



UNIVERSIDADE DA CORUÑA



Escola Politécnica Superior

Trabajo Fin de Grado

CURSO 2020/2021

*DISEÑO Y SIMULACIÓN DE UN SISTEMA
ELECTRONEUMÁTICO PARA LA FABRICACIÓN
DE MASCARILLAS QUIRÚRGICAS*

Grado en Ingeniería Mecánica

ALUMNA/O

Daniel García Muñiz

TUTORAS/ES

Dr. José Manuel Amado Paz

Dr. Javier Bouza Fernández

FECHA

JULIO 2021

TÍTULO Y RESUMEN

DISEÑO Y SIMULACIÓN DE UN SISTEMA ELECTRONEUMÁTICO PARA LA FABRICACIÓN DE MASCARILLAS QUIRÚRGICAS

Este Trabajo Fin de Grado contempla el diseño, evaluación e implementación de una solución electroneumática automatizada para la fabricación industrial de mascarillas quirúrgicas.

La máquina diseñada está integrada por un sistema neumático con un servomotor eléctrico, todo ello gobernado y supervisado por un PLC y un HMI ("Human Machine Interface") respectivamente. La solución de mando propuesta no sólo gobernará todos los elementos de actuación, sino que supervisará en tiempo real la fiabilidad de la máquina y preservará la seguridad humana. Para su desarrollo, se ha empleado la plataforma de ingeniería "TIA Portal" de Siemens que no sólo incorpora un software de programación y de desarrollo del HMI, sino que permite integrar el hardware y la instrumentación necesaria para llevar a cabo la automatización.

Para la evaluación y optimización del diseño, además de emplear la simulación mediante software, se ha construido un prototipo en el laboratorio multidisciplinar de Hidráulica y Neumática de la Escuela Politécnica Superior.

En conclusión, se plantea una solución automatizada para la fabricación de mascarillas que integra una supervisión real del proceso, garantizando la seguridad y fiabilidad del proceso a través de una fase de experimentación y evaluación desarrollada en el laboratorio.

DESEÑO E SIMULACIÓN DUN SISTEMA ELECTRO-PNEUMÁTICO PARA A FABRICACIÓN DE MÁSCARAS CIRÚRXCICAS

Este Traballo Fin de Grao contempla o deseño, avaliación e implementación dunha solución electropneumática automatizada para a fabricación industrial de máscaras cirúrxicas.

A máquina deseñada: está composta por un sistema pneumático cun servomotor eléctrico, todo rexido e supervisado por un PLC e un HMI ("Interface máquina humana") respectivamente. A solución de control proposta non só rexerá todos os elementos de accionamento, senón que tamén supervisará a fiabilidade da máquina en tempo real e preservará a seguridade humana. Para o seu desenvolvemento, utilizouse a plataforma de enxeñaría Siemens "TIA Portal", que non só incorpora software de programación e desenvolvemento para a HMI, senón que tamén permite a integración do hardware e a instrumentación necesarios para realizar a automatización.

Para a avaliación e optimización do deseño, ademais de usar a simulación de software, creouse un prototipo no laboratorio multidisciplinar de Hidráulica e Pneumática da Escola Politécnica Superior.

En conclusión, proponse unha solución automatizada para a fabricación de máscaras que integre unha supervisión real do proceso. Garantir a seguridade e fiabilidade do proceso a través dunha fase de experimentación e avaliación desenvolvida no laboratorio.

DESIGN AND SIMULATION OF AN ELECTRO-PNEUMATIC SYSTEM FOR THE MANUFACTURE OF SURGICAL MASKS

This Final Project contemplates the design, evaluation and implementation of an automated electropneumatic solution for the industrial manufacture of surgical masks.

The designed machine: it is composed of a pneumatic system with an electric servo motor, all governed and supervised by a PLC and an HMI ("Human machine interface") respectively. The proposed command solution will not only govern all elements of action but will monitor in real time the reliability of the machine and preserve human safety. For its development, the Siemens engineering platform "TIA Portal" has been used, which not only incorporates HMI programming and development software but also allows the integration of the hardware and instrumentation necessary to carry out the automation.

For the evaluation and optimization of the design, in addition to using simulation through software, a prototype has been built in the multidisciplinary laboratory of Hydraulics and Pneumatics of the Higher Polytechnic School.

In conclusion, an automated solution for the manufacture of masks is proposed that integrates a real supervision of the process. Guaranteeing the safety and reliability of the process through a phase of experimentation and evaluation developed in the laboratory.

Indice general

Documento 1: Memoria

Anexos a la Memoria

Documento 2: Planos

Documento 3: Pliego de Condiciones

Documento 4: Presupuesto



UNIVERSIDADE DA CORUÑA



Escola Politécnica Superior

**TRABAJO FIN DE GRADO
CURSO 2020/2021**

*DISEÑO Y SIMULACIÓN DE UN SISTEMA
ELECTRONEUMÁTICO PARA LA FABRICACIÓN
DE MASCARILLAS QUIRÚRGICAS*

Grado en Ingeniería Mecánica

Documento 1

MEMORIA

ÍNDICE DE LA MEMORIA

1 Objeto	11
2 Alcance	12
3 Antecedentes	13
4 Autor y Tutores	14
5 Promotor	15
6 Normas a Aplicar	16
7 Programas informáticos utilizados	17
8 Metodología de Trabajo	18
9 Aclaraciones Previas sobre Nomenclatura	21
10 Descripción del Proceso	22
11 Dimensionamiento de la Red Hidráulica	29
12 Funcionamiento del Prototipo	30
13 Elementos del Sistema	34
13.1 Elementos eléctricos y electrónicos	34
13.1.1 PLC Siemens SIMATIC S7-1200.....	34
13.1.2 Servomotor 1FK2-HD.....	35
13.1.3 Variador SINAMICS S210	35
13.1.4 Periferia descentralizada ET200SP	36
13.1.5 Pantalla SIEMENS KTP700 Basic.....	37
13.1.6 Sensores reed Festo	37
13.1.7 Sensor de presencia inductivo	38
13.1.8 Seta de emergencia	39
13.2 Elementos neumáticos	39
13.2.1 Actuador giratorio DSM	39
13.2.2 Cilindro vertical DSN	40
13.2.3 Electroválvula VUVG.....	40
13.2.4 Tubo de plástico PUN-H.....	41
13.2.5 Racores varios	42
13.2.6 Válvula estranguladora GRLO.....	42
13.2.7 Pinza paralela DHPC	43
13.2.8 Unidades de mantenimiento combinadas MSB4	43
13.2.9 Válvula antirretorno pilotada HGL.....	44

13.2.10 Compresor Ingersoll Rand PS3-270-3.....	44
14 Montaje Del Prototipo.....	46
15 Diseño y Configuración del Programa.....	55
15.1 Primeros Pasos en TIA Portal	55
15.2 Configurar el PLC.....	59
15.3 Configurar el Servomotor	60
15.4 Configurar la Periferia Descentralizada	61
15.5 Configurar la Pantalla KTP	61
16 Manual de la Interfaz HMI.....	65

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Metodología de trabajo	18
Figura 2: Ejemplo de Lógica Cableada	19
Figura 3: Vista General de la Máquina.....	20
Figura 4: Boceto Esquemático 1	22
Figura 5: Boceto Esquemático 2.....	23
Figura 6: Subetapa 1	24
Figura 7: Subetapa 2	25
Figura 8: Subetapa 3	26
Figura 9: Diagrama simplificado de funcionamiento.....	27
Figura 10: GRAFCET completo de nivel 1	28
Figura 11: Diagrama de Marcha de la Máquina	30
Figura 12: Diagrama de Paro de la Máquina	31
Figura 13: Funcionamiento de la Parada de Emergencia	32
Figura 14: Funcionamiento del Servo en el Sistema.....	33
Figura 15: PLC Siemens SIMATIC S7-1200.....	34
Figura 16: Servomotor 1FK2-HD	35
Figura 17: Variador SINAMICS S210	35
Figura 18: Periferia Descentralizada ET200SP.....	36
Figura 19: Pantalla Siemens KTP700 Basic	37
Figura 20: Sensor reed de FESTO	37
Figura 21: Sensor Inductivo SIEN.....	38
Figura 22: Seta de Emergencia	39
Figura 23: Actuador Rotativo DSM	39
Figura 24: Cilindro Vertical DSN	40
Figura 25: Electroválvula VUVG	40
Figura 26: Grupo de Válvulas Compactas	41
Figura 27: Tubo de Plástico PUN-H.....	41
Figura 28: Racores QS de Festo	42
Figura 29: Válvula Estranguladora GRLO.....	42
Figura 30: Pinza Paralela DHPC	43
Figura 31: Unidad de Mantenimiento MSB4	43
Figura 32: Válvula antirretorno pilotada HGL.....	44
Figura 33: Compresor Ingersoll Rand PS3-270-3	44
Figura 34: Nomenclatura de los Cilindros	46
Figura 35: Esquema Neumático	47
Figura 36: Montaje de las conexiones neumáticas	47

Figura 37: Conexionado de las Válvulas Compactas.....	48
Figura 38: Sensor inductivo de Presencia	49
Figura 39: PLC S7 1200	49
Figura 40: Periferia descentralizada ET200SP	50
Figura 41: Esquema Eléctrico: Salidas	51
Figura 42: Esquema Eléctrico: Entradas.....	52
Figura 43: Conexiones del PLC parte 1	53
Figura 44: Conexiones del PLC parte 2.....	54
Figura 45: Conexiones ET200SP	54
Figura 46: Crear un Proyecto en TIA Portal.....	55
Figura 47: Ejemplo de Vista de Proyecto.....	56
Figura 48: Abrir la vista de Proyecto.....	56
Figura 49: Agregar un Dispositivo.....	57
Figura 50: Vista de Redes	57
Figura 51: Agregar ET y Variador.....	58
Figura 52: Agregar Marcas de Sistema y de Ciclo.....	59
Figura 53: Cambiar Dirección IP.....	60
Figura 54: Agregar Telegrama 3 al Servomotor.....	60
Figura 55: Agregar Módulos a la ET	61
Figura 56: Crear un Objeto Tecnológico	62
Figura 57: Configurar Accionamiento en un Objeto Tecnológico	62
Figura 58: Configurar Trama de Accionamiento en un Objeto Tecnológico	63
Figura 59: Configurar Encoder en un Objeto Tecnológico	63
Figura 60: Administrar librerías GSD	64
Figura 61: Esquema de las Conexiones de Red.....	64
Figura 62: Ventana de Inicio del HMI.....	65
Figura 63: Ventana de Inicio de Sesión	66
Figura 64: Introducir el Nombre de Usuario en la Pantalla KTP	67
Figura 65: Introducir la Contraseña en la Pantalla KTP	67
Figura 66: Ventana de Operación.....	68
Figura 67: Imágenes y Textos de la Ventana de Estado.....	69
Figura 68: Máquina en Condición de Marcha	70
Figura 69: Máquina Rearmando	70
Figura 70: Máquina Parada	71
Figura 71: Máquina Parada por la Seta de Emergencia	71
Figura 72: Ventana de Supervisión.....	72
Figura 73: Imágenes y Textos de la Ventana de Estados Especiales.....	73

Figura 74: Ejemplo de Aviso de Mantenimiento.....	73
Figura 75: Ventana de Administración de Usuarios	74
Figura 76: Ventana de Cambio de Contraseña.....	75

1 OBJETO

Los objetivos de este Trabajo Fin de Grado son los siguientes:

- Análisis de las distintas etapas de una máquina de fabricación de mascarillas y las actuaciones que se realizan en cada una de ellas.
- Sincronización de todas las etapas y sus movimientos para evitar colisiones entre las partes en movimiento.
- Creación, diseño e implementación de un sistema de control capaz de hacer funcionar la máquina de forma completamente automática.
- Diseño de una interfaz HMI, capaz de reducir a un único operario el necesario para operar y vigilar la máquina. Esta interfaz incluye el gobierno de la máquina y un sistema que permite al operario conocer en todo momento el estado de la máquina
- Minimizar los errores humanos debido a la implantación de un sistema automático.
- Diseñar e implementar medidas de seguridad para disminuir el riesgo de los operarios.
- Selección de las piezas y materiales para el montaje y funcionamiento de la máquina.

Para cumplir estos objetivos se han estudiado varias máquinas (no únicamente de fabricación de mascarillas), se ha consultado a expertos en sistemas neumáticos y se han estudiado el funcionamiento general de un PLC.

2 ALCANCE

El alcance de este proyecto se delimita por la creación del programa de control, la interfaz HMI, el diseño y montaje electroneumático, así como el diseño de planos y documentación necesario para este proyecto de una máquina de fabricar mascarillas.

Cabe destacar que en el presente proyecto se entiende como “fabricar mascarillas” al proceso por el cual una unidad de tela quirúrgica entra en la máquina, se le unen los cordones elásticos y sale de dicha máquina: la llegada, empaquetado... de los diversos subproductos quedan fuera del alcance de este proyecto.

3 ANTECEDENTES

Debido a la pandemia del COVID 19, la necesidad de protegerse uno mismo contra enfermedades respiratorias está en el punto de mira.

El medio principal para esto es, sin duda alguna, la mascarilla (la más común, la quirúrgica). Pero como hemos comprobado en los meses de marzo, abril y mayo de 2020, la capacidad de producción se vio (inicialmente) tremendamente superada por el disparado aumento de la demanda.

Aquello que solo usaban dentistas y cirujanos, pasó a ser algo indispensable para todo el mundo.

Es en este contexto en el que se marca este trabajo fin de grado. Dado los problemas que existían con la producción de este producto, se plantea el diseño de un prototipo de máquina para fabricar mascarillas, ayudando así a suplir la demanda.

Así pues, se comienza el diseño de una nueva versión de la máquina mencionada. Como punto de partida, se han analizado varias máquinas de fabricar mascarillas, y se han observado la enorme similitud que comparten todas entre sí.

La solución que se propone es una máquina completamente automática capaz de producir un número de mascarillas del orden de 60 al minuto. Para hacerlo, se ha desarrollado un programa de control que gobierna todo la máquina e interfaz de control para el operario, todo esto implementado por la plataforma TIA Portal de Siemens.

Tanto el programa de control como la secuencia de movimientos se han creado de tal forma que disminuyan los tiempos muertos de la máquina y así aumentar su rendimiento. A su vez, la interfaz HMI nombrada antes, aúna tanto el mando y gobierno de la máquina, como la monitorización de algunos parámetros.

Las piezas seleccionadas para la máquina se han escogido por su precio y, en gran medida, por su versatilidad: existe cierta confianza que en cuanto acabe la pandemia la demanda de mascarillas volverá a sus niveles originales, y se desea (en la medida de lo posible) que las piezas de la máquina puedan tener otros usos para aumentar la rentabilidad.

Para probar y analizar el funcionamiento del prototipo, se ha usado el Laboratorio de Hidráulica y Neumática de la Escuela Politécnica Superior. Pese a que no existen todos los materiales necesarios, aun así, es posible de comprobar el correcto funcionamiento del programa de control y el interfaz HMI

4 AUTOR Y TUTORES

El autor de este Trabajo Fin de Grado es D. Daniel García Muñiz, alumno del Grado en Ingeniería Mecánica.

Los dos tutores de este proyecto son Dr. Javier Bouza Fernández y Dr. José Manuel Amado Paz.

5 PROMOTOR

En este proyecto actúa como promotor la Escuela Politécnica Superior, con dirección C/ Rúa Mendizábal s/n CP15403 Ferrol, A Coruña y CIF Q-6550005-J

6 NORMAS A APLICAR

- Ley de Industria 21/1992 de Seguridad y calidad industrial.
- Real Decreto 1435/1992: Máquinas, componentes de seguridad. Marcado "CE".
- Ley 31/1995 de Prevención de Riesgos Laborales.
- Real Decreto 842/2002: Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión e Instrucciones Complementarias.
 - NTP 631 – 2003: Riesgos en la utilización de equipos y herramientas portátiles, accionados por aire comprimido.
 - Real Decreto 1644/2008: Normas para la comercialización y puesta en servicio de las máquinas.
 - Reglamento (UE) 2017/745 sobre los Productos Sanitarios
 - EN 60848:2013 - Lenguaje de especificación GRAFCET para diagramas funcionales secuenciales
 - UNE 101101:1985 -Transmisiones hidráulicas y neumáticas. Gama de presiones nominales.
 - UNE 101149:1986 - Transmisiones hidráulicas y neumáticas. Símbolos gráficos.
 - UNE 101360:1986 - Transmisiones hidráulicas y neumáticas. Diámetros de los cilindros y de los vástagos de pistón.
 - UNE 10136:19862 - Transmisiones hidráulicas y neumáticas. Cilindros. Gama de presiones nominales.
 - UNE 101363:1986 - Transmisiones hidráulicas y neumáticas. Serie básica de carreras de pistón.
 - UNE 101365:1986 - Transmisiones hidráulicas y neumáticas. Cilindros. Medidas y tipos de rosca de los vástagos de pistón.
 - UNE 101400:1993 - Transmisiones oleohidráulicas. Manguitos flexibles. Método de ensayo.
 - DIN 42021-2:1976-10 - Motores paso a paso; definiciones, símbolos, unidades y características
 - UNE-EN IEC 60947-4-1:2021/AC:2021-04 - Aparata de baja tensión. Parte 4-1: Contactores y arrancadores de motor. Contactores y arrancadores electromecánicos.

7 PROGRAMAS INFORMÁTICOS UTILIZADOS

- TIA Portal V14: se trata de un software de la empresa Siemens que engloba todo lo necesario para diseñar procesos automáticos. Permite la creación del programa de control para el PLC u diseñar la interfaz HMI, además de integrar y configurar todo el hardware para el proyecto. Posee, además, varios módulos entre los que se encuentran:
 - o STEP 7: es el módulo de TIA Portal que contiene y gestiona todos los elementos relacionados con la programación del PLC.
 - o WinCC: permite el diseño, compilación y simulación de pantallas HMI.
 - o S7- PLCSIM: este módulo permite que un ordenador convencional simule a un PLC.
- PRONETA: programa de Siemens que permite detectar y configurar los dispositivos que se encuentren en la red.
- Microsoft Visio: software de dibujo vectorial, utilizado para dibujar diagramas de flujo y esquemas.
- Autodesk AutoCAD: programa de dibujo CAD muy versátil. Se utiliza en este proyecto para dibujar algunos planos.
- Fluidsim: software de simulación de sistemas electroneumáticos, con el cual se puede simular el funcionamiento de sistemas neumáticos, al igual que hacer para hacer esquemas neumáticos.
- Microsoft Office Word 2016: programa de edición de texto, muy extendido, que permite insertar imágenes, tablas... Con él se escribe este documento.

8 METODOLOGÍA DE TRABAJO

En el desarrollo de este proyecto se ha usado una metodología recomendada por el tutor Dr. Javier Bouza Fernández.

En esta metodología, el primer paso es un aprendizaje básico, (en este caso sobre elementos de automatización), una delimitación del diseño y finalmente la creación del código de control y sus comprobaciones pertinentes.

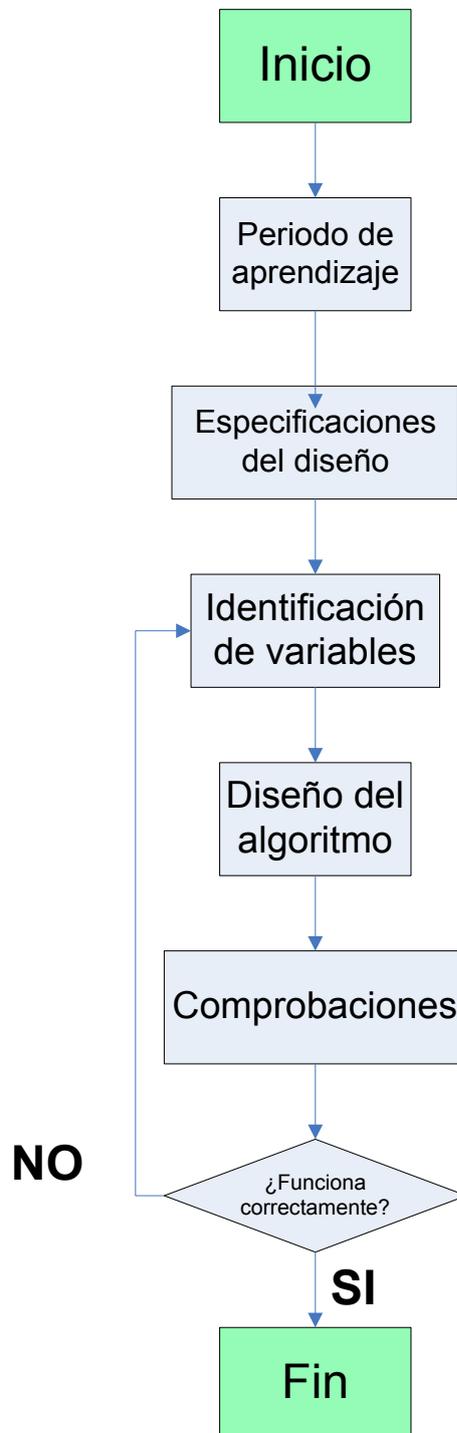


Figura 1: Metodología de trabajo

El periodo de aprendizaje se realizó en el laboratorio multidisciplinar de hidráulica y neumática, supervisado por Dr. Javier Bouza Fernández. El proceso de aprendizaje duró más de tres meses.

Durante este tiempo se ha conocido a fondo el funcionamiento y mando básico de máquinas neumáticas. Por supuesto, también se ha aprendido el funcionamiento de PLC y el diseño de algoritmos de control para este a partir de diagramas de secuencia de la máquina.

El funcionamiento básico de un PLC se complementó con otros dispositivos, como pantallas HMI, control de servomotores o la configuración de periféricas descentralizadas, aspectos que se han usado en el algoritmo de control para este proyecto.

Además del aprendizaje sobre PLC, se han estudiado otros métodos de control: principalmente en la lógica cableada y sus inconvenientes. Este aprendizaje sobre lógica cableada ha servido para descartar este método de control para el proyecto, debido a su complejidad para máquinas medianas o grandes.

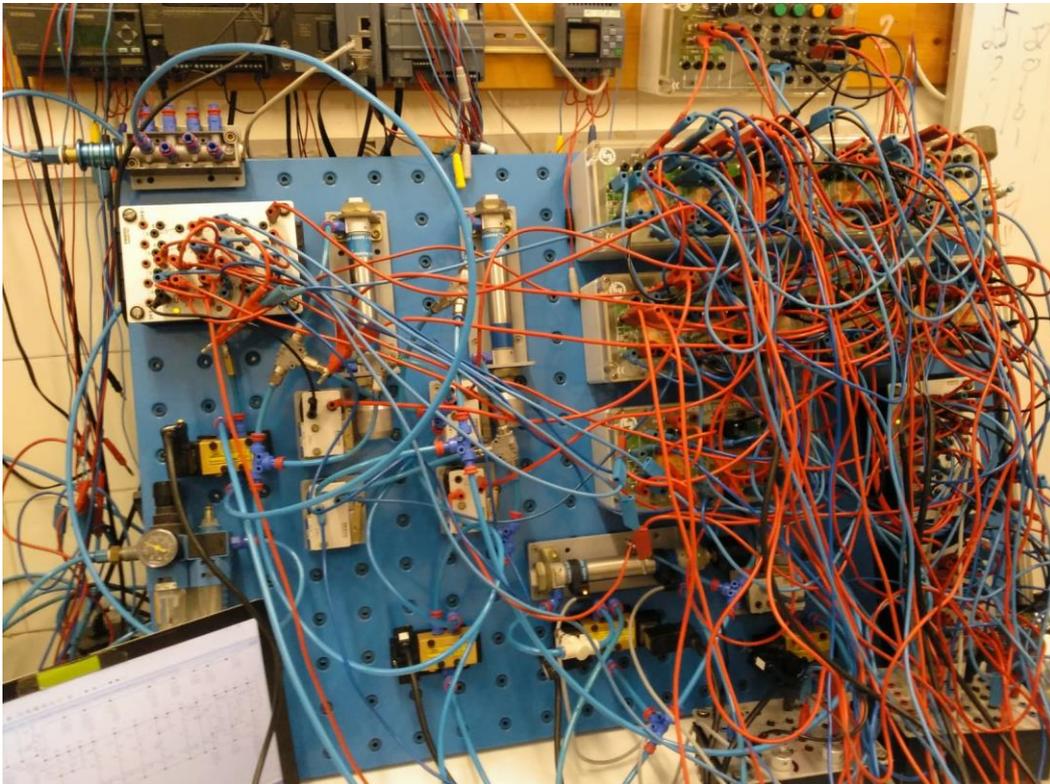


Figura 2: Ejemplo de Lógica Cableada

En la imagen anterior se puede apreciar este problema de la lógica cableada: existen una gran cantidad de cables, lo cual dificulta cambiar el algoritmo o el mantenimiento. Cabe destacar que esta máquina tiene solo 3 cilindros a diferencia de los 8 de la máquina objeto del proyecto.

Una vez finalizado el aprendizaje, es necesario identificar las especificaciones en el diseño de esta máquina.

Para ellos se ha realizado un análisis previo, en el que se han analizado varias máquinas de fabricación de mascarillas y se han apreciado enormes similitudes entre todas ellas. Por ello la máquina de este proyecto no es substancialmente diferente de las otras analizadas, pero si se caracteriza por disminuir los tiempos muertos e incluir medidas de seguridad.

Tras estos pasos, se conoce el funcionamiento de la máquina a fondo y se es capaces de diseñarla. Debido a esto, se está listo para los siguientes pasos que forman el diseño de la máquina y el algoritmo de control en sí, detalles que se comentan más adelante en el documento.

Se muestran a continuación una imagen de una máquina comercial de fabricar mascarillas a modo aclaratorio.



Figura 3: Vista General de la Máquina

9 ACLARACIONES PREVIAS SOBRE NOMENCLATURA

Antes de continuar con el presente proyecto es necesario realizar una serie de aclaraciones sobre la nomenclatura de algunos aspectos que se desarrollan a lo largo de todo este documento.

En cuanto a nomenclatura de los cilindros y los sensores:

- Al cilindro equivalente a la pinza de corte, se le llama también cilindro A indistintamente.
- Al cilindro equivalente a la pinza de agarre, se le llama también cilindro B indistintamente.
- Al cilindro equivalente al cilindro de la pinza de agarre, se le llama también cilindro C indistintamente.
- Al cilindro equivalente a la pinza de colocación del cordón, se le llama también cilindro D indistintamente.
- Al cilindro equivalente al actuador rotativo, se le llama también cilindro E indistintamente.
- Al cilindro equivalente al cilindro de unión, se le llama también cilindro F indistintamente.
- Al cilindro equivalente al cilindro de la pinza de colocación, se le llama también cilindro G indistintamente.
- Los sensores tienen una nomenclatura consistente en una letra y un número: la letra hace referencia al actuador que monitoriza y el número a la posición que monitoriza: 1 para el cilindro totalmente extendido y 0 para el cilindro totalmente recogido. Existe una excepción en el cilindro G para esto último: G0 es totalmente recogido, G2 es totalmente extendido y G1 hace referencia a una posición intermedia.

En cuanto a otros dispositivos:

- Al PLC S7-1200 se le llama también “PLC” o “autómata” de forma indistinta.
- A la periferia descentralizada ET200SP, se le llama también de forma abreviada “periferia descentralizada” o “ET”.
- Al servomotor también se le hace referencia como “servo”.
- A la pantalla KTP 700 Basic Panel también se le llama “KTP” o “pantalla HMI” a lo largo del documento.

10 DESCRIPCIÓN DEL PROCESO

La máquina objeto de este proyecto se encarga de coger y cortar el cordón, colocar dicho cordón, unirlo y, tras esto último, prepararse para un nuevo ciclo.

El proceso de la máquina tiene varias etapas, en concreto veinte, pero se pueden agrupar en tres grupos. Cabe destacar que la máquina se encarga de fabricar la mascarilla, y es independiente de la forma en la que lleguen los materiales y/o del método de empaquetado.

A continuación, se muestran unos bocetos con fines aclaratorios de la nomenclatura de los actuadores y su posición general:

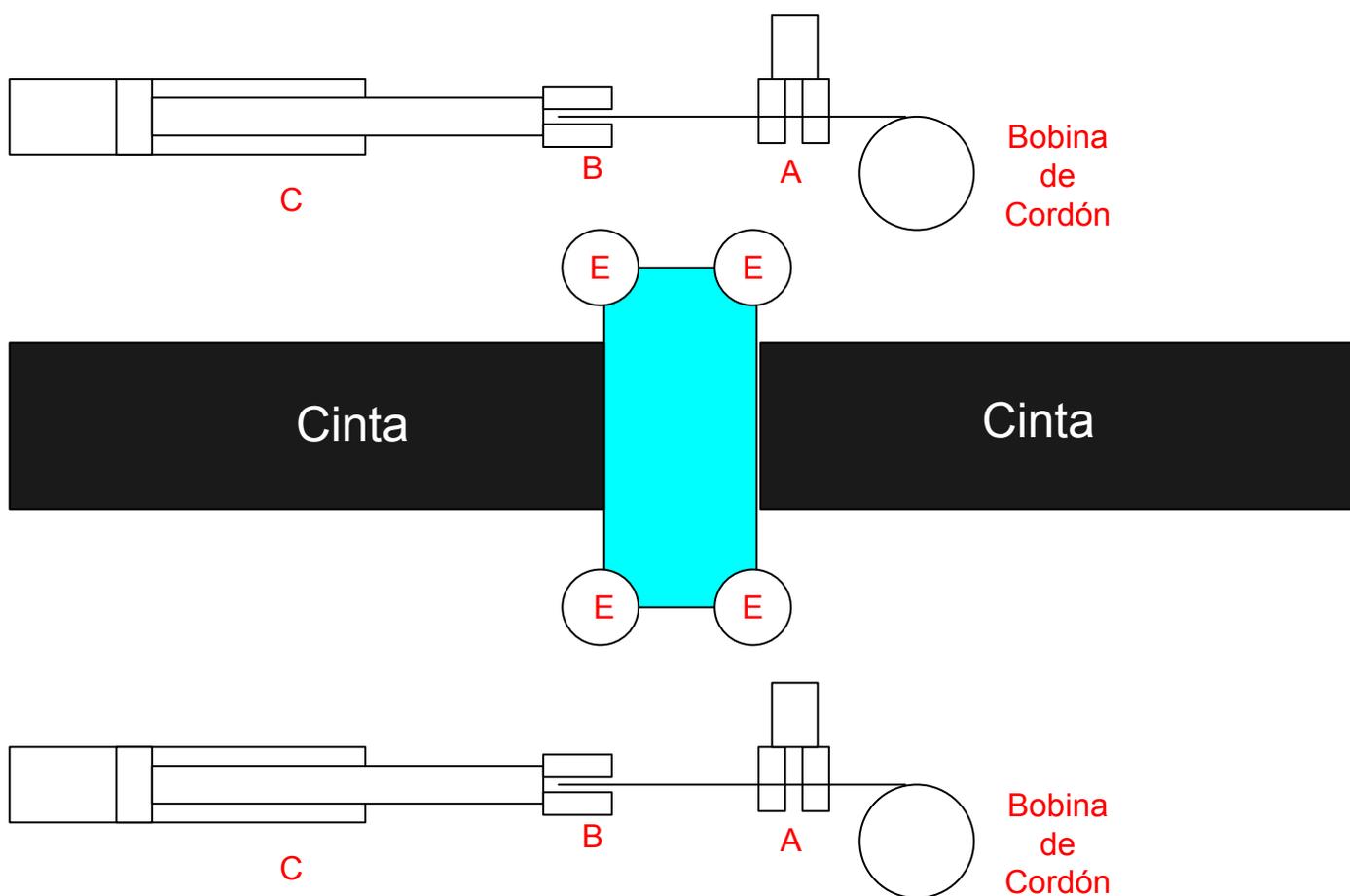


Figura 4: Boceto Esquemático 1

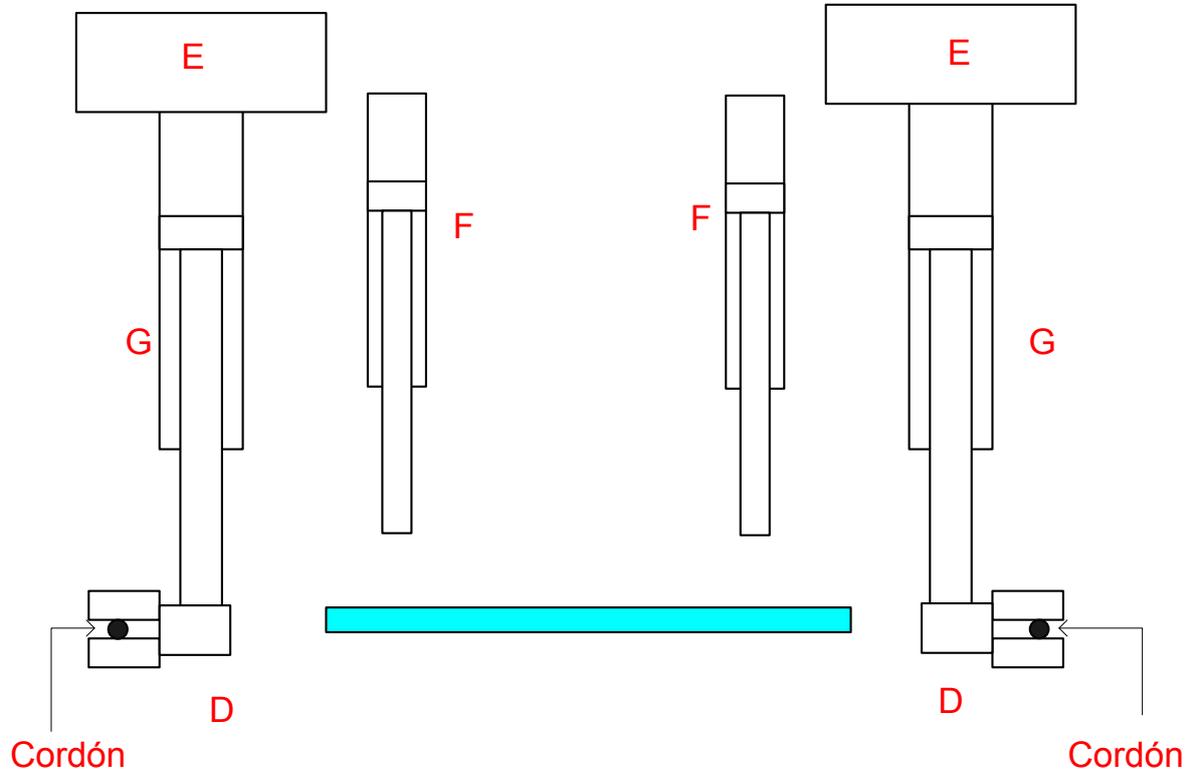


Figura 5: Boceto Esquemático 2

Los movimientos, que se aglutinan en las siguientes etapas, son:

1-Preparación de la tela y del cordón.

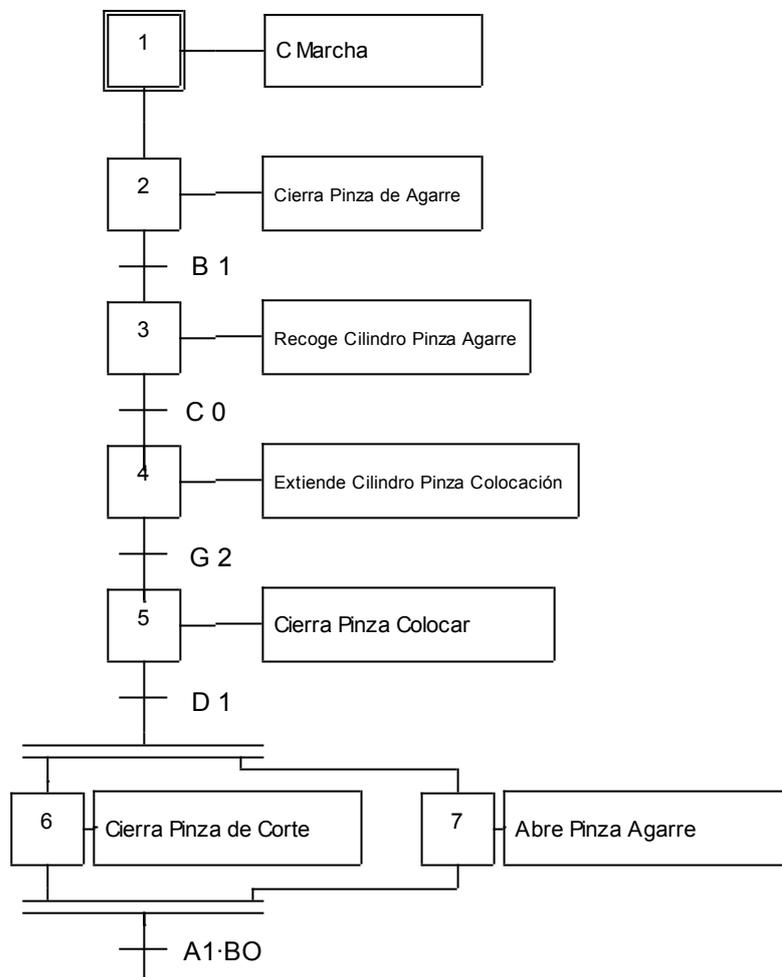


Figura 6: Subetapa 1

En primera instancia, el papel de la mascarilla llega a su posición de trabajo por una cinta transportadora.

Cuando llega al punto de trabajo, la pinza B agarra la punta del cordón, alimentado por bobina. Para facilitar el agarre, justo antes del extremo del cordón hay una boquilla, restringiendo la posición del cordón.

Una vez agarrado el cordón, el cilindro encargado de estirar el cordón recoge, desenrollando el cordón de la bobina y extendiéndolo a la longitud deseada.

Tras eso el cilindro G, encargado de mover verticalmente las pinzas de colocación, llega a su posición final G2, momento en el cual las pinzas de colocación (D) agarran los extremos del cordón ya estirado.

Finalmente, la pinza de corte se activa, cortando el hilo ya sujeto, la pinza B suelta el extremo, dejando el cordón sujeto únicamente por las pinzas D, listas para unir el hilo a la tela.

2-Unión de la mascarilla

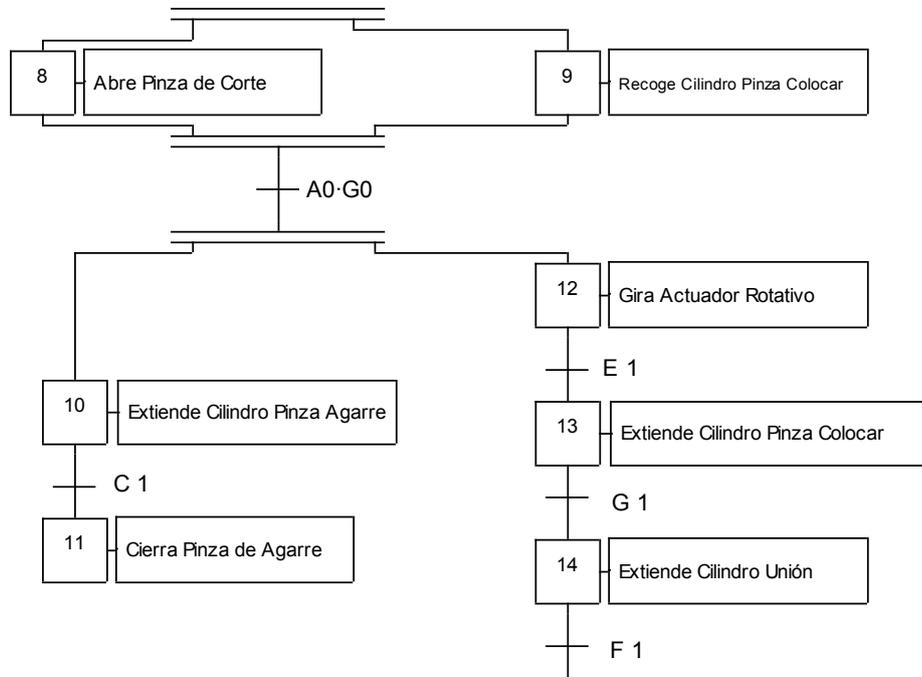


Figura 7: Subetapa 2

Tras el fin de la subetapa 1, el cilindro G se recoge completamente, hasta su posición G0. Para aumentar el rendimiento de la máquina, la pinza de corte se abre al mismo tiempo.

Al final de estos dos movimientos, los actuadores B y C vuelven a sus posiciones iniciales. Mientras tanto, continua la secuencia de unión de las dos piezas, comenzando por los actuadores rotativos (E), que gira 90° para alinear las pinzas de colocación (y por lo tanto los extremos del cordón) justo encima de la mascarilla.

Después de esto, el cilindro G se extiende hasta su posición intermedia G1, colocando los cordones encima de la mascarilla, momento en el que el cilindro F se extiende, haciendo presión sobre el cordón a alta temperatura, uniendo los dos elementos por termosellado.

Una vez que el cilindro F empieza a presionar el cordón, las pinzas de colocación se abren y el cilindro G se recoge completamente, para disminuir los tiempos muertos de la máquina y evitar la posibilidad de que algunos elementos interfieran entre sí.

3- Movimiento de las piezas a condiciones iniciales

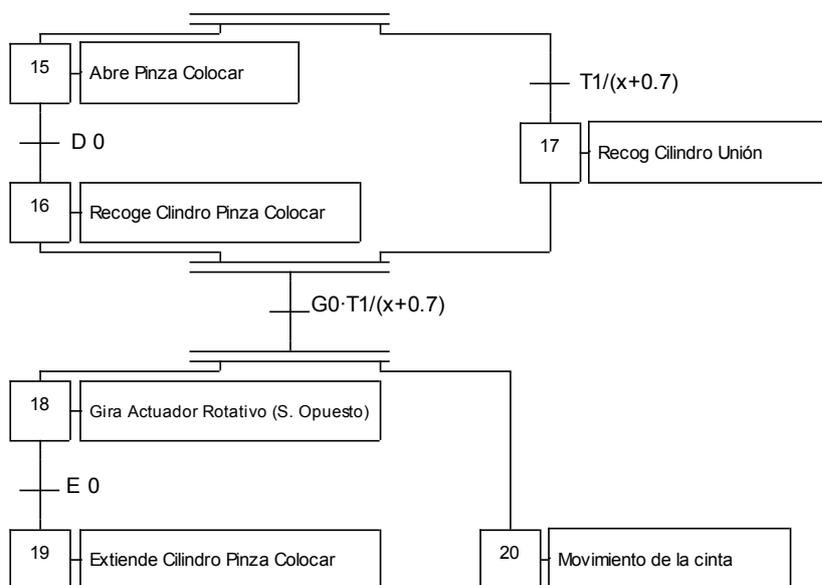


Figura 8: Subetapa 3

Tras estirarse por completo el cilindro F, actúa un temporizador de aprox. 0,7 segundos tras el cual comienza a retroceder dicho cilindro. Este temporizador da tiempo a que la operación de termosellado se realice correctamente.

Cuando el cilindro F empieza a recoger, G está completamente recogido y las pinzas D abiertas, dos cosas actúan a la vez:

-La primera es que el servo gira, moviendo la cinta transportadora. Esto mueve la mascarilla ya terminada fuera de la máquina e introduciendo la siguiente tela en la posición de trabajo.

-Lo segundo es el giro de 90° de los actuadores rotativos E en sentido contrario al anterior movimiento, de tal forma que vuelve a su posición inicial. Justo tras esto el cilindro G se extiende hasta su posición inicial G1.

Tras esto, la máquina debería estar en condiciones iniciales y con un ciclo acabado: si el interruptor de ciclo continuo está activado, la máquina seguirá haciendo el ciclo en bucle indefinidamente; si no lo está, la máquina espera una nueva orden.

La forma simplificada de funcionamiento de esta máquina aparece en el siguiente GRAFCET:

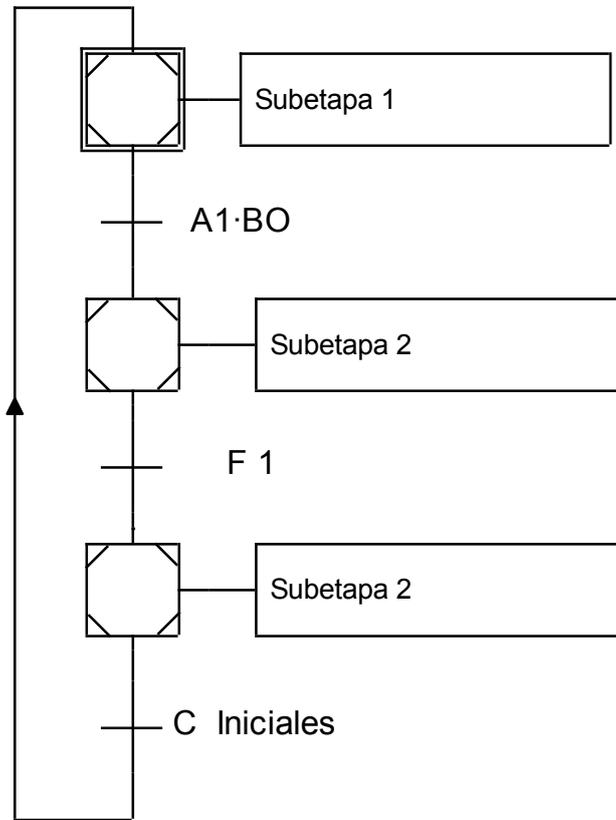


Figura 9: Diagrama simplificado de funcionamiento

El diagrama GRAFCET de nivel uno del funcionamiento completo de la máquina es el siguiente:

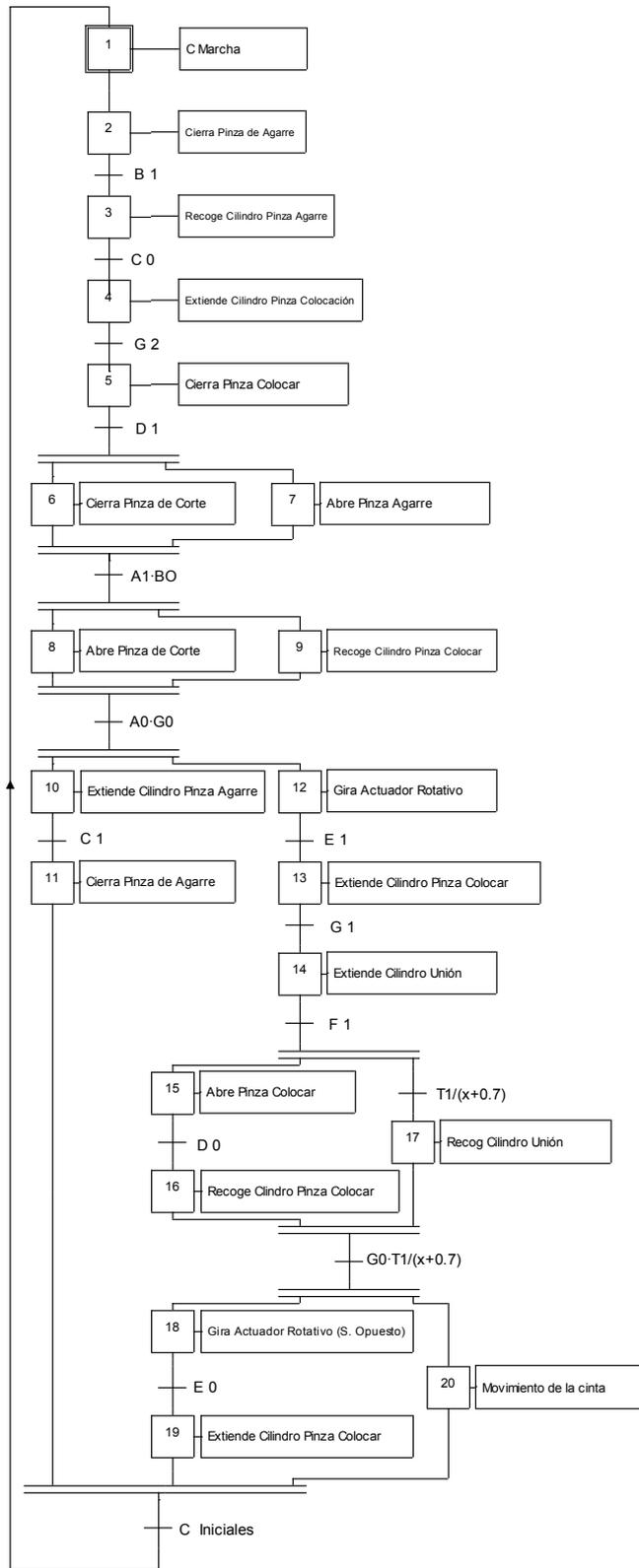


Figura 10: GRAFCET completo de nivel 1

11 DIMENSIONAMIENTO DE LA RED HIDRÁULICA

A continuación, se realiza un cálculo para dimensionar la red hidráulica de la máquina. Debido a que solo la máquina en si es objeto de este proyecto, lo único necesario que dimensionar es el diámetro de la tubería. Esta tubería debe ser de menor diámetro que las líneas de aire principales, dependiendo estas del compresor de aire o los elementos conectados a dicha red de aire.

El cálculo es muy sencillo. Lo primero es calcular el caudal de aire consumido por un actuador: estimaciones indican que el momento más desfavorable en cuanto consumo se produce en la etapa 10 y 12 (cuando actúan de forma simultánea) con un consumo aproximado de 0,015m³/min. El segundo dato es la velocidad del aire dentro de los conductos: tras varias consultas, este valor oscila entre 15 y 20 m/s en la gran mayoría de máquinas.

Tras esto se aplica la siguiente expresión:

$$Q = V \cdot A = V \cdot \frac{\pi D^2}{4}$$
$$D_{min} = \sqrt{\frac{Q \cdot 4}{V \cdot \pi}} = \sqrt{\frac{0,015/60 \cdot 4}{20 \cdot \pi}} = 4mm$$
$$D_{max} = \sqrt{\frac{Q \cdot 4}{V \cdot \pi}} = \sqrt{\frac{0,015/60 \cdot 4}{15 \cdot \pi}} = 4,6mm$$

Por estos resultados podemos saber que, en la medida de lo posible, el diámetro interior de la tubería debe estar entre 4 y 4,6 mm.

Es por ello por lo que se escoge tubería de 6mm (nombrada más adelante en el documento) de diámetro exterior, ya que su diámetro interior de 4mm está dentro de rango.

12 FUNCIONAMIENTO DEL PROTOTIPO

A continuación, se definen todas las funciones que ha de cumplir el prototipo para considerar su correcto funcionamiento.

El prototipo de este proyecto debe seguir, por supuesto el ciclo descrito anteriormente, pero el funcionamiento de la máquina no es tan simple.

A mayores del ciclo normal de funcionamiento existen otras situaciones especiales que se describirán a continuación, como son las paradas de emergencia, los rearmes etc....

- **Marcha de la Máquina:** la máquina solo se activa cuando se pulsa marcha, como es obvio, pero no es la única condición.

La máquina ha de estar en condiciones iniciales para comenzar su funcionamiento, a mayores de no estar parada por una emergencia.

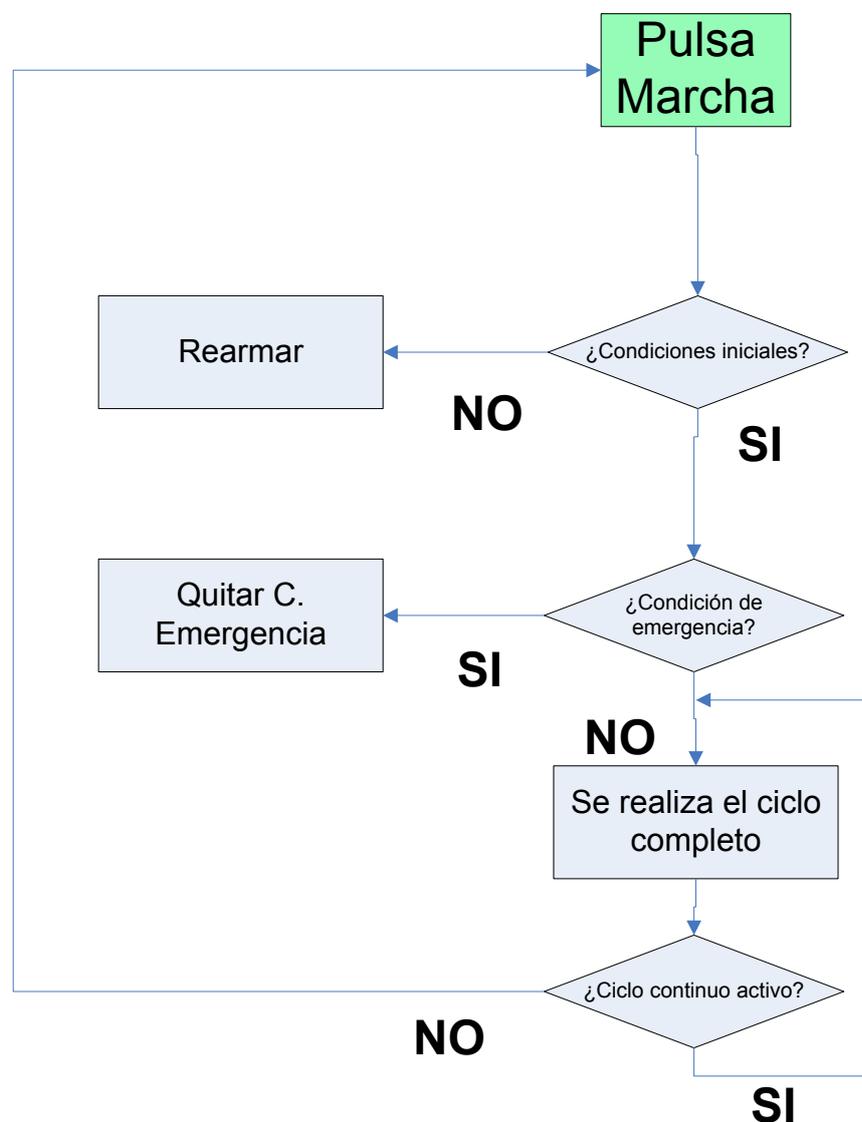


Figura 11: Diagrama de Marcha de la Máquina

A mayores de lo descrito antes, al final del ciclo existe una situación dependiendo de la posición del interruptor de ciclo continuo: si está activo, repite el ciclo otra vez; en caso contrario será necesario pulsar el pulsador de marcha.

- **Parada de la Máquina:** cuando el pulsador de paro se activa, la máquina queda parada por el cierre de la válvula de corte de aire.

