4	34.8	2.67	181 (213)	5.3
DMS2-100-0080-60	3.0	4.80	6000	8.0	24	5.9	9.8	46.4	3.47	205 (237)	6.2
DMS2-100-0100-60 (P)	3.8	6.00	6000	10.0	30	7.4	12.3	58.0	4.27	225 (257)	7.2

*) With brake the moment of inertia is higher by 0.54 kgcm²

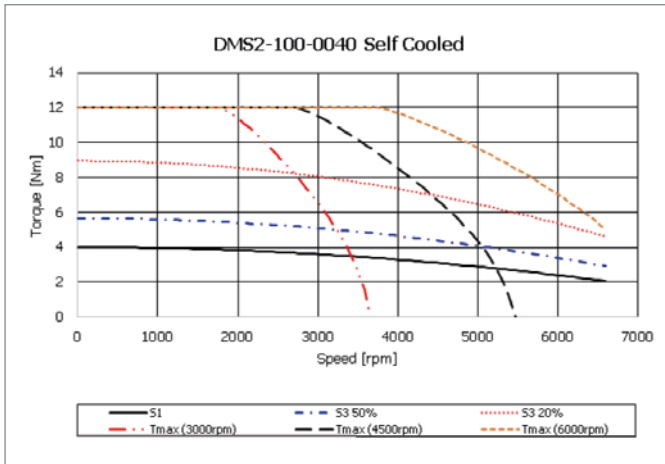
**) Lengths refer to encoder option 1, 3, 5 and B0: without brake (or B1: with brake); an overview of all lengths is on p. 26

***) With brake approx. 0.6 kg more weight

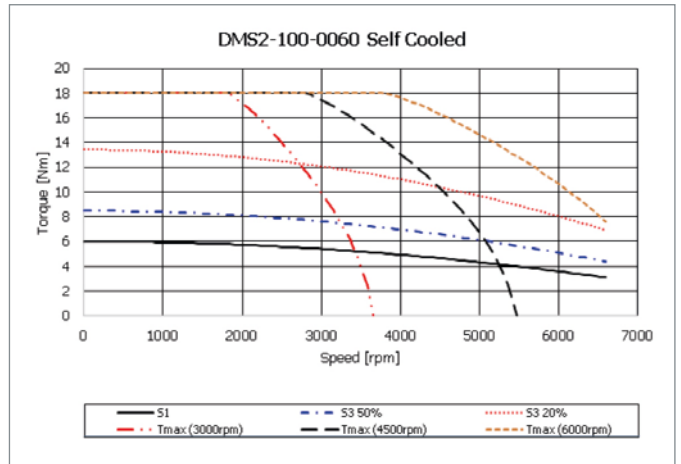
Dimensions DMS2-100



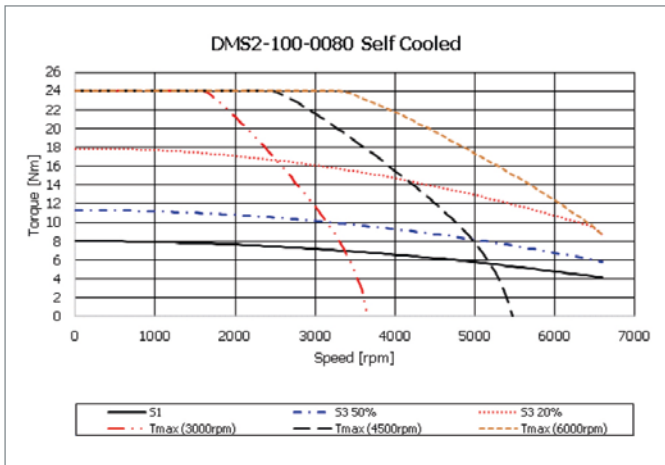
Motor characteristics DMS2-100-0040



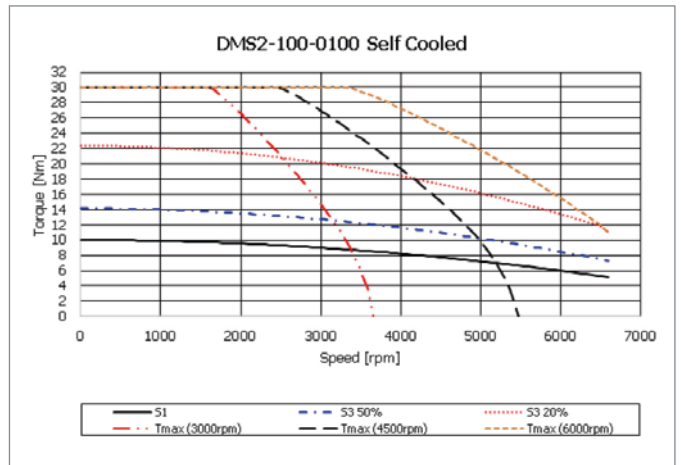
Motor characteristics DMS2-100-0060



Motor characteristics DMS2-100-0080



Motor characteristics DMS2-100-0100



KeDrive DMS2-142

Synchronous Motors

Flange Dimension 142 mm (4.5 Nm – 26 Nm)

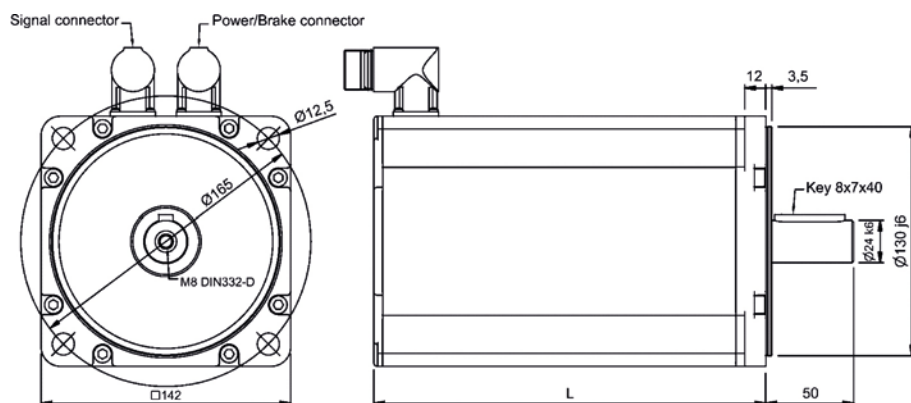
	P _N kW	T _N Nm	n _N rpm	T ₀ Nm	T _{max} Nm	I _N A _{rms}	I ₀ A _{rms}	I _{max} A _{rms}	J*) kgcm ²	L**) mm	m***) kg
DMS2-142-0045-20	0.9	4.2	2000	4.5	13.8	1.7	1.8	6.6	3.6	159 (194)	7.5
DMS2-142-0090-20	1.7	8.1	2000	9.0	27.6	3.3	3.7	13.1	6.0	184 (219)	9.5
DMS2-142-0125-20	2.5	11.8	2000	12.5	41.4	4.8	5.1	19.7	8.2	209 (239)	11.5
DMS2-142-0160-20	3.2	15.1	2000	16.0	55.2	6.2	6.6	26.2	10.7	234 (264)	13.5
DMS2-142-0200-20	3.9	18.5	2000	20.0	69.0	7.6	8.2	34.9	13.1	259 (284)	15.5
DMS2-142-0260-20	4.7	22.4	2000	26.0	96.6	9.2	10.6	45.9	18.4	309 (329)	19.5
DMS2-142-0045-30	1.3	4.0	3000	4.5	13.8	2.5	2.8	9.8	3.6	159 (194)	7.5
DMS2-142-0090-30	2.4	7.7	3000	9.0	27.6	4.7	5.5	19.7	6.0	184 (219)	9.5
DMS2-142-0125-30	3.6	11.6	3000	12.5	41.4	7.1	7.7	29.5	8.2	209 (239)	11.5
DMS2-142-0160-30	4.4	13.9	3000	16.0	55.2	8.5	9.8	39.3	10.7	234 (264)	13.5
DMS2-142-0200-30 (P)	5.5	17.5	3000	20.0	69.0	10.7	12.3	49.1	13.1	259 (284)	15.5
DMS2-142-0260-30 (P)	5.9	18.9	3000	26.0	96.6	11.6	16.0	68.8	18.4	309 (329)	19.5
DMS2-142-0045-45	1.8	3.9	4500	4.5	13.8	3.6	4.1	14.7	3.6	159 (194)	7.5
DMS2-142-0090-45	3.4	7.3	4500	9.0	27.6	6.7	8.3	29.3	6.0	184 (219)	9.5
DMS2-142-0125-45 (P)	4.5	9.5	4500	12.5	41.4	8.7	11.5	44.0	8.2	209 (239)	11.5
DMS2-142-0160-45	6.0	12.7	4500	16.0	55.2	11.7	14.7	58.6	10.7	234 (264)	13.5
DMS2-142-0200-45	6.9	14.6	4500	20.0	69.0	13.4	18.4	73.3	13.1	259 (284)	15.5
DMS2-142-0260-45	6.9	14.7	4500	26.0	96.6	13.5	23.9	102.7	18.4	309 (329)	19.5

*) With brake the moment of inertia is higher by 1.66 kgcm²

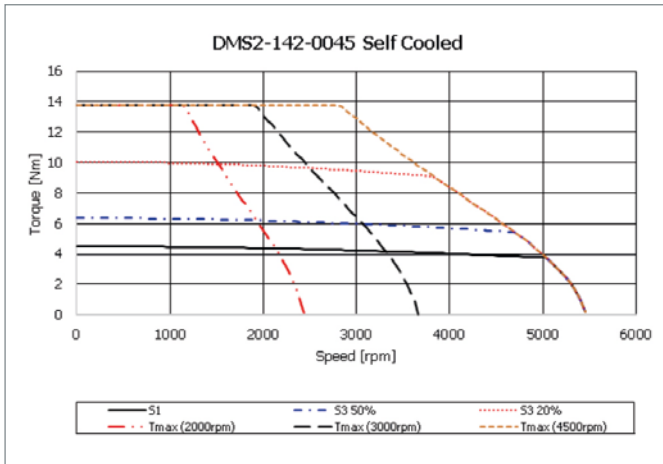
**) Lengths refer to encoder option 1, 3, 5 and B0: without brake (or B1: with brake); an overview of all lengths is on p. 26

***) With brake approx. 2.0 kg more weight

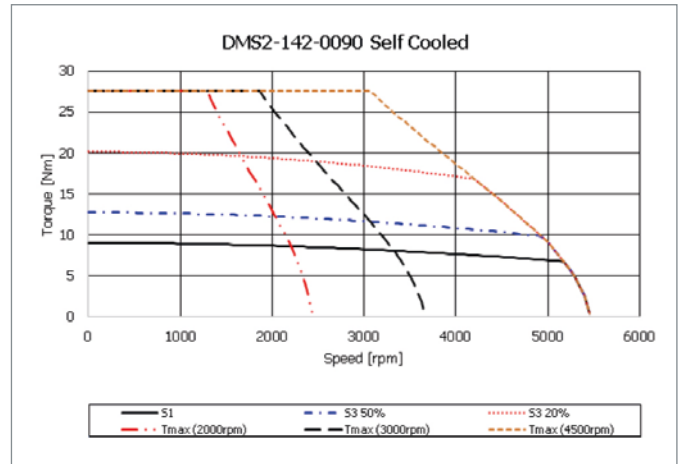
Dimensions DMS2-142, 4,5-26 Nm



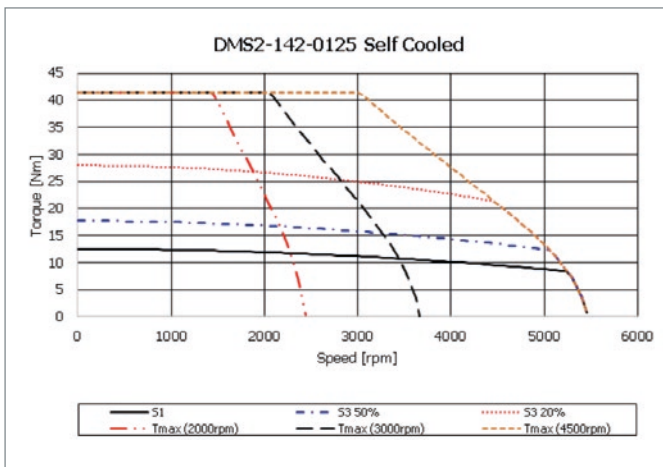
Motor characteristics DMS2-142-0045



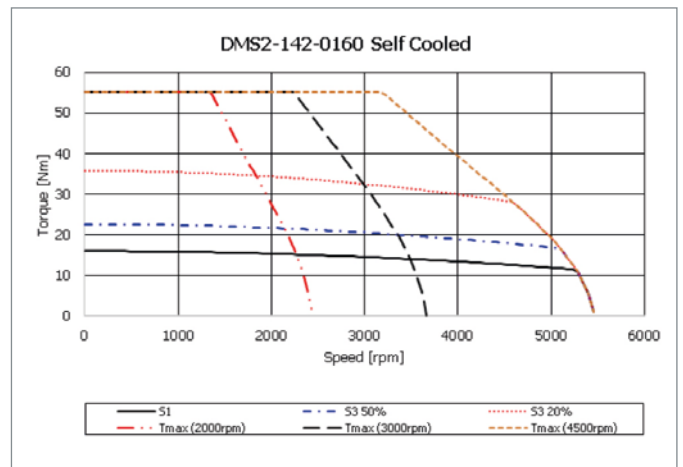
Motor characteristics DMS2-142-0090



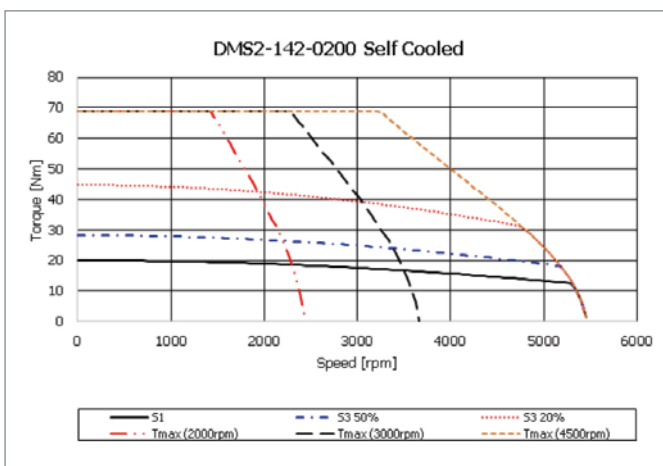
Motor characteristics DMS2-142-0125



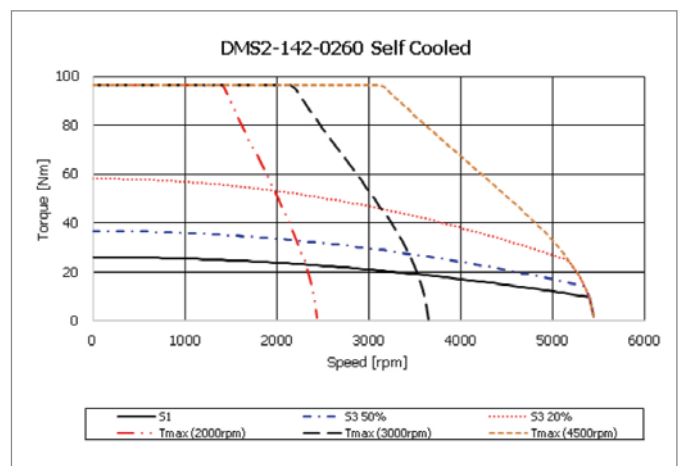
Motor characteristics DMS2-142-0160



Motor characteristics DMS2-142-0200



Motor characteristics DMS2-142-0260



KeDrive DMS2-142

Synchronous Motors

Flange Dimension 142 mm (29 Nm – 38 Nm)

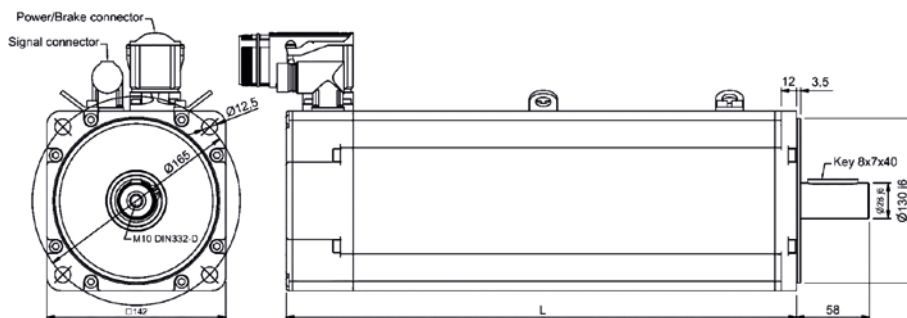
	P_N kW	T_N Nm	n_N rpm	T_0 Nm	T_{max} Nm	I_N A_{rms}	I_0 A_{rms}	I_{max} A_{rms}	$J^*)$ kgcm ²	$L^{**})$ mm	$m^{***})$ kg
DMS2-142-0290-20	5.0	23.9	2000	29.0	110.4	9.8	11.9	52.4	20.6	338 (380)	22.5
DMS2-142-0320-20	5.3	25.5	2000	32.0	124.2	10.4	13.1	58.9	23.0	360 (402)	24.8
DMS2-142-0350-20	5.6	26.7	2000	35.0	138.0	10.9	14.3	65.5	25.5	383 (425)	27.1
DMS2-142-0380-20	5.9	28.0	2000	38.0	151.0	11.5	15.6	72.1	28.0	405 (447)	29.4
DMS2-142-0290-30	6.4	20.3	3000	29.0	110.4	12.5	17.8	78.6	20.6	338 (380)	22.5
DMS2-142-0320-30	6.8	21.8	3000	32.0	124.2	13.4	19.7	88.4	23.0	360 (402)	24.8
DMS2-142-0350-30	7.2	23.0	3000	35.0	138.0	14.1	21.5	98.3	25.5	383 (425)	27.1
DMS2-142-0380-30	7.6	24.1	3000	38.0	151.0	14.8	23.3	108.1	28.0	405 (447)	29.4
DMS2-142-0290-45	7.2	15.3	4500	29.0	110.4	14.1	26.7	117.3	20.6	338 (380)	22.5
The following motors have an M40 power connector, as shown in the drawing below.											
DMS2-142-0320-45	7.5	16.0	4500	32.0	124.2	14.7	29.5	131.9	23.0	371 (413)	24.8
DMS2-142-0350-45	7.7	16.4	4500	35.0	138.0	15.1	32.2	146.6	25.5	394 (436)	27.1
DMS2-142-0380-45	7.9	16.8	4500	38.0	151.0	15.4	34.8	161.3	28.0	416 (458)	29.4

*) With brake the moment of inertia is higher by 9.5 kgcm²

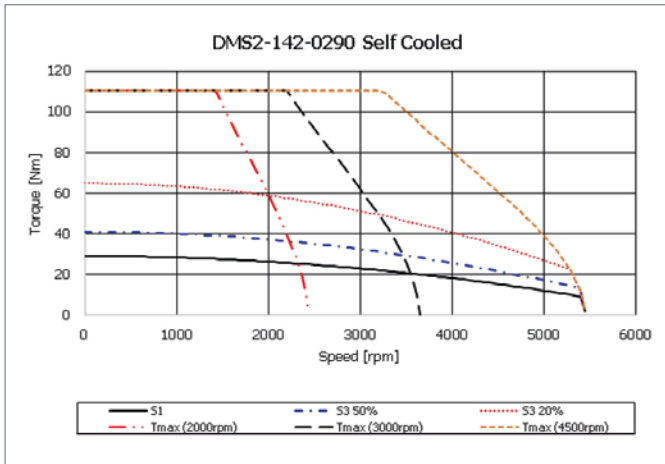
**) Lengths refer to encoder option 1, 3, 5 and B0: without brake (or B1: with brake); an overview of all lengths is on p. 26

***) With brake approx. 2.5 kg more weight

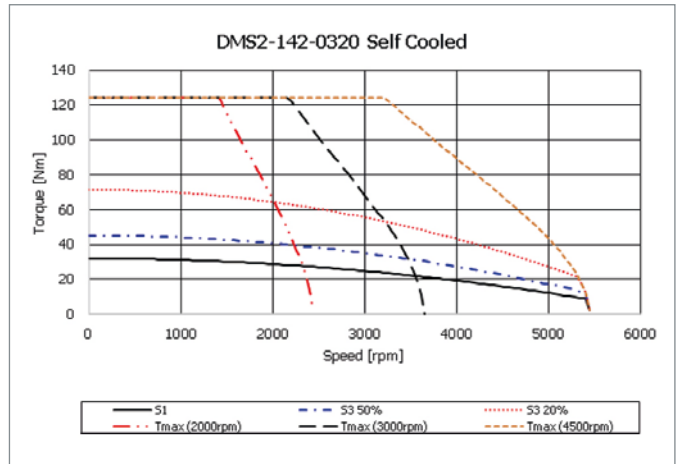
Dimensions DMS2-142, 29-38 Nm



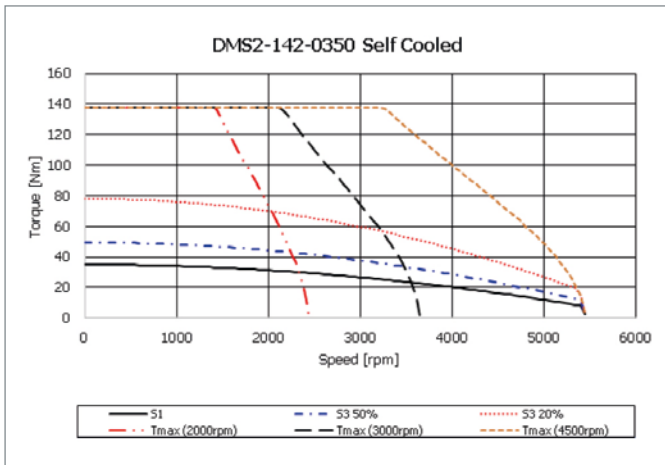
Motor characteristics DMS2-142-0290



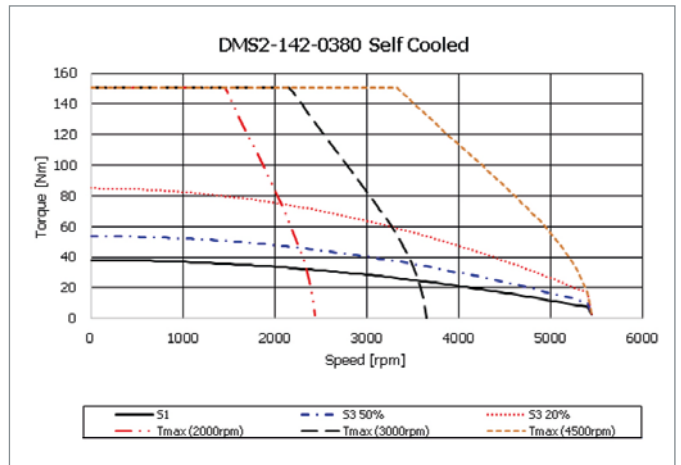
Motor characteristics DMS2-142-0320



Motor characteristics DMS2-142-0350



Motor characteristics DMS2-142-0380



KeDrive DMS2-190

Synchronous Motors

Flange Dimension 190 mm (20-42 Nm)

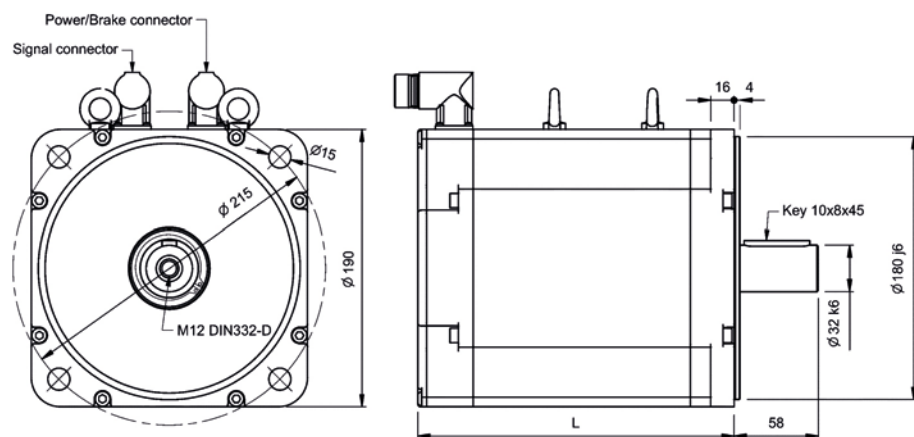
	P_N kW	T_N Nm	n_N rpm	T_0 Nm	T_{max} Nm	I_N A_{rms}	I_0 A_{rms}	I_{max} A_{rms}	$J^*)$ kgcm ²	$L^{**})$ mm	$m^{***})$ kg
DMS2-190-0200-20	3.8	18.3	2000	20.0	75	7.5	8.2	43.7	33	195 (225)	17
DMS2-190-0280-20	5.2	24.7	2000	28.0	108	10.1	11.4	63	46	218 (248)	21
DMS2-190-0360-20	6.3	30.1	2000	36.0	144	12.3	14.7	84	60	240 (270)	25
DMS2-190-0420-20	7.6	36.1	2000	42.0	180	14.8	17.2	105	74	263 (293)	30
DMS2-190-0200-30	5.1	16.1	3000	20.0	75	9.9	12.3	65.7	33	195 (225)	17
DMS2-190-0280-30	6.9	22.0	3000	28.0	108	13.5	17.2	95	46	218 (248)	21
DMS2-190-0360-30	8.8	28.0	3000	36.0	144	17.2	22.1	126	60	240 (270)	25
DMS2-190-0420-30	10.2	32.5	3000	42.0	180	19.9	25.8	158	74	263 (293)	30

*) With brake the moment of inertia is higher by 32 kgcm²

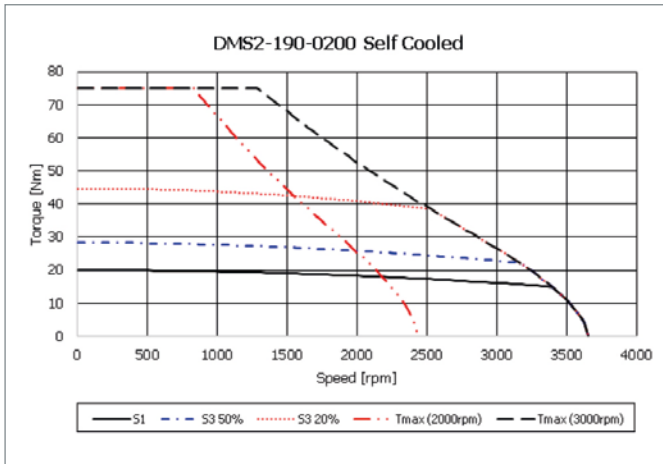
**) Lengths refer to encoder option 1, 3, 5 and B0: without brake (or B1: with brake); an overview of all lengths is on p. 26

***) With brake approx. 5.0 kg more weight

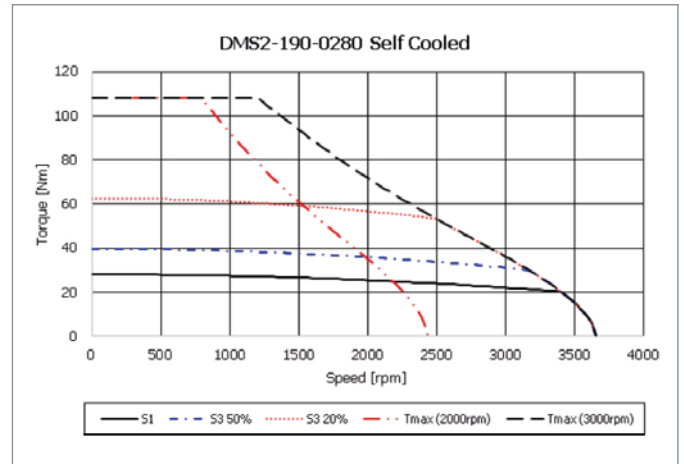
Dimensions DMS2-190, 20-42 Nm



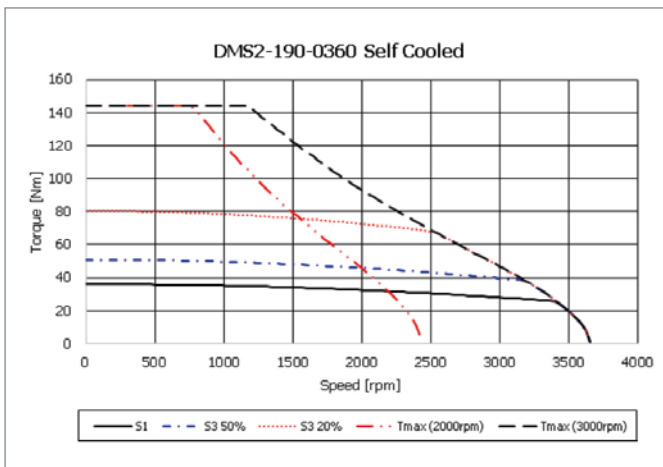
Motor characteristics DMS2-190-0200



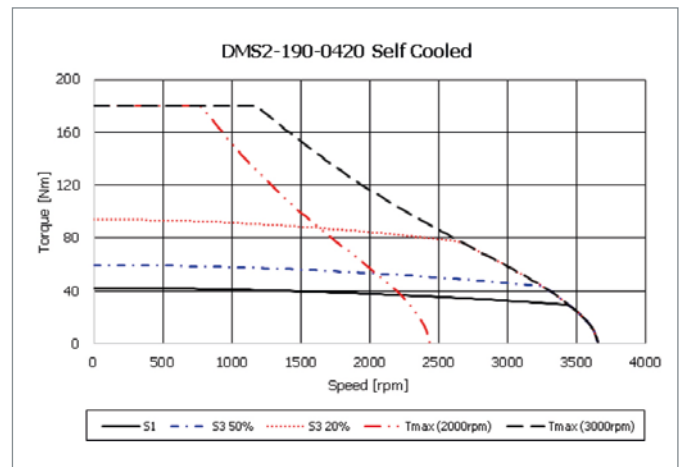
Motor characteristics DMS2-190-0280



Motor characteristics DMS2-190-0360



Motor characteristics DMS2-190-0420



KeDrive DMS2-190

Synchronous Motors

Flange Dimension 190 mm (56-80 Nm)

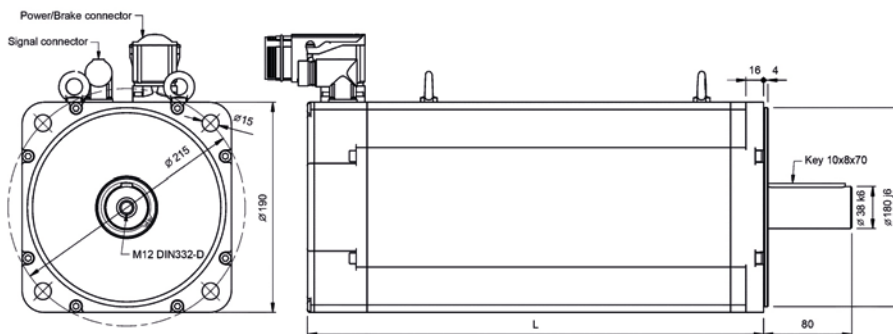
	P_N kW	T_N Nm	n_N rpm	T_0 Nm	T_{max} Nm	I_N A_{rms}	I_0 A_{rms}	I_{max} A_{rms}	$J^*)$ kgcm ²	$L^{**})$ mm	$m^{***})$ kg
DMS2-190-0560-20	9.3	44.5	2000	56.0	230	18.2	22.9	134	102	308 (338)	38
The following motors have an M40 power connector, as shown in the drawing below.											
DMS2-190-0680-20	10.7	50.9	2000	68.0	322	20.8	27.8	188	130	369 (399)	47
DMS2-190-0800-20	12.1	57.8	2000	80.0	396	23.6	32.7	231	158	414 (444)	55
DMS2-190-0560-30	11.6	37.0	3000	56.0	230	22.7	34.4	186	102	324 (354)	38
DMS2-190-0680-30	12.8	40.9	3000	68.0	322	25.1	41.7	282	130	369 (399)	47
DMS2-190-0800-30	13.8	44.0	3000	80.0	396	27.0	49.1	347	158	414 (444)	55

*) With brake the moment of inertia is higher by 32 kgcm²

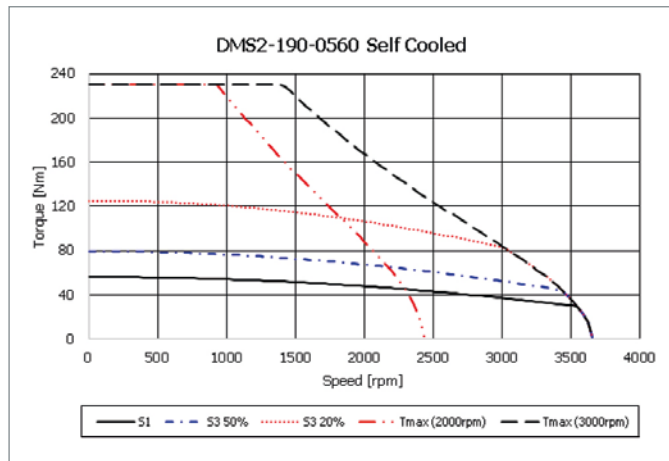
**) Lengths refer to encoder option 1, 3, 5 and B0: without brake (or B1: with brake); an overview of all lengths is on p. 26

***) With brake approx. 5.0 kg more weight

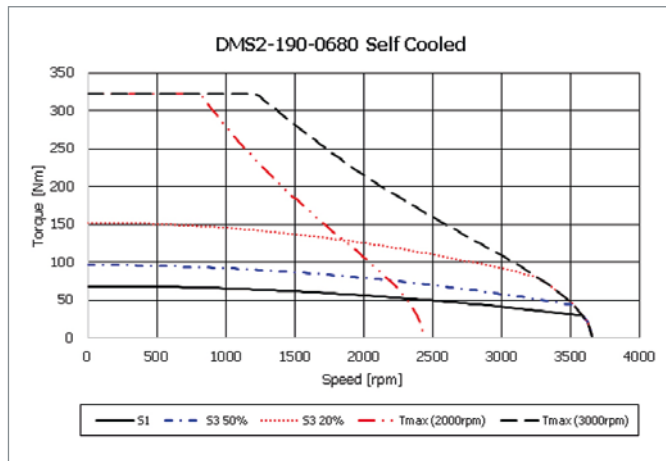
Dimensions DMS2-190, 56-80 Nm



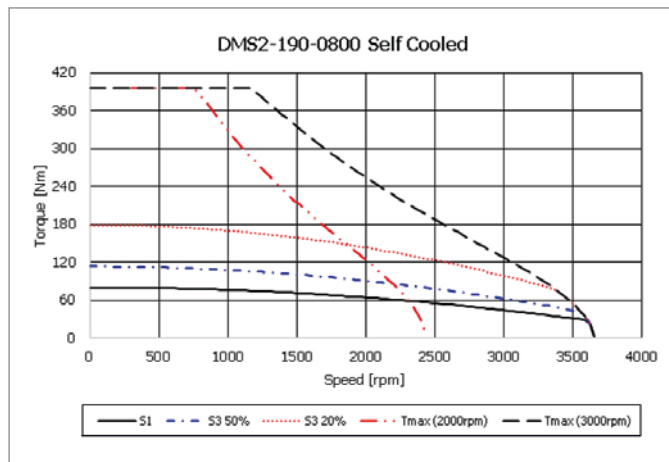
Motor characteristics DMS2-190-0560



Motor characteristics DMS2-190-0680



Motor characteristics DMS2-190-0800



KeDrive DMS2-240

Synchronous Motors

Flange Dimension 240 mm (42 Nm – 73 Nm)

