

TRABAJO FINAL DE GRADO



DESARROLLO DE LA AUTOMATIZACIÓN DE UN SISTEMA DE PROCESADO DE PIEZAS Y SU TRASLADO A ALMACÉN MEDIANTE PLC'S SIEMENS S7-1200 Y SCHNEIDER M241 CON COMUNICACIONES DISTRIBUIDAS MODBUS TCP E INTERACCIÓN MEDIANTE PANTALLA TÁCTIL HMI OMRON

GRADO EN INGENIERÍA ELECTRÓNICA INDUSTRIAL Y AUTOMÁTICA

Autor: Carlos Gallardo Jiménez
Tutor: Raúl Simarro Fernández

Curso académico 2017-2018



UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA



Escuela Técnica Superior de Ingeniería del Diseño

Agradecimientos:

Me gustaría dar las gracias a mi tutor de proyecto Raúl Simarro Fernández por la propuesta del trabajo, la ayuda continua que he recibido durante el desarrollo y su compromiso con el alumno. Gracias a él he ampliado mis conocimientos en el sector de la automática, en el cual querría desarrollarme en un futuro como ingeniero.

Dar las gracias a mi familia por el apoyo recibido en todo momento durante el transcurso del grado, siendo uno de los motivos por los que he llegado a este momento.

También a todos los compañeros de grado con los que me he formado durante estos cuatro años.

DESARROLLO DE LA AUTOMATIZACIÓN DE UN SISTEMA DE PROCESADO DE PIEZAS Y SU TRASLADO A ALMACÉN MEDIANTE PLC'S SIEMENS S7-1200 Y SCHNEIDER M241 CON COMUNICACIONES DISTRIBUIDAS MODBUS TCP E INTERACCIÓN MEDIANTE PANTALLA TÁCTIL HMI OMRON



UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA



Escuela Técnica Superior de Ingeniería del Diseño

ETSID

UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE VALENCIA

TRABAJO FIN DE GRADO:

DESARROLLO DE LA AUTOMATIZACIÓN DE UN SISTEMA DE PROCESADO DE PIEZAS Y SU TRASLADO A ALMACÉN MEDIANTE PLC'S SIEMENS S7-1200 Y SCHNEIDER M241 CON COMUNICACIONES DISTRIBUIDAS MODBUS TCP E INTERACCIÓN MEDIANTE PANTALLA TÁCTIL HMI OMRON

DOCUMENTOS:

1. MEMORIA
2. PLIEGO DE CONDICIONES
3. PLANOS
4. PRESUPUESTO
5. ANEXOS

AUTOR: GALLARDO JIMÉNEZ, CARLOS

TUTOR: SIMARRO FERNÁNDEZ, RAÚL

TITULACIÓN: GRADO EN INGENIERÍA ELECTRÓNICA INDUSTRIAL Y AUTOMÁTICA, ETSID

CURSO ACADÉMICO 2017-2018

DESARROLLO DE LA AUTOMATIZACIÓN DE UN SISTEMA DE PROCESADO DE PIEZAS Y SU TRASLADO A ALMACÉN MEDIANTE PLC'S SIEMENS S7-1200 Y SCHNEIDER M241 CON COMUNICACIONES DISTRIBUIDAS MODBUS TCP E INTERACCIÓN MEDIANTE PANTALLA TÁCTIL HMI OMRON



UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA



ETSID

UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE VALENCIA

TRABAJO FIN DE GRADO:

DESARROLLO DE LA AUTOMATIZACIÓN DE UN SISTEMA DE PROCESADO DE PIEZAS Y SU TRASLADO A ALMACÉN MEDIANTE PLC'S SIEMENS S7-1200 Y SCHNEIDER M241 CON COMUNICACIONES DISTRIBUIDAS MODBUS TCP E INTERACCIÓN MEDIANTE PANTALLA TÁCTIL HMI OMRON

DOCUMENTO:

MEMORIA

AUTOR: GALLARDO JIMÉNEZ, CARLOS

TUTOR: SIMARRO FERNÁNDEZ, RAÚL

TITULACIÓN: GRADO EN INGENIERÍA ELECTRÓNICA INDUSTRIAL Y AUTOMÁTICA, ETSID

CURSO ACADÉMICO 2017-2018

DESARROLLO DE LA AUTOMATIZACIÓN DE UN SISTEMA DE PROCESADO DE PIEZAS Y SU TRASLADO A ALMACÉN MEDIANTE PLC'S SIEMENS S7-1200 Y SCHNEIDER M241 CON COMUNICACIONES DISTRIBUIDAS MODBUS TCP E INTERACCIÓN MEDIANTE PANTALLA TÁCTIL HMI OMRON

ÍNDICE

Índice de ilustraciones 4

Índice de tablas..... 7

1 Introducción..... 9

 1.1 Objeto del proyecto 9

 1.2 Antecedentes 9

 1.3 Motivaciones..... 9

 1.4 Condiciones del encargo 10

2 Factores a tener en cuenta..... 11

 2.1 Normativa 11

3 Estudio de alternativas..... 12

 3.1 Tipo de lógica 12

 3.1.1 Lógica cableada 12

 3.1.2 Lógica programada..... 12

 3.2 Dispositivo de control 14

 3.2.1 Microcontrolador 14

 3.2.2 Tarjeta de adquisición de datos en pc (DAQ) 15

 3.2.3 Autómata programable (PLC) 16

 3.3 Modelos de autómatas programables y software de programación 18

 3.4 Visualización del proceso 20

 3.4.1 Pantalla táctil Omron 20

 3.4.2 Servidor web 21

 3.5 Comunicaciones entre dispositivos 21

 3.5.1 OLE for Process Control (OPC) 21

 3.5.2 Protocolo MODBUS..... 21

 3.6 Solución adoptada 22

4 Descripción del material empleado 25

 4.1 Maquetas Fischertechnik..... 25

 4.1.1 Sensores..... 25



DESARROLLO DE LA AUTOMATIZACIÓN DE UN SISTEMA DE PROCESADO DE PIEZAS Y SU TRASLADO A ALMACÉN MEDIANTE PLC'S SIEMENS S7-1200 Y SCHNEIDER M241 CON COMUNICACIONES DISTRIBUIDAS MODBUS TCP E INTERACCIÓN MEDIANTE PANTALLA TÁCTIL HMI OMRON

4.1.2 Actuadores	26
4.1.3 Estación multiproceso	27
4.1.4 Manipulador de vacío	30
4.1.5 Almacén vertical	32
4.2 Software empleado	34
4.2.1 SoMachine-Schneider	34
4.2.2 TIA Portal-Siemens.....	36
4.2.3 NB-Designer	37
5 Descripción detallada de la solución adoptada.....	40
5.1 Diagrama funcional del sistema	42
5.2 Estación multiproceso	44
5.2.1 Descripción del funcionamiento	44
5.2.2 Subprocesos del sistema	45
5.3 Manipulador de vacío.....	53
5.3.1 Descripción del funcionamiento	53
5.3.2 Proceso del sistema.....	54
5.4 Almacén vertical.....	58
5.4.1 Descripción del funcionamiento	58
5.4.2 Subprocesos del sistema	59
6 Implementación del sistema	65
6.1 Implementación en TIA Portal V13	65
6.1.1 Distribución de los bloques funcionales	65
6.1.2 Programación del proceso.....	65
6.1.3 Configuración de las comunicaciones	67
6.2 Implementación SoMachine	74
6.2.1 Distribución de los bloques funcionales	74
6.2.2 Programación del proceso.....	74
6.2.3 Tratamiento de los pulsos de los encoders.....	76
6.2.4 Configuración de las comunicaciones	78



DESARROLLO DE LA AUTOMATIZACIÓN DE UN SISTEMA DE PROCESADO DE PIEZAS Y SU TRASLADO A ALMACÉN MEDIANTE PLC'S SIEMENS S7-1200 Y SCHNEIDER M241 CON COMUNICACIONES DISTRIBUIDAS MODBUS TCP E INTERACCIÓN MEDIANTE PANTALLA TÁCTIL HMI OMRON

6.3 Implementación NB-Designer.....79

 6.3.1 Distribución de las pantallas.....79

 6.3.2 Programación del entorno visual.....80

 6.3.3 Configuración de las comunicaciones81

7 Puesta en marcha del sistema83

 7.1 Conexión de la estación multiproceso y PLC S7-120083

 7.2 Conexión del manipulador de vacío y PLC M24184

 7.3 Conexión del almacén vertical y PLC M241.....84

 7.4 Conexión de la pantalla Omron85

8 Conclusiones87

9 Bibliografía89

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1. Ejemplo de sistema de lógica cableada [3].....	12
Ilustración 2. Ejemplo de sistema de lógica programada [4].....	13
Ilustración 3. Ejemplo de microcontrolador [5]	14
Ilustración 4. Ejemplo de tarjeta de adquisición de datos [6]	15
Ilustración 5. Ejemplo autómatas programables Siemens [7].....	16
Ilustración 6. Ejemplo de pantalla táctil HMI [8].....	20
Ilustración 7. Capas del modelo OSI.....	22
Ilustración 8. Final de carrera maqueta Fischertechnik [11]	25
Ilustración 9. Fototransistor maqueta Fischertechnik [11]	26
Ilustración 10. <i>Encoder</i> maqueta Fischertechnik [12].....	26
Ilustración 11. Estación multiproceso Fischertechnik.....	27
Ilustración 12. Elementos de la estación multiproceso 1.....	28
Ilustración 13. Elementos de la estación multiproceso 2.....	29
Ilustración 14. Manipulador de vacío Fischertechnik	30
Ilustración 15. Elementos del manipulador de vacío Fischertechnik.....	31
Ilustración 16. Almacén vertical Fischertechnik	32
Ilustración 17. Elementos del almacén vertical Fischertechnik	33
Ilustración 18. Logotipo SoMachine de Schneider Electric	34
Ilustración 19. Logotipo TIA Portal de Siemens.....	36
Ilustración 20. Logotipo NB-Designer de Omron	38
Ilustración 21. Tipos de tratamientos.....	41
Ilustración 22. Esquema de comunicación de los dispositivos	42
Ilustración 23. Distribución del sistema completo 1.....	43
Ilustración 24. Distribución del sistema completo 2.....	44
Ilustración 25. Diagrama GRAFCET general de la estación multiproceso	45
Ilustración 26. Diagrama GRAFCET condiciones iniciales de la estación multiproceso ..	46
Ilustración 27. Diagrama GRAFCET tratamiento completo de la estación multiproceso	48
Ilustración 28. Diagrama GRAFCET tratamiento horno de la estación multiproceso.....	51



DESARROLLO DE LA AUTOMATIZACIÓN DE UN SISTEMA DE PROCESADO DE PIEZAS Y SU TRASLADO A ALMACÉN MEDIANTE PLC'S SIEMENS S7-1200 Y SCHNEIDER M241 CON COMUNICACIONES DISTRIBUIDAS MODBUS TCP E INTERACCIÓN MEDIANTE PANTALLA TÁCTIL HMI OMRON

Ilustración 29. Diagrama GRAFCET tratamiento sierra de la estación multiproceso52

Ilustración 30. Diagrama GRAFCET parada de emergencia de la estación multiproceso 53

Ilustración 31. Diagrama GRAFCET general del manipulador de vacío54

Ilustración 32. Diagrama GRAFCET condiciones iniciales del manipulador de vacío55

Ilustración 33. Diagrama GRAFCET producción automática del manipulador de vacío..56

Ilustración 34. Diagrama GRAFCET parada de emergencia del manipulador de vacío57

Ilustración 35. Zona de seguridad de descarga58

Ilustración 36. Diagrama GRAFCET general del almacén vertical59

Ilustración 37. Diagrama GRAFCET condiciones iniciales del almacén vertical60

Ilustración 38. Diagrama GRAFCET tratamientos del almacén vertical61

Ilustración 39. Diagrama GRAFCET producción automática del almacén vertical62

Ilustración 40. Diagrama GRAFCET descarga del almacén vertical63

Ilustración 41. Diagrama GRAFCET carga del almacén vertical63

Ilustración 42. Diagrama GRAFCET parada de emergencia del almacén vertical64

Ilustración 43. Bloques funcionales de la estación multiproceso65

Ilustración 44. Ejemplo de programación en diagrama de contactos (LD).....66

Ilustración 45. Distribución de la programación dentro del bloque “Main”67

Ilustración 46. Ejemplo temporizador en TIA Portal de Siemens.....67

Ilustración 47. Bloques de comunicación en TIA Portal de Siemens68

Ilustración 48. Configuración de los parámetros de comunicación del almacén vertical en TIA Portal68

Ilustración 49. Configuración de los parámetros de comunicación de la pantalla táctil HMI en TIA Portal69

Ilustración 50. Configuración de los parámetros de comunicación del manipulador de vacío en TIA Portal69

Ilustración 51. Configuración de los bloques de datos compartidos en TIA Portal70

Ilustración 52. Bloque “MB_Server” del almacén vertical71

Ilustración 53. Bloque “MB_Server” de la pantalla táctil HMI71

Ilustración 54. Bloque “MB_Server” del manipulador de vacío72

Ilustración 55. Bloque de escritura de las variables de comunicación72



DESARROLLO DE LA AUTOMATIZACIÓN DE UN SISTEMA DE PROCESADO DE PIEZAS Y SU TRASLADO A ALMACÉN MEDIANTE PLC'S SIEMENS S7-1200 Y SCHNEIDER M241 CON COMUNICACIONES DISTRIBUIDAS MODBUS TCP E INTERACCIÓN MEDIANTE PANTALLA TÁCTIL HMI OMRON

Ilustración 56. Ejemplo de escritura en las variables de comunicación mediante texto estructurado (LD)73

Ilustración 57. Distribución de los bloques funcionales en SoMachine.....74

Ilustración 58. Ejemplo de programación mediante grafico de funciones secuenciales (SFC).....75

Ilustración 59. Ejemplo de programación en texto estructurado76

Ilustración 60. Ejemplo de condición de activación de la etapa76

Ilustración 61. Ejemplo de programación en diagrama de contactos (LD) en SoMachine76

Ilustración 62. Configuración de los pulsos de entrada de los *encoders*77

Ilustración 63. Ejemplo de conteo de pulsos.....77

Ilustración 64. Estructura de la configuración de las comunicaciones en SoMachine.....78

Ilustración 65. Distribución de las pantallas en NB_Designer79

Ilustración 66. Pantalla de visualización de la estación multiproceso80

Ilustración 67. Objetos funcionales de diseño80

Ilustración 68. Barra de herramientas de NB-Designer.....81

Ilustración 69. Conexión de la estación multiproceso con el autómatas S7-120083

Ilustración 70. Conexión del manipulador de vacío con el autómatas M24184

Ilustración 71. Conexión del almacén vertical con el autómatas M241.....84

Ilustración 72. Alimentación de la pantalla táctil Omron.....85

Ilustración 73. Parte posterior de la pantalla táctil Omron86



DESARROLLO DE LA AUTOMATIZACIÓN DE UN SISTEMA DE PROCESADO DE PIEZAS Y SU TRASLADO A ALMACÉN MEDIANTE PLC'S SIEMENS S7-1200 Y SCHNEIDER M241 CON COMUNICACIONES DISTRIBUIDAS MODBUS TCP E INTERACCIÓN MEDIANTE PANTALLA TÁCTIL HMI OMRON

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Comparativa entre lógica cableada y programada 13

Tabla 2. Ventajas e inconvenientes de los microcontroladores..... 15

Tabla 3. Ventajas e inconvenientes de las DAQ 16

Tabla 4. Ventajas e inconvenientes de los autómatas programables 17

Tabla 5. Modelos de autómatas programables 18

Tabla 6. Características de los modelos de PLC [8] [9] [10] 19

Tabla 7. Características físicas de la estación multiproceso Fischertechnik 28

Tabla 8. Elementos de la estación multiproceso..... 30

Tabla 9. Características físicas del manipulador de vacío Fischertechnik..... 31

Tabla 10. Elementos del manipulador de vacío Fischertechnik 32

Tabla 11. Características físicas del almacén vertical Fischertechnik..... 33

Tabla 12. Elementos del almacén vertical Fischertechnik..... 34

DESARROLLO DE LA AUTOMATIZACIÓN DE UN SISTEMA DE PROCESADO DE PIEZAS Y
SU TRASLADO A ALMACÉN MEDIANTE PLC'S SIEMENS S7-1200 Y SCHNEIDER M241
CON COMUNICACIONES DISTRIBUIDAS MODBUS TCP E INTERACCIÓN MEDIANTE
PANTALLA TÁCTIL HMI OMRON



1 INTRODUCCIÓN

1.1 OBJETO DEL PROYECTO

El presente proyecto tiene como objeto el desarrollo de la automatización del sistema de producción de piezas y su posterior almacenamiento clasificado. Para ello es necesario el uso de autómatas programables para el control del sistema y de una interfaz SCADA con el propósito de monitorizar e interactuar con el sistema. Estos dispositivos deben contar con la posibilidad de comunicarse entre sí para poder llevar a cabo una producción sincronizada.

El proyecto detalla las alternativas valoradas teniendo en cuenta sus características técnicas, además de una explicación detallada de la solución adoptada, la implementación y configuración de los dispositivos, teniendo en cuenta que la instalación se realiza por parte del cliente.

1.2 ANTECEDENTES

La automatización consiste en la supervisión total o parcial de la intervención humana en la ejecución de diversas tareas, industriales, agrícolas, domésticas, administrativas o científicas. Se aplica tanto a las tareas más sencillas, como la regulación de la temperatura de un horno o el mando secuencial de una máquina herramienta. [1]

El empleo de máquinas automatizadas ha supuesto una mejora a nivel productivo, siendo capaces de reducir considerablemente los tiempos de producción y llevar a cabo tareas con precisión milimétrica. Es por ello que el sector de la automatización ha llegado a ser hoy en día necesario en prácticamente cualquier sistema de fabricación, aunque no es el único ya que también tiene aplicaciones en la construcción o la domótica.

1.3 MOTIVACIONES

Los automatismos existen desde la época de Leonardo da Vinci [2] hasta hoy en día donde todos los sectores de la industria cuentan con sistemas automatizados para la realización de sus procesos de producción.

Por lo que ha llevado el sector del control de sistemas a ser uno de los más importantes dentro de una empresa, es por ello por lo que la realización de este proyecto tiene sus bases en ampliar los conocimientos en un campo que se encuentra en continuo



DESARROLLO DE LA AUTOMATIZACIÓN DE UN SISTEMA DE PROCESADO DE PIEZAS Y SU TRASLADO A ALMACÉN MEDIANTE PLC'S SIEMENS S7-1200 Y SCHNEIDER M241 CON COMUNICACIONES DISTRIBUIDAS MODBUS TCP E INTERACCIÓN MEDIANTE PANTALLA TÁCTIL HMI OMRON

desarrollo y se requiere nuevos ingenieros que tengan nociones sobre las principales marcas del mercado como Siemens, Omron o Schneider.

Además, no solo se quiere enfocar el proyecto en la automatización de procesos, sino que también ampliar conocimientos sobre las comunicaciones entre dispositivos, de esta forma en un sistema real es posible sincronizar maquinaria para la realización de tareas en paralelo o sobre un mismo proceso sin peligro de colisiones o accidentes.

Aunque el control es el eje central de la producción automática, es necesario poder visualizar lo que ocurre en el proceso y almacenar datos sobre los tiempos de producción o el número de piezas realizadas en un periodo de tiempo. Es aquí donde entran los sistemas SCADA, capaces de monitorizar las variables del proceso y permitir actuar sobre este sin necesidad de acceder a la planta. Desde un panel táctil o un PC es posible visualizar el SCADA, por lo que se pretende ampliar los conocimientos adquiridos durante el grado sobre la creación de estos entornos visuales.

1.4 CONDICIONES DEL ENCARGO

El objetivo del trabajo es la automatización de un proceso de tratamiento de piezas, un manipulador y un almacén vertical. De acuerdo con las especificaciones del cliente el proyecto debe cumplir:

- Gestionar el trabajo entre las maquetas Fischertechnik de forma sincronizada.
- Seleccionar de forma manual el tratamiento recibido por la pieza.
- Coordinar el intercambio de información entre los dispositivos.
- Configurar la distribución de las variables de entrada y salida para la comunicación entre los dispositivos.
- Implementar medidas de seguridad ante la posibilidad de errores o fallos del sistema.
- Desarrollar un sistema SCADA para la monitorización y interacción con el sistema.
- Simplicidad del diseño para la interacción del operario con el sistema.

2 FACTORES A TENER EN CUENTA

2.1 NORMATIVA

A la hora de realizar el proyecto de automatizado es necesario tener en cuenta la siguiente normativa:

- IEC 61131-3. Estandarización completa de los lenguajes de programación de los controladores lógicos programables.
- IEC 62541. Especificaciones de la plataforma de comunicación universal OPC, para modelos estándar de información.
- IEC 60870-5-101. Definición el uso de una red TCP/IP.
- UNE-EN 60848:2013. Lenguaje de especificación GRAFCET para diagramas funcionales secuenciales.
- UNE-EN 61000-6-2. Compatibilidad electromagnética (CEM). Parte 6-2: Normas genéricas. Inmunidad en entornos industriales.
- EN ISO 13849-1:2006. Seguridad de las máquinas. Partes del sistema de mando relativas a seguridad. Parte 1: Principios generales para el diseño.
- UNE EN ISO 12100:2012. Referente a la seguridad de las máquinas.

3 ESTUDIO DE ALTERNATIVAS

A la hora de realizar el diseño de una automatización es necesario valorar cada una de las alternativas con las que se pueden conseguir los objetivos de la manera más eficiente y económica. A continuación, se valoran las posibilidades con las que se puede llevar a cabo, pero no todas igual de válidas en el sector de la automatización.

3.1 TIPO DE LÓGICA

3.1.1 LÓGICA CABLEADA

También conocida como lógica de contactos, se trata de uno de los métodos para realizar controles mediante relés programados entre los que se encuentran los relés electromecánicos, contactores de potencia, diodos y válvulas óleo-hidráulicas o neumáticas. En el caso de realizar un cambio en la programación es necesario realizar de nuevo el cableado de los componentes a modificar.

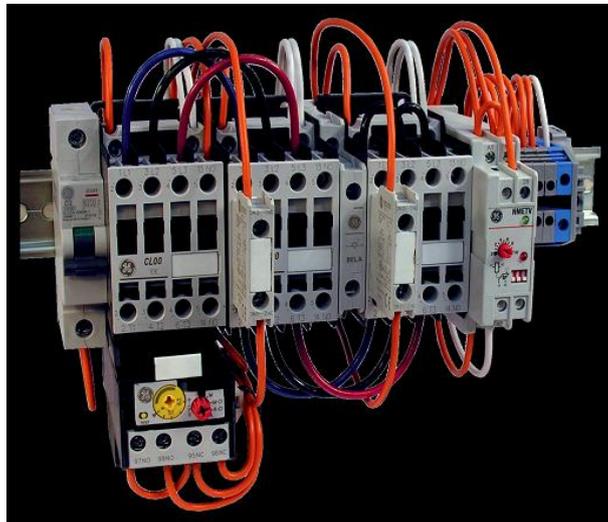


Ilustración 1. Ejemplo de sistema de lógica cableada [3]

3.1.2 LÓGICA PROGRAMADA

Este tipo de lógica se caracteriza por estar compuesta por dispositivos lógicos programables (PLD) que no tienen una función preestablecida, por lo que pueden ser configuradas mediante software para realizar la función que se les requiera, pudiendo ser almacenada la configuración y modificada posteriormente.

DESARROLLO DE LA AUTOMATIZACIÓN DE UN SISTEMA DE PROCESADO DE PIEZAS Y SU TRASLADO A ALMACÉN MEDIANTE PLC'S SIEMENS S7-1200 Y SCHNEIDER M241 CON COMUNICACIONES DISTRIBUIDAS MODBUS TCP E INTERACCIÓN MEDIANTE PANTALLA TÁCTIL HMI OMRON



Ilustración 2. Ejemplo de sistema de lógica programada [4]

	Ventajas	Inconvenientes
<i>Lógica cableada</i>	<ul style="list-style-type: none"> -Bajo coste. -Mayor robustez en lugares donde se requieren altos niveles de seguridad para la maquinaria y las personas. 	<ul style="list-style-type: none"> -Gran tamaño de los componentes. -Poca flexibilidad frente a modificaciones del sistema. -Limitación frente a funciones complejas.
<i>Lógica programada</i>	<ul style="list-style-type: none"> -Modificaciones mediante software de forma flexible. -Tamaño reducido de los componentes. -Permite conexión con otros dispositivos de manera sencilla. -Implementación de algoritmos para el control de procesos. 	<ul style="list-style-type: none"> -Requiere de personal cualificado para realizar modificaciones. -Menor robustez en lugares críticos del proceso. -Mayor coste inicial y de reparaciones.

Tabla 1. Comparativa entre lógica cableada y programada

Hoy en día el tráfico de información en la industria es tan elevado que son necesarios sistemas que puedan manejarla de forma rápida y tener la capacidad de visualizar el

DESARROLLO DE LA AUTOMATIZACIÓN DE UN SISTEMA DE PROCESADO DE PIEZAS Y SU TRASLADO A ALMACÉN MEDIANTE PLC'S SIEMENS S7-1200 Y SCHNEIDER M241 CON COMUNICACIONES DISTRIBUIDAS MODBUS TCP E INTERACCIÓN MEDIANTE PANTALLA TÁCTIL HMI OMRON

estado del proceso en tiempo real para poder detectar y actuar sobre los errores que pueden surgir en el menor tiempo posible. Además, es importante la flexibilidad a la hora de realizar cambios en planta para poder adaptarse a las exigencias del mercado.

Por lo tanto, después de analizar las dos posibilidades, se ha elegido la lógica programada ya que proporciona gran cantidad de ventajas como se ha podido observar en la tabla 1.

3.2 DISPOSITIVO DE CONTROL

3.2.1 MICROCONTROLADOR

Se trata de un circuito integrado programable formado por una unidad central de procesamiento, memoria y periféricos de entrada/salida que son las unidades básicas de una computadora.



Ilustración 3. Ejemplo de microcontrolador [5]

Un microcontrolador cuenta con una Unidad Aritmética y Lógica (ALU), la cual está formada por circuitos electrónicos digitales combinatorios, es decir, está compuesta por elementos que permiten realizar operaciones lógicas, aritméticas y misceláneas. Por lo tanto, las señales obtenidas a la salida del microcontrolador pueden ser analógicas, digitales y condicionadas.

La salida del dispositivo a través de los periféricos es posible gracias a los puertos entrada/salida paralelos que transfieren la información en bits, los puertos serie y los periféricos analógicos, compuestos por convertidores analógico-digital y digital-analógico.

DESARROLLO DE LA AUTOMATIZACIÓN DE UN SISTEMA DE PROCESADO DE PIEZAS Y SU TRASLADO A ALMACÉN MEDIANTE PLC'S SIEMENS S7-1200 Y SCHNEIDER M241 CON COMUNICACIONES DISTRIBUIDAS MODBUS TCP E INTERACCIÓN MEDIANTE PANTALLA TÁCTIL HMI OMRON



<i>Ventajas</i>	<i>Inconvenientes</i>
<ul style="list-style-type: none"> -Posibilidad de programar y sincronizar tareas a través del tiempo. -Diversidad de software para su programación. -Gran cantidad de microcontroladores con diferentes características. -Bajo consumo. 	<ul style="list-style-type: none"> -Flexibilidad con tareas poco complejas. -Requiere de periféricos para controlar un sistema. -Programación compleja.

Tabla 2. Ventajas e inconvenientes de los microcontroladores

3.2.2 TARJETA DE ADQUISICION DE DATOS EN PC (DAQ)

Se trata de un dispositivo capaz de obtener muestras de una variable física a través de un sensor y a mediante un convertidor transformarla para poder ser registrada por un sistema digital. Para ello este está formado por la tarjeta de adquisición de datos, los sensores y una computadora, la cual se encarga de procesar la información obtenida mediante la tarjeta.

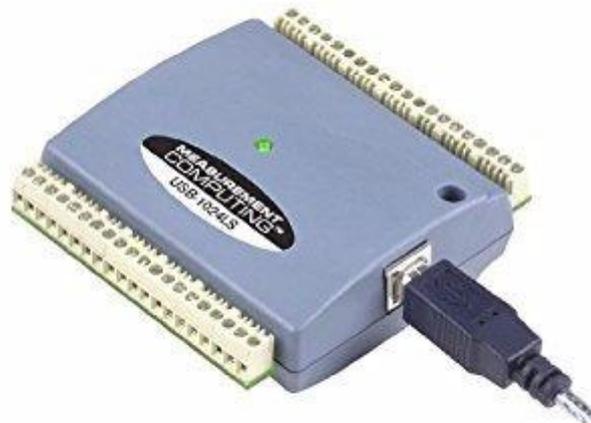


Ilustración 4. Ejemplo de tarjeta de adquisición de datos [6]

Para que la adquisición de las señales sea correcta es necesaria la etapa de acondicionamiento, la cual puede amplificar, disminuir y realizar filtrado sobre la señal entrante antes de que esta sea transformada por el convertidor analógico-digital.

DESARROLLO DE LA AUTOMATIZACIÓN DE UN SISTEMA DE PROCESADO DE PIEZAS Y SU TRASLADO A ALMACÉN MEDIANTE PLC'S SIEMENS S7-1200 Y SCHNEIDER M241 CON COMUNICACIONES DISTRIBUIDAS MODBUS TCP E INTERACCIÓN MEDIANTE PANTALLA TÁCTIL HMI OMRON



<i>Ventajas</i>	<i>Inconvenientes</i>
<ul style="list-style-type: none"> -Conversión de los datos mediante convertidores A/D y D/A -Medición de variables físicas. -Posibilidad de almacenar los datos en la computadora conectada. -Interfaz para visualizar el proceso. 	<ul style="list-style-type: none"> -Necesidad de conexión a una computadora. -Complejidad en la programación. -Computadora ofrece menor robustez en ambientes de trabajo.

Tabla 3. Ventajas e inconvenientes de las DAQ

3.2.3 AUTÓMATA PROGRAMABLE (PLC)

Un autómata programable se caracteriza por ser un dispositivo electrónico programable diseñado para controlar procesos secuenciales a partir de la información recibida por las entradas, lo que permite actuar en las salidas dependiendo de cómo haya sido programado. Además, es un componente robusto, capaz de aguantar condiciones severas.



Ilustración 5. Ejemplo autómata programable Siemens [7]



DESARROLLO DE LA AUTOMATIZACIÓN DE UN SISTEMA DE PROCESADO DE PIEZAS Y SU TRASLADO A ALMACÉN MEDIANTE PLC'S SIEMENS S7-1200 Y SCHNEIDER M241 CON COMUNICACIONES DISTRIBUIDAS MODBUS TCP E INTERACCIÓN MEDIANTE PANTALLA TÁCTIL HMI OMRON

Hoy en día los PLC's han sufrido una evolución notable, donde algunos de ellos permiten realizar controles continuos sobre los procesos o realizar visualizaciones para controlar el estado del sistema. También se ha de tener en cuenta que es un dispositivo modular, por lo que es posible ampliar sus características con módulos entrada/salida o comunicaciones.

Los PLC's se caracterizan por ser dispositivos de tiempo real crítico, ya que estos deben de proporcionar las señales de salida respecto a las señales de entrada recibidas dentro de un margen de tiempo, de no ser así produciría un resultado diferente al deseado.

<i>Ventajas</i>	<i>Inconvenientes</i>
-Gran cantidad de E/S disponibles.	-Mayor coste de adquisición.
-Posibilidad de añadir módulos adicionales dependiendo de la necesidad.	-Necesidad de conexión a la red eléctrica.
-Permite tanto control continuo como discreto.	-Memoria reducida.
-Posibilidad de programación en diferentes lenguajes de programación.	-Mayor tamaño.
-Permite la interconexión entre ellos y monitorización del proceso.	

Tabla 4. Ventajas e inconvenientes de los autómatas programables



DESARROLLO DE LA AUTOMATIZACIÓN DE UN SISTEMA DE PROCESADO DE PIEZAS Y SU TRASLADO A ALMACÉN MEDIANTE PLC'S SIEMENS S7-1200 Y SCHNEIDER M241 CON COMUNICACIONES DISTRIBUIDAS MODBUS TCP E INTERACCIÓN MEDIANTE PANTALLA TÁCTIL HMI OMRON

3.3 MODELOS DE AUTÓMATAS PROGRAMABLES Y SOFTWARE DE PROGRAMACIÓN

Debido al estado en el que se encuentra la industria y su gran demanda, los autómatas programables han supuesto una gran opción a la hora de automatizar los procesos. Esto supone una gran comercialización de estos dispositivos, por lo que existen numerosas empresas dedicadas a su fabricación.

Con el objetivo de cubrir la demanda existente las empresas disponen de un gran catálogo de PLC's con características diferentes dependiendo del medio en el que sea necesario su uso. Por lo tanto, la elección de los autómatas en base a sus características es una decisión importante para poder controlar el proceso de la manera más eficiente y óptima. Además, cada empresa pone a disposición del cliente el *software* específico para su programación.

En este caso la elección de los autómatas que se van a emplear para el proyecto está ligada al material disponible en el Departamento de Ingeniería de Sistemas y Automática (DISA) de la Universidad Politécnica de Valencia (UPV), ya que es donde se va a llevar a cabo la realización de este.

A continuación, se muestran los diferentes modelos disponibles en el departamento:

MARCA	MODELO
SIEMENS	SIMATIC S7-1200
SCHNEIDER	Modicon M241 (TM241CE40R)
OMRON	CJ2M

Tabla 5. Modelos de autómatas programables

Uno de los factores a tener en cuenta son las características de cada uno de los dispositivos para conocer su compatibilidad con el proyecto. A continuación, se detallan las más importantes:



DESARROLLO DE LA AUTOMATIZACIÓN DE UN SISTEMA DE PROCESADO DE PIEZAS Y SU TRASLADO A ALMACÉN MEDIANTE PLC'S SIEMENS S7-1200 Y SCHNEIDER M241 CON COMUNICACIONES DISTRIBUIDAS MODBUS TCP E INTERACCIÓN MEDIANTE PANTALLA TÁCTIL HMI OMRON

SIMATIC S7-1200	MODICON M241	CJ2M
-14 entradas y 10 salidas digitales.	-24 entradas NPN/PNP de 24 V c.	-2560 bits de entrada/salida.
-2 entradas analógicas	-16 salidas: con 4 salidas rápidas de transistor PNP y 12 salidas de relé.	-0 a 4 slots de interrupciones.
-MODBUS TCP (cliente/servidor).	-1 puerto Ethernet.	-Posibilidad de programación en diagrama de contactos, SFC, texto estructurado y lista de instrucciones.
-1 puerto Ethernet.	-Modbus TCP (cliente y servidor), Modbus TCP esclavo, cliente de DHCP, programación, descarga, monitorización	-1 puerto Ethernet.
-3 módulos de comunicación.	-PID.	-Posibilidad de ampliación mediante cartuchos de extensión.
-Módulo SM con 8 entradas y salidas DC digitales, 8 entradas DC y 8 salidas de relé.	-3 cartuchos de extensión de E/S.	-Ejecución de hasta 128 tareas cíclicas.
-Módulo SM con 4 entradas y 2 salidas analógicas.	-Posibilidad de programación en SFC, texto estructurado, diagrama de contactos, etc.	
-Programación mediante diagrama de contactos (LD).		

Tabla 6. Características de los modelos de PLC [8] [9] [10]

3.4 VISUALIZACIÓN DEL PROCESO

Con la modernización de la industria los sistemas Human Machine Interface han ganado terreno permitiendo visualizar el estado del proceso, además de leer y actuar sobre el estado de este. El uso de estas interfaces permite por lo tanto un control sencillo y eficiente. Estos sistemas se encuentran integrados tanto en máquinas como en dispositivos especialmente diseñados para ello, aunque es posible acceder a estas interfaces mediante una computadora. A la hora de realizar una elección para la visualización se ha de tener en cuenta el material disponible en el Departamento de Ingeniería de Sistemas y Automática (DISA).

3.4.1 PANTALLA TÁCTIL OMRON

Por un lado, encontramos las pantallas táctiles HMI. En este caso el dispositivo disponible en el departamento es la pantalla NB7W-TW01B de la marca Omron.



Ilustración 6. Ejemplo de pantalla táctil HMI [8]

Las principales características de este dispositivo son:

- Pantalla táctil con display LCD TFT.
- Comunicación serie, USB o Ethernet.
- Puerto para conexión de memorias USB.
- Memoria interna de 128 MB.
- Conexión a dispositivos Omron y de terceros, como PLC, variadores.



DESARROLLO DE LA AUTOMATIZACIÓN DE UN SISTEMA DE PROCESADO DE PIEZAS Y SU TRASLADO A ALMACÉN MEDIANTE PLC'S SIEMENS S7-1200 Y SCHNEIDER M241 CON COMUNICACIONES DISTRIBUIDAS MODBUS TCP E INTERACCIÓN MEDIANTE PANTALLA TÁCTIL HMI OMRON

3.4.2 SERVIDOR WEB

Por otro lado, los autómatas programables utilizados para realizar el proyecto ofrecen la posibilidad de crear servidores web a los que se puede acceder desde cualquier navegador de un PC o incluso tabletas y móviles. Esta característica es llamativa ya que se puede acceder a la información del sistema desde cualquier dispositivo dentro de la empresa.

Tanto el PLC Siemens como el Schneider tienen esta característica en sus respectivos softwares TIA Portal y SoMachine.

3.5 COMUNICACIONES ENTRE DISPOSITIVOS

3.5.1 OLE FOR PROCESS CONTROL (OPC)

El estándar de comunicación OPC mediante la arquitectura cliente/servidor, en el cual los dispositivos de una misma red obtienen la información de un dispositivo de referencia configurado como servidor, permite la comunicación entre componentes de software individuales mediante una interfaz común para que compartan datos, principalmente utilizado para el control y supervisión de sistemas industriales.

OPC es una de las alternativas para este proyecto ya que se trabaja con dispositivos de diferentes marcas. Para poder configurar el servidor es necesario recurrir a dos softwares especializados en ello, MatrikonOPC y KEPServerEX.

3.5.2 PROTOCOLO MODBUS

Para conocer el protocolo MODBUS es necesario primero conocer el modelo de interconexión de sistemas abiertos, más conocido como Modelo OSI. Se trata de un estándar desarrollado que define las diferentes fases, o capas, por las que debe pasar la información para viajar de un dispositivo a otro mediante una red de comunicaciones.

El modelo define el tipo de protocolo que debe de seguir la información en cada una de las 7 capas por las que está compuesto. Cada una de las capas realiza una función concreta y están separadas del resto por las capas adyacentes por interfaces conocidas.

DESARROLLO DE LA AUTOMATIZACIÓN DE UN SISTEMA DE PROCESADO DE PIEZAS Y SU TRASLADO A ALMACÉN MEDIANTE PLC'S SIEMENS S7-1200 Y SCHNEIDER M241 CON COMUNICACIONES DISTRIBUIDAS MODBUS TCP E INTERACCIÓN MEDIANTE PANTALLA TÁCTIL HMI OMRON



Ilustración 7. Capas del modelo OSI

Dentro del modelo OSI el protocolo MODBUS se encuentra en la capa 7, la cual se encarga de permitir el acceso a los servicios de las demás capas y establece los protocolos que han de usar las aplicaciones para poder intercambiar información. El protocolo MODBUS está basado en la arquitectura maestro/esclavo o cliente/servidor, la cual las tareas se reparten entre los dispositivos proveedores de servicios y aquellos que los demandan mediante peticiones.

3.6 SOLUCIÓN ADOPTADA

A la hora de decidir la solución que se va a aplicar al proyecto propuesto, además de tener en cuenta las características de los dispositivos vistos anteriormente y los métodos de programación, es necesario valorar el material disponible en el Departamento de Ingeniería de Sistemas y Automática puesto que es donde se va a realizar el trabajo y el interés de ampliar conocimientos en el sector de la automatización, por lo que uno de los criterios con mayor peso ha sido el utilizar dispositivos con los que el alumno no ha tenido contacto en asignaturas del grado.

Una vez valorado las diferentes alternativas aplicables al proyecto se ha decidido elegir el autómatas programable para llevar a cabo con los objetivos. Esto es debido a las grandes ventajas que proporciona en el ambiente industrial donde se deben controlar tanto procesos continuos como discretos en el mismo programa y, sobre todo, por su implantación en la industria donde hoy en día predomina la automatización sincronizada entre un gran número de estos dispositivos.