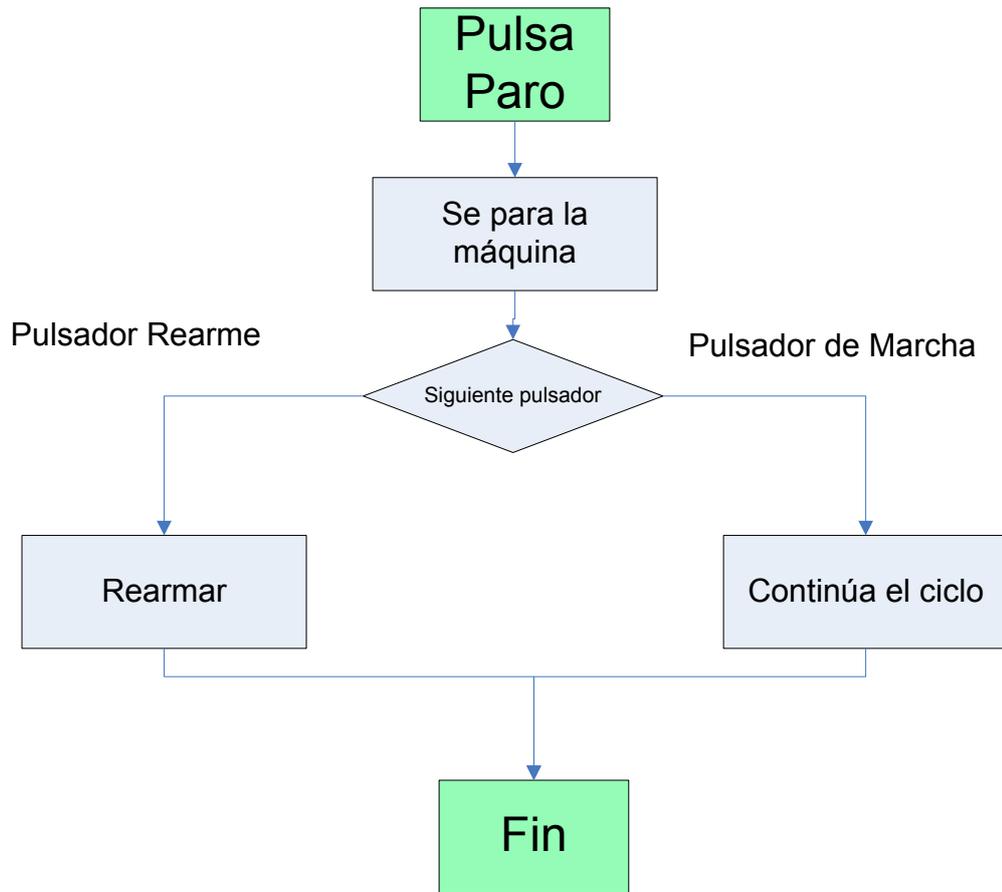


Figura 12: Diagrama de Paro de la Máquina

- **Parada de Emergencia:** Cuando se pulsa el interruptor de emergencia, la máquina también se para, con una alarma sonora a mayores. Otra diferencia es que después de que se desenclave la seta de emergencia, será necesario un rearme obligatorio, llevando la máquina a las condiciones iniciales, haciendo que tenga que empezar un ciclo nuevo.

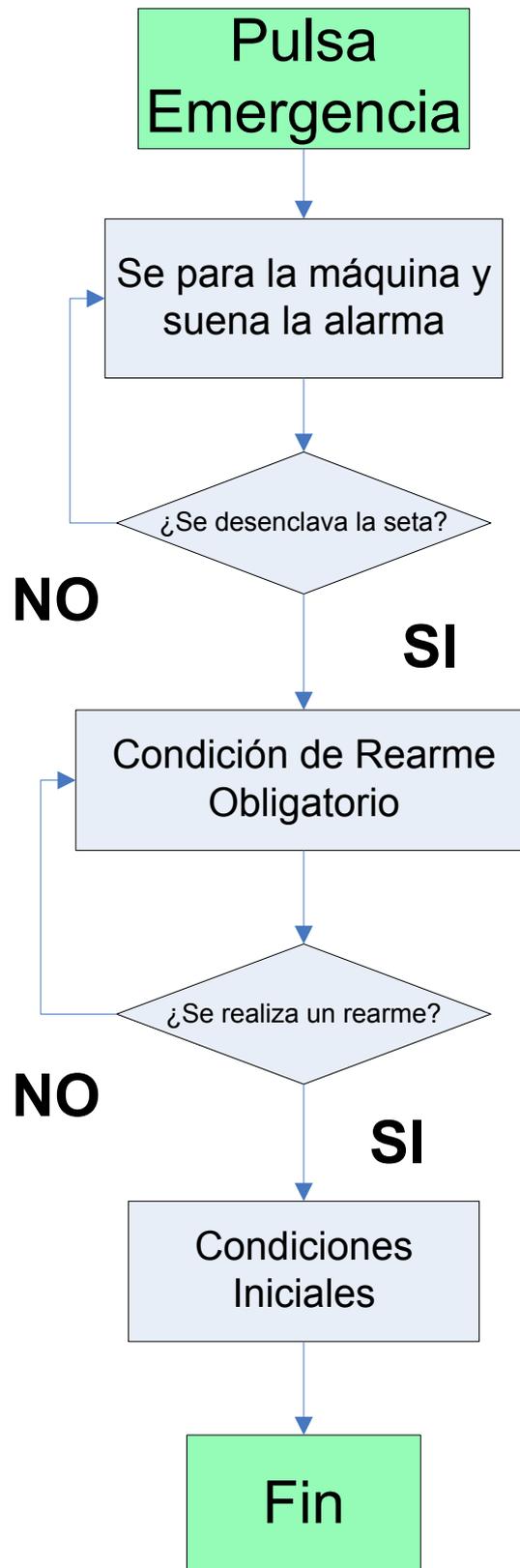


Figura 13: Funcionamiento de la Parada de Emergencia

• **Funcionamiento del servo en el sistema:** el servomotor es un elemento eléctrico controlado de forma distinta al sistema neumático.

La cinta (y por lo tanto el servo) se desplazan únicamente en la etapa 20, pero solo se puede mover en el caso de que el servo este referenciado y no presente ningún error. En caso contrario, la máquina se queda parada esperando alguna solución, mostrando un aviso en pantalla.

En caso de que no esté referenciado, solo es necesario pulsar el botón de referenciar servo. En caso de que el servo tenga un error, se pulsa el botón de reiniciar el error para limpiar el error.

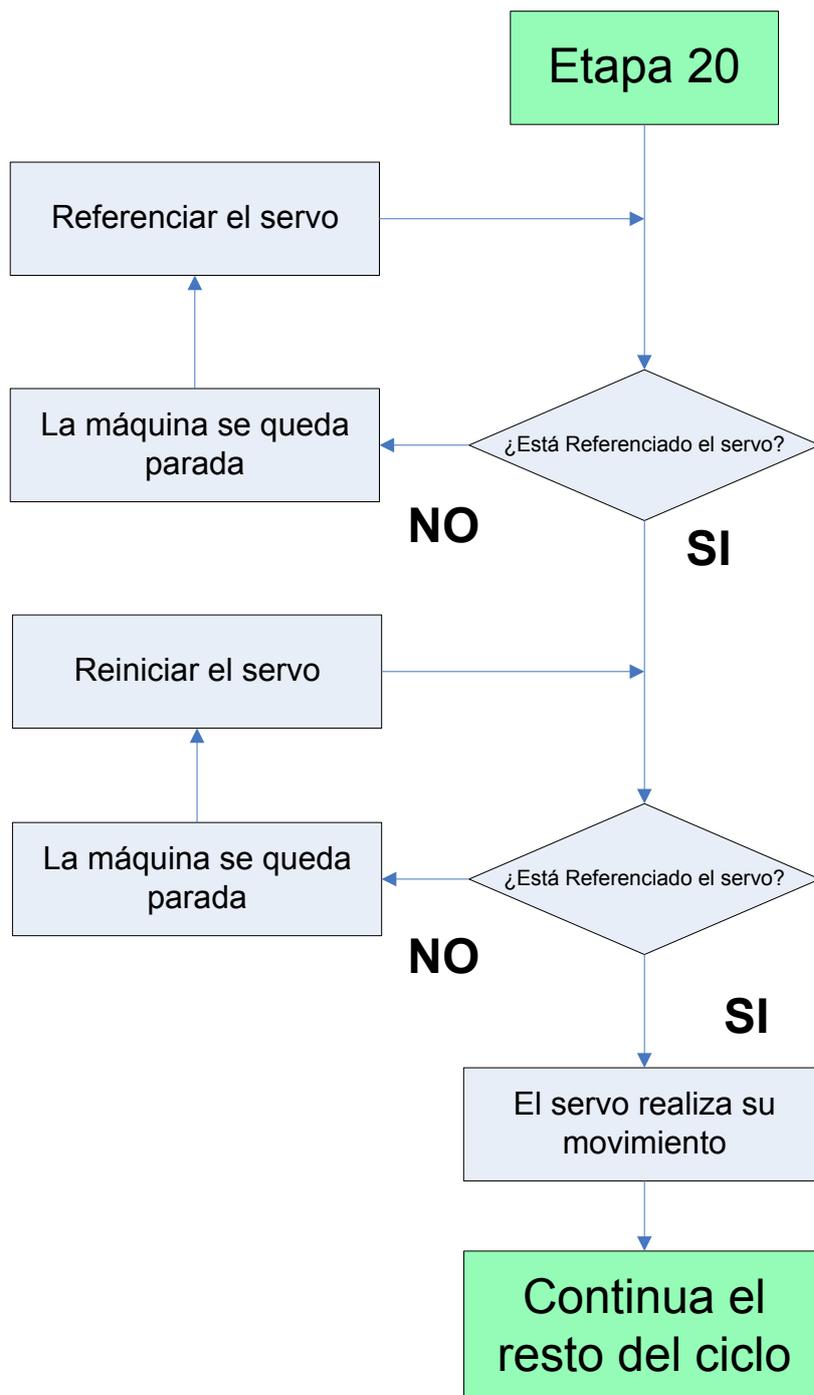


Figura 14: Funcionamiento del Servo en el Sistema

13 ELEMENTOS DEL SISTEMA

Una vez descrito el proceso, se nombran y explican los distintos elementos que forman el sistema objeto de estudio.

Para mayor organización, se han subdivido los elementos en dos grupos: elementos eléctricos y electrónicos y elementos neumáticos:

13.1 Elementos eléctricos y electrónicos

13.1.1 PLC Siemens SIMATIC S7-1200



Figura 15: PLC Siemens SIMATIC S7-1200

El PLC es la unidad lógica central de toda la máquina. Conocido también como controlador lógico programable en español, se encarga de recibir todas las señales de entrada y, según el programa de control instalado en su memoria, enviara las señales de salida de la forma acordada.

Al ser programable, se puede cambiar el funcionamiento completo de la máquina sin cambiar nada físico de la máquina, simplemente cambiando el programa de control, haciéndolo altamente flexible y versátil.

En este proyecto el PLC es el modelo 1214 AC/DC/RLY de Siemens. Posee 14 entradas digitales, 2 entradas analógicas, 10 salidas digitales activadas mediante relé. También tiene una entrada de conexión PROFINET que permite la conexión simple y rápida al dispositivo.

A mayores, posee una fuente de alimentación integrada para conectar los sensores de forma fácil y cómoda.

13.1.2 Servomotor 1FK2-HD



Figura 16: Servomotor 1FK2-HD

El servomotor 1FK2-HD es el elemento encargado de mover la cinta transportadora de la máquina objeto del proyecto.

Se trata de un motor paso a paso con encoder absoluto de 22 bits incorporado, lo que le permite realizar movimientos de alta precisión.

Es de muy reducido tamaño, y de fácil instalación, pudiendo instalarse en casi cualquier sitio, incluso bajo el agua debido a su protección IP64.

Es además capaz de girar hasta 8000rpm con un par máximo de 3,85Nm, haciéndolo útil en aplicaciones con alta velocidad y bajo esfuerzo requerido.

13.1.3 Variador SINAMICS S210



Figura 17: Variador SINAMICS S210

Para el control del servomotor se decide de utilizar el variador Siemens S210. Este convertidor de frecuencia es el encargado de transformar las señales digitales que le llegan del PLC mediante PROFINET, y transformarla en una corriente eléctrica con la frecuencia exacta para mover el servo con los parámetros requeridos.

Entre sus ventajas están su conexión PROFINET, facilitando la conexión con los demás elementos, las profundas opciones que permiten la configuración del servomotor y su librería de programación "motion control" que permite controlar el servo mediante programación de forma muy simple.

13.1.4 Periferia descentralizada ET200SP

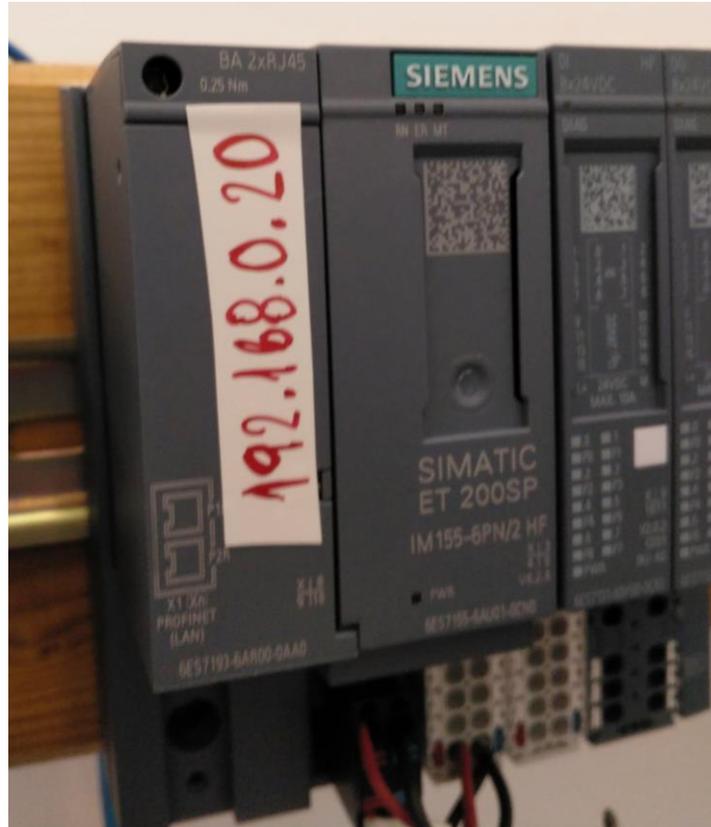


Figura 18: Periferia Descentralizada ET200SP

Una periferia descentralizada es un dispositivo capaz de aumentar las entradas y salidas disponibles para el PLC. La utilizada en este proyecto es la ET200SP de Siemens

En este caso son requeridas 17 entradas, pero el PLC solo posee 14, por lo que es necesario una ET.

La periferia descentralizada por sí misma no tiene capacidad alguna: es necesario añadirle módulos según sea necesario: hay módulos para medir potencia eléctrica, para salidas analógicas... pero en el caso de este proyecto solo es necesario un módulo de entradas y otro de salidas: cada uno aumenta en 8 las entradas o salidas disponibles para el PLC.

Como la gran mayoría de dispositivos de Siemens, posee una conexión PROFINET, permitiendo acceder fácilmente a las variables del PLC.

13.1.5 Pantalla SIEMENS KTP700 Basic

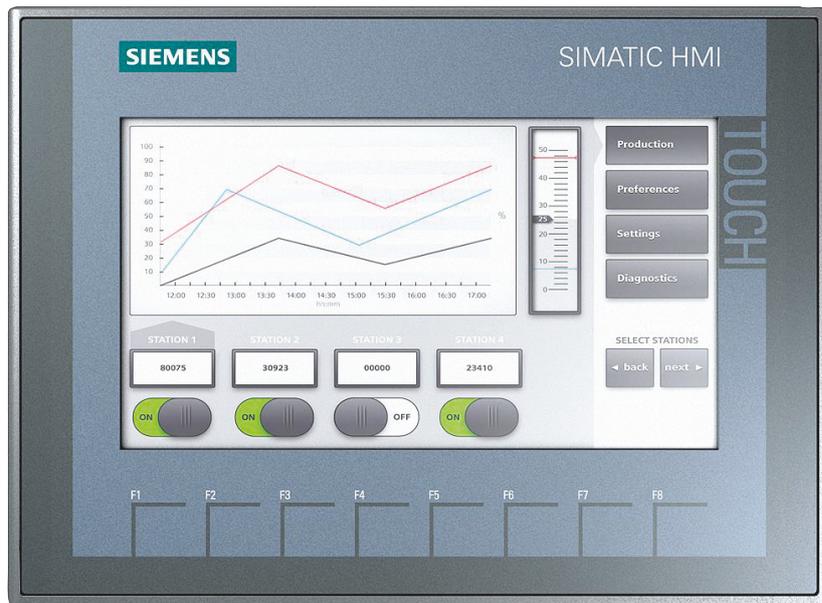


Figura 19: Pantalla Siemens KTP700 Basic

El panel KTP700 es una pantalla táctil programable y configurable. En la máquina se usará como HMI (que se explicará a fondo más adelante en el documento) y permitirá tanto el manejo de esta como conocer el estado de esta, entre otras cosas.

Entre las características a destacar están los 8 botones enteramente programables; la memoria integrada que permite, entre otras cosas, la gestión de usuarios; la conexión PROFINET y la pantalla táctil de 7 pulgadas. Esta pantalla táctil es resistiva, lo que permite el uso con guantes, pero su sensibilidad es mediocre: es recomendado usar un "stylus" para una experiencia óptima.

13.1.6 Sensores reed Festo



Figura 20: Sensor reed de FESTO

En la máquina objeto de este proyecto es de vital importancia conocer si los cilindros están en alguna posición clave (por ejemplo, en el final de su carrera).

Para conocer esto se usan sensores magnéticos “reed”. En este caso se ha decidido usar los sensores SMEO-4 de FESTO debido a su facilidad de montaje y a la facilidad para ajustar su posición. Además, el sensor en si posee un LED que se enciende al conmutarse, lo que facilita las pruebas y la detección de errores.

Junto a estos sensores se venden unas abrazaderas de fijación para una rápida instalación.

Estos sensores son sensores de tres hilos: un hilo (generalmente el rojo) se conecta a 24V, otro (generalmente azul) a 0V y el último (normalmente negro) es el cable de señal: cuando el interruptor conmuta (en la máquina, al pasar el cilindro junto a él), el cable manda una señal en forma de corriente eléctrica, que se dirige a las entradas del PLC o de la ET.

13.1.7 Sensor de presencia inductivo

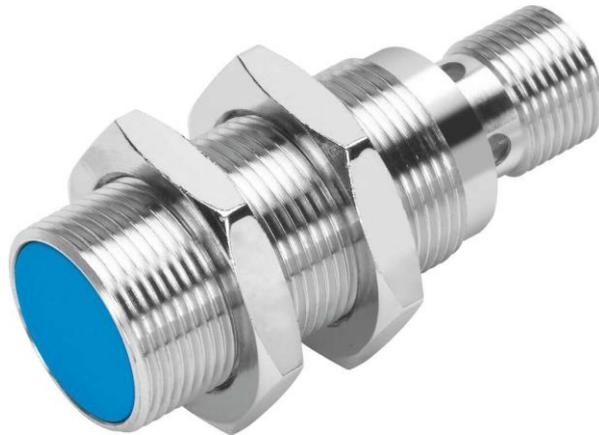


Figura 21: Sensor Inductivo SIEN

En la máquina existe un sensor de presencia, para parar la máquina en caso de que un operario se acerque a alguna zona peligrosa de dicha máquina.

Para simular esto, se ha utilizado usado un sensor inductivo SIEN de la marca FESTO. En el prototipo, este sensor se encuentra en una caja metálica atornillado mediante la rosca del propio sensor.

13.1.8 Seta de emergencia



Figura 22: Seta de Emergencia

La seta de emergencia es el único interruptor que existe físicamente en la máquina: los demás pulsadores e interruptores se pueden activar a través de la KTP.

Cabe mencionar que la seta es un interruptor normalmente cerrado y que una vez pulsado es necesario “desenclavar” la seta de emergencia.

13.2 Elementos neumáticos

13.2.1 Actuador giratorio DSM

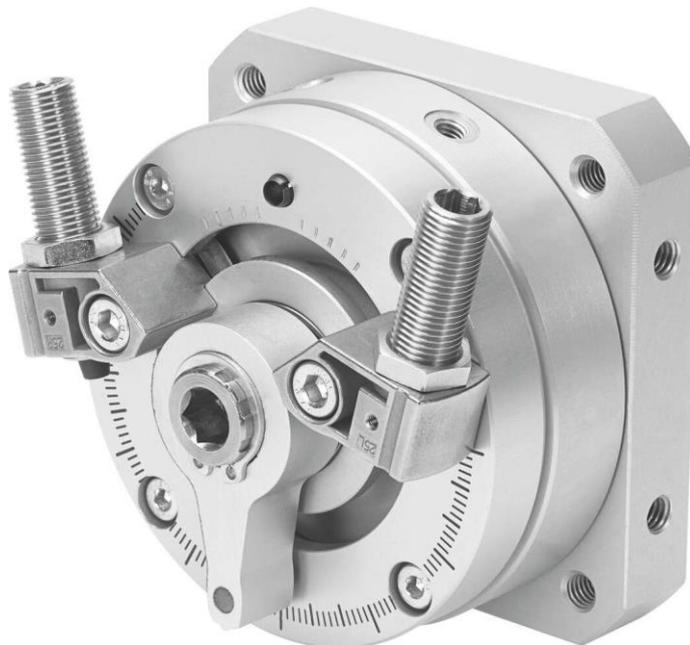


Figura 23: Actuador Rotativo DSM

Como actuador rotativo se ha elegido el actuador DSM de la marca FESTO.

Se ha escogido este producto debido al fácil montaje de otros elementos a este actuador y a su ángulo de giro ajustable, dotándolo de gran versatilidad.

13.2.2 Cilindro vertical DSN



Figura 24: Cilindro Vertical DSN

Como actuadores neumáticos principales en la máquina se han escogido cilindros DSN de FESTO.

Son cilindros de doble efecto, centrados en tener gran durabilidad y de disponer gran cantidad de accesorios, permitiendo ajustarlo al uso deseado con relativa facilidad.

13.2.3 Electroválvula VUVG

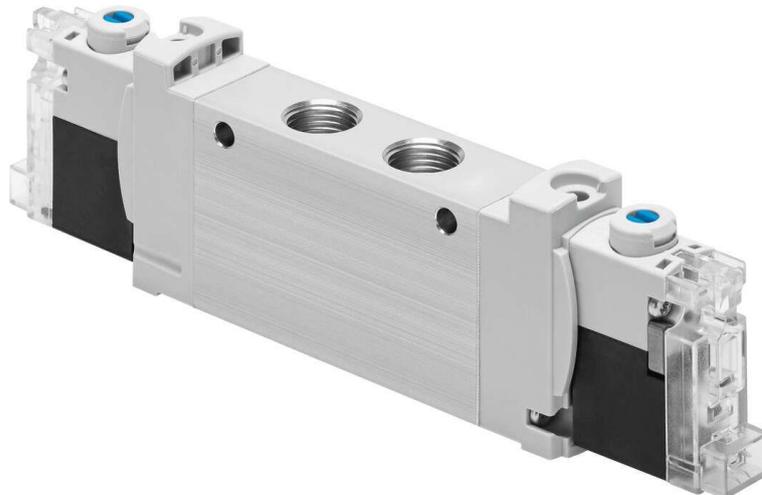


Figura 25: Electroválvula VUVG

La válvula VUVG es una electroválvula compacta de pequeño tamaño, capaz de soportar un gran caudal en un paquete muy pequeño y múltiples configuraciones.

Sus conexiones son roscadas permitiendo adaptarla a varios tamaños de tubería a través de distintos racores. Además, se pueden unir varias válvulas en batería, juntando varias en válvulas en un único bloque de pequeñas dimensiones, como por ejemplo el siguiente:



Figura 26: Grupo de Válvulas Compactas

13.2.4 Tubo de plástico PUN-H



Figura 27: Tubo de Plástico PUN-H

Se ha decidido de usar tubo de poliuretano PUN-H de 6mm de diámetro como manguera neumática.

Se estiman el uso de 4 metros de tubo para toda la máquina.

Es resistente a microbios y permite la circulación de agua o “vacío” por su interior.

13.2.5 Racores varios



Figura 28: Racores QS de Festo

Como racores y adaptadores se usan los racores de la serie QS de Festo.

Se trata de una serie muy común y estandarizada, fabricada en PBT y latón niquelado. Tiene gran cantidad de variantes lo que les da gran versatilidad.

13.2.6 Válvula estranguladora GRLO



Figura 29: Válvula Estranguladora GRLO

Como válvulas reguladoras, se usan la serie GRLO de FESTO.

Se caracterizan por su pequeño tamaño, su precisión para velocidades medias y bajas y su facilidad de montaje debido a sus roscas de instalación.

13.2.7 Pinza paralela DHPC



Figura 30: Pinza Paralela DHPC

Como pinzas para la máquina se han escogido la serie DHPC de FESTO debido a su precisión y a su alta fuerza de sujeción pese a su pequeño tamaño.

Además, permite múltiples opciones de montaje e instalación, incluyendo la opción de usarla como pinza de sujeción interior o exterior.

13.2.8 Unidades de mantenimiento combinadas MSB4



Figura 31: Unidad de Mantenimiento MSB4

La serie MSB de FESTO son unas unidades de mantenimiento completamente personalizables a gusto del usuario debido a la posibilidad de añadir módulos de utilidad, como válvulas de arranque, válvulas de cierre etc....

En el caso de este proyecto, se usa unidad de mantenimiento MSB4 con un filtro regulador para garantizar la calidad, pureza y limpieza del aire (garantizando un funcionamiento óptimo del resto de la máquina) y una válvula de cierre

La presión de dicha unidad de mantenimiento estará regulada a 6 bar.

13.2.9 Válvula antirretorno pilotada HGL



Figura 32: Válvula antirretorno pilotada HGL

En los cilindros A, B, C y D de la máquina son necesarias válvulas antirretorno para que, en caso de fallo en compresor, fuga de aire... los cilindros se mantengan en su posición y no se desplacen.

Las válvulas HGL de FESTO cumplen esta función. A mayores son de bajo coste, muy sencillas de montar gracias a sus roscas de instalación y muy compactas.

13.2.10 Compresor Ingersoll Rand PS3-270-3



Figura 33: Compresor Ingersoll Rand PS3-270-3

Como compresor para la máquina se escoge el modelo PS3-270-3 de la marca Ingersoll Rand

Se ha escogido por su capacidad de suministrar hasta 450l/min de caudal, su calderín de almacenamiento de alta capacidad, su capacidad de suministrar hasta 10 bar de presión y su funcionamiento por husillo y correas, haciéndolo extremadamente silencioso.

Este compresor es capaz de ofrecer hasta 30 bares gracias a su motor eléctrico de 10 CV si bien en este caso entrega una presión de 10 bar.

Por desgracia, en el Laboratorio de Hidráulica y Neumática no existen todos estos materiales descritos. Por ejemplo, no existen pinzas o motores neumáticos, por lo que se han simulado con cilindros de doble efecto.

14 MONTAJE DEL PROTOTIPO

Para el montaje del prototipo se ha utilizado el Laboratorio Multidisciplinar de Hidráulica y Neumática, además de su material y sus herramientas. Antes incluso de comenzar el montaje, fue necesario desmontar varios elementos neumáticos y deshacer varias conexiones eléctricas existentes.

Tras eso, el primer paso fue colocar los actuadores neumáticos. En el laboratorio no existen pinzas o actuadores rotativos neumáticos, por lo cual este prototipo solo usa cilindros neumáticos.

El primer montaje aparece en la siguiente figura. Cabe destacar, que a lo largo del montaje se han cambiado ligeramente las posiciones de los cilindros, no así su posición y orientación relativa.

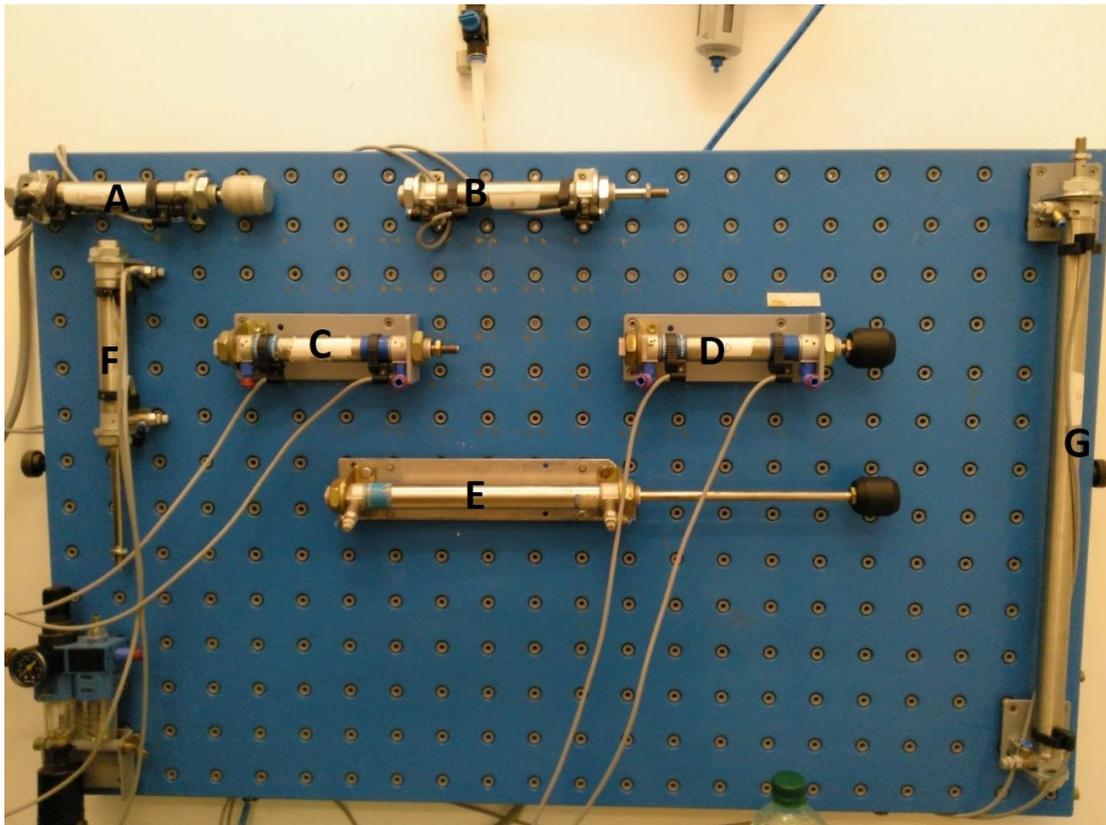


Figura 34: Nomenclatura de los Cilindros

Otro detalle es que los sensores reed ya vienen instalados en los cilindros (excepto en el cilindro E) por lo que no se va a entrar en profundidad en su instalación: simplemente se coloca una brida de montaje especial para el sensor reed alrededor de la camisa del cilindro y se introduce el sensor en el espacio de la brida.

Tras eso, se monta el sistema neumático y todas sus conexiones. Para ello se introduce la manguera plástica en los racores correspondientes, siguiendo el siguiente plano:

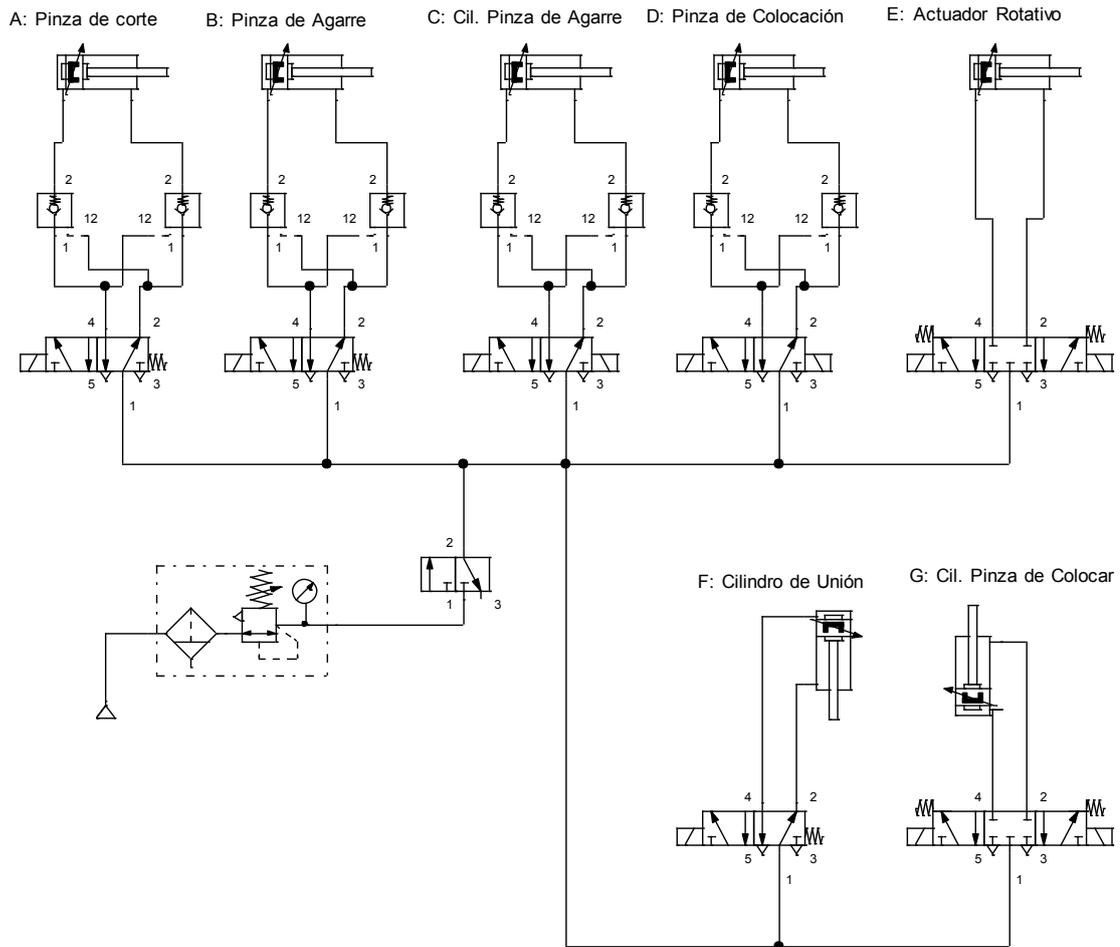


Figura 35: Esquema Neumático

Tras esto, el prototipo tiene una forma similar a la siguiente:

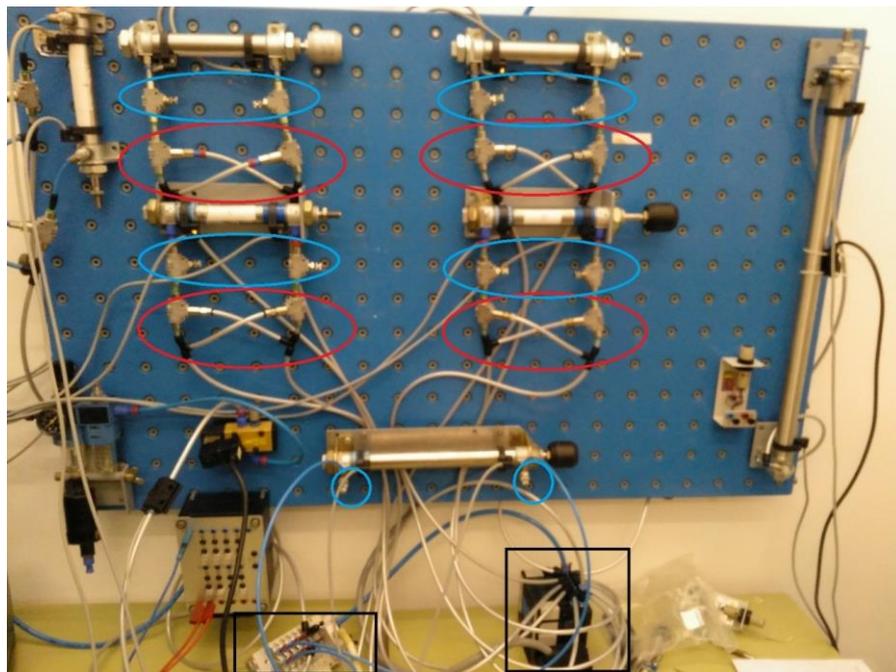


Figura 36: Montaje de las conexiones neumáticas

En la anterior figura se han señalado varias cosas por su aclaración o interés:

- Rodeadas en rojo están marcadas las “tes de antirretorno”. Este pequeño grupo de elementos formado por antirretornos pilotadas, se encargan de que el cilindro no se mueva en caso de corte de aire y se quede completamente parado.
- En azul, se encuentran las reguladoras de caudal, encargadas de disminuir el caudal de forma que regulan la velocidad de avance y retroceso del cilindro. Se han colocado de tal forma que solo regulen el aire que sale del cilindro.
- En negro, están señaladas dos grupos de válvulas compactas. Cada una de estas unidades posee 6 válvulas (aunque en este proyecto no se usan todas en ninguno de los dos casos), consistiendo en dos válvulas 5/2 monoestables, dos 5/2 biestables, de una 5/3 con centro cerrado y otra 5/3 con centro en presión.

Un detalle de estas y de sus conexiones aparece en la siguiente foto:

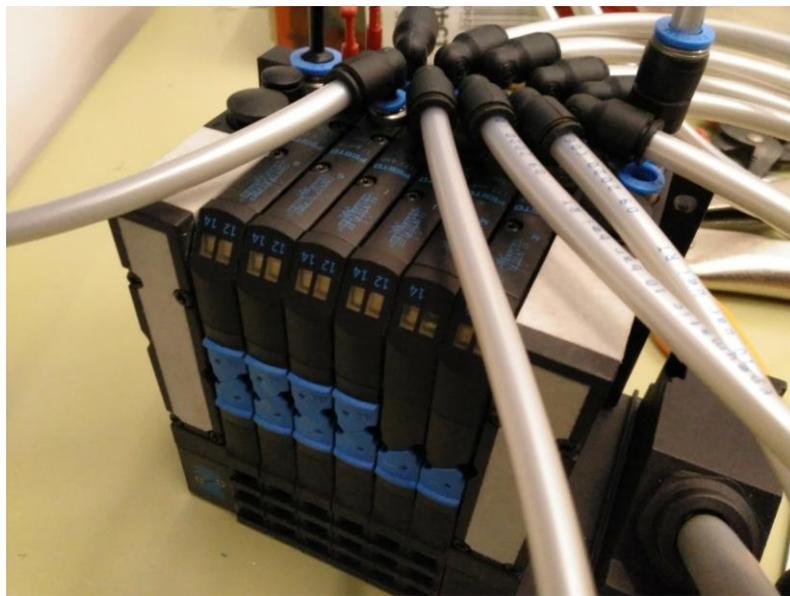


Figura 37: Conexión de las Válvulas Compactas

Una vez instalado el sistema neumático, el siguiente paso fue el sistema eléctrico y electrónico.

El primer caso es colocar todos los elementos en su sitio, entre ellos el sensor inductivo de presencia, el PLC o la periferia descentralizada.

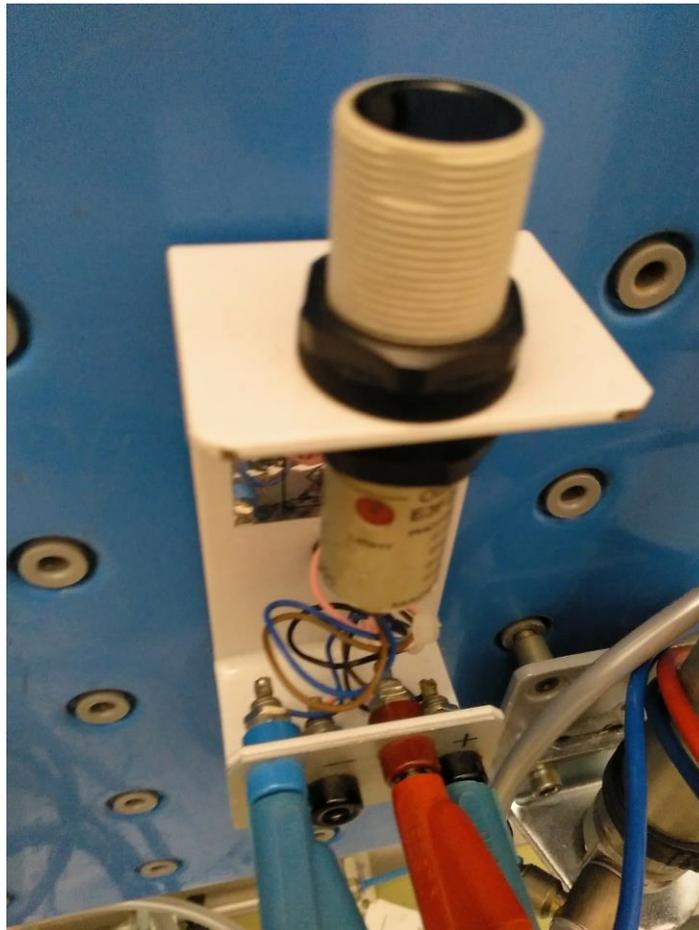


Figura 38: Sensor inductivo de Presencia

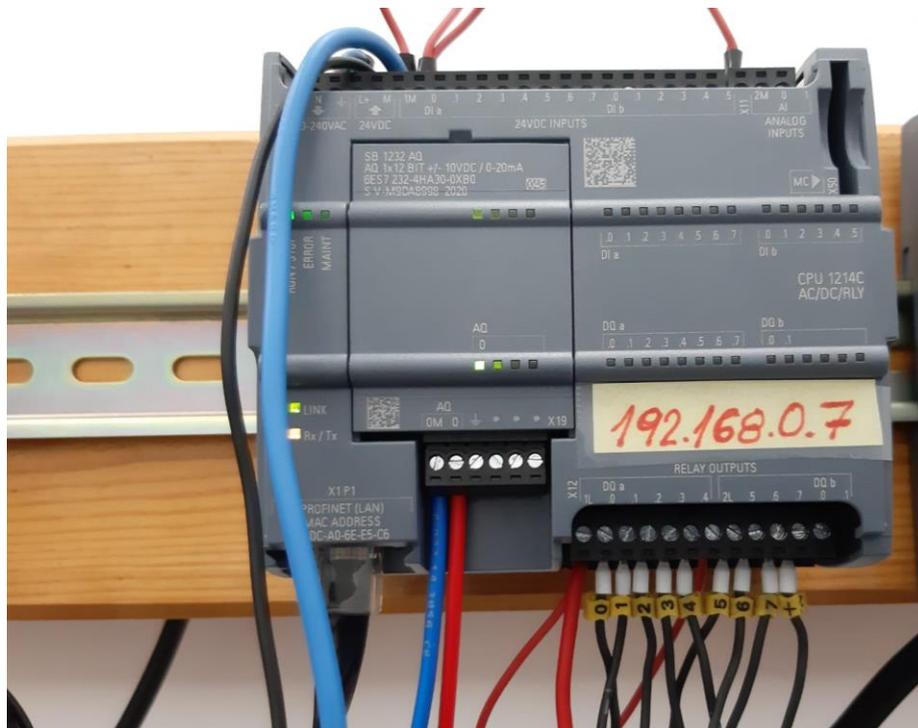


Figura 39: PLC S7 1200

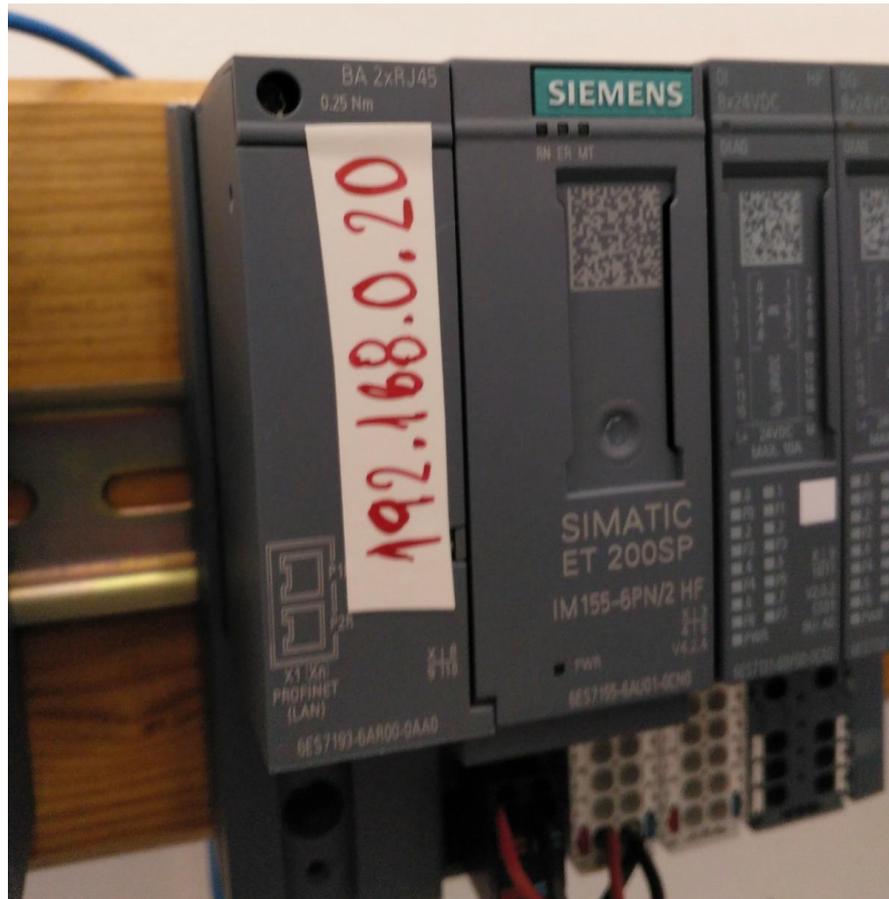


Figura 40: Periferia descentralizada ET200SP

Una vez colocados, es necesario realizar el conexionado eléctrico, tal y como aparece en el esquema eléctrico:

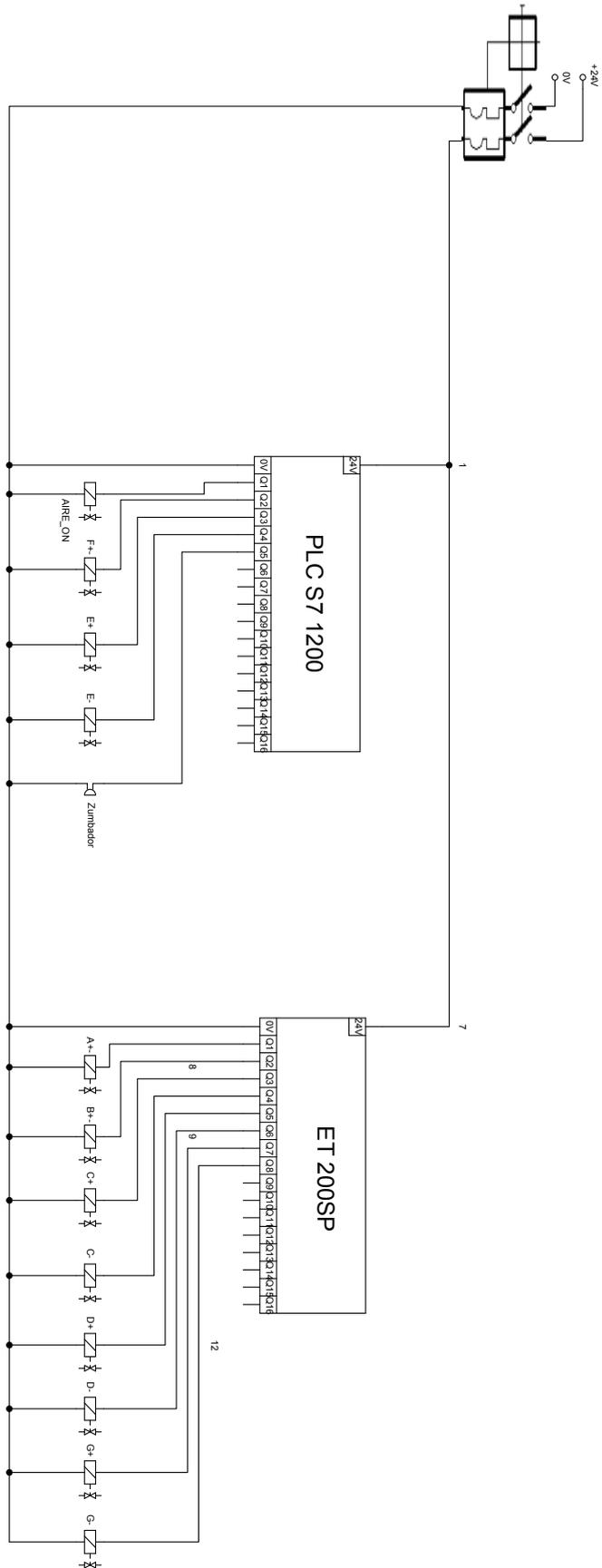


Figura 41: Esquema Eléctrico: Salidas

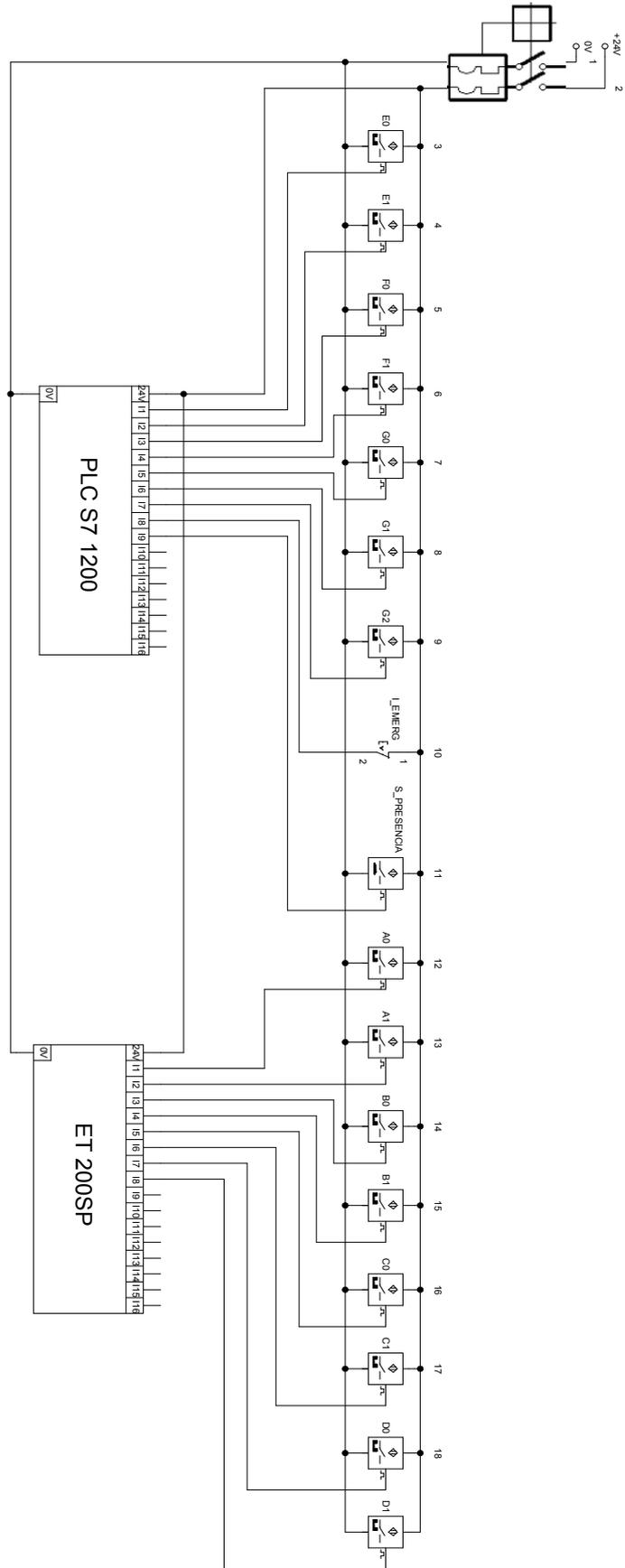


Figura 42: Esquema Eléctrico: Entradas

A mayores, se explicarán el conexionado de los sensores de tres hilos (sensores reed), el conexionado de las bobinas de las electroválvulas y de cómo conectar las entradas y salidas en el PLC y en la periferia descentralizada.

Los sensores de tres hilos poseen, tal y como dice su nombre, tres cables de cobre: uno en general rojo, otro generalmente azul y otro generalmente negro.

El cable rojo se conecta directamente al polo positivo de la fuente (en caso del presente proyecto, 24V) y el azul al polo negativo de la fuente (a 0V). Es muy recomendable que existan fuentes independientes para los sensores (entradas) y para el control de las electroválvulas (salidas).

Finamente, el cable negro se conecta a una de las entradas del PLC o de la periferia descentralizada.

Las bobinas, y otras salidas como el zumbador de alarma, se deben conectar entre 24V y 0V. El cable que debe estar a 24V (en general es un cable de color rojo) deber conectarse a una salida del PLC o de la periferia descentralizada mientras que el otro cable (normalmente negro) se conecta al “cero” de la fuente.

Se indica cómo se conectan tanto el autómatas como la periferia descentralizada, con ayuda de las siguientes figuras:

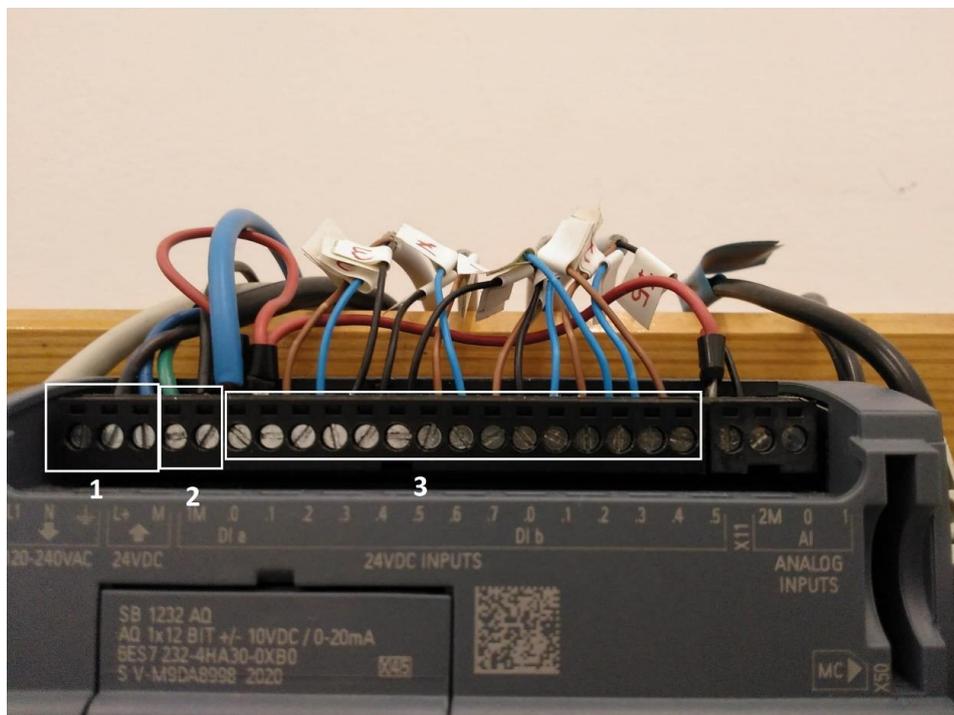


Figura 43: Conexiones del PLC parte 1

- 1: estas tres conexiones son las conexiones de alimentación del propio PLC. Se alimenta de 220V de corriente alterna.
- 2: son conexiones de 24 V y de 0V respectivamente.
- 3: son las distintas entradas del PLC.

