



UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA



UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA

Escuela Técnica Superior de Ingeniería del Diseño

Modelado, simulación y control de un proceso de
ensamblado de rodamientos

Trabajo Fin de Grado

Grado en Ingeniería Electrónica Industrial y Automática

AUTOR/A: López Caro, Ana María

Tutor/a: Correcher Salvador, Antonio

Cotutor/a: Pizá Fernández, Ricardo

CURSO ACADÉMICO: 2021/2022



UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA



Escuela Técnica Superior de Ingeniería del Diseño

UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA

Escuela Técnica Superior de Ingeniería del Diseño

MODELADO, SIMULACIÓN Y CONTROL DE UN PROCESO DE ENSAMBLADO DE RODAMIENTOS

TRABAJO FINAL DEL

Grado en Ingeniería Electrónica Industrial y Automática

REALIZADO POR

Ana María López Caro

TUTORIZADO POR

Antonio Correcher Salvador

Ricardo Pizá Fernández

CURSO ACADÉMICO: 2021/2022

RESUMEN

Este trabajo de fin de grado presenta el diseño de un gemelo digital de una minicélula de ensamblaje para su posterior control. La planta está formada por cuatro módulos que realizan distintas funciones: alimentador de bases, inserción del rodamiento, inserción del eje y colocación de la tapa.

En primer lugar, se realiza el modelo del proceso en Siemens NX. Haciendo uso del Simulador de Conceptos de Mecatrónica de dicho programa, se define la física básica, las juntas y restricciones para poder simular el funcionamiento de la planta. La simulación de la automatización del sistema se realiza con el Editor de secuencia de Siemens NX, donde se añaden las operaciones que esta debe realizar de forma secuencial.

Por último, se lleva a cabo el control de la planta con el programa TIA Portal. Una vez hecho el GRAFCET que controlará el funcionamiento del sistema y creadas las señales de entrada y salida correspondientes, se realiza el mapeo de señales entre TIA Portal y NX.

ABSTRACT

This final degree project presents the design of a digital twin of a bearing assembly plant for its subsequent control. The plant consists of four modules that perform different functions: base feeder, bearing insertion, shaft insertion and tap placement.

First, the process is modelled in Siemens NX. Using the Mechatronics Concept Desing tool, which is included in the NX software, the basic physics, joints, and constraints are defined in order to simulate the operation of the plant. The simulation of the automation of the system is carried out with the Siemens NX Sequence Editor, where the operations to be performed sequentially are added.

Finally, the control of the plant is carried out with the TIA Portal program. Once the GRAFCET diagrams which are part of the control programme have been designed and the corresponding input and output signals have been created, the signals are mapped between TIA Portal and NX.

RESUM

Aquest treball de fi de grau presenta el disseny d'un bessó digital d'una minicèl·lula d'acoblament per al seu control posterior. La planta està formada per quatre mòduls que fan diferents funcions: alimentador de bases, inserció del rodament, inserció de l'eix i col·locació de la tapa.

En primer lloc, es realitza el model del procés amb Siemens NX. Fent ús del Simulador de Conceptes de Mecatrònica d'aquest programa, es defineix la física bàsica, les juntes i restriccions per poder simular el funcionament de la planta. La simulació de l'automatització del sistema es fa amb l'Editor de seqüència de Siemens NX, on s'afegeixen les operacions que aquesta ha de fer de manera seqüencial.

Finalment, es du a terme el control de la planta amb el programa TIA Portal. Una vegada fet el GRAFCET que controlarà el funcionament del sistema i creats els senyals d'entrada i sortida corresponents, es realitza el mapeig de senyals entre TIA Portal i NX.

DOCUMENTOS DEL PROYECTO

[DOCUMENTO 1: MEMORIA](#)

[DOCUMENTO 2: PLANOS](#)

[DOCUMENTO 3: PLIEGO DE CONDICIONES](#)

[DOCUMENTO 4: PRESUPUESTO](#)

[DOCUMENTO 5: ANEXO I. PROYECTO DE TIA PORTAL](#)



UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA



Escuela Técnica Superior de Ingeniería del Diseño

TRABAJO DE FIN DE GRADO

GRADO EN INGENIERÍA ELECTRÓNICA INDUSTRIAL Y AUTOMÁTICA

MODELADO, SIMULACIÓN Y CONTROL DE UN PROCESO DE ENSAMBLADO DE RODAMIENTOS

DOCUMENTO 1: MEMORIA

AUTOR: ANA MARÍA LÓPEZ CARO

TUTOR: ANTONIO CORRECHER SALVADOR

COTUTOR: RICARDO PIZÁ FERNÁNDEZ

CURSO ACADÉMICO: 2021/2022

ÍNDICE DE CONTENIDOS

1. Introducción	7
2. Objetivos del proyecto	9
3. Especificaciones y limitaciones	10
4. Estudio de alternativas	11
4.1. <i>Modelado de la máquina</i>	11
4.2. <i>Automatización del proceso</i>	13
5. Descripción de la solución adoptada	13
5.1. <i>Solución software</i>	14
5.1.1. NX 12 Mechatronic Concept Designer (MCD)	14
5.1.1.1. Interfaz y menús de NX MCD.....	14
5.1.1.2. Elementos utilizados de NX MCD	17
5.1.2. TIA Portal V16	18
5.1.2.1. PLCSIM Advanced V3.0.....	18
5.1.2.2. WinCC (Windows Control Center).....	19
5.2. <i>Modelado de la máquina de ensamblaje</i>	19
5.2.1. Descripción del proceso	19
5.2.2. Pieza a ensamblar.....	20
5.2.3. Alimentación de bases	21
5.2.3.1. Física básica.....	21
5.2.3.2. Juntas y restricciones	23
5.2.3.3. Sensores y actuadores.....	23
5.2.4. Inserción del rodamiento	24
5.2.4.1. Física básica.....	25
5.2.4.2. Juntas y restricciones	26
5.2.4.3. Sensores y actuadores.....	27
5.2.5. Inserción del eje	28
5.2.5.1. Física básica.....	29
5.2.5.2. Juntas y restricciones	30
5.2.5.3. Sensores y actuadores.....	30
5.2.6. Colocación de la tapa	31
5.2.6.1. Física básica.....	32
5.2.6.2. Juntas y restricciones	33
5.2.6.3. Sensores y actuadores.....	34
5.2.7. Adaptador de señales	34

5.2.8. Simulación del proceso en NX12	37
5.3. Automatización del proceso	39
5.3.1. Descripción de la automatización	40
5.3.1.1. Inicio y paro del proceso	41
5.3.1.2. Alimentación de bases	42
5.3.1.3. Inserción del rodamiento	43
5.3.1.4. Inserción del eje	44
5.3.1.5. Colocación de la tapa	45
5.3.1.6. Expulsión de la pieza ensamblada	46
5.4. Descripción del proyecto de TIA PORTAL	46
5.4.1. Configuración hardware	46
5.4.2. Proyecto de PLC	47
5.4.2.1. Bloques de función (FBs)	47
5.4.2.2. Bloques de datos (DBs)	48
5.4.2.3. Bloques de organización (OBs)	48
5.4.3. Proyecto de HMI	49
5.5. Comunicación entre NX y PLCSIM advanced	50
5.5.1. Creación de una instancia en PLCSIM Advanced	50
5.5.2. Carga del proyecto en PLC virtual	51
5.5.3. Conexión de señales entre NX y el PLC virtual	51
6. Conclusiones	53
7. Bibliografía	55

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Interfaz de Automation Studio™.	11
Figura 2. Interfaz de SolidWork.....	12
Figura 3. Interfaz de Siemens NX.	12
Figura 4. Esquema de la solución adoptada.....	14
Figura 5. Navegador de física.....	15
Figura 6. Navegador de ensamble.....	15
Figura 7. Navegador de restricciones.....	16
Figura 8. Navegador de tiempo de ejecución.....	16
Figura 9. Editor de secuencia.....	16
Figura 10. Célula de ensamblaje MAP 205.....	19
Figura 11. Pieza a ensamblar.....	20
Figura 12. Física básica de la pieza.....	21
Figura 13. Ensamble del alimentador de bases.....	21
Figura 14. Física básica de la etapa "Alimentación de bases".....	22
Figura 15. Cuerpo rígido 0_Piezas_fijas.....	22
Figura 16. Cuerpos rígidos 2_Piston_comprobador.....	23
Figura 17. Juntas y restricciones de la etapa "Alimentación de bases".....	23
Figura 18. Actuadores de la etapa "Alimentación de bases".....	24
Figura 19. Sensores de la etapa "Alimentación de bases".....	24
Figura 20. Etapa "Inserción del rodamiento" (real).....	24
Figura 21. Etapa "Inserción del rodamiento" (modelo).....	24
Figura 22. Física básica de la etapa "Inserción del rodamiento".....	25
Figura 23. Cuerpo rígido5_Piezas_Fijas_rod.....	25
Figura 24. Cuerpo rígido 5_Brazo_rod.....	25
Figura 25. Cuerpo rígido 5_Cuerpo_pinza.....	26
Figura 26. Cuerpos rígidos 5_Pinza_dcha y 5_Pinza_izq.....	26
Figura 27. Juntas y restricciones de la etapa "Inserción del rodamiento".....	26
Figura 28. Juntas de la etapa "Inserción del rodamiento".....	26
Figura 29. Actuadores de la etapa "Inserción del rodamiento".....	27
Figura 30. Sensores de la etapa de la etapa "Inserción del rodamiento".....	27
Figura 31. Interruptor limitador e0_limit.....	28
Figura 32. Interruptor limitador e2_limit.....	28
Figura 33. Etapa "Inserción del eje" (real).....	28
Figura 34. Etapa "Inserción del eje" (modelo).....	28
Figura 35. Física básica de la etapa "Inserción del eje".....	29
Figura 36. Cuerpo rígido 6_Piezas_fijas_eje.....	29
Figura 37. Cuerpo rígido 6_Piston_eje.....	29
Figura 38. Cuerpo rígido 6_Brazo_eje.....	30

Figura 39. Cuerpos rígidos 6_Pinza_izq y 6_Pinza_der.....	30
Figura 40. Juntas de la etapa "Inserción del eje".....	30
Figura 41. Juntas y restricciones de la etapa "Inserción del eje".....	30
Figura 42. Actuadores de la etapa "Inserción del eje".....	31
Figura 43. Sensores de la etapa "Inserción del eje".....	31
Figura 44. Etapa "Colocación de tapa" (real).....	32
Figura 45. Etapa "Colocación de tapa" (modelo).....	32
Figura 46. Cuerpos rígidos de la etapa "Colocación de tapa".....	32
Figura 47. Cuerpo rígido 7_Piezas_fijas_tapa.....	33
Figura 48. Cuerpo rígido 7_Piston_horizontal.....	33
Figura 49. Cuerpo rígido 7_Piston_vertical.....	33
Figura 50. Juntas y restricciones de la etapa "Colocación de tapa".....	33
Figura 51. Actuadores de la etapa "Colocación de tapa".....	34
Figura 52. Sensores de la etapa "Colocación de tapa".....	34
Figura 53. Parámetros del adaptador de señales.....	35
Figura 54. Señales del adaptador de señales.....	35
Figura 55. Fórmulas del adaptador de señales.....	36
Figura 56. Señales no incluidas en el adaptador de señales.....	37
Figura 57. Ventana del comando señal.....	37
Figura 58. Operaciones añadidas al editor de secuencia.....	38
Figura 59. Ventana del comando operación.....	39
Figura 60. GRAFCET de inicio y paro del proceso.....	41
Figura 61. GRAFCET de alimentación de bases.....	42
Figura 62. Ubicación de sensores de la etapa Alimentación de bases.....	42
Figura 63. GRAFCET de la inserción del rodamiento.....	43
Figura 64. Ubicación de los sensores en la etapa Inserción del rodamiento.....	43
Figura 65. GRAFCET de la inserción del eje.....	44
Figura 66. Ubicación de los sensores en la etapa Inserción del eje.....	44
Figura 67. GRAFCET de la colocación de la tapa.....	45
Figura 68. Ubicación de los sensores en la etapa Colocación de la tapa.....	45
Figura 69. Ubicación de sensores en la etapa Expulsión de pieza.....	46
Figura 70. GRAFCET de la expulsión de pieza.....	46
Figura 71. Esquema de conexiones entre PLC y HMI.....	47
Figura 72. Configuración de la conexión entre PLC y HMI.....	47
Figura 73. Segmentos del bloque de organización Main.....	48
Figura 74. Segmento 2 del bloque Main.....	49
Figura 75. Botonera de la máquina real.....	49
Figura 76. Interfaz humano-máquina.....	50
Figura 77. Ventana principal de PLCSIM Advanced.....	51
Figura 78. Comando mapeo de señales de NX.....	51

Figura 79. Ventana del comando mapeo de señales.....	52
Figura 80. Ventana de configuración de la señal externa.....	52
Figura 81. Ventana del mapeo de señales.	53

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Señales de entrada	41
Tabla 2. Señales de salida	41

1. INTRODUCCIÓN

La idea de la cuarta revolución industrial, también llamada Industria 4.0, es un concepto global basado en utilizar las tecnologías de la información emergentes para implementar el IoT (Internet of Things), de modo que los procesos empresariales y los procesos de ingeniería estén profundamente integrados. De esta forma, se consigue que la producción se lleve a cabo de una manera flexible, eficiente y ecológica, con una alta calidad constante y a un bajo coste [1].

El objetivo de la Industria 4.0 es la recopilación y aplicación de datos e información en tiempo real mediante la conexión en red de todos los elementos individuales, con el fin de reducir la complejidad de las operaciones. La Industria 4.0 pretende aumentar la digitalización de los procesos de fabricación y de las cadenas de suministro, facilitando las comunicaciones entre los seres humanos, las máquinas y los productos, permitiendo así el acceso en tiempo real a la información sobre la producción [2].

Uno de los conceptos que mayor repercusión ha tenido en el contexto de la Industria 4.0 es el de Gemelo Digital. Fue Michael Grieves el primero que introdujo el concepto de Gemelo Digital en 2003, según el cual un Gemelo Digital es un modelo de simulación de alta precisión utilizado para el análisis y la optimización de procesos de fabricación [3]. Este concepto ha ido evolucionando con los años, sin embargo, para el desarrollo de este trabajo prevalecerá la idea de que un Gemelo Digital es una representación digital de una realidad física. Es un software que construye una solución, integrando información y procesos entre otros softwares para conseguir operar con el mundo físico, simular, predecir y permitir al usuario tomar decisiones más rápidas y fiables [4].

Esta unión del mundo físico con el virtual ofrece numerosas ventajas, entre las cuales cabe destacar las siguientes [5]:

- Evitar problemas antes de que se produzcan.
- Detectar áreas de mejora en los procesos de fabricación.
- Reducir el tiempo de inactividad de las fábricas y optimizar el consumo de energía.
- Facilitar la corrección de errores y generar versiones nuevas y más confiables.
- Mejorar la calidad y la producción gracias a los múltiples ensayos, simulaciones y predicciones.

Este proyecto es un ejemplo de aplicación de los gemelos digitales en el ámbito docente ya que, gracias a este, los alumnos tienen la posibilidad de controlar un proceso real sin la necesidad de tener acceso al proceso físico. Esta es la principal razón que ha motivado a la ejecución de este trabajo. Si los alumnos trabajan sobre un gemelo digital tienen numerosas ventajas en cuanto a independencia, ya que no existe el riesgo de que puedan dañar los equipos. En consecuencia, mejoraría el rendimiento de los alumnos y las sesiones prácticas serían mucho

más eficientes. Además de favorecer a la docencia telemática puesto que los alumnos pueden realizar prácticas sin necesidad de acceder al laboratorio.

La memoria del trabajo se encuentra estructurada en seis capítulos diferentes. En primer lugar, los tres primeros capítulos sirven a modo de introducción para ubicar al lector en el contexto del proyecto, incluyendo los objetivos que se han planteado y el alcance y las limitaciones del mismo. En segundo lugar, en el capítulo cuatro se ha desarrollado un análisis de las posibles alternativas de las que se dispone para llevar a cabo el proyecto. El capítulo cinco es el más extenso ya que en este se expone la solución elegida y su justificación, así como el diseño que se ha realizado del modelo en NX y el programa de control desarrollado con el *software* TIA Portal. Por último, el capítulo seis corresponde a las conclusiones finales.

2. OBJETIVOS DEL PROYECTO

El presente trabajo tiene como principal objetivo el desarrollo de un gemelo digital de la máquina de ensamblado de rodamientos MAP-205 de SMC [6] realizando el modelado de todos sus componentes físicos y su automatización. Además del objetivo general, se han definido los siguientes objetivos específicos:

- Diseñar un modelo 3D que se asemeje lo máximo posible a su equivalente físico y permita el movimiento de los actuadores y la obtención de información de los sensores.
- Simular cada una de las etapas del proceso en el *software* de modelado 3D antes de realizar el programa de control para verificar el correcto funcionamiento del modelo e implementar los cambios pertinentes.
- Implementar un programa de control modular basado en lenguaje GRAFCET que realice la automatización de la planta en función de la información de los sensores de esta.
- Realizar la comunicación entre el autómata simulado, al cual se carga el programa de control, y las señales creadas en el modelo 3D.
- Diseñar una interfaz humano-máquina que permita al usuario interactuar con el proceso para así poder controlarlo y conocer su estado.

3. ALCANCE Y LIMITACIONES

El presente trabajo abarca la consecución de tres tareas principales: el diseño de un modelo 3D de una célula de ensamblajes, el desarrollo de un programa de control para la automatización de esta máquina y la creación de una pantalla HMI que permita la comunicación entre el operario y el proceso.

La etapa del modelado 3D será la que más tiempo requerirá ya que se pretende que este represente la máquina real con el mayor detalle posible. Para conseguir esto, los modelos 3D de los actuadores, como cilindros y válvulas, se obtendrán de las librerías CAD de SMC. No obstante, se omitirán aquellos componentes que no afectan a los movimientos ni la automatización, como cables y válvulas.

El programa de control se realizará de forma modular y mediante lenguaje GRAFCET, es decir, se programará un GRAFCET para cada etapa del proceso. Así pues, se favorece el entendimiento del programa y los errores serán más fáciles de encontrar y corregir. La normativa a tener en cuenta a la hora de realizar el programa de control será:

- UNE-EN 60848:2013. Lenguaje de especificación GRAFCET para diagramas funcionales secuenciales (UNE).
- IEC 61131-3. Tercera parte del estándar internacional IEC 61131, que define las especificaciones de la sintaxis y semántica de los lenguajes de programación de PLC's, incluyendo el modelo de *software* y la estructura del lenguaje (IEC).

No se incluye en el trabajo el funcionamiento simultáneo del gemelo digital y la máquina real. Sin embargo, sería muy útil observar el comportamiento de ambos sistemas a la vez para comprobar que se les podría aplicar el mismo programa de control.

Así pues, antes de comenzar con el desarrollo del proyecto, es necesario realizar un estudio de todas las posibles alternativas de las que disponemos para llevarlo a cabo. En el presente trabajo se realizará un análisis y comparación de los *softwares* que se podrían usar para desarrollar el gemelo digital. Este análisis se desarrolla en el siguiente capítulo.

4. ESTUDIO DE ALTERNATIVAS

En este capítulo se van a identificar las posibles soluciones del problema abordado en el presente trabajo. Al tratarse de una simulación de un proceso real, principalmente es necesario elegir el *software* en el que se va a llevar a cabo el proyecto. Para ello se han analizado una serie de programas para realizar el modelado y otros para realizar el control.

4.1. MODELADO DE LA MÁQUINA

El modelado de la máquina se llevará a cabo mediante un *software* CAD en el que se permita realizar modelos 3D que faciliten representar la máquina real y simular su funcionamiento. Por ello son tres los *softwares* que se han a evaluado a continuación con el fin de escoger una opción óptima, la cual garantice alcanzar el objetivo de este proyecto.

- **Automation Studio™**

Automation Studio™ es un *software* desarrollado por Famic Technologies Inc. de diseño y simulación que permite crear circuitos que contengan: hidráulica, neumática, electrotecnia y electricidad. Además, también permite crear entornos industriales reales y comunicarse con otros equipos físicos como maquetas o PLCs. Este *software* es el que más se aleja de lo que se busca para este proyecto ya que solo permite el uso en 2D.

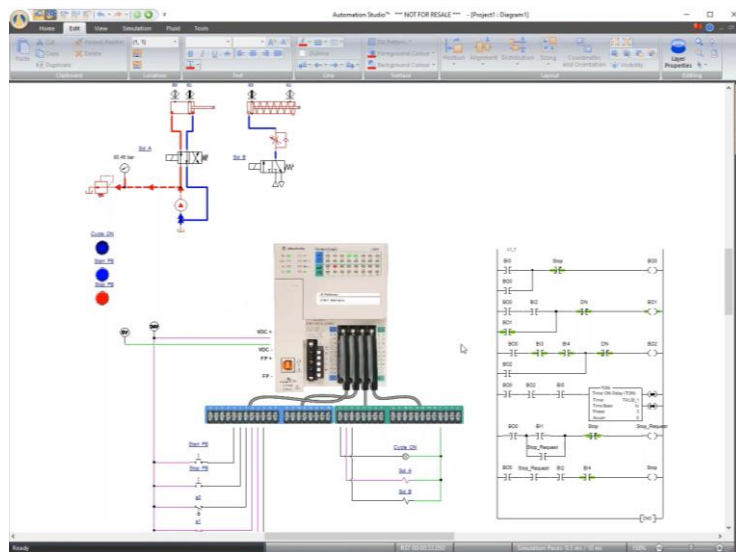


Figura 1. Interfaz de Automation Studio™.

- **SolidWorks**

SolidWorks es un *software* CAD para modelado mecánico en 2D y 3D, desarrollado por SolidWorks Corp. SolidWorks ofrece un abanico de soluciones para modelar piezas y ensamblajes en 3D y planos 2D. Tiene la ventaja de ser un *software* de diseño modular muy fácil de usar debido a su interfaz altamente intuitiva. Este *software* permite crear animaciones y representaciones realistas de la máquina a modelar. Además, con SolidWorks Motion y

SolidWorks Simulation se puede verificar la funcionalidad del diseño ya que tiene en cuenta la física del mundo real.

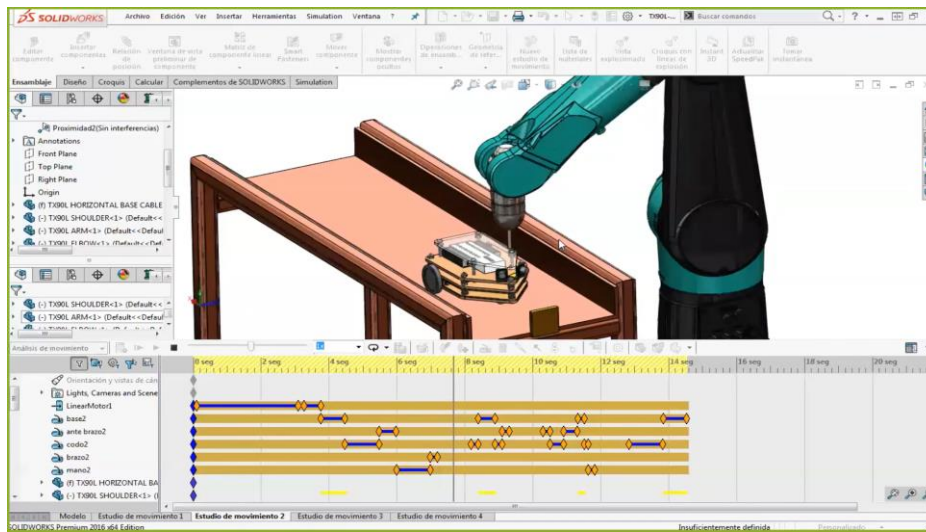


Figura 2. Interfaz de SolidWork.

- **Siemens NX**

NX es un paquete de *software* CAD/CAM/CAE desarrollado por Siemens PLM *Software* para el desarrollo de soluciones de diseño, simulación y fabricación. Ofrece un conjunto de herramientas que coordina distintas disciplinas dando soporte a todos los aspectos de desarrollo de productos, desde el diseño de conceptos hasta la ingeniería y la fabricación [7]. Por una parte, dispone de la herramienta NX CAD para diseño de productos 3D y también ofrece la posibilidad de introducir CAD creados en otros programas facilitando así el modelado. Por otra parte, este *software* también dispone de la aplicación *Mechatronic Concept Designer* (MCD), el cual integra las disciplinas mecánicas, eléctricas y de automatización para agilizar el diseño y reducir los problemas de integración al final del proceso de diseño.

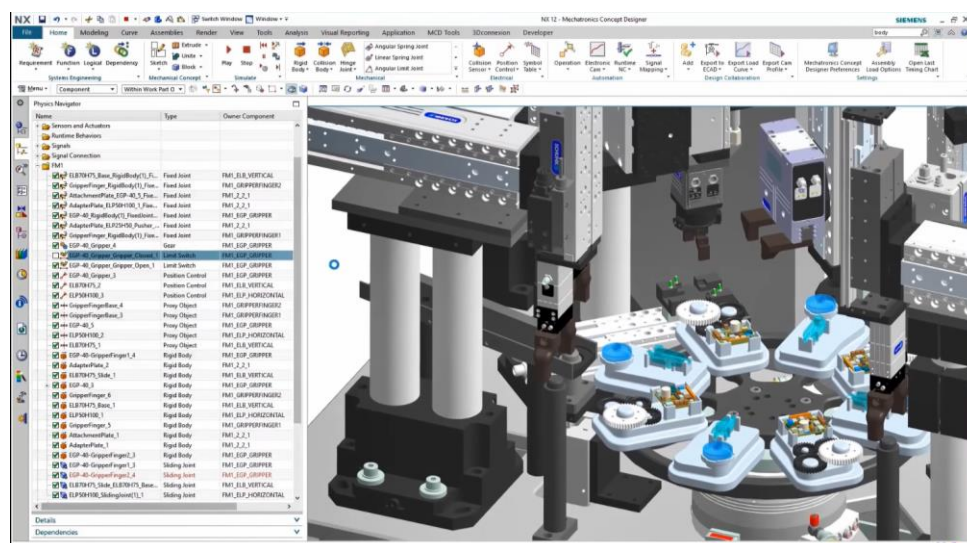


Figura 3. Interfaz de Siemens NX.

4.2. AUTOMATIZACIÓN DEL PROCESO

Para llevar a cabo la automatización del proceso es necesario escoger un *software* para realizar la programación del PLC. Para ello se van a analizar dos programas diferentes, así como las utilidades y ventajas de cada uno.

- **CoDeSys**

Es un *software* orientado a la programación de entornos de automatización que permite a los usuarios la creación de aplicaciones para controladores industriales conforme el estándar industrial internacional IEC 61131-3. Es un entorno de programación de automatización industrial universal que permite programar cualquier PLC de fabricantes como Bosh, FESTO, Schneider o Mitsubishi [8]. Además, existe la posibilidad de programar en cinco lenguajes de programación diferentes, lo cual hace que el proyecto sea mucho más versátil. El sistema también cuenta con un simulador integrado y, además, permite el desarrollo de interfaces hombre-máquina en el mismo entorno de desarrollo.

- **TIA Portal**

TIA (Totally Integrated Automation) Portal es un *software* de Siemens que integra todas las tareas de automatización de un proceso industrial, desde la programación del PLC hasta la configuración de una pantalla HMI o la parametrización de los accionamientos. La integración de estos elementos en un mismo *software* permite ahorros en el ciclo de producción debido a la simplificación de los programas y la rapidez en la puesta en marcha. Otra ventaja es que se trata de una aplicación modular, es decir, es posible añadir nuevas funcionalidades que se adapten a las necesidades de la aplicación. La aplicación PLCSIM Advanced permite simular el funcionamiento de la comunicación y servidor web del PLC lo cual será de gran utilidad para el desarrollo de este proyecto.

El *software* elegido para llevar a cabo el modelado ha sido Siemens® NX12 y para el desarrollo del programa de control, TIA Portal. En el apartado 5.1. Solución *software* del siguiente capítulo se exponen las razones de esta elección, así como una descripción detallada del funcionamiento de cada programa.

5. DESCRIPCIÓN DE LA SOLUCIÓN ADOPTADA

En este capítulo se expone la solución elegida para desarrollar el gemelo digital de la máquina que realiza un proceso de ensamblaje de rodamientos descrita anteriormente. En primer lugar, se expone la solución *software* escogida, tanto para el diseño del modelo como para el control de la máquina. Una vez descrito el *software* del que se va a hacer uso, se explicará cómo se ha realizado el modelado de la máquina, dividiendo el proceso que esta lleva a cabo en diferentes etapas para facilitar el trabajo. También se expone la automatización de cada una de las etapas que componen el modelo describiendo el comportamiento de los actuadores en función de la información de los sensores de la máquina. Por último, se describe la estructura

que sigue el proyecto desarrollado en TIA Portal, tanto del PLC como del HMI (diseñado con WinCC RT), y la conexión de las señales entre el PLC y el modelo en NX creando una instancia a través de PLCSIM Advanced.

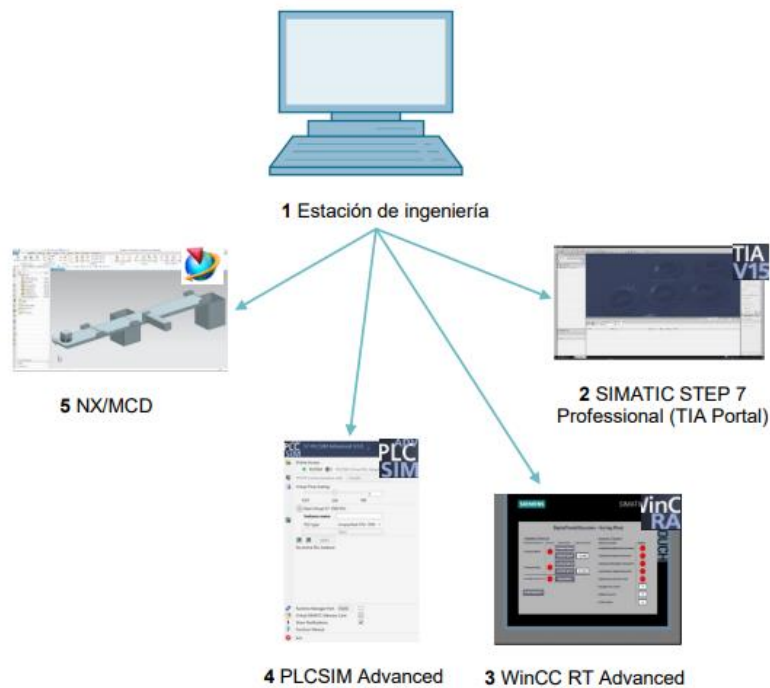


Figura 4. Esquema de la solución adoptada.

5.1. SOLUCIÓN SOFTWARE

5.1.1. NX 12 Mechatronic Concept Designer (MCD)

Tras el análisis realizado en el capítulo anterior, el *software* elegido para llevar a cabo el modelado del gemelo digital es Siemens NX12, en concreto el paquete MCD (*Mechatronics Concept Designer*). Este programa nos permite, en primer lugar, diseñar el modelo 3D partiendo de piezas descargadas de librerías CAD y añadiendo otras piezas que sean necesarias diseñar desde cero para completar el modelo. En segundo lugar, gracias a la aplicación *Mechatronics Concept Designer* de NX se asignará física, juntas y restricciones y sensores y actuadores a estas piezas con el objetivo de simular el movimiento y el comportamiento de la máquina.

Con el fin de facilitar la comprensión de cómo se ha diseñado el modelo 3D, en este apartado se hará una guía de las funciones y elementos de NX MCD que se han utilizado a lo largo del desarrollo del proyecto.

5.1.1.1. Interfaz y menús de NX MCD

En la parte izquierda de la interfaz de NX MCD encontramos una barra de recursos desde la cual podemos acceder a diferentes navegadores que permitirán configurar el modelo. A continuación, se hace una breve descripción de los más usado para este proyecto:

- **Navegador de física**

Permite configurar las propiedades físicas y lógicas de los elementos mecánicos. Desde este navegador se puede asignar una física a los elementos del modelo, así como juntas, restricciones, sensores o actuadores (Figura 5). En esta pestaña también se pueden añadir las señales que van a formar parte de la máquina.

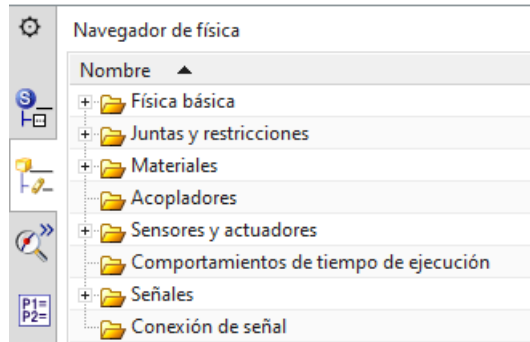


Figura 5. Navegador de física.

- **Navegador de ensamble**

En este navegador podemos visualizar los diferentes ensamblajes que se han añadido al modelo (Figura 6). Si desplegamos cada uno de estos ensamblajes se pueden ver todas las piezas que lo componen y las restricciones creadas entre ellas. Desde esta pestaña también se pueden añadir o eliminar componentes.

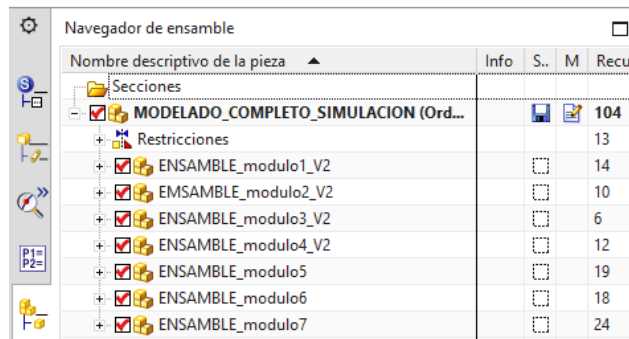


Figura 6. Navegador de ensamblaje.

- **Navegador de restricciones**

El navegador de restricciones permite a usuario configurar las restricciones que se han definido entre los diferentes ensamblajes del modelo (Figura 7). Estas restricciones se crean para que los ensamblajes mantengan una posición fija respecto a los otros elementos dentro del modelo.

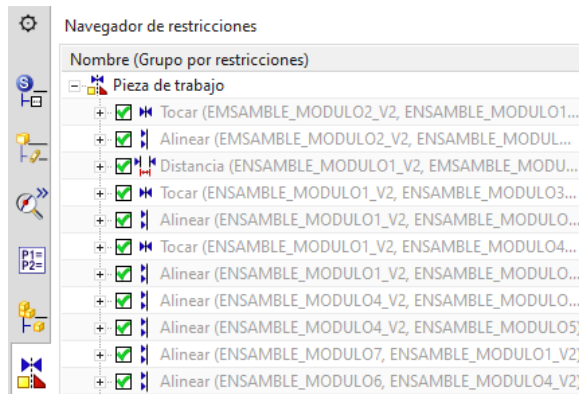


Figura 7. Navegador de restricciones.

- **Inspector de tiempo de ejecución**

En la pestaña correspondiente al inspector de tiempo de ejecución se pueden añadir diferentes propiedades de la física de los elementos que forman parte del modelo para analizarlas durante la simulación. Por ejemplo, en la figura 8 se ha añadido un sensor de distancia y se pueden ver las propiedades asociadas a este sensor y cómo cambian mientras la simulación se está ejecutando.

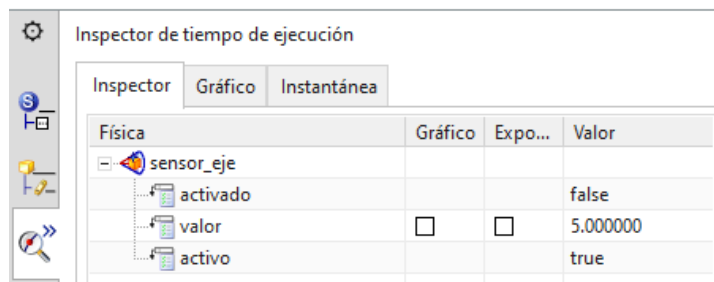


Figura 8. Navegador de tiempo de ejecución.

- **Editor de secuencia**

Por último, otro navegador del que se ha hecho uso es el editor de secuencia. En esta pestaña se pueden crear operaciones y eventos basados en el tiempo. Estas operaciones se pueden condicionar y enlazar entre ellas. Como se observa en la Figura 9, el editor de secuencia permite crear una secuencia de operaciones similar a la función lógica secuencial.

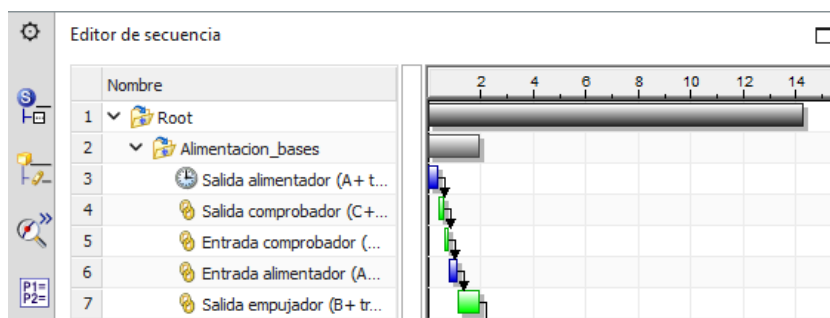


Figura 9. Editor de secuencia.

5.1.1.2. Elementos utilizados de NX MCD

- **Cuerpo rígido** 

El comando de *cuerpo rígido* define un componente como un componente móvil por lo que es imprescindible definir como cuerpos rígidos todos los elementos del modelo que vayan a estar en movimiento. Al definir un cuerpo como cuerpo rígido NX MCD calcula su centro de masas, su masa y su inercias en función de la forma y volumen del componente. Las propiedades físicas que tiene un cuerpo rígido son: posición y orientación, velocidad lineal y angular y masa e inercia.

- **Cuerpo de colisión** 

El comando *cuerpo de colisión* se usa para definir aquellas partes de la máquina que colisionan con otros elementos de tal manera que no se permita la superposición de dos cuerpos, es decir, que un cuerpo no atravesase otro. Al definir un elemento como *cuerpo de colisión* también se consigue que se tengan en cuenta fenómenos de rozamiento dinámico y estático.

- **Junta fija** 

Los elementos *junta* permiten restringir grados de libertad de cuerpo rígidos o vincular unos cuerpos con otros. En el caso de la *junta fija* restringe todos los grados de libertad de un cuerpo. Se puede usar para anclar un *cuerpo rígido* y evitar que este se mueva o para vincular dos cuerpos rígidos de forma que estos se muevan como un solo cuerpo.

- **Junta deslizante** 

El elemento *junta deslizante* se usa para crear una junta que permite un único grado de libertad de traslación entre dos cuerpos a lo largo de un eje cuyo vector es necesario definir. Dentro de las opciones que se pueden configurar al crear una junta deslizante, el *desplazamiento* ajusta la posición de inicio del cuerpo al iniciar la simulación.

- **Junta de charnela** 

La *junta de charnela* es usada para crear una articulación entre dos cuerpos que permita un grado de libertad rotacional a lo largo de un eje cuyo vector se debe definir. La *junta de charnela* no permite el movimiento de traslación en ninguna dirección entre los dos cuerpos sobre los que se define.

- **Superficie de transporte** 

La propiedad física de *superficie de transporte* se asigna a una superficie plana a través de la cual se desea que se mueva un cuerpo. Al definir una cara como *superficie de transporte*, cualquier elemento que se ponga en contacto con esta, adquirirá una velocidad y se desplazará a través de ella simulando una cinta transportadora. Es importante que tanto la superficie como el cuerpo que se va a desplazar estén definidos como cuerpos de colisión para que estos no se atraviesen al entrar en contacto.

- **Control de posición**



El comando *control de posición* se asigna sobre juntas ya definidas para crear un actuador que controle el movimiento lineal o angular de un cuerpo sobre un eje. Se debe indicar la posición que se desea alcanzar y la velocidad para llegar a la posición de destino.

- **Sensor de posición**



El elemento *sensor de posición* se asocia a una junta ya creada o a un *control de posición* para conocer como salida la posición lineal o angular del actuador. Se permite escalar esta salida para representarla como una constante, una tensión o una corriente.

- **Sensor de distancia**



El elemento *sensor de distancia* se asocia a un cuerpo rígido y proporciona información sobre la distancia desde este cuerpo hasta el cuerpo de colisión más cercano. Se puede definir el área de detección mediante el ángulo de apertura y la distancia mínima a la que detecta otros cuerpos. Al igual que en el *sensor de posición*, la salida puede ser escalada para convertirla a tensión o corriente.

5.1.2. TIA Portal V16

El *software* elegido para llevar a cabo el programa de control de la máquina ha sido TIA Portal V16. El motivo principal por el que se ha escogido TIA Portal es que es un *software* de SIEMENS al igual que el escogido para realizar el modelado, por tanto, será más fácil hacer la comunicación entre el modelo y el programa de control y se evitarán posibles errores.

Otra de las razones por las que se ha optado por esta solución es que, como ya se ha mencionado en el apartado 4.2, TIA Portal integra todas las tareas de automatización de un proceso industrial haciendo más sencillo el desarrollo del proyecto de automatización. Además, el paquete de TIA Portal completo también incluye PLCSIM Advanced para la simulación de la automatización y WinCC para la creación de una interfaz hombre-máquina (HMI).

5.1.2.1. PLCSIM Advanced V3.0

Para la ejecución de este trabajo se ha optado por simular el PLC haciendo uso de PLCSIM Advanced en lugar de utilizar un PLC real conectado vía Ethernet al modelado de la máquina. De esta manera, se evitarán los costes de *hardware* y se reducirán los riesgos de puesta en marcha.

PLCSIM Advanced permite una simulación completa del programa del control durante las fases de programación y configuración con TIA Portal sin necesidad de disponer de un PLC físico. Soporta la creación de controladores virtuales que simulan los controladores reales, de este modo permite la detección temprana de fallos y la rápida validación de las funciones.

5.1.2.2. WinCC (Windows Control Center)

El paquete de WinCC permite la creación de un interfaz de usuario para la visualización y control de procesos industriales. El *software* WinCC incluye innovadoras herramientas para la configuración integral de todos los paneles de mando SIMATIC HMI. Además, estos equipos llevan incorporado el *software* WinCC Runtime que permite simular el funcionamiento del HMI sin la necesidad de disponer de una pantalla física.

En este proyecto la interfaz humano-máquina se ha usado únicamente para poner en marcha y parar la máquina mediante botones e interruptores y para conocer el estado del proceso, pero este *software* tiene muchas más funciones como la visualización de gráficos dinámicos, sistema de alarmas y avisos, etc.

5.2. MODELADO DE LA MÁQUINA DE ENSAMBLAJE

5.2.1. Descripción del proceso

Antes de realizar el modelado de la máquina es importante conocer los elementos y mecanismos que la forman. En este caso, la máquina a modelar corresponde a la minicélula de ensamblaje MAP-205 del fabricante SMC (Figura 10) [6], la cual se ha podido examinar en el laboratorio para realizar el modelo lo más similar posible a la real.

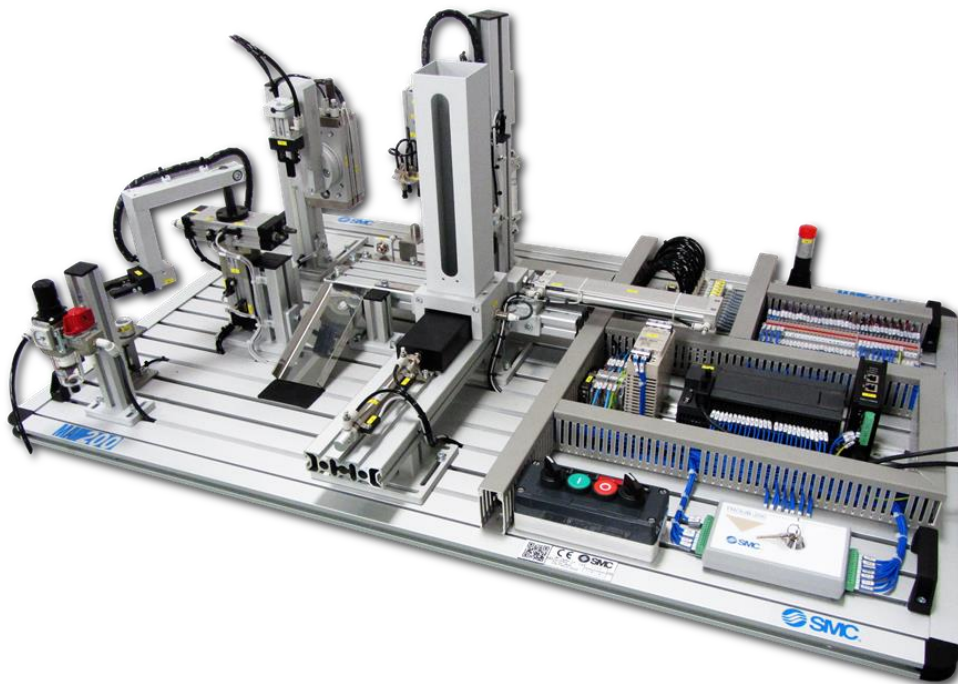


Figura 10. Célula de ensamblaje MAP 205.

Cabe destacar que la máquina está formada por cuatro módulos diferentes y cada uno de ellos realiza una acción:

- **Alimentador de la base:** las bases se encuentran almacenadas en un alimentador. El proceso comienza al extraer una base del alimentador y, a continuación, se verifica que

está colocada correctamente. Si no es así, se empuja hasta la rampa y se expulsa del proceso. Si está en la posición correcta, se desplaza a la zona de montaje.

- **Inserción del rodamiento:** formado por un manipulador de giro con un brazo adosado y una pinza que agarra el rodamiento. Mediante un sensor se verifica que hay rodamiento en la posición inicial. En caso afirmativo, el manipulador gira hasta la posición del rodamiento, la pinza lo agarra y lo introduce en el interior de la base.
- **Inserción del eje:** este módulo está formado por un manipulador rotolineal, acompañado de un brazo y una pinza para agarrar el eje. En caso de que el sensor indique presencia de eje, el manipulador baja de forma lineal para agarrar el eje mediante la pinza y, después, este vuelve a subir y gira para colocarlo dentro de la base.
- **Colocación de la tapa:** este manipulador está compuesto por dos cilindros: uno vertical que agarra la tapa por medio de una placa provista de tres ventosas y otro horizontal que lleva la tapa hasta la posición de la base donde es introducida.

5.2.2. Pieza a ensamblar

La pieza a ensamblar está formada por cuatro partes (Figura 11). En primer lugar, la base de la pieza de la cual partimos para hacer el montaje. Dentro de esta base va colocado un rodamiento, el cual sirve de soporte para la tercera parte, un eje. Por último, la pieza posee una tapa colocada al final del proceso de ensamblaje.

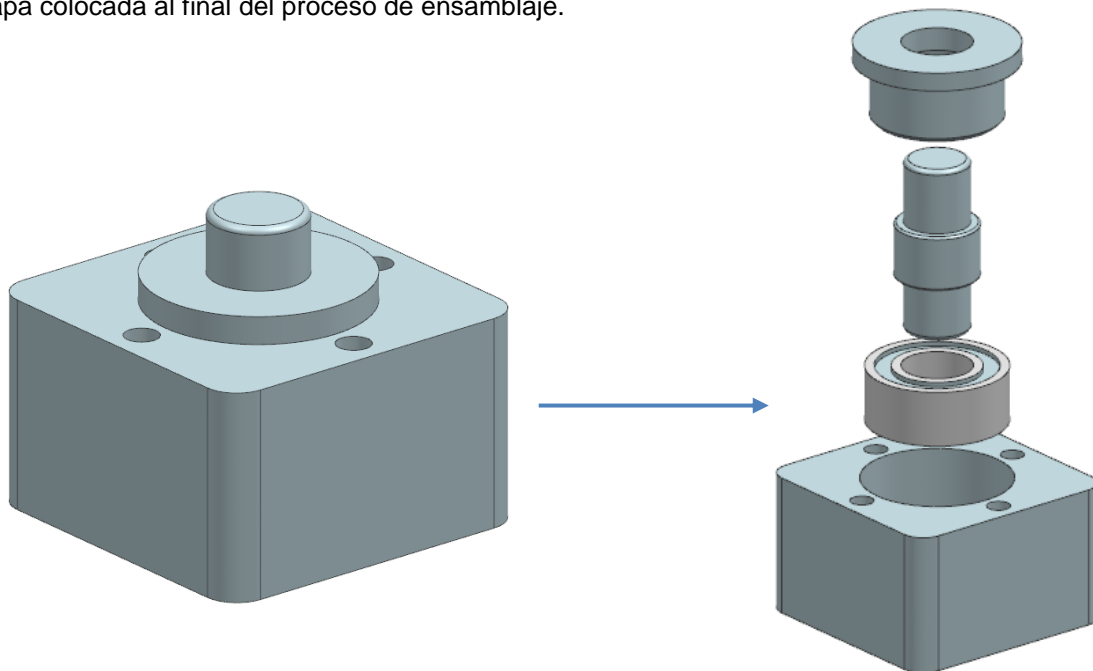


Figura 11. Pieza a ensamblar.

Para que las diferentes partes se puedan ensamblar en la simulación del modelado es necesario definir cada una de ellas como cuerpo rígidos y cuerpos de colisión (Figura 12). De esta manera será imposible que un cuerpo atravesase a otro cuando entren en contacto y así todas las partes de la pieza puedan quedar ensambladas correctamente.




<input checked="" type="checkbox"/>		Base_pieza	Cuerpo rígido
<input checked="" type="checkbox"/>		Base_pieza_CC	Cuerpo de colisión
<input checked="" type="checkbox"/>		Eje	Cuerpo rígido
<input checked="" type="checkbox"/>		Eje_CC	Cuerpo de colisión
<input checked="" type="checkbox"/>		Rodamiento	Cuerpo rígido
<input checked="" type="checkbox"/>		Rodamiento_CC	Cuerpo de colisión
<input checked="" type="checkbox"/>		Tapa	Cuerpo rígido
<input checked="" type="checkbox"/>		Tapa_CC	Cuerpo de colisión

Figura 12. Física básica de la pieza.

5.2.3. Alimentación de bases

Esta es la primera etapa del proceso, se encarga de trasladar las bases a través de una superficie para comprobar en la siguiente etapa que están colocadas correctamente para ser ensambladas.

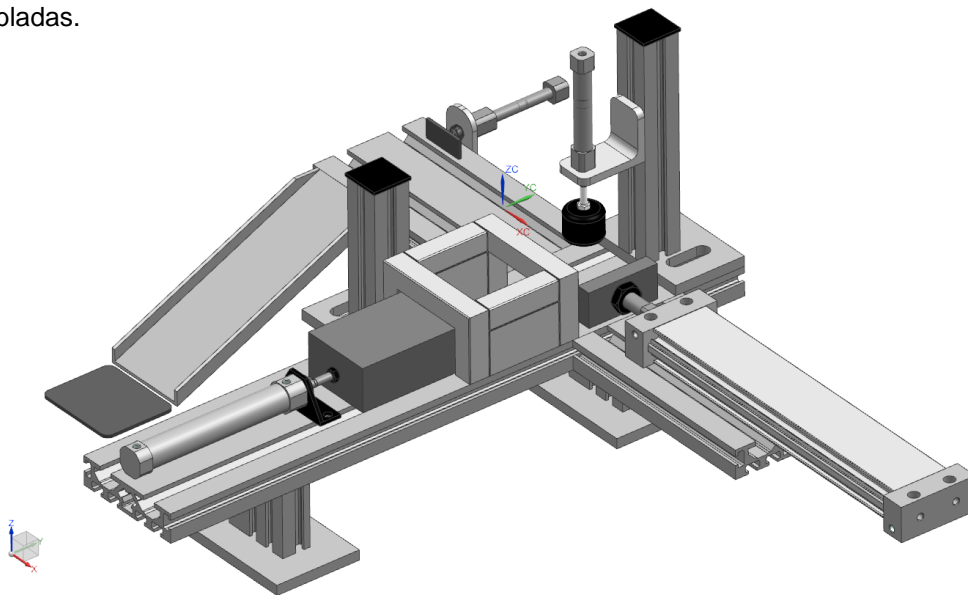


Figura 13. Ensamble del alimentador de bases.