DESARROLLO DE LA AUTOMATIZACIÓN DE UN SISTEMA DE PROCESADO DE PIEZAS Y SU TRASLADO A ALMACÉN MEDIANTE PLC'S SIEMENS S7-1200 Y SCHNEIDER M241 CON COMUNICACIONES DISTRIBUIDAS MODBUS TCP E INTERACCIÓN MEDIANTE PANTALLA TÁCTIL HMI OMRON

En cuanto a los modelos se han elegido tres PLC's para controlar los diferentes procesos, dos de ellos MODICON M241 de Schneider y el tercero un SIMATIC S7-1200. Ambos modelos han sido elegidos por delante del CJ2M de Omron puesto que con este dispositivo se ha trabajado en la asignatura de Automatización Industrial durante el grado y uno de los objetivos del proyecto es ampliar los conocimientos sobre automatización.

En primer lugar, el modelo de Siemens ha sido escogido, con su software de programación propio TIA Portal V13, para controlar el centro de mecanizado. Se ha de tener en cuenta que el dispositivo no dispone de las entradas y salidas necesarias para poder tratar toda la información, por lo que es necesario utilizar un módulo adicional de E/S digitales mediante el cual es posible manejar la información de todos los sensores y actuadores.

En segundo lugar, los dos procesos restantes son controlados por el modelo MODICON M241 de Schneider y su software propio SoMachine. La elección de este modelo es debido a la posibilidad de implementación en diferentes lenguajes de programación y ampliar conocimientos de programación e implementación en dispositivos de la compañía Schneider.

En cuanto a las comunicaciones se ha optado por utilizar el protocolo MODBUS TCP por delante del servidor OPC ya que todos los dispositivos empleados en el sistema permiten comunicaciones con este protocolo y no es necesario recurrir a una aplicación externa para la creación y manejo del servidor OPC. La arquitectura empleada en el sistema es maestro/esclavo, donde un dispositivo actúa como nodo donde se encuentra la información a compartir entre los elementos del sistema.

Por último, la monitorización y acción sobre el proceso por parte del operario se realiza mediante una pantalla táctil de la marca Omron. La pantalla ha sido elegida pensando en la comodidad para el operario, mientras que el servidor web disponible en los autómatas de Schneider ha sido descartado ya que cumple mejor su función en la sala de supervisión donde en una sola pantalla se puede observar toda la información del proceso.



DESARROLLO DE LA AUTOMATIZACIÓN DE UN SISTEMA DE PROCESADO DE PIEZAS Y SU TRASLADO A ALMACÉN MEDIANTE PLC'S SIEMENS S7-1200 Y SCHNEIDER M241 CON COMUNICACIONES DISTRIBUIDAS MODBUS TCP E INTERACCIÓN MEDIANTE PANTALLA TÁCTIL HMI OMRON

Teniendo en cuenta que el proyecto está basado en la automatización e implementación del control del sistema en los diferentes dispositivos que lo componen, siendo el cliente el encargado de la instalación, las principales tareas a realizar son:

- Diseñar el diagrama GRAFCET del funcionamiento de las diferentes maquetas por las que está formado el sistema.
- Traducir el diagrama GRAFCET diseñado a los diferentes lenguajes de programación admitidos por los autómatas Siemens S7-1200 y Schneider Modicon M241.
- Automatizar y controlar de la estación multiproceso por parte del autómata Siemens y tanto el manipulador de vacío como el almacén vertical por parte de los autómatas Schneider.
- Implementar diferentes tipos de tratamientos en la estación multiproceso para las piezas producidas y su posterior clasificación en el almacén vertical dependiendo del tratamiento recibido.
- Diseñar la interfaz de la pantalla HMI Omron para visualizar el estado del proceso y actuar sobre él.
- Interconectar tanto los autómatas como la pantalla táctil HMI mediante el protocolo de comunicaciones MODBUS TCP para el intercambio de datos y el funcionamiento sincronizado.

4 DESCRIPCIÓN DEL MATERIAL EMPLEADO

4.1 MAQUETAS FISCHERTECHNIK

Para la realización y puesta en marcha del proyecto se utilizan las maquetas de la marca Fischertechnik que simulan procesos industriales reales permitiendo aplicar el mismo programa tanto a las maquetas como en el futuro caso real, esta metodología es muy útil a la hora de realizar modificaciones, ya que disminuye los errores sobre el sistema real y a su vez el tiempo que este permanece parado.

4.1.1 SENSORES

Las maquetas disponen de tres tipos de sensores:

- **Final de carrera:** Los finales de carrera son sensores de contacto, en este caso eléctricos, que contienen en su interior interruptores normalmente abiertos, por lo que la señal recibida por el autómatas cuando no están pulsados es un 0 lógico, mientras que cuando son pulsados recibe un 1 lógico. Este modo de funcionamiento es conocido como modo negativo. Además, estos dispositivos son robustos, insensible a estados transitorios y la posibilidad de trabajar a grandes tensiones, aunque pueden existir rebotes a la hora de hacer contacto y la velocidad de detección no es elevada.

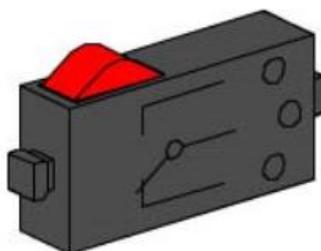


Ilustración 8. Final de carrera maqueta Fischertechnik [11]

- **Fototransistor:** Como su nombre indica, se trata de un transistor sensible a la luz. Cuando los fotones inciden sobre la base se generan portadores, provocando que el transistor pase a estado de conducción. En el caso de las maquetas, cuando la luz del led incide sobre el fototransistor, la señal recibida por el autómatas es un 1 lógico, mientras que cuando el haz es cortado por un objeto, el transistor deja de conducir y la señal recibida es un 0 lógico.

DESARROLLO DE LA AUTOMATIZACIÓN DE UN SISTEMA DE PROCESADO DE PIEZAS Y SU TRASLADO A ALMACÉN MEDIANTE PLC'S SIEMENS S7-1200 Y SCHNEIDER M241 CON COMUNICACIONES DISTRIBUIDAS MODBUS TCP E INTERACCIÓN MEDIANTE PANTALLA TÁCTIL HMI OMRON

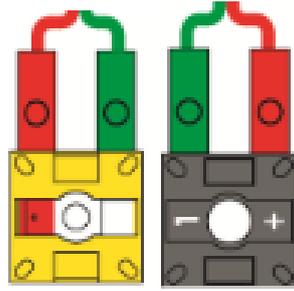


Ilustración 9. Fototransistor maqueta Fischertechnik [11]

- **Encoder:** Los *encoders* son unos dispositivos que permiten transformar la señal del movimiento del motor en una señal eléctrica que el PLC puede administrar, para ellos cada una de las señales que recibe o pulsos, son guardados en un contador digital mediante el cual se puede conocer la posición en la que se encuentra el manipulador.

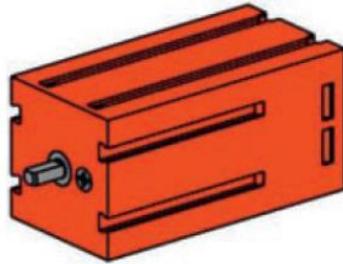


Ilustración 10. Encoder maqueta Fischertechnik [12]

4.1.2 ACTUADORES

- **Motores de corriente continua (CC):** Mediante la acción de un campo magnético, el motor es capaz de convertir la energía eléctrica en energía mecánica, provocando un movimiento rotatorio a partir del estator y el rotor. Con el uso de los motores del sistema se consigue el movimiento de:
 - **Cinta:** Su función es el transporte de las piezas por las diferentes partes de la estación multiproceso y el almacén vertical.
 - **Manipulador:** Al igual que la cinta, transporta las piezas por las partes de la estación multiproceso y, además, desde la maqueta de la estación hasta la del horno.

DESARROLLO DE LA AUTOMATIZACIÓN DE UN SISTEMA DE PROCESADO DE PIEZAS Y SU TRASLADO A ALMACÉN MEDIANTE PLC'S SIEMENS S7-1200 Y SCHNEIDER M241 CON COMUNICACIONES DISTRIBUIDAS MODBUS TCP E INTERACCIÓN MEDIANTE PANTALLA TÁCTIL HMI OMRON

- **Mesa:** Mediante un movimiento rotatorio realiza una trayectoria desde el manipulador de la estación multiproceso hasta la cinta pasando por la sierra.
- **Alimentador:** Se encarga de introducir y extraer las piezas del horno de la estación multiproceso.
- **Empujador:** Su función es desplazar las piezas desde la mesa de la estación multiproceso hasta la cinta de salida.
- **Compresor:** Se trata de un dispositivo especialmente diseñado para el desplazamiento de fluidos a partir del cambio de presión.
- **Electroválvula:** Válvula que mediante la acción de un electroimán regula el caudal en una tubería de un líquido.

4.1.3 ESTACIÓN MULTIPROCESO

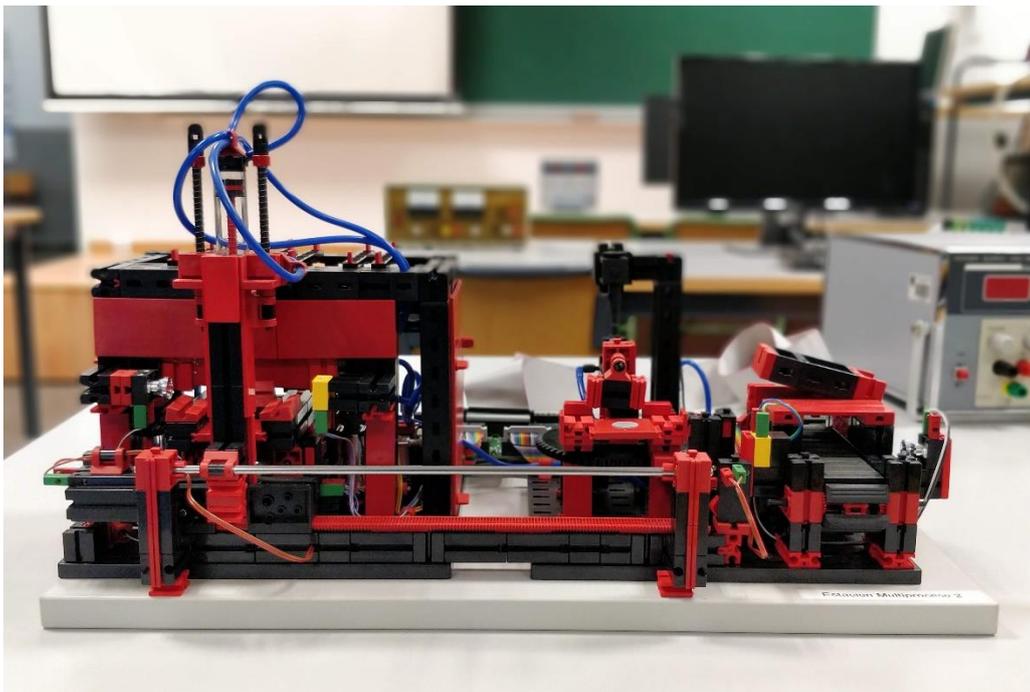


Ilustración 11. Estación multiproceso Fischertechnik

DESARROLLO DE LA AUTOMATIZACIÓN DE UN SISTEMA DE PROCESADO DE PIEZAS Y SU TRASLADO A ALMACÉN MEDIANTE PLC'S SIEMENS S7-1200 Y SCHNEIDER M241 CON COMUNICACIONES DISTRIBUIDAS MODBUS TCP E INTERACCIÓN MEDIANTE PANTALLA TÁCTIL HMI OMRON

La estación multiproceso está compuesta por un horno, un manipulador de vacío, una mesa giratoria, una sierra y una cinta [11]. Esta maqueta presenta la posibilidad de realizar un control discreto a partir de las señales de entrada obtenidas por los finales de carrera y los fototransistores, además, el horno permite simular el control continuo de temperatura para los diferentes tratamientos dependiendo del tipo de pieza que se quiera producir.

CARACTERÍSTICAS FÍSICAS

Dimensiones	97,2 x 77,2 x 40,2 cm
Peso	1950 g
Sistema de alimentación (Batería)	24 V
Entradas digitales	22
Entradas analógicas	0-10 V DC: 1
Salida	24 V

Tabla 7. Características físicas de la estación multiproceso Fischertechnik

ELEMENTOS

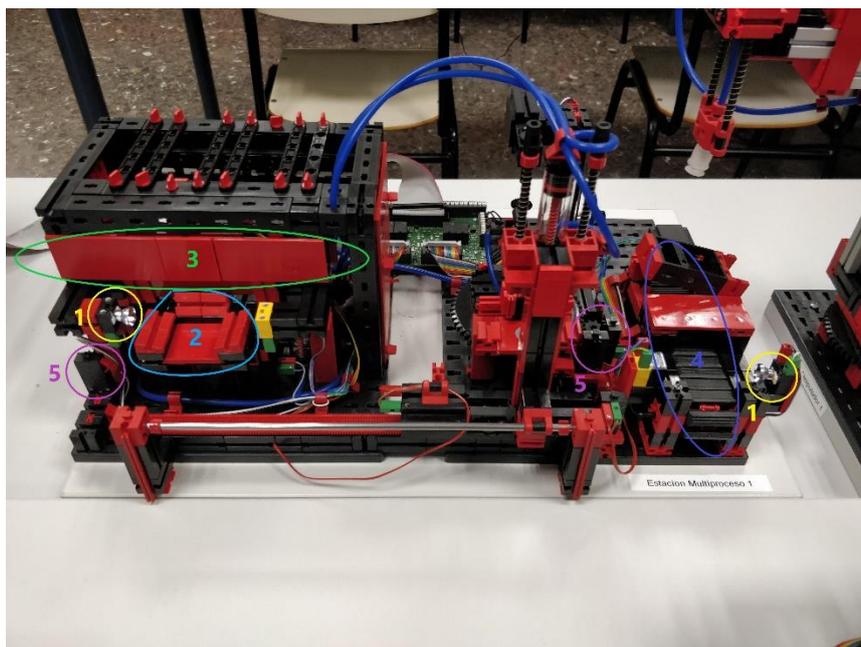


Ilustración 12. Elementos de la estación multiproceso 1

DESARROLLO DE LA AUTOMATIZACIÓN DE UN SISTEMA DE PROCESADO DE PIEZAS Y SU TRASLADO A ALMACÉN MEDIANTE PLC'S SIEMENS S7-1200 Y SCHNEIDER M241 CON COMUNICACIONES DISTRIBUIDAS MODBUS TCP E INTERACCIÓN MEDIANTE PANTALLA TÁCTIL HMI OMRON

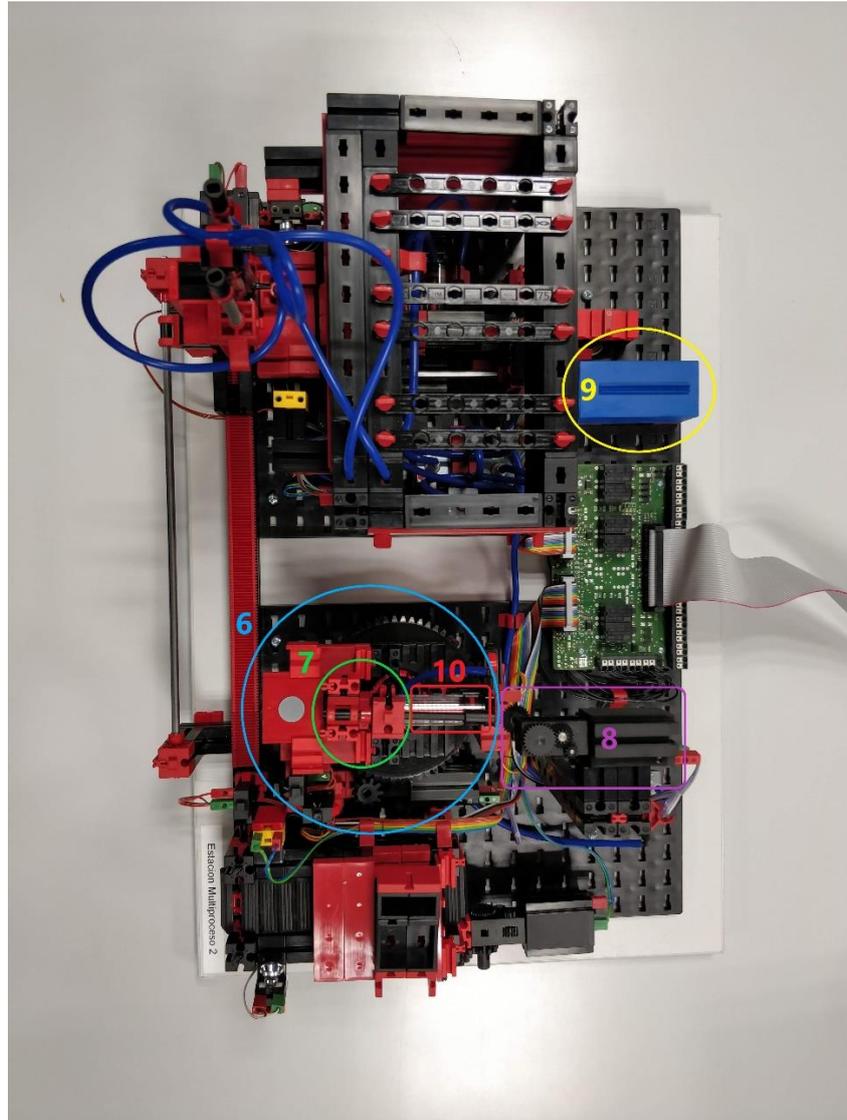


Ilustración 13. Elementos de la estación multiproceso 2

DESARROLLO DE LA AUTOMATIZACIÓN DE UN SISTEMA DE PROCESADO DE PIEZAS Y SU TRASLADO A ALMACÉN MEDIANTE PLC'S SIEMENS S7-1200 Y SCHNEIDER M241 CON COMUNICACIONES DISTRIBUIDAS MODBUS TCP E INTERACCIÓN MEDIANTE PANTALLA TÁCTIL HMI OMRON



NUMERO	ELEMENTO
1	Fototransistor
2	Alimentador
3	Compuerta
4	Cinta
5	Final de carrera
6	Mesa giratoria
7	Empujador
8	Sierra
9	Compresor
10	Electroválvula

Tabla 8. Elementos de la estación multiproceso

4.1.4 MANIPULADOR DE VACÍO

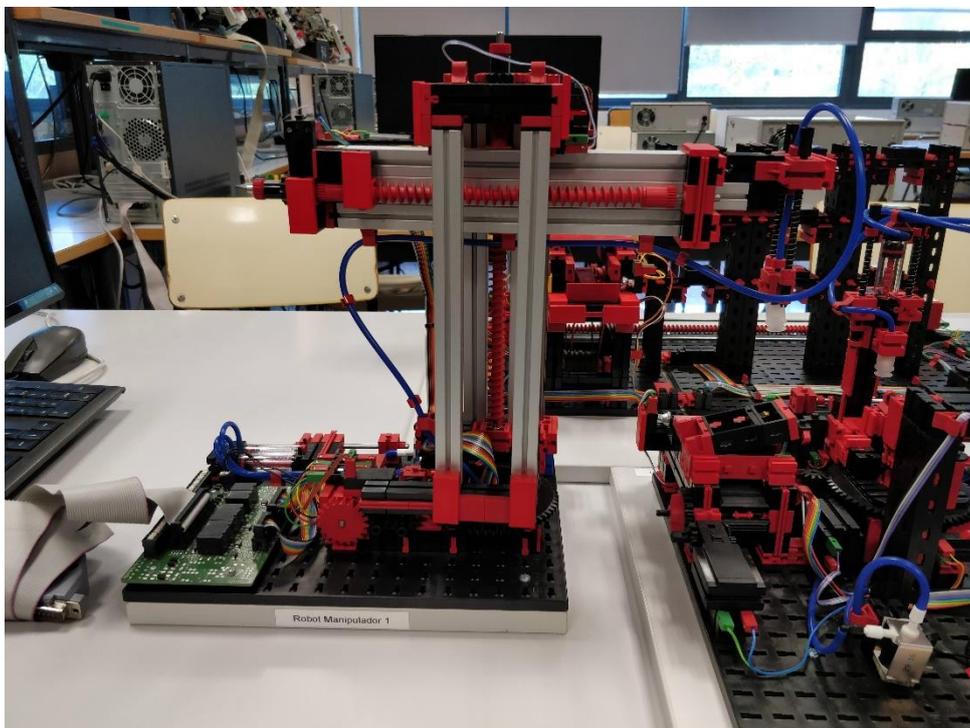


Ilustración 14. Manipulador de vacío Fischertechnik

El manipulador de vacío permite transportar las piezas de una maqueta a otra mediante el uso de un compresor. A diferencia de la estación multiproceso, esta maqueta tan solo contiene tres finales de carrera para indicar el inicio de la referencia, una vez en

DESARROLLO DE LA AUTOMATIZACIÓN DE UN SISTEMA DE PROCESADO DE PIEZAS Y SU TRASLADO A ALMACÉN MEDIANTE PLC'S SIEMENS S7-1200 Y SCHNEIDER M241 CON COMUNICACIONES DISTRIBUIDAS MODBUS TCP E INTERACCIÓN MEDIANTE PANTALLA TÁCTIL HMI OMRON

movimiento la posición del manipulador se puede calcular mediante la señal recibida por los encoders [12].

CARACTERÍSTICAS FÍSICAS

Dimensiones	22,2 x 48,2 x 38,2 cm
Peso	3120 g
Sistema de alimentación (Batería)	24 V
Entradas digitales	4
Salida	24 V: 8
Movimiento giro	270° (750 pulsos encoder)
Movimiento eje X	140 mm (1000 pulsos encoder)
Movimiento eje Y	120 mm (1000 pulsos encoder)

Tabla 9. Características físicas del manipulador de vacío Fischertechnik

ELEMENTOS

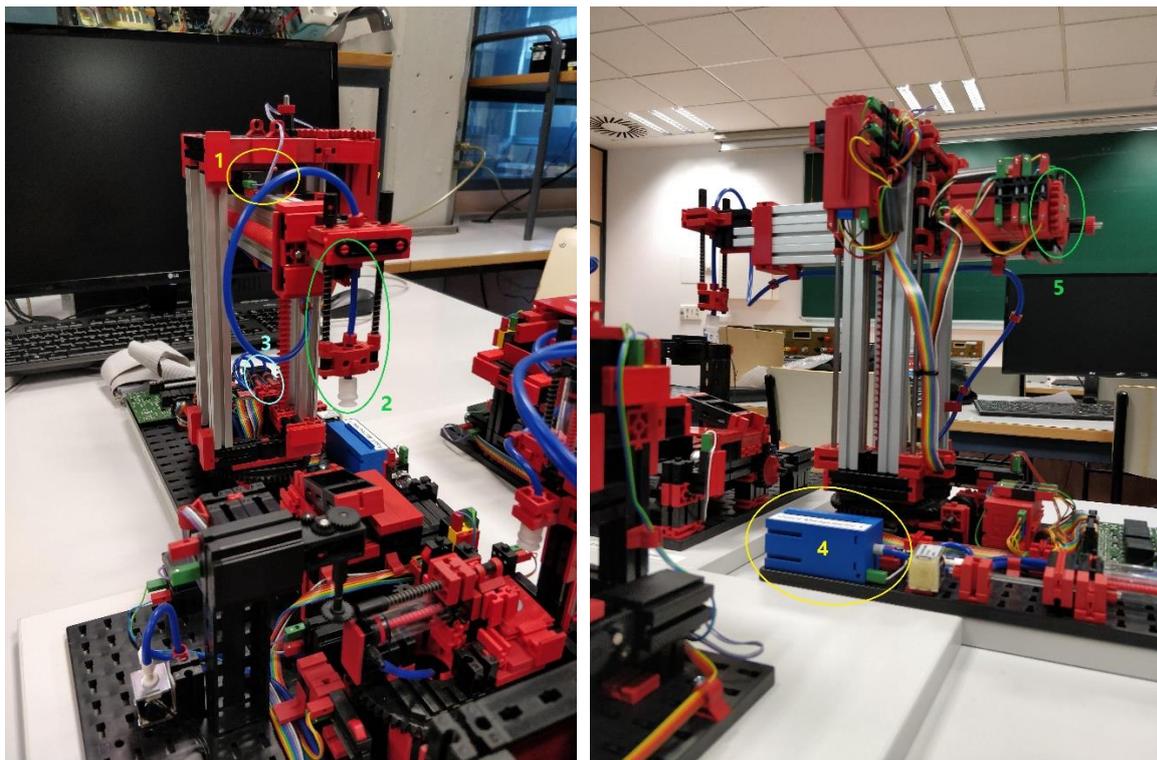


Ilustración 15. Elementos del manipulador de vacío Fischertechnik

DESARROLLO DE LA AUTOMATIZACIÓN DE UN SISTEMA DE PROCESADO DE PIEZAS Y SU TRASLADO A ALMACÉN MEDIANTE PLC'S SIEMENS S7-1200 Y SCHNEIDER M241 CON COMUNICACIONES DISTRIBUIDAS MODBUS TCP E INTERACCIÓN MEDIANTE PANTALLA TÁCTIL HMI OMRON



NUMERO	ELEMENTO
1	Final de carrera
2	Ventosa
3	Electroválvula
4	Compresor
5	Engranaje

Tabla 10. Elementos del manipulador de vacío Fischertechnik

4.1.5 ALMACÉN VERTICAL

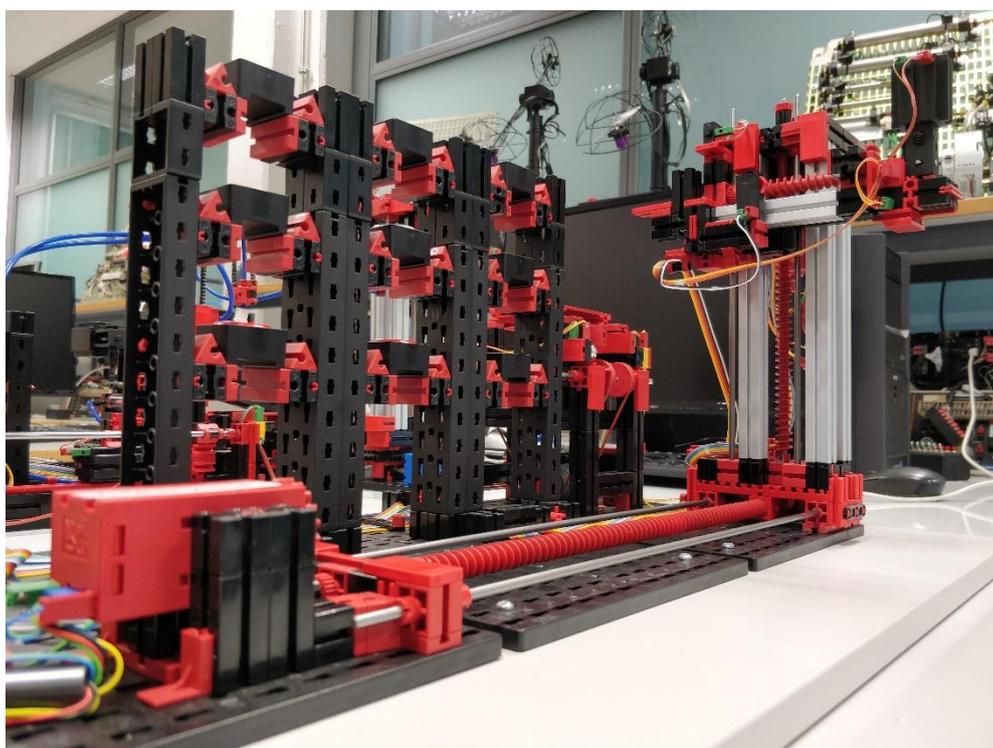


Ilustración 16. Almacén vertical Fischertechnik

El almacén es el destino de las piezas producidas. Su funcionamiento es el mismo que en el caso del manipulador, ya que los finales de carrera marcan la referencia en el inicio y la posición en la que se encuentra el manipulador viene dado por los pulsos enviados por los *encoders* [13].

DESARROLLO DE LA AUTOMATIZACIÓN DE UN SISTEMA DE PROCESADO DE PIEZAS Y SU TRASLADO A ALMACÉN MEDIANTE PLC'S SIEMENS S7-1200 Y SCHNEIDER M241 CON COMUNICACIONES DISTRIBUIDAS MODBUS TCP E INTERACCIÓN MEDIANTE PANTALLA TÁCTIL HMI OMRON

CARACTERÍSTICAS FÍSICAS

Dimensiones	47,2 x 72,2 x 38,2 cm
Peso	8200 g
Sistema de alimentación (Batería)	24 V/4,7 A
Entradas digitales	3
Entradas analógicas	0-10 V DC: 1
Salida	24 V
Movimiento eje X	
Movimiento eje Y	

Tabla 11. Características físicas del almacén vertical Fischertechnik

ELEMENTOS

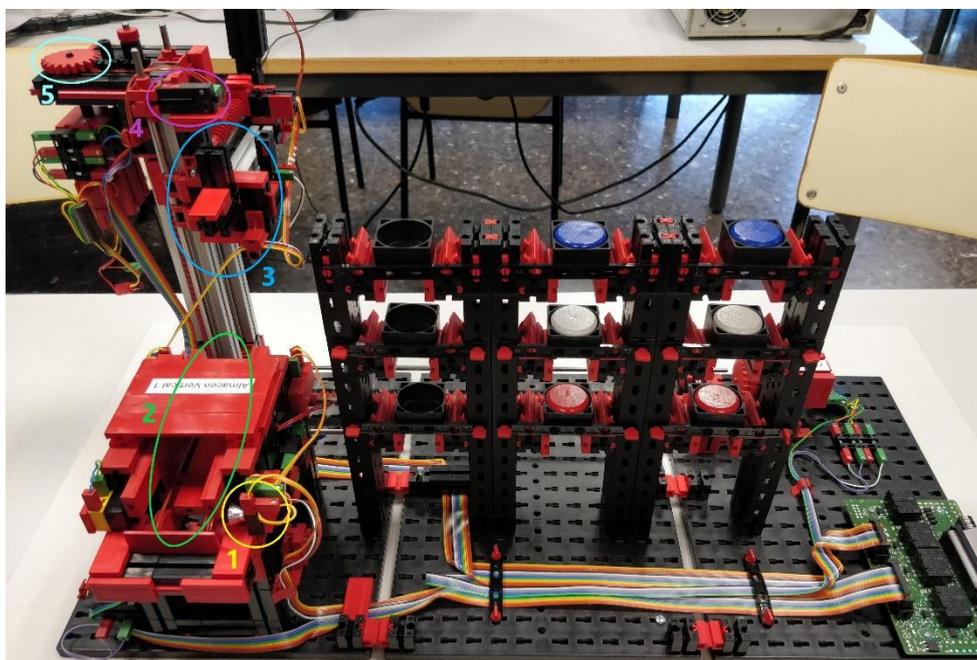


Ilustración 17. Elementos del almacén vertical Fischertechnik

DESARROLLO DE LA AUTOMATIZACIÓN DE UN SISTEMA DE PROCESADO DE PIEZAS Y SU TRASLADO A ALMACÉN MEDIANTE PLC'S SIEMENS S7-1200 Y SCHNEIDER M241 CON COMUNICACIONES DISTRIBUIDAS MODBUS TCP E INTERACCIÓN MEDIANTE PANTALLA TÁCTIL HMI OMRON



NUMERO	ELEMENTO
1	Fototransistor
2	Cinta de carga
3	Plataforma
4	Final de carrera
5	Engranaje

Tabla 12. Elementos del almacén vertical Fischertechnik

4.2 SOFTWARE EMPLEADO

4.2.1 SOMACHINE-SCHNEIDER

SoMachine es el software de programación de los controladores Schneider, desde los controladores lógicos hasta los HMI, Motion y Driver. Entre sus principales características cabe destacar la posibilidad de programación en diferentes lenguajes y la posibilidad de conexión con otros dispositivos. [14]



Ilustración 18. Logotipo SoMachine de Schneider Electric

REQUISITOS DEL SISTEMA

Para poder ejecutar el software en un PC es necesario cumplir con unas características mínimas de *hardware* y *software*.



DESARROLLO DE LA AUTOMATIZACIÓN DE UN SISTEMA DE PROCESADO DE PIEZAS Y SU TRASLADO A ALMACÉN MEDIANTE PLC'S SIEMENS S7-1200 Y SCHNEIDER M241 CON COMUNICACIONES DISTRIBUIDAS MODBUS TCP E INTERACCIÓN MEDIANTE PANTALLA TÁCTIL HMI OMRON

Requisitos mínimos de *hardware*:

- Procesador: Intel® Core™ 2 Duo o equivalente
- RAM: 3 GB
- Espacio libre en el disco duro: 8 GB
- Drive: Lector DVD
- Resolución del monitor: 1280 x 1024 pixeles
- Periféricos: Ratón o puntero compatible
- Periféricos: Interfaz USB
- Acceso web: Registro web requiere acceso a internet

Requisitos recomendados de *hardware*:

- Procesador: Intel® Core™ 2 I7 o equivalente
- RAM: 8 GB
- Espacio libre en el disco duro: 15 GB
- Drive: Lector DVD
- Resolución del monitor: 1680 x 1050 pixeles
- Periféricos: Ratón o puntero compatible
- Periféricos: Interfaz USB
- Acceso web: Registro web requiere acceso a internet

Requisitos *software* (sistemas operativos compatibles):

- Microsoft Windows XP Professional
- Microsoft Windows 7 Professional Edition de 32bits/64 bits

CARACTERÍSTICAS DEL *SOFTWARE*

Lenguaje de programación:

SoMachine ofrece la posibilidad de programar en los seis lenguajes que incluye la normativa IEC 61131-3.

- Texto Estructurado (*Structured Text*, ST)
- Listado de Instrucciones (Instruction List, IL)
- Cuadro de Funciones Continuas (Continuous Function Chart, CFC)
- Gráfico de Funciones Secuenciales (Sequential Function Chart, SFC)
- Diagrama de Funciones (Function Block Diagram, FBD)
- Diagrama de Contactos (Ladder Diagram, LD)



DESARROLLO DE LA AUTOMATIZACIÓN DE UN SISTEMA DE PROCESADO DE PIEZAS Y SU TRASLADO A ALMACÉN MEDIANTE PLC'S SIEMENS S7-1200 Y SCHNEIDER M241 CON COMUNICACIONES DISTRIBUIDAS MODBUS TCP E INTERACCIÓN MEDIANTE PANTALLA TÁCTIL HMI OMRON

Bus de comunicación:

- MODBUS Serial Line
- Profibus – DP
- Ethernet IP
- MOSBUS TCP

Programación:

- Bloques de función (FB)
- Estructuras de datos (DUT)
- Modificación On-line
- Gráficas de variables (trazas)
- Librerías gráficas
- Objetos de dibujo
- Alarmas

4.2.2 TIA PORTAL-SIEMENS

TIA Portal es el *software* de programación de los controladores Siemens. Se caracteriza por tener una interfaz sencilla desde la que programar las tareas de control, visualización y accionamiento, incorporando las últimas versiones del software SIMATIC STEP 7, Win CC y Startdrive para el control y planificación de los controladores SIMATIC, pantallas de visualización y accionamientos SINAMICS. [15]



Ilustración 19. Logotipo TIA Portal de Siemens

REQUISITOS DEL SISTEMA

Para poder ejecutar el software en un PC es necesario cumplir con unas características mínimas de *hardware* y *software*.



DESARROLLO DE LA AUTOMATIZACIÓN DE UN SISTEMA DE PROCESADO DE PIEZAS Y SU TRASLADO A ALMACÉN MEDIANTE PLC'S SIEMENS S7-1200 Y SCHNEIDER M241 CON COMUNICACIONES DISTRIBUIDAS MODBUS TCP E INTERACCIÓN MEDIANTE PANTALLA TÁCTIL HMI OMRON

Requisitos mínimos de *hardware*:

- Procesador: Intel® Core™ i5-3320M 3,3 GHz
- RAM: 8 GB
- Disco duro: 300 GB SSD
- Resolución del monitor: 1920 x 1080 pixeles

Requisitos de *software* (sistemas operativos compatibles):

- Windows 7 (64 bits)
- Windows 8.1 (64 bits)
- Windows Server (64 bits)

CARACTERÍSTICAS DEL *SOFTWARE*

Lenguaje de programación:

TIA Portal ofrece la posibilidad de programar únicamente en diagrama de contactos(LD) .

Bus de comunicación:

- MODBUS Serial Line
- Profibus – DP
- Ethernet IP
- MOSBUS TCP

Programación:

- Bloques de función (FB)
- Estructuras de datos (DUT)
- Modificación On-line
- Gráficas de variables (trazas)
- Alarmas

4..2.3 NB-DESIGNER

Para la programación de la pantalla táctil HMI de la marca Omron es necesario utilizar el *software* específico de la compañía, NB-Designer, el cual permite realizar el diseño de la visualización y control del proceso, siendo capaz de leer y escribir sobre las variables recibidas desde el cliente, en este caso el controlador S7-1200. [16]

DESARROLLO DE LA AUTOMATIZACIÓN DE UN SISTEMA DE PROCESADO DE PIEZAS Y SU TRASLADO A ALMACÉN MEDIANTE PLC'S SIEMENS S7-1200 Y SCHNEIDER M241 CON COMUNICACIONES DISTRIBUIDAS MODBUS TCP E INTERACCIÓN MEDIANTE PANTALLA TÁCTIL HMI OMRON



Ilustración 20. Logotipo NB-Designer de Omron

REQUISITOS DEL SISTEMA

Para poder ejecutar el software en un PC es necesario cumplir con unas características mínimas de *hardware* y *software*.

Requisitos mínimos de *hardware*:

- Procesador: Intel Celereon 400 MHz
- RAM: 64 Mbytes
- Espacio libre en el disco duro: 200 Mbytes
- Drive: Lector DVD
- Resolución del monitor: 800 x 600 pixeles
- Periféricos: Ratón o puntero compatible
- Periféricos: Cable de conexión RS-232C y cable Ethernet

Requisitos de *software* (sistemas operativos compatibles):

- Windows 95
- Windows 98
- Windows XP o superiores



DESARROLLO DE LA AUTOMATIZACIÓN DE UN SISTEMA DE PROCESADO DE PIEZAS Y SU TRASLADO A ALMACÉN MEDIANTE PLC'S SIEMENS S7-1200 Y SCHNEIDER M241 CON COMUNICACIONES DISTRIBUIDAS MODBUS TCP E INTERACCIÓN MEDIANTE PANTALLA TÁCTIL HMI OMRON

CARACTERÍSTICAS DEL *SOFTWARE*

Lenguaje de programación:

Para la configuración de la pantalla táctil se emplea un método de programación visual, en el que se desplazan los objetos que se desean utilizar sobre el fondo y posteriormente se configuran sus parámetros.

Comunicación:

- MODBUS TCP
- USB
- Ethernet TCP

Programación:

- Registro de eventos
- Indicaciones de estado y alarmas
- Modo de orientación horizontal o vertical
- Gráficas de variables (trazas)
- Simulación online u offline

5 DESCRIPCIÓN DETALLADA DE LA SOLUCIÓN ADOPTADA

Para la implementación de la solución adoptada para el correcto funcionamiento del proceso en base a las especificaciones iniciales se han de tener en cuenta los siguientes puntos:

- Para el control de cada uno de los sistemas Fischertechnik se utiliza un autómeta diferente de las marcas Schneider y Siemens, realizando una comunicación mediante el protocolo MODBUS para compartir la información.
- El sistema se ha dividido en subprocesos para simplificar su programación y posterior modificación en el caso de ser necesaria. Los 4 subprocesos son secuencias de acciones para realizar las funciones básicas de producción, puesta en inicio y parada de emergencia.
- Antes de la implementación en cada uno de los *softwares* mediante los diferentes lenguajes de programación disponibles, el diseño de los subprocesos se ha realizado mediante GRAFCET para facilitar la comprensión del funcionamiento por parte de cualquier usuario.

