ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL

FACULTAD DE INGENIERÍA ELÉCTRICA Y ELECTRÓNICA

DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA DE CONTROL PARA UNA INYECTORA DE PLÁSTICO

PROYECTO PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE INGENIERO EN ELECTRÓNICA Y CONTROL

MOLINA VELA EDWIN MARCELO

ed.molina.vela@hotmail.com

DIRECTOR: ING. JORGE MOLINA

jorgemolina@hotmail.com

Quito, Mayo 2009

DECLARACIÓN

Yo, Edwin Marcelo Molina Vela, declaro bajo juramento que el trabajo aquí descrito es de mi autoría; que no ha sido previamente presentada para ningún grado o calificación profesional; y, que he consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.

A través de la presente declaración cedo mis derechos de propiedad intelectual correspondientes a este trabajo, a la Escuela Politécnica Nacional, según lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual, por su Reglamento y por la normatividad institucional vigente.

_____

Edwin Molina

CERTIFICACIÓN

Certifico que el presente trabajo fue desarrollado por Edwin Marcelo Molina Vela, bajo mi supervisión.

_____

Ing. Jorge Molina

DIRECTOR DEL PROYECTO

AGRADECIMIENTO

Mi reconocimiento y agradecimiento especial al ingeniero JORGE MOLINA, director del proyecto por su ayuda, paciencia y dedicación en el desarrollo del presente proyecto y al ingeniero SILVIO GUANIN por brindarme su ayuda incondicional en el desarrollo de mi vida profesional.

DEDICATORIA

El presente proyecto lo dedico a mis padres, hermanos por su invaluable sacrificio en pos de mi formación y educación, en especial a la señora MARÍA ANGELICA VELA, por su constante apoyo y amor que solo una madre puede brindar.

CONTENIDO

1 **DESCRIPCIÓN DE LA MÁQUINA INYECTORA DE PLÁSTICO** 1
1.1 Introducción 1
1.2 Tipos de moldeado de plásticos 1
1.2.1 Moldeado de compresión 2
1.2.2 Moldeado por inyección 2
1.2.3 Moldeado por extensión 2
1.2.4 Moldeado por termoformas 3
1.3 Materiales para moldeo por inyección 3
1.3.1 Termoplásticos 3
1.4 Máquina de inyección 6
1.4.1 Unidad de inyección 8
1.4.2 Unidad de cierre 10
1.4.3 Unidad de control 11
1.4.4 Unidad de potencia 12
1.5 Parámetros y características de una inyectora 13
1.5.1 Ciclo de inyección 14
1.5.2 Duración del Ciclo de Inyección 17
1.6 Moldes de inyección 19
1.6.1 Partes básicas de un molde 20
1.6.2 Tipos de moldes 25
2 **DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA DE CONTROL MEDIANTE PLC** 27

2.1 Introducción 27
2.2 Consideraciones generales para el diseño del nuevo sistema de control 27
2.2.1 Consideraciones para la selección del PLC 28
2.2.2 Características del PLC 31
2.2.3 Pantalla táctil TP177 micro 33
2.2.4 Cable PPI 34
2.2.5 Modos de operación de la máquina 34
2.2.6 Controladores de temperatura 36
2.2.7 Unidad de control hidráulica 39
2.3 Fases de operación de la máquina 39
2.3.1 Cierre de molde 40
2.3.2 Aproximación de la unidad de inyección 40
2.3.3 Inyección 42
2.3.4 Mantenimiento de presión 42
2.3.5 Carga de material 42
2.3.6 Rechupe 42
2.3.7 Refrigeración 43
2.3.8 Apertura del molde y retracción de la unidad de inyección 43
2.3.9 Encendido 43
2.4 Sistemas de seguridad y emergencia 43
2.4.1 Ubicación de las principales seguridades 44
2.5 Programación del PLC 46
2.5.1 Acciones que realiza el programa de control 46
2.5.2 Software de programación 47
2.5.3 Estructura del programa de control 52