5.2.3.1. Física básica

Esta estructura cuenta con cinco cuerpos rígidos: *0_Piezas_fijas* (Figura 15), *1_Piston_alimentador*, *2_Piston_comprobador*, *3_Piston_empujador* y *4_Piston_expulsion*. El cuerpo rígido *0_Piezas_fijas* corresponde con todas las piezas del modelo que no tienen movimiento y, como podemos ver en la Figura 14, está formado a su vez por nueve cuerpos de colisión.

0_Piezas_Fijas	Cuerpo rígido
1_Acumulador_piezas	Cuerpo de colisión
1_Cuerpo_alimentador	Cuerpo de colisión
1_Superficie_alimentacion	Cuerpo de colisión
2_Cuerpo_comprobador	Cuerpo de colisión
3_Cuerpo_empujador	Cuerpo de colisión
4_Cuerpo_expulsion	Cuerpo de colisión
4_Rampa	Cuerpo de colisión
4_superficie_final	Cuerpo de colisión
4_Superficie_montaje	Cuerpo de colisión
1_Piston_alimentador	Cuerpo rígido
1_Embolo_alimentador	Cuerpo de colisión
1_Prisma_alimentador	Cuerpo de colisión
2_Piston_comprobador	Cuerpo rígido
2_Embolo_comprobador	Cuerpo de colisión
2_Tope_comprobador	Cuerpo de colisión
3_Piston_empujador	Cuerpo rígido
3_Embolo_empujador	Cuerpo de colisión
3_Prisma_empujador	Cuerpo de colisión
4_Piston_expulsion	Cuerpo rígido
4_Embolo_expulsion	Cuerpo de colisión
4_prisma_empuje	Cuerpo de colisión

Figura 14. Física básica de la etapa “Alimentación de bases”.

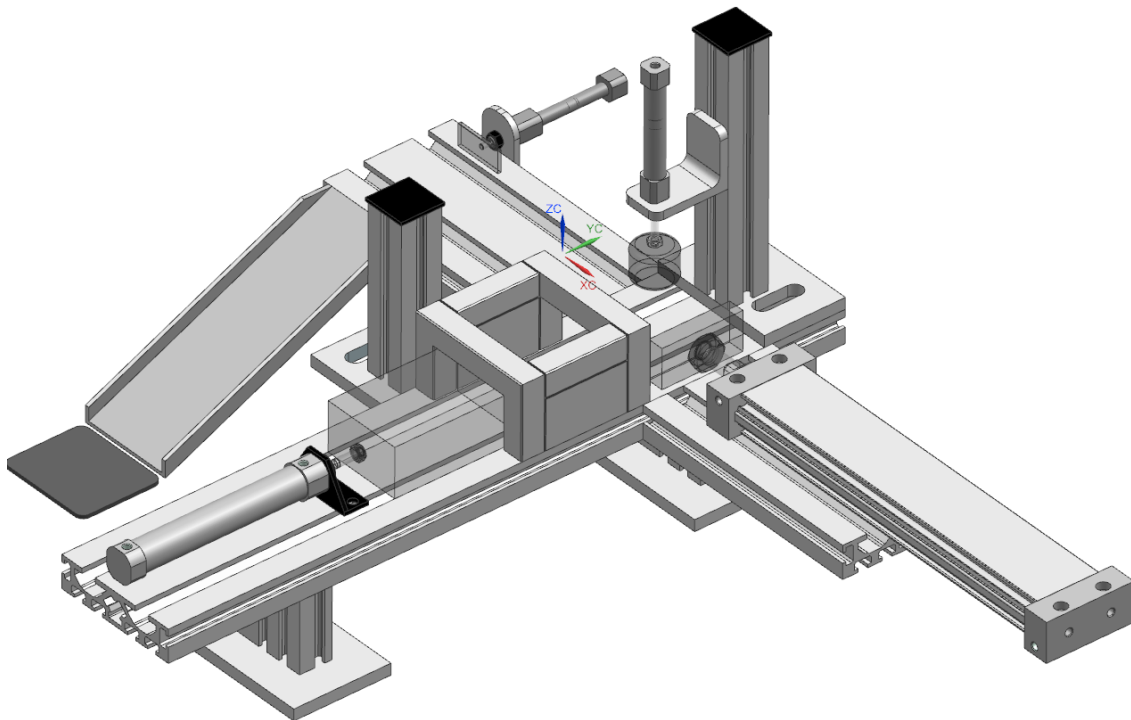


Figura 15. Cuerpo rígido 0_Piezas_fijas

El resto de los cuerpos rígidos corresponden a los pistones que forman parte de esta etapa (Figura 16) y todos están formados por dos cuerpos de colisión, uno pertenece al émbolo del pistón y el otro, al prisma que empuja a la pieza hasta la siguiente posición. A excepción del pistón que verifica la posición de la base, *2_Piston_comprobador*, el cual está formado por el

émbolo y un tope que se introduce en el orificio de la base en caso de que esta esté correctamente colocada.

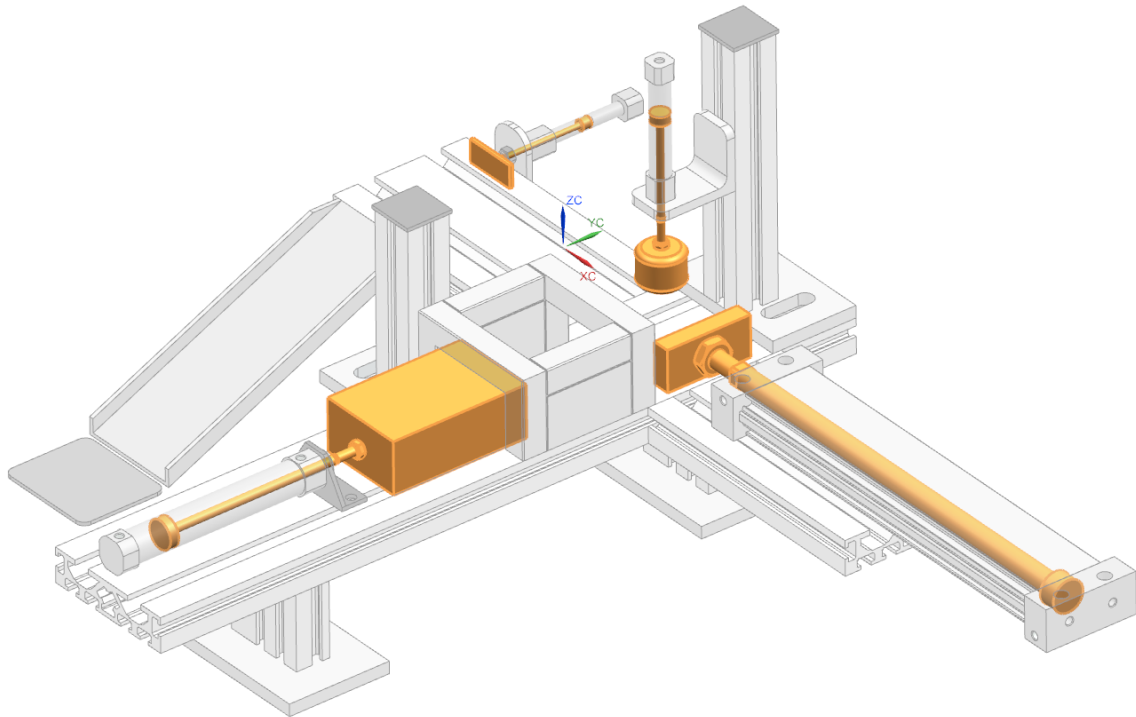


Figura 16. Cuerpos rígidos 2_Piston_comprobador, 3_Piston_empujador y 4_Piston_expulsion.

5.2.3.2. Juntas y restricciones

En primer lugar, se ha asignado una junta fija al cuerpo rígido correspondiente a las piezas fijas de la estructura. También se han definido cuatro juntas deslizantes (Figura 17), en las cuales la base de todas es el cuerpo rígido 0_Piezas_fijas y la asociación, los cuerpos rígidos correspondientes a cada uno de los pistones. Además, es importante tener en cuenta que cada pistón se debe desplazar en una dirección diferente, por tanto, se han indicado los ejes correspondientes a cada junta deslizante a la hora de definir las.

<input checked="" type="checkbox"/>		0_Piezas_Fijas_FixedJoint	Junta fija
<input checked="" type="checkbox"/>		1_Piston_alimentador_Piezas_Fijas_Slid...	Junta deslizante
<input checked="" type="checkbox"/>		2_Piston_comprobador_0_Piezas_Fijas_...	Junta deslizante
<input checked="" type="checkbox"/>		3_Piston_empujador_0_Piezas_Fijas_Sli...	Junta deslizante
<input checked="" type="checkbox"/>		4_Piston_expulsion_0_Piezas_Fijas_Slidi...	Junta deslizante

Figura 17. Juntas y restricciones de la etapa "Alimentación de bases".

5.2.3.3. Sensores y actuadores

En esta parte de la máquina se pueden encontrar cinco actuadores (Figura 18). El primero que se ha definido corresponde a la superficie de transporte sobre la que se desplazan las bases, este actuador se le ha aplicado a la cara superior del cuerpo de colisión 1_Superficie_alimentacion para que las bases de la pieza se deslicen por la superficie al entrar en contacto con ella. Los otros cuatro actuadores son controles de posición aplicados a las juntas

deslizantes mencionadas anteriormente. Es importante designar para cada control de posición una posición de destino y una velocidad para controlar el recorrido que debe hacer cada pistón.

<input checked="" type="checkbox"/>  1_Base_alimentacion	Superficie de transporte
<input checked="" type="checkbox"/>  1_Control_Alimentador	Control de posición
<input checked="" type="checkbox"/>  2_Control_Comprobador	Control de posición
<input checked="" type="checkbox"/>  3_Control_Empujador	Control de posición
<input checked="" type="checkbox"/>  4_Control_Expulsion	Control de posición

Figura 18. Actuadores de la etapa "Alimentación de bases".

En cuanto a los sensores, como podemos ver en la Figura 19, se han definido 5: un sensor de distancia que detecta presencia de bases en el acumulador y cuatro interruptores limitadores asignados a los controles de posición mencionados anteriormente. El sensor *a0_limit* detecta cuando el cilindro alimentador se encuentra en su posición inicial. Los sensores *a1_limit*, *b1_limit* y *c1_limit* son los finales de carrera de los pistones alimentador, comprobador y empujador, respectivamente.

<input checked="" type="checkbox"/>  sensor_base	Sensor de distancia
<input checked="" type="checkbox"/>  a0_limit	Interruptor limitador
<input checked="" type="checkbox"/>  a1_limit	Interruptor limitador
<input checked="" type="checkbox"/>  b1_limit	Interruptor limitador
<input checked="" type="checkbox"/>  c1_limit	Interruptor limitador

Figura 19. Sensores de la etapa "Alimentación de bases".

5.2.4. Inserción del rodamiento

La siguiente etapa del proceso se encarga de insertar el rodamiento en el orificio alojado en la base de la pieza. El rodamiento se encuentra situado en su soporte y es trasladado por un manipulador hasta que se ensambla en la base.



Figura 20. Etapa "Inserción del rodamiento" (real).

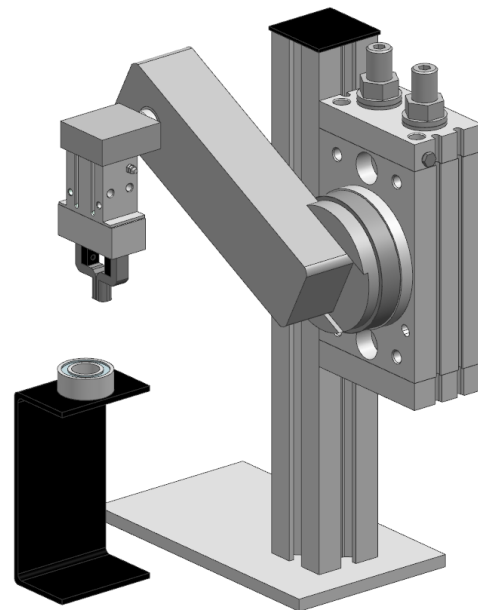


Figura 21. Etapa "Inserción del rodamiento" (modelo).

5.2.4.1. Física básica

La estructura de esta etapa está formada por cuatro cuerpos rígidos (Figura 22). En primer lugar, el cuerpo rígido *5_Piezas_Fijas_rod*, al cual pertenecen todas las piezas de la estructura que no tienen movimiento (Figura 23). Dentro de este cuerpo rígido se ha definido un cuerpo de colisión asignado a la superficie del soporte del rodamiento.



<input checked="" type="checkbox"/>		5_Brazo_rod	Cuerpo rígido
<input checked="" type="checkbox"/>		5_Cuerpo_pinza	Cuerpo rígido
<input checked="" type="checkbox"/>		5_Piezas_Fijas_rod	Cuerpo rígido
<input checked="" type="checkbox"/>		5_Superficie_soporte	Cuerpo de colisión
<input checked="" type="checkbox"/>		5_Pinza_dcha	Cuerpo rígido
<input checked="" type="checkbox"/>		5_acople_pinza_dcho_CC	Cuerpo de colisión
<input checked="" type="checkbox"/>		5_Pinza_izq	Cuerpo rígido
<input checked="" type="checkbox"/>		5_acople_pinza_izq_CC	Cuerpo de colisión

Figura 22. Física básica de la etapa "Inserción del rodamiento".

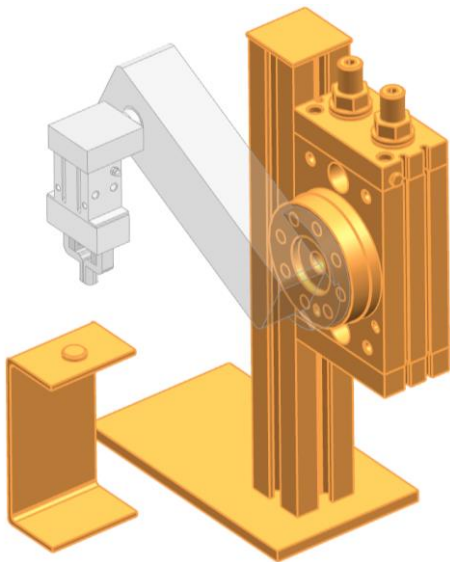


Figura 23. Cuerpo rígido *5_Piezas_Fijas_rod*.

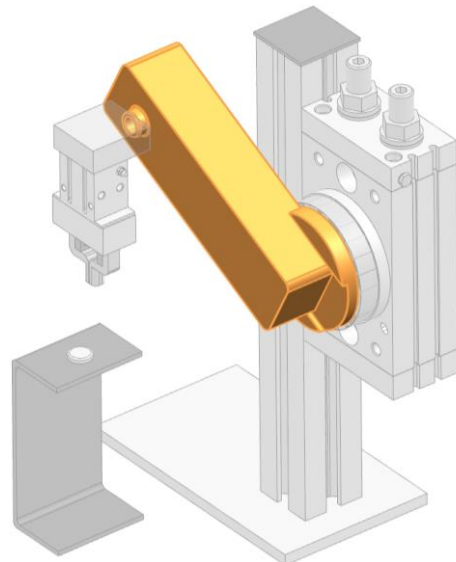


Figura 24. Cuerpo rígido *5_Brazo_rod*.

El siguiente cuerpo rígido que forma parte de esta etapa es *5_Brazo_rod* (Figura 24), este cuerpo está formado por el plato giratorio del actuador de giro y su brazo, el cual sostiene el tercer cuerpo rígido (Figura 25), *5_Cuerpo_pinza*. Por último, se han definido otros dos cuerpos rígidos (Figura 26), *5_Pinza_dcha* y *5_Pinza_izq*, los cuales corresponden a los dedos de la pinza que va a sostener el rodamiento. Por esto, estos cuerpos rígidos también se han definido como cuerpos de colisión.

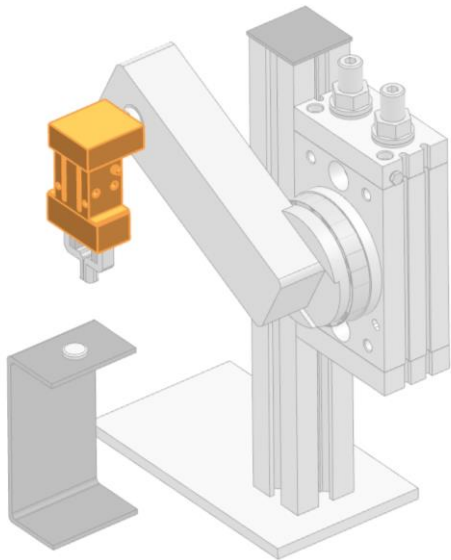


Figura 25. Cuerpo rígido 5_Cuerpo_pinza.

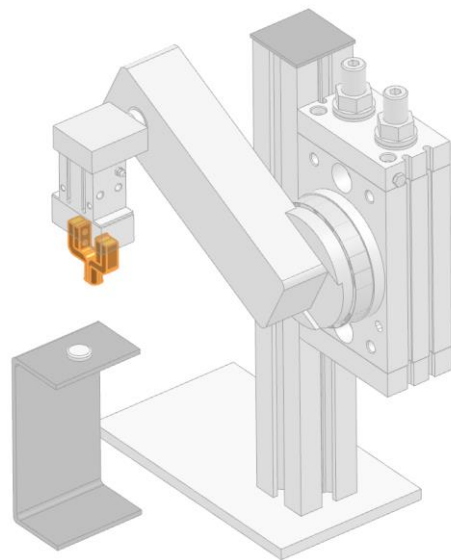


Figura 26. Cuerpos rígidos 5_Pinza_dcha y 5_Pinza_izq.

5.2.4.2. Juntas y restricciones

Esta parte de la máquina cuenta con una junta fija asignada al cuerpo rígido 5_Piezas_Fijas_rod, de esta forma se fija el cuerpo rígido al modelo en general.






<input checked="" type="checkbox"/>	 5_junta_brazo	Junta de charnela
<input checked="" type="checkbox"/>	 5_junta_Cuerpo_pinza	Junta de charnela
<input checked="" type="checkbox"/>	 5_Piezas_fijas_rod_junta_fija	Junta fija
<input checked="" type="checkbox"/>	 5_Pinza_dcha_SlidingJoint	Junta deslizante
<input checked="" type="checkbox"/>	 5_Pinza_izq_SlidingJoint	Junta deslizante

Figura 27. Juntas y restricciones de la etapa "Inserción del rodamiento".

También cuenta con dos juntas de charnela, en la primera, la base es el cuerpo rígido 5_Piezas_Fijas_rod, mientras que la asociación es el cuerpo rígido del brazo de la estructura, 5_Brazo_rod. Para que esta junta se comporte como es deseado, es necesario especificar el vector de eje y el punto de anclaje. En este caso el vector del eje es el perpendicular al plato del actuador de giro y el punto de anclaje, su centro, como se puede ver en la Figura 28.

La segunda junta de charnela también tiene como base el cuerpo rígido 5_Piezas_Fijas_rod, pero su asociación es el cuerpo de la pinza, es decir, 5_Cuerpo_pinza. En este caso, la dirección del vector del eje es la misma que en el anterior, y el punto de anclaje es el centro del rodamiento que une el brazo con el cuerpo de la pinza.

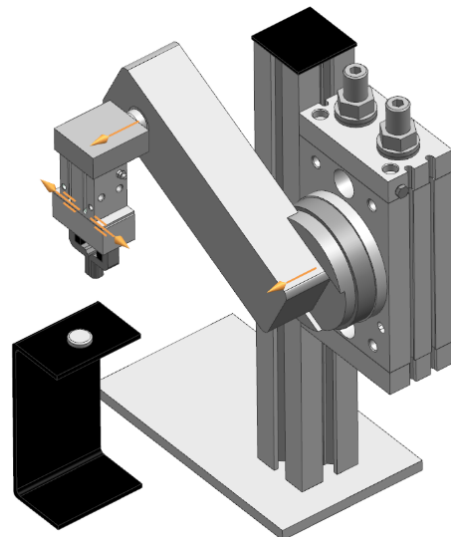


Figura 28. Juntas de la etapa "Inserción del rodamiento".

Por último, esta etapa también cuenta con dos juntas deslizantes asociadas a los dedos de la pinza, por tanto, la base de ambas es el cuerpo de la pinza, *5_Cuerpo_pinza*, y la asociación son los dedos de esta, *5_Pinza_dcha* y *5_Pinza_izq*. Las direcciones de los ejes de estas juntas son opuestas, como se puede observar en la Figura 28.

5.2.4.3. Sensores y actuadores

Los actuadores presentes en esta parte son cuatro controles de posición (Figura 29), cada uno de ellos está asignado a las diferentes juntas definidas en el apartado anterior.

	5_Control_brazo_rod	Control de posición
	5_Control_pinza_drc	Control de posición
	5_Control_pinza_izq	Control de posición
	5_Control_posicion_pinza	Control de posición

Figura 29. Actuadores de la etapa "Inserción del rodamiento".

Los controles correspondientes a las dos juntas de charnela, *5_Control_brazo_rod* y *5_Control_posicion_pinza*, se han configurado igual, de tal forma que ambas seguirán la trayectoria más corta a una velocidad de 80 %/s. No se han limitado ni la aceleración ni el par de torsión. Por otra parte, a los actuadores *5_Control_pinza_drc* y *5_Control_pinza_izq* se les ha asignado una velocidad de 60 mm/s.

En cuanto a los sensores que se han definido (Figura 30), podemos encontrar un sensor de distancia que servirá para detectar la presencia de rodamiento en el soporte y tres sensores de posición asignados al control de posición del brazo, *5_Control_brazo_rod*.

	sensor_rodamiento	Sensor de distancia
	e0_limit	Interruptor limitador
	e1_limit	Sensor de posición
	e2_limit	Interruptor limitador

Figura 30. Sensores de la etapa de la etapa "Inserción del rodamiento".

Los interruptores limitadores *e0_limit* y *e2_limit* se activarán cuando el brazo esté en su posición inferior y superior, es decir, -154° y 22° , respectivamente (Figura 31 y Figura 32).

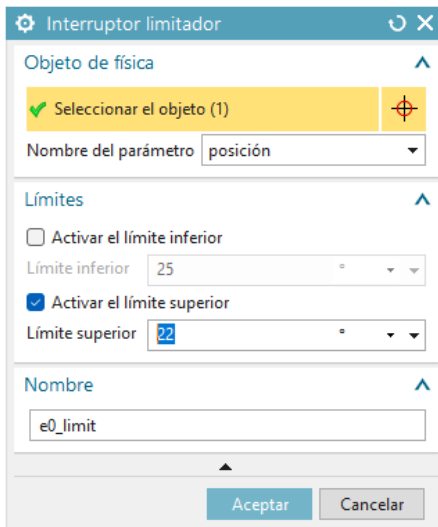


Figura 31. Interruptor limitador e0_limit.

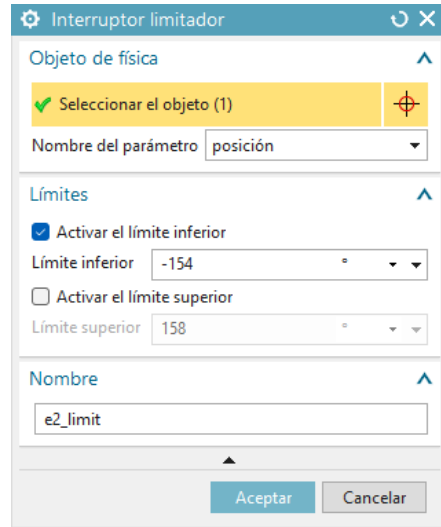


Figura 32. Interruptor limitador e2_limit.

Además, se ha añadido un sensor de posición, *e1_limit*, que detectará la posición del brazo en todo momento y servirá para saber cuándo el brazo se encuentra en su posición de inicio, es decir, 0 grados.

5.2.5. Inserción del eje

Esta etapa es la encargada de colocar el eje en el interior del rodamiento que ya se ha colocado en la etapa anterior en la base de la pieza. Cuenta con un manipulador rotolíneal y una pinza para trasladar el eje.



Figura 33. Etapa "Inserción del eje" (real).

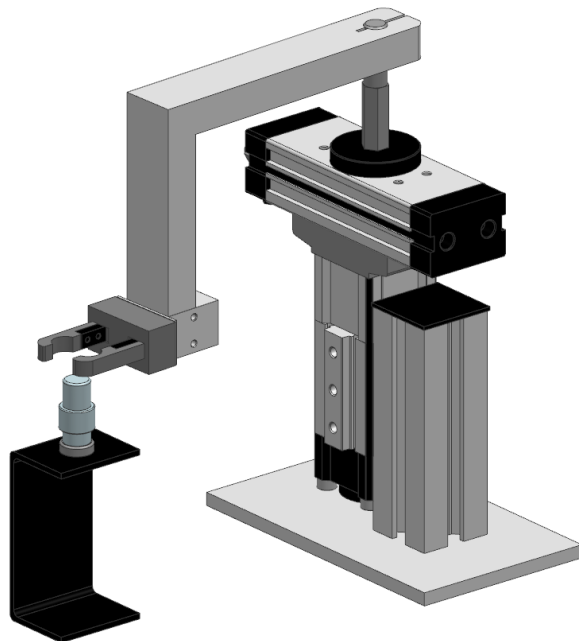


Figura 34. Etapa "Inserción del eje" (modelo).

5.2.5.1. Física básica

Son 5 cuerpos rígidos los que componen esta estructura (Figura 35). En primer lugar, y como en todas las etapas, se ha definido como un único cuerpo rígido todas las piezas fijas de la estructura, *6_Piezas_fijas_eje* (Figura 36), dentro de esta se han definido a su vez dos cuerpos de colisión. Al cuerpo rígido correspondiente al émbolo del pistón, *6_Piston_eje* (Figura 37), también se le ha asignado la propiedad de cuerpo de colisión.

<input checked="" type="checkbox"/>		6_Brazo_eje	Cuerpo rígido
<input checked="" type="checkbox"/>		6_Piezas_fijas_eje	Cuerpo rígido
<input checked="" type="checkbox"/>		6_Cuerpo_piston	Cuerpo de colisión
<input checked="" type="checkbox"/>		6_Superficie_soporte	Cuerpo de colisión
<input checked="" type="checkbox"/>		6_Pinza_der	Cuerpo rígido
<input checked="" type="checkbox"/>		6_pinza_der_CC	Cuerpo de colisión
<input checked="" type="checkbox"/>		6_Pinza_izq	Cuerpo rígido
<input checked="" type="checkbox"/>		6_pinza_izq_CC	Cuerpo de colisión
<input checked="" type="checkbox"/>		6_Piston_eje	Cuerpo rígido
<input checked="" type="checkbox"/>		6_Piston_eje	Cuerpo de colisión

Figura 35. Física básica de la etapa "Inserción del eje".

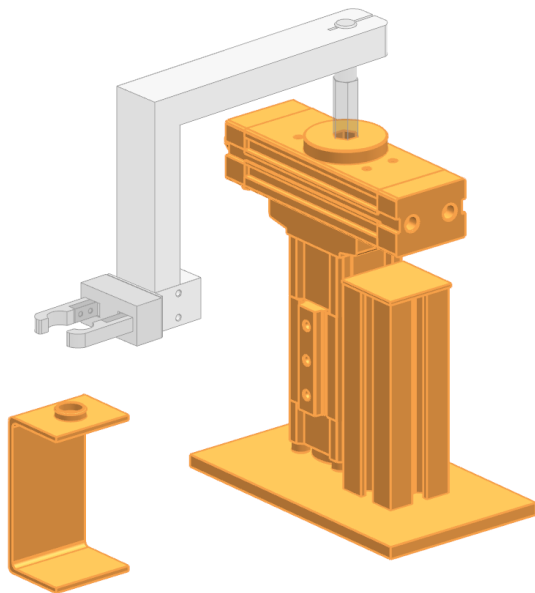


Figura 36. Cuerpo rígido *6_Piezas_fijas_eje*.

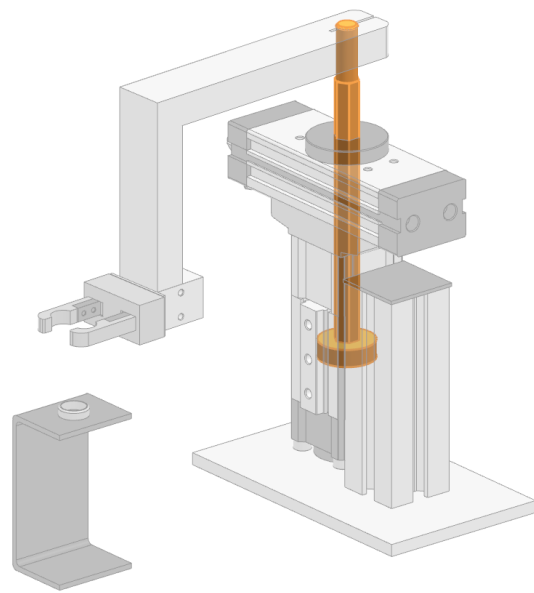


Figura 37. Cuerpo rígido *6_Piston_eje*.

El cuerpo rígido definido como *6_Brazo_eje* (Figura 38) corresponde al brazo que une el émbolo con la pinza junto al cuerpo de la pinza. Por último, se encuentran los cuerpos rígidos de los dedos de la pinza, *6_Pinza_izq* y *6_Pinza_der* (Figura 39), los cuales también se han definido como cuerpos de colisión.

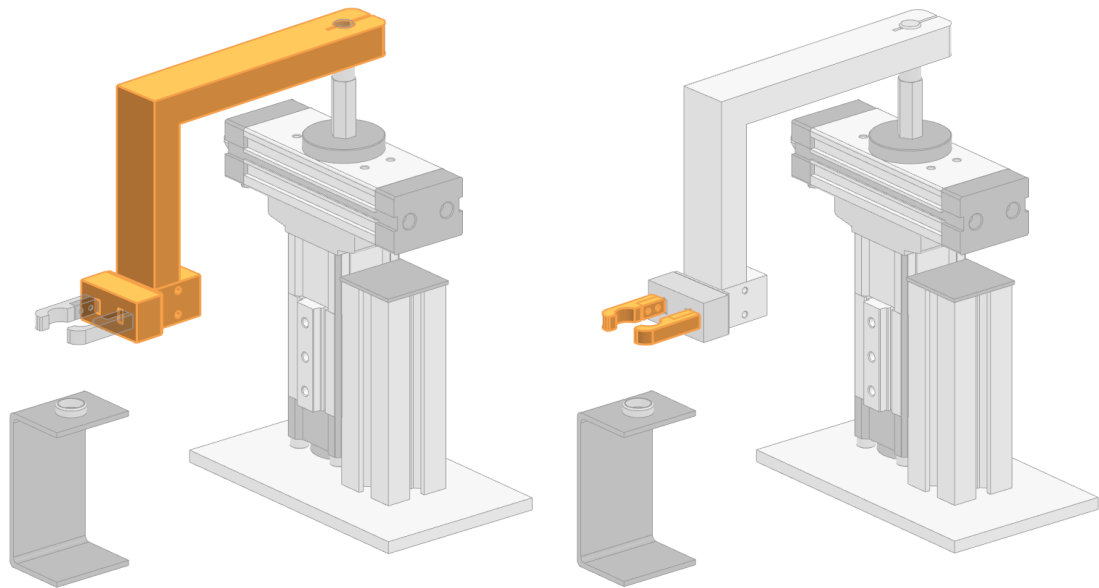


Figura 38. Cuerpo rígido 6_Brazo_eje. Figura 39. Cuerpos rígidos 6_Pinza_izq y 6_Pinza_der.

5.2.5.2. Juntas y restricciones

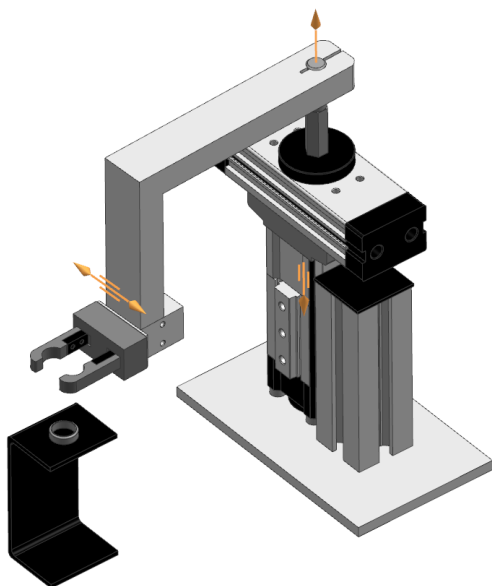


Figura 40. Juntas de la etapa "Inserción del eje".

En cuanto a las juntas presentes en esta etapa (Figura 41), se encuentra una junta fija asociada al cuerpo rígido *6_Piezas_fijas_eje*. La junta deslizante *6_Junta_deslizante_brazo*, es la que permite únicamente el movimiento vertical del émbolo del pistón. Por otro lado, la junta de charnela *6_Junta_charnela_brazo*, es la que permite que el brazo gire en torno al eje del émbolo. Por último, las juntas deslizantes *6_Pinza_der_eje* y *6_Pinza_izq_eje* restringen el movimiento de los dedos de la pinza a lo largo del cuerpo de esta.



<input checked="" type="checkbox"/>		6_Junta_charnela_brazo	Junta de charnela
<input checked="" type="checkbox"/>		6_Junta_deslizante_brazo	Junta deslizante
<input checked="" type="checkbox"/>		6_Piezas_fijas_FixedJoint	Junta fija
<input checked="" type="checkbox"/>		6_Pinza_der_eje_	Junta deslizante
<input checked="" type="checkbox"/>		6_Pinza_izq_eje	Junta deslizante

Figura 41. Juntas y restricciones de la etapa "Inserción del eje".

5.2.5.3. Sensores y actuadores

Los actuadores que podemos encontrar en esta estructura son cuatro controles de posición asignados a la junta de charnela y a las tres juntas deslizantes descritas en el apartado

anterior (Figura 42). Estos actuadores se han configurado de la misma forma que en la estructura *Inserción de rodamiento*.

 6_Control_altura_brazo_eje	Control de posición
 6_Control_brazo_eje	Control de posición
 6_Control_pinza_der	Control de posición
 6_Control_pinza_izq	Control de posición

Figura 42. Actuadores de la etapa "Inserción del eje".

Respecto a los sensores (Figura 43), se ha definido en primer lugar un sensor de distancia que detecta la presencia de eje. Por otro lado, se han asignado dos interruptores limitadores, *g0_limit* y *g1_limit*, al control de posición *6_Control_altura_brazo_eje*, los cuales se activarán cuando el pistón esté en su límite inferior o superior. El sensor de posición *h0_limit* se encarga de leer la posición en grados del brazo de esta estructura. Por último, el sensor de posición *i_sensor* detecta la posición de los dedos de la pinza.

 sensor_eje	Sensor de distancia
 g0_limit	Interruptor limitador
 g1_limit	Interruptor limitador
 h_sensor	Sensor de posición
 i_sensor	Sensor de posición

Figura 43. Sensores de la etapa "Inserción del eje".

5.2.6. Colocación de la tapa

Esta estructura es la encargada de completar el ensamblaje de la pieza y está formada por dos pistones, uno horizontal y otro vertical. Junto al pistón horizontal se encuentra una placa con tres ventosas que son las encargadas de trasladar la tapa mediante succión.



Figura 44. Etapa "Colocación de tapa" (real).

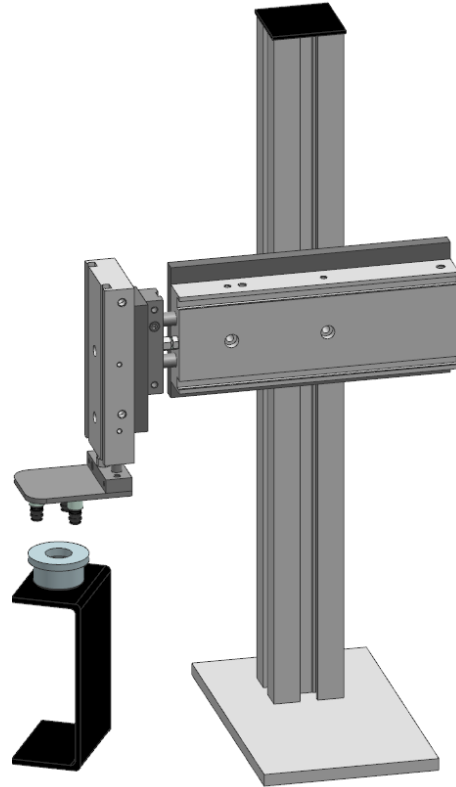


Figura 45. Etapa "Colocación de tapa" (modelo).

5.2.6.1. Física básica

En esta etapa se han definido tres cuerpos rígidos con dos cuerpos de colisión cada uno (Figura 46).

<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	7_Piezas_fijas_tapa	Cuerpo rígido
	<input checked="" type="checkbox"/>	7_Cuerpo_horizontal	Cuerpo de colisión
	<input checked="" type="checkbox"/>	7_Superficie_Soporte	Cuerpo de colisión
<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	7_Piston_horizontal	Cuerpo rígido
	<input checked="" type="checkbox"/>	7_Cuerpo_vertical	Cuerpo de colisión
	<input checked="" type="checkbox"/>	7_Embolo_horizontal	Cuerpo de colisión
<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	7_Piston_Vertical	Cuerpo rígido
	<input checked="" type="checkbox"/>	7_Embolo_vertical	Cuerpo de colisión
	<input checked="" type="checkbox"/>	7_Ventosas	Cuerpo de colisión

Figura 46. Cuerpos rígidos de la etapa "Colocación de tapa".

En primer lugar, al cuerpo rígido definido como *1_Piezas_fijas_tapa*, se le han asignado todas las piezas fijas de esta estructura (Figura 47). Por otro lado, el cuerpo rígido *7_Piston_horizontal* está formado por el émbolo del pistón horizontal y el cuerpo del pistón vertical (Figura 48), los cuales también se han definido como cuerpos de colisión. De igual modo, el cuerpo rígido *7_Pistón_vertical* está formado por el émbolo del pistón vertical, junto a la placa y las ventosas (Figura 49).

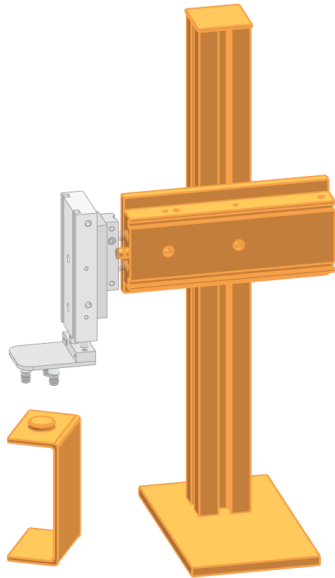


Figura 47. Cuerpo rígido 7_Piezas_fijas_tapa.

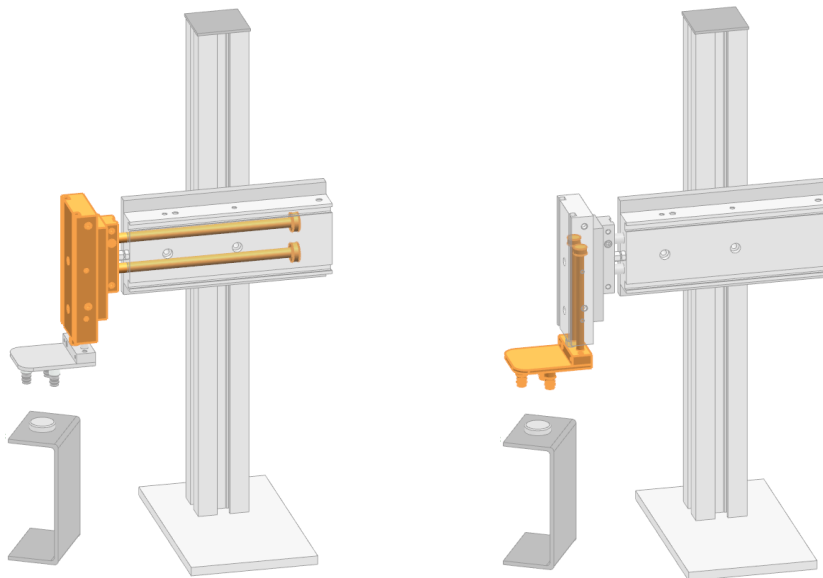


Figura 48. Cuerpo rígido 7_Piston_horizontal. Figura 49. Cuerpo rígido 7_Piston_vertical.

5.2.6.2. Juntas y restricciones

En esta estructura se han creado dos juntas deslizantes correspondientes a cada pistón, horizontal y vertical (Figura 50). También se puede encontrar una junta fija asignada a las piezas de la estructura que no se mueven y, una última junta fija, *7_Ventosas_FixedJoint* cuya base son las ventosas y su asociación es la tapa que se debe colocar en la pieza. Esta junta se activará únicamente cuándo se active la señal correspondiente al vacío de las ventosas.





<input checked="" type="checkbox"/>		7_Junta_deslizante_horizontal	Junta deslizante
<input checked="" type="checkbox"/>		7_Junta_deslizante_vertical	Junta deslizante
<input checked="" type="checkbox"/>		7_Piezas_fijas_tapa_FixedJoint	Junta fija
<input checked="" type="checkbox"/>		7_Ventosas_FixedJoint	Junta fija

Figura 50. Juntas y restricciones de la etapa "Colocación de tapa".

5.2.6.3. Sensores y actuadores

Con respecto a los actuadores definidos en esta etapa, se han creado dos controles de posición asignados a las juntas deslizantes para controlar la entrada y salida de cada uno de los pistones (Figura 51). Estos controles de posición no tienen definidas ni aceleración ni fuerza máximas.



 7_Control_piston_horizontal	Control de posición
 7_Control_piston_vertical	Control de posición

Figura 51. Actuadores de la etapa "Colocación de tapa".

Finalmente, se han definido tres interruptores limitadores. $k0_limit$ y $k1_limit$ se activarán cuando el émbolo del pistón vertical se encuentre en su límite inferior o superior, respectivamente. Del mismo modo, $j1_limit$ se activará cuando el pistón horizontal se encuentre en su límite superior. Por último, se ha creado un sensor de posición asignado al pistón horizontal para conocer su posición.

 j_sensor	Sensor de posición
 j1_limit	Interruptor limitador
 k0_limit	Interruptor limitador
 k1_limit	Interruptor limitador

Figura 52. Sensores de la etapa "Colocación de tapa".

5.2.7. Adaptador de señales

Una vez creados toda la física y juntas del modelo, así como sus sensores y actuadores, es hora de crear las señales que van a controlar el proceso. La máquina cuenta con un único adaptador de señales para controlar todos los parámetros. En la Figura 53 se encuentran todos los parámetros que se van a controlar. Los catorce primeros corresponden a la posición de todos los controles de posición de la máquina, los tres siguientes parámetros, al valor booleano de los sensores de distancia que se han creado para detectar presencia de piezas y los cuatro últimos corresponden al valor de los sensores de posición de determinados pistones.

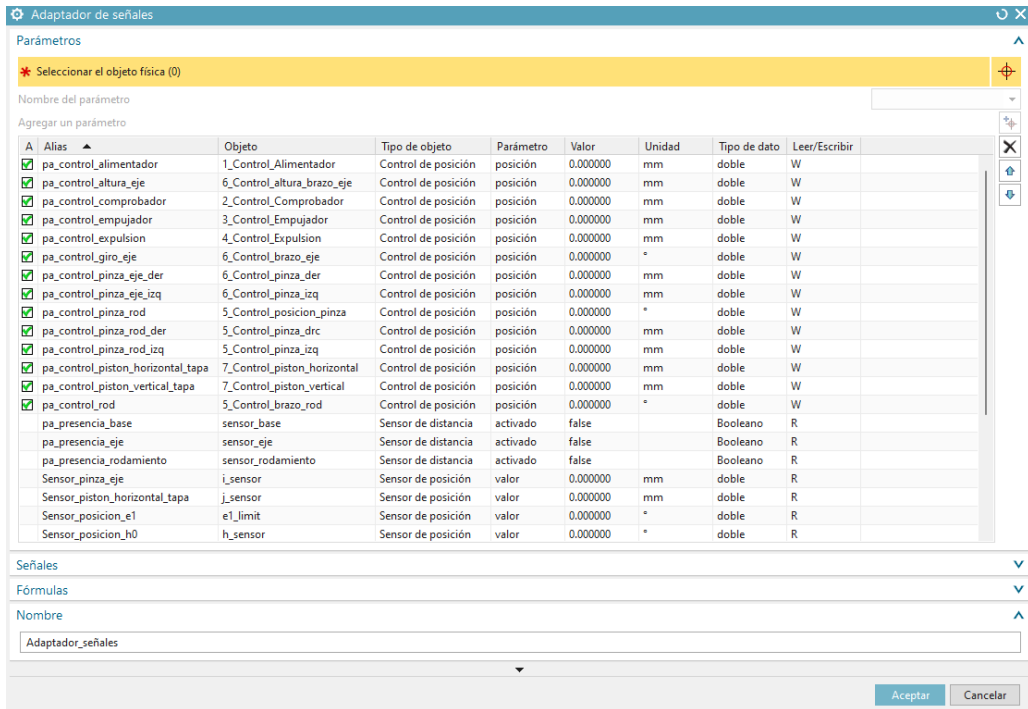


Figura 53. Parámetros del adaptador de señales.

A continuación, se han creado todas las señales necesarias para el control de la máquina, las de entrada son las encargadas de mover los actuadores y las de salida son los sensores con los que cuenta la máquina. Como se puede ver en la Figura 54, no todas las señales están incluidas en el adaptador de señales

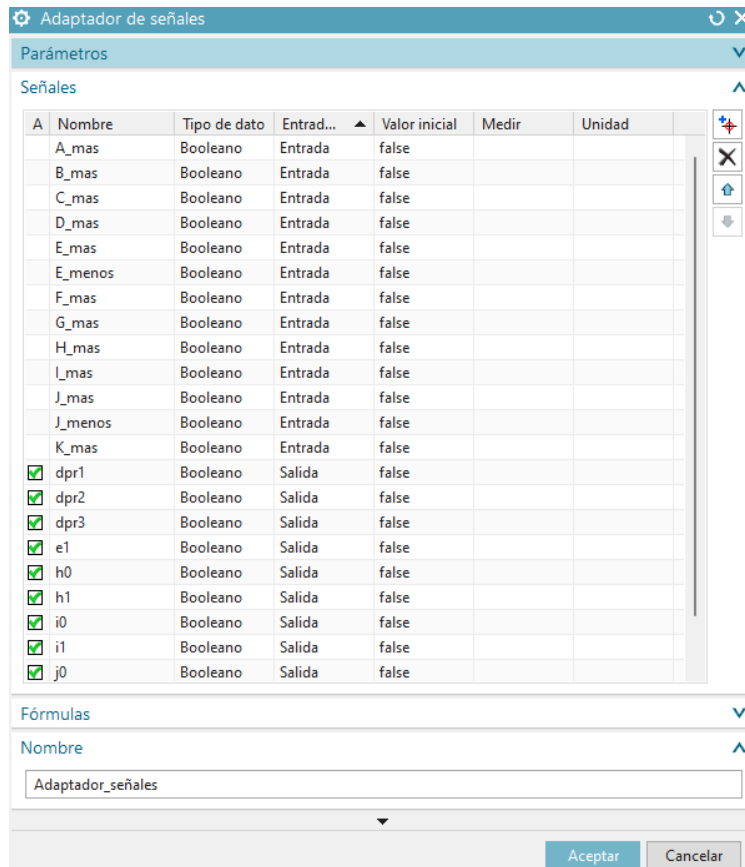


Figura 54. Señales del adaptador de señales.

En el apartado de fórmulas (Figura 55) se relacionan los parámetros de la máquina con los valores de las señales que se intercambian con el PLC. Por ejemplo, la señal *A_mas* debe hacer avanzar el pistón alimentador, por tanto, en el parámetro *pa_control_alimentador*, se añade la fórmula *If (A_mas=true) Then (75) Else (0)*. De este modo, cuando se active la señal *A_mas*, el pistón alimentador avanzará hasta la posición 75 y, cuando se desactive, retrocederá a la posición 0.

Por otra parte, las señales *dpr1*, *dpr2* y *dpr3* se han relacionado con los parámetros correspondiente a los sensores de presencia de base, rodamiento y tapa, respectivamente. Siendo las señales *dpr2* y *dpr3* de lógica negada. El resto de señales se relacionan con los parámetros de los sensores de posición de algunos actuadores. Estas señales se han incluido en el *adaptador de señales* porque es necesario que se activen dentro de un rango de valores.

Asignar a	Fórmula	Comentario
pa_control_rod	If (E_menos=TRUE) Then (23) Else If (E_mas = TRUE) Then (-155) Else (0)	
pa_control_piston_vertical_tapa	If (K_mas=true) Then (21.3) Else (0)	
pa_control_piston_horizontal_tapa	If (J_mas=true) Then (116.4) Else If (J_menos=true) Then (0) Else (Sensor_piston_horizontal_tapa)	
pa_control_pinza_rod_izq	If (F_mas = true) Then (2.2) Else (0)	
pa_control_pinza_rod_der	If (F_mas = true) Then (2.5) Else (0)	
pa_control_pinza_rod	If (E_menos=TRUE) Then (-23) Else If (E_mas = TRUE) Then (155) Else (0)	
pa_control_pinza_eje_izq	If (L_mas = true) Then (7) Else (0)	
pa_control_pinza_eje_der	If (L_mas = true) Then (7) Else (0)	
pa_control_giro_eje	If (H_mas=true) Then (120) Else (0)	
pa_control_expulsion	If (D_mas=TRUE) Then (40) Else (0)	
pa_control_empujador	If (B_mas=true) Then (166) Else (0)	
pa_control_comprobador	If (C_mas=true) Then (20) Else (0)	
pa_control_altura_eje	If (G_mas=true) Then (21) Else (0)	
pa_control_alimentador	If (A_mas=true) Then (75) Else (0)	
j0	If (Sensor_piston_horizontal_tapa > -0.1 & Sensor_piston_horizontal_tapa < 0.1) Then (true) Else (false)	
i1	If (Sensor_pinza_eje > 6.8 & Sensor_pinza_eje < 7.7) Then (true) Else (false)	
i0	If (Sensor_pinza_eje > -0.1 & Sensor_pinza_eje < 0.1) Then (true) Else (false)	
h1	If (Sensor_posicion_h0 < 121 & Sensor_posicion_h0 > 119) Then (true) Else (false)	
h0	If ((Sensor_posicion_h0 < 1 & Sensor_posicion_h0 > -1) (Sensor_posicion_h0 < 360 & Sensor_posicion_h0 > 350)) Then (true) Else (false)	
e1	If ((Sensor_posicion_e1 < 1 & Sensor_posicion_e1 > -1) (Sensor_posicion_e1 < 360 & Sensor_posicion_e1 > 358)) Then (true) Else (false)	
dpr3	If (pa_presencia_eje=true) Then (false) Else (true)	
dpr2	If (pa_presencia_rodamiento=true) Then (false) Else (true)	
dpr1	If (pa_presencia_base=true) Then (True) Else (False)	

Fórmula

If (pa_presencia_base=true) Then (True) Else (False)

Nombre

Adaptador_señales

Aceptar Cancelar

Figura 55. Fórmulas del adaptador de señales.

En la Figura 56 se encuentran el resto de señales que no están incluidas en el adaptador de señales. Las señales desde *a0* hasta *k1* corresponden a los finales de carrera de los actuadores y se han conectado con los interruptores limitadores creados anteriormente.

Señales	
<input checked="" type="checkbox"/>	a0 Señal
<input checked="" type="checkbox"/>	a1 Señal
<input checked="" type="checkbox"/>	Adaptador_señales Adaptador de señales
<input checked="" type="checkbox"/>	b1 Señal
<input checked="" type="checkbox"/>	c1 Señal
<input checked="" type="checkbox"/>	e0 Señal
<input checked="" type="checkbox"/>	e2 Señal
<input checked="" type="checkbox"/>	g0 Señal
<input checked="" type="checkbox"/>	g1 Señal
<input checked="" type="checkbox"/>	j1 Señal
<input checked="" type="checkbox"/>	k0 Señal
<input checked="" type="checkbox"/>	k1 Señal
<input checked="" type="checkbox"/>	V_mas Señal

Figura 56. Señales no incluidas en el adaptador de señales.