Para una mejor comprensión del funcionamiento del sistema a continuación se presenta un organigrama con los modos de funcionamiento establecidos y los pasos que sigue cada uno:

DESARROLLO DE LA AUTOMATIZACIÓN DE UN SISTEMA DE PROCESADO DE PIEZAS Y SU TRASLADO A ALMACÉN MEDIANTE PLC'S SIEMENS S7-1200 Y SCHNEIDER M241 CON COMUNICACIONES DISTRIBUIDAS MODBUS TCP E INTERACCIÓN MEDIANTE PANTALLA TÁCTIL HMI OMRON

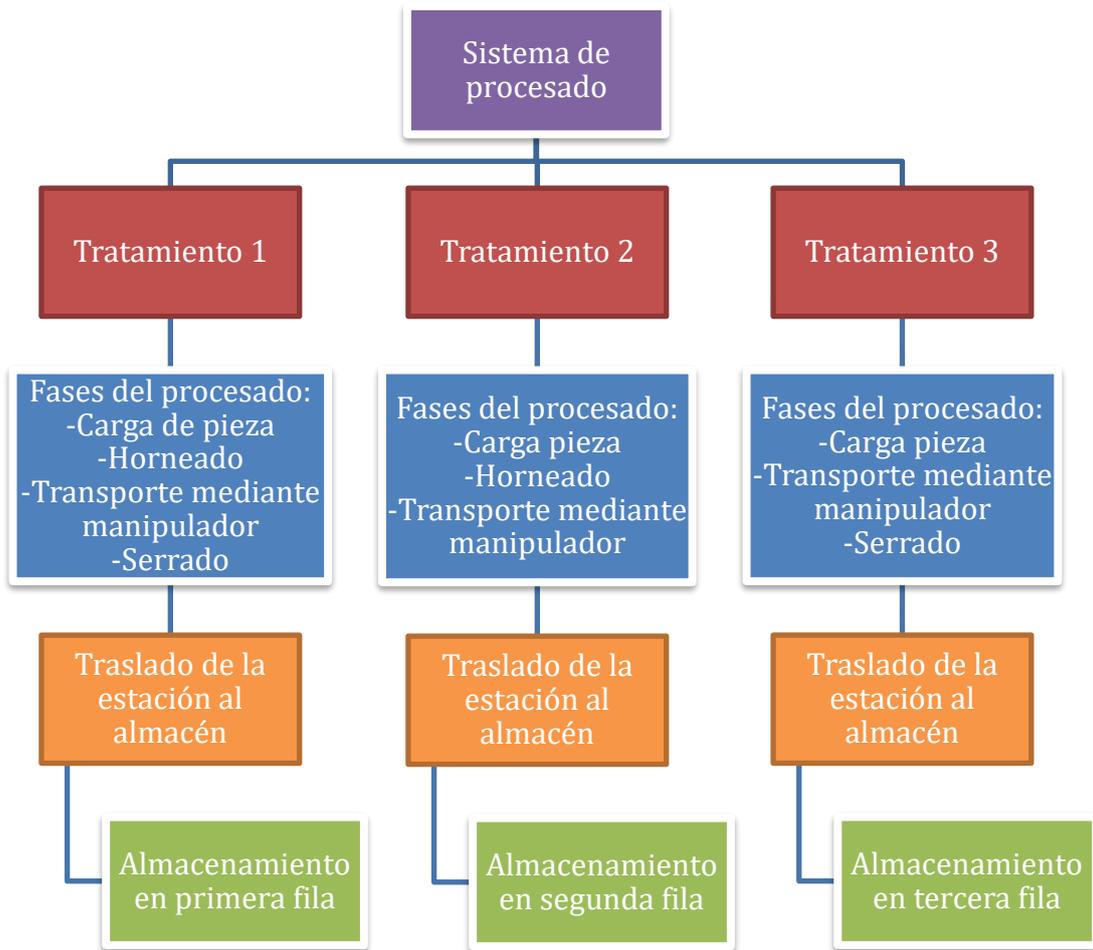


Ilustración 21. Tipos de tratamientos

DESARROLLO DE LA AUTOMATIZACIÓN DE UN SISTEMA DE PROCESADO DE PIEZAS Y SU TRASLADO A ALMACÉN MEDIANTE PLC'S SIEMENS S7-1200 Y SCHNEIDER M241 CON COMUNICACIONES DISTRIBUIDAS MODBUS TCP E INTERACCIÓN MEDIANTE PANTALLA TÁCTIL HMI OMRON

5.1 DIAGRAMA FUNCIONAL DEL SISTEMA

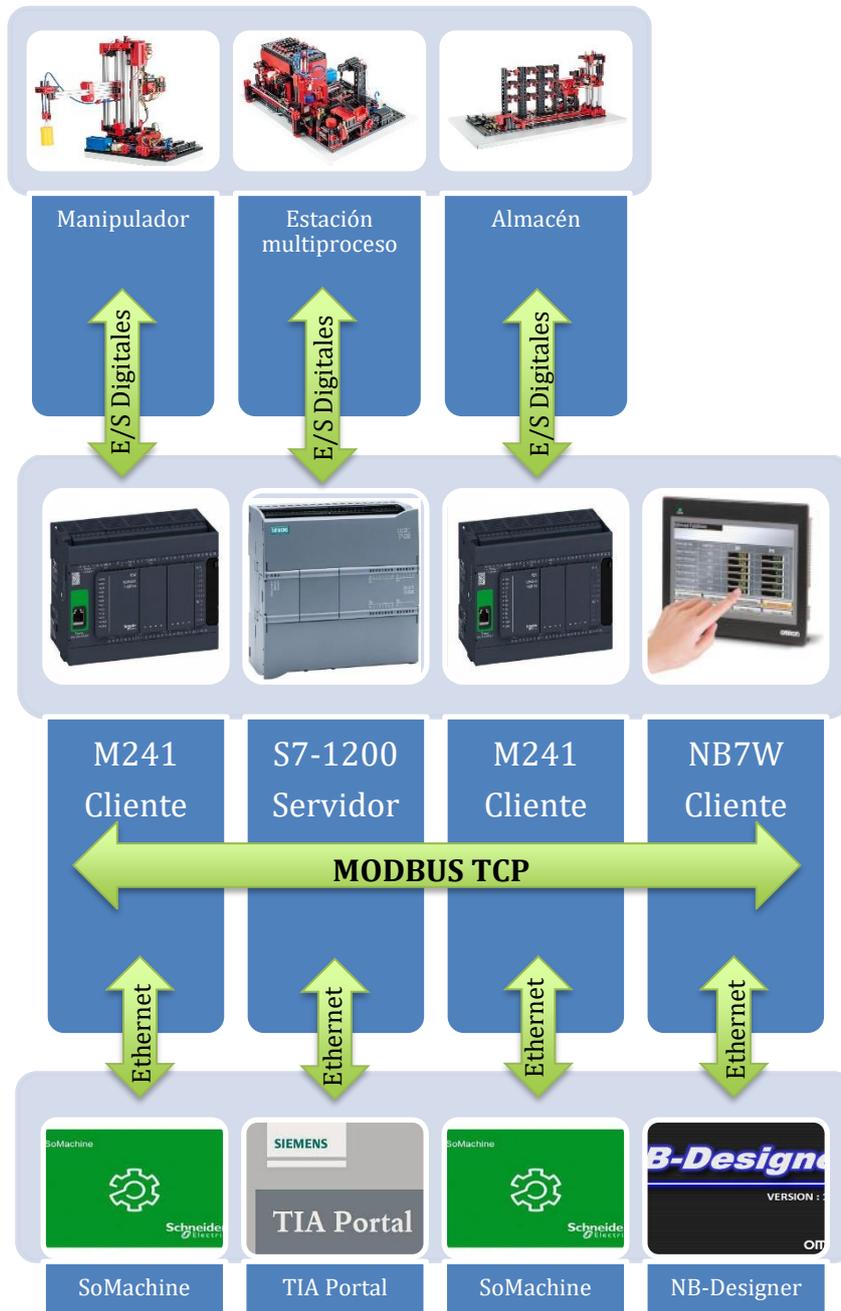


Ilustración 22. Esquema de comunicación de los dispositivos

DESARROLLO DE LA AUTOMATIZACIÓN DE UN SISTEMA DE PROCESADO DE PIEZAS Y SU TRASLADO A ALMACÉN MEDIANTE PLC'S SIEMENS S7-1200 Y SCHNEIDER M241 CON COMUNICACIONES DISTRIBUIDAS MODBUS TCP E INTERACCIÓN MEDIANTE PANTALLA TÁCTIL HMI OMRON

Como se puede observar en el esquema, los controladores son los encargados de distribuir toda la información desde y hacia el proceso, estando comunicados entre ellos mediante el protocolo MODBUS. A su vez, el PLC S7-1200 comparte la información con la pantalla táctil HMI para visualizar y actuar sobre el proceso.

El PC es el elemento central del sistema, desde el cual se ejecuta el *software* necesario para el proceso, aunque una vez transferidos los programas a los dispositivos este no sería necesario ya que estos utilizan la red local para transferir la información.

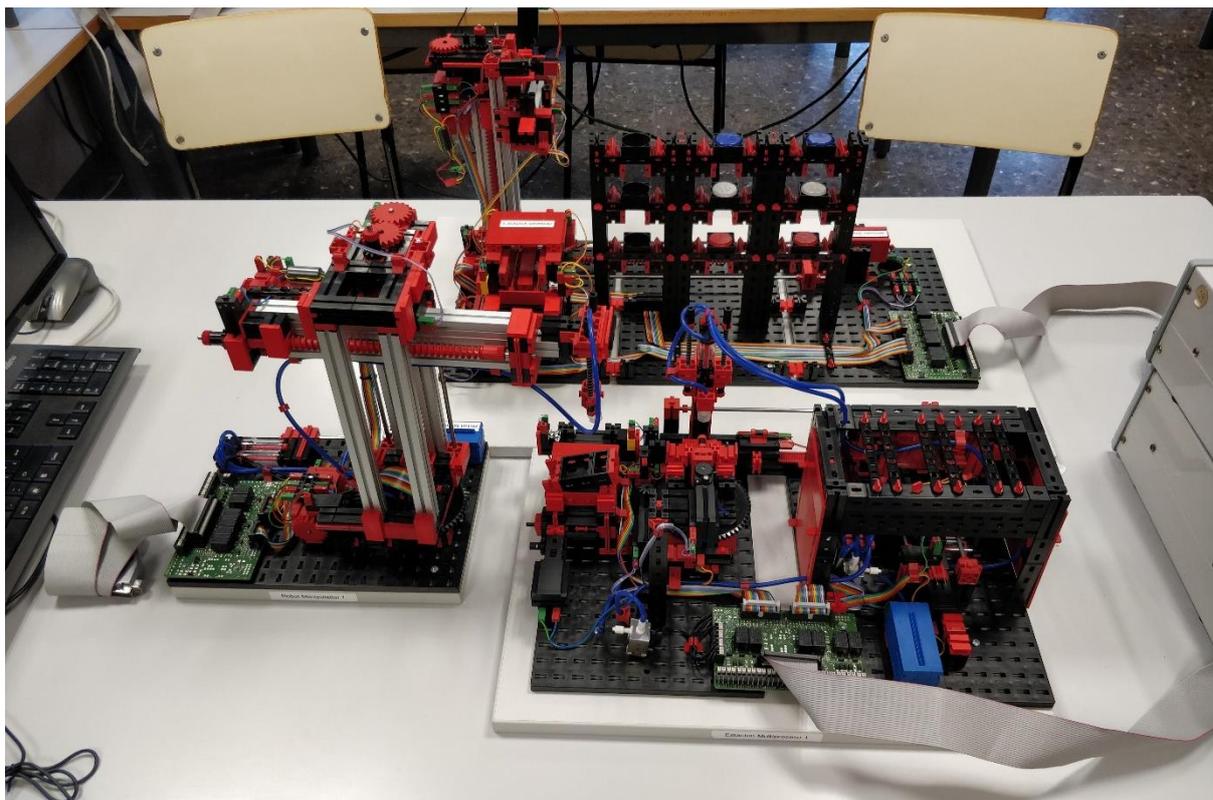


Ilustración 23. Distribución del sistema completo 1

DESARROLLO DE LA AUTOMATIZACIÓN DE UN SISTEMA DE PROCESADO DE PIEZAS Y SU TRASLADO A ALMACÉN MEDIANTE PLC'S SIEMENS S7-1200 Y SCHNEIDER M241 CON COMUNICACIONES DISTRIBUIDAS MODBUS TCP E INTERACCIÓN MEDIANTE PANTALLA TÁCTIL HMI OMRON

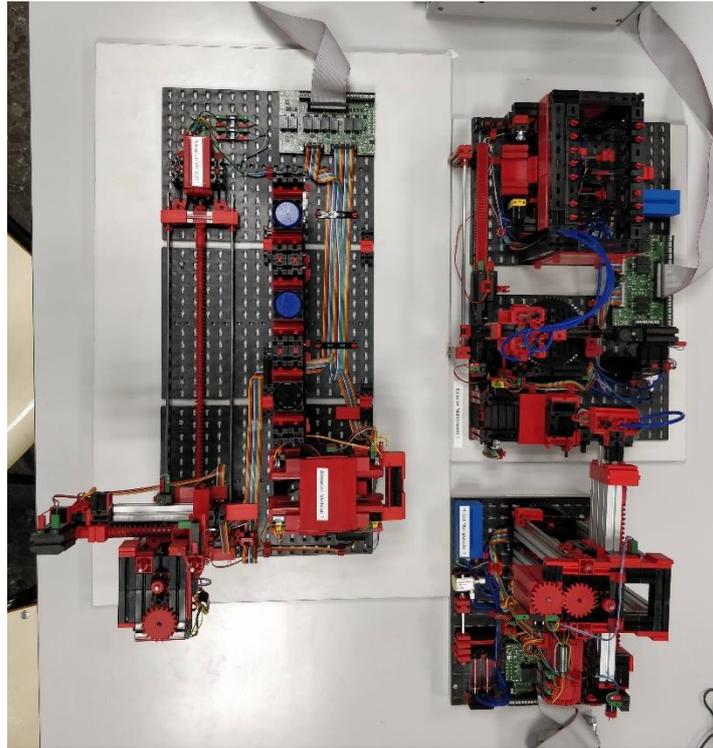


Ilustración 24. Distribución del sistema completo 2

5.2 ESTACIÓN MULTIPROCESO

5.2.1 DESCRIPCIÓN DEL FUNCIONAMIENTO

La estación multiproceso se encarga de la producción de las piezas. El operario mediante la pantalla táctil HMI puede elegir entre tres tratamientos a aplicar a la pieza:

1. **Tratamiento completo:** Este tipo de tratamiento, como su nombre indica, la pieza es tratada en cada una de las partes de la estación. En primer lugar, es horneada y, una vez acabado, esta pasa a ser serrada en la mesa giratoria. Tanto el tiempo de horneado como de serrado pueden ser elegidos por el operario de forma manual en la pantalla táctil o servidor web.
2. **Tratamiento en horno:** En este caso la pieza tan solo es tratada al principio de la estación, pasando por el horno el tiempo indicado por el operario.
3. **Tratamiento en sierra:** Por último, el operario puede seleccionar que la pieza tan solo sea serrada en la mesa giratoria sin pasar por el horno una vez el sensor I9 ha sido activado.

DESARROLLO DE LA AUTOMATIZACIÓN DE UN SISTEMA DE PROCESADO DE PIEZAS Y SU TRASLADO A ALMACÉN MEDIANTE PLC'S SIEMENS S7-1200 Y SCHNEIDER M241 CON COMUNICACIONES DISTRIBUIDAS MODBUS TCP E INTERACCIÓN MEDIANTE PANTALLA TÁCTIL HMI OMRON

- H3:** Esta macro-etapa es activada en situaciones de error excepcionales. El operario dispone de un botón de parada de emergencia en cada una de las interfaces de la pantalla HMI a partir del cual el sistema se bloque hasta que se han tomado las medidas de seguridad necesarias, una vez es seguro el botón se desactiva llevando el sistema a su posición de inicio para poder continuar con la producción.

CONDICIONES INICIALES

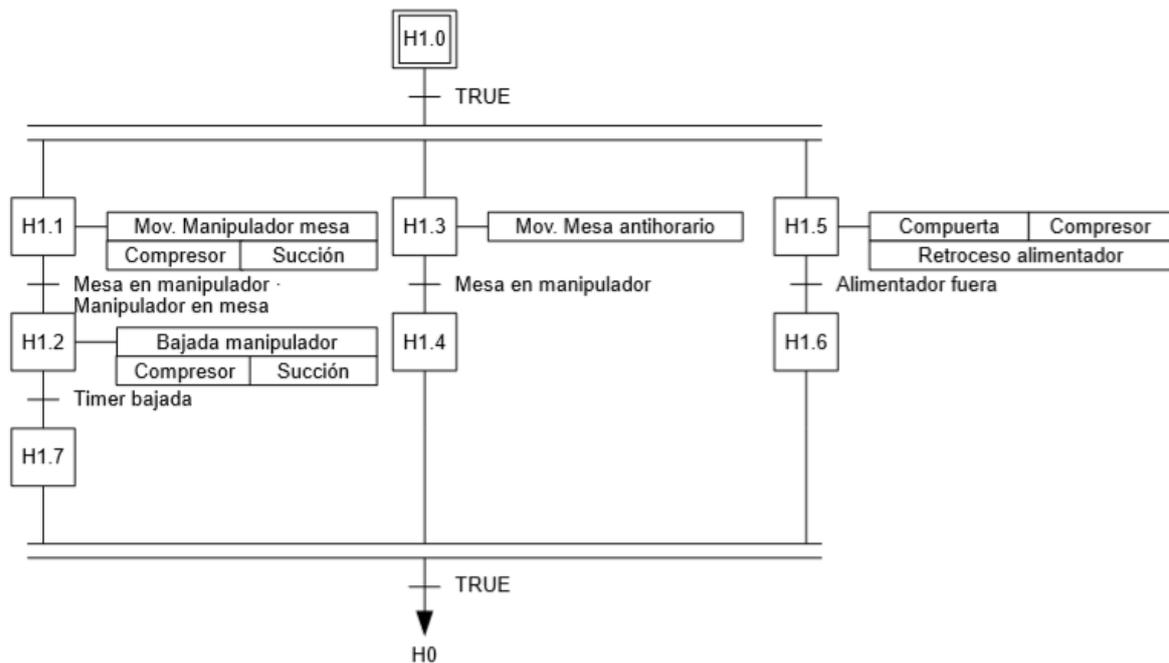


Ilustración 26. Diagrama GRAFCET condiciones iniciales de la estación multiproceso

A continuación, se detalla el funcionamiento de este GRAFCET que compone la macro-etapa de condiciones iniciales:

- H1.0:** Se trata de la etapa de inicio de la macro-etapa, la cual da paso a las etapas X1.1, X1.3 y X1.5 a través de una divergencia en *and* ejecutando cada una de las columnas de etapas de forma paralela, lo que reduce el tiempo de ejecución.
- H1.1:** Esta etapa es la encargada de ejecutar el desplazamiento del manipulador hacia la mesa giratoria. Debido a que a esta etapa se puede acceder tanto de forma manual como realizando una parada de emergencia se activa tanto el compresor como la succión de la ventosa para prevenir la caída de una pieza que pueda estar siendo transportada.



DESARROLLO DE LA AUTOMATIZACIÓN DE UN SISTEMA DE PROCESADO DE PIEZAS Y SU TRASLADO A ALMACÉN MEDIANTE PLC'S SIEMENS S7-1200 Y SCHNEIDER M241 CON COMUNICACIONES DISTRIBUIDAS MODBUS TCP E INTERACCIÓN MEDIANTE PANTALLA TÁCTIL HMI OMRON

- **H1.2:** Cuando el manipulador ha llegado a la mesa, este baja hasta que el *timer* que controlar el tiempo que debe de estar ejecutándose la acción de bajada se activa. Esta bajada se ejecuta debido a que el manipulador puede haber entrado en la macro-etapa en el momento en el que transportaba alguna pieza.
- **H1.7:** Cuando el *timer* de bajada es activado se activa la etapa. Esta no tiene asociada ninguna acción ya que se ha colocado para que no se ejecute ninguna acción mientras el resto de las ramas en paralelo alcanzan las etapas X1.4 y X1.6.
- **H1.3:** Se trata de la etapa de inicio de la rama encargada de llevar la mesa giratoria a la posición del manipulador para así poder comenzar con la producción de nuevo.
- **H1.4:** Como en el caso de la etapa X1.7, esta etapa ha sido colocada para indicar que la rama ha finalizado y que la mesa giratoria se encuentra lista para poder comenzar con el proceso de producción una vez el resto de las ramas en paralelo alcancen sus etapas finales.
- **H1.5:** En el caso de que el alimentador se encuentre dentro del horno en el momento de antes de iniciar el proceso o se realice una parada de emergencia, esta etapa levanta la compuerta y devuelve el alimentado a la posición de inicio esperando recibir una pieza para hornearla.
- **H1.6:** Una vez el alimentado se encuentra en su posición de inicio, esta etapa espera a que el resto de las ramas finalicen para volver a la etapa de inicio X0 y que el operario pueda elegir el funcionamiento que debe realizar el proceso.

DESARROLLO DE LA AUTOMATIZACIÓN DE UN SISTEMA DE PROCESADO DE PIEZAS Y SU TRASLADO A ALMACÉN MEDIANTE PLC'S SIEMENS S7-1200 Y SCHNEIDER M241 CON COMUNICACIONES DISTRIBUIDAS MODBUS TCP E INTERACCIÓN MEDIANTE PANTALLA TÁCTIL HMI OMRON

PRODUCCIÓN AUTOMÁTICA (TRATAMIENTO COMPLETO)

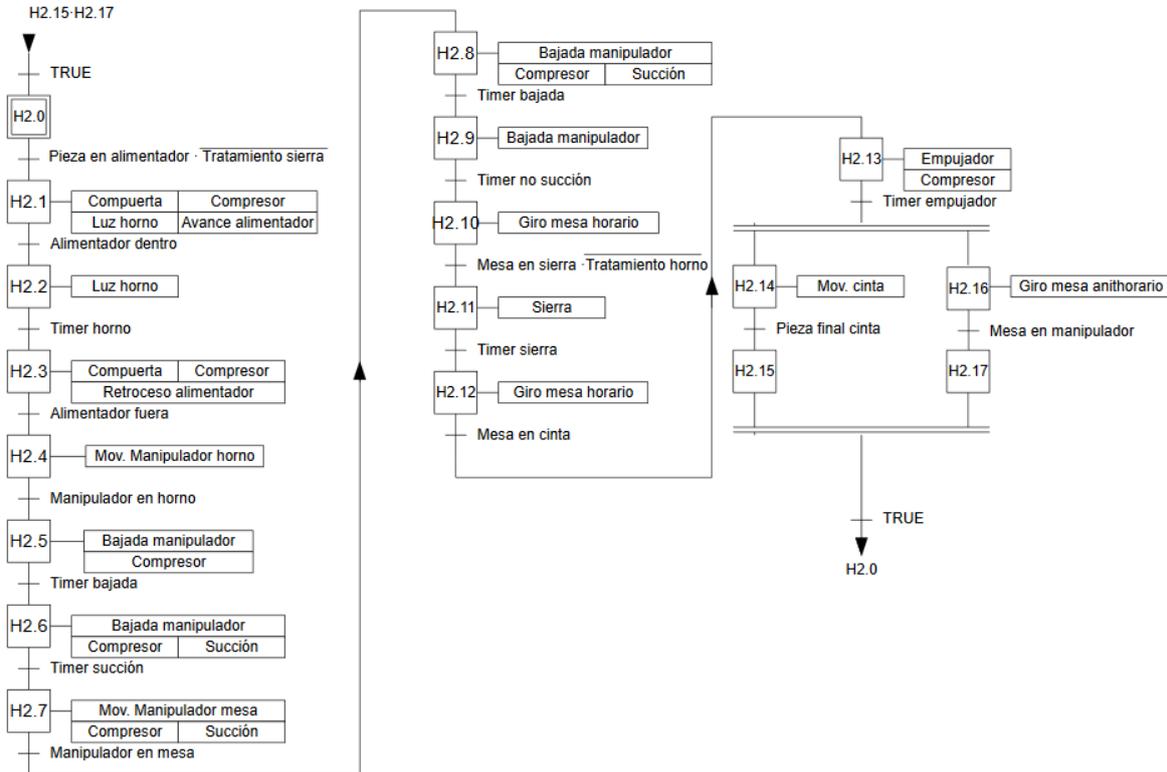


Ilustración 27. Diagrama GRAFCET tratamiento completo de la estación multiproceso

A continuación, se detalla el funcionamiento del GRAFCET que conforma la macro-etapa de producción automática del proceso:

- **H2.0:** Se trata de la etapa inicial de la macro-etapa. Para acceder a esta etapa el operario dispone de un botón en la pantalla HMI con el que da comienzo a la producción. De igual modo, para salir de la macro-etapa esta debe de estar activada y el operario pulsar el botón de salida del proceso de producción de la pantalla.
- **H2.1:** Cuando el operario ha seleccionado el tratamiento que se le va a aplicar a la pieza, cuando el fototransistor detecta que hay una pieza en el alimentado este se introduce dentro del horno y se activa la luz, indicando que se encuentra en marcha. Además, este estado activa una variable interna llamada “Horno_ocupado”, para indicarlo al resto del proceso.

DESARROLLO DE LA AUTOMATIZACIÓN DE UN SISTEMA DE PROCESADO DE PIEZAS Y SU TRASLADO A ALMACÉN MEDIANTE PLC'S SIEMENS S7-1200 Y SCHNEIDER M241 CON COMUNICACIONES DISTRIBUIDAS MODBUS TCP E INTERACCIÓN MEDIANTE PANTALLA TÁCTIL HMI OMRON

- **H2.2:** Este estado simula el horneado de la pieza, por lo que tan solo se activa la luz del horno hasta que el *timer* encargado de controlar este tiempo se activa. El valor de activación del *timer* puede ser modificado por parte del operario desde la pantalla táctil antes de ser iniciado el proceso.
- **H2.3:** Una vez activado el *timer* del tiempo de horneado la pieza está lista para ser transportada, por lo que le levanta la compuerta de nuevo y el alimentador retrocede hasta la posición inicial para ser preparado para su recogida.
- **H2.4:** Cuando el alimentador se encuentra en la posición de inicio se activa la etapa, actuando sobre el manipulador y desplazándolo hasta el alimentado para recoger la pieza ya horneada. Además, en esta etapa se activa la variable “Manipulador_ocupado” encargada de mostrar el estado de este.
- **H2.5:** En el momento el final de carrera que indica que el manipulador se encuentra sobre el alimentador, este se desciende verticalmente. Es necesario que el compresor este encendido para poder realizar el movimiento, de no ser así el manipulador no podría descender.
- **H2.6:** Esta etapa es la encargada de coger la pieza mediante la succión de la ventosa cuando el manipulador se encuentra junto a la pieza. Se ha de permitir un tiempo de succión ya que sino el manipulador no sería capaz de crear el vacío en la ventosa y coger la pieza.
- **H2.7:** Una vez la pieza ha sido cogida, el manipulador la traslada hacia la mesa por lo que es necesario que se mantenga tanto la acción de succión como la del compresor.
- **H2.8:** Igual que en la etapa X2.5, cuando se activa el final de carrera indicando que el manipulador se encuentra sobre la mesa este desciende hasta que se activa el *timer* que controlar el tiempo de descenso. Se ha de tener en cuenta que es necesario que la variable “Mesa_ocupada” indique que está disponible para que el manipulador suelte la pieza. Esta variable tiene un valor “0” cuando la mesa ha vuelto a la posición del manipulador.
- **H2.9:** Cuando ha pasado el tiempo de descenso la acción “bajada manipulador” se mantiene activa ya que si el manipulador no se encuentra en la posición inferior cuando ha de soltar la pieza, esta se desplaza y cae fuera de la mesa, por lo que es necesario un *timer* para controlar el tiempo que el manipulador se encuentra abajo y suelta la pieza.
- **H2.10:** Cuando la pieza ha sido colocada en la mesa, esta gira hasta colocarse debajo de la sierra para el siguiente tratamiento. Cabe destacar que el giro que realiza la mesa depende del tratamiento que va a recibir, por ello la transición a la siguiente etapa contiene “Tratamiento horno” negado, para diferencia el tipo de pieza que se va a producir.



DESARROLLO DE LA AUTOMATIZACIÓN DE UN SISTEMA DE PROCESADO DE PIEZAS Y SU TRASLADO A ALMACÉN MEDIANTE PLC'S SIEMENS S7-1200 Y SCHNEIDER M241 CON COMUNICACIONES DISTRIBUIDAS MODBUS TCP E INTERACCIÓN MEDIANTE PANTALLA TÁCTIL HMI OMRON

- **H2.11:** En el momento la mesa se para debajo de la sierra comienza el segundo tratamiento. Como en el caso del horneado, el operario tiene la posibilidad de elegir el tiempo que se va a aplicar el tratamiento desde la pantalla táctil HMI.
- **H2.12:** Cuando el *timer* encargado de controlar el tiempo de serrado se activa, la mesa vuelve a trasladarse hasta llegar a la posición de la cinta que transporta la pieza hasta la salida del proceso.
- **H2.13:** Una vez la mesa se encuentra en la posición de la cinta se activa el empujador del que dispone para trasladar la pieza. Como se puede observar en el GRAFCET esta etapa da paso a una divergencia en “and” una vez se ha activado el *timer* que verifica el final de la etapa.
- **H2.14/H2.16:** Ambas etapas se activan simultáneamente llevando la mesa a su posición de inicio junto al manipulador y se activa la cinta que transporta la pieza a la salida del proceso.
- **H2.15/H2.17:** Estas dos etapas son las encargadas de que se dejen de ejecutar las acciones de las etapas anteriores hasta que la rama en paralelo ha finalizado, una vez ambas están activas la macro-etapa vuelve a su inicio esperando seguir produciendo.

DESARROLLO DE LA AUTOMATIZACIÓN DE UN SISTEMA DE PROCESADO DE PIEZAS Y SU TRASLADO A ALMACÉN MEDIANTE PLC'S SIEMENS S7-1200 Y SCHNEIDER M241 CON COMUNICACIONES DISTRIBUIDAS MODBUS TCP E INTERACCIÓN MEDIANTE PANTALLA TÁCTIL HMI OMRON

PRODUCCIÓN AUTOMÁTICA (TRATAMIENTO HORNO)

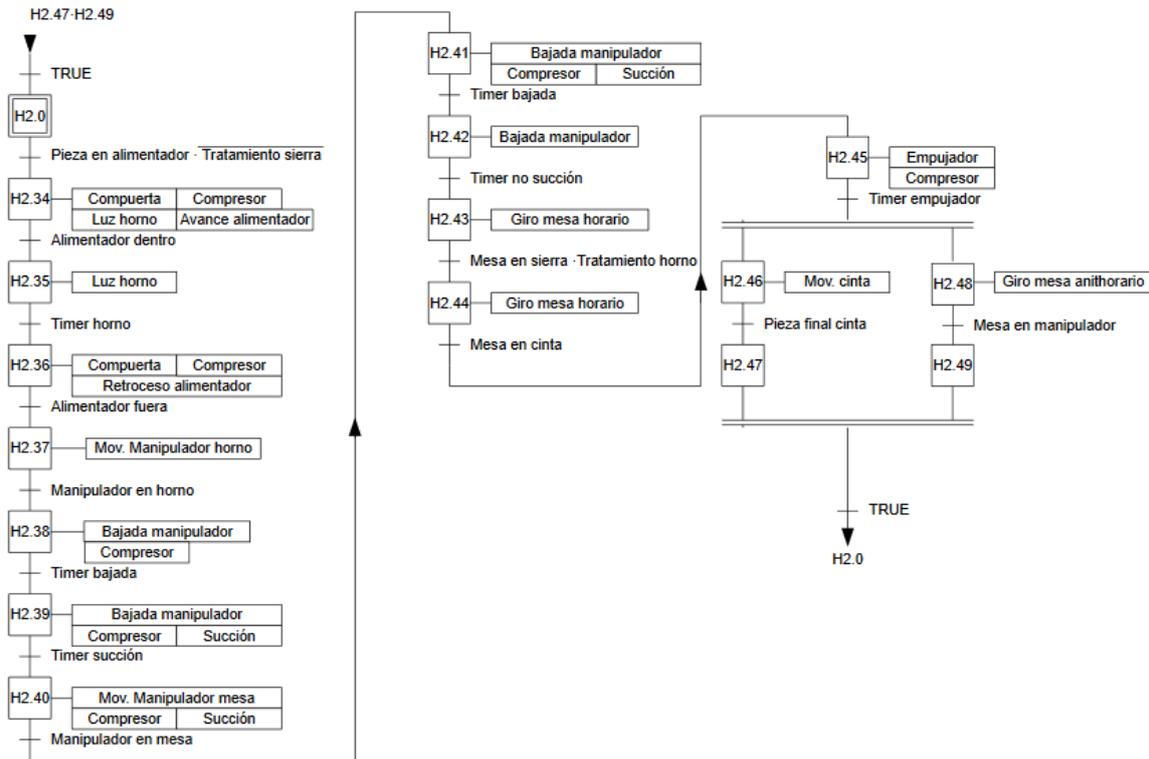


Ilustración 28. Diagrama GRAFCET tratamiento horno de la estación multiproceso

El GRAFCET de la ilustración 28 se trata de una variante del tratamiento completo explicado en el punto anterior. En este caso la pieza no pasa por todas las partes de la estación multiproceso, sino que únicamente es tratada en el horno y posteriormente llevada a la cinta de salida donde es recogida por el manipulador. El tipo de tratamiento recibido por la pieza es elegido por el operario antes de iniciar el proceso de producción.

Como se puede observar en el diagrama, cuando la mesa transporta la pieza una vez el manipulador la ha depositado en ella, etapa H2.41, esta no para hasta llegar a la posición de la cinta.

DESARROLLO DE LA AUTOMATIZACIÓN DE UN SISTEMA DE PROCESADO DE PIEZAS Y SU TRASLADO A ALMACÉN MEDIANTE PLC'S SIEMENS S7-1200 Y SCHNEIDER M241 CON COMUNICACIONES DISTRIBUIDAS MODBUS TCP E INTERACCIÓN MEDIANTE PANTALLA TÁCTIL HMI OMRON

PRODUCCIÓN COMPLETA (TRATAMIENTO SIERRA)

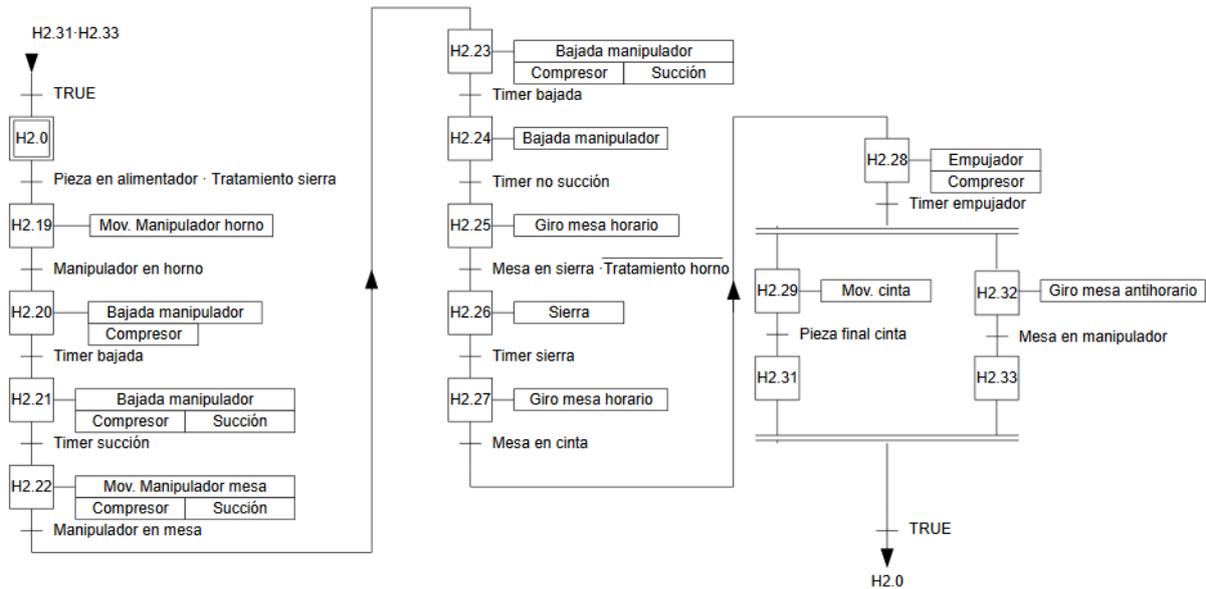


Ilustración 29. Diagrama GRAFCET tratamiento sierra de la estación multiproceso

En la ilustración 29 se puede observar la tercera variante de la producción automática. En este caso cuando la pieza es detectada por el fototransistor del alimentador del horno, directamente el manipulador se desplaza para transportar la pieza hacia la mesa giratoria para su tratado en la sierra.

Como se puede observar no es necesario realizar diferentes diagramas GRAFCET para los diferentes tipos de tratamiento, ya que, al realizar la misma ruta por la estación multiproceso, tan solo es necesario activar directamente los estados indicados dentro de cada una de las rutas de los diferentes procesos mediante transiciones específicas.

PARADA DE EMERGENCIA

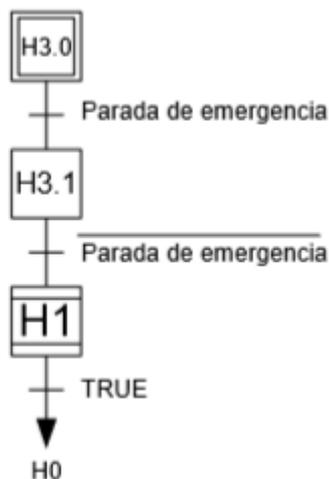


Ilustración 30. Diagrama GRAFCET parada de emergencia de la estación multiproceso

Como medida de seguridad en el caso de que ocurriera cualquier tipo de error durante la producción de las piezas la parada de emergencia activa la etapa H3.1 desde cualquier estado del sistema mediante una seta de emergencia, congelando este para poder tomar las medidas de seguridad necesarias. Una vez el entorno del proceso es seguro y se arma la seta de emergencia, el sistema pasa a la macro-etapa H1, donde es llevado a las condiciones iniciales teniendo en cuenta que es posible que el manipulador transporte alguna pieza, no dejando caer y transportando la misma hasta la mesa giratoria para que pueda ser retirada por parte del operario.

5.3 MANIPULADOR DE VACÍO

5.3.1 DESCRIPCIÓN DEL FUNCIONAMIENTO

En el caso del manipulador su funcionamiento es igual para los tres tipos de pieza que son producidos, ya que su único objetivo es trasladar desde la estación multiproceso hasta el almacén las piezas una vez han sido tratadas.

Cuando una pieza ha sido producida y llega al final de la cinta de salida activa el sensor I3 de la estación multiproceso, una vez el almacén ha colocado la caja en la que se deposita la pieza, se activa el sensor I2 dando inicio al movimiento de traslación del manipulador.

DESARROLLO DE LA AUTOMATIZACIÓN DE UN SISTEMA DE PROCESADO DE PIEZAS Y SU TRASLADO A ALMACÉN MEDIANTE PLC'S SIEMENS S7-1200 Y SCHNEIDER M241 CON COMUNICACIONES DISTRIBUIDAS MODBUS TCP E INTERACCIÓN MEDIANTE PANTALLA TÁCTIL HMI OMRON

5.3.2 PROCESO DEL SISTEMA

Una vez conocidos los diferentes tratamientos que aplica la estación multiproceso en función del tipo de pieza que se desea producir es necesario conocer el GRAFCET de los subprocesos que lo conforman.

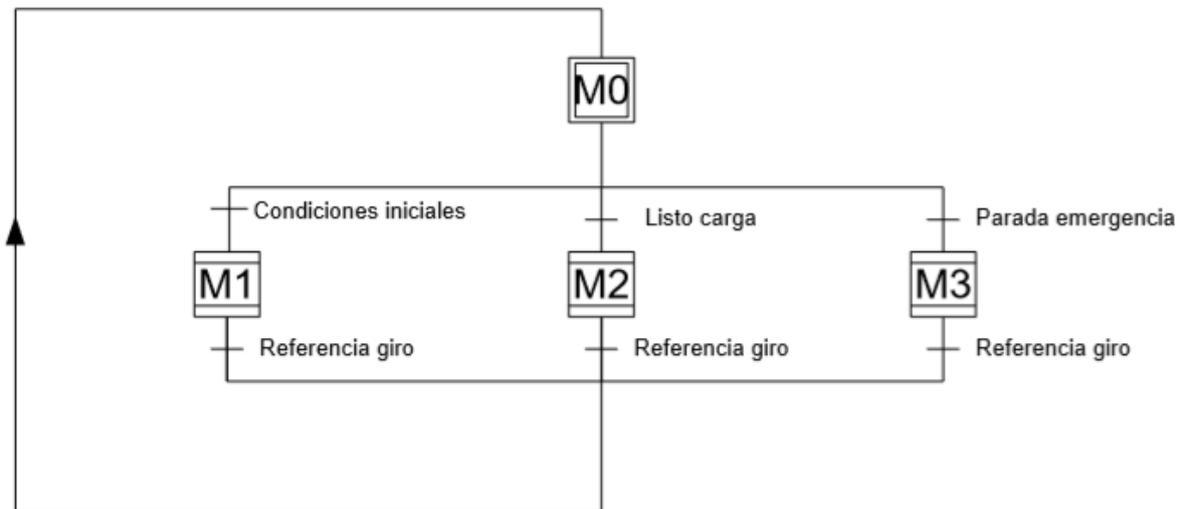


Ilustración 31. Diagrama GRAFCET general del manipulador de vacío

Como en el caso de la estación multiproceso, se puede observar en la ilustración 31 como el sistema está formado por tres macro-etapas las cuales definen el funcionamiento y actuación de seguridad del sistema:

- **M1:** Esta macro-etapa es la encargada de posicionar el brazo manipulador en las condiciones iniciales para posteriormente estar listo para realizar el proceso de producción.
- **M2:** Cuando el manipulador recibe la señal referida a la pieza producida se activa esta macro-etapa, la cual es la equivalente a la producción automática de la estación de multiproceso y el almacén.
- **M3:** En el caso de que se produzca cualquier tipo de error esta macro-etapa es accesible desde cualquier etapa del sistema.