	P_N kW	T_N Nm	n_N rpm	T_0 Nm	T_{max} Nm	I_N A_{rms}	I_0 A_{rms}	I_{max} A_{rms}	$J^*)$ kgcm ²	$L^{**})$ mm	$m^{***})$ kg
DMS2-240-0420-15	5.6	35.5	1500	42.0	120	10.9	12.9	45.2	65	321 (371)	48
DMS2-240-0580-15	7.4	47.0	1500	58.0	162	14.4	17.8	63.3	90	361 (411)	55
DMS2-240-0730-15	9.2	58.5	1500	73.0	204	17.9	22.4	81.4	114	401 (451)	62
DMS2-240-0420-20	6.8	32.5	2000	42.0	120	13.3	17.2	60.3	65	321 (371)	48
DMS2-240-0580-20	9.0	43.0	2000	58.0	162	17.6	23.7	84.4	90	361 (411)	55
DMS2-240-0730-20****	11.2	53.5	2000	73.0	204	21.9	29.9	108.5	114	401 (451)	62
DMS2-240-0420-30	8.6	27.5	3000	42.0	120	16.9	25.8	90.4	65	321 (371)	48
DMS2-240-0580-30****	12.0	38.2	3000	58.0	162	23.4	35.6	126.6	90	361 (411)	55
DMS2-240-0730-30****	15.4	48.9	3000	73.0	204	30.0	44.8	162.8	114	401 (451)	62

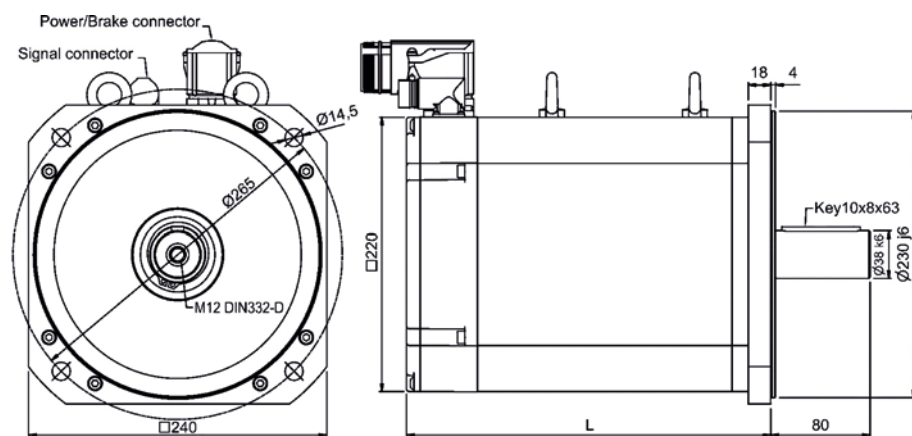
*) With brake the moment of inertia is higher by 52.87 kgcm²

**) Lengths refer to options 1: Hiperface SKM36/SKS36 and B0: without brake (or B1: with brake); an overview of all lengths is on p. 26

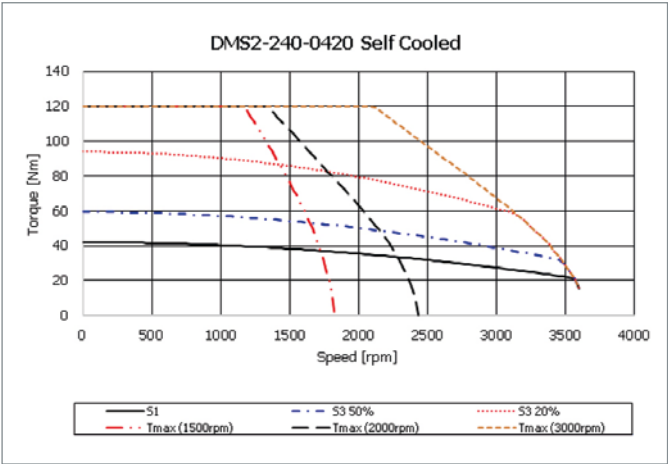
**) With brake approx. 7.0 kg more weight

****) The following motors have an M40 power connector, as shown in the drawing below

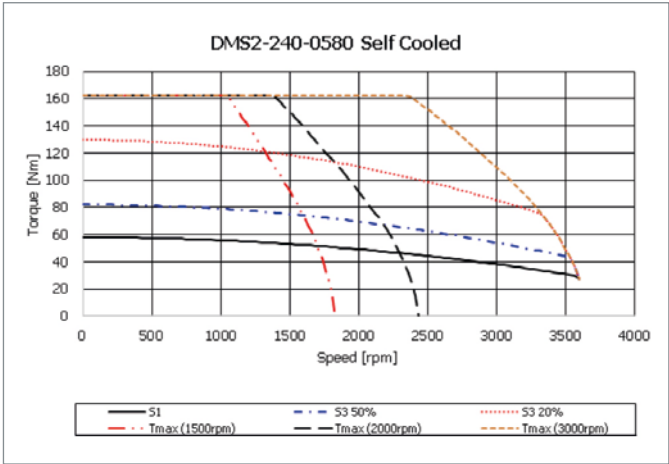
Dimensions DMS2-240, 42-73 Nm



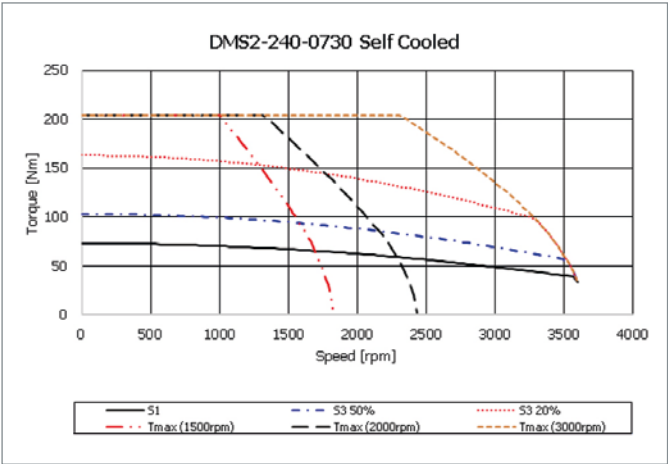
Motor characteristics DMS2-240-0420



Motor characteristics DMS2-240-0580



Motor characteristics DMS2-240-0730



KeDrive DMS2-240

Synchronous Motors

Flange Dimension 240 mm (81 Nm – 120 Nm)

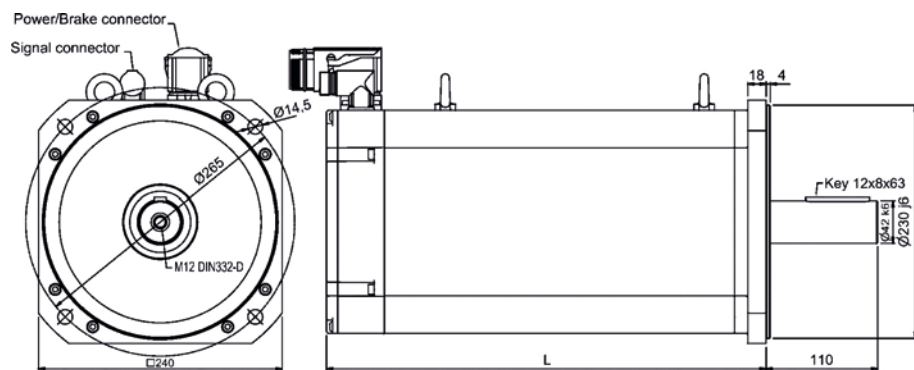
	P_N kW	T_N Nm	n_N rpm	T_0 Nm	T_{max} Nm	I_N A_{rms}	I_0 A_{rms}	I_{max} A_{rms}	$J^*)$ kgcm ²	$L^{**})$ mm	$m^{***})$ kg
DMS2-240-0810-15	10.2	65.0	1500	81.0	231	19.9	24.8	90.5	126	421 (471)	67
DMS2-240-0980-15	12.2	77.5	1500	98.0	280	23.8	30.1	108.5	150	461 (511)	76
DMS2-240-1200-15	14.8	94.5	1500	120.0	345	29.0	36.8	135.7	192	521 (571)	92
DMS2-240-0810-20	12.6	60.0	2000	81.0	231	24.6	33.1	120.6	126	421 (471)	67
DMS2-240-0980-20	15.2	72.5	2000	98.0	280	29.7	40.1	144.7	150	461 (511)	76
DMS2-240-1200-20	17.9	85.5	2000	120.0	345	35.0	49.1	180.9	192	521 (571)	92
DMS2-240-0810-30	16.8	53.5	3000	81.0	231	32.8	49.7	180.9	126	421 (471)	67
DMS2-240-0980-30	19.0	60.5	3000	98.0	280	37.1	60.1	217.1	150	461 (511)	76
DMS2-240-1200-30	21.0	67.0	3000	120.0	345	41.1	73.6	271.3	192	521 (571)	92

*) With brake the moment of inertia is higher by 52.87 kgcm²

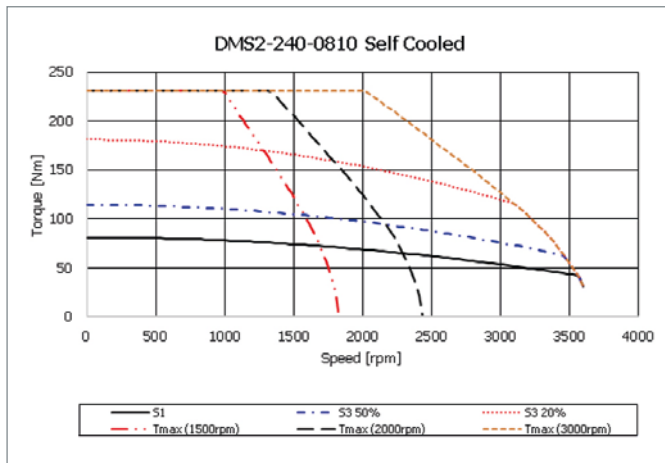
**) Lengths refer to options 1: Hiperface SKM36/SKS36 and B0: without brake (or B1: with brake); an overview of all lengths is on p. 26

***) With brake approx. 7.0 kg more weight

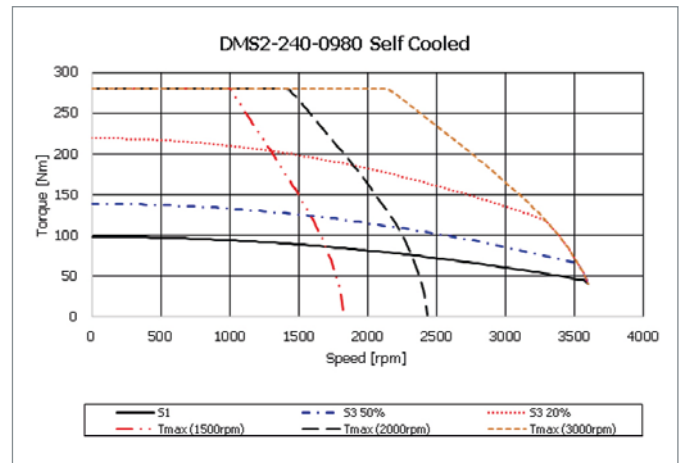
Dimensions DMS2-240, 81-120 Nm



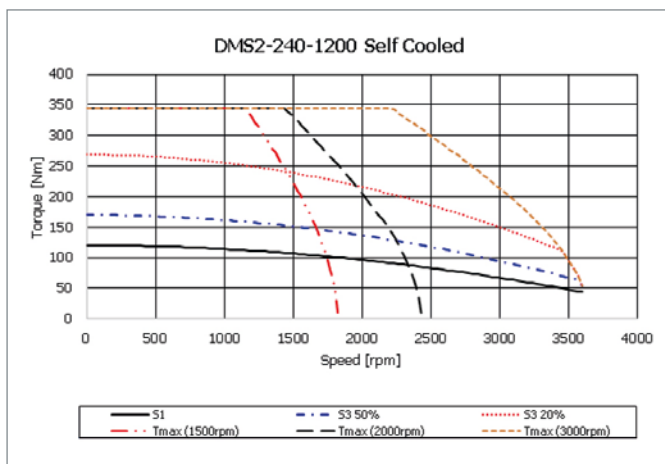
Motor characteristics DMS2-240-0810



Motor characteristics DMS2-240-0980



Motor characteristics DMS2-240-1200



KeDrive DMS2-270

Synchronous Motors

Flange Dimension 270 mm

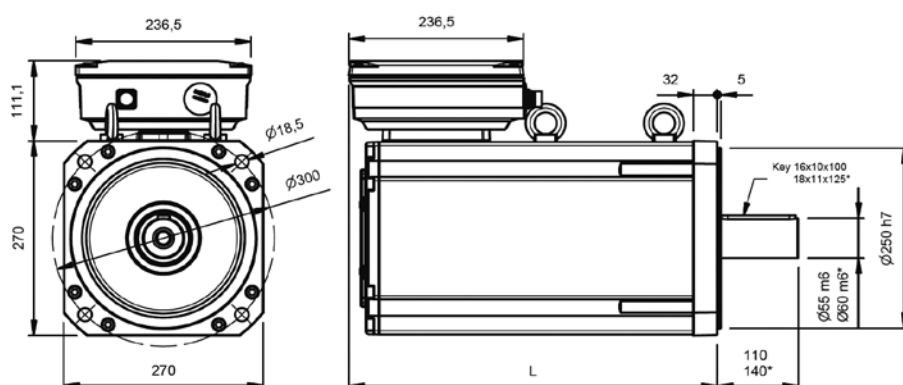
	P_N kW	T_N Nm	n_N rpm	T_0 Nm	T_{max} Nm	I_N A_{rms}	I_0 A_{rms}	I_{max} A_{rms}	$J^*)$ kgcm ²	$L^{**})$ mm	$m^{***})$ kg
DMS2-270-1400-15	17.3	110	1500	140	475	33.8	43.0	185	290	438 (518)	122.5
DMS2-270-1800-15	22.0	140	1500	180	650	43.0	55.3	253	373	498 (578)	143.5
DMS2-270-2400-15	28.7	183	1500	240	900	56.2	73.7	350	497	588 (668)	176.5
DMS2-270-3000-15	36.0	229	1500	300	1150	70.3	92.1	447	622	678 (758)	208.5
DMS2-270-1400-20	18.0	86	2000	140	475	35.2	57.3	249	290	438 (818)	122.5
DMS2-270-1800-20	24.1	115	2000	180	650	47.1	73.7	337	373	498 (578)	143.5
DMS2-270-2400-20	31.0	148	2000	240	900	60.6	98.3	466	497	588 (668)	176.5
DMS2-270-3000-20	40.0	191	2000	300	1150	78.2	122.8	596	622	678 (758)	208.5
DMS2-270-1400-30	14.1	45	3000	140	475	27.6	86.0	374	290	438 (518)	122.5
DMS2-270-1800-30	21.7	69	3000	180	650	42.4	110.6	511	373	498 (578)	143.5
DMS2-270-2400-30	27.6	88	3000	240	900	54.0	147.4	708	497	588 (668)	176.5
DMS2-270-3000-25	39.3	150	2500	300	1150	76.6	153.3	752	622	678 (758)	208.5

*) With brake the moment of inertia is higher by 52.87 kgcm²

**) Lengths refer to options 1: Hiperface SKM36/SKS36 and B0: without brake (or B1: with brake); an overview of all lengths is on p. 26

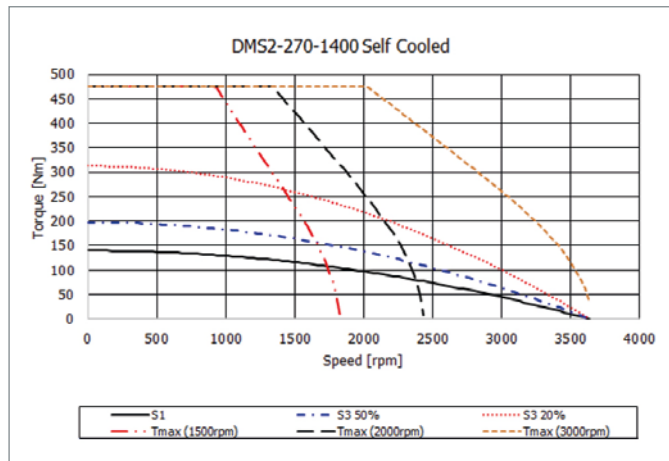
***) With brake approx. 7.0 kg more weight

Dimensions DMS2-270

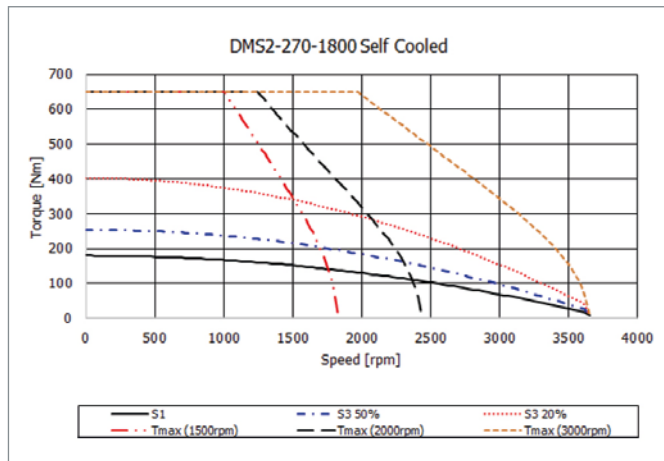


*) Dimensions valid for DMS2-270-3000

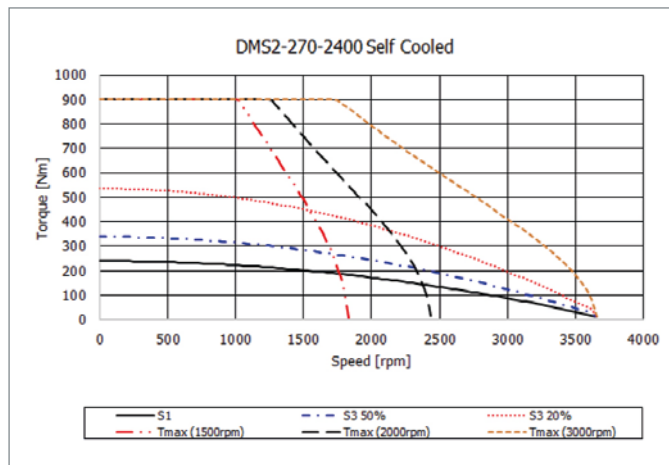
Motor characteristics DMS2-270-1400



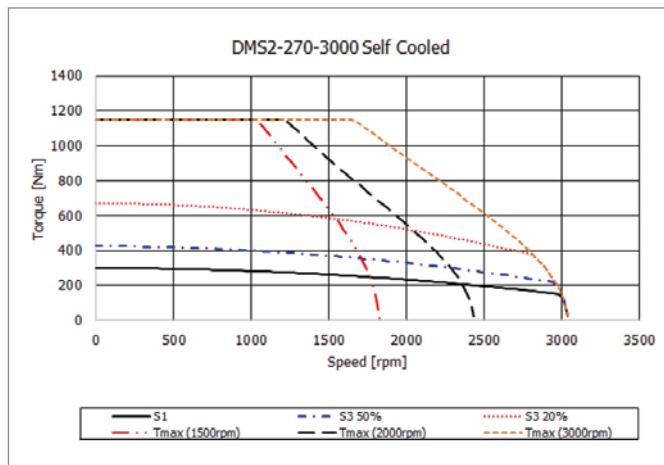
Motor characteristics DMS2-270-1800



Motor characteristics DMS2-270-2400



Motor characteristics DMS2-270-3000



KeDrive DMS2

Overview Motor Lengths

	B0: WITHOUT brake		B1: WITH brake	
Encoder System	3: Hiperface DSL EEM37/EES37	9: Resolver	3: Hiperface DSL EEM37/EES37	9: Resolver
DMS2-040-0003	102,5	94	125,5	117
Encoder System	1: Hiperface SKM36/SKS36 3: Hiperface DSL EEM37/EES37 5: Hiperface DSL EKM36/EKS36	9: Resolver	1: Hiperface SKM36/SKS36 3: Hiperface DSL EEM37/EES37 5: Hiperface DSL EKM36/EKS36	9: Resolver
DMS2-058-0002	102,5	86,5	132,5	116,5
DMS2-058-0005	114,5	98,5	144,5	128,5
DMS2-058-0007	126,5	110,5	156,5	140,5
DMS2-058-0010	138,5	122,5	168,5	152,5
DMS2-058-0012	150,5	134,5	180,5	164,5
DMS2-070-0006	122,5	112,0	157,5	147,0
DMS2-070-0012	137,5	127,0	172,5	162,0
DMS2-070-0018	152,5	142,0	187,5	177,0
DMS2-070-0024	179,5	167,0	210,5	198,0
DMS2-070-0030	194,5	182,0	225,5	213,0
DMS2-091-0013	136,5	122,0	171,5	157,0
DMS2-091-0026	159,0	144,5	194,0	179,5
DMS2-091-0035	174,0	159,5	209,0	194,5
DMS2-091-0045	194,0	179,5	229,0	214,5
DMS2-100-0040	161,0	150,0	193,0	182,0
DMS2-100-0060	181,0	170,0	213,0	202,0
DMS2-100-0080	205,0	194,0	237,0	226,0
DMS2-100-0100	225,0	214,0	257,0	246,0
DMS2-142-0045	159,0	148,0	194,0	183,0
DMS2-142-0090	184,0	173,0	219,0	208,0
DMS2-142-0125	209,0	198,0	239,0	228,0
DMS2-142-0160	234,0	223,0	264,0	253,0
DMS2-142-0200	259,0	248,0	284,0	273,0
DMS2-142-0260	309,0	298,0	329,0	318,0
DMS2-142-0290	337,5	337,5	379,5	379,5
DMS2-142-0320*	360,0	360,0	402,0	402,0
DMS2-142-0350*	382,5	382,5	424,5	424,5
DMS2-142-0380*	405,0	405,0	447,0	447,0

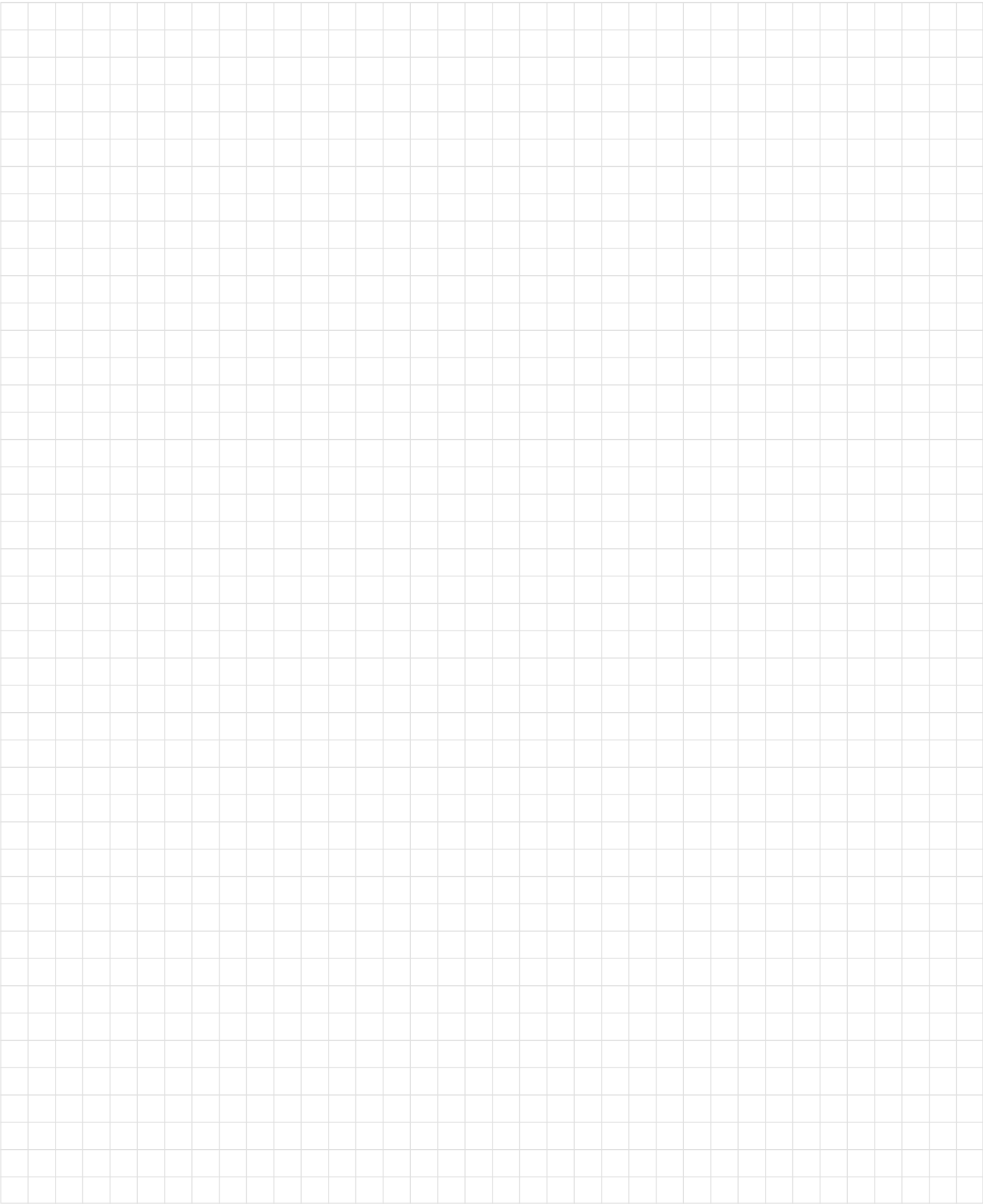
* +11 mm at 4500 rpm nominal speed

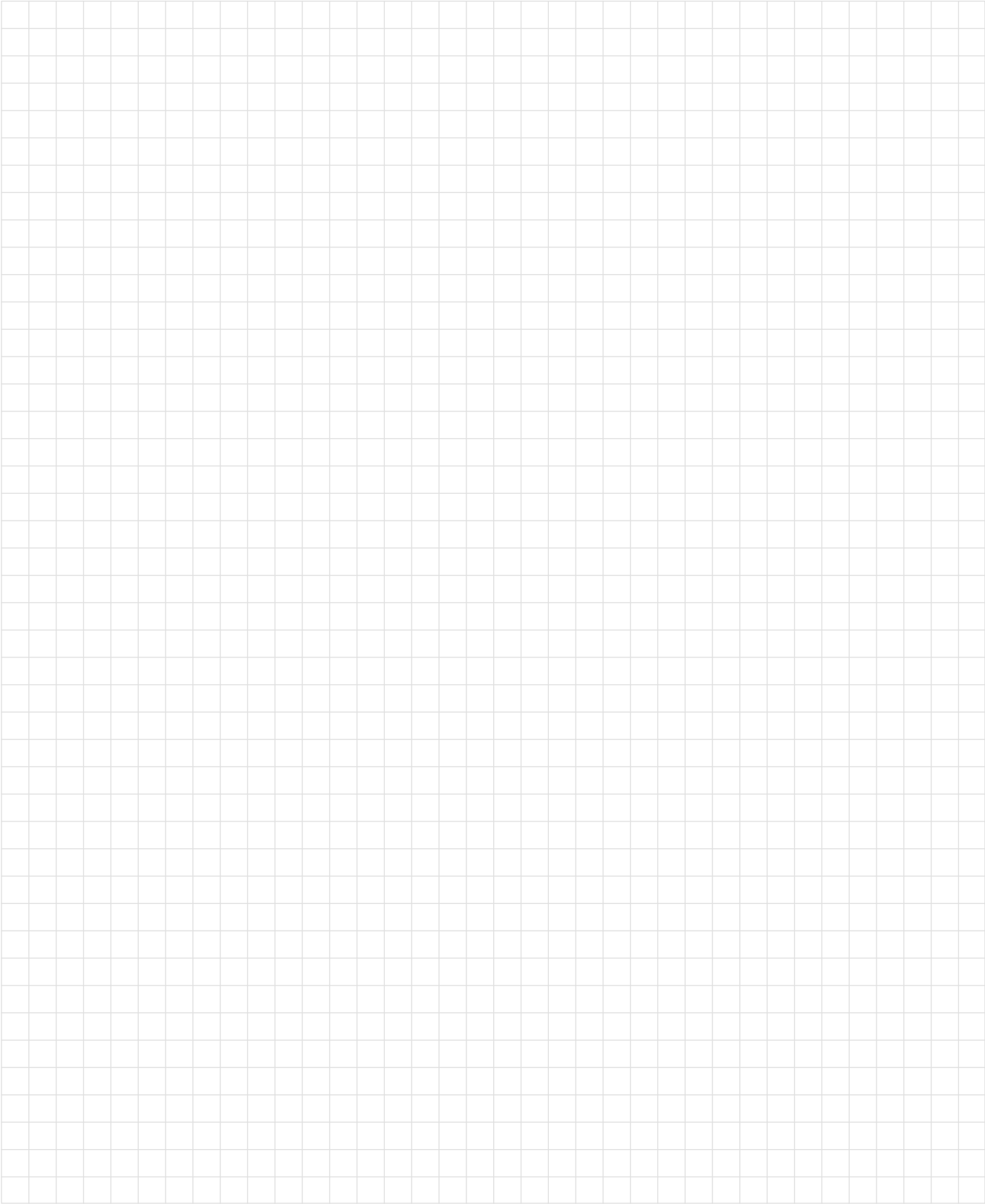
	B0: WITHOUT brake		B1: WITH brake	
Encoder System	1: Hiperface SKM36/SKS36 3: Hiperface DSL EEM37/EES37 5: Hiperface DSL EKM36/EKS36	9: Resolver	1: Hiperface SKM36/SKS36 3: Hiperface DSL EEM37/EES37 5: Hiperface DSL EKM36/EKS36	9: Resolver
DMS2-190-0200	195	195	225	225
DMS2-190-0280	218	218	248	248
DMS2-190-0360	240	240	270	270
DMS2-190-0420	263	263	293	293
DMS2-190-0560-20	308	308	338	338
DMS2-190-0560-30	324	324	354	354
DMS2-190-0680	369	369	399	399
DMS2-190-0800	414	414	444	444

Encoder System	1: Hiperface SKM36/SKS36	9: Resolver	1: Hiperface SKM36/SKS36	9: Resolver
DMS2-240-0420	321	293	371	343
DMS2-240-0580	361	333	411	383
DMS2-240-0730	401	373	451	423
DMS2-240-0810	421	393	471	443
DMS2-240-0980	461	433	511	483
DMS2-240-1200	521	493	571	543

DMS2-270-1400	438	438	518	518
DMS2-270-1800	498	498	578	578
DMS2-270-2400	588	588	668	668
DMS2-270-3000	678	678	758	758

Dimensions in mm





KEBA Industrial Automation GmbH

Reindlstraße 51, 4040 Linz/Austria, Phone +43 732 7090-0, keba@keba.com

KEBA Group worldwide

Austria / China / Czech Republic / Germany / India / Italy / Japan / Netherlands

Romania / Serbia / South Korea / Switzerland / Taiwan / Turkey / United Kingdom / USA

www.keba.com



KeControl

The ideal control
for each requirement



KEBA®

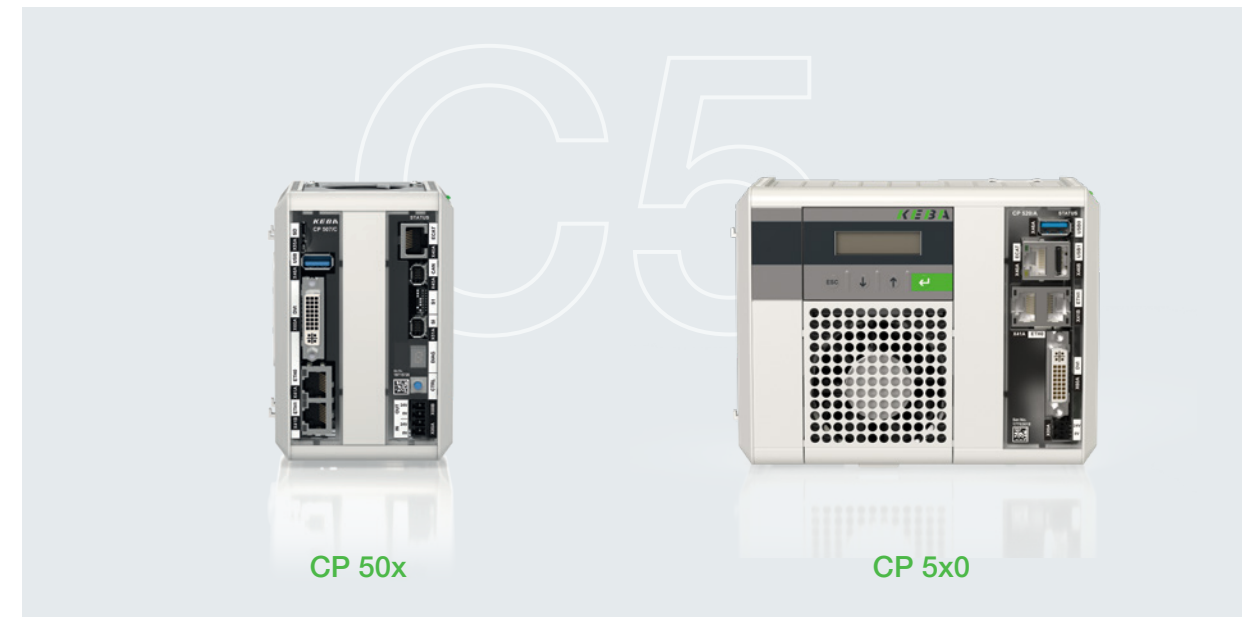
Automation by innovation.

KEBA controls – for all those who expect more from an automation system

KEBA's broad solution portfolio

The selection ranges from flexible extensible controls, to a compact control and drive system with built-in safety control, to industry-optimized solutions with on-board I/Os.

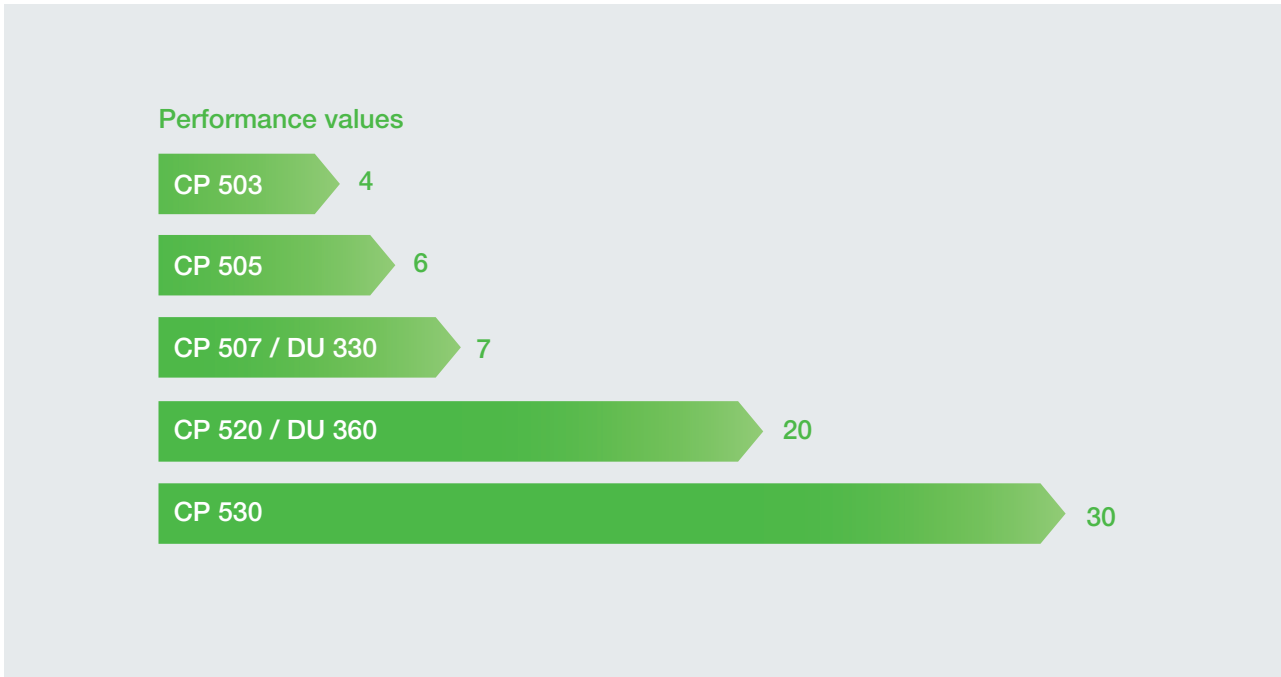
The Linux-based KEBA FlexCore software platform provides the optimal foundation for all applications—independent of the control hardware being used.