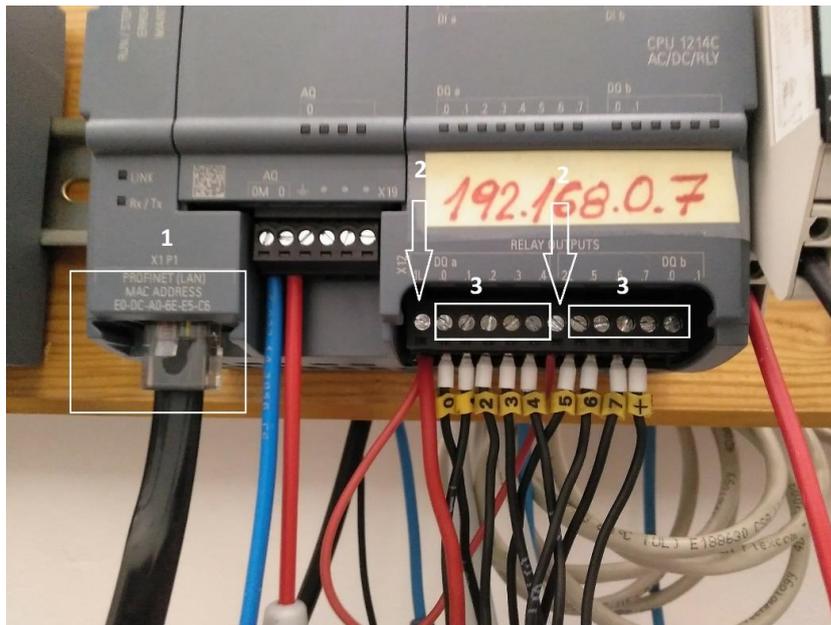


Figura 44: Conexiones del PLC parte 2

- 1: esta es la conexión de ethernet para conectar el PLC con otros dispositivos.
- 2: estas bornas se deben conectar a 24V.
- 3: estas son las salidas del PLC.



Figura 45: Conexiones ET200SP

- 1: esta es la conexión de ethernet para conectar el PLC con otros dispositivos.
- 2: esta es la alimentación de la ET: las fichas azules se ponen a 0V y las fichas rojas a 24V.
- 3: estas son las conexiones de entradas de la periferia descentralizada.
- 4: estas son las conexiones de salida de la periferia descentralizada.

15 DISEÑO Y CONFIGURACIÓN DEL PROGRAMA

Para crear el programa de control y todo lo relacionado con él se usa el programa TIA Portal de Siemens, en caso del presente proyecto la versión 14

Este programa está dividido en múltiples módulos como el Step7 que nos permite programar el PLC en si o el WinCC, que nos permite crear interfaces HMI y simularlas en el ordenador si necesidad de KTP

A mayores se han usado otros programas relacionados con TIA Portal como:

- S7 PLCSIM: permite simular el PLC con el propio ordenador. Útil para hacer una primera prueba del programa cuando el PLC no está disponible.
- PRONETA: programa que muestra los dispositivos accesibles en la red internet. Útil para detectar posibles fallos en la red.

A mayores se usan en este proyecto las librerías GSD de “motion control”.

15.1 Primeros Pasos en TIA Portal

Nada más abrir el programa aparecen una serie de opciones: si se desea comenzar un nuevo proyecto se pulsa en “crear proyecto”, se rellenan los datos necesarios y finalmente hacemos clic en “crear”.

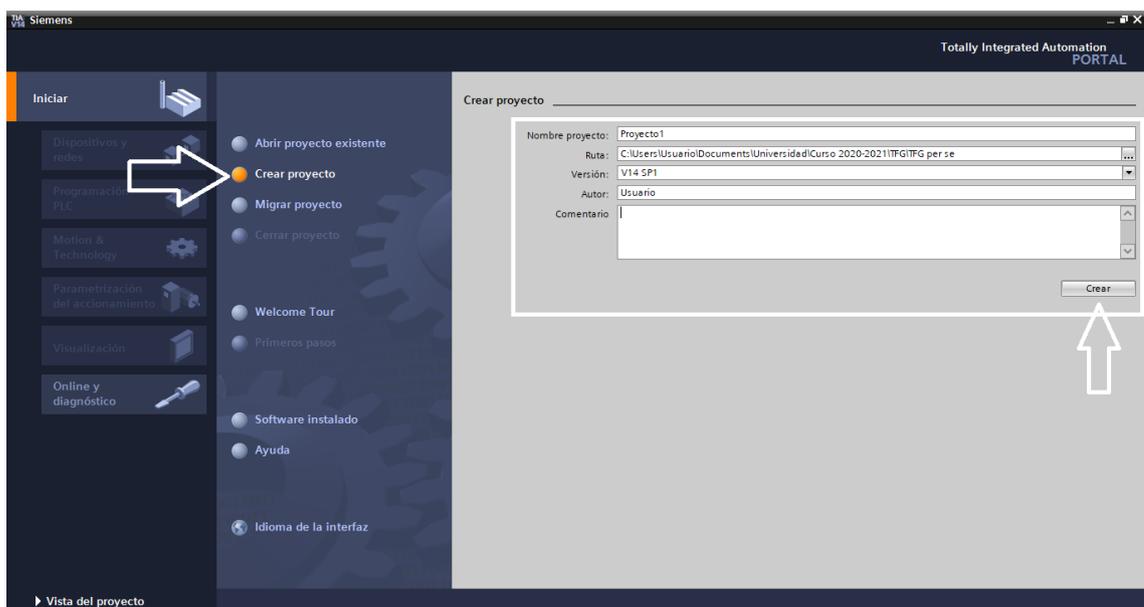


Figura 46: Crear un Proyecto en TIA Portal

Una vez creado, TIA Portal crea una carpeta en la ruta seleccionada (donde guardará todos los archivos necesarios para la creación del proyecto) y nos llevara, por defecto, a la ventana de “primeros pasos”. Aunque esta vista es usable, se recomienda usar “la vista de proyecto”.

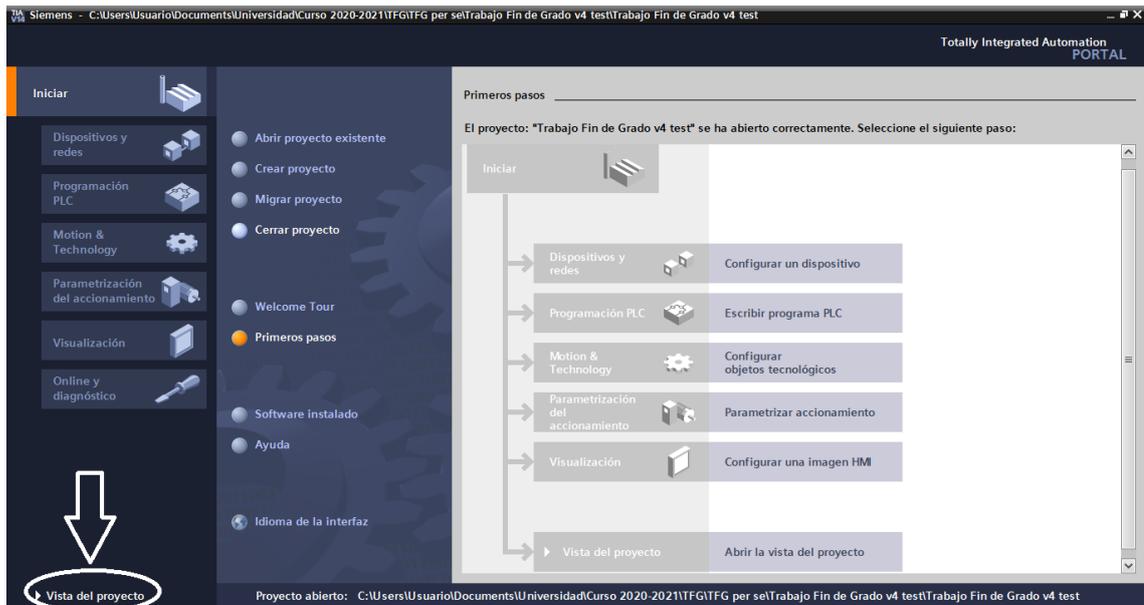


Figura 48: Abrir la vista de Proyecto

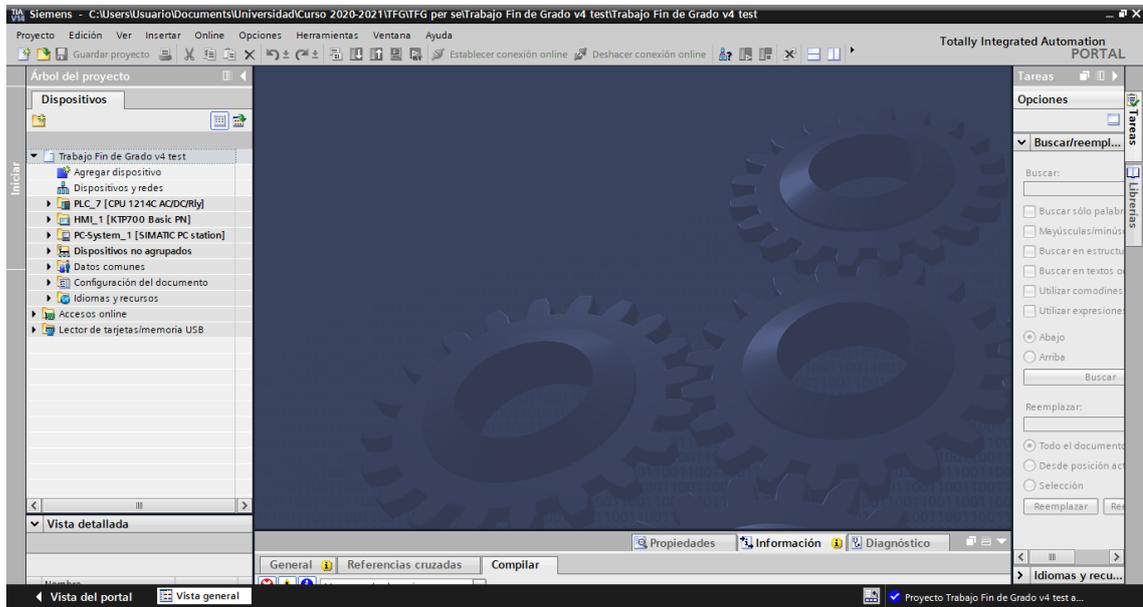


Figura 47: Ejemplo de Vista de Proyecto

Tras unos segundos aparecerá la vista de proyecto: la figura anterior es un ejemplo de vista de proyecto casi finalizado.

En caso de que sea un nuevo proyecto, es necesario añadir los dispositivos que se vayan a usar en este proyecto. Para hacerlo, se hace clic en “agregar dispositivos” para que aparezca la ventana de añadir dispositivos.

Una vez abierta, se busca el dispositivo que se desean añadir al proyecto, se hace clic en él y en aceptar: en la figura siguiente se muestra cómo se añadiría el PLC:

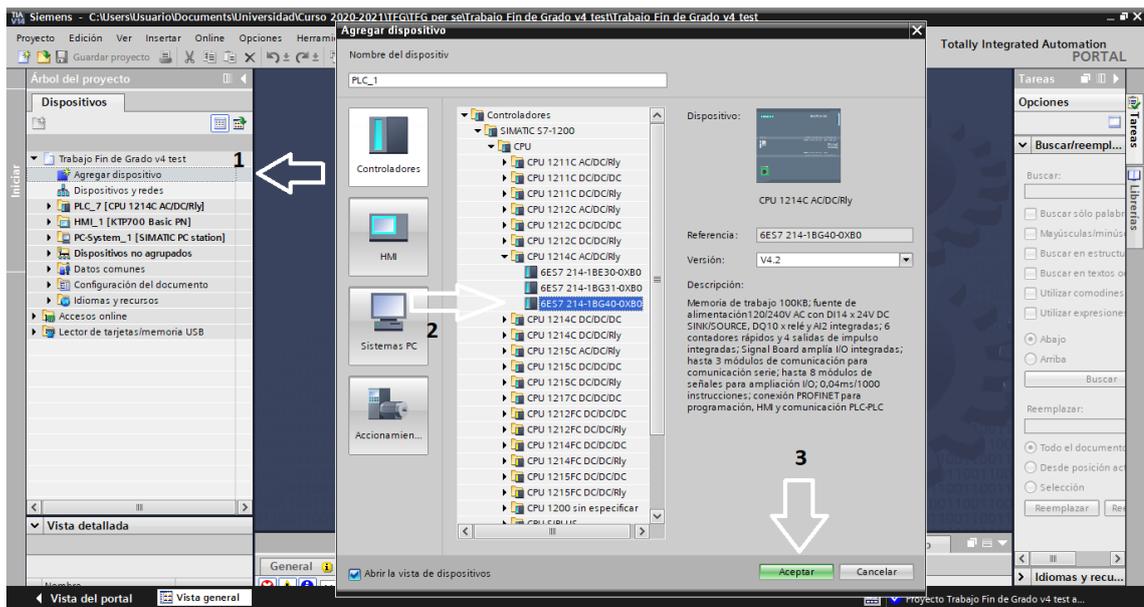


Figura 49: Agregar un Dispositivo

Se realiza el mismo procedimiento para añadir: la pantalla KTP: en “HMI”> “SIMATIC basic panel”> “7” display”> “KTP 700 Basic”> “6AV2 123-2GB03-0AX0”.

Ahora que existen dos dispositivos creados, es útil usar la vista de “dispositivos y redes” para ver los dispositivos del proyecto y sus futuras conexiones: la siguiente es la vista de redes de la versión de prueba del programa de control.

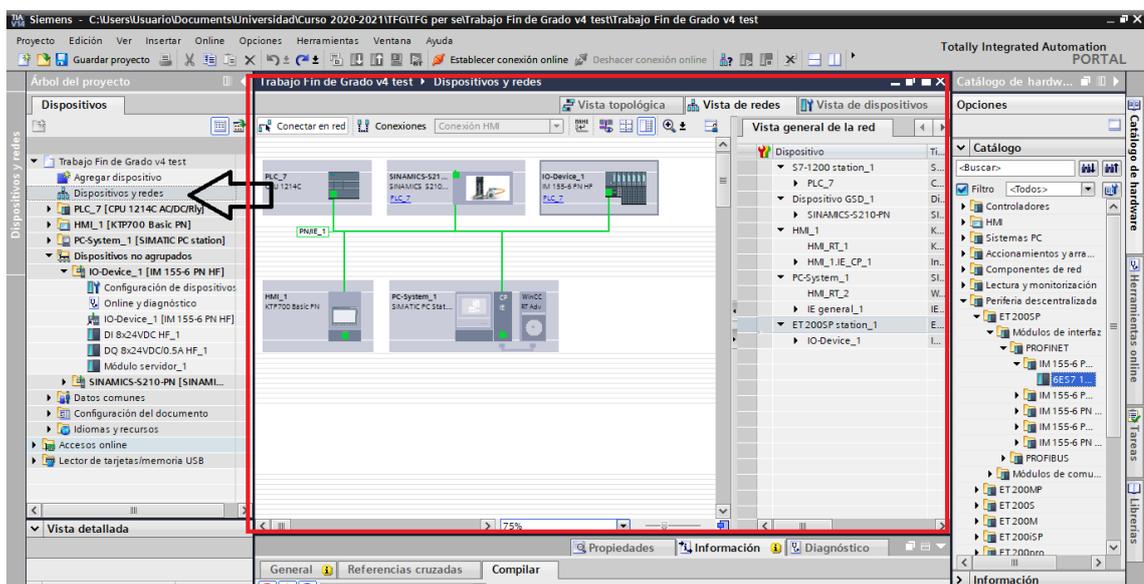


Figura 50: Vista de Redes

Además de ver las redes, conexiones, direcciones IP... se pueden añadir nuevos dispositivos: es muy cómodo especialmente porque hay dispositivos como el variador S210 o la ET que no se encuentran en la ventana de “agregar dispositivo”.

Para hacerlo, hay que fijarse en la parte derecha: en la pestaña “catálogo”. Ahí aparecen multitud de dispositivos extras, entre ellos la ET y el variador. Para añadirlos, solo hace falta hacer doble click encima del dispositivo deseado: la ET y el variador del proyecto aparecen indicados en las siguientes figuras.

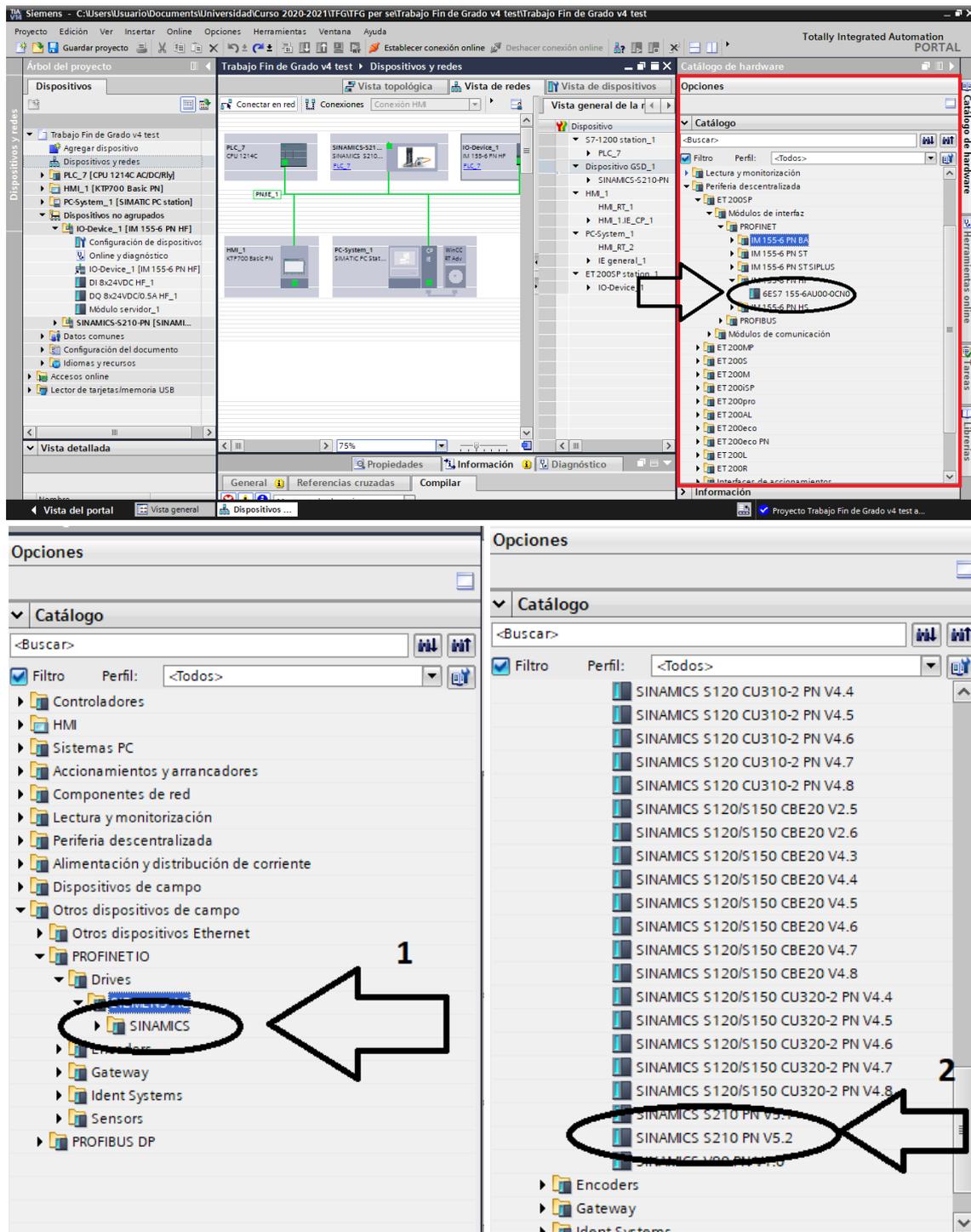
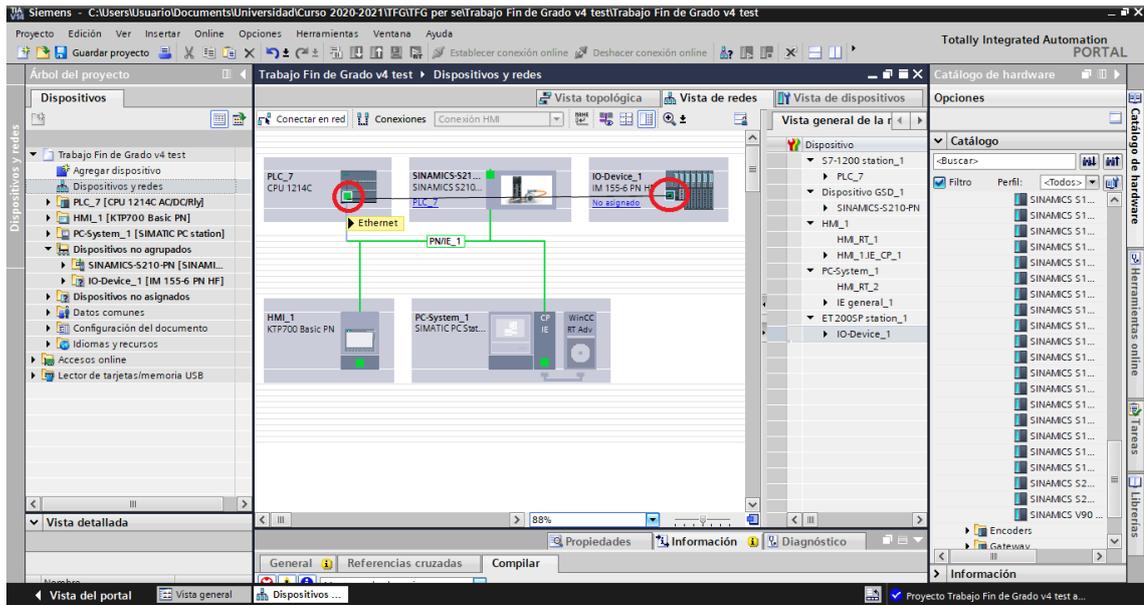


Figura 51: Agregar ET y Variador

Ahora ya están todos los dispositivos añadidos: lo siguiente es conectar todos los dispositivos. Para ello simplemente se mantiene el clic unos instantes sobre un puerto ethernet (en verde) y se arrastra la conexión hasta el dispositivo a conectar.

Se realiza esto hasta tener todos los dispositivos conectados.



Mientras, en la vista de dispositivos y redes se puede hacer doble click sobre un dispositivo para ir a la vista de dispositivos, lo que nos permitirá configurar los dispositivos y ajustarlos.

A continuación, se muestra cómo se configuran los dispositivos para el presente proyecto:

15.2 Configurar el PLC

Para configurar el PLC para el uso que se le va a dar en este proyecto es necesario hacer dos ajustes: activar las marcas de sistema y de ciclo y cambiar la dirección IP. Para hacer esto, hay que dirigirse a la pestaña de “propiedades” y a la sección “marcas de sistema y de ciclo”. En este apartado se marca las casillas de “activar la utilización del byte de marcas de sistema” y “activar la utilización del byte de marcas de ciclo”.

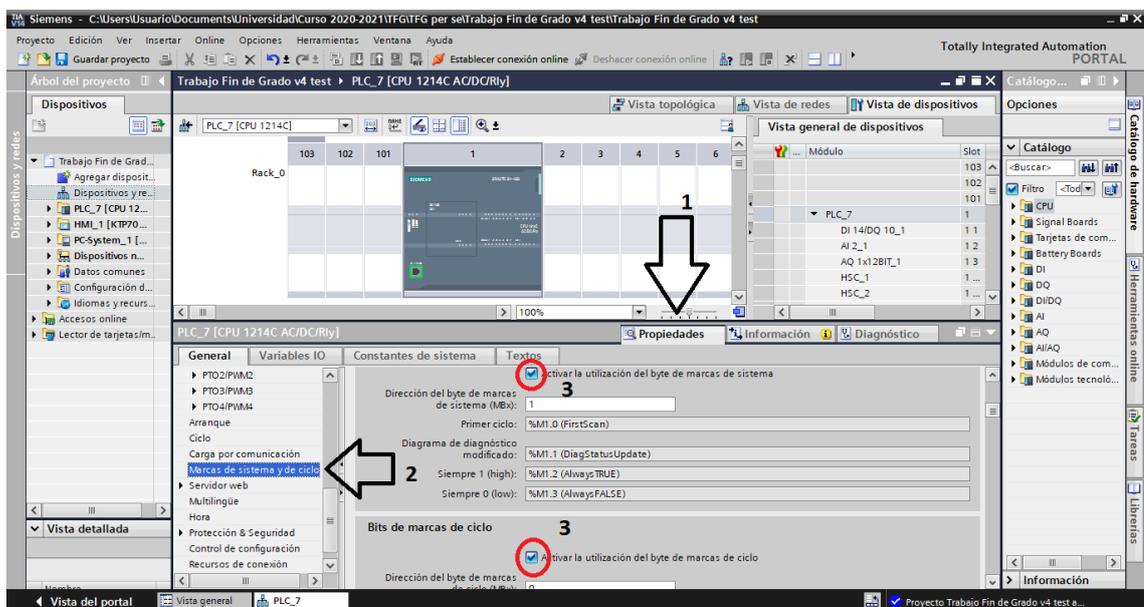


Figura 52: Agregar Marcas de Sistema y de Ciclo

Para configurar la dirección IP, hay que dirigirse al subapartado “direcciones ethernet” en la sección “interfaz PROFINET [X1]” de la pestaña propiedades.

En este apartado, se rellena el cuadro de dirección IP con la IP del dispositivo real: en el caso del presente proyecto es 192.168.0.7

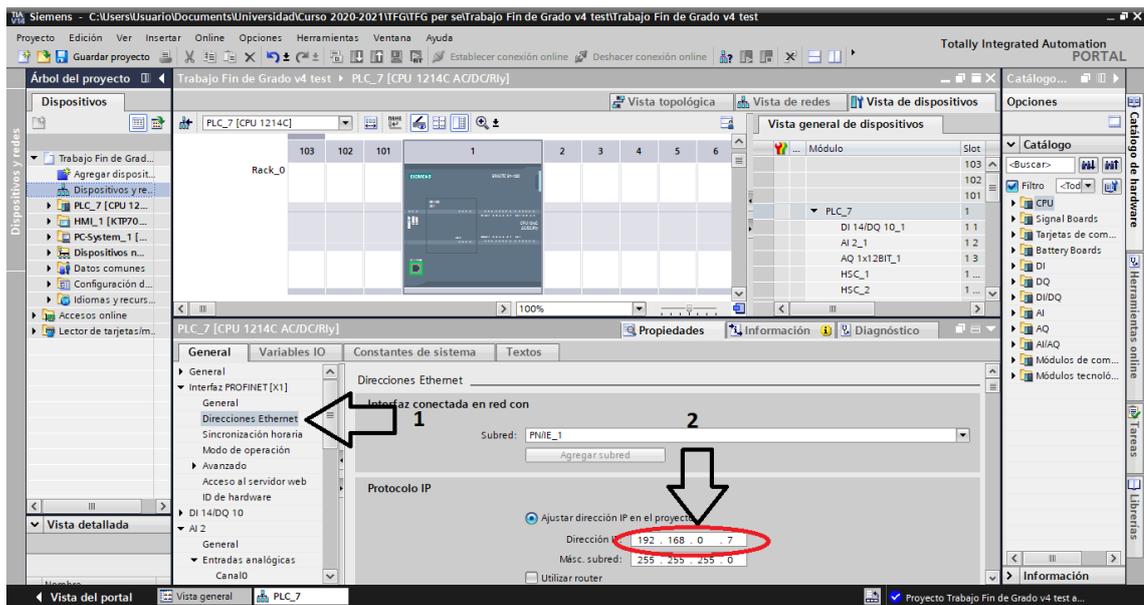


Figura 53: Cambiar Dirección IP

15.3 Configurar el Servomotor

En el servomotor, es necesario añadir un telegrama para que el variador S210 y el servomotor se comuniquen entre sí. Para ello hay que dirigirse a la sección “catálogo”, “submódulos” y se añade el “telegrama estándar 3” haciendo doble click sobre él.

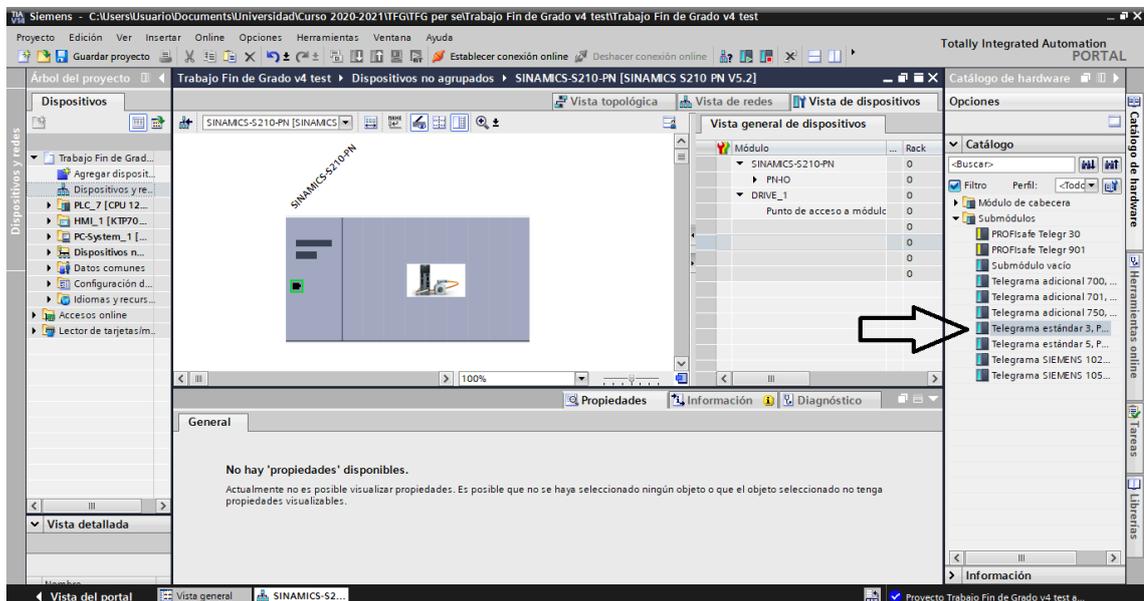


Figura 54: Agregar Telegrama 3 al Servomotor

Además, es necesario ajustar la IP del dispositivo en el proyecto de la misma forma que en el PLC.

15.4 Configurar la Periferia Descentralizada

En la periferia descentralizada es necesario añadir los módulos necesarios: para eso es necesario pinchar la posición en la que se desea colocar el módulo y seleccionarlo en la pestaña “catálogo”. Los módulos de la ET del presente proyecto y su colocación aparecen también en la siguiente figura.

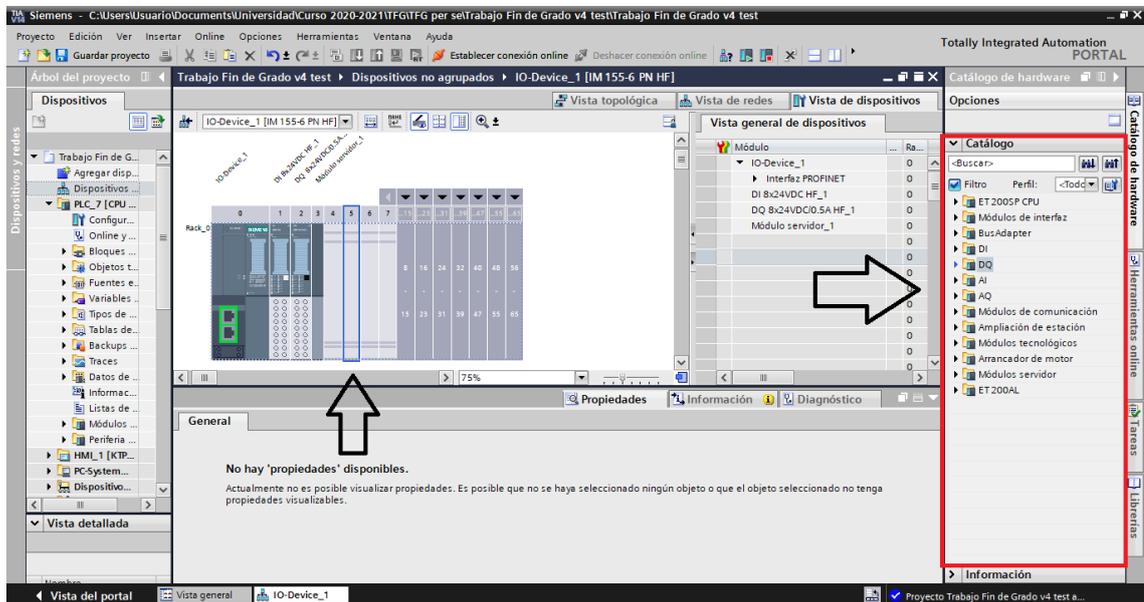


Figura 55: Agregar Módulos a la ET

También es necesario ajustar la dirección IP, al igual que en el PLC.

15.5 Configurar la Pantalla KTP

En la KTP, únicamente se necesita ajustar la dirección IP como en el resto de los dispositivos.

Una vez configurados todos los dispositivos, sería necesario crear el “objeto tecnológico eje”. Este objeto tecnológico es el encargado de designar el objeto de programación relacionado al servo, lo que permite al programa enviar ordenes al servo mediante el objeto tecnológico de manera más sencilla.

Para añadir el objeto tecnológico, hay que abrir la carpeta del PLC en el árbol de dispositivos. Una vez hecho, se abren “objetos tecnológicos” y se hace clic en agregar objeto. Tras esto nos aparecerá la ventana de objetos tecnológicos.

Seleccionamos el objeto “TO_ PoistioningAxis” y se pulsa aceptar, creando el objeto.

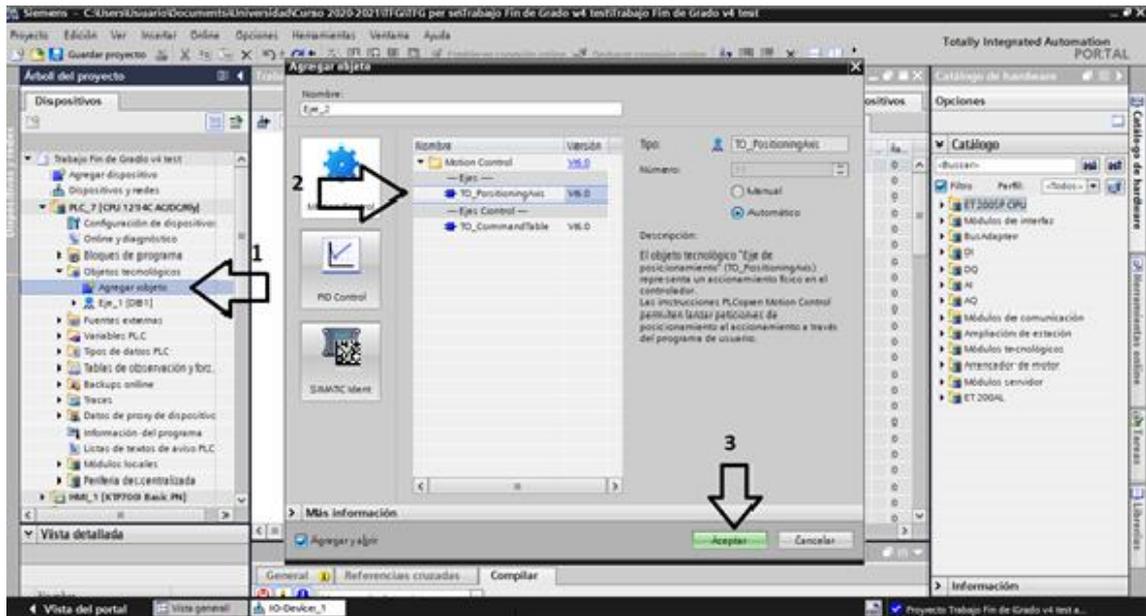


Figura 56: Crear un Objeto Tecnológico

Ahora es necesario configurar el objeto tecnológico:

Lo primero que hay que ajustar se encuentra la pestaña “general”: en ella lo único que hay que configurar es el accionamiento, marcando la casilla “PROFdrive”.

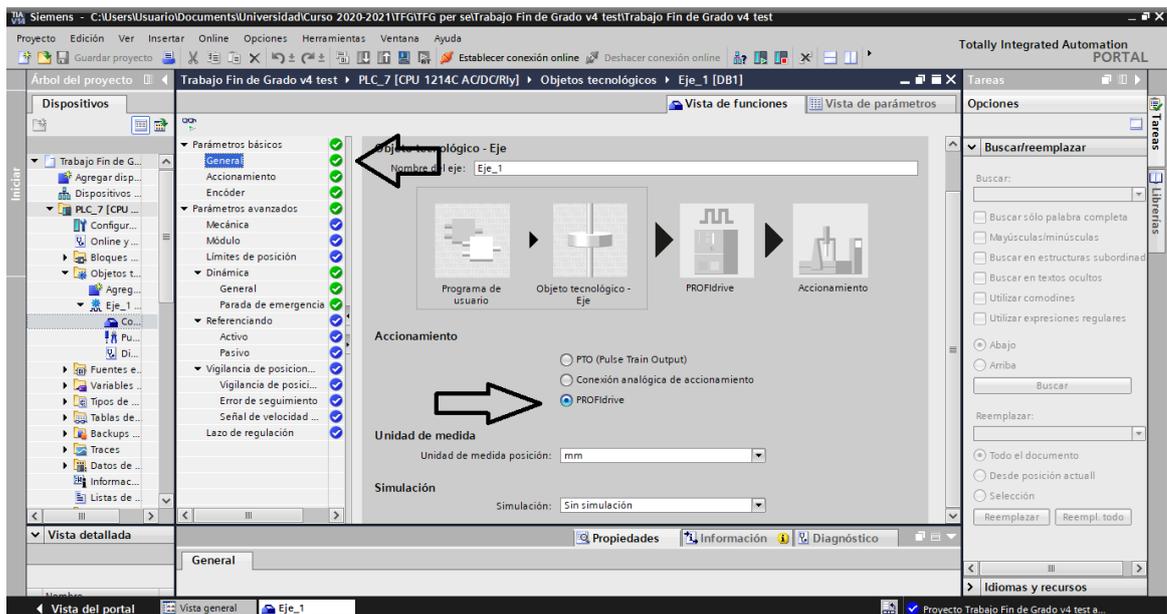


Figura 57: Configurar Accionamiento en un Objeto Tecnológico

En la “pestaña” accionamiento se selecciona el servo en la casilla “accionamiento”, tal y como aparece en la figura. A mayores, se selecciona “DP_TEL3_STANDARD”, en la opción de “trama de accionamiento”.

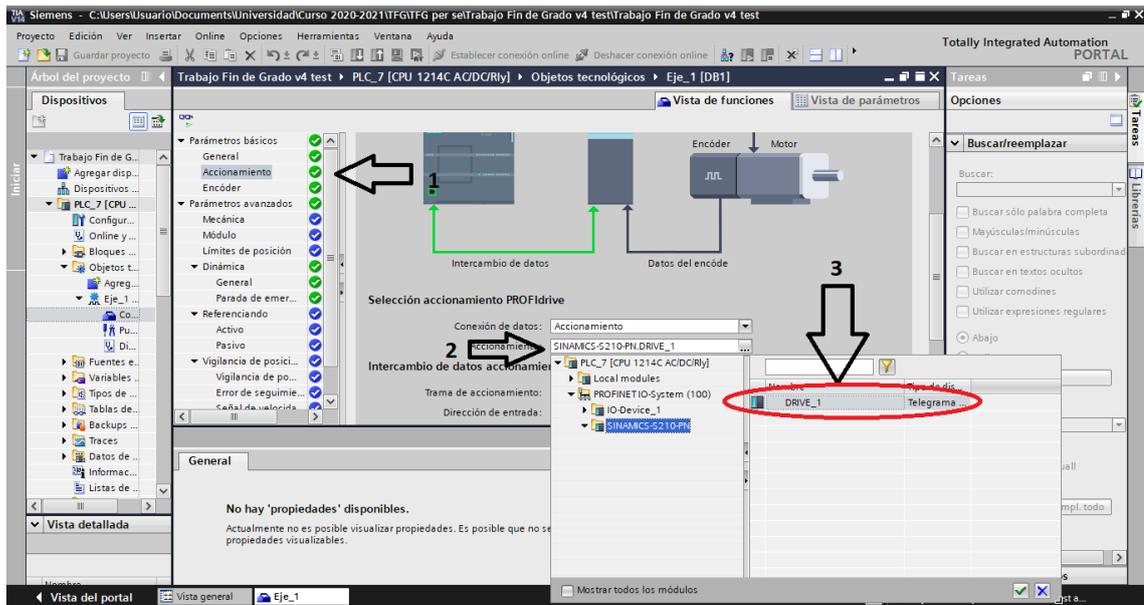


Figura 58: Configurar Trama de Accionamiento en un Objeto Tecnológico

Las últimas opciones que configurar se encuentran en la ventana “encoder”: hay que cerciorarse de que esté marcada la casilla “encoder” conectado a PROFINET/PROFIBUS” y seleccionar el “encoder” correcto en la opción “encoder PROFIdrive”.

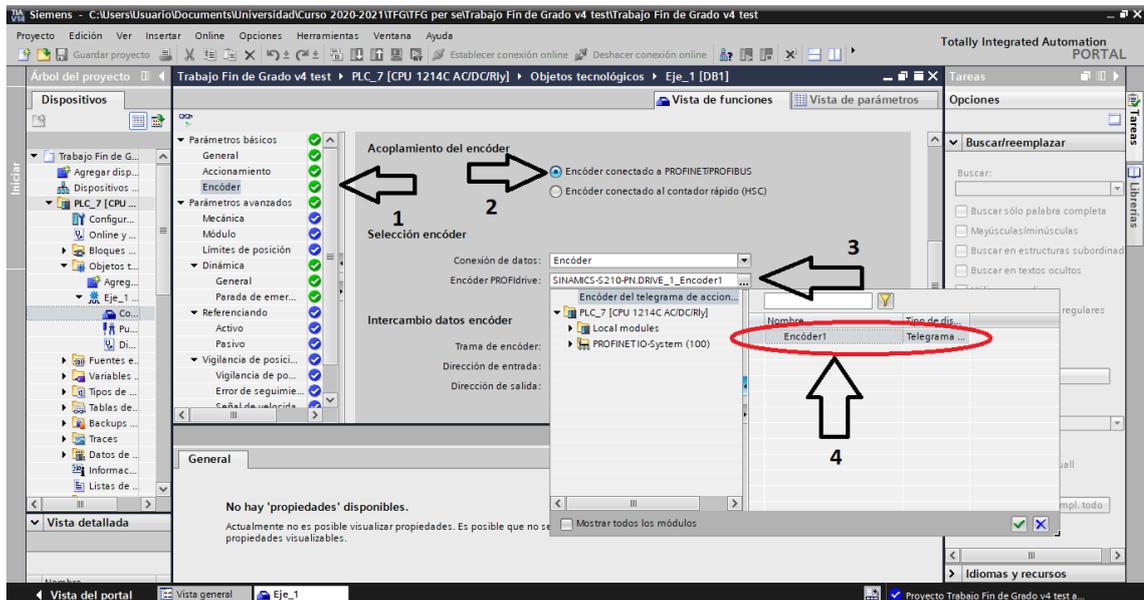


Figura 59: Configurar Encoder en un Objeto Tecnológico

Tras esto, lo último que queda es agregar las librerías de “motion control” (en caso de que no estén ya instaladas). Para ello, hay que buscar la “administra archivos de descripción de dispositivos” en la pestaña “opciones”.

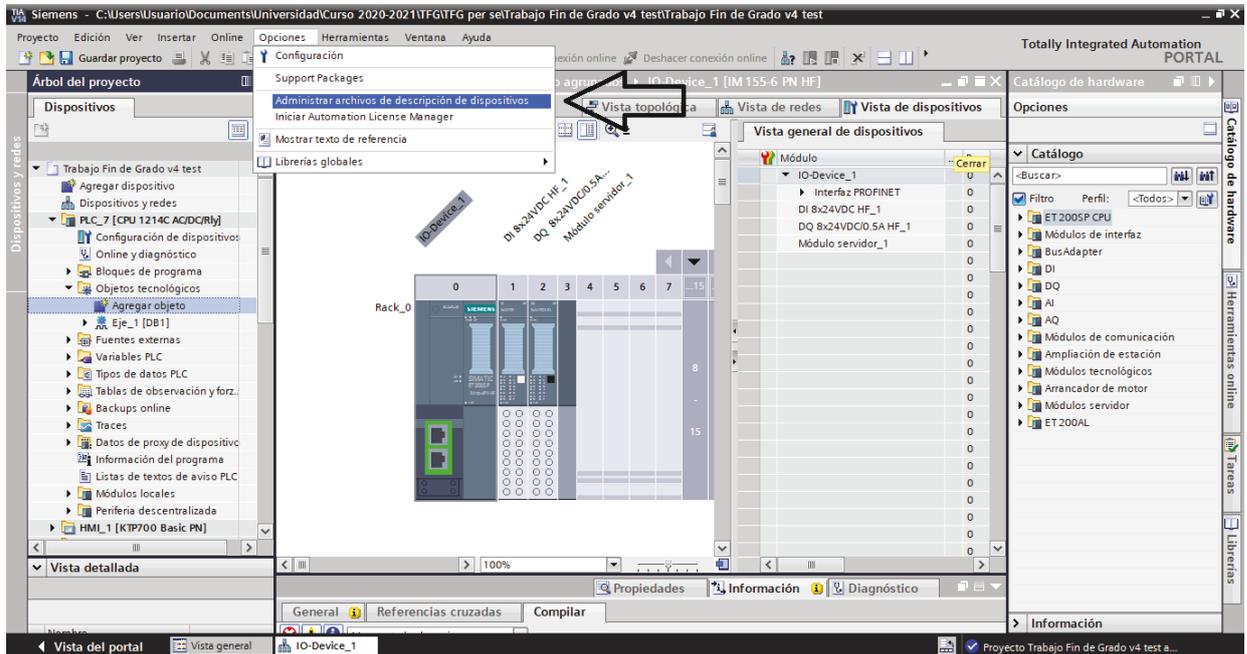


Figura 60: Administrar librerías GSD

Finalmente, lo último es crear el programa y el HMI, aspectos que se explicarán a fondo más adelante en este documento.

Como añadido, se muestra a continuación un esquema con fines aclaratorios de las conexiones red y la comunicación entre los dispositivos.

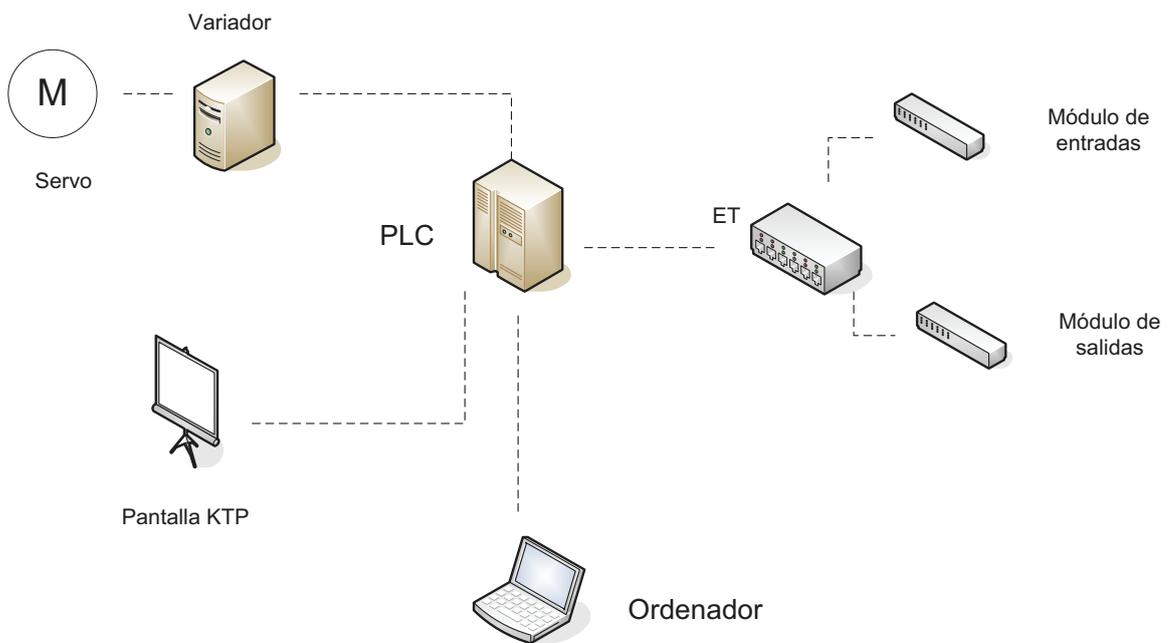


Figura 61: Esquema de las Conexiones de Red

16 MANUAL DE LA INTERFAZ HMI

Aquí se describe el funcionamiento y las diversas opciones de funcionamiento de la interfaz HMI diseñada para el proyecto.

La interfaz sirve como medio de gobernar la máquina de forma sencilla y en único panel. Se ha organizado para que sea sencilla de usar, con ciertos componentes de ergonomía y una interfaz simple, con ningún elemento que no posea función alguna.

Posee además varios elementos de seguridad, como una seta de emergencia, una alarma sonora o alertas en caso de mantenimiento. A mayores, incluye la gestión de usuarios y de permisos.

Existen tres niveles de permisos:

- Operación: es el permiso de nivel más bajo. Permite únicamente acceder a las operaciones más básicas de la máquina.
- Supervisión: permite acceder a operaciones avanzadas de la máquina y a la supervisión de esta, además de los permisos de operación.
- Administración: es el permiso de mayor nivel. A parte de todo lo anterior, tiene accesos a la gestión de usuarios.

A continuación, se comenta de forma detallada el funcionamiento de cada ventana posible en el HMI.

La primera ventana es la ventana de inicio: aparece al encender la pantalla KTP y su única función es redirigir a las demás pantallas, conocidas también como imágenes.

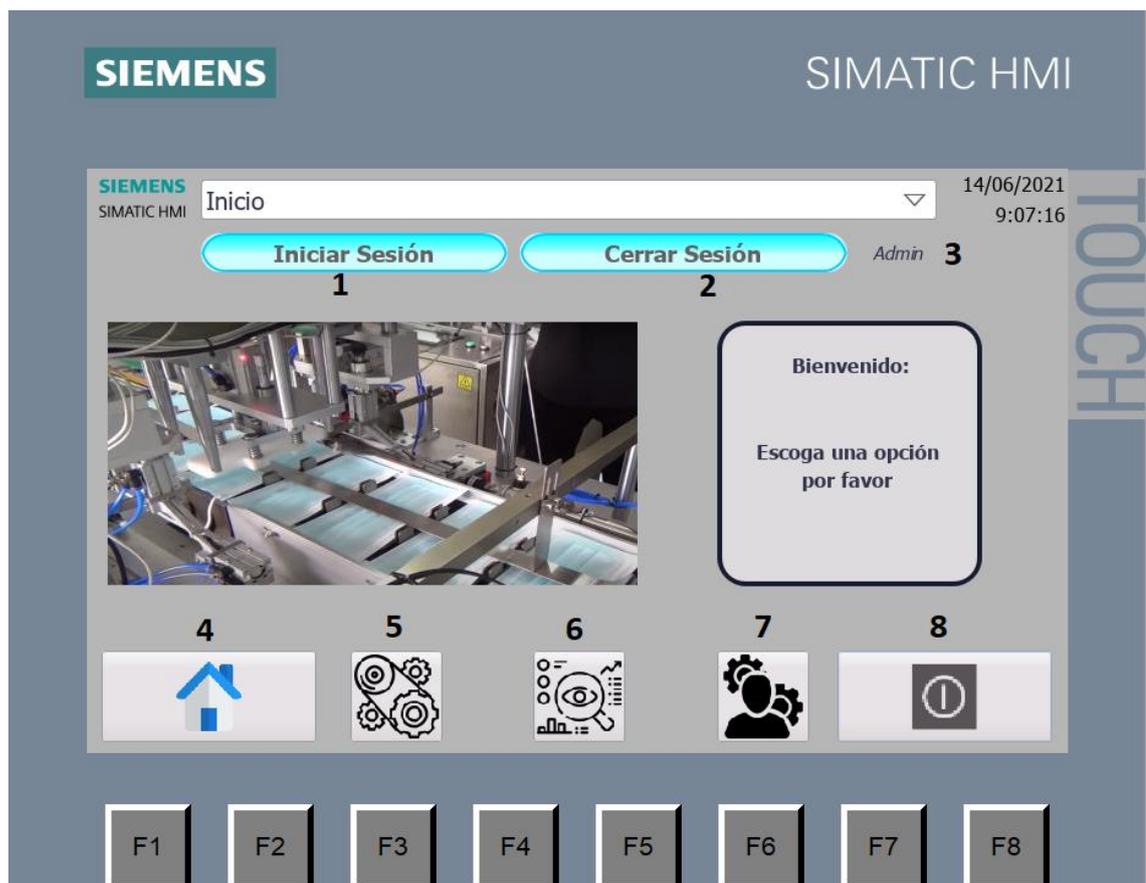


Figura 62: Ventana de Inicio del HMI

- 1-“Iniciar Sesión”: abre el menú de inicio de sesión de usuario. No requiere permisos
 - 2-“Cerrar Sesión”: cierra la sesión activa del usuario. No requiere permisos
 - 3-“Nombre de usuario”: aquí se muestra el nombre del usuario activo ahora mismo
 - 4-“Ventana de inicio”: nos lleva a la pantalla de inicio. No requiere permisos
 - 5-“Ventana de operación”: nos lleva a la pantalla de operación y funcionamiento de la máquina. No requiere ningún permiso
 - 6-“Ventana de supervisión”: nos lleva a la pantalla de supervisión de la máquina. Requiere permisos de supervisión
 - 7-“Ventana de administración”: nos lleva a la ventana de administración de usuarios. Requiere permisos de administración
 - 8-“Apagar la pantalla”: pulsando este botón se apagará la pantalla KTP
- En cuanto se pulse el botón de “Iniciar sesión” nos aparecerá el siguiente menú, donde se introducirá los datos de “login” y la contraseña.