DESARROLLO DE LA AUTOMATIZACIÓN DE UN SISTEMA DE PROCESADO DE PIEZAS Y SU TRASLADO A ALMACÉN MEDIANTE PLC'S SIEMENS S7-1200 Y SCHNEIDER M241 CON COMUNICACIONES DISTRIBUIDAS MODBUS TCP E INTERACCIÓN MEDIANTE PANTALLA TÁCTIL HMI OMRON

CONDICIONES INICIALES

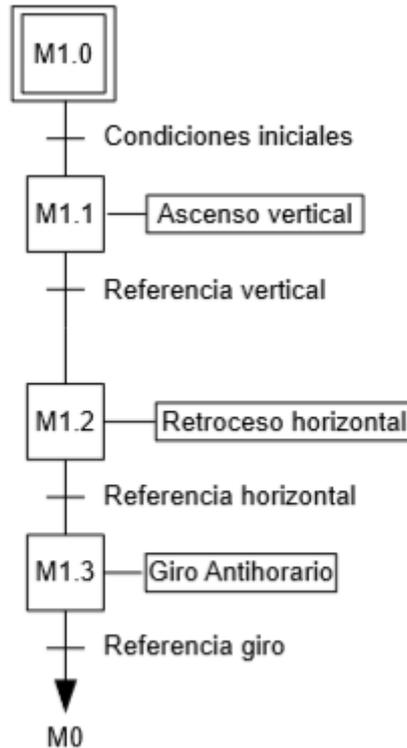


Ilustración 32. Diagrama GRAFCET condiciones iniciales del manipulador de vacío

Cuando el operario desde la pantalla táctil HMI selecciona la orden de posicionar el sistema en las condiciones iniciales, necesario antes de iniciar la producción, el sistema realiza los movimientos vertical, horizontal y giratorio hasta que los respectivos finales de carrera se activan indicando la posición de referencia del sistema.

DESARROLLO DE LA AUTOMATIZACIÓN DE UN SISTEMA DE PROCESADO DE PIEZAS Y SU TRASLADO A ALMACÉN MEDIANTE PLC'S SIEMENS S7-1200 Y SCHNEIDER M241 CON COMUNICACIONES DISTRIBUIDAS MODBUS TCP E INTERACCIÓN MEDIANTE PANTALLA TÁCTIL HMI OMRON

PRODUCCIÓN AUTOMÁTICA

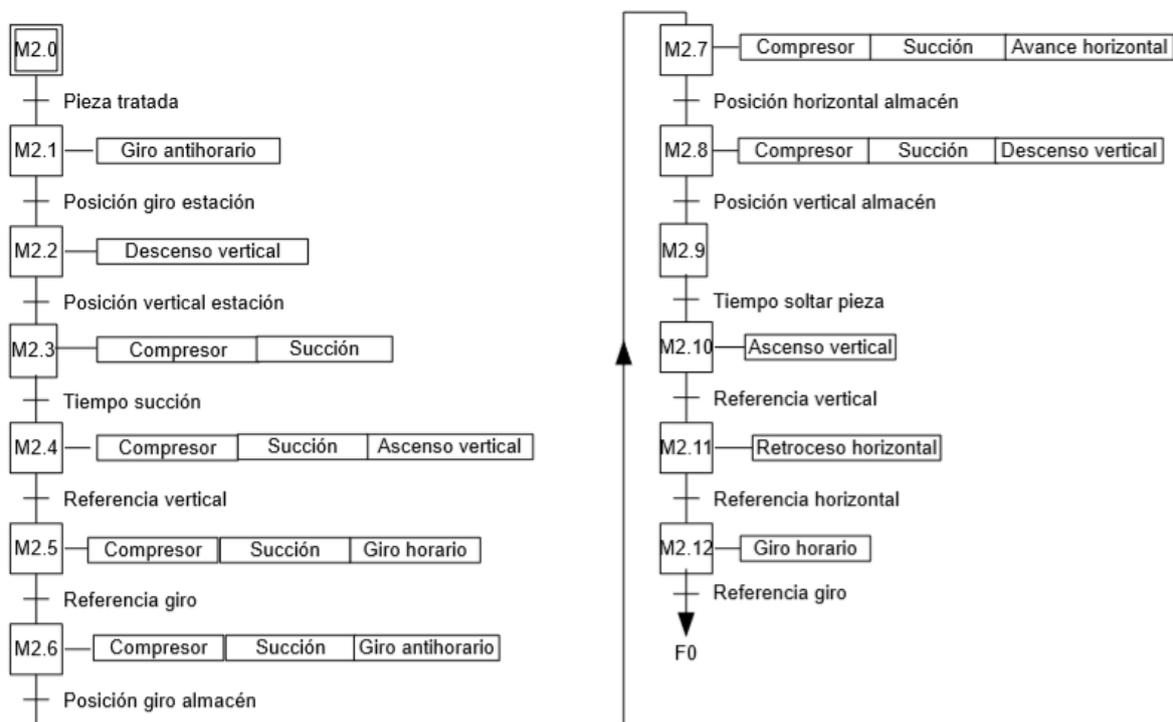


Ilustración 33. Diagrama GRAFCET producción automática del manipulador de vacío

La ilustración 33 representa al diagrama GRAFCET de la producción automática del manipulador, cuyo objetivo es transportar las piezas producidas en la estación multiproceso hasta el almacén vertical. El funcionamiento del proceso es:

- Una vez la pieza ha sido producida por la estación multiproceso y el almacén posiciona en la cinta de carga el contenedor en el que se ha de depositar la pieza, el manipulador recibe la señal para comenzar el proceso.
- La primera posición del manipulador es en la estación, a la salida de la cinta, donde la pieza es recogida. Posteriormente el manipulador vuelve a la posición de inicio con la pieza cargada ya que la posición del manipulador durante el movimiento se registra mediante pulsos, por lo que es necesario volver a la referencia cada vez que se inicie un movimiento.
- Por último, el manipulador se desplaza hasta la cinta de carga con la pieza y la deposita en el contenedor para que posteriormente sea almacenada.

DESARROLLO DE LA AUTOMATIZACIÓN DE UN SISTEMA DE PROCESADO DE PIEZAS Y SU TRASLADO A ALMACÉN MEDIANTE PLC'S SIEMENS S7-1200 Y SCHNEIDER M241 CON COMUNICACIONES DISTRIBUIDAS MODBUS TCP E INTERACCIÓN MEDIANTE PANTALLA TÁCTIL HMI OMRON

PARADA DE EMERGENCIA

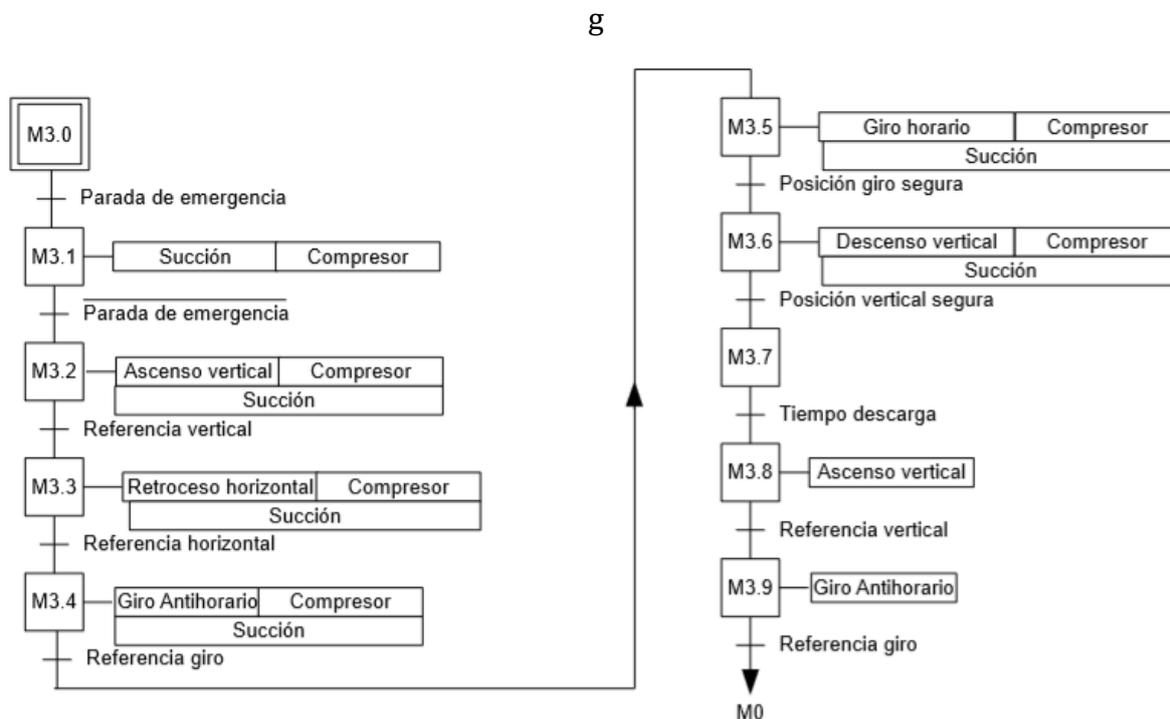


Ilustración 34. Diagrama GRAFCET parada de emergencia del manipulador de vacío

En la ilustración 34 se puede observar el diagrama GRAFCET para la parada de emergencia del manipulador. Este macro-estado es accesible desde cualquier etapa del sistema desde la seta de emergencia de la que dispone el operario en la pantalla táctil HMI y cuyo funcionamiento es:

- En caso de producirse cualquier error o fallo el operario acciona la seta de emergencia activando la etapa M3.1, donde el sistema se congela hasta que se rearma la seta, de esta forma hasta que el entorno no es seguro el movimiento del sistema no supone un peligro para el personal de la zona.

DESARROLLO DE LA AUTOMATIZACIÓN DE UN SISTEMA DE PROCESADO DE PIEZAS Y SU TRASLADO A ALMACÉN MEDIANTE PLC'S SIEMENS S7-1200 Y SCHNEIDER M241 CON COMUNICACIONES DISTRIBUIDAS MODBUS TCP E INTERACCIÓN MEDIANTE PANTALLA TÁCTIL HMI OMRON

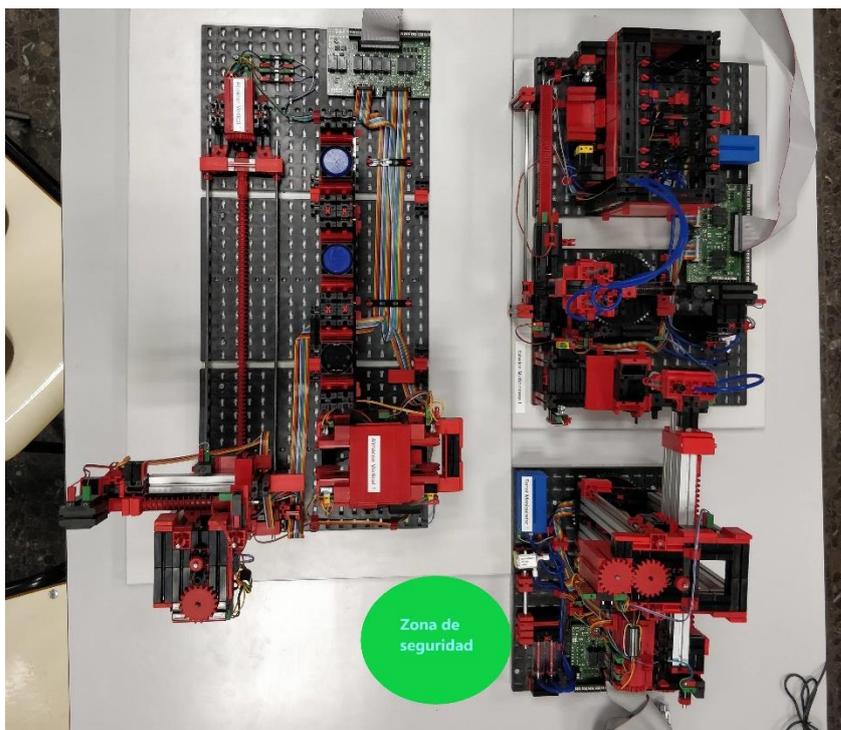


Ilustración 35. Zona de seguridad de descarga

- Una vez la seta es rearmada, el sistema vuelve a la posición de referencia inicial y posteriormente se dirige a una posición segura fuera de la distribución de las maquetas donde depositar la pieza en el caso de que se encontrara en el traslado de una.
- Por último, el manipulador vuelve a la posición de inicio donde está listo para volver a transportar piezas de manera automática.

5.4 ALMACÉN VERTICAL

5.4.1 DESCRIPCIÓN DEL FUNCIONAMIENTO

Una vez las piezas han sido producidas estas son almacenadas dependiendo del tipo de tratamiento que han recibido. Los espacios donde las piezas son almacenadas se han separado por filas, siendo la primera la posición de las piezas con un tratamiento completo y respectivamente para los tratamientos de horno y sierra únicamente.

DESARROLLO DE LA AUTOMATIZACIÓN DE UN SISTEMA DE PROCESADO DE PIEZAS Y SU TRASLADO A ALMACÉN MEDIANTE PLC'S SIEMENS S7-1200 Y SCHNEIDER M241 CON COMUNICACIONES DISTRIBUIDAS MODBUS TCP E INTERACCIÓN MEDIANTE PANTALLA TÁCTIL HMI OMRON

5.4.2 SUBPROCESOS DEL SISTEMA

Una vez conocidos los diferentes tratamientos que aplica la estación multiproceso en función del tipo de pieza que se desea producir es necesario conocer el GRAFCET de los subprocesos que lo conforman.

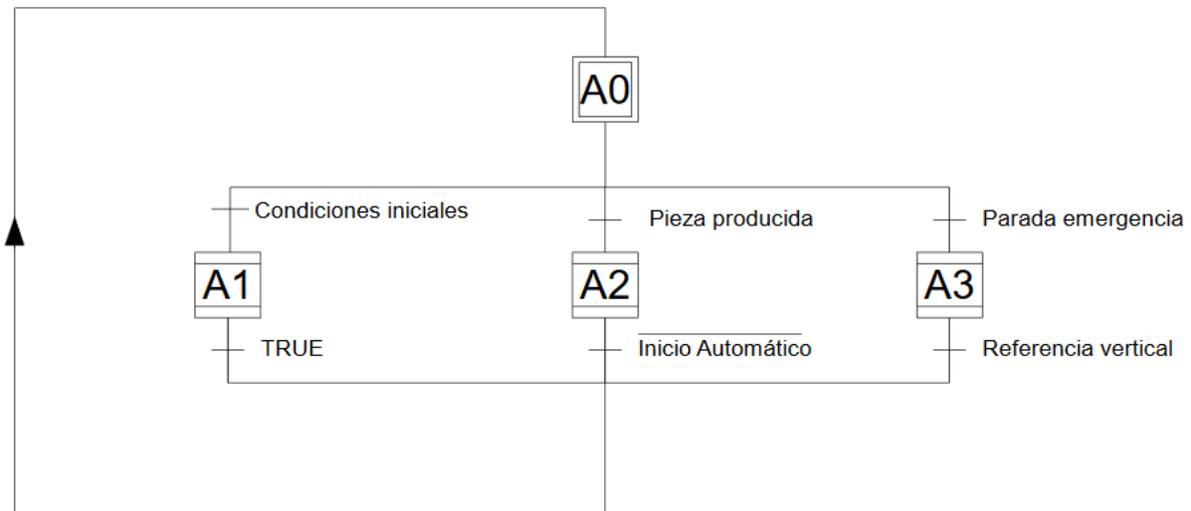


Ilustración 36. Diagrama GRAFCET general del almacén vertical

En la ilustración 36 se puede observar el diagrama GRAFCET y como el sistema está separado en tres macro-etapas principales:

- **A1:** Esta macro-etapa accesible por el operario desde la pantalla HMI permite que el sistema vuelva a la referencia de inicio para poder comenzar con el proceso de producción
- **A2:** Cuando el sistema se encuentra en la posición de inicio, el operario puede comenzar con la producción automática sincronizada con el resto de las maquetas.
- **A3:** En el caso de que ocurra cualquier tipo de incidencia, esta macro-etapa se encarga de proporcionar las medidas de seguridad necesarias para solventar el error y volver a la producción.

DESARROLLO DE LA AUTOMATIZACIÓN DE UN SISTEMA DE PROCESADO DE PIEZAS Y SU TRASLADO A ALMACÉN MEDIANTE PLC'S SIEMENS S7-1200 Y SCHNEIDER M241 CON COMUNICACIONES DISTRIBUIDAS MODBUS TCP E INTERACCIÓN MEDIANTE PANTALLA TÁCTIL HMI OMRON

CONDICIONES INICIALES

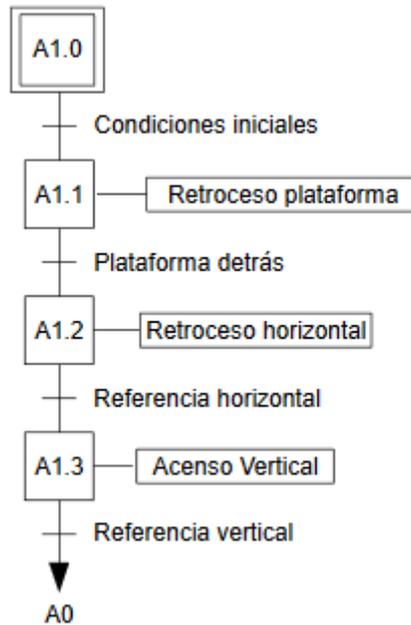


Ilustración 37. Diagrama GRAFCET condiciones iniciales del almacén vertical

Antes de poner en marcha el sistema para la producción de piezas, si el operario observa que alguna de las partes del proceso no se encuentra en su posición de origen, mediante esta macro-etapa la plataforma móvil recupera su posición de referencia indicada mediante los finales de carrera del sistema, de este modo se evitan errores a la hora contar los pulsos que miden el recorrido de la plataforma, tanto vertical como horizontalmente.

PRODUCCIÓN AUTOMÁTICA

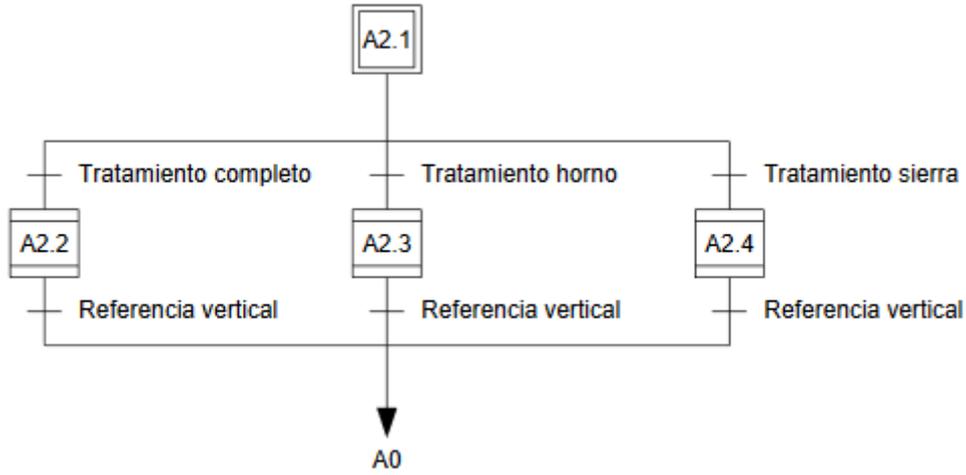


Ilustración 38. Diagrama GRAFCET tratamientos del almacén vertical

Una vez el sistema comienza a producir piezas, el almacén debe de posicionar las mismas dependiendo del tratamiento que han recibido, para ello se han diferenciado tres macro-etapas en las cuales la diferencia se encuentra en las posiciones del almacén donde se deben posicionar las piezas.

DESARROLLO DE LA AUTOMATIZACIÓN DE UN SISTEMA DE PROCESADO DE PIEZAS Y SU TRASLADO A ALMACÉN MEDIANTE PLC'S SIEMENS S7-1200 Y SCHNEIDER M241 CON COMUNICACIONES DISTRIBUIDAS MODBUS TCP E INTERACCIÓN MEDIANTE PANTALLA TÁCTIL HMI OMRON

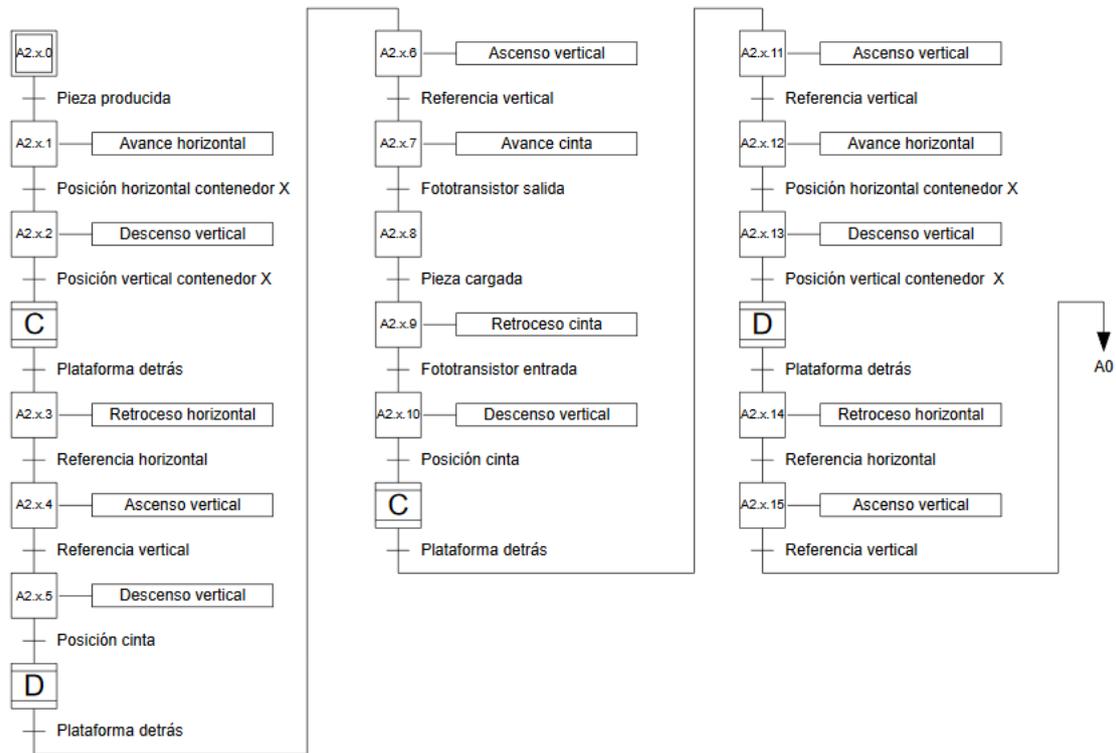


Ilustración 39. Diagrama GRAFCET producción automática del almacén vertical

Como se puede observar en la ilustración 39, cuando el almacén recibe la señal indicando que una pieza ha sido producida este se desplaza para recoger el contenedor que esté libre de la fila del tratamiento correspondiente. Cuando el contenedor ha sido recogido, se coloca en la cinta que los transporta hasta la posición donde el manipulador carga la pieza. Una vez la pieza se encuentra en el contenedor, este es recogido y transportado hasta su respectiva posición.

DESARROLLO DE LA AUTOMATIZACIÓN DE UN SISTEMA DE PROCESADO DE PIEZAS Y SU TRASLADO A ALMACÉN MEDIANTE PLC'S SIEMENS S7-1200 Y SCHNEIDER M241 CON COMUNICACIONES DISTRIBUIDAS MODBUS TCP E INTERACCIÓN MEDIANTE PANTALLA TÁCTIL HMI OMRON

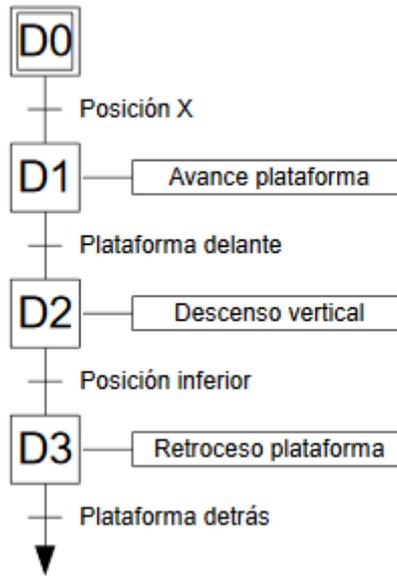


Ilustración 40. Diagrama GRAFCET descarga del almacén vertical

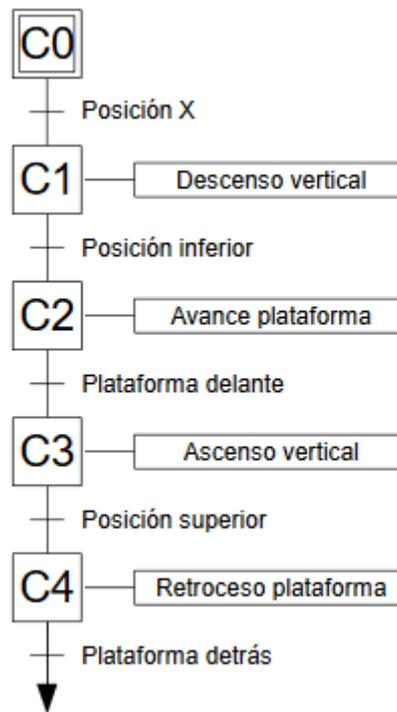


Ilustración 41. Diagrama GRAFCET carga del almacén vertical

Las macro-etapas “C” y “D” corresponden con la acción de carga y descarga de los contenedores, donde la plataforma debe avanzar y luego realizar un movimiento

DESARROLLO DE LA AUTOMATIZACIÓN DE UN SISTEMA DE PROCESADO DE PIEZAS Y SU TRASLADO A ALMACÉN MEDIANTE PLC'S SIEMENS S7-1200 Y SCHNEIDER M241 CON COMUNICACIONES DISTRIBUIDAS MODBUS TCP E INTERACCIÓN MEDIANTE PANTALLA TÁCTIL HMI OMRON

vertical con un numero de pulsos reducido, para así evitar colisiones con los contenedores situados arriba o abajo del mismo.

PARADA DE EMERGENCIA

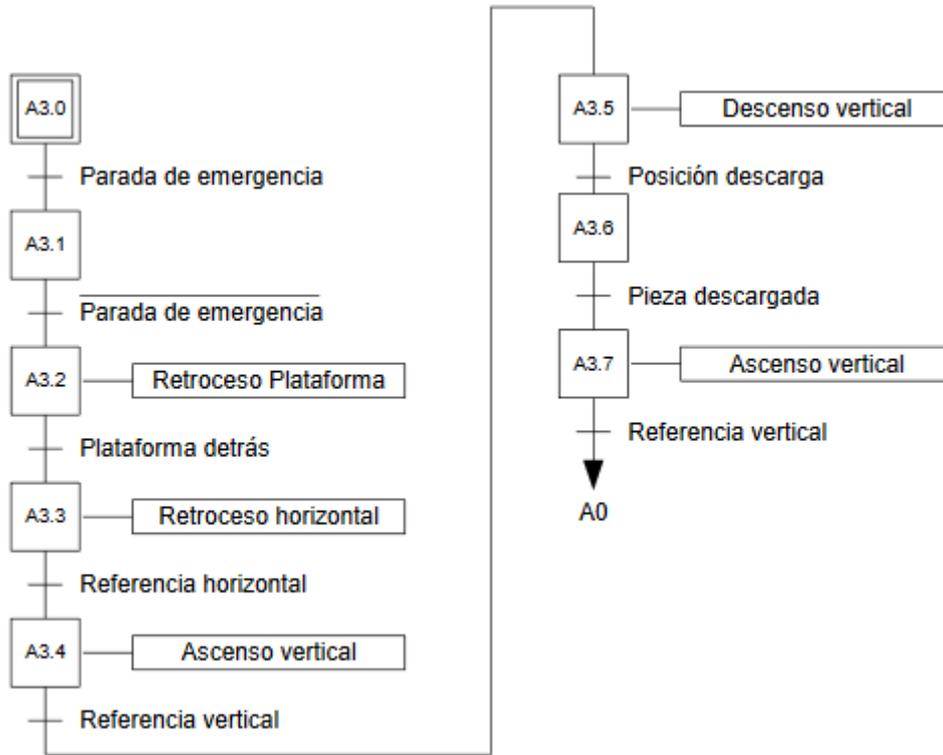


Ilustración 42. Diagrama GRAFCET parada de emergencia del almacén vertical

Mediante la seta de emergencia de la pantalla táctil HMI el operario tiene acceso al macro-estado de parada de emergencia, accesible desde cualquier estado del sistema. Cuando es activado, el sistema se congela, una vez es rearmada la seta, la plataforma se desplaza hasta una posición inferior. Esto es debido a que el error se puede producir mientras se transporta un contenedor, por lo que en esta posición es posible retirar el contenedor de la plataforma y mediante un botón en la pantalla táctil HMI cuando ha sido descargado, el sistema vuelve a su posición de inicio.



DESARROLLO DE LA AUTOMATIZACIÓN DE UN SISTEMA DE PROCESADO DE PIEZAS Y SU TRASLADO A ALMACÉN MEDIANTE PLC'S SIEMENS S7-1200 Y SCHNEIDER M241 CON COMUNICACIONES DISTRIBUIDAS MODBUS TCP E INTERACCIÓN MEDIANTE PANTALLA TÁCTIL HMI OMRON

6 IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA

Una vez conocido el diseño mediante los diagramas GRAFCET del funcionamiento del sistema, es necesario saber cómo se ha implementado en los *softwares* de cada uno de los autómatas para su correcta ejecución.

6.1 IMPLEMENTACIÓN EN TIA PORTAL V13

6.1.1 DISTRIBUCIÓN DE LOS BLOQUES FUNCIONALES



Ilustración 43. Bloques funcionales de la estación multiproceso

Dentro del *software* de programación del autómatas S7-1200 de Siemens los diferentes bloques principales se distribuyen como muestra la ilustración 43. En el caso de la implementación de la automatización dentro del autómatas el bloque donde se encuentra el programa es “Main” y es el bloque que se ejecuta cuando el PLC se encuentra en marcha, por lo que el resto de los bloques implementados deben ser llamados desde dentro de este.

6.1.2 PROGRAMACIÓN DEL PROCESO

CONVERSIÓN DEL DIAGRAMA GRAFCET

Se ha de tener en cuenta que el diagrama GRAFCET no es posible implementarlo como tal dentro del *software* del autómatas para que este lo ejecute. Por lo tanto, es necesario convertir el diagrama a uno de los lenguajes admitidos por los diferentes autómatas y nombrados en el punto 4.2, para ello es necesario conocer la ecuación que define la activación de una etapa [17]:

$$E_n = E_{n-1} \cdot T_{n-1} + \overline{E_{n+1}} \cdot E_n$$

DESARROLLO DE LA AUTOMATIZACIÓN DE UN SISTEMA DE PROCESADO DE PIEZAS Y SU TRASLADO A ALMACÉN MEDIANTE PLC'S SIEMENS S7-1200 Y SCHNEIDER M241 CON COMUNICACIONES DISTRIBUIDAS MODBUS TCP E INTERACCIÓN MEDIANTE PANTALLA TÁCTIL HMI OMRON

En la ecuación se puede observar como la activación del estado depende tanto de la activación de la etapa anterior y su transición hasta el estado actual, como de las etapas siguientes.

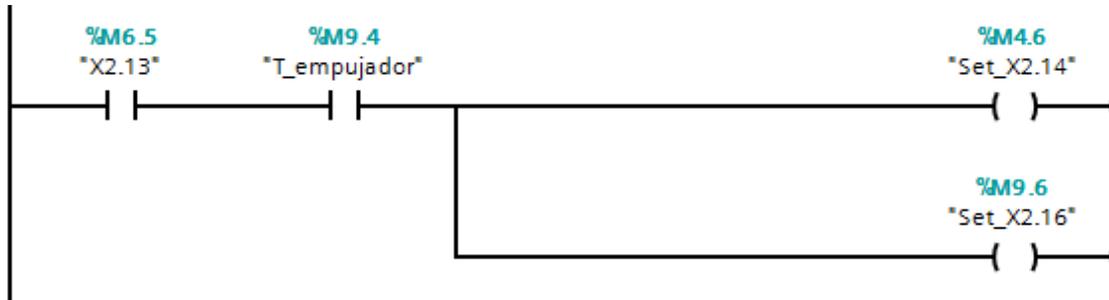


Ilustración 44. Ejemplo de programación en diagrama de contactos (LD)

Una vez conocida la transformación y sabiendo que el *software* TIA Portal tan solo acepta como lenguaje de programación el diagrama de contactos (LD), en la ilustración 44, se puede observar un ejemplo de la programación en el S7-1200.

Además, a la hora de realizar la programación en diagrama de contactos (LD) en el autómatas de Siemens, la ecuación obtenida se ha dividido en dos partes:

$$E_n = E_{n-1} \cdot T_{n-1} + \overline{E_{n+1}} \cdot E_n$$

1. **Set de la etapa:** El *set* se corresponde con la activación de la etapa correspondiente (marcado en azul).
2. **Ecuación de la etapa:** Se trata de la ecuación completa, donde se encuentra tanto el *set* como la condición de mantenimiento de la activación, la cual depende de las etapas siguientes a la actual (marcado en rojo).



DESARROLLO DE LA AUTOMATIZACIÓN DE UN SISTEMA DE PROCESADO DE PIEZAS Y SU TRASLADO A ALMACÉN MEDIANTE PLC'S SIEMENS S7-1200 Y SCHNEIDER M241 CON COMUNICACIONES DISTRIBUIDAS MODBUS TCP E INTERACCIÓN MEDIANTE PANTALLA TÁCTIL HMI OMRON

- ▶ **Segmento 2:** Set G0 Inicio
- ▶ **Segmento 3:** Set G1 Puesta Inicio
- ▶ **Segmento 4:** Set G2 Producción Automática
- ▶ **Segmento 5:** Set G3 Parada de emergencia
- ▶ **Segmento 6:** Ecuaciones G0 Inicio
- ▶ **Segmento 7:** Ecuaciones G1 Puesta Inicio
- ▶ **Segmento 8:** Ecuaciones G2 Producción Automática
- ▶ **Segmento 9:** Ecuaciones G3 Parada de emergencia
- ▶ **Segmento 10:** Acciones

Ilustración 45. Distribución de la programación dentro del bloque "Main"

Como se puede observar en la ilustración 45, cada uno de los programas G implementados en el autómatas se divide en los dos segmentos y finalmente en el segmento "Acciones" se asocia la acción que ejecuta la activación de cada estado.

CONFIGURACIÓN DE LOS TEMPORIZADORES

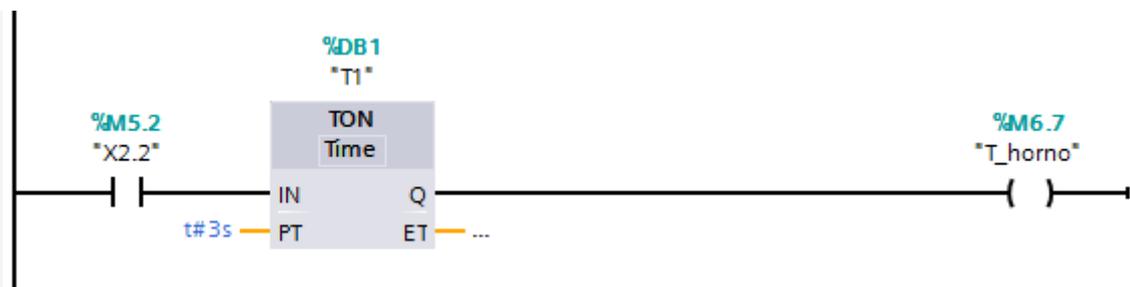


Ilustración 46. Ejemplo temporizador en TIA Portal de Siemens

En la ilustración 46 se puede ver un ejemplo de cómo se han configurado los *timers* del proceso. El bloque de función "TON" se activa cuando una vez activa la etapa conectada a la pata "IN" transcurre el tiempo configurado en la pata "PT", activando a su vez la salida de la pata "Q". En este caso el ejemplo mostrado es la temporización del tiempo que la pieza se encuentra dentro del horno.

6.1.3 CONFIGURACIÓN DE LAS COMUNICACIONES

BLOQUES DE COMUNICACIÓN

Para que los diferentes dispositivos trabajen sincronizadamente es necesario que estos se comuniquen y compartan información sobre las variables del proceso. En el caso del autómatas S7-1200, a partir de la arquitectura servidor/cliente [18], el PLC actúa como

DESARROLLO DE LA AUTOMATIZACIÓN DE UN SISTEMA DE PROCESADO DE PIEZAS Y SU TRASLADO A ALMACÉN MEDIANTE PLC'S SIEMENS S7-1200 Y SCHNEIDER M241 CON COMUNICACIONES DISTRIBUIDAS MODBUS TCP E INTERACCIÓN MEDIANTE PANTALLA TÁCTIL HMI OMRON

servidor, es decir, el resto de información escriben y leen sobre variables del proceso en este dispositivo.

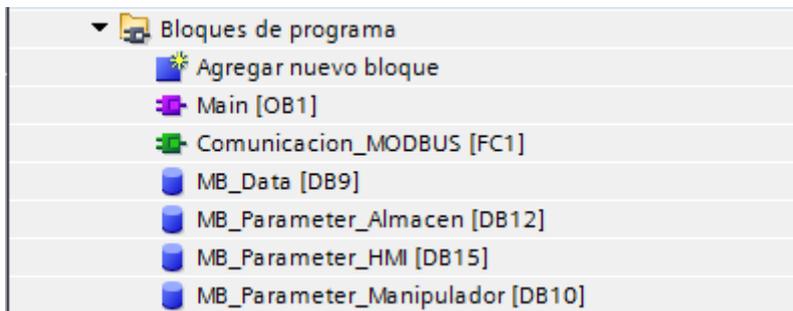


Ilustración 47. Bloques de comunicación en TIA Portal de Siemens

Para configurar la conexión entre los dispositivos son necesarios los bloques que se observan en la ilustración 47. Es necesario crear bloques tanto para indicar la información sobre los dispositivos con los que se establece conexión (“MB_Parameter”), como los datos que tienen acceso (“MB_Data”).