The KeControl product family

Scalable from Eco to Premium

KeControl controls are available in various performance classes. KEBA conducts a broad range of benchmark testing in-house and standardizes the results so that selecting the right device class becomes a breeze.



The ideal controls for every application

From conventional control tasks all the way to high-performance applications—the KeControl product family offers maximum scalability. In combination with the continuous FlexCore software platform, it can optimize both engineering and system costs.

High-end visualization on board

KeControl's multi-core CPU architecture makes it possible to run a modern visualization (e.g. KEBA KeView Style Multitouch) in parallel with the control task—without any limiting real-time interference. The matching passive panels from the KeTop series round out the overall system and make its price and its handling highly attractive.

Real-time communication—innovated and solved

KeControl relies fully on the EtherCAT master developed by KEBA that is realized at the FPGA hardware level and supports a cycle time of 62.5 μ s. Data transfer jitter is reduced to less than 100 ns, and the usable EtherCAT data bandwidth is increased to more than 95%. In addition, the CPU base load is reduced by up to 20%.

The unique Fast Reaction Control feature can reduce the dead times in control loops by up to 66%. Concrete applications show a dramatic improvement of the control performance, with settling time reduced by 46% and overshooting reduced by a factor of 6.

Flexible applications



Maximum diversity of conceptualization

The KeControl controls family includes different models. KeControl C5 is particularly suited to modular or distributed configurations; KeControl C1, by contrast, is best for compact centralized machines with a high basic I/O count.

KeDrive D3 controls stand out for their extremely compact design that includes built-in drive and safety technology—they need 76% less space in the control cabinet than conventional single-axis control solutions.



Impressive design freedom thanks to high connectivity

The open hardware and software architecture based on standards such as Linux, OPC UA and EtherCAT makes it easy to integrate not just KEBA components into the control, and also customers' proprietary or third-party components. This guarantees comprehensive investment protection and the realization of Industry 4.0 solutions.



Smart service concepts—easy to use

Firmware data, application data and process data is stored securely on exchangeable storage media, providing quick and easy access for commissioning and servicing. The built-in service display makes it easy to create backups or deploy new software without any additional tools and provides easy after-sales diagnostics.

Module overview

KeControl controls	Page
Controls	
KeControl C5 - CP 503/A, CP 505/A, CP 507/A, CP 507/C	10
KeControl C5 - CP 520/C, CP 530/C	12
KeControl C1 - CP 035M, CP 056/E, CP 056/Y, CP 057/Y	14
KeDrive D3 - D3-DU 330/A, D3-DU 330/B, D3-DU 360/A, D3-DU 360/B	16
KeDrive D3 - D3-DU 335/A, D3-DU 335/B, D3-DU 365/A, D3-DU 365/B	18
KeControl C5 expansion cards	
Gbit Ethernet expansion card	
NE 551	20
EtherCAT master expansion card	
FE 571, FE 573	22
Multi-protocol fieldbus expansion card	
FE 560	24
KeControl accessories	
KeControl accessories	26

KeControl C5 controls

High performance in a compact package

Exciting new standards

KeControl C5 complements the KEBA controls family with high-performance compact controls that stand out for their space-saving design. They need up to 69% less space in the control cabinet. Because at KEBA, reducing control cabinet volumes is not just a buzzword—it is part of our mission.

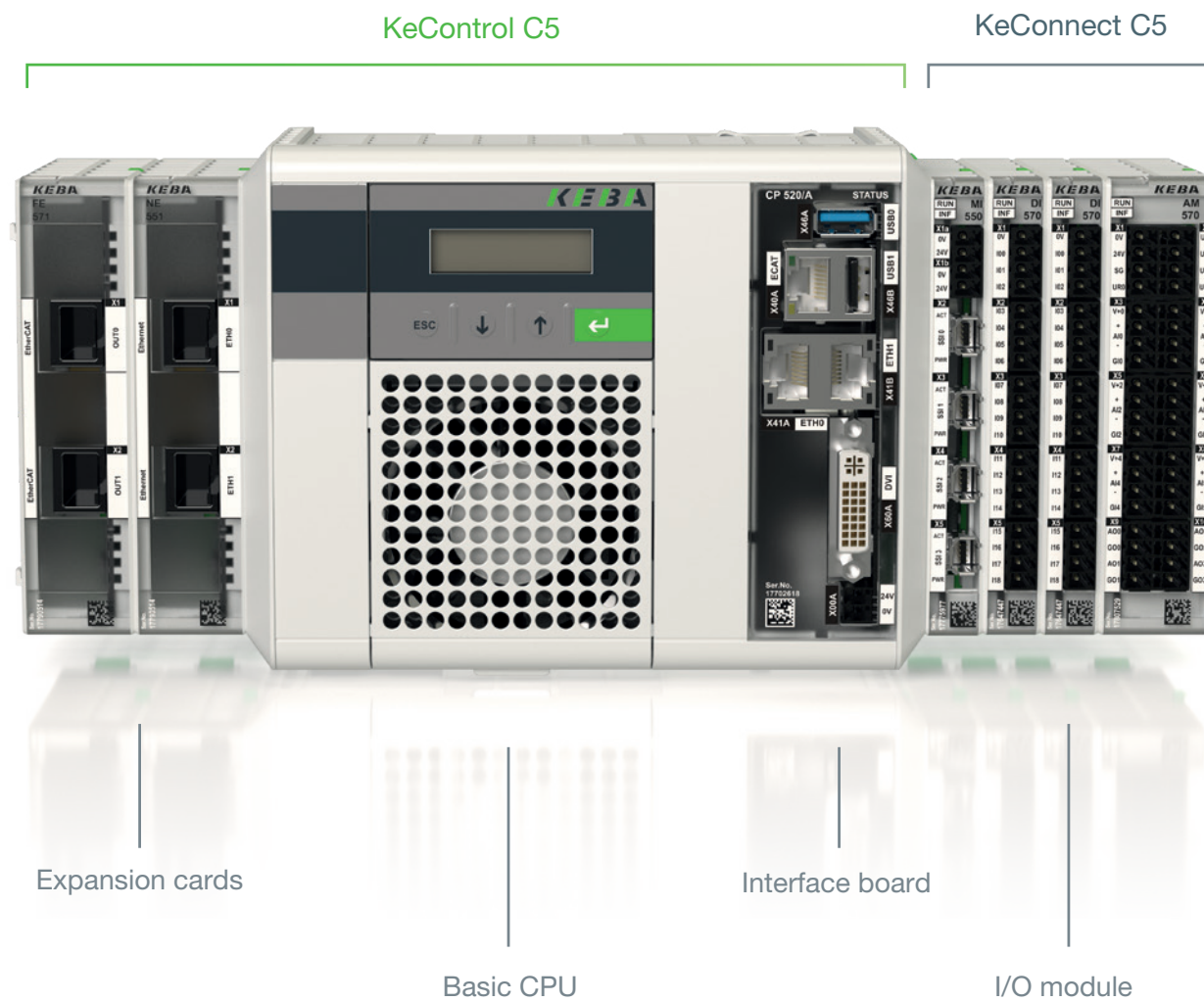
The controls come in two different sizes. The compact CP 50x controllers impress with minimal space requirements, the CP 5x0 units with maximum performance.

Custom technology cards and interface boards

The interface board features versatile standard interfaces that can be customized to suit customer requirements. In addition, customers have the option of ordering customized technology cards from KEBA or developing and integrating their own cards in-house using the form factor of the expansion cards.

Easy customization and extensibility

KeControl C5 stands out for its consistent modular design. The KeConnect C5 I/O modules that can be connected on the right and the KeConnect C5 expansion cards that can be plugged it on the left provide customers with maximum flexibility in the configuration of their individual automation system.



KeControl C5 - CP 50x

Controls / Control units

CP 503/A, CP 505/A, CP 507/A, CP 507/C

Product features

- // High performance in a compact package
- // EtherCAT master for tough real-time requirements
- // CAN and serial interfaces for cost-optimized solutions and brownfield applications
- // Maximum flexibility through the direct connection of KeConnect C5 I/O modules on the right
- // Direct connection of expansion cards



Brief description

The compact CP 50x CPUs of the KeControl C5 product line offer a variety of standard interfaces and expansion options. They are the optimal controls for everything from conventional control tasks to applications with high computing requirements. With CAN and serial interfaces directly on the controller, all tasks can be solved in a cost-optimized manner.

The EtherCAT master implemented at the FPGA hardware level in combination with a CPU computing performance from single-core to quad-core achieve top performance. In addition, the excellent graphics performance permits running visualization applications on the controller and using cost-optimized passive panels.

Thanks to the consistent modular design, KeConnect C5 I/O modules can be connected on the right via the EtherCAT module bus and KeControl C5 expansion cards can be connected on the left via Card Edge connectors.

Technical specifications

General data				
	CP 503/A	CP 505/A	CP 507/A	CP 507/C
Overvoltage category	II			
Protection class	III according to EN 61010-2-201			
Galvanic isolation	No			
Fan	No		Yes	
Dimensions, weight				
	CP 503/A	CP 505/A	CP 507/A	CP 507/C
Height	121 mm			
Width	80 mm (when installed)			
Depth	90.6 mm			
Weight	500 g		515 g	

Environmental conditions

	CP 503/A	CP 505/A	CP 507/A	CP 507/C
Operating temperature	0 °C to +55 °C		0 °C to +60 °C	
Storage temperature	-40 °C to +70 °C			
Relative humidity	10 % to 95 % (non-condensing)			
Vibration/shock resistance	According to EN 61131-2			

CPU

	CP 503/A	CP 505/A	CP 507/A	CP 507/C
Processor	Intel Atom E3815 1.46 GHz single core	Intel Atom E3827 1.75 GHz dual core	Intel Atom E3845 1.91 GHz quad core	
Memory	1 GB single channel	2 GB dual channel	2 GB dual channel	4 GB dual channel
Battery-buffered SRAM	512 kB			

Power supply

	CP 503/A	CP 505/A	CP 507/A	CP 507/C
Rated supply voltage	24 V DC (front; rated voltage tolerance range 19.2 V DC to 30 V DC according to EN 61131-2) ¹⁾			
Max. inrush current	10 A			
Max. total power consumption	150 W	154 W	174 W	174 W
Max. output power				
• Module bus 5 V	30 W	10.5 W	20 W	
• Module bus 24 V	48 W	48 W	48 W	

Information: ^{*)} for the power supply voltage: Section 5.1.1.3 of EN 61131-2:2007 is fulfilled to severity level PS1. To achieve severity level PS2, a power supply unit that fulfills the necessary requirements must be selected.

Interfaces

System bus	Module bus (EtherCAT)
USB	1 x 3.0
EtherCAT	1 x RJ45
Ethernet Gbit	2 x RJ45
Expansion card	1 x Card Edge connector. Further information available upon request
Graphics	1 x DVI
CAN	1 x Mini I/O
RS 232/485	1 x Mini I/O

Memory

Memory card	1 x MicroSD
-------------	-------------

Operation

Service display	1 x 7 segment display and control key
-----------------	---------------------------------------

Certification

CE	2014/30/EU and 2011/65/EU
UL	UL 61010-1 and UL 61010-2-201
UKCA	Conformity with relevant statutory requirements
KC	Korea EMC Certification

KeControl C5 - CP 5x0

Control modules

CP 520/C, CP 530/C

Product features

- // Top performance up to Intel Core i7
- // Maximum flexibility through the direct connection of KeConnect C5 I/O modules on the right
- // Direct connection of expansion cards
- // Flexible interface board for custom modifications



Brief description

The CP 5x0 CPUs offer flexibility, scalability and communication abilities in one form factor. CP 520/C and CP 530/C are perfectly suited to high-end applications in combination with computation-intensive tasks such as image processing applications.

A flexible interface board offers various standard interfaces that can be customized as needed. USB 3.0 and USB 2.0 guarantee optimal ease of maintenance. Ethernet interfaces are available for operation in higher-level SCADA networks as well as for running active panels. Outstanding graphics computing power permits the use of cost-optimized passive panel solutions.

Thanks to the consistent modular design, KeConnect C5 I/O modules can be connected on the right via the EtherCAT module bus and KeControl C5 expansion cards can be connected on the left via Card Edge connectors.

Technical specifications

General data	
Overvoltage category	II
Protection class	III according to EN 61010-2-201
Galvanic isolation	No
Fan	Yes

Dimensions, weight	
Height	121 mm
Width	157.1 mm (when installed)
Depth	90.6 mm
Weight	900 g

Environmental conditions	
Operating temperature	+5 °C to +55 °C
Storage temperature	-40 °C to +70 °C
Relative humidity	10 % to 95 % (non-condensing)
Vibration/shock resistance	According to EN 61131-2

CPU		
	CP 520/C	CP 530/C
Processor	Intel Celeron 3955U 2.00 GHz dual core	Intel Core i7-6600U 2.8 GHz dual core
Memory	4GB dual channel	
Battery-buffered SRAM	1MB	

Power supply		
	CP 520/C	CP 530/C
Rated supply voltage	24 V DC (front; rated voltage tolerance range 19.2 V DC to 30 V DC according to EN 61131-2) *)	
Max. inrush current	10 A	
Max. total power consumption	140 W (own consumption 62 W)	150W (own consumption 72W)
Max. output power		
• Module bus 5 V	30 W	
• Module bus 24 V	48 W	

Information: *) for the power supply voltage: Section 5.1.1.3 of EN 61131-2:2007 is fulfilled to severity level PS1. To achieve severity level PS2, a power supply unit that fulfills the necessary requirements must be selected.

Interfaces	
System bus	Module bus (EtherCAT)
USB	1 x 2.0 1 x 3.0
EtherCAT	1 x RJ45
Ethernet Gbit	2 x RJ45
Expansion card	1 x Card Edge connector. Further information available upon request
Graphics	1 x DVI (LVDS available upon request)

Memory	
Memory card	1 x CFast

Operation	
Service display	LCD display with 2 lines with 16 characters each

Certification	
CE	2014/30/EU and 2011/65/EU
UL	UL 61010-1 and UL 61010-2-201
UKCA	Conformity with relevant statutory requirements
KC	Korea EMC Certification

KeControl C1

Control modules

CP 035/M, CP 056/E, CP 056/Y, CP 057/Y (upon request)

Product features

- // Built-in I/O elements
- // Expandable I/O elements and drive technology via EtherCAT
- // CAN and serial interfaces for peripheral devices
- // Fast Cut-Off Reaction, Fast Reaction Control, and Fast Closed-Loop Control
- // Flat design



Brief description

CP 035/M and CP 05x are central control modules that have been optimized for the end-to-end automation of applications with high I/O counts, such as injection molding machines, die-casting or extrusion machines.

The large number of digital and analog input and output signals, the direct actuation of proportional valves, and the connection of temperature sensors make it possible to fully automate a wide variety of applications using just one component.

The optimized interaction between the KEBA hardware and the control modules is key for perfect results. For example in injection molding machines, innovative control features such as Fast Cut-Off Reaction, Fast Reaction Control, and Fast Closed-Loop Control as well as direct hardware support with response times up to 62.5 µs are able to improve the process control performance and consequently improve the quality of the parts, and reduce rejects. At an injection speed of 500 mm/s and a cycle time of 1ms, Fast Cut-Off Reaction achieves a switch-over point accuracy of 32 µm.

Technical specifications

General data	
Overvoltage category	II
Protection class	III according to EN 61010-2-201
Galvanic isolation	No
Fan	Yes

Dimensions, weight	
Height	137 mm
Width	415 mm
Depth	55 mm
Weight	1,530 g

Environmental conditions	
Operating temperature	0 °C to +55 °C
Storage temperature	-40 °C to +70 °C
Relative humidity	10 % to 95 % (non-condensing)
Vibration/shock resistance	According to EN 61131-2

CPU				
	CP 035/M	CP 056/E	CP 056/Y	CP 057/Y
Processor	Intel Atom E3815 1.46 GHz single core	Intel Atom E3827 1.75 GHz dual core	Intel Atom E3845 1.91 GHz triple core	Intel Atom E3845 1.91 GHz quad core
Memory	1 GB single channel	1 GB dual channel	2 GB dual channel	4 GB dual channel
Battery-buffered SRAM	512 kB			

Power supply				
	CP 035/M	CP 056/E	CP 056/Y	CP 057/Y
Rated supply voltage	24 V DC (front; rated voltage tolerance range 19.2 V DC to 30 V DC according to EN 61131-2) *)			
Max. inrush current	5.1 A			
Max. total power consumption	35 W	135 W	140 W	140 W

Information: *) for the power supply voltage: Section 5.1.1.3 of EN 61131-2:2007 is fulfilled to severity level PS1. To achieve severity level PS2, a power supply unit that fulfills the necessary requirements must be selected.

Interfaces				
	CP 035/M	CP 056/E	CP 056/Y	CP 057/Y
USB	1 x 2.0, 1 x 3.0			
EtherCAT	1 x RJ 45			
Ethernet Gbit	1 x RJ 45	2 x RJ 45 (1x 100MBit)		
Graphics	1x DVI			
CAN	1 x D-Sub 9-pole			
RS 232/485	1 x D-Sub 9-pole			
Onboard I/Os	48 x DI, 56 x DO, 6 x AI, 4 x AO, 2 x TI	48 x DI, 56 x DO, 8 x AI, 6 x AO, 10 x TI		

Memory	
Memory card	1 x MicroSD

Operation	
Service display	1 x 7 segment display and control key

Certification	
CE	2014/30/EU and 2011/65/EU
UL	UL 61010-1 and UL 61010-2-201
UKCA	Conformity with relevant statutory requirements
KC	Korea EMC Certification

KeDrive D3 controls - D3-DU 3x0

Control modules

D3-DU 330/A, D3-DU 330/B, D3-DU 360/A, D3-DU 360/B

Product features

- // All-in-one controller in the form factor of the KeDrive D3 drive technology
- // Powerful and scalable
- // Maximum flexibility through the free selection of fieldbus
- // Can be expanded with 1-axis, 2-axis or 3-axis controllers



Brief description

The D3-DU control solution for PLCs, motion and robotics is extremely powerful and offers maximum flexibility. Numerous CPU types, from the Intel Atom 1.9 GHz to the Intel Celeron 2 Ghz, enable an application-optimized computing performance that allows drive control, visualization, closed-loop control, and standardized PLCs to run on a single control at low cost.

A built-in service display provides support for the quick configuration and diagnostics of the controls, and the drives. The KeDrive D3 controls come either with a heatsink (/A) or with ColdPlate (/B), depending on the selected (multi-axis) drive controller type.

Technical specifications

General data	
Overvoltage category	II
Protection class	I according to EN 61131-2 (because PE connection is required)
Galvanic isolation	No
Fan	Yes

Dimensions, weight				
	D3-DU 330/A	D3-DU 330/B	D3-DU 360/A	D3-DU 360/B
Height	310 mm			
Width	55 mm			
Depth	241 mm	188.5 mm	241 mm	188.5 mm
Weight	2,860 g	2,450 g	2,700 g	2,290 g

Environmental conditions	
Operating temperature	+5 °C to +55 °C
Storage temperature	-40 °C to +70 °C
Relative humidity	10 % to 95 % (non-condensing)
Vibration resistance	According to EN 61131-2

CPU		
	D3-DU 330	D3-DU 360
Processor	Intel Atom E3845 1.91 GHz quad core	Intel Celeron 3955U 2.00 GHz dual core
Memory	2 GB dual channel	4 GB dual channel
Battery-buffered SRAM	1MB	

Power supply		
	D3-DU 330	D3-DU 360
Supply voltage	24 V DC, rated voltage tolerance: 19.2 V to 30 V, acc. to EN 61131-2	
Max. input current	10 A	
Max. total power consumption	26 W	25 W

Interfaces		
	D3-DU 330	D3-DU 360
USB	3 x USB 2.0	
EtherCAT	2 x RJ45	
EtherCAT or Sercos III	-	1 x RJ45
EtherCAT slave / EtherNet/IP adapter / PROFINET IO-Device	2 x RJ45	
Ethernet Gbit	2 x RJ45	
Graphics	1 x DVI	
PCIe	-	1 x display port

Memory	
Memory card	1 x CFast

Operation	
Service display	LCD display with 2 lines with 16 characters each

Certification	
CE	2014/30/EU and 2011/65/EU
UL	UL 61010-1 and UL 61010-2-201
UKCA	Conformity with relevant statutory requirements

KeDrive D3 controls – D3-DU 3x5

Control modules with built-in safety control

D3-DU 335/A, D3-DU 335/B, D3-DU 365/A, D3-DU 365/B

Product features

- // All-in-one controller in the form factor of the KeDrive D3 drive technology
- // Powerful and scalable
- // Maximum flexibility through the free selection of fieldbuses
- // Can be expanded with 1-axis, 2-axis or 3-axis controllers
- // Built-in cross-axis safety control including safe I/Os



Brief description

The D3-DU control solution for PLCs, motion and robotics is extremely powerful and offers maximum flexibility. Numerous CPU types, from the Intel Atom 1.9 GHz to the Intel Celeron 2 Ghz, enable an application-optimized computing performance that allows drive control, visualization, graphics processing, closed-loop control, and standardized PLCs to run on a single control at low cost.

The control comes with built-in safety control including safe I/Os. The safety control is ideal for robotics applications. In addition to safe fieldbus communication, it offers safe motion monitoring of individual axes and simultaneous safe space monitoring (TCP, Tool Center Point).

A built-in service display provides support for the quick configuration and diagnostics of the control, the safety control, and the drives. The KeDrive D3 controls come either with a heatsink (/A) or with ColdPlate (/B), depending on the selected (multi-axis) drive controller type.

For more information on KeDrive D3 safety control, refer to the KeSafe product brochure.

Technical specifications

General data	
Overvoltage category	II (SRO circuit III)
Protection class	I according to EN 61131-2 (because PE connection is required)
IP code	Must be installed in an IP 54 housing
Safety characteristics	Up to category 4, PL e acc. to EN ISO 13849-1 Up to SIL 3 acc. to EN 62061 and EN 61508
Galvanic isolation	No
Fan	Yes

Dimensions, weight				
	D3-DU 335/A	D3-DU 335/B	D3-DU 365/A	D3-DU 365/B
Height	310 mm			
Width	55 mm			
Depth	241 mm	188.5 mm	241 mm	188.5 mm
Weight	3,230 g	2,820 g	3,070 g	2,660 g

Environmental conditions	
Operating temperature	+5 °C to +55 °C
Storage temperature	-40 °C to +70 °C
Relative humidity	10 % to 95 % (non-condensing)
Vibration resistance	According to EN 61131-2

CPU		
	D3-DU 335	D3-DU 365
Processor	Intel Atom E3845 1.91 GHz quad core	Intel Celeron 3955U 2.00 GHz dual core
Memory	2 GB dual channel	4 GB dual channel
Battery-buffered SRAM	1MB	

Power supply		
	D3-DU 335	D3-DU 365
Supply voltage	24 V DC, rated voltage tolerance: 19.2 V to 30 V, acc. to EN 61131-2	
Max. input current	10 A	
Max. total power consumption	25 W	60 W
Additional power consumption of safety equipment	Own consumption: 3.2 W At full output power, typically: 192 W	

Interfaces		
	D3-DU 335	D3-DU 365
USB	3 x USB 2.0	
EtherCAT (FSoE)	2 x RJ45	
EtherCAT (FSoE) or Sercos III	-	1 x RJ45
EtherCAT slave (FSoE slave) / EtherNet/IP adapter / PROFINET IO device (PROFIsafe)	2 x RJ45	
Ethernet Gbit	2 x RJ45	
Graphics	1 x DVI	
PCIe	-	1 x display port
Onboard I/Os	20 x SDI, 8 x SDO 0.5A, 2 x SDO 2A, 2 x SRO, 4 x TDO, 4 x DO	

Memory	
Memory card	1 x CFast

Operation	
Service display	LCD display with 2 lines with 16 characters each

Certification	
CE	2014/30/EU and 2011/65/EU
TÜV Rheinland	EU type examination acc. to Machinery Directive 2006/42/EC Annex IX
UL	UL 61010-1 and UL 61010-2-201
UKCA	Conformity with relevant statutory requirements

KeControl C5 - NE 551

Gbit Ethernet expansion card

Product features

- // 2x Gbit Ethernet RJ45 interface
- // Plug connection for KeControl C5 control modules



Brief description

The NE 551 Gbit Ethernet cards can be connected on the left of the KeControl C5 CPUs using the Card Edge connector. Internally, they are connected via PCI Express. NE 551 provides two independent Ethernet interfaces.

Technical specifications

Interfaces	
KeControl C5 control module	1 x Card Edge connector
Ethernet Gbit	2 x RJ 45 (only 1 x RJ 45 usable with CP 50x)

Dimensions	
Height	106 mm
Width	26.5 mm (when installed)
Depth	82.5 mm (snap-on height 77.5 mm)
Weight	90 g

Environmental conditions	
Operating temperature	0 °C to +55 °C
Storage temperature	-40 °C to +70 °C
Relative humidity	10 % to 95 % (non-condensing)
Vibration/shock resistance	According to EN 61131-2

General data	
Overvoltage category	II
Protection class	III according to EN 61010-2-201

Certification	
CE	2014/30/EU and 2011/65/EU
UL	UL 61010-1 and UL 61010-2-201
UKCA	Conformity with relevant statutory requirements

KeControl C5 - FE 571, FE 573

EtherCAT master expansion card

Product features

- // 2 x EtherCAT master interfaces
- // Plug connection for KeControl C5 control modules



Brief description

The FE 57x fieldbus master cards can be connected on the left of the KeControl C5 controllers using the Card Edge connector. They make it possible to create additional EtherCAT master interfaces on the controller and thus an expansive set-up of plants and machines through the use of numerous fieldbus components.

The EtherCAT interfaces can be supplied either with M8 or with RJ45 connectors. Depending on the requirements, this provides suitability for individual industrial applications.

The built-in switch supports a star topology of the EtherCAT slaves without the need for additional hardware.

Technical specifications

Interfaces		
	FE 571	FE 573
KeControl C5 control module	1 x Card Edge connector	
EtherCAT master	2 x RJ45	2 x M8

Dimensions	
Height	106 mm
Width	26.5 mm (when installed)
Depth	82.5 mm (snap-on height 77.5 mm)
Weight	95 g

Environmental conditions	
Operating temperature	0 °C to +55 °C
Storage temperature	-40 °C to +70 °C
Relative humidity	10 % to 95 % (non-condensing)
Vibration/shock resistance	According to EN 61131-2

General data	
Overvoltage category	II
Protection class	III according to EN 61010-2-201

Certification	
CE	2014/30/EU and 2011/65/EU
UL	UL 61010-1 and UL 61010-2-201
UKCA	Conformity with relevant statutory requirements

KeControl C5 - FE 560

Multi-protocol fieldbus expansion card

Product features

- // 1 x EtherCAT / EtherNet/IP / PROFINET
- // Plug connection for KeControl C5 control modules



Brief description

The Ethernet-based fieldbus card FE 560 can be connected on the left of the KeControl C5 controllers using the Card Edge connector.

This allows the exchange and processing of process data between the higher-level control and the KeControl C5 control. All relevant protocols such as EtherCAT, EtherNet/IP and PROFINET are supported.

Technical specifications

Interfaces	
KeControl C5 control module	1 x Card Edge connector
EtherCAT slave / EtherNet/IP adapter / PROFINET IO-Device	2 x RJ45

Dimensions	
Height	106 mm
Width	26.5 mm (when installed)
Depth	82.5 mm (snap-on height 77.5 mm)
Weight	95 g

Environmental conditions	
Operating temperature	0 °C to +55 °C
Storage temperature	-40 °C to +70 °C
Relative humidity	10 % to 95 % (non-condensing)
Vibration/shock resistance	According to EN 61131-2

General data	
Overvoltage category	II
Protection class	III according to EN 61010-2-201

Certification	
CE	2014/30/EU and 2011/65/EU
UL	UL 61010-1 and UL 61010-2-201
UKCA	Conformity with relevant statutory requirements

KeControl C5 - UE 550

USB expansion card

Product features

- // 4 x USB 2.0 interfaces
- // Plug connection for KeControl C5 control modules



Brief description

The UE 550 USB card can be connected on the left of the KeControl C5 controllers using the Card Edge connector. Internally, they are connected via USB. UE 550 provides 4 USB 2.0 interfaces.

Technical specifications

Interfaces	
KeControl C5 control module	1 x Card Edge connector
USB	4 x USB 2.0 (Hi-Speed)

Dimensions	
Height	106 mm
Width	26,5 mm (when installed)
Depth	82,5 mm (snap-on height 77.5 mm)
Weight	95 g

Environmental conditions	
Operating temperature	0 °C bis +60 °C
Storage temperature	-40 °C bis +70 °C
Relative humidity	10 % bis 95 % (non-condensing)
Vibration/shock resistance	According to EN 61131-2

General data	
Overvoltage category	II
Protection class	III nach EN 61010-2-201
Supply voltage	24 V DC from front 3,3 V DC from expansion bus
Power consumption external power supply	11 W
Output current per USB interface	Max. 500 mA
Type of terminals	1 x 4-fold male header, 3.81 mm pitch

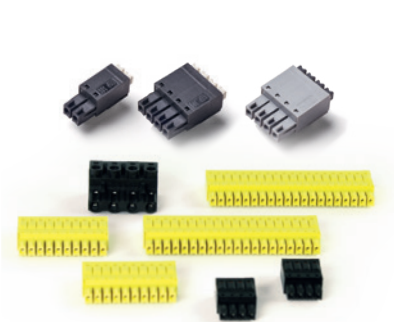
Zertifizierungen	
CE	2014/30/EU und 2011/65/EU
UL	UL 61010-1 und UL 61010-2-201
UKCA	Conformity with relevant statutory requirements

KeControl Accessories

Female connectors

Connectors for the power supply and/or connection of (safe) input and output signals.

Plug BCF3,81 2pol. 180G Push In BK	CP 5x0 controls
Plug BCF3,81 4pol. 180G Push In BK	CP 50x and C1 controls
Plug BCF3,81 4pol. 180G Push In AU GY	Temperature inputs of C1 controllers
D3-XT 215/A	Connector set D3-DU 3x5



CFast card

Data volume for the operating system as well as the configuration data, application data, device data, and process data. For CP 5x0 and D3-DU 3xx controllers.

XC 510/F-0000	10 GB
XC 510/G-0000	20 GB
XC 510/H-0000	40 GB



MicroSD card

Data volume for the operating system as well as the configuration data, application data, device data, and process data. For CP 50x and C1 controllers.

XC 540/G-0000	20 GB
XC 540/I-0000	80 GB



Mini I/O connectors

Mini I/O connectors for the serial and CAN interfaces of the CP 50x controllers. Installation requires the relevant crimping pliers.

Mini I/O plug kit Typ2 8pol. 180°

Ethernet/EtherCAT cables

Cables for Ethernet and EtherCAT communication. Other lengths available upon request.

XW 020-005	0.5 m
XW 020-010	1 m
XW 020-020	2 m
XW 020-050	5 m
XW 020-100	10 m
XW 020-200	20 m



Mini I/O cables

Cables with prepared Mini I/O connector and open end (wire end ferrules) for the serial and CAN interfaces of the CP 50x controllers.

XW 599-003	0,3 m
XW 599-010	1 m
XW 599-020	2 m
XW 599-030	3 m
XW 599-050	5 m
XW 599-060	6 m
XW 599-120	12 m
XW 599-150	15 m



Runtime licenses

One of the following basic licenses is required for running the controls.

RL Basic
RL Realtime
RL PLC
RL Motion
RL Robotics
RL Robotics Plus
RL CNC

Workstation licenses

The following workstation license is required for configuring/programming the (safety) controls.

KeStudio Engineering annual

I/O modules

The KeConnect C5 I/O modules can be connected directly on the right to KeControl C5 controls or run remotely via a bus coupler.

For more information on the C5 I/O modules, refer to the KeConnect product brochure.

KEBA Industrial Automation GmbH

Reindlstraße 51, 4040 Linz/Austria, Phone +43 732 7090-0, keba@keba.com

KEBA Group worldwide

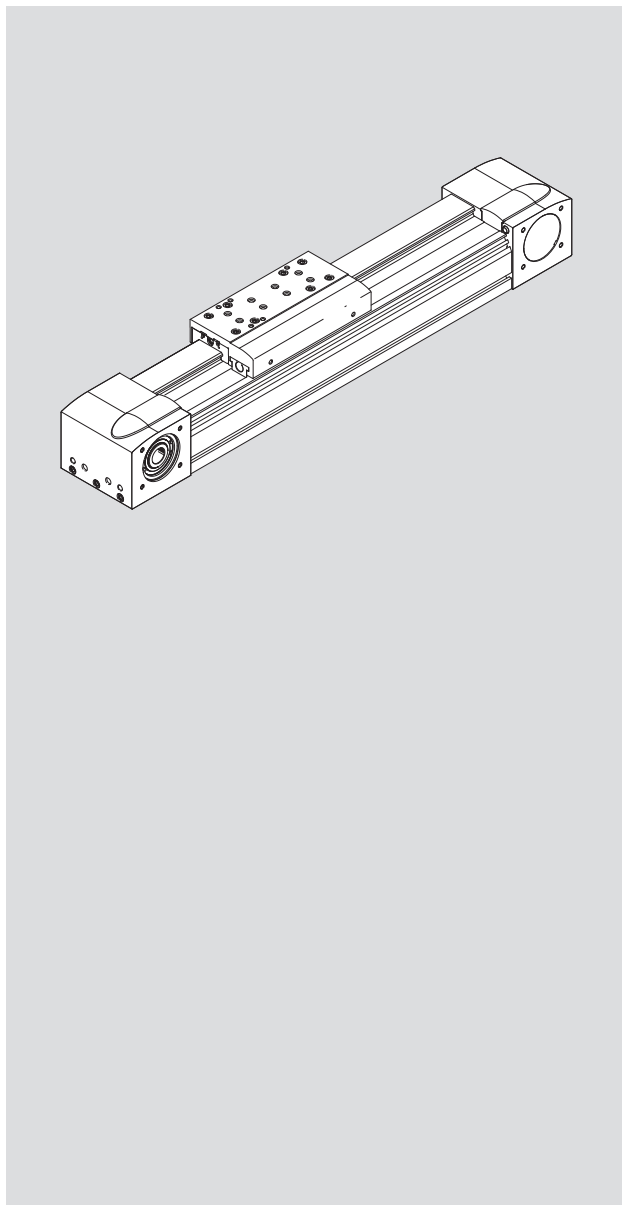
Austria / China / Czech Republic / Germany / India / Italy / Japan / Netherlands
Romania / South Korea / Switzerland / Taiwan / Turkey / United Kingdom / USA

www.keba.com



EGC-...-TB

Eje de accionamiento por correa dentada



FESTO

Instrucciones de
operación



8162896

8162896
2023-05e
[8162899]

Índice de contenido

1	Documentos aplicables.....	4
2	Seguridad.....	4
2.1	Instrucciones de seguridad.....	4
2.2	Uso previsto.....	4
2.3	Cualificación del personal técnico.....	4
3	Más información.....	4
4	Guía de productos.....	5
4.1	Estructura del producto.....	5
4.2	Función.....	5
5	Transporte.....	6
6	Montaje.....	6
6.1	Seguridad.....	6
6.2	Fijación del motor.....	6
6.3	Fijación del eje.....	7
6.4	Fijación de la carga útil al carro estándar.....	8
6.5	Fijación de la carga útil al carro adicional.....	9
6.6	Fijación de la protección de fin de carrera.....	11
6.7	Fijación del sensor.....	12
7	Puesta en funcionamiento.....	12
8	Mantenimiento.....	14
8.1	Seguridad.....	14
8.2	Comprobar el desgaste de la correa dentada.....	14
8.3	Limpieza del eje.....	14
8.4	Lubricación del eje.....	14
9	Eliminación de fallos.....	16
10	Especificaciones técnicas.....	18
10.1	Especificaciones técnicas, parte mecánica.....	18
10.2	Curvas características de distancias entre soportes.....	21
10.3	Curvas características de la velocidad.....	23

1 Documentos aplicables



Todos los documentos disponibles sobre el producto → www.festo.com/sp.