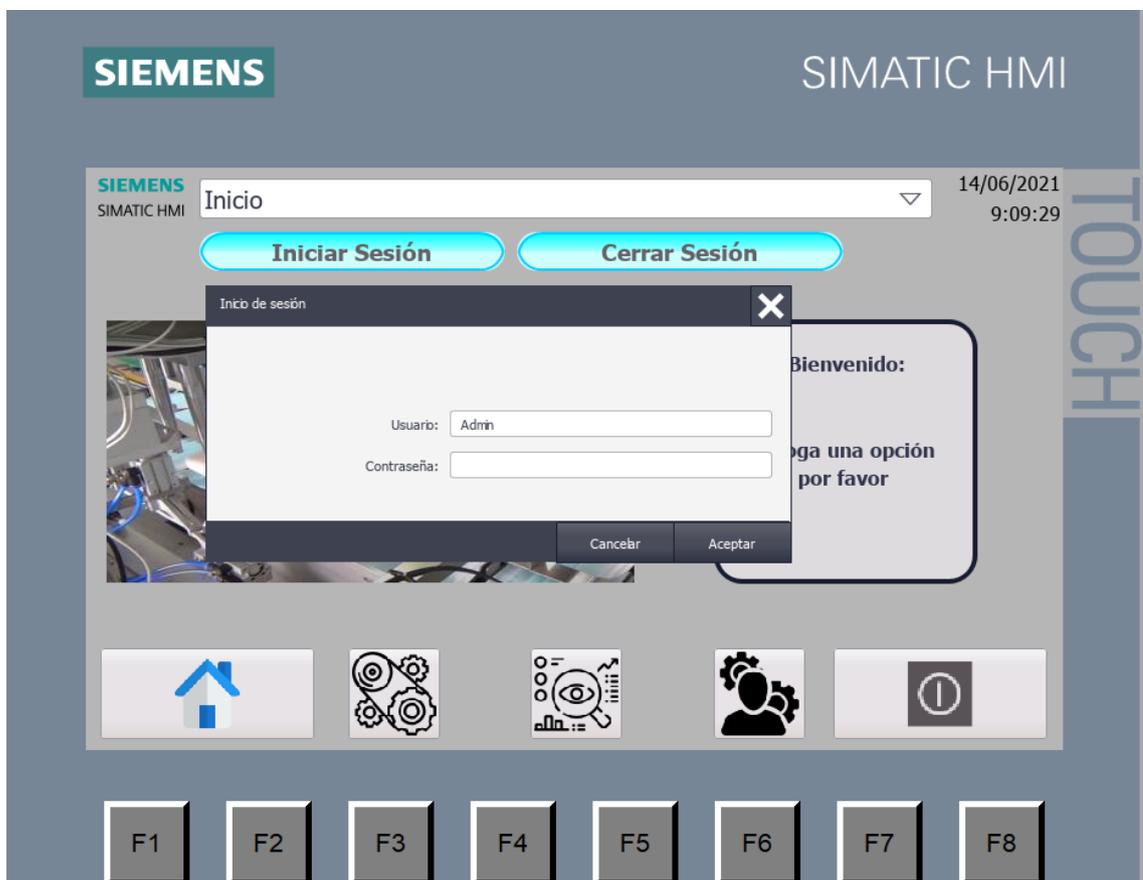


Figura 63: Ventana de Inicio de Sesión

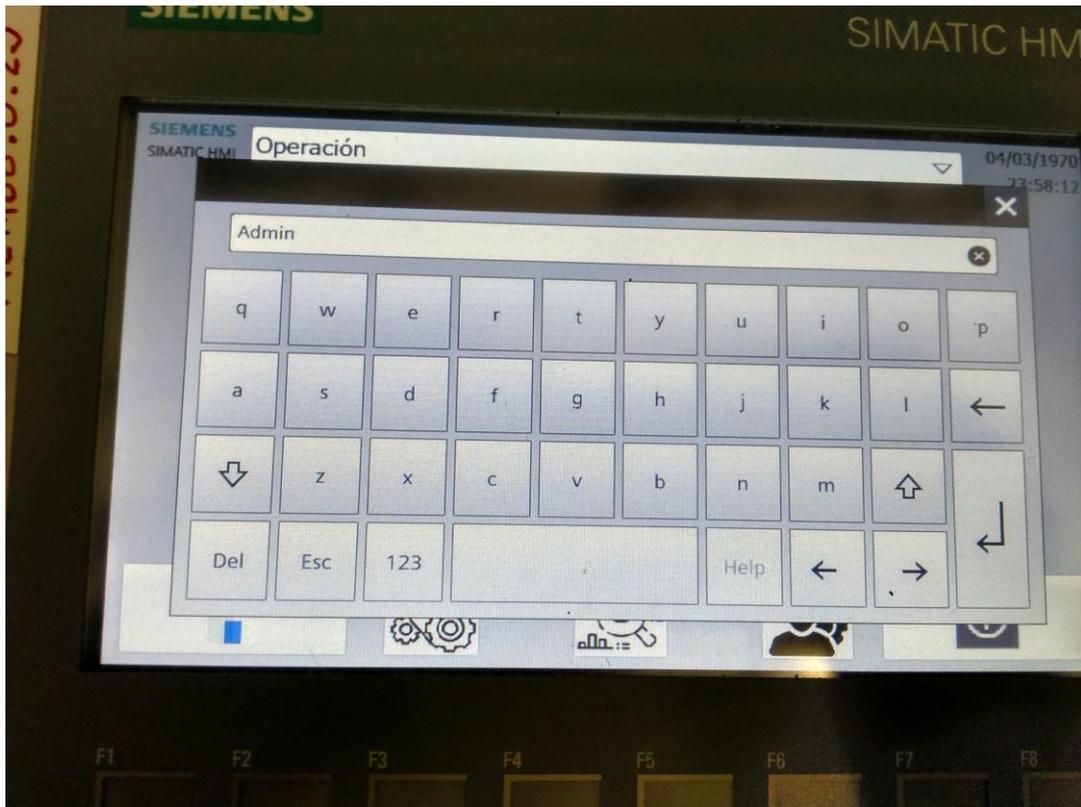


Figura 64: Introducir el Nombre de Usuario en la Pantalla KTP



Figura 65: Introducir la Contraseña en la Pantalla KTP

La siguiente pantalla es la ventana de operación: en ella se controlará el funcionamiento de la máquina y el gobierno de esta. Se puede poner en marcha la máquina, pararla o recibir información sobre el estado de funcionamiento de la máquina. La mayoría de las opciones de aquí no requieren de ningún permiso, pero existen excepciones descritas a continuación.

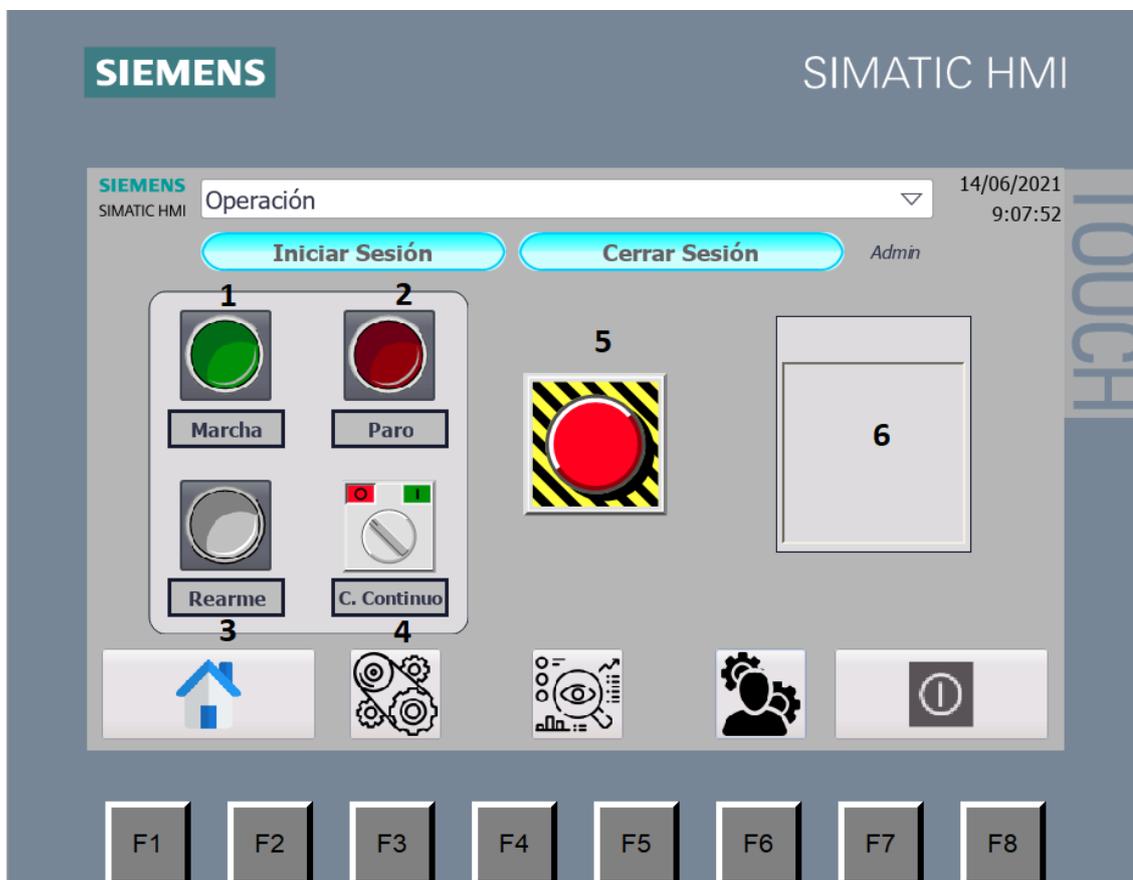


Figura 66: Ventana de Operación

1-“Pulsador de marcha”: pone en funcionamiento el sistema, siempre y cuando se encuentre en las condiciones iniciales.

2-“Pulsador de paro”: para la máquina en su estado actual, permitiendo después continuar el proceso en el punto donde lo dejo o rearmar la máquina.

3-“Pulsador de rearme”: activar este pulsador llevará la máquina a sus condiciones iniciales, permitiendo reiniciar el proceso. Debido a la posibilidad de que alguna parte de la máquina este atascada, se ha considerado que el rearme solo lo puede realizar una persona con los permisos de supervisión.

4-“Interruptor de ciclo continuo”: cuando este interruptor esté activado, la máquina realizara un ciclo tras otro, continuamente y de forma indefinida. Si el interruptor esta desactivado, la máquina solo realizará un ciclo; tras ello es necesario pulsar el botón de marcha de nuevo.

5-“Interruptor de emergencia”: al pulsar este interruptor (al igual que con la seta de emergencia física), la máquina se parará y se desactivará, a la vez que suena una alarma sonora que avisa de la importancia de la situación. Para continuar la operación es necesario “desenclavar” la seta (tras resolver el problema) y realizar un rearme obligatorio.

6-“Ventana de estado”: en esta ventana aparece información en forma de texto e imagen sobre el funcionamiento del sistema. La información que muestra esta ventana aparece a continuación. El rearme necesario y la emergencia, a mayores, tienen un parpadeo para captar la atención del operario con más facilidad.

1	
2	
3	
4	
5	
Entrada predete..	

1	Marcha
2	Parada
3	Rearmando
4	Rearme necesario
5	EMERGENCIA
Entrada predete..	

Figura 67: Imágenes y Textos de la Ventana de Estado

A continuación, se muestran ejemplos de esta pantalla en varios casos de funcionamiento de la máquina:



Figura 68: Máquina en Condición de Marcha



Figura 69: Máquina Rearmando



Figura 70: Máquina Parada



Figura 71: Máquina Parada por la Seta de Emergencia

La siguiente ventana de la interfaz HMI del proyecto se trata de la ventana de supervisión: en esta se realizan tareas más avanzadas, como referenciar el servomotor de la máquina o conocer el tiempo de funcionamiento del prototipo. Como se describió antes, para acceder a esta pantalla son necesarios permisos de supervisión.

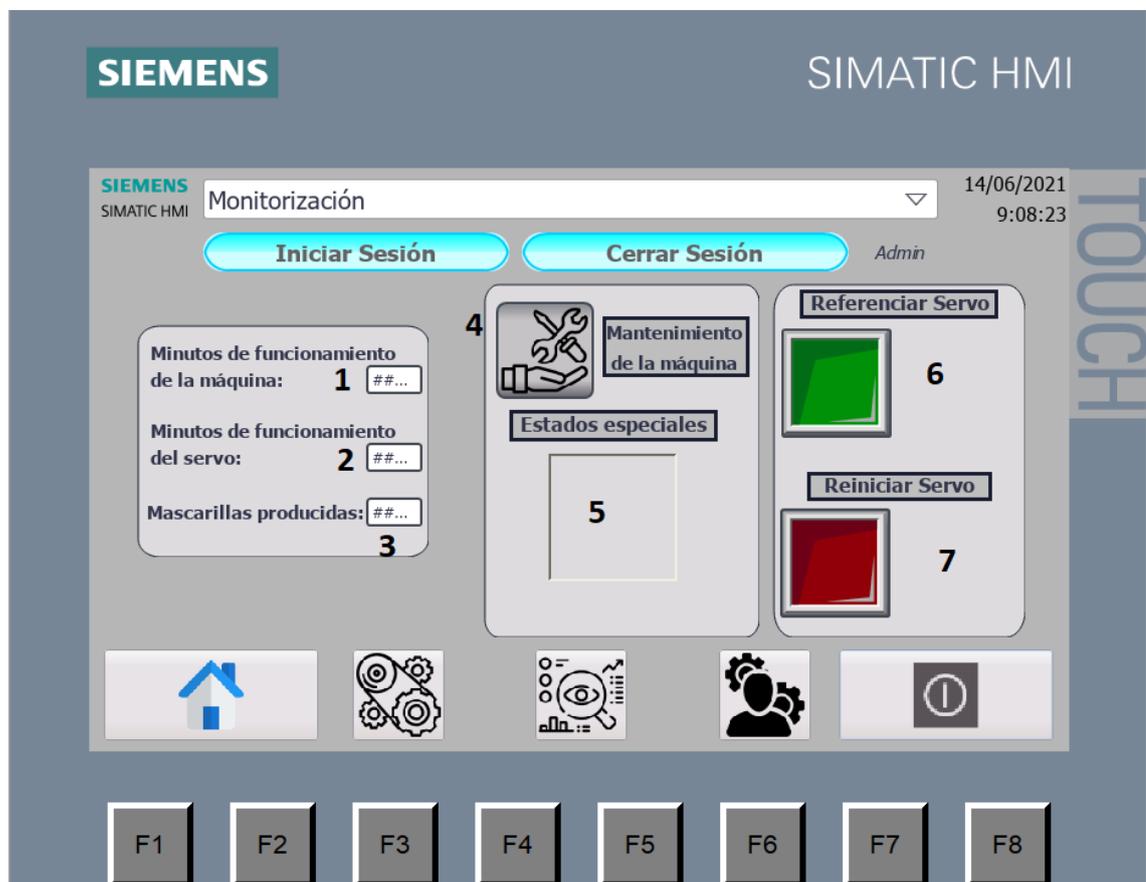


Figura 72: Ventana de Supervisión

1-“Minutos de funcionamiento de la máquina”: como indica el nombre, nos muestra los minutos de funcionamiento de la máquina para planificar su mantenimiento.

2-“Minutos de funcionamiento del servo”: indica cuanto minutos de funcionamiento tiene el servo.

3-“Mascarillas producidas”: nos indica cuantos ciclos se han completado (y, por lo tanto, cuantas mascarillas se han producido).

4-“Botón de mantenimiento”: cuando se realice el mantenimiento de la máquina se debe pulsar este botón, para así reiniciar el tiempo de funcionamiento a cero. Para evitar que se pulse de forma accidental, son necesario permisos de administración para pulsar este botón.

5-“Ventana de estados especiales”: de forma similar a la “Ventana de estado” de la ventana de operación, muestra estados especiales de la máquina: si el servo tiene algún error o si es necesario mantener la máquina.

6-“Botón de referenciado del servo”: con este botón se referencia el servo y así se ajusta su posición inicial. Es altamente recomendable pulsar esto antes de poner en marcha la máquina o en caso de que aparezca la alerta de “Error en Servo”.

7-“Botón de reiniciado del servo”: con este error se reinicia el servomotor, eliminando cualquier posible error que tuviera.

0	
1	
2	
Entrada predete..	

0	
1	Mantener maquina
2	Error en Servo
Entrada predete..	

Figura 73: Imágenes y Textos de la Ventana de Estados Especiales

A continuación, se muestra un ejemplo de lo que mostraría la máquina en caso de que el mantenimiento sea recomendable:

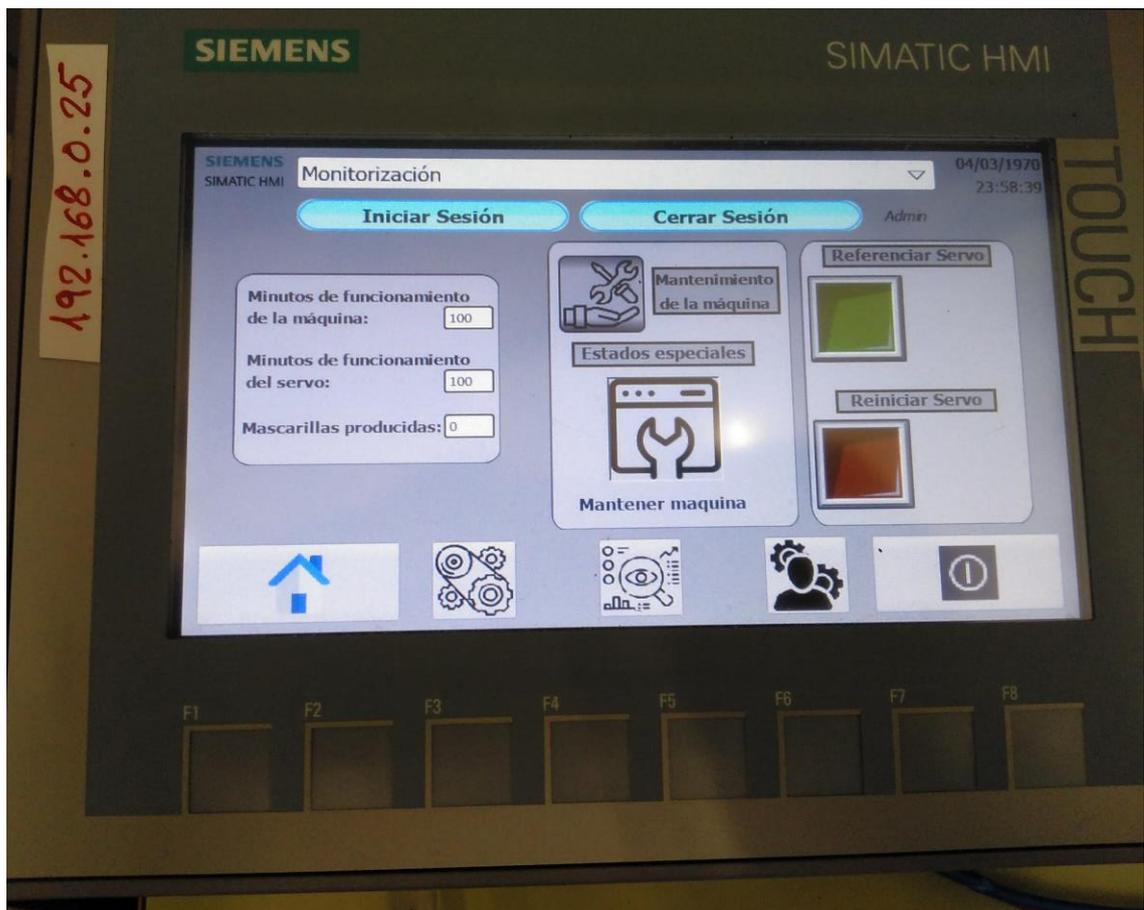


Figura 74: Ejemplo de Aviso de Mantenimiento

La última ventana es la de administración de usuarios. Para acceder a ella es necesario tener permisos de administración y su única opción es la administración de usuarios. En ella se pueden agregar usuarios, cambiar permisos, cambiar contraseñas, etc...

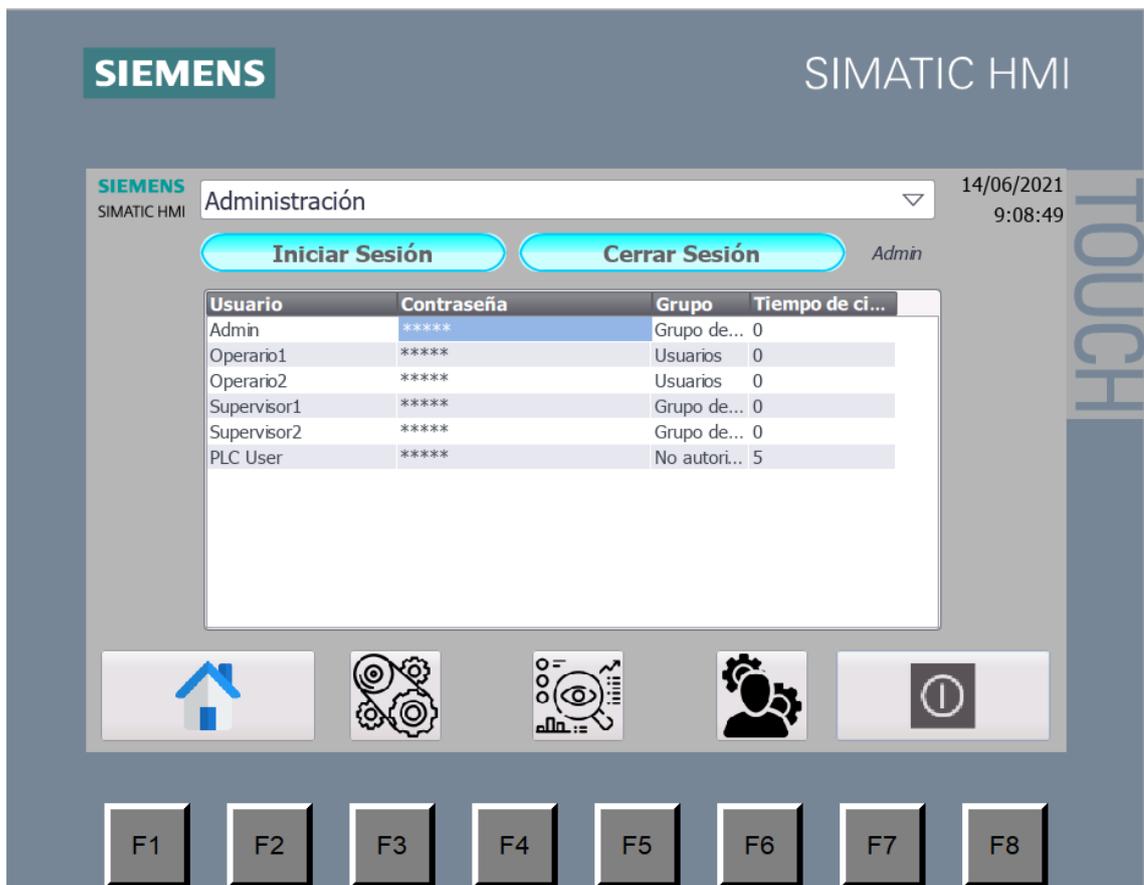


Figura 75: Ventana de Administración de Usuarios

En caso de que, por ejemplo, sea necesario cambiar una contraseña, solo sería necesario pulsar sobre la contraseña que se desea cambiar. Tras eso, nos aparecería la siguiente ventana, en la que se introduce la nueva contraseña.

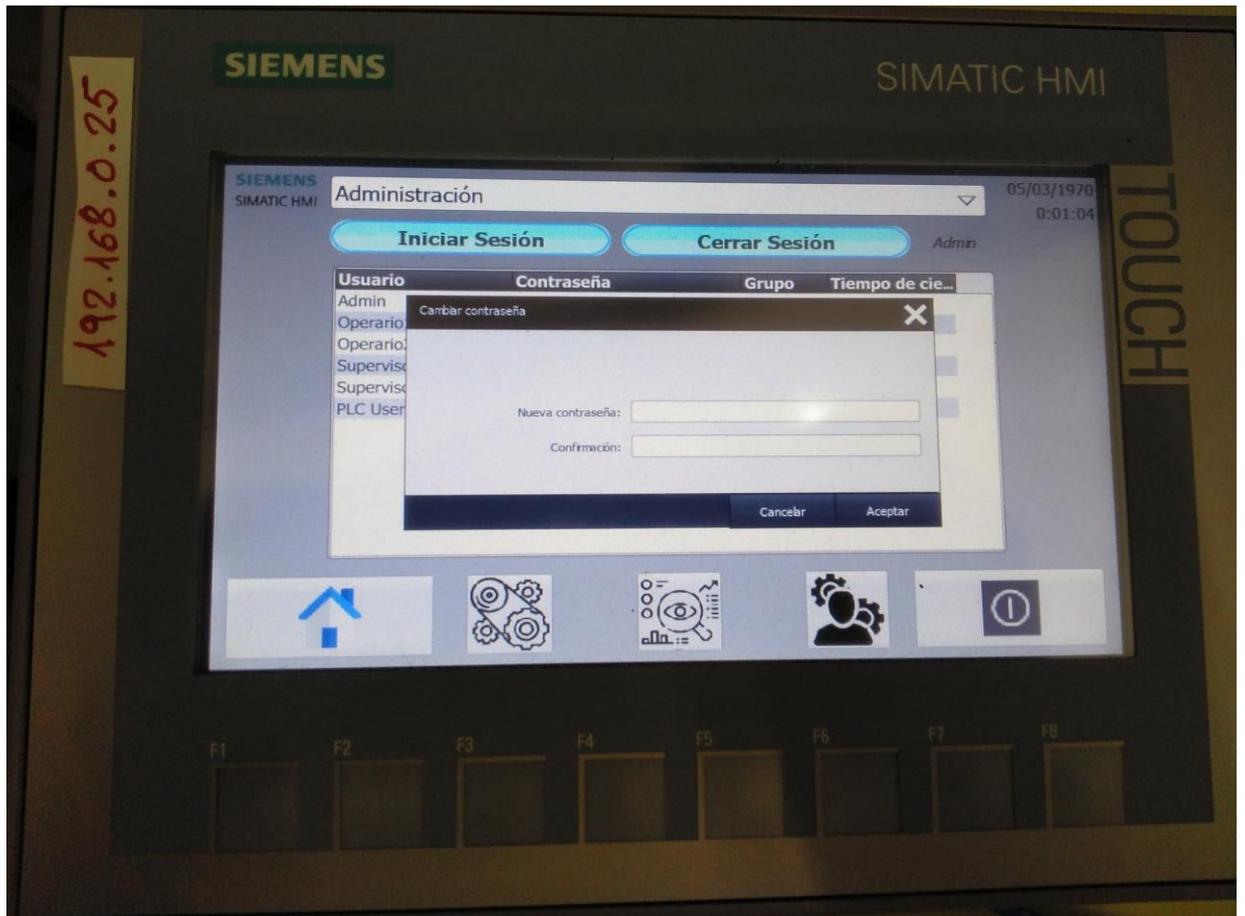


Figura 76: Ventana de Cambio de Contraseña

Fdo. Daniel García Muñiz
Ferrol, Julio del 2021



UNIVERSIDADE DA CORUÑA



Escola Politécnica Superior

**TRABAJO FIN DE GRADO
CURSO 2020/2021**

*DISEÑO Y SIMULACIÓN DE UN SISTEMA
ELECTRONEUMÁTICO PARA LA FABRICACIÓN
DE MASCARILLAS QUIRÚRGICAS*

Grado en Ingeniería Mecánica

ANEXOS A LA MEMORIA

ÍNDICE DE ANEXOS

1 Anexo 1: Funcionamiento del Programa de Control.....	82
2 Anexo 2: Documentación técnica	110
2.1 Documentación técnica del PLC S7-1200.....	110
2.2 Documentación técnica del Variador SINAMICS S210	116
2.3 Documentación técnica de la Periferia Descentralizada ET200SP	118
2.4 Documentación técnica del Servomotor SIMOTICS S-1FK2 HD	121
2.5 Documentación técnica de la Pantalla KTP 700 Basic Panel	126
2.6 Documentación técnica del Actuador Rotativo DSM.....	133
2.7 Documentación técnica de los Cilindros DSNU	136
2.8 Documentación técnica de las Electroválvulas VUVG	141
2.9 Documentación técnica de las Pinzas Paralelas DHPC.....	142

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 76: Ventana de Cambio de Contraseña.....	75
Figura 77: Diagrama GRAFCET de Nivel 2 que sigue la Máquina.....	82
Figura 78: Ver Tabla de Variables en TIA Portal.....	83
Figura 79: Segmento del Programa. Condiciones Iniciales.....	87
Figura 80: Segmento del Programa. Condición de marcha.....	87
Figura 81: Segmento del Programa. Condición de Paro.....	87
Figura 82: Segmento del Programa. Condición de Rearme.....	88
Figura 83: Segmento del Programa. Reinicio de la Condición de Rearme.....	88
Figura 84: Segmento del Programa. Condición de Emergencia.....	89
Figura 85: Segmento del Programa. Activar Etapa 1.....	89
Figura 86: Segmento del Programa. Activar Etapa 2.....	90
Figura 87: Segmento del Programa. Activar Etapa 3.....	90
Figura 88: Segmento del Programa. Activar Etapa 4.....	90
Figura 89: Segmento del Programa. Activar Etapa 5.....	91
Figura 90: Segmento del Programa. Activar Etapa 6 y 7.....	91
Figura 91: Segmento del Programa. Activar Etapa 8 y 9.....	92
Figura 92: Segmento del Programa. Activar Etapa 10 y 12.....	92
Figura 93: Segmento del Programa. Activar Etapa 11.....	93
Figura 94: Segmento del Programa. Activar Etapa 13.....	93
Figura 95: Segmento del Programa. Activar Etapa 14.....	93
Figura 96: Segmento del Programa. Activar Etapa 15 y 17.....	94
Figura 97: Segmento del Programa. Activar Etapa 16.....	94
Figura 98: Segmento del Programa. Activar Etapa 18 y 20.....	95
Figura 99: Segmento del Programa. Activar Etapa 19.....	95
Figura 100: Segmento del Programa. Fin de Ciclo.....	96
Figura 101: Segmento del Programa. Control de la Válvula de Aire.....	97
Figura 102: Segmento del Programa. Control del Cilindro A.....	97
Figura 103: Segmento del Programa. Control del Cilindro B.....	98
Figura 104: Segmento del Programa. Control del Cilindro C.....	98
Figura 105: Segmento del Programa. Control del Cilindro D.....	99
Figura 106: Segmento del Programa. Avance del Cilindro G.....	99
Figura 107: Segmento del Programa. Retroceso del Cilindro G.....	100
Figura 108: Segmento del Programa. Avance del Cilindro E.....	100
Figura 109: Segmento del Programa. Retroceso del Cilindro E.....	100
Figura 110: Segmento del Programa. Control del Cilindro F.....	101
Figura 111: Segmento del Programa. Encendido del Servo.....	101

Figura 112: Segmento del Programa. Reiniciado del Servo.....	102
Figura 113: Segmento del Programa. Referenciado del Servo	102
Figura 114: Segmento del Programa. Movimiento del Servo	103
Figura 115: Segmento del Programa. "Jog" del Servo	103
Figura 116: Segmento del Programa. Temporizador de 1 Hz	104
Figura 117: Segmento del Programa. Tiempo en Marcha de la Máquina	104
Figura 118: Segmento del Programa. Tiempo en Funcionamiento del Servo	105
Figura 119: Segmento del Programa. Convertir Segundos a Minutos	105
Figura 120: Segmento del Programa. Reinicio Condiciones de Mantenimiento ..	106
Figura 121: Segmento del Programa. Control del Referenciado	107
Figura 122: Segmento del Programa. Numeración de la Condiciones	108
Figura 123: Segmento del Programa. Numeración de los Estado Especiales	109
Figura 124: Documentación técnica del PLC S7-1200 parte 1.....	110
Figura 125: Documentación técnica del PLC S7-1200 parte 2.....	111
Figura 126: Documentación técnica del PLC S7-1200 parte 3.....	112
Figura 127: Documentación técnica del PLC S7-1200 parte 4.....	113
Figura 128: Documentación técnica del PLC S7-1200 parte 5.....	114
Figura 129: Documentación técnica del PLC S7-1200 parte 6.....	115
Figura 130: Documentación técnica variador S210 parte 1.....	116
Figura 131: Documentación técnica variador S210 parte 2.....	117
Figura 132: Documentación Técnica ET200SP parte 1	118
Figura 133: Documentación técnica ET200SP parte 2	119
Figura 134: Documentación técnica ET200SP parte 3	120
Figura 135: Documentación Técnica del Servo SIMOTICS S-1FK2 HD parte 1 .	121
Figura 136: Documentación Técnica del Servo SIMOTICS S-1FK2 HD parte 2 .	122
Figura 137: Documentación Técnica del Servo SIMOTICS S-1FK2 HD parte 3 .	123
Figura 138: Documentación Técnica del Servo SIMOTICS S-1FK2 HD parte 4 .	124
Figura 139: Documentación Técnica del Servo SIMOTICS S-1FK2 HD parte 5 .	125
Figura 140: Documentación técnica de la Pantalla KTP 700 Basic parte 1	126
Figura 141: Documentación técnica de la Pantalla KTP 700 Basic parte 2.....	127
Figura 142: Documentación técnica de la Pantalla KTP 700 Basic parte 3.....	128
Figura 143: Documentación técnica de la Pantalla KTP 700 Basic parte 4.....	129
Figura 144: Documentación técnica de la Pantalla KTP 700 Basic parte 5.....	130
Figura 145: Documentación técnica de la Pantalla KTP 700 Basic parte 6.....	131
Figura 146: Documentación técnica de la Pantalla KTP 700 Basic parte 7.....	132
Figura 147: Documentación técnica del Actuador Rotativo DSM parte 1	133
Figura 148: Documentación técnica del Actuador Rotativo DSM parte 2	134

Figura 149: Documentación técnica del Actuador Rotativo DSM parte 3	135
Figura 150: Documentación técnica de los Cilindros DSNU parte 1	136
Figura 151: Documentación técnica de los Cilindros DSNU parte 2	137
Figura 152: Documentación técnica de los Cilindros DSNU parte 3	138
Figura 153: Documentación técnica de los Cilindros DSNU parte 4	139
Figura 154: Documentación técnica de los Cilindros DSNU parte 5	140
Figura 155: Documentación Técnica de las Electroválvulas VUVG	141
Figura 156: Documentación técnica de las Pinzas Paralelas DHPC parte 1	142
Figura 157: Documentación técnica de las Pinzas Paralelas DHPC parte 2	143
Figura 158: Documentación técnica de las Pinzas Paralelas DHPC parte 3	144
Figura 159: Documentación técnica de las Pinzas Paralelas DHPC parte 4	145
Figura 160: Documentación técnica de las Pinzas Paralelas DHPC parte 5	146
Figura 161: Documentación técnica de las Pinzas Paralelas DHPC parte 6	147

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Variables de Entrada	84
Tabla 2: Variables de Salida	84
Tabla 3: Marcas del Programa	86
Tabla 4: Marcas del Sistema	86

1 ANEXO 1: FUNCIONAMIENTO DEL PROGRAMA DE CONTROL

En este apartado se explica y comenta el funcionamiento del programa en el PLC del proyecto. El programa está escrito en lenguaje KOP, un lenguaje de programación muy sencillo en el que, a grandes rasgos y salvando las distancias, se usan contactos normalmente abiertos o cerrados que pueden ser activados y desactivados por otras variables.

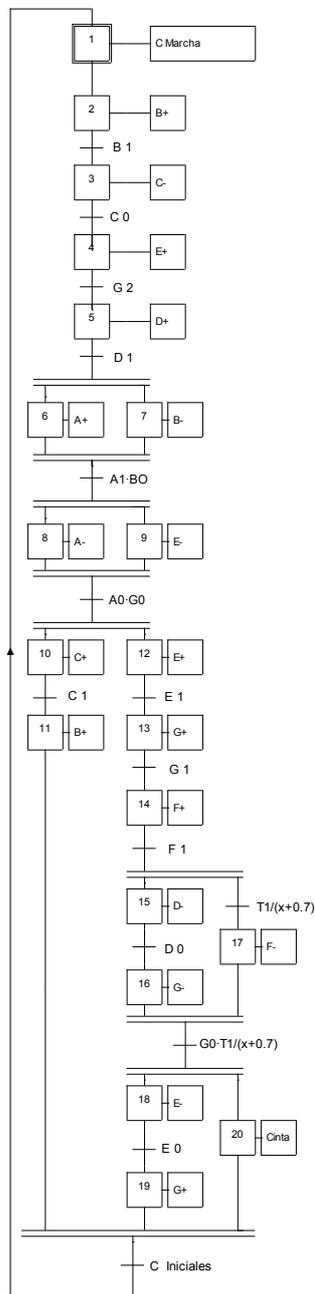


Figura 77: Diagrama GRAFCET de Nivel 2 que sigue la Máquina

En primera instancia, se nombran las distintas variables que se usan en el programa. Estas variables se encuentran en el apartado “tabla de variables estándar” en TIA portal.

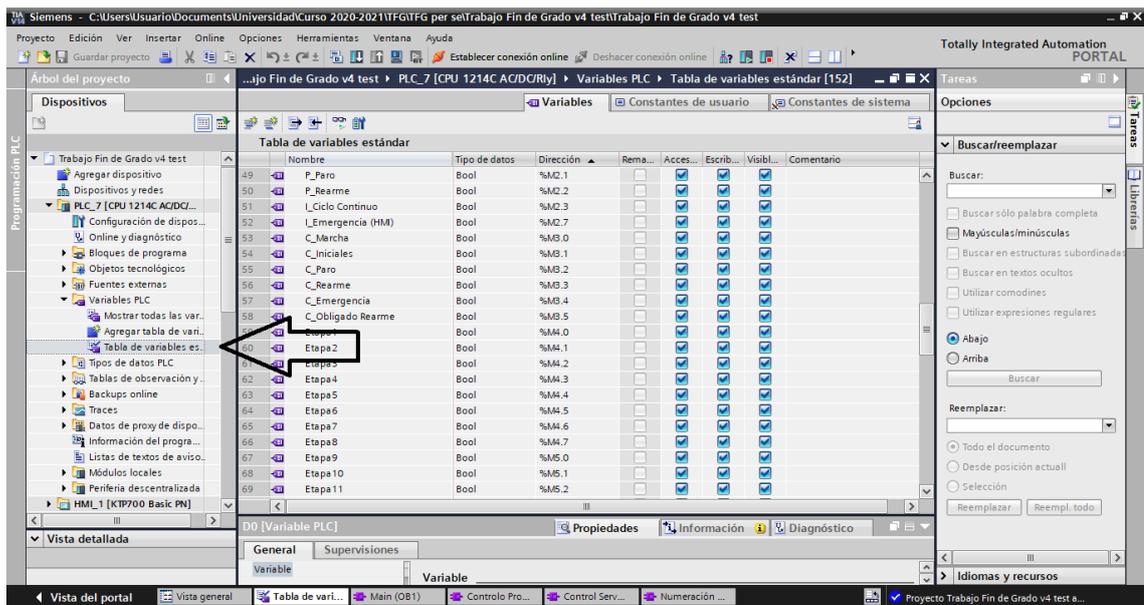


Figura 78: Ver Tabla de Variables en TIA Portal

Estas variables se pueden categorizar según el tipo de datos y su dirección en memoria.

Según el tipo de datos, en este programa existen dos tipos:

- Bool: el valor de esa variable es digital y solo puede valer 1 o 0. Solo ocupa un bit en la memoria.
- Int: el valor es un entero desde -32768 a +32768. Ocupa dos bytes en la memoria del PLC.

Aparte de estos tipos de variables, existen otros tipos de datos como time, float, real... Pero en el programa descrito a continuación no se han utilizado.

Según su dirección en memoria se clasifican en tres tipos:

- Entradas: se identifican porque llevan la letra "I" en su dirección. Identifican a las entradas físicas de señal del PLC y de la periferia descentralizada.
- Salidas: se identifican porque llevan la letra "Q" en su dirección. Identifican a las salidas de señal físicas tanto del PLC como de la periferia descentralizada.
- Marcas: se identifican porque llevan la letra "M" en su dirección. Son marcas internas que tiene el PLC y que pueden servir para manejar el programa. A diferencia de las entradas y salidas, que en este programa son de tipo "bool", las marcas pueden tener distintos valores. Esto puede servir para realizar contadores, temporizadores etc....

A continuación, aparecen mostradas todas las variables que se han usado en este programa:

ENTRADAS	DIRECCIÓN	TIPO DE VARIABLE
I_EMERGENCIA (FÍSISCO)	%I0.7	Bool
S_PRESENCIA	%I1.0	Bool
A0	%I2.0	Bool
A1	%I2.1	Bool
B0	%I2.2	Bool
B1	%I2.3	Bool
C0	%I2.4	Bool
C1	%I2.5	Bool
D0	%I2.6	Bool
D1	%I2.7	Bool
E0	%I0.0	Bool
E1	%I0.1	Bool
F0	%I0.2	Bool
F1	%I0.3	Bool
G0	%I0.4	Bool
G1	%I0.5	Bool
G2	%I0.6	Bool

Tabla 1: Variables de Entrada

SALIDAS	DIRECCIÓN	TIPO DE VARIABLE
A+-	%Q2.0	Bool
B+-	%Q2.1	Bool
C+	%Q2.2	Bool
C-	%Q2.3	Bool
D+	%Q2.4	Bool
D-	%Q2.5	Bool
G+	%Q2.6	Bool
G-	%Q2.7	Bool
F+-	%Q0.1	Bool
E+	%Q0.2	Bool
E-	%Q0.3	Bool
AIRE ON	%Q0.0	Bool
ZUMBADOR	%Q0.7	Bool

Tabla 2: Variables de Salida

MARCAS	DIRECCIÓN	TIPO DE VARIABLE
ETAPA1	%M4.0	Bool
ETAPA2	%M4.1	Bool
ETAPA3	%M4.2	Bool
ETAPA4	%M4.3	Bool
ETAPA5	%M4.4	Bool
ETAPA6	%M4.5	Bool
ETAPA7	%M4.6	Bool
ETAPA8	%M4.7	Bool
ETAPA9	%M5.0	Bool
ETAPA10	%M5.1	Bool
ETAPA11	%M5.2	Bool
ETAPA12	%M5.3	Bool
ETAPA13	%M5.4	Bool
ETAPA14	%M5.5	Bool
ETAPA15	%M5.6	Bool
ETAPA16	%M5.7	Bool
ETAPA17	%M6.0	Bool
ETAPA18	%M6.1	Bool
ETAPA19	%M6.2	Bool
ETAPA20	%M6.3	Bool
REINICIAR SERVO	%M7.0	Bool
REFERENCIAR SERVO	%M7.1	Bool
REINICIADO	%M7.2	Bool
REFERENCIADO	%M7.3	Bool
ERROR SERVO	%M7.4	Bool
MÁQUINA MANTENIDA	%M7.5	Bool
TIMER DONE	%M50.0	Bool
SERVO DONE	%M50.1	Bool
NUMERACION_ETAPA	%MW10	Int
NUMERACIÓN_ETAPA_COMPLEJA	%MW12	Int
NUMERACIÓN_CONDICIÓN	%MW14	Int
EJE_1_DRIVE_IN	%I68.0	"PD_TEL3_IN"
EJE_1_DRIVE_OUT	%Q64.0	"PD_TEL3_OUT"
MANTENIMIENTO	%MW16	Int

SERVO TRABAJANDO	%M50.2	Bool
TIEMPO MÁQUINA	%MW18	Int
TIEMPO SERVO	%MW20	Int
MANTENIMIENTO AUX	%M50.3	Bool
TIEMPO MÁQUINA MINUTOS	%MW22	Int
TIEMPO SERVO MINUTOS	%MW24	Int
CICLOS COMPLETADOS	%MW26	Int
G AUXILIAR	%M51.0	Bool
TEMPORIZADOR 1HZ	%M50.4	Bool

Tabla 3: Marcas del Programa

MARCAS DEL SISTEMA	DIRECCIÓN	TIPO DE VARIABLE
CLOCK_BYTE	%MB0	Byte
CLOCK_10HZ	%M0.0	Bool
CLOCK_5HZ	%M0.1	Bool
CLOCK_2.5HZ	%M0.2	Bool
CLOCK_2HZ	%M0.3	Bool
CLOCK_1.25HZ	%M0.4	Bool
CLOCK_1HZ	%M0.5	Bool
CLOCK_0.625HZ	%M0.6	Bool
CLOCK_0.5HZ	%M0.7	Bool
SYSTEM_BYTE	%MB1	Byte
FIRSTSCAN	%M1.0	Bool
DIAGSTATUSUPDATE	%M1.1	Bool
ALWAYSTRUE	%M1.2	Bool
ALWAYSFALSE	%M1.3	Bool

Tabla 4: Marcas del Sistema

Tras esto, se comenta brevemente el funcionamiento de cada segmento del programa:



Figura 79: Segmento del Programa. Condiciones Iniciales

Condiciones iniciales: este segmento nos sirve para comprobar que la máquina se encuentra en condiciones iniciales y está lista para la puesta en marcha.

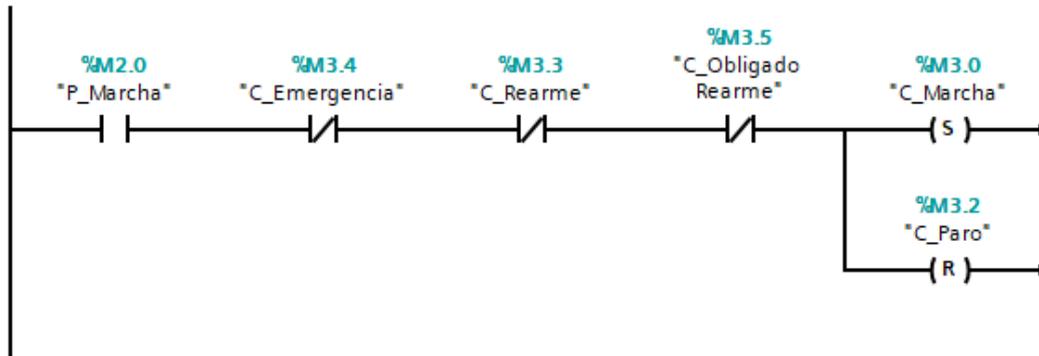


Figura 80: Segmento del Programa. Condición de marcha

Condición de marcha: este segmento controla la condición de marcha: se activa al pulsar la marcha en caso de que no esté otra condición activa. Reinicia la condición de paro.

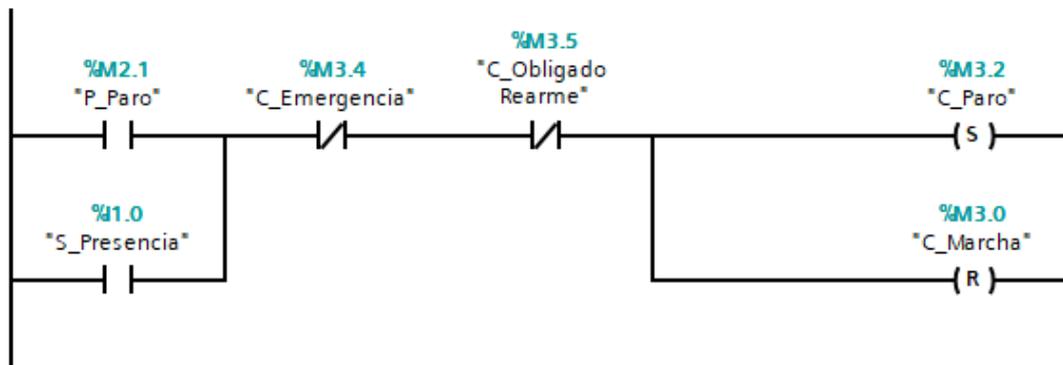


Figura 81: Segmento del Programa. Condición de Paro

Condición de paro: esta línea controla la condición de paro. Es activada por el pulsador de paro o por que el sensor de presencia se activa por detectar algo. Reinicia la condición de marcha.

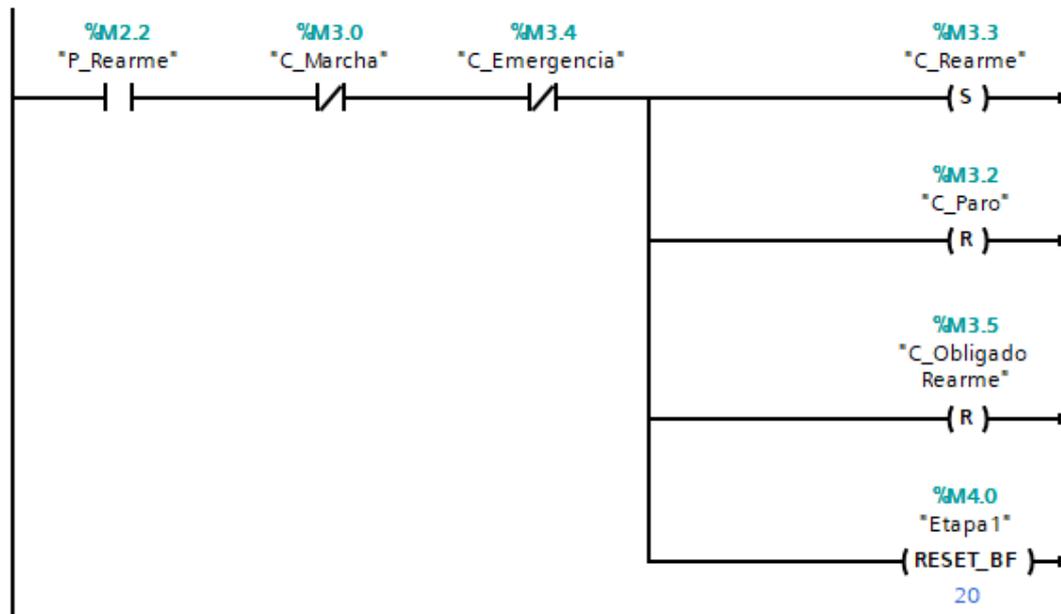


Figura 82: Segmento del Programa. Condición de Rearme

Condición de rearme: esta línea gestiona el rearme de la máquina. Solo se puede activar con la máquina parada.

Quando se activa el rearme, se apaga la condición de paro, la de obligado rearme y las 20 etapas del proceso se ponen a cero, haciendo que la máquina empiece el ciclo de nuevo.

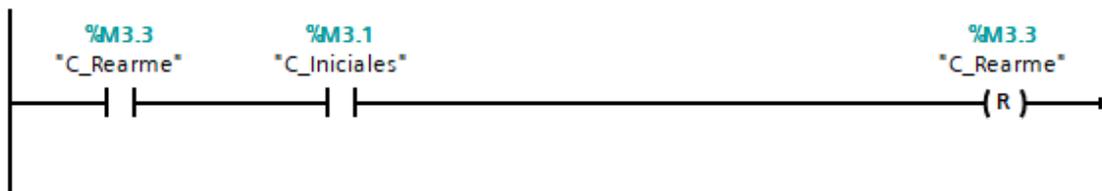


Figura 83: Segmento del Programa. Reinicio de la Condición de Rearme

Reinicio de la condición de rearme: el rearme se acabará en cuanto la máquina llegue a las condiciones iniciales.

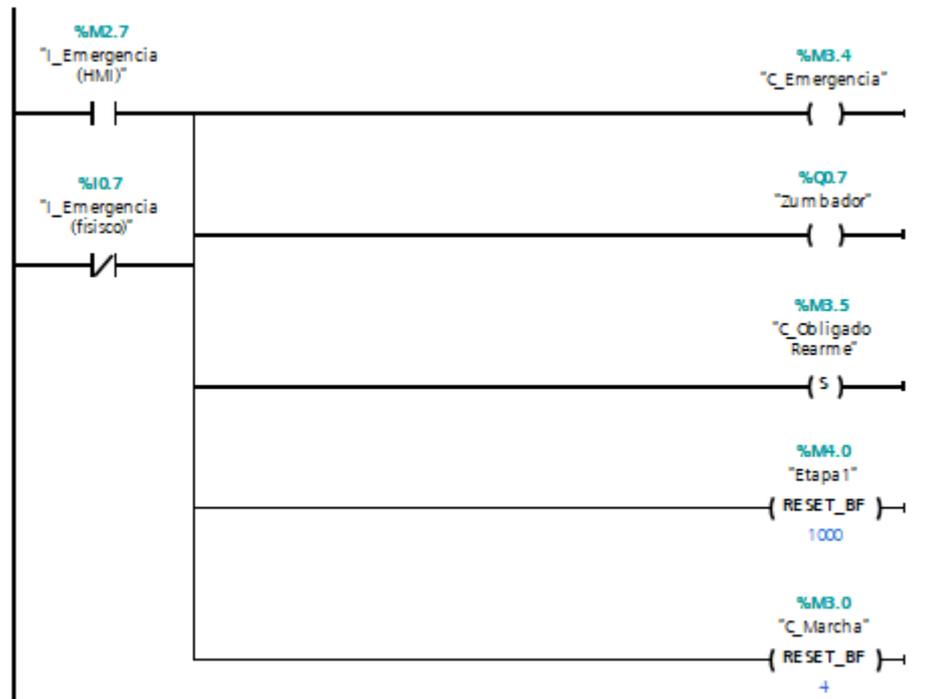


Figura 84: Segmento del Programa. Condición de Emergencia

Condición de emergencia: en cualquier caso, cuando se pulse cualquiera de los interruptores de emergencia, la máquina entrará en la condición de emergencia. Cuando esto pasa, se activará el zumbador, se activará la condición de obligado rearme y se reiniciarán todas las marcas del PLC.

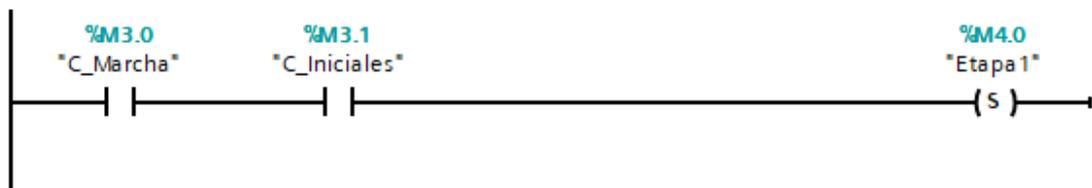


Figura 85: Segmento del Programa. Activar Etapa 1

Activar etapa 1: cuando están en condiciones iniciales y la condición de marcha activada se activa la etapa 1. Esta etapa es redundante ya activa B, pese a que debe estar activada por las condiciones iniciales.

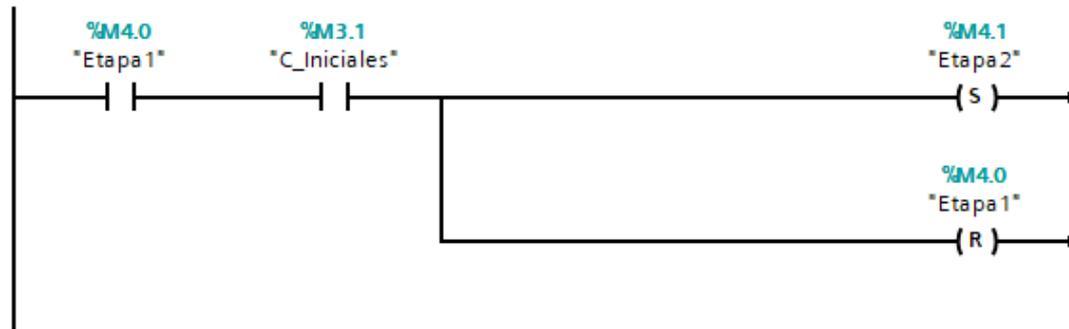


Figura 86: Segmento del Programa. Activar Etapa 2

Activar etapa 2: cuando la etapa 1 se activa y está en condiciones iniciales, se activa la etapa 2 y se reinicia la etapa 1. Como dije justo antes, la etapa 1 es redundante por seguridad.