CONFIGURACIÓN DE LOS PARAMETROS DE LOS DISPOSITIVOS

MB_Parameter_Almacen								
	Nombre	Tipo de datos	Valor de arranq...	Remanen...	Accesible d...	Visible en ..	Valor de a..	Comentario
1	Static			<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
2	Parameter_Almacen	TCON_IP_v4		<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
3	InterfacedId	HW_ANY	64	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	HWIdentifier of IE-interface submodule
4	ID	CONN_OUC	2	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	connection reference / identifier
5	ConnectionType	Byte	11	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	type of connetion: 11=TCP/IP, 19=UDP (17=T...
6	ActiveEstablished	Bool	0	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	active/passive connection establishment
7	RemoteAddress	IP_V4		<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	remote IP address (IPv4)
8	ADDR	Array[1..4] of Byte		<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	IPv4 address
9	ADDR[1]	Byte	172	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	IPv4 address
10	ADDR[2]	Byte	16	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	IPv4 address
11	ADDR[3]	Byte	191	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	IPv4 address
12	ADDR[4]	Byte	108	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	IPv4 address
13	RemotePort	UInt	0	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	remote UDP/TCP port number
14	LocalPort	UInt	502	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	local UDP/TCP port number

Ilustración 48. Configuración de los parámetros de comunicación del almacén vertical en TIA Portal

DESARROLLO DE LA AUTOMATIZACIÓN DE UN SISTEMA DE PROCESADO DE PIEZAS Y SU TRASLADO A ALMACÉN MEDIANTE PLC'S SIEMENS S7-1200 Y SCHNEIDER M241 CON COMUNICACIONES DISTRIBUIDAS MODBUS TCP E INTERACCIÓN MEDIANTE PANTALLA TÁCTIL HMI OMRON



MB_Parameter_HMI								
	Nombre	Tipo de datos	Valor de arranq...	Remanen...	Accesible d...	Visible en ...	Valor de a..	Comentario
1	Static			<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
2	Parameter_HMI	TCON_IP_v4		<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		
3	Interfaceld	HW_ANY	64	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		HW-identifier of IE-interface submodule
4	ID	CONN_OUC	3	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		connection reference / identifier
5	ConnectionType	Byte	11	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		type of connction: 11=TCP/IP, 19=UDP (17=T...
6	ActiveEstablished	Bool	0	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		active/passive connection establishment
7	RemoteAddress	IP_V4		<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		remote IP address (IPv4)
8	ADDR	Array[1..4] of Byte		<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		IPv4 address
9	ADDR[1]	Byte	172	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		IPv4 address
10	ADDR[2]	Byte	16	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		IPv4 address
11	ADDR[3]	Byte	191	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		IPv4 address
12	ADDR[4]	Byte	54	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		IPv4 address
13	RemotePort	UInt	0	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		remote UDP/TCP port number
14	LocalPort	UInt	502	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		local UDP/TCP port number

Ilustración 49. Configuración de los parámetros de comunicación de la pantalla táctil HMI en TIA Portal

MB_Parameter_Manipulador								
	Nombre	Tipo de datos	Valor de arranq...	Remanen...	Accesible d...	Visible en ...	Valor de a..	Comentario
1	Static			<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
2	Parameter_Manipulador	TCON_IP_v4		<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		
3	Interfaceld	HW_ANY	64	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		HW-identifier of IE-interface submodule
4	ID	CONN_OUC	1	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		connection reference / identifier
5	ConnectionType	Byte	11	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		type of connction: 11=TCP/IP, 19=UDP (17=T...
6	ActiveEstablished	Bool	0	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		active/passive connection establishment
7	RemoteAddress	IP_V4		<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		remote IP address (IPv4)
8	ADDR	Array[1..4] of Byte		<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		IPv4 address
9	RemotePort	UInt	0	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		remote UDP/TCP port number
10	LocalPort	UInt	502	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		local UDP/TCP port number

Ilustración 50. Configuración de los parámetros de comunicación del manipulador de vacío en TIA Portal

En la ilustración 48, ilustración 49 e ilustración 50 se puede observar la configuración de los parametros de cada uno de los dispositivos del sistema. Cabe destacar la importancia de asociar una "ID" diferente a cada dispositivo para que el PLC servidor pueda diferenciarlos, además de indicar la dirección IP de cada uno de ellos para que ningun otro dispositivo del entorno pueda acceder a los datos.

DESARROLLO DE LA AUTOMATIZACIÓN DE UN SISTEMA DE PROCESADO DE PIEZAS Y SU TRASLADO A ALMACÉN MEDIANTE PLC'S SIEMENS S7-1200 Y SCHNEIDER M241 CON COMUNICACIONES DISTRIBUIDAS MODBUS TCP E INTERACCIÓN MEDIANTE PANTALLA TÁCTIL HMI OMRON

CONFIGURACIÓN DE LAS VARIABLES COMPARTIDAS

MB_Data								
	Nombre	Tipo de datos	Valor de arranq...	Remanen...	Accesible d...	Visible en ..	Valor de a..	Comentario
1	Static			<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
2	Data_HMI	Array[0..2] of Int		<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
3	Data_HMI[0]	Int	0	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
4	Data_HMI[1]	Int	0	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
5	Data_HMI[2]	Int	0	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
6	Data_Manipulador	Array[1..2] of Int		<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
7	Data_Manipulador...	Int	0	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
8	Data_Manipulador...	Int	0	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
9	Data_Almacen	Array[1..2] of Int		<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
10	Data_Almacen[1]	Int	0	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
11	Data_Almacen[2]	Int	0	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	

Ilustración 51. Configuración de los bloques de datos compartidos en TIA Portal

Una vez configurados los parametros de los clientes es necesario crear los bloques de datos a los que van a tener acceso. Para ello es necesario crear el bloque “MB_Data” que se muestra en la figura X donde se encuentra:

- **Data_HMI:** Corresponde con los datos accesibles por la pantalla táctil HMI, con la cual se comparten tres variables de tipo “Int”, es decir, el dispositivo tiene acceso a 48 bits de memoria del PLC servidor.
- **Data_Manipulador:** Como su nombre indica, se trata de los datos accesibles por parte del manipulador de vacío, el cual tiene acceso a 32 bits de memoria, de los cuales 16 son unicamente de lectura y 16 de escritura.
- **Data_Almacen:** Como en el caso del manipulador, el almacén tiene acceso a la misma cantidad de bits de memoria del S7-1200, donde la mitad de ellos son de lectura y la otra mitad de escritura.

En el anexo 1 se detalla la información sobre las direcciones de memoria asignada a cada una de las variables de los cuatro dispositivos.

DESARROLLO DE LA AUTOMATIZACIÓN DE UN SISTEMA DE PROCESADO DE PIEZAS Y SU TRASLADO A ALMACÉN MEDIANTE PLC'S SIEMENS S7-1200 Y SCHNEIDER M241 CON COMUNICACIONES DISTRIBUIDAS MODBUS TCP E INTERACCIÓN MEDIANTE PANTALLA TÁCTIL HMI OMRON

CONFIGURACIÓN DE LOS BLOQUES SERVIDORES

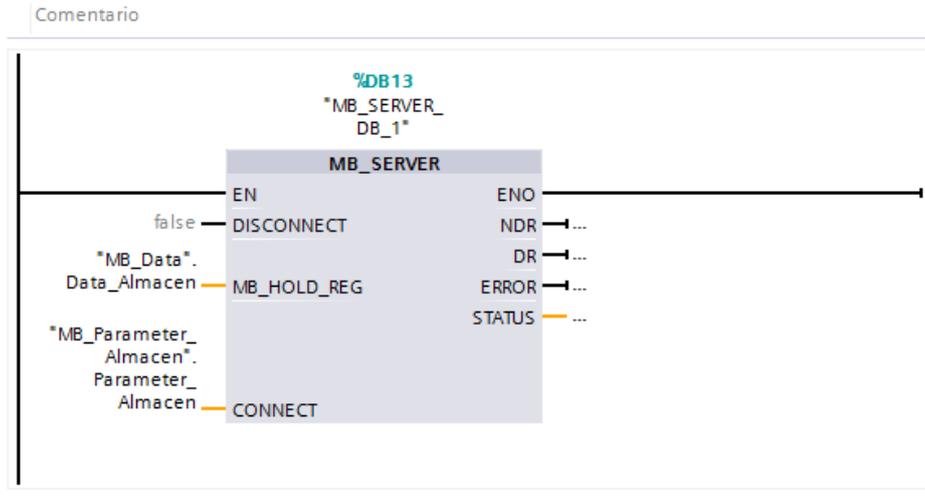


Ilustración 52. Bloque "MB_Server" del almacén vertical

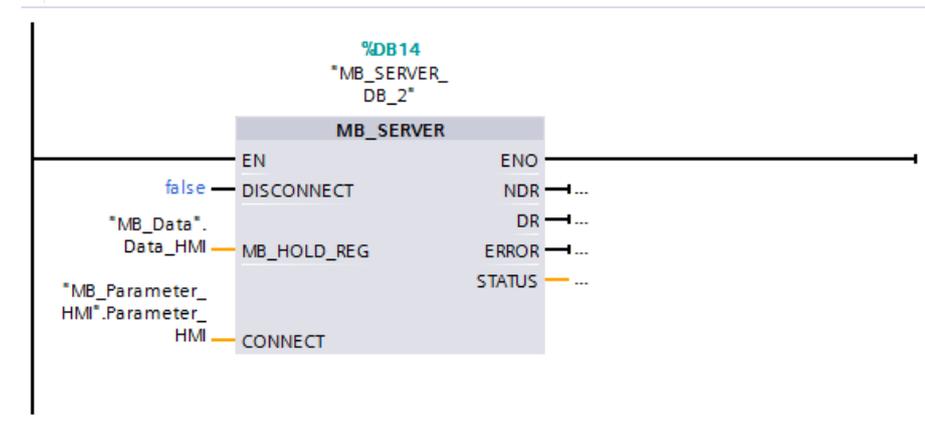


Ilustración 53. Bloque "MB_Server" de la pantalla táctil HMI

DESARROLLO DE LA AUTOMATIZACIÓN DE UN SISTEMA DE PROCESADO DE PIEZAS Y SU TRASLADO A ALMACÉN MEDIANTE PLC'S SIEMENS S7-1200 Y SCHNEIDER M241 CON COMUNICACIONES DISTRIBUIDAS MODBUS TCP E INTERACCIÓN MEDIANTE PANTALLA TÁCTIL HMI OMRON

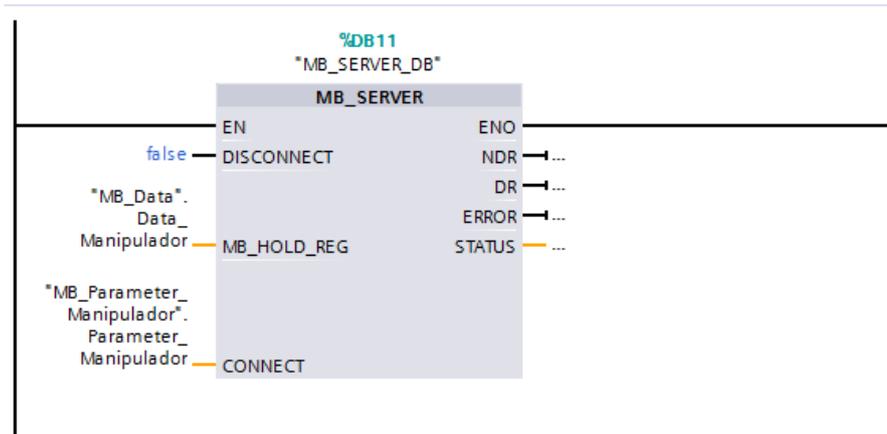


Ilustración 54. Bloque “MB_Server” del manipulador de vacío

Una vez han sido configurados los parámetros de los dispositivos clientes y los datos a los que tienen acceso, el PLC servidor establece la conexión mediante los bloques “MB_Server” de la ilustración 52, ilustración 53 e ilustración 54, el cual desde el bloque principal “Main” utiliza la configuración creada anteriormente en los bloques de datos y parámetros, sirviendo de nexo entre el dispositivo y los bits de memoria a los que tiene acceso.

ASIGNACIÓN DE LAS VARIABLES COMPARTIDAS

Por último, se han creado bloques de memoria a los cuales los clientes tienen acceso, pero estos bloques tienen que contener las variables que se desean compartir, tanto por parte del servidor como entre los clientes.

Comentario

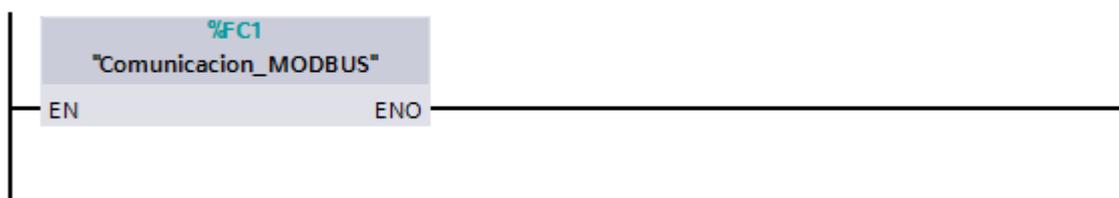


Ilustración 55. Bloque de escritura de las variables de comunicación

Para ello, desde el bloque principal “Main” es necesario crear un bloque de función en texto estructurado, que en la ilustración 47 se puede ver como “Comunicación_MODBUS”.

DESARROLLO DE LA AUTOMATIZACIÓN DE UN SISTEMA DE PROCESADO DE PIEZAS Y SU TRASLADO A ALMACÉN MEDIANTE PLC'S SIEMENS S7-1200 Y SCHNEIDER M241 CON COMUNICACIONES DISTRIBUIDAS MODBUS TCP E INTERACCIÓN MEDIANTE PANTALLA TÁCTIL HMI OMRON

```

6 //Data[2]Escritura M241 Manipulador
7 "MB_Data".Data_Almacen[1].%X4 := "MB_Data".Data_Manipulador[2].%X0; //Pieza cargada
8 "MB_Data".Data_HMI[1].%X8:= "MB_Data".Data_Manipulador[2].%X1; //Horizontal delante
9 "MB_Data".Data_HMI[1].%X9:= "MB_Data".Data_Manipulador[2].%X2;//Horizontal detras
10 "MB_Data".Data_HMI[1].%X6:= "MB_Data".Data_Manipulador[2].%X3;//Giro horario
11 "MB_Data".Data_HMI[1].%X7:= "MB_Data".Data_Manipulador[2].%X4;//Giro antihorario
12 "MB_Data".Data_HMI[1].%X10:= "MB_Data".Data_Manipulador[2].%X5;//Vertical abajo
13 "MB_Data".Data_HMI[1].%X11 := "MB_Data".Data_Manipulador[2].%X6;//Vertical arriba
14 "MB_Data".Data_HMI[1].%X12 := "MB_Data".Data_Manipulador[2].%X7;//Referencia vertical
15 "MB_Data".Data_HMI[1].%X13 := "MB_Data".Data_Manipulador[2].%X8;//Referencia giro
16 "MB_Data".Data_HMI[1].%X14 := "MB_Data".Data_Manipulador[2].%X9;//Referencia horizontal
17 //Data[1]Lectura M241 Almacen
18 "MB_Data".Data_Almacen[1].%X0 := "MB_Data".Data_HMI[0].%X1;//Modo automatico
19 "MB_Data".Data_Almacen[1].%X1 := "MB_Data".Data_HMI[0].%X2;//Modo horno
20 "MB_Data".Data_Almacen[1].%X2 := "MB_Data".Data_HMI[0].%X3;//Modo sierra
21 "MB_Data".Data_Almacen[1].%X4 := "MB_Data".Data_Manipulador[2].%X0;//Pieza cargada
22 "MB_Data".Data_Almacen[1].%X14 := "MB_Data".Data_HMI[1].%X15;//Posicion inicial
23 "MB_Data".Data_Almacen[1].%X15 := "MB_Data".Data_HMI[0].%X0;//Parada emergencia
24 "MB_Data".Data_Almacen[1].%X3 := "MB_Data".Data_HMI[2].%X7;//Soltar Pieza

```

Ilustración 56. Ejemplo de escritura en las variables de comunicación mediante texto estructurado (LD)

Una vez dentro del bloque, en la ilustración 56 se muestra como a partir de programación escrita es posible asignar los valores de unos bits de datos de un dispositivo directamente en otro, sin necesidad de recurrir al bloque principal y programar en diagrama de contactos (LD). En el anexo 1 se explica detalladamente la información de cada uno de los bloques de memoria y las variables asignadas.

6.2 IMPLEMENTACIÓN SOMACHINE

6.2.1 DISTRIBUCIÓN DE LOS BLOQUES FUNCIONALES

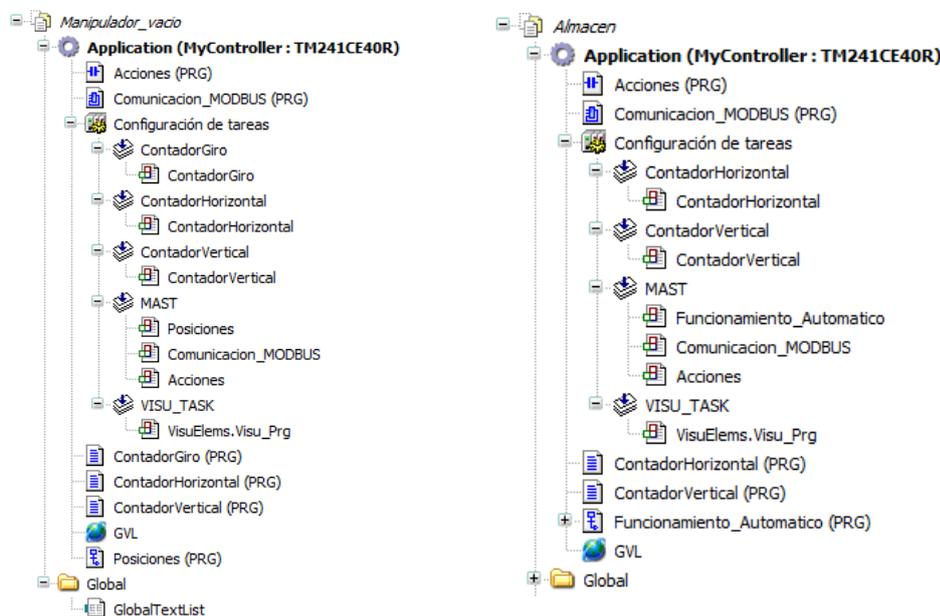


Ilustración 57. Distribución de los bloques funcionales en SoMachine

Dentro del *software* de los autómatas M241 la estructura de los bloques funcionales se puede observar en la figura X y figura X. Se puede observar como los bloques se encuentran duplicados tanto dentro como fuera de la “Configuración de tareas”, esto ocurre ya que al contrario que TIA Portal, en SoMachine los bloques se ejecuta el autómata son aquellos que se encuentren dentro de las tareas, es decir, incluidos dentro de “Mast” o las tareas de los contadores. Esto es debido a que el *software* ejecuta los bloques bajo la configuración de las tareas, por lo que es necesario previamente configurar los parametros de ejecución de cada una de estas tareas.

6.2.2 PROGRAMACIÓN DEL PROCESO

Una de las grandes diferencias entre el *software* del M241 y el S7-1200 son los lenguajes de programación admitidos. Mientras que con el autómata de Siemens solo es posible la programación a través de diagrama de contactos (LD), con el PLC de Schneider es posible la programación en los lenguajes de programación comentados en el punto 3.3.

DESARROLLO DE LA AUTOMATIZACIÓN DE UN SISTEMA DE PROCESADO DE PIEZAS Y SU TRASLADO A ALMACÉN MEDIANTE PLC'S SIEMENS S7-1200 Y SCHNEIDER M241 CON COMUNICACIONES DISTRIBUIDAS MODBUS TCP E INTERACCIÓN MEDIANTE PANTALLA TÁCTIL HMI OMRON

Para la programación del autómatas se han utilizado tres de los lenguajes admitidos:

- **Gráfico de funciones secuenciales (SFC):** Se trata del lenguaje principal empleado ya que su gran similitud con el diagrama GRAFCET facilita la programación sin la necesidad de transformar el diagrama a ecuaciones para su implementación

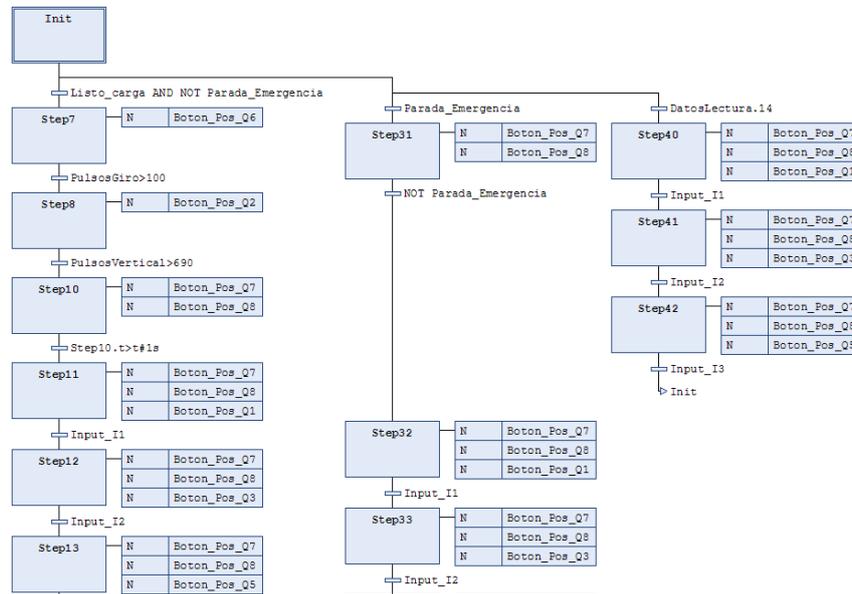


Ilustración 58. Ejemplo de programación mediante gráfico de funciones secuenciales (SFC)

- **Texto estructurado (ST):** Este lenguaje ha sido utilizado en particular para la programación del contador de pulsos de entrada de los *encoders* de los sistemas, ya que mediante unas pocas líneas de texto es posible realizar esta tarea, algo que es más complejo con otros lenguajes. También ha sido utilizado para realizar tareas cuando el sistema entra en una etapa del SFC, como se puede observar en la ilustración 58.

DESARROLLO DE LA AUTOMATIZACIÓN DE UN SISTEMA DE PROCESADO DE PIEZAS Y SU TRASLADO A ALMACÉN MEDIANTE PLC'S SIEMENS S7-1200 Y SCHNEIDER M241 CON COMUNICACIONES DISTRIBUIDAS MODBUS TCP E INTERACCIÓN MEDIANTE PANTALLA TÁCTIL HMI OMRON



```

1  IF Input_I3=TRUE THEN
2      PulsosGiro:=0;
3  ELSE
4      IF Output_Q6=TRUE THEN
5          PulsosGiro:=PulsosGiro+1;
6      END_IF;
7
8      IF Output_Q5=TRUE THEN
9          PulsosGiro:=PulsosGiro-1;
10     END_IF;
11 END_IF;
12

```

Ilustración 59. Ejemplo de programación en texto estructurado

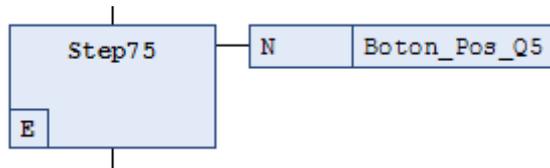


Ilustración 60. Ejemplo de condición de activación de la etapa

- Diagrama de contactos (LD):** Por último, el diagrama de contactos se ha empleado para la activación de los actuadores del sistema. A partir del SFC se activan las variables encargadas de activar los actuadores, esto es debido a que el *software* presenta problemas con la activación directa de estos. Además, se ha empleado para escribir y leer sobre las variables compartidas con el resto de los dispositivos del sistema.



Ilustración 61. Ejemplo de programación en diagrama de contactos (LD) en SoMachine

6.2.3 TRATAMIENTO DE LOS PULSOS DE LOS ENCODERS

Tanto la maqueta del manipulador de vacío como el almacén vertical no disponen de sensores que indiquen su posición dentro del entorno de trabajo, en cambio cuentan con *encoders* que envían señales de pulsos cuando los actuadores se activan. Gracias a esto es posible estimar la posición en la que se encuentra la maqueta en todo momento, partiendo de la referencia de los sensores que indican su estado en el inicio.

DESARROLLO DE LA AUTOMATIZACIÓN DE UN SISTEMA DE PROCESADO DE PIEZAS Y SU TRASLADO A ALMACÉN MEDIANTE PLC'S SIEMENS S7-1200 Y SCHNEIDER M241 CON COMUNICACIONES DISTRIBUIDAS MODBUS TCP E INTERACCIÓN MEDIANTE PANTALLA TÁCTIL HMI OMRON



Parámetro	Tipo	Valor	Valor predeterminado	Unidad
Parámetros de entradas				
I0				
Evento	Enumeration of BYTE	Flanco ascendente	No	
Rebote	Enumeration of BYTE	0.002	0.000	ms
I1				
Evento	Enumeration of BYTE	Flanco ascendente	No	
Rebote	Enumeration of BYTE	0.002	0.000	ms
I2				
Evento	Enumeration of BYTE	Flanco ascendente	No	
Rebote	Enumeration of BYTE	0.002	0.000	ms
I3				

Ilustración 62. Configuración de los pulsos de entrada de los encoders

Para poder almacenar la información recibida de los *encoders* es necesario que las entradas que proporcionan estos pulsos se activen con un flanco de subida como se puede observar en la ilustración 62, de no ser así, al asociar la activación de esa entrada a una variable su valor no sería por activación, sino por el tiempo que permanece activada la señal.

```

1  IF Input_I1=TRUE THEN
2     PulsosVertical:=0;
3  ELSE
4     IF Output_Q2=TRUE THEN
5         PulsosVertical:=PulsosVertical+1;
6     END_IF;
7
8     IF Output_Q1=TRUE THEN
9         PulsosVertical:=PulsosVertical-1;
10    END_IF;
11  END_IF;
12

```

Ilustración 63. Ejemplo de conteo de pulsos

Una vez configurada la señal de entrada, mediante una variable contador se almacena la información de los actuadores que realizan el movimiento, incrementando o decrementando el valor dependiendo de la dirección del movimiento y estableciendo un valor nulo al contador en el momento se alcanza la referencia inicial de posición.

DESARROLLO DE LA AUTOMATIZACIÓN DE UN SISTEMA DE PROCESADO DE PIEZAS Y SU TRASLADO A ALMACÉN MEDIANTE PLC'S SIEMENS S7-1200 Y SCHNEIDER M241 CON COMUNICACIONES DISTRIBUIDAS MODBUS TCP E INTERACCIÓN MEDIANTE PANTALLA TÁCTIL HMI OMRON

6.2.4 CONFIGURACIÓN DE LAS COMUNICACIONES

En el sistema los autómatas M241 actúan como clientes del S7-1200, igual que la pantalla táctil HMI, por lo que acceden a las tienen acceso a los bloques de datos configurados en el servidor. Esto supone una programación más sencilla de las comunicaciones del cliente.

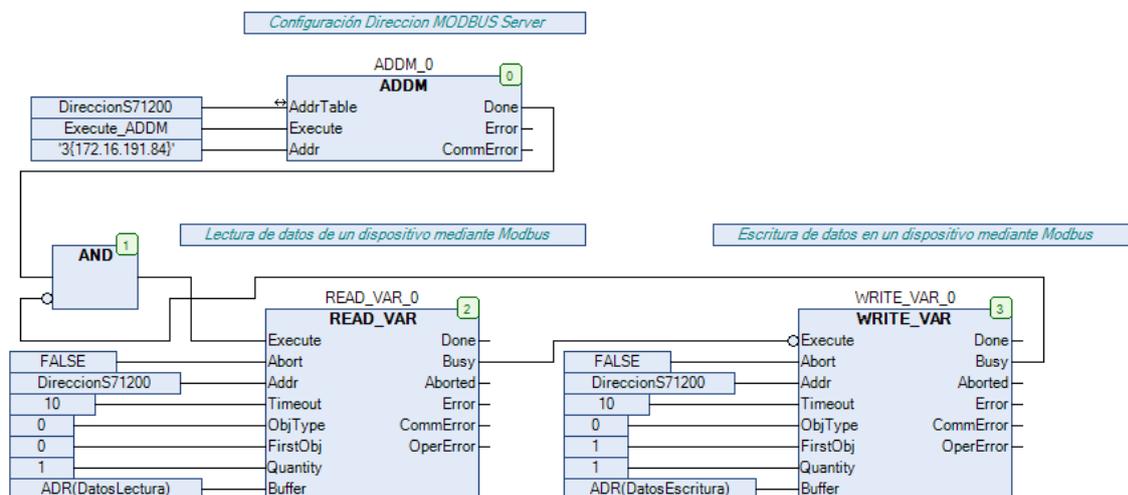


Ilustración 64. Estructura de la configuración de las comunicaciones en SoMachine

Como se puede observar en la ilustración 64, una de las tareas creadas es “Comunicación_MODBUS” en la cual se realiza la configuración de la comunicación mediante diagrama de funciones (FBD) donde se pueden diferenciar tres bloques:

- **ADDM:** Se trata del bloque encargado de establecer la comunicación con el servidor, a través de la dirección IP del servidor asignada en la pata “Addr” establece la conexión guardando la información sobre el dispositivo en la variable “DireccionS71200”.
- **READ_VAR:** Una vez ha sido establecida la conexión con el servidor el PLC esclavo ejecuta continuamente la función de escritura y lectura de forma alterna. En este caso el bloque conoce la información del servidor mediante la variable “DireccionS71200” y sobre la lectura que debe realizar mediante la variable “DatosLectura” en la cual se almacena la información leída desde el servidor. Se recuerda que el autómata S7-1200 compartía dos datos en variables tipo “int” con cada uno de los autómatas de Schneider, por lo que en la pata “FirstObj” es necesario indicar cuál de estos dos datos va a ser leído.

DESARROLLO DE LA AUTOMATIZACIÓN DE UN SISTEMA DE PROCESADO DE PIEZAS Y SU TRASLADO A ALMACÉN MEDIANTE PLC'S SIEMENS S7-1200 Y SCHNEIDER M241 CON COMUNICACIONES DISTRIBUIDAS MODBUS TCP E INTERACCIÓN MEDIANTE PANTALLA TÁCTIL HMI OMRON

- **WRITE_VAR:** De la misma manera que en el bloque de lectura, este bloque es el encargado de escribir la información que proviene del esclavo en el servidor siguiendo la misma configuración, pero teniendo en cuenta de marcar correctamente el dato que debe ser escrito, para no crear un solapamiento de información entre lectura y escritura.

6.3 IMPLEMENTACIÓN NB-DESIGNER

6.3.1 DISTRIBUCIÓN DE LAS PANTALLAS

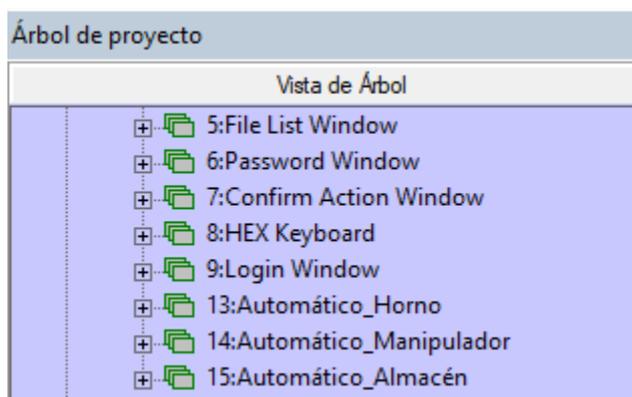


Ilustración 65. Distribución de las pantallas en NB_Designer

El entorno de las diferentes pantallas dentro del *software* de programación del dispositivo de Omron se puede observar en la ilustración 65. Por defecto se encuentran una serie de pantallas diseñadas, pero en este caso las utilizadas para el sistema son:

1. **Automático Horno**
2. **Automático Manipulador**
3. **Automático Almacén**

Mediante estas pantallas es posible la visualización del estado del proceso y actuar sobre la producción de piezas.

DESARROLLO DE LA AUTOMATIZACIÓN DE UN SISTEMA DE PROCESADO DE PIEZAS Y SU TRASLADO A ALMACÉN MEDIANTE PLC'S SIEMENS S7-1200 Y SCHNEIDER M241 CON COMUNICACIONES DISTRIBUIDAS MODBUS TCP E INTERACCIÓN MEDIANTE PANTALLA TÁCTIL HMI OMRON

6.3.2 PROGRAMACIÓN DEL ENTORNO VISUAL

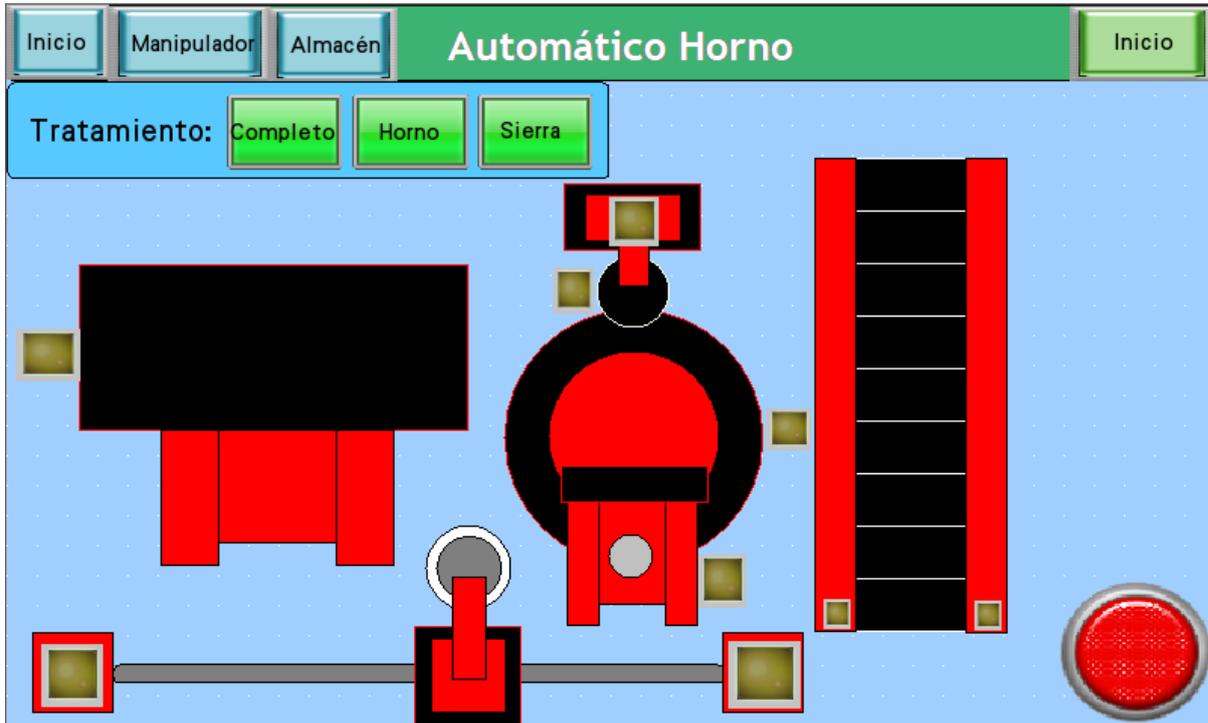


Ilustración 66. Pantalla de visualización de la estación multiproceso



Ilustración 67. Objetos funcionales de diseño

DESARROLLO DE LA AUTOMATIZACIÓN DE UN SISTEMA DE PROCESADO DE PIEZAS Y SU TRASLADO A ALMACÉN MEDIANTE PLC'S SIEMENS S7-1200 Y SCHNEIDER M241 CON COMUNICACIONES DISTRIBUIDAS MODBUS TCP E INTERACCIÓN MEDIANTE PANTALLA TÁCTIL HMI OMRON

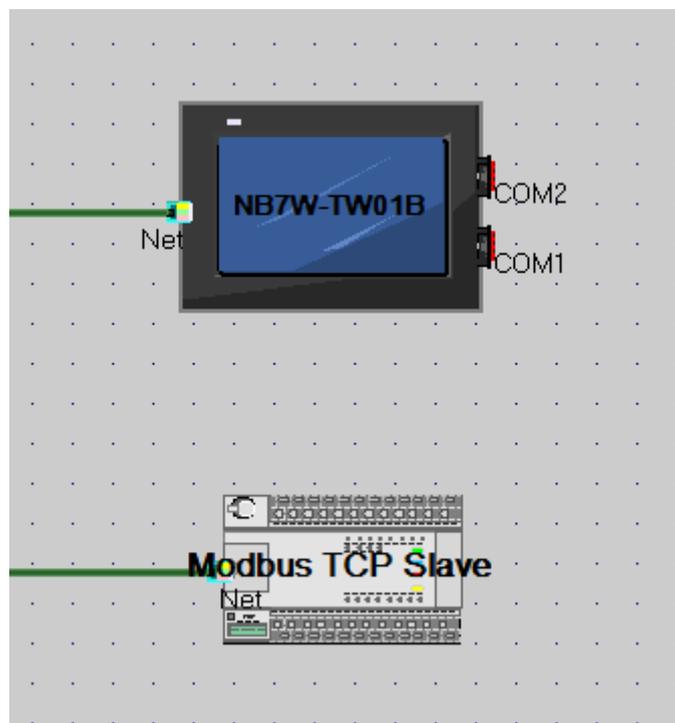
El entorno de NB-Designer se puede observar en la ilustración 66 y la ilustración 67. El *software* emplea un método de programación visual mediante el cual arrastrando los objetos funcionales desde la barra lateral se incluyen en la pantalla, pudiendo asignar las variables con las que interactúan y el gráfico que representa el objeto.



Ilustración 68. Barra de herramientas de NB-Designer

Además, cuenta con una barra de herramientas a través de la cual se pueden agregar formas y texto a las pantallas.

6.3.3 CONFIGURACIÓN DE LAS COMUNICACIONES



Para comunicar correctamente la pantalla táctil HMI con el autómat maestro es necesario incluir ambos dispositivos en el *software* de la pantalla a través de la barra lateral en la cual se puede seleccionar entre diferentes PLC's comerciales y pantallas de la marca Omron.

DESARROLLO DE LA AUTOMATIZACIÓN DE UN SISTEMA DE PROCESADO DE PIEZAS Y SU TRASLADO A ALMACÉN MEDIANTE PLC'S SIEMENS S7-1200 Y SCHNEIDER M241 CON COMUNICACIONES DISTRIBUIDAS MODBUS TCP E INTERACCIÓN MEDIANTE PANTALLA TÁCTIL HMI OMRON

The screenshot shows the 'Configuración de la información de sistema' (System Information Configuration) window. It has four tabs: 'HMI', 'Barra de Tareas', 'Propiedades extendidas HMI', and 'Configuración de la información de sistema'. The 'Configuración de Red' (Network Configuration) section is active, showing the following fields:

- Dirección IP: 172 . 16 . 191 . 54
- Máscara de Subred: 255 . 255 . 255 . 0
- Puerta de Enlace: 172 . 16 . 191 . 1

There is also a button labeled 'Configuración de los nodos de la red' (Configure network nodes).

Una vez seleccionados los dispositivos con los que se trabaja, en la configuración de la pantalla táctil se configura la dirección IP de esta y además es necesario añadir la máscara de subred y la puerta de enlace de la pantalla.

The screenshot shows the 'PLC' configuration window. It has a tab labeled 'PLC' and a 'no. Nodo' (Node No.) field with the value '1'. Below this is the 'Configuración Puertos de Red' (Network Port Configuration) section, which includes:

- Dirección IP: 172 . 16 . 191 . 84
- Puerto: 502

Además, es necesario establecer la dirección IP del PLC servidor en la configuración del autómatas seleccionado dentro del *software*, indicando el número del puerto. Con esta configuración la pantalla actuara como cliente escribiendo y leyendo en las direcciones de memorias asignadas en desde el autómatas S7-1200.

7 PUESTA EN MARCHA DEL SISTEMA

Para la realización de la puesta en marcha del sistema se debe tener en cuenta que tanto los autómatas de Schneider y Siemens, como la pantalla táctil HMI se encuentran previamente configuradas, por lo que únicamente sería necesario conectar los dispositivos para su funcionamiento.

7.1 CONEXIÓN DE LA ESTACIÓN MULTIPROCESO Y PLC S7-1200



Ilustración 69. Conexión de la estación multiproceso con el autómata S7-1200

Como se puede observar en la ilustración 69 la conexión de la estación multiproceso con el autómata S7-1200 de Siemens se realiza mediante el cable de entradas y salidas digitales que lleva incorporado la maqueta de Fischertechnik.

Además, el PLC debe estar conectado a la red mediante la conexión ethernet que incorpora para poder realizar el intercambio de información con el resto de los dispositivos del sistema.