2 Seguridad

2.1 Instrucciones de seguridad

- Ténganse en cuenta las identificaciones que se encuentran en el producto.
- Utilizar el producto únicamente en perfectas condiciones técnicas.
- Antes de realizar trabajos en el producto: desconectar la alimentación eléctrica, verificar la ausencia de tensión y asegurarlo contra la reconexión.
- Almacenar el producto en un lugar fresco, seco y protegido contra los rayos UV y la corrosión. Procurar que los tiempos de almacenamiento sean cortos.
- Almacenar el producto en unas condiciones ambientales sin aceites, grasas ni vapores que disuelvan grasas.

2.2 Uso previsto

El eje posiciona cargas útiles o acciona guías externas.
El eje está homologado para funcionar en el modo carro.



Fig. 1: Modo carro

2.3 Cualificación del personal técnico

Solo podrá trabajar en el producto el personal técnico cualificado que pueda valorar el trabajo que se le asigne y reconocer los peligros. El personal técnico posee los conocimientos y experiencia necesarios para el manejo de actuadores y ejes eléctricos.

3 Más información

- En caso de preguntas técnicas, ponerse en contacto con el representante local de Festo.
→ www.festo.com.
- Accesorios y repuestos → www.festo.com/catalogue.

4 Guía de productos

4.1 Estructura del producto

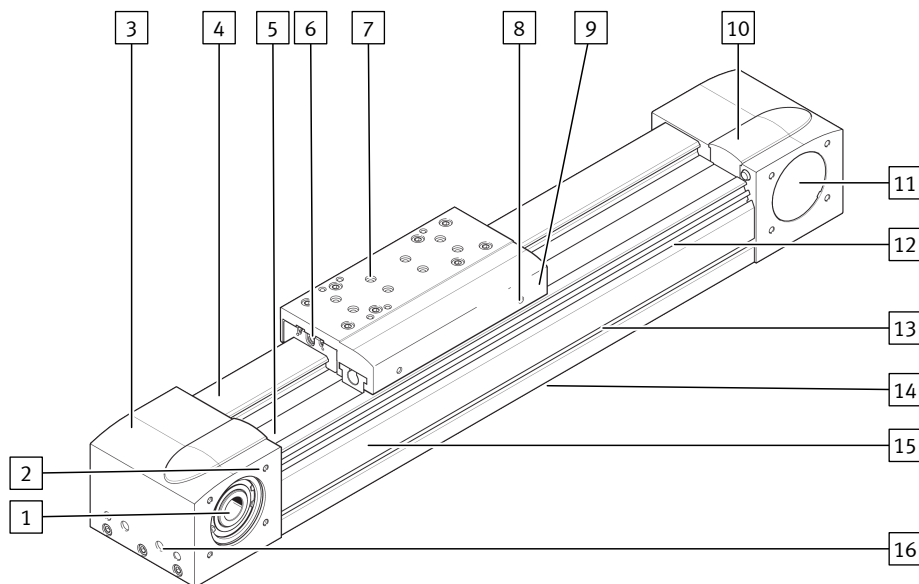


Fig. 2: Estructura del producto EGC-...-TB

- | | |
|--|---|
| 1 Eje hueco motoriz | 9 Carro |
| 2 Taladro roscado para conjunto para el montaje del motor | 10 Tapa ciega |
| 3 Tapa del accionamiento | 11 Tapa del eje |
| 4 Raíl de guía | 12 Ranura para el sensor |
| 5 Correa dentada | 13 Ranura de fijación para perfil, tuerca deslizable y soporte para sensor |
| 6 Punto de lubricación guía | 14 Ranura para tuerca deslizable |
| 7 Taladro roscado y taladro centrador para carga útil | 15 Perfil (perfil) |
| 8 Taladro roscado para leva de conmutación | 16 Taladro roscado para la fijación por pies |

4.2 Función

El eje convierte el movimiento rotativo del motor montado en un movimiento lineal del carro. El actuador por correa dentada convierte el momento de giro del motor en una fuerza de avance. El carro se desplaza linealmente con precisión sobre la guía. Los sensores y el sistema de medición de recorrido permiten detectar las posiciones finales, la posición de referencia y la posición intermedia.

5 Transporte

⚠ ADVERTENCIA

Riesgo de lesiones por caída del producto

El producto levantado incorrectamente puede caerse y cortar, aplastar o amputar partes del cuerpo.

- Levantar el producto solo con los accesorios de izado adecuados.
-
- Transportar el producto dentro del embalaje original. Prestar atención al peso, a las dimensiones y a las condiciones ambientales.
 - Téngase en cuenta el centro de gravedad del producto.
 - Almacenar y transportar el producto en posición horizontal.
 - Respetar las distancias máximas permitidas entre soportes para la fijación de los elementos de transporte → 10.2 Curvas características de distancias entre soportes. Si se respetan las distancias entre soportes se evita que el eje se doble de forma inadmisibile.

6 Montaje

6.1 Seguridad

⚠ ADVERTENCIA

Riesgo de lesiones por caída del producto

El producto levantado incorrectamente puede caerse y cortar, aplastar o amputar partes del cuerpo.

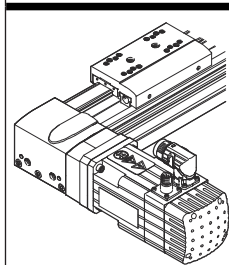
- Levantar el producto solo con los accesorios de izado adecuados.

6.2 Fijación del motor



Cuando utilice un motor y un conjunto para el montaje del motor no recomendados, tenga en cuenta los valores límite de fuerzas, momentos y velocidades.

Conjunto de sujeción axial EAMM-A



Tab. 1: Sumario de las fijaciones del motor

- Fijar el motor y el conjunto para el montaje del motor desconectados de la tensión.

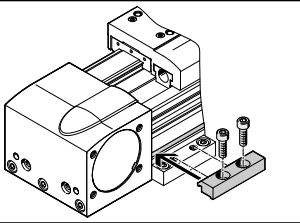
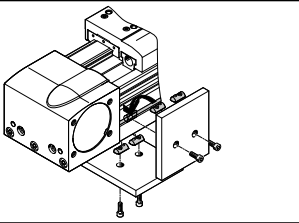
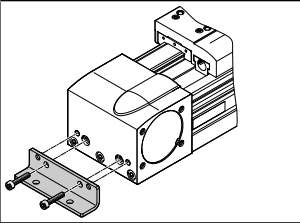
6.3 Fijación del eje



Elevadas cargas mecánicas en las conexiones de fijación

Si sobre el sistema de actuador actúan simultáneamente momentos elevados en el mismo sentido, se producirán elevadas cargas mecánicas en las uniones de las fijaciones.

- La fijación por pies HPE solamente debe utilizarse junto con la fijación para perfil MUE o con las tuercas deslizantes NST.

Fijación para perfil MUE	Tuerca deslizante NST	Fijación por pies HPE
		

Tab. 2: Sumario elementos de fijación

Requisitos:

- Zona de desplazamiento suficiente para la carga útil a fin de evitar colisiones con el motor, los elementos de montaje y los elementos sensores.
- Espacio suficiente para los trabajos de mantenimiento.
- Una planitud de la superficie de montaje del 0,05 % de la carrera o máximo 0,5 mm a lo largo de la carrera de la superficie de apoyo.
- Los puntos de soporte necesarios se encuentran dentro de las distancias de soporte especificadas ➔ 10.2 Curvas características de distancias entre soportes. Si se respetan las distancias entre soportes se evita que el eje se doble de forma inadmisibile.

1. Colocar los elementos de fijación en los puntos de soporte.

2. Apretar los tornillos. Respetar el par de apriete máximo y la profundidad máxima de atornillado.



Al emplear en sistemas de ejes múltiples: alinearlos con el primer eje e instalarlos con la tensión desconectada.

EGC-...-TB	-50	-70	-80	-120	-185
Fijación para perfil MUE					
Instrucciones → www.festo.com/sp					
Tuerca deslizante NST					
Rosca	M3	M5	M5	M6	M6
Profundidad máx. de atorni- llado t _{máx.}	3,8	6	6	12	12
Fijación por pies HPE					
Rosca	M4	M5	M5	M8	M10
Par de apriete máx. [Nm]	2,9	5,9	5,9	24	47
Profundidad máx. de atorni- llado t _{máx.}	7	10	10	16	20

6.4 Fijación de la carga útil al carro estándar

ADVERTENCIA

Movimientos inesperados de componentes.

Lesiones por golpes, choques o aplastamiento.

- Antes de realizar trabajos en el producto: desconectar el controlador y asegurarlo contra una reconexión accidental.

ADVERTENCIA

Riesgo de lesiones por movimiento inesperado de componentes

Cuando la posición de montaje es vertical o inclinada y el sistema se encuentra sin energía, los componentes móviles pueden desplazarse de forma incontrolada hasta la posición final inferior.

- Llevar las partes móviles del producto hasta una posición final segura o asegurarlas para evitar que se caigan.

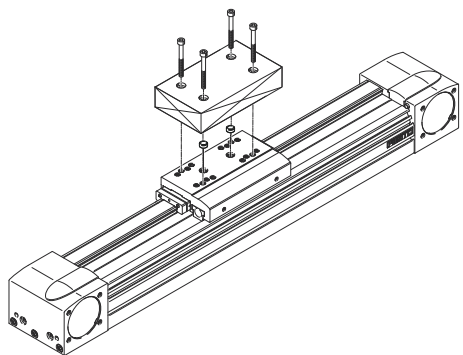


Fig. 3: Fijar la carga útil, ejemplo "fijación arriba"

Requisitos:

- Zona de desplazamiento suficiente para la carga útil a fin de evitar colisiones con el motor, los elementos de montaje y los elementos sensores.
 - Espacio suficiente para los trabajos de mantenimiento.
 - Una planitud de la superficie de montaje de la carga útil de 0,01 mm sobre la superficie del carro.
 - Minimizar la carga de la guía. Brazos de palanca cortos desde el centro de la guía hasta los puntos de aplicación de fuerza y los centros de gravedad de la carga útil.
1. Colocar los elementos de centrado en los taladros centradores.
 2. Posicionar la carga útil en la posición prevista.
 3. Apretar los tornillos. Respetar el par de apriete máximo y la profundidad máxima de atornillado.

EGC-...-TB	-50	-70	-80	-120	-185
Rosca, superior y lateral	M4	M5	M5/M6		M6/M8
Par de apriete máx. [Nm]	2,9	5,9	5,9/9,9		9,9/24
Profundidad máx. de atorni- llado t _{máx.} [mm]	4,2	8,4	9,5	10	15
Pasadores de centraje [mm]	Ø 5 H7		–		
Casquillo para centrar [mm]	–		Ø 9 H7		

6.5 Fijación de la carga útil al carro adicional

⚠ ADVERTENCIA

Movimientos inesperados de componentes.

Lesiones por golpes, choques o aplastamiento.

- Antes de realizar trabajos en el producto: desconectar el controlador y asegurarlo contra una reconexión accidental.

⚠ ADVERTENCIA

Riesgo de lesiones por movimiento inesperado de componentes

Cuando la posición de montaje es vertical o inclinada y el sistema se encuentra sin energía, los componentes móviles pueden desplazarse de forma incontrolada hasta la posición final inferior.

- Llevar las partes móviles del producto hasta una posición final segura o asegurarlas para evitar que se caigan.



- Al utilizar una guía externa adicional, asegurarse de que el paralelismo y la alineación de los ejes y de la guía sean exactos.
- Recomendación: emplear las fijaciones de guía con compensación de tolerancia.

En el caso de ejes con carros adicionales, si se instala una placa adaptadora proporcionada por el cliente se pueden producir tensiones debido a las tolerancias de fabricación.

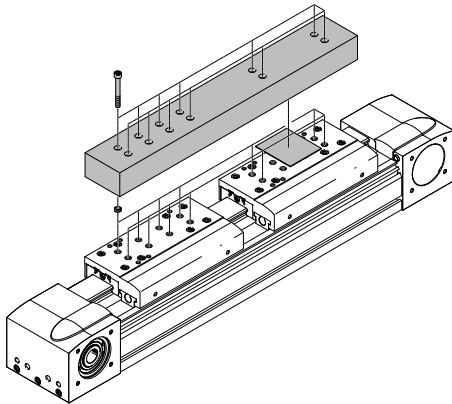


Fig. 4: Fijar la carga útil, ejemplo "fijación arriba"

Requisitos:

- Un cojinete fijo/flotante de la conexión del carro.
 - Emplear una compensación de tolerancia para las desviaciones de altura de la superficie de carro estándar.
 - Zona de desplazamiento suficiente para la carga útil a fin de evitar colisiones con el motor, los elementos de montaje y los elementos sensores.
 - Espacio suficiente para los trabajos de mantenimiento.
 - Una planitud de la superficie de montaje de la carga útil de 0,01 mm sobre la superficie del carro.
 - Minimizar la carga de la guía. Brazos de palanca cortos desde el centro de la guía hasta los puntos de aplicación de fuerza y los centros de gravedad de la carga útil.
1. Colocar los elementos de centrado en los taladros centradores.
 2. Montar la placa adaptadora en el carro estándar.
 3. Colocar los elementos de compensación de tolerancia en el carro adicional.
 4. Alinear y montar la placa adaptadora sobre el carro adicional.

5. Apretar los tornillos. Respetar el par de apriete máximo y la profundidad máxima de atornillado.

EGC-...-TB-...-K...	-50	-70	-80	-120	-185
Rosca	M4	M5	M5/M6		M6/M8
Par de apriete máx. [Nm]	2,9	5,9	5,9/9,9		9,9/24
Profundidad máx. de atorni- llado $t_{máx.}$ [mm]	4,2	8,4	9,5	10	15
Pasadores de centraje [mm]	Ø 5 H7		–		
Casquillo para centrar [mm]	–		Ø 9 H7		

6. Comprobar el comportamiento de los carros.

6.6 Fijación de la protección de fin de carrera

1. Montar el soporte para amortiguador.
2. Montar el amortiguador o el tope elástico.

6.7 Fijación del sensor

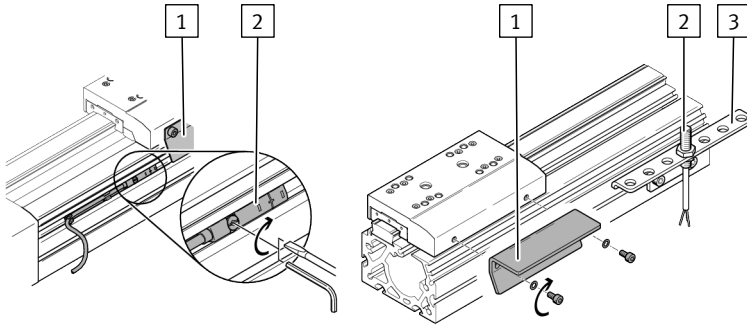


Fig. 5: Fijar la leva de conmutación, el sensor y el soporte para sensor

- | | |
|----------------------------------|----------------------------------|
| <div>1</div> Leva de conmutación | <div>3</div> Soporte para sensor |
| <div>2</div> Sensor | |

Requisitos:

- Proteger el sensor de influencias externas magnéticas o ferríticas, por ejemplo, mantener una distancia mínima de 10 mm con respecto a las tuercas deslizantes.
- Emplear un sensor de final de carrera normalmente cerrado para asegurar la protección en caso de fallo del sensor.
- Emplear un sensor inductivo.
- El sistema de medición está fijado.

1. Fijar la leva de conmutación.
2. En caso necesario, fijar el soporte para sensor.
3. Fijar el sensor.
4. En caso necesario, fijar el cable con clips.
5. En caso necesario, fijar la tapa de la ranura.

7 Puesta en funcionamiento

ADVERTENCIA

Riesgo de lesiones por movimiento inesperado de componentes.

- Proteger la zona de desplazamiento frente a cualquier tipo de intervención.
- Mantener la zona de desplazamiento libre de objetos extraños.
- Ejecutar la puesta en funcionamiento con una velocidad reducida.

AVISO

Elasticidad de la correa dentada

La elasticidad de la correa dentada genera un efecto de resorte adicional en caso de altas aceleraciones y deceleraciones, lo que puede provocar una desviación inadmisibles entre el valor de consigna y el efectivo cuando se mueve el carro o cuando se alcanza la posición final.

- Durante el recorrido de prueba, téngase en cuenta la desviación del valor de consigna al parametrizar los valores de consigna de posición.



Los perfiles de aceleración rectangulares, sin limitación de sacudidas, pueden tener las siguientes consecuencias:

- Altas cargas mecánicas en el actuador de husillo debido a picos de fuerza elevados.
- Vibraciones excesivas durante el posicionamiento.
- Vibraciones de todo el sistema.

Recomendación: reducir los picos de fuerza elevados en las fases de aceleración y deceleración mediante la utilización de la limitación de sacudidas.



Ejes de igual construcción pueden generar diferentes ruidos de funcionamiento en función de la parametrización, del modo de funcionamiento, del tipo de fijación, del entorno de instalación y de la pieza que desplacen.

Requisitos:

- El encoder del motor se ha referenciado a la marca de referencia mediante un desplazamiento de referencia.
- El encoder del motor tiene la referencia absoluta respecto a la marca de referencia.
- El sentido de desplazamiento del carro está determinado por el sentido de giro del motor.
- Se ha comprobado el montaje del sistema de actuador.
- Se ha comprobado la instalación en el motor.
- No hay objetos extraños en la zona de movimiento del sistema de actuador.
- No se sobreexcede la fuerza de avance ni el par de accionamiento máximos admisibles en lo que respecta a la aceleración y la desaceleración, por ejemplo con la función de parada o Quick Stop, la velocidad, la masa móvil y la posición de montaje.
- No hay sobrecarga mecánica del eje ni se supera la desviación dinámica del valor de consigna debido a picos de fuerza y de par o a los efectos de un exceso de vibraciones, por ejemplo, no se rebasa la posición final.

Las sobrecargas y los sobreexcesos debidos a la limitación de las sacudidas se deben delimitar mediante el uso de valores de consigna de aceleración y desaceleración más bajos o mediante ajustes de regulación optimizados.

- Las posiciones finales del software no se encuentran dentro del rango efectivo de los topes mecánicos.
- No se ha realizado ningún desplazamiento de prueba ni de referencia hasta los topes finales mecánicos.

1. Iniciar el desplazamiento de control.

2. Seleccionar los puntos de referencia admisibles "con respecto al conmutador de referencia" para el desplazamiento de referencia.
3. Iniciar el desplazamiento de referencia con valores de consigna reducidos para la velocidad, la aceleración y la deceleración.
4. Iniciar el desplazamiento de prueba con valores de consigna reducidos para la velocidad, la aceleración y la deceleración.
5. Comprobar si el carro recorre todo el ciclo de desplazamiento en el tiempo prescrito.
 - ↳ El carro se detiene cuando llega a un sensor de final de carrera y el sistema de actuador está listo para funcionar.

8 Mantenimiento

8.1 Seguridad

ADVERTENCIA

Movimientos inesperados de componentes.

Lesiones por golpes, choques o aplastamiento.

- Antes de realizar trabajos en el producto: desconectar el controlador y asegurarlo contra una reconexión accidental.

8.2 Comprobar el desgaste de la correa dentada



El pretensado de la correa dentada está diseñado para toda la vida útil.

No está permitido volver a tensar la correa dentada.

1. – Prueba inicial: después de 5000 km
– Comprobación de intervalos: cada 1000 km.
2. En caso de desgaste visible de la correa dentada: enviar el eje a Festo o contactar con el servicio de asistencia técnica de Festo.

8.3 Limpieza del eje

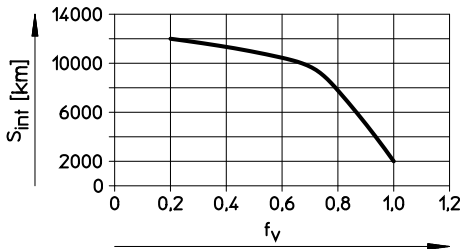
- Si el raíl de guía está sucio, limpiarlo con un paño limpio y suave que no tenga pelusa, sin emplear detergente y, a continuación, aplicar una capa fina de lubricante sobre el raíl de guía.
- Limpiar los demás componentes del producto con un paño suave y limpio y con productos de limpieza respetuosos con el material.

8.4 Lubricación del eje

Requisitos:

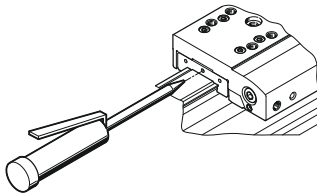
- La pistola de grasa a presión LUB-1, 647958 está disponible.
 - La grasa para rodamientos de rodillos LUB-KC1, 684474 está disponible.
 - El adaptador de lubricación LUB-1-TR-I, 647959 o LUB-1-TR-L, 647960 está disponible.
1. Calcular el factor de comparación de carga f_v mediante la fórmula de las cargas combinadas
→ 10.1 Especificaciones técnicas, parte mecánica.

2. Tomar el intervalo de lubricación S_{int} en función del factor de comparación de carga f_v de la curva característica.



3. Determinar los factores de carga:
- Entorno expuesto al polvo y a la suciedad.
 - Carrera nominal < 300 mm o > 2000 mm.
 - Temperatura ambiente $> +40$ °C.
 - Tiempo de funcionamiento > 3 años.
 - El perfil de avance corresponde al funcionamiento en triángulo, por ejemplo, aceleración y frenado frecuentes.
4. Si hay un factor de carga, reducir a la mitad el intervalo de lubricación S_{int} . Si hay varios factores de carga, dividir por cuatro el intervalo de lubricación S_{int} .
5. En caso necesario, sustituir la punta de la aguja de la pistola de grasa a presión con el adaptador de lubricación, salida axial o salida radial.
6. Presionar la pistola de grasa a presión en el orificio de lubricación de la guía de rodamiento de bolas. Inyectar la grasa para cojinetes de rodillos por ambos lados, a la izquierda y derecha. No hay orificio de lubricación en el EGC-...-GP/GQ.

EGC-...-TB	-50	-70	-80	-120	-185
Cantidad de grasa por agujero de engrase [g]	0,2	0,3	0,6	1,2	3,6



7. Durante la lubricación, desplazarse por todo el recorrido para distribuir la grasa regularmente por el interior.
8. En caso necesario, engrasar otros componentes con grasa para rodamientos, por ejemplo el raíl de guía.

9 Eliminación de fallos

 ADVERTENCIA

Movimientos inesperados de componentes.

Lesiones por golpes, choques o aplastamiento.

- Antes de realizar trabajos en el producto: desconectar el controlador y asegurarlo contra una reconexión accidental.

 ADVERTENCIA

Riesgo de lesiones por movimiento inesperado de componentes.

- Proteger la zona de desplazamiento frente a cualquier tipo de intervención.
- Mantener la zona de desplazamiento libre de objetos extraños.
- Ejecutar la puesta en funcionamiento con una velocidad reducida.

Fallo de funcionamiento	Causa	Solución
Fuentes ruidos de funcionamiento, vibraciones o marcha brusca del eje.	Distancia de acoplamiento demasiado pequeña.	– Respetar las distancias de acoplamiento admisibles ➔ Instrucciones para el montaje del conjunto para el montaje del motor.
	Deformaciones por tensiones	– Montar el eje libre de tensiones. Respetar la planicidad de la superficie de apoyo ➔ 6.3 Fijación del eje. – Modificar la colocación de la carga útil. – Alinear en paralelo los ejes entre sí.
	Ajustes actuales del controlador.	– Optimizar los datos del controlador, por ejemplo, velocidad, aceleración, etc.
	Oscilación de resonancia del eje.	– Modificar la velocidad de desplazamiento.
	Desgaste en el cojinete o guía.	– Ponerse en contacto con la asistencia técnica local de Festo. – Sustituir el eje.
	Desgaste de la correa dentada.	– Ponerse en contacto con la asistencia técnica local de Festo. – Sustituir el eje.

Fallo de funcionamiento	Causa	Solución
Fuertes ruidos de funcionamiento, vibraciones o marcha brusca del eje.	Lubricación insuficiente de la guía.	– Lubricar la guía → 8.4 Lubricación del eje.
Oscilaciones en el carro.	Funcionamiento a la frecuencia de resonancia del eje.	– Modificar la velocidad de desplazamiento. – Modificar la aceleración. – Aumentar la rigidez del eje, por ejemplo reduciendo las distancias entre soportes. – Modificar la geometría de la carga útil.
Larga vibración decreciente del perfil.	La frecuencia propia del perfil y de la carga útil es demasiado baja.	– Aumentar la rigidez del eje, por ejemplo reduciendo las distancias entre soportes. – Modificar la geometría de la carga útil.
El carro no se mueve.	El acoplamiento patina.	– Comprobar el montaje de la conexión entre el eje y el cubo → Instrucciones para el montaje del conjunto para el montaje del motor.
	Las cargas son demasiado elevadas.	– Reducir las fuerzas y los pares. Téngase en cuenta la dinámica.
	Tornillos demasiado largos para la fijación de la carga útil.	– Respetar la profundidad de atornillado → 6.4 Fijación de la carga útil al carro estándar.
	La correa dentada se ha roto.	– Ponerse en contacto con la asistencia técnica local de Festo. – Sustituir el eje.
Rebasamiento de la posición final.	El sensor no conmuta.	– Comprobar el sensor, la instalación y la parametrización.
Par sin carga demasiado elevado.	Desgaste en la cadena cinemática.	– Ponerse en contacto con la asistencia técnica local de Festo. – Sustituir el eje.

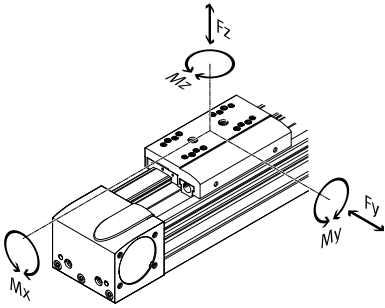
Fallo de funcionamiento	Causa	Solución
La correa dentada salta.	Pretensión de la correa dentada demasiado baja.	– Ponerse en contacto con la asistencia técnica local de Festo. – Sustituir el eje.
	Ajustes actuales del controlador.	– Optimizar los datos del controlador, por ejemplo, velocidad, aceleración, etc.
	Las cargas son demasiado elevadas.	– Reducir la velocidad de desplazamiento.

Tab. 3: Eliminación de fallos

10 Especificaciones técnicas

10.1 Especificaciones técnicas, parte mecánica

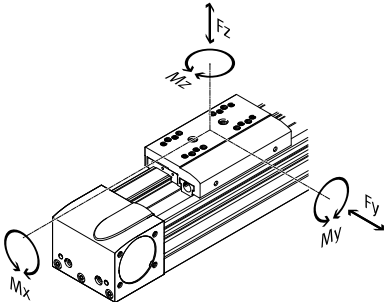
EGC-...-TB		-50	-70	-80
Estructura constructiva		Eje electromecánico con correa dentada		
Guía		Guía de rodamiento de bolas		
Posición de montaje		Indistinta		
Fuerza de avance máx.	[N]	50	100	350
Par de accionamiento máximo	[Nm]	0,46	1,24	5
Par motor máx. en vacío con una velocidad = 0,2 m/s	[Nm]	0,07	0,18	0,4
Velocidad máx.				
– EGC-...-TB	[m/s]	3	5	
– EGC-...-TB-...-GP	[m/s]	–	5	
Aceleración máx.	[m/s²]	50		
Precisión de repetición	[mm]	±0,08		
Constante de avance	[mm/rev]	58	78	90
Temperatura ambiente	[°C]	–10 ... +60		
Grado de protección		IP40		

EGC-...-TB	-50	-70	-80
Fuerzas y momentos máx. admisibles en el carro			
EGC-...-TB-...-GK, EGC-...-TB-...-GP			
Fy [N]	650	1850	3050
Fz [N]	650	1850	3050
Mx [Nm]	3,5	16	36
My [Nm]	10	51	97
Mz [Nm]	10	51	97
EGC-...-TB-...-GV, EGC-...-TB-...-GQ			
Fy [N]	–	1850	3050
Fz [N]	–	1850	3050
Mx [Nm]	–	16	36
My [Nm]	–	132	228
Mz [Nm]	–	132	228
Cálculo del factor comparativo de la carga			
fv	$fv = \frac{ Fy, dyn }{Fy, max} + \frac{ Fz, dyn }{Fz, max} + \frac{ Mx, dyn }{Mx, max} + \frac{ My, dyn }{My, max} + \frac{ Mz, dyn }{Mz, max} \leq 1$ 		

Tab. 4: Especificaciones técnicas, parte mecánica

EGC-...-TB	-120	-185
Estructura constructiva	Eje electromecánico con correa dentada	
Guía	Guía de rodamiento de bolas	
Posición de montaje	Indistinta	
Fuerza de avance máx. [N]	800	2500
Par de accionamiento máximo [Nm]	16	93

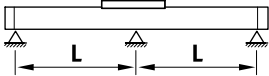
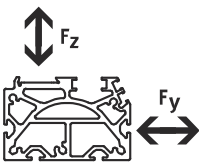
EGC-...-TB		-120	-185
Par motor máx. en vacío con una velocidad = 0,2 m/s	[Nm]	1,4	4,05
Velocidad máx.			
– EGC-...-TB	[m/s]	5	5
– EGC-...-TB-...-GP	[m/s]	5	5
Aceleración máx.	[m/s²]	50	
Precisión de repetición	[mm]	±0,08	±0,1
Constante de avance	[mm/rev]	125	232
Temperatura ambiente	[°C]	–10 ... +60	
Grado de protección		IP40	
Fuerzas y momentos máx. admisibles en el carro			
EGC-...-TB-...-GK, EGC-...-TB-...-GP			
Fy	[N]	6890	15200
Fz	[N]	6890	15200
Mx	[Nm]	144	529
My	[Nm]	380	1157
Mz	[Nm]	380	1157
EGC-...-TB-...-GV, EGC-...-TB-...-GQ			
Fy	[N]	6890	15200
Fz	[N]	6890	15200
Mx	[Nm]	144	529
My	[Nm]	680	1820
Mz	[Nm]	680	1820

EGC-...-TB	-120	-185
Cálculo del factor comparativo de la carga		
f _v	$f_v = \frac{ F_{y,dyn} }{F_{y,max}} + \frac{ F_{z,dyn} }{F_{z,max}} + \frac{ M_{x,dyn} }{M_{x,max}} + \frac{ M_{y,dyn} }{M_{y,max}} + \frac{ M_{z,dyn} }{M_{z,max}} \leq 1$ 	

Tab. 5: Especificaciones técnicas, parte mecánica

10.2 Curvas características de distancias entre soportes

Distancia máxima admisible entre soportes L sin fijación para perfil MUE en función de la fuerza F_y/F_z con una flecha máxima de 0,5 mm.

Distancia entre soportes	Carga de fuerza
	

Tab. 6: Sumario de la distancia entre soportes y de la carga de fuerza

EGC-...-TB-KF

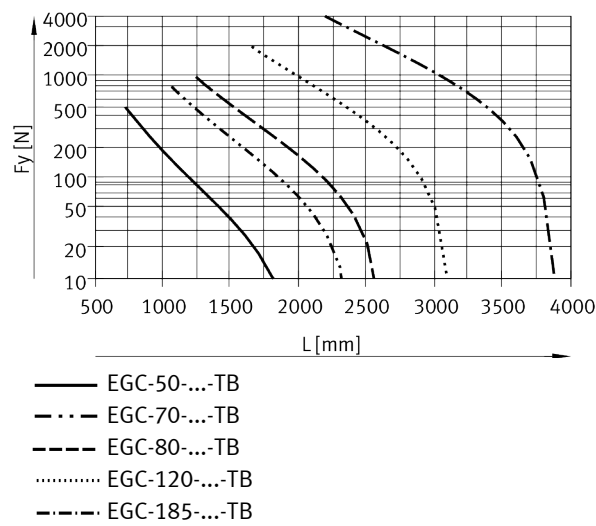


Fig. 6: La distancia entre soportes L en función de la fuerza F_y
EGC-...-TB-KF

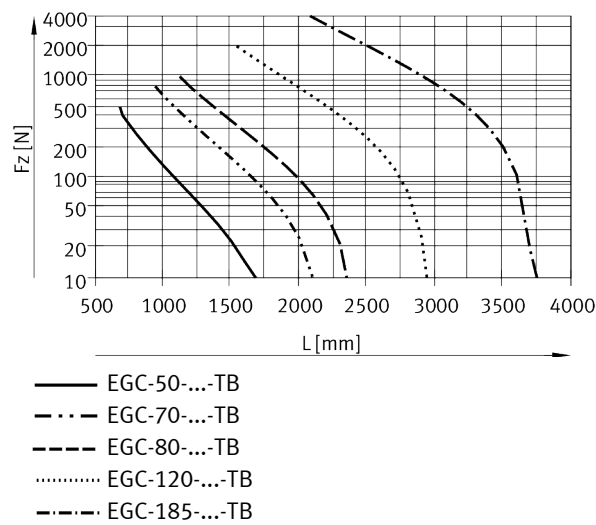


Fig. 7: La distancia entre soportes L en función de la fuerza F_z

10.3 Curvas características de la velocidad

Velocidad v en función de la velocidad de giro n .