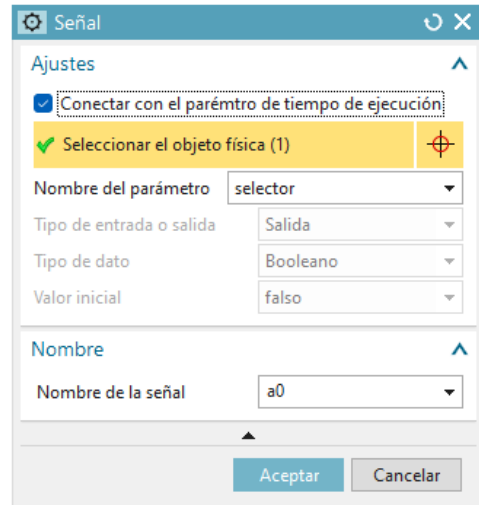


Figura 57. Ventana del comando señal.

Por último, cabe destacar que, ante la limitación de los tipos de actuadores disponibles en NX-MCD, las ventosas han sido modeladas mediante una junta fija, como ya se ha mencionado en el apartado 4.2.6.3. *Sensores y actuadores*. Para ello, la señal *V_mas* se ha conectado a esta junta fija y el funcionamiento es el siguiente: mientras la señal *V_mas* esté desactivada, el campo “asociación” de la junta fija contiene la información *null*, indicando que no hay ningún elemento asociado. Cuando se activa *V_mas*, la tapa se convierte en el elemento asociado, activando la junta fija y, por tanto, simulando el efecto de las ventosas.

5.2.8. Simulación del proceso en NX12

Por último, antes de realizar la automatización del proceso y para comprobar el correcto funcionamiento de las diferentes operaciones que realiza la máquina, se ha hecho uso del editor de secuencia que incluye el programa NX12 para simular el proceso.

El *Editor de secuencia* es un navegador similar a un diagrama de Gantt que muestra las operaciones del sistema y su secuencia. Para simular el proceso de la máquina se añaden nuevas operaciones cuya función es cambiar los valores booleanos de las señales de los actuadores y así controlar los actuadores según se desee. Cabe destacar que se han dividido las operaciones en los mismos subprocesos que se verán en el siguiente apartado, 4.3. *Automatización del proceso* (Figura 58).

Editor de secuencia

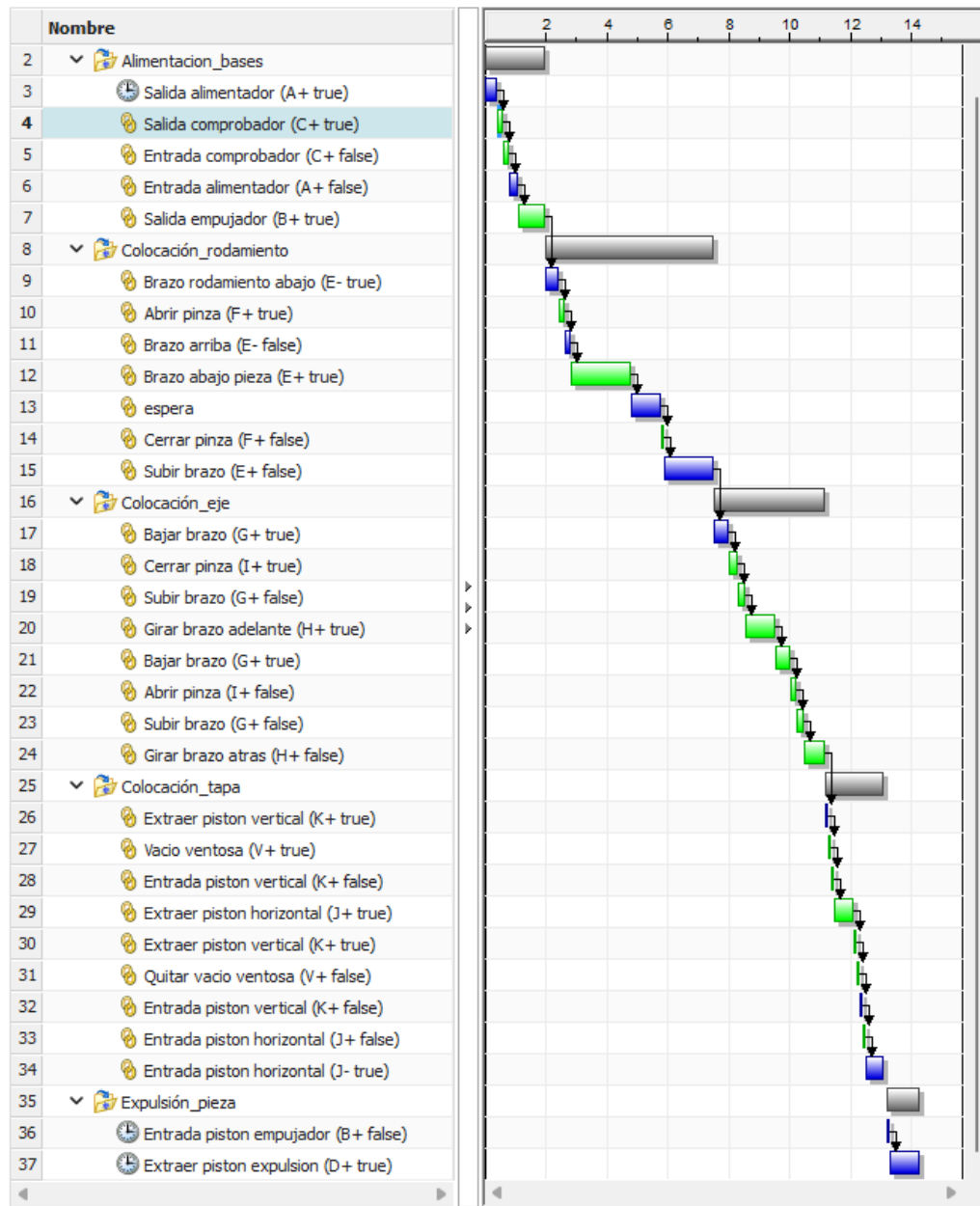


Figura 58. Operaciones añadidas al editor de secuencia.

Las operaciones se han vinculado de manera que una no comienza hasta que finaliza la anterior. Además, algunas de ellas están condicionadas, como podemos ver en la Figura 59. La operación *Entrada comprobador*, que cambia el valor de C+ a *false*, no se ejecuta hasta que el sensor c1 se activa.

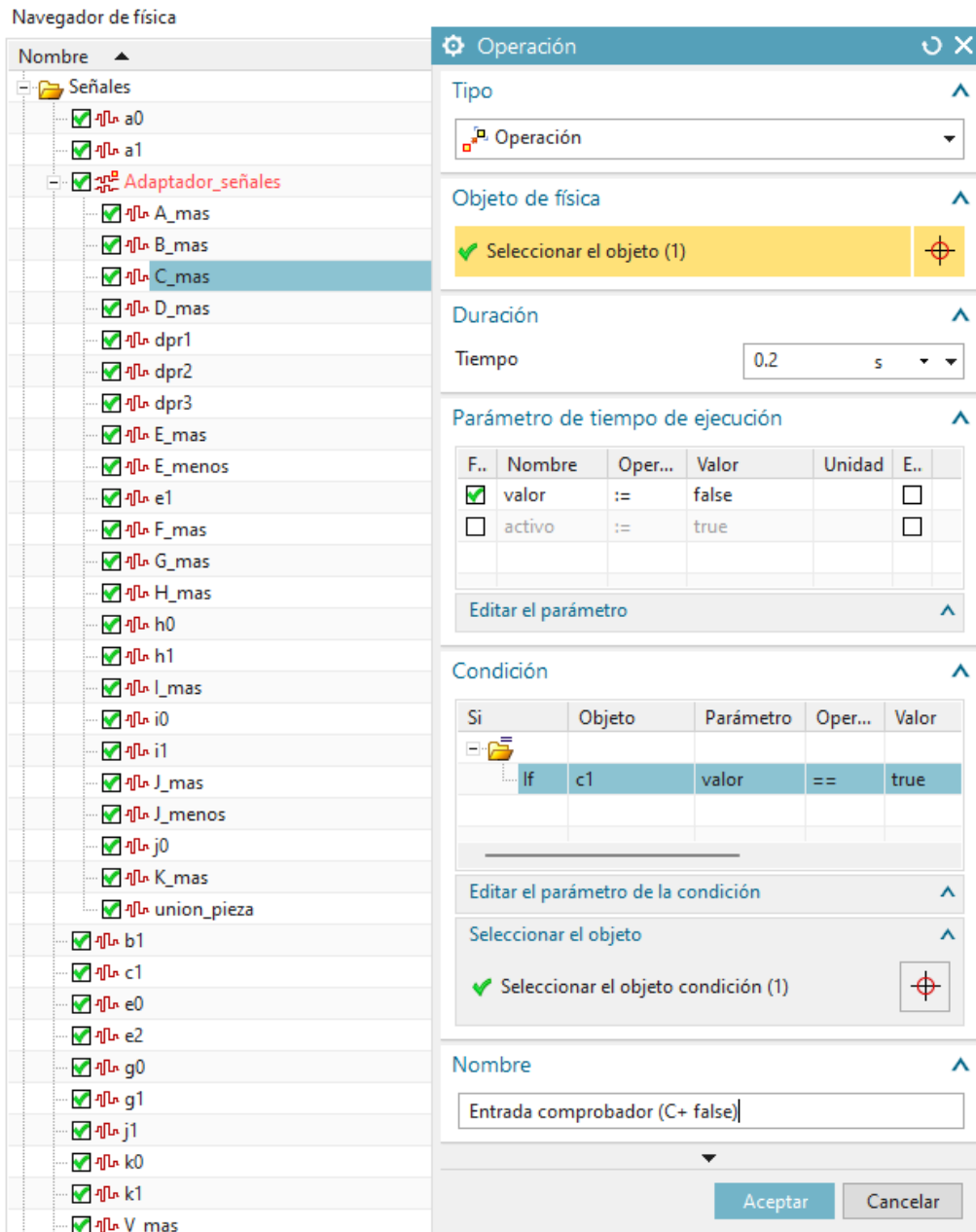


Figura 59. Ventana del comando operación.

5.3. AUTOMATIZACIÓN DEL PROCESO

Después de haber diseñado el modelo de la máquina junto a las señales de entrada y salida correspondientes a los sensores y actuadores que forman cada una de las etapas, el siguiente paso es realizar la automatización del proceso. Como ya se ha descrito en apartados anteriores, la máquina se ha dividido en varias etapas que funcionan de forma secuencial, es decir, una etapa no comienza hasta que no finaliza la anterior. Por esta razón, el control de la máquina se ha hecho de forma modular dividiendo el programa de control en diferentes subprocesos y se ha realizado un GRAFCET para cada uno de estos.

Para el diseño del control del proceso se ha tenido en cuenta la normativa IEC 61131-3. Uno de los lenguajes del estándar IEC 61131-3 es el diagrama de funciones secuenciales (SFC),

también conocido como GRAFCET, el cual consta de etapas y transiciones. Una etapa puede estar activa o inactiva, cuando la etapa se encuentra activa, las instrucciones asociadas son ejecutadas hasta que dicha etapa se vuelva inactiva.

5.3.1. Descripción de la automatización

Los seis subprocesos en los que se ha dividido el programa de control se condicionan entre ellos poniendo como primera transición del GRAFCET la última etapa del subproceso anterior, a excepción del primer subproceso que corresponde con el inicio y paro del proceso.

Además de los botones de marcha y paro, también podemos encontrar un selector de modo automático o modo manual. De esta forma el usuario puede elegir el modo de funcionamiento del proceso. En el modo automático, el proceso se realizará de forma continua sin que el usuario tenga que hacer nada. Sin embargo, si el usuario elige el modo manual, después de cada acción, se debe pulsar el botón de marcha para que la máquina realice la siguiente.

Para entender la programación del automatismo es necesario conocer todas las señales del sistema, así como la acción que ejecutan, ya sean de entrada o salida. En las siguientes tablas se encuentra el listado de entradas (Tabla 1) y salidas (Tabla 2) y una breve descripción de cada una, así como la dirección que se le ha asignado en el PLC.

Subproceso	Entrada	Descripción	Dirección
Inicio y paro	marcha	Pulsador marcha	%M5.0
	paro	Pulsador paro	%M5.1
	auto	Selector automático/manual	%M5.2
	led_on	Led verde HMI	%M5.3
	led_off	Led rojo HMI	%M5.4
Alimentación bases	a0	Sensor cilindro alimentador bases atrás	%I0.3
	a1	Sensor cilindro alimentador bases adelante	%I0.4
	b1	Sensor cilindro empujador adelante	%I0.5
	c1	Sensor cilindro verificador abajo	%I0.6
	dpr1	Sensor de presencia base de la pieza	%I2.5
Inserción rodamiento	e0	Sensor manipulador rodamiento a la izquierda	%I0.7
	e1	Sensor manipulador rodamiento en posición de inicio	%I1.0
	e2	Sensor manipulador rodamiento en zona de montaje	%I1.1
	dpr2	Sensor de presencia rodamiento (lógica negada)	%I2.6
Inserción eje	g0	Sensor manipulador inserción eje arriba	%I1.2
	g1	Sensor manipulador inserción eje abajo	%I1.3
	h0	Sensor manipulador inserción eje en posición de inicio	%I1.4
	h1	Sensor manipulador inserción eje en zona de montaje	%I1.5
	i0	Sensor pinza eje abierta	%I1.6

	i1	Sensor pinza eje cerrada	%I1.7
	dpr3	Sensor de presencia eje (lógica negada)	%I2.7
Colocación tapa	j0	Sensor cilindro horizontal tapa atrás	%I2.0
	j1	Sensor cilindro horizontal tapa adelante	%I2.1
	k0	Sensor cilindro vertical tapa arriba	%I2.2
	k1	Sensor cilindro vertical tapa abajo	%I2.3

Tabla 1. Señales de entrada

Subproceso	Salida	Descripción	Dirección
Alimentación bases	A+	Avance alimentador bases	%Q0.0
	B+	Avance cilindro empujador de bases	%Q0.1
	C+	Avance cilindro verificador de posición	%Q0.2
Expulsión	D+	Avance expulsor	%Q0.3
Inserción rodamiento	E+	Avance manipulador rodamiento a la izquierda	%Q0.4
	E-	Retroceso manipulador rodamiento a la derecha	%Q0.5
	F+	Abrir pinza rodamiento	%Q0.6
Inserción eje	G+	Bajar manipulador inserción eje	%Q0.7
	H+	Giro manipulador inserción eje	%Q1.0
	I+	Cierre pinza eje	%Q1.1
Colocación tapa	J+	Avance manipulador horizontal tapa	%Q1.2
	J-	Retroceso manipulador horizontal tapa	%Q1.3
	K+	Bajada manipulador vertical tapa	%Q1.4
	V+	Vacío ventosa	%Q1.5
	FM	Falta material	%Q1.6

Tabla 2. Señales de salida.

5.3.1.1. Inicio y paro del proceso

En el diagrama GRAFCET de la Figura 60, se observa que el funcionamiento de la máquina comienza cuando se pulsa el botón de marcha. La etapa E1 está activa hasta que se completa toda la secuencia de montaje o hasta que se pulsa el botón de paro.

En este último caso, hasta que todos los actuadores no vuelvan a su posición inicial, no se podría volver a iniciar el proceso desde el principio.

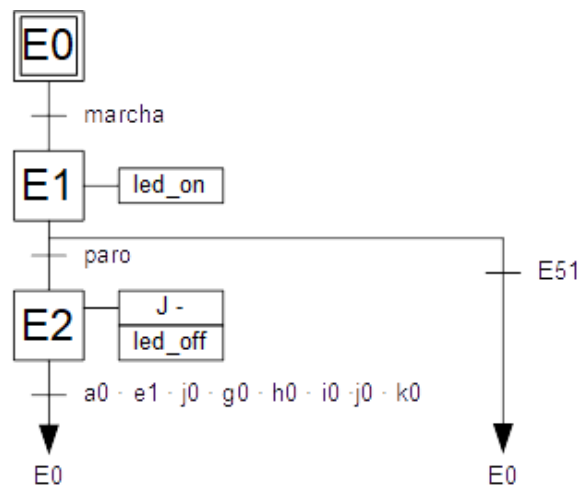
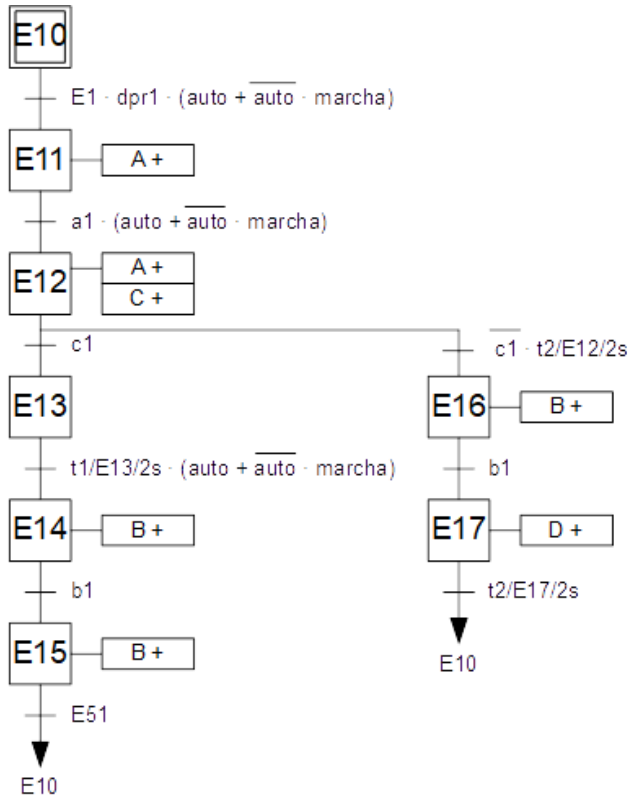


Figura 60. GRAFCET de inicio y paro del proceso.

5.3.1.2. Alimentación de bases

Cuando el proceso se inicie, es decir, la etapa E1 se encuentre activa, y haya piezas en el acumulador (dpr1), avanza el pistón alimentador hasta que se activa su final de carrera (a1). A continuación, se comprueba que la base está colocada correctamente extrayendo el cilindro C (C+) hasta activar el sensor c1. Por último, se activa el pistón B (B+) y se mantiene extraído hasta el final del proceso para sujetar la pieza en la zona de montaje (Figura 61).



En caso de que el sensor c1 no se active y pasen 2 segundos, significará que la base no está en la posición correcta, por tanto, se expulsará la pieza activando el cilindro B (B+) para empujarla hasta la zona de montaje y, por último, se activa el pistón D (D+) que expulsa la pieza por la rampa. En la Figura 62 se puede ver la ubicación de todos los sensores y actuadores de esta etapa.

Figura 61. GRAFCET de alimentación de bases.

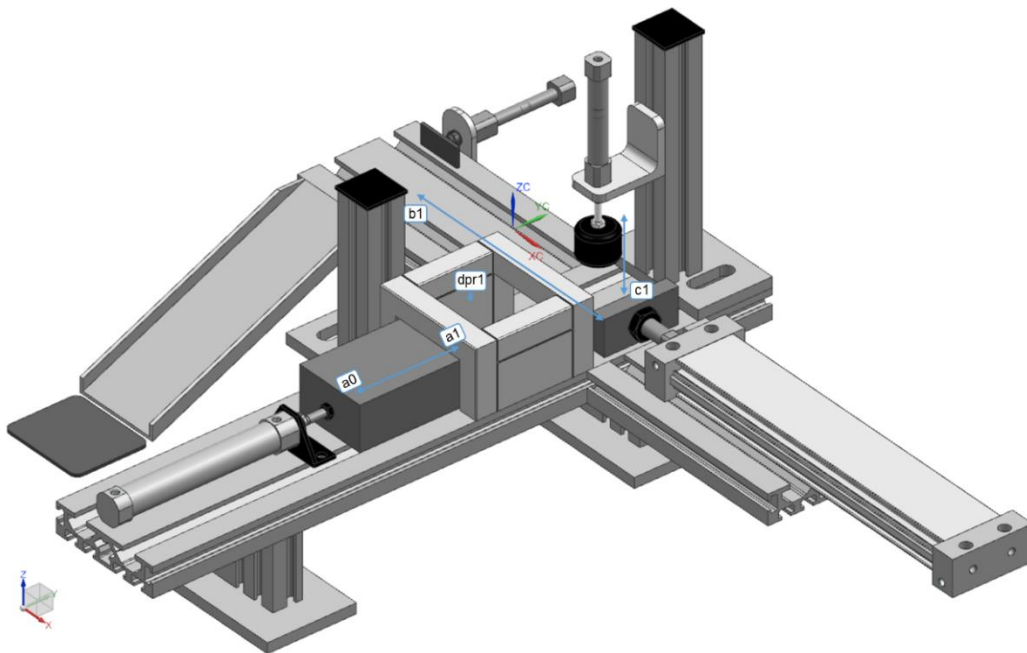


Figura 62. Ubicación de sensores de la etapa Alimentación de bases.

5.3.1.3. Inserción del rodamiento

El subproceso de inserción del rodamiento se inicia cuando la etapa E15 se encuentra activa y el sensor dpr2 detecta rodamiento en su posición (Figura 63). Si el brazo se encuentra en su posición de inicio (e1) se activa la señal E- haciendo que el brazo baje hasta la posición del rodamiento (e0). La señal E- se mantiene activada y se activa F+, la cual abre la pinza para agarrar el rodamiento.

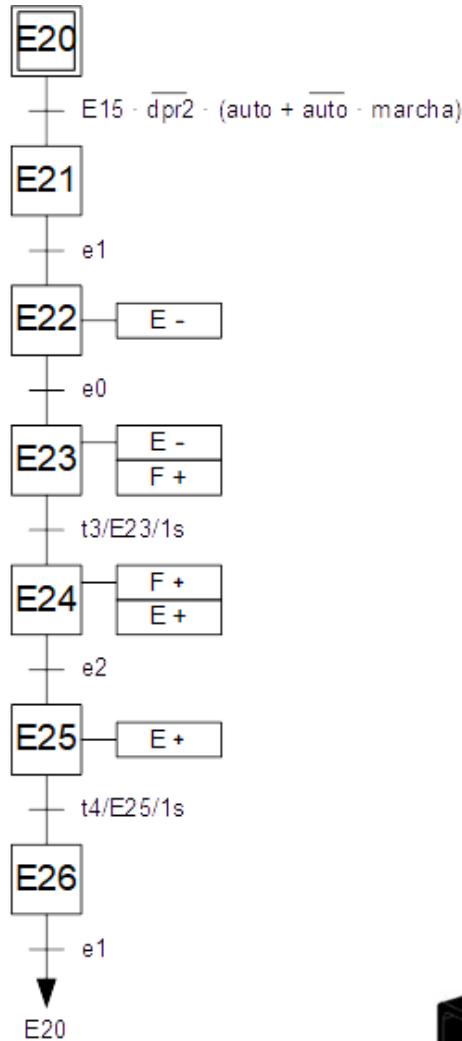


Figura 63. GRAFCET de la inserción del rodamiento.

El brazo se mantiene en esa posición un segundo antes de activar la señal E+ que hará que se traslade hasta la zona de montaje. Una vez se active el sensor e2, se desactiva la señal que abre la pinza para que el rodamiento caiga en el interior de la base.

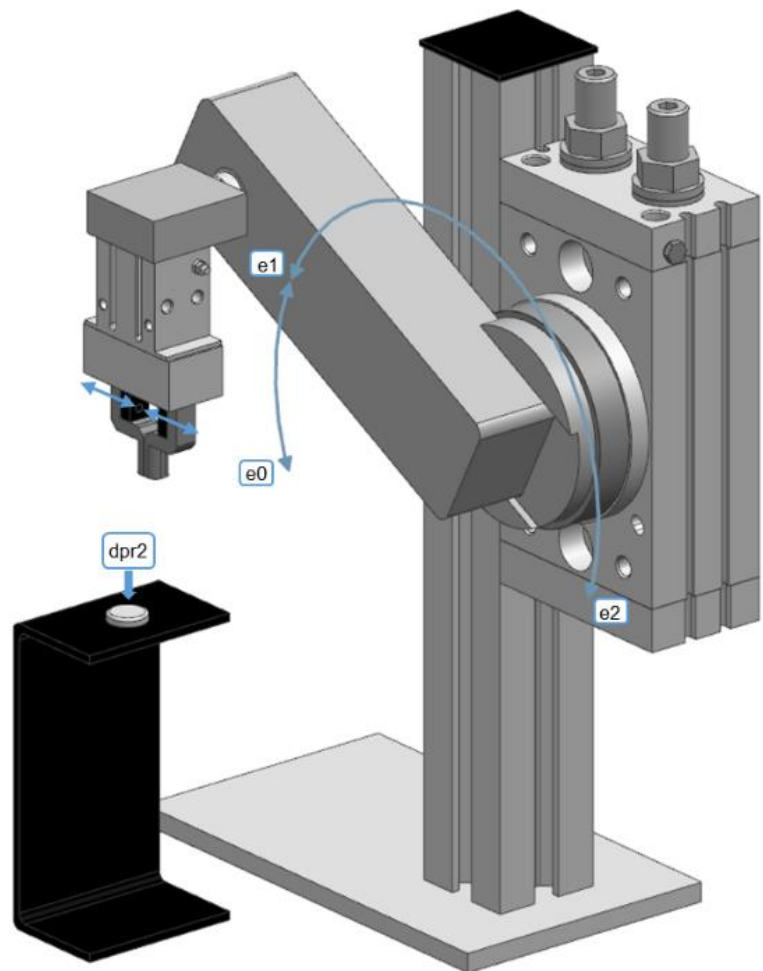


Figura 64. Ubicación de los sensores en la etapa Inserción del rodamiento.

5.3.1.4. Inserción del eje

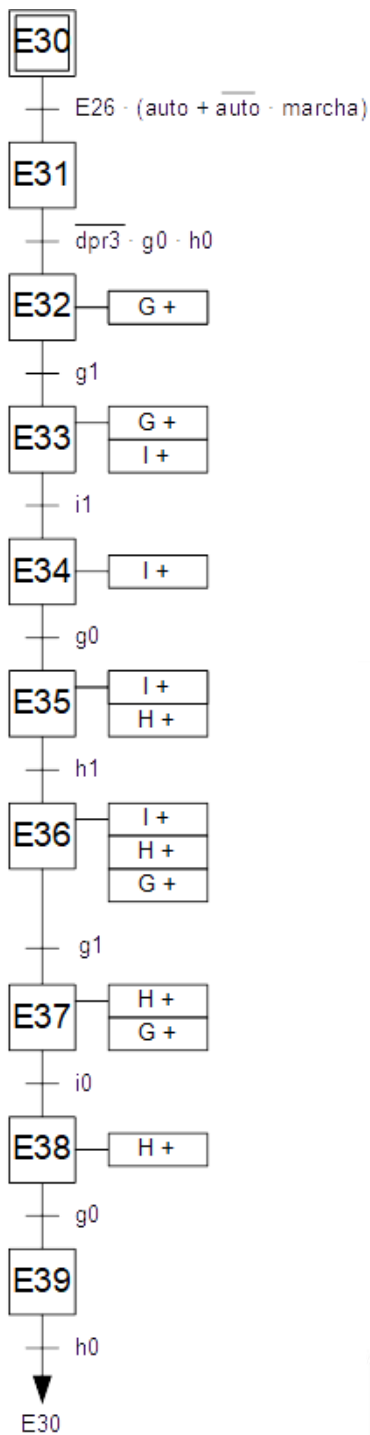


Figura 65. GRAFCET de la inserción del eje.

Este proceso se inicia cuando se activa la última etapa del subproceso anterior (E26). Si dpr3 detecta presencia de eje y el brazo de la estructura se encuentra en su posición inicial (g0 y h0), el brazo bajará (G+) hasta que se active g1. Manteniendo G+ activado, se cierra la pinza (I+) para agarrar el eje hasta activar i1.

A continuación, se desactiva G+ para que el brazo suba hasta la posición superior (g0) y, después, este debe girar (H+) hasta colocarse en la zona de montaje (h1). Una vez en esa posición, el brazo baja (G+) para colocar el eje en la pieza hasta que g1 se activa. Por último, se abre la pinza desactivando I+, hasta activar i0 y el manipulador sube (g0) y vuelve a su posición inicial (h0).

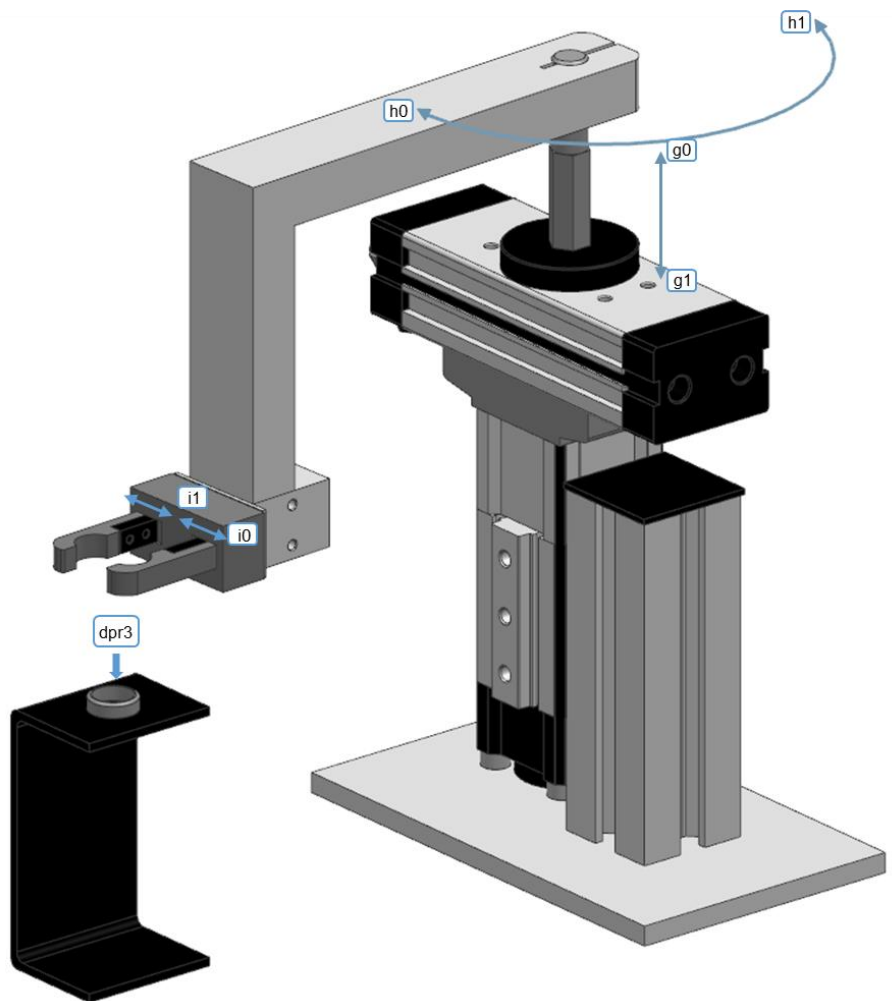


Figura 66. Ubicación de los sensores en la etapa Inserción del eje.

5.3.1.5. Colocación de la tapa

Para que comience el subproceso de colocación de la tapa, la etapa E39 debe estar activa. Si los dos cilindros que forman esta estructura están retraídos (k_0 y j_0) se activa el cilindro vertical ($K+$) hasta k_1 . Después se activa también $V+$ para que las ventosas hagan vacío durante 1 segundo y la tapa se adhiera.

A continuación, se desactiva $K+$ hasta k_0 y se extrae el cilindro horizontal ($J+$) hasta j_1 para llevar la tapa hasta la zona de montaje. Por último, se extrae el cilindro vertical ($K+$) hasta k_1 para colocar la tapa en la pieza y se desactiva el vacío de las ventosas ($V+$). La última etapa activa la señal $J-$ hasta j_0 para que el cilindro horizontal vuelva a su posición inicial.

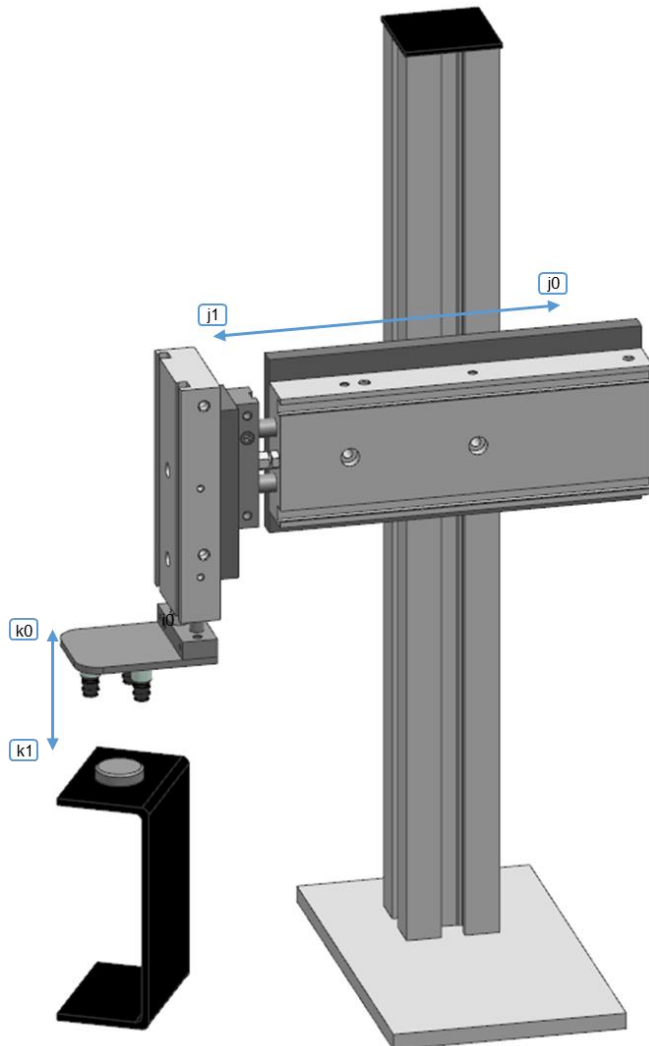


Figura 68. Ubicación de los sensores en la etapa Colocación de la tapa.

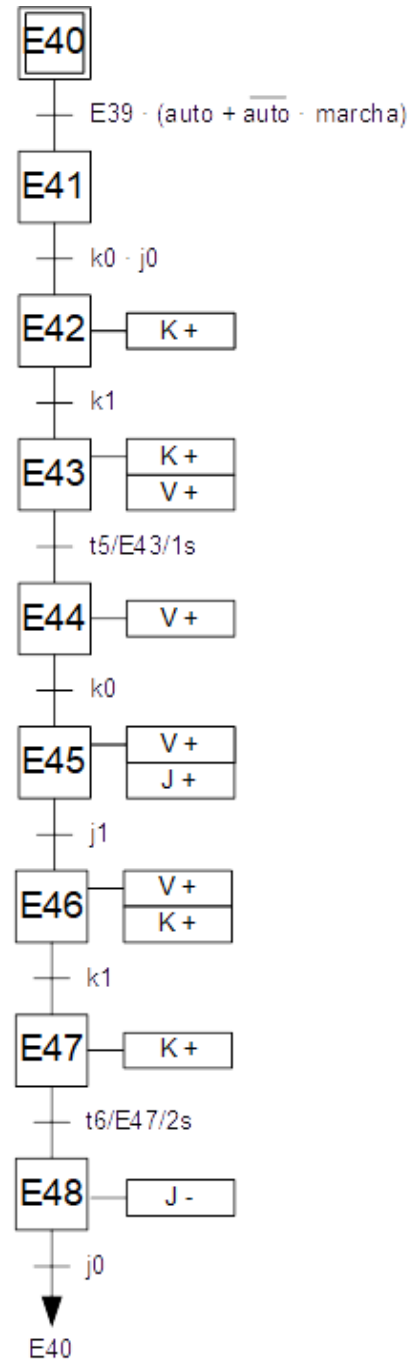


Figura 67. GRAFCET de la colocación de la tapa.

5.3.1.6. Expulsión de la pieza ensamblada

Este último proceso se activa cuando la última etapa del anterior (E48) se encuentra activa y se extrae el cilindro que expulsa la pieza durante tres segundos para que la pieza caiga por la rampa (Figura 70). Cuando se activa la etapa E51, el proceso de alimentación de piezas vuelve a su etapa inicial y, por tanto, también se retrae el pistón alimentador que mantenía la base en la zona de montaje. Con esto estaría finalizado el proceso de ensamblaje y se podría volver a montar otra pieza.

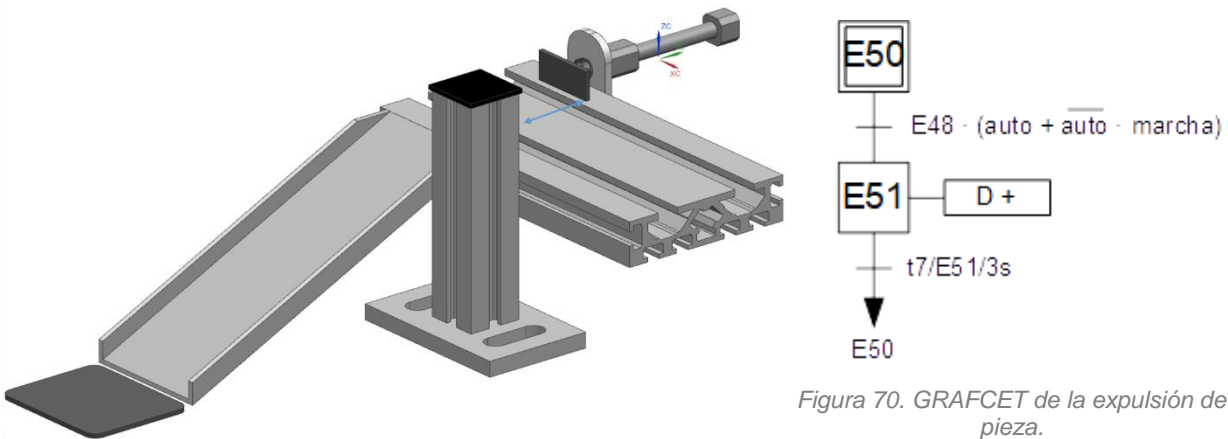


Figura 69. Ubicación de sensores en la etapa Expulsión de pieza.

Figura 70. GRAFCET de la expulsión de pieza.

5.4. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO DE TIA PORTAL

En este apartado se describe el proyecto completo realizado en TIA Portal para el control de la máquina. Dentro del proyecto se incluye el programa del PLC, donde se enumeran los distintos bloques de programa, su significado y su función dentro del proyecto. El programa también cuenta con un HMI para la máquina, por lo que se describirá la pantalla creada junto con las variables que tienen asociadas cada uno de los elementos incluidos en ella y cómo se modifican los valores de estas variables.

5.4.1. Configuración hardware

Aunque el proyecto se vaya a realizar únicamente de forma simulada, es necesario escoger los elementos *hardware* que lo compondrán. Este es el primer paso a realizar al iniciar el proyecto en TIA Portal.

En este caso se ha elegido el controlador SIMATIC S7-1500 CPU 1512C-1PN, el cual cuenta con un módulo central con memoria principal 250 KB para programa y 1 MB para datos, 32 entradas digitales, 32 salidas digitales, 5 entradas analógicas y 2 salidas analógicas. También posee un puerto de Ethernet a alta velocidad (1Gbps) y dos puertos que funcionan en modo switch de PROFINET a velocidad estándar (100Mbps). Antes de realizar el programa es necesario configurar el dispositivo asignando la dirección IP 192.168.0.1 y activando las marcas del sistema y de ciclo (relojes).

Por otra parte, se ha escogido el HMI TP700 Comfort. Es un mando táctil que cuenta con una pantalla panorámica TFT de 7,0", 800 x 480 píxeles y trabaja con 16 millones de colores. También incluye las interfaces de comunicación PROFIBUS y PROFINET. A este dispositivo se le ha asignado la dirección IP 192.168.0.3

El protocolo de comunicación utilizado para integrar ambos dispositivos es PROFINET (Figura 71). Este es un protocolo estándar para la comunicación en bus de campo a través de cuatro hilos. Para poder comunicar el PLC con la pantalla táctil, ambos equipos deben tener una dirección IP asignada.

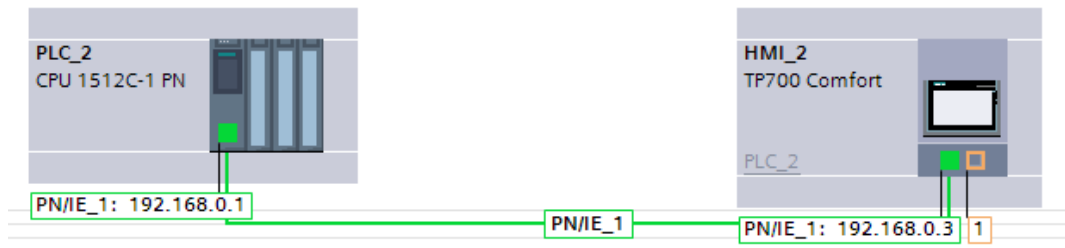


Figura 71. Esquema de conexiones entre PLC y HMI.

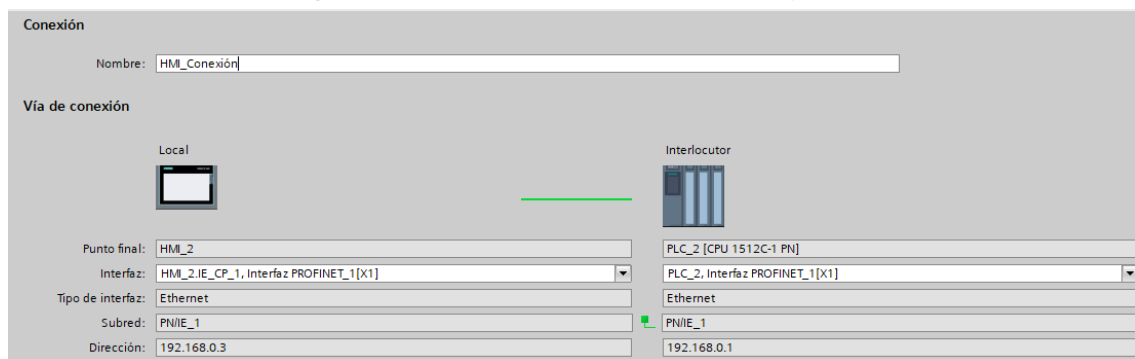


Figura 72. Configuración de la conexión entre PLC y HMI.

5.4.2. Proyecto de PLC

El proyecto del PLC se ha dividido en diferentes bloques del programa, cada uno de ellos incluye uno de los subprocesos en los que hemos estructurado la máquina, como ya se ha explicado en el apartado 4.3.1. Descripción de la automatización

5.4.2.1. Bloques de función (FBs)

Aquí se describen los bloques de función que controlan la máquina. Los bloques de función son bloques lógicos que depositan sus valores de forma permanente en bloques de datos de instancia. El programa incluye seis FBs programados con lenguaje GRAPH:

- Alimentación de bases (FB1): en este bloque se incluye el programa GRAFCET descrito en el apartado 4.3.1.2.
- Inserción rodamiento (FB2): en este bloque se incluye el programa GRAFCET descrito en el apartado 4.3.1.3.
- Inserción eje (FB3): en este bloque se incluye el programa GRAFCET descrito en el apartado 4.3.1.4.

- Colocación tapa (FB4): en este bloque se incluye el programa GRAFCET descrito en el apartado 4.3.1.5.
- Expulsión pieza (FB5): en este bloque se incluye el programa GRAFCET descrito en el apartado 4.3.1.6.
- Marcha y paro (FB6): en este bloque se incluye el programa GRAFCET descrito en el apartado 4.3.1.1.

5.4.2.2. Bloques de datos (DBs)

En este apartado se exponen los bloques de datos que incluye el programa. Todos los bloques de datos son DBs de instancia que se asocian a los FBs y se generan automáticamente al efectuarse la compilación:

- DB1: Es el bloque de datos asociado al FB de *Alimentación de bases*.
- DB2: Es el bloque de datos asociado al FB de *Inserción rodamiento*.
- DB3: Es el bloque de datos asociado al FB de *Inserción eje*.
- DB4: Es el bloque de datos asociado al FB de *Colocación tapa*.
- DB5: Es el bloque de datos asociado al FB de *Expulsión pieza*.
- DB6: Es el bloque de datos asociado al FB de *Marcha y paro*.

5.4.2.3. Bloques de organización (OBs)

Por último, el proyecto cuenta con un único bloque de organización *Main* (OB1) que se ejecuta de forma cíclica mientras el PLC esté en funcionamiento. Este bloque está programado en lenguaje KOP se encarga de llamar a todos los bloques de función. Como podemos ver en la Figura 73, en cada segmento del bloque se llama a un bloque de función.

Main	
▶ Título del bloque:	*Main Program Sweep (Cycle)*
▶ Segmento 1:	Inicio
▶ Segmento 2:	Alimentacion de piezas
▶ Segmento 3:	Colocar rodamiento
▶ Segmento 4:	Colocar eje
▶ Segmento 5:	Colocar tapa
▶ Segmento 6:	Expulsar pieza

Figura 73. Segmentos del bloque de organización *Main*.

Es importante destacar que a la hora de llamar a un bloque de función aparecen las variables de entrada y salida que contiene ese bloque. En el caso de los bloques que se han creado para este programa únicamente configuraremos la entrada *INIT_Q* haciendo que esta cambie a *true* cuando la etapa E2 del bloque *Marcha y paro* (FB6) esté activa (Figura 74). Cuando esta variable sea *true*, la cadena grafcet volverá a su etapa inicial. De este modo, al pulsar el botón de paro, se activa la etapa E2 del bloque *Marcha y paro* (FB6), en la que se rearma la máquina y todos los bloques de función que contienen los subprocesos de la máquina vuelven a su etapa inicial.

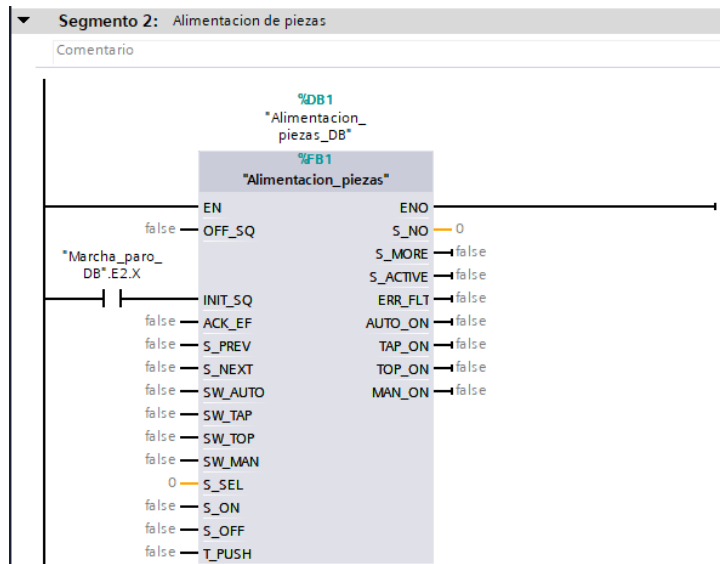


Figura 74. Segmento 2 del bloque Main.

5.4.3. Proyecto de HMI

El proyecto de HMI es muy sencillo ya que solo contiene una pantalla principal que imita a la botonera situada en la máquina original. Esta botonera incluye un pulsador de marcha, un pulsador de paro y un selector de dos posiciones para elegir modo automático o manual (Figura 75).



Figura 75. Botonera de la máquina real.

Como se observa en la Figura 76, a la pantalla HMI también se le han añadido tres leds que indican al usuario el estado en que se encuentra la máquina. En primer lugar, cuenta los botones *marcha* y *paro* que al pulsarlos activan las variables *marcha* y *paro*, respectivamente y se desactivan al soltarlos. El interruptor pone a *true* el valor de la variable *auto* cuando conmuta a ON y, a *false* cuando conmuta a OFF. Estas tres variables cuyo valor se modifica desde el HMI deben almacenarse en la memoria interna del PLC.

Por otro lado, el led verde se ha asociado a la variable *led_on*, la cual se activa mientras la máquina está realizando el proceso de ensamblaje. El led rojo está asociado a la variable *led_off*, la cual se está activa tras haber pulsado el botón de paro hasta que los actuadores vuelven a sus posiciones iniciales. Por último, el led amarillo indica que falta alguna de las partes que forman la pieza y se activa cuando uno de los sensores de presencia no detecta pieza.

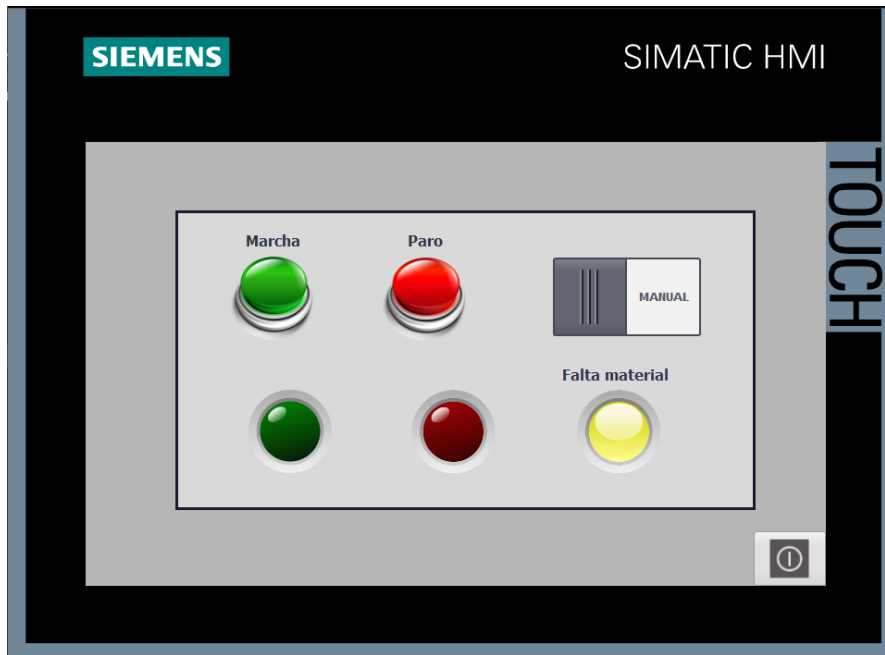


Figura 76. Interfaz humano-máquina.

5.5. COMUNICACIÓN ENTRE NX Y PLCSIM ADVANCED

En este apartado se incluyen los pasos que se han seguido para conectar el modelo en NX con el programa creado en TIA Portal. Este paso es imprescindible para que el modelo se pueda controlar a través del PLC virtual.

5.5.1. Creación de una instancia en PLCSIM Advanced

En primer lugar, se debe crear una instancia en PLCSIM. Para ello se le asigna un nombre simbólico y se pulsa el botón *Start*. Con esto quedaría creada la instancia y, como podemos ver en la Figura 77, se le ha asignado la dirección IP 192.168.0.1, la cual debe coincidir con la asignada al PLC del proyecto de TIA Portal.

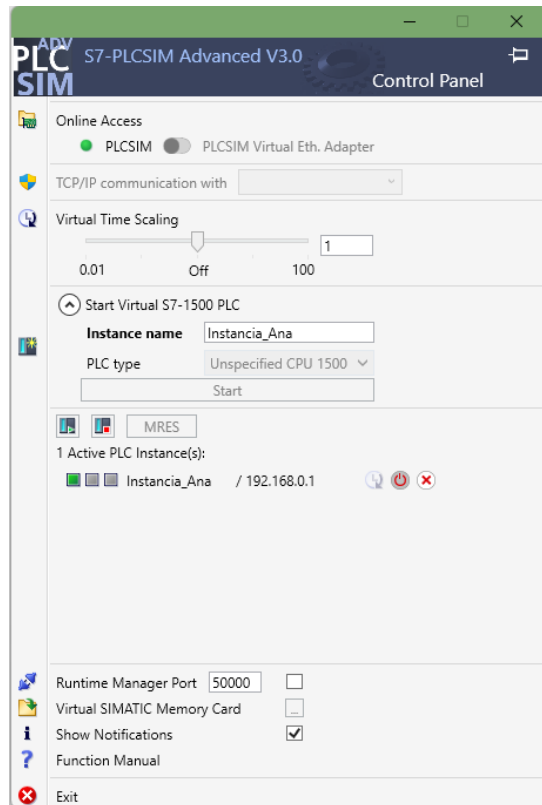


Figura 77. Ventana principal de PLCSIM Advanced.

5.5.2. Carga del proyecto en PLC virtual

Una vez creada la instancia, se carga el proyecto en el PLC virtual de la misma manera que si fuese un autómata real, pero es necesario habilitar la opción del proyecto que permite la simulación al compilar bloques. Si no se habilita esta opción, al transferirlo se genera un error. En caso de no haber ningún error, el proceso de carga de todos los bloques que forman el programa en el PLC está finalizado y ya podemos proceder a la conexión de las señales con el modelo en NX.