3 **CONFIGURACIÓN DE LA INTERFAZ HOMBRE-MÁQUINA - HMI** 71
3.1 Introducción..... 71
3.2 Descripción del sistema WinCC Flexible..... 72
3.2.1 Componentes de WinCC Flexible..... 72
3.2.2 WinCC flexible Engineering System 73
3.3 Automatización con WinCC Flexible 74
3.3.1 Control con un panel de operador 74
3.3.2 Control con varios paneles de operador 75
3.3.3 Sistema HMI con funciones centrales..... 75
3.3.4 Soporte de equipos móviles 76
3.4 Configuración de un touch panel usando Wincc flexible. 77
3.4.1 Crear un Proyecto..... 78
3.4.2 Crear las imágenes..... 80
3.4.3 Configurar los avisos 81
3.4.4 Comprobar el proyecto 86
3.4.5 Transferir el proyecto..... 87
3.5 Descripción del HMI realizado..... 89
4 **MONTAJE, INSTALACIÓN Y PRUEBAS** 94
4.1 Introducción..... 94
4.2 Montaje e instalación del plc 94
4.3 Instalación de la pantalla táctil 95
4.4 Pruebas de funcionamiento del programa de control del PLC 96
4.5 Pruebas de comunicación entre el PLC y la pantalla táctil..... 99
4.6 Pruebas de funcionamiento de la máquina 101
4.6.1 Pruebas en el cierre de prensa..... 101

4.6.2 Pruebas en la Inyección. 101

4.7 Pruebas de producción de la máquina 102

5 **CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES** 103

6 **BIBLIOGRAFÍA**. 106

LIBROS y MANUALES 106

ARTÍCULOS 106

DIRECCIONES ELECTRÓNICAS 106

7 **ANEXOS** 1

7.1 ANEXO A 2

7.1.1 Datos técnicos del SIMATIC S7 - 200, CPU 226, TP177 MICRO, Y CABLE PPI 2

7.2 ANEXO B 1

7.2.1 Planos de conexiones eléctricas 1

7.3 ANEXO C 1

7.3.1 Configuración básica de la pantalla táctil TP177 micro 1

7.4 ANEXO D 1

7.4.1 Programa de control del PLC 1

7.5 ANEXO E 1

7.5.1 Datos técnicos del controlador de temperatura maxtermo MC 5538 ... 1

RESUMEN

Se ha desarrollado un sistema de control para una máquina de inyección de plásticos hidráulica. Este proyecto se encuentra dividido en cinco capítulos.

El capítulo 1 indica las diferentes partes que compone una máquina de inyección de plásticos hidráulica, muestra su funcionamiento en conjunto y algunos parámetros importantes que deben tenerse en cuenta para su correcto funcionamiento.

El capítulo 2 muestra el diseño e implementación del sistema de control mediante PLC para la máquina de inyección de plásticos hidráulica.

El capítulo 3 indica la configuración de una pantalla táctil y describe el software utilizado para su configuración.

El capitulo 4 muestra el montaje e instalación de los equipos utilizados y las pruebas y resultados obtenidos, una vez instalado el nuevo sistema de control.

El capitulo 5 contiene conclusiones y recomendaciones del presente proyecto.

PRESENTACIÓN

En la actualidad la industria de la inyección de plásticos ha avanzado a pasos agigantados junto con el desarrollo de la tecnología, es por esto que los dueños de empresas deben actualizar constantemente sus máquinas de producción para competir en un mercado cada vez más estricto en cuanto a calidad y economía. Es por esta razón que se ha implementado un nuevo sistema de control para una máquina de inyección de plásticos hidráulica.

Antiguamente se usaban grandes tarjetas para el control de las inyectoras de plástico, lo cual dificultaba la reparación de las mismas cuando sufrían algún desperfecto. Con la utilización de un PLC se ha conseguido detectar rápidamente cualquier falla que se pudiere dar en el sistema; además, se ha logrado disminuir el tamaño físico del sistema de control.

El desarrollo del presente proyecto pretende incentivar a directivos de empresas nacionales a mejorar o cambiar su tecnología para que nuestro país sea cada más competitivo ante un mundo totalmente industrializado.

CAPITULO I

1 DESCRIPCIÓN DE LA MÁQUINA INYECTORA DE PLÁSTICO

1.1 INTRODUCCIÓN

La inyección de termoplásticos es un proceso físico y reversible, en el que se funde una materia prima llamada termoplástico, por el efecto del calor, en una maquina llamada inyectora. Esta máquina con el termoplástico en estado fundido, lo inyecta dentro de las cavidades huecas de un molde, con una determinada presión, velocidad y temperatura. Transcurrido un cierto tiempo, el plástico fundido en el molde, va perdiendo su calor y volviéndose solido, copiando las formas de las partes huecas del molde donde ha estado alojado. El resultado es un trozo de plástico solido, pero con las formas y dimensiones similares a las partes huecas del molde. [5]

Los productos típicos que se obtienen pueden ser: envases, contenedores de pared fina, barquetas, tarrinas, cubos, preformas para soplado, tapones etc.

También se pueden mencionar los envases multicapa fabricados por el proceso de coinyección. En este caso se utilizan dos inyectoras suministrando cada una el material de cada capa. Para este proceso es necesaria más de una inyectora.