7.2 CONEXIÓN DEL MANIPULADOR DE VACÍO Y PLC M241

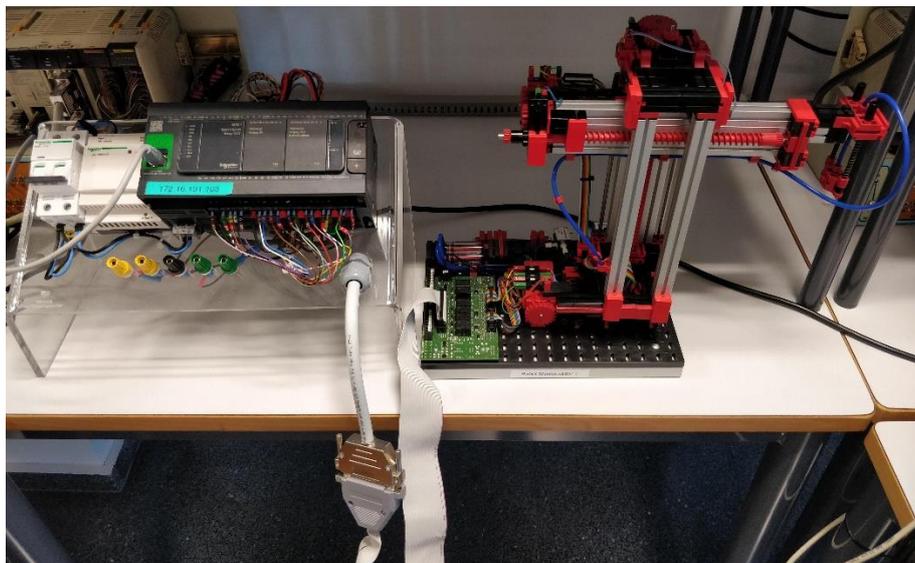


Ilustración 70. Conexión del manipulador de vacío con el autómata M241

En la ilustración 70 se muestra cómo, al igual que en el caso de la estación multiproceso, la maqueta de Fischertechnik se encuentra conectada al autómata mediante el cable de entradas y salidas digitales que incorpora. Por otro lado, el autómata se encuentra conectado a la red mediante la conexión ethernet que incorpora para así poder realizar el intercambio de información con el resto de los dispositivos.

7.3 CONEXIÓN DEL ALMACÉN VERTICAL Y PLC M241

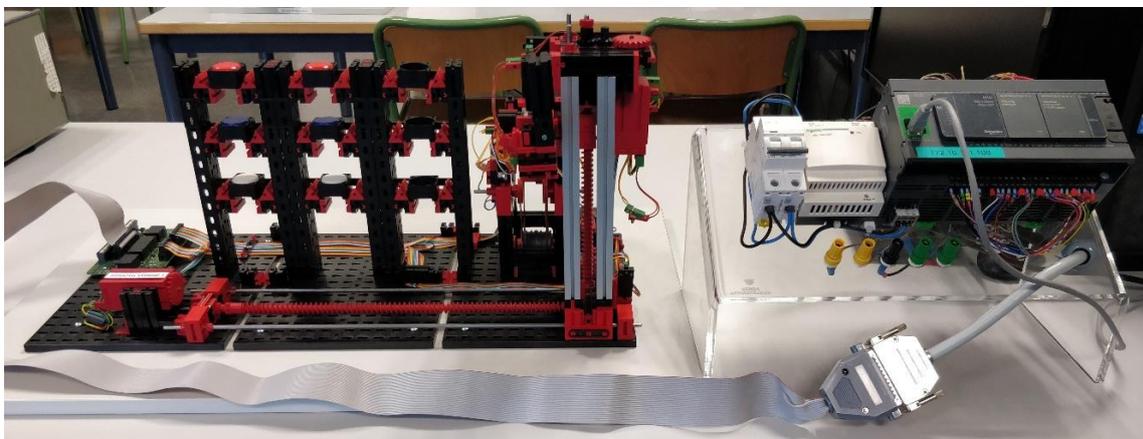


Ilustración 71. Conexión del almacén vertical con el autómata M241

DESARROLLO DE LA AUTOMATIZACIÓN DE UN SISTEMA DE PROCESADO DE PIEZAS Y SU TRASLADO A ALMACÉN MEDIANTE PLC'S SIEMENS S7-1200 Y SCHNEIDER M241 CON COMUNICACIONES DISTRIBUIDAS MODBUS TCP E INTERACCIÓN MEDIANTE PANTALLA TÁCTIL HMI OMRON

En la ilustración 71 se puede observar como el almacén vertical se encuentra conectado al autómatas M241 mediante el cable de entradas y salidas digitales que está incorporado a la maqueta, mientras que el PLC se encuentra conectado a la red mediante la conexión ethernet de la que dispone.

7.4 CONEXIÓN DE LA PANTALLA OMRON



Ilustración 72. Alimentación de la pantalla táctil Omron

Mientras que los autómatas programables disponen de alimentación a partir de la red eléctrica, la pantalla táctil HMI debe ser alimentada a partir de 24 V de continua para su funcionamiento.

DESARROLLO DE LA AUTOMATIZACIÓN DE UN SISTEMA DE PROCESADO DE PIEZAS Y SU TRASLADO A ALMACÉN MEDIANTE PLC'S SIEMENS S7-1200 Y SCHNEIDER M241 CON COMUNICACIONES DISTRIBUIDAS MODBUS TCP E INTERACCIÓN MEDIANTE PANTALLA TÁCTIL HMI OMRON



Ilustración 73. Parte posterior de la pantalla táctil Omron

Además, como se puede observar en la ilustración 73, la conexión a la red se efectúa a través de la conexión ethernet de la que dispone, utilizada también para la transferencia de la programación.

8 CONCLUSIONES

Una vez el proyecto ha sido finalizado se pueden obtener las conclusiones sobre la realización y los resultados obtenidos. Después de realizar el análisis de alternativas para la correcta elección de los dispositivos y material empleado, el diseño de la automatización mediante el diagrama GRAFCET y posteriormente su implementación en los autómatas de las diferentes marcas y la pantalla táctil HMI se puede concluir que:

- Se ha conseguido realizar el diseño de la automatización siguiendo con las especificaciones del cliente.
- Se ha detallado el diseño realizado mediante los diagramas GRAFCET para la fácil comprensión por parte del usuario sobre el funcionamiento del sistema.
- Se ha tenido en cuenta la seguridad de las personas del entorno del sistema tomando medidas como la parada de emergencia y por parte de los manipuladores manteniendo la succión de las piezas en caso de producirse un error.
- La implementación en los *softwares* de los autómatas se ha realizado mediante subprocesos, facilitando una futura ampliación de las funcionalidades del sistema.
- La comunicación mediante el protocolo MODBUS TCP entre los dispositivos, utilizando la arquitectura cliente/servidor funciona correctamente, lo que simplifica el intercambio de información al no ser necesario un servidor OPC para la conexión de los dispositivos.
- Se ha realizado un sistema SCADA sencillo e intuitivo para el usuario, mediante el cual es posible conocer el estado del sistema e iniciar el proceso de producción de piezas siendo posible elegir el tratamiento a aplicar.
- El sistema ha sido probado en los laboratorios del Departamento de Ingeniería de Sistemas y Automática (DISA) para comprobar su correcto funcionamiento.
- Se incluye un manual de usuario en los anexos en el cual se explica el funcionamiento de la pantalla táctil HMI.



DESARROLLO DE LA AUTOMATIZACIÓN DE UN SISTEMA DE PROCESADO DE PIEZAS Y SU TRASLADO A ALMACÉN MEDIANTE PLC'S SIEMENS S7-1200 Y SCHNEIDER M241 CON COMUNICACIONES DISTRIBUIDAS MODBUS TCP E INTERACCIÓN MEDIANTE PANTALLA TÁCTIL HMI OMRON

- En el anexo 1 se encuentra la asignación de las variables a las direcciones de memoria de cada uno de los dispositivos, siendo posible añadir una nueva variable en los bits de memoria libres.

Además, se han de destacar algunos puntos a considerar durante la realización del proyecto:

- Anteriormente el alumno no ha trabajado con autómatas de la marca Siemens, por lo que ha sido necesario invertir tiempo en el aprendizaje del *software* de este tipo de autómatas.
- El sistema ha sido simulado mediante las maquetas Fischertechnik, por lo que si se quisiera emplear en un sistema real sería necesario realizar trabajos de calibración sobre las maquetas.
- Ante el caso de querer ampliar el sistema con algún proceso más, sería necesario el diseño y implementación de un nuevo autómata para llevar a cabo el control del proceso.
- En el caso de añadir un nuevo proceso al sistema, la configuración de las comunicaciones es sencilla, siendo tan solo necesario introducir los parámetros del nuevo dispositivo y los datos a los que va a tener acceso del servidor.

DESARROLLO DE LA AUTOMATIZACIÓN DE UN SISTEMA DE PROCESADO DE PIEZAS Y SU TRASLADO A ALMACÉN MEDIANTE PLC'S SIEMENS S7-1200 Y SCHNEIDER M241 CON COMUNICACIONES DISTRIBUIDAS MODBUS TCP E INTERACCIÓN MEDIANTE PANTALLA TÁCTIL HMI OMRON

9 BIBLIOGRAFÍA

Temario de la asignatura Automatización Industrial del Grado en Ingeniería Electrónica Industrial y Automática, Emilio García Moreno [1] [2]

Lógica cableada: <https://tecnologiaelectron.blogspot.com/2013/12/sistemas-de-automatismos-logica.html> [3]

Lógica programada: <https://polaridad.es/logica-programada-programable-que-es-pld-fpga-hdl-cpld/> [4]

Microcontrolador PIC: <https://articulo.mercadolibre.com.co/MCO-452614597-pic16f877a-microcontrolador-pic-tipo-dip40-microchip- JM> [5]

Tarjeta de adquisición de datos: <http://www.logicbus.com.mx/adquisicion-de-datos.php> [6]

Datasheet Siemens Simatic S7-1200: <https://w5.siemens.com/spain/web/es/industry/automatizacion/simatic/Documents/S71200-MANUAL%20DEL%20SISTEMA.PDF> [7]

Pantalla táctil Omron NB-Series: https://assets.omron.eu/downloads/datasheet/en/v412_nb-series_hmi_datasheet_en.pdf [8]

Datasheet Modicon M241: <http://docs-europe.electrocomponents.com/webdocs/12c2/0900766b812c279b.pdf> [9]

Datasheet Omron CJ2M: https://www.mouser.es/datasheet/2/307/cj2m-cpu3_cpu1-md21_ds_e_11_3_csm2201-1291150.pdf [10]

Estación multiproceso Fischertechnik: <https://www.fischertechnik.de/en/products/simulating/training-models/536632-sim-multi-processing-station-with-oven-24v-simulation> [11]

Manipulador de vacío Fischertechnik: <https://www.fischertechnik.de/en/products/simulating/training-models/536630-sim-vacuum-gripper-robot-24v-simulation> [12]



DESARROLLO DE LA AUTOMATIZACIÓN DE UN SISTEMA DE PROCESADO DE PIEZAS Y SU TRASLADO A ALMACÉN MEDIANTE PLC'S SIEMENS S7-1200 Y SCHNEIDER M241 CON COMUNICACIONES DISTRIBUIDAS MODBUS TCP E INTERACCIÓN MEDIANTE PANTALLA TÁCTIL HMI OMRON

Almacén vertical Fischertechnik:

<https://www.fischertechnik.de/en/products/simulating/training-models/536631-sim-automated-high-bay-warehouse-24v-simulation> [13]

SoMachine: https://www.schneider-electric.com/resources/sites/SCHNEIDER_ELECTRIC/content/live/FAQS/288000/FA288633/en_US/Training%20Manual%20EN.pdf [14]

TIA Portal: https://www.automation.siemens.com/salesmaterial-as/brochure/en/brochure_simatic-step7_tia-portal_en.pdf [15]

NB-Desginer: <https://www.miel.si/wp-content/uploads/2013/09/NB-Designer-manual.pdf> [16]

Temario GRAFCET de la asignatura Automatización Industrial del Grado en Ingeniería Electrónica Industrial y Automática, Emilio García Moreno [17]

Arquitectura maestro/esclavo: <http://www.ni.com/white-paper/3022/es/> [18]



UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA



ETSID

UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE VALENCIA

TRABAJO FIN DE GRADO:

DESARROLLO DE LA AUTOMATIZACIÓN DE UN SISTEMA DE PROCESADO DE PIEZAS Y SU TRASLADO A ALMACÉN MEDIANTE PLC'S SIEMENS S7-1200 Y SCHNEIDER M241 CON COMUNICACIONES DISTRIBUIDAS MODBUS TCP E INTERACCIÓN MEDIANTE PANTALLA TÁCTIL HMI OMRON

DOCUMENTO:

PLIEGO DE CONDICIONES

AUTOR: GALLARDO JIMÉNEZ, CARLOS

TUTOR: SIMARRO FERNÁNDEZ, RAÚL

TITULACIÓN: GRADO EN INGENIERÍA ELECTRÓNICA INDUSTRIAL Y AUTOMÁTICA, ETSID

CURSO ACADÉMICO 2017-2018



DESARROLLO DE LA AUTOMATIZACIÓN DE UN SISTEMA DE PROCESADO DE PIEZAS Y SU TRASLADO A ALMACÉN MEDIANTE PLC'S SIEMENS S7-1200 Y SCHNEIDER M241 CON COMUNICACIONES DISTRIBUIDAS MODBUS TCP E INTERACCIÓN MEDIANTE PANTALLA TÁCTIL HMI OMRON

ÍNDICE

1 Objeto	93
2 Condiciones generales	94
2.1 Ordenador personal.....	94
2.2 Autómatas programables	94
2.3 Módulos de entrada y salida.....	94
2.4 Pantalla táctil HMI	95
3 Condiciones de la ejecución	96
3.1 Programación del PLC.....	96
3.2 Programación de la pantalla táctil HMI.....	96
4 Condiciones de mantenimiento	98
4.1 Programas implementados.....	98
4.2 Copias de los programas	98
4.3 Asistencia técnica	98



**DESARROLLO DE LA AUTOMATIZACIÓN DE UN SISTEMA DE PROCESADO DE
PIEZAS Y SU TRASLADO A ALMACÉN MEDIANTE PLC'S SIEMENS S7-1200 Y
SCHNEIDER M241 CON COMUNICACIONES DISTRIBUIDAS MODBUS TCP E
INTERACCIÓN MEDIANTE PANTALLA TÁCTIL HMI OMRON**



DESARROLLO DE LA AUTOMATIZACIÓN DE UN SISTEMA DE PROCESADO DE PIEZAS Y SU TRASLADO A ALMACÉN MEDIANTE PLC'S SIEMENS S7-1200 Y SCHNEIDER M241 CON COMUNICACIONES DISTRIBUIDAS MODBUS TCP E INTERACCIÓN MEDIANTE PANTALLA TÁCTIL HMI OMRON

1 OBJETO

El objeto del proyecto es la automatización de un sistema de procesado de piezas a través de autómatas programables y su monitorización mediante una pantalla táctil HMI.

El pliego de condiciones especifica el procedimiento a seguir para el correcto funcionamiento del sistema, así como su posterior mantenimiento para evitar errores.



DESARROLLO DE LA AUTOMATIZACIÓN DE UN SISTEMA DE PROCESADO DE PIEZAS Y SU TRASLADO A ALMACÉN MEDIANTE PLC'S SIEMENS S7-1200 Y SCHNEIDER M241 CON COMUNICACIONES DISTRIBUIDAS MODBUS TCP E INTERACCIÓN MEDIANTE PANTALLA TÁCTIL HMI OMRON

2 CONDICIONES GENERALES

2.1 ORDENADOR PERSONAL

Dado que los dispositivos empleados para la ejecución del proyecto se encuentran programados cuando el cliente los recibe para su instalación, no es necesario la utilización de un ordenador personal para la utilización del software de programación tanto de los autómatas como de la pantalla táctil HMI.

2.2 AUTÓMATAS PROGRAMABLES

La automatización del proceso de producción ha sido diseñado especialmente para los autómatas:

- Siemens Simatic S7-1200 Modelo CPU 1214C AC/DC/RLY
- Schneider Modicon M241 Modelo TM241CE40R.

El correcto funcionamiento del sistema se basa en la utilización de los autómatas indicados con sus correspondientes módulos. En caso de que el cliente no utilice los modelos indicados, será necesaria una adaptación del proyecto realizado para los modelos alternativos seleccionados, por lo que el autor no se hace responsable de fallos en el sistema o la implementación de este, ya que la explicación desarrollada en la memoria del proyecto puede no ser adecuada a los nuevos autómatas seleccionados.

Además, se comprobará el correcto estado de los dispositivos para evitar fallos del *hardware* del sistema. En caso de identificarse algún fallo en el dispositivo se pondrá en contacto con el autor o un técnico especializado para analizar el problema y optar por la mejor opción posible.

2.3 MÓDULOS DE ENTRADA Y SALIDA

El autómata programable Siemens Simatic S7-1200 no cuenta con las suficientes entradas y salidas digitales para el control del proceso, por lo que es necesario emplear un módulo de ampliación de entradas y salidas digitales modelo SM 1223 DC/RLY.

En caso de no seleccionar el autómata indicado anteriormente y utilizar un modelo similar se ha de estudiar la compatibilidad del módulo con este o comprobar que cumple con el número mínimo de entradas y salidas digitales para el control y automatización del proceso.



DESARROLLO DE LA AUTOMATIZACIÓN DE UN SISTEMA DE PROCESADO DE PIEZAS Y SU TRASLADO A ALMACÉN MEDIANTE PLC'S SIEMENS S7-1200 Y SCHNEIDER M241 CON COMUNICACIONES DISTRIBUIDAS MODBUS TCP E INTERACCIÓN MEDIANTE PANTALLA TÁCTIL HMI OMRON

Además, se comprobará el correcto estado del dispositivo para evitar posibles fallos en el *hardware* del sistema. En caso de identificar algún problema con el dispositivo se pondrá en contacto con el autor o un técnico especializado para solventar la incidencia con la mayor seguridad posible.

2.4 PANTALLA TÁCTIL HMI

El sistema SCADA del proceso se ha implementado mediante una pantalla táctil HMI comercial Omron Serie NB7W-TW01B. Se debe comprobar el correcto estado del dispositivo antes de su instalación para el correcto funcionamiento del sistema, ya que las acciones del operario sobre el sistema se ejecutan directamente desde la pantalla.



DESARROLLO DE LA AUTOMATIZACIÓN DE UN SISTEMA DE PROCESADO DE PIEZAS Y SU TRASLADO A ALMACÉN MEDIANTE PLC'S SIEMENS S7-1200 Y SCHNEIDER M241 CON COMUNICACIONES DISTRIBUIDAS MODBUS TCP E INTERACCIÓN MEDIANTE PANTALLA TÁCTIL HMI OMRON

3 CONDICIONES DE LA EJECUCIÓN

3.1 PROGRAMACIÓN DEL PLC

Los PLC's empleados para la automatización del proceso de producción de piezas se encuentran programados por parte del autor antes de su puesta en marcha en el sistema por lo que se tendrán que tener en cuenta los siguientes puntos:

- En caso de fallo en la ejecución del programa será necesaria la asistencia por parte del autor o un técnico especializado para solventar el problema con la mayor eficacia posible.
- En caso de querer añadir nuevas funciones al sistema, el cliente se pondrá en contacto con el autor para el diseño y implementación de estas, de este modo el proceso será mucho mas eficiente al tratarse del sistema diseñado por el propio autor.
- En caso de producirse una perdida del programa implementado en el autómatas el cliente se pondrá en contacto con el autor, el cual dispone de una copia de este en caso de emergencia.
- El cliente comprobará el correcto funcionamiento del sistema antes de realizar tareas de producción.
- El cliente dispone de una copia del diseño e implementación del programa.

3.2 PROGRAMACIÓN DE LA PANTALLA TÁCTIL HMI

La pantalla táctil HMI de la marca Omron se encuentra previamente programada para su puesta en marcha por parte del cliente, por lo que se tendrán que tener en cuenta los siguientes puntos:

- En caso de visualizar una programación diferente a la que se encuentra en la memoria del proyecto, el cliente debe ponerse en contacto con el autor o un técnico especializado para solventar el problema y cargar de nuevo el programa sobre el dispositivo.
- En caso de querer añadir nuevos elementos a la visualización del sistema el cliente se pondrá en contacto con el autor o un técnico especializado para garantizar la correcta programación.



DESARROLLO DE LA AUTOMATIZACIÓN DE UN SISTEMA DE PROCESADO DE PIEZAS Y SU TRASLADO A ALMACÉN MEDIANTE PLC'S SIEMENS S7-1200 Y SCHNEIDER M241 CON COMUNICACIONES DISTRIBUIDAS MODBUS TCP E INTERACCIÓN MEDIANTE PANTALLA TÁCTIL HMI OMRON

- En caso de un fallo en las acciones de los botones programados sobre la pantalla, el cliente debe recurrir al autor para solventar el problema.
- El cliente realizara pruebas previas sobre el correcto funcionamiento del sistema.
- El cliente dispone de un manual de usuario sobre el funcionamiento de la pantalla en los anexos de la memoria del proyecto.



DESARROLLO DE LA AUTOMATIZACIÓN DE UN SISTEMA DE PROCESADO DE PIEZAS Y SU TRASLADO A ALMACÉN MEDIANTE PLC'S SIEMENS S7-1200 Y SCHNEIDER M241 CON COMUNICACIONES DISTRIBUIDAS MODBUS TCP E INTERACCIÓN MEDIANTE PANTALLA TÁCTIL HMI OMRON

4 CONDICIONES DE MANTENIMIENTO

4.1 PROGRAMAS IMPLEMENTADOS

Los programas implementados en los dispositivos no necesitan de supervisión ni mantenimiento por parte del cliente, ya que se encuentran previamente probados.

En caso de ser necesaria una modificación sobre el programa queda totalmente prohibido la realización por parte de personal no cualificado, siendo el autor o un técnico especializado los encargados de realizar cualquier tipo de modificación.

Estas modificaciones se realizarán mediante un nuevo servicio, en el cual se efectuarán cada una de las partes del proyecto original basándose en las nuevas modificaciones. Por lo tanto, se realizarán los estudios de alternativas, diseños y implementaciones necesarias para alcanzar el resultado final.

4.2 COPIAS DE LOS PROGRAMAS

El cliente dispondrá de una copia de la programación implementada en cada uno de los dispositivos en una memoria USB y almacenado en la nube mediante acceso a internet. Esta copia será empleada por parte del técnico especializado en caso de que el autor no pueda hacerse cargo de cargar el programa original en caso de fallo en la ejecución del sistema.

4.3 ASISTENCIA TÉCNICA

En caso de ocurrir cualquier problema tras la puesta en marcha del sistema, el cliente dispondrá de un mes de asistencia técnica gratuita desde la fecha de la puesta en marcha. Una vez transcurrido este plazo la asistencia por parte del autor sobre el sistema contara como un servicio de mantenimiento.

Si el cliente recurre a cualquier otra persona diferente al autor ante la aparición de un error, el autor no se hace cargo de las modificaciones aplicadas sobre el sistema o posibles errores futuros.



UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA



ETSID

UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE VALENCIA

TRABAJO FIN DE GRADO:

DESARROLLO DE LA AUTOMATIZACIÓN DE UN SISTEMA DE PROCESADO DE PIEZAS Y SU TRASLADO A ALMACÉN MEDIANTE PLC'S SIEMENS S7-1200 Y SCHNEIDER M241 CON COMUNICACIONES DISTRIBUIDAS MODBUS TCP E INTERACCIÓN MEDIANTE PANTALLA TÁCTIL HMI OMRON

DOCUMENTO:

PLANOS

AUTOR: GALLARDO JIMÉNEZ, CARLOS

TUTOR: SIMARRO FERNÁNDEZ, RAÚL

TITULACIÓN: GRADO EN INGENIERÍA ELECTRÓNICA INDUSTRIAL Y AUTOMÁTICA, ETSID

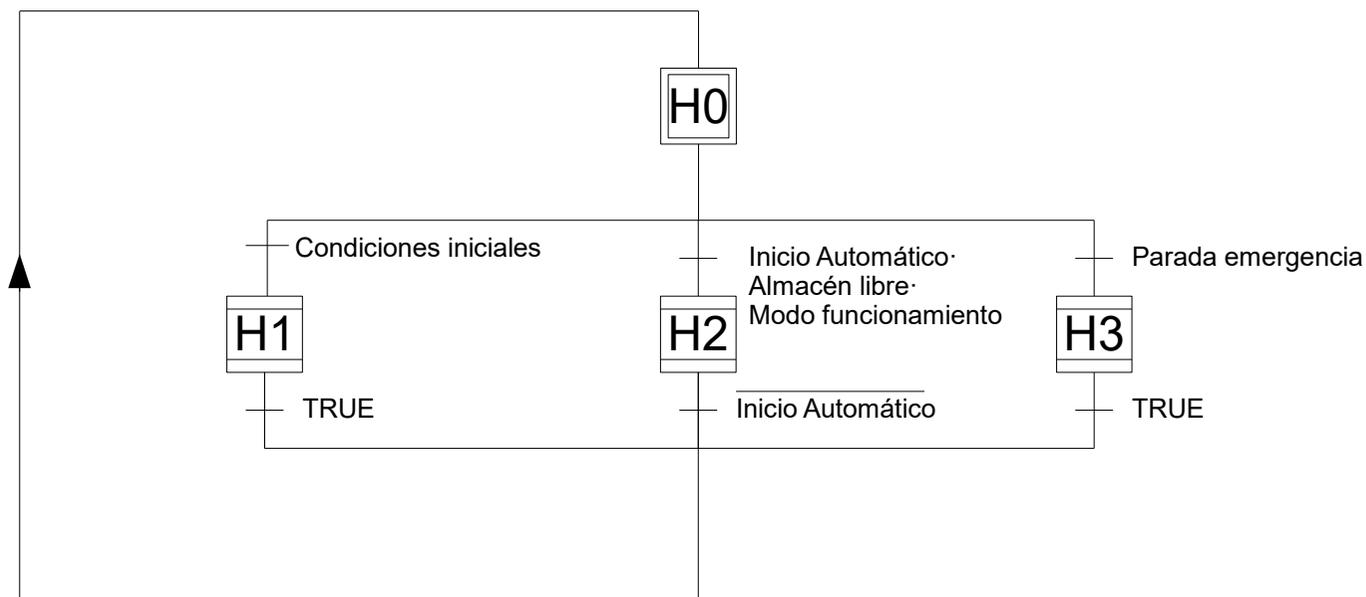
CURSO ACADÉMICO 2017-2018



DESARROLLO DE LA AUTOMATIZACIÓN DE UN SISTEMA DE PROCESADO DE PIEZAS Y SU TRASLADO A ALMACÉN MEDIANTE PLC'S SIEMENS S7-1200 Y SCHNEIDER M241 CON COMUNICACIONES DISTRIBUIDAS MODBUS TCP E INTERACCIÓN MEDIANTE PANTALLA TÁCTIL HMI OMRON

ÍNDICE

1. HORNO GENERAL
2. HORNO CONDICIONES INICIALES
3. HORNO PRODUCCIÓN AUTOMÁTICA (TRATAMIENTO COMPLETO)
4. HORNO PRODUCCIÓN AUTOMÁTICA (TRATAMIENTO SIERRA)
5. HORNO PRODUCCIÓN AUTOMÁTICA (TRATAMIENTO HORNO)
6. HORNO PARADA DE EMERGENCIA
7. MANIPULADOR GENERAL
8. MANIPULADOR CONDICIONES INICIALES
9. MANIPULADOR PRODUCCIÓN AUTOMÁTICA
10. MANIPULADOR PARADA DE EMERGENCIA
11. ALMACÉN GENERAL
12. ALMACÉN CONDICIONES INICIALES
13. ALMACÉN FUNCIONAMIENTO AUTOMÁTICO (GENERAL)
14. ALMACÉN FUNCIONAMIENTO AUTOMÁTICO (ALMACENAMIENTO)
15. ALMACÉN FUNCIONAMIENTO AUTOMÁTICO (CARGA)
16. ALMACÉN FUNCIONAMIENTO AUTOMÁTICO (DESCARGAR)
17. ALMACÉN PARADA DE EMERGENCIA



Título: Desarrollo de la automatización de un sistema de procesamiento de piezas y su traslado a almacén mediante PLC's Siemens S7-1200 y Schneider M241 con comunicaciones distribuidas MODBUS TCP e interacción mediante pantalla táctil HMI Omron

Plano
Nº: 1
Plano sin cota

Plano: GRAFCET Estación multiproceso general

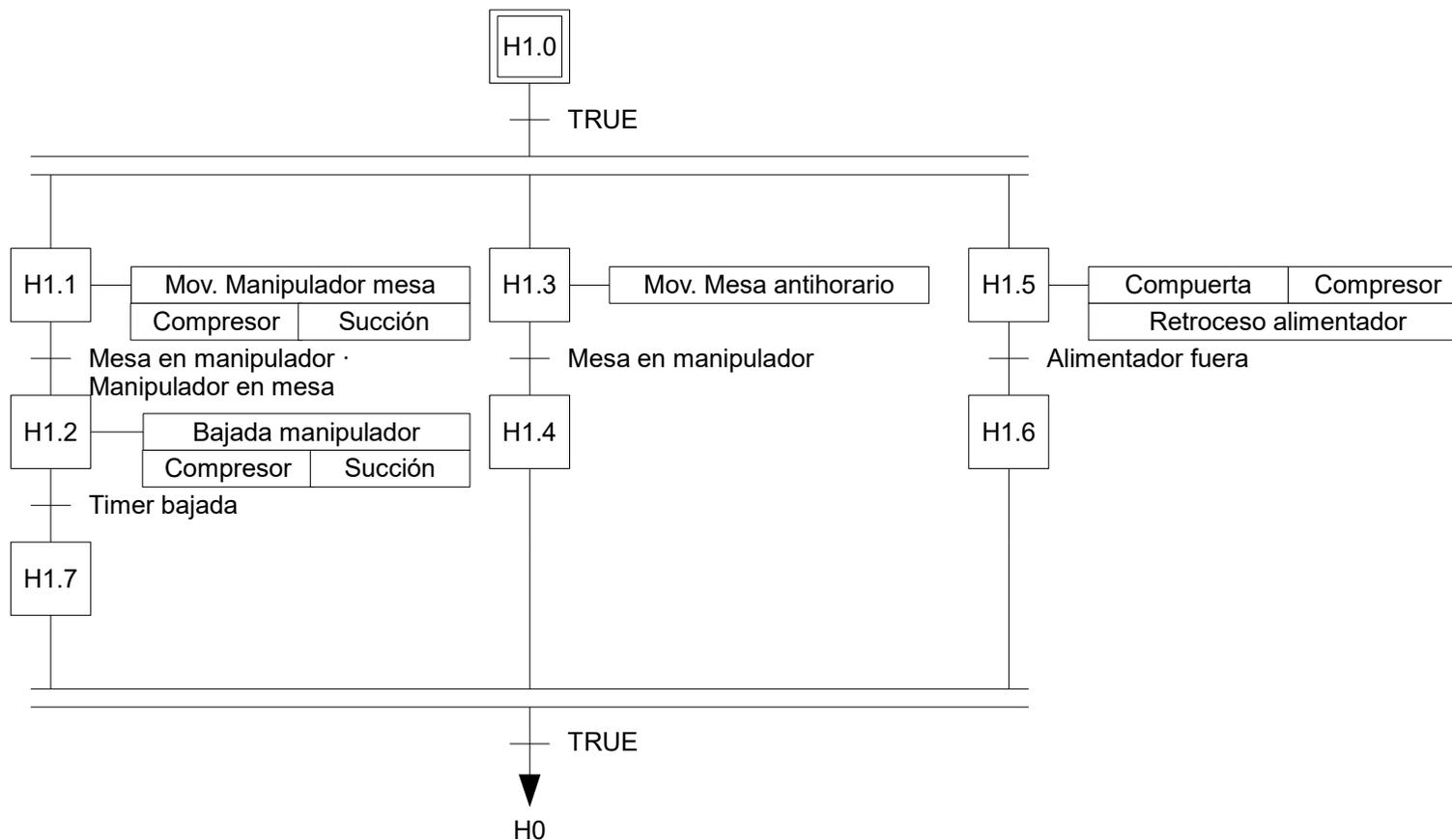
Autor: Carlos Gallardo Jiménez

Tutor: Raúl Simarro Fernández



UNIVERSITAT
 POLITÈCNICA
 DE VALÈNCIA


 Escuela Técnica Superior de Ingeniería del Diseño

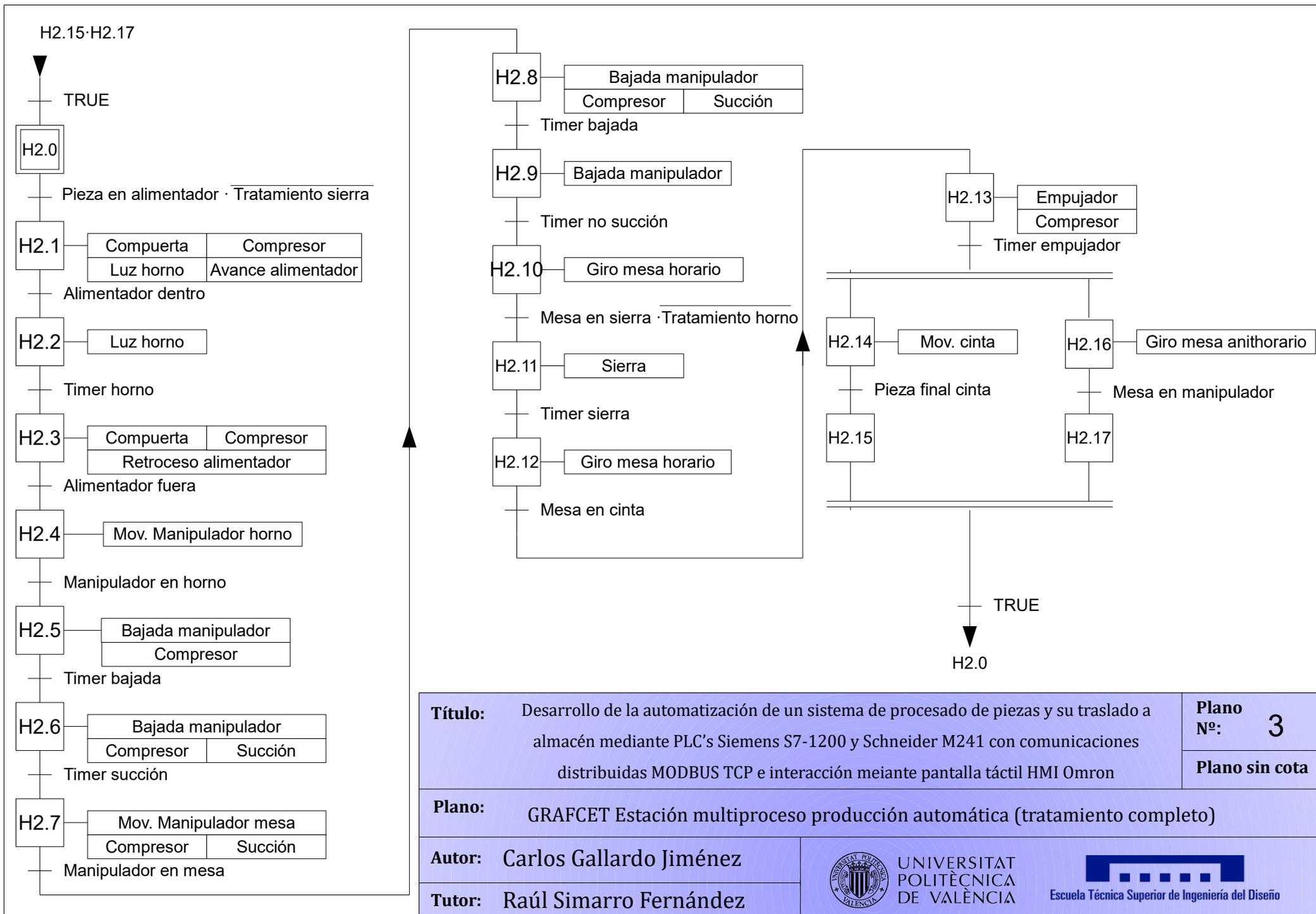


Título:	Desarrollo de la automatización de un sistema de procesamiento de piezas y su traslado a almacén mediante PLC's Siemens S7-1200 y Schneider M241 con comunicaciones distribuidas MODBUS TCP e interacción mediante pantalla táctil HMI Omron	Plano Nº: 2
		Plano sin cota
Plano:	GRAFCET Estación multiproceso condiciones iniciales	
Autor:	Carlos Gallardo Jiménez	
Tutor:	Raúl Simarro Fernández	

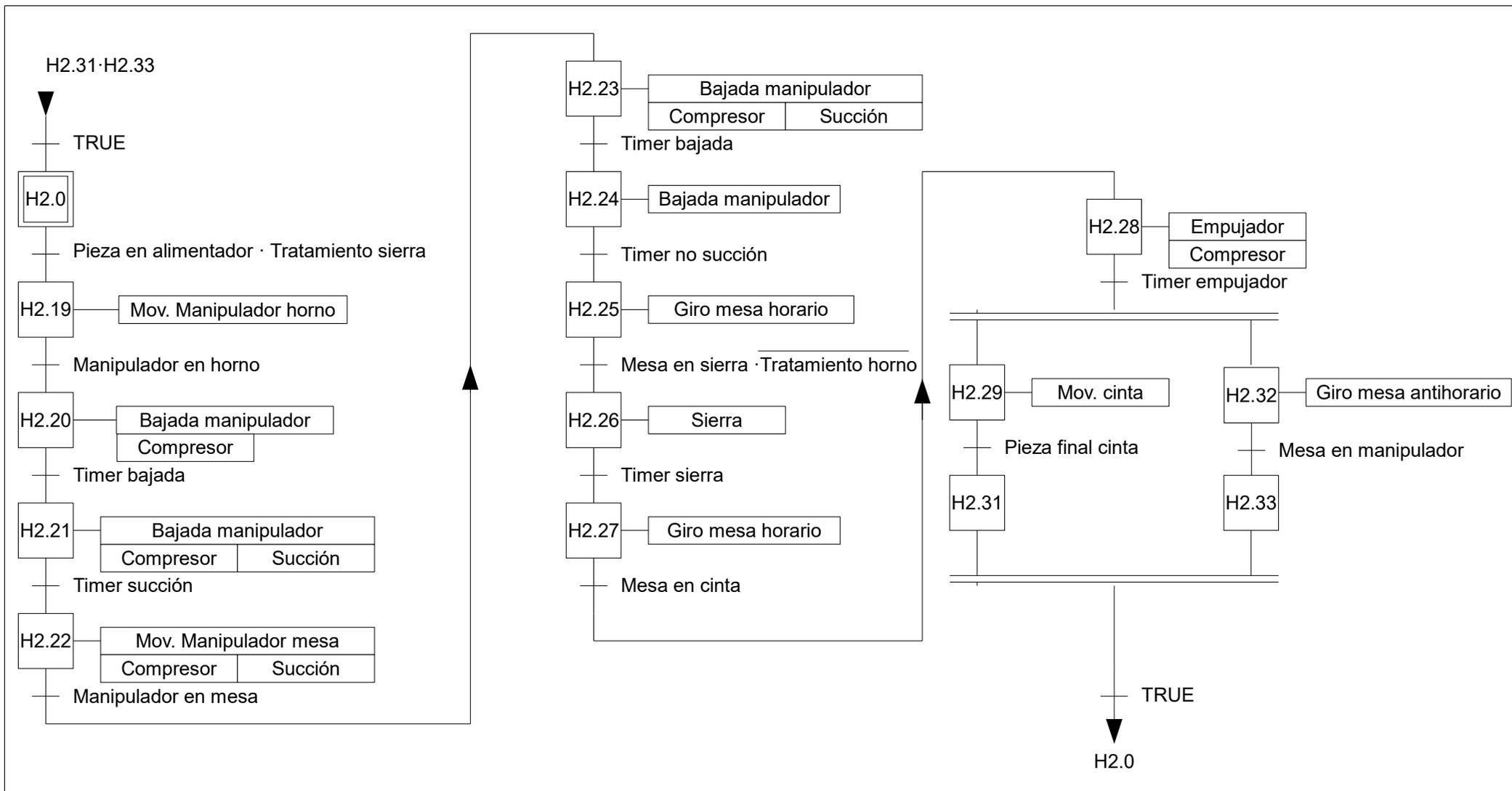


UNIVERSITAT
POLITÀCNICA
DE VALÈNCIA

Escuela Técnica Superior de Ingeniería del Diseño



Título: Desarrollo de la automatización de un sistema de procesamiento de piezas y su traslado a almacén mediante PLC's Siemens S7-1200 y Schneider M241 con comunicaciones distribuidas MODBUS TCP e interacción mediante pantalla táctil HMI Omron	Plano Nº: 3
	Plano sin cota
Plano: GRAFCET Estación multiproceso producción automática (tratamiento completo)	
Autor: Carlos Gallardo Jiménez	 UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA  Escuela Técnica Superior de Ingeniería del Diseño
Tutor: Raúl Simarro Fernández	



Título: Desarrollo de la automatización de un sistema de procesamiento de piezas y su traslado a almacén mediante PLC's Siemens S7-1200 y Schneider M241 con comunicaciones distribuidas MODBUS TCP e interacción mediante pantalla táctil HMI Omron

Plano
Nº: 4
Plano sin cota

Plano: GRAFCET Estación multiproceso producción automática (tratamiento sierra)