5.5.3. Conexión de señales entre NX y el PLC virtual

El último paso para poder controlar nuestra máquina modelada en NX con el programa ya cargado en el PLC virtual es hacer el mapeado entre las señales definidas en el proyecto de TIA Portal con las creadas en el modelo de NX. Para ello es necesario ir al menú de *Navegación de física* de NX y crear un mapeo de señales en la conexión de la señal (Figura 78).

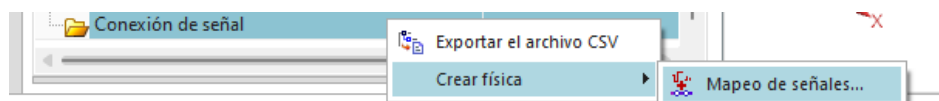


Figura 78. Comando mapeo de señales de NX.

A continuación, se elige como tipo de señal externa PLCSIM avanzado (Figura 79) y se pulsa el botón de ajustes para buscar la copia de PLCSIM Advanced que hemos creado.

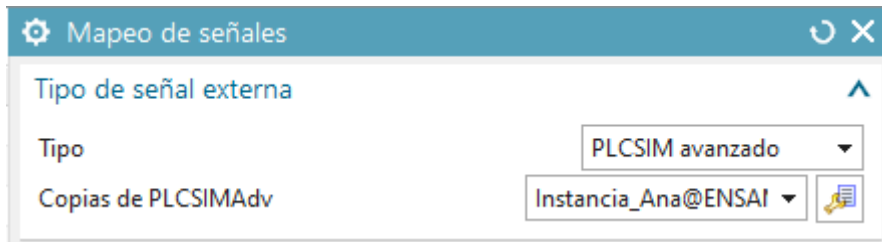


Figura 79. Ventana del comando mapeo de señales.

Se abre la siguiente pestaña (Figura 80) en la cual aparece la instancia creada anteriormente en PLCSIM Advanced. Se selecciona esta instancia y se pulsa en *Actualizar las copias registradas* para que aparezcan todas las entradas y salidas creadas en el programa del PLC virtual. Por último, se seleccionan aquellas señales que queremos mapear, en este caso se han seleccionado todas.

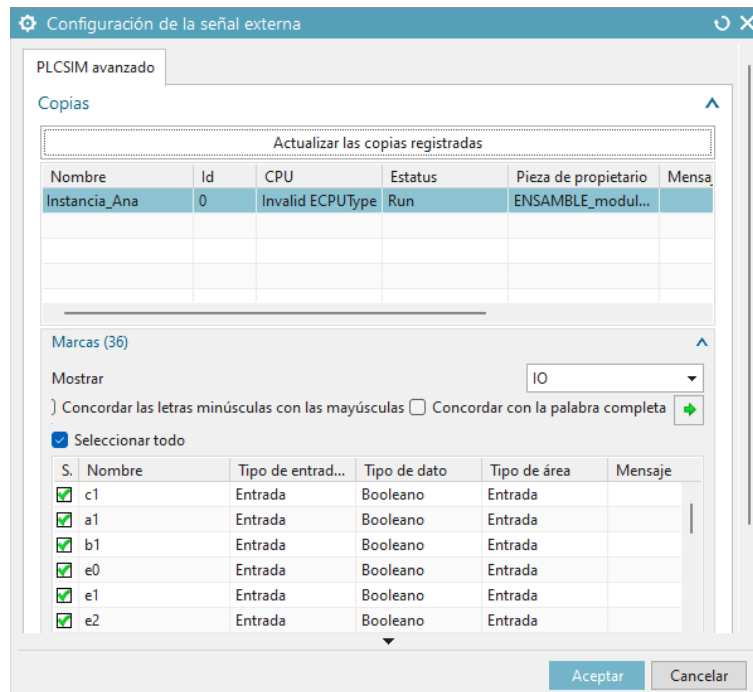


Figura 80. Ventana de configuración de la señal externa.

Una vez seleccionadas todas las señales que se han creado en el proyecto de TIA Portal, el siguiente paso será hacer el mapeado entre estas y las definidas en el modelo de NX. En la siguiente ventana (Figura 81), se ven a la izquierda las señales de MCD y, a la derecha, las señales externas. Se deben seleccionar una a una y realizar el mapeo. En la ventana inferior aparecen las señales ya mapeadas y, antes de finalizar, se debe comprobar que todas las señales del modelo han sido conectadas con su correspondiente señal externa.

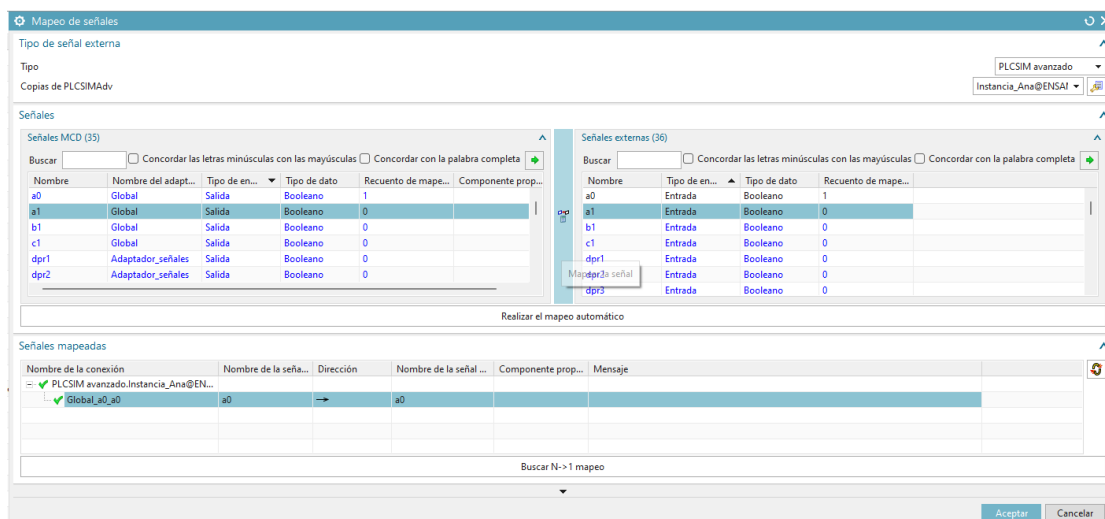


Figura 81. Ventana del mapeo de señales.

6. CONCLUSIONES

Por último, para finalizar el desarrollo de este trabajo, se van a exponer las conclusiones extraídas durante la realización de este. Como primera conclusión y más importante, cabe destacar que se ha logrado cumplir el objetivo principal del proyecto: desarrollo de un gemelo digital de la máquina de ensamblado de rodamientos MAP-205 de SMC.

En primer lugar, se ha conseguido un modelo 3D de la planta muy similar a la real mediante el *software* Siemens® NX12, además de haber realizado una simulación de la planta en este mismo *software* en la que se ha comprobado el funcionamiento óptimo de los sensores y actuadores diseñados.

En segundo lugar, una vez creado el modelo, se ha conseguido otro de los objetivos: desarrollar el programa de control que automatice el proceso. El hecho de disponer del modelo 3D ha facilitado su automatización, ya que se han podido realizar pruebas durante su desarrollo para comprobar un funcionamiento óptimo de cada una de sus etapas. Además, se ha logrado realizar la comunicación entre el autómatas simulado y el modelo 3D mediante la conexión de las señales de entrada y salida creadas en ambas parte del proyecto.

Por último, el diseño de una interfaz humano-máquina ha servido para completar el proyecto del gemelo digital puesto que esta simula a la botonera ubicada en el modelo físico, la cual permite al usuario interactuar con el proceso.

Una de las principales dificultades que se ha encontrado durante la realización del proyecto ha sido a la definición de la física y los movimientos de algunas partes del modelo. Esto se debe a que la aplicación *Diseñador de Conceptos de Mecatrónica* de Siemens® NX12 realiza cálculos de forma aleatoria produciendo vibraciones entre algunas piezas y otros errores que en modelo real no se producen.

Durante el desarrollo de este trabajo se han puesto en práctica los conocimientos adquiridos en diferentes asignaturas del grado como Automatización Industrial o Instalaciones de Control Industrial. Además de haber profundizado en el diseño 3D, el cual será de gran utilidad para la realización de futuros proyectos de ingeniería.

Para concluir, cabe destacar que, a pesar de las dificultades encontradas, se ha logrado resolver el problema planteado de manera satisfactoria. Esto se ha alcanzado gracias a muchas horas de investigación y dedicación hasta conseguir todos los objetivos propuestos. El resultado final del proyecto puede ser de gran utilidad principalmente en el campo de la docencia, ya que puede utilizarse como base para prácticas o trabajos de asignaturas relacionadas con la Automatización.

7. BIBLIOGRAFÍA

- [1] S. Wang, J. Wan, D. Li, and C. Zhang, "Implementing smart factory of industrie 4.0: An outlook," *International journal of distributed sensor networks*, vol. 12, no. 1, p. 3159805, 2016.
- [2] C. Santos, A. Mehraei, A. C. Barros, M. Araújo, and E. Ares, "Towards Industry 4.0: an overview of European strategic roadmaps," *Procedia Manuf.*, vol. 13, pp. 972–979, 2017.
- [3] M. Grieves, "Digital Twin: Manufacturing Excellence through Virtual Factory Replication", 2015.
- [4] R. de Juana, "Gemelos digitales, aliados de la industria en el futuro," *MuyComputerPRO*, 13-Jul-2020. [En línea]. Disponible: <https://www.muycomputerpro.com/2020/07/13/gemelos-digitales-aliados-de-la-industria-en-el-futuro> [Último acceso: 8 agosto 2022].
- [5] M. Varas Chiquito, J. C. García Plua, M. E. Bustamante Chong, y C. Bustamante Chong, "Gemelos digitales y su evolución en la industria", *Anál. comport. las líneas crédito través corp. financ. nac. su aporte al desarro. las PYMES Guayaquil 2011-2015*, vol. 4, n.o 4, pp. 300-308, 2020.
- [6] "MAP-205 - La solución integrada: minicélula de ensamblaje," *Smctraining.com*. [En línea]. Disponible: <https://www.smctraining.com/es/webpage/indexpage/159> [Último acceso: 8 agosto 2022].
- [7] E. A. Lázaro, "Modelado y control en simulación de la estación de tapas de la célula fms-200 para simulación de fallos", *Universidad del País Vasco*, 2019.
- [8] Satoshi, «Codesys ® es un entorno de programación que te permitirá programar más de 500 PLC's», *Opiron*, 25-feb-2017. [En línea]. Disponible en: <https://www.opiron.com/codesys-5-razones-para-aprender/> . [Accedido: 9-sep-2022].
- [9] A. de la Merced de Usera, "Desarrollo de un Gemelo Digital y análisis de su impacto", *trabajo de fin de grado, Univ. Polit. Madrid*, 2019.
- [10] P. G. Simarro, "Modelado, simulación y control de un gemelo digital de una máquina de montaje de rodamientos", *Universidad Politécnica de Valencia*, 2020.
- [11] «Siemens Documentation», *Siemens.com*. [En línea]. Disponible en: https://docs.plm.automation.siemens.com/tdoc/nx/12/nx_help/ [Accedido: 07-sep-2022].
- [12] *Siemens.com*. [En línea]. Disponible en: <https://support.industry.siemens.com/cs/document/109751825/simatic-programar-con-step-7?dti=0&lc=es-AR> [Accedido: 07-sep-2022].



TRABAJO DE FIN DE GRADO

GRADO EN INGENIERÍA ELECTRÓNICA INDUSTRIAL Y AUTOMÁTICA

MODELADO, SIMULACIÓN Y CONTROL DE UN PROCESO DE ENSAMBLADO DE RODAMIENTOS

DOCUMENTO 2: PLANOS

AUTOR: ANA MARÍA LÓPEZ CARO

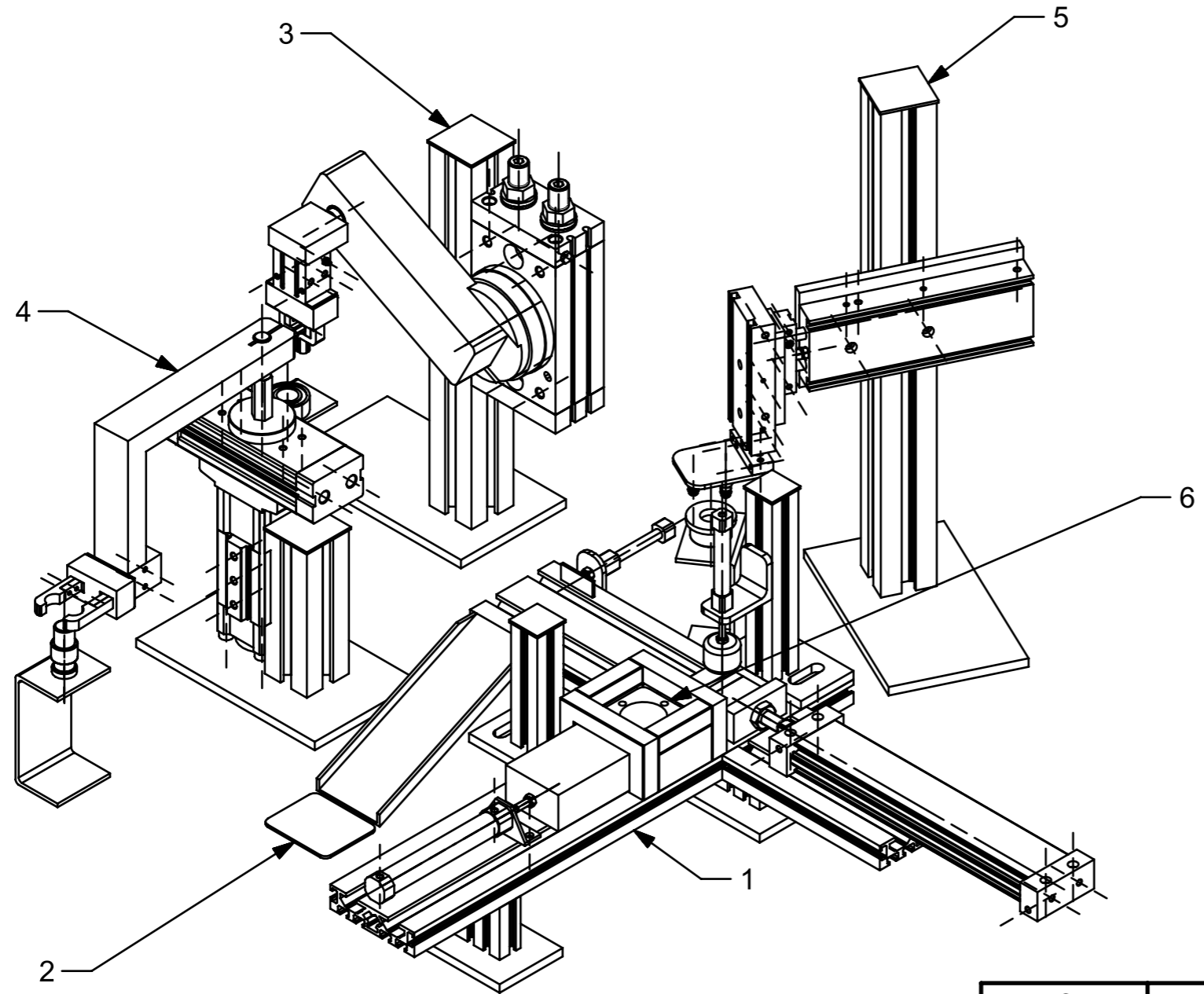
TUTOR: ANTONIO CORRECHER SALVADOR

COTUTOR: RICARDO PIZÁ FERNÁNDEZ

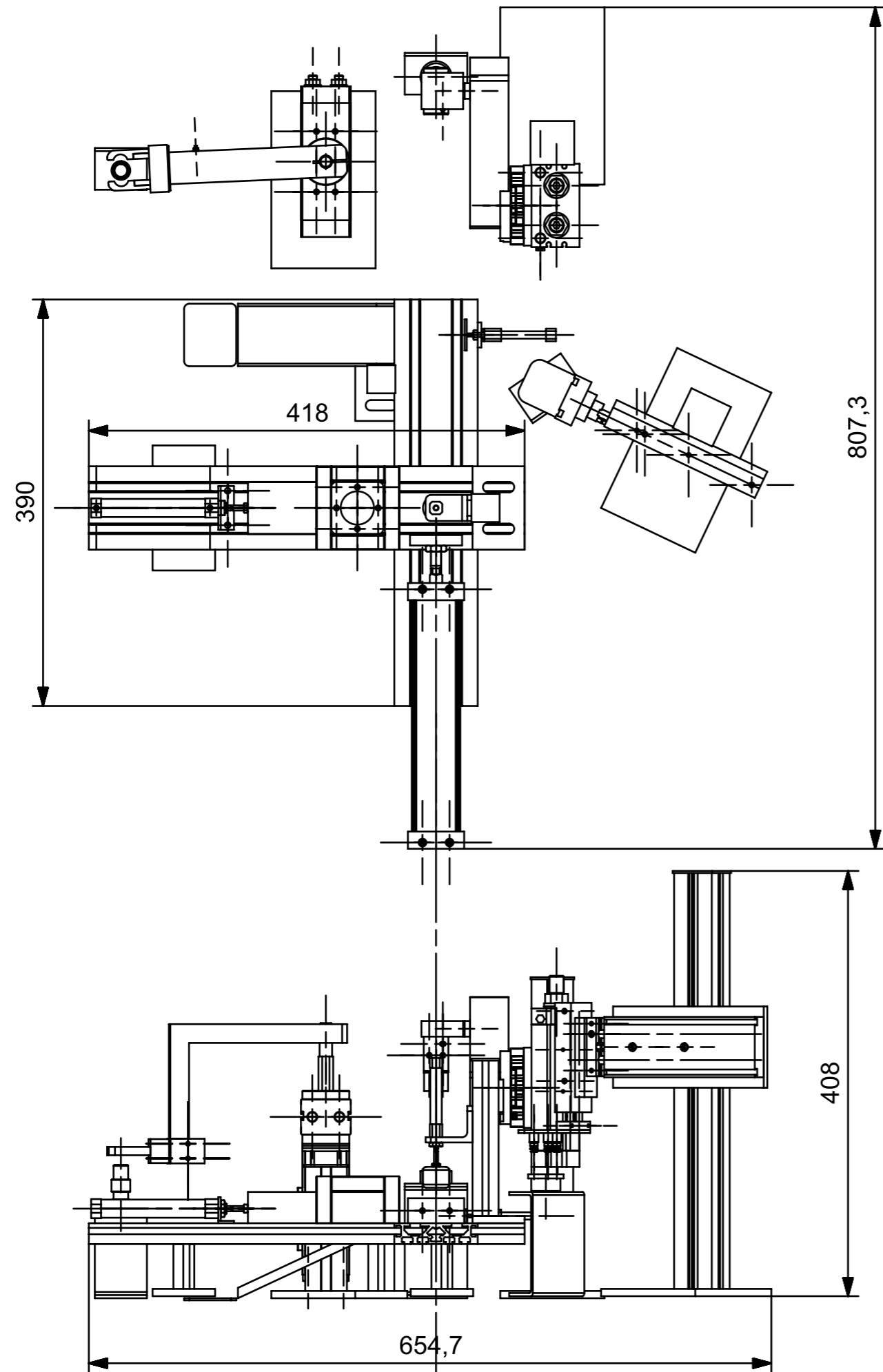
CURSO ACADÉMICO: 2021/2022

ÍNDICE DE CONTENIDOS

1. Plano 01: Plano de conjunto explosionado	2
1.1. <i>Plano de conjunto</i>	3
2. Plano 02: Alimentación de bases	4
2.1. <i>Plano 2.1: pistón alimentador</i>	5
2.2. <i>Plano 2.2: pistón empujador</i>	6
2.3. <i>Plano 2.3:pistón verificador</i>	7
3. Plano 03: Zona de montaje y expulsión	8
3.1. <i>Plano 3.1: pistón expulsor</i>	9
4. Plano 04: Inserción de rodamiento	10
4.1. <i>Plano 4.1: actuador giratorio</i>	11
4.2. <i>Plano 4.2: pinza rodamiento</i>	12
5. Plano 05: Inserción de eje	13
5.1. <i>Plano 5.1: actuador rotolineal</i>	14
5.2. <i>Plano 5.2: pinza eje</i>	15
6. Plano 06: Colocación de tapa	16
6.1. <i>Plano 6.1: pistón horizontal</i>	17
6.2. <i>Plano 6.2: pistón vertical</i>	18
7. Plano 07: Pieza completa (vista explosionada)	19
7.1. <i>Pieza completa</i>	20



6	1	Pieza	Plano 07
5	1	Colocación de tapa	Plano 06
4	1	Inserción de eje	Plano 05
3	1	Inserción de rodamiento	Plano 04
2	1	Zona de montaje y expulsión	Plano 03
1	1	Alimentación de bases	Plano 02
MARCA	CANTIDAD	DENOMINACIÓN	PLANO
PROYECTO: Modelado, simulación y control de un proceso de ensamblado de rodamientos.			Fecha: 09/09/2022
AUTOR: Ana María López Caro			Escala 1:4
PLANO: Plano de conjunto		Plano N°: 01	



PROYECTO: Modelado, simulación y control de un proceso de ensablado de rodamientos.

AUTOR: Ana María López Caro

PLANO:
Plano de conjunto

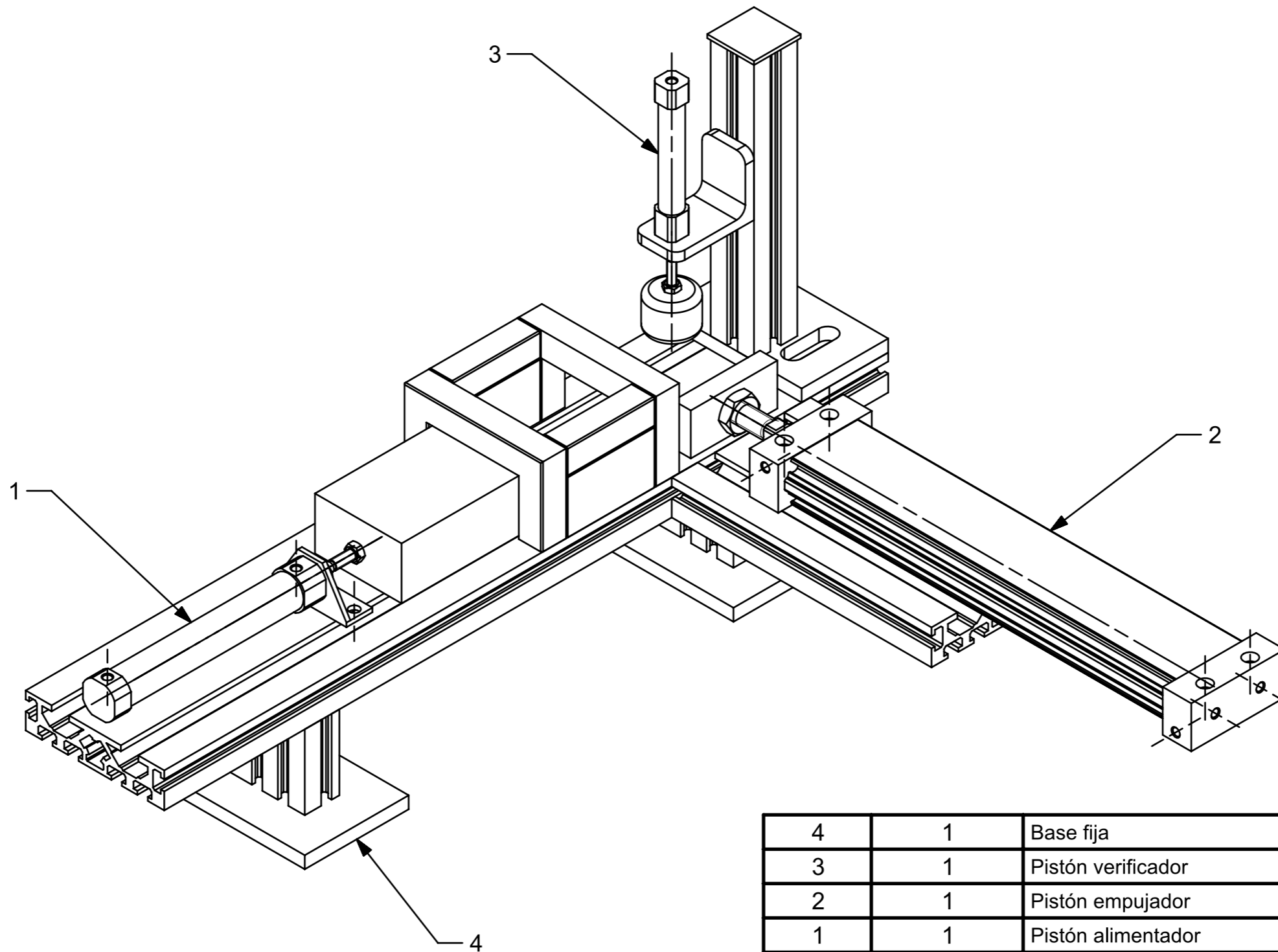
Fecha: 09/09/2022

Escala

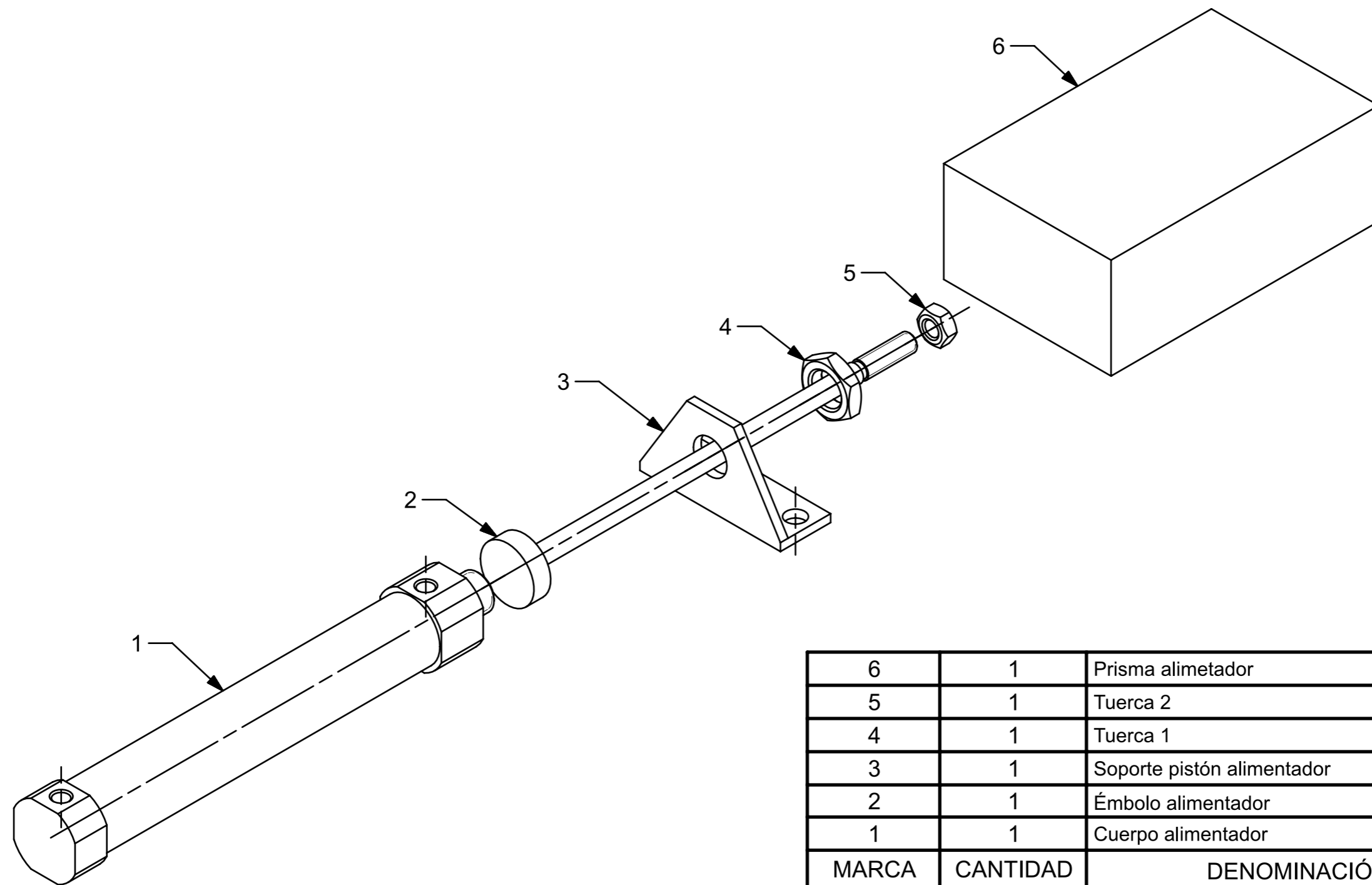
1:5

Plano N°:

1.1



4	1	Base fija	
3	1	Pistón verificador	Plano 2.3
2	1	Pistón empujador	Plano 2.2
1	1	Pistón alimentador	Plano 2.1
MARCA	CANTIDAD	DENOMINACIÓN	PLANO
PROYECTO: Modelado, simulación y control de un proceso de ensamblado de rodamientos.			Fecha: 09/09/2022
AUTOR: Ana María López Caro			Escala 1:2
PLANO: Alimentador de bases		Plano N°: 02	



6	1	Prisma alimentador	
5	1	Tuerca 2	
4	1	Tuerca 1	
3	1	Soporte pistón alimentador	
2	1	Émbolo alimentador	
1	1	Cuerpo alimentador	
MARCA	CANTIDAD	DENOMINACIÓN	PLANO

PROYECTO: Modelado, simulación y control de un proceso de ensablado de rodamientos.

Fecha: 09/09/2022

Escala

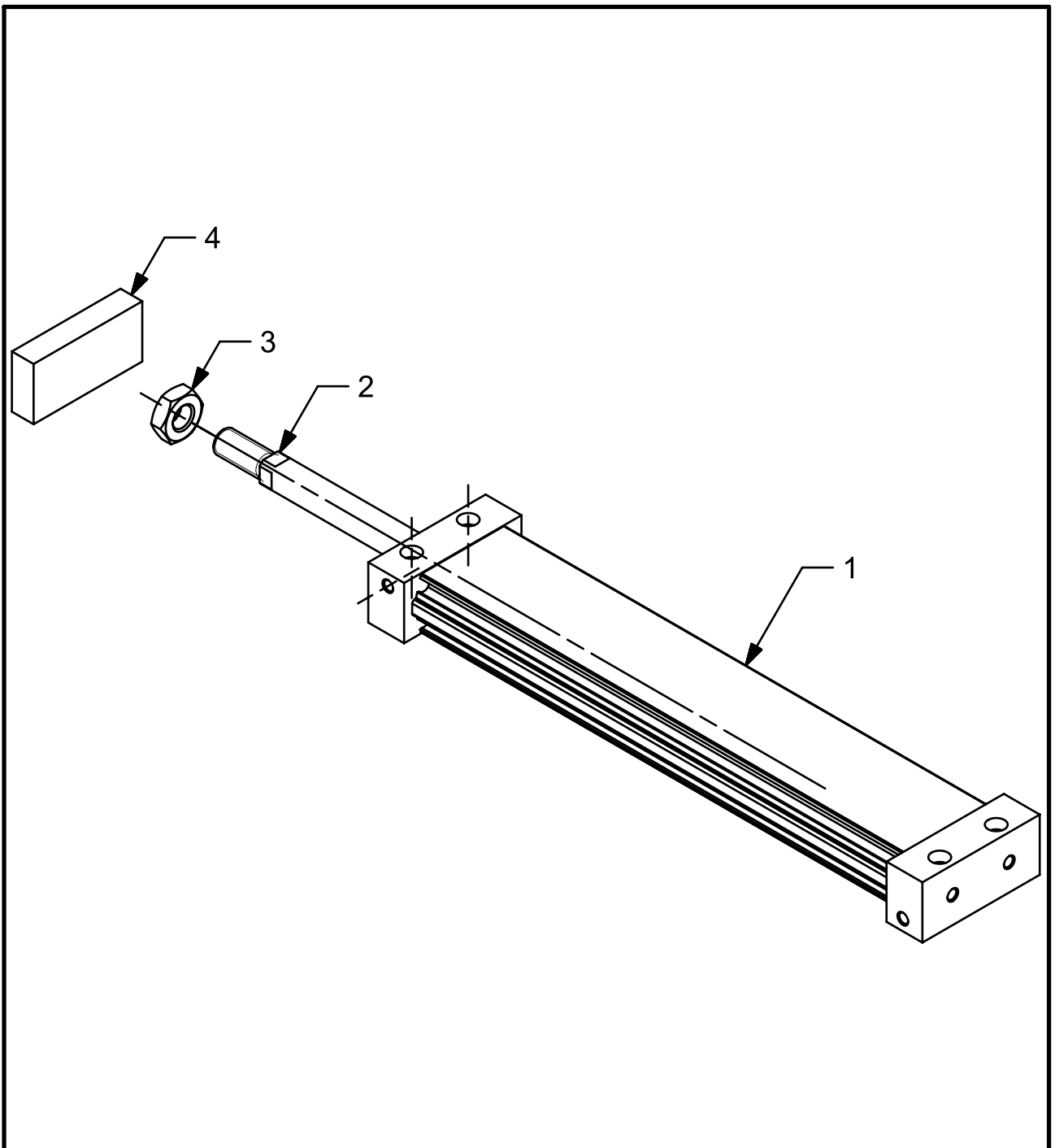
1:1

AUTOR: Ana María
López Caro

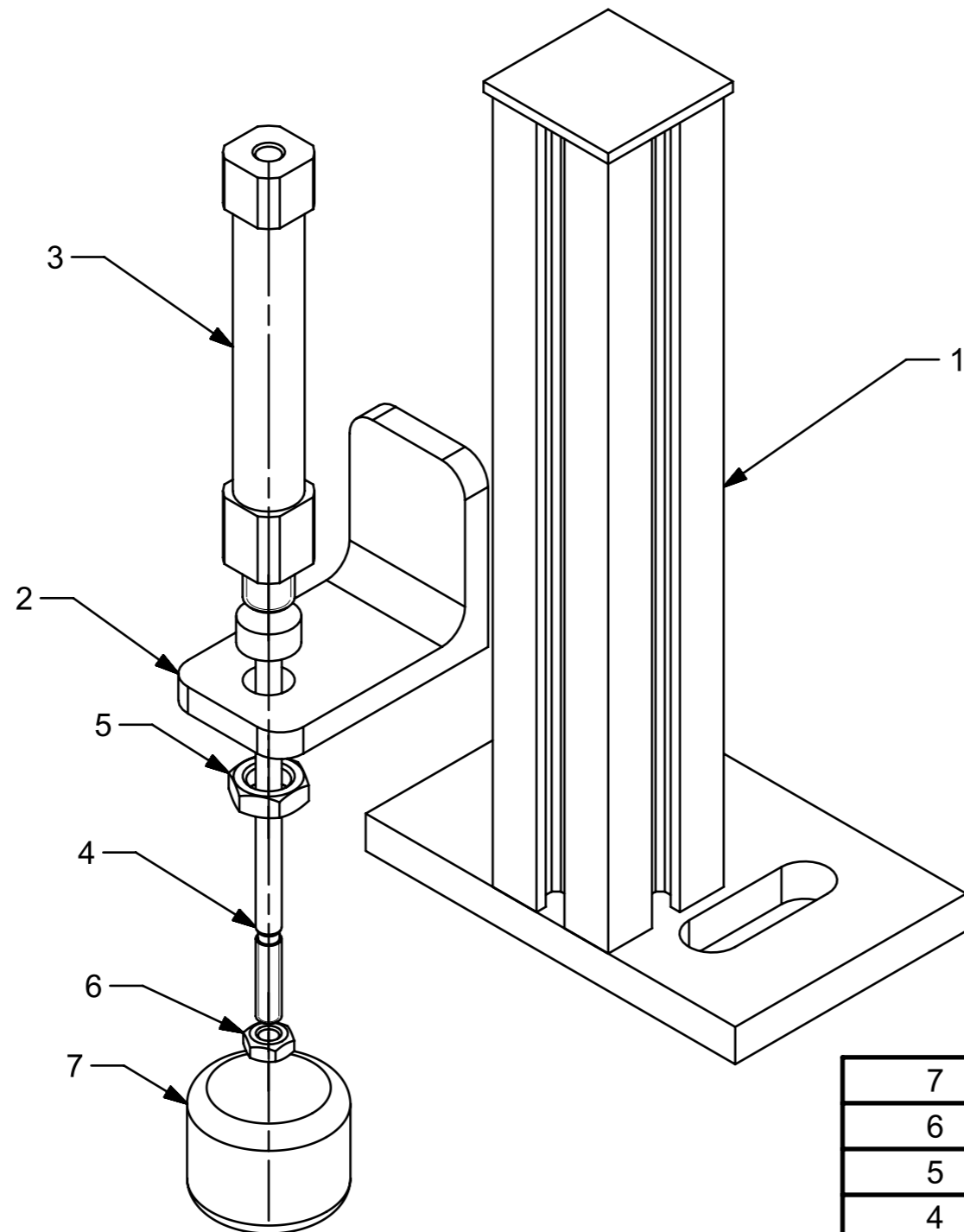
PLANO:
Pistón alimentador

Plano N°:

2.1

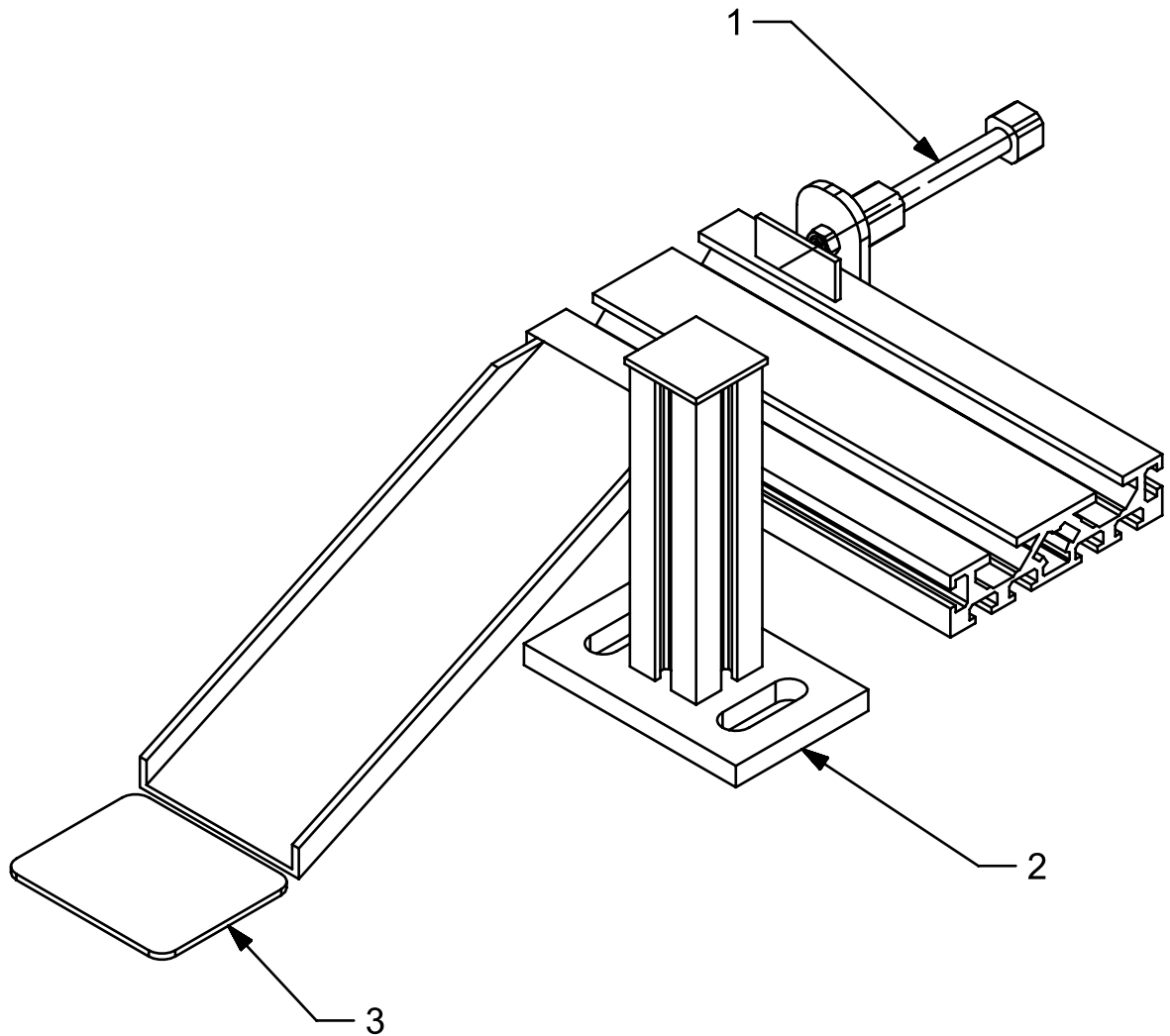


4	1	Prisma empujador	
3	1	Tuerca	
2	1	Émbolo empujador	
1	1	Cuerpo empujador	
MARCA	CANTIDAD	DENOMINACIÓN	PLANO
PROYECTO: Modelado, simulación y control de un proceso de ensamblado de rodamientos.			FECHA: 09/09/2022
			Escala 1:2
AUTOR: Ana María López Caro		PLANO: Pistón empujador	Plano N°: 2.2

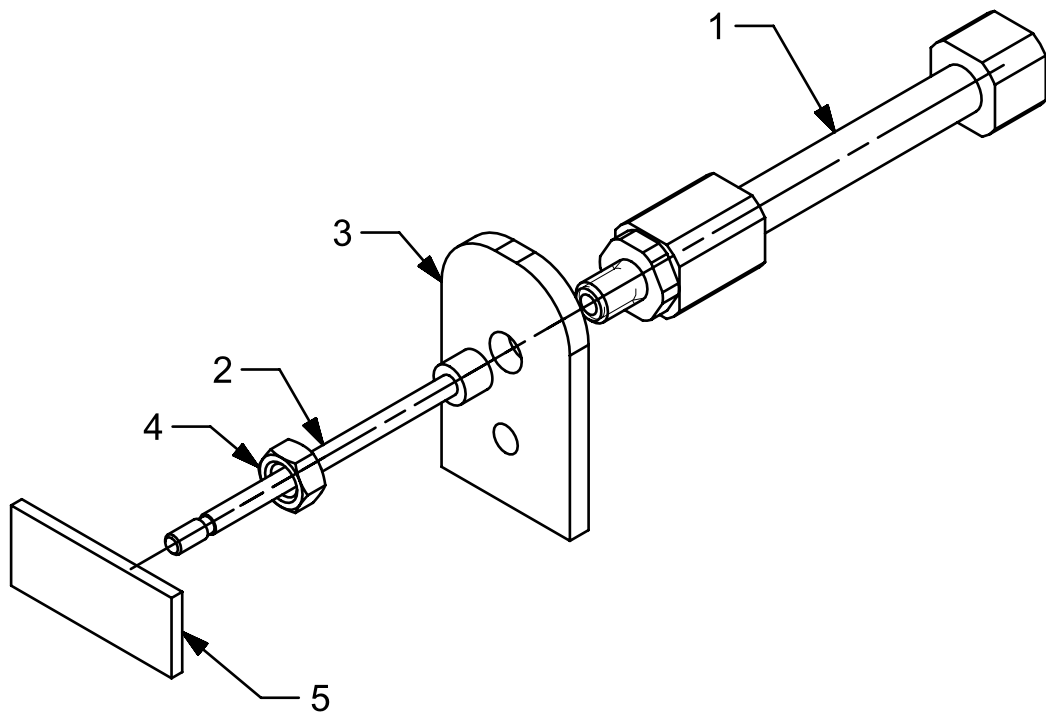


7	1	Tope verificador	
6	1	Tuerca 2	
5	1	Tuerca 1	
4	1	Émbolo verificador	
3	1	Cuerpo verificador	
2	1	Soporte pistón verificador	
1	1	Base fija	

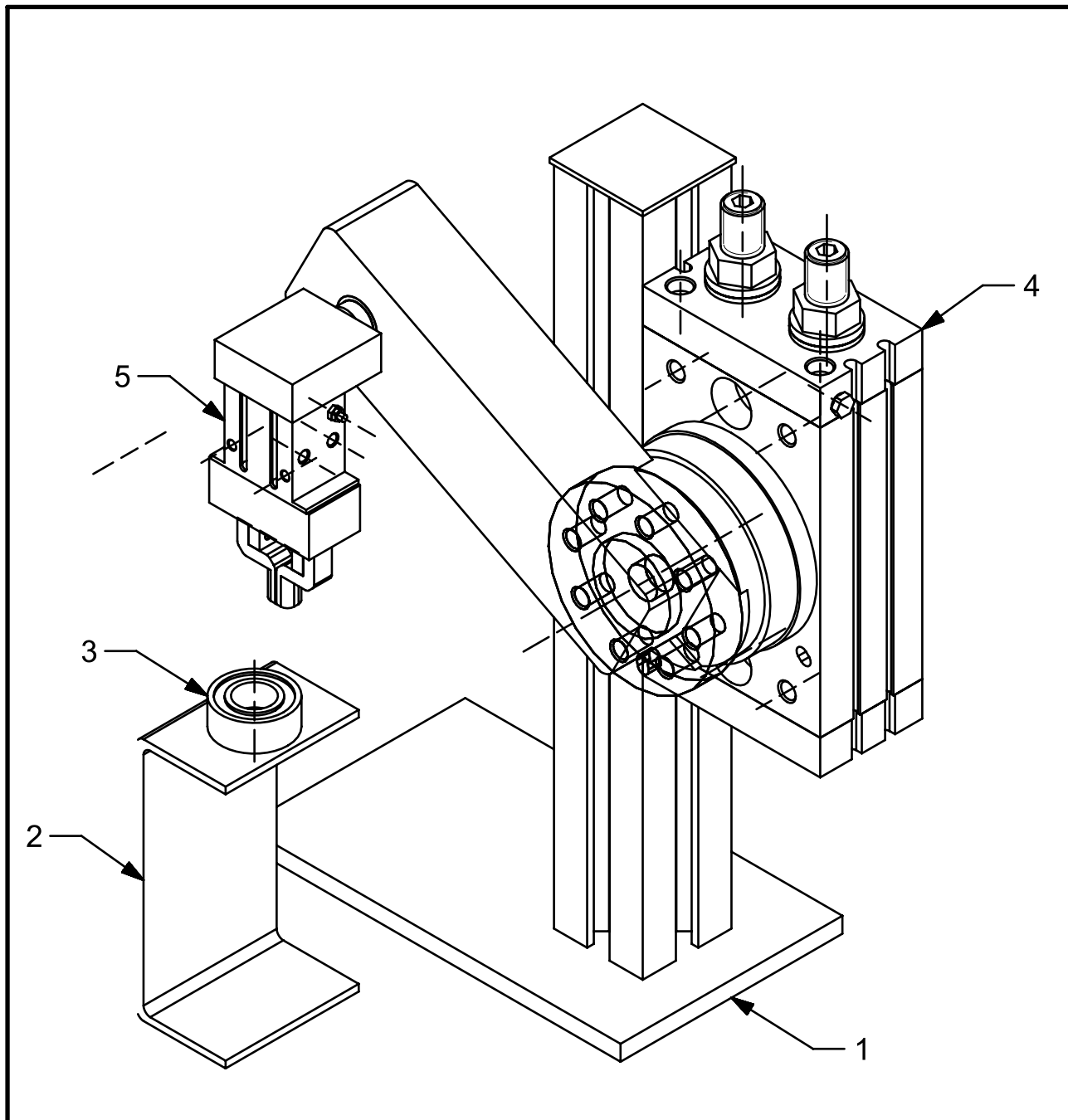
MARCA	CANTIDAD	DENOMINACIÓN	PLANO
PROYECTO: Modelado, simulación y control de un proceso de ensablado de rodamientos.			Fecha: 09/09/2022
AUTOR: Ana María López Caro			Escala 1:1
PLANO: Pistón verificador		Plano N°: 2.3	



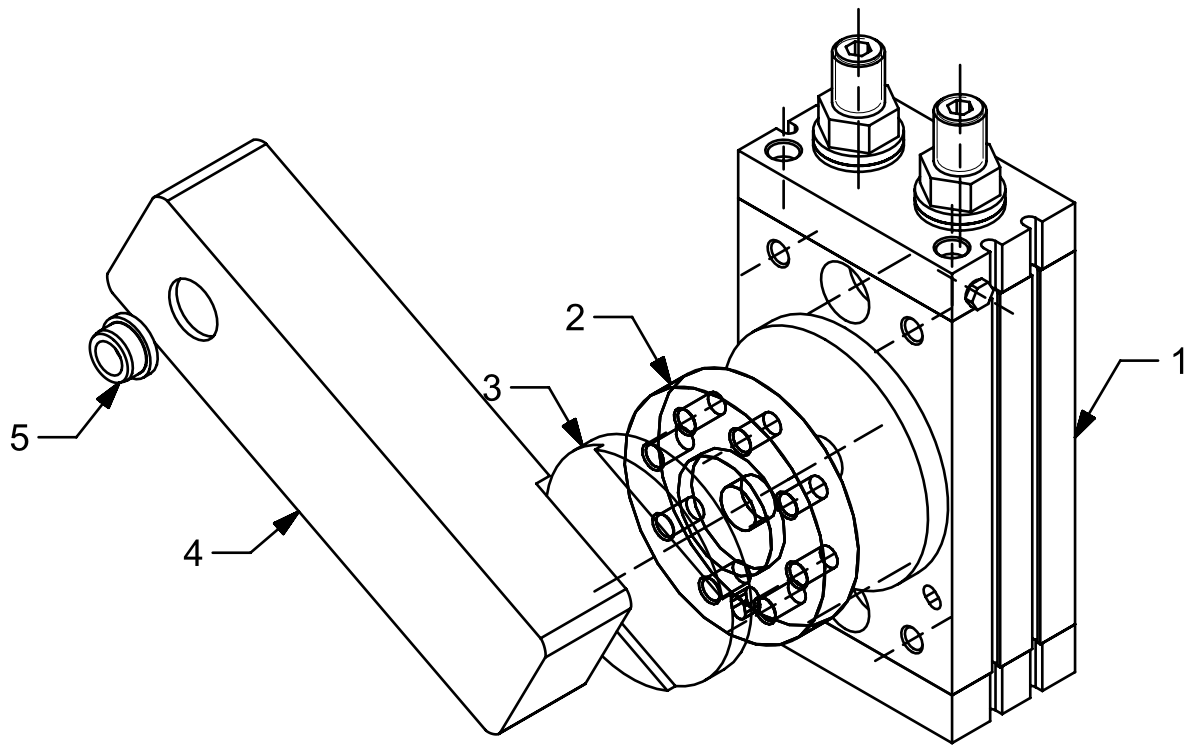
3	1	Superficie pieza final	
2	1	Base fija	
1	1	Pistón expulsor	Plano 3.1
MARCA	CANTIDAD	DENOMINACIÓN	PLANO
PROYECTO: Modelado, simulación y control de un proceso de ensamblado de rodamientos.			FECHA: 09/09/2022
			Escala 1:2
AUTOR: Ana María López Caro		PLANO: Zona de montaje y expulsión	Plano N°: 03