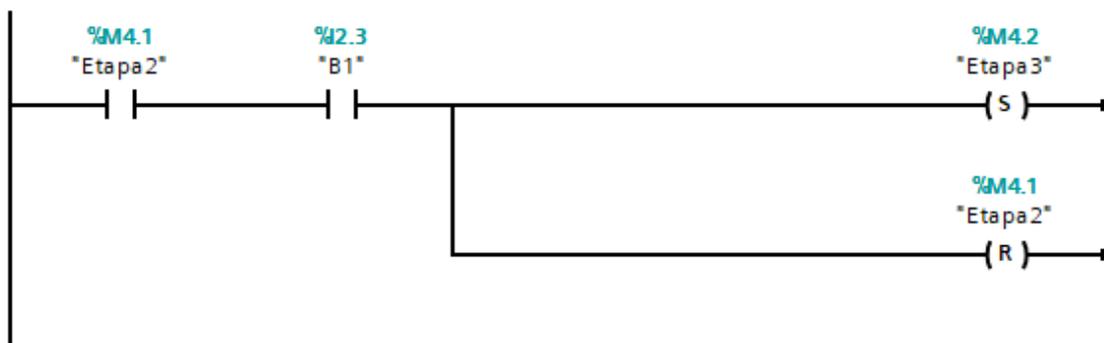


Figura 87: Segmento del Programa. Activar Etapa 3

Activar etapa 3: cuando la etapa 2 está activada y el sensor B1 es activado, la etapa 3 se activa, reiniciando a 0 la etapa 2.

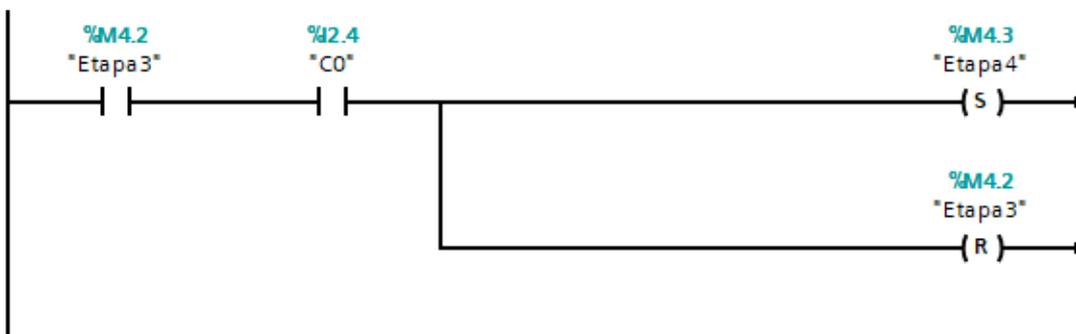


Figura 88: Segmento del Programa. Activar Etapa 4

Activar etapa 4: cuando la etapa 3 está activa y se activa el sensor C0, la etapa 4 se activa y se resetea la etapa 3

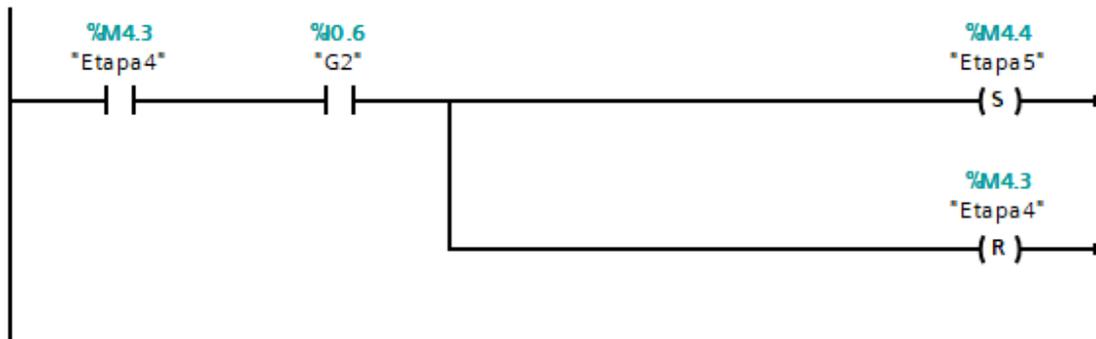


Figura 89: Segmento del Programa. Activar Etapa 5

Activar etapa 5: cuando la etapa 4 está activa y se activa el sensor G2, la etapa 5 se activa y se resetea la etapa 4.

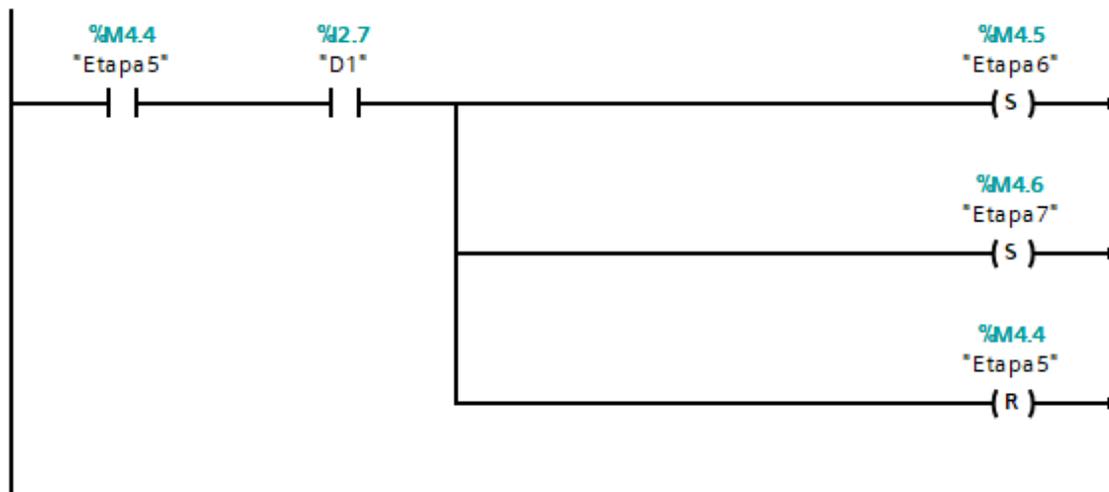


Figura 90: Segmento del Programa. Activar Etapa 6 y 7

Activar etapa 6 y 7: cuando la etapa 5 está activa y se activa el sensor D1, la etapa 6 y 7 se activan de forma simultánea. Se pone a 0 la etapa 5.



Figura 91: Segmento del Programa. Activar Etapa 8 y 9

Activar etapas 8 y 9: las etapas 8 y 9 se activan si se cumplen estas dos condiciones: las etapas 6 y 7 están activadas a la vez y los sensores A1 y B0 están activados. Solo en el caso de que se cumplan estas condiciones a la vez se activan las etapas 8 y 9, a la vez que se ponen a 0 las etapas 6 y 7.

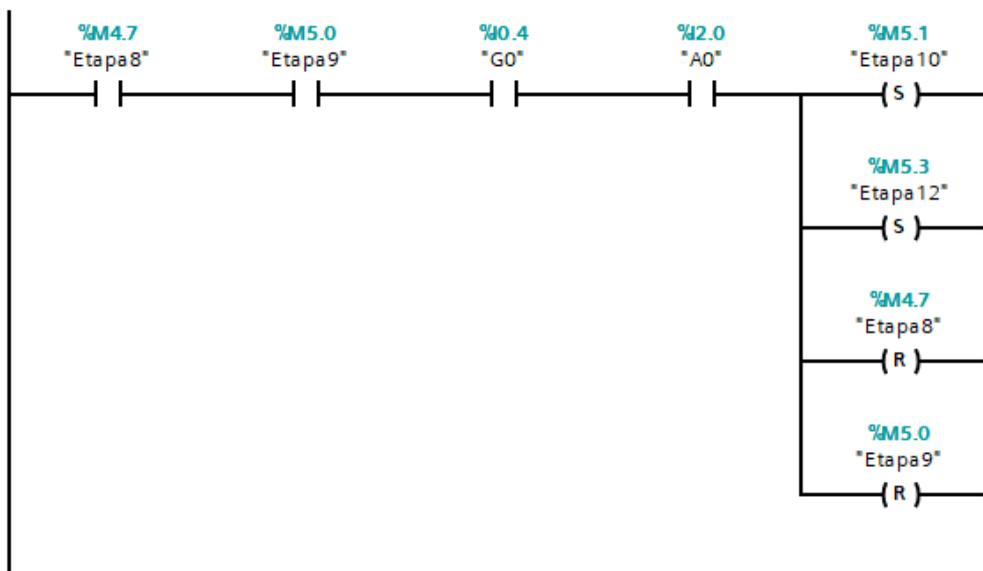


Figura 92: Segmento del Programa. Activar Etapa 10 y 12

Activar etapa 10 y 12: de forma similar al segmento anterior, se activan 10 y 12 si 8, 9, G0 y A0 están activadas a la vez. En ese caso se ponen a 0 las etapas 8 y 9.

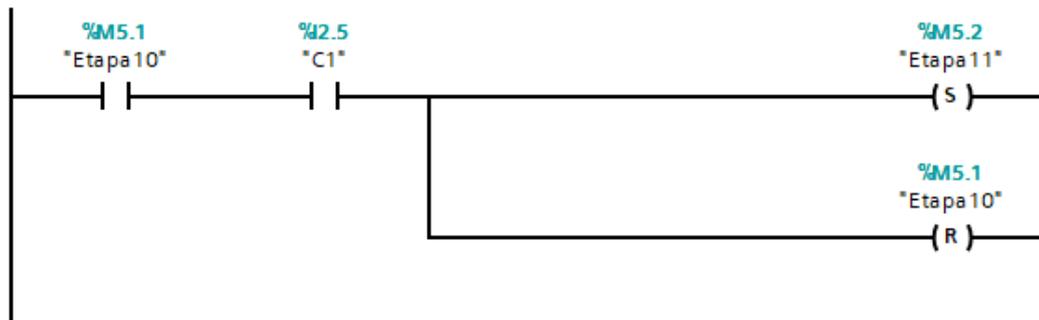


Figura 93: Segmento del Programa. Activar Etapa 11

Activar etapa 11: la etapa 11 se activa siempre y cuando la etapa 10 esté a 1 y el sensor C1 esté activado. Cuando pase esto se resetea la etapa 10.

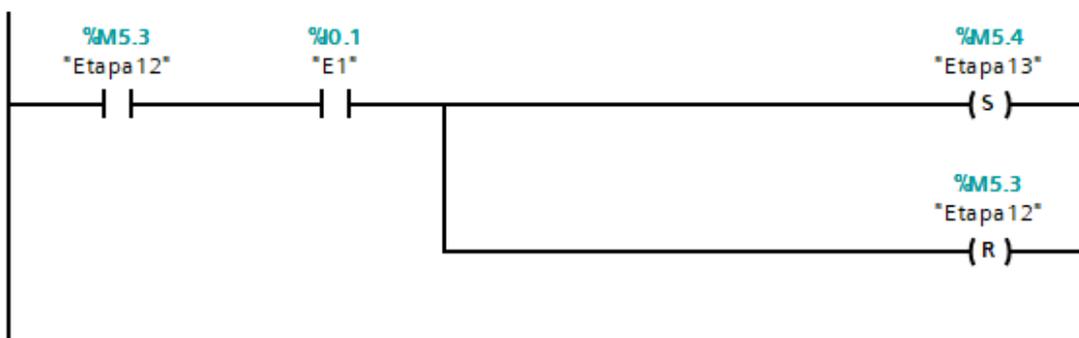


Figura 94: Segmento del Programa. Activar Etapa 13

Activar etapa 13: la etapa 13 se activa cuando la etapa 12 está activa mientras y el sensor E1 también. También se pone a 0 la etapa 12 cuando esto pasa.

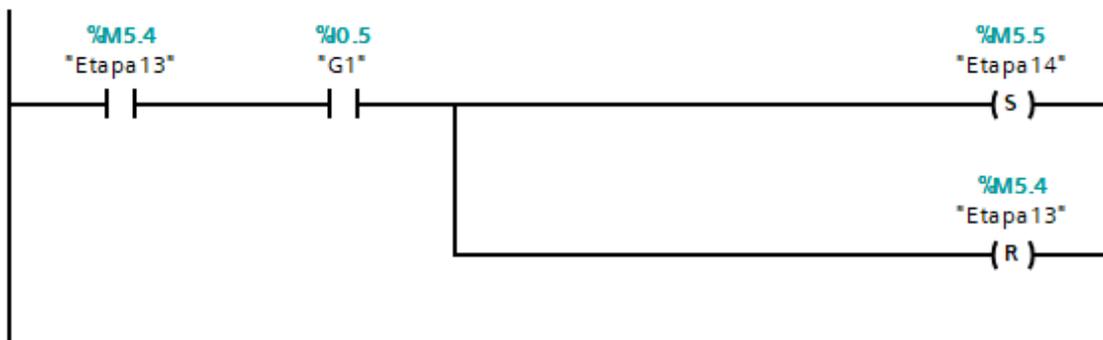


Figura 95: Segmento del Programa. Activar Etapa 14

Activar etapa 14: de forma similar a otros casos, cuando la etapa 13 y el sensor G1 están activados, se activa la etapa 14 y se resetea la 13.

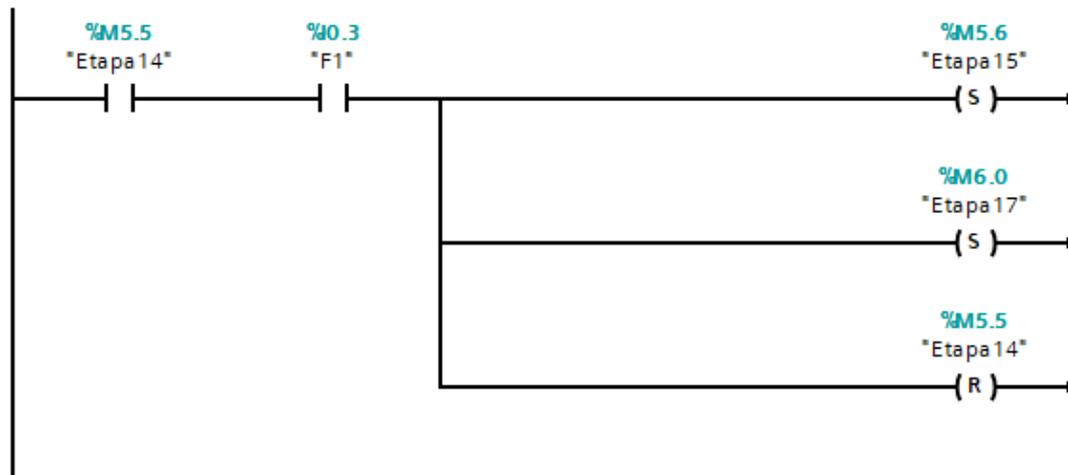


Figura 96: Segmento del Programa. Activar Etapa 15 y 17

Activar etapa 15 y 17: cuando la etapa 14 esté activada y el sensor F1 también esté activado se activarán las etapas 15 y 17, reseteando también la etapa 14.

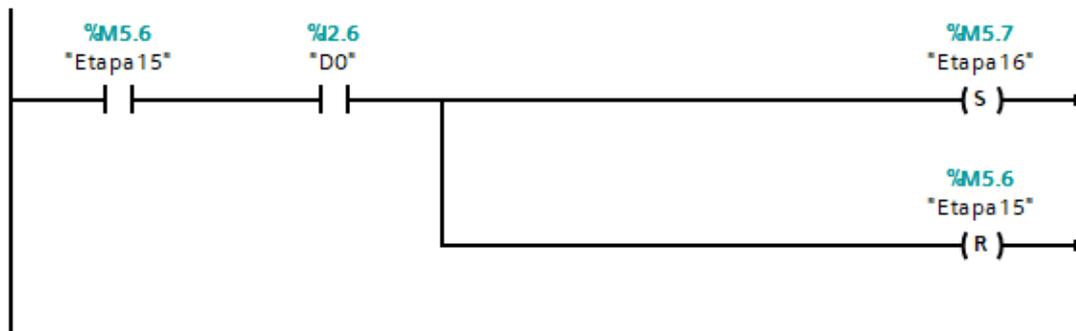


Figura 97: Segmento del Programa. Activar Etapa 16

Activar etapa 16: cuando la etapa 15 y el sensor D0 estén activos se activa la etapa 16 y se desactiva la etapa 15.

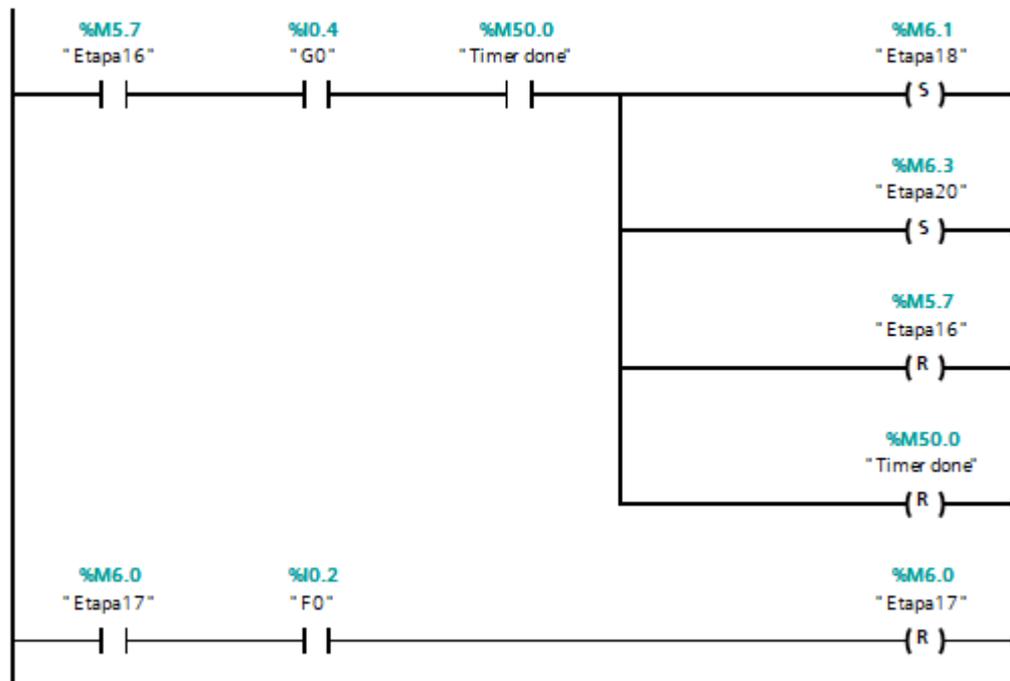


Figura 98: Segmento del Programa. Activar Etapa 18 y 20

Activar etapa 18 y 20: cuando la etapa 16 este activa, el sensor G0 esté también activo y el temporizador que mantiene el cilindro F extendido se termine (es decir, justo cuando el cilindro empieza a subir), se activan las etapas 18 y 20, reiniciando la etapa 16 y la marca del temporizador.

Cuando el cilindro F se recoja y active F0, siempre y cuando está activa la etapa 17, se desactiva la etapa 17.

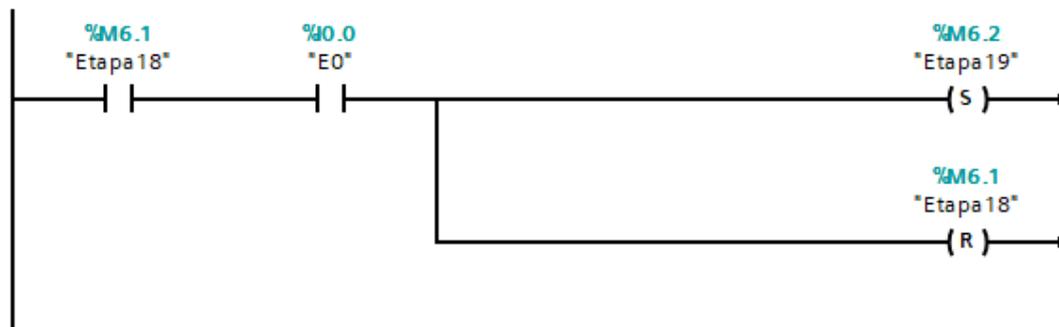


Figura 99: Segmento del Programa. Activar Etapa 19

Activar etapa 19: la etapa 19 se activa cuando están la etapa 18 y el sensor E0 activos simultáneamente. Se desactiva también la etapa 18.

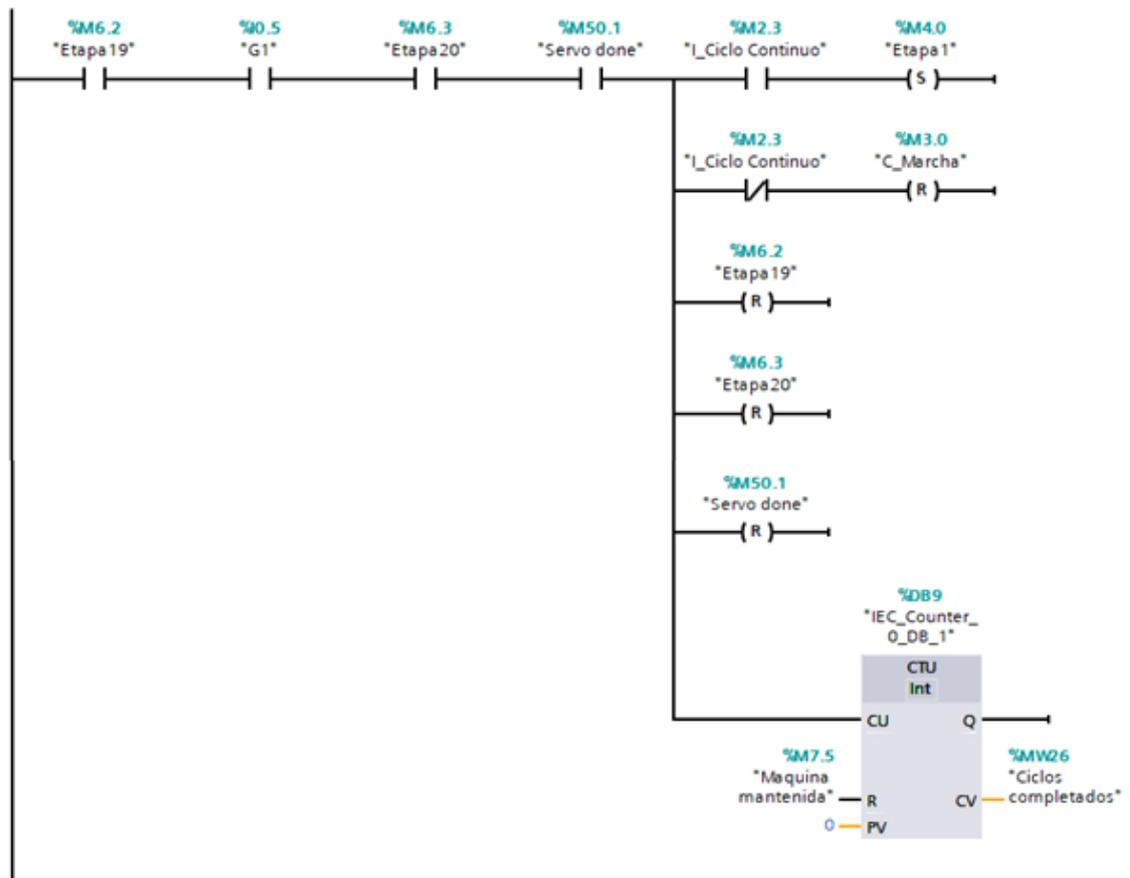


Figura 100: Segmento del Programa. Fin de Ciclo

Fin del ciclo: cuando la etapa 19 esta activada, el sensor 1 está activado, la etapa 20 está activada y el servo ha terminado su movimiento; se acaba el ciclo.

En este caso lo que se hace es resetear las etapas 19 y 20, y activar un contador ascendente, que nos indica el número de ciclos completados.

Además, existe una elección a mayores: si el interruptor de ciclo continuo está en ON, la máquina vuelve a la etapa 1 reiniciando el ciclo; en caso contrario se desactiva la condición de marcha, haciendo que sea necesario volver a pulsar marcha para que la máquina siga funcionando

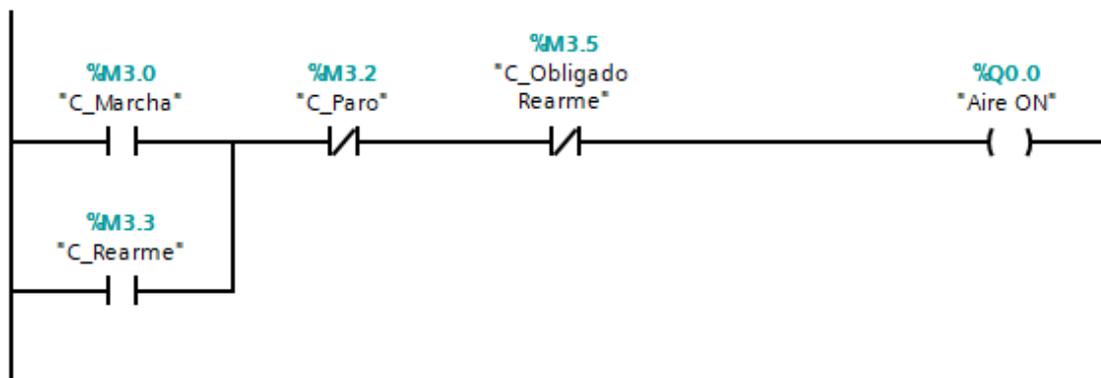


Figura 101: Segmento del Programa. Control de la Válvula de Aire

Control de la válvula de aire: esta línea controla el funcionamiento de la electroválvula de corte de aire: esta válvula solo deja pasar el aire al resto del circuito en caso de que la condición de marcha o de rearme estén activas.

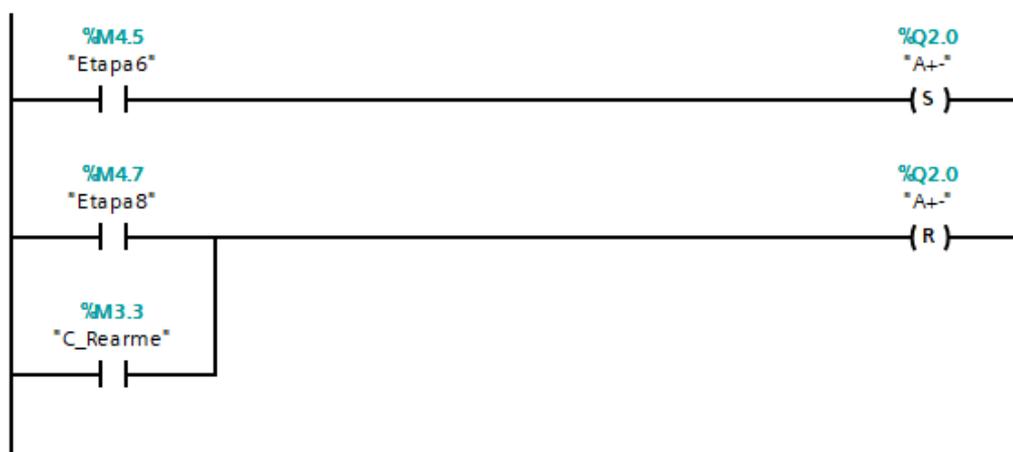


Figura 102: Segmento del Programa. Control del Cilindro A

Control del cilindro A: este segmento se encarga de controlar el cilindro A: tanto el avance como el retroceso ya que está pilotada por una 5/2 monoestable.

En caso de que la variable "A+-" tenga el valor 1, el cilindro avanza. En caso contrario, retrocede.



Figura 103: Segmento del Programa. Control del Cilindro B

Control del cilindro B: ya que el cilindro B también está pilotado por una válvula 5/2 monoestable, la línea de código es muy similar, con la salvedad de que se activan con etapas diferentes.

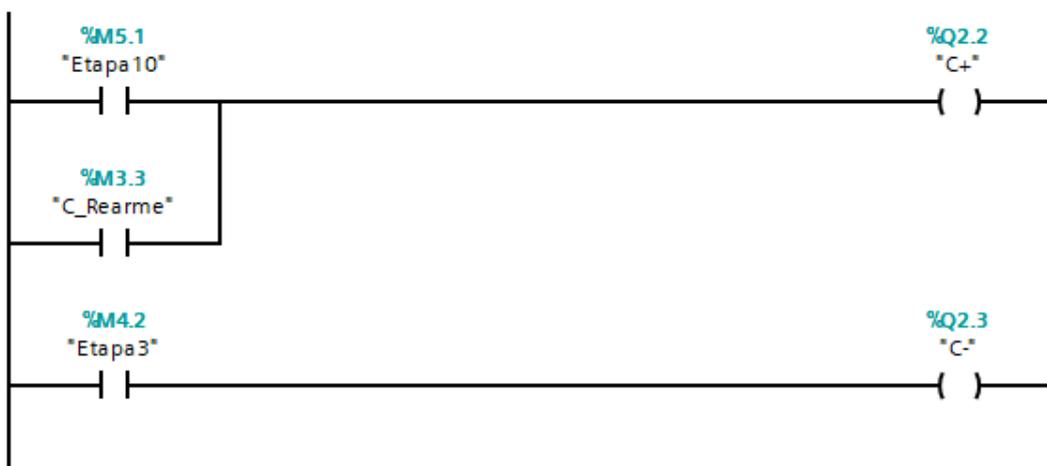


Figura 104: Segmento del Programa. Control del Cilindro C

Control del cilindro C: en este caso el cilindro C esta pilotado por una electroválvula 5/2 biestable. Por ello el segmento de programación es ligeramente distinto, en vez de usar "SET" y "RESET" se usan asignaciones simples.

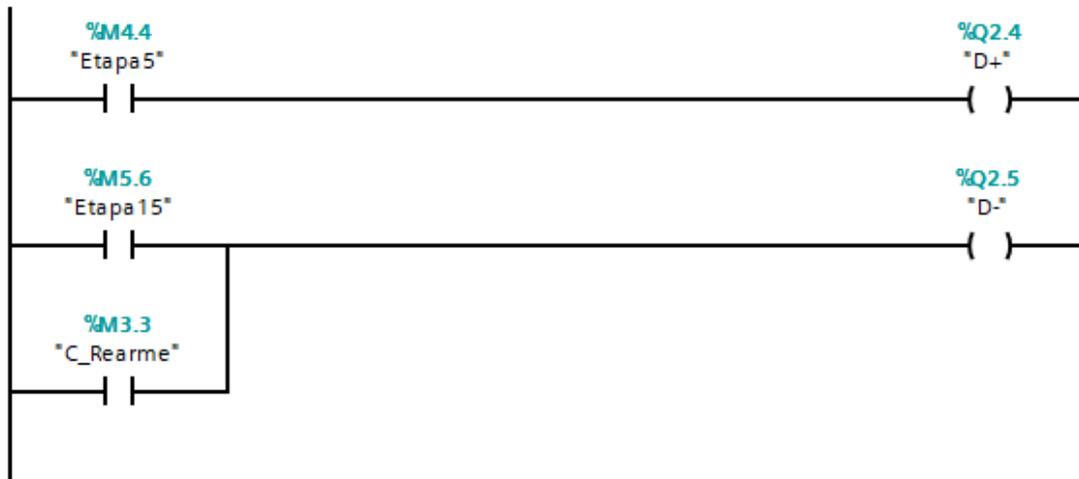


Figura 105: Segmento del Programa. Control del Cilindro D

Control del cilindro D: al estar pilotada de la misma manera, el cilindro D tiene la misma estructura en este segmento, excepto que se activa con etapas distintas.

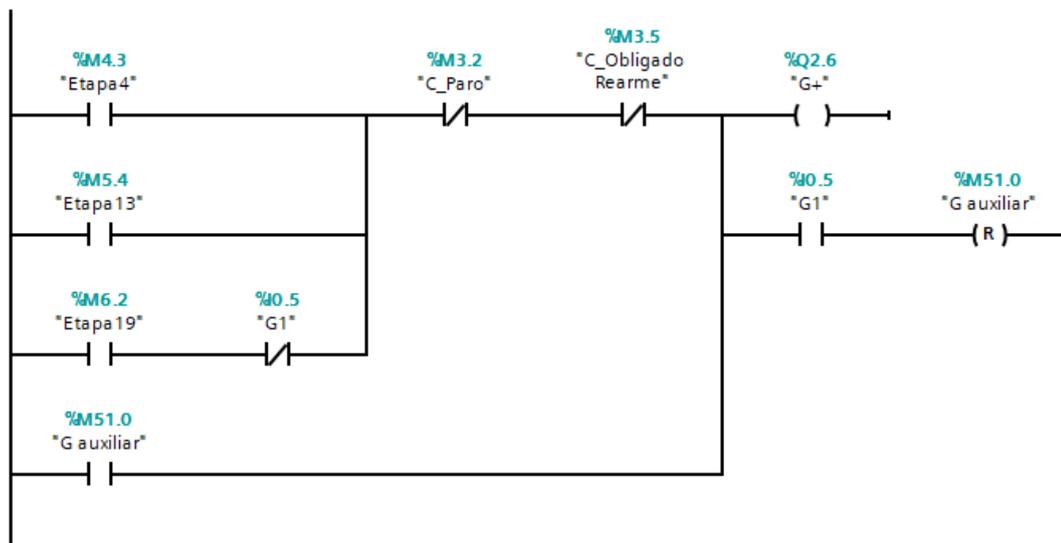


Figura 106: Segmento del Programa. Avance del Cilindro G

Avance del cilindro G: el cilindro G esta pilotado por una válvula 5/3 monoestable, lo cual quiere decir que hay actuaciones para la válvula: una relacionada al avance del cilindro y otra al retroceso del cilindro.

Este cilindro se pilota de forma más compleja debido a que existe una posición intermedia, dificultando la lógica durante el rearme, pese a ello, aquí queda constancia de este segmento de código.

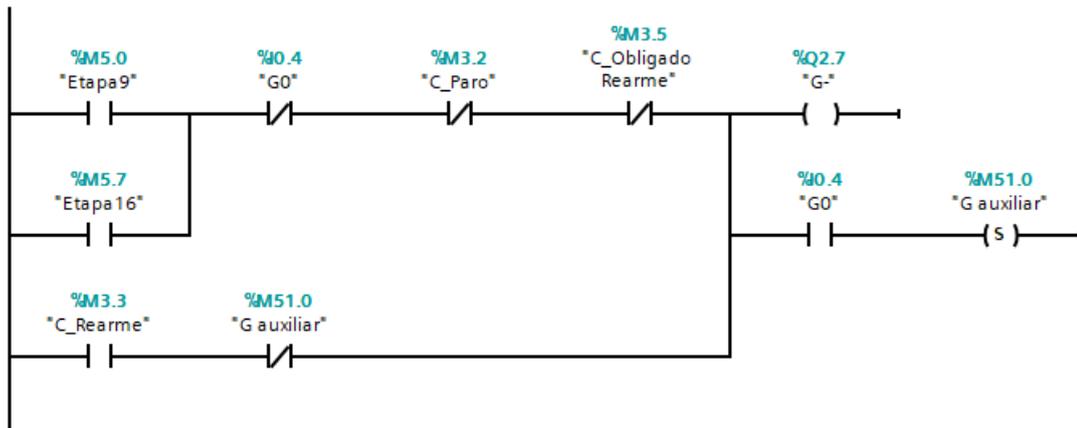


Figura 107: Segmento del Programa. Retroceso del Cilindro G

Retroceso del cilindro G: este es la segunda parte del control del cilindro G, en este caso del retroceso de este. Cabe destacar la presencia de una variable auxiliar (“G auxiliar”) para que el rearme se realice de forma correcta.

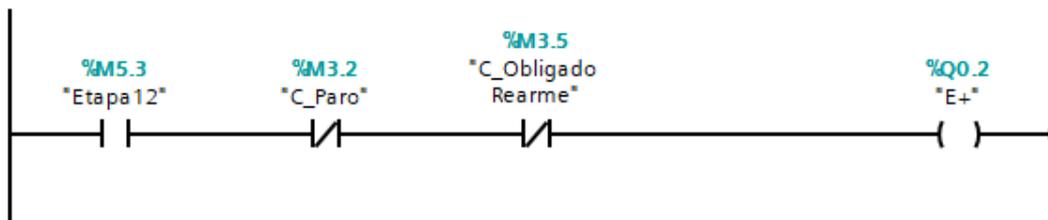


Figura 108: Segmento del Programa. Avance del Cilindro E

Avance del cilindro E: el cilindro E está también pilotado por una válvula 5/3 biestable, por lo que el segmento de código es más simple: simplemente avanza cuando está la etapa 12 activa y no está parada la máquina.

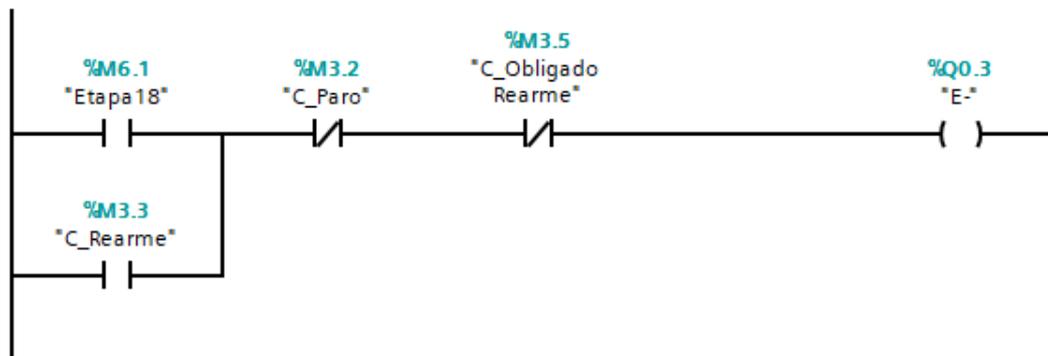


Figura 109: Segmento del Programa. Retroceso del Cilindro E

Retroceso del cilindro E: esta línea controla el retroceso de E: solo retrocede cuando está rearmando la máquina o la etapa 1 está activa.

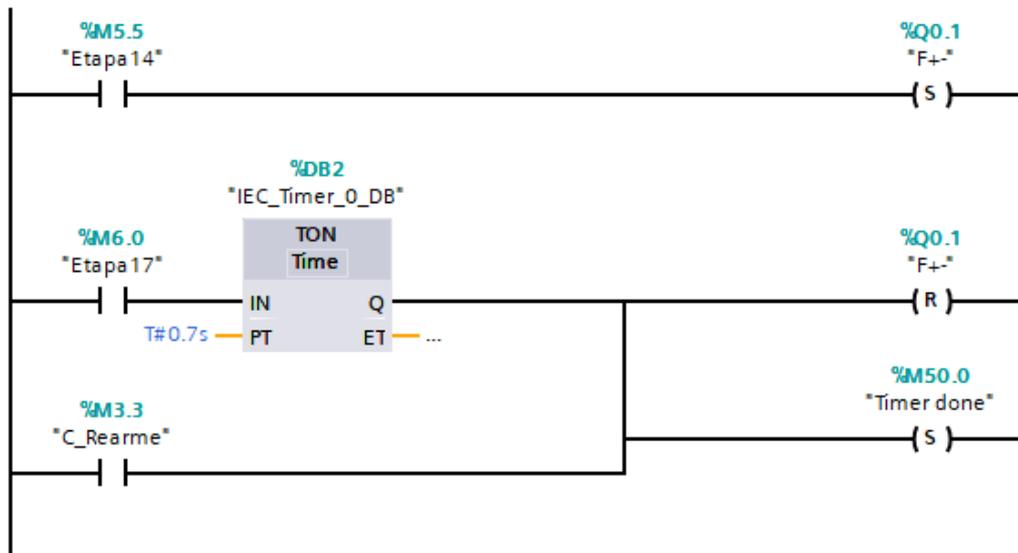


Figura 110: Segmento del Programa. Control del Cilindro F

Control del cilindro F: el cilindro F también es monoestable 5/2, por lo que se maneja de forma similar al cilindro A o B, con una diferencia notoria: existe un temporizador a la conexión (TON).

Este temporizador es el que “cuenta” el tiempo que debe estar extendido el cilindro, aplicando calor a la mascarilla: una vez acaba ese temporizador el cilindro comienza a retroceder y activa una marca auxiliar que indica que el cilindro está retrocediendo

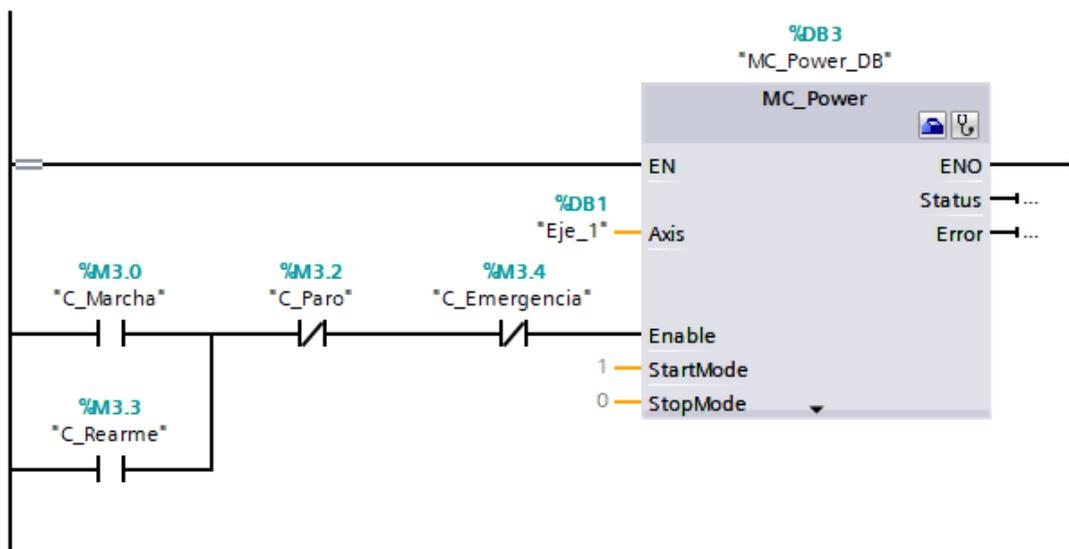


Figura 111: Segmento del Programa. Encendido del Servo

Encendido del servo: este segmento de programa controla el encendido del servo: solo se activa durante la marcha o el rearme, y se apaga en cualquier tipo de parada.

El control del servo está realizado con las librerías de “motion control” de Siemens. Todas estas funciones son bloques que contienen el prefijo “MC_”.

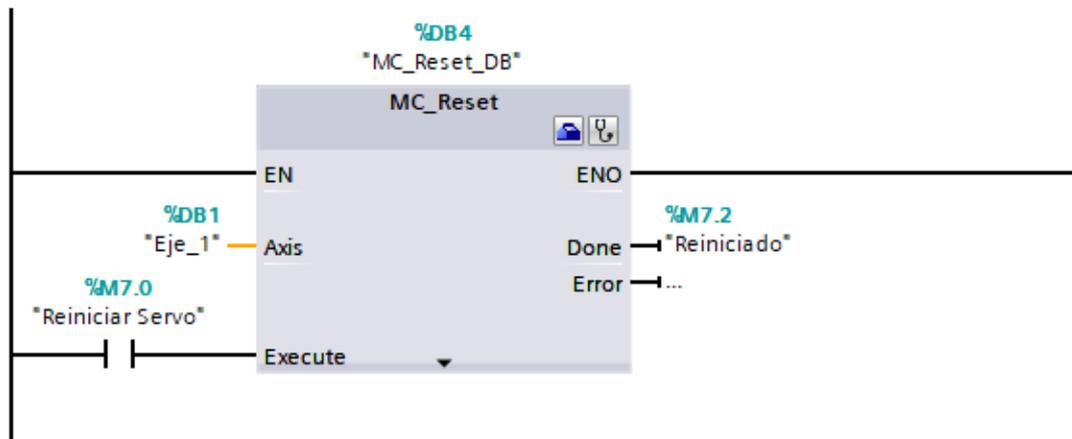


Figura 112: Segmento del Programa. Reiniciado del Servo

Reiniciado del servo: esta función solo se activa cuando se activa el pulsador de reiniciado del servo en el HMI. Como su propio nombre indica, reinicia el servo, eliminando posibles errores que quedaran en el variador.

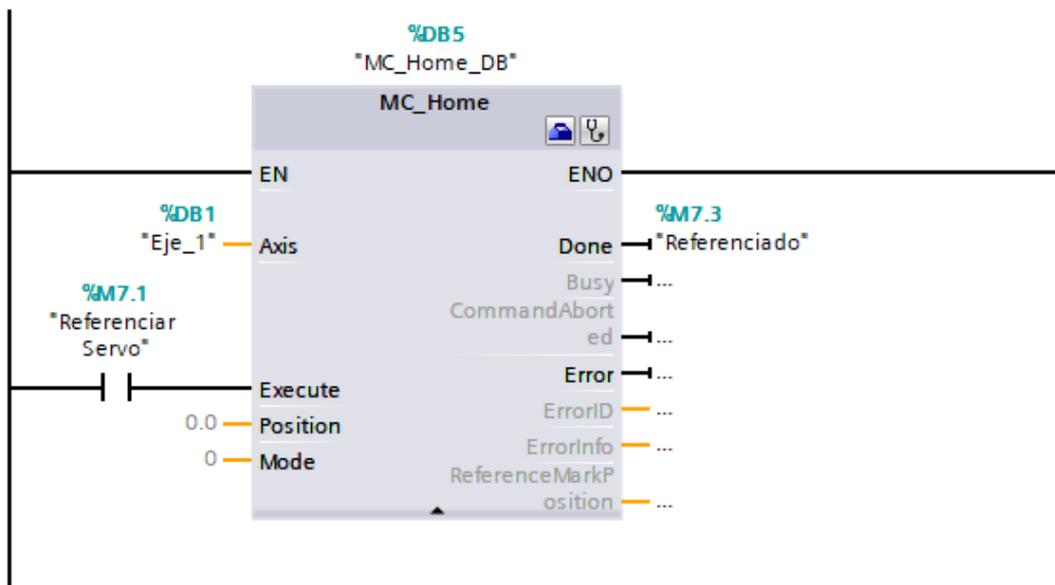


Figura 113: Segmento del Programa. Referenciado del Servo

Referenciado del servo: esta función solo se activa cuando se pulsa el botón de referenciar servo. Referencia el servomotor permite indicar su posición inicial (de referencia), para realizar movimientos respecto a este punto si es necesario.

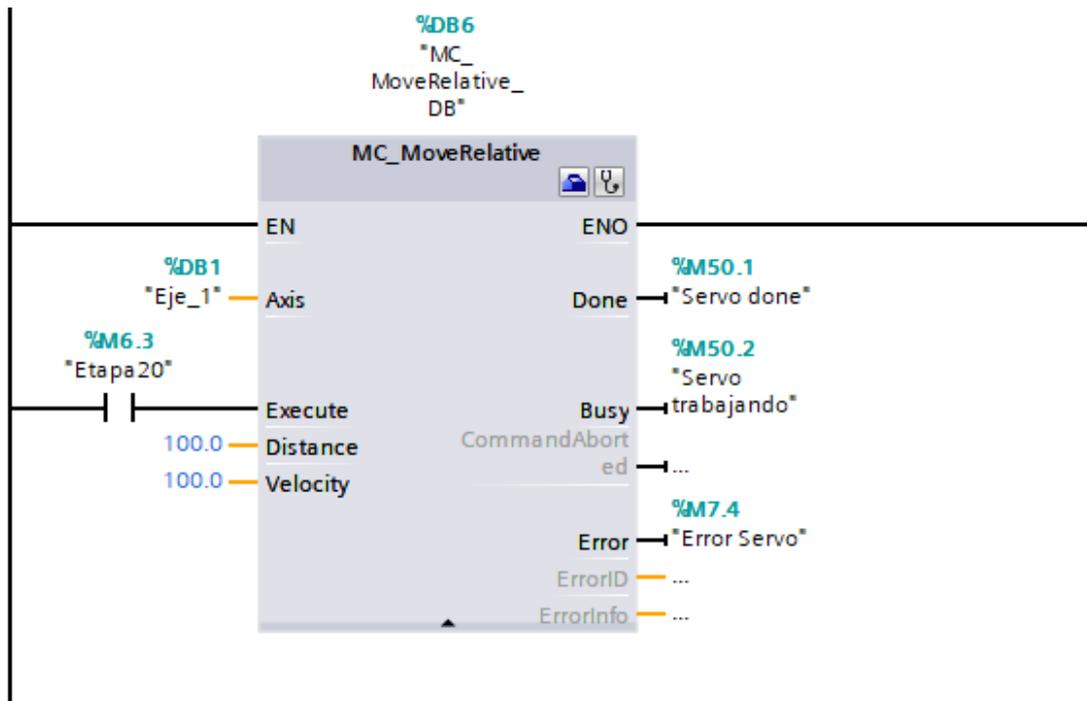


Figura 114: Segmento del Programa. Movimiento del Servo

Movimiento del servo: esta función solo se activa durante la etapa 20. Cuando sucede, el servo se desplaza una cantidad, definida por el parámetro “distance”, con una velocidad “velocity”.

Cuando completa su movimiento se activa la marca “servo done” indicando que ha completado su movimiento y que el funcionamiento de la máquina puede continuar.

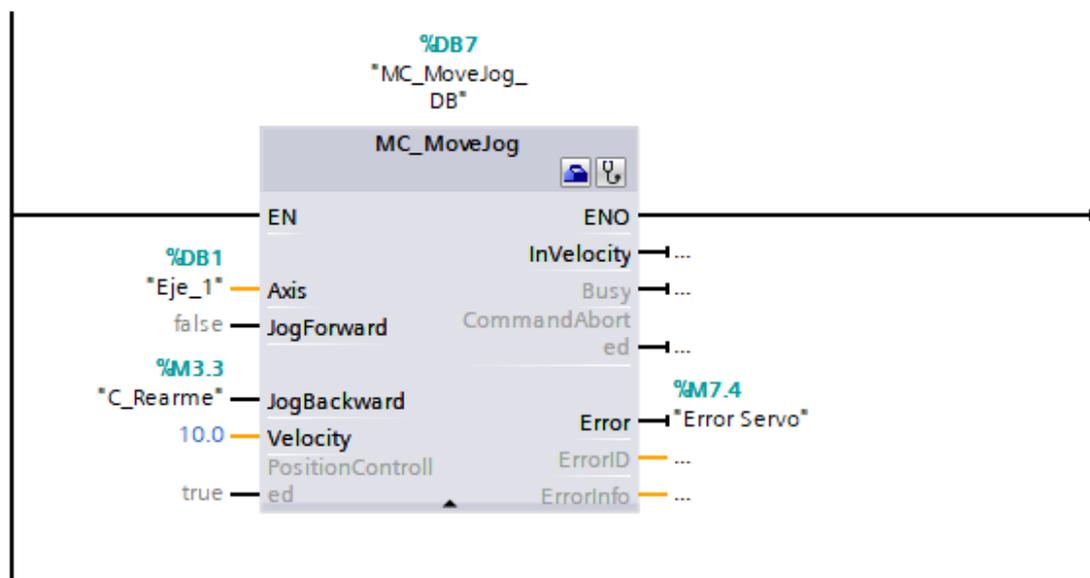


Figura 115: Segmento del Programa. "Jog" del Servo

“Jog” del servo: se activa únicamente durante el rearme.

El “jog” es un movimiento especial, distinto del normal, que posee el variador del servo y que permite moverse a una velocidad menor y constante. Es especialmente útil para comprobar averías o defectos en la cinta transportadora. En el presente caso se utiliza durante el rearme, como medida en caso de que haya algún producto atascado en la cinta.

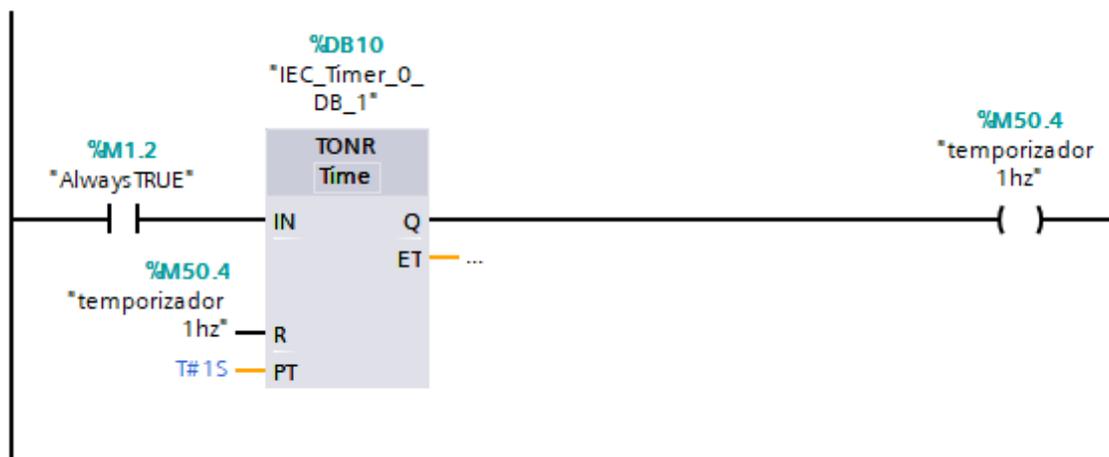


Figura 116: Segmento del Programa. Temporizador de 1 Hz

Temporizador de 1Hz (1 segundo): este segmento nos permite tener un cronometro de precisión de 1 segundo. Se usará en este proyecto para conocer el tiempo de funcionamiento de la máquina.

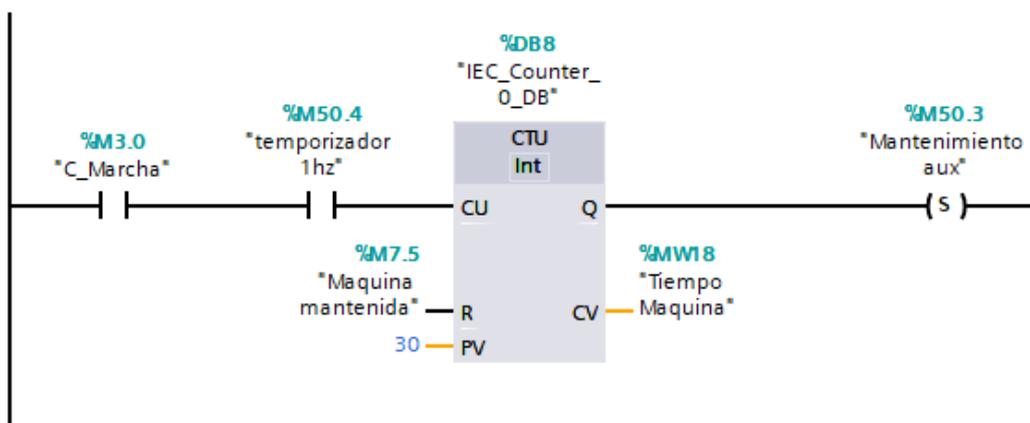


Figura 117: Segmento del Programa. Tiempo en Marcha de la Máquina

Tiempo en marcha de la máquina: este segmento nos permite conocer el tiempo en funcionamiento de la máquina (en segundos). A mayores, se activa una marca que avisa del mantenimiento necesario en la máquina al operario.