1.2 TIPOS DE MOLDEADO DE PLÁSTICOS

Existen varias formas para el moldeado de plásticos, los cuales pueden ser divididos en:

- Moldeado de compresión.

- Moldeado por inyección.
- Moldeado por extensión.
- Moldeado por termoformas.

1.2.1 MOLDEADO DE COMPRESIÓN

Este método consiste en llenar con una gran cantidad de material el molde cuando éste se encuentra abierto, para luego ser cerrado bajo presión, causando que el material fluya dentro de la cavidad de moldeado. La presión requerida depende del material a moldear y la geometría del molde. El molde se mantiene cerrado hasta que el material se cure, después el molde se abre, el producto es retirado y se repite el ciclo. [7]

1.2.2 MOLDEADO POR INYECCIÓN

Es el proceso más práctico, la operación es fácil, pero el equipo no. Un material termoplástico, que es viscoso a temperaturas elevadas y es estable a temperatura ambiente, se mantiene caliente, luego es forzado desde el reservorio hasta un molde que es mantenido a bajas temperaturas; posteriormente el molde es abierto tan pronto como el material se enfría. La velocidad del ciclo es determinada por la rapidez con que el material usado se enfría.

El 60% de las máquinas de transformación de plástico son conocidas como máquinas de inyección, con las que se pueden fabricar piezas desde un peso de miligramos hasta 100 Kg. [7]

1.2.3 MOLDEADO POR EXTENSIÓN

El proceso de extensión consiste en estirar el plástico derretido. La aplicación de este método es en la producción continua de largos filamentos, etc. [7]

1.2.4 MOLDEADO POR TERMOFORMAS

Consiste en calentar una hoja de plástico; la forma de la pieza se da con la forma que tenga el molde, tanto como por diferentes presiones de aire o por métodos mecánicos. [7]

1.3MATERIALES PARA MOLDEO POR INYECCIÓN

1.3.1 TERMOPLÁSTICOS

Los termoplásticos son una parte muy importante de la familia de los plásticos. En estos materiales es por efecto de la temperatura lo que logra conseguir su estado plástico y moldeable; que le permite adoptar diferentes formas. En los termoplásticos, la temperatura necesaria para reblandecerse y hacerse moldeable es de 180 a 330ºC, dependiendo de la composición del mismo.

1.3.1.1 Composición de los termoplásticos

Los termoplásticos son compuestos orgánicos; ya que su elemento fundamental es el carbono. Están formados por macromoléculas (moléculas de gran longitud) y son creados transformando químicamente sustancias, inferiores en tamaño, que tienen otras características. No obstante, existen otras sustancias con macromoléculas similares, como son la celulosa, el caucho natural y la seda.

Para estudiar la composición de los plásticos, partimos del cepillo de fregar ropa, fabricado por el termoplástico llamado Polipropileno (abreviado PP) y por el proceso productivo más normal para este tipo de piezas que es por inyección.

Si a una zona de este objeto se realizaran sucesivas ampliaciones, se observaran (figuradamente) un conjunto de hilos de aproximadamente la misma longitud, formando una especie de ovillo, la mayor parte de él desordenado. Es como si se hubiese cogido algunos millones de hilos, cortados más o menos a la misma medida y se hubiesen tirado al azar unos encima de otros.

Al observar cada uno de estos hilos que forman el ovillo, se puede notar que están formados por unidades idénticas que se repiten. Para darles un nombre apropiado, los hilos son las macromoléculas y las unidades que se repiten son el monómero.

El monómero es la parte más importante y es el que confiere la mayor parte de las características del plástico. Como definición podríamos decir que: *" el monómero es una molécula de tamaño relativamente pequeño con propiedad de unirse entre sí o a otras formando otra molécula de dimensiones relativamente grandes"*. [5] Esta nueva molécula o macromolécula se lama polímero. Los hilos de los cuales se hablo antes se llaman polímeros.

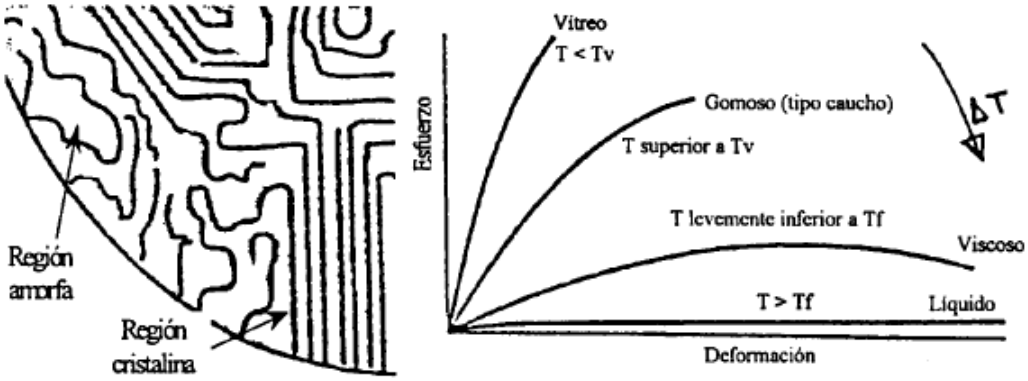
Por definición, una sustancia se puede considerar polímero, cuando las repeticiones de la unidad básica (monómero) están por encima de 30 a 50 veces.