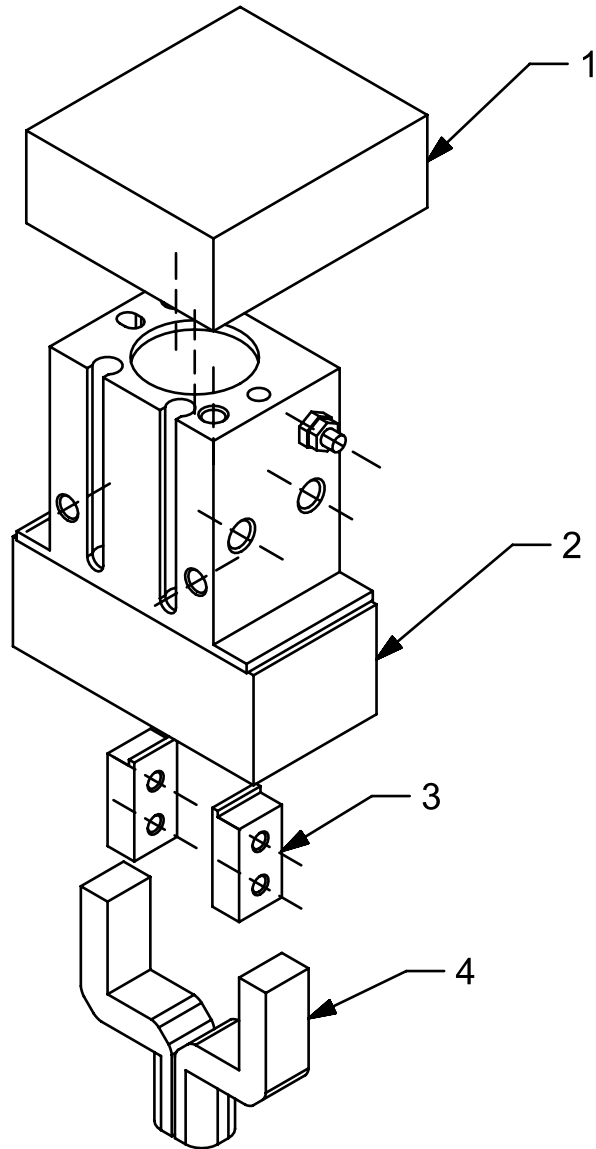
5	1	Prisma expulsor	
4	1	Tuerca	
3	1	Soporte pistón expulsor	
2	1	Émbolo empujador	
1	1	Cuerpo expulsor	
MARCA	CANTIDAD	DENOMINACIÓN	PLANO
PROYECTO: Modelado, simulación y control de un proceso de ensamblado de rodamientos.			FECHA: 09/09/2022
			Escala 1:1
AUTOR: Ana María López Caro		PLANO: Pistón expulsor	Plano N°: 3.1



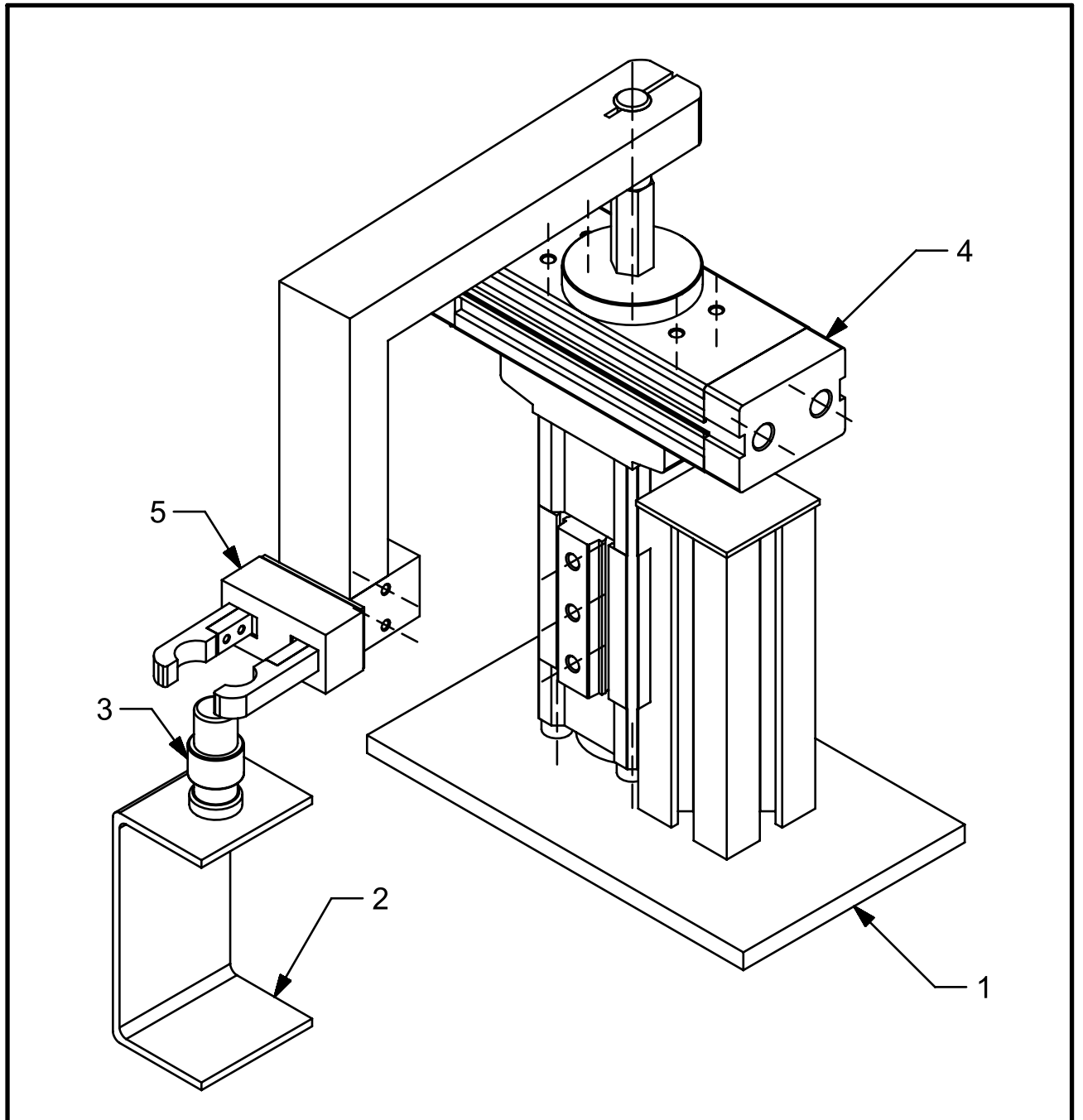
5	1	Pinza rodamiento	Plano 4.2
4	1	Actuador giratorio	Plano 4.1
3	1	Rodamiento	
2	1	Soporte rodamiento	
1	1	Base fija	
MARCA	CANTIDAD	DENOMINACIÓN	PLANO
PROYECTO: Modelado, simulación y control de un proceso de ensamblado de rodamientos.			FECHA: 09/09/2022
			Escala 1:2
AUTOR: Ana María López Caro		PLANO: Inserción de rodamiento	Plano N°: 04



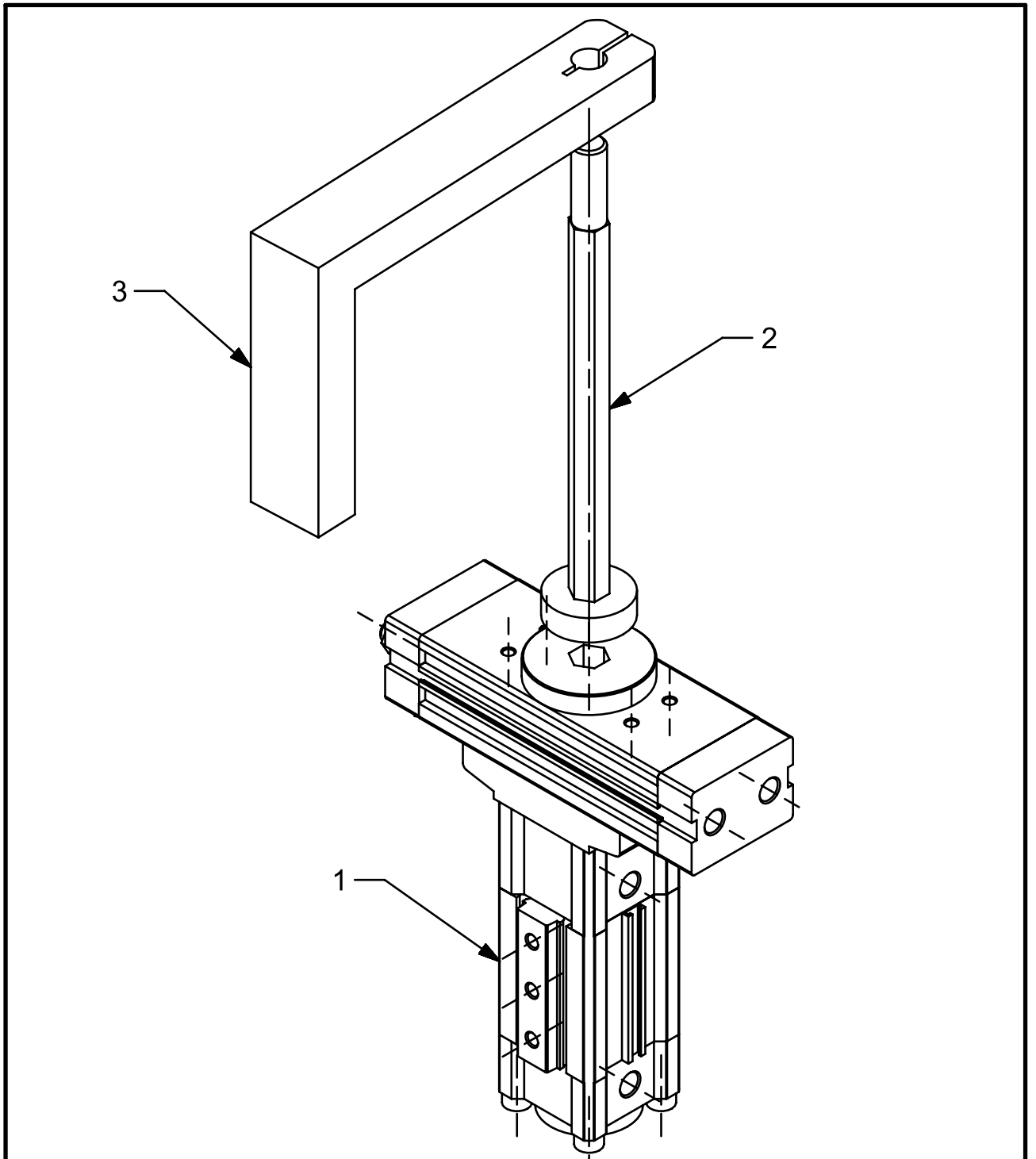
5	1	Rodamiento brazo-pinza	
4	1	Brazo	
3	1	Soporte brazo	
2	1	Plato giratorio	
1	1	Cuerpo actuador	
MARCA	CANTIDAD	DENOMINACIÓN	PLANO
PROYECTO: Modelado, simulación y control de un proceso de ensamblado de rodamientos.			FECHA: 09/09/2022
			Escala 1:2
AUTOR: Ana María López Caro		PLANO: Actuador de giro	Plano N°: 4.1



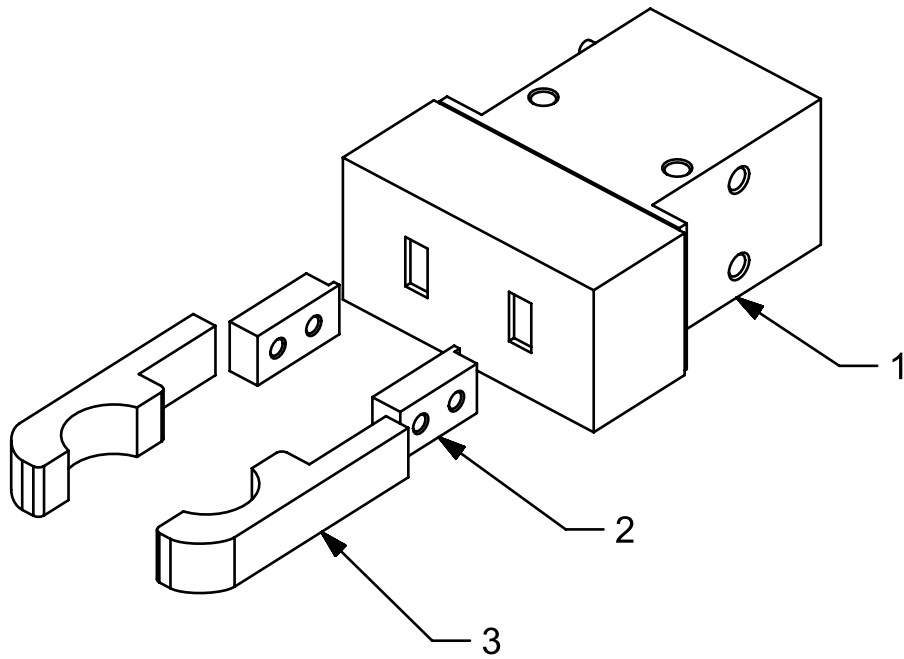
4	2	Acople para agarre	
3	2	Dedos	
2	1	Cuerpo	
1	1	Soporte pinza	
MARCA	CANTIDAD	DENOMINACIÓN	PLANO
PROYECTO: Modelado, simulación y control de un proceso de ensamblado de rodamientos.			FECHA: 09/09/2022
			Escala 1:1
AUTOR: Ana María López Caro		PLANO: Pinza rodamiento	Plano N°: 4.2



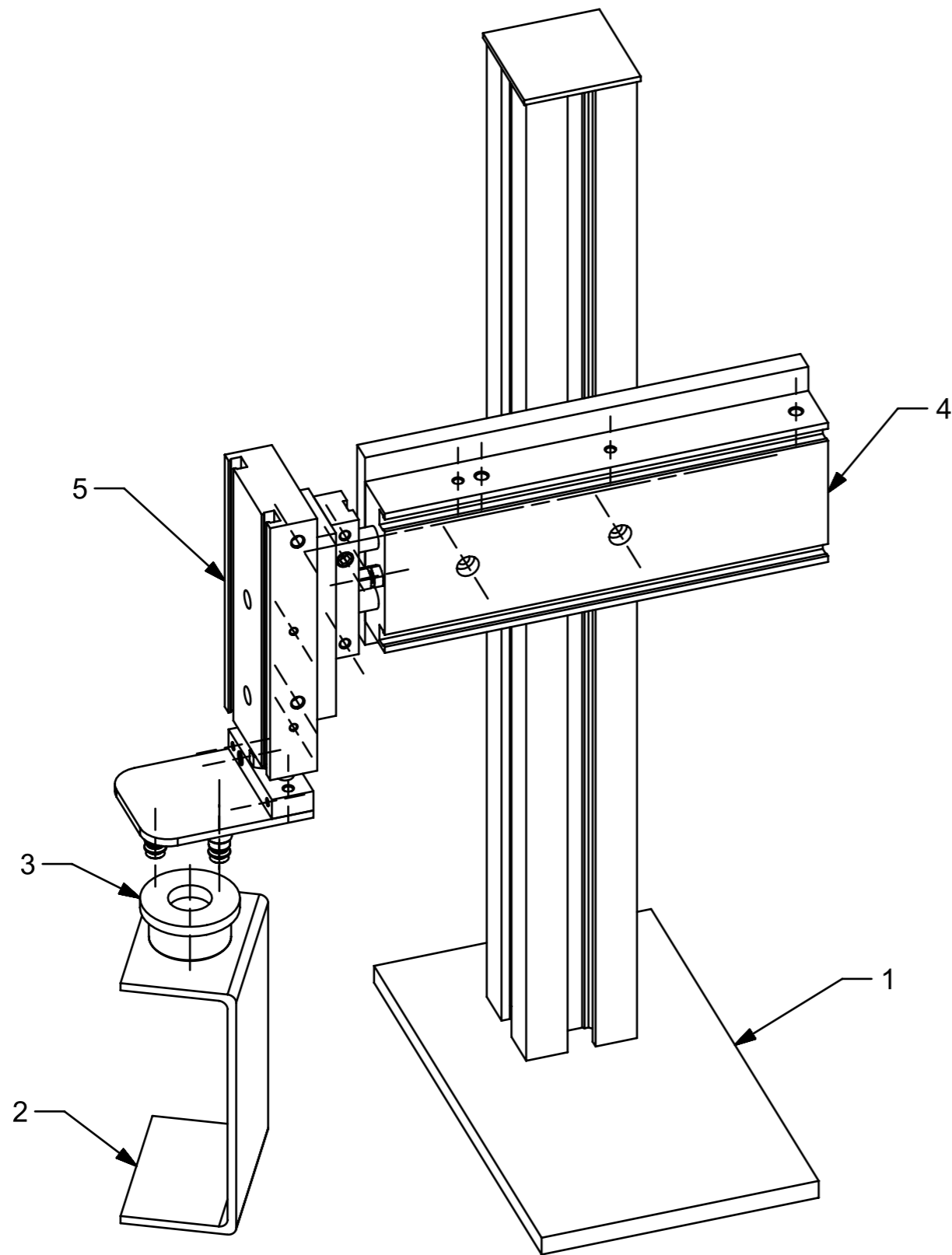
5	1	Pinza eje	Plano 5.2
4	1	Actuador rotolineal	Plano 5.1
3	1	Eje	
2	1	Soporte eje	
1	1	Base fija	
MARCA	CANTIDAD	DENOMINACIÓN	PLANO
PROYECTO: Modelado, simulación y control de un proceso de ensamblado de rodamientos.			FECHA: 09/09/2022
			Escala 1:2
AUTOR: Ana María López Caro		PLANO: Inserción de eje	Plano N°: 05



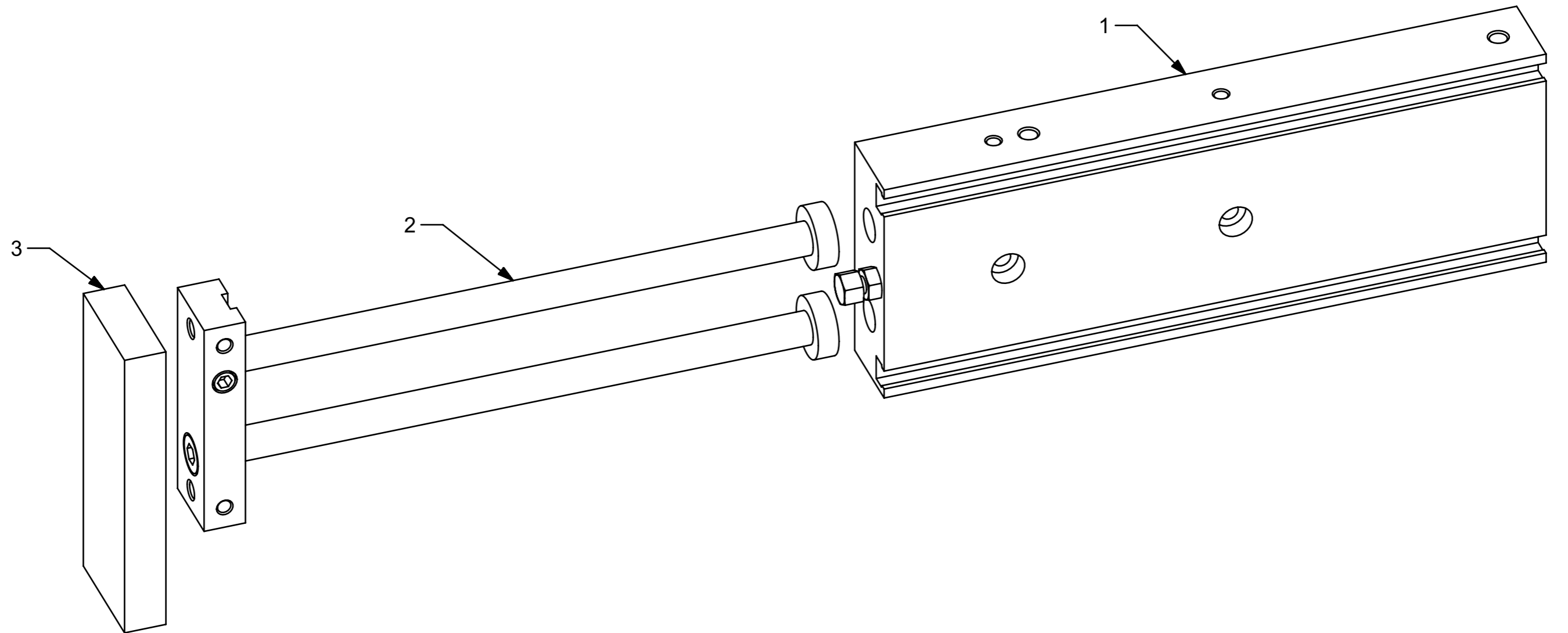
3	1	Brazo	
2	1	Pistón	
1	1	Cuerpo actuador rotolineal	
MARCA	CANTIDAD	DENOMINACIÓN	PLANO
PROYECTO: Modelado, simulación y control de un proceso de ensamblado de rodamientos.			FECHA: 09/09/2022
			Escala 1:2
AUTOR: Ana María López Caro		PLANO: Actuador rotolineal	Plano N°: 5.1



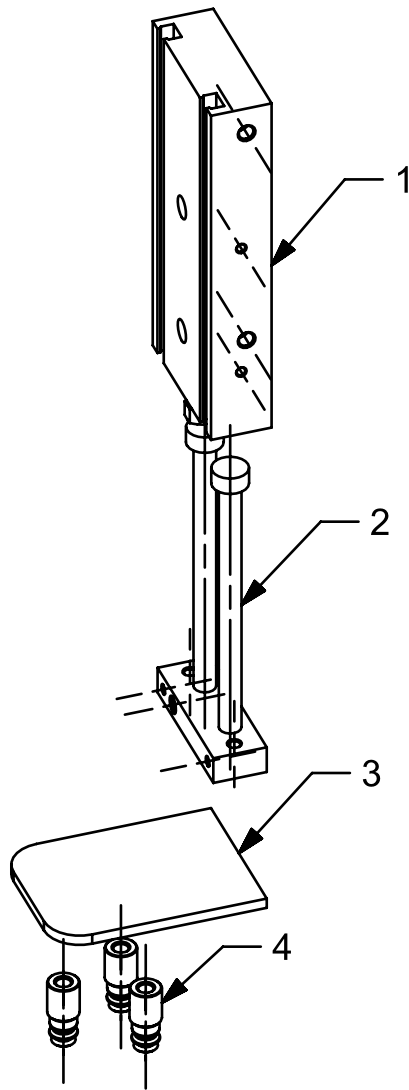
3	2	Acople agarre eje	
2	2	Dedos	
1	1	Cuerpo pinza	
MARCA	CANTIDAD	DENOMINACIÓN	PLANO
PROYECTO: Modelado, simulación y control de un proceso de ensamblado de rodamientos.			FECHA: 09/09/2022
			Escala 1:1
AUTOR: Ana María López Caro		PLANO: Pinza eje	Plano N°: 5.2



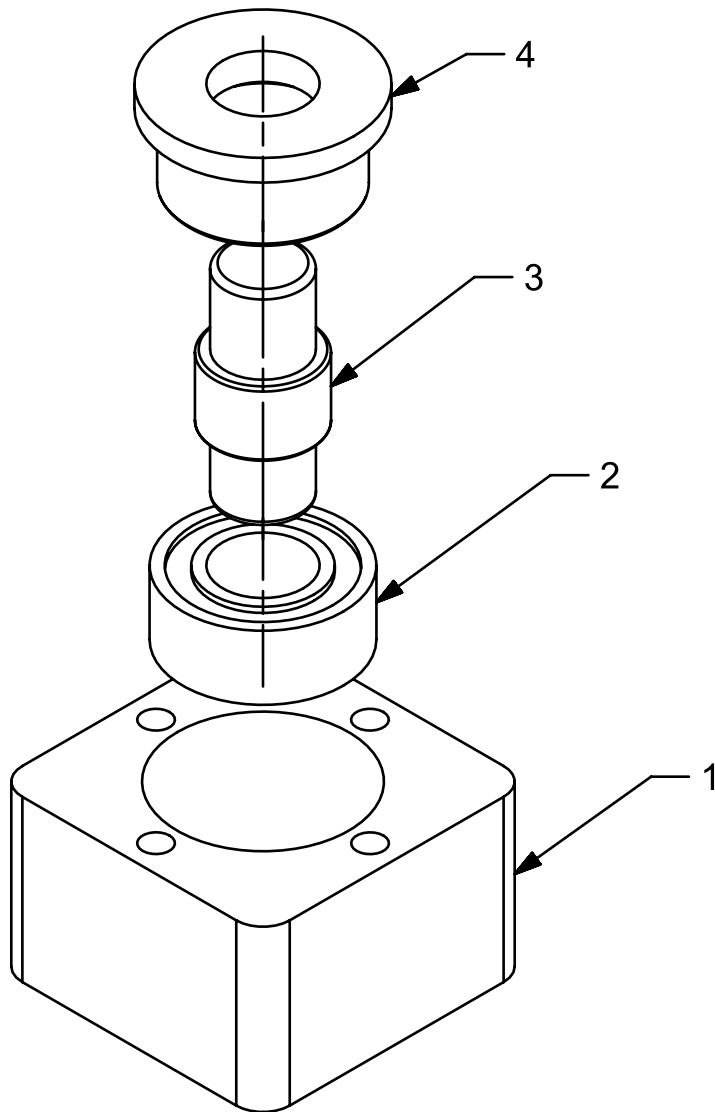
5	1	Pistón vertical	Plano 6.2
4	1	Pistón horizontal	Plano 6.1
3	1	Tapa	
2	1	Soporte tapa	
1	1	Base fija	
MARCA	CANTIDAD	DENOMINACIÓN	PLANO
PROYECTO: Modelado, simulación y control de un proceso de ensamblado de rodamientos.			Fecha: 09/09/2022
			Escala 1:2
AUTOR: Ana María López Caro		PLANO: Colocación de tapa	Plano Nº: 06



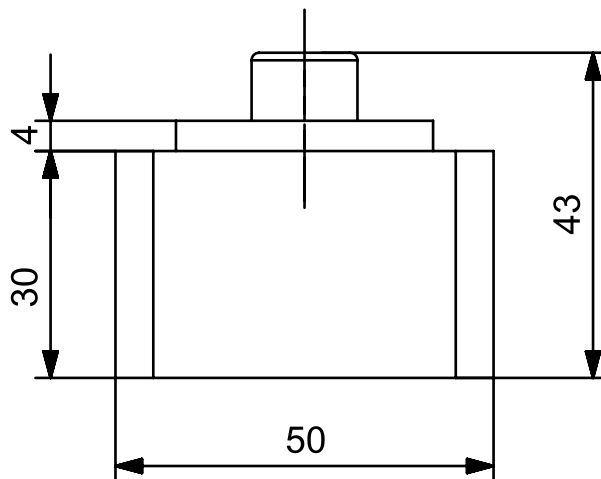
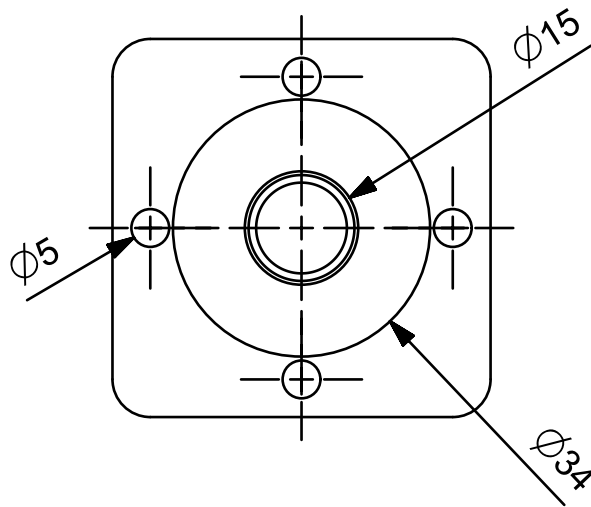
3	1	Soporte pistón vertical	
2	1	Émbolo horizontal	
1	1	Cuerpo horizontal	
MARCA	CANTIDAD	DENOMINACIÓN	PLANO
PROYECTO: Modelado, simulación y control de un proceso de ensablado de rodamientos.			Fecha: 09/09/2022
			Escala 1:1
AUTOR: Ana María López Caro		PLANO: Pistón horizontal	Plano N°: 6.1



4	3	Ventosas	
3	1	Placa soporte ventosas	
2	1	Émbolo vertical	
1	1	Cuerpo vertical	
MARCA	CANTIDAD	DENOMINACIÓN	PLANO
PROYECTO: Modelado, simulación y control de un proceso de ensamblado de rodamientos.			FECHA: 09/09/2022
			Escala 1:2
AUTOR: Ana María López Caro		PLANO: Pistón vertical	Plano N°: 6.2



4	1	Tapa	
3	1	Eje	
2	1	Rodamiento	
1	1	Base	
MARCA	CANTIDAD	DENOMINACIÓN	PLANO
PROYECTO: Modelado, simulación y control de un proceso de ensamblado de rodamientos.			FECHA: 09/09/2022
			Escala 1:1
AUTOR: Ana María López Caro		PLANO: Pieza completa	Plano N°: 07



PROYECTO: Modelado, simulación y control de un proceso de ensamblado de rodamientos.

FECHA: 09/09/2022

Escala

1:1

Plano N°:

7.1

AUTOR: Ana María López Caro

PLANO:

Pieza completa



TRABAJO DE FIN DE GRADO

GRADO EN INGENIERÍA ELECTRÓNICA INDUSTRIAL Y AUTOMÁTICA

MODELADO, SIMULACIÓN Y CONTROL DE UN PROCESO DE ENSAMBLADO DE RODAMIENTOS

DOCUMENTO 3: PLIEGO DE CONDICIONES

AUTOR: ANA MARÍA LÓPEZ CARO

TUTOR: ANTONIO CORRECHER SALVADOR

COTUTOR: RICARDO PIZÁ FERNÁNDEZ

CURSO ACADÉMICO: 2021/2022

ÍNDICE DE CONTENIDOS

1. Objeto	2
2. Condiciones generales	2
2.1. <i>Pliego de Condiciones Facultativas</i>	2
2.1.1. Obligaciones y derechos del contratista	2
2.1.2. Plazo y condiciones de ejecución	2
2.2. <i>Pliego de Condiciones Económicas</i>	3
3. Condiciones particulares	3
3.1. <i>Condiciones de funcionamiento del sistema</i>	3
3.1.1. Limitaciones del equipo <i>hardware</i>	3
3.1.2. Limitaciones del sistema operativo y <i>software</i>	4
3.2. <i>Condiciones de mantenimiento</i>	4

1. OBJETO

La finalidad de el presente proyecto es el modelado, simulación y control de una maquina de ensamblaje de rodamientos. El modelado se realiza por medio de un software de diseño 3D. La automatización de la máquina se desarrolla mediante un programa de control que pondrá en marcha los actuadores en función de la información que obtenga de los sensores de la máquina. Por último, el proyecto también cuenta con una pantalla HMI que permite al usuario interactuar con el proceso.

2. CONDICIONES GENERALES

El objetivo del siguiente documento es recoger todos los requisitos y técnicas que deben regir la realización e implementación del proyecto. Refleja las reglas que deben ser consideradas a lo largo del proceso.

Estas reglas también serán complementadas con normas específicas establecidas por el proyectista para definir el alcance de su responsabilidad. Por lo tanto, el diseñador no se hará responsable de ninguna situación causada por la alteración de cualquier parte del proyecto, siempre que no se haya consultado previamente.

En este capítulo se van a considerar los siguientes apartados: Pliego de Condiciones Facultativas y Pliego de Condiciones Económicas.

2.1. PLIEGO DE CONDICIONES FACULTATIVAS

2.1.1. Obligaciones y derechos del contratista

El contratista tiene la obligación de conocer la legislación vigente y aplicable, así como tener el conocimiento completo del proyecto y el ámbito de aplicación. Además, debe cumplir las indicaciones de la dirección del proyecto y disponer de los medios necesarios para su ejecución.

Por otra parte, el contratista tiene derecho de recibir el proyecto en fecha, plazo y condiciones óptimas según los compromisos acordados con el proyectista. Por último, tiene derecho a disponer de soluciones viables para problemas o fallos que no sean causa de una incorrecta ejecución.

2.1.2. Plazo y condiciones de ejecución

El proyectista se compromete a diseñar el modelado 3D y el programa de control siguiendo las directrices establecidas por los diferentes apartados de este proyecto. La fecha del inicio del proyecto se marca en el momento en que se realiza la firma del contrato.

Entre el contratista y el proyectista se establece que desde el momento de la firma de contrato hay un máximo de 6 meses de plazo para la entrega de los diferentes programas y su

puesta en marcha. En caso de ocurrir algún inconveniente durante el desarrollo del proyecto, se negociará entre ambas partes añadir un margen de tiempo para la finalización del proyecto.

En el caso de que alguno de los programas presentara fallos o anomalías en la programación en un plazo menor a un mes desde la puesta en marcha, el proyectista se compromete a corregirlo en el menor tiempo posible sin añadir costes para el cliente. Transcurrido ese plazo el mantenimiento y reparación de los programas será responsabilidad del proyectista.

2.2. PLIEGO DE CONDICIONES ECONÓMICAS

El coste final del proyecto será acordado con anterioridad por ambas partes, excluyendo las posibles modificaciones o imprevistos que afecten al correcto desarrollo del proyecto. El precio final debe incluir:

- Mano de obra
- Licencias *software*
- Manuales de usuario
- Puesta en marcha

En cuanto a las condiciones de pago, el cliente abonará el 40% del coste total del proyecto en el momento de aceptación del proyecto a modo de fianza, de manera previa al inicio del desarrollo de los programas. El 60% restante se abonará tras la puesta en marcha por parte del programador.

3. CONDICIONES PARTICULARES

En este capítulo se presentan las condiciones técnicas de funcionamiento y mantenimiento de carácter particular a las que se debe someter el proyecto.

3.1. CONDICIONES DE FUNCIONAMIENTO DEL SISTEMA

Se incluyen las exigencias mínimas del equipamiento para el manejo de los programas, así como el *software* requerido para este manejo.

3.1.1. Limitaciones del equipo *hardware*

Para la puesta en marcha y modificación de los programas es necesario disponer de un equipo que posea al menos las siguientes características:

- Microprocesador: Intel® Core i7-4510U.
- Memoria RAM: 8GB de RM mínimo.
- Disco duro: 1TB
- Controlador gráfico: Nvidia GeForce 840M 4GB.
- Periféricos: ratón, teclado, monitor con resolución mínima de 1280x1024.

3.1.2. Limitaciones del sistema operativo y software

Será imprescindible que el equipo *hardware* cuente con sistema operativo Windows 10 de 64 bits o superior. Además, el ordenador debe tener instalado el siguiente *software* o versiones más actuales:

- Siemens® NX12.0.0.27
- TIA Portal V16
- S7-PLCSIM Advanced V3.0

3.2. CONDICIONES DE MANTENIMIENTO

Ni el modelo 3D ni el programa de control proporcionados requieren mantenimiento, ya que han sido desarrollado y probados por el programador antes de ser entregado el proyecto. Además, el contratista cuenta con un tiempo de garantía, como ya se ha especificado anteriormente, en caso de que se detecten errores durante su uso.

En caso de fallos en los programas por un mal uso de estos, se podrá elaborar un presupuesto para la posible reparación por parte del proyectista, si el cliente lo desea.



TRABAJO DE FIN DE GRADO

GRADO EN INGENIERÍA ELECTRÓNICA INDUSTRIAL Y AUTOMÁTICA

MODELADO, SIMULACIÓN Y CONTROL DE UN PROCESO DE ENSAMBLADO DE RODAMIENTOS

DOCUMENTO 4: PRESUPUESTO

AUTOR: ANA MARÍA LÓPEZ CARO

TUTOR: ANTONIO CORRECHER SALVADOR

COTUTOR: RICARDO PIZÁ FERNÁNDEZ

CURSO ACADÉMICO: 2021/2022

ÍNDICE DE CONTENIDOS

1. Costes directos	2
1.1. <i>Coste de mano de obra</i>	2
1.2. <i>Coste de material</i>	2
1.3. <i>Coste de equipos</i>	3
2. Costes indirectos y gastos generales.....	3
3. Resumen del presupuesto	3

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Costes de mano de obra.....	2
Tabla 2. Costes de material.....	3
Tabla 3. Costes de equipos.....	3
Tabla 4. Resumen del presupuesto.....	4

1. COSTES DIRECTOS

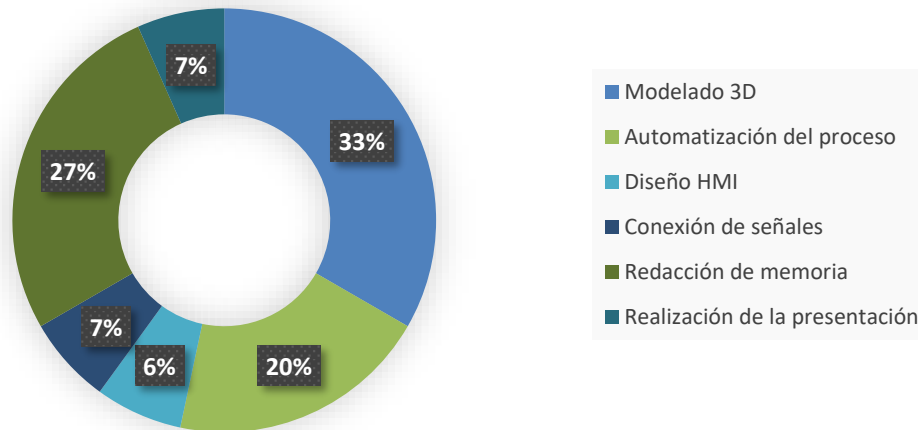
1.1. COSTE DE MANO DE OBRA

En primer lugar, se muestran los gastos correspondientes a la mano de obra, tanto del alumno como del tutor. El coste se ha calculado a partir de la retribución de cada uno y de las horas empleadas, 300 horas en el caso del alumno. El precio de la mano de obra se ha fijado según el coste de la hora de trabajo en proyectos similares [9].

Ref.	Unidad	Descripción	Precio (€/h)	N.º horas	Total
M1	h	Alumno	15	300	4.500,00 €
TOTAL MANO DE OBRA					4.500,00 €

Tabla 1. Costes de mano de obra.

Cada una de las tareas que forman parte del proyecto han requerido un tiempo determinado siendo la parte del modelado 3D la que más tiempo ha llevado ejecutar. Por otra parte, el diseño de la interfaz humano-máquina ha sido la tarea que menos tiempo ha requerido, ya que una vez todo estaba diseñado y programado, se llevaba a cabo de forma más rápida. En el siguiente gráfico se muestra la distribución de tiempos de ejecución de cada una de las partes del proyecto.



1.2. COSTE DE MATERIAL

En este proyecto el principal gasto de material pertenece a las licencias *software* que se han adquirido. Para calcular el coste que han supuesto para este proyecto se ha estimado el periodo de uso para cada *software* y una vida útil de 12 meses para todos ellos, ya que es la duración de las licencias.

$$\text{coste total} = \frac{\text{coste adquisición} \cdot \text{periodo de uso (meses)}}{\text{vida útil (meses)}}$$

Ref.	Descripción	Coste (€)	Vida útil (meses)	Periodo uso (meses)	Total
S1	Siemens NX	9.050,00 €	12	6	4.525,00 €
S2	TIA Portal V16	2.200,00 €	12	4	733,33 €
S3	PLCSIM Advanced	1.500,00 €	12	4	500,00 €
S4	Microsoft Office 365	69,00 €	12	2	11,50 €
TOTAL COSTE DE MATERIAL					5.769,83 €

Tabla 2. Costes de material.

1.3. COSTE DE EQUIPOS

El único equipo *hardware* necesario para la ejecución del proyecto es un ordenador portátil. En este caso se han estimado ocho meses como periodo de uso y una vida útil de cuatro años, teniendo en cuenta que el coste de adquisición es de 700 euros.

Ref.	Descripción	Coste (€)	Vida útil (meses)	Periodo uso (meses)	Total
E1	Lenovo Ideapad 520	700,00 €	48	8	116,67 €
TOTAL COSTE DE EQUIPOS					116,67 €

Tabla 3. Costes de equipos.

2. COSTES INDIRECTOS Y GASTOS GENERALES

Los costes indirectos son aquellos gastos que no son directamente aplicables al desarrollo del proyecto, pero tienen alguna relación con los recursos empleado durante la ejecución del trabajo, como los gastos de electricidad o internet.

Para este proyecto se han considerado únicamente gastos generales, donde se incluyen los gastos de electricidad e internet. Se ha asignado como gastos generales un porcentaje del 13% sobre el presupuesto de ejecución material (PEM). Además, se ha añadido un 6% de beneficio industrial. Estos porcentajes se han definido según el Real Decreto 1098/2001, de 12 de octubre, por el que se aprueba el Reglamento General de la Ley de Contratos de las Administraciones Públicas.

3. RESUMEN DEL PRESUPUESTO

Una vez calculados los costes directos e indirectos del proyecto, se ha calculado el presupuesto de ejecución material (PEM), a partir del cual se ha obtenido el presupuesto de ejecución por contrata (PEC) tomando un 13% de gastos generales y un 6% de beneficio

industrial. A continuación, se ha aplicado un 21% de IVA para obtener el presupuesto final del proyecto.

Concepto	Coste total
Material	5.769,83 €
Equipos	77,78 €
Mano de obra	4.500,00 €
TOTAL (PEM)	10.347,61 €
Gastos generales (13%)	1.345,19 €
Beneficio industrial (6%)	620,86 €
TOTAL (PEC)	12.313,66 €
IVA (21%)	2.585,87 €
TOTAL PRESUPUESTO	14.899,53 €

Tabla 4. Resumen del presupuesto.

El coste del proyecto asciende a un total de **CATORCE MIL OCHOCIENTOS NOVENTA Y NUEVE EUROS CON CINCUENTA Y TRES CÉNTIMOS.**



TRABAJO DE FIN DE GRADO

GRADO EN INGENIERÍA ELECTRÓNICA INDUSTRIAL Y AUTOMÁTICA

**MODELADO, SIMULACIÓN Y CONTROL DE UN
PROCESO DE ENSAMBLADO DE
RODAMIENTOS**

ANEXO I: PROYECTO EN TIA PORTAL

AUTOR: ANA MARÍA LÓPEZ CARO

TUTOR: ANTONIO CORRECHER SALVADOR

COTUTOR: RICARDO PIZÁ FERNÁNDEZ

CURSO ACADÉMICO: 2021/2022

PLC_2 [CPU 1512C-1 PN]

PLC_2

General\Información del proyecto

Nombre	PLC_2	Autor	Ana María
Comentario		Rack	0
Slot	1		

General\Información de catálogo

Nombre abreviado	CPU 1512C-1 PN	Descripción	CPU con display; memoria de trabajo de 250 kB para código y 1 MB para datos; tiempo de operación con bits de 48 ns; concepto de protección de 4 niveles, funciones tecnológicas: Motion Control, regulación, contaje y medición; funciones de trace; opciones de runtime; para todas las interfaces PROFINET: protocolo de transporte TCP/IP, secure Open User Communication, comunicación S7, routing S7, IP-Forwarding, servidor web, cliente DNS, OPC UA: servidor DA, cliente DA, métodos, especificaciones Companion; controlador PROFINET IO, soporta RT/IRT, Performance Upgrade PROFINET V2.3, 2 puertos, I-device, MRP, MRPD, modo isócrono, routing, opciones de runtime; firmware V2.8 con DI32/DQ32, AI5/AQ2: módulo de entradas digitales DI16 x 24V DC, en grupos de 16; módulo de salidas digitales DQ16 x 24V DC/0,5A, en grupos de 16; módulo de entradas analógicas AI4 x U/I, AI 1xRTD, 16 bits, en grupos de 5; módulo de salidas analógicas AQ2 x U/I, 16 bits, en grupos de 2; 6 canales para contaje y medición con encóders incrementales de 24V (hasta 100 kHz); 4 canales para PTO, modulación por ancho de impulsos, salida de frecuencia (hasta 100 kHz)
Referencia	6ES7 512-1CK01-0AB0	Versión de firmware	V2.8

General\Identification & Maintenance

ID de la instalación		ID de situación	
Fecha de instalación	2022-05-17 19:10:54.987	Información adicional	

General\Sumas de verificación

Listas de textos	27 97 80 27 33 6A 26 E4	Software	DE 6F 30 32 23 DA 63 4D
-------------------------	-------------------------	-----------------	-------------------------

Recursos de conexión

	Recursos de la estación - Reservados - Máximo	Recursos de la estación - Reservados - Configurados	Recursos de la estación - Dinámicos - Configurados	Recursos del módulo - PLC_2 [CPU 1512C-1 PN] - Configurados
Número máximo de recursos:		10	78	88
	Máximo	Configurados	Configurados	Configurados
Comunicación PG:	4	-	-	-
Comunicación HMI:	4	2	0	2
Comunicación S7:	0	-	0	0
Open User Communication:	0	-	0	0
Comunicación web:	2	-	-	-
Comunicación cliente/servidor OPC UA:	0	-	-	-
Otros tipos de comunicación:	-	-	0	0
Recursos utilizados en total:		2	0	2
Recursos disponibles:		8	78	86

Sinóptico de direcciones\Sinóptico de direcciones\Sinóptico de direcciones

Entradas	True	Salidas	True
Huecos direcciones	False	Slot	True

Tipo	I	Dir. desde	0	Dir. hasta	9	Módulo	AI 5/AQ 2_1
IPP	Actualización automática	OB	-	Nombre del dispositivo	PLC_2 [CPU 1512C-1 PN]	Número de dispositivo	-
Tamaño	10 Bytes	Sistema maestro/O	-	Rack	0	Slot	1 8
Tipo	S	Dir. desde	0	Dir. hasta	3	Módulo	AI 5/AQ 2_1
IPP	Actualización automática	OB	-	Nombre del dispositivo	PLC_2 [CPU 1512C-1 PN]	Número de dispositivo	-
Tamaño	4 Bytes	Sistema maestro/O	-	Rack	0	Slot	1 8
Tipo	I	Dir. desde	10	Dir. hasta	11	Módulo	DI 16/DQ 16_1
IPP	Actualización automática	OB	-	Nombre del dispositivo	PLC_2 [CPU 1512C-1 PN]	Número de dispositivo	-
Tamaño	2 Bytes	Sistema maestro/O	-	Rack	0	Slot	1 9
Tipo	S	Dir. desde	4	Dir. hasta	5	Módulo	DI 16/DQ 16_1
IPP	Actualización automática	OB	-	Nombre del dispositivo	PLC_2 [CPU 1512C-1 PN]	Número de dispositivo	-
Tamaño	2 Bytes	Sistema maestro/O	-	Rack	0	Slot	1 9
Tipo	I	Dir. desde	12	Dir. hasta	13	Módulo	DI 16/DQ 16_2
IPP	Actualización automática	OB	-	Nombre del dispositivo	PLC_2 [CPU 1512C-1 PN]	Número de dispositivo	-
Tamaño	2 Bytes	Sistema maestro/O	-	Rack	0	Slot	1 10
Tipo	S	Dir. desde	6	Dir. hasta	7	Módulo	DI 16/DQ 16_2
IPP	Actualización automática	OB	-	Nombre del dispositivo	PLC_2 [CPU 1512C-1 PN]	Número de dispositivo	-
Tamaño	2 Bytes	Sistema maestro/O	-	Rack	0	Slot	1 10
Tipo	I	Dir. desde	14	Dir. hasta	29	Módulo	HSC_1
IPP	Actualización automática	OB	-	Nombre del dispositivo	PLC_2 [CPU 1512C-1 PN]	Número de dispositivo	-
Tamaño	16 Bytes	Sistema maestro/O	-	Rack	0	Slot	1 16
Tipo	S	Dir. desde	8	Dir. hasta	19	Módulo	HSC_1
IPP	Actualización automática	OB	-	Nombre del dispositivo	PLC_2 [CPU 1512C-1 PN]	Número de dispositivo	-
Tamaño	12 Bytes	Sistema maestro/O	-	Rack	0	Slot	1 16
Tipo	I	Dir. desde	30	Dir. hasta	45	Módulo	HSC_2
IPP	Actualización automática	OB	-	Nombre del dispositivo	PLC_2 [CPU 1512C-1 PN]	Número de dispositivo	-

Totally Integrated Automation Portal							
Tamaño	16 Bytes	Sistema maestro/IO	-	Rack	0	Slot	1 17
Tipo	S	Dir. desde	20	Dir. hasta	31	Módulo	HSC_2
IPP	Actualización automática	OB	-	Nombre del dispositivo	PLC_2 [CPU 1512C-1 PN]	Número de dispositivo	-
Tamaño	12 Bytes	Sistema maestro/IO	-	Rack	0	Slot	1 17
Tipo	I	Dir. desde	46	Dir. hasta	61	Módulo	HSC_3
IPP	Actualización automática	OB	-	Nombre del dispositivo	PLC_2 [CPU 1512C-1 PN]	Número de dispositivo	-
Tamaño	16 Bytes	Sistema maestro/IO	-	Rack	0	Slot	1 18
Tipo	S	Dir. desde	32	Dir. hasta	43	Módulo	HSC_3
IPP	Actualización automática	OB	-	Nombre del dispositivo	PLC_2 [CPU 1512C-1 PN]	Número de dispositivo	-
Tamaño	12 Bytes	Sistema maestro/IO	-	Rack	0	Slot	1 18
Tipo	I	Dir. desde	62	Dir. hasta	77	Módulo	HSC_4
IPP	Actualización automática	OB	-	Nombre del dispositivo	PLC_2 [CPU 1512C-1 PN]	Número de dispositivo	-
Tamaño	16 Bytes	Sistema maestro/IO	-	Rack	0	Slot	1 19
Tipo	S	Dir. desde	44	Dir. hasta	55	Módulo	HSC_4
IPP	Actualización automática	OB	-	Nombre del dispositivo	PLC_2 [CPU 1512C-1 PN]	Número de dispositivo	-
Tamaño	12 Bytes	Sistema maestro/IO	-	Rack	0	Slot	1 19
Tipo	I	Dir. desde	78	Dir. hasta	93	Módulo	HSC_5
IPP	Actualización automática	OB	-	Nombre del dispositivo	PLC_2 [CPU 1512C-1 PN]	Número de dispositivo	-
Tamaño	16 Bytes	Sistema maestro/IO	-	Rack	0	Slot	1 20
Tipo	S	Dir. desde	56	Dir. hasta	67	Módulo	HSC_5
IPP	Actualización automática	OB	-	Nombre del dispositivo	PLC_2 [CPU 1512C-1 PN]	Número de dispositivo	-
Tamaño	12 Bytes	Sistema maestro/IO	-	Rack	0	Slot	1 20
Tipo	I	Dir. desde	94	Dir. hasta	109	Módulo	HSC_6
IPP	Actualización automática	OB	-	Nombre del dispositivo	PLC_2 [CPU 1512C-1 PN]	Número de dispositivo	-
Tamaño	16 Bytes	Sistema maestro/IO	-	Rack	0	Slot	1 21
Tipo	S	Dir. desde	68	Dir. hasta	79	Módulo	HSC_6

Totally Integrated Automation Portal							
IPP	Actualización automática	OB	-	Nombre del dispositivo	PLC_2 [CPU 1512C-1 PN]	Número de dispositivo	-
Tamaño	12 Bytes	Sistema maestro/O	-	Rack	0	Slot	1 21
Tipo	I	Dir. desde	110	Dir. hasta	113	Módulo	Pulse_1
IPP	Actualización automática	OB	-	Nombre del dispositivo	PLC_2 [CPU 1512C-1 PN]	Número de dispositivo	-
Tamaño	4 Bytes	Sistema maestro/O	-	Rack	0	Slot	1 32
Tipo	S	Dir. desde	80	Dir. hasta	91	Módulo	Pulse_1
IPP	Actualización automática	OB	-	Nombre del dispositivo	PLC_2 [CPU 1512C-1 PN]	Número de dispositivo	-
Tamaño	12 Bytes	Sistema maestro/O	-	Rack	0	Slot	1 32
Tipo	I	Dir. desde	114	Dir. hasta	117	Módulo	Pulse_2
IPP	Actualización automática	OB	-	Nombre del dispositivo	PLC_2 [CPU 1512C-1 PN]	Número de dispositivo	-
Tamaño	4 Bytes	Sistema maestro/O	-	Rack	0	Slot	1 33
Tipo	S	Dir. desde	92	Dir. hasta	103	Módulo	Pulse_2
IPP	Actualización automática	OB	-	Nombre del dispositivo	PLC_2 [CPU 1512C-1 PN]	Número de dispositivo	-
Tamaño	12 Bytes	Sistema maestro/O	-	Rack	0	Slot	1 33
Tipo	I	Dir. desde	118	Dir. hasta	121	Módulo	Pulse_3
IPP	Actualización automática	OB	-	Nombre del dispositivo	PLC_2 [CPU 1512C-1 PN]	Número de dispositivo	-
Tamaño	4 Bytes	Sistema maestro/O	-	Rack	0	Slot	1 34
Tipo	S	Dir. desde	104	Dir. hasta	115	Módulo	Pulse_3
IPP	Actualización automática	OB	-	Nombre del dispositivo	PLC_2 [CPU 1512C-1 PN]	Número de dispositivo	-
Tamaño	12 Bytes	Sistema maestro/O	-	Rack	0	Slot	1 34
Tipo	I	Dir. desde	122	Dir. hasta	125	Módulo	Pulse_4
IPP	Actualización automática	OB	-	Nombre del dispositivo	PLC_2 [CPU 1512C-1 PN]	Número de dispositivo	-
Tamaño	4 Bytes	Sistema maestro/O	-	Rack	0	Slot	1 35
Tipo	S	Dir. desde	116	Dir. hasta	127	Módulo	Pulse_4
IPP	Actualización automática	OB	-	Nombre del dispositivo	PLC_2 [CPU 1512C-1 PN]	Número de dispositivo	-
Tamaño	12 Bytes	Sistema maestro/O	-	Rack	0	Slot	1 35