Este tiempo está ajustado a 30 segundos para que se pueda probar con facilidad, pero se puede ajustar el valor con suma facilidad.

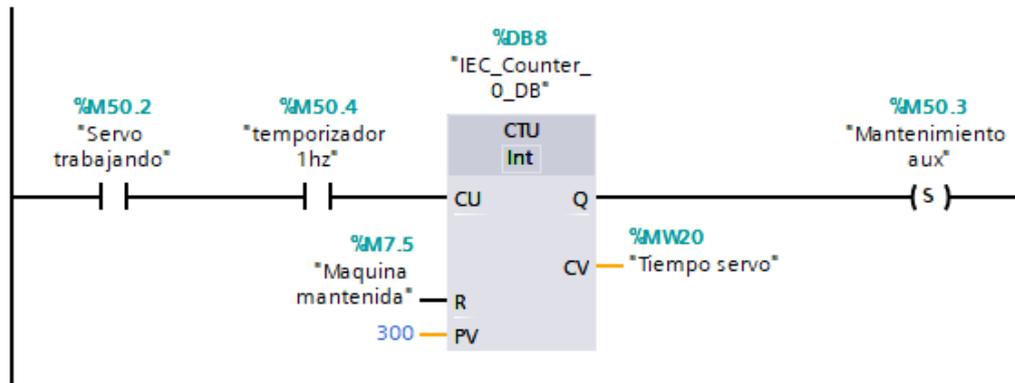


Figura 118: Segmento del Programa. Tiempo en Funcionamiento del Servo

Tiempo en funcionamiento del servo: esta línea es similar a la anterior, pero mide el tiempo de funcionamiento del servo exclusivamente.

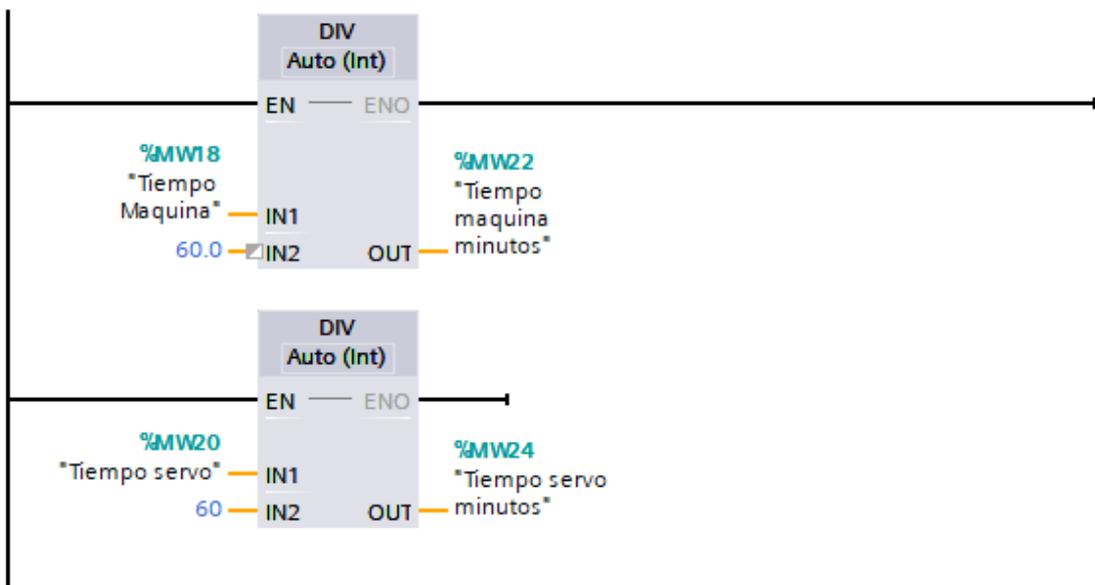


Figura 119: Segmento del Programa. Convertir Segundos a Minutos

Convertir segundos a minutos: este segmento es muy simple: convierte los segundos de los dos anteriores segmentos en minutos dividiéndolos entre 60.

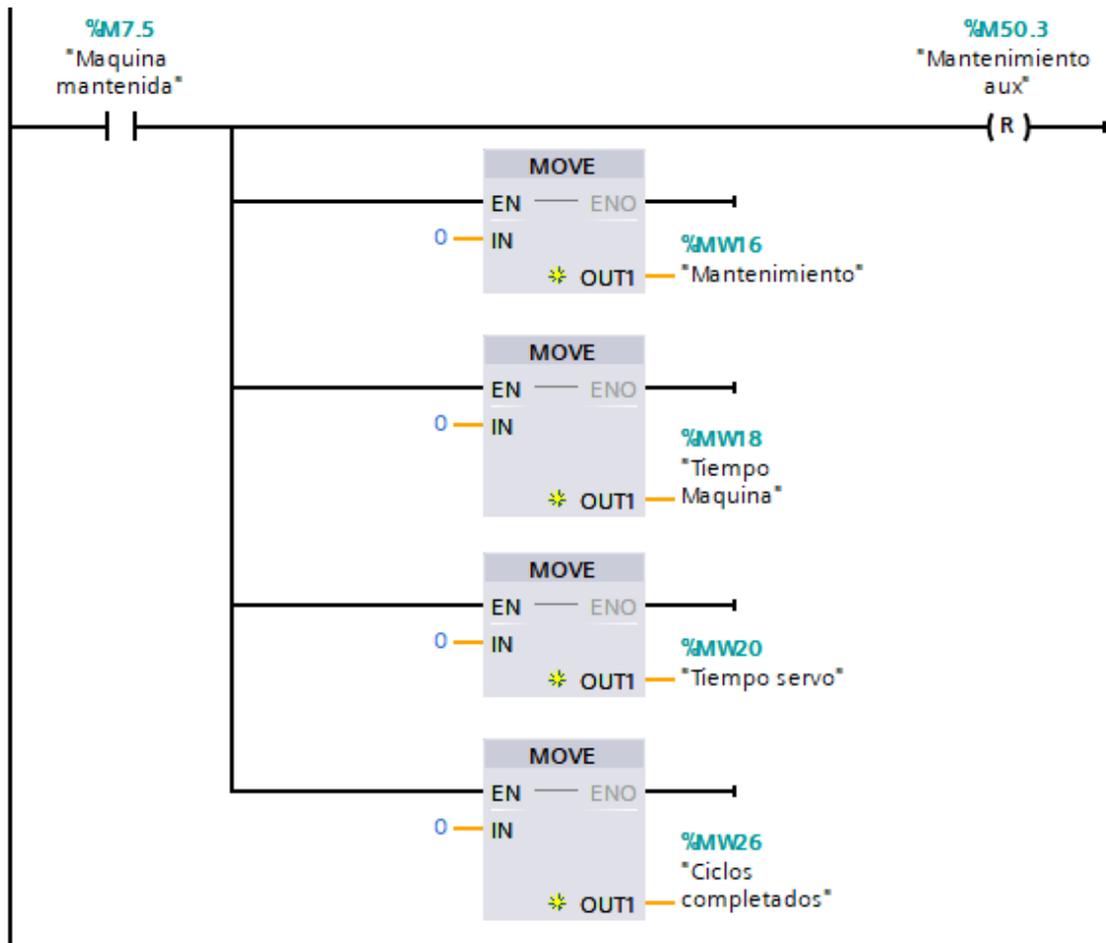


Figura 120: Segmento del Programa. Reinicio Condiciones de Mantenimiento

Reinicio de las condiciones de mantenimiento: esta línea se encarga de que, en caso de pulsarse el botón de mantenimiento del HMI, los valores se pongan a 0 y resetear las variables convenientes.

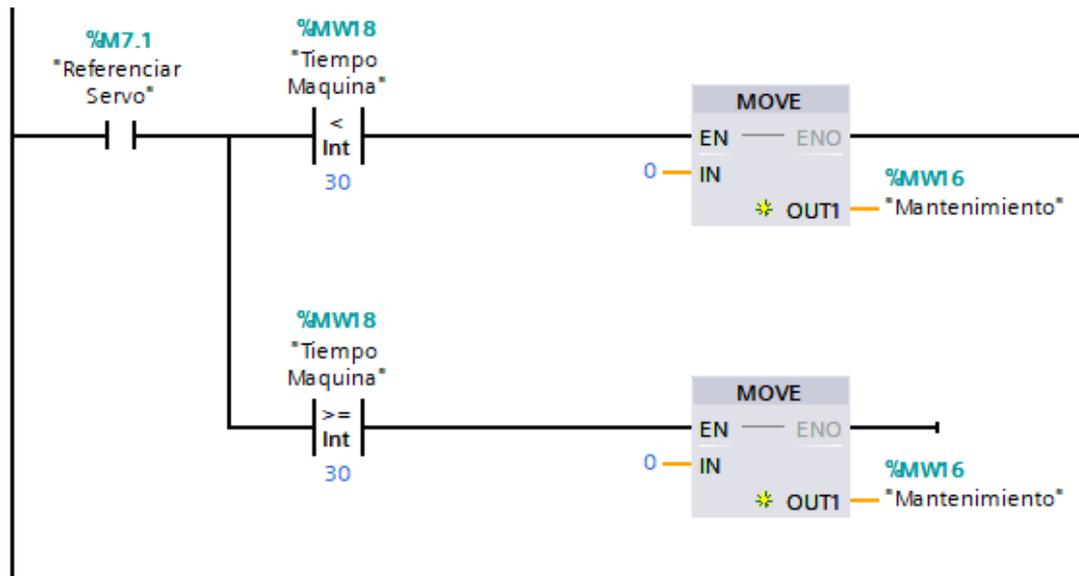


Figura 121: Segmento del Programa. Control del Referenciado

Control del referenciado: esta línea sirve para el correcto funcionamiento del sistema de alertas: cuando se pulsa elimina la alerta de referenciado, a menos de que exista otra alerta por mantenimiento.

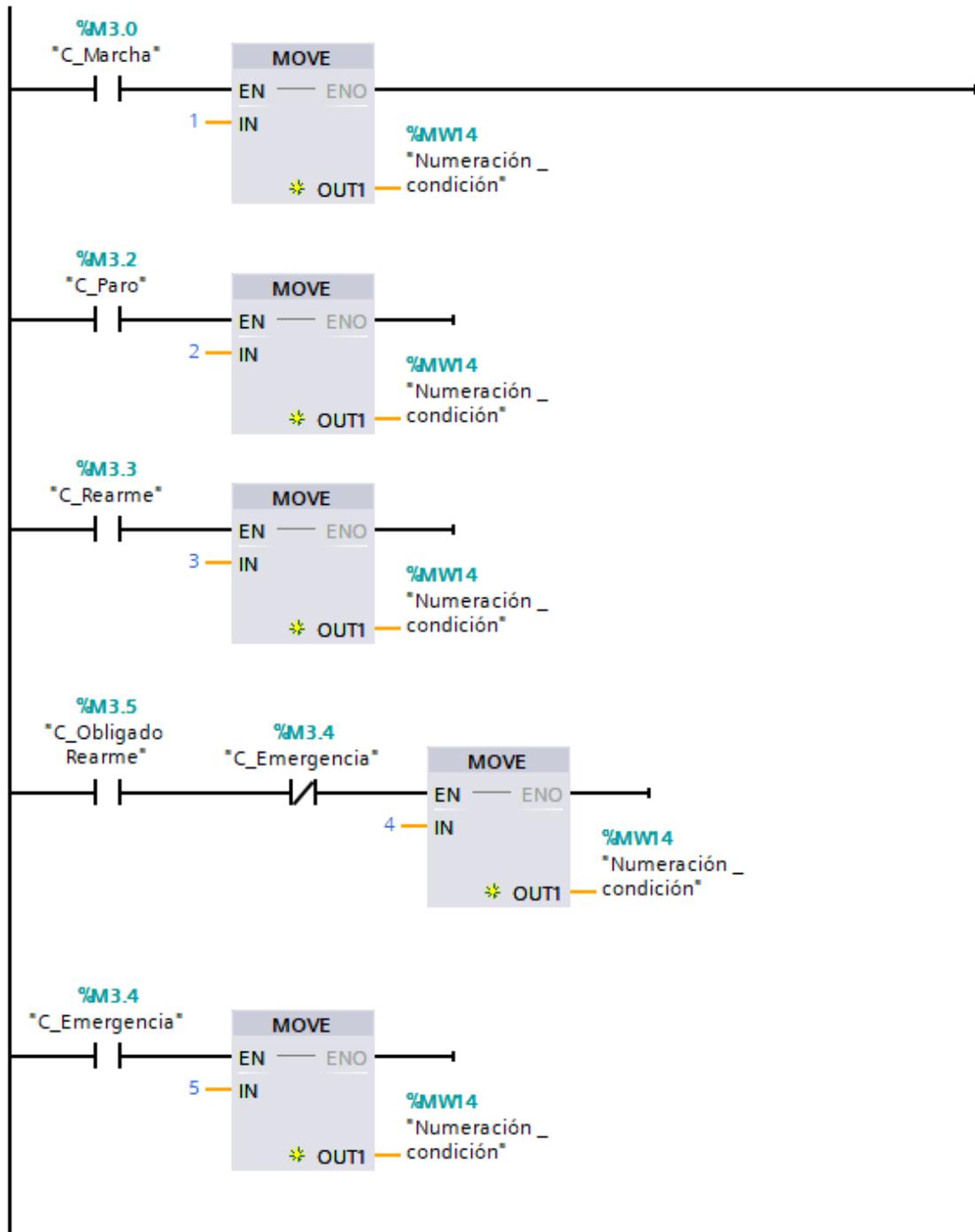


Figura 122: Segmento del Programa. Numeración de la Condiciones

Numeración de las condiciones: este segmento se encarga de transformar cada estado en un numero entero en la variable "Numeración_condición". Cada valor en esta variable tiene una alerta en la "ventana de estados".

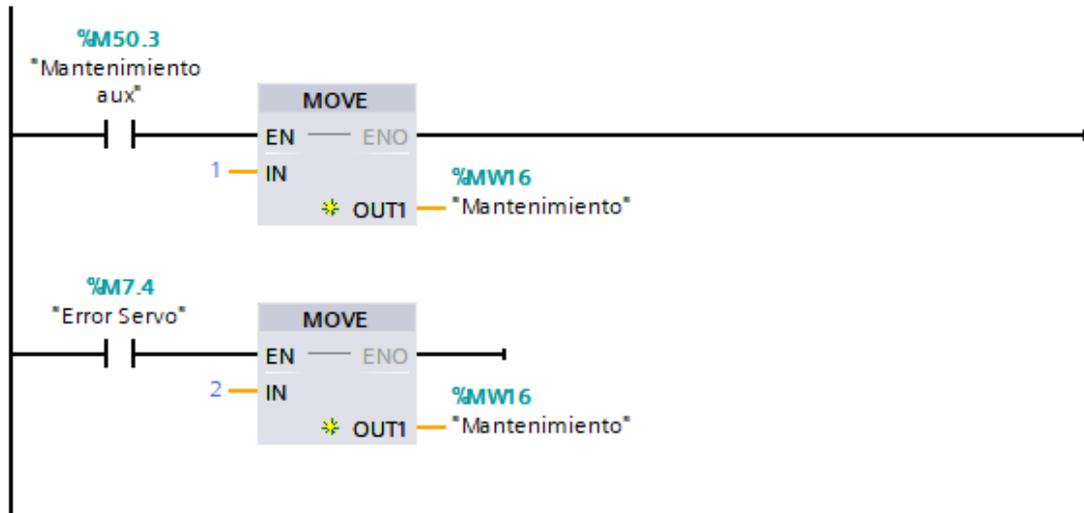


Figura 123: Segmento del Programa. Numeración de los Estado Especiales

Numeración de los estados especiales: esta ventana tiene una función similar a la anterior: se encarga de que el mantenimiento o un error en el servo tengan un valor en la variable “Mantenimiento”. Cada valor lleva asociado una alerta en la “Ventana de estados especiales”.

2 ANEXO 2: DOCUMENTACIÓN TÉCNICA

2.1 Documentación técnica del PLC S7-1200

Tiempos de ejecución de la CPU	
para operaciones de bits, tip.	0,08 µs; /instrucción
para operaciones a palabras, tip.	1,7 µs; /instrucción
para aritmética de coma flotante, tip.	2,3 µs; /instrucción
CPU-bloques	
Nº de bloques (total)	DBs, FCs, FBs, contadores y temporizadores. El número máximo de bloques direccionables es de 1 a 65535. No hay ninguna restricción, uso de toda la memoria de trabajo
OB	
• Número, máx.	Limitada únicamente por la memoria de trabajo para código
Áreas de datos y su remanencia	
Área de datos remanentes (incl. temporizadores, contadores, marcas), máx.	10 kbyte
Marcas	
• Número, máx.	8 kbyte; Tamaño del área de marcas
Datos locales	
• por cada prioridad, máx.	16 kbyte; Clase de prioridad 1 (ciclo de programa): 16 kbyte, clase de prioridad 2 a 26: 6 kbytes
Área de direcciones	
Imagen del proceso	
• Entradas, configurables	1 kbyte
• Salidas, configurables	1 kbyte
Configuración del hardware	
Nº de módulos por sistema, máx.	3 Communication Module, 1 Signal Board, 8 Signal Module
Hora	
Reloj	
• Reloj de hardware (en tiempo real)	Si
• Duración del respaldo	480 h; típicamente
• Desviación diaria, máx.	±60 s/mes a 25 °C
Entradas digitales	
Nº de entradas digitales	14; integrado
• De ellas, entradas usable para funciones tecnológicas	6; HSC (High Speed Counting)
Fuente/sumidero (M/P)	Si
Número de entradas atacables simultáneamente	
Todas las posiciones de montaje	
— hasta 40 °C, máx.	14
Tensión de entrada	
• Valor nominal (DC)	24 V
• para señal "0"	5 V DC, con 1 mA
• para señal "1"	15 V DC at 2,5 mA
Retardo a la entrada (a tensión nominal de entrada)	
para entradas estándar	
— parametrizable	0,2 ms, 0,4 ms, 0,8 ms, 1,6 ms, 3,2 ms, 6,4 ms y 12,8 ms, elegible en grupos de 4
— en transición "0" a "1", máx.	0,2 ms
— en transición "0" a "1", máx.	12,8 ms
para entradas de alarmas	
— parametrizable	Si
Longitud del cable	
• apantallado, máx.	500 m; 50 m para funciones tecnológicas
• no apantallado, máx.	300 m; para funciones tecnológicas: No
Salidas digitales	
Número de salidas	10; Relé
Poder de corte de las salidas	
• con carga resistiva, máx.	2 A
• con carga tipo lámpara, máx.	30 W con DC, 200 W con AC
Retardo a la salida con carga resistiva	
• "0" a "1", máx.	10 ms; máx.

Figura 124: Documentación técnica del PLC S7-1200 parte 1

• "1" a "0", máx.	10 ms; máx.
Salidas de relé	
• Nº de salidas relé	10
• Número de ciclos de maniobra, máx.	mecánicos: 10 millones, con tensión nominal de carga: 100 000
Longitud del cable	
• apantallado, máx.	500 m
• no apantallado, máx.	150 m
Entradas analógicas	
Nº de entradas analógicas	2
Rangos de entrada	
• Tensión	Si
Rangos de entrada (valores nominales), tensiones	
• 0 a +10 V	Si
— Resistencia de entrada (0 a 10 V)	≥100 kohmios
Longitud del cable	
• apantallado, máx.	100 m; trenzado y apantallado
Salidas analógicas	
Nº de salidas analógicas	0
Formación de valor analógico para entradas	
Tiempo de integración y conversión/resolución por canal	
• Resolución con rango de rebase (bits incl. signo), máx.	10 bit
• Tiempo de integración parametrizable	Si
• Tiempo de conversión (por canal)	625 µs
Sensor	
Sensores compatibles	
• Sensor a 2 hilos	Si
1. Interfaz	
con aislamiento galvánico	Si
Detección automática de la velocidad de transferencia	Si
Autonegociación	Si
Autocrossing	Si
Física de la interfaz	
• RJ 45 (Ethernet)	Si
• Número de puertos	1
• Switch integrado	No
Protocolos	
• PROFINET IO-Controller	Si
• PROFINET IO-Device	Si
• Comunicación SIMATIC	Si
• Comunicación IE abierta	Si; También disponible cifrada
• Servidores web	Si
• Redundancia del medio	No
PROFINET IO-Controller	
• Velocidad de transferencia, máx.	100 Mbit/s
Servicios	
— Comunicación PG/OP	Si
— Modo isócrono	No
— IRT	No
— PROFIenergy	No
— Arranque priorizado	Si
— Número de dispositivos IO con arranque preferente, máx.	16
— Nº de IO Devices que se pueden conectar en total, máx.	16
— Nº de IO-Devices conectables para RT, máx.	16
— de ellos, en línea, máx.	16
— Activar/desactivar IO Devices	Si

Figura 125: Documentación técnica del PLC S7-1200 parte 2

— N° de IO-Devices activables/desactivables simultáneamente, máx.	8
PROFINET IO-Device	
Servicios	
— Comunicación PG/OP	Si
— Modo isócrono	No
— IRT	No
— PROFIenergy	Si
— Shared Device	Si
— N° de IO Controller con Shared Device, máx.	2
Protocolos	
Soporta protocolo para PROFINET IO	Si
PROFIBUS	Si; Requiere CM 1243-5 (maestro) o CM 1242-5 (esclavo)
AS-Interface	Si; Se requiere un CM 1243-2
Protocolos (Ethernet)	
• TCP/IP	Si
• DHCP	No
• SNMP	Si
• DCP	Si
• LLDP	Si
Funcionamiento redundante	
Redundancia del medio	
— MRP	No
— MRPD	No
Comunicación SIMATIC	
• S7-Routing	Si
Comunicación IE abierta	
• TCP/IP	Si
— Tamaño de datos, máx.	8 kbyte
• ISO-on-TCP (RFC1006)	Si
— Tamaño de datos, máx.	8 kbyte
• UDP	Si
— Tamaño de datos, máx.	1 472 byte
Servidores web	
• Soporta	Si
• Páginas web definidas por el usuario	Si
OPC UA	
• Requiere licencia runtime	Si; licencia "Basic" necesaria
• OPC UA Server	Si; Acceso a datos (Read, Write, Subscribe), requiere licencia runtime
— Autenticación de aplicaciones	Políticas de seguridad disponibles: ninguna, Basic128Rsa15, Basic256Rsa15, Basic256Sha256
— Autenticación de usuarios	"Anónimo o mediante nombre de usuario y contraseña
— Número de sesiones, máx.	5
— Número de variables accesibles, máx.	1 000
— Número de suscripciones por sesión, máx.	5
— Intervalo de muestreo, mín.	100 ms
— Intervalo de emisión, mín.	200 ms
— Número de elementos vigilados (monitored items), máx.	500
— Número de interfaces del servidor, máx.	2
— Número de nodos en interfaces del servidor definidas por el usuario, máx.	1 000
Otros protocolos	
• MODBUS	Si
Funciones de comunicación	
Comunicación S7	
• Soporta	Si
• como servidor	Si

Figura 126: Documentación técnica del PLC S7-1200 parte 3

• Datos útiles por petición, máx.	ver la Ayuda online (S7 communication, User data size)
Nº de conexiones	
• total	16; dinámica
Funciones de test y puesta en marcha	
Estado/forzado	
• Estado/forzado de variables	Si
• Variables	Entradas/salidas, marcas, DB, E/S de periferia, tiempos, contadores
Forzado permanente	
• Forzado permanente	Si
Búfer de diagnóstico	
• existente	Si
Traces	
• Número de Traces configurables	2
• Tamaño de memoria por Trace, máx.	512 kbyte
Alarmas/diagnósticos/información de estado	
LED señalizador de diagnóstico	
• LED RUN/STOP	Si
• LED ERROR	Si
• LED MAINT	Si
Funciones integradas	
Nº de contadores	6
Frecuencia de contaje (contadores), máx.	100 kHz
Medida de frecuencia	Si
Posicionamiento en lazo abierto	Si
Número de ejes de posicionamiento con regulación de posición, máx.	8
Número de ejes de posicionamiento mediante interfaz impulsos/sentido	hasta 4 con SB 1222
Regulador PID	Si
Nº de entradas de alarma	4
Aislamiento galvánico	
Aislamiento galvánico módulos de E digitales	
• Aislamiento galvánico módulos de E digitales	500 V AC durante 1 minuto
• entre los canales, en grupos de	1
Aislamiento galvánico módulos de S digitales	
• Aislamiento galvánico módulos de S digitales	Relé
• entre los canales	No
• entre los canales, en grupos de	2
CEM	
Inmunidad a perturbaciones por descargas de electricidad estática	
• Inmunidad a perturbaciones por descargas de electricidad estática IEC 61000-4-2	Si
— Tensión de ensayo con descarga en aire	8 kV
— Tensión de ensayo para descarga por contacto	6 kV
Inmunidad a perturbaciones conducidas	
• Inmunidad a perturbaciones en cables de alimentación según IEC 61000-4-4	Si
• Inmunidad a perturbaciones por cables de señales IEC 61000-4-4	Si
Inmunidad a perturbaciones por tensiones de choque (sobretensión transitoria)	
• Inmunidad a perturbaciones en cables de alimentación según IEC 61000-4-5	Si
Inmunidad a perturbaciones conducidas, inducidas mediante campos de alta frecuencia	
• Inmunidad a campos electromagnéticos radiados a frecuencias radioeléctricas según IEC 61000-4-6	Si
Emisión de radiointerferencias según EN 55 011	
• Clase de límite A, para aplicación en la industria	Si; Grupo 1
• Clase de límite B, para aplicación en el ámbito residencial	Si; Si se garantiza mediante medidas oportunas que se cumplen los valores límite de la clase B según EN 55011

Figura 127: Documentación técnica del PLC S7-1200 parte 4

Normas, homologaciones, certificados	
Marcado CE	Si
Homologación UL	Si
cULus	Si
Homologación FM	Si
RCM (anteriormente C-TICK)	Si
Homologación KC	Si
Homologaciones navales	Si
Condiciones ambientales	
Caída libre	
• Altura de caída, máx.	0,3 m; Cinco veces, en embalaje de envío
Temperatura ambiente en servicio	
• mín.	-20 °C
• máx.	60 °C; N.º de entradas o salidas conectadas al mismo tiempo: 7 o 5 (sin puntos contiguos) con 60 °C en horizontal o 50 °C en vertical, 14 o 10 con 55 °C en horizontal o 45 °C en vertical
• Posición de montaje horizontal, mín.	-20 °C
• Posición de montaje horizontal, máx.	60 °C
• Posición de montaje vertical, mín.	-20 °C
• Posición de montaje vertical, máx.	50 °C
Temperatura ambiente en almacenaje/transporte	
• mín.	-40 °C
• máx.	70 °C
Presión atmosférica según IEC 60068-2-13	
• En servicio mín.	795 hPa
• En servicio máx.	1 080 hPa
• Almacenamiento/transporte, mín.	660 hPa
• Almacenamiento/transporte, máx.	1 080 hPa
Altitud en servicio referida al nivel del mar	
• Altitud de instalación, mín.	-1 000 m
• Altitud de instalación, máx.	2 000 m
Humedad relativa del aire	
• En servicio máx.	95 %; sin condensación
Vibraciones	
• Resistencia a vibraciones durante el funcionamiento según IEC 60068-2-6	Montaje en pared 2 g (m/s ²); perfil DIN 1 g (m/s ²)
• En servicio, según DIN IEC 60068-2-6	Si
Ensayo de resistencia a choques	
• ensayado según DIN IEC 60068-2-27	Si; IEC 68, parte 2-27; semisinusoide: fuerza de choque 15 g (valor de cresta), duración 11 ms
Concentraciones de sustancias contaminantes	
• SO2 con HR < 60% sin condensación	SO2: < 0,5 ppm; H2S: < 0,1 ppm; HR < 60% sin condensación
Configuración	
programación	
Lenguaje de programación	
— KOP	Si
— FUP	Si
— SCL	Si
Protección de know-how	
• Protección de programas de usuario/Protección por contraseña	Si
• Protección contra copia	Si
• Protección de bloques	Si
Protección de acceso	
• Nivel de protección: Protección contra escritura	Si
• Nivel de protección: Protección contra escritura/lectura	Si
• Nivel de protección: Protección completa	Si
Vigilancia de tiempo de ciclo	

Figura 128: Documentación técnica del PLC S7-1200 parte 5

• Configurable	Si
Dimensiones	
Ancho	110 mm
Altura	100 mm
Profundidad	75 mm
Pesos	
Peso, aprox.	455 g
Última modificación:	13/03/2021 

Figura 129: Documentación técnica del PLC S7-1200 parte 6

2.2 Documentación técnica del Variador SINAMICS S210

Documentación técnica variador S210

Datos asignados		Comunicación	
Entrada		Comunicación	PROFINET
Número de fases	1 AC	Condiciones ambientales	
Tensión de red	200 ... 240 V ±10 %	Altura de instalación	1000 m (3280,84 ft)
Frecuencia de red	45 ... 66 Hz	Refrigeración	Por convección
Intensidad asignada	5,0 A	Temperatura ambiente durante	
Intensidad de arranque	8,0 A	Funcionamiento	0 ... 50 °C (32 ... 122 °F)
Salida			Mejor que clase 3K3, según EN 60721-3-3: 2002, sin derating
Número de fases	3 AC	Transporte	-40 ... 70 °C (-40 ... 158 °F)
Potencia asignada	0,40 kW (0,54 hp)		Clase 2K4, según EN 60721-3-2: 1997, en embalaje de transporte
Corriente asignada I_N	2,4 A	Almacenaje	-25 ... 55 °C (-13 ... 131 °F)
Intensidad de salida, máx.	8,7 A		Clase 1K4, según EN 60721-3-1: 1997, en embalaje del producto
Frecuencia de pulsación	8 kHz	Humedad relativa durante	
Frecuencia de salida con	0 ... 550 Hz	Funcionamiento máx.	95 %
Alimentación de la electrónica de control			HR, condensación no permitida
Tensión	24 V -15 % ... +20 %	Transporte, máx.	95 %
Consumo, máx.	0,8 A		con 40 °C (104 °F)
		Almacenaje, máx.	95 %

Figura 130: Documentación técnica variador S210 parte 1

Entradas / salidas		Conexiones	
Entradas digitales estándar		Lado de la red	
Número	5 2 de ellas para función F-DI	Tipo	Bornes de resorte enchufables
		Sección de conector	0,20 ... 2,50 mm ² / 24 ... 14 AWG
Entradas digitales de seguridad		Lado del motor	
Número	1 solo utilizable para STO/SS1	Tipo	Bornes de resorte enchufables
		Sección de conector	0,20 ... 2,50 mm ² / 24 ... 14 AWG
Datos mecánicos		Circ. interm. (para resist. freno)	
Dimensiones		Tipo	Bornes de resorte enchufables
Anchura	55,0 mm (2,17 in)	Sección de conector	0,20 ... 2,50 mm ² / 24 ... 14 AWG
Altura sin chapa de pantalla	170,0 mm (6,69 in)	Longitud del cable	3 m (9,84 ft)
Profundidad	172,4 mm (6,69 in)	Conexión PE	
Posición de montaje	Montaje vertical en pared	Tipo	Varilla roscada M4
Grado de protección	IP20 / UL open type	Longitud de cable a motor, máx.	
Tamaño	FSB	Apantallado	50 m (164,04 ft)
Peso neto	1,30 kg (2,87 lb)	Normas	
		Conformidad con normas	CE, cULus, RCM, KC, EAC
		Marcado CE	Directiva de baja tensión 2006/95/CE
		Certificado de aptitud para Fail Safe	SIL 2 según IEC 61508 parte 1 a 3 (2010) e IEC 61800-5-2 (2016), PL d según ISO 13849 parte 1 (2015), categoría 3 según IEC 60204 (2007)

Figura 131: Documentación técnica variador S210 parte 2

2.3 Documentación técnica de la Periferia Descentralizada ET200SP

Información general	
Designación del tipo de producto	IM 155-6 PN/2 HF
Versión funcional del HW	FS02 o superior
Versión de firmware	V4.2
<ul style="list-style-type: none"> Es posible actualizar el FW. 	Si
Función del producto	
<ul style="list-style-type: none"> Datos de I&M 	Si; I&M0 a I&M3
<ul style="list-style-type: none"> Cambio de módulo durante el funcionamiento (Hot-Swapping) 	Si; Multi Hot-Swapping
<ul style="list-style-type: none"> Modo isócrono 	Si
<ul style="list-style-type: none"> Cambiador de herramientas 	Si; Estación de acoplamiento y unidad de acoplamiento
<ul style="list-style-type: none"> Acoplamiento local de datos de E/S 	No
<ul style="list-style-type: none"> Acoplamiento local de registros 	No
Ingeniería con	
<ul style="list-style-type: none"> STEP 7 TIA Portal configurable/integrado desde versión 	STEP 7 V15.1 o superior
<ul style="list-style-type: none"> STEP 7 configurable/integrado desde versión 	Configurable con archivo GSD
<ul style="list-style-type: none"> PROFINET, versión GSD/revisión GSD o sup. 	GSDML V2.3
Control de la configuración	
vía registro	Si
Tensión de alimentación	
Valor nominal (DC)	24 V
Rango admisible, límite inferior (DC)	19,2 V
Rango admisible, límite superior (DC)	28,8 V
Protección contra inversión de polaridad	Si
Puenteo de caídas de red y tensión	
<ul style="list-style-type: none"> Puenteo de caídas de red/de tensión 	10 ms
Intensidad de entrada	
Consumo, máx.	700 mA
Intensidad de cierre, máx.	4,5 A
I^2t	0,25 A ² ·s
Pérdidas	
Pérdidas, típ.	2,4 W
Área de direcciones	
Espacio de direcciones por módulo	
<ul style="list-style-type: none"> Espacio de direcciones por módulo, máx. 	288 byte; Tanto para datos de entrada como de salida
Espacio de direcciones por estación	
<ul style="list-style-type: none"> Espacio de direcciones por estación, máx. 	1 440 byte; En función de la configuración

Figura 132: Documentación Técnica ET200SP parte 1

Configuración del hardware	
Bastidores	
• Número de módulos ET 200SP utilizables, máx.	64
• Número de módulos ET 200AL utilizables, máx.	16
Submódulos	
• Número de submódulos por estación, máx.	256
Sellado de tiempo	
Precisión	10 ms
Interfaces	
Nº de interfaces PROFINET	1; 2 puertos (switch)
1. Interfaz	
Física de la interfaz	
• Número de puertos	2; A través de BusAdapter
• Switch integrado	Si
• BusAdapter (PROFINET)	Si; BusAdapter utilizables: BA 2x RJ45, BA 2x M12, BA 2x FC, BA 2x LC, BA LC/RJ45, BA LC/FC, BA 2x SCRJ, BA SCRJ/RJ45, BA SCRJ/FC,
Protocolos	
• PROFINET IO-Device	Si
• Comunicación IE abierta	Si
• Redundancia del medio	Si; PROFINET MRP
Física de la interfaz	
RJ 45 (Ethernet)	
• Método de transferencia	PROFINET a 100 Mbits/s full dúplex (100BASE-TX)
• 10 Mbits/s	No
• 100 Mbits/s	Si; PROFINET a 100 Mbits/s full dúplex (100BASE-TX)
• Autonegociación	Si
• Autocrossing	Si
Protocolos	
Nº de conexiones	
• Número de relaciones de comunicación MIM/conexiones, máx.	16
PROFINET IO-Device	
Servicios	
— IRT	Si; 250 µs, 500 µs, 1 ms, 2 ms, 4 ms adicionalmente en caso de IRT con alto rendimiento: 250 µs a 4 ms a intervalos de 125 µs
— PROFenergy	Si
— Arranque priorizado	Si
— Shared Device	Si
— Nº de IO Controller con Shared Device, máx.	4
Funcionamiento redundante	
• Redundancia de sistema PROFINET (S2)	Si; NAP S2
• Configuración PROFINET redundante (R1)	No
• H-Sync Forwarding	Si
Redundancia del medio	
— MRP	Si
— MRPD	No
Comunicación IE abierta	
• TCP/IP	Si
• SNMP	Si
• LLDP	Si
Modo isócrono	
Equidistancia	Si
Máxima frecuencia de reloj	250 µs
Mínima frecuencia de reloj	4 ms
Tiempo de ciclo (TDP), min.	250 µs
Jitter, máx.	1 µs
Alarmas/diagnósticos/información de estado	

Figura 133: Documentación técnica ET200SP parte 2

Señalizador de estado	Sí
Alarmas	Sí
Función de diagnóstico	Sí
LED señalizador de diagnóstico	
• LED RUN	Sí; LED verde
• LED ERROR	Sí; LED rojo
• LED MAINT	Sí; LED amarillo
• Vigilancia de la tensión de alimentación (LED PWR)	Sí; LED PWR verde
• Indicador de conexión LINK TX/RX	Sí; 2 LED Link verdes en BusAdapter
Aislamiento galvánico	
entre el bus posterior y la electrónica	No
entre PROFINET y los restantes circuitos	Sí
entre la alimentación y los restantes circuitos	No
Aislamiento	
Aislamiento ensayado con	707 V DC (Type Test)
Normas, homologaciones, certificados	
Security level	Según Security Level 1 Test Cases V1.1.1
Condiciones ambientales	
Temperatura ambiente en servicio	
• Posición de montaje horizontal, mín.	-30 °C; Sin condensación
• Posición de montaje horizontal, máx.	60 °C
• Posición de montaje vertical, mín.	-30 °C; Sin condensación
• Posición de montaje vertical, máx.	50 °C
Altitud en servicio referida al nivel del mar	
• Altitud de instalación sobre el nivel del mar, máx.	5 000 m; Restricciones con alturas de instalación > 2 000 m, ver Manual
Sistema de conexión	
ET-Connection	
• vía emisión BU/BA	Sí; + 16 módulos ET 200AL
Elementos mecánicos/material	
Alivio de tracción	Sí; opcional
Dimensiones	
Ancho	50 mm
Altura	117 mm
Profundidad	74 mm
Pesos	
Peso, aprox.	120 g; Sin BusAdapter

Figura 134: Documentación técnica ET200SP parte 3

2.4 Documentación técnica del Servomotor SIMOTICS S-1FK2 HD

Característica	Variante
Tipo de motor	Motor síncrono excitado por imanes permanentes
Inercia del rotor	1F□21 - High Dynamic - Motor con inercia del rotor reducida 1F□22 - Compact - Motor con inercia del rotor media
Refrigeración	Refrigeración natural
Aislamiento del devanado del estátor según EN 60034-1 (IEC 60034-1)	1F□2□02, 1F□2□03: Clase térmica 130 (B) para una sobretemperatura del devanado de $\Delta T = 80$ K con una temperatura ambiente de $+40$ °C 1F□2□04, 1F□2□05, 1F□2□06, 1F□2□08, 1F□2□10: Clase térmica 155 (F) para una sobretemperatura del devanado de $\Delta T = 100$ K con una temperatura ambiente de $+40$ °C
Clase de aislamiento para tensión de impulso según EN 60034-18-41 (IEC 60034-18-41)	IVIC: C
Rango de servicio	De -15 a $+40$ °C, reducción de potencia en caso de temperaturas superiores
Altitud de instalación (según EN 60034-1 e IEC 60034-1)	≤ 1000 m sobre el nivel del mar; de lo contrario, reducción de potencia
Forma constructiva según EN 60034-7 (IEC 60034-7)	IM B5 (IM V1, IM V3)
Grado de protección según EN 60034-5 (IEC 60034-5)	IP64, opcionalmente IP65/IP67 IP67 (IP67 solo para 1FT2, pero no para el tamaño 20)
Vigilancia de temperatura	Modelo térmico de motor
Pintura	Color antracita (RAL 7016)
Extremo de eje según DIN 748-3 (IEC 60072-1)	Eje liso, opcionalmente con chaveta y equilibrado con media chaveta
Concentricidad, coaxialidad y planitud según DIN 42955 (IEC 60072-1) ¹⁾	Tolerancia N (normal)
Niveles de intensidad de vibración según EN 60034-14 (IEC 60034-14)	El nivel A se cumple hasta la velocidad asignada.
Nivel de presión acústica L_{pA} (1 m) según EN ISO 1680, máx. tolerancia $+3$ dB(A)	55 dB (A)
Sistemas de encóder, incorporados con interfaz DRIVE-CLiQ	<ul style="list-style-type: none"> AS22DQC, encóder absoluto monovuelta 22 bits (letra identificativa: S) AM22DQC, encóder absoluto multivuelta 22 bits + 12 bits (letra identificativa: M)
Conexión	Sistema monocable (OCC), girable
Freno de mantenimiento	Opcionalmente, freno de mantenimiento incorporado

Figura 135: Documentación Técnica del Servo SIMOTICS S-1FK2 HD parte 1

Condiciones ambientales para el transporte en el embalaje de transporte conforme a clase 2K3 según EN 60721-3-2, excepto los parámetros ambientales "Temperatura del aire" y "Condensación"	
Condiciones ambientales climatológicas	-15 °C...+70 °C
Máxima humedad relativa del aire	<95 % a 40 °C, condensación no permitida
Condiciones mecánicas del entorno	Golpes y vibraciones admisibles conforme a 3M8 según EN 60721-3-3: Choques individuales (6 ms): máx. 250 m/s ²
Protección contra sustancias químicas	Protegido conforme a clase 2C2
Condiciones ambientales biológicas	Adecuado conforme a clase 2B2

Condiciones ambientales para el almacenamiento a largo plazo en el embalaje del producto conforme a clase 1K3 según EN 60721-3-1, excepto los parámetros ambientales "Temperatura del aire", "Máxima humedad relativa del aire" y "Condensación"	
Condiciones ambientales climatológicas	-15 °C...+55 °C
Máxima humedad relativa del aire	<60 %, condensación no permitida
Condiciones mecánicas del entorno	Recinto de almacenamiento sin vibraciones, v_{ef} <0,2 mm/s
Protección contra sustancias químicas	Protegido conforme a clase 1C2
Condiciones ambientales biológicas	Adecuado conforme a clase 1B2
Duración	<ul style="list-style-type: none"> Seis meses con las condiciones mencionadas anteriormente. Para tiempos de almacenaje de entre 6 meses y dos años como máximo deben tomarse medidas de conservación especiales. <p>Encontrará más información al respecto en el capítulo "Acceso a la información de soporte (Página 207)".</p>

Figura 136: Documentación Técnica del Servo SIMOTICS S-1FK2 HD parte 2

Condiciones ambientales durante el funcionamiento conforme a 3K4 según EN 60721-3-3, excepto los parámetros ambientales "Baja temperatura del aire", "Condensación" y "Baja presión atmosférica"	
Altitud de instalación	Hasta 1000 m sobre el nivel del mar sin limitaciones Encontrará más información al respecto en el capítulo "Factores de reducción de potencia (Página 358)".
Condiciones ambientales climatológicas ¹⁾	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Rango de temperatura: -15 °C²⁾...+40 °C ▪ Humedad relativa del aire: 5 ... 95%, condensación no permitida ▪ Humedad absoluta del aire: 1 ... 29 g/m³ ▪ Velocidad de cambio de temperatura³⁾: 0,5°/min ▪ Presión atmosférica: 89⁴⁾...106 kPa⁴⁾ ▪ Radiación solar: 700 W/m² ⁵⁾ ▪ Movimiento del aire: 1,0 m/s ▪ Agua (excepto lluvia): ver Grado de protección
Condiciones mecánicas del entorno	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Vibraciones admisibles conforme a clase 3M8 según EN 60721-3-3: máx. 50 m/s² ▪ Golpes admisibles conforme a clase 3M8 según EN 60721-3-3
Protección contra sustancias químicas	Protegido conforme a 3C2 según EN 60721-3-3
Condiciones ambientales biológicas	Adecuado conforme a 3B2 según EN 60721-3-3
Ensuciamiento	Apto para entornos con grado de ensuciamiento 2 según EN 61800-5-1
Medio de aire refrigerante	Aire limpio y seco
Los motores no son adecuados para el funcionamiento: <ul style="list-style-type: none"> ▪ en vacío⁵⁾ ▪ en atmósfera salina o corrosiva ▪ a la intemperie 	

¹⁾ Mayor robustez en cuanto a baja temperatura del aire y baja presión atmosférica; mejor que 3K3 según EN 60721-3-3

²⁾ Promedio para un intervalo de 5 min

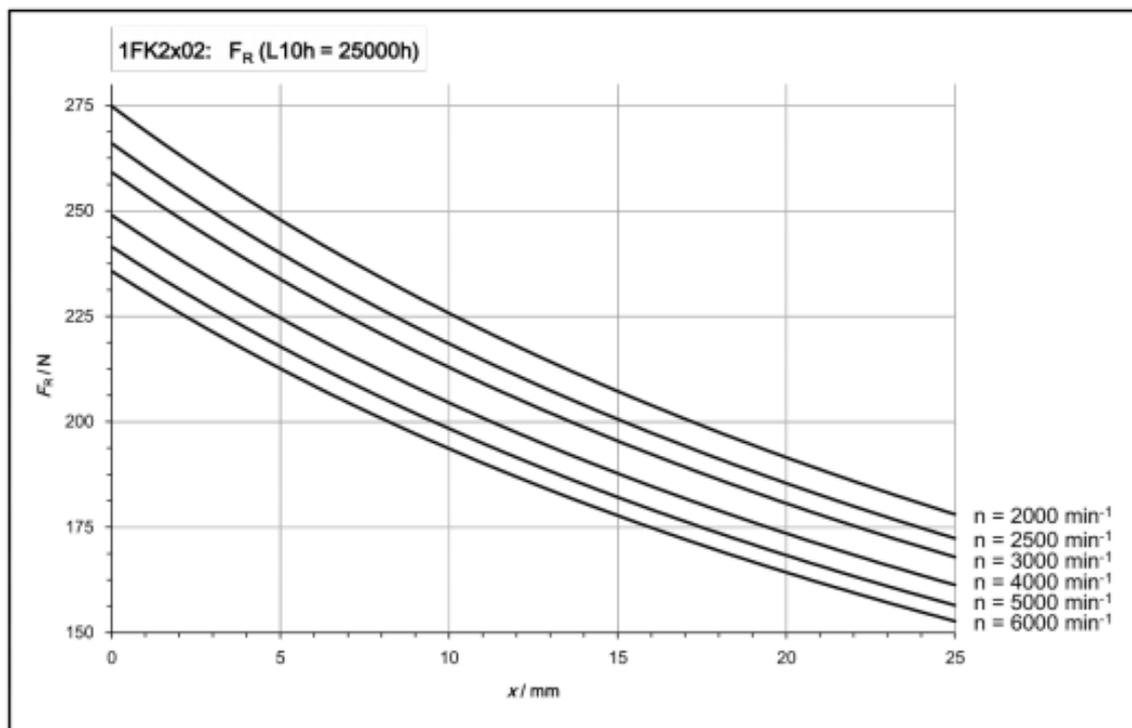
³⁾ El límite de 89 kPa cubre las aplicaciones hasta una altitud máxima de 1000 m.

⁴⁾ Se excluyen las condiciones en minas.

⁵⁾ Debido al bajo nivel de tensión soportada y a la mala evacuación de calor, no se permite la operación en vacío.