Cuando en la macromolécula (el hilo), las unidades básicas que se repiten son iguales, o sea el monómero, a este polímero se le llama homopolímero. Si utilizamos 2 unidades básicas diferentes que se repiten a lo largo de la macromolécula, se le llama copolímero. Si fuesen 3 las unidades básicas diferentes se llamarían terpolímero.

El proceso químico por el cual se obtiene el polímero, se llama polimerización, poliadición o policondensación.

Dependiendo de cuáles son los monómeros empleados y como se ha llevado a cabo la reacción, nos encontraremos con toda la variedad de plásticos, en los cuales con solo mirar las macromoléculas (los hilos), su forma, la disposición de unas con otras, las uniones entre ellas, podemos realizar agrupaciones de plásticos que tienen propiedades similares: [5]

- Termoestables. (5% de la fabricación de plásticos y mezclados con resina epoxi)
- Termoplásticos: cristalinos y amorfos
- Elastómeros o gomas



a) b)

Figura N° 1.1 a) Se muestra la diferencia entre una región formada por un termoplástico amorfo y cristalino. **b)** Etapas de deformación del polímero conforme se incrementa la temperatura aplicada. [7]

Donde:

- Tv Temperatura de transición vítrea.
- Tf Temperatura de fusión.
- T Temperatura aplicada al polímero.

1.3.1.2 Termoplásticos cristalinos

Al enfriarse, sus cadenas tienden a enlazarse muy ordenadamente por lo que se produce un empaquetamiento muy ordenado. A este empaquetamiento ordenado se le denomina cristalización.

Se puede comparar este proceso con lo que pasa con los minerales (Cuarzo, Diamante etc.), en los que sus moléculas tienen un ordenamiento muy alto, es decir, alta cristalización, ofreciendo formas muy definidas en su aspecto externo. [7]

1.3.1.3 Termoplásticos amorfos

Es todo lo contrario a los cristalinos. Las cadenas no mantienen ningún orden aparente durante su enfriamiento. El empaquetamiento es mucho menor que en los Cristalinos. [7]

En la tabla No. 1.1, se muestran las principales diferencias entre los dos tipos de termoplásticos.

AMORFOS	CRISTALINOS
Normalmente transparentes	Opacos
Resistencia mecánica media	Resistencia mecánica alta
Poca resistencia a la fatiga	
Temperatura de fusión definida	Intervalo de fusión muy definido y estrecho (3-4ºC)
Bajas contracciones de moldeo	Altas contracciones de moldeo

Tabla N°1.1 Principales características de lo termoplásticos amorfos y cristalinos.

1.4MÁQUINA DE INYECCIÓN

Una máquina inyectora es un equipo capaz de plastificar el material polimérico y bombearlo hacia un molde, en donde llena una cavidad y adquiere la forma del producto deseado.

Según la norma DIN 24450, una inyectora es una máquina cuya tarea principal consiste en la fabricación discontinua de piezas a partir de masas de moldeo de elevado peso molecular, con la ayuda de presiones elevadas.

En la figura No. 1.2, se observa un ejemplo de una inyectora hidráulica de plástico.

Figura N°1.2 Fotografía de una inyectora de plástico hidráulica.

Una inyectora se compone de cuatro unidades principales

- La unidad de **inyección**
- La unidad de **cierre**
- La unidad de **control**
- La unidad de **potencia**

La unidad de inyección plastifica, funde e inyecta la resina a gran temperatura en el molde cerrado. La unidad de cierre soporta las dos mitades del molde, cierra y sujeta fuertemente durante la inyección y finalmente se abre para expulsar la pieza. La base de la máquina soporta a las unidades de cierre e inyección y alberga al equipamiento eléctrico, electrónico, neumático e hidráulico necesario para el funcionamiento y control de la máquina.

En la figura No. 1.3, se observan las cuatro unidades principales, componentes de una inyectora.