Totally Integrated
Automation Portal

Tipo	I	Dir. desde	126	Dir. hasta	129	Módulo	Área de transferencia_1
IPP	Actualización automática	OB	-	Nombre del dispositivo	HMI_2	Número de dispositivo	1
Tamaño	4 Bytes	Sistema maestro/O	PROFINET IO-System [100]	Rack	0	Slot	5 X1

Bloques de programa

Main [OB1]

Main Propiedades

General

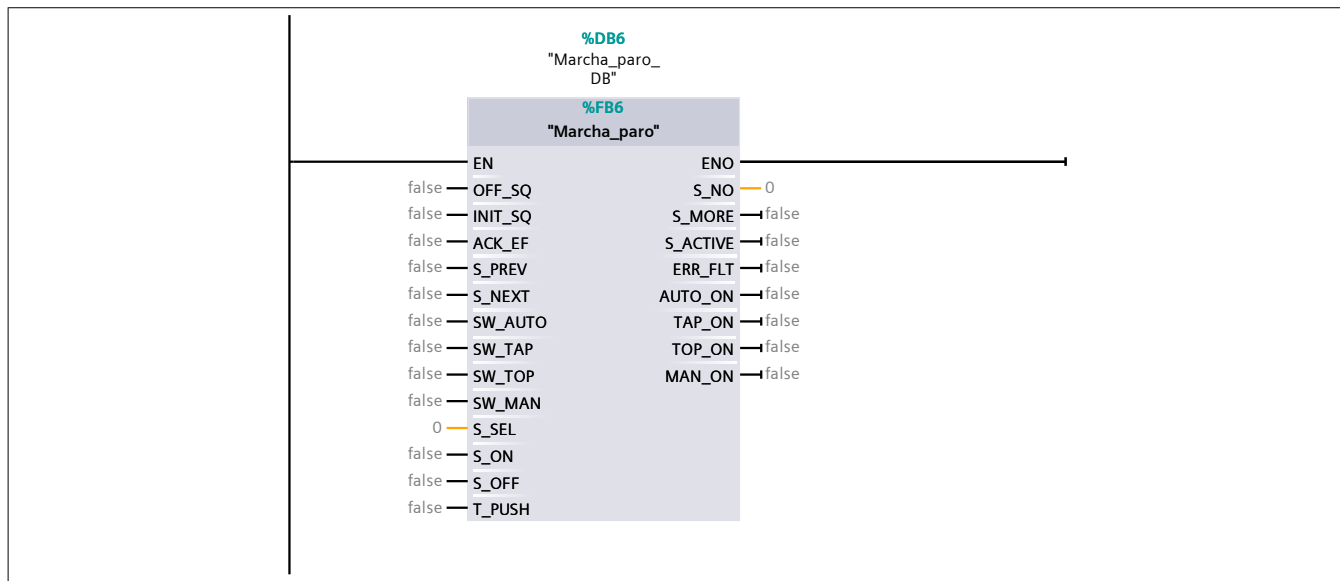
Nombre	Main	Número	1	Tipo	OB
Idioma	KOP	Numeración	Automático		

Información

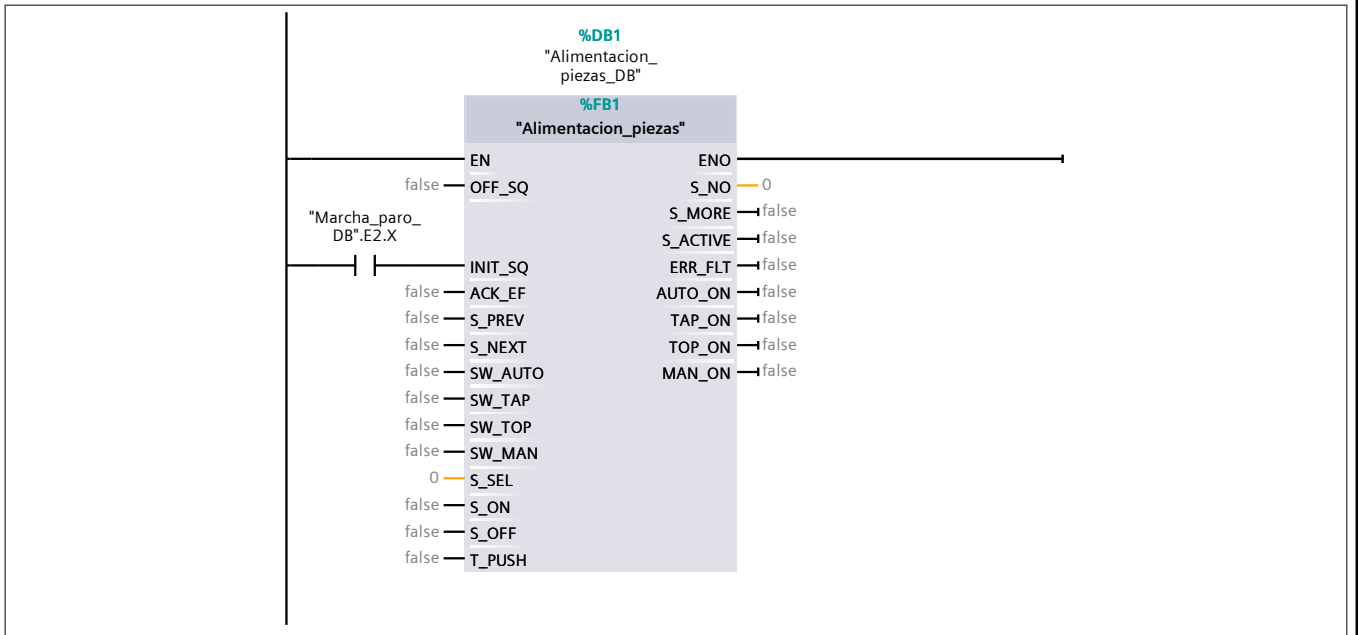
Título	"Main Program Sweep (Cycle)"	Autor		Comentario	
Familia		Versión	0.1	ID personalizado	

Nombre	Tipo de datos	Valor predet.
▼ Input		
Initial_Call	Bool	
Remanence	Bool	
Temp		
Constant		

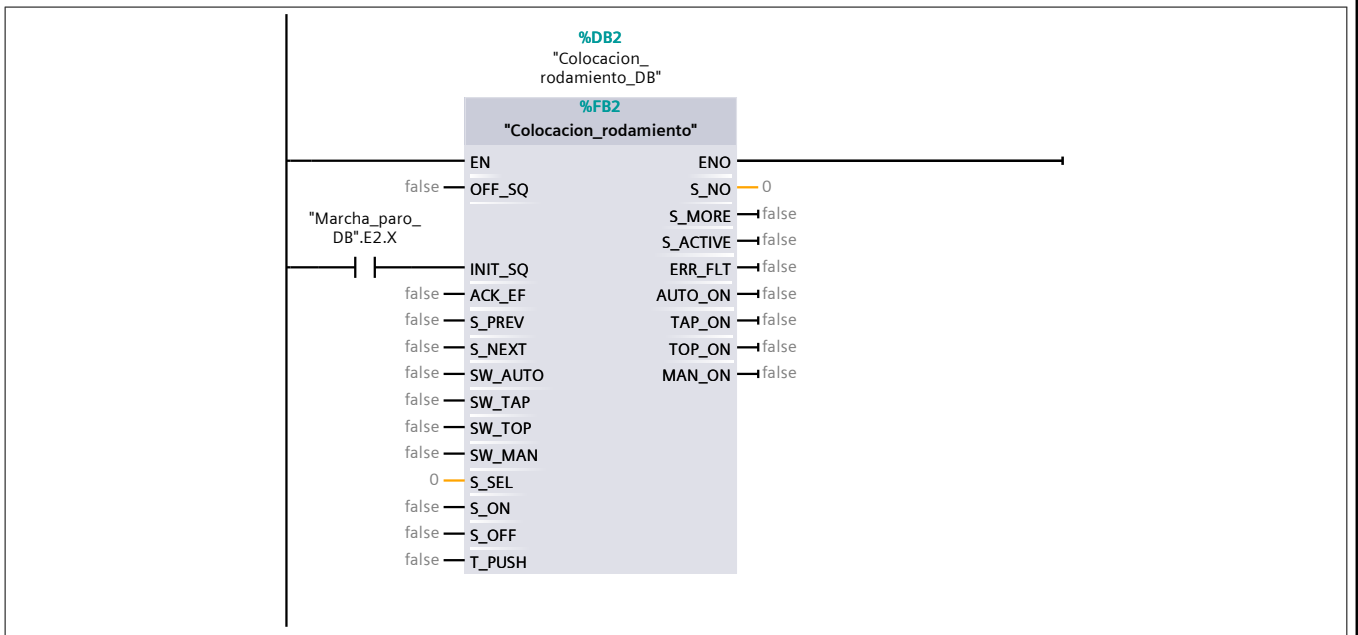
Segmento 1: Inicio



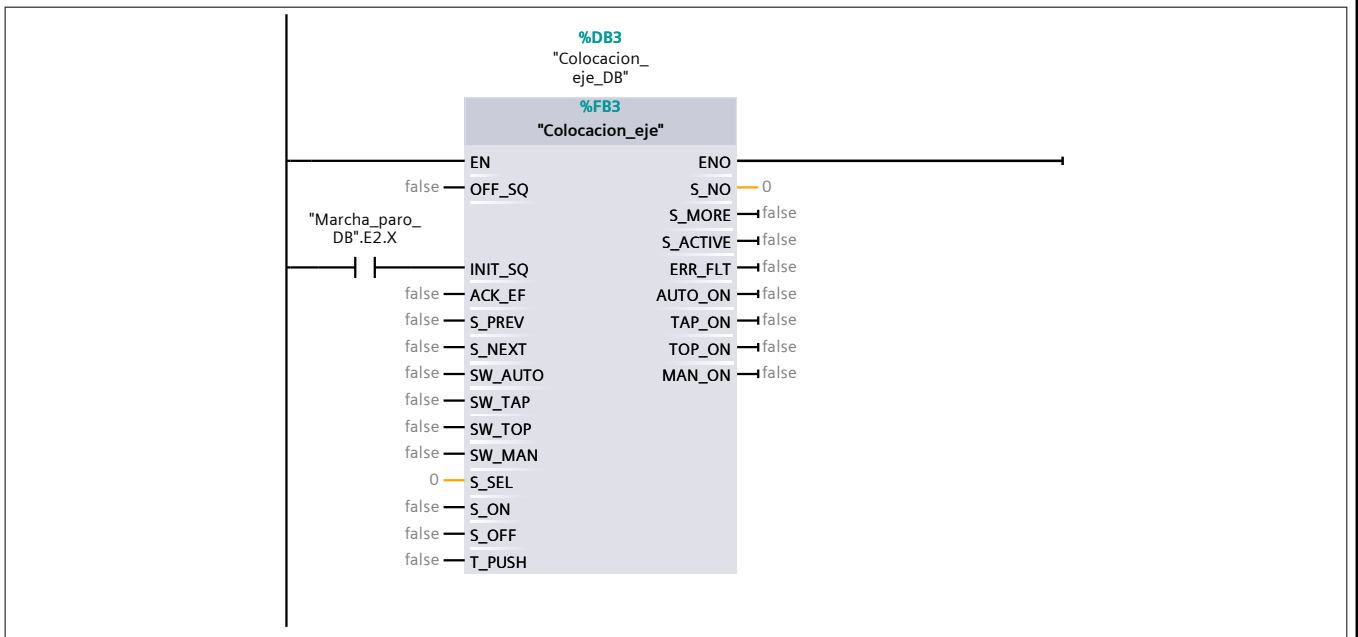
Segmento 2: Alimentacion de piezas



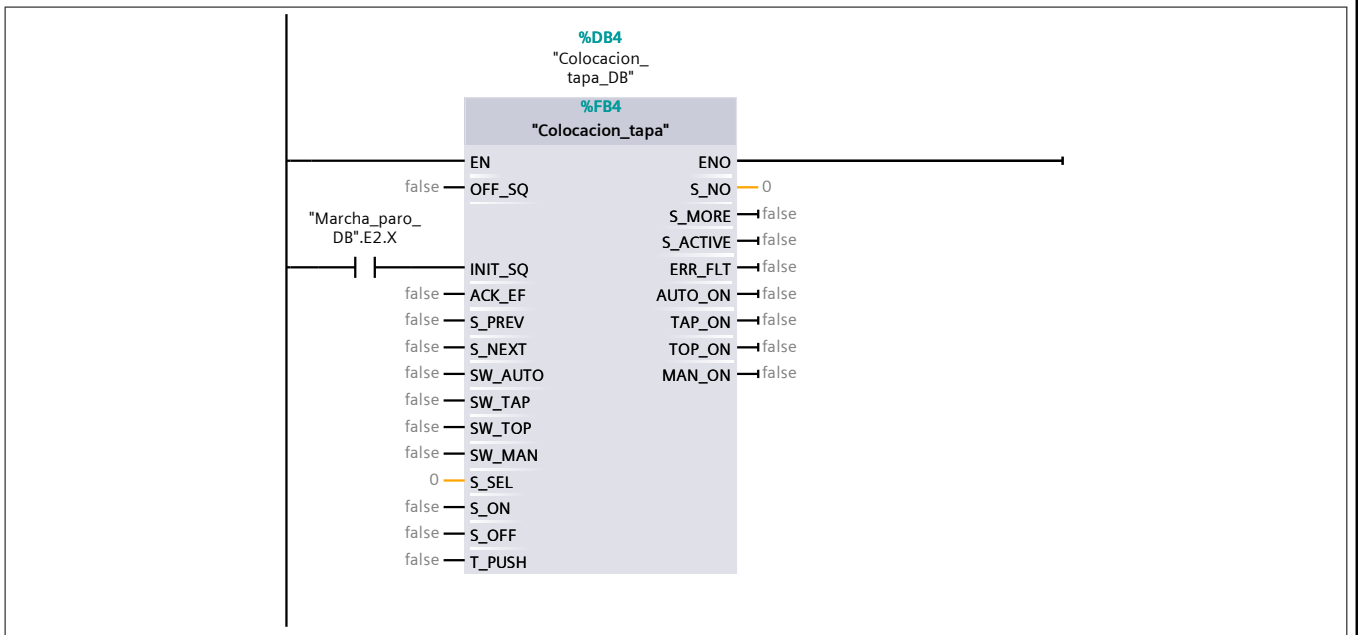
Segmento 3: Colocar rodamiento



Segmento 4: Colocar eje



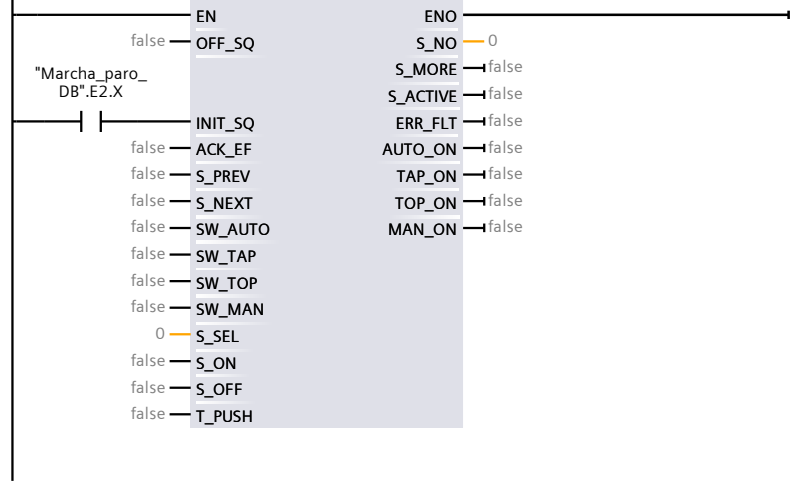
Segmento 5: Colocar tapa



Segmento 6: Expulsar pieza

%DB5
"Expulsion_
pieza_DB"

%FB5
"Expulsion_pieza"



Bloques de programa

Alimentacion_piezas [FB1]

Alimentacion_piezas Propiedades

General

Nombre	Alimentacion_piezas	Número	1	Tipo	FB
Idioma	GRAPH	Numeración	Automático	Lenguaje del segmento	KOP
Versión del bloque	V6.0				

Información

Título		Autor		Comentario	
Familia		Versión	0.1	ID personalizado	

Nombre	Tipo de datos	Valor predet.	Remanencia
▼ Input			
OFF_SQ	Bool	false	No remanente
INIT_SQ	Bool	false	No remanente
ACK_EF	Bool	false	No remanente
S_PREV	Bool	false	No remanente
S_NEXT	Bool	false	No remanente
SW_AUTO	Bool	false	No remanente
SW_TAP	Bool	false	No remanente
SW_TOP	Bool	false	No remanente
SW_MAN	Bool	false	No remanente
S_SEL	Int	0	No remanente
S_ON	Bool	false	No remanente
S_OFF	Bool	false	No remanente
T_PUSH	Bool	false	No remanente
▼ Output			
S_NO	Int	0	No remanente
S_MORE	Bool	false	No remanente
S_ACTIVE	Bool	false	No remanente
ERR_FLT	Bool	false	No remanente
AUTO_ON	Bool	false	No remanente
TAP_ON	Bool	false	No remanente
TOP_ON	Bool	false	No remanente
MAN_ON	Bool	false	No remanente
InOut			
▼ Static			
RT_DATA	G7_RTDataPlus_V6		No remanente
marcha	G7_Transition-Plus_V6		No remanente
a1	G7_Transition-Plus_V6		No remanente
c1	G7_Transition-Plus_V6		No remanente
Trans4	G7_Transition-Plus_V6		No remanente
Trans5	G7_Transition-Plus_V6		No remanente
Trans6	G7_Transition-Plus_V6		No remanente

Totally Integrated Automation Portal		
--------------------------------------	--	--

Nombre	Tipo de datos	Valor predet.	Remanencia
Trans8	G7_Transition-Plus_V6		No remanente
Trans10	G7_Transition-Plus_V6		No remanente
Trans11	G7_Transition-Plus_V6		No remanente
E10	G7_StepPlus_V6		No remanente
E11	G7_StepPlus_V6		No remanente
E12	G7_StepPlus_V6		No remanente
E13	G7_StepPlus_V6		No remanente
E14	G7_StepPlus_V6		No remanente
E15	G7_StepPlus_V6		No remanente
E16	G7_StepPlus_V6		No remanente
E17	G7_StepPlus_V6		No remanente
Temp			
Constant			

Avisos

Activar avisos	True
----------------	------

Categoría	Criterio de habilitación de la categoría	Discriminador
Error		0
Advertencia		0
Información		0
Categoría 4		0
Categoría 5		0
Categoría 6		0
Categoría 7		0
Categoría 8		0

Categoría para enclavamientos	Error	Subcategoría 1 para enclavamientos		Subcategoría 2 para enclavamientos	
--------------------------------------	-------	---	--	---	--

Categoría para supervisiones	Error	Subcategoría 1 para supervisiones		Subcategoría 2 para supervisiones	
-------------------------------------	-------	--	--	--	--

Categoría para advertencias GRAPH	Advertencia	Subcategoría 1 para advertencias GRAPH		Subcategoría 2 para advertencias GRAPH	
--	-------------	---	--	---	--

Instrucciones permanentes anteriores

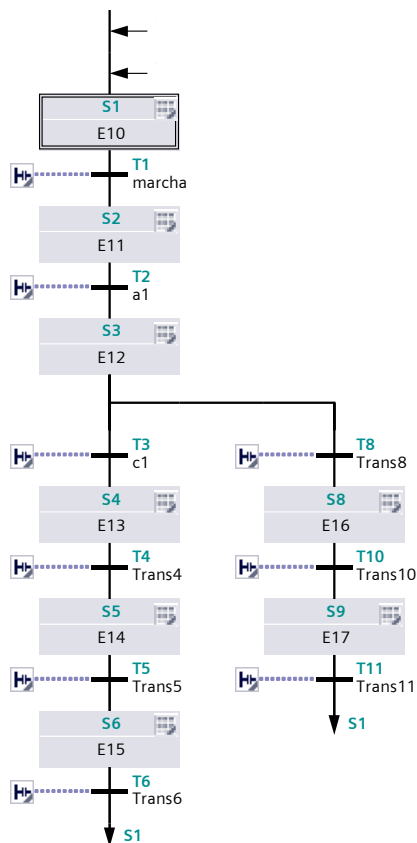
1:

--	--

Cadenas (1)

1:

--	--	--

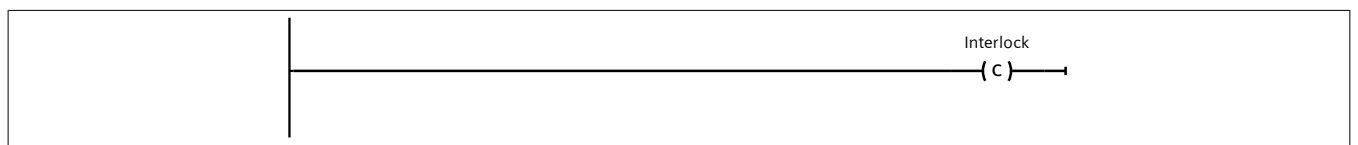


S1 - [Etapa inicial]:E10

Interlock -(c)-:

Aviso de Interlock

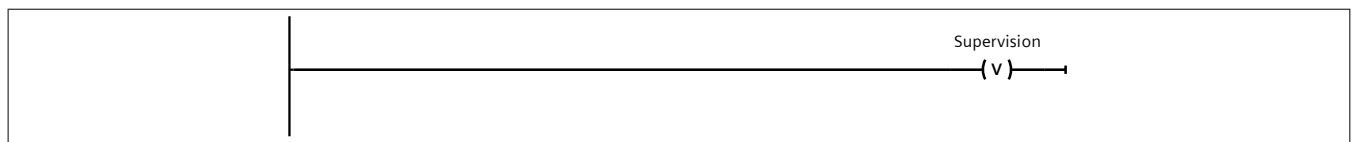
Texto del aviso



Supervision -(v)-:

Aviso de Supervision

Texto del aviso

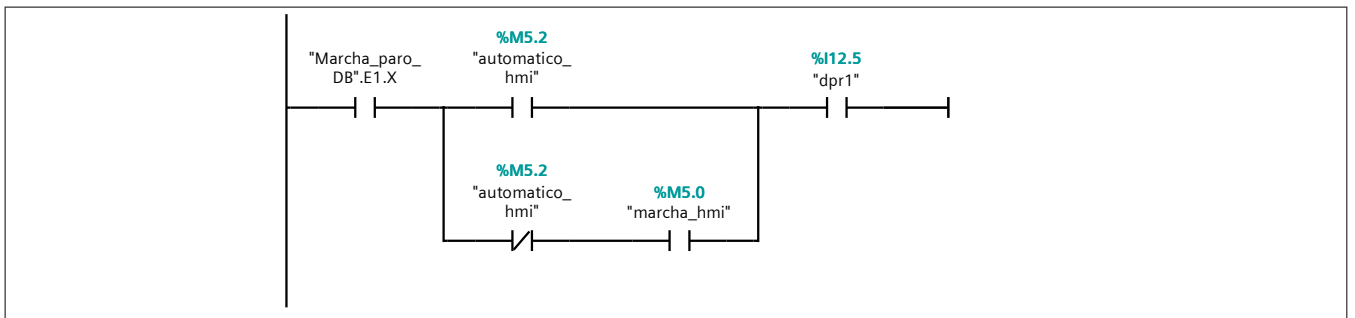


Acciones:

Acciones:

Interlock	Evento	Identificador	Acción

T1:marcha

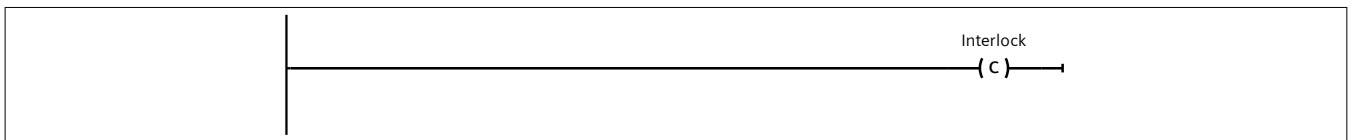


S2:E11

Interlock -(c)-:

Aviso de Interlock

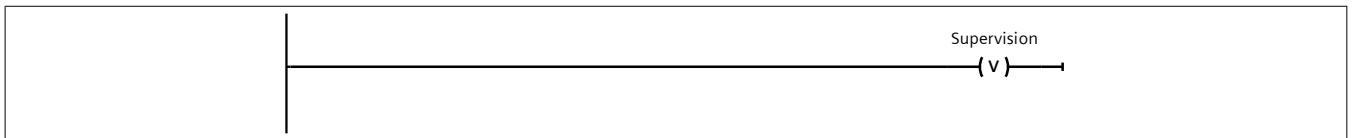
Texto del aviso



Supervision -(v)-:

Aviso de Supervision

Texto del aviso

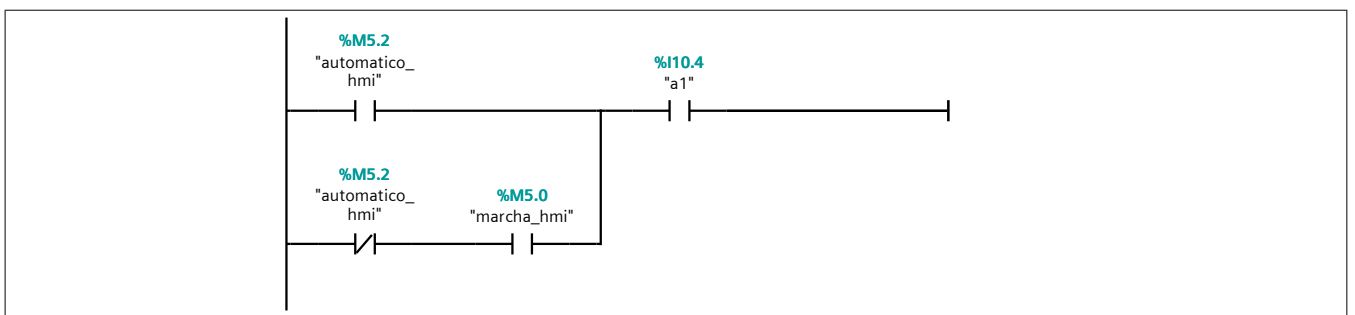


Acciones: Piston alimentador

Acciones:

Interlock	Evento	Identificador	Acción
		N	"a_mas"
		R	"unir_pieza"

T2:a1

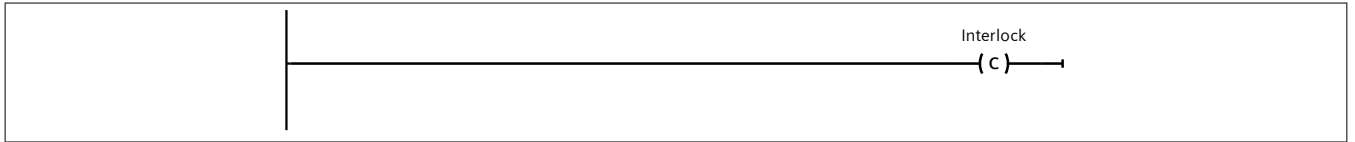


S3:E12

Interlock -(c)-:

Aviso de Interlock

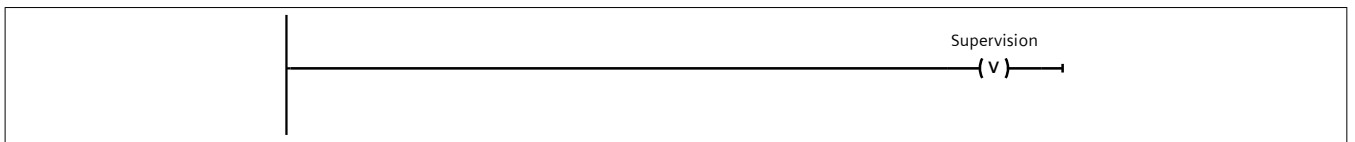
Texto del aviso



Supervision -(v)-:

Aviso de Supervision

Texto del aviso

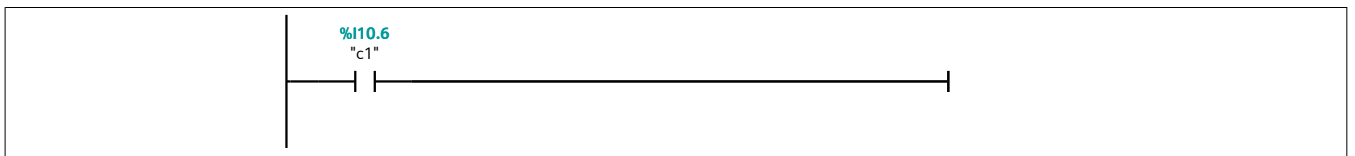


Acciones: Verificar posición

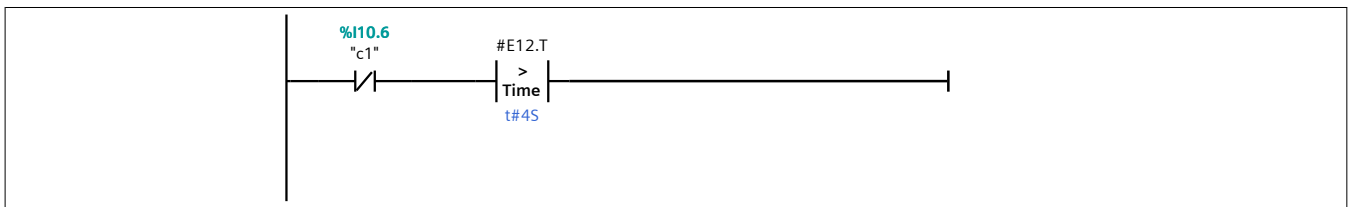
Acciones:

Interlock	Evento	Identificador	Acción
		N	"a_mas"
		N	"c_mas"

T3:c1



T8:Trans8



S4:E13

Interlock -(c)-:

Aviso de Interlock

Texto del aviso



Interlock
(c)

Supervision -(v)-:

Aviso de Supervision

Texto del aviso

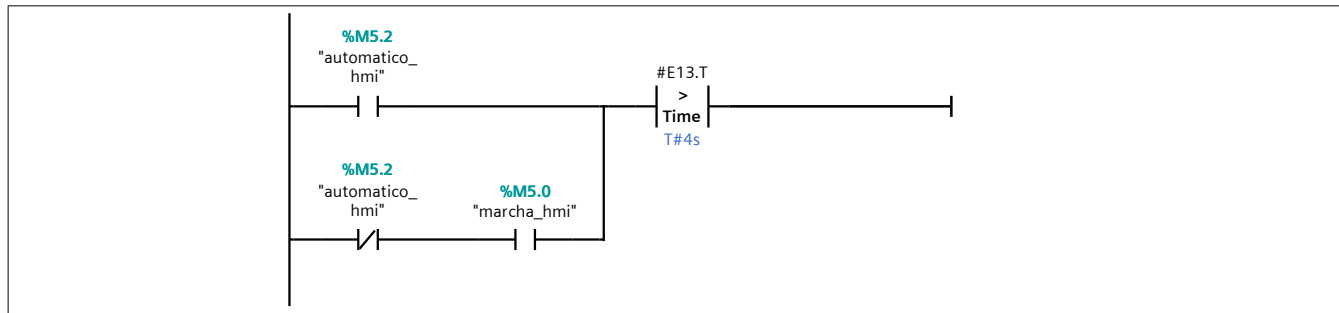
Supervision
(v)

Acciones: Espera

Acciones:

Interlock	Evento	Identificador	Acción

T4:Trans4



S5:E14

Interlock -(c)-:

Aviso de Interlock

Texto del aviso

Interlock
(c)

Supervision -(v)-:

Aviso de Supervision

Texto del aviso

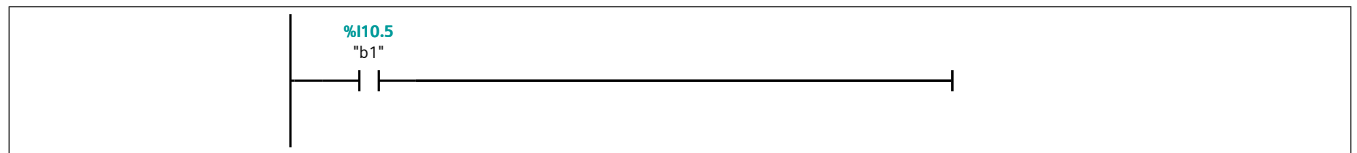
Supervision
(v)

Acciones: Avance cilindro traslado base

Acciones:

Interlock	Evento	Identificador	Acción
		N	"b_mas"

T5:Trans5

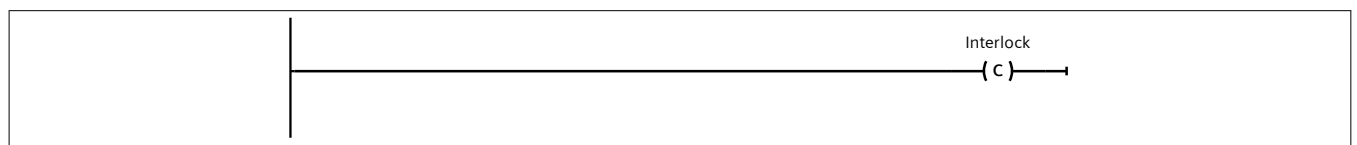


S6:E15

Interlock -(c)-:

Aviso de Interlock

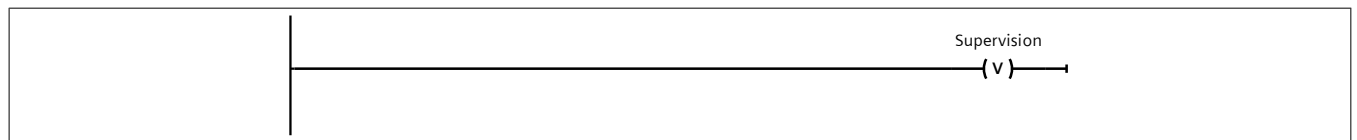
Texto del aviso	
-----------------	--



Supervision -(v)-:

Aviso de Supervision

Texto del aviso	
-----------------	--

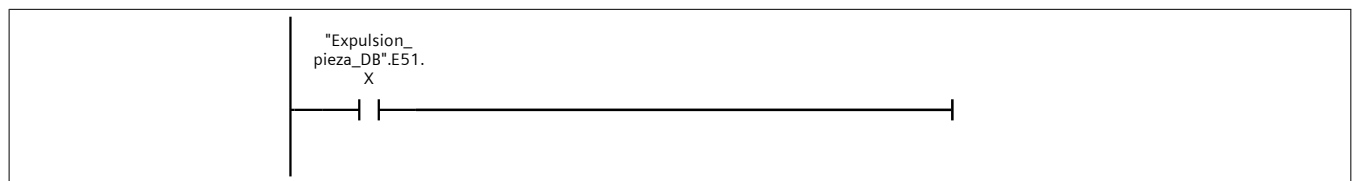


Acciones:

Acciones:

Interlock	Evento	Identificador	Acción
		N	"b_mas"

T6:Trans6

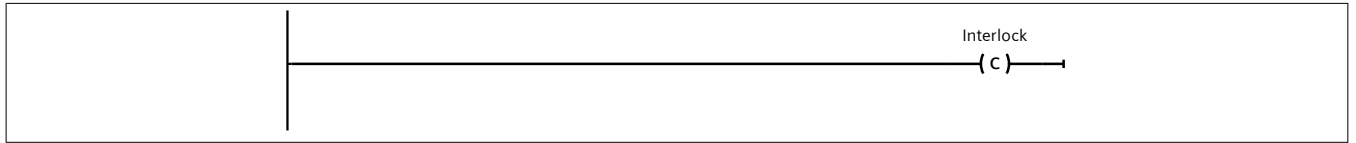


S8:E16

Interlock -(c)-:

Aviso de Interlock

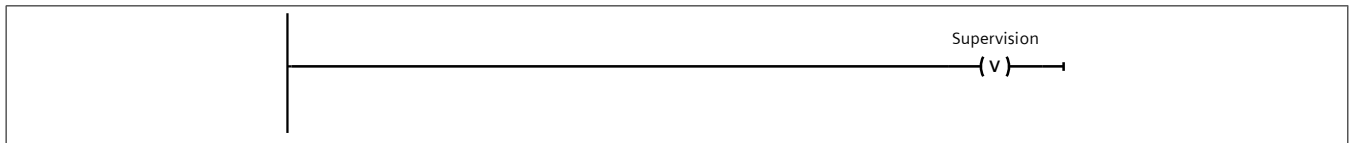
Texto del aviso



Supervision -(v)-:

Aviso de Supervision

Texto del aviso

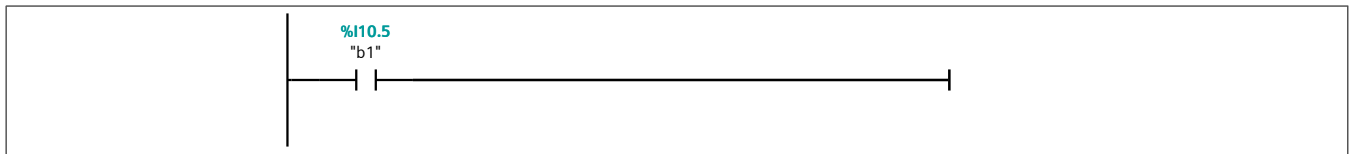


Acciones:

Acciones:

Interlock	Evento	Identificador	Acción
		N	"a_mas"

T10:Trans10

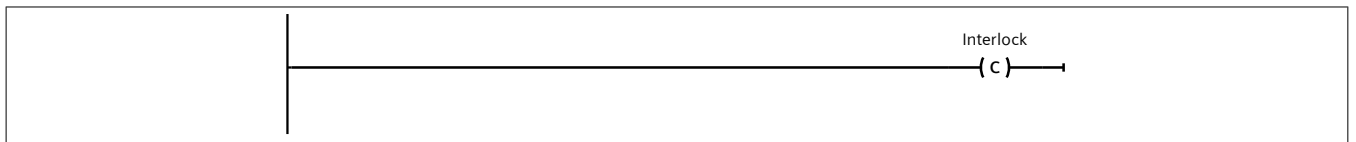


S9:E17

Interlock -(c)-:

Aviso de Interlock

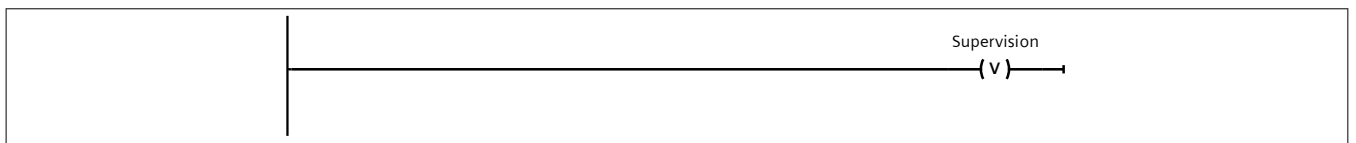
Texto del aviso



Supervision -(v)-:

Aviso de Supervision

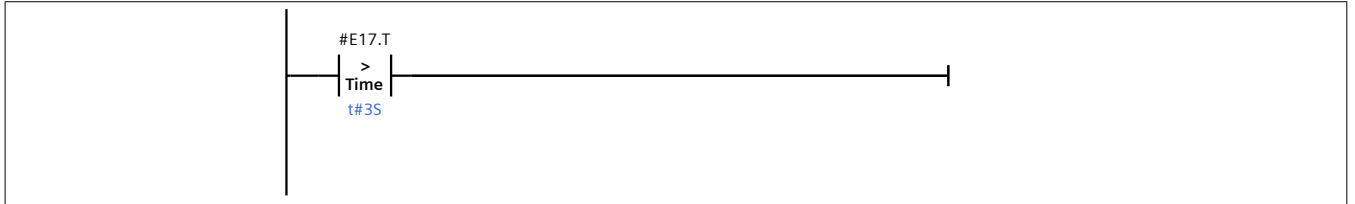
Texto del aviso



Acciones:

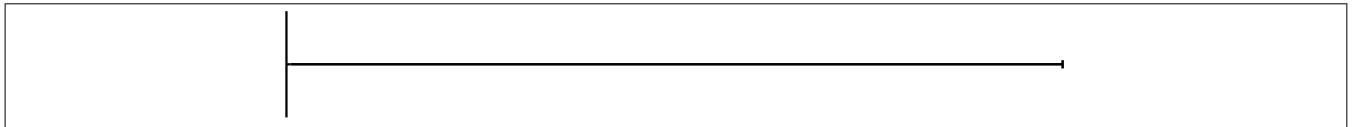
Acciones:			
Interlock	Evento	Identificador	Acción
		N	"d_mas"

T11:Trans11



Instrucciones permanentes posteriores

1:



Bloques de programa

Alimentacion_piezas_DB [DB1]

Alimentacion_piezas_DB Propiedades

General

Nombre	Alimentacion_piezas_DB	Número	1	Tipo	DB
Idioma	DB	Numeración	Automático		

Información

Título		Autor		Comentario	
Familia		Versión	0.1	ID personali- zado	

Nombre	Tipo de datos	Valor de arranque	Remanencia
▼ Input			
OFF_SQ	Bool	false	False
INIT_SQ	Bool	false	False
ACK_EF	Bool	false	False
S_PREV	Bool	false	False
S_NEXT	Bool	false	False
SW_AUTO	Bool	false	False
SW_TAP	Bool	false	False
SW_TOP	Bool	false	False
SW_MAN	Bool	false	False
S_SEL	Int	0	False
S_ON	Bool	false	False
S_OFF	Bool	false	False
T_PUSH	Bool	false	False
▼ Output			
S_NO	Int	0	False
S_MORE	Bool	false	False
S_ACTIVE	Bool	false	False
ERR_FLT	Bool	false	False
AUTO_ON	Bool	false	False
TAP_ON	Bool	false	False
TOP_ON	Bool	false	False
MAN_ON	Bool	false	False
InOut			
▼ Static			
RT_DATA	G7_RTDataPlus_V6		False
marcha	G7_TransitionPlus_V6		False
a1	G7_TransitionPlus_V6		False
c1	G7_TransitionPlus_V6		False
Trans4	G7_TransitionPlus_V6		False
Trans5	G7_TransitionPlus_V6		False
Trans6	G7_TransitionPlus_V6		False
Trans8	G7_TransitionPlus_V6		False
Trans10	G7_TransitionPlus_V6		False
Trans11	G7_TransitionPlus_V6		False
E10	G7_StepPlus_V6		False
E11	G7_StepPlus_V6		False
E12	G7_StepPlus_V6		False
E13	G7_StepPlus_V6		False

Totally Integrated
Automation Portal

Nombre	Tipo de datos	Valor de arranque	Remanencia
E14	G7_StepPlus_V6		False
E15	G7_StepPlus_V6		False
E16	G7_StepPlus_V6		False
E17	G7_StepPlus_V6		False

Bloques de programa

Colocacion_rodamiento [FB2]

Colocacion_rodamiento Propiedades

General

Nombre	Colocacion_rodamiento	Número	2	Tipo	FB
Idioma	GRAPH	Numeración	Automático	Lenguaje del segmento	KOP
Versión del bloque	V6.0				

Información

Título		Autor		Comentario	
Familia		Versión	0.1	ID personalizado	

Nombre	Tipo de datos	Valor predet.	Remanencia
▼ Input			
OFF_SQ	Bool	false	No remanente
INIT_SQ	Bool	false	No remanente
ACK_EF	Bool	false	No remanente
S_PREV	Bool	false	No remanente
S_NEXT	Bool	false	No remanente
SW_AUTO	Bool	false	No remanente
SW_TAP	Bool	false	No remanente
SW_TOP	Bool	false	No remanente
SW_MAN	Bool	false	No remanente
S_SEL	Int	0	No remanente
S_ON	Bool	false	No remanente
S_OFF	Bool	false	No remanente
T_PUSH	Bool	false	No remanente
▼ Output			
S_NO	Int	0	No remanente
S_MORE	Bool	false	No remanente
S_ACTIVE	Bool	false	No remanente
ERR_FLT	Bool	false	No remanente
AUTO_ON	Bool	false	No remanente
TAP_ON	Bool	false	No remanente
TOP_ON	Bool	false	No remanente
MAN_ON	Bool	false	No remanente
InOut			
▼ Static			
RT_DATA	G7_RTDataPlus_V6		No remanente
Trans1	G7_Transition-Plus_V6		No remanente
Trans2	G7_Transition-Plus_V6		No remanente
Trans3	G7_Transition-Plus_V6		No remanente
Trans4	G7_Transition-Plus_V6		No remanente
Trans5	G7_Transition-Plus_V6		No remanente
Trans6	G7_Transition-Plus_V6		No remanente

Nombre	Tipo de datos	Valor predet.	Remanencia
Trans7	G7_Transition-Plus_V6		No remanente
E20	G7_StepPlus_V6		No remanente
E21	G7_StepPlus_V6		No remanente
E22	G7_StepPlus_V6		No remanente
E23	G7_StepPlus_V6		No remanente
E24	G7_StepPlus_V6		No remanente
E25	G7_StepPlus_V6		No remanente
E26	G7_StepPlus_V6		No remanente
Temp			
Constant			

Avisos

Activar avisos	True
----------------	------

Categoría	Criterio de habilitación de la categoría	Discriminador
Error		0
Advertencia		0
Información		0
Categoría 4		0
Categoría 5		0
Categoría 6		0
Categoría 7		0
Categoría 8		0

Categoría para enclavamientos	Error	Subcategoría 1 para enclavamientos		Subcategoría 2 para enclavamientos	
-------------------------------	-------	------------------------------------	--	------------------------------------	--

Categoría para supervisiones	Error	Subcategoría 1 para supervisiones		Subcategoría 2 para supervisiones	
------------------------------	-------	-----------------------------------	--	-----------------------------------	--

Categoría para advertencias GRAPH	Advertencia	Subcategoría 1 para advertencias GRAPH		Subcategoría 2 para advertencias GRAPH	
-----------------------------------	-------------	--	--	--	--

Instrucciones permanentes anteriores

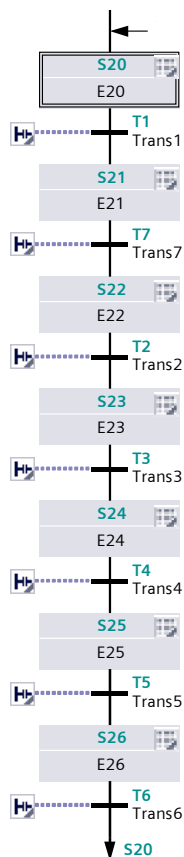
1:

--	--

Cadenas (1)

1:

--	--

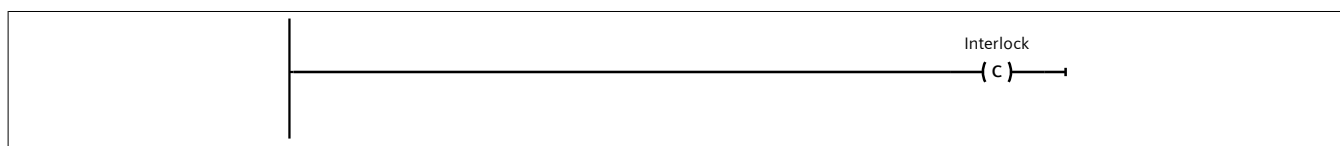


S20 - [Etapa inicial]:E20

Interlock -(c)-:

Aviso de Interlock

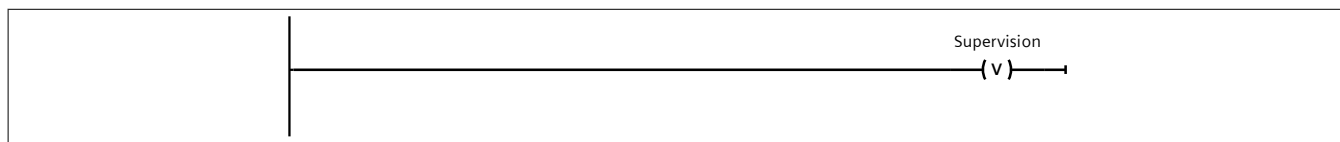
Texto del aviso



Supervision -(v)-:

Aviso de Supervision

Texto del aviso

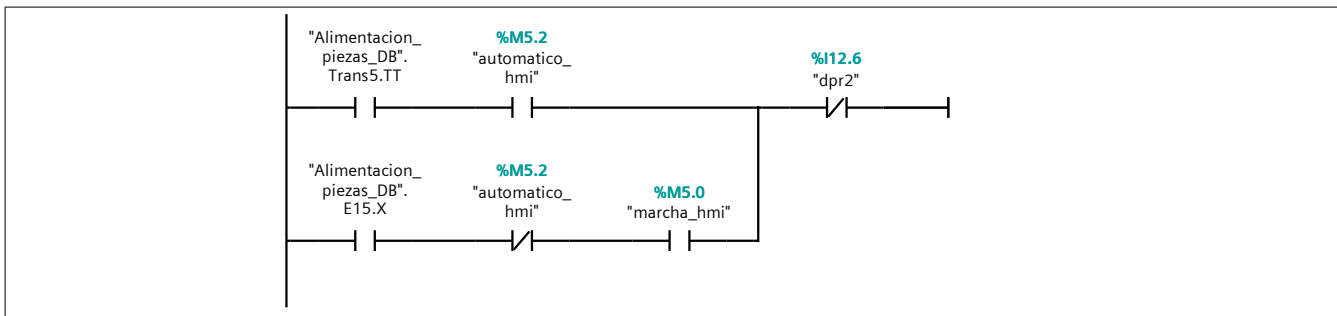


Acciones:

Acciones:

Interlock	Evento	Identificador	Acción

T1:Trans1

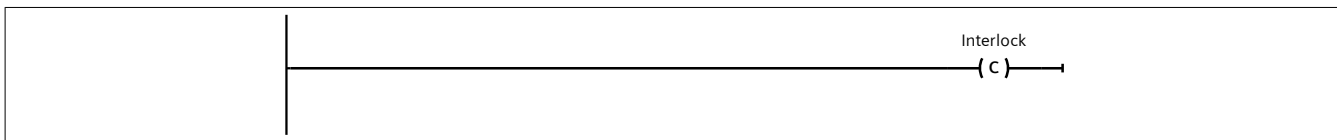


S22:E22

Interlock -(c)-:

Aviso de Interlock

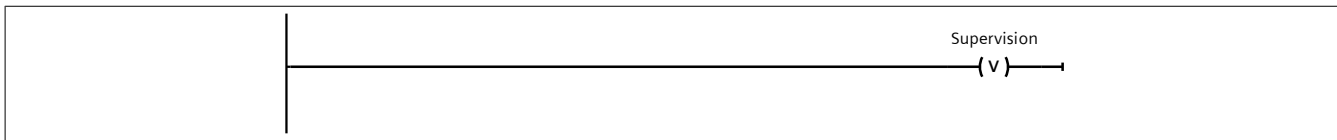
Texto del aviso



Supervision -(v)-:

Aviso de Supervision

Texto del aviso

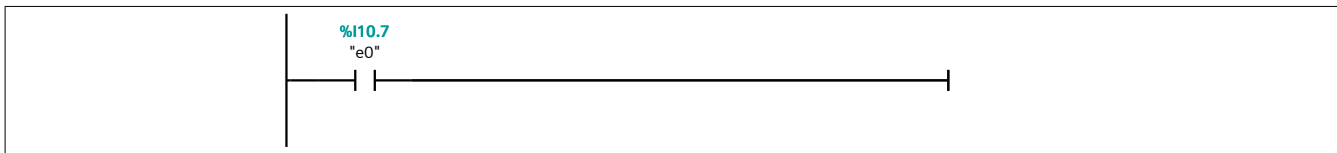


Acciones:

Acciones:

Interlock	Evento	Identificador	Acción
		N	"e_menos"