EGC-...-TB

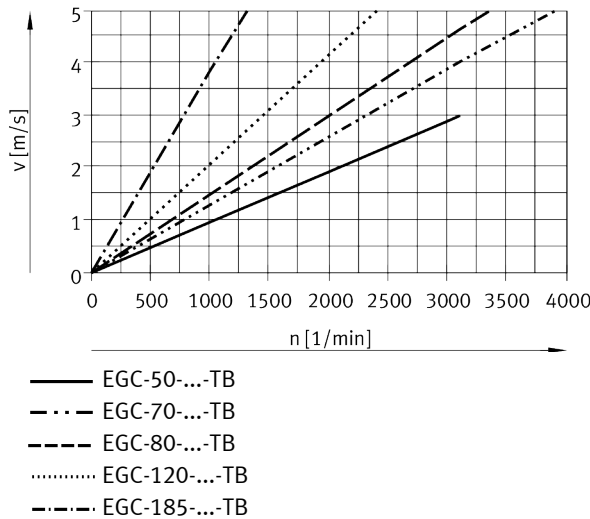


Fig. 8: Velocidad v en función de la velocidad de giro n

Copyright:
Festo SE & Co. KG
Ruiter Straße 82
73734 Esslingen
Alemania

Phone:
+49 711 347-0

Internet:
www.festo.com

25/11/2024

DINAMICAS CINTAS

08:08:50

		Velocidad	Aceleracion	Deceleracion
Entrada	Normal:	-1 2 3 4	-1 2 3 4	-1 2 3 4
	Rapida:	-1 2 3 4	-1 2 3 4	-1 2 3 4
	Man:	-1 2 3 4	-1 2 3 4	-1 2 3 4
Estaciones	Auto:	-1 2 3 4	-1 2 3 4	-1 2 3 4
	Man:	-1 2 3 4	-1 2 3 4	-1 2 3 4
Volteador		-1 2 3 4	-1 2 3 4	-1 2 3 4
	Man:	-1 2 3 4	-1 2 3 4	-1 2 3 4
Extraccion		-1 2 3 4	-1 2 3 4	-1 2 3 4
	Man:	-1 2 3 4	-1 2 3 4	-1 2 3 4

25/11/2024

TIEMPOS

08:08:50

Distancia de posicionado de la cinta de estaciones tras leer la ftc. establece la posicion de la bandeja:	Dos pastillas	Una pastilla
	-1 2 3 4	-1 2 3 4
Tiempo que esperamos a comenzar el movimiento de posicionado de la bandeja tras leer la ftc de entrada:	1 2 3 4	
Tiempo que permaneces activado el piston de empuje de las bandejas al buffer:	1 2 3 4	
Numero de fallos de vacio para activar aviso:	1 2 3 4	
Tiempo para parada de la cinta de entrada, si hay bandeja en ftc, deteccion de bloqueo en entrada tunel robot:	-1 2 3 4	
Tiempo retardo secuencia robot para descarga de napolitanas:	1 2 3 4 5	

Dinamicas de las cintas

25/11/2024

CONFIGURACION

08:08:50

Ajuste puntos del robot

Dinamicas de las cintas

Tiempos

Desmoldeo:

Activado

Vel Robot % -1.23

DEBUG

08:08:50 25/11/2024

Cmd Pick

Cmd Place Ulma

Cmd Place Volteador

Cmd Reposo

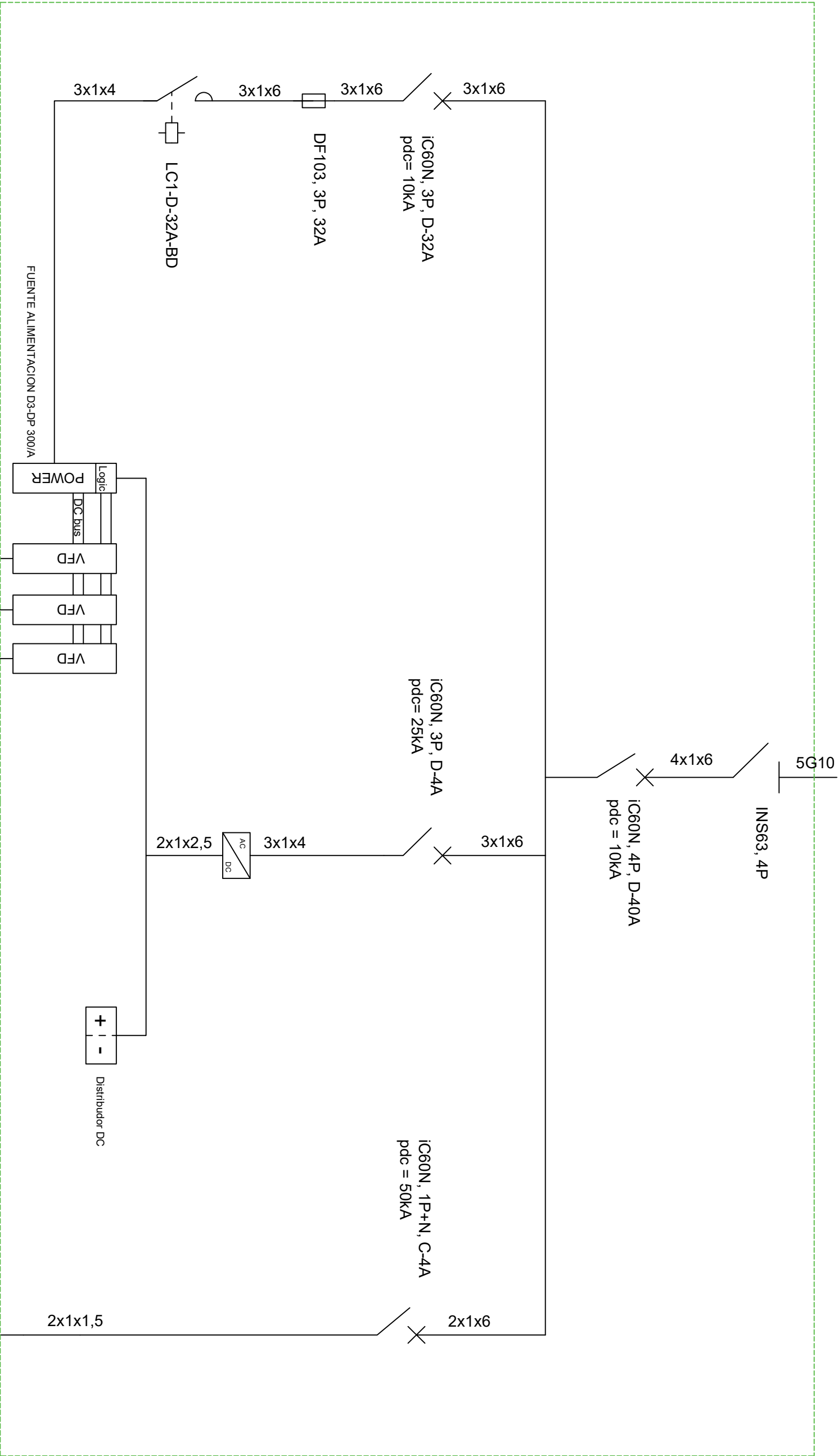
Ajuste puntos del robot

25/11/2024

PUNTOS

08:08:50

CRS	X	Z	Offset X	Offset Z
Pick	-1 2 3 4	-1 2 3 4	-1 2 3 4	-1 2 3 4
Ulma	-1 2 3 4	-1 2 3 4	-1 2 3 4	-1 2 3 4
Volteador	-1 2 3 4	-1 2 3 4	-1 2 3 4	-1 2 3 4
Puntos	X	Z	Offset X	Offset Z
Pick	-1 2 3 4	-1 2 3 4	-1 2 3 4	-1 2 3 4
Ulma	-1 2 3 4	-1 2 3 4	-1 2 3 4	-1 2 3 4
Volteador	-1 2 3 4	-1 2 3 4	-1 2 3 4	-1 2 3 4
Altura desplazamientos			-1 2 3 4	



INGENIERÍA ELÉCTRICA

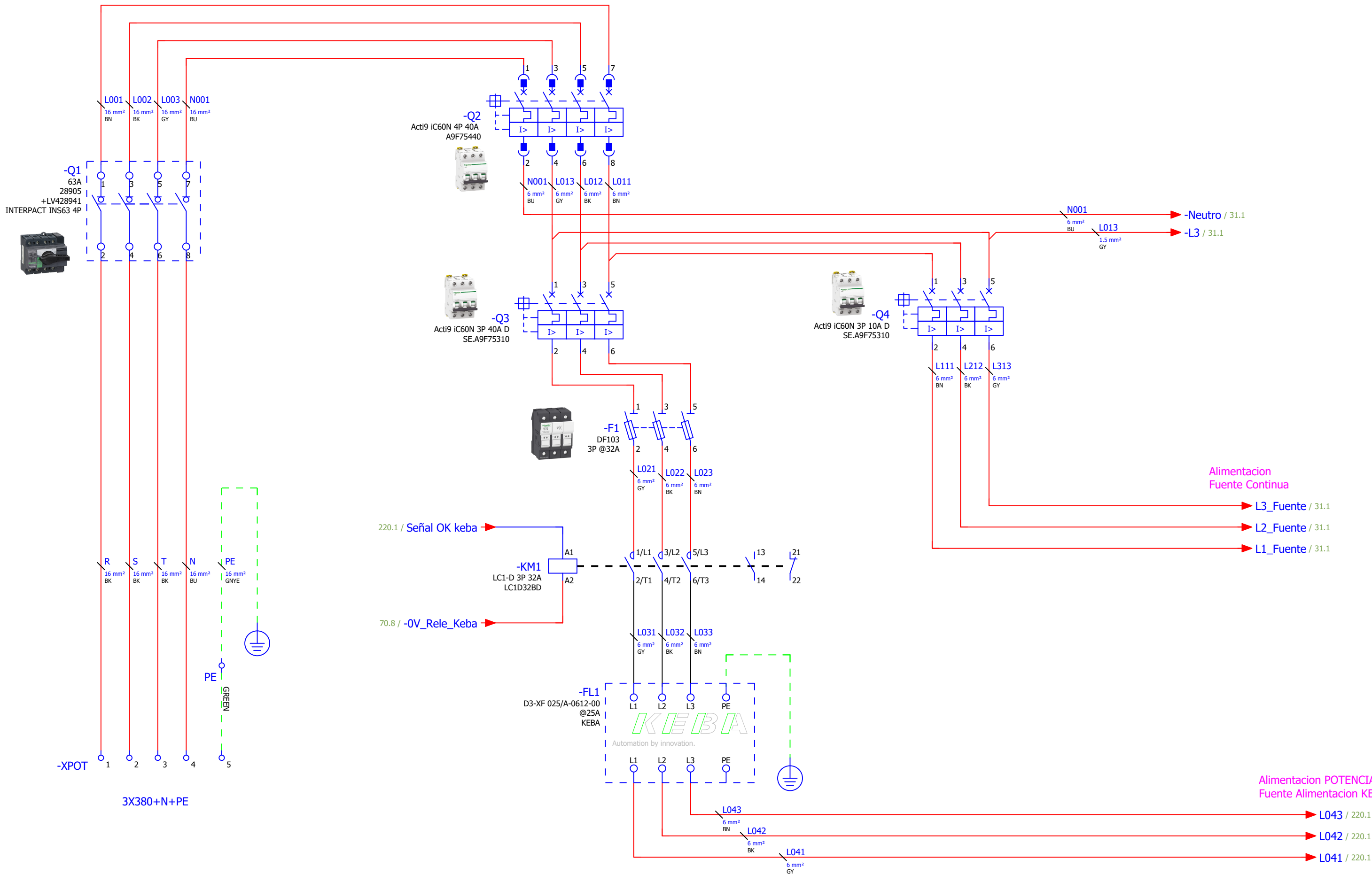
Titulación		INGENIERÍA ELÉCTRICA			
Asignatura		TFG		 Escuela Técnica Superior de Ingeniería del Diseño	
Apellidos y Nombre		MARTINEZ PEIRÓ, FERRAN		Curso	
Escala		S/E		Denominación plano	
Fecha		19/09/2025		ESQUEMA UNIFILAR CUADRO	
		Curso		4º	
		Evaluación		1ª	
		Nº de plano		1	
		Notas profesor			

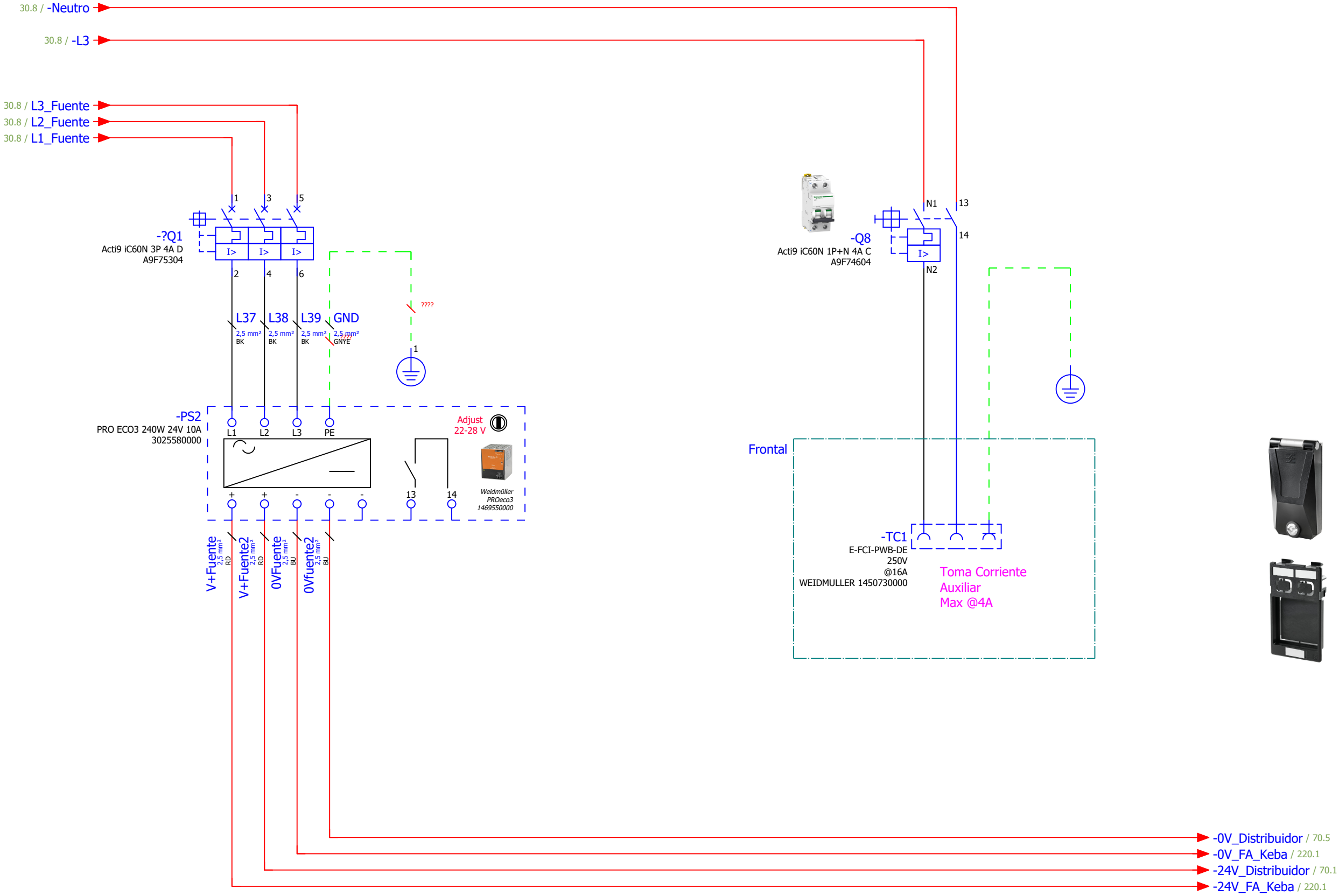
Esquema eléctrico Pancracio

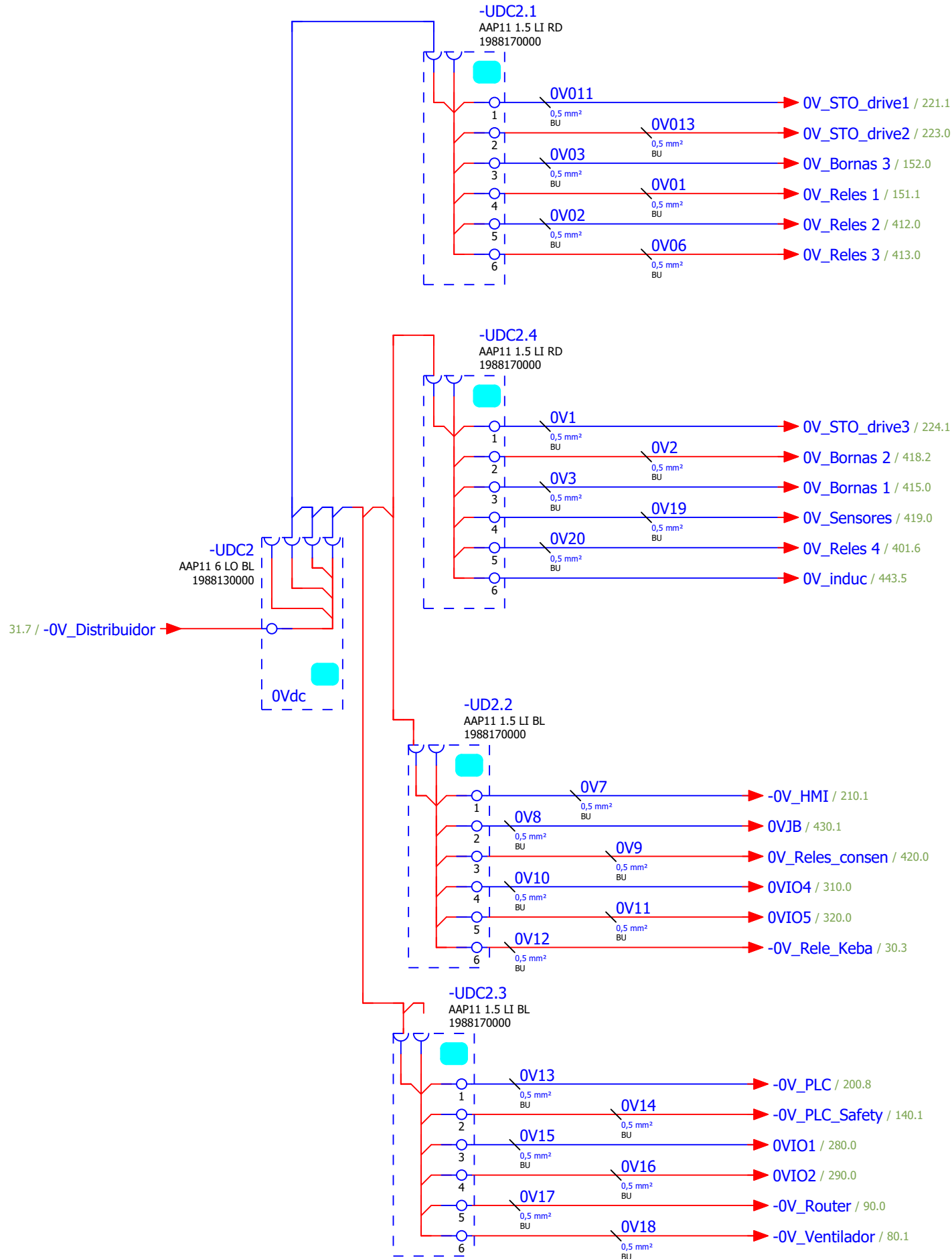
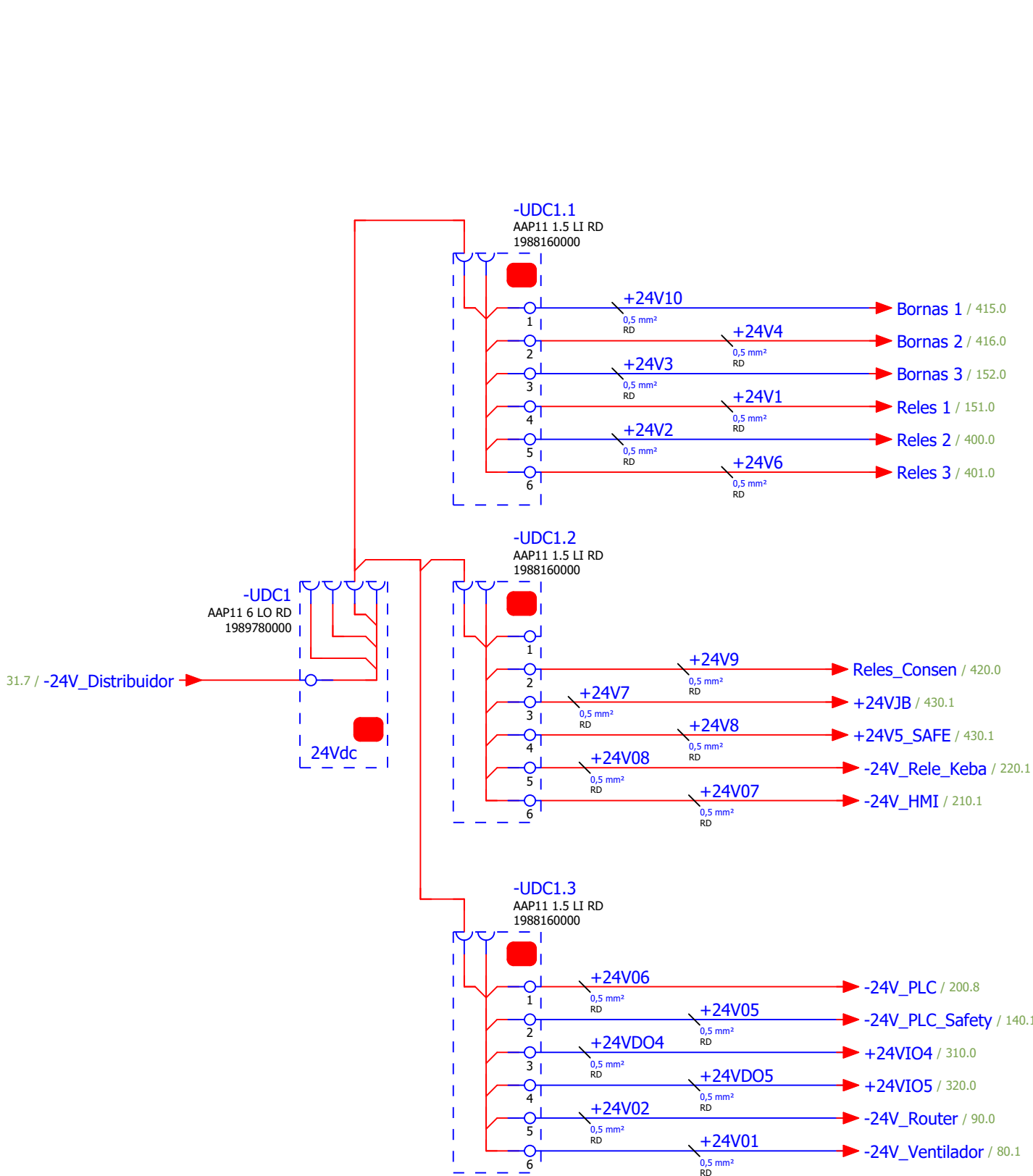
[illegible]

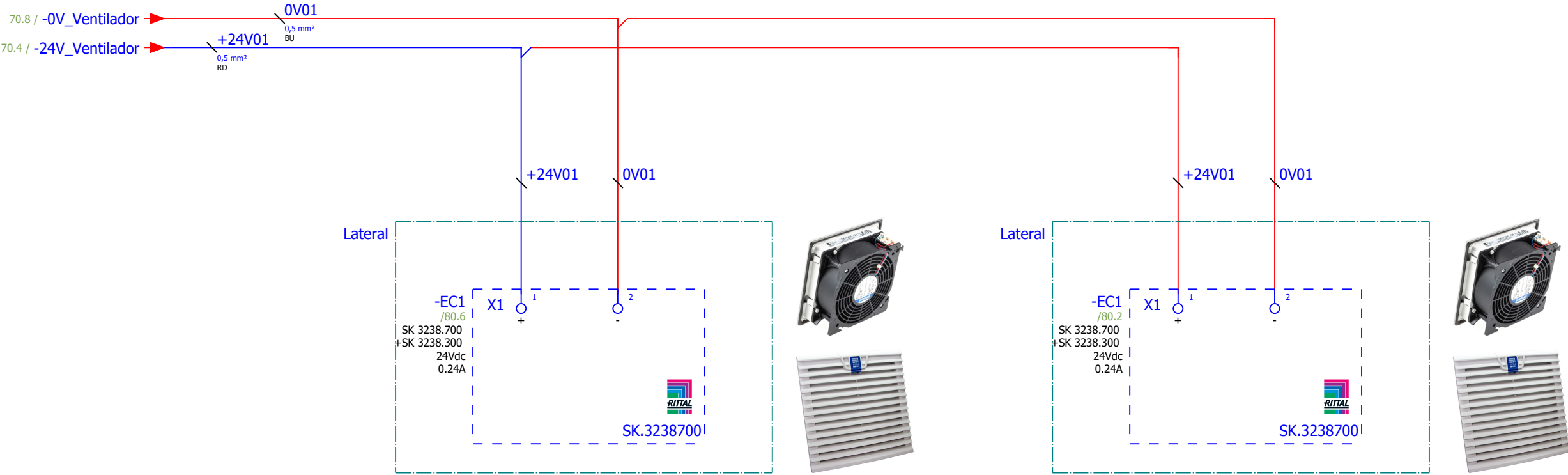
ARMARIO PRINCIPAL

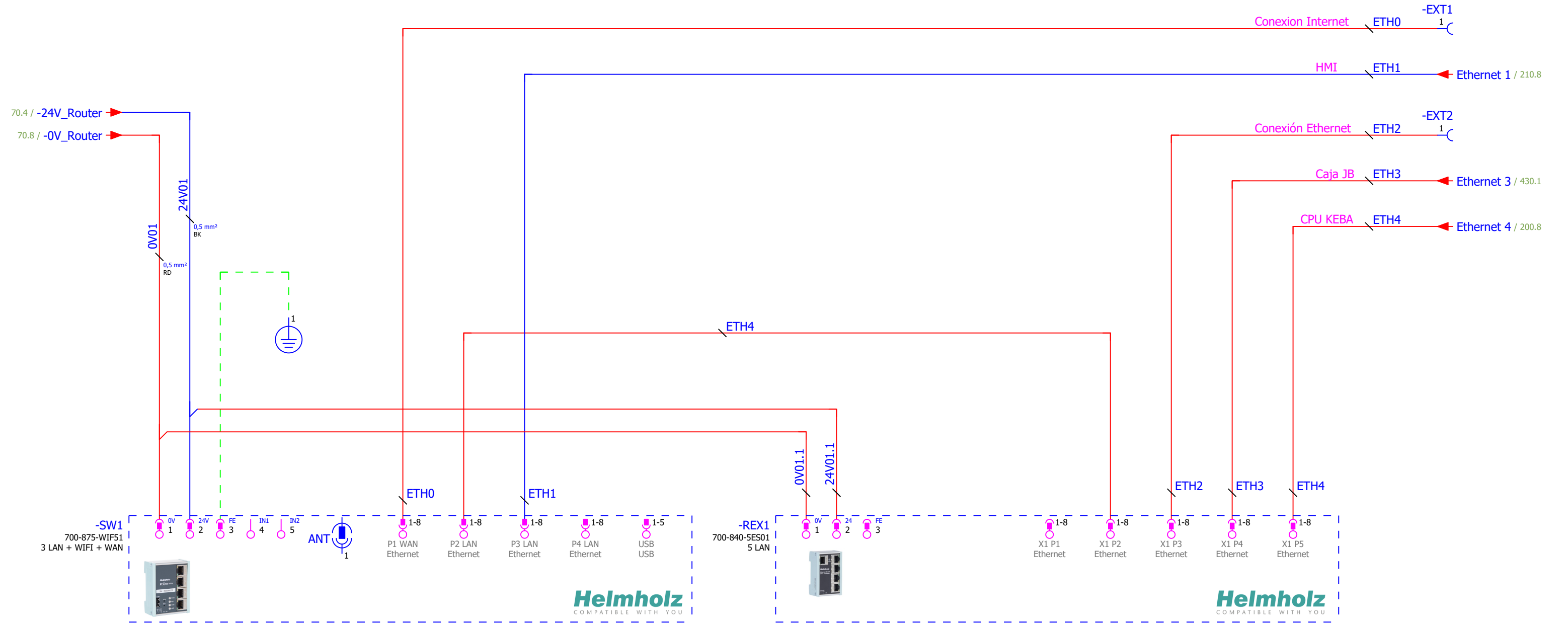
L1		Marron	
L2		Negro	
L3		Gris	
PE		Verde/Amarillo	
N		Azul claro	
consentimientos		Naranja	Tensión externa
seguridades		Amarillo	
control 24Vdc		Azul oscuro	Maniobras de 24Vdc
24Vdc		Rojo	
0Vdc		Negro	
10Vdc		Violeta	
Entrada Digi		Verde	
Salida Digi		Rosa	
Entrada Ana		Blanco	Deberian de ser directas sin bornas
Salida Ana		Blanco	todas las que se puedan



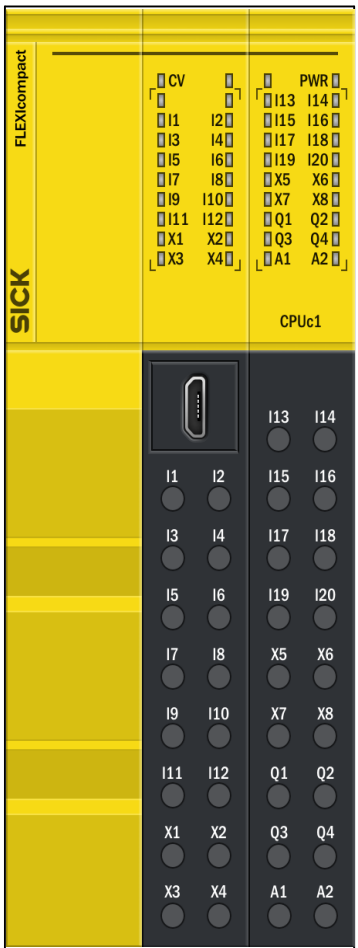


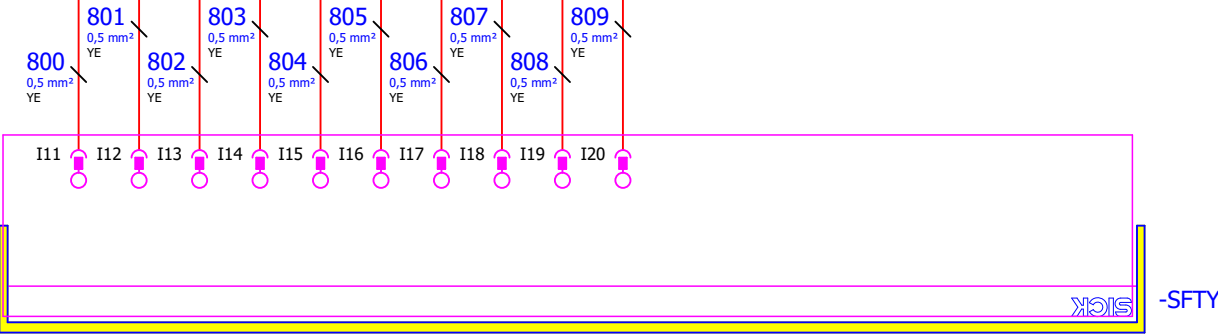
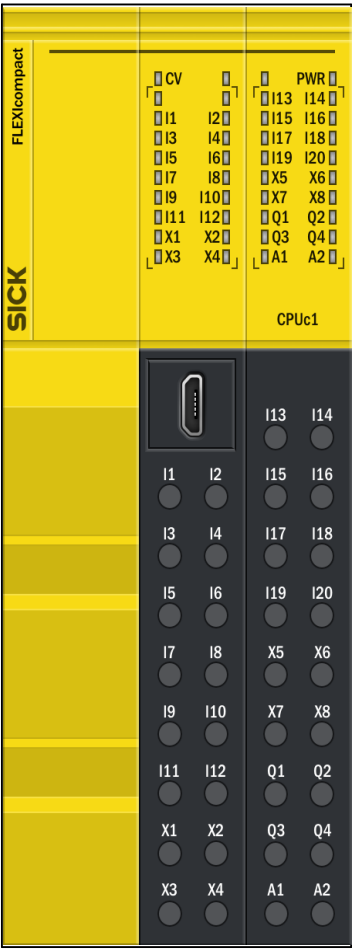
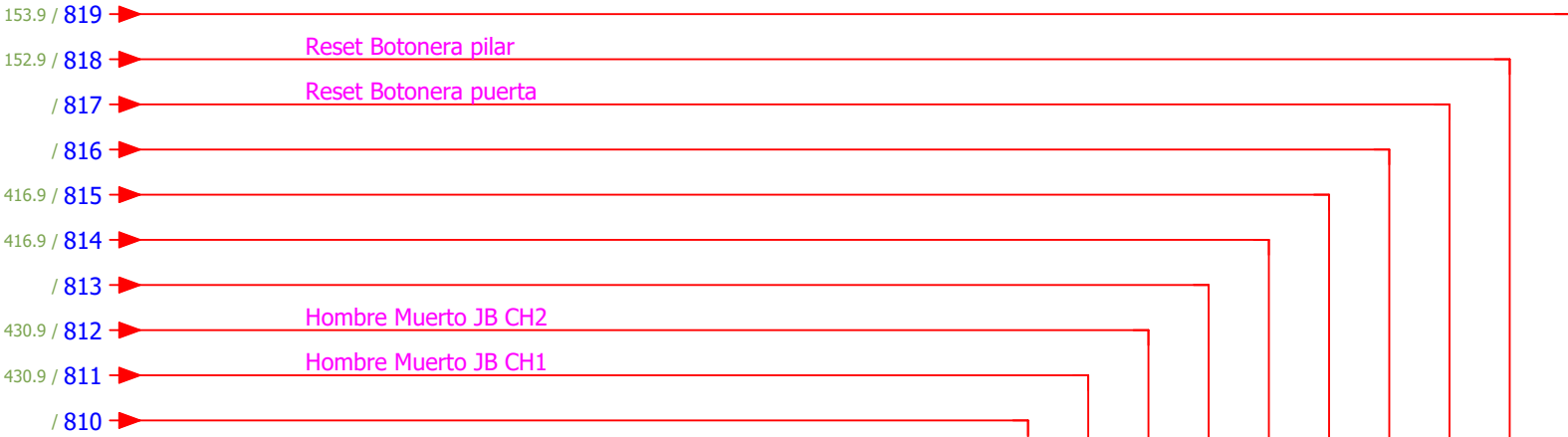