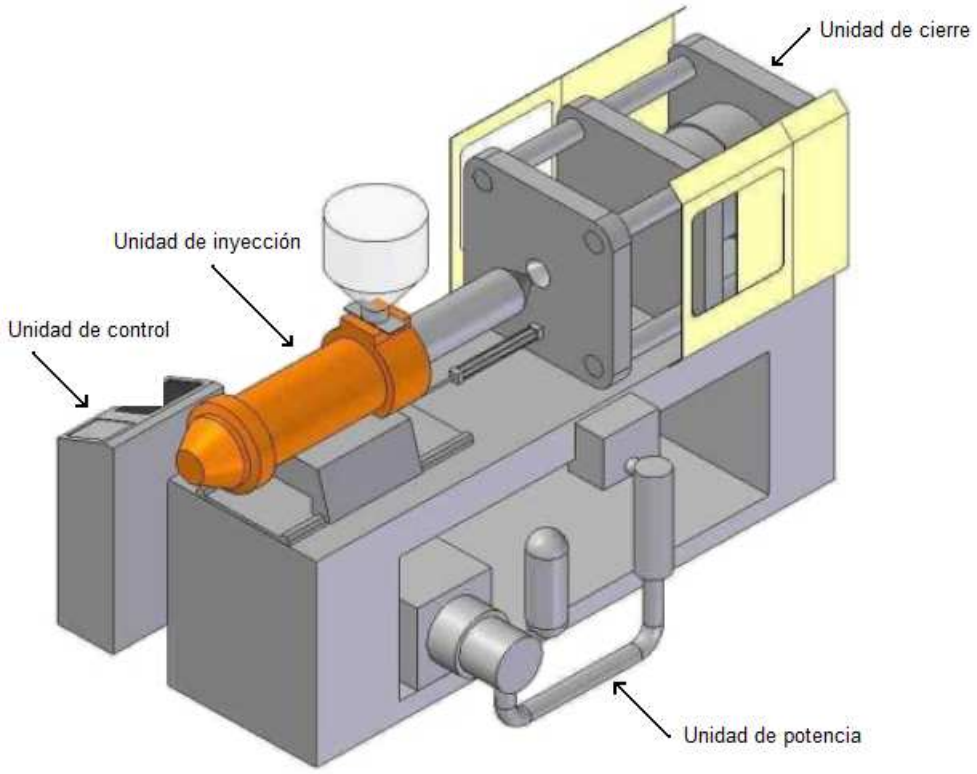


Figura N°1.3 Componentes de una máquina inyectora de plástico [7]

1.4.1 UNIDAD DE INYECCIÓN

La unidad de inyección está conformada por un tornillo, un barril de inyección, una boquilla y las resistencias alrededor del cilindro. El material sólido ingresa por la tolva a la zona de alimentación del tornillo, en esta zona es transportado, por efecto de la rotación del tornillo dentro del cilindro, hacia la zona de fusión donde se plastifica; finalmente el material es bombeado hacia la parte delantera del tornillo en la zona de dosificación. Durante el proceso de plastificación del material el tornillo gira constantemente; cuando se va a realizar la inyección hacia el molde, el tornillo deja de girar y actúa a manera de pistón, haciendo fluir el plástico fundido hacia el molde y llenando las cavidades. [7]

Se conoce que la conductividad térmica de los plásticos es muy inferior a la de los metales, por lo que su procesamiento debe hacerse en capas delgadas para que la transferencia de calor sea lo más rápida posible y sostenible económicamente. Esto se logra aprovechando el fenómeno de plastificación, que consiste en la fusión de la capa de material directamente en contacto con la superficie del barril, la cual transmite el calor, por convección forzada, al material sólido en las capas inferiores hasta que se plastifica completamente la masa de material.

Figura N°1.4 Fotografía de una unidad de inyección. [4]

Existen dos tipos de unidades de inyección usadas en aplicaciones de envases:

- Tornillo reciprocante
- En dos etapas.

1.4.1.1 Tornillo reciprocante

Cuando el motor hace girar al husillo, la acción de cizalla sobre el polímero genera la mayor parte del calor necesario para la plastificación. Solo alrededor del 20% del calor requerido es aportado por los calentadores del cilindro. A medida que el husillo gira, retrocede y alimenta el fundido de la parte frontal; y una vez que se alcanza el volumen requerido, deja de girar y se mueve hacia delante para inyectar la resina en el molde. La inyección tiene lugar a una velocidad y presión predeterminadas para asegurar el completo llenado del molde. Una vez que el polímero fundido ha sido inyectado, el husillo continúa haciendo presión para mantener la resina dentro del molde por un tiempo determinado, para compensar la contracción de la pieza mientras se está enfriando en el molde.