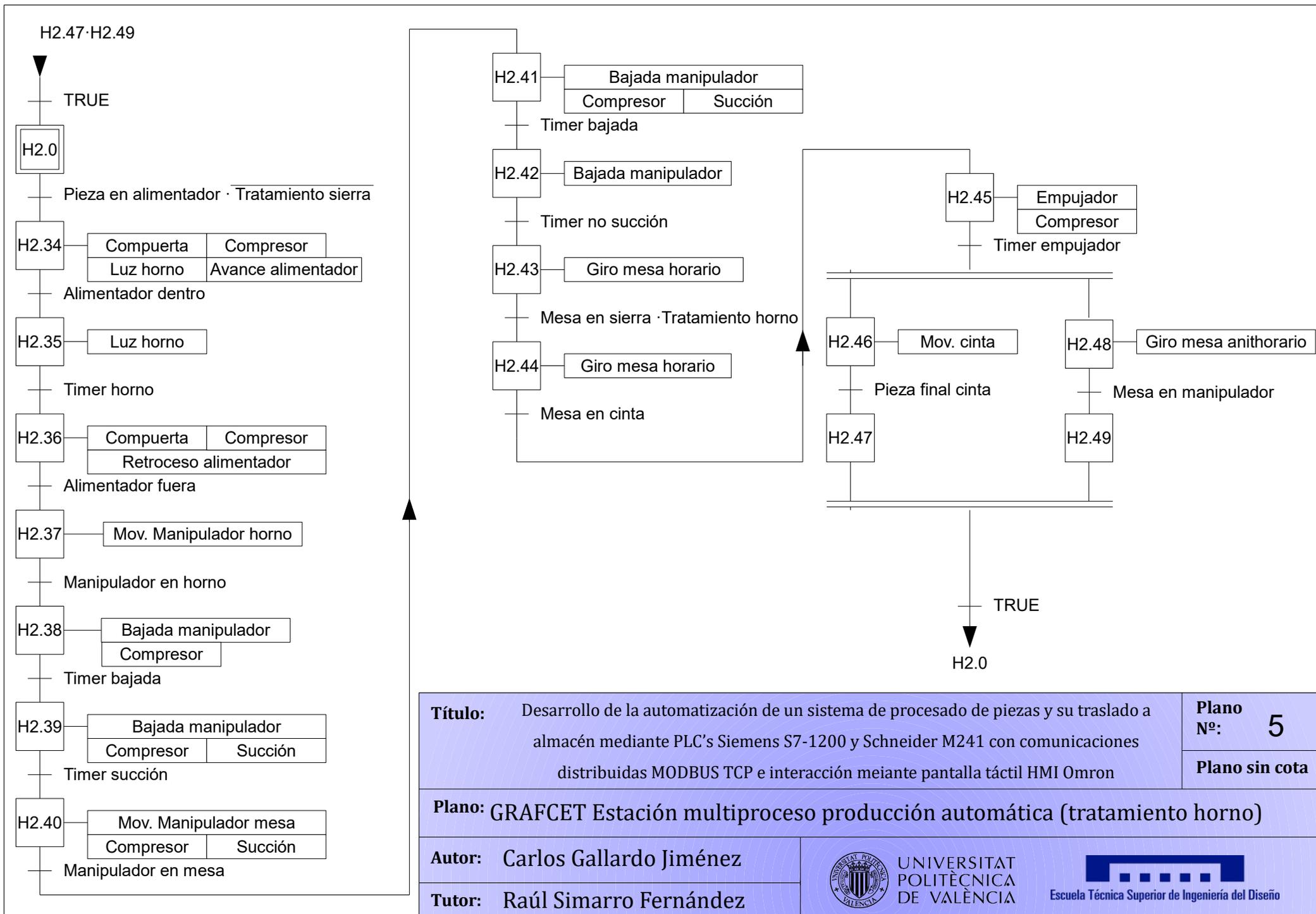
Autor: Carlos Gallardo Jiménez

Tutor: Raúl Simarro Fernández

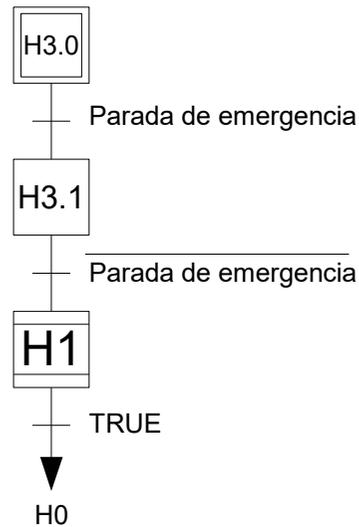


UNIVERSITAT
POLITÀCNICA
DE VALÈNCIA

Escuela Técnica Superior de Ingeniería del Diseño



Título: Desarrollo de la automatización de un sistema de procesamiento de piezas y su traslado a almacén mediante PLC's Siemens S7-1200 y Schneider M241 con comunicaciones distribuidas MODBUS TCP e interacción mediante pantalla táctil HMI Omron		Plano Nº: 5
Plano: GRAFCET Estación multiproceso producción automática (tratamiento horno)		Plano sin cota
Autor: Carlos Gallardo Jiménez	 UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA	 Escuela Técnica Superior de Ingeniería del Diseño
Tutor: Raúl Simarro Fernández		



Título: Desarrollo de la automatización de un sistema de procesado de piezas y su traslado a almacén mediante PLC's Siemens S7-1200 y Schneider M241 con comunicaciones distribuidas MODBUS TCP e interacción mediante pantalla táctil HMI Omron

Plano
Nº: 6

Plano sin cota

Plano: GRAFCET Estación multiproceso parada de emergencia

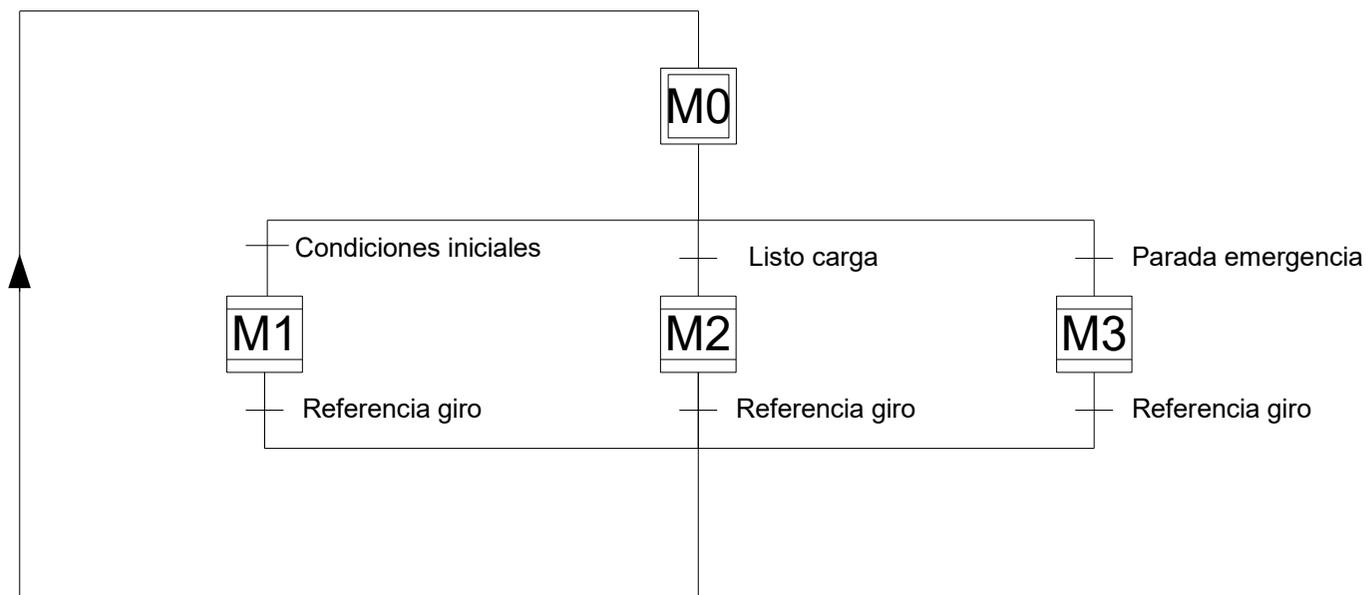
Autor: Carlos Gallardo Jiménez

Tutor: Raúl Simarro Fernández



UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA





Título: Desarrollo de la automatización de un sistema de procesamiento de piezas y su traslado a almacén mediante PLC's Siemens S7-1200 y Schneider M241 con comunicaciones distribuidas MODBUS TCP e interacción mediante pantalla táctil HMI Omron

Plano
Nº: 7

Plano sin cota

Plano: GRAFCET Manipulador general

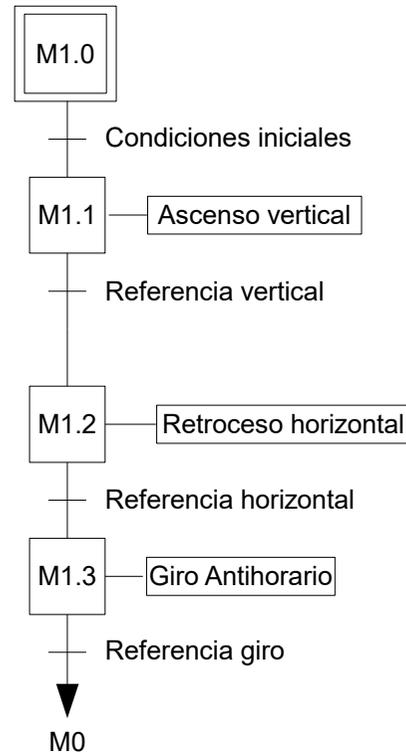
Autor: Carlos Gallardo Jiménez

Tutor: Raúl Simarro Fernández



UNIVERSITAT
POLITÀCNICA
DE VALÈNCIA


Escuela Técnica Superior de Ingeniería del Diseño



Título: Desarrollo de la automatización de un sistema de procesamiento de piezas y su traslado a almacén mediante PLC's Siemens S7-1200 y Schneider M241 con comunicaciones distribuidas MODBUS TCP e interacción mediante pantalla táctil HMI Omron

Plano
Nº: **8**
Plano sin cota

Plano: **GRAFCET Manipulador condiciones iniciales**

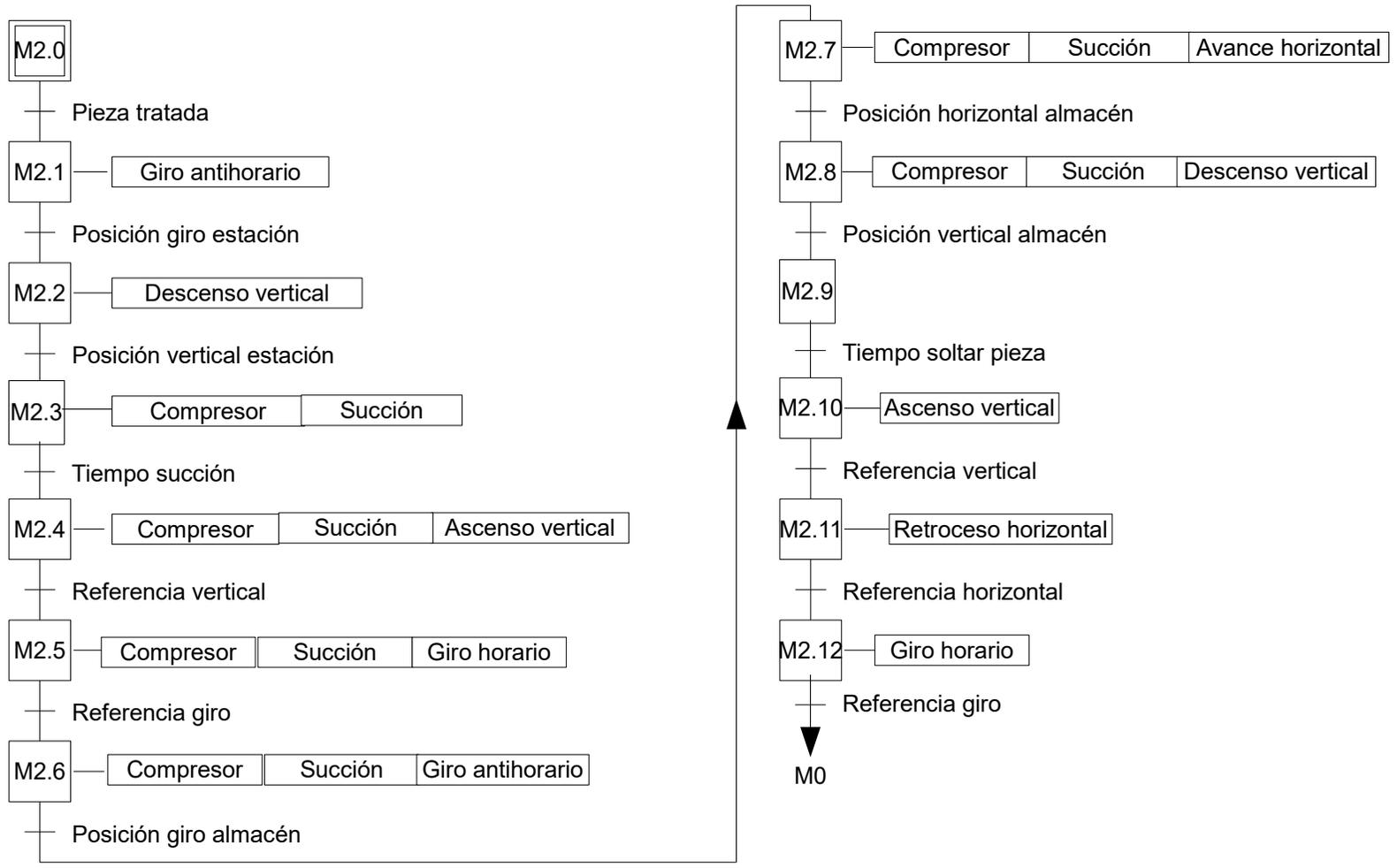
Autor: Carlos Gallardo Jiménez

Tutor: Raúl Simarro Fernández

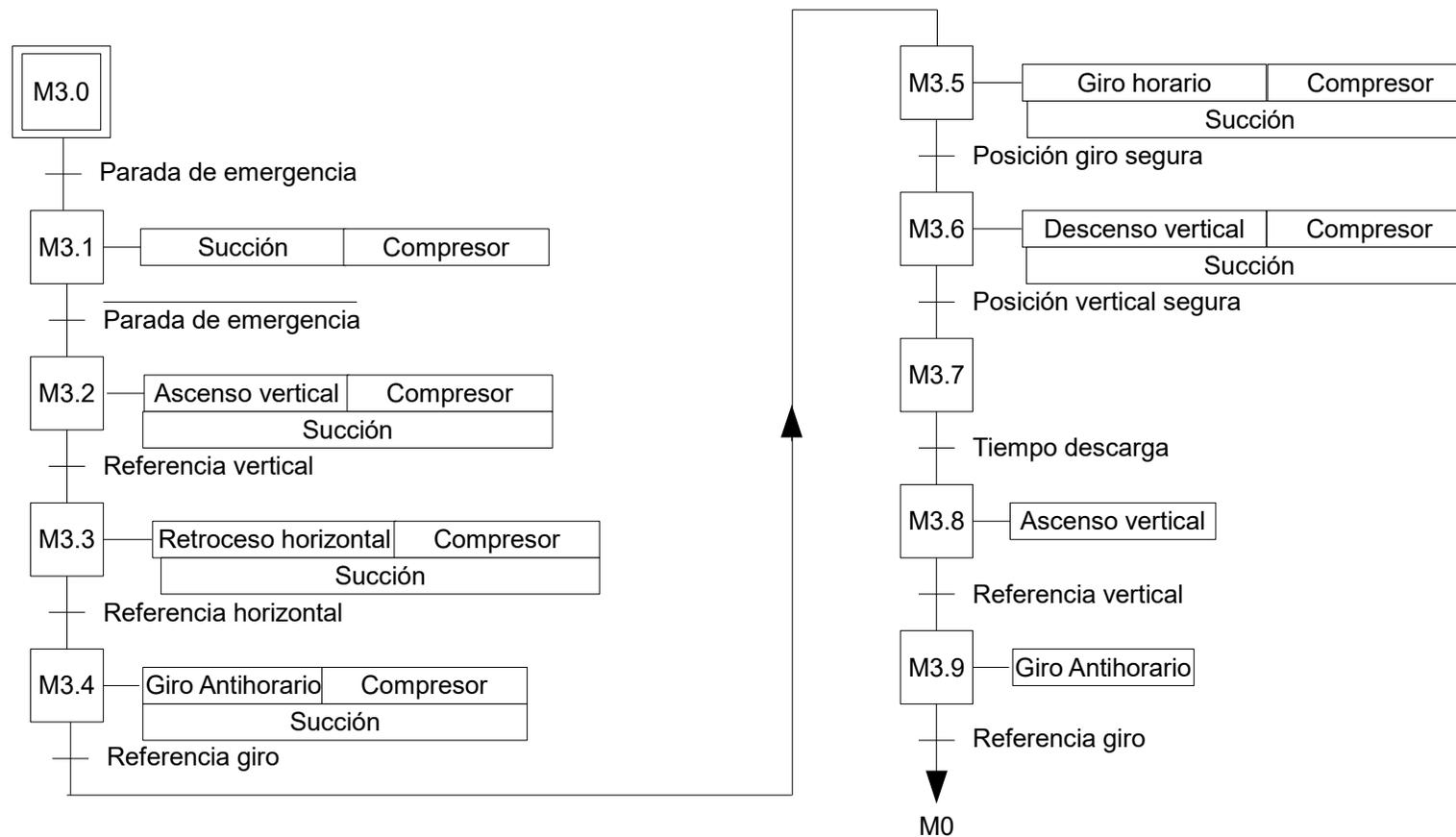


UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA





Título:	Desarrollo de la automatización de un sistema de procesamiento de piezas y su traslado a almacén mediante PLC's Siemens S7-1200 y Schneider M241 con comunicaciones distribuidas MODBUS TCP e interacción mediante pantalla táctil HMI Omron	Plano Nº:	9
		Plano sin cota	
Plano:	GRAF CET Manipulador automático		
Autor:	Carlos Gallardo Jiménez		
Tutor:	Raúl Simarro Fernández		
	 UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA	 Escuela Técnica Superior de Ingeniería del Diseño	



Título: Desarrollo de la automatización de un sistema de procesamiento de piezas y su traslado a almacén mediante PLC's Siemens S7-1200 y Schneider M241 con comunicaciones distribuidas MODBUS TCP e interacción mediante pantalla táctil HMI Omron

Plano
Nº: 10
Plano sin cota

Plano: GRAFCET Manipulador parada de emergencia

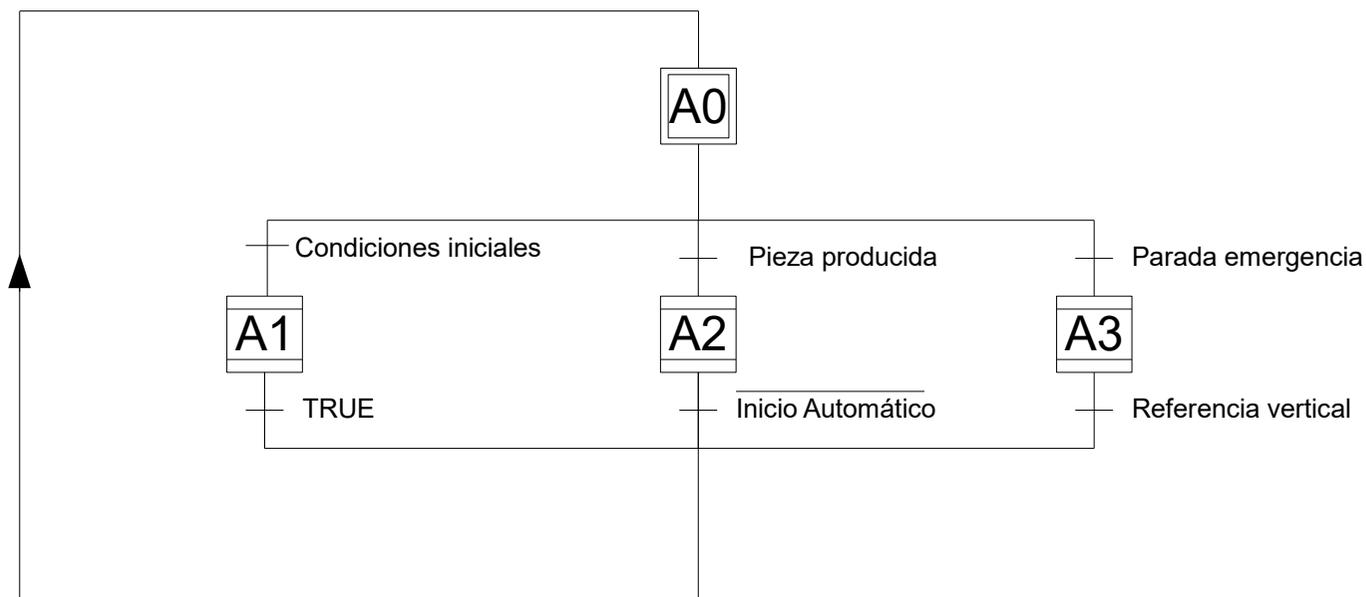
Autor: Carlos Gallardo Jiménez

Tutor: Raúl Simarro Fernández



UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA

Escuela Técnica Superior de Ingeniería del Diseño



Título: Desarrollo de la automatización de un sistema de procesamiento de piezas y su traslado a almacén mediante PLC's Siemens S7-1200 y Schneider M241 con comunicaciones distribuidas MODBUS TCP e interacción mediante pantalla táctil HMI Omron

Plano
Nº: 11
Plano sin cota

Plano: GRAFCET Almacén general

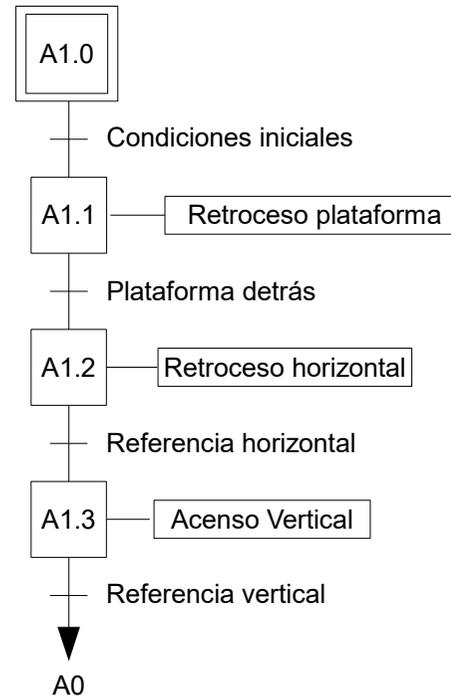
Autor: Carlos Gallardo Jiménez

Tutor: Raúl Simarro Fernández



UNIVERSITAT
 POLITÈCNICA
 DE VALÈNCIA


 Escuela Técnica Superior de Ingeniería del Diseño



Título: Desarrollo de la automatización de un sistema de procesamiento de piezas y su traslado a almacén mediante PLC's Siemens S7-1200 y Schneider M241 con comunicaciones distribuidas MODBUS TCP e interacción mediante pantalla táctil HMI Omron

Plano
Nº: 12

Plano sin cota

Plano: GRAFCET Almacén condiciones iniciales

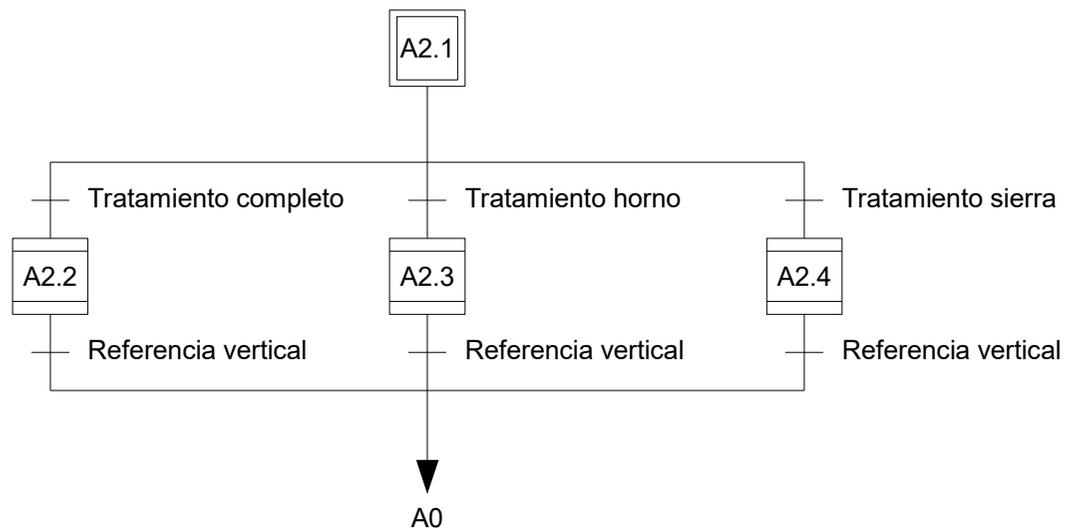
Autor: Carlos Gallardo Jiménez

Tutor: Raúl Simarro Fernández



UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA


Escuela Técnica Superior de Ingeniería del Diseño



Título: Desarrollo de la automatización de un sistema de procesado de piezas y su traslado a almacén mediante PLC's Siemens S7-1200 y Schneider M241 con comunicaciones distribuidas MODBUS TCP e interacción mediante pantalla táctil HMI Omron

Plano
Nº: **13**
Plano sin cota

Plano: GRAFCET Almacén funcionamiento automático (General)

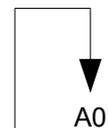
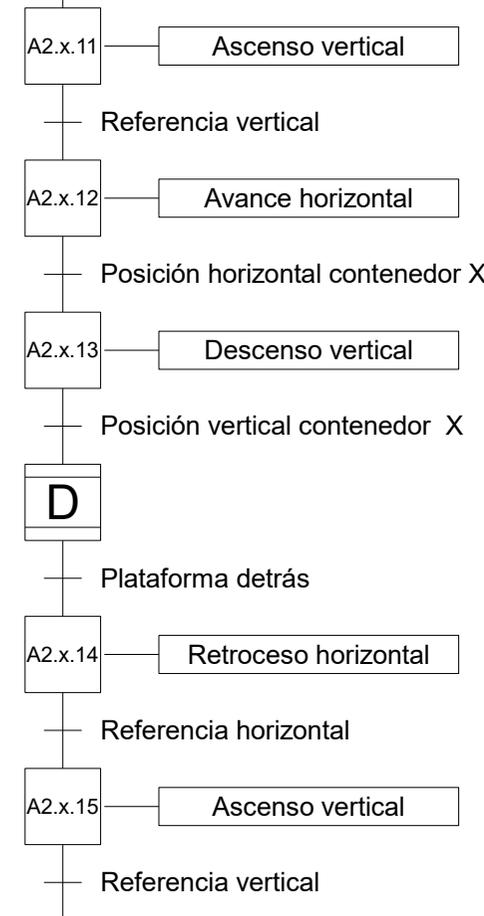
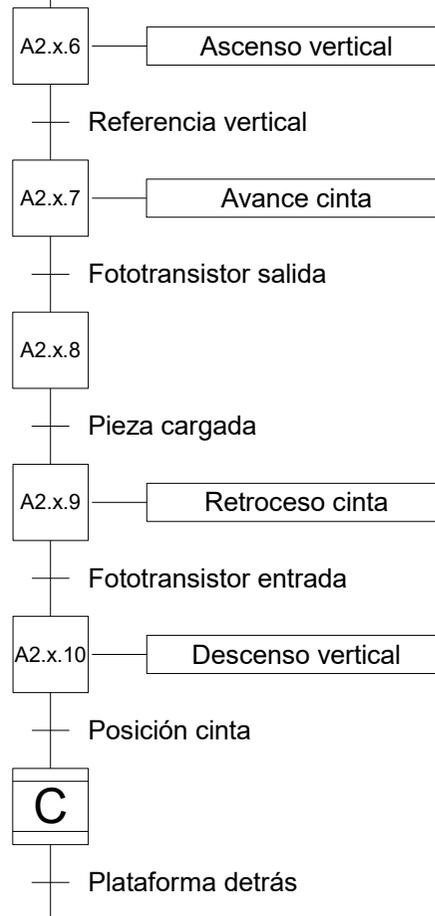
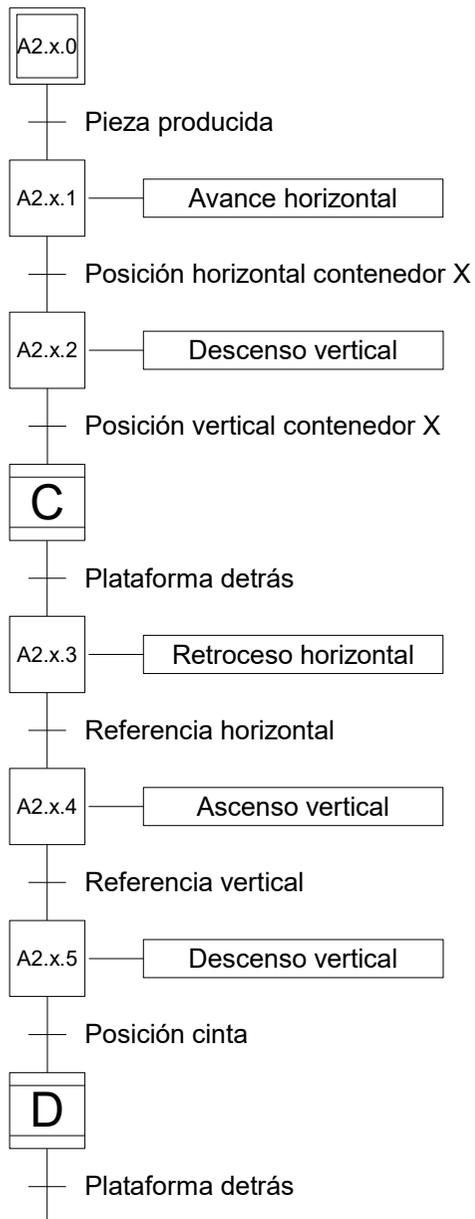
Autor: Carlos Gallardo Jiménez

Tutor: Raúl Simarro Fernández

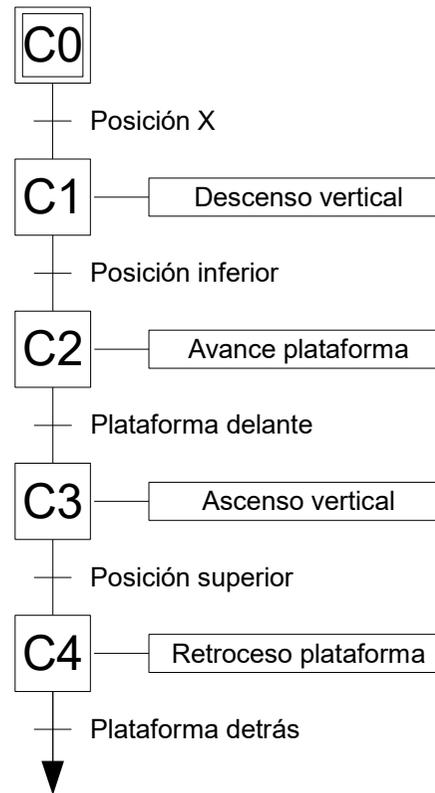


UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA


Escuela Técnica Superior de Ingeniería del Diseño



Título: Desarrollo de la automatización de un sistema de procesamiento de piezas y su traslado a almacén mediante PLC's Siemens S7-1200 y Schneider M241 con comunicaciones distribuidas MODBUS TCP e interacción mediante pantalla táctil HMI Omron		Plano Nº: 14 Plano sin cota
Plano: GRAFCET Almacén funcionamiento automático (Almacenamiento)		
Autor: Carlos Gallardo Jiménez		 UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA Escuela Técnica Superior de Ingeniería del Diseño
Tutor: Raúl Simarro Fernández		



Título: Desarrollo de la automatización de un sistema de procesamiento de piezas y su traslado a almacén mediante PLC's Siemens S7-1200 y Schneider M241 con comunicaciones distribuidas MODBUS TCP e interacción mediante pantalla táctil HMI Omron

Plano
Nº: 15

Plano sin cota

Plano: GRAFCET Almacén funcionamiento automático (Carga contenedor)

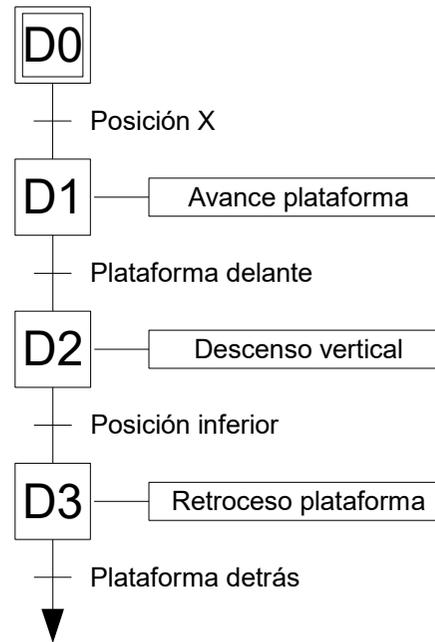
Autor: Carlos Gallardo Jiménez

Tutor: Raúl Simarro Fernández



UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA


Escuela Técnica Superior de Ingeniería del Diseño



Título: Desarrollo de la automatización de un sistema de procesamiento de piezas y su traslado a almacén mediante PLC's Siemens S7-1200 y Schneider M241 con comunicaciones distribuidas MODBUS TCP e interacción mediante pantalla táctil HMI Omron

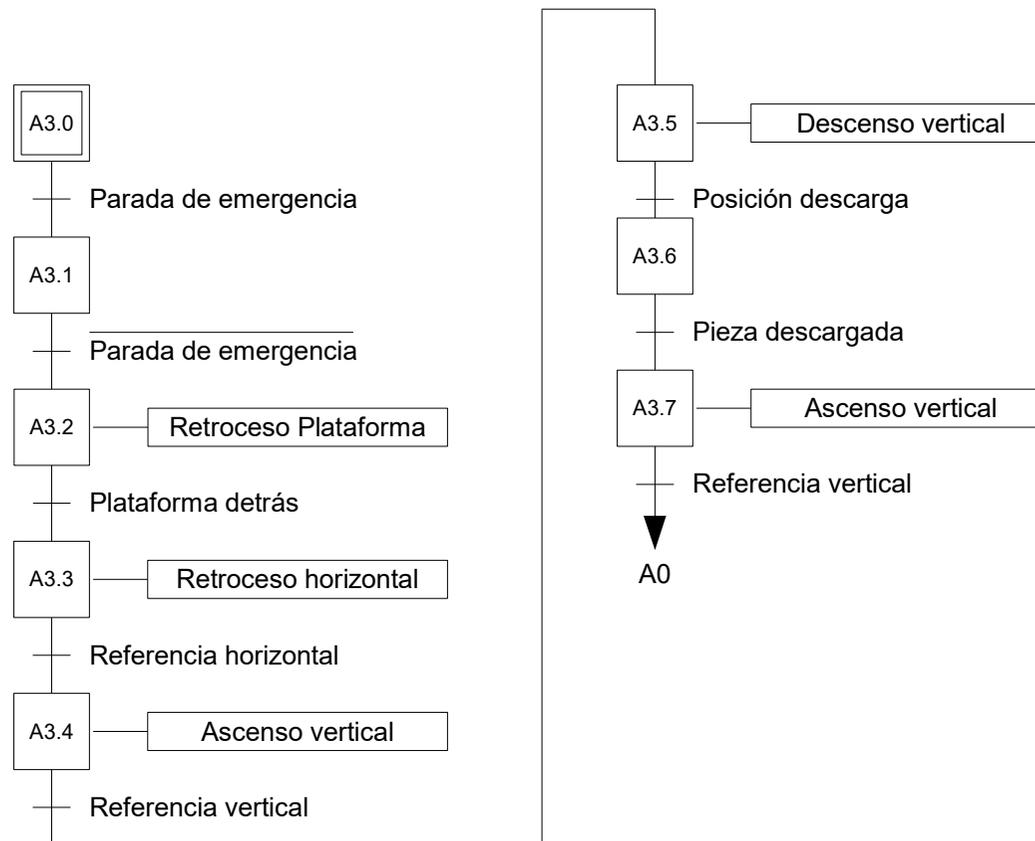
Plano
Nº: 16
Plano sin cota

Plano: GRAFCET Almacén funcionamiento automático (Descarga contenedor)

Autor: Carlos Gallardo Jiménez

Tutor: Raúl Simarro Fernández





Título: Desarrollo de la automatización de un sistema de procesamiento de piezas y su traslado a almacén mediante PLC's Siemens S7-1200 y Schneider M241 con comunicaciones distribuidas MODBUS TCP e interacción mediante pantalla táctil HMI Omron

Plano
Nº: 17

Plano sin cota

Plano: GRAFCET Almacén parada de emergencia

Autor: Carlos Gallardo Jiménez

Tutor: Raúl Simarro Fernández



UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA


Escuela Técnica Superior de Ingeniería del Diseño



DESARROLLO DE LA AUTOMATIZACIÓN DE UN SISTEMA DE PROCESADO DE PIEZAS Y SU TRASLADO A ALMACÉN MEDIANTE PLC'S SIEMENS S7-1200 Y SCHNEIDER M241 CON COMUNICACIONES DISTRIBUIDAS MODBUS TCP E INTERACCIÓN MEDIANTE PANTALLA TÁCTIL HMI OMRON



UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA



Escuela Técnica Superior de Ingeniería del Diseño

ETSID

UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE VALENCIA

TRABAJO FIN DE GRADO:

DESARROLLO DE LA AUTOMATIZACIÓN DE UN SISTEMA DE PROCESADO DE PIEZAS Y SU TRASLADO A ALMACÉN MEDIANTE PLC'S SIEMENS S7-1200 Y SCHNEIDER M241 CON COMUNICACIONES DISTRIBUIDAS MODBUS TCP E INTERACCIÓN MEDIANTE PANTALLA TÁCTIL HMI OMRON

DOCUMENTO:

PRESUPUESTO

AUTOR: GALLARDO JIMÉNEZ, CARLOS

TUTOR: SIMARRO FERNÁNDEZ, RAÚL

TITULACIÓN: GRADO EN INGENIERÍA ELECTRÓNICA INDUSTRIAL Y AUTOMÁTICA, ETSID

CURSO ACADÉMICO 2017-2018



DESARROLLO DE LA AUTOMATIZACIÓN DE UN SISTEMA DE PROCESADO DE PIEZAS Y SU TRASLADO A ALMACÉN MEDIANTE PLC'S SIEMENS S7-1200 Y SCHNEIDER M241 CON COMUNICACIONES DISTRIBUIDAS MODBUS TCP E INTERACCIÓN MEDIANTE PANTALLA TÁCTIL HMI OMRON

ÍNDICE

Índice de tablas.....	139
1 Introducción.....	141
2 Coste de los elementos <i>hardware</i>	142
3 Coste de los elementos <i>software</i>	143
4 Mano de obra	144
5 Coste total	145

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Coste de los elementos <i>hardware</i>	142
Tabla 2. Coste de los elementos <i>software</i>	143
Tabla 3. Coste de la mano de obra.....	144
Tabla 4. Coste total del proyecto.....	145



**DESARROLLO DE LA AUTOMATIZACIÓN DE UN SISTEMA DE PROCESADO DE
PIEZAS Y SU TRASLADO A ALMACÉN MEDIANTE PLC'S SIEMENS S7-1200 Y
SCHNEIDER M241 CON COMUNICACIONES DISTRIBUIDAS MODBUS TCP E
INTERACCIÓN MEDIANTE PANTALLA TÁCTIL HMI OMRON**



DESARROLLO DE LA AUTOMATIZACIÓN DE UN SISTEMA DE PROCESADO DE PIEZAS Y SU TRASLADO A ALMACÉN MEDIANTE PLC'S SIEMENS S7-1200 Y SCHNEIDER M241 CON COMUNICACIONES DISTRIBUIDAS MODBUS TCP E INTERACCIÓN MEDIANTE PANTALLA TÁCTIL HMI OMRON

1 INTRODUCCIÓN

El presente documento tiene como objetivo la descripción detallada del presupuesto del proyecto. Con el objetivo de que el coste del trabajo se represente con la mayor calidad posible se ha dividido en tres partes principales:

1. Costes de elementos *hardware*

2. Costes de elementos *software*

3. Costes humanos



DESARROLLO DE LA AUTOMATIZACIÓN DE UN SISTEMA DE PROCESADO DE PIEZAS Y SU TRASLADO A ALMACÉN MEDIANTE PLC'S SIEMENS S7-1200 Y SCHNEIDER M241 CON COMUNICACIONES DISTRIBUIDAS MODBUS TCP E INTERACCIÓN MEDIANTE PANTALLA TÁCTIL HMI OMRON

2 COSTE DE LOS ELEMENTOS *HARDWARE*

Los elementos *hardware* esta formado por todo material empleado para la realización del proyecto y su funcionamiento. Este material y su coste está formado por:

ELEMENTO	CANTIDAD (UDS.)	COSTE/UNIDAD(€/UDS.)	COSTE TOTAL (€)
PLC SIEMENS SIMATIC S7-1200	1	375,84	375,84
SIEMENS SM 1223 DC/RLY MODULO E/S DIGITALES	1	171,58	171,58
PLC SCHENIDER MODICON M241	2	379,69	759,38
PANTALLA OMRON NB7W-TW01B	1	420	420
ESTACIÓN MULTIPROCESO FISCHERTECHNIK 24V	1	660,66	660,66
MANIPULADOR DE VACÍO FISCHERTECHNIK 24V	1	609,84	609,84
ALMACÉN VERTICAL FISCHERTECHNIK 24V	1	711,48	711,48
PC	1	500	500
MONITOR	1	130	130
RATÓN	1	10	10
TECLADO	1	16	16
TOTAL			4.364,78 €

Tabla 1. Coste de los elementos *hardware*



DESARROLLO DE LA AUTOMATIZACIÓN DE UN SISTEMA DE PROCESADO DE PIEZAS Y SU TRASLADO A ALMACÉN MEDIANTE PLC'S SIEMENS S7-1200 Y SCHNEIDER M241 CON COMUNICACIONES DISTRIBUIDAS MODBUS TCP E INTERACCIÓN MEDIANTE PANTALLA TÁCTIL HMI OMRON

3 COSTE DE LOS ELEMENTOS *SOFTWARE*

Los elementos *software* son aquellos formados por los programas y aplicaciones utilizadas en el desarrollo y puesta en marcha del proyecto. Estos elementos y su coste están formado por:

-El precio de una licencia anual del *software* TIA Portal V13 es de 1527.61€ por lo que el precio representado en la tabla X es el coste amortizado del producto.