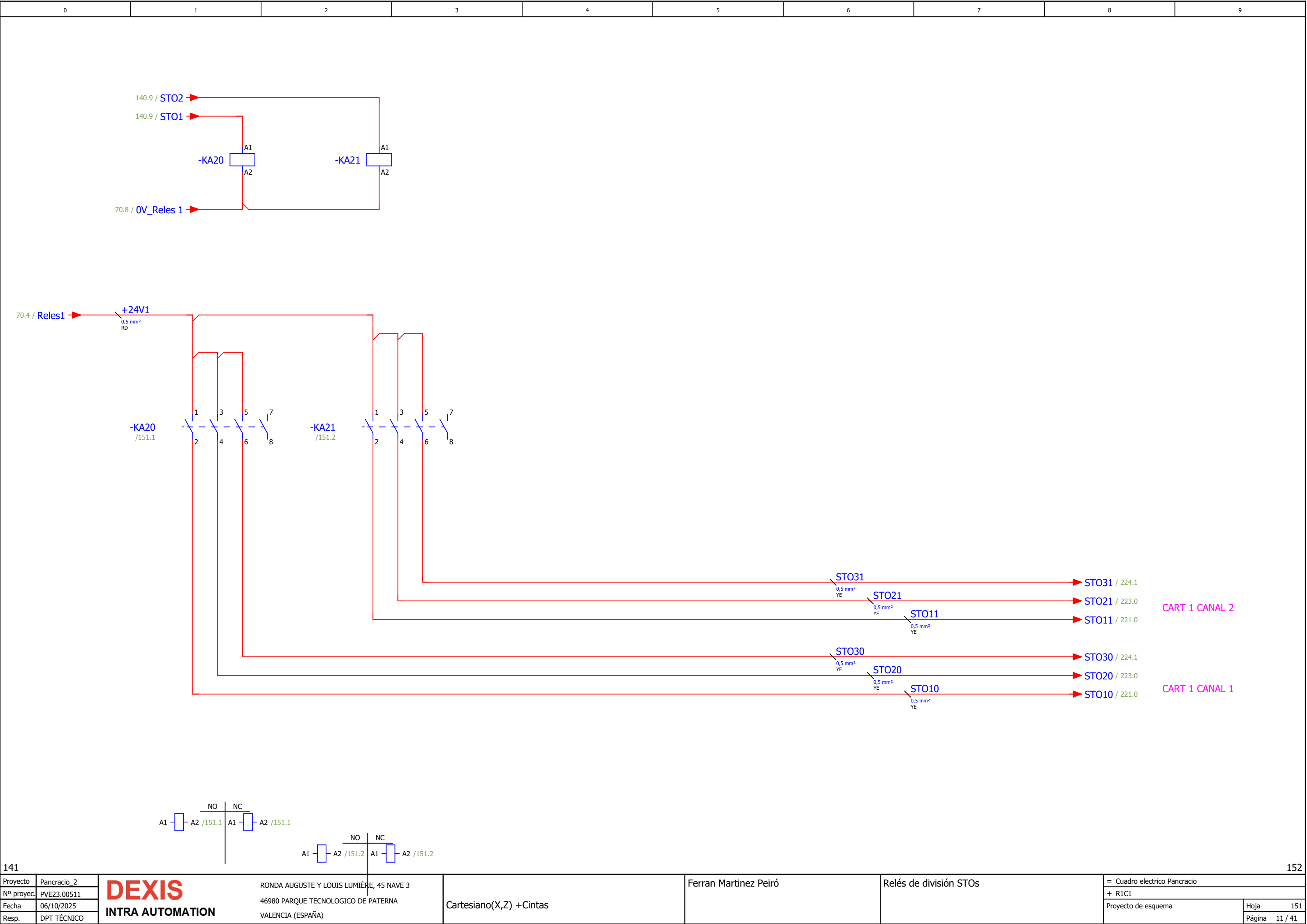


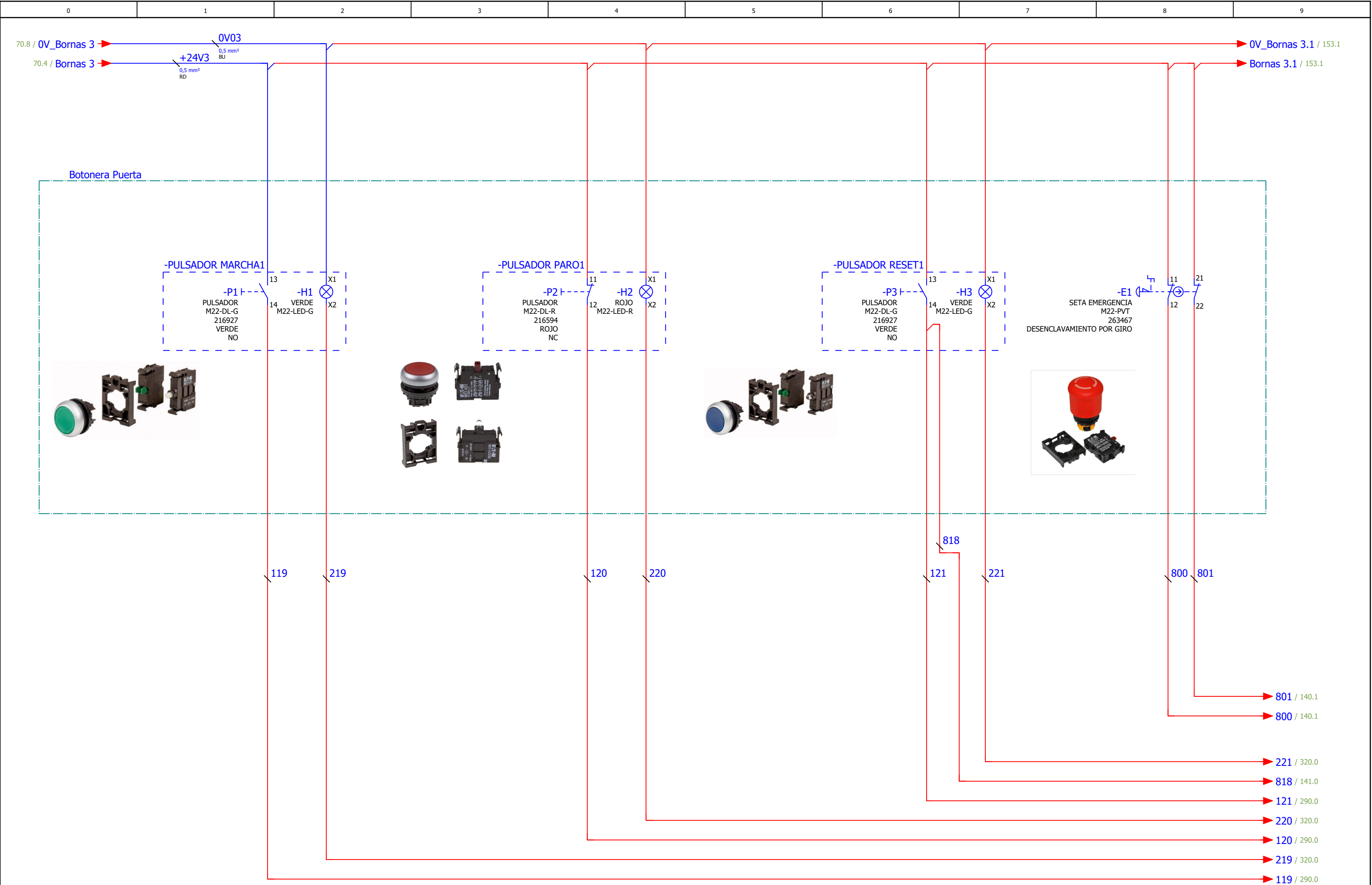


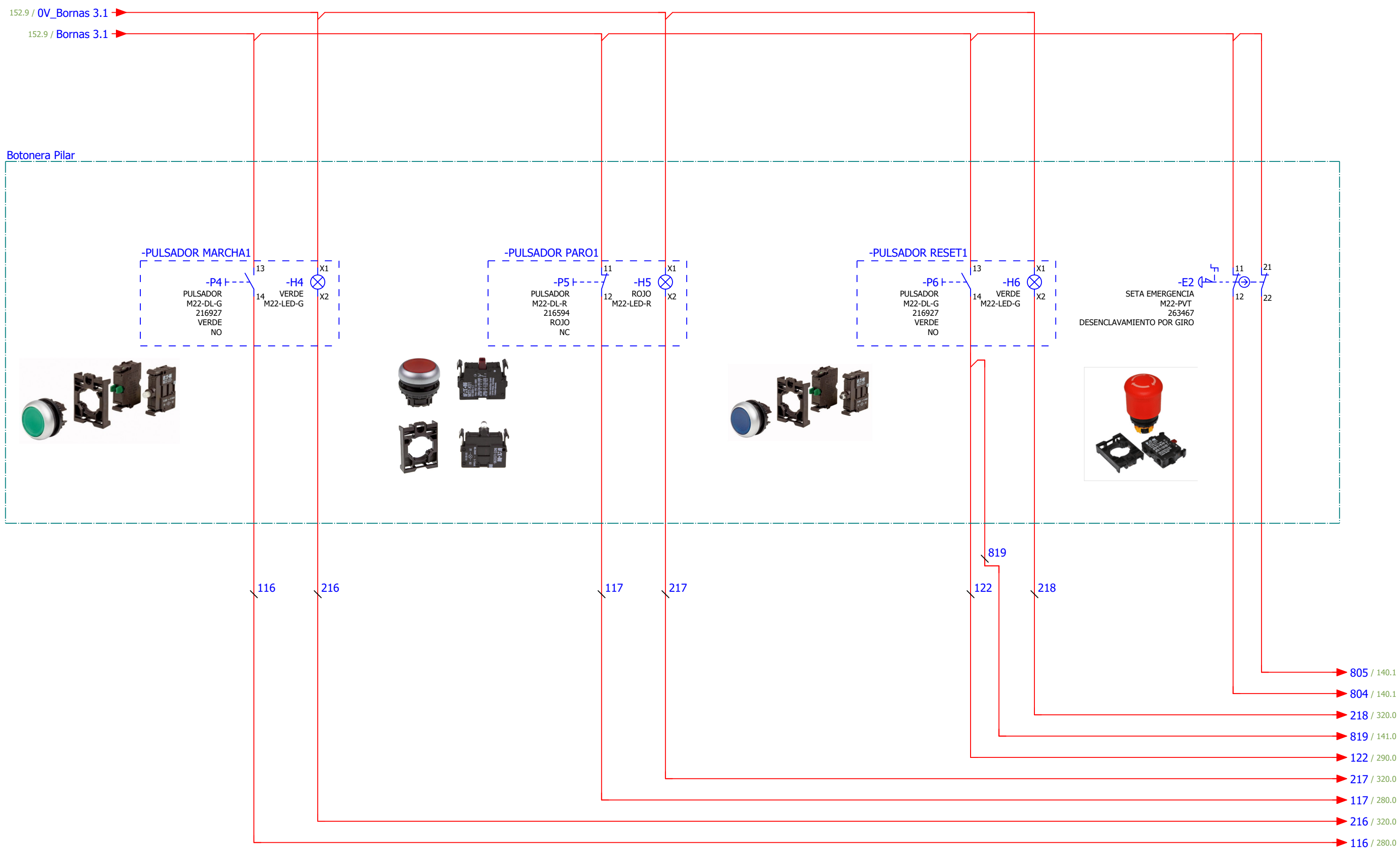
*El cable EtherNET tiene que tener acceso a internet.

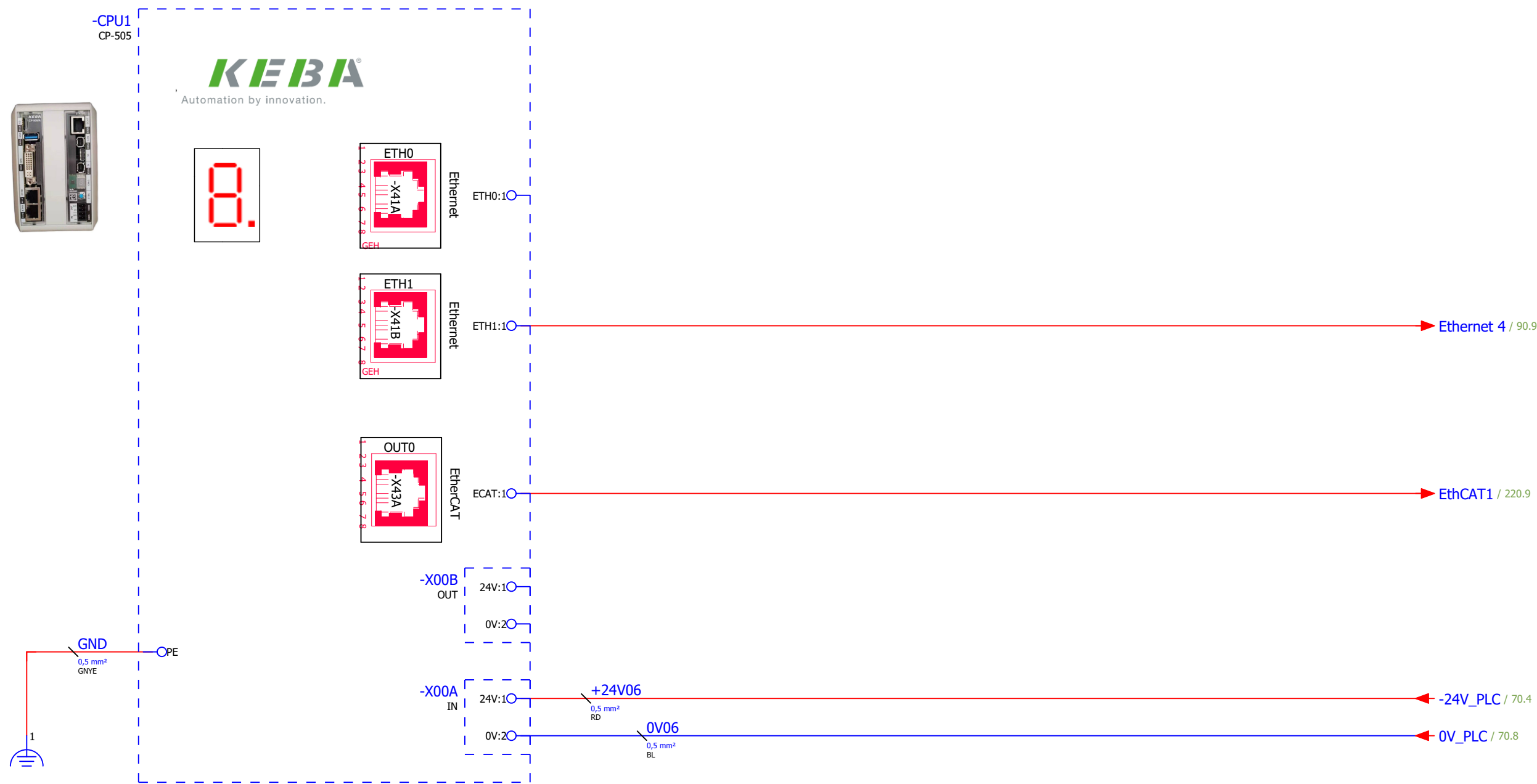


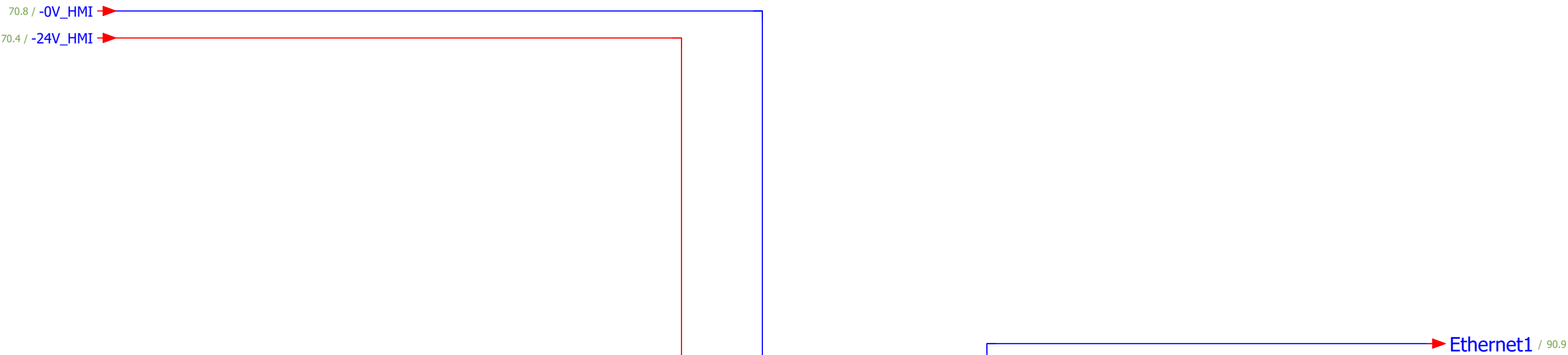




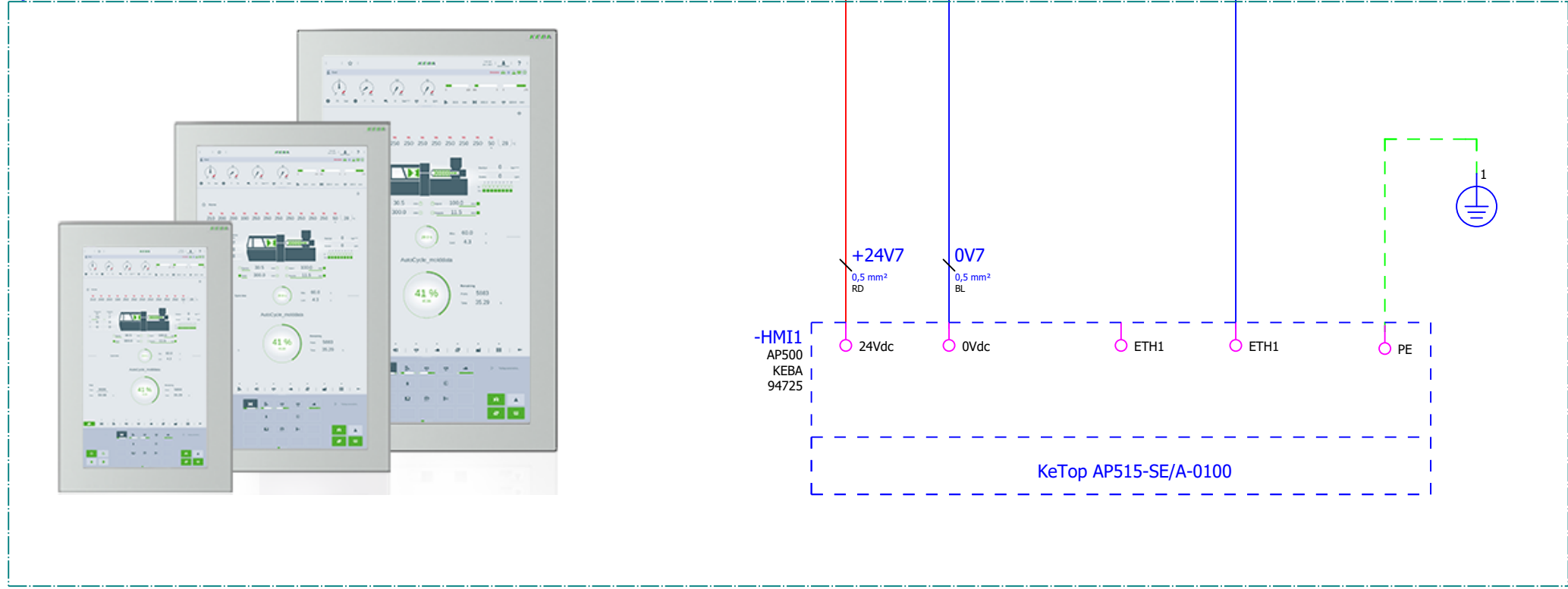


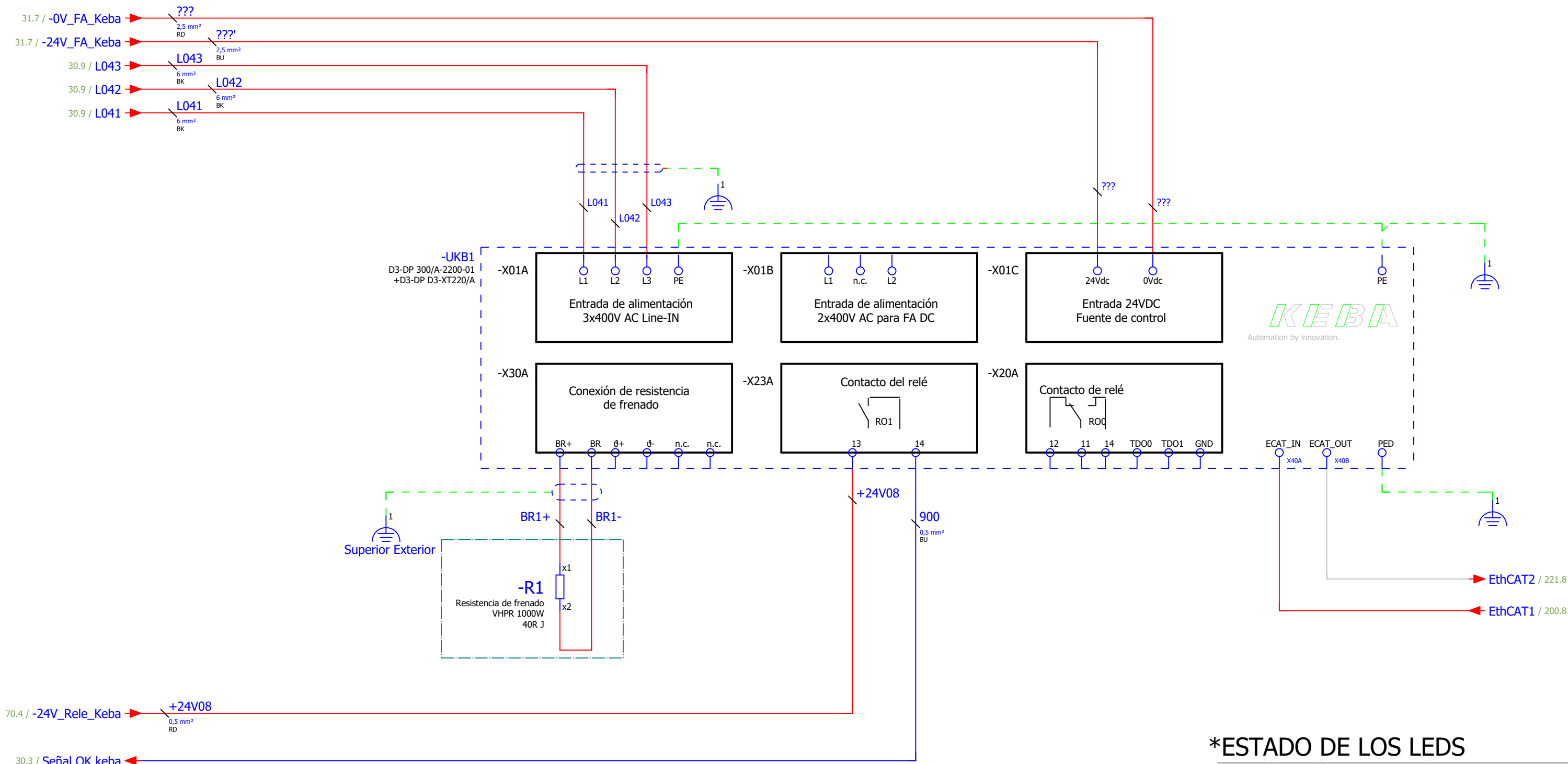






Caja Frontal Paletizador





*PARAMETROS RESISTENCIAS



Technical data

Used at voltage:	230 V AC	400 V Ac	480 V AC
Rated power:	300 W	259 W	168 W
Resistor:	90 Ω ±5 %		
Ambient temperature during operation:	-55 °C to +70 °C		
Relative humidity during operation:	0 % to 95 %		
Insulation resistance:	≥ 20 MΩ		
Electric strength:	3,000 V AC for 60 s		
Short time overload:	1,000 % of rated power for 5 s		
Rated voltage lead wire:	UL758		
Max. single load energy value:	16 kW		
IP code:	IP54		
Weight:	0.7 kg		
Order number:	96744		

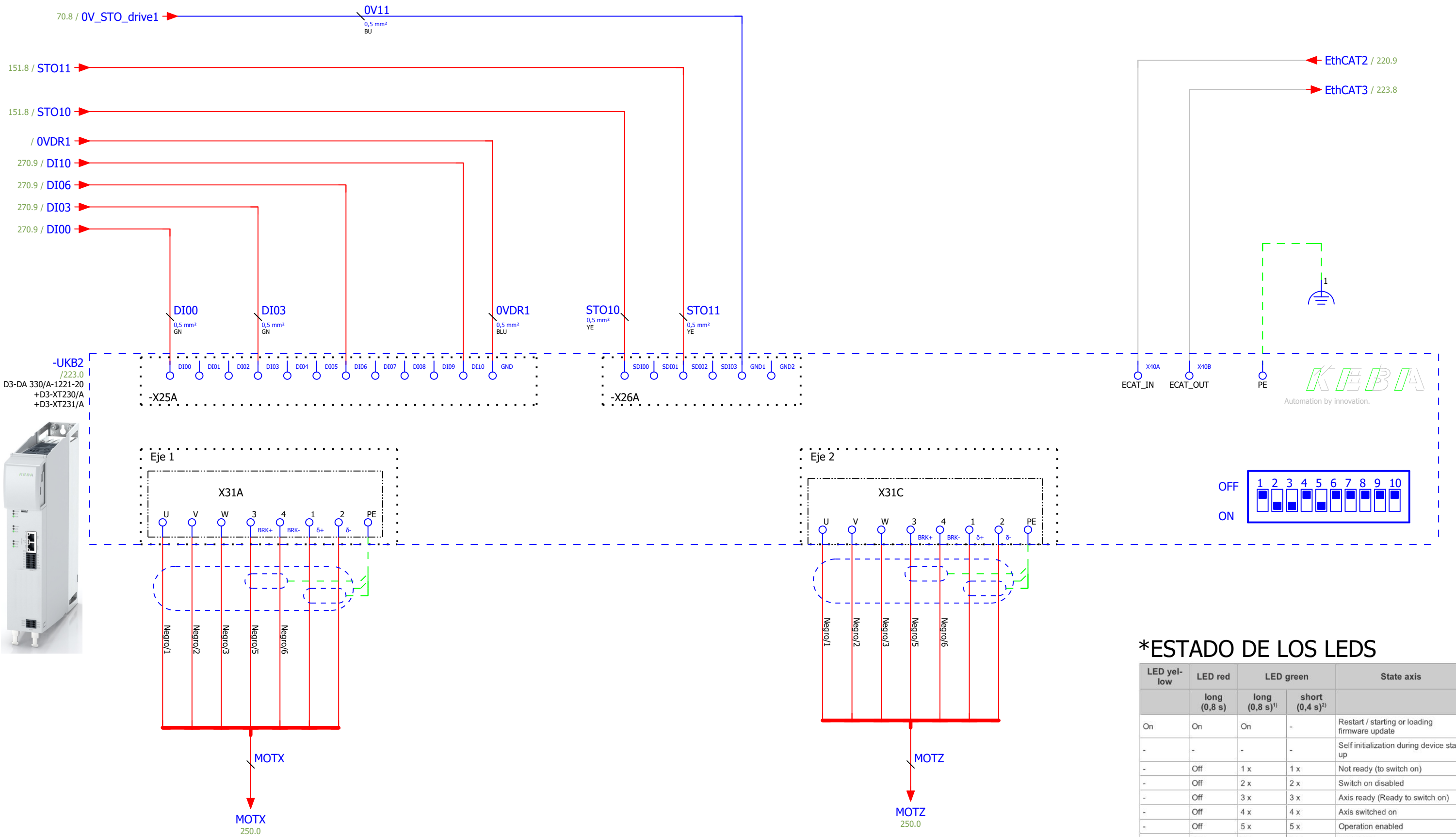
*ESTADO DE LOS LEDS

LED ye- low	LED red	LED green		State axis
		long (0,8 s)	long (0,8 s) ¹⁾	
On	On	On	-	Restart / starting or loading firmware update
-	-	-	-	Self initialization during device start up
-	Off	1 x	1 x	Not ready (to switch on)
-	Off	2 x	2 x	Switch on disabled
-	Off	3 x	3 x	Axis ready (Ready to switch on)
-	Off	4 x	4 x	Axis switched on
-	Off	5 x	5 x	Operation enabled
-	Off	6 x	6 x	Quickstop
-	Error code	7 x	7 x	Fault reaction active
-	Error code	8 x	8 x	Error

¹⁾ LED green long = in standby mode

²⁾ LED green short = control active

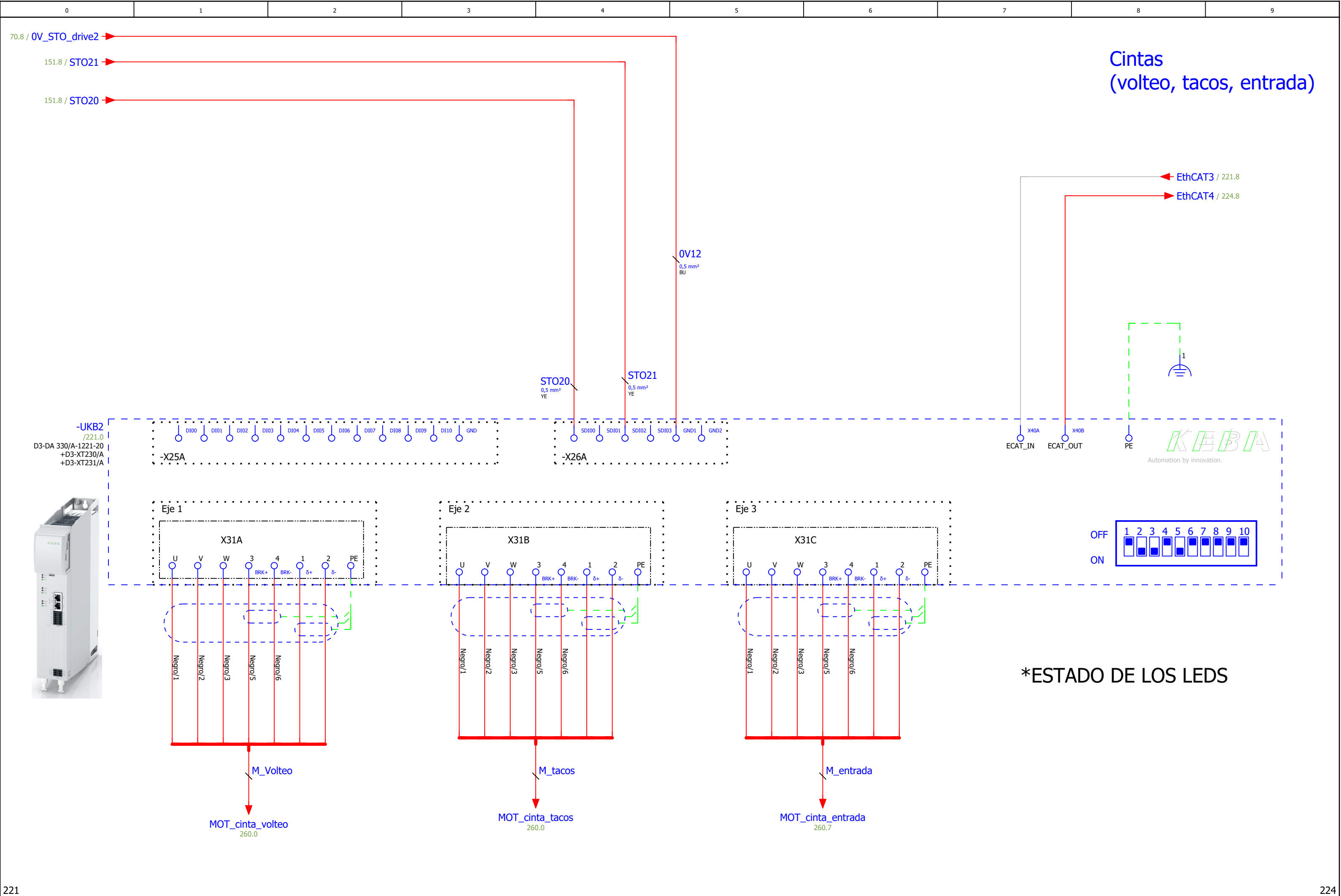
EJES ROBOT
(X,Z)

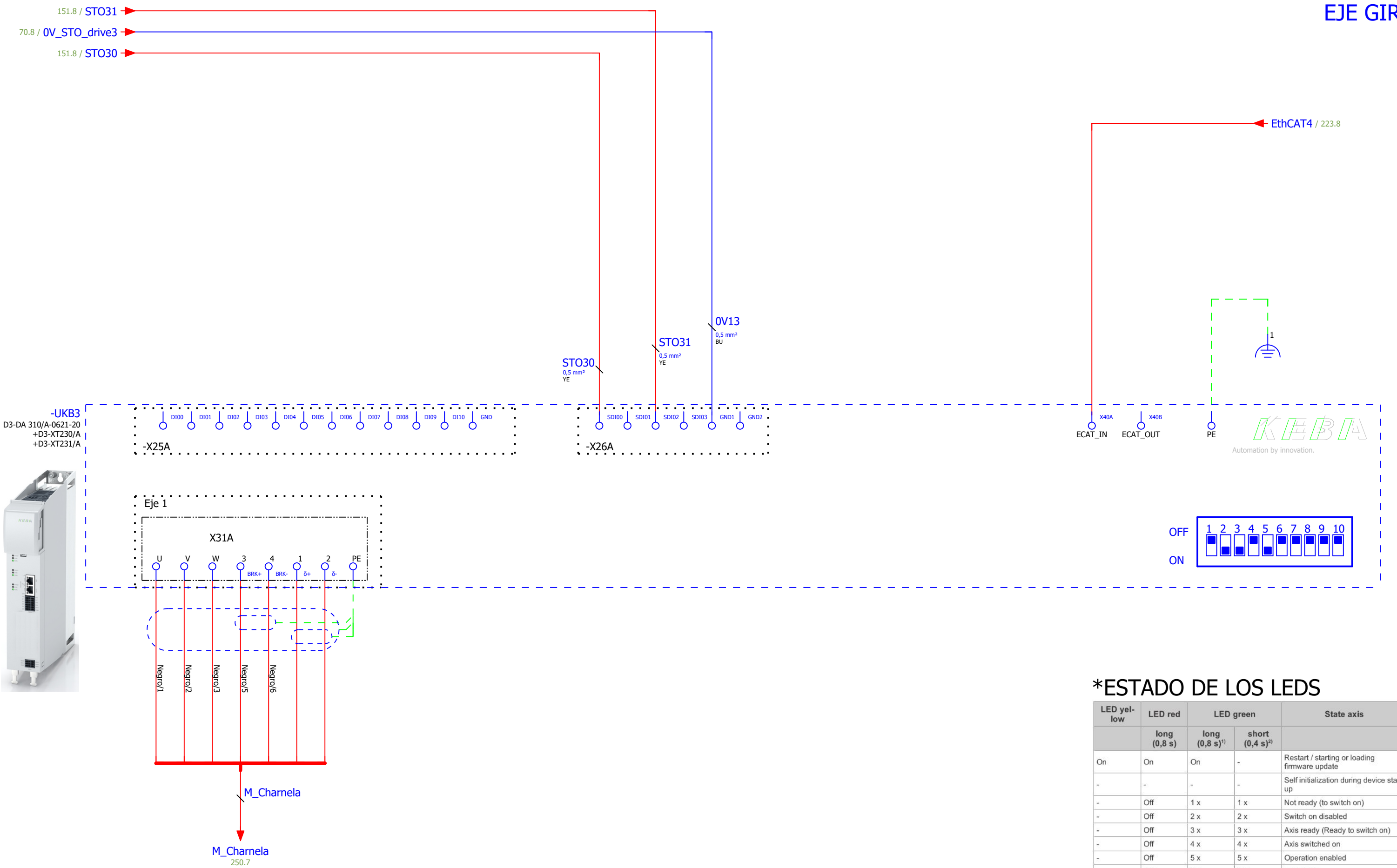


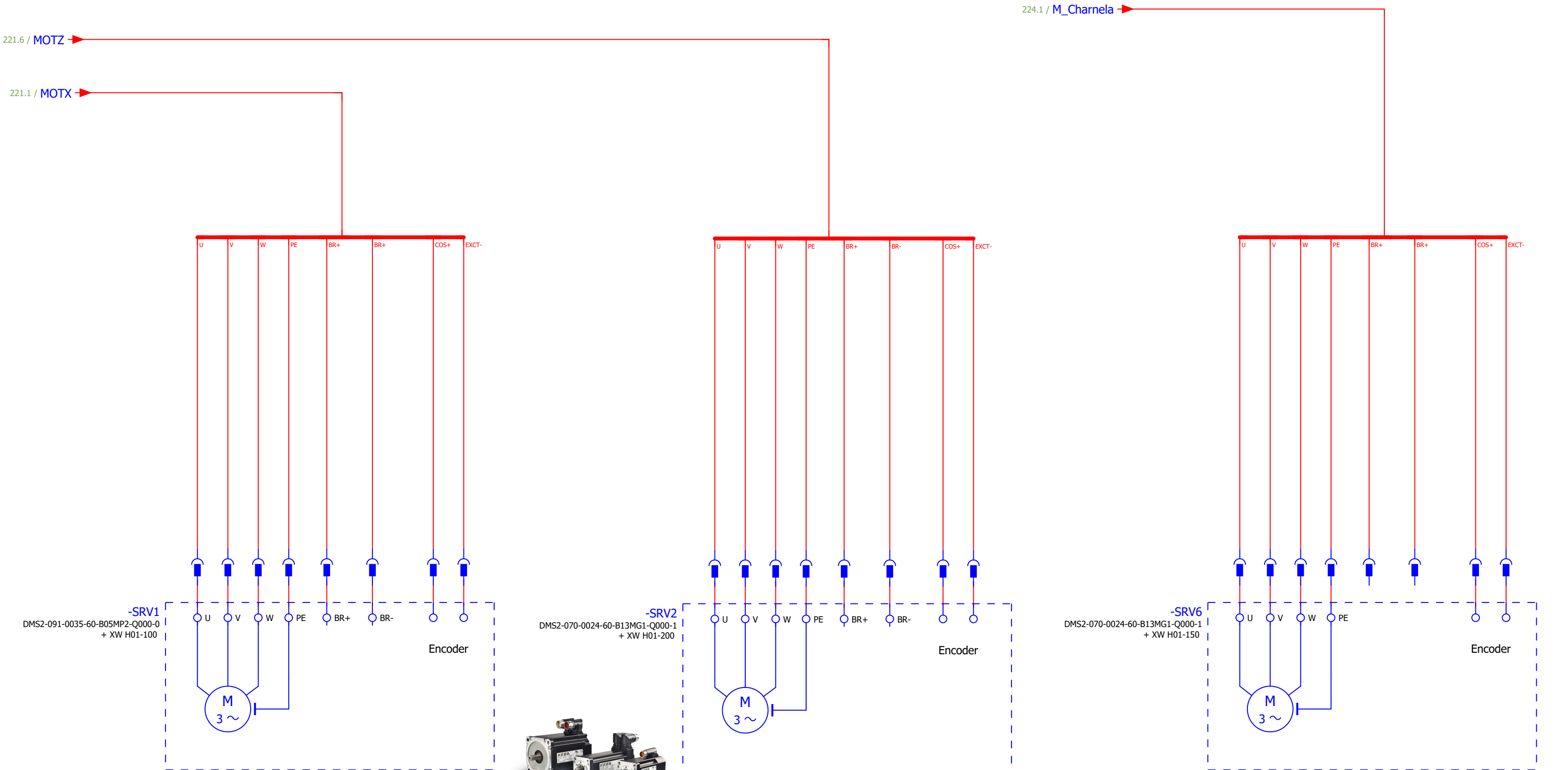
*ESTADO DE LOS LEDS

LED ye- low	LED red	LED green		State axis
	long (0,8 s)	long (0,8 s) ¹⁾	short (0,4 s) ²⁾	
On	On	On	-	Restart / starting or loading firmware update
-	-	-	-	Self initialization during device start up
-	Off	1 x	1 x	Not ready (to switch on)
-	Off	2 x	2 x	Switch on disabled
-	Off	3 x	3 x	Axis ready (Ready to switch on)
-	Off	4 x	4 x	Axis switched on
-	Off	5 x	5 x	Operation enabled
-	Off	6 x	6 x	Quickstop
-	Error code	7 x	7 x	Fault reaction active
-	Error code	8 x	8 x	Error