T2:Trans2

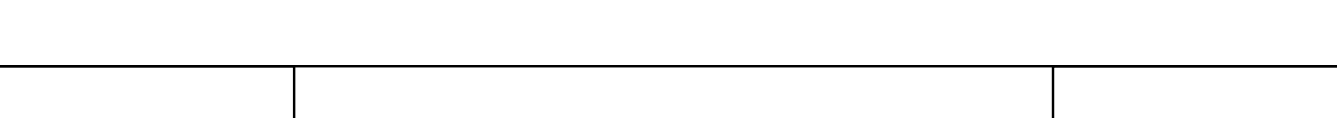


S23:E23

Interlock -(c)-:

Aviso de Interlock

Texto del aviso



Interlock
(c)

Supervision -(v)-:

Aviso de Supervision

Texto del aviso

Supervision
(v)

Acciones:

Acciones:

Interlock	Evento	Identificador	Acción
		N	"e_menos"
		N	"f_mas"

T3:Trans3

#E23.T
>
Time
t#1s

S24:E24

Interlock -(c)-:

Aviso de Interlock

Texto del aviso

Interlock
(c)

Supervision -(v)-:

Aviso de Supervision

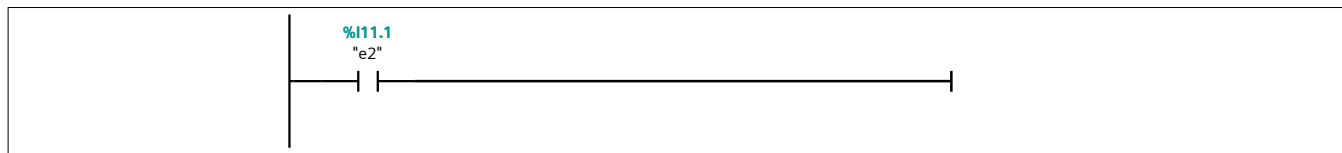
Texto del aviso

Supervision
(v)

Acciones:

Acciones:			
Interlock	Evento	Identificador	Acción
		N	"f_mas"
		N	"e_mas"

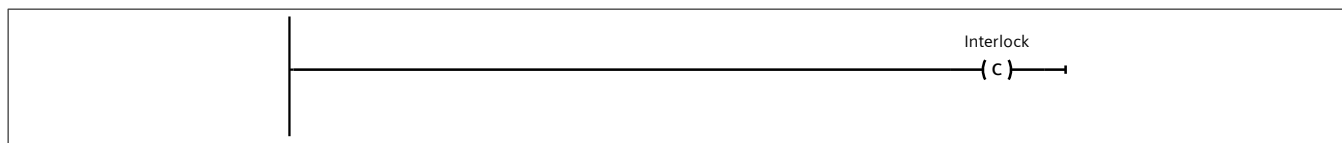
T4:Trans4



S25:E25

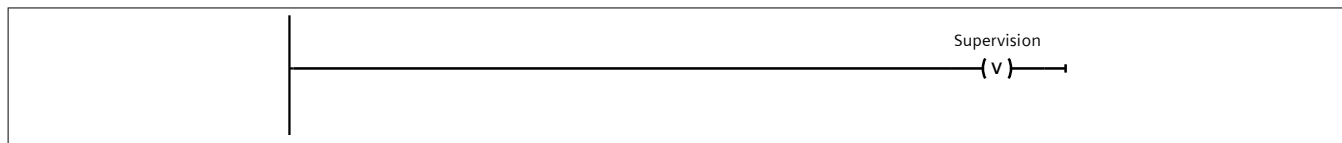
Interlock -(c)-:

Aviso de Interlock	
Texto del aviso	



Supervision -(v)-:

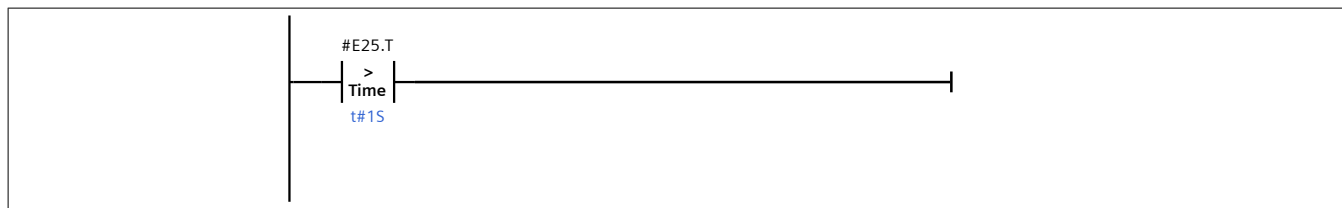
Aviso de Supervision	
Texto del aviso	



Acciones:

Acciones:			
Interlock	Evento	Identificador	Acción
		N	"e_mas"

T5:Trans5

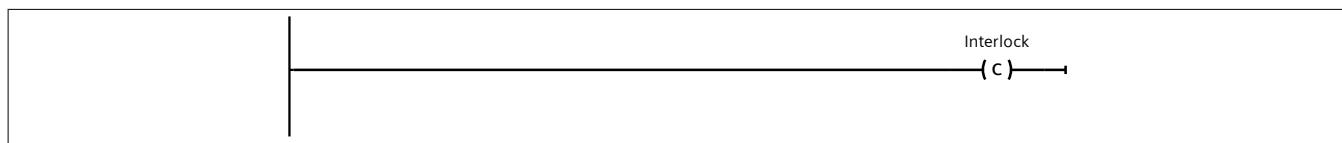


S26:E26

Interlock -(c)-:

Aviso de Interlock

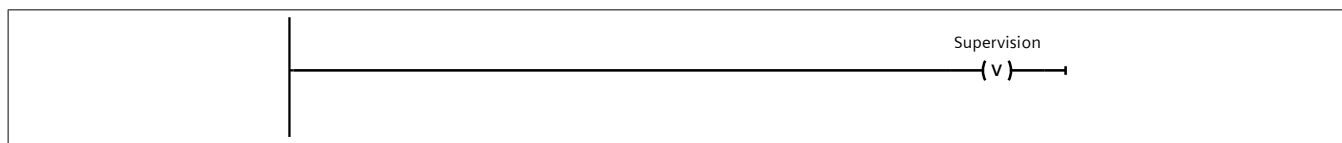
Texto del aviso



Supervision -(v)-:

Aviso de Supervision

Texto del aviso

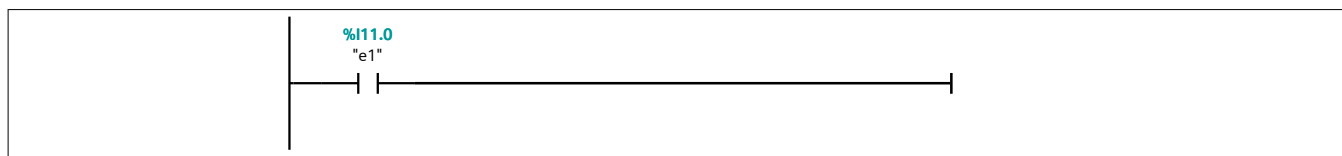


Acciones:

Acciones:

Interlock	Evento	Identificador	Acción

T6:Trans6

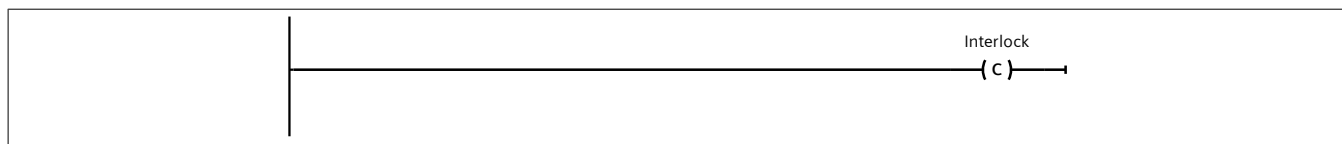


S21:E21

Interlock -(c)-:

Aviso de Interlock

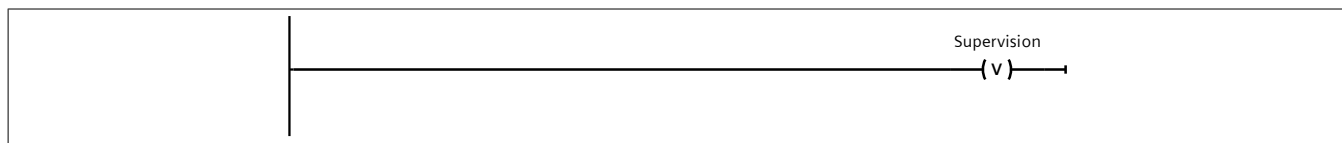
Texto del aviso



Supervision -(v)-:

Aviso de Supervision

Texto del aviso



Acciones:

Acciones:

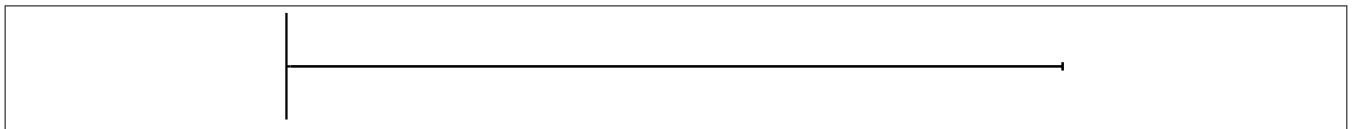
Interlock	Evento	Identificador	Acción

T7:Trans7



Instrucciones permanentes posteriores

1:



Bloques de programa

Colocacion_rodamiento_DB [DB2]

Colocacion_rodamiento_DB Propiedades

General

Nombre	Colocacion_rodamiento_DB	Número	2	Tipo	DB
Idioma	DB	Numeración	Automático		

Información

Título		Autor		Comentario	
Familia		Versión	0.1	ID personalizado	

Nombre	Tipo de datos	Valor de arranque	Remanencia
▼ Input			
OFF_SQ	Bool	false	False
INIT_SQ	Bool	false	False
ACK_EF	Bool	false	False
S_PREV	Bool	false	False
S_NEXT	Bool	false	False
SW_AUTO	Bool	false	False
SW_TAP	Bool	false	False
SW_TOP	Bool	false	False
SW_MAN	Bool	false	False
S_SEL	Int	0	False
S_ON	Bool	false	False
S_OFF	Bool	false	False
T_PUSH	Bool	false	False
▼ Output			
S_NO	Int	0	False
S_MORE	Bool	false	False
S_ACTIVE	Bool	false	False
ERR_FLT	Bool	false	False
AUTO_ON	Bool	false	False
TAP_ON	Bool	false	False
TOP_ON	Bool	false	False
MAN_ON	Bool	false	False
InOut			
▼ Static			
RT_DATA	G7_RTDataPlus_V6		False
Trans1	G7_TransitionPlus_V6		False
Trans2	G7_TransitionPlus_V6		False
Trans3	G7_TransitionPlus_V6		False
Trans4	G7_TransitionPlus_V6		False
Trans5	G7_TransitionPlus_V6		False
Trans6	G7_TransitionPlus_V6		False
Trans7	G7_TransitionPlus_V6		False
E20	G7_StepPlus_V6		False
E21	G7_StepPlus_V6		False
E22	G7_StepPlus_V6		False
E23	G7_StepPlus_V6		False
E24	G7_StepPlus_V6		False

Totally Integrated
Automation Portal

Nombre	Tipo de datos	Valor de arranque	Remanencia
E25	G7_StepPlus_V6		False
E26	G7_StepPlus_V6		False

Bloques de programa

Colocacion_eje [FB3]

Colocacion_eje Propiedades

General

Nombre	Colocacion_eje	Número	3	Tipo	FB
Idioma	GRAPH	Numeración	Automático	Lenguaje del segmento	KOP
Versión del bloque	V6.0				

Información

Título		Autor		Comentario	
Familia		Versión	0.1	ID personalizado	

Nombre	Tipo de datos	Valor predet.	Remanencia
▼ Input			
OFF_SQ	Bool	false	No remanente
INIT_SQ	Bool	false	No remanente
ACK_EF	Bool	false	No remanente
S_PREV	Bool	false	No remanente
S_NEXT	Bool	false	No remanente
SW_AUTO	Bool	false	No remanente
SW_TAP	Bool	false	No remanente
SW_TOP	Bool	false	No remanente
SW_MAN	Bool	false	No remanente
S_SEL	Int	0	No remanente
S_ON	Bool	false	No remanente
S_OFF	Bool	false	No remanente
T_PUSH	Bool	false	No remanente
▼ Output			
S_NO	Int	0	No remanente
S_MORE	Bool	false	No remanente
S_ACTIVE	Bool	false	No remanente
ERR_FLT	Bool	false	No remanente
AUTO_ON	Bool	false	No remanente
TAP_ON	Bool	false	No remanente
TOP_ON	Bool	false	No remanente
MAN_ON	Bool	false	No remanente
InOut			
▼ Static			
RT_DATA	G7_RTDataPlus_V6		No remanente
Trans1	G7_Transition-Plus_V6		No remanente
Trans2	G7_Transition-Plus_V6		No remanente
Trans3	G7_Transition-Plus_V6		No remanente
Trans4	G7_Transition-Plus_V6		No remanente
Trans5	G7_Transition-Plus_V6		No remanente
Trans6	G7_Transition-Plus_V6		No remanente

Totally Integrated Automation Portal		
--------------------------------------	--	--

Nombre	Tipo de datos	Valor predet.	Remanencia
Trans7	G7_Transition-Plus_V6		No remanente
Trans8	G7_Transition-Plus_V6		No remanente
Trans9	G7_Transition-Plus_V6		No remanente
Trans10	G7_Transition-Plus_V6		No remanente
E30	G7_StepPlus_V6		No remanente
E32	G7_StepPlus_V6		No remanente
E33	G7_StepPlus_V6		No remanente
E34	G7_StepPlus_V6		No remanente
E35	G7_StepPlus_V6		No remanente
E36	G7_StepPlus_V6		No remanente
E37	G7_StepPlus_V6		No remanente
E38	G7_StepPlus_V6		No remanente
E39	G7_StepPlus_V6		No remanente
E31	G7_StepPlus_V6		No remanente
Temp			
Constant			

Avisos

Activar avisos	True
----------------	------

Categoría	Criterio de habilitación de la categoría	Discriminador
Error		0
Advertencia		0
Información		0
Categoría 4		0
Categoría 5		0
Categoría 6		0
Categoría 7		0
Categoría 8		0

Categoría para enclavamientos	Error	Subcategoría 1 para enclavamientos		Subcategoría 2 para enclavamientos	
-------------------------------	-------	------------------------------------	--	------------------------------------	--

Categoría para supervisiones	Error	Subcategoría 1 para supervisiones		Subcategoría 2 para supervisiones	
------------------------------	-------	-----------------------------------	--	-----------------------------------	--

Categoría para advertencias GRAPH	Advertencia	Subcategoría 1 para advertencias GRAPH		Subcategoría 2 para advertencias GRAPH	
-----------------------------------	-------------	--	--	--	--

Instrucciones permanentes anteriores

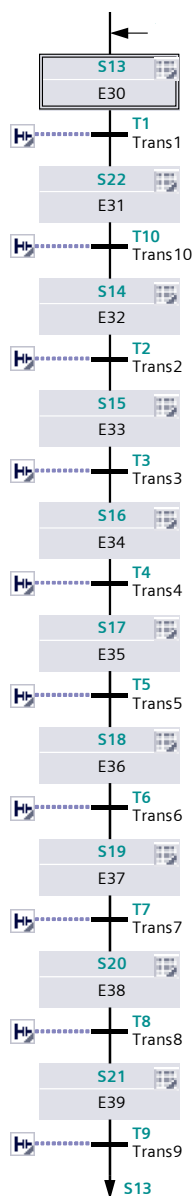
1:

--	--

Cadenas (1)

1:

--	--	--

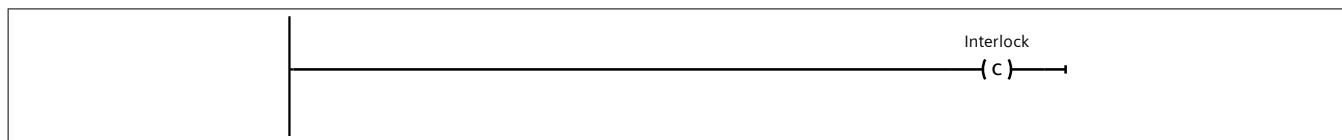


S13 - [Etapa inicial]:E30

Interlock -(c)-:

Aviso de Interlock

Texto del aviso



Supervision -(v)-:

Aviso de Supervision

Texto del aviso

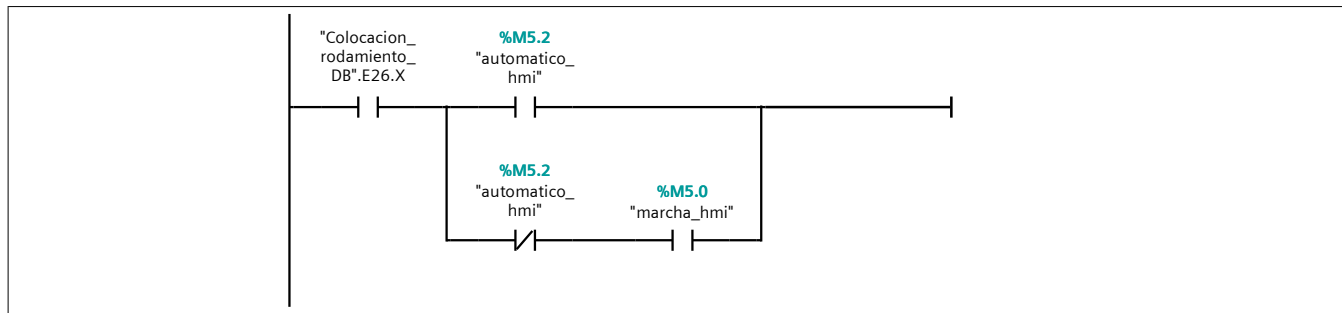
Supervision
(v)

Acciones:

Acciones:

Interlock	Evento	Identificador	Acción

T1:Trans1



S14:E32

Interlock -(c)-:

Aviso de Interlock

Texto del aviso	
-----------------	--

Interlock
(c)

Supervision -(v)-:

Aviso de Supervision

Texto del aviso	
-----------------	--

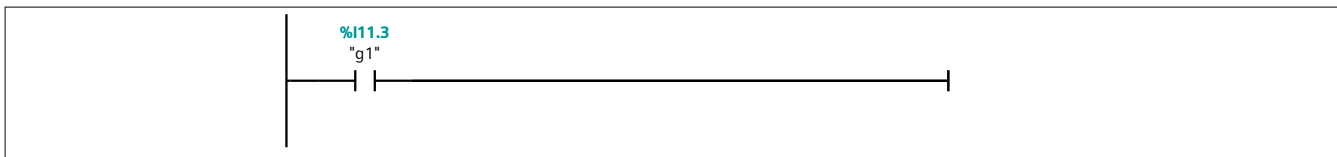
Supervision
(v)

Acciones:

Acciones:

Interlock	Evento	Identificador	Acción
		N	"g_mas"

T2:Trans2

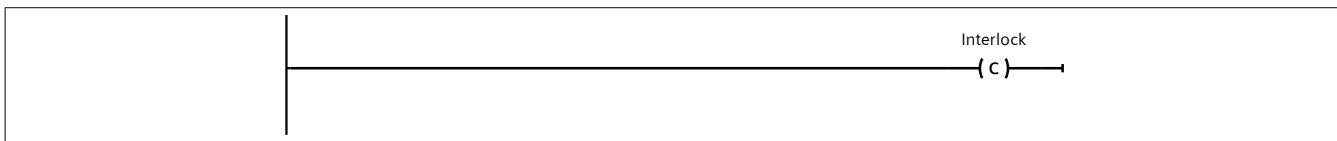


S15:E33

Interlock -(c)-:

Aviso de Interlock

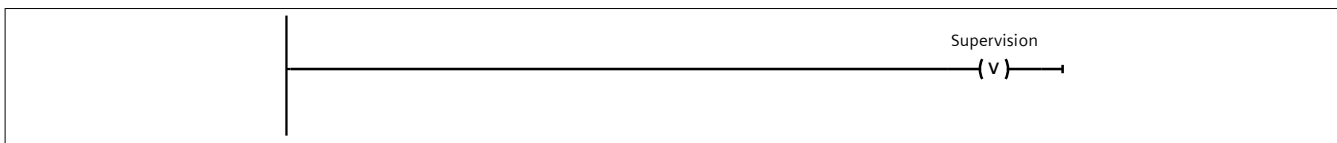
Texto del aviso



Supervision -(v)-:

Aviso de Supervision

Texto del aviso

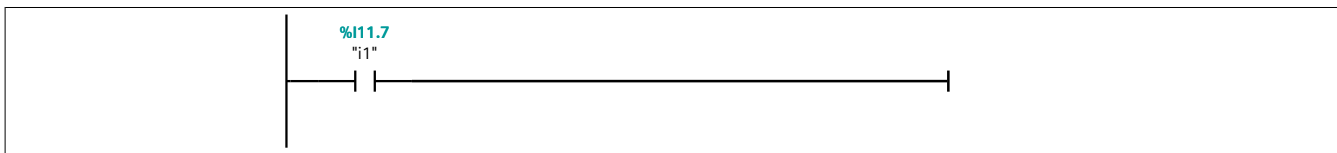


Acciones:

Acciones:

Interlock	Evento	Identificador	Acción
		N	"i_mas"
		N	"g_mas"

T3:Trans3

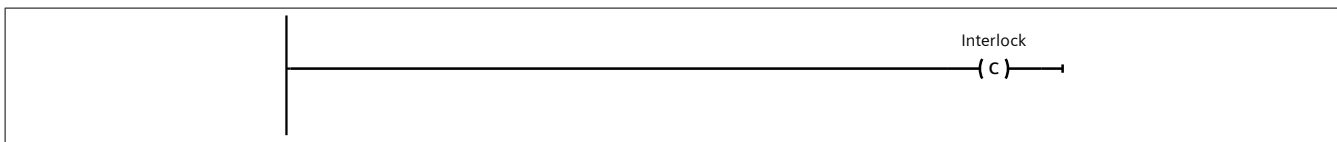


S16:E34

Interlock -(c)-:

Aviso de Interlock

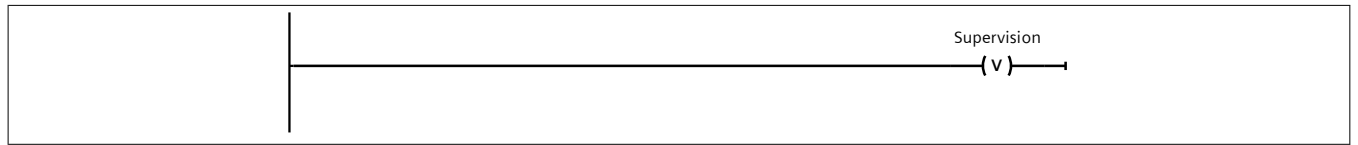
Texto del aviso



Supervision -(v)-:

Aviso de Supervision

Texto del aviso

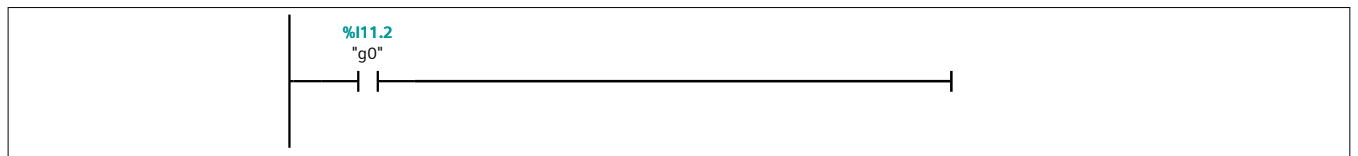


Acciones:

Acciones:

Interlock	Evento	Identificador	Acción
		N	"i_mas"

T4:Trans4

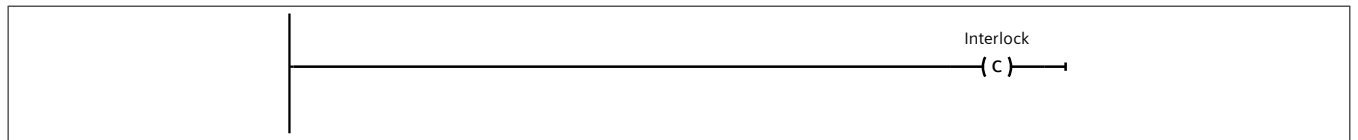


S17:E35

Interlock -(c)-:

Aviso de Interlock

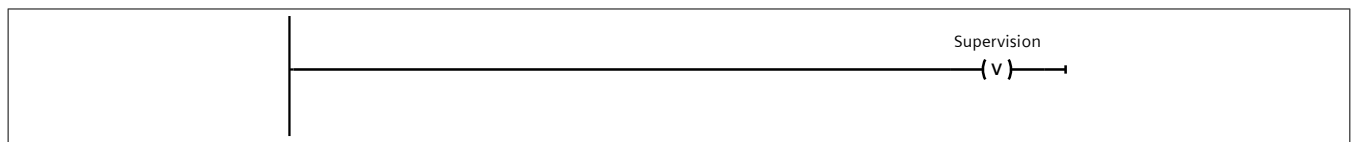
Texto del aviso



Supervision -(v)-:

Aviso de Supervision

Texto del aviso

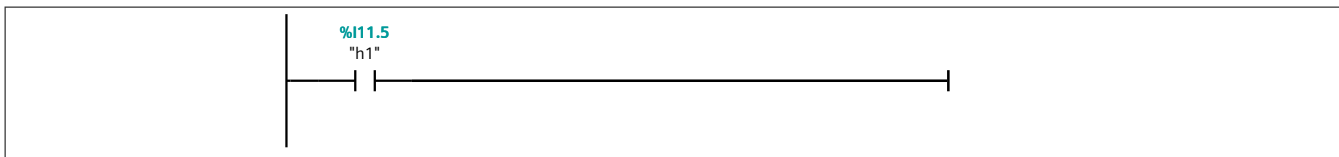


Acciones:

Acciones:

Interlock	Evento	Identificador	Acción
		N	"i_mas"
		N	"h_mas"

T5:Trans5

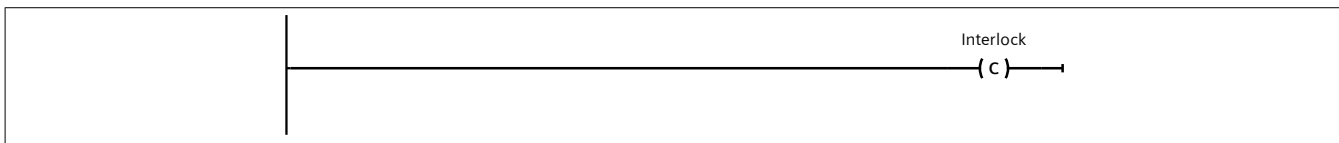


S18:E36

Interlock -(c)-:

Aviso de Interlock

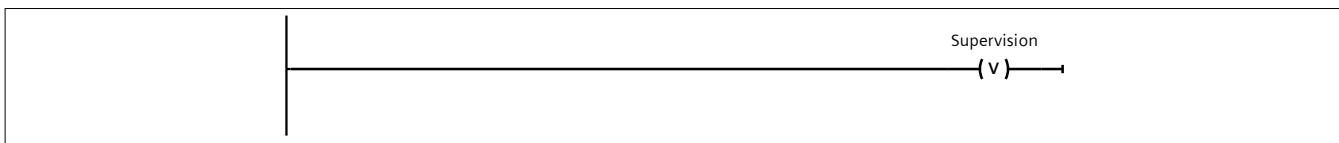
Texto del aviso



Supervision -(v)-:

Aviso de Supervision

Texto del aviso

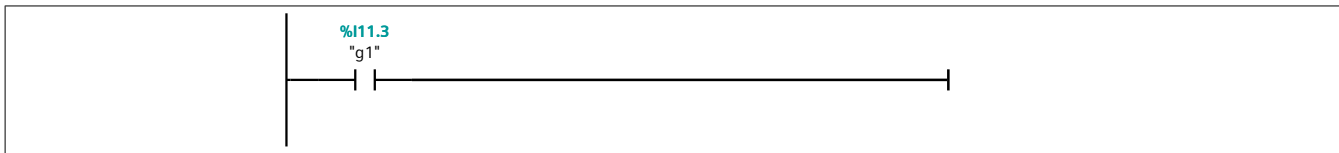


Acciones:

Acciones:

Interlock	Evento	Identificador	Acción
		N	"h_mas"
		N	"g_mas"
		N	"i_mas"

T6:Trans6



S19:E37

Interlock -(c)-:

Aviso de Interlock

Texto del aviso

Interlock
(c)

Supervision -(v)-:

Aviso de Supervision

Texto del aviso

Supervision
(v)

Acciones:

Acciones:

Interlock	Evento	Identificador	Acción
		N	"h_mas"
		N	"g_mas"

T7:Trans7

%I11.6
"i0"

S20:E38

Interlock -(c)-:

Aviso de Interlock

Texto del aviso

Interlock
(c)

Supervision -(v)-:

Aviso de Supervision

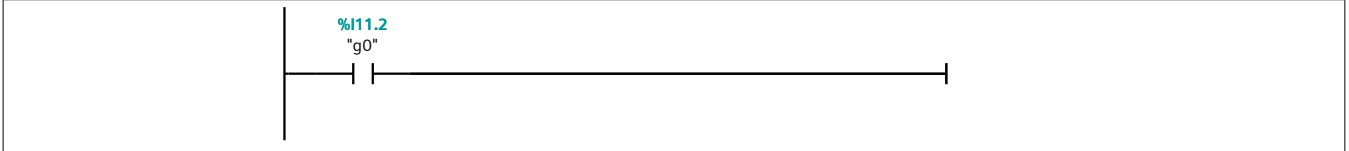
Texto del aviso

Supervision
(v)

Acciones:

Acciones:			
Interlock	Evento	Identificador	Acción
		N	"h_mas"

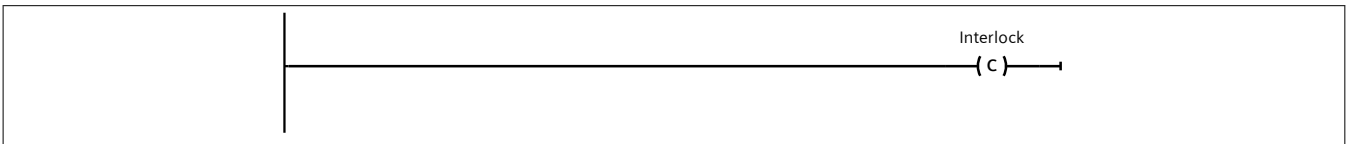
T8:Trans8



S21:E39

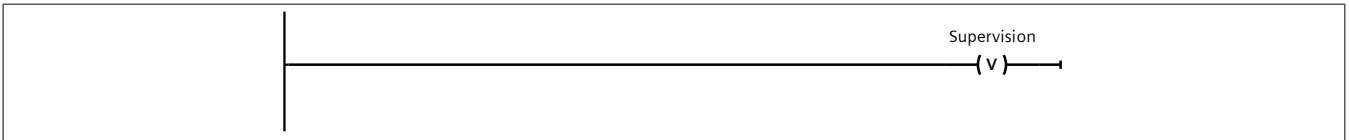
Interlock -(c)-:

Aviso de Interlock	
Texto del aviso	



Supervision -(v)-:

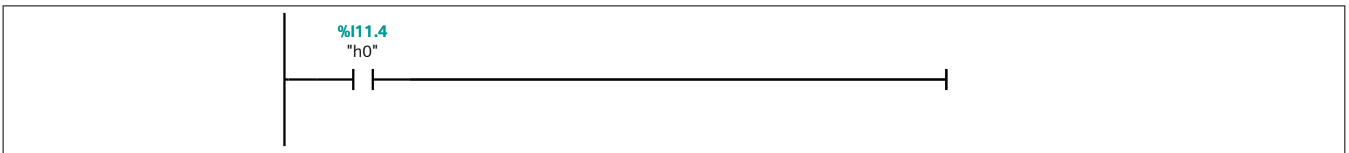
Aviso de Supervision	
Texto del aviso	



Acciones:

Acciones:			
Interlock	Evento	Identificador	Acción

T9:Trans9



S22:E31

Interlock -(c)-:

Aviso de Interlock	
Texto del aviso	

Interlock
(c)

Supervision -(v)-:

Aviso de Supervision

Texto del aviso

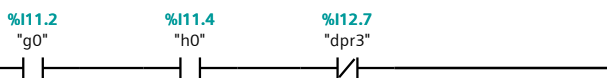
Supervision
(v)

Acciones:

Acciones:

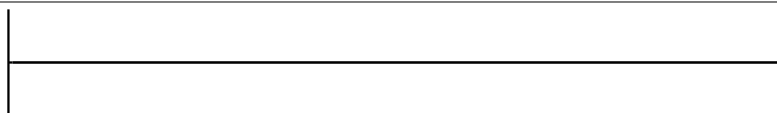
Interlock	Evento	Identificador	Acción

T10:Trans10



Instrucciones permanentes posteriores

1:



Bloques de programa

Colocacion_eje_DB [DB3]

Colocacion_eje_DB Propiedades

General

Nombre	Colocacion_eje_DB	Número	3	Tipo	DB
Idioma	DB	Numeración	Automático		

Información

Título		Autor		Comentario	
Familia		Versión	0.1	ID personalizado	

Nombre	Tipo de datos	Valor de arranque	Remanencia
▼ Input			
OFF_SQ	Bool	false	False
INIT_SQ	Bool	false	False
ACK_EF	Bool	false	False
S_PREV	Bool	false	False
S_NEXT	Bool	false	False
SW_AUTO	Bool	false	False
SW_TAP	Bool	false	False
SW_TOP	Bool	false	False
SW_MAN	Bool	false	False
S_SEL	Int	0	False
S_ON	Bool	false	False
S_OFF	Bool	false	False
T_PUSH	Bool	false	False
▼ Output			
S_NO	Int	0	False
S_MORE	Bool	false	False
S_ACTIVE	Bool	false	False
ERR_FLT	Bool	false	False
AUTO_ON	Bool	false	False
TAP_ON	Bool	false	False
TOP_ON	Bool	false	False
MAN_ON	Bool	false	False
InOut			
▼ Static			
RT_DATA	G7_RTDataPlus_V6		False
Trans1	G7_TransitionPlus_V6		False
Trans2	G7_TransitionPlus_V6		False
Trans3	G7_TransitionPlus_V6		False
Trans4	G7_TransitionPlus_V6		False
Trans5	G7_TransitionPlus_V6		False
Trans6	G7_TransitionPlus_V6		False
Trans7	G7_TransitionPlus_V6		False
Trans8	G7_TransitionPlus_V6		False
Trans9	G7_TransitionPlus_V6		False
Trans10	G7_TransitionPlus_V6		False
E30	G7_StepPlus_V6		False
E32	G7_StepPlus_V6		False
E33	G7_StepPlus_V6		False

Totally Integrated
Automation Portal

Nombre	Tipo de datos	Valor de arranque	Remanencia
E34	G7_StepPlus_V6		False
E35	G7_StepPlus_V6		False
E36	G7_StepPlus_V6		False
E37	G7_StepPlus_V6		False
E38	G7_StepPlus_V6		False
E39	G7_StepPlus_V6		False
E31	G7_StepPlus_V6		False

Bloques de programa

Colocacion_tapa [FB4]

Colocacion_tapa Propiedades

General

Nombre	Colocacion_tapa	Número	4	Tipo	FB
Idioma	GRAPH	Numeración	Automático	Lenguaje del segmento	KOP
Versión del bloque	V6.0				

Información

Título		Autor		Comentario	
Familia		Versión	0.1	ID personalizado	

Nombre	Tipo de datos	Valor predet.	Remanencia
▼ Input			
OFF_SQ	Bool	false	No remanente
INIT_SQ	Bool	false	No remanente
ACK_EF	Bool	false	No remanente
S_PREV	Bool	false	No remanente
S_NEXT	Bool	false	No remanente
SW_AUTO	Bool	false	No remanente
SW_TAP	Bool	false	No remanente
SW_TOP	Bool	false	No remanente
SW_MAN	Bool	false	No remanente
S_SEL	Int	0	No remanente
S_ON	Bool	false	No remanente
S_OFF	Bool	false	No remanente
T_PUSH	Bool	false	No remanente
▼ Output			
S_NO	Int	0	No remanente
S_MORE	Bool	false	No remanente
S_ACTIVE	Bool	false	No remanente
ERR_FLT	Bool	false	No remanente
AUTO_ON	Bool	false	No remanente
TAP_ON	Bool	false	No remanente
TOP_ON	Bool	false	No remanente
MAN_ON	Bool	false	No remanente
InOut			
▼ Static			
RT_DATA	G7_RTDataPlus_V6		No remanente
Trans1	G7_Transition-Plus_V6		No remanente
Trans2	G7_Transition-Plus_V6		No remanente
Trans3	G7_Transition-Plus_V6		No remanente
Trans4	G7_Transition-Plus_V6		No remanente
Trans5	G7_Transition-Plus_V6		No remanente
Trans6	G7_Transition-Plus_V6		No remanente

Totally Integrated Automation Portal		
--------------------------------------	--	--

Nombre	Tipo de datos	Valor predet.	Remanencia
Trans7	G7_Transition-Plus_V6		No remanente
Trans8	G7_Transition-Plus_V6		No remanente
Trans10	G7_Transition-Plus_V6		No remanente
E40	G7_StepPlus_V6		No remanente
E41	G7_StepPlus_V6		No remanente
E42	G7_StepPlus_V6		No remanente
E43	G7_StepPlus_V6		No remanente
E44	G7_StepPlus_V6		No remanente
E45	G7_StepPlus_V6		No remanente
E46	G7_StepPlus_V6		No remanente
E47	G7_StepPlus_V6		No remanente
E48	G7_StepPlus_V6		No remanente
Temp			
Constant			

Avisos

Activar avisos	True
----------------	------

Categoría	Criterio de habilitación de la categoría	Discriminador
Error		0
Advertencia		0
Información		0
Categoría 4		0
Categoría 5		0
Categoría 6		0
Categoría 7		0
Categoría 8		0

Categoría para enclavamientos	Error	Subcategoría 1 para enclavamientos		Subcategoría 2 para enclavamientos	
Categoría para supervisiones	Error	Subcategoría 1 para supervisiones		Subcategoría 2 para supervisiones	
Categoría para advertencias GRAPH	Advertencia	Subcategoría 1 para advertencias GRAPH		Subcategoría 2 para advertencias GRAPH	

Instrucciones permanentes anteriores

1:

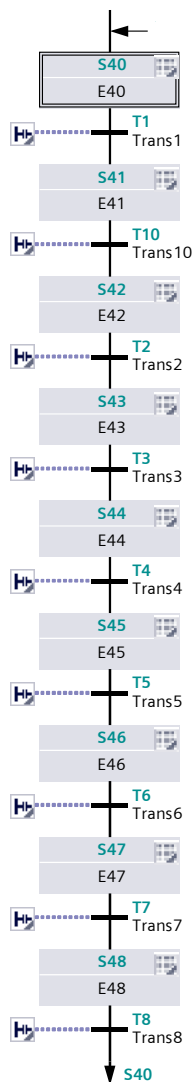
--	--

Cadenas (1)

1:

--	--

--	--

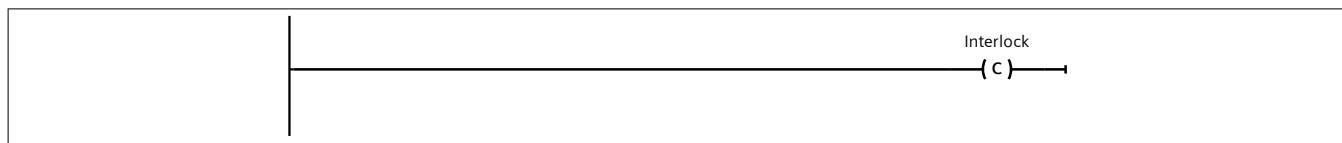


S40 - [Etapa inicial]:E40

Interlock -(c)-:

Aviso de Interlock

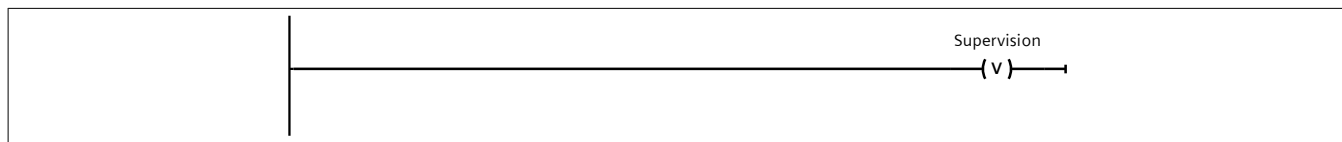
Texto del aviso



Supervision -(v)-:

Aviso de Supervision

Texto del aviso

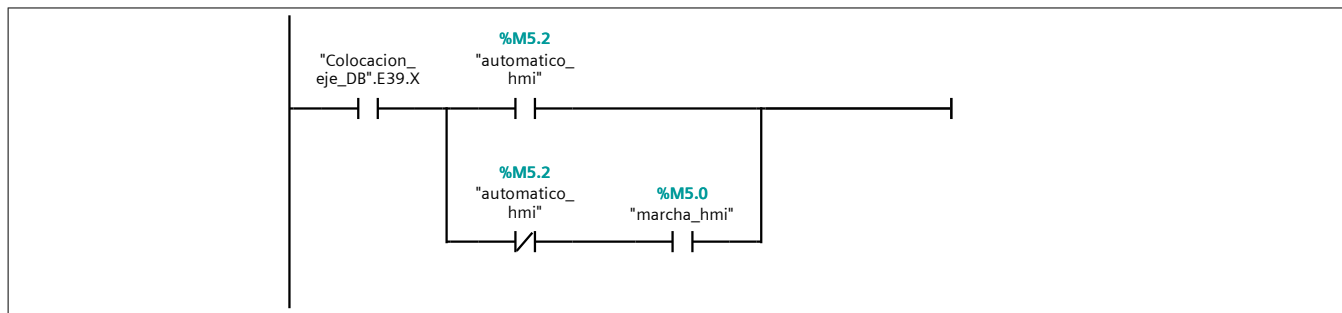


Acciones:

Acciones:

Interlock	Evento	Identificador	Acción

T1:Trans1

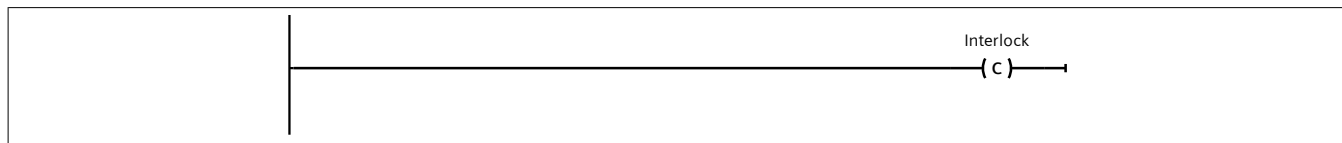


S42:E42

Interlock -(c)-:

Aviso de Interlock

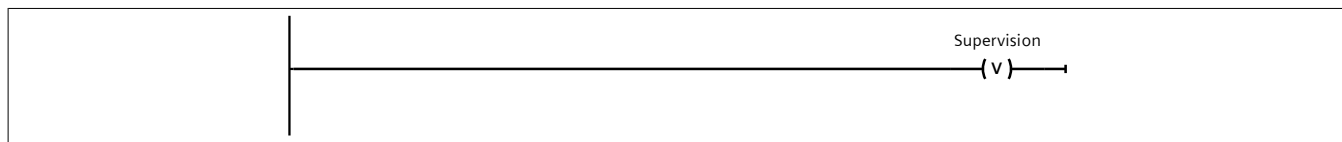
Texto del aviso	
-----------------	--



Supervision -(v)-:

Aviso de Supervision

Texto del aviso	
-----------------	--

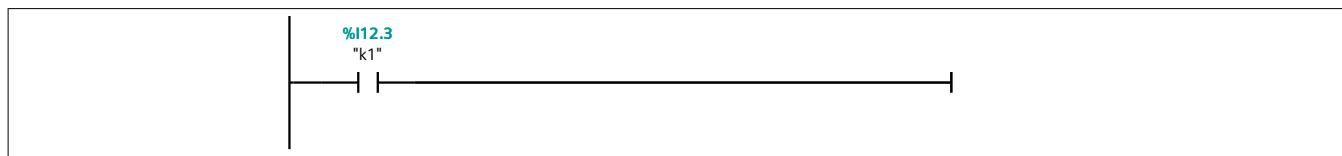


Acciones:

Acciones:

Interlock	Evento	Identificador	Acción
		N	"k_mas"

T2:Trans2

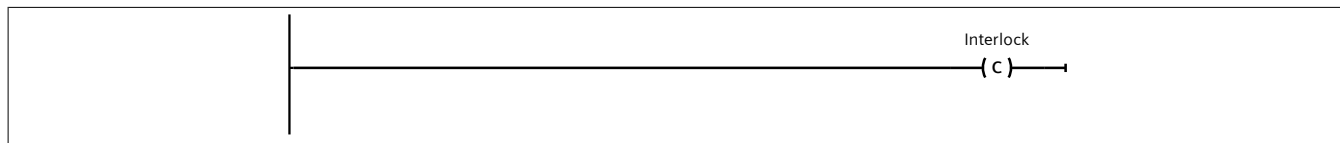


S43:E43

Interlock -(c)-:

Aviso de Interlock

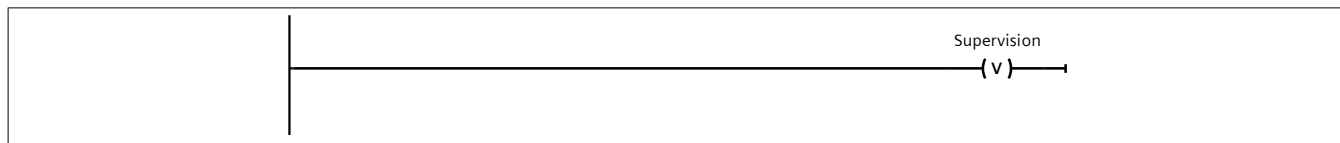
Texto del aviso



Supervision -(v)-:

Aviso de Supervision

Texto del aviso

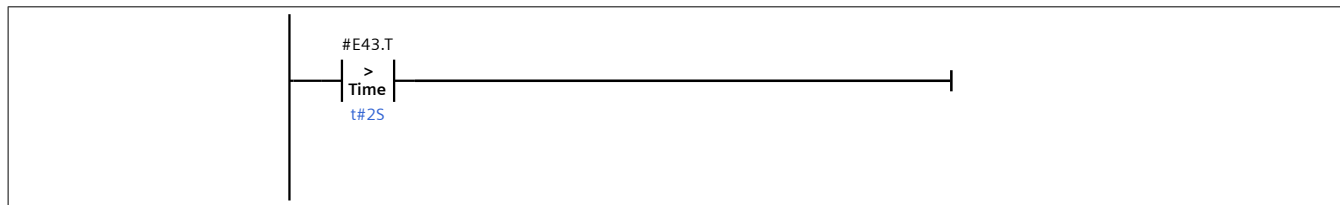


Acciones:

Acciones:

Interlock	Evento	Identificador	Acción
		N	"k_mas"
		N	"v_mas"

T3:Trans3

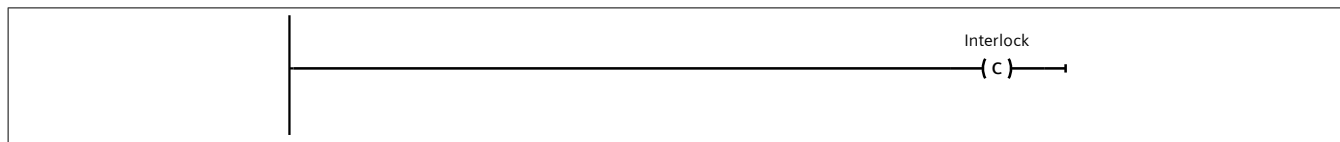


S44:E44

Interlock -(c)-:

Aviso de Interlock

Texto del aviso



Supervision -(v)-:

Aviso de Supervision

Texto del aviso



Supervision
(v)

Acciones:

Acciones:

Interlock	Evento	Identificador	Acción
		N	"v_mas"

T4:Trans4

%I12.2
"k0"

S45:E45

Interlock -(c)-:

Aviso de Interlock

Texto del aviso

Interlock
(c)

Supervision -(v)-:

Aviso de Supervision

Texto del aviso

Supervision
(v)

Acciones:

Acciones:

Interlock	Evento	Identificador	Acción
		N	"v_mas"
		N	"j_mas"

T5:Trans5

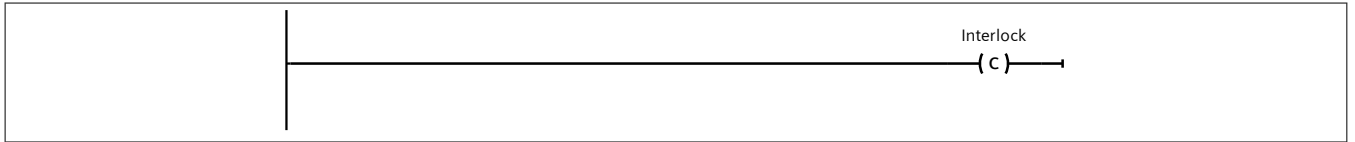
%I12.1
"j1"

S46:E46

Interlock -(c)-:

Aviso de Interlock

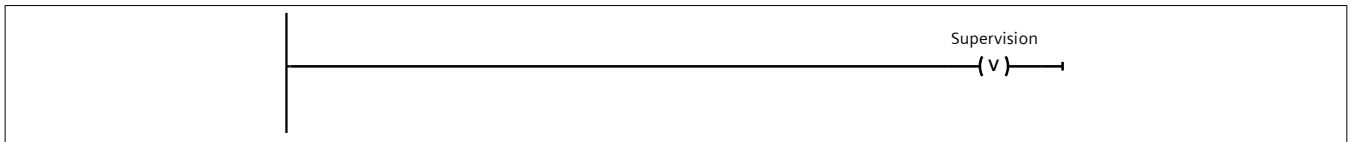
Texto del aviso



Supervision -(v)-:

Aviso de Supervision

Texto del aviso

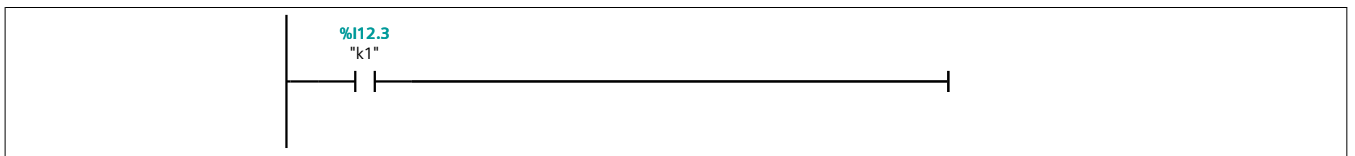


Acciones:

Acciones:

Interlock	Evento	Identificador	Acción
		N	"v_mas"
		N	"k_mas"

T6:Trans6

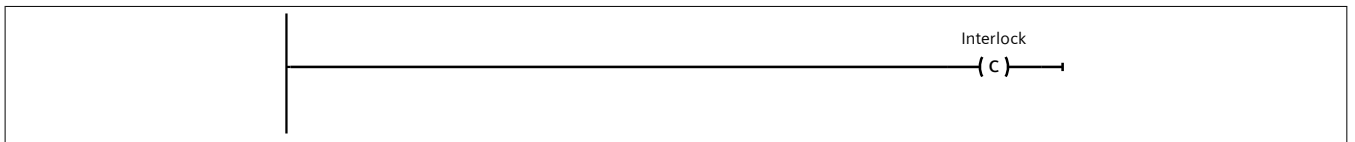


S47:E47

Interlock -(c)-:

Aviso de Interlock

Texto del aviso



Supervision -(v)-:

Aviso de Supervision

Texto del aviso



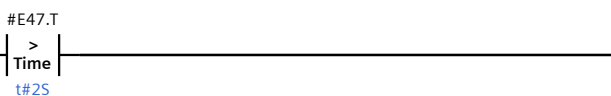
Supervision
(v)

Acciones:

Acciones:

Interlock	Evento	Identificador	Acción
		N	"k_mas"

T7:Trans7



S48:E48

Interlock -(c)-:

Aviso de Interlock

Texto del aviso	
-----------------	--

Interlock
(c)

Supervision -(v)-:

Aviso de Supervision

Texto del aviso	
-----------------	--

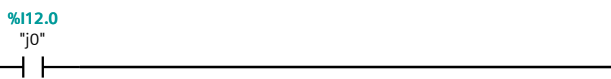
Supervision
(v)

Acciones:

Acciones:

Interlock	Evento	Identificador	Acción
		N	"j_menos"

T8:Trans8

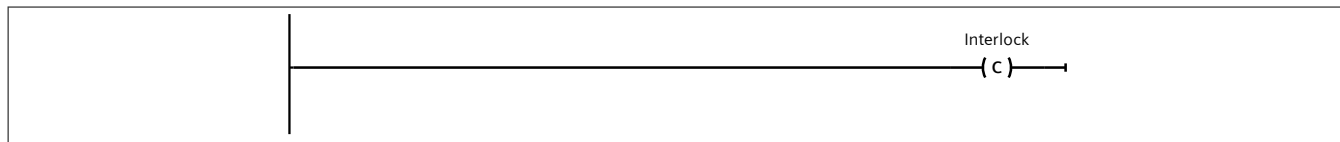


S41:E41

Interlock -(c)-:

Aviso de Interlock

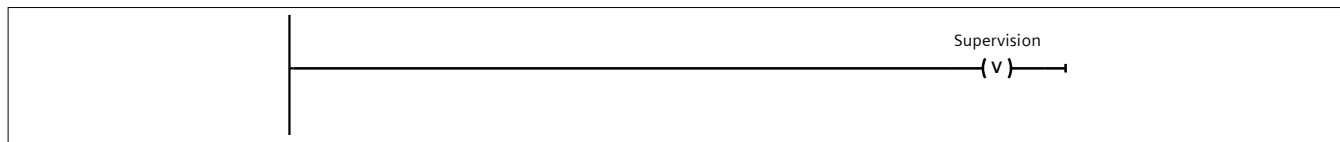
Texto del aviso



Supervision -(v)-:

Aviso de Supervision

Texto del aviso

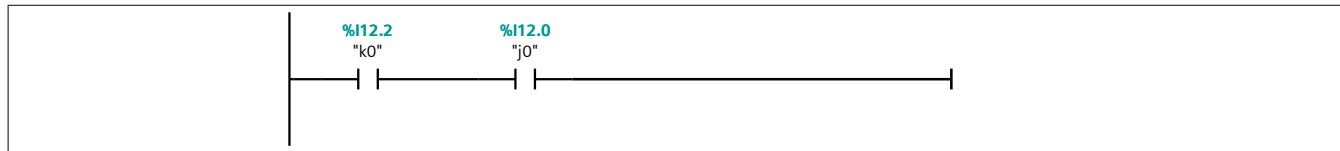


Acciones:

Acciones:

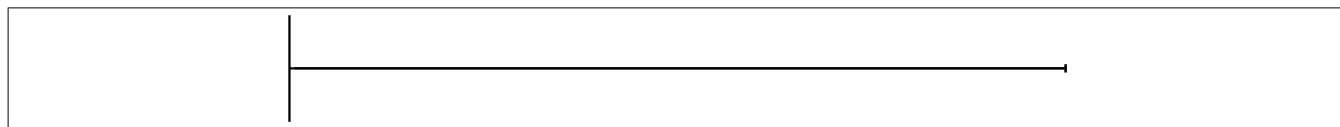
Interlock	Evento	Identificador	Acción

T10:Trans10



Instrucciones permanentes posteriores

1:



Bloques de programa

Colocacion_tapa_DB [DB4]

Colocacion_tapa_DB Propiedades

General

Nombre	Colocacion_tapa_DB	Número	4	Tipo	DB
Idioma	DB	Numeración	Automático		

Información

Título		Autor		Comentario	
Familia		Versión	0.1	ID personalizado	

Nombre	Tipo de datos	Valor de arranque	Remanencia
▼ Input			
OFF_SQ	Bool	false	False
INIT_SQ	Bool	false	False
ACK_EF	Bool	false	False
S_PREV	Bool	false	False
S_NEXT	Bool	false	False
SW_AUTO	Bool	false	False
SW_TAP	Bool	false	False
SW_TOP	Bool	false	False
SW_MAN	Bool	false	False
S_SEL	Int	0	False
S_ON	Bool	false	False
S_OFF	Bool	false	False
T_PUSH	Bool	false	False
▼ Output			
S_NO	Int	0	False
S_MORE	Bool	false	False
S_ACTIVE	Bool	false	False
ERR_FLT	Bool	false	False
AUTO_ON	Bool	false	False
TAP_ON	Bool	false	False
TOP_ON	Bool	false	False
MAN_ON	Bool	false	False
InOut			
▼ Static			
RT_DATA	G7_RTDataPlus_V6		False
Trans1	G7_TransitionPlus_V6		False
Trans2	G7_TransitionPlus_V6		False
Trans3	G7_TransitionPlus_V6		False
Trans4	G7_TransitionPlus_V6		False
Trans5	G7_TransitionPlus_V6		False
Trans6	G7_TransitionPlus_V6		False
Trans7	G7_TransitionPlus_V6		False
Trans8	G7_TransitionPlus_V6		False
Trans10	G7_TransitionPlus_V6		False
E40	G7_StepPlus_V6		False
E41	G7_StepPlus_V6		False
E42	G7_StepPlus_V6		False
E43	G7_StepPlus_V6		False

Totally Integrated
Automation Portal

Nombre	Tipo de datos	Valor de arranque	Remanencia
E44	G7_StepPlus_V6		False
E45	G7_StepPlus_V6		False
E46	G7_StepPlus_V6		False
E47	G7_StepPlus_V6		False
E48	G7_StepPlus_V6		False

Bloques de programa

Expulsion_pieza [FB5]

Expulsion_pieza Propiedades

General

Nombre	Expulsion_pieza	Número	5	Tipo	FB
Idioma	GRAPH	Numeración	Automático	Lenguaje del segmento	KOP
Versión del bloque	V6.0				

Información

Título		Autor		Comentario	
Familia		Versión	0.1	ID personalizado	

Nombre	Tipo de datos	Valor predet.	Remanencia
▼ Input			
OFF_SQ	Bool	false	No remanente
INIT_SQ	Bool	false	No remanente
ACK_EF	Bool	false	No remanente
S_PREV	Bool	false	No remanente
S_NEXT	Bool	false	No remanente
SW_AUTO	Bool	false	No remanente
SW_TAP	Bool	false	No remanente
SW_TOP	Bool	false	No remanente
SW_MAN	Bool	false	No remanente
S_SEL	Int	0	No remanente
S_ON	Bool	false	No remanente
S_OFF	Bool	false	No remanente
T_PUSH	Bool	false	No remanente
▼ Output			
S_NO	Int	0	No remanente
S_MORE	Bool	false	No remanente
S_ACTIVE	Bool	false	No remanente
ERR_FLT	Bool	false	No remanente
AUTO_ON	Bool	false	No remanente
TAP_ON	Bool	false	No remanente
TOP_ON	Bool	false	No remanente
MAN_ON	Bool	false	No remanente
InOut			
▼ Static			
RT_DATA	G7_RTDataPlus_V6		No remanente
Trans1	G7_Transition-Plus_V6		No remanente
Trans2	G7_Transition-Plus_V6		No remanente
Trans3	G7_Transition-Plus_V6		No remanente
E50	G7_StepPlus_V6		No remanente
E51	G7_StepPlus_V6		No remanente
E52	G7_StepPlus_V6		No remanente
Temp			
Constant			

Avisos

Activar avisos True

Categoría	Criterio de habilitación de la categoría	Discriminador
Error		0
Advertencia		0
Información		0
Categoría 4		0
Categoría 5		0
Categoría 6		0
Categoría 7		0
Categoría 8		0

Categoría para enclavamientos	Error	Subcategoría 1 para enclavamientos		Subcategoría 2 para enclavamientos	
--------------------------------------	-------	---	--	---	--

Categoría para supervisiones	Error	Subcategoría 1 para supervisiones		Subcategoría 2 para supervisiones	
-------------------------------------	-------	--	--	--	--

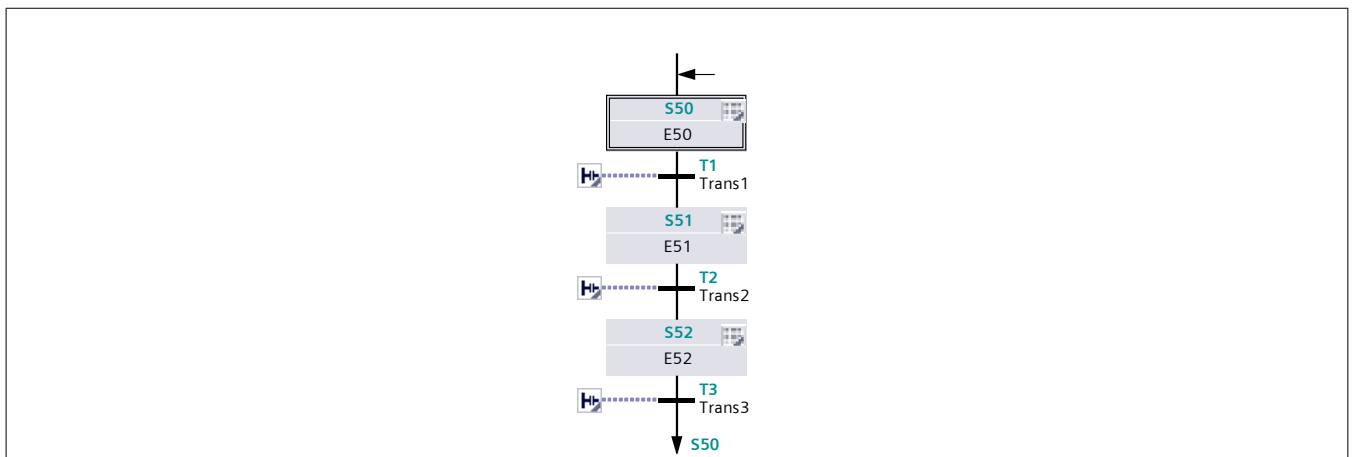
Categoría para advertencias GRAPH	Advertencia	Subcategoría 1 para advertencias GRAPH		Subcategoría 2 para advertencias GRAPH	
--	-------------	---	--	---	--

Instrucciones permanentes anteriores

1:

Cadenas (1)

1:

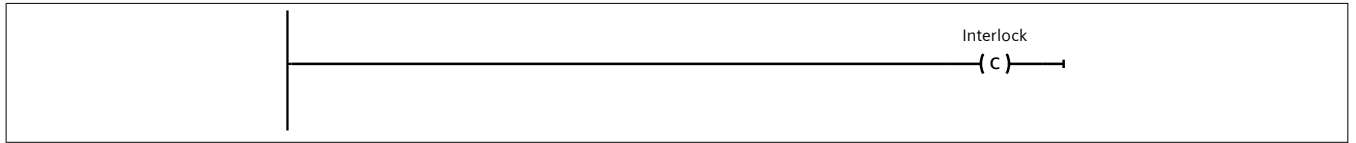


S50 - [Etapa inicial]:E50

Interlock -(c)-:

Aviso de Interlock

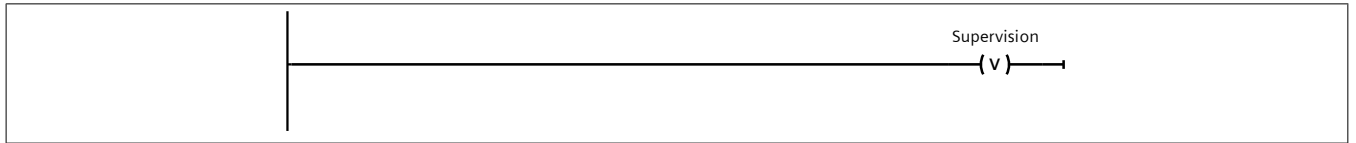
Texto del aviso



Supervision -(v)-:

Aviso de Supervision

Texto del aviso

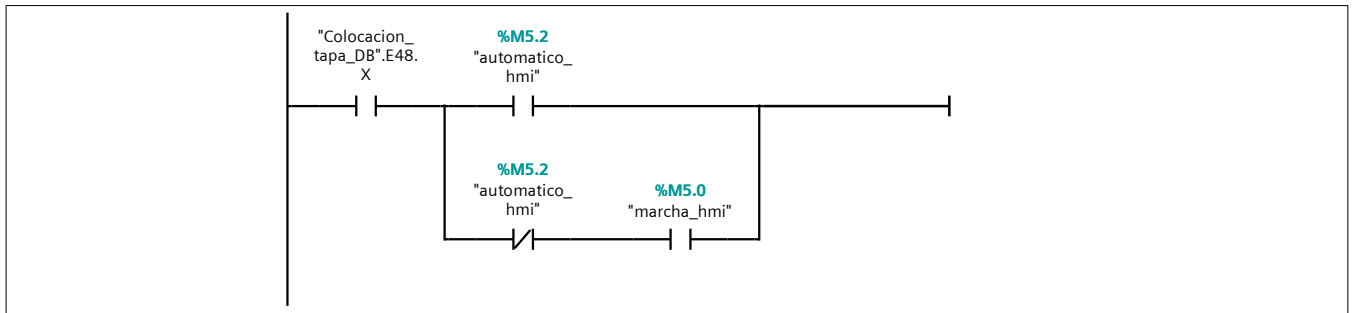


Acciones:

Acciones:

Interlock	Evento	Identificador	Acción

T1:Trans1

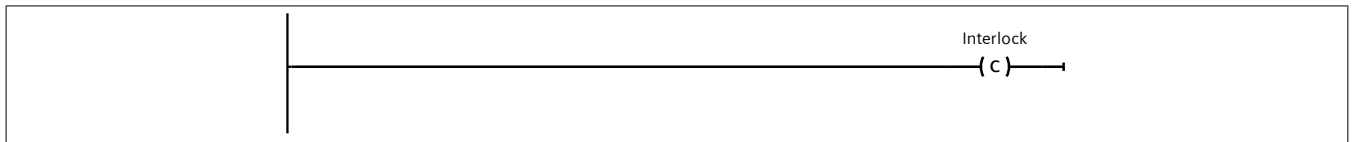


S51:E51

Interlock -(c)-:

Aviso de Interlock

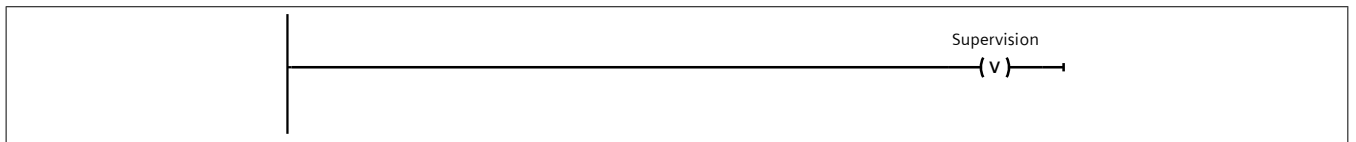
Texto del aviso



Supervision -(v)-:

Aviso de Supervision

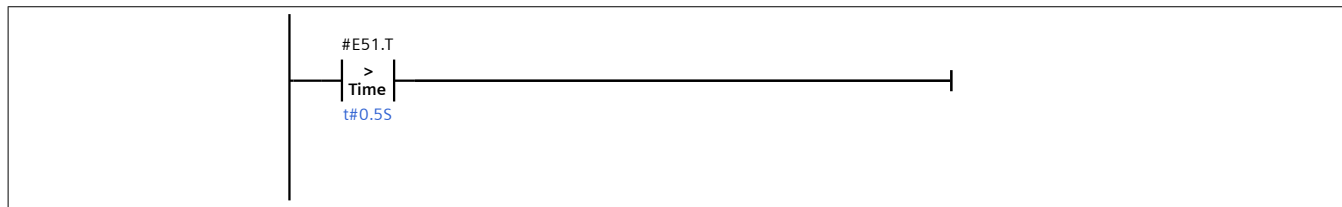
Texto del aviso



Acciones:

Acciones:			
Interlock	Evento	Identificador	Acción
		S	"unir_pieza"

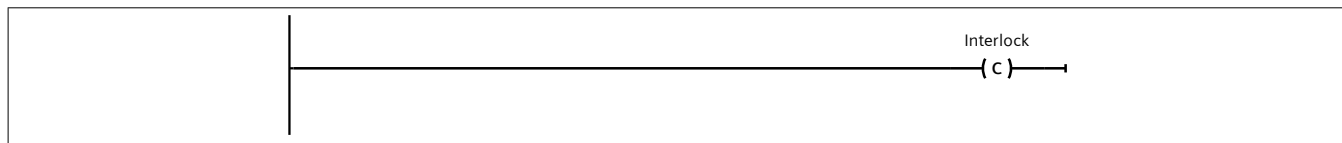
T2:Trans2



S52:E52

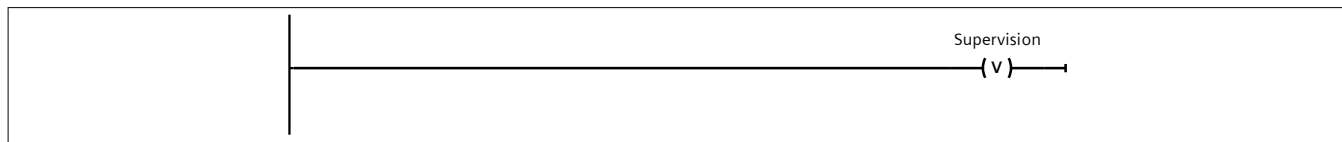
Interlock -(c)-:

Aviso de Interlock	
Texto del aviso	



Supervision -(v)-:

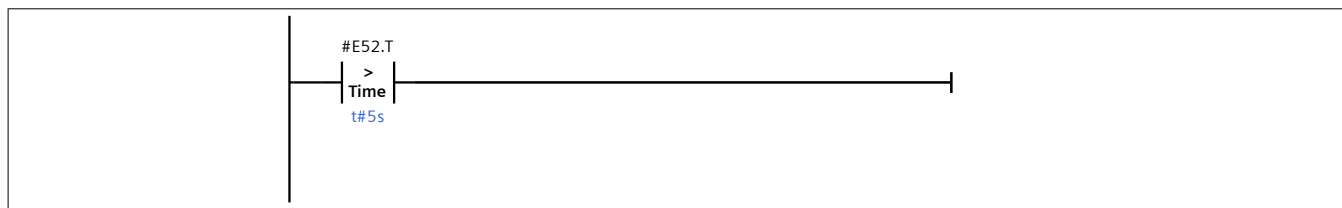
Aviso de Supervision	
Texto del aviso	



Acciones:

Acciones:			
Interlock	Evento	Identificador	Acción
		N	"d_mas"

T3:Trans3



Instrucciones permanentes posteriores

1:

--	--

Bloques de programa

Marcha_paro [FB6]

Marcha_paro Propiedades

General

Nombre	Marcha_paro	Número	6	Tipo	FB
Idioma	GRAPH	Numeración	Automático	Lenguaje del segmento	KOP
Versión del bloque	V6.0				

Información

Título		Autor		Comentario	
Familia		Versión	0.1	ID personalizado	

Nombre	Tipo de datos	Valor predet.	Remanencia
▼ Input			
OFF_SQ	Bool	false	No remanente
INIT_SQ	Bool	false	No remanente
ACK_EF	Bool	false	No remanente
S_PREV	Bool	false	No remanente
S_NEXT	Bool	false	No remanente
SW_AUTO	Bool	false	No remanente
SW_TAP	Bool	false	No remanente
SW_TOP	Bool	false	No remanente
SW_MAN	Bool	false	No remanente
S_SEL	Int	0	No remanente
S_ON	Bool	false	No remanente
S_OFF	Bool	false	No remanente
T_PUSH	Bool	false	No remanente
▼ Output			
S_NO	Int	0	No remanente
S_MORE	Bool	false	No remanente
S_ACTIVE	Bool	false	No remanente
ERR_FLT	Bool	false	No remanente
AUTO_ON	Bool	false	No remanente
TAP_ON	Bool	false	No remanente
TOP_ON	Bool	false	No remanente
MAN_ON	Bool	false	No remanente
InOut			
▼ Static			
RT_DATA	G7_RTDataPlus_V6		No remanente
Trans1	G7_Transition-Plus_V6		No remanente
Trans2	G7_Transition-Plus_V6		No remanente
Trans3	G7_Transition-Plus_V6		No remanente
Trans4	G7_Transition-Plus_V6		No remanente
E0	G7_StepPlus_V6		No remanente
E1	G7_StepPlus_V6		No remanente
E2	G7_StepPlus_V6		No remanente

Nombre	Tipo de datos	Valor predet.	Remanencia
Temp			
Constant			

Avisos

Activar avisos	True
----------------	------

Categoría	Criterio de habilitación de la categoría	Discriminador
Error		0
Advertencia		0
Información		0
Categoría 4		0
Categoría 5		0
Categoría 6		0
Categoría 7		0
Categoría 8		0

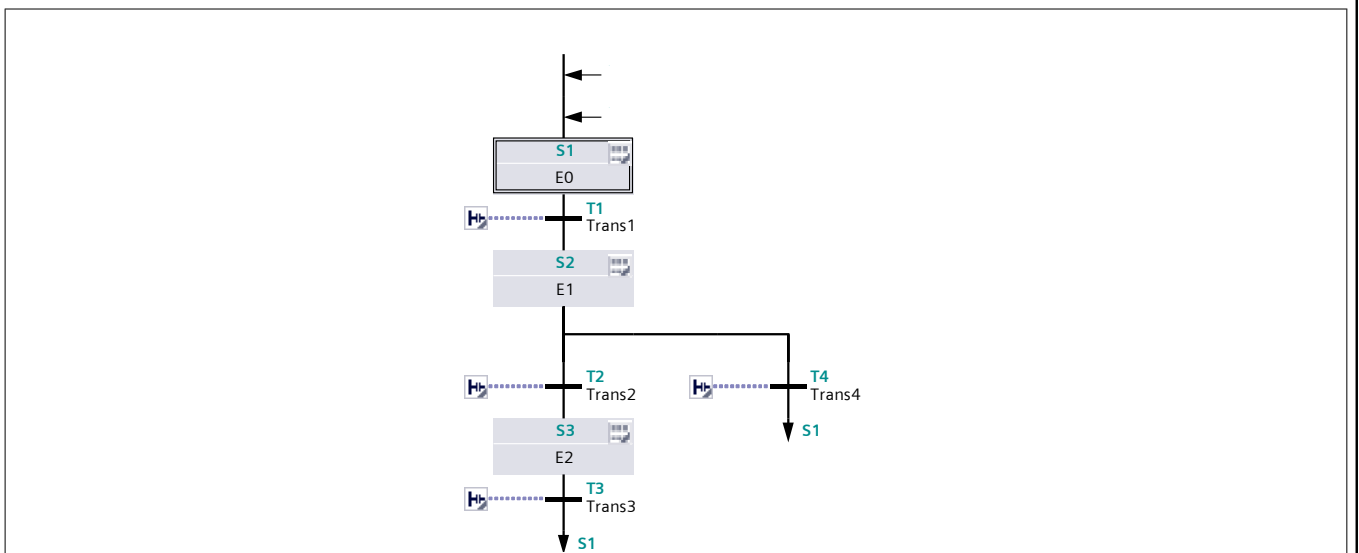
Categoría para enclavamientos	Error	Subcategoría 1 para enclavamientos	Subcategoría 2 para enclavamientos
Categoría para supervisiones	Error	Subcategoría 1 para supervisiones	Subcategoría 2 para supervisiones
Categoría para advertencias GRAPH	Advertencia	Subcategoría 1 para advertencias GRAPH	Subcategoría 2 para advertencias GRAPH

Instrucciones permanentes anteriores

1:

Cadenas (1)

1:

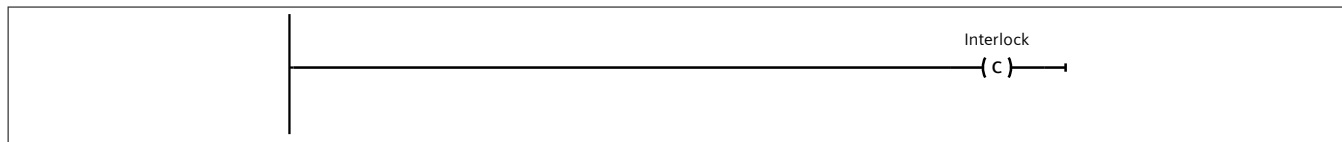


S1 - [Etapa inicial]:E0

Interlock -(c)-:

Aviso de Interlock

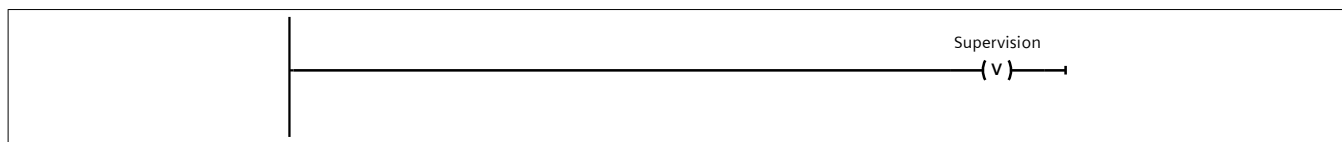
Texto del aviso



Supervision -(v)-:

Aviso de Supervision

Texto del aviso

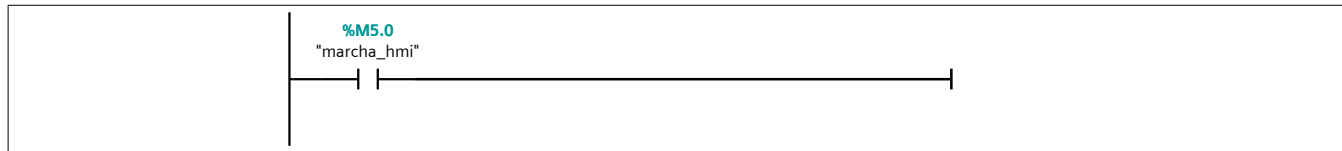


Acciones:

Acciones:

Interlock	Evento	Identificador	Acción

T1:Trans1

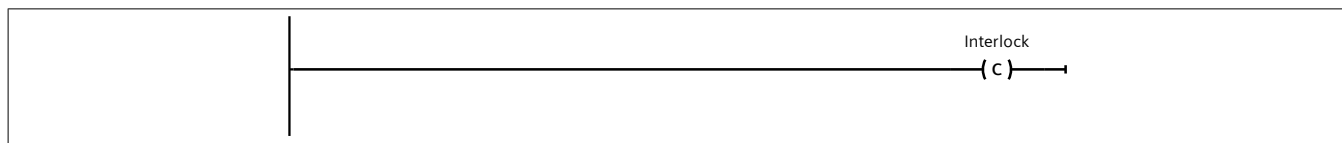


S2:E1

Interlock -(c)-:

Aviso de Interlock

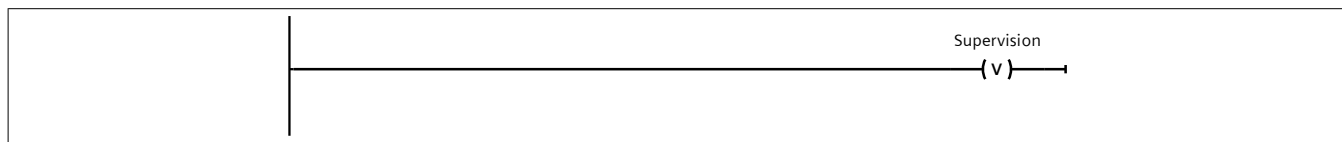
Texto del aviso



Supervision -(v)-:

Aviso de Supervision

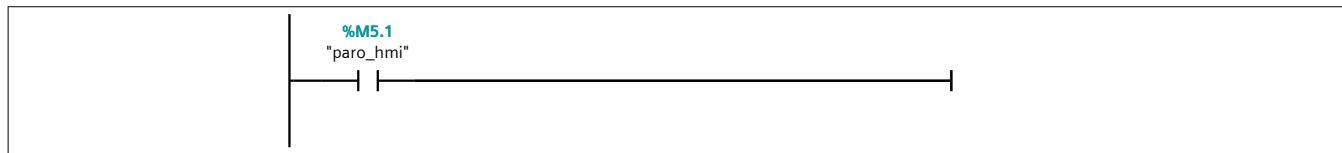
Texto del aviso



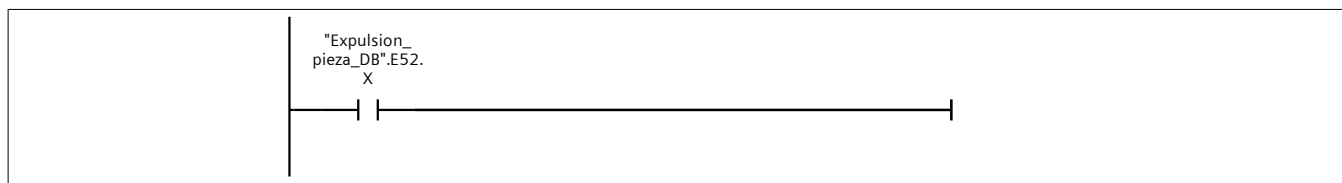
Acciones:

Acciones:			
Interlock	Evento	Identificador	Acción
		N	"led_on"

T2:Trans2



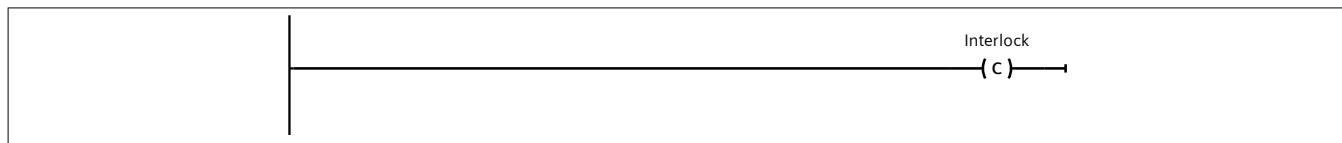
T4:Trans4



S3:E2

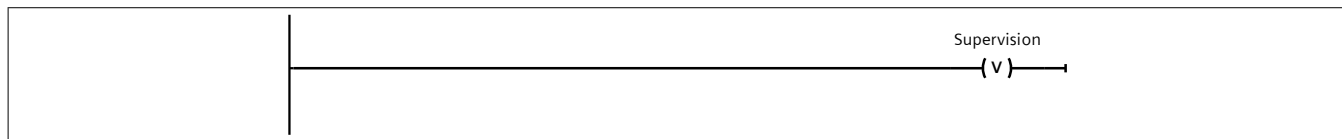
Interlock -(c)-:

Aviso de Interlock	
Texto del aviso	



Supervision -(v)-:

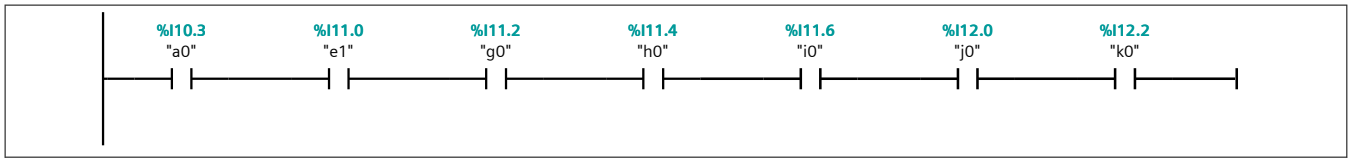
Aviso de Supervision	
Texto del aviso	



Acciones:

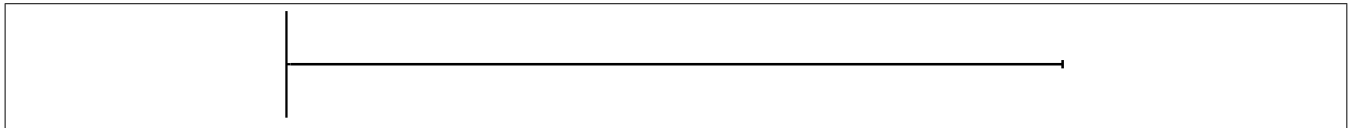
Acciones:			
Interlock	Evento	Identificador	Acción
		N	"j_menos"
		N	"led_off"

T3:Trans3



Instrucciones permanentes posteriores

1:



Bloques de programa

Expulsion_pieza_DB [DB5]

Expulsion_pieza_DB Propiedades

General

Nombre	Expulsion_pieza_DB	Número	5	Tipo	DB
Idioma	DB	Numeración	Automático		

Información

Título		Autor		Comentario	
Familia		Versión	0.1	ID personalizado	

Nombre	Tipo de datos	Valor de arranque	Remanencia
▼ Input			
OFF_SQ	Bool	false	False
INIT_SQ	Bool	false	False
ACK_EF	Bool	false	False
S_PREV	Bool	false	False
S_NEXT	Bool	false	False
SW_AUTO	Bool	false	False
SW_TAP	Bool	false	False
SW_TOP	Bool	false	False
SW_MAN	Bool	false	False
S_SEL	Int	0	False
S_ON	Bool	false	False
S_OFF	Bool	false	False
T_PUSH	Bool	false	False
▼ Output			
S_NO	Int	0	False
S_MORE	Bool	false	False
S_ACTIVE	Bool	false	False
ERR_FLT	Bool	false	False
AUTO_ON	Bool	false	False
TAP_ON	Bool	false	False
TOP_ON	Bool	false	False
MAN_ON	Bool	false	False
InOut			
▼ Static			
RT_DATA	G7_RTDataPlus_V6		False
Trans1	G7_TransitionPlus_V6		False
Trans2	G7_TransitionPlus_V6		False
Trans3	G7_TransitionPlus_V6		False
E50	G7_StepPlus_V6		False
E51	G7_StepPlus_V6		False
E52	G7_StepPlus_V6		False

Bloques de programa

Marcha_paro_DB [DB6]

Marcha_paro_DB Propiedades

General

Nombre	Marcha_paro_DB	Número	6	Tipo	DB
Idioma	DB	Numeración	Automático		







































Información

Título		Autor		Comentario	
Familia		Versión	0.1	ID personalizado	

Nombre	Tipo de datos	Valor de arranque	Remanencia
▼ Input			
OFF_SQ	Bool	false	False
INIT_SQ	Bool	false	False
ACK_EF	Bool	false	False
S_PREV	Bool	false	False
S_NEXT	Bool	false	False
SW_AUTO	Bool	false	False
SW_TAP	Bool	false	False
SW_TOP	Bool	false	False
SW_MAN	Bool	false	False
S_SEL	Int	0	False
S_ON	Bool	false	False
S_OFF	Bool	false	False
T_PUSH	Bool	false	False
▼ Output			
S_NO	Int	0	False
S_MORE	Bool	false	False
S_ACTIVE	Bool	false	False
ERR_FLT	Bool	false	False
AUTO_ON	Bool	false	False
TAP_ON	Bool	false	False
TOP_ON	Bool	false	False
MAN_ON	Bool	false	False
InOut			
▼ Static			
RT_DATA	G7_RTDataPlus_V6		False
Trans1	G7_TransitionPlus_V6		False
Trans2	G7_TransitionPlus_V6		False
Trans3	G7_TransitionPlus_V6		False
Trans4	G7_TransitionPlus_V6		False
E0	G7_StepPlus_V6		False
E1	G7_StepPlus_V6		False
E2	G7_StepPlus_V6		False

Variables PLC

Variables PLC

Icon	Nombre	Tipo de datos	Dirección
	a0	Bool	%I10.3
	a1	Bool	%I10.4
	a_mas	Bool	%Q4.0
	AlwaysFALSE	Bool	%M1.3
	AlwaysTRUE	Bool	%M1.2
	automatico_hmi	Bool	%M5.2
	b1	Bool	%I10.5
	b_mas	Bool	%Q4.2
	c1	Bool	%I10.6
	c_mas	Bool	%Q4.1
	d_mas	Bool	%Q4.3
	DiagStatusUpdate	Bool	%M1.1
	dpr1	Bool	%I12.5
	dpr2	Bool	%I12.6
	dpr3	Bool	%I12.7
	e0	Bool	%I10.7
	e1	Bool	%I11.0
	e2	Bool	%I11.1
	e_mas	Bool	%Q4.4
	e_menos	Bool	%Q4.5
	f_mas	Bool	%Q4.6
	FirstScan	Bool	%M1.0
	FM	Bool	%I12.4
	g0	Bool	%I11.2
	g1	Bool	%I11.3
	g_mas	Bool	%Q4.7
	h0	Bool	%I11.4
	h1	Bool	%I11.5
	h_mas	Bool	%Q5.0
	i0	Bool	%I11.6
	i1	Bool	%I11.7
	i_mas	Bool	%Q5.1
	j0	Bool	%I12.0
	j1	Bool	%I12.1
	j_mas	Bool	%Q5.2
	j_menos	Bool	%Q5.3
	k0	Bool	%I12.2
	k1	Bool	%I12.3

Icon	Nombre	Tipo de datos	Dirección
	k_mas	Bool	%Q5.4
	led_off	Bool	%M5.4
	led_on	Bool	%M5.3
	marcha_hmi	Bool	%M5.0
	paro_hmi	Bool	%M5.1
	System_Byte	Byte	%MB1
	unir_pieza	Bool	%Q5.6
	v_mas	Bool	%Q5.5






















Variables PLC

Tabla de variables estándar [70]

Variables PLC			
Icon	Nombre	Tipo de datos	Dirección
	AlwaysFALSE	Bool	%M1.3
	AlwaysTRUE	Bool	%M1.2
	DiagStatusUpdate	Bool	%M1.1
	FirstScan	Bool	%M1.0
	System_Byte	Byte	%MB1

Variables PLC

Entradas [21]

Variables PLC			
Icon	Nombre	Tipo de datos	Dirección
	a0	Bool	%I10.3
	a1	Bool	%I10.4
	b1	Bool	%I10.5
	c1	Bool	%I10.6
	dpr1	Bool	%I12.5
	dpr2	Bool	%I12.6
	dpr3	Bool	%I12.7
	e0	Bool	%I10.7
	e1	Bool	%I11.0
	e2	Bool	%I11.1
	FM	Bool	%I12.4
	g0	Bool	%I11.2
	g1	Bool	%I11.3
	h0	Bool	%I11.4
	h1	Bool	%I11.5
	i0	Bool	%I11.6
	i1	Bool	%I11.7
	j0	Bool	%I12.0
	j1	Bool	%I12.1
	k0	Bool	%I12.2
	k1	Bool	%I12.3

Variables PLC

Marcas [5]

Variables PLC			
Icon	Nombre	Tipo de datos	Dirección
	automatico_hmi	Bool	%M5.2
	led_off	Bool	%M5.4
	led_on	Bool	%M5.3
	marcha_hmi	Bool	%M5.0
	paro_hmi	Bool	%M5.1

Variables PLC

Salidas [15]

Variables PLC			
Icon	Nombre	Tipo de datos	Dirección
	a_mas	Bool	%Q4.0
	b_mas	Bool	%Q4.2
	c_mas	Bool	%Q4.1
	d_mas	Bool	%Q4.3
	e_mas	Bool	%Q4.4
	e_menos	Bool	%Q4.5
	f_mas	Bool	%Q4.6
	g_mas	Bool	%Q4.7
	h_mas	Bool	%Q5.0
	i_mas	Bool	%Q5.1
	j_mas	Bool	%Q5.2
	j_menos	Bool	%Q5.3
	k_mas	Bool	%Q5.4
	unir_pieza	Bool	%Q5.6
	v_mas	Bool	%Q5.5

HMI_2 [TP700 Comfort]

HMI_2

General

Nombre

HMI_2

HMI_2 [TP700 Comfort]

Configuración de runtime

General

Imagen inicial	Imagen raíz	Cargar información del nombre	Activada
Plantilla predeterminada		Estilo estándar del proyecto	Activada
Estilo del panel de operador	WinCC Dark V 1.0.1	Adaptar el tamaño de fuente al estilo	Activada
Resolución de la pantalla	800; 480	Intensidad de color	32 bits
Bloquear cambio de tarea	Desactivado	ID del proyecto	0
Idioma de archivado	Idioma de arranque		

Servicios

Sm@rtAccess o servicio: Iniciar Sm@rtServer	Desactivado	Actuar como servidor OPC	Desactivado
Sm@rtAccess: Servidor SIMATIC HMI HTTP	Desactivado	Sm@rtAccess: Servicio web (SOAP)	Desactivado
Sm@rtService: Páginas HTML	Desactivado	Nombre del servidor SMTP	
Puerto	25	Nombre del emisor SMTP	
Autenticación SMTP		SMTP Login	
Conexión segura para SMTP	Desactivado		

Imágenes

Selección de bits para análisis de apariencia	Off	Selección de bits para listas de textos y gráficos	Off
Mostrar valores límite como tooltip	Activada	Mostrar comentarios en scripts	Desactivado
Modo de desplazamiento	Barra de desplazamiento		

Teclado

Utilizar teclado de pantalla	Activada	Soltar botón al salir	Desactivado
------------------------------	----------	-----------------------	-------------

Good Manufacturing Practice

Configuración conforme a GMP	Desactivado
------------------------------	-------------

Avisos

Avisos del controlador

Desbordamiento del búfer	10 %	Grupos de acuse Texto	QGR
Registro	Activada	Utilizar color de la categoría	Desactivado

Totally Integrated Automation Portal		
--------------------------------------	--	--

Utilizar textos de ayuda para diagnóstico del sistema	Activada	Duración de los avisos de sistema	2 segundos
Avisos de diagnóstico S7 sólo con números	Desactivado	Avisos de diagnóstico S7 con números y textos	Desactivado
Avisos de diagnóstico SIMOTION	Desactivado	PersistentAlarmBuffer	Activada
Conexión	HMI_Conexión	Discriminadores	0-16

Administración de usuarios

Cambiar contraseña inicial	Desactivado	Cambiar hora de cierre de sesión	Activada
Activar límite de intentos de inicio de sesión	Activada	Intentos no válidos de inicio de sesión	3
Inicio de sesión con contraseña	Desactivado	Derechos específicos de grupo	Desactivado
Caducidad de la contraseña	Desactivado	Vigencia	90
Tiempo de advertencia	7	Generaciones de contraseña	3
Un carácter especial como mínimo	Desactivado	Una cifra como mínimo	Desactivado
Longitud mínima de contraseña	3	SIMATIC Logon	Desactivado
Utilizar administración de usuarios de WinDomain	WinDomain	Nombre de servidor	
Número de puerto	16389	Dominio de Windows	
SIMATIC Logon encriptado	Activada		

Idioma y fuente

Predeterminar idioma de runtime	Español (España)
---------------------------------	------------------

Español (España)

Runtime Idioma	Activada	Fuente fija 1	Tahoma
Fuente fija 2	Courier New	Fuente predeterminada	Tahoma, 13 Pixel
Fuente configurada 1		Fuente configurada 2	

Configuración OPC

Número de puerto del servidor OPC UA	4870	URL del servidor OPC UA	opc.tcp://[HostName]:4870
Ninguna seguridad de servidor OPC UA	Activada	Ninguna seguridad de servidor OPC UA	Activada
Servidor OPC UA con sistema de cifrado RSA de 128 bits	Activada	Servidor OPC UA con sistema de cifrado RSA de 128 bits sin firma	Desactivado
Servidor OPC UA con sistema de cifrado RSA de 128 bits para firma	Desactivado	Servidor OPC UA con sistema de cifrado de 128 bits para firma y encriptado	Activada

--	--	--

Configuración de variables

Reemplaza los separadores en cada subnivel de la ruta de la variable PLC:	Activada	Modo de compatibilidad: Ajustar '_' entre las variables PLC y el elemento del primer nivel.	Desactivado
Sustituir el carácter '.' si el nombre de la variable HMI se ha creado a partir del nombre de la variable PLC	Activada	Utilizar como carácter suplente '_'	Activada
Utilizar como carácter suplente ';'	Desactivado	Sustituir los caracteres '[' y ']' si el nombre de la variable HMI se ha creado a partir del nombre de la variable PLC	Activada
Utilizar como caracteres suplentes '{' y '}'	Activada	Utilizar como caracteres suplentes '(' y ')'	Desactivado

Configuración del prefijo 'PLC' del nombre de la variable HMI

Conexión	HMI_Conexión	Nombre del PLC como prefijo del nombre de la variable HMI	Desactivado
----------	--------------	---	-------------

HMI_2 [TP700 Comfort] / Imágenes

Imagen raíz

Copia impresa de Imagen raíz



Nombre	Imagen raíz	Color de fondo	182; 182; 182
Color Cuadrícula	0; 0; 0	Número	1
Plantilla	Plantilla_1	Tooltip	

Botón_1

Tipo	Botón	Nombre	Botón_1
Posición X	153	Posición Y	124
Ancho	96	Altura	93
Modo	Gráfico	Texto OFF	marcha
Texto ON	Text		

Dinamizaciones\Evento

Nombre de evento	Pulsar
------------------	--------

Lista de funciones\ActivarBit

Variable	Variable_HMI_marcha
----------	---------------------

Dinamizaciones\Evento

Nombre de evento	Soltar
------------------	--------

Lista de funciones\DesactivarBit

Variable	Variable_HMI_marcha
----------	---------------------

Botón_2

Tipo	Botón	Nombre	Botón_2
Posición X	317	Posición Y	125
Ancho	97	Altura	93
Modo	Gráfico	Texto OFF	Text
Texto ON	Text		

Dinamizaciones\Evento

Nombre de evento	Pulsar
-------------------------	--------

Lista de funciones\ActivarBitMientrasTeclaPulsada

Variable	Variable_HMI_paro	Bit	0
-----------------	-------------------	------------	---

Interruptor_1

Tipo	Interruptor	Nombre	Interruptor_1
Posición X	505	Posición Y	125
Ancho	160	Altura	85
Nivel	1 - Nivel_1	Modo	Interruptor

Dinamizaciones\Evento

Nombre de evento	Conmutar ON
-------------------------	-------------

Lista de funciones\ActivarBit

Variable	Variable_HMI_auto
-----------------	-------------------

Dinamizaciones\Evento

Nombre de evento	Conmutar OFF
-------------------------	--------------

Lista de funciones\DesactivarBit

Variable	Variable_HMI_auto
-----------------	-------------------

Dinamizaciones\Conexión de variable

Nombre de la propiedad	Valor de proceso	Variable	Variable_HMI_auto
-------------------------------	------------------	-----------------	-------------------

Visor de gráficos_1

Tipo	Visor de gráficos	Nombre	Visor de gráficos_1
Posición X	176	Posición Y	268
Ancho	90	Altura	90
Nivel	1 - Nivel_1	Gráfico	green-led-off-hi
Adaptar gráfico al tamaño del objeto	Extender imagen		

Dinamizaciones\Visibilidad

Variable - Ciclo	Variable_HMI_led -	Tipo de datos	Bit
Define el bit que debe vigilarse.	0	Define la visibilidad en función de los valores de proceso seleccionados.	Oculto

Visor de gráficos_2

Tipo	Visor de gráficos	Nombre	Visor de gráficos_2
Posición X	176	Posición Y	268
Ancho	90	Altura	90
Nivel	1 - Nivel_1	Gráfico	green-led-on-hi

Totally Integrated Automation Portal			
Adaptar gráfico al tamaño del objeto		Extender imagen	
Dinamizaciones/Visibilidad			
Variable - Ciclo	Variable_HMI_led -	Tipo de datos	Bit
Define el bit que debe vigilarse.	0	Define la visibilidad en función de los valores de proceso seleccionados.	Visible
Visor de gráficos_3			
Tipo	Visor de gráficos	Nombre	Visor de gráficos_3
Posición X	352	Posición Y	268
Ancho	90	Altura	90
Nivel	1 - Nivel_1	Gráfico	red-led-off-md
Adaptar gráfico al tamaño del objeto		Extender imagen	
Dinamizaciones/Visibilidad			
Variable - Ciclo	Variable_HMI_led_off -	Tipo de datos	Bit
Define el bit que debe vigilarse.	0	Define la visibilidad en función de los valores de proceso seleccionados.	Oculto
Visor de gráficos_4			
Tipo	Visor de gráficos	Nombre	Visor de gráficos_4
Posición X	352	Posición Y	268
Ancho	90	Altura	90
Nivel	1 - Nivel_1	Gráfico	red-led-on-hi
Adaptar gráfico al tamaño del objeto		Extender imagen	
Dinamizaciones/Visibilidad			
Variable - Ciclo	Variable_HMI_led_off -	Tipo de datos	Bit
Define el bit que debe vigilarse.	0	Define la visibilidad en función de los valores de proceso seleccionados.	Visible
Campo de texto_1			
Tipo	Campo de texto	Nombre	Campo de texto_1
Posición X	170	Posición Y	95
Ancho	70	Altura	23
Nivel	1 - Nivel_1	Fuente	Tahoma, 16px, style=Bold
Texto	Marcha		
Campo de texto_2			
Tipo	Campo de texto	Nombre	Campo de texto_2
Posición X	345	Posición Y	95
Ancho	47	Altura	23
Nivel	1 - Nivel_1	Fuente	Tahoma, 16px, style=Bold
Texto	Paro		
Visor de gráficos_5			
Tipo	Visor de gráficos	Nombre	Visor de gráficos_5
Posición X	531	Posición Y	268
Ancho	90	Altura	90
Nivel	1 - Nivel_1	Gráfico	led-cirlce-yellow-off.svg.hi

Adaptar gráfico al tamaño del objeto

Extender imagen

Dinamizaciones/Visibilidad

Variable - Ciclo	Variable_HMI_led_FM -	Tipo de datos	Bit
Define el bit que debe vigilarse.	0	Define la visibilidad en función de los valores de proceso seleccionados.	Oculto

Visor de gráficos_6

Tipo	Visor de gráficos	Nombre	Visor de gráficos_6
Posición X	531	Posición Y	268
Ancho	90	Altura	90
Nivel	1 - Nivel_1	Gráfico	led-circle-yellow-clip-art-83736

Adaptar gráfico al tamaño del objeto

Extender imagen

Dinamizaciones/Visibilidad

Variable - Ciclo	Variable_HMI_led_FM -	Tipo de datos	Bit
Define el bit que debe vigilarse.	0	Define la visibilidad en función de los valores de proceso seleccionados.	Visible

Campo de texto_3

Tipo	Campo de texto	Nombre	Campo de texto_3
Posición X	512	Posición Y	240
Ancho	134	Altura	23
Nivel	1 - Nivel_1	Fuente	Tahoma, 16px, style=Bold
Texto	Falta material		

Rectángulo_1

Tipo	Rectángulo	Nombre	Rectángulo_1
Posición X	97	Posición Y	74
Ancho	627	Altura	324
Nivel	0 - Nivel_0	Color de fondo	217; 217; 217
Color Borde	24; 28; 49		

HMI_2 [TP700 Comfort] / Variables HMI

Tabla de variables_1 [6]

Variable_HMI_marcha

Nombre	Variable_HMI_marcha	Nombre de visualización	
Dirección	%M5.0	Conexión	HMI_Conexión
Tipo de datos	Bool	Longitud	1

marcha_hmi

Variable_HMI_paro

Nombre	Variable_HMI_paro	Nombre de visualización	
Dirección	%M5.1	Conexión	HMI_Conexión
Tipo de datos	Bool	Longitud	1

paro_hmi

Variable_HMI_auto

Nombre	Variable_HMI_auto	Nombre de visualización	
Dirección	%M5.2	Conexión	HMI_Conexión
Tipo de datos	Bool	Longitud	1

automatico_hmi

Variable_HMI_led

Nombre	Variable_HMI_led	Nombre de visualización	
Dirección	%M5.3	Conexión	HMI_Conexión
Tipo de datos	Bool	Longitud	1

led_on

Variable_HMI_led_off

Nombre	Variable_HMI_led_off	Nombre de visualización	
Dirección	%M5.4	Conexión	HMI_Conexión
Tipo de datos	Bool	Longitud	1

led_off

Variable_HMI_led_FM

Nombre	Variable_HMI_led_FM	Nombre de visualización	
Dirección	%I2.4	Conexión	HMI_Conexión
Tipo de datos	Bool	Longitud	1

FM

HMI_2 [TP700 Comfort]

Conexiones

HMI_Conexión

Nombre	HMI_Conexión	Driver de comunicación	SIMATIC S7 1500
Comentario			

HMI_2 [TP700 Comfort] / Administración de usuarios

Permisos

Administración de usuarios

Nombre	Administración de usuarios	Permiso	Administración de usuarios
Número de permiso	1		

Monitorización

Nombre	Monitorización	Permiso	Monitoreo
Número de permiso	2		

Operación

Nombre	Operación	Permiso	Operación
Número de permiso	3		