1.4.1.2 En dos etapas

Este tipo de unidades tiene separados los componentes para la plastificación o fusión y la inyección del polímero. La extrusora alimenta el polímero fundido hacia un recipiente de inyección desde el cual el polímero fundido se inyecta en el molde por la acción del pistón de inyección.

En el moldeo de pared fina, se debe enfatizar en el diseño de la unidad de inyección, la cual debe tener altas velocidades de inyección, alta presión de inyección y velocidad de plastificación, además de ser reproducible en cada ciclo.

La velocidad de inyección es crítica. El polímero fundido que se mueve a través de una cavidad estrecha sobre distancias largas, tiende a enfriarse rápidamente y se solidifica antes del llenado completo del molde. Para prevenir esto, la velocidad de inyección debe ser muy rápida, los moldes multicavidad actuales requieren altas velocidades de inyección. Sobre 1.5 kg/s son comunes en el moldeo de piezas de

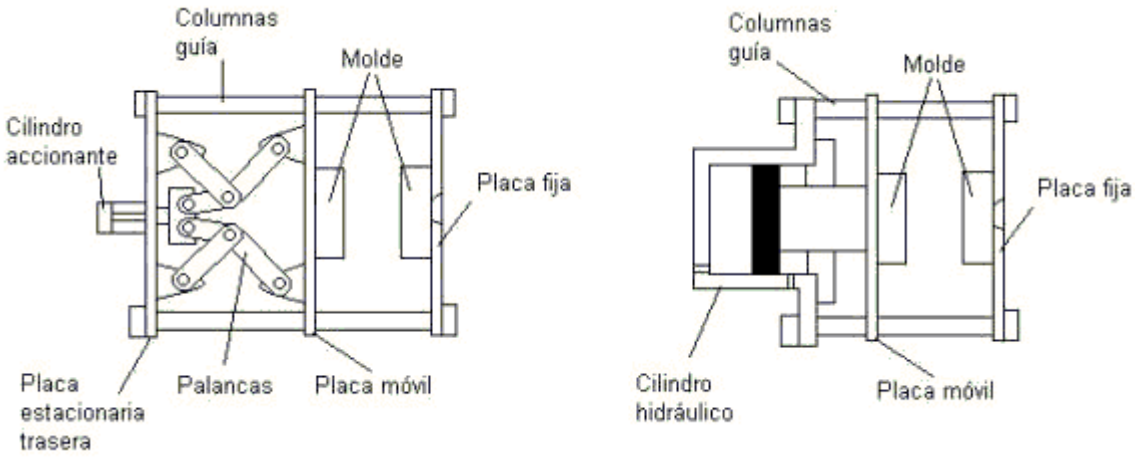
pared estrecha. También se hacen necesarias altas presiones de inyección para alcanzar altas velocidades de inyección en cavidades para piezas de pared estrecha. Los acumuladores hidráulicos pueden proveer de la fuerza instantánea necesaria para la inyección sin sobredimensionar las bombas hidráulicas ni motores. Se necesitan altas velocidades de plastificación con ciclos cortos en aplicaciones para envases.

Una ventaja de las inyectoras de dos etapas es que la extrusora puede funcionar continuamente sin interrupción durante las fases de inyección y mantenimiento. Es esencial la reproducibilidad de inyección para conseguir alta calidad y mantener el peso de la pieza en el mínimo deseado. Generalmente la exactitud en el control del volumen e inyección en inyectoras de tornillo reciprocante es menor que en la de dos etapas debido al tiempo de retardo de la válvula anti-retorno durante la inyección. El control de temperatura en la boquilla es fundamental en la definición de las características finales de la pieza moldeada, ya que es el último elemento que atravesará el polímero antes de llenar al elemento más importante del sistema de inyección, el MOLDE, que será analizado en su respectiva sección.

1.4.2 UNIDAD DE CIERRE

Consiste de una prensa conformada por dos placas portamoldes, una móvil y otra fija. El sistema de accionamiento de la placa móvil puede ser un mecanismo de palancas acodadas, accionado hidráulicamente, un cilindro hidráulico o un sistema eléctrico de tornillo sin fin accionado por un motor.

El parámetro fundamental para dimensionar una unidad de cierre es la fuerza para mantener el molde cerrado. Otros parámetros importantes en una unidad de cierre son: la distancia mínima entre placas, la distancia máxima de apertura, las dimensiones de las placas, la distancia entre columnas y la carrera del sistema de expulsión. Estos datos se utilizan para dimensionar los moldes. [7]



a) **b)**

Figura N°1.5 Unidad de cierre a) Hidráulico-mecánico con palancas acodadas. b) Hidráulico [7]

En la figura No. 1.6, se ilustran fotografías de unidades de cierre.