¹⁾ LED green long = in standby mode
²⁾ LED green short = control active







REF. DMS2-091-0035-60-B05MP2-Q000-0
Especificaciones
- In = 2,5
- Imáx = 20
-Tmax= 14Nm
- Tn = 2Nm
- nN=6000rpm

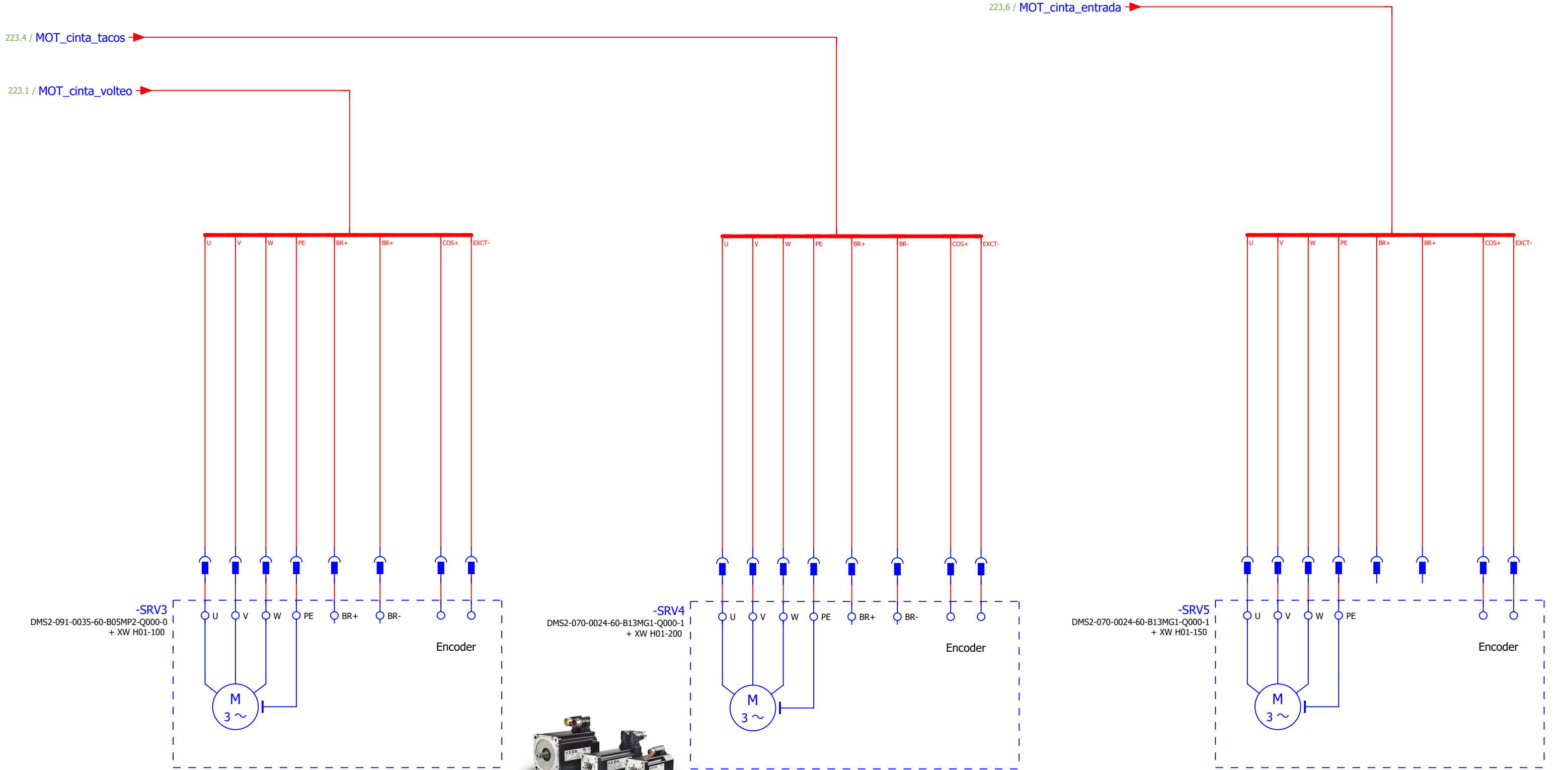


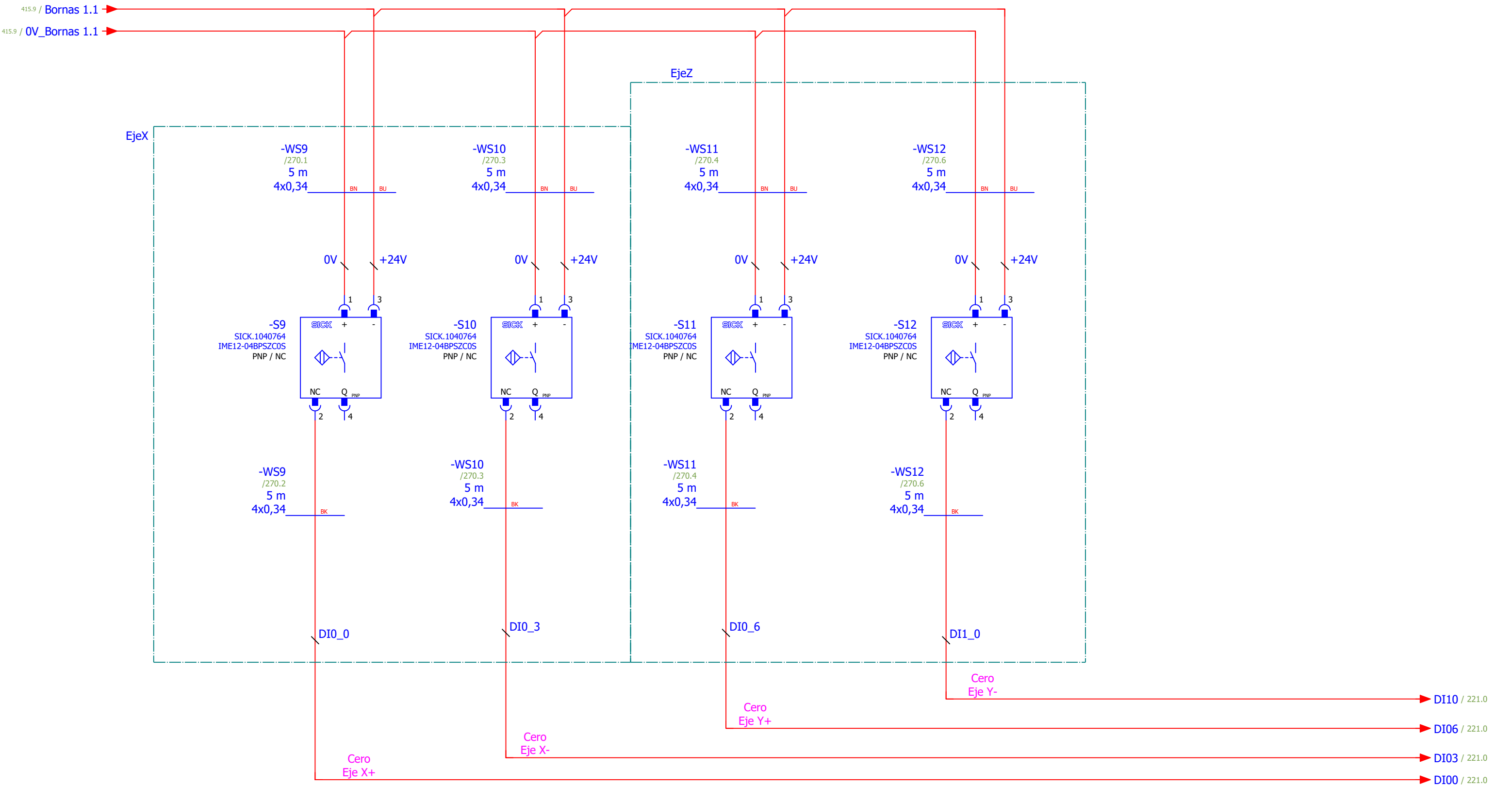
REF. DMS2-070-0024-60-B13MG1-Q000-1
Especificaciones
- In = 2,7
- Imáx =14,7
- Tn= 2Nm
-Tmax = 8,5Nm
- nN=6000rpm

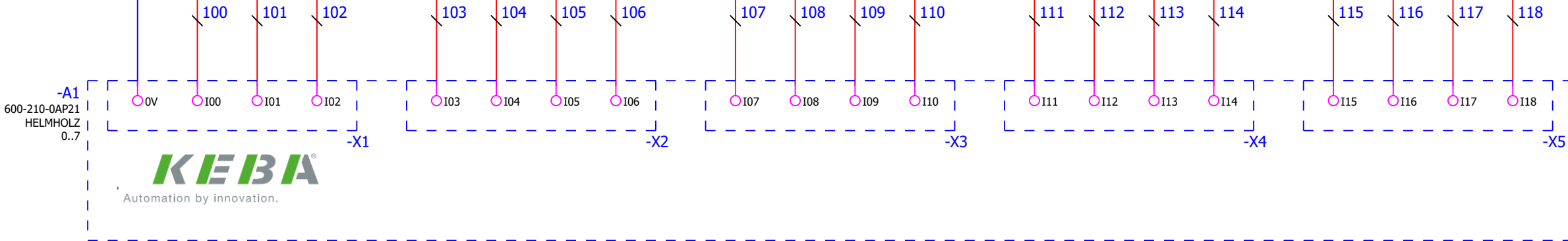
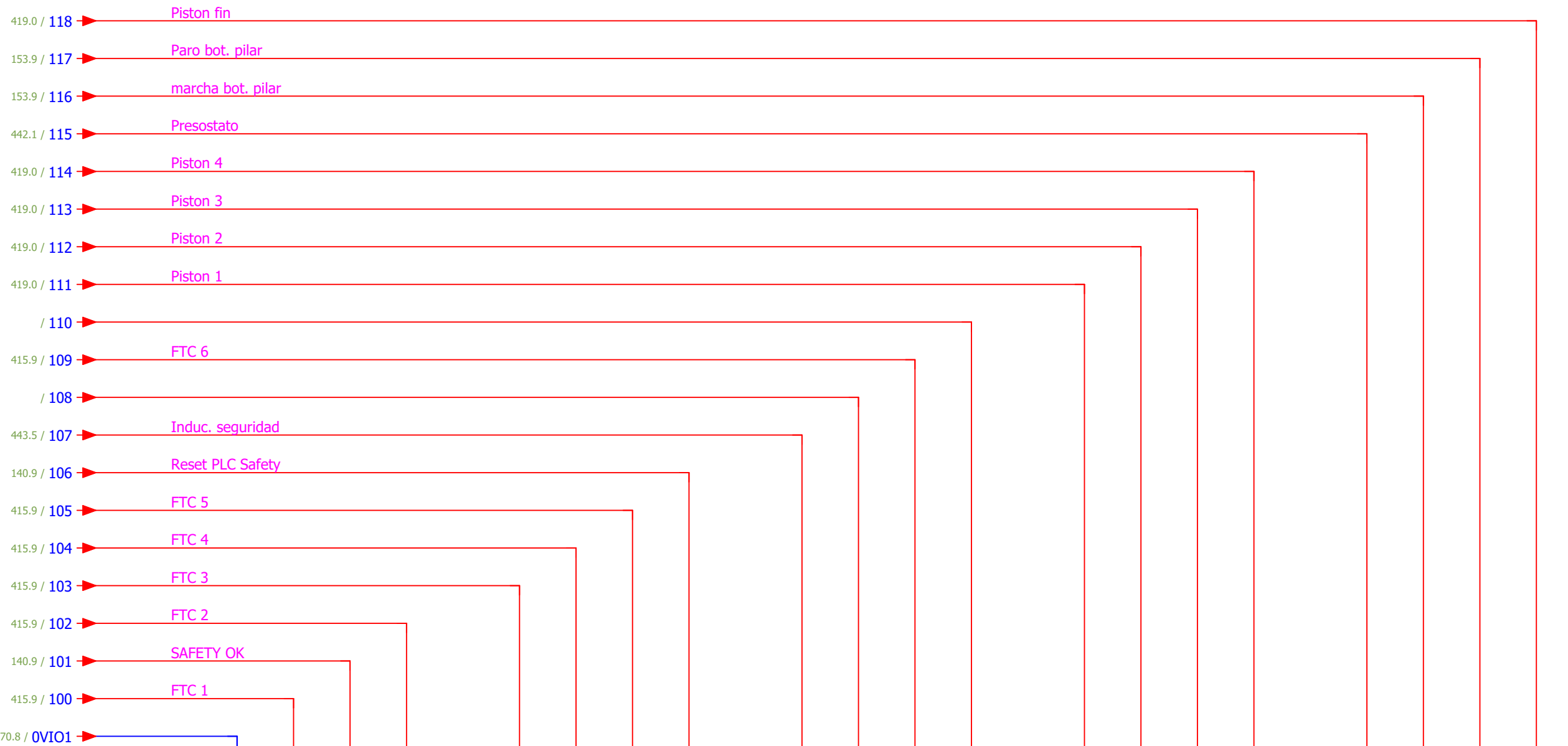


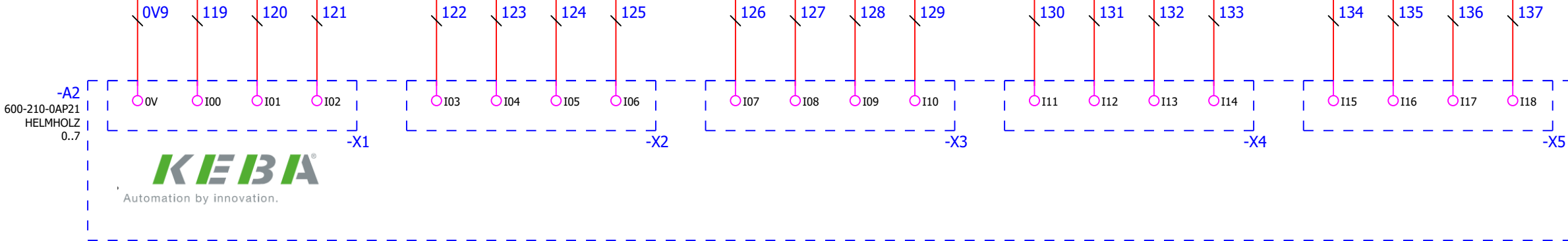
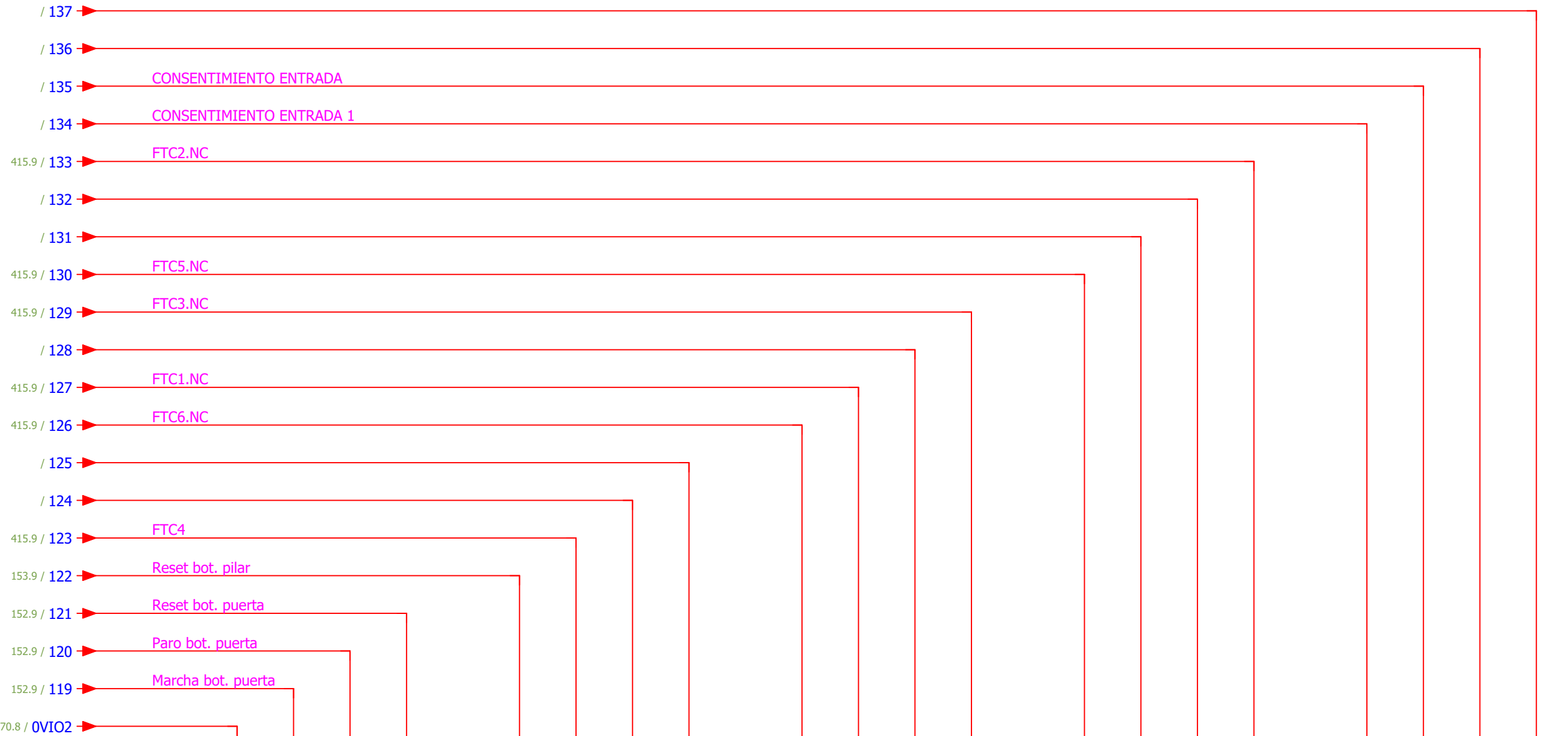
REF. DMS2-070-0024-30-B05MG1-Q000-0
Especificaciones
- In = 1,5
- Imáx =7,3
- Tn= 2,2Nm
-Tmax = 8,5Nm
- nN=3000rpm

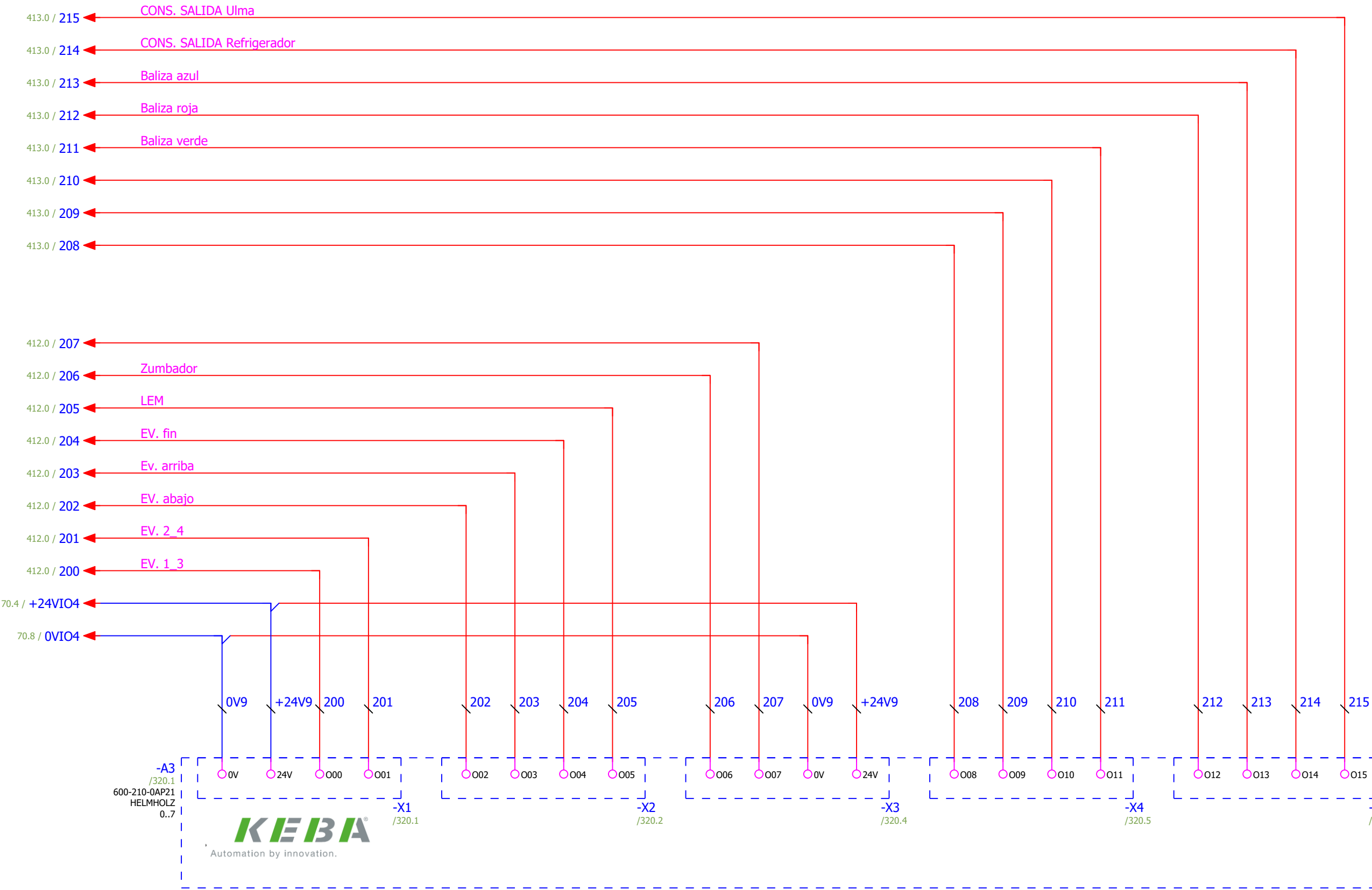
260

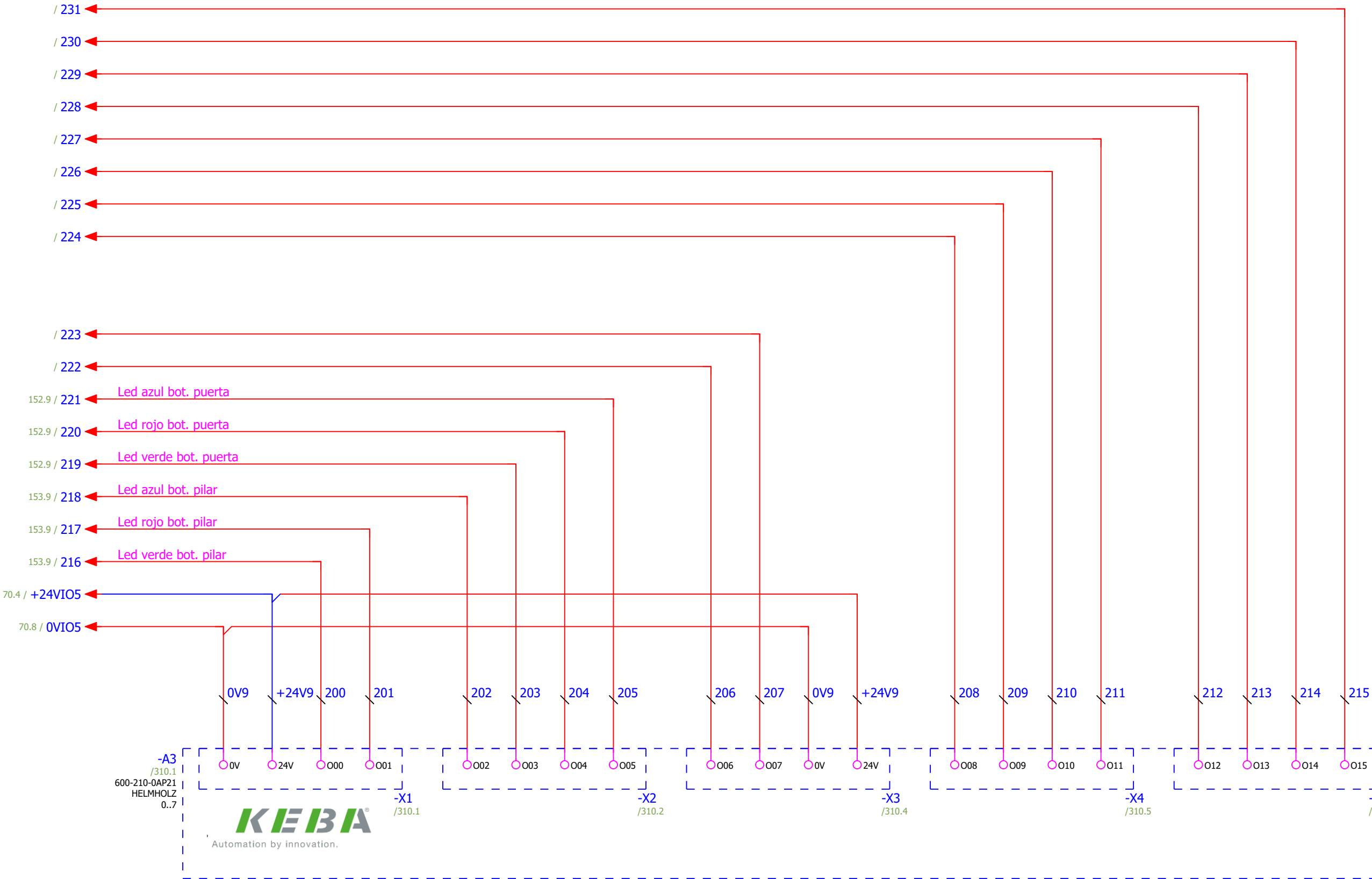


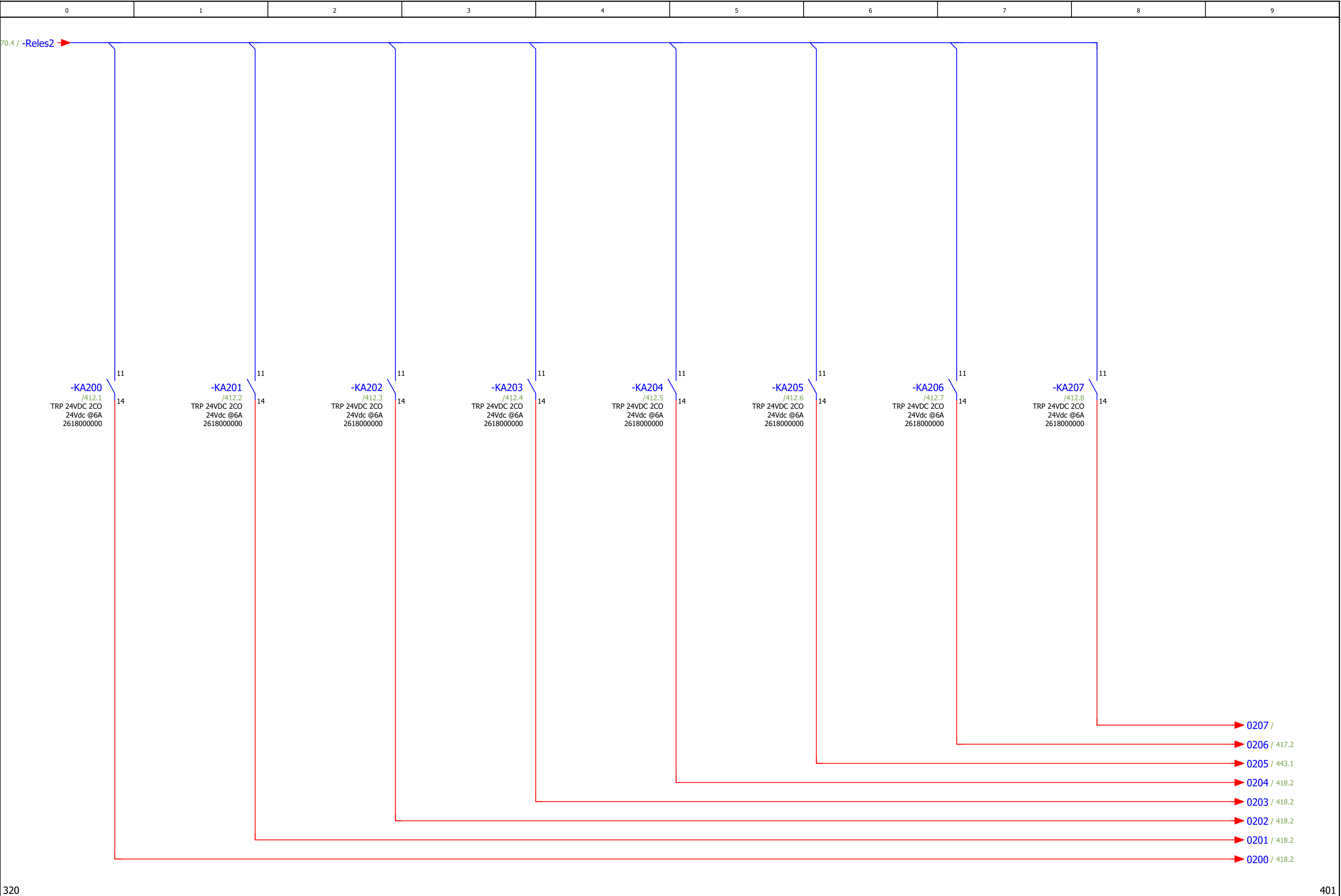


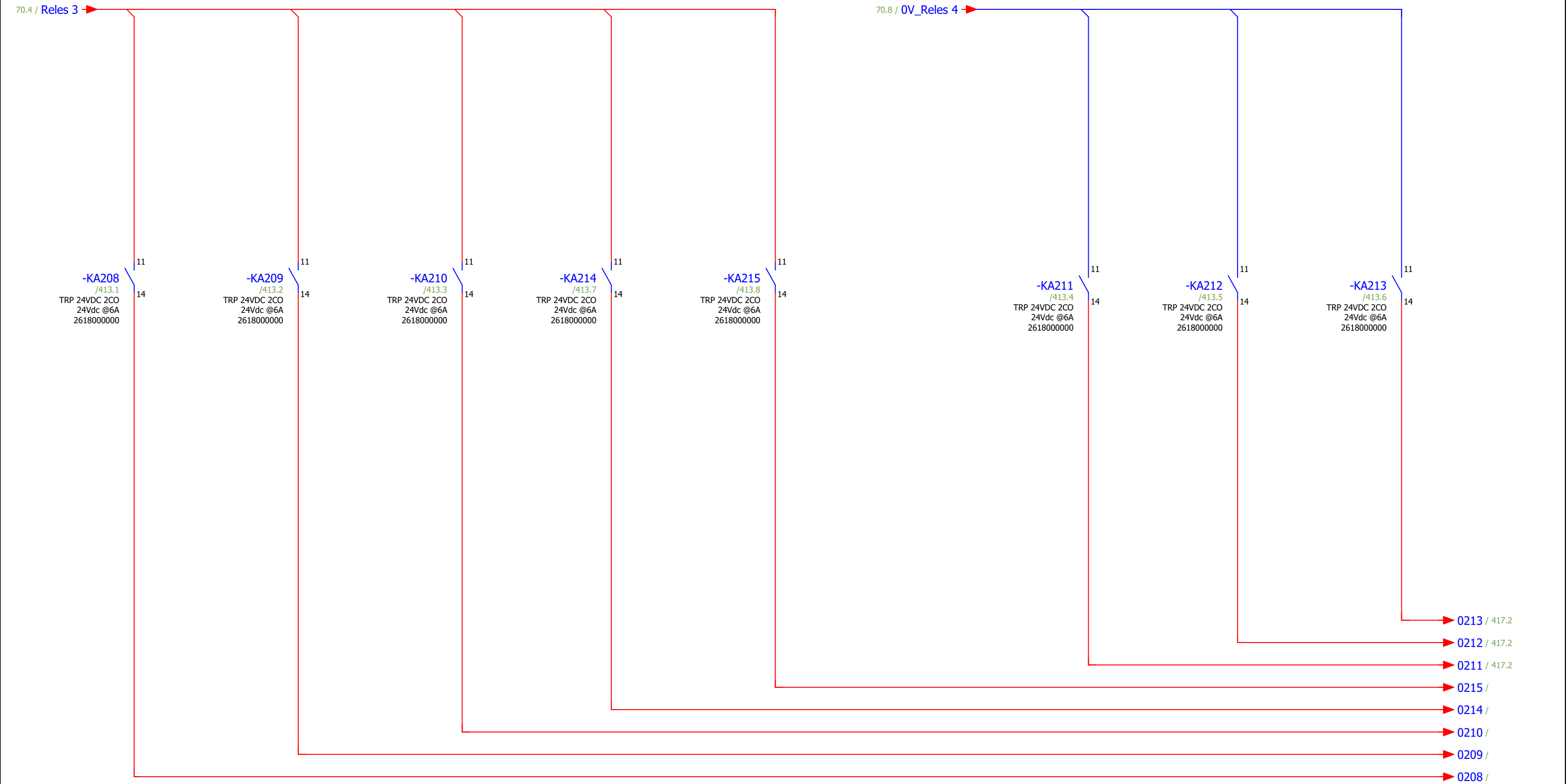


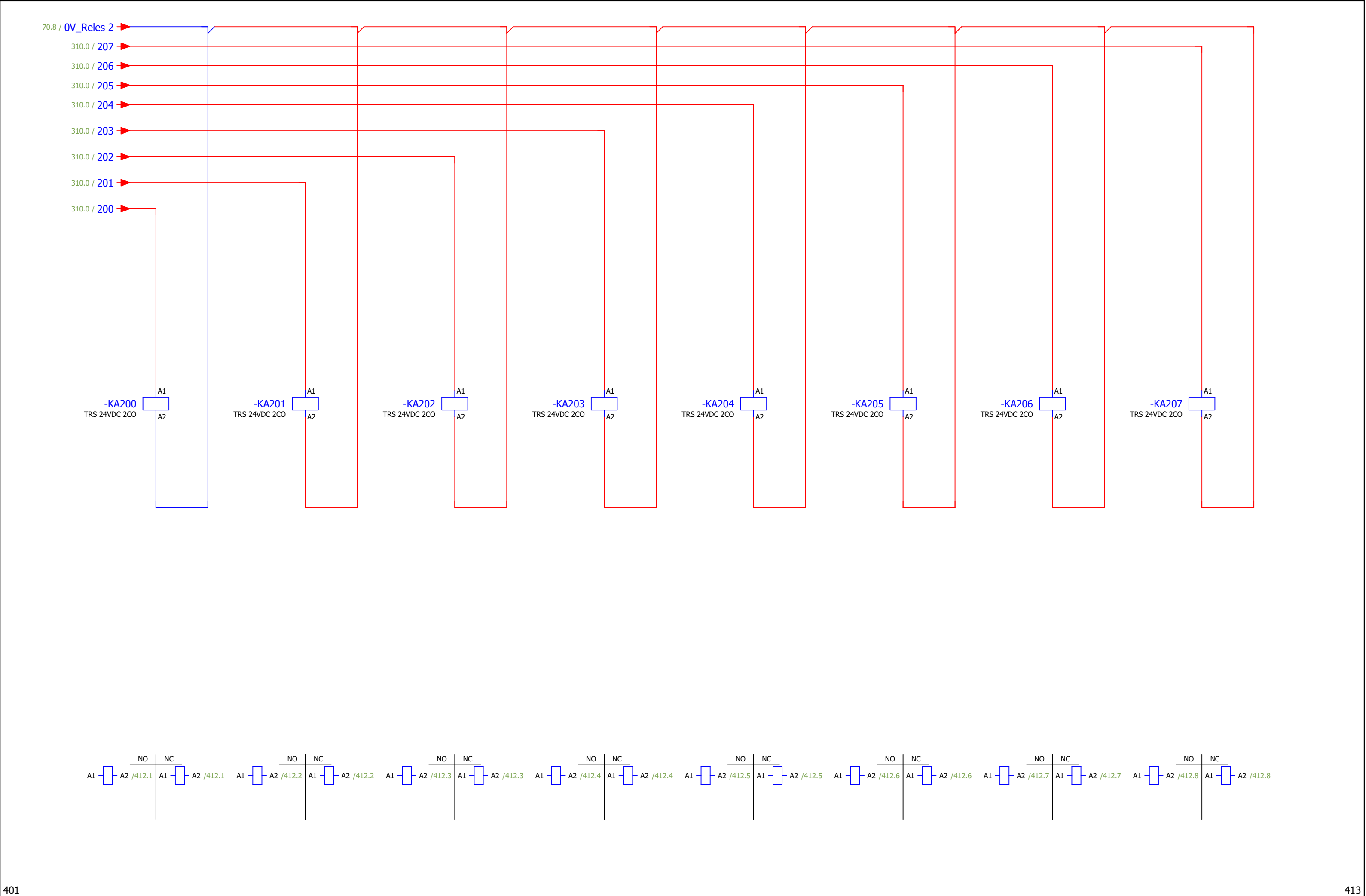


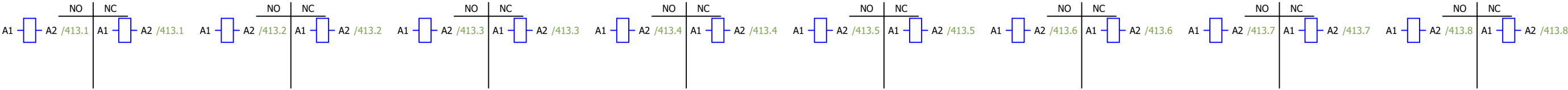
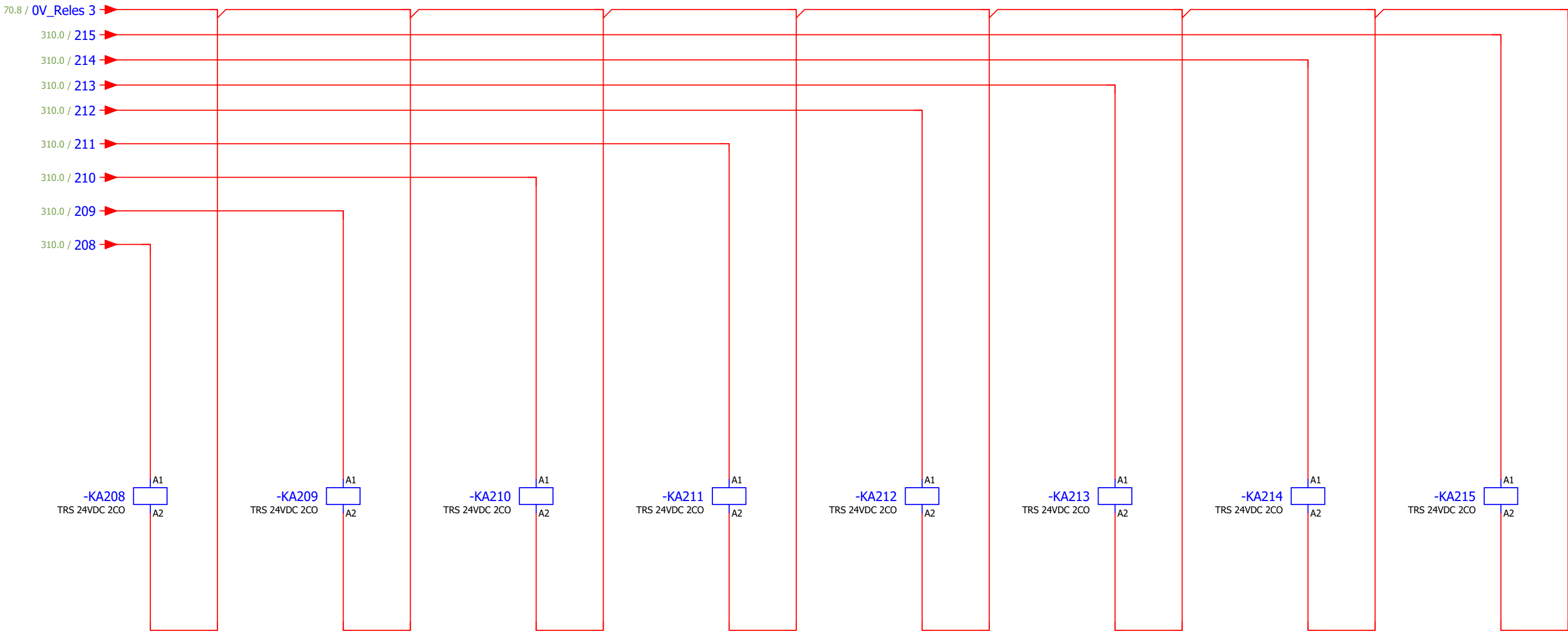


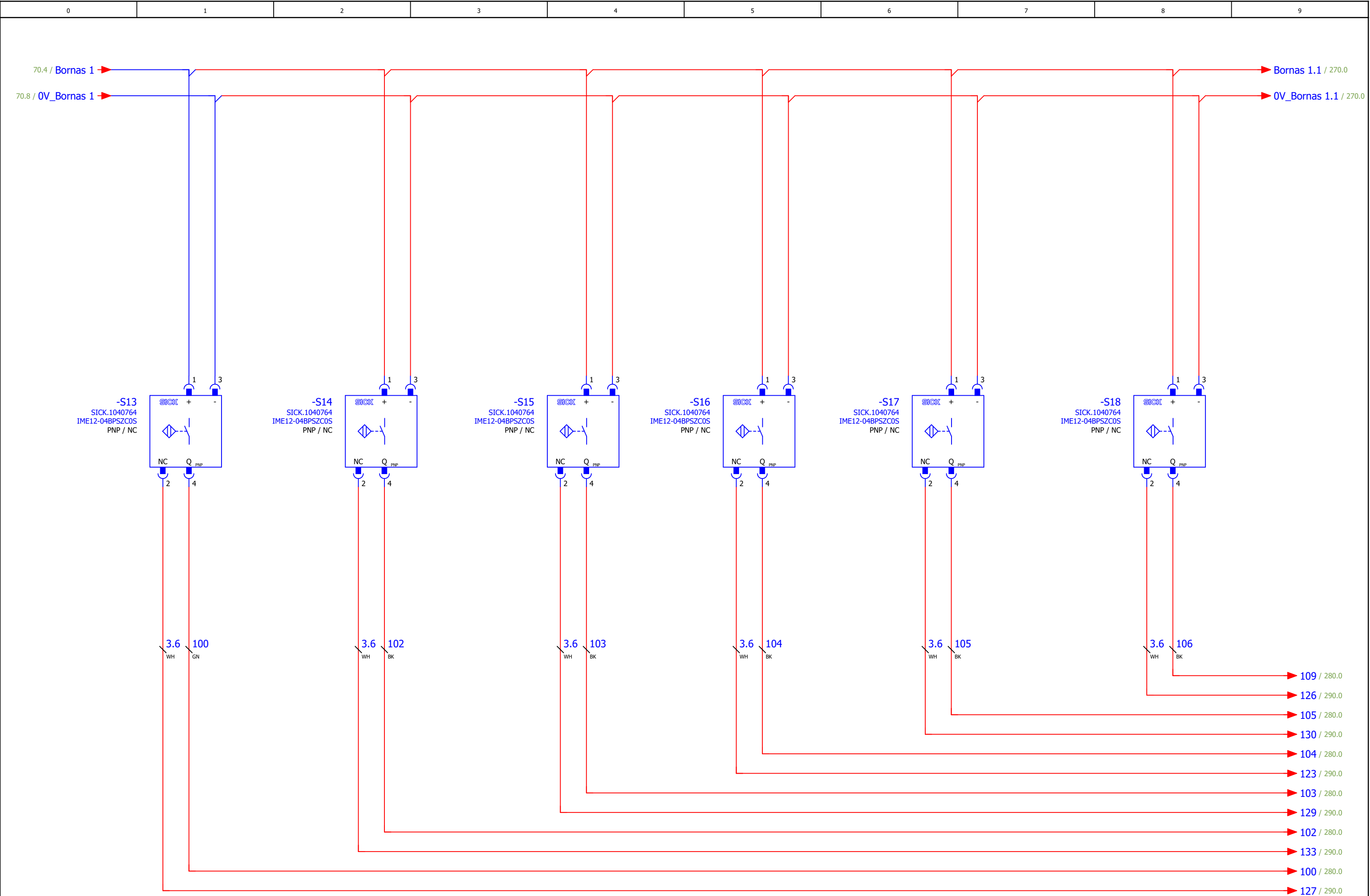


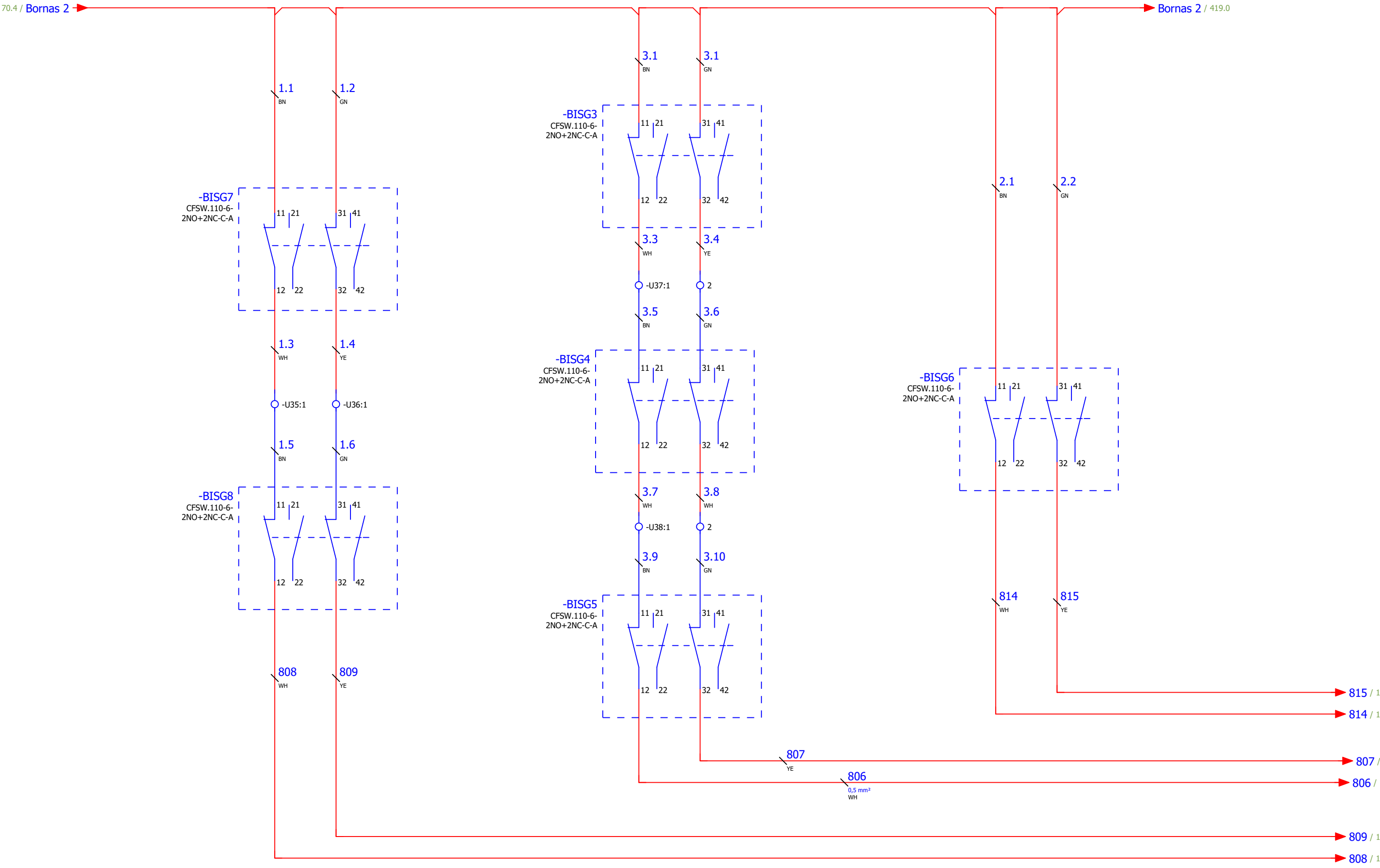


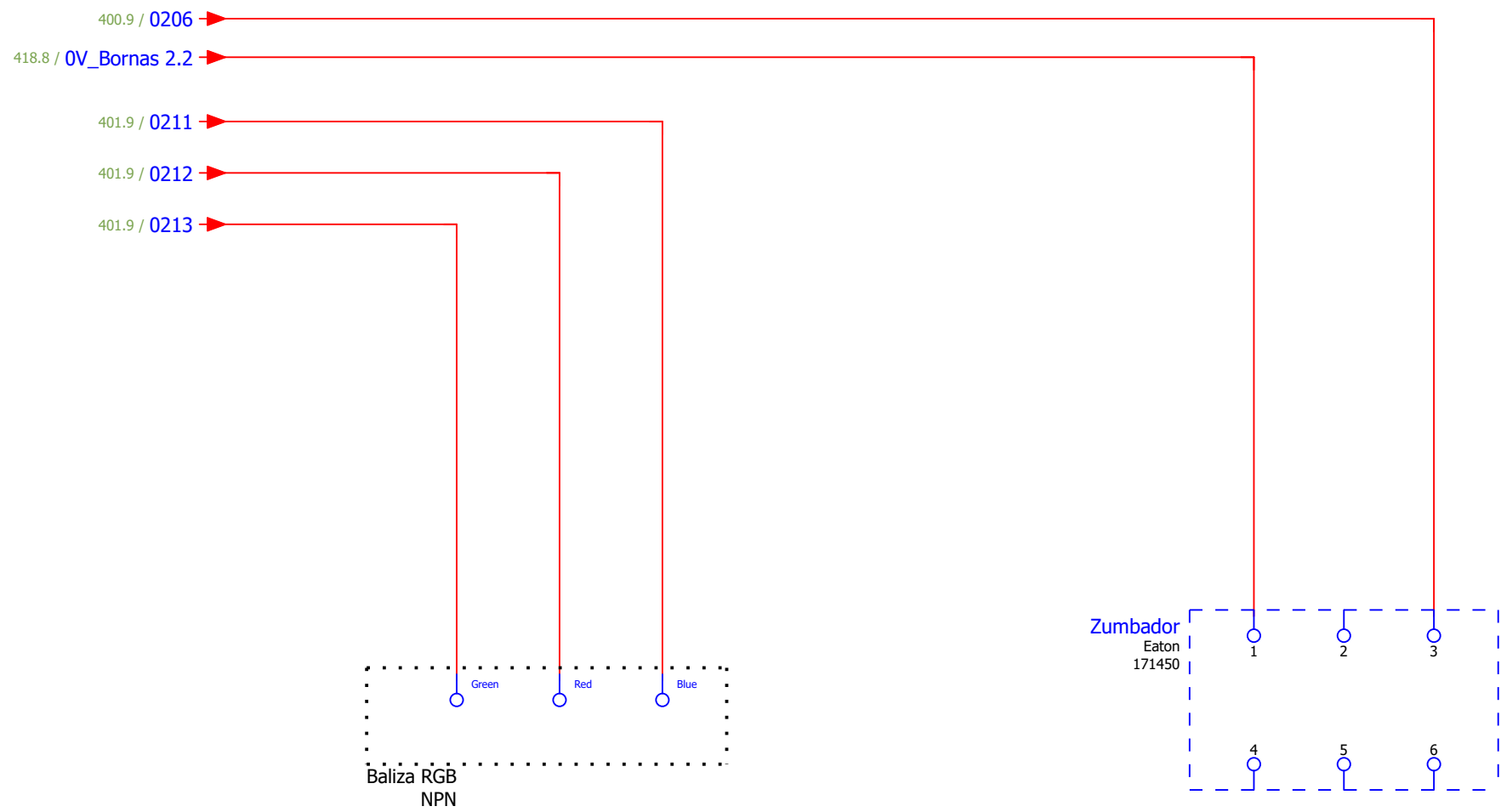


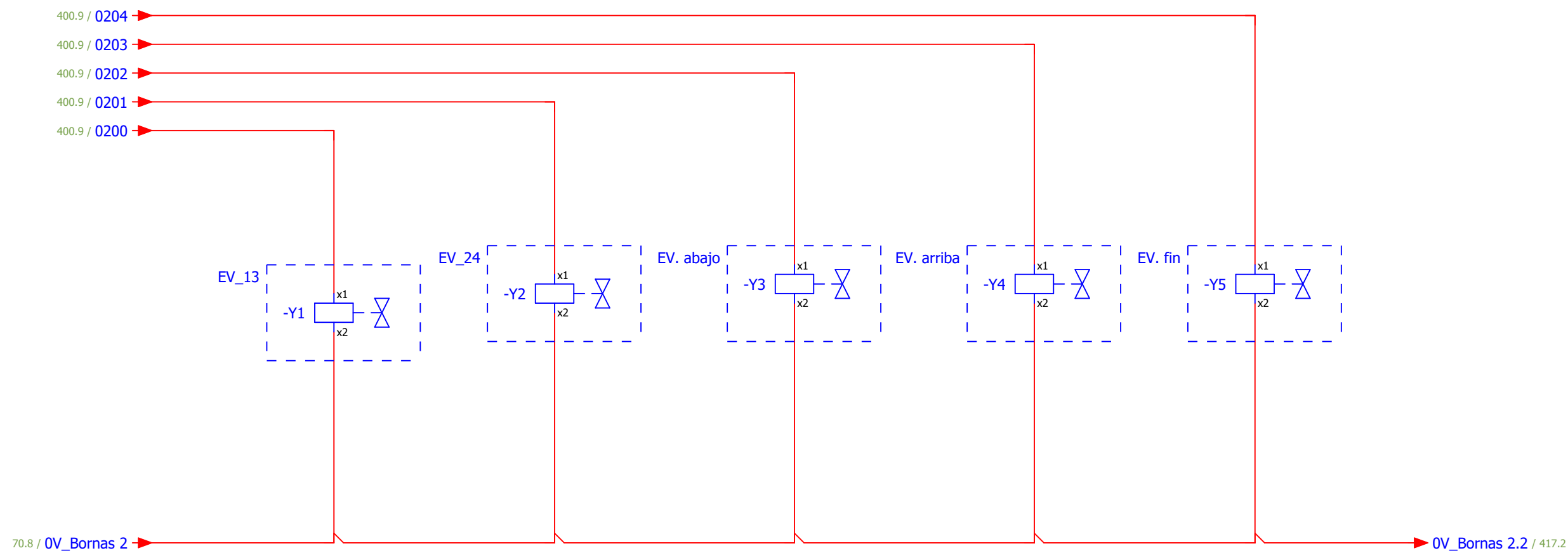


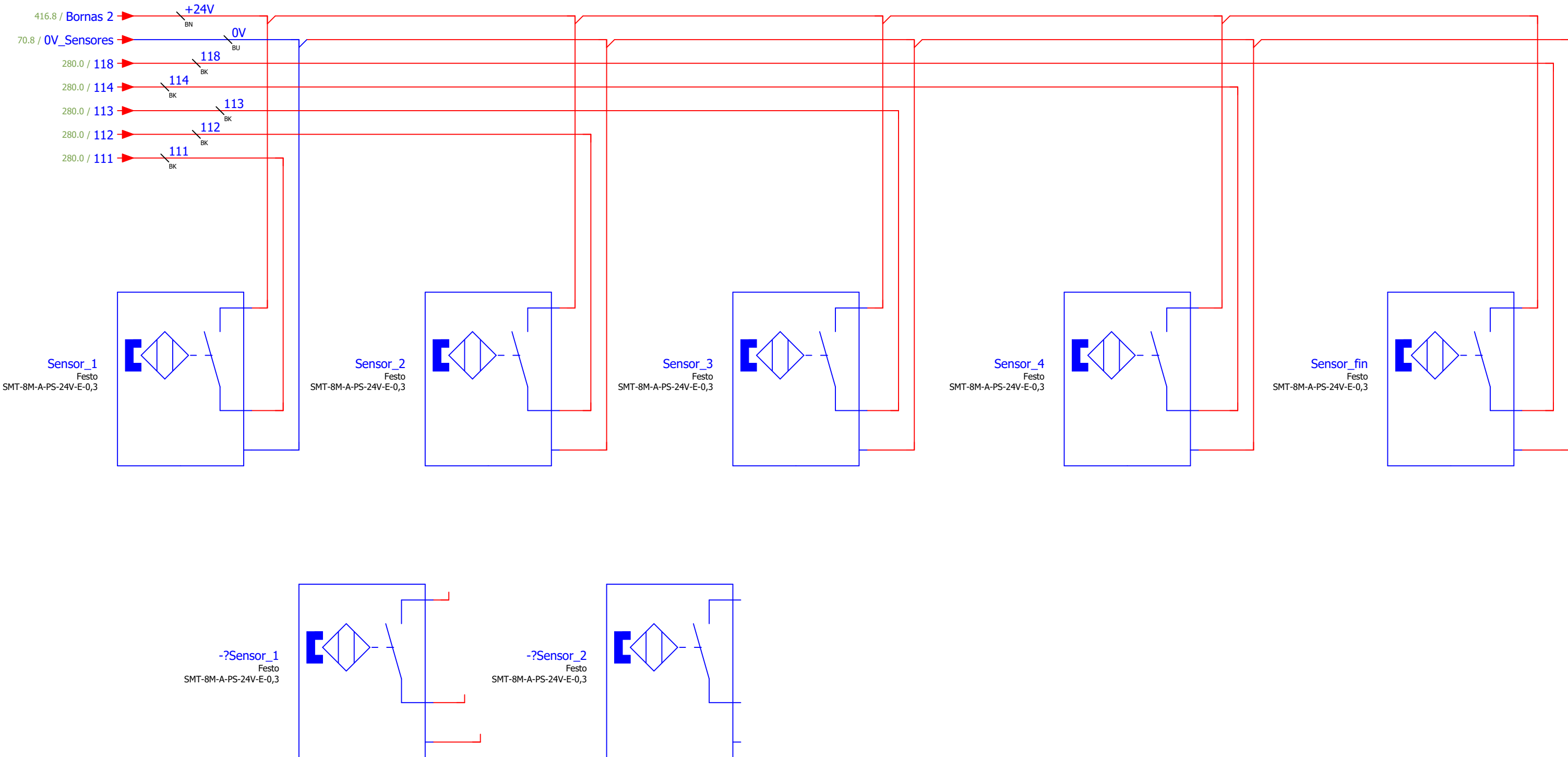


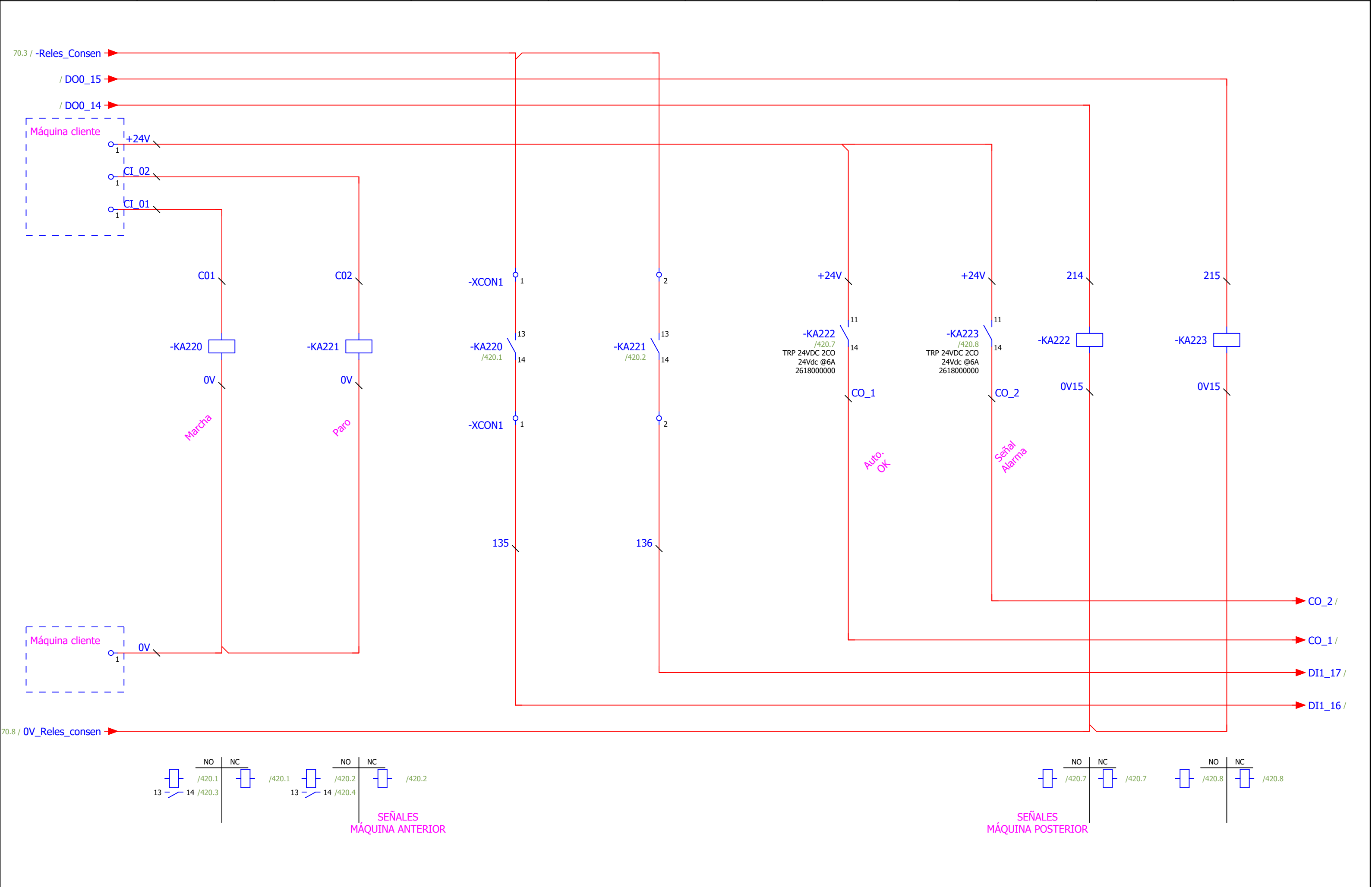


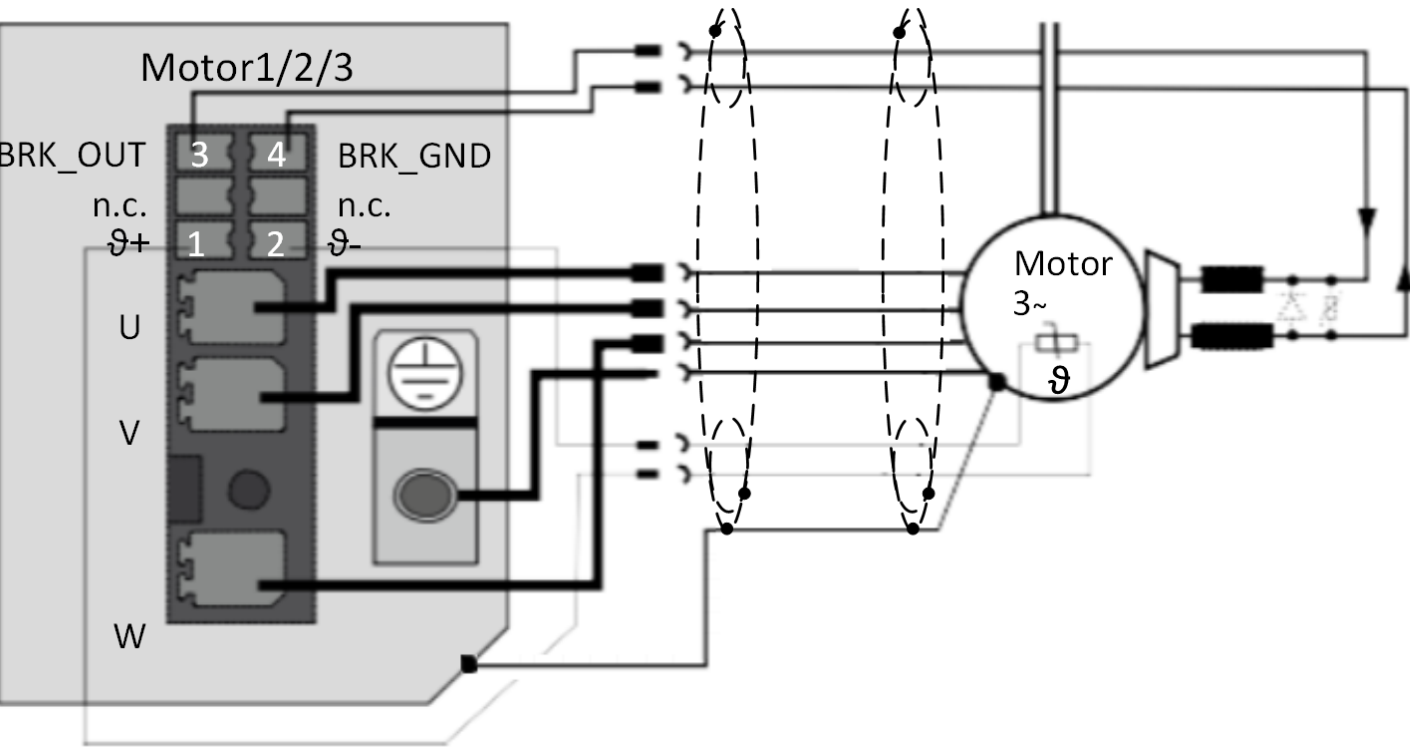


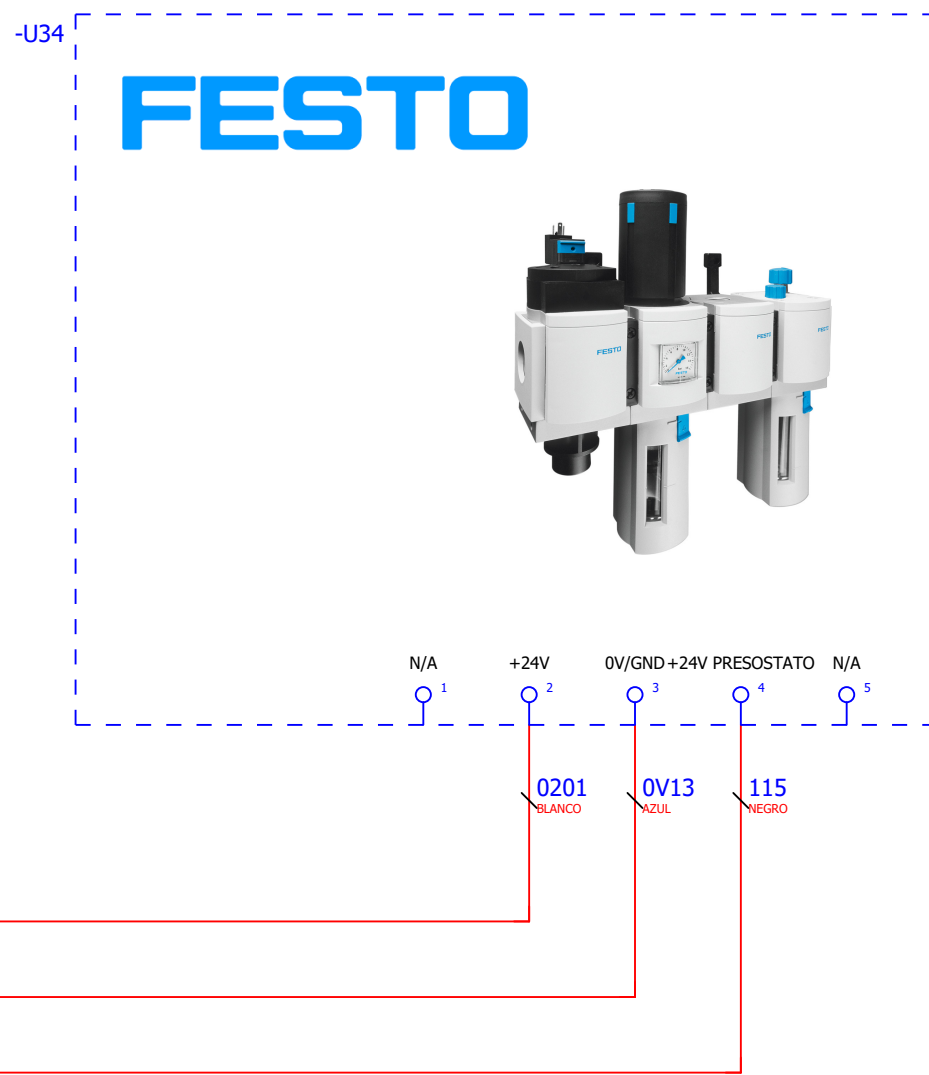












*LOS COLORES PUEDEN VARIAR DEPENDIENDO DE LA MARCA DEL CABLE
EN ESTE CASO HEMOS SELECCIONADO UN CABLE SICK M12 5 PINES