Figura 137: Documentación Técnica del Servo SIMOTICS S-1FK2 HD parte 3

Diagrama de fuerzas radiales 1FK2x02



Tipo de motor	Par de mantenimiento a 120 °C	Par de frenado din.	Par de frenado din. máximo	Tiempo de apertura	Tiempo de cierre	Trabajo de maniobra máximo admisible ¹⁾	Trabajo de maniobra total (vida útil)	Corriente de retención	Corriente de apertura típica para tiempo de sobreexcitación	
	M_4 / Nm	M_{1m} / Nm	$M_{1m\acute{a}x} / Nm$	t / ms	t / ms	$W_{m\acute{a}x} / J$	W_{tot} / kJ	I_h / A	$I_{o,n} / A$	t_{sob} / ms
Para freno de resorte										
1FK2□02	0,32	0,32	1	25	8	7,4	1,75	0,1	0,6	50
1FK2□03	1,3	1,3	3,9	40	10	62	17,5	0,15	0,8	60
1FK2□04	3,3	3,3	9	50	15	270	120	0,2	1,2	80
Para freno de imán permanente										
1FK2□05	8	5	18	35	15	570	284	0,3	1,1	120
1FK2206	13	6,5	35	70	30	1550	774	0,35		
1FK2106	16	9			20	1000				
1FK2□08-3	19	12	37		2000	1800	0,4			

Figura 138: Documentación Técnica del Servo SIMOTICS S-1FK2 HD parte 4

1FK2102-1AG		Para 230 V 1 AC, 240 V 3 AC		
Datos técnicos en el sistema SINAMICS S210		Símbolo	Unidad	Valor
Par a rotor parado		M_0	Nm	0,32
Intensidad a rotor parado		I_0	A	0,76
Velocidad de giro máxima admisible		$n_{m\acute{a}x}$	1/min	8000
Par máximo		$M_{m\acute{a}x}$	Nm	1,11
Intensidad máxima		$I_{m\acute{a}x}$	A	2,95
Constante de tiempo térmica		T_{th}	min	16
Momento de inercia		J_{Mot}	kgcm ²	0,036
Momento de inercia (con freno)		$J_{Fr.Mot}$	kgcm ²	0,04
Peso		m_{Mot}	kg	0,6
Peso (con freno)		$m_{Fr.Mot}$	kg	0,86
Datos asignados para S210 con 230 V 1 AC, 240 V 3 AC				
Velocidad asignada		n_M	1/min	3000
Par asignado		M_M	Nm	0,32
Intensidad asignada		I_M	A	0,76
Potencia asignada		P_M	kW	0,1

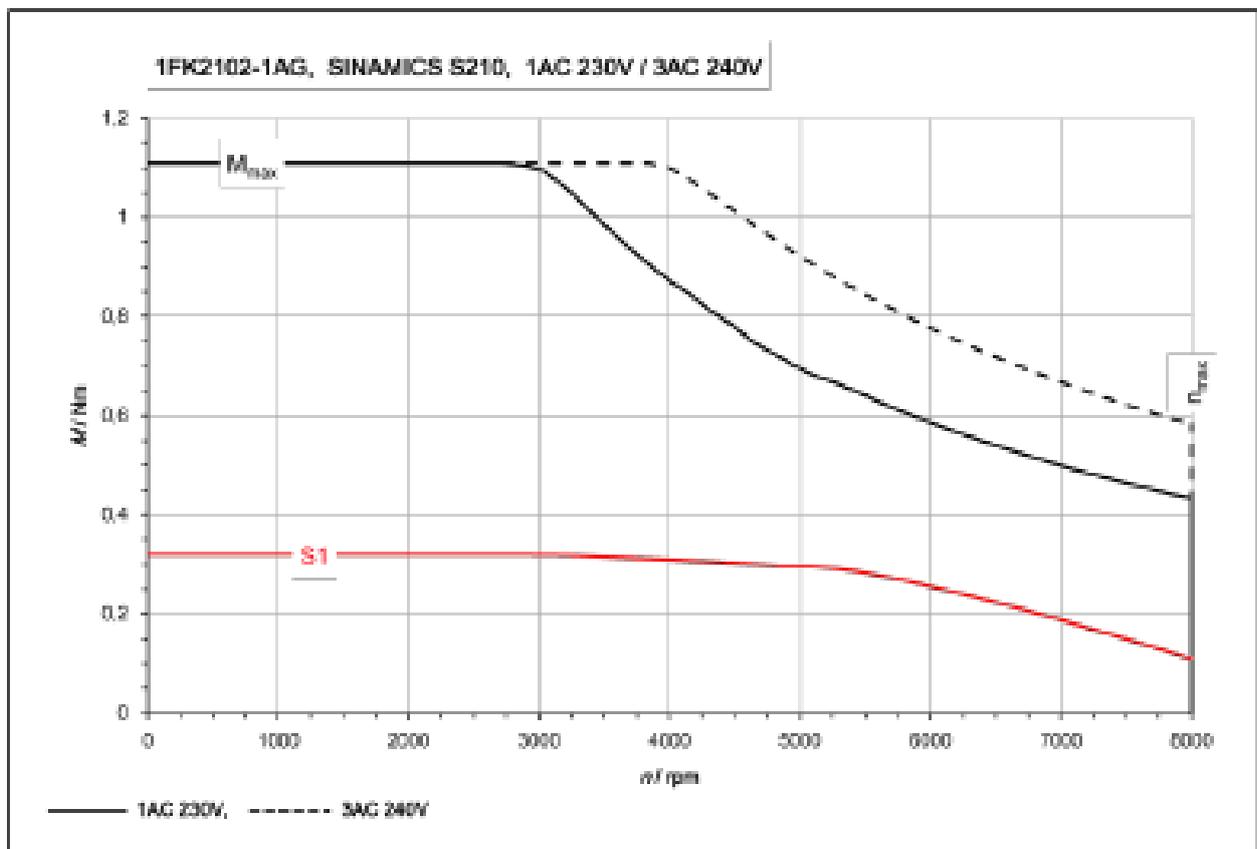


Figura 139: Documentación Técnica del Servo SIMOTICS S-1FK2 HD parte 5

2.5 Documentación técnica de la Pantalla KTP 700 Basic Panel

Información general	
Designación del tipo de producto	KTP700 Basic color PN
Display	
Tipo de display	Pantalla TFT panorámica, retroiluminación LED
Diagonal de pantalla	7 in
Achura del display	154,1 mm
Altura del display	85,9 mm
Nº de colores	65 536
Resolución (píxeles)	
• Resolución de imagen horizontal	800 pixel
• Resolución de imagen vertical	480 pixel
Retroiluminación	
• MTBF de la retroiluminación (con 25 °C)	20 000 h
• Retroiluminación variable	Sí
Elementos de mando	
Fuentes de teclado	
• Teclas de función	
— Nº de teclas de función	8
— Nº de teclas de función con LED	0
• Teclas con LED	No
• Teclas del sistema	No
• Teclado numérico	Sí; Teclado en pantalla
• Teclado alfanumérico	Sí; Teclado en pantalla
Manejo táctil	
• Variante con pantalla táctil	Sí
Diseño/montaje	
Posición de montaje	vertical
Montaje en pared/directo	No
Montaje vertical (formato retrato) posible	Sí
Montaje horizontal (formato apaisado) posible	Sí
Máx. ángulo de inclinación permitido sin ventilación externa	35°
Tensión de alimentación	
Tipo de tensión de la alimentación	DC
Valor nominal (DC)	24 V
Rango admisible, límite inferior (DC)	19,2 V
Rango admisible, límite superior (DC)	28,8 V

Figura 140: Documentación técnica de la Pantalla KTP 700 Basic parte 1

Intensidad de entrada	
Consumo (valor nominal)	230 mA
Intensidad transitoria de conexión I ² t	0,2 A ² ·s
Potencia	
Consumo de potencia activa, tip.	5,5 W
Procesador	
Tipo de procesador	ARM
Memoria	
Flash	Si
RAM	Si
memoria usable para datos de usuario	10 Mbyte
Tipo de salida	
Acústica	
• Zumbador	Si
• Altavoz	No
Hora	
Reloj	
• Reloj de hardware (en tiempo real)	Si
• Reloj por software	Si
• Respalddo	Si; Duración del búfer típica: 6 semanas
• Sincronizable	Si
Interfaces	
Nº de interfaces Industrial Ethernet	1
Nº de interfaces RS 485	0
Nº de interfaces RS 422	0
Nº de interfaces RS 232	0
Nº de interfaces USB	1; hasta máx. 16 GB
Nº de interfaces 20 mA (TTY)	0
Nº de interfaces paralelas	0
Nº de otras interfaces	0
Número de slot para tarjetas SD	0
Con interfaces a SW	No
Industrial Ethernet	
• LED de estado Industrial Ethernet	2
Protocolos	
PROFINET	Si
Soporta protocolo para PROFINET IO	No
IRT	No
PROFIBUS	No
MPI	No
Protocolos (Ethernet)	
• TCP/IP	Si
• DHCP	Si
• SNMP	Si
• DCP	Si
• LLDP	Si
Propiedades WEB	
• HTTP	No
• HTML	No
Funcionamiento redundante	
Redundancia del medio	
— MRP	No
Otros protocolos	
• CAN	No
• Soporta protocolo para EtherNet/IP	Si
• MODBUS	Si; Modicon (MODBUS TCP/IP)
Alarmas/diagnósticos/información de estado	

Figura 141: Documentación técnica de la Pantalla KTP 700 Basic parte 2

Diagnósticos	
● Se puede leer la información de diagnóstico	No
CEM	
Emisión de radiointerferencias según EN 55 011	
● Clase de límite A, para aplicación en la industria	Si
● Clase de límite B, para aplicación en el ámbito residencial	No
Grado de protección y clase de protección	
NEMA (frontal)	
● Enclosure Type 4 en el frente	Si
● Enclosure Type 4x en el frente	Si
Normas, homologaciones, certificados	
Marcado CE	Si
cULus	Si
RCM (anteriormente C-TICK)	Si
Homologación KC	Si
Uso en atmósfera potencialmente explosiva	
● ATEX zona 2	No
● ATEX zona 22	No
● IECEx Zone 2	No
● IECEx Zone 22	No
● cULus Class I zona 1	No
● cULus Class I zona 2, división 2	No
● FM Class I Division 2	No
Homologaciones navales	
● Germanischer Lloyd (GL)	Si
● American Bureau of Shipping (ABS)	Si
● Bureau Veritas (BV)	Si
● Det Norske Veritas (DNV)	Si
● Lloyds Register of Shipping (LRS)	Si
● Nippon Kaiji Kyokai (Class NK)	Si
● Polski Rejestr Statkow (PRS)	No
● Chinese Classification Society (CCS)	No
Condiciones ambientales	
Temperatura ambiente en servicio	
● En servicio (montaje vertical)	
— en posición de montaje vertical, mín.	0 °C
— en posición de montaje vertical, máx.	50 °C
● En servicio (máx. ángulo de inclinación)	
— con ángulo máx. de inclinación, mín.	0 °C
— con ángulo máx. de inclinación, máx.	40 °C
● En servicio (montaje vertical, formato retrato)	
— en posición de montaje vertical, mín.	0 °C
— en posición de montaje vertical, máx.	40 °C
● En servicio (máx. ángulo de inclinación, formato retrato)	
— con ángulo máx. de inclinación, mín.	0 °C
— con ángulo máx. de inclinación, máx.	35 °C
Temperatura ambiente en almacenaje/transporte	
● mín.	-20 °C
● máx.	60 °C
Humedad relativa del aire	
● En servicio máx.	90 %; sin condensación
Sistemas operativos	
propietarios	Si
Sistema operativo preinstalado	
● Windows CE	No
Configuración	

Figura 142: Documentación técnica de la Pantalla KTP 700 Basic parte 3

Anexos a la Memoria
Daniel García Muñiz

Ventana de avisos	Si
Sistema de alarmas (con búfer y confirmación)	Si
Representación de valores de proceso (salida)	Si
Especificación de valores de proceso (entrada) posible	Si
Administración de recetas	Si
Software de configuración	
• STEP 7 Basic (TIA Portal)	Si; vía WinCC Basic (TIA Portal) integrado
• STEP 7 Professional (TIA Portal)	Si; vía WinCC Basic (TIA Portal) integrado
• WinCC flexible Compact	No
• WinCC flexible Standard	No
• WinCC flexible Advanced	No
• WinCC Basic (TIA Portal)	Si
• WinCC Comfort (TIA Portal)	Si
• WinCC Advanced (TIA Portal)	Si
• WinCC Professional (TIA Portal)	Si
Idiomas	
Idiomas online	
• Número de idiomas online/runtime	10
Idiomas	
• Idiomas por proyecto	32
Funcionalidad bajo WinCC (TIA Portal)	
Librerías	Si
Aplicaciones/opciones	
• Navegador web	Si
• SIMATIC WinCC Sm@rtServer	Si; Disponible con WinCC (TIA Portal) V14 o superior
Nº de scripts Visual Basic	No
Planificador de tareas	Si
• controlada por tiempo	No
• controlada por tarea	Si
Sistema de ayuda	Si
• Nº de caracteres por texto informativo	500
Sistema de avisos	
• Nº de clases de avisos	32
• Avisos de bit	
— Nº de avisos de bit	1 000
• Avisos analógicos	
— Nº de avisos analógicos	25
• Método de numeración de avisos S7	No
• Avisos del sistema HMI	Si
• Avisos del sistema de otros (SIMATIC S7, Sinumerik, Simotion, ...)	Si; Buffer de avisos del sistema SIMATIC S7-1200 y S7-1500
• Valores de caracteres por aviso	80
• Valores de proceso por aviso	8
• Grupos de confirmación	Si
• Indicador de avisos	Si
• Búfer de avisos	
— Nº de entradas	256
— Búfer circular	Si
— remanente	Si
— libre de mantenimiento	Si
Administración de recetas	
• Número de recetas	50
• Registros por receta	100
• Entradas por registro	100
• Tamaño de la memoria de recetas interna	256 kbyte
• Memoria de recetas ampliable	No
Variables	
• Nº de variables por equipo	800

Figura 143: Documentación técnica de la Pantalla KTP 700 Basic parte 4

• Nº de variables por sinóptico	100
• Valores límite	Si
• Multiplexar	Si
• Estructuras	No
• Matrices	Si
Imágenes	
• Número de imágenes configurables	250
• Ventana permanente/platilla	Si
• Imagen global	Si
• Imágenes emergentes	No
• Imágenes deslizables	No
• Selección de imagen vía PLC	Si
• Nº de imagen en el PLC	Si
Objetos gráficos	
• Número de objetos por imagen	100
• Campos de texto	Si
• Campos de E/S	Si
• Campos de E/S gráficos (lista de gráficos)	Si
• Campos de E/S simbólicos (lista de textos)	Si
• Campos de fecha/hora	Si
• Interruptores	Si
• Botones	Si
• Visor de gráficos	Si
• Iconos	Si
• Objetos geométricos	Si
Objetos gráficos complejos	
• Número de objetos complejos por imagen	10
• Visor de avisos	Si
• Visor de curvas	Si
• Visor de usuarios	Si
• Estado/forzado	No
• Visor Sm@rtClient	No
• Visor de recetas	Si
• Visor de curvas f(x)	No
• Visor de diagnóstico del sistema	Si; Buffer de avisos del sistema SIMATIC S7-1200 y S7-1500
• Media Player	No
• Navegador HTML	Si
• Visor de PDF	No
• Visor de cámara IP	No
• Barras	Si
• Deslizadores	No
• Instrumentos de aguja	No
• Reloj analógico/digital	No
Listas	
• Nº de listas de textos por proyecto	300
• Nº de entradas por lista de textos	100
• Nº de listas gráficas por proyecto	100
• Nº de entradas por lista gráfica	100
Registro histórico	
• Nº de archivos históricos por equipo	2; Un archivo de avisos y un archivo de valores del proceso
• Nº de entradas por archivo histórico	10 000
• Archivo (registro histórico) de avisos	Si
• Archivo de valor de proceso	Si
• Métodos de archivado	
— Archivo secuencial	Si
— Archivo cíclico	Si
• Ubicación	
— Tarjeta de memoria	No

Figura 144: Documentación técnica de la Pantalla KTP 700 Basic parte 5

— Memoria USB	Si
— Ethernet	No
● Formato de archivo de datos	
— CSV	No
— TXT	Si
— RDB	No
Seguridad	
● Número de grupos de usuarios	50
● Número de derechos de usuario	32
● Número de usuarios	50
● Exportación/importación de contraseñas	Si
● SIMATIC Logon	No
Juegos de caracteres	
● Fuentes de teclado	
— USA (Inglés)	Si
Transferencia (carga/descarga)	
● MPI/PROFIBUS DP	No
● USB	No
● Ethernet	Si
● mediante soporte de memoria externo	Si
Acoplamiento al proceso	
● S7-1200	Si
● S7-1500	Si
● S7-200	Si
● S7-300/400	Si
● LOGO!	Si
● Win AC	Si
● SINUMERIK	Si; No se puede acceder a datos NCK
● SIMOTION	Si
● Allen Bradley (EtherNet/IP)	Si
● Allen Bradley (DF1)	No
● Mitsubishi (MC TCP/IP)	Si
● Mitsubishi (FX)	No
● OMRON (FINS TCP)	No
● OMRON (LINK/MultiLink)	No
● Modicon (Modbus TCP/IP)	Si
● Modicon (Modbus)	No
Herramientas/auxiliares para configuración	
● Backup/Restore	Si
● Backup/Restore automáticos	No
● Simulación	Si
● Conmutación de dispositivo	Si
Periferia/Opciones	
Impresora	No
Tarjeta de memoria MM SIMATIC HMI: Multi Media Card	No
Tarjeta de memoria SD SIMATIC HMI: Tarjeta de memoria Secure Digital	No
Tarjeta de memoria CF SIMATIC HMI Tarjeta Compact Flash	No
Memoria USB	Si
SIMATIC IPC USB-Flashdrive (lápiz USB)	Si
Lápiz de memoria USB SIMATIC HMI (lápiz USB)	Si
Elementos mecánicos/material	
Material de la caja (en el frente)	
● Plástico	Si
● Aluminio	No
● Acero inoxidable	No
Dimensiones	

Figura 145: Documentación técnica de la Pantalla KTP 700 Basic parte 6

Ancho del frente de la caja	214 mm
Altura del frente de la caja	158 mm
Recorte para montaje, ancho	197 mm
Recorte para montaje, Altura	141 mm
Profundidad de montaje	39 mm
Pesos	
Peso sin embalaje	780 g
Peso incl. embalaje	990 g

Figura 146: Documentación técnica de la Pantalla KTP 700 Basic parte 7

2.6 Documentación técnica del Actuador Rotativo DSM

Especificaciones técnicas generales				
Tamaño		6	8	10
Conexión neumática		M3		
Forma constructiva		Aleta oscilante		
Amortiguación		Anillos/placas amortiguadores elásticos en ambos lados		
Tipo de fijación		Con rosca interior		
Posición de montaje		Indistinta		
Ángulo de giro				
DSM-...	[°]	90 o 180	90 o 180	90, 180 o 240
DSM-... FF	[°]	0 ... 180		0 ... 200
Frecuencia de giro máxima a 6 bar	[Hz]	3		3 (a 240°: 2 Hz)
Ángulo de amortiguación	[°]	0,5		
Consumo de aire a 6 bar y con un ángulo de giro de 90° ¹⁾				
DSM-...	[cm ³]	0,6	0,7	5,5
DSM-F...	[cm ³]	1,2	1,4	11

1) Valores teóricos

Condiciones de funcionamiento y del entorno				
Tamaño		6	8	10
Medio de funcionamiento		Aire comprimido según ISO 8573-1:2010 [7:4:4]		
Presión de funcionamiento				
DSM-...	[bar]	3,5 ... 8	3,5 ... 8	2,5 ... 8
DSM-F...	[bar]	4 ... 8	4 ... 8	3,5 ... 8
Temperatura ambiente ¹⁾	[°C]	0 ... +60		
Temperatura de almacenamiento	[°C]	20		
ATEX		Tipos seleccionados → www.festo.com		

1) Debe tenerse en cuenta el ámbito de aplicación de los sensores de proximidad

Fuerzas y momentos de giro				
Tamaño		6	8	10
Momento de giro a 6 bar				
DSM-...	[Nm]	0,15	0,35	0,85
DSM-F...	[Nm]	0,3	0,7	1,7
Carga axial máxima admisible en el eje de salida ¹⁾	[N]	10		
Carga radial máxima admisible en el eje de salida ¹⁾	[N]	15	20	30
Momento de inercia de la masa máximo admisible en el eje de salida ²⁾	[kgm ²]	0,00065	0,0013	0,0026

1) El punto de referencia para las fuerzas es el eje de rotación y el centro del eje de salida

2) Valor máximo, observar los diagramas a partir de → página 12

Figura 147: Documentación técnica del Actuador Rotativo DSM parte 1

Pesos [g]	6	8	10
Tamaño			
Árbol con pivote			
DSM...P	45	78	140
DSM...P-A	50	85	149
DSM...P-FF	70	140	240
DSM...P-A-FF	85	155	255
Eje con brida			
DSM...P-FW	51	85	150
DSM...P-A-FW	56	92	159
DSM...P-FF-FW	76	147	250
DSM...P-A-FF-FW	91	162	265
Aleta doble oscilante y árbol con pivote			
DSM-T...P	60	110	200
Aleta doble oscilante y eje con brida			
DSM-T...P-FW	65	117	210

Materiales

Vista en sección

Con árbol con pivote

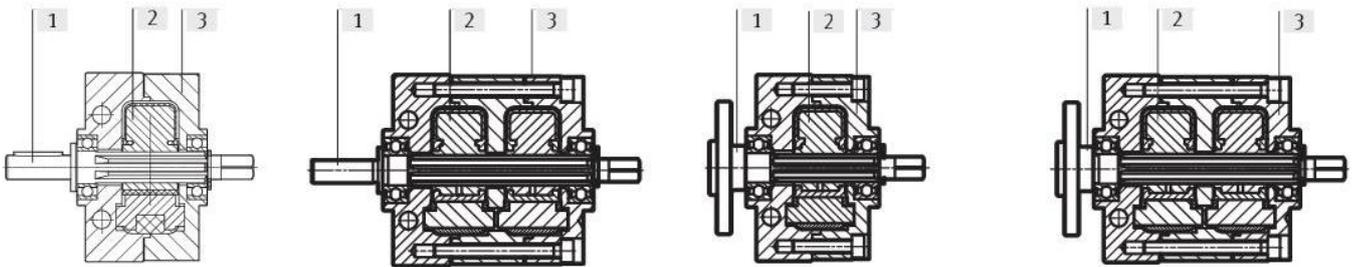
DSM...

DSM-T...

Con eje con brida

DSM...-FW

DSM-T...-FW



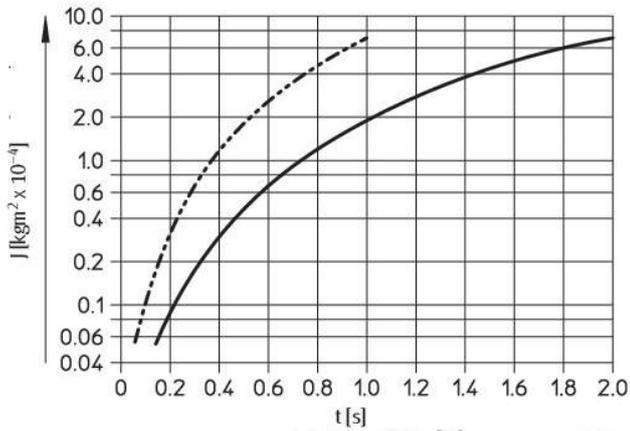
Actuador giratorio

[1] Eje	Acero de alta aleación inoxidable
[2] Aleta oscilante	Plástico reforzado con fibra de vidrio
[3] Cuerpo	Aluminio, anodizado
- Tornillos	Acero galvanizado
- Juntas	Poliuretano
- Nota sobre los materiales	Sin cobre ni PTFE
	En conformidad con la Directiva 2002/95/CE (RoHS)

Figura 148: Documentación técnica del Actuador Rotativo DSM parte 2

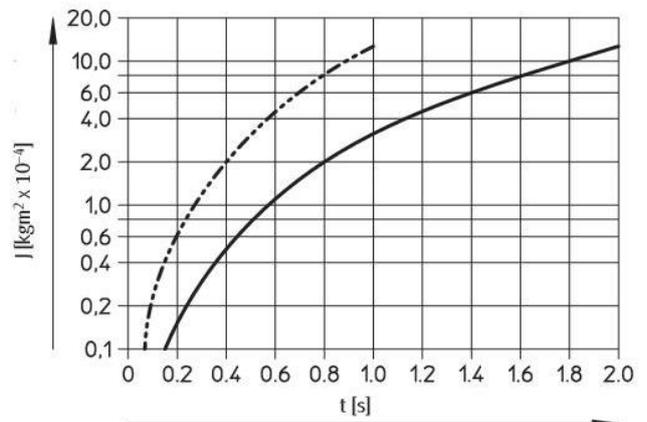
Momento de inercia de la masa J en función del tiempo de giro t

DSM-6



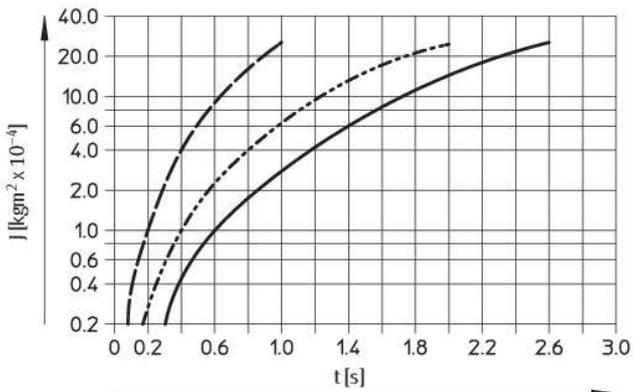
— 180°
- - - 90°

DSM-8



— 180°
- - - 90°

DSM-10



— 240°
- - - 180°
- · - 90°

Figura 149: Documentación técnica del Actuador Rotativo DSM parte 3

2.7 Documentación técnica de los Cilindros DSNU

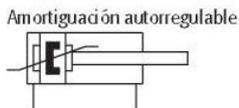
Hoja de datos



○ - Diámetro
8 ... 25 mm
ISO 6432



○ - Diámetro
32 ... 63 mm



— - Carrera
1 ... 500 mm,
carreras más largas bajo
pedido



Especificaciones técnicas generales		8	10	12	16	20	25	32	40	50	63	
Diámetro del émbolo		8	10	12	16	20	25	32	40	50	63	
Conforme a la norma		ISO 6432						-				
Conexión neumática		M5	M5	M5	M5	G1/8	G1/8	G1/8	G1/4	G1/4	G3/8	
Rosca del vástago		M4	M4	M6	M6	M8	M10x1,25	M10x1,25	M12x1,25	M16x1,5	M16x1,5	
Carrera ¹⁾	[mm]	1 ... 100		1 ... 200		1 ... 320		1 ... 500				
Forma constructiva		Émbolo/vástago/camisa del cilindro										
Amortiguación												
DSNU...P		Anillos/placas amortiguadores elásticos en ambos lados										
DSNU...PPV		Amortiguación regulable en ambos lados										
DSNU...PPS		Amortiguación autorregulable en ambos lados										
Longitud de amortiguación												
DSNU...PPV	[mm]	-	9	12	15	17	14	18	20	21		
DSNU...PPS	[mm]	-		12	15	17	14	18	20	21		
Detección de posiciones		Para sensor de proximidad										
Tipo de fijación		Fijación directa (solo variante MH)										
		Con accesorios										
Posición de montaje		Indistinta										

1) Los cilindros con detección de posiciones deben tener, como mínimo, una carrera de 10 mm para que la detección sea fiable.
Carreras más largas bajo pedido

Figura 150: Documentación técnica de los Cilindros DSNU parte 1

Hoja de datos

Condiciones de funcionamiento y del entorno											
Diámetro del émbolo	8	10	12	16	20	25	32	40	50	63	
Medio de funcionamiento	Aire comprimido según ISO 8573-1:2010 [7:4:4]										
Nota sobre el medio de funcionamiento/ mando	Es posible el funcionamiento con presencia de aceite (necesario para el funcionamiento posterior)										
Presión de funcionamiento											
DSNU... [bar]	1,5 ... 10 ³⁾			1 ... 10							
DSNU...S10 [bar]	-			0,5 ... 10		0,3 ... 10					
DSNU...S11 [bar]	-			0,45 ... 10		0,3 ... 10					
DSNU...A6 [bar]	-			2 ... 10							
Temperatura ambiente ²⁾											
DSNU... [°C]	-20 ... +80										
DSNU...S6 [°C]	0 ... +120										
DSNU...S10 [°C]	+5 ... +80										
DSNU...S11 [°C]	+5 ... +80										
DSNU...R3 [°C]	-20 ... +80										
DSNU...S6-A6 [°C]	-			0 ... +120							
Clase de resistencia a la corrosión CRC ³⁾											
DSNU... [bar]	2										
DSNU...R3 [bar]	3										
Clasificación marítima ⁴⁾											
DSNU...P	Véase el certificado						-				
DSNU...PPV	Véase el certificado						-				

1) En DSNU-12-...-PPV (amortiguación neumática regulable en ambos lados): 2 ... 10 bar

2) Tener en cuenta las condiciones de funcionamiento de los sensores de proximidad

3) Clase de resistencia a la corrosión CRC 2 según la norma Festo FN 940070

Exposición moderada a la corrosión. Aplicación en interiores en los que puede producirse condensación. Piezas exteriores visibles cuya superficie debe cumplir requisitos esencialmente decorativos y que están en contacto directo con las atmósferas habituales en entornos industriales.

Clase de resistencia a la corrosión CRC 3 según la norma Festo FN 940070

Exposición a la corrosión elevada. Exposición a la intemperie en condiciones corrosivas moderadas. Piezas exteriores visibles en contacto directo con atmósferas habituales en entornos industriales y con superficies de características preferentemente funcionales.

4) Más información en www.festo.com/sp → Certificados.

ATEX ¹⁾	
Categoría ATEX para gas	II 2G
Tipo de protección (contra explosión) de gas	Ex h IIC T4 Gb
Categoría ATEX para polvo	II 2D
Tipo de protección (contra explosión) de polvo	Ex h III C T120 °C Db
Temperatura ambiente con riesgo de explosión	-20 °C ≤ Ta ≤ +60 °C
Marcado CE (véase la declaración de conformidad)	Según la Directiva de protección contra explosiones (ATEX) de la UE

1) Tener en cuenta la certificación ATEX de los accesorios.

Pesos [g]										
Diámetro del émbolo	8	10	12	16	20	25	32	40	50	63
Peso del producto con carrera de 0 mm	34,6	37,3	75	89,9	186,8	238	370,5	661	1087	1445
Peso adicional por 10 mm de carrera	2,4	2,7	4	4,6	7,2	11	15,5	24	40	44
Masa móvil con carrera de 0 mm	7,5	8,5	18,5	23	44	71	121	230	413	459
Masa móvil por 10 mm de carrera	1	1	2	2	4	6	9	16	25	25

Figura 151: Documentación técnica de los Cilindros DSNU parte 2

Hoja de datos

Velocidades [mm/s]		16	20	25	32	40	50	63	
Diámetro del émbolo									
Velocidad con movimiento sin tirones (stick-slip), horizontal, sin carga, a 6 bar	S10	10 ... 100			8 ... 100			5 ... 100	
Velocidad mínima en extensión	S11	2,7	5,3	<1 ¹⁾					
Velocidad mínima en retracción	S11	3,2	4,7	<1 ¹⁾					

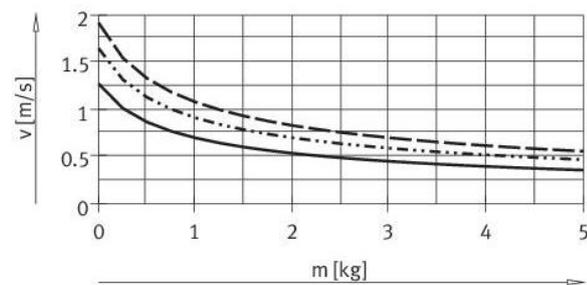
1) No se han efectuado mediciones a velocidades inferiores a 1 mm/s

Fuerzas [N] y energía de impacto [J]		8	10	12	16	20	25	32	40	50	63
Diámetro del émbolo											
Fuerza teórica a 6 bar, avance		30	47	68	121	189	295	483	753	1178	1870
Fuerza teórica a 6 bar, retroceso		23	40	51	104	158	247	415	633	990	1682
Energía de impacto en las posiciones finales para amortiguación elástica ¹⁾		0,03	0,05	0,07	0,15	0,20	0,30	0,40	0,70	1,00	1,30

1) A una temperatura ambiente de 80°C, los valores disminuyen aproximadamente un 50%

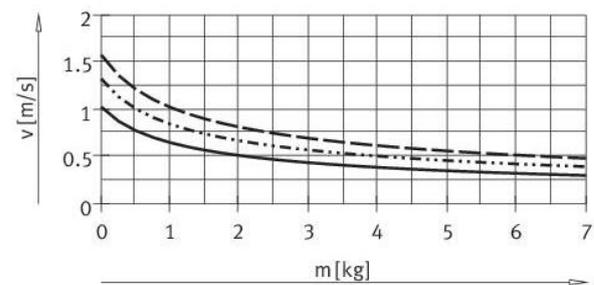
Velocidad media del émbolo v en función de la carga útil m en combinación con la amortiguación PPS

Diámetro del émbolo 16



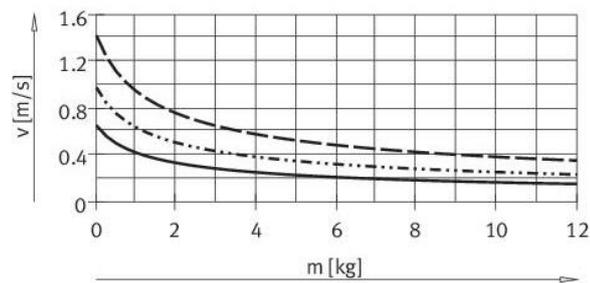
— DSNU-16-50
- - - DSNU-16-100
- - - DSNU-16-200

Diámetro del émbolo 20



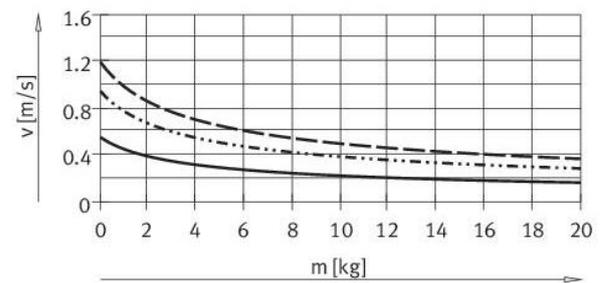
— DSNU-20-50
- - - DSNU-20-100
- - - DSNU-20-200

Diámetro del émbolo 25



— DSNU-25-50
- - - DSNU-25-100
- - - DSNU-25-200

Diámetro del émbolo 32



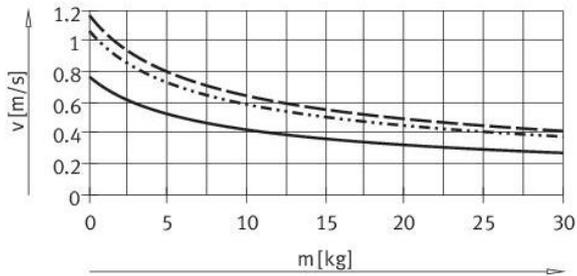
— DSNU-32-50
- - - DSNU-32-100
- - - DSNU-32-200

Figura 152: Documentación técnica de los Cilindros DSNU parte 3

Hoja de datos

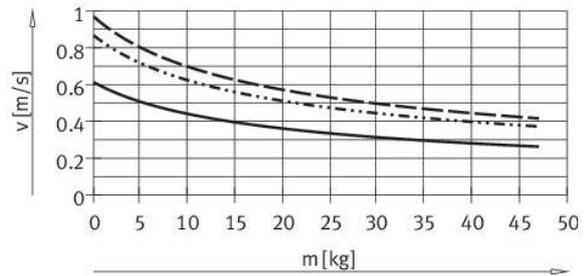
Velocidad media del émbolo v en función de la carga útil m en combinación con la amortiguación PPS

Diámetro del émbolo 40



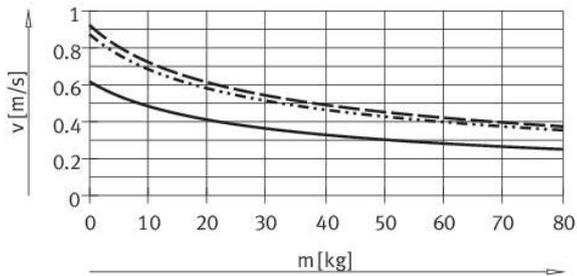
— DSNU-40-50
 DSNU-40-100
 - - - DSNU-40-200

Diámetro del émbolo 50



— DSNU-50-50
 DSNU-50-100
 - - - DSNU-50-200

Diámetro del émbolo 63



— DSNU-63-50
 DSNU-63-100
 - - - DSNU-63-200

Nota:

Software de ingeniería para
 amortiguación elástica
 Amortiguación neumática regulable
 → [https://www.festo.com/eap/en_gb/
 PneumaticSizing/](https://www.festo.com/eap/en_gb/PneumaticSizing/)

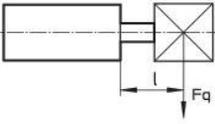
Velocidad media del émbolo =
 carrera/tiempo de movimiento

Más gráficos de la
 amortiguación autorregulable
 → www.festo.com

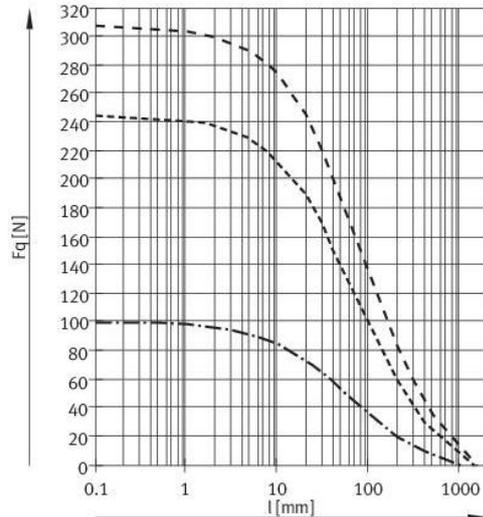
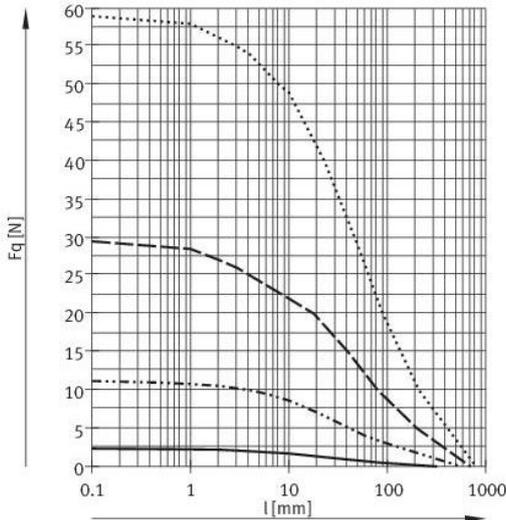
Figura 153: Documentación técnica de los Cilindros DSNU parte 4

Hoja de datos

Carga transversal máx. F_q en función del voladizo l



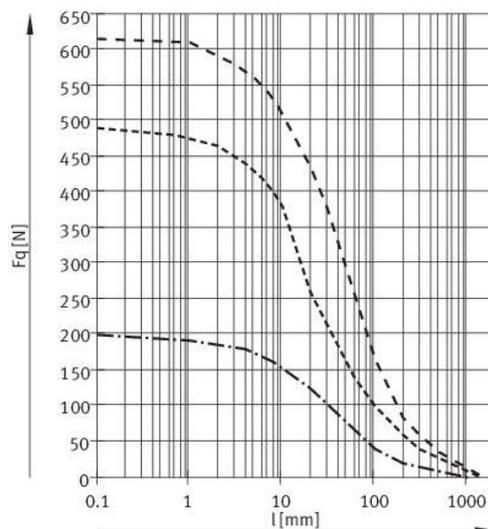
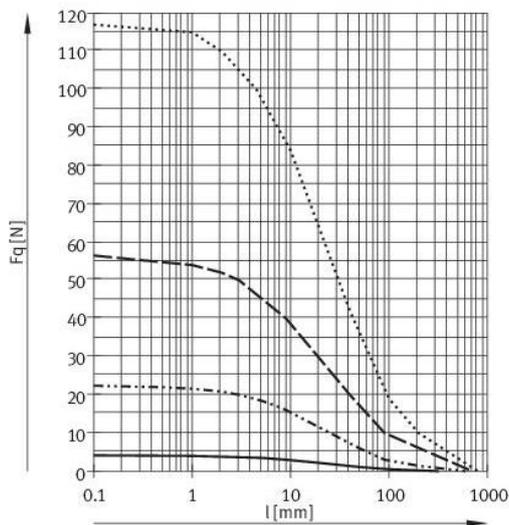
DSNU...



- DSNU-8/10
- DSNU-12/16
- DSNU-20
- DSNU-25

- DSNU-32
- DSNU-40
- DSNU-50/63

DSNU...-S2 – vástago doble



- DSNU-8/10
- DSNU-12/16
- DSNU-20
- DSNU-25

- DSNU-32
- DSNU-40
- DSNU-50/63

Figura 154: Documentación técnica de los Cilindros DSNU parte 5

2.8 Documentación técnica de las Electroválvulas VUVG

Especificaciones técnicas generales de VUVG-L		M52-R	B52	M52-M	P53
Función de la válvula					
Posición de reposo		–	–	–	C ¹⁾ U ²⁾ E ³⁾
Estabilidad de almacenamiento		Monoestable	Biestable	Monoestable	Monoestable
Reposición por muelle neumático		Sí ⁴⁾	–	No	–
Reposición por muelle mecánico		Sí ⁴⁾	–	Sí	Sí
Funcionamiento con vacío en conexión 1		Únicamente con alimentación externa del aire de pilotaje			
Forma constructiva		Corredera del émbolo			
Junta		Blanda			
Tipo de accionamiento		Eléctrico			
Tipo de control		Servopilotado			
Alimentación del aire de pilotaje		Interna o externa			
Función de escape		Estrangulable			
Accionamiento manual auxiliar		Opcionalmente sin enclavamiento, cubierto, sin enclavamiento/ con enclavamiento o con enclavamiento			
Tipo de fijación		Opcionalmente con taladros pasantes ⁵⁾ o sobre perfil distribuidor			
Posición de montaje		Indistinta			
Diámetro nominal	[mm]	2		1,4	2
Caudal nominal normal	[l/min]	100		80	90
Caudal en perfil distribuidor	[l/min]	100		80	90
Tiempo de conexión/desconexión	[ms]	7/15	–	7/21	8/25
Tiempo de conmutación	[ms]	–	5	–	14
Tamaño	[mm]	10			
Conexión	1, 2, 3, 4, 5, 12/14	M3			
Peso del producto	[g]	38	49	37	
Certificación		c UL us · Recognized (OL) Marcado RCM			
Marcado CE (véase la declaración de conformidad ⁶⁾)		Según la Directiva sobre CEM de la UE			
Clase de resistencia a la corrosión CRC ⁷⁾		2			

1) C=normalmente cerrada/centro cerrado

2) U=normalmente abierta/centro a presión.

3) E=centro a descarga

4) Forma combinada de reposición

5) Si se forma un bloque con varias válvulas unidas a través de los taladros pasantes, deben utilizarse discos espaciadores para obtener una distancia mínima de 0,3 mm.

6) Consulte el ámbito de aplicación en la declaración de conformidad CE: www.festo.com/catalogue/UVG → Support/Downloads.

En caso de existir limitaciones de utilización de los equipos en zonas urbanas, comerciales e industriales, así como en empresas pequeñas, es posible que deban adoptarse medidas complementarias para reducir la emisión de interferencias.

7) Clase de resistencia a la corrosión CRC 2 según la norma Festo FN 940070

Exposición moderada a la corrosión. Aplicación en interiores en los que puede producirse condensación. Piezas exteriores visibles cuya superficie debe cumplir requisitos esencialmente decorativos y que están en contacto directo con las atmósferas habituales en entornos industriales.

Hoja de datos

Condiciones de funcionamiento y del entorno		M52-R ¹⁾	B52	M52-M ²⁾	P53
Función de la válvula					
Medio de funcionamiento		Aire comprimido según ISO 8573-2010 [7:4:4]			
Presión de funcionamiento	Interna	[MPa] 0,25 ... 0,8	0,15 ... 0,8	0,3 ... 0,8	0,3 ... 0,8
		[bar] 2,5 ... 8	1,5 ... 8	3 ... 8	3 ... 8
	Externa	[MPa] –0,09 ... 1			–0,09 ... 0,8
		[bar] –0,9 ... 10			–0,9 ... 8
Presión de mando		[MPa] 0,25 ... 0,8	0,15 ... 0,8	0,3 ... 0,8	
		[bar] 2,5 ... 8	1,5 ... 8	3 ... 8	
Temperatura ambiente	[°C]	–5 ... +50, con reducción de la corriente de reposo –5 ... +60			
Temperatura del medio	[°C]	–5 ... +50, con reducción de la corriente de reposo –5 ... +60			

1) Combinado, muelle neumático/meccánico

2) Muelle mecánico

Datos eléctricos

Conexión eléctrica		A través de placa base eléctrica → página 102
Tensión de funcionamiento	[V DC]	5, 12 y 24 ±10 %
Potencia	[W]	1, con reducción de la corriente de reposo reducida a 0,35
Tiempo de utilización	[%]	100
Grado de protección según EN 60529		IP40 (con caja tomacorriente), IP65 (con M8)

Información sobre el material

Cuerpo		Aleación forjada de aluminio
Juntas		HNBR, NBR
Nota sobre los materiales		En conformidad con la Directiva 2002/95/CE (RoHS)

Figura 155: Documentación Técnica de las Electroválvulas VUVG

2.9 Documentación técnica de las Pinzas Paralelas DHPC

Hoja de datos

Función

De doble efecto

DHPC...-A



- Tamaño
6 ... 40 mm

- Carrera total
4 ... 30 mm

Función

De simple efecto con aseguramiento
de la fuerza de sujeción

En cierre: DHPC...-NC



En apertura: DHPC...-NO



Especificaciones técnicas generales

Tamaño	6	10	16	20	25	32	40	
Forma constructiva	Palanca							
	Movimiento guiado forzado							
	Sentido de conexión hacia abajo							
	Sentido de conexión lateral							
	Conexión mediante pivotes de fijación							
	Tipo de fijación estándar para dedos de sujeción							
	Tipo de fijación lateral para dedos de sujeción							
	Tipo de fijación plana para dedos de sujeción							
Modo de operación	De doble efecto							
	De simple efecto							
	Cerrada							
	Abierta							
Función de la pinza	Paralela							
Guía	Guía de bolas							
Número de mordazas	2							
Masa máx. por dedo de sujeción ¹⁾	[g]	18	120	360	450	550	820	1100
Carrera por mordaza								
Característica de la pinza estándar	[mm]	2	2	3	5	7	11	15
Característica de la pinza para carrera larga	[mm]	-	4	6	9	11	-	-
Conexión neumática		M3			M5			
Conexión mediante pivotes de fijación		M5						
Precisión de repetición de la pinza ²⁾	[mm]	≤ 0,02						
Precisión máx. de sustitución	[mm]	0,2						
Frecuencia de trabajo máx. de la pinza	[Hz]	3					1	
Simetría de rotación	[mm]	≤ 0,2						
Detección de posiciones		Para sensor de proximidad						
Tipo de fijación		Fijación directa mediante taladro pasante						
		Fijación directa mediante rosca						
		-	Con taladro pasante y pasador de ajuste					
		-	Con rosca interior y pasador de ajuste					
		En bastidor de montaje						
Posición de montaje		Indistinta						

1) Datos válidos para funcionamiento sin estrangulación

2) Margen de la posición final bajo condiciones de funcionamiento constantes y 100 carreras seguidas en dirección del movimiento de las mordazas

Figura 156: Documentación técnica de las Pinzas Paralelas DHPC parte 1

Hoja de datos

Condiciones de funcionamiento y del entorno								
Tamaño		6	10	16	20	25	32	40
Presión de funcionamiento mín.								
De doble efecto	[MPa]	0,15	0,2	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
De simple efecto	[MPa]	0,35	0,35	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25
De doble efecto	[bar]	1,5	2	1	1	1	1	1
De simple efecto	[bar]	3,5	3,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5
Presión de funcionamiento máx.								
	[MPa]	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8
	[bar]	8	8	8	8	8	8	8
Medio de funcionamiento	Aire comprimido según ISO 8573-1:2010 [7:4:4]							
Nota sobre el medio de funcionamiento/mando	Es posible el funcionamiento con aire comprimido lubricado (lo cual requiere seguir utilizando aire lubricado)							
Temperatura ambiente ¹⁾	[°C]	-10 ... +60						

1) Tener en cuenta las condiciones de funcionamiento de los sensores de proximidad

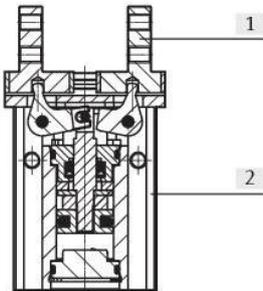
Pesos [g]								
Tamaño		6	10	16	20	25	32	40
De doble efecto								
DHPC...A-S		25	49	110	224	440	778	1396
DHPC...A-S-1		25	49	110	224	440	778	1396
DHPC...A-S-2		25	49	113	224	437	773	1487
DHPC...A-B		25	49	111	224	441	779	1408
DHPC...A-B-1		25	49	111	224	441	779	1408
DHPC...A-B-2		25	49	114	224	438	774	1481
DHPC-L...A-S		-	59	121	261	484	-	-
DHPC-L...A-S-1		-	59	121	261	484	-	-
DHPC-L...A-S-2		-	59	124	261	484	-	-
DHPC-L...A-B		-	59	124	261	484	-	-
DHPC-L...A-B-1		-	59	124	261	484	-	-
DHPC-L...A-B-2		-	59	127	261	484	-	-
De simple efecto								
DHPC...A...S		27	57	111	224	441	831	1469
DHPC...A...S-1		27	57	111	224	441	831	1469
DHPC...A...S-2		27	57	114	224	438	826	1560
DHPC...A...B		27	57	112	224	442	832	1473
DHPC...A...B-1		27	57	112	224	442	832	1473
DHPC...A...B-2		27	57	115	224	439	821	1564
DHPC...A...Z		31	66	136	270	519	938	1649
DHPC...A...Z-1		31	66	136	270	519	938	1649
DHPC...A...Z-2		31	66	139	270	516	933	1740
DHPC-L...A...S		-	66	126	261	495	-	-
DHPC-L...A...S-1		-	66	126	261	495	-	-
DHPC-L...A...S-2		-	66	129	261	495	-	-
DHPC-L...A...B		-	66	126	261	495	-	-
DHPC-L...A...B-1		-	66	126	261	495	-	-
DHPC-L...A...B-2		-	66	129	261	495	-	-
DHPC-L...A...Z		-	74	151	306	571	-	-
DHPC-L...A...Z-1		-	74	151	306	571	-	-
DHPC-L...A...Z-2		-	74	154	306	571	-	-

Figura 157: Documentación técnica de las Pinzas Paralelas DHPC parte 2

Hoja de datos

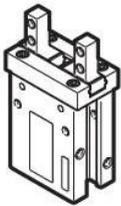
Materiales

Vista en sección



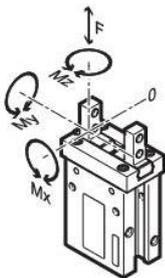
Pinza paralela		
[1]	Mordaza	Acero inoxidable de alta aleación
[2]	Cuerpo	Aluminio, anodizado
-	Nota sobre los materiales	Libre de sustancias que afectan al proceso de pintura En conformidad con la Directiva 2002/95/CE (RoHS)

Fuerza de sujeción [N] a 6 bar



Tamaño		6	10	16	20	25	32	40
Fuerza de sujeción por mordaza								
DHPC...A	Abrir	7,3	25,6	64,7	96,3	152,6	246,9	388,6
	Cerrar	5,5	21,5	53,9	79,8	127,8	221,3	358,6
DHPC...NO	Cerrar	3,9	16,4	43,4	69,7	120,6	207,6	337,5
	Abrir	5,2	19,6	50,5	85,5	145,7	233	366,8

Valores característicos de la carga en las mordazas



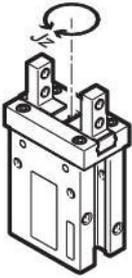
Las fuerzas y momentos admisibles indicados hacen referencia a una mordaza. Los valores indicados incluyen el brazo de palanca, fuerzas adicionales debidas al peso de la pieza u ocasionadas por dedos de sujeción externos y, además, las fuerzas ocasionadas por la aceleración durante la ejecución del movimiento. Para calcular los momentos debe tenerse en cuenta el punto 0 del sistema de coordenadas (guía de las mordazas).

Tamaño		6	10	16	20	25	32	40
Fuerza máx. admisible F	[N]	5	29	49	73,5	127,5	171,5	245
Momento máx. admisible M_x	[Nm]	0,02	0,13	0,34	0,66	0,97	1,5	2,3
Momento máx. admisible M_y	[Nm]	0,04	0,27	0,68	1,33	1,94	3	4,5
Momento máx. admisible M_z	[Nm]	0,02	0,13	0,68	0,66	0,97	1,5	2,3

Figura 158: Documentación técnica de las Pinzas Paralelas DHPC parte 3

Hoja de datos

Momentos de inercia de la masa [kgm²x10⁻⁴]



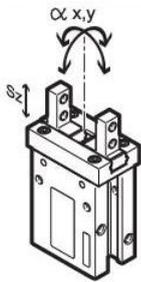
Momento de inercia de la masa de la pinza paralela tomando como referencia el eje central, sin dedos de sujeción externos, sin carga.

Tamaño	6	10	16	20	25	32	40
De doble efecto							
DHPC...A-S	0,011	0,04	0,146	0,515	1,6	5,54	14,87
DHPC...A-S-1	0,011	0,04	0,146	0,515	1,6	5,54	14,87
DHPC...A-S-2	0,011	0,04	0,147	0,515	1,59	5,51	15,84
DHPC...A-B	0,011	0,04	0,148	0,515	1,6	5,55	15,49
DHPC...A-B-1	0,011	0,04	0,148	0,515	1,6	5,55	15,49
DHPC...A-B-2	0,011	0,04	0,149	0,515	1,59	5,51	16,3
DHPC L...A-S	-	0,057	0,214	0,515	2,14	-	-
DHPC L...A-S-1	-	0,057	0,214	0,515	2,14	-	-
DHPC L...A-S-2	-	0,057	0,219	0,515	2,14	-	-
DHPC L...A-B	-	0,057	0,215	0,515	2,14	-	-
DHPC L...A-B-1	-	0,057	0,215	0,515	2,14	-	-
DHPC L...A-B-2	-	0,057	0,220	0,515	2,14	-	-
De simple efecto							
DHPC...A...S	0,012	0,045	0,146	0,515	1,6	5,76	15,31
DHPC...A...S-1	0,012	0,045	0,146	0,515	1,6	5,76	15,31
DHPC...A...S-2	0,012	0,045	0,150	0,515	1,59	5,73	16,27
DHPC...A...B	0,012	0,045	0,148	0,515	1,6	5,77	15,35
DHPC...A...B-1	0,012	0,045	0,148	0,515	1,6	5,77	15,35
DHPC...A...B-2	0,012	0,045	0,152	0,515	1,59	5,69	16,31
DHPC...A...Z	0,013	0,049	0,167	0,574	1,76	6,08	16,17
DHPC...A...Z-1	0,013	0,049	0,167	0,574	1,76	6,08	16,17
DHPC...A...Z-2	0,013	0,049	0,171	0,574	1,75	6,01	17,06
DHPC L...A...S	-	0,062	0,215	0,764	2,18	-	-
DHPC L...A...S-1	-	0,062	0,215	0,764	2,18	-	-
DHPC L...A...S-2	-	0,062	0,220	0,764	2,18	-	-
DHPC L...A...B	-	0,062	0,216	0,764	2,18	-	-
DHPC L...A...B-1	-	0,062	0,216	0,764	2,18	-	-
DHPC L...A...B-2	-	0,062	0,221	0,764	2,18	-	-
DHPC L...A...Z	-	0,069	0,258	0,828	2,34	-	-
DHPC L...A...Z-1	-	0,069	0,258	0,828	2,34	-	-
DHPC L...A...Z-2	-	0,069	0,263	0,828	2,34	-	-

Figura 159: Documentación técnica de las Pinzas Paralelas DHPC parte 4

Hoja de datos

Holgura de las mordazas

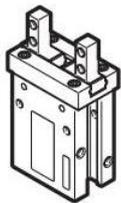


La pinza dispone de una guía de bolas que impide una posible holgura entre las mordazas y el cuerpo. Los valores correspondientes a la holgura que constan en la tabla han sido calculados aplicando el método convencional de adición de tolerancias.

Tamaño	6	10	16	20	25	32	40
Holgura máxima de las mordazas Sz [mm]	0						
Holgura angular máx. de las mordazas a x,y [°]	0						

Tiempos de apertura y cierre [ms] a 6 bar

Sin dedos de sujeción externos



Los tiempos de apertura y de cierre [ms] indicados han sido medidos a temperatura ambiente, con una presión de funcionamiento de 6 bar y con la pinza sin dedos de sujeción adicionales y montada en posición horizontal. Al aplicar masas [g] superiores, las pinzas deben estrangularse. En ese caso, deberán ajustarse correspondientemente los tiempos de apertura y de cierre.

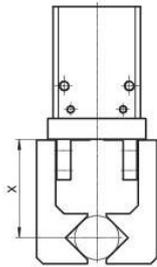
Tamaño		6	10	16	20	25	32	40
DHPC-...-A	Abrir	9	12	29	62	79	114	158
	Cerrar	11	14	31	40	68	107	153
DHPC-...-A-NO	Abrir	8	28	29	75	131	174	300
	Cerrar	6	26	11	29	38	76	67
DHPC-...-A-NC	Abrir	16	12	30	86	114	162	370
	Cerrar	16	26	65	38	49	55	78
DHPC-L-...-A	Abrir	-	15	40	110	162	-	-
	Cerrar	-	15	40	75	93	-	-
DHPC-L-...-A-NO	Abrir	-	22	18	156	171	-	-
	Cerrar	-	12	17	51	46	-	-
DHPC-L-...-A-NC	Abrir	-	25	50	176	176	-	-
	Cerrar	-	26	52	50	83	-	-

Figura 160: Documentación técnica de las Pinzas Paralelas DHPC parte 5

Hoja de datos

Fuerza de sujeción F_{Gr} por mordaza en función de la presión de funcionamiento y del brazo de palanca x

A partir de los siguientes gráficos pueden determinarse las fuerzas de sujeción en función de la presión de funcionamiento y del brazo de palanca.