Figura No 1.6 Unidades de cierre. [4]

1.4.3 UNIDAD DE CONTROL

Este sistema básicamente contiene un controlador lógico programable (PLC) y controladores PID para el control de temperatura en el barril y en la boquilla. [7]

El PLC permite programar la secuencia del ciclo de inyección, genera señales de alarma y, si es del caso, detener el ciclo.

Los controladores PID son los más adecuados para el control de temperatura debido a su elevada velocidad de respuesta.

1.4.4 UNIDAD DE POTENCIA

Es el sistema que suministra la energía necesaria para el funcionamiento de la unidad de inyección y de la unidad de cierre. Los principales tipos de sistemas de potencia se pueden clasificar como:

- Sistema de motor eléctrico con unidad reductora de engranajes.
- Sistema de motor hidráulico con unidad reductora de engranajes.

1.4.4.1 Sistema de potencia eléctrico

El sistema eléctrico se utiliza generalmente en máquinas relativamente pequeñas; y se emplea tanto para el giro del tornillo como para la apertura y cierre del molde.

La máquina está constituida por dos sistemas mecánicos de engranajes y palancas acodadas, uno para el cierre del molde y otro para el tornillo. Cada uno accionado por un motor eléctrico independiente. El accionamiento del tornillo, cuando se realiza la inyección, lo ejecuta un cilindro hidráulico. [7]

1.4.4.2 Sistema de potencia hidráulico

Los motores hidráulicos son los más comúnmente utilizados, su funcionamiento se basa en la transformación de la potencia hidráulica del fluido en potencia mecánica. A diferencia de los sistemas electromecánicos, donde la potencia es transmitida a través de engranajes y palancas, en un sistema con fluidos estos elementos se sustituyen, parcial o totalmente, por tuberías de conducción que llevan el fluido a presión a los pistones de inyección y de cierre del molde. El fluido que más se utiliza es el aceite, por sus propiedades lubricantes en aplicaciones que involucran grandes cargas. En los sistemas hidráulicos es común utilizar presiones que varían entre los 70 y 140 kg/cm2.

Las ventajas del motor hidráulico con respecto al eléctrico pueden resumirse en los siguientes puntos:

- Fácil variación de velocidades, regulando el caudal de fluido.
- La relación entre el torque y la velocidad es aproximadamente lineal. El límite de torque se determina por la presión limitante y el torque de arranque es aproximadamente igual al de funcionamiento.
- Permite arranques y paradas rápidas debido al pequeño momento de inercia.
- Permite relaciones bajas de peso potencia, lo que posibilita alcanzar altas velocidades de inyección del material.

1.5 PARÁMETROS Y CARACTERÍSTICAS DE UNA INYECTORA

Existen múltiples usos de una máquina de inyección, desde el moldeo de piezas simples hasta la co-inyección (obtención de un producto con dos capas de material distinto) o sobremoldeo, pero los parámetros que las caracterizan son los mismos. Las principales características utilizadas para dimensionar y comparar máquinas inyectoras son: [7]

- Capacidad o fuerza de cierre: usualmente se da en toneladas (ton).
- Capacidad de inyección: es el volumen de material que es capaz de suministrar la máquina en una inyección (cm3/inyección). Es común dar este valor en gramos, tomando como referencia la densidad del poliestireno.
- Presión de inyección: es la presión máxima a la que puede bombear la unidad de inyección el material hacia el molde. Usualmente se trabaja a un 60% de esta presión o menos.
- Capacidad de plastificación: es la cantidad máxima de material que es capaz de suministrar el tornillo, por hora, cuando plastifica el material; se da en kg/h.
- Velocidad de inyección: es la velocidad máxima a la cual puede suministrar la unidad de inyección el material hacia el molde; se da en cm3/s.

1.5.1 CICLO DE INYECCIÓN

El ciclo de inyección se puede dividir en las siguientes etapas:

- Cierre del molde.
- Inyección.
- Presión de sostenimiento.
- Nueva plastificación.
- Extracción.
- Cierre del molde.

1.5.1.1 Cierre del molde

Se cierra el molde vacío, mientras se tiene lista la cantidad de material fundido para inyectar dentro del barril. El molde se cierra en tres pasos: primero a una velocidad media y baja presión, luego se incrementa la velocidad y se mantiene una baja presión y finalmente se aplica la presión necesaria para alcanzar la fuerza de cierre requerida.

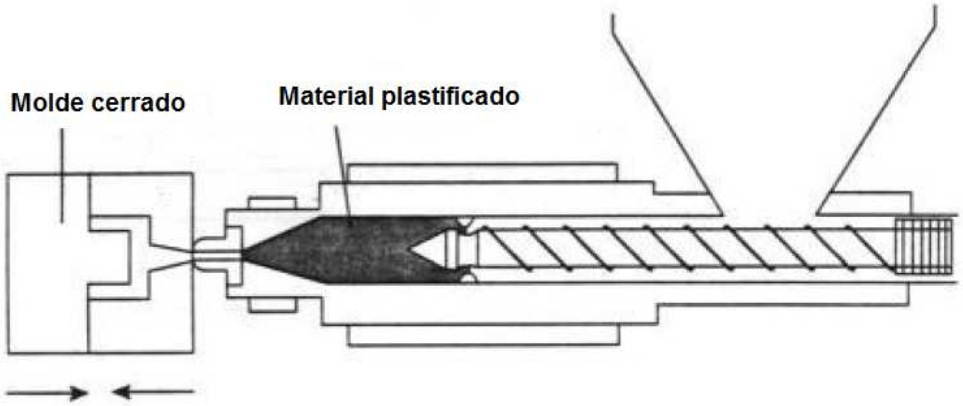


Figura N°1.7 Molde cerrado con material fundido listo para ser inyectado. [7]

1.5.1.2 Inyección

El tornillo inyecta el material, actuando como pistón, sin girar, forzando el material a pasar a través de la boquilla hacia las cavidades del molde con una determinada presión de inyección.

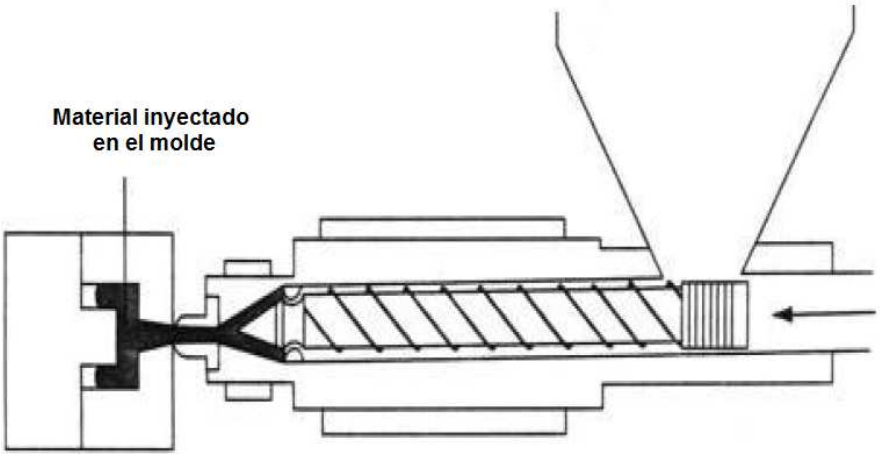


Figura N°1.8 Inyección del material fundido hacia el molde. [7]

1.5.1.3 Presión de sostenimiento

Al terminar de inyectar el material, se mantiene el tornillo adelante aplicando una presión de sostenimiento antes de que se solidifique, con el fin de contrarrestar la contracción de la pieza durante el enfriamiento. La presión de sostenimiento, usualmente, es menor que la de inyección y se mantiene hasta que la pieza comienza a solidificarse.

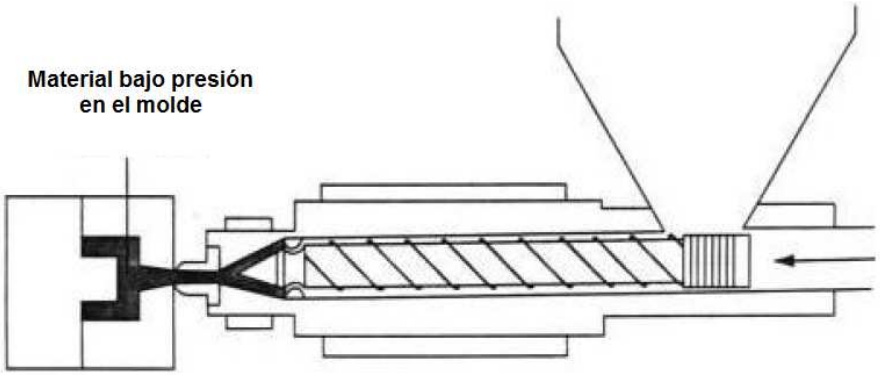


Figura N°1.9 Tornillo aplicando una presión de sostenimiento a la pieza. [7]

1.5.1.4 Nueva Plastificación

El tornillo gira haciendo circular los gránulos de plástico desde la tolva para plastificarlos. El material fundido es suministrado hacia la parte delantera del tornillo, donde se desarrolla una presión contra la boquilla cerrada, obligando al tornillo a retroceder hasta que se acumula el material requerido para la inyección.