ELEMENTO	CANTIDAD (UDS.)	COSTE/UNIDAD (€/UDS.)	COSTE (€)
SO WINDOWS XP	1	0	0
TIA PORTAL V13	1		254,6
SOMACHINE	1	0	0
NB-DESIGNER	1	0	0
TOTAL			254,6 €

Tabla 2. Coste de los elementos *software*



DESARROLLO DE LA AUTOMATIZACIÓN DE UN SISTEMA DE PROCESADO DE PIEZAS Y SU TRASLADO A ALMACÉN MEDIANTE PLC'S SIEMENS S7-1200 Y SCHNEIDER M241 CON COMUNICACIONES DISTRIBUIDAS MODBUS TCP E INTERACCIÓN MEDIANTE PANTALLA TÁCTIL HMI OMRON

4 MANO DE OBRA

Una vez conocido el coste de los elementos tanto de *hardware* como de *software* es necesario conocer los costes del ingeniero encargado de elaborar el proyecto. Partiendo de un sueldo base de 1300€/mes se ha de conocer las horas dedicadas a cada tarea para conocer el coste, teniendo en cuenta una jornada laboral de 8 horas diarias, el coste del trabajo realizado en una hora por el ingeniero es de 8,125€/h.

El proyecto tan solo incluye la parte de automatización, diseño e implementación del sistema, por lo que no se ha de tener en cuenta la instalación de este en la empresa, por lo que la mano de obra del proyecto es:

TAREA	HORAS	COSTE (€)
ANÁLISIS	45	365,6
DISEÑO	110	893,75
IMPLEMENTACIÓN	90	731,25
COMPROBACIÓN	40	325
TOTAL		2.315,6 €

Tabla 3. Coste de la mano de obra



DESARROLLO DE LA AUTOMATIZACIÓN DE UN SISTEMA DE PROCESADO DE PIEZAS Y SU TRASLADO A ALMACÉN MEDIANTE PLC'S SIEMENS S7-1200 Y SCHNEIDER M241 CON COMUNICACIONES DISTRIBUIDAS MODBUS TCP E INTERACCIÓN MEDIANTE PANTALLA TÁCTIL HMI OMRON

5 COSTE TOTAL

Una vez conocido el coste de cada uno de los elementos que conforman el proyecto el coste total sin IVA de este asciende a:

ELEMENTO	COSTE (€)
ELEMENTOS <i>HARDWARE</i>	4.364,78
ELEMENTOS <i>SOFTWARE</i>	254,6
MANO DE OBRA	2.315,6
SUBTOTAL	6.934,98 €
GASTOS GENERALES (15%)	1.040,2 €
BENEFICIO INDUSTRIAL (6%)	412,1 €
TOTAL (SIN IVA)	8.387,28 €
TOTAL (IVA 21%)	10.148,6 €

Tabla 4. Coste total del proyecto



DESARROLLO DE LA AUTOMATIZACIÓN DE UN SISTEMA DE PROCESADO DE PIEZAS Y SU TRASLADO A ALMACÉN MEDIANTE PLC'S SIEMENS S7-1200 Y SCHNEIDER M241 CON COMUNICACIONES DISTRIBUIDAS MODBUS TCP E INTERACCIÓN MEDIANTE PANTALLA TÁCTIL HMI OMRON



UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA



Escuela Técnica Superior de Ingeniería del Diseño

ETSID

UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE VALENCIA

TRABAJO FIN DE GRADO:

DESARROLLO DE LA AUTOMATIZACIÓN DE UN SISTEMA DE PROCESADO DE PIEZAS Y SU TRASLADO A ALMACÉN MEDIANTE PLC'S SIEMENS S7-1200 Y SCHNEIDER M241 CON COMUNICACIONES DISTRIBUIDAS MODBUS TCP E INTERACCIÓN MEDIANTE PANTALLA TÁCTIL HMI OMRON

DOCUMENTO:

ANEXOS

AUTOR: GALLARDO JIMÉNEZ, CARLOS

TUTOR: SIMARRO FERNÁNDEZ, RAÚL

TITULACIÓN: GRADO EN INGENIERÍA ELECTRÓNICA INDUSTRIAL Y AUTOMÁTICA, ETSID

CURSO ACADÉMICO 2017-2018



UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA



ETSID

UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE VALENCIA

TRABAJO FIN DE GRADO:

DESARROLLO DE LA AUTOMATIZACIÓN DE UN SISTEMA DE PROCESADO DE PIEZAS Y SU TRASLADO A ALMACÉN MEDIANTE PLC'S SIEMENS S7-1200 Y SCHNEIDER M241 CON COMUNICACIONES DISTRIBUIDAS MODBUS TCP E INTERACCIÓN MEDIANTE PANTALLA TÁCTIL HMI OMRON

ANEXO I:

TABLA DE ENTRADAS/SALIDAS

AUTOR: GALLARDO JIMÉNEZ, CARLOS

TUTOR: SIMARRO FERNÁNDEZ, RAÚL

TITULACIÓN: GRADO EN INGENIERÍA ELECTRÓNICA INDUSTRIAL Y AUTOMÁTICA, ETSID

CURSO ACADÉMICO 2017-2018



DESARROLLO DE LA AUTOMATIZACIÓN DE UN SISTEMA DE PROCESADO DE PIEZAS Y SU TRASLADO A ALMACÉN MEDIANTE PLC'S SIEMENS S7-1200 Y SCHNEIDER M241 CON COMUNICACIONES DISTRIBUIDAS MODBUS TCP E INTERACCIÓN MEDIANTE PANTALLA TÁCTIL HMI OMRON

ÍNDICE

Direccionamiento Estación multiproceso Fischertechnik	153
Entradas/salidas Siemens Simatic S7-1200	153
Direcciones de las entradas del proceso	153
Direcciones de las salidas del proceso	154
Direcciones de memoria de la comunicación MODBUS TCP	154
Direccionamiento manipulador de vacío Fischertechnik	155
Entradas/salidas Schneider Modicon M241	155
Direcciones de las entradas del proceso	155
Direcciones de las salidas del proceso	155
Direcciones de memoria de la comunicación MODBUS TCP	156
Direccionamiento almacén vertical Fischertechnik	157
Entradas/salidas Schneider Modicon M241	157
Direcciones de las entradas del proceso	157
Direcciones de las salidas del proceso	158
Direcciones de memoria de la comunicación MODBUS TCP	158
Direccionamiento pantalla táctil HMI Omron serie NB7W	159
Direcciones de memoria de la comunicación MODBUS TCP	159



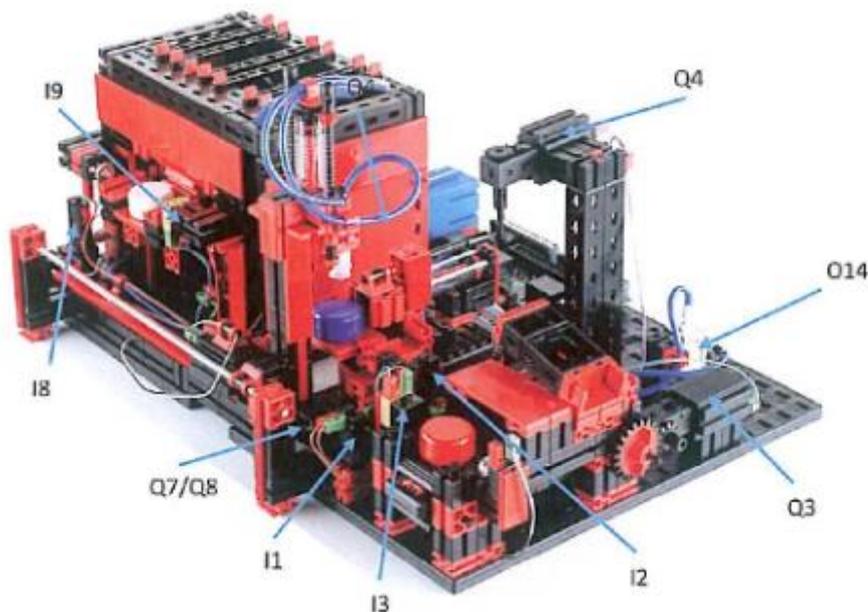
**DESARROLLO DE LA AUTOMATIZACIÓN DE UN SISTEMA DE PROCESADO DE
PIEZAS Y SU TRASLADO A ALMACÉN MEDIANTE PLC'S SIEMENS S7-1200 Y
SCHNEIDER M241 CON COMUNICACIONES DISTRIBUIDAS MODBUS TCP E
INTERACCIÓN MEDIANTE PANTALLA TÁCTIL HMI OMRON**



DESARROLLO DE LA AUTOMATIZACIÓN DE UN SISTEMA DE PROCESADO DE PIEZAS Y SU TRASLADO A ALMACÉN MEDIANTE PLC'S SIEMENS S7-1200 Y SCHNEIDER M241 CON COMUNICACIONES DISTRIBUIDAS MODBUS TCP E INTERACCIÓN MEDIANTE PANTALLA TÁCTIL HMI OMRON

DIRECCIONAMIENTO ESTACIÓN MULTIPROCESO FISCHERTECHNIK

ENTRADAS/SALIDAS SIEMENS SIMATIC S7-1200



DIRECCIONES DE LAS ENTRADAS DEL PROCESO

Entrada	Descripción	Dirección S7-1200
I1	Final de carrera mesa en manipulador	%I8.4
I2	Final de carrera mesa en cinta	%I8.5
I3	Final de carrera pieza final cinta	%I8.6
I4	Final de carrera mesa en sierra	%I8.7
I5	Final de carrera manipulador en mesa	%I8.0
I6	Final de carrera alimentador horno dentro	%I9.2
I7	Final de carrera alimentador horno fuera	%I8.1
I8	Final de carrera manipulador en horno	%I9.3
I9	Final de carrera pieza en alimentador	%I8.2



DESARROLLO DE LA AUTOMATIZACIÓN DE UN SISTEMA DE PROCESADO DE PIEZAS Y SU TRASLADO A ALMACÉN MEDIANTE PLC'S SIEMENS S7-1200 Y SCHNEIDER M241 CON COMUNICACIONES DISTRIBUIDAS MODBUS TCP E INTERACCIÓN MEDIANTE PANTALLA TÁCTIL HMI OMRON

DIRECCIONES DE LAS SALIDAS DEL PROCESO

Salida	Descripción	Dirección S7-1200
Q1	Motor giro mesa horario	%Q8.0
Q2	Motor giro mesa antihorario	%Q8.1
Q3	Motor movimiento avance cinta	%Q8.2
Q4	Motor movimiento sierra	%Q8.3
Q5	Motor alimentador horno adentro	%Q8.4
Q6	Motor alimentador horno afuera	%Q8.5
Q7	Motor mov. manipulador hacia el horno	%Q8.6
Q8	Motor mov. manipulador hacia mesa giratoria	%Q8.7
Q9	Habilitar señales entrada del proceso	%Q9.0
Q10	Habilitar compresor	%Q9.1
Q11	Habilitar succión ventosa	%Q9.2
Q12	Movimiento manipulador abajo	%Q9.3
Q13	Movimiento puerta arriba	%Q9.4
Q14	Movimiento empujador mesa	%Q9.5
Q15	Habilitar luz horno	%Q9.6

DIRECCIONES DE MEMORIA DE LA COMUNICACIÓN MODBUS TCP

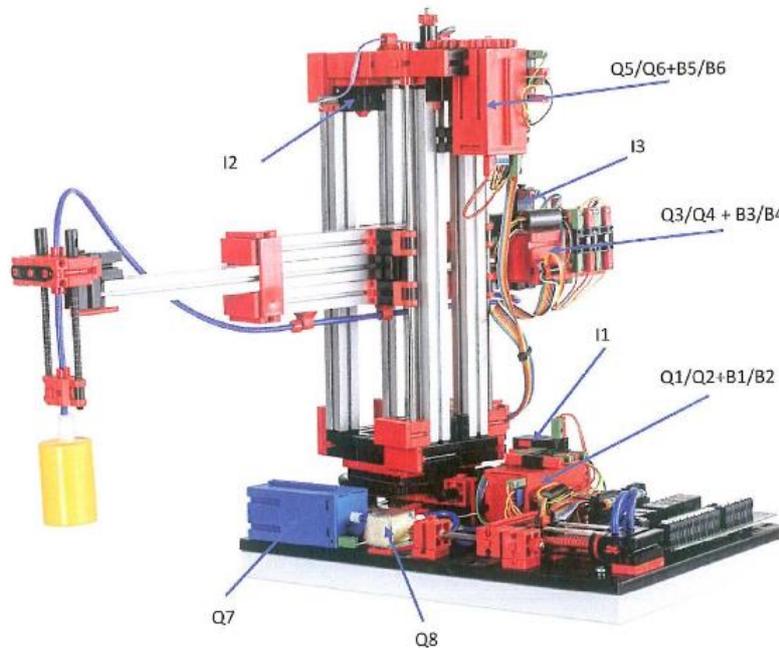
En el caso de la estación multiproceso, al tratarse del servidor de la comunicación mediante MODBUS TCP no se le han asignado direcciones de memoria en los bloques de datos compartidos con el resto de los dispositivos, ya que estas variables tienen sus direcciones asignadas dentro de la memoria del autómatas.



DESARROLLO DE LA AUTOMATIZACIÓN DE UN SISTEMA DE PROCESADO DE PIEZAS Y SU TRASLADO A ALMACÉN MEDIANTE PLC'S SIEMENS S7-1200 Y SCHNEIDER M241 CON COMUNICACIONES DISTRIBUIDAS MODBUS TCP E INTERACCIÓN MEDIANTE PANTALLA TÁCTIL HMI OMRON

DIRECCIONAMIENTO MANIPULADOR DE VACÍO FISCHERTECHNIK

ENTRADAS/SALIDAS SCHNEIDER MODICON M241



DIRECCIONES DE LAS ENTRADAS DEL PROCESO

Entrada	Descripción	Dirección M241
I1	Final de carrera referencia vertical	%IX0.4
I2	Final de carrera referencia horizontal	%IX0.5
I3	Final de carrera referencia giro	%IX0.6
B1	Pulsos encoder movimiento vertical	%IX0.0
B3	Pulsos encoder movimiento horizontal	%IX0.1
B5	Pulsos encoder movimiento giratorio	%IX0.2

DIRECCIONES DE LAS SALIDAS DEL PROCESO



DESARROLLO DE LA AUTOMATIZACIÓN DE UN SISTEMA DE PROCESADO DE PIEZAS Y SU TRASLADO A ALMACÉN MEDIANTE PLC'S SIEMENS S7-1200 Y SCHNEIDER M241 CON COMUNICACIONES DISTRIBUIDAS MODBUS TCP E INTERACCIÓN MEDIANTE PANTALLA TÁCTIL HMI OMRON

Salida	Descripción	Dirección M241
Q1	Motor movimiento vertical arriba	%QX0.4
Q2	Motor movimiento vertical abajo	%QX0.5
Q3	Motor movimiento retroceso horizontal	%QX0.6
Q4	Motor movimiento avance horizontal	%QX0.7
Q5	Motor movimiento giro horario	%QX1.0
Q6	Motor movimiento giro antihorario	%QX1.1
Q7	Habilitar compresor	%QX1.2
Q8	Succión ventosa	%QX1.3
Q9	Habilitar señales de entrada del proceso	%QX1.4

DIRECCIONES DE MEMORIA DE LA COMUNICACIÓN MODBUS TCP

A continuación, se lista las direcciones de memoria asignadas a las variables compartidas del dispositivo dentro del bloque de datos:

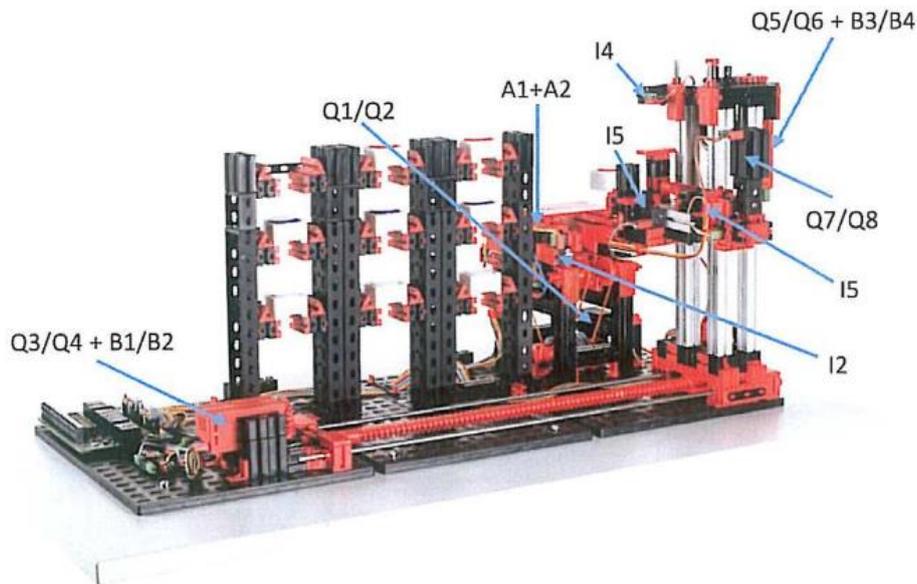
Manipulador		
Bit	Data [1] Lectura	Data [2] Escritura
0	Listo Carga	Pieza Cargada
1	Mesa en manipulador	"Horizontal Adelante"
2		"Horizontal Atrás"
3		"Giro Horario"
4		"Giro Antihorario"
5		"Vertical Abajo"
6		"Vertical arriba"
7		Referencia vertical
8		Referencia giro
9		Referencia horizontal
10		
11		
12		
13		
14	Posición inicial	
15	Parada Emergencia	



DESARROLLO DE LA AUTOMATIZACIÓN DE UN SISTEMA DE PROCESADO DE PIEZAS Y SU TRASLADO A ALMACÉN MEDIANTE PLC'S SIEMENS S7-1200 Y SCHNEIDER M241 CON COMUNICACIONES DISTRIBUIDAS MODBUS TCP E INTERACCIÓN MEDIANTE PANTALLA TÁCTIL HMI OMRON

DIRECCIONAMIENTO ALMACÉN VERTICAL FISCHERTECHNIK

ENTRADAS/SALIDAS SCHNEIDER MODICON M241



DIRECCIONES DE LAS ENTRADAS DEL PROCESO

Entrada	Descripción	Dirección M241
I1	Final de carrera referencia horizontal	%IX0.4
I2	Sensor barrera pieza dentro	%IX0.5
I3	Sensor barrera pieza fuera	%IX0.6
I4	Final de carrera referencial vertical	%IX0.7
I5	Final de carrera plataforma delante	%IX1.0
I6	Final de carrera plataforma detrás	%IX1.1
A1	Pulso pieza recorrido entrada (lower)	%IX0.0
A2	Pulso pieza recorrido entrada (upper)	%IX1.2
B1	Pulsos encoder movimiento horizontal	%IX0.1
B3	Pulsos encoder movimiento vertical	%IX0.2



DESARROLLO DE LA AUTOMATIZACIÓN DE UN SISTEMA DE PROCESADO DE PIEZAS Y SU TRASLADO A ALMACÉN MEDIANTE PLC'S SIEMENS S7-1200 Y SCHNEIDER M241 CON COMUNICACIONES DISTRIBUIDAS MODBUS TCP E INTERACCIÓN MEDIANTE PANTALLA TÁCTIL HMI OMRON

DIRECCIONES DE LAS SALIDAS DEL PROCESO

Salida	Descripción	Dirección M241
Q1	Motor movimiento cinta entrada atrás	%QX0.4
Q2	Motor movimiento cinta entrada adelante	%QX0.5
Q3	Motor movimiento avance horizontal	%QX0.6
Q4	Motor movimiento retroceso horizontal	%QX0.7
Q5	Motor movimiento vertical abajo	%QX1.0
Q6	Motor movimiento vertical arriba	%QX1.1
Q7	Motor movimiento plataforma adelante	%QX1.2
Q8	Motor movimiento plataforma atrás	%QX1.3
Q9	Habilitar señales de entrada del proceso	%QX1.4

DIRECCIONES DE MEMORIA DE LA COMUNICACIÓN MODBUS TCP

A continuación, se lista las direcciones de memoria asignadas a las variables compartidas del dispositivo dentro del bloque de datos:

Bit	Almacén	
	Data [1] Lectura	Data [2] Escritura
0	Modo Automático	Posición 1
1	Modo Horno	Posición 2
2	Modo Sierra	Posición 3
3	Soltar Pieza	Posición 4
4	Pieza Cargada	Posición 5
5		Posición 6
6		Posición 7
7		Posición 8
8		Posición 9
9		Avance Horizontal
10		Listo Carga
11		Retroceso Horizontal
12		Ascenso vertical almacén
13		Descenso Vertical
14	Posición inicial	Plataforma delante
15	Parada Emergencia	Plataforma atrás



DESARROLLO DE LA AUTOMATIZACIÓN DE UN SISTEMA DE PROCESADO DE PIEZAS Y SU TRASLADO A ALMACÉN MEDIANTE PLC'S SIEMENS S7-1200 Y SCHNEIDER M241 CON COMUNICACIONES DISTRIBUIDAS MODBUS TCP E INTERACCIÓN MEDIANTE PANTALLA TÁCTIL HMI OMRON

DIRECCIONAMIENTO PANTALLA TÁCTIL HMI OMRON SERIE NB7W

DIRECCIONES DE MEMORIA DE LA COMUNICACIÓN MODBUS TCP

A continuación, se lista las direcciones de memoria asignadas a las variables compartidas del dispositivo dentro del bloque de datos:

HMI				
Bit	Data [0] Lectura/Escritura	Data [1] Lectura/Escritura	Bit	Data [2] Lectura/Escritura
0	Parada Emergencia	Manipulador en mesa	0	Fototransistor fuera
1	Modo automático	Mesa en manipulador	1	Ascenso vertical almacén
2	Modo horno	Mesa en sierra	2	Descenso vertical almacén
3	Modo sierra	Mesa en cinta	3	Avance horizontal
4	Inicio Automático	Fototransistor cinta	4	Retroceso horizontal
5	Posición 1	Sierra activa	5	Plataforma delante
6	Posición 2	Manipulador giro horario	6	Plataforma detrás
7	Posición 3	Manipulador giro antihorario	7	Soltar Pieza
8	Posición 4	Manipulador avance horizontal	8	
9	Posición 5	Manipulador retroceso horizontal	9	
10	Posición 6	Manipulador descenso vertical	10	
11	Posición 7	Manipulador ascenso vertical	11	
12	Posición 8	Referencia vertical	12	
13	Posición 9	Referencia giro	13	
14	Luz Horno	Referencia horizontal	14	
15	Manipulador en horno	Posición inicial	15	



**DESARROLLO DE LA AUTOMATIZACIÓN DE UN SISTEMA DE PROCESADO DE
PIEZAS Y SU TRASLADO A ALMACÉN MEDIANTE PLC'S SIEMENS S7-1200 Y
SCHNEIDER M241 CON COMUNICACIONES DISTRIBUIDAS MODBUS TCP E
INTERACCIÓN MEDIANTE PANTALLA TÁCTIL HMI OMRON**



DESARROLLO DE LA AUTOMATIZACIÓN DE UN SISTEMA DE PROCESADO DE PIEZAS Y SU TRASLADO A ALMACÉN MEDIANTE PLC'S SIEMENS S7-1200 Y SCHNEIDER M241 CON COMUNICACIONES DISTRIBUIDAS MODBUS TCP E INTERACCIÓN MEDIANTE PANTALLA TÁCTIL HMI OMRON



UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA



Escuela Técnica Superior de Ingeniería del Diseño

ETSID

UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE VALENCIA

TRABAJO FIN DE GRADO:

DESARROLLO DE LA AUTOMATIZACIÓN DE UN SISTEMA DE PROCESADO DE PIEZAS Y SU TRASLADO A ALMACÉN MEDIANTE PLC'S SIEMENS S7-1200 Y SCHNEIDER M241 CON COMUNICACIONES DISTRIBUIDAS MODBUS TCP E INTERACCIÓN MEDIANTE PANTALLA TÁCTIL HMI OMRON

ANEXO II:

**MANUAL DE USUARIO PANTALLA TÁCTIL HMI
OMRON SERIE NB7W**

AUTOR: GALLARDO JIMÉNEZ, CARLOS

TUTOR: SIMARRO FERNÁNDEZ, RAÚL

TITULACIÓN: GRADO EN INGENIERÍA ELECTRÓNICA INDUSTRIAL Y AUTOMÁTICA, ETSID

CURSO ACADÉMICO 2017-2018



**DESARROLLO DE LA AUTOMATIZACIÓN DE UN SISTEMA DE PROCESADO DE
PIEZAS Y SU TRASLADO A ALMACÉN MEDIANTE PLC'S SIEMENS S7-1200 Y
SCHNEIDER M241 CON COMUNICACIONES DISTRIBUIDAS MODBUS TCP E
INTERACCIÓN MEDIANTE PANTALLA TÁCTIL HMI OMRON**



DESARROLLO DE LA AUTOMATIZACIÓN DE UN SISTEMA DE PROCESADO DE
PIEZAS Y SU TRASLADO A ALMACÉN MEDIANTE PLC'S SIEMENS S7-1200 Y
SCHNEIDER M241 CON COMUNICACIONES DISTRIBUIDAS MODBUS TCP E
INTERACCIÓN MEDIANTE PANTALLA TÁCTIL HMI OMRON

ÍNDICE

Visualización de la estación multiproceso	165
Visualización del manipulador de vacío	166
Visualización del almacén vertical	167



**DESARROLLO DE LA AUTOMATIZACIÓN DE UN SISTEMA DE PROCESADO DE
PIEZAS Y SU TRASLADO A ALMACÉN MEDIANTE PLC'S SIEMENS S7-1200 Y
SCHNEIDER M241 CON COMUNICACIONES DISTRIBUIDAS MODBUS TCP E
INTERACCIÓN MEDIANTE PANTALLA TÁCTIL HMI OMRON**



DESARROLLO DE LA AUTOMATIZACIÓN DE UN SISTEMA DE PROCESADO DE PIEZAS Y SU TRASLADO A ALMACÉN MEDIANTE PLC'S SIEMENS S7-1200 Y SCHNEIDER M241 CON COMUNICACIONES DISTRIBUIDAS MODBUS TCP E INTERACCIÓN MEDIANTE PANTALLA TÁCTIL HMI OMRON

VISUALIZACIÓN DE LA ESTACIÓN MULTIPROCESO

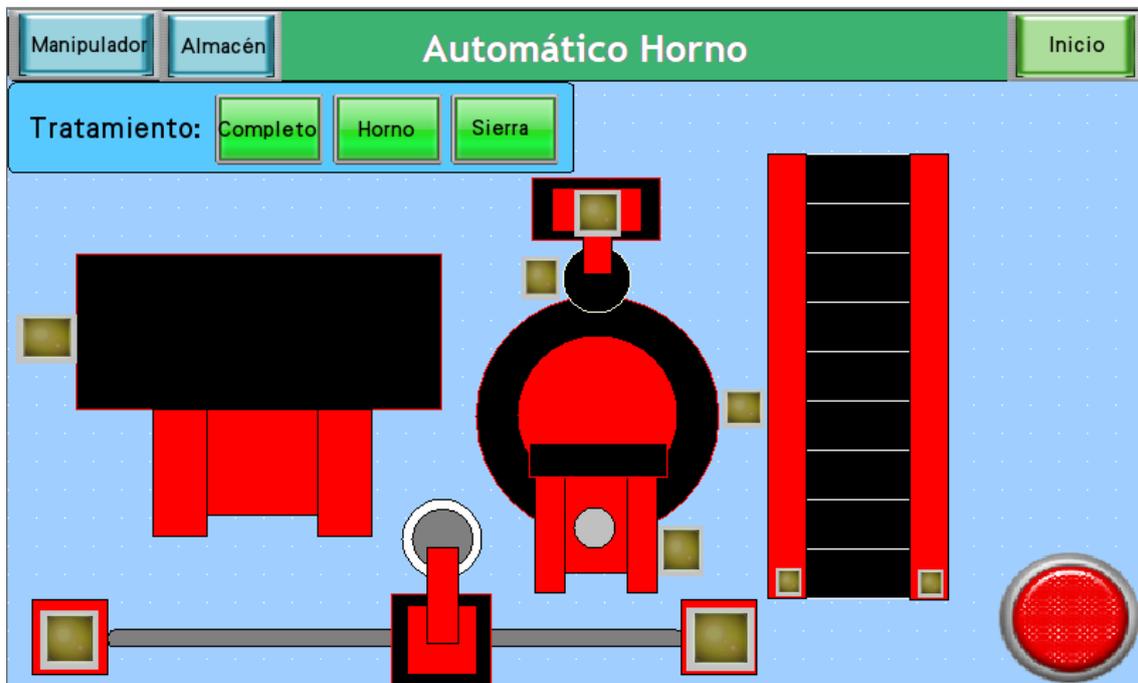


Ilustración 1. Visualización de la estación multiproceso

Como se puede observar en la ilustración 1 el operario dispondrá de un esquema representativo de la estación multiproceso desde el cual dispone de los siguientes elementos:

- **Botón “Manipulador” y “Almacén”:** Con estos botones el operario podrá alternar entre las pantallas de visualización de los diferentes procesos.
- **Tratamiento:** Antes de empezar con el proceso de producción el operario debe elegir el tratamiento que va a recibir la pieza, siendo solo posible mantener un solo botón de tratamiento pulsado para evitar errores en el proceso.
- **Botón “Inicio”:** Con este botón el operario da comienzo al proceso de producción de piezas, siendo un botón que una vez pulsado cambia su forma a “Fin”, siendo necesario pulsarlo de nuevo para salir del proceso de producción.
- **Leds:** Los leds indican al operario los sensores que están activos en cada momento del proceso, siendo posible conocer el estado de los actuadores y la posición de las partes móviles del proceso.
- **Seta de emergencia:** Mediante la seta de emergencia se accede a la parada de emergencia del sistema, explicada en la memoria del proyecto.



DESARROLLO DE LA AUTOMATIZACIÓN DE UN SISTEMA DE PROCESADO DE PIEZAS Y SU TRASLADO A ALMACÉN MEDIANTE PLC'S SIEMENS S7-1200 Y SCHNEIDER M241 CON COMUNICACIONES DISTRIBUIDAS MODBUS TCP E INTERACCIÓN MEDIANTE PANTALLA TÁCTIL HMI OMRON

VISUALIZACIÓN DEL MANIPULADOR DE VACÍO

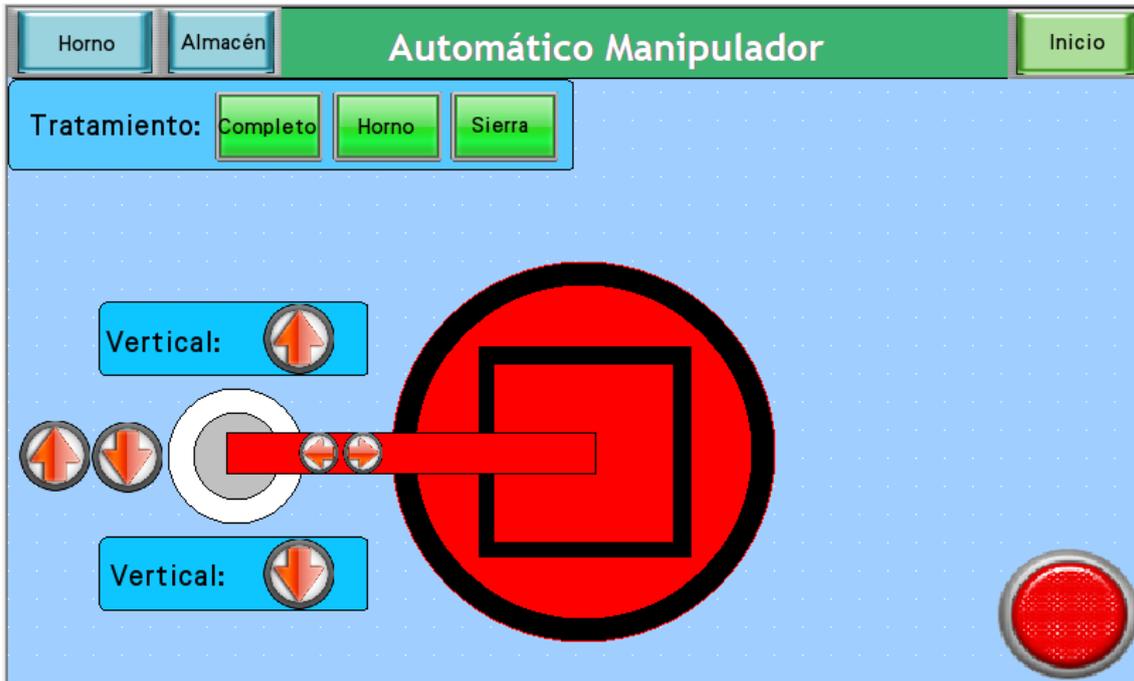


Ilustración 2. Visualización del manipulador de vacío

Como se puede observar en la ilustración 2 el operario dispondrá de un esquema representativo del manipulador de vacío dese el cual dispone de los siguientes elementos:

- **Botón “Horno” y “Almacén”:** Con estos botones el operario podrá alternar entre las pantallas de visualización de los diferentes procesos.
- **Tratamiento:** Antes de empezar con el proceso de producción el operario debe elegir el tratamiento que va a recibir la pieza, siendo solo posible mantener un solo botón de tratamiento pulsado para evitar errores en el proceso.
- **Botón “Inicio”:** Con este botón el operario da comienzo al proceso de producción de piezas, siendo un botón que una vez pulsado cambia su forma a “Fin”, siendo necesario pulsarlo de nuevo para salir del proceso de producción.
- **Leds:** Los leds indican al operario los sensores que están activos en cada momento del proceso, siendo posible conocer el estado de los actuadores y la posición de las partes móviles del proceso.
- **Seta de emergencia:** Mediante la seta de emergencia se accede a la parada de emergencia del sistema, explicada en la memoria del proyecto.



DESARROLLO DE LA AUTOMATIZACIÓN DE UN SISTEMA DE PROCESADO DE PIEZAS Y SU TRASLADO A ALMACÉN MEDIANTE PLC'S SIEMENS S7-1200 Y SCHNEIDER M241 CON COMUNICACIONES DISTRIBUIDAS MODBUS TCP E INTERACCIÓN MEDIANTE PANTALLA TÁCTIL HMI OMRON

VISUALIZACIÓN DEL ALMACÉN VERTICAL

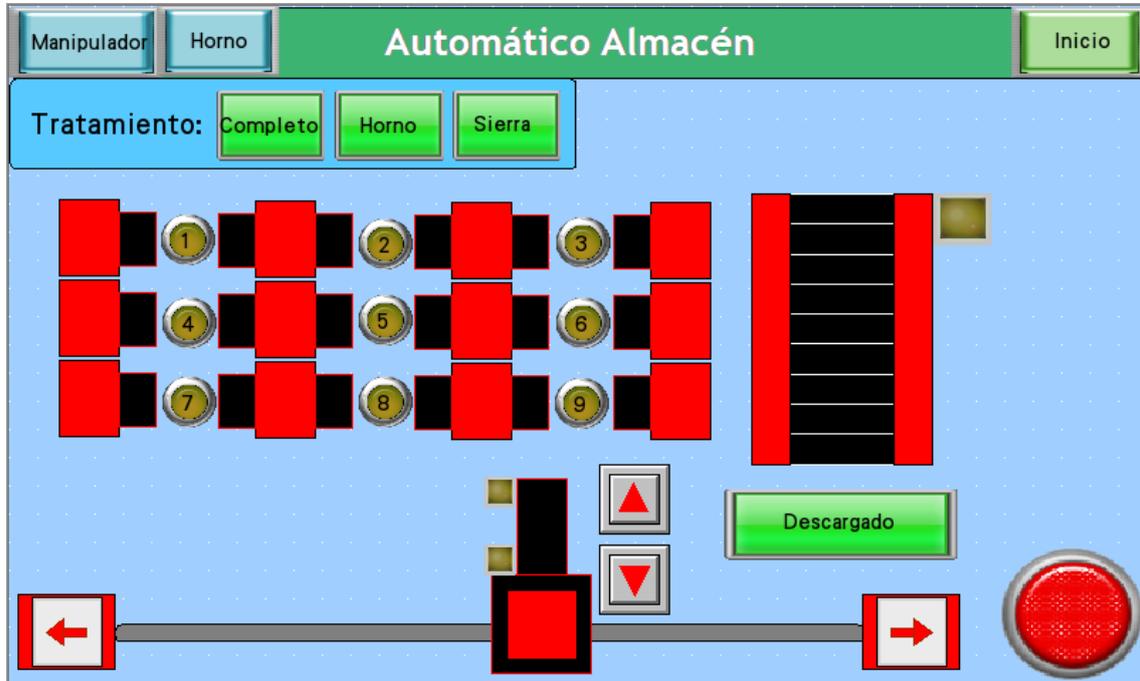


Ilustración 3. Visualización del almacén vertical

Como se puede observar en la ilustración 3 el operario dispondrá de un esquema representativo del almacén vertical desde el cual dispone de los siguientes elementos:

- **Botón “Horno” y “Almacén”:** Con estos botones el operario podrá alternar entre las pantallas de visualización de los diferentes procesos.
- **Tratamiento:** Antes de empezar con el proceso de producción el operario debe elegir el tratamiento que va a recibir la pieza, siendo solo posible mantener un solo botón de tratamiento pulsado para evitar errores en el proceso.
- **Botón “Inicio”:** Con este botón el operario da comienzo al proceso de producción de piezas, siendo un botón que una vez pulsado cambia su forma a “Fin”, siendo necesario pulsarlo de nuevo para salir del proceso de producción.
- **Leds:** Los leds indican al operario los sensores que están activos en cada momento del proceso, siendo posible conocer el estado de los actuadores y la posición de las partes móviles del proceso.
- **Seta de emergencia:** Mediante la seta de emergencia se accede a la parada de emergencia del sistema, explicada en la memoria del proyecto.



**DESARROLLO DE LA AUTOMATIZACIÓN DE UN SISTEMA DE PROCESADO DE
PIEZAS Y SU TRASLADO A ALMACÉN MEDIANTE PLC'S SIEMENS S7-1200 Y
SCHNEIDER M241 CON COMUNICACIONES DISTRIBUIDAS MODBUS TCP E
INTERACCIÓN MEDIANTE PANTALLA TÁCTIL HMI OMRON**