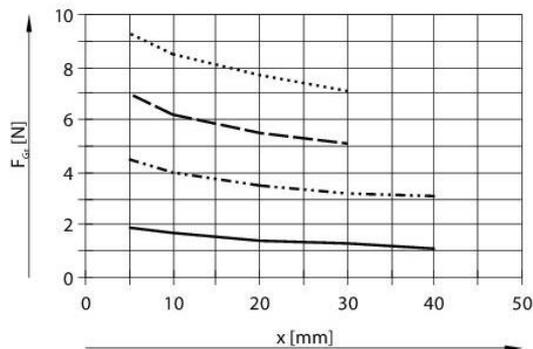
- 2 bar
- · - · - 4 bar
- - - - 6 bar
- · · · · 8 bar

Nota
Software de ingeniería
Selección de pinzas
→ www.festo.com

Sujeción externa (cierre)

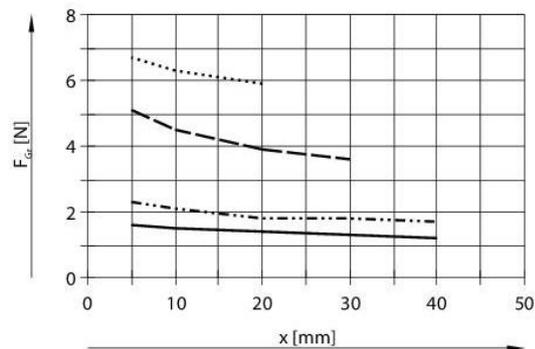
De doble efecto

DHPC-6-A

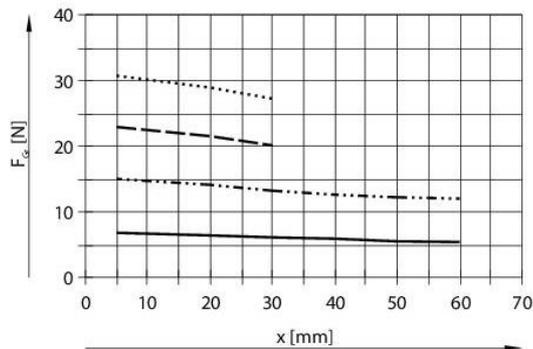


De simple efecto

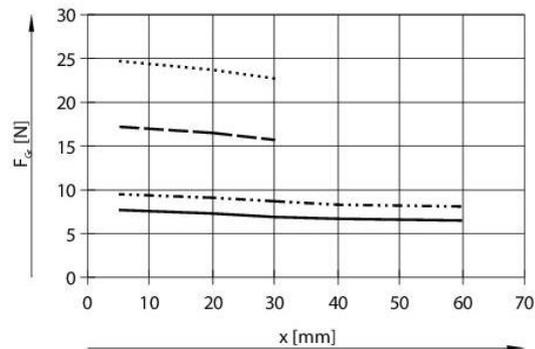
DHPC-6-A-NO



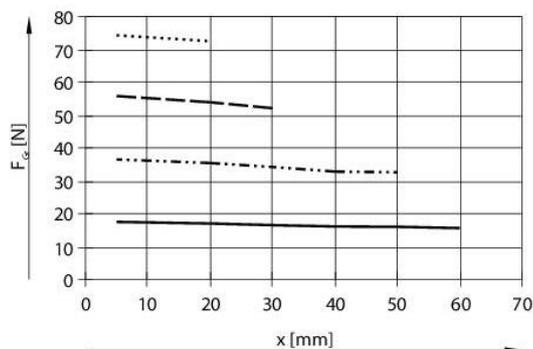
DHPC-10-A/DHPC-L-10-A



DHPC-10-A-NO/DHPC-L-10-A-NO



DHPC-16-A/DHPC-L-16-A



DHPC-16-A-NO/DHPC-L-16-A-NO

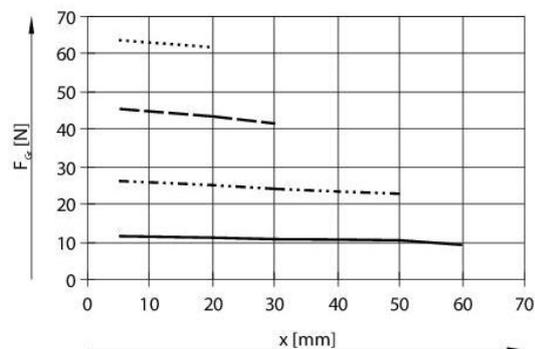


Figura 161: Documentación técnica de las Pinzas Paralelas DHPC parte 6

Fdo. Daniel García Muñiz
Ferrol, Julio del 2021



UNIVERSIDADE DA CORUÑA



Escola Politécnica Superior

**TRABAJO FIN DE GRADO
CURSO 2020/2021**

*DISEÑO Y SIMULACIÓN DE UN SISTEMA
ELECTRONEUMÁTICO PARA LA FABRICACIÓN
DE MASCARILLAS QUIRÚRGICAS*

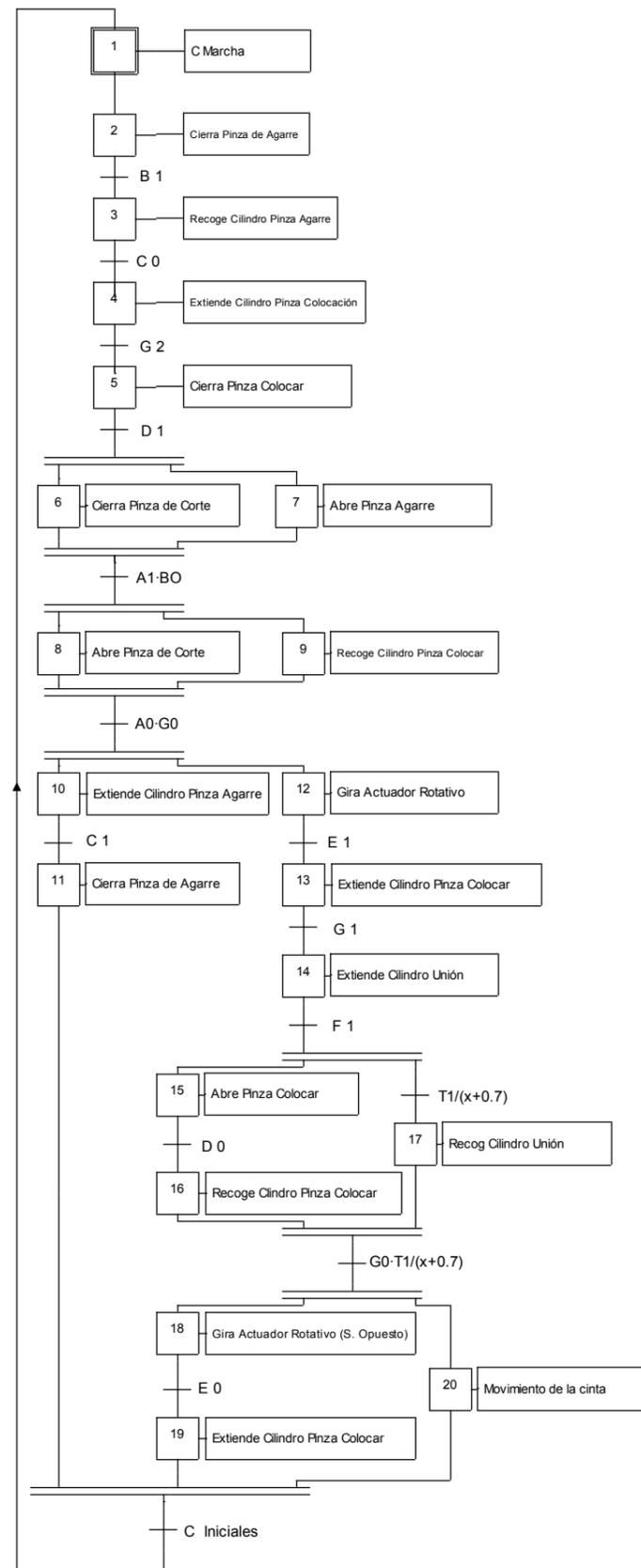
Grado en Ingeniería Mecánica

Documento 2

PLANOS

ÍNDICE DE PLANOS

GRAFCET Nivel 1.....	151
GRAFCET Nivel 2.....	152
GRAFCET Simplificado	153
GRAFCET Subetapa 1.....	154
GRAFCET Subetapa 2.....	155
GRAFCET Subetapa 3.....	156
Esquema Hidráulico del Prototipo.....	157
Esquema Hidráulico Real.....	158
Esquema Eléctrico de las Entradas.....	159
Esquema Eléctrico de las Salidas.....	160
Esquema Eléctrico del Servo y del Variador.....	161
Bocetos Esquemáticos del Prototipo.....	162



DISEÑO Y SIMULACIÓN DE UN SISTEMA ELECTRONEUMÁTICO PARA LA FABRICACIÓN DE MASCARILLAS QUIRÚRGICAS

Titular: EPS Ferrol

Plano:

GRAF CET Nivel 1

Autor:

Daniel García Muñiz

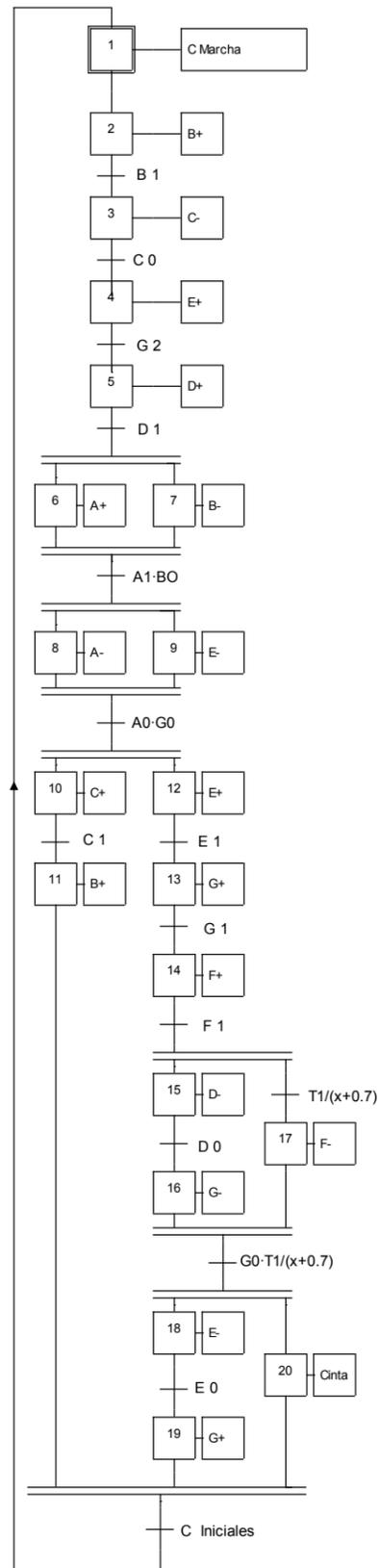
Firma:

Fecha:
Junio 2021

Escala:
S/E

Nº Planos:
12

Plano Nº:
1



DISEÑO Y SIMULACIÓN DE UN SISTEMA ELECTRONEUMÁTICO PARA LA FABRICACIÓN DE MASCARILLAS QUIRÚRGICAS

Titular: EPS Ferrol

Plano:

GRAF CET Nivel 2

Autor:

Daniel García Muñiz

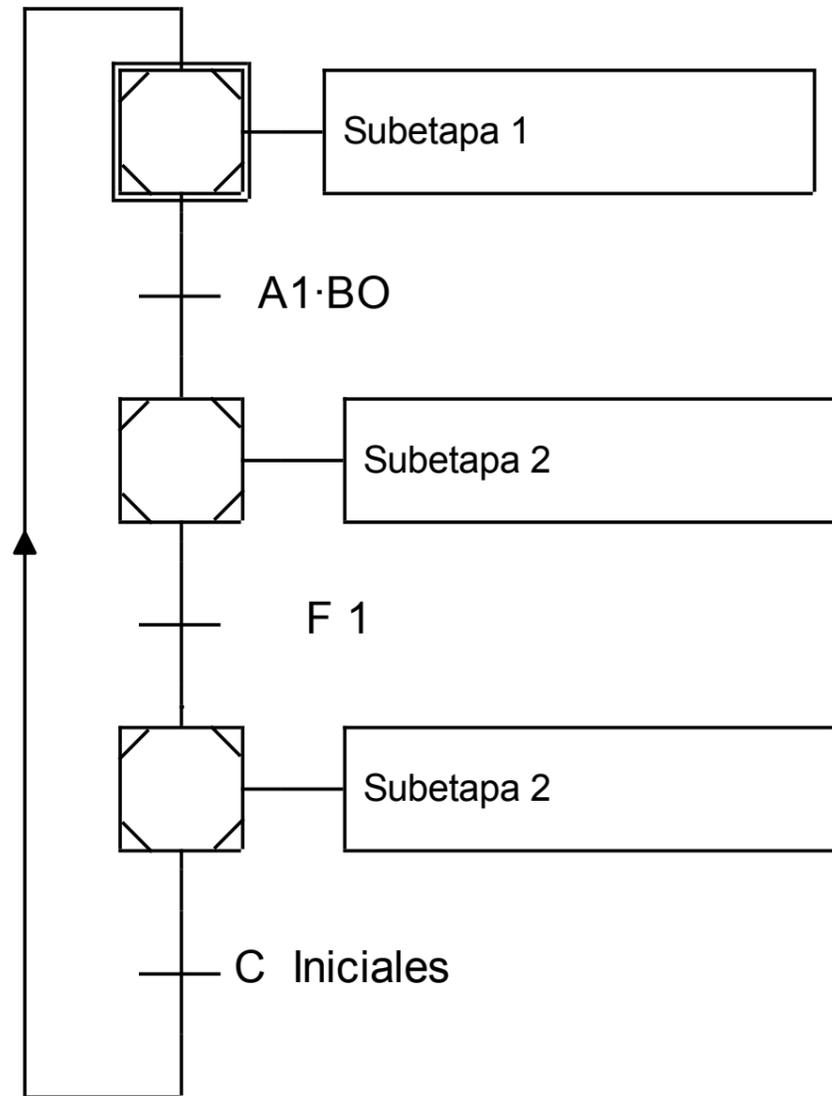
Firma:

Fecha:
Junio 2021

Escala:
S/E

Nº Planos:
12

Plano Nº:
2



DISEÑO Y SIMULACIÓN DE UN SISTEMA ELECTRONEUMÁTICO PARA
LA FABRICACIÓN DE MASCARILLAS QUIRÚRGICAS

Titular: EPS Ferrol

Plano: **GRAFCET Simplificado**

Autor:
Daniel García Muñiz

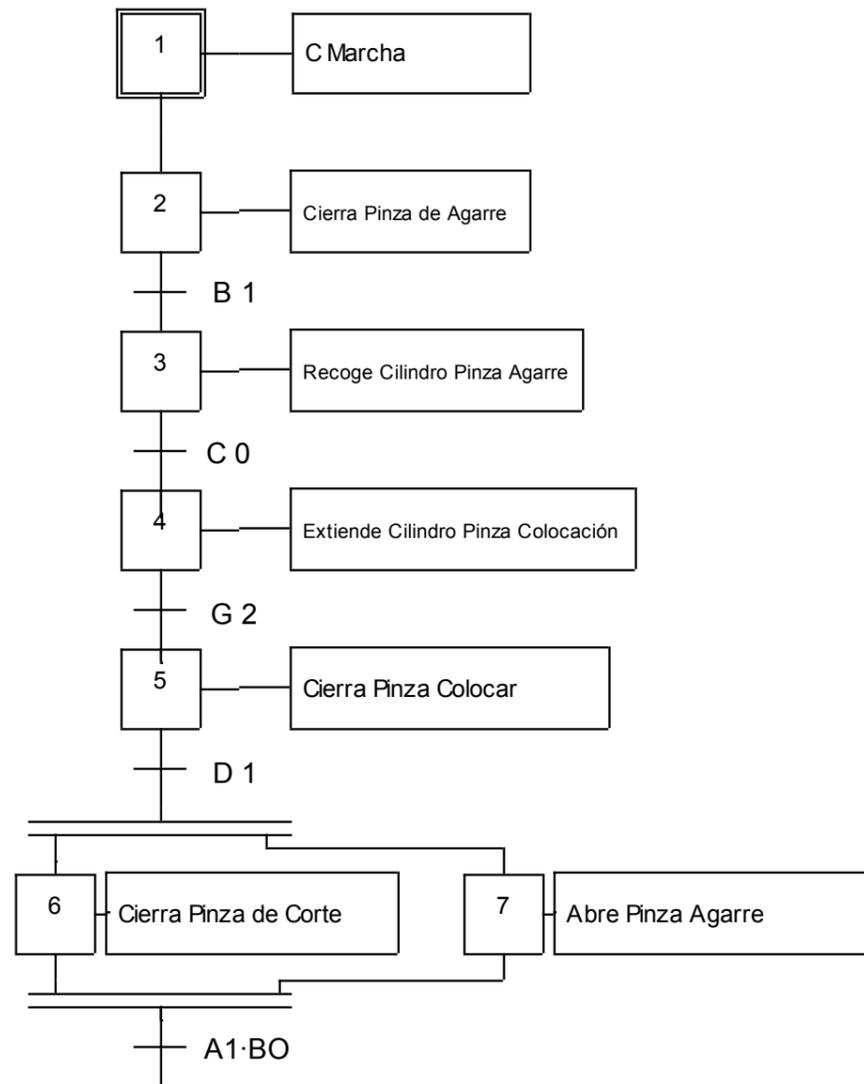
Firma:

Fecha:
Junio 2021

Escala:
S/E

Nº Planos:
12

Plano Nº:
3



DISEÑO Y SIMULACIÓN DE UN SISTEMA ELECTRONEUMÁTICO PARA
LA FABRICACIÓN DE MASCARILLAS QUIRÚRGICAS

Titular: EPS Ferrol

Plano:

GRAFCET Subetapa 1

Autor:

Daniel García Muñiz

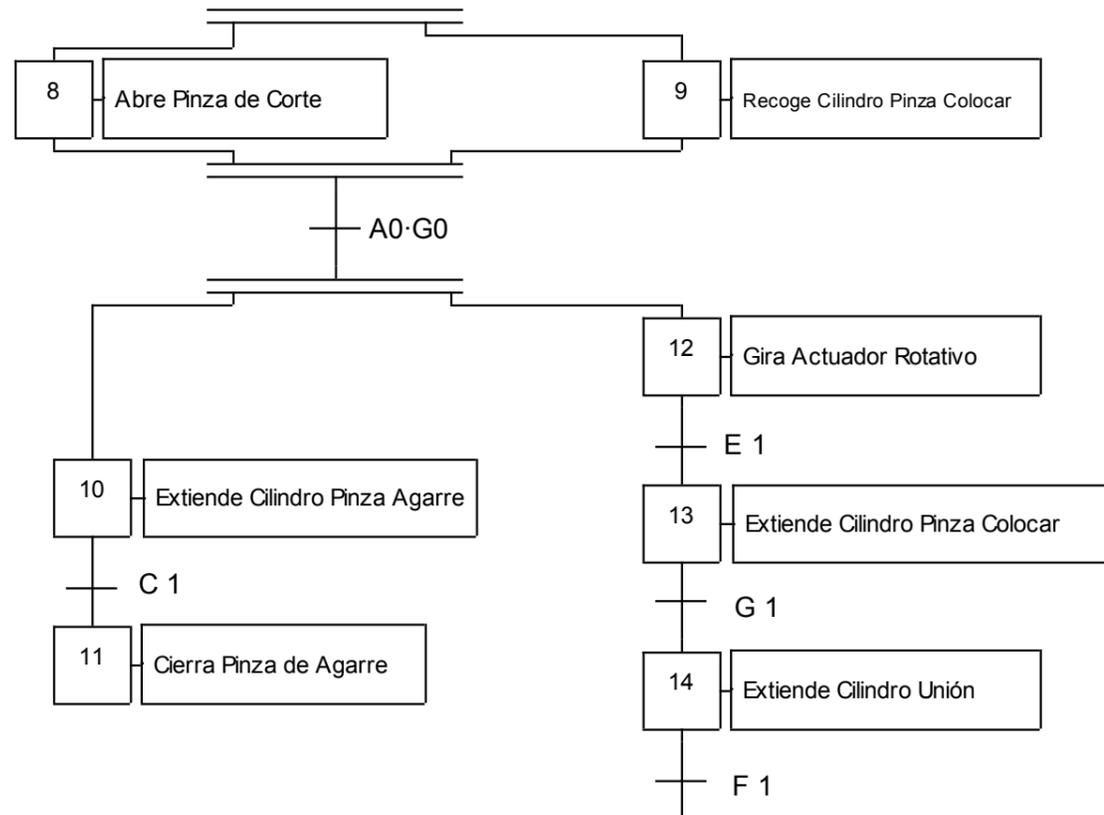
Firma:

Fecha:
Junio 2021

Escala:
S/E

Nº Planos:
12

Plano Nº:
4



DISEÑO Y SIMULACIÓN DE UN SISTEMA ELECTRONEUMÁTICO PARA
LA FABRICACIÓN DE MASCARILLAS QUIRÚRGICAS

Titular: EPS Ferrol

Plano: **GRAFCET Subetapa 2**

Autor:
Daniel García Muñiz

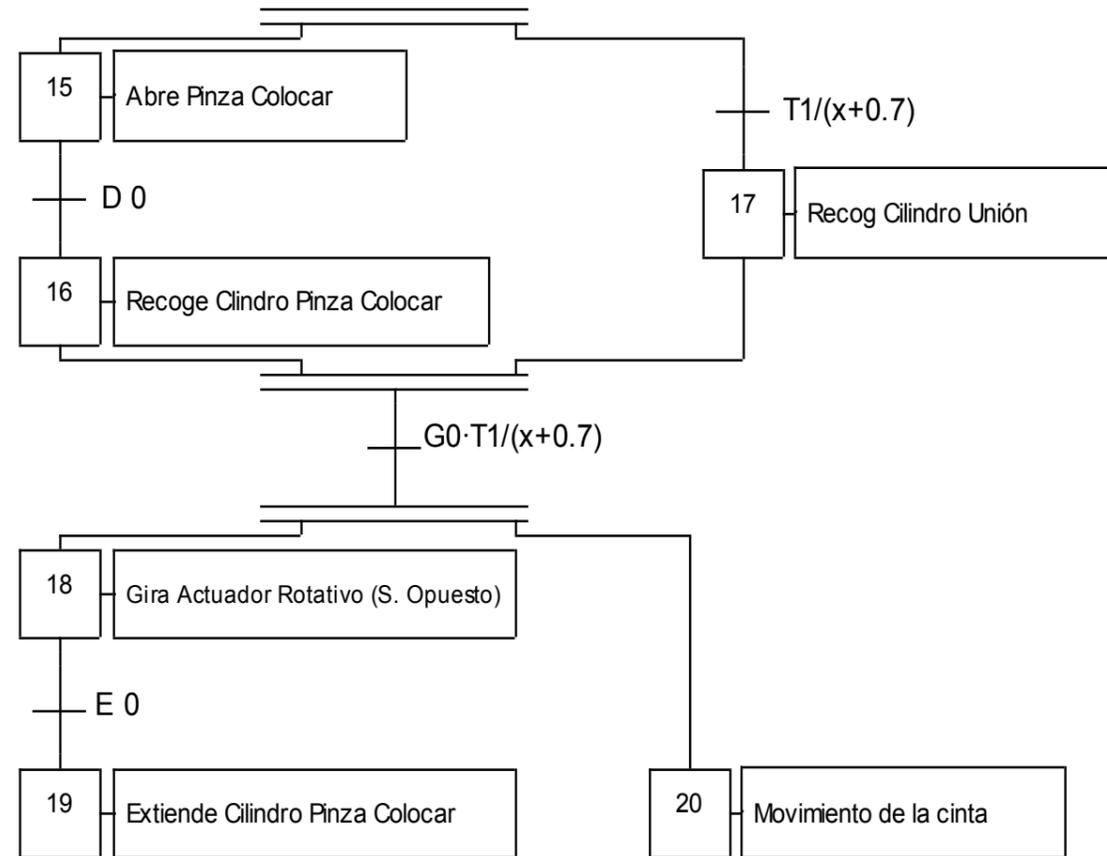
Firma:

Fecha:
Junio 2021

Escala:
S/E

Nº Planos:
12

Plano Nº:
5



DISEÑO Y SIMULACIÓN DE UN SISTEMA ELECTRONEUMÁTICO PARA
LA FABRICACIÓN DE MASCARILLAS QUIRÚRGICAS

Titular: EPS Ferrol

Plano:

GRAFCET Subetapa 3

Autor:

Daniel García Muñiz

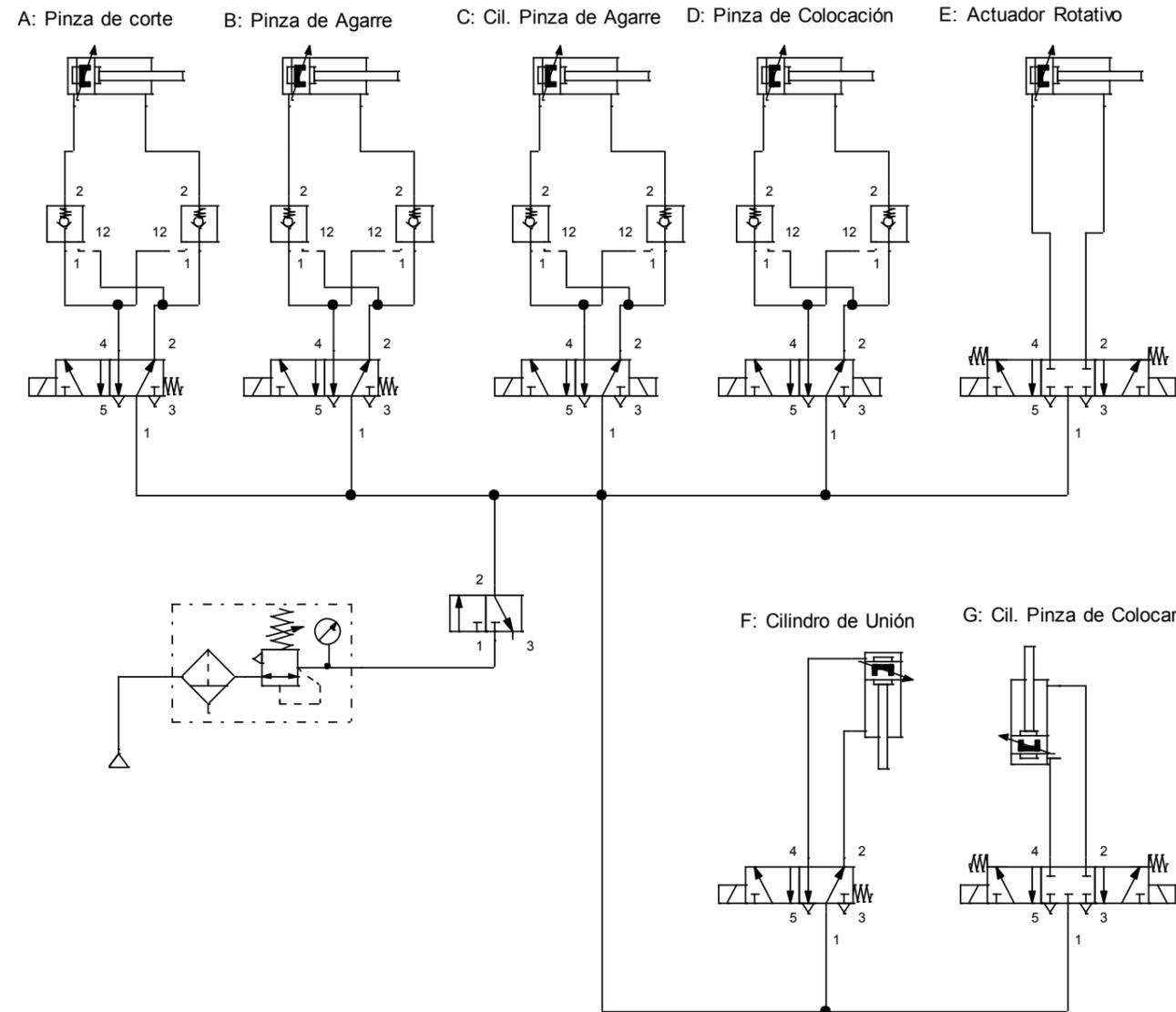
Firma:

Fecha:
Junio 2021

Escala:
S/E

Nº Planos:
12

Plano Nº:
6



DISEÑO Y SIMULACIÓN DE UN SISTEMA ELECTRONEUMÁTICO PARA LA FABRICACIÓN DE MASCARILLAS QUIRÚRGICAS

Titular: EPS Ferrol

Plano:

Esquema Hidráulico del Prototipo

Autor:

Daniel García Muñiz

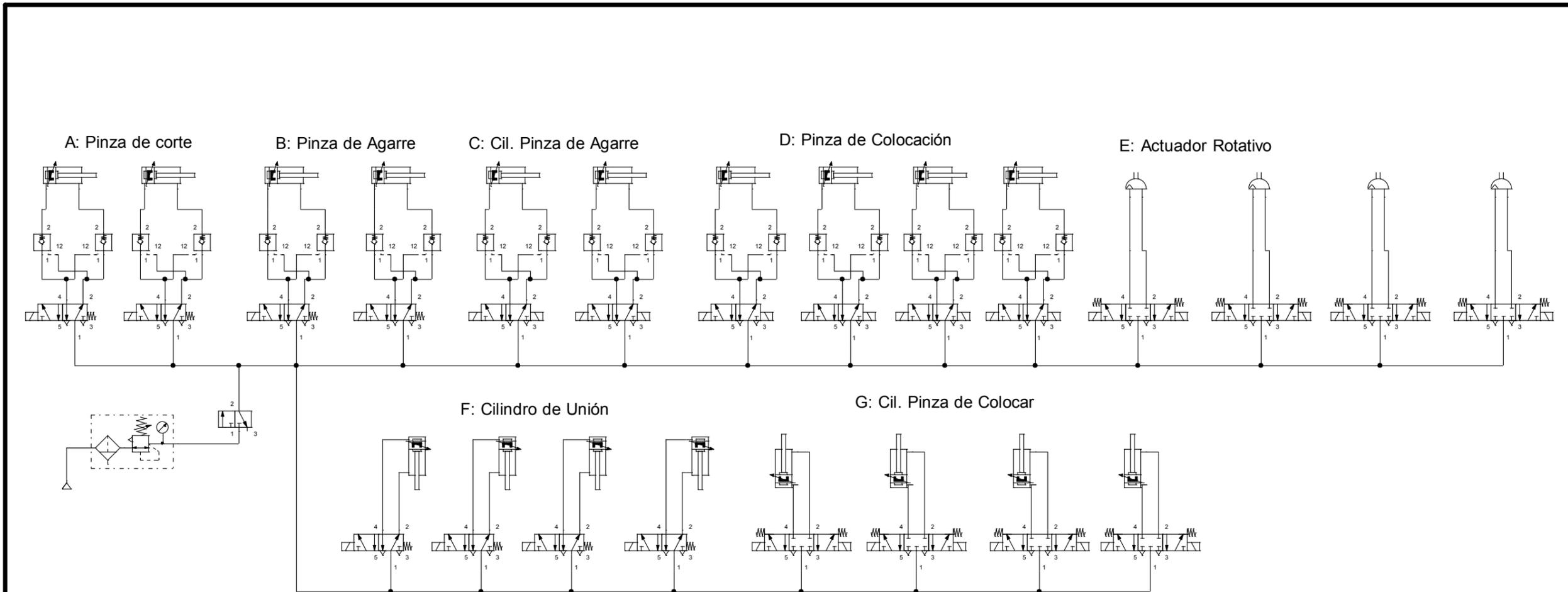
Firma:

Fecha:
Junio 2021

Escala:
S/E

Nº Planos:
12

Plano Nº:
7



DISEÑO Y SIMULACIÓN DE UN SISTEMA ELECTRONEUMÁTICO PARA LA FABRICACIÓN DE MASCARILLAS QUIRÚRGICAS

Titular: EPS Ferrol

Plano:

Esquema Hidráulico Real

Autor:

Daniel García Muñiz

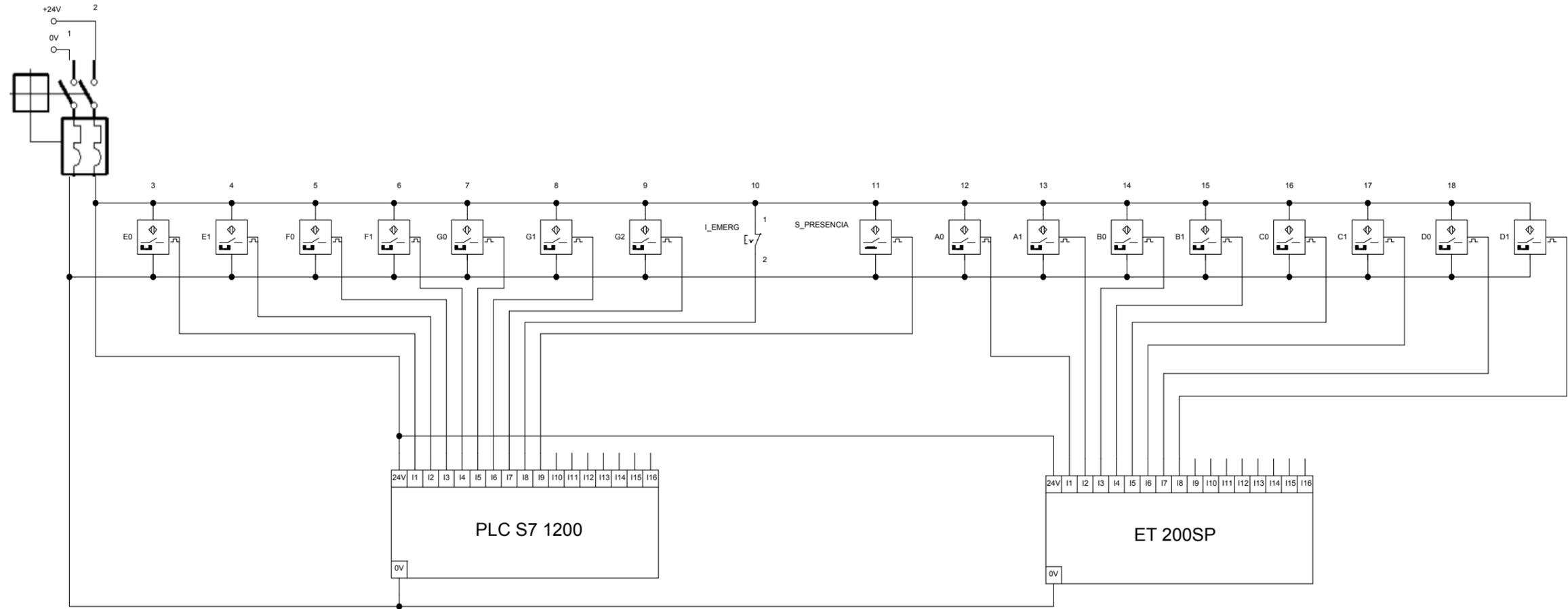
Firma:

Fecha:
Junio 2021

Escala:
S/E

Nº Planos:
12

Plano Nº:
8



DISEÑO Y SIMULACIÓN DE UN SISTEMA ELECTRONEUMÁTICO PARA LA FABRICACIÓN DE MASCARILLAS QUIRÚRGICAS

Titular: EPS Ferrol

Plano: **Esquema Eléctrico de las Entradas**

Autor:
Daniel García Muñiz

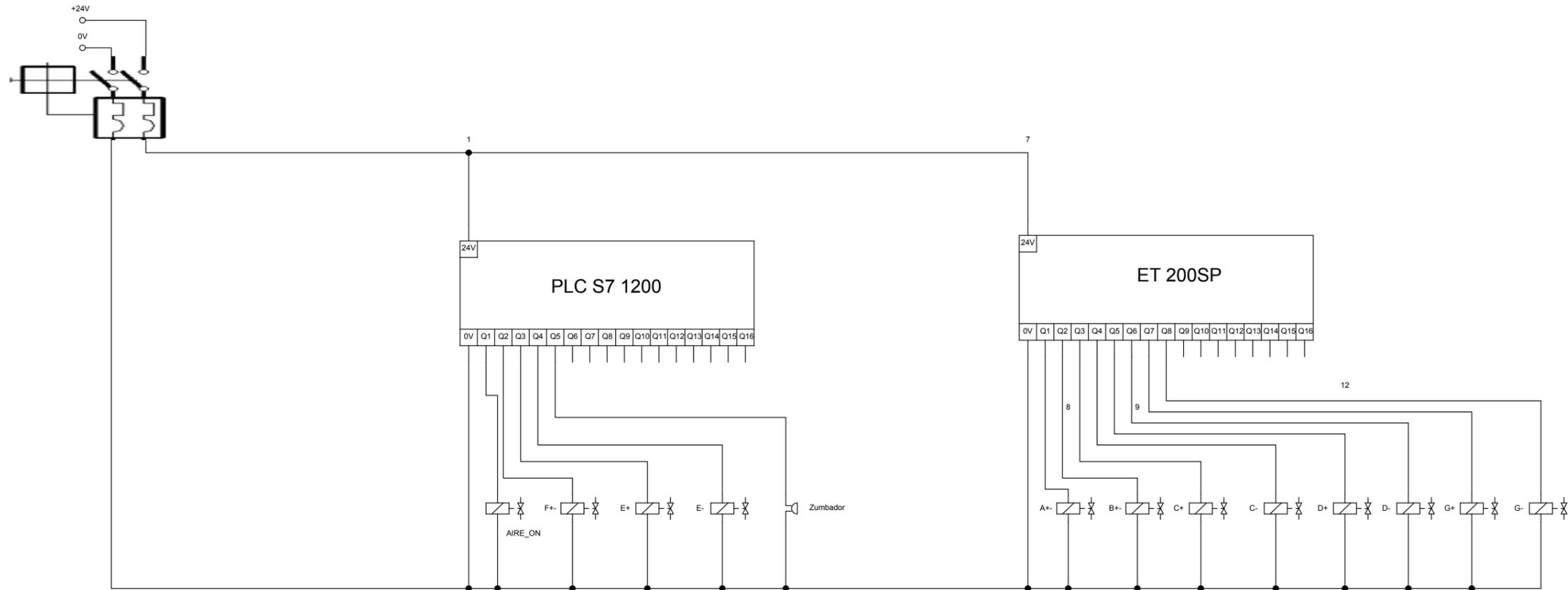
Firma:

Fecha:
Junio 2021

Escala:
S/E

Nº Planos:
12

Plano Nº:
9



DISEÑO Y SIMULACIÓN DE UN SISTEMA ELECTRONEUMÁTICO PARA
LA FABRICACIÓN DE MASCARILLAS QUIRÚRGICAS

Titular: EPS Ferrol

Plano:

Esquema Eléctrico de las Salidas

Autor:

Daniel García Muñiz

Firma:

Fecha:
Junio 2021

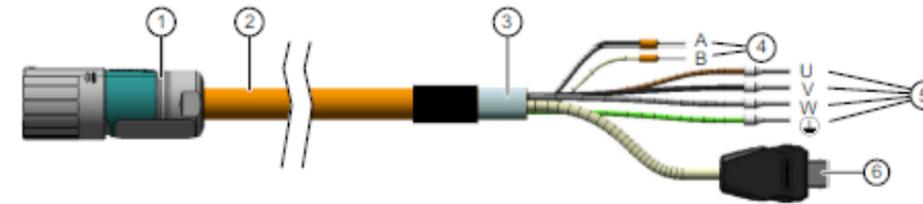
Escala:
S/E

Nº Planos:
12

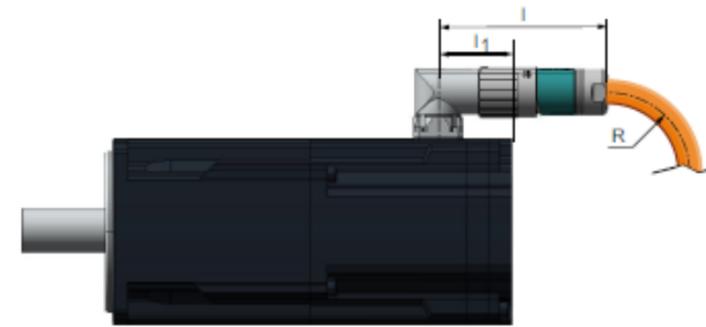
Plano Nº:
10



No transformer required.



- ① M12, M17, M23 or M40 round connector, 10 pin
- ② MOTION-CONNECT OCC cable
- ③ Shielding
- ④ Cables for holding brake
- ⑤ Power cables
- ⑥ SIEMENS IX connector for signal line



DISEÑO Y SIMULACIÓN DE UN SISTEMA ELECTRONEUMÁTICO PARA LA FABRICACIÓN DE MASCARILLAS QUIRÚRGICAS

Titular: EPS Ferrol

Plano: **Esquema Eléctrico del Servo y el Variador**

Autor:
Daniel García Muñiz

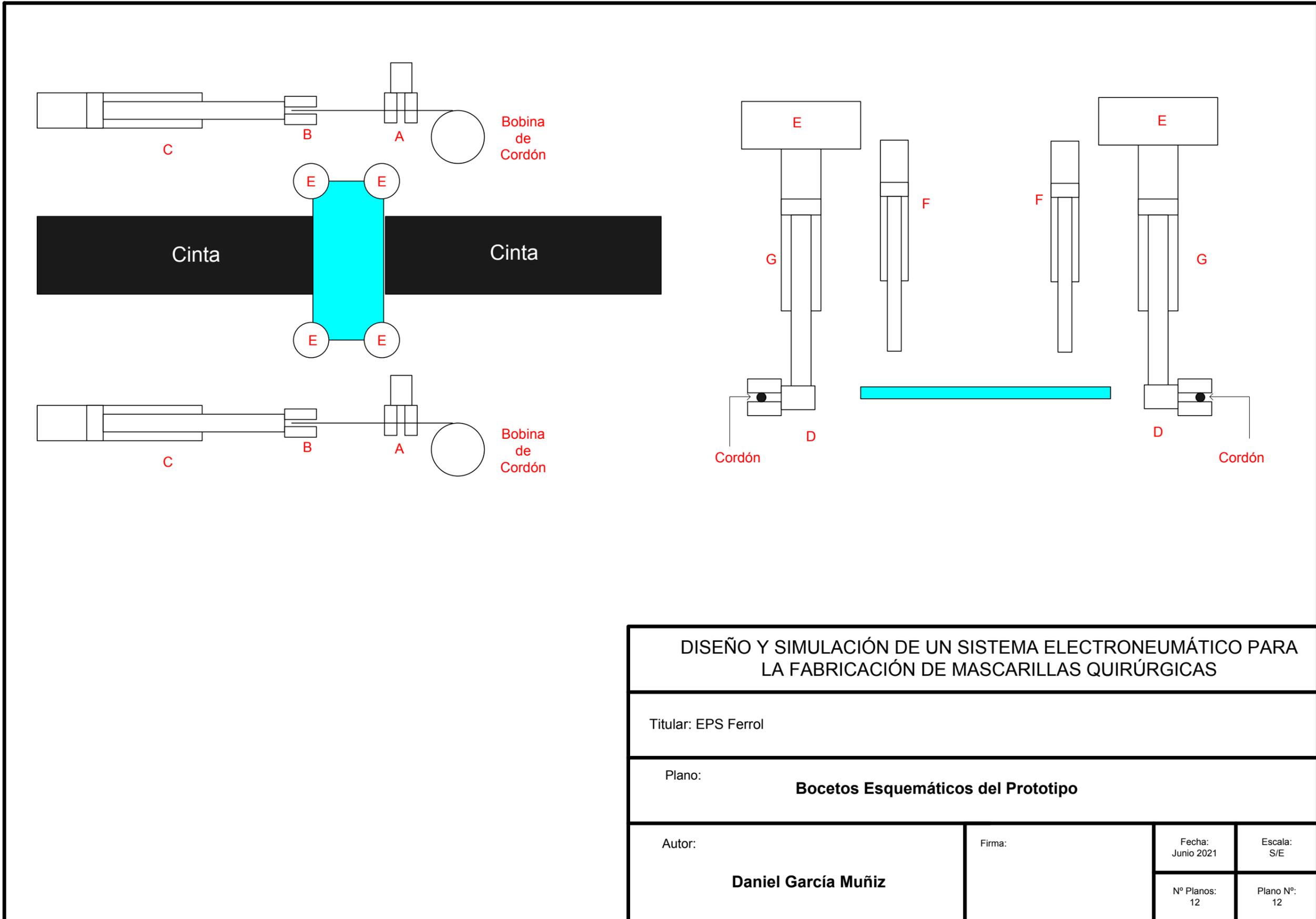
Firma:

Fecha:
Junio 2021

Escala:
S/E

Nº Planos:
12

Plano Nº:
11



DISEÑO Y SIMULACIÓN DE UN SISTEMA ELECTRONEUMÁTICO PARA LA FABRICACIÓN DE MASCARILLAS QUIRÚRGICAS			
Titular: EPS Ferrol			
Plano: Bocetos Esquemáticos del Prototipo			
Autor:	Firma:	Fecha: Junio 2021	Escala: S/E
Daniel García Muñiz		Nº Planos: 12	Plano Nº: 12



UNIVERSIDADE DA CORUÑA



Escola Politécnica Superior

**TRABAJO FIN DE GRADO
CURSO 2020/2021**

*DISEÑO Y SIMULACIÓN DE UN SISTEMA
ELECTRONEUMÁTICO PARA LA FABRICACIÓN
DE MASCARILLAS QUIRÚRGICAS*

Grado en Ingeniería Mecánica

Documento 3

PLIEGO DE CONDICIONES

ÍNDICE DEL PLIEGO DE CONDICIONES

1 Pliego de Condiciones	166
1.1 Condiciones antecedentes: análisis previo	166
1.2 Condiciones técnicas: objetivos del prototipo	166
1.3 Condiciones técnicas: mantenimiento del PLC	168
1.4 Condiciones técnicas: mantenimiento de la instalación neumática....	168
1.5 Condiciones facultativas: obligaciones del director de montaje.....	168
1.6 Condiciones facultativas: obligaciones de los operarios	169
1.7 Condiciones económicas	169

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 162: Diagrama GRAFCET de nivel 2.....	167
--	-----

1 PLIEGO DE CONDICIONES

Este pliego de condiciones tiene como finalidad recoger las normativas, especificaciones y objetivos que deben cumplirse durante la ejecución del proyecto. En ello se incluye las normativas a las que se adhiere la máquina instalada.

La ejecución de este proyecto ha de estar supervisada por un ingeniero técnico industrial o un ingeniero industrial.

El pliego de condiciones técnicas establece la definición del montaje, y las condiciones facultativas indican las obligaciones de todo el personal implicado.

La entidad correspondiente debe abonar la cantidad acordada al ingeniero técnico autor de este proyecto y al director de montaje sus honorarios debidos al montaje del proyecto. El ingeniero redactor del proyecto se reserva el derecho de percibir todo ingreso que en concepto de derechos de autor pudieran derivarse de una posterior comercialización, reservándose además el derecho de introducir cuantas modificaciones crea convenientes.

1.1 Condiciones antecedentes: análisis previo

Durante el periodo de información se apreció una gran similitud entre la gran mayoría de máquinas de fabricación de mascarillas. Estas similitudes se aplican a las condiciones de la máquina del proyecto, entre las que destacan:

- Un diseño completamente automático, que apenas requiere de acción humana externa.
- Un alto índice de producción: las máquinas analizadas son capaces de producir una cantidad de mascarillas del orden de 60 a 90 unidades por minuto.
- La mayoría de las máquinas están manejadas mediante un sistema HMI similar al propuesto en este proyecto.
- No se aprecian medidas de seguridad en caso de un accidente (sensores de presencia, detectores de movimiento...).

1.2 Condiciones técnicas: objetivos del prototipo

En este apartado del pliego de condiciones se comentan los objetivos que ha de cumplir el conjunto de la máquina para cumplir este proyecto:

- La máquina ha de ser completamente automática: en caso de que el interruptor de ciclo continuo este activo, la máquina funcionará de forma indefinida. En caso contrario la máquina realizará únicamente un ciclo, y deberá pulsarse marcha de nuevo para continuar.
- La máquina ha de pararse en caso de que se active el sensor de presencia, se pulse el pulsador de paro, o se apriete el interruptor de emergencia (tanto físico como el interruptor de emergencia del HMI). En este caso, la máquina obligará al operario a realizar un rearme antes de continuar su operación.

En caso de que se active el pulsador de paro, solo se corta el aire y permite que continúe el ciclo tras pulsar marcha.

- El pulsador de rearme debe colocar los actuadores de la máquina en condiciones iniciales.
- La máquina ha de seguir la secuencia del siguiente diagrama GRAFCET de forma eficiente y que aumente la productividad.

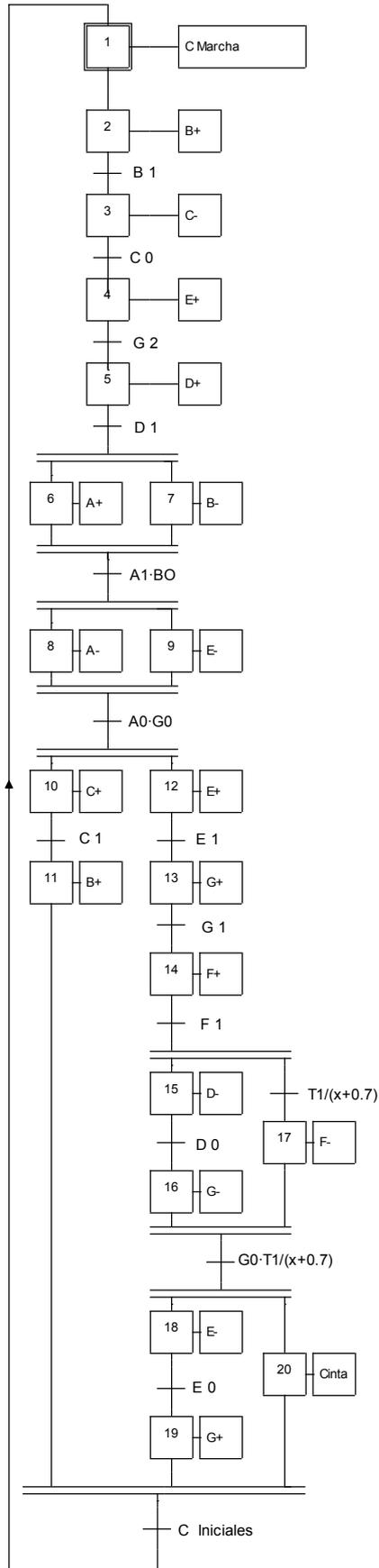


Figura 162: Diagrama GRAFCET de nivel 2

- La máquina ha de tener un alto índice de producción, del orden de 60 mascarillas producidas al minuto.
- El control de la máquina será realizado mediante una interfaz HMI, que permitirá además la monitorización de algunos parámetros (tiempo de funcionamiento, unidades producidas...).

Este HMI poseerá un sistema de imágenes y textos emergentes que avisará del funcionamiento de la máquina o del mantenimiento de esta.

Además, tendrá integrado un sistema de permisos y de usuarios que regulará el acceso a ciertas ventanas o funciones según el rango de los permisos.

- La máquina contará con medidas de seguridad físicas entre las están un interruptor de emergencia físico o un sensor de presencia que pare la máquina por seguridad en caso de que algún operario se aproxime en exceso a la máquina.

1.3 Condiciones técnicas: mantenimiento del PLC

Pese a que los PLC están preparados para trabajar en un ambiente industrial, es recomendable cumplir las siguientes recomendaciones para aumentar su vida útil:

- La temperatura ambiente debe estar entre 5 y 50 °C.
- Estará protegido del polvo en la medida de lo posible.
- Evitar golpes y vibraciones.

El mantenimiento del autómatas se centra en comprobar la limpieza de este, el estado de las conexiones y realizar reparaciones en caso de fallo en alguna conexión.

En caso de que el fallo se encuentre en el PLC es absolutamente necesario sustituirlo por un idéntico, con el programa provisto por el ingeniero autor de este proyecto.

1.4 Condiciones técnicas: mantenimiento de la instalación neumática

En cuanto a la instalación neumática, es necesario comprobar frecuentemente el desgaste de válvulas, actuadores, sensores... En caso de que el deterioro sea excesivo es necesario sustituir el componente por otro nuevo idéntico o, en caso de que no sea posible, por uno de características similares.

Es de especial importancia comprobar frecuentemente la unidad de mantenimiento y vaciar el secador en caso de que esté lleno.

1.5 Condiciones facultativas: obligaciones del director de montaje

Las condiciones nombradas a continuación son de aplicación al director de montaje, que ha de comprometerse a aceptarlas hasta el fin del proyecto.

- La instalación ha de ser realizada por técnicos cualificados.
- El encargado de dirigir la obra será el técnico de montaje, siendo el encargado de transmitir y aclarar la información a los operarios en caso necesario.
- El técnico de montaje es el encargado de que se cumpla el montaje según las indicaciones, planos... indicados en este documento.
- El responsable único del cumplimiento de estas condiciones es el director del proyecto, quedando exento de pagos por indemnización en caso de daños (tanto materiales como personales) por el error en el montaje.

El director de montaje puede obtener los componentes y materiales de cualquier punto y forma legal, siempre y cuando sean de la misma especificación o, en caso estar disponibles, de características similares.

En caso de que la instalación sea necesario ser ampliada, los trabajos serán continuados hasta recibir órdenes del ingeniero, que dará información de cómo continuar hasta que se tramite el proyecto ampliado. En este caso, el director de montaje recibirá un pago adicional en forma de ampliación de presupuesto.

1.6 Condiciones facultativas: obligaciones de los operarios

Los operarios han de cumplir las siguientes obligaciones, extraídas del Reglamento UE 2017/45 sobre productos sanitarios, anexo 1 capítulo 2:

- El entorno de producción a de poseer la mayor limpieza posible.
- Ha de producirse de forma que se minimicen los riesgos de contaminantes, residuos, bacterias etc....

1.7 Condiciones económicas

La valoración de del presupuesto se han realizado multiplicando el valor de un componente por el número de unidades de dicho componente.

Cabe indicar que el precio se supuesto a fecha de realización del presupuesto, y puede variar respecto al ahí escrito debido a las fluctuaciones del mercado.

Además, pese a no haberse descrito en este proyecto en profundidad, la instalación eléctrica ha de cumplir el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión según el Real Decreto 842/2002. Algunas de las indicaciones son mantener la instalación fuera de lugares húmedos o con posibilidad de mojarse o que las conexiones de los motores, sensores etc.... han de estar aisladas en la medida de lo posible.

Fdo. Daniel García Muñiz
Ferrol, Julio del 2021



UNIVERSIDADE DA CORUÑA



Escola Politécnica Superior

**TRABAJO FIN DE GRADO
CURSO 2020/2021**

*DISEÑO Y SIMULACIÓN DE UN SISTEMA
ELECTRONEUMÁTICO PARA LA FABRICACIÓN
DE MASCARILLAS QUIRÚRGICAS*

Grado en Ingeniería Mecánica

Documento 4

PRESUPUESTO

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 5: Presupuesto del Capítulo 1.....	173
Tabla 6: Presupuesto del Capítulo 2.....	173
Tabla 7: Presupuesto del Capítulo 3.....	174
Tabla 8: Desglose por Capítulos.....	174
Tabla 9: Importe de ejecución material, gastos generales y beneficio industrial .	174
Tabla 10: Importe de ejecución e IVA.....	175
Tabla 11: Importe Total de la Contrata	175

1 PRESUPUESTO

El presupuesto indica el valor económico estimado del proyecto por capítulos.

Este presupuesto se ha dividido en 3 capítulos:

- Capítulo 1: mano de obra
- Capítulo 2: material eléctrico y electrónico
- Capítulo 3: material neumático y sensores del sistema

Como indiqué antes, los precios aquí descritos son consultados a fecha de hoy, 23 de Julio del año 2021, por lo cual es posible una fluctuación de precios.

CAPÍTULO 1: MANO DE OBRA

CONCEPTO	Cantidad (horas)	Coste por unidad (€/hora)	Importe total del concepto
REDACCIÓN DE DOCUMENTOS	60	25,00	1.500,00€
DISEÑO DEL PROGRAMA DE CONTROL	40	25,00	1000,00€
DISEÑO DEL INTERFAZ HMI	35	25,00	875,00€
MONTAJE DEL SISTEMA	30	15,00	450,00€
PRUEBAS DEL SISTEMA	15	25,00	375,00€
TOTAL			4200,00€

Tabla 5: Presupuesto del Capítulo 1

CAPÍTULO 2: MATERIAL ELÉCTRICO Y ELECTRÓNICO

CONCEPTO	Cantidad (unidades)	Coste por unidad (€/unidad)	Importe total del concepto
LICENCIA TIA PORTAL V14	1	1500,00	1.500,00€
PLC S7 1200 1214 AC/DC/RLY	1	348,06	348,06€
ET200SP	1	240,00	240,00€
MÓDULO DE SALIDAS ET	1	58,52	58,52€
MÓDULO DE ENTRADAS ET	1	46,97	46,97€
MÓDULO DE SERVIDOR ET	1	54,43	54,43€
VARIADOR SINAMICS S210	1	649,44	649,44€
SERVOMOTOR SIMOTICS S-1FK2	1	850,00	850,00€
PANTALLA KTP700 BASIC	1	450,00	450,00€
APARAMENTA ELECTRICA GENERAL	1	500,00	500,00
TOTAL			4.697,42€

Tabla 6: Presupuesto del Capítulo 2

CAPÍTULO 3: MATERIAL NEUMÁTICO Y SENSORES DEL SISTEMA

CONCEPTO	Cantidad (unidades)	Coste por unidad (€/unidad)	Importe total del concepto
ACTUADOR GIRATORIO DSM	4	280,00	1.120,00€
CILINDRO VERTICAL DSN	10	4,42	944,20€
ELECTROVÁLVULA VUVG	23	143,65	3.303,95€
TUBO DE PLÁSTICO PUN-H	1	1,13	1,13€
RACOR RÁPIDO ROSCADO	130	3,16	410,80€
VÁLVULA ESTRANGULADORA GRLO	44	26,30	1.157,20€
PINZA PARALELA DHPC	8	118,00	944,00€
UNIDAD DE MANTENIMIENTO COMBINAD MSB4	1	128,78	128,78€
VÁLVULA ANTIRRETORNO PILOTADA HGL	20	64,26	1.285,20€
COMPRESOR INGERSOLL RAND 7T2X10	1	2450,00	2450,00€
TOTAL			11.745,26€

Tabla 7: Presupuesto del Capítulo 3

Capítulo 1	4.200,00€
Capítulo 2	4.697,42€
Capítulo 3	11.745,26€

Tabla 8: Desglose por Capítulos

Importe de ejecución material	20.642,68€
13% de gastos generales	2.683,55€
6% de beneficio industrial	1.238,56€

Tabla 9: Importe de ejecución material, gastos generales y beneficio industrial

Importe de ejecución	24.564,79€
21% de IVA	5.158,60€

Tabla 10: Importe de ejecución e IVA

Importe total de la contrata	29.723,40€
-------------------------------------	-------------------

Tabla 11: Importe Total de la Contrata

Así pues, el presente presupuesto asciende al total de **veintinueve mil setecientos veintitrés euros y cuarenta céntimos**.

Fdo. Daniel García Muñiz
Ferrol, Julio del 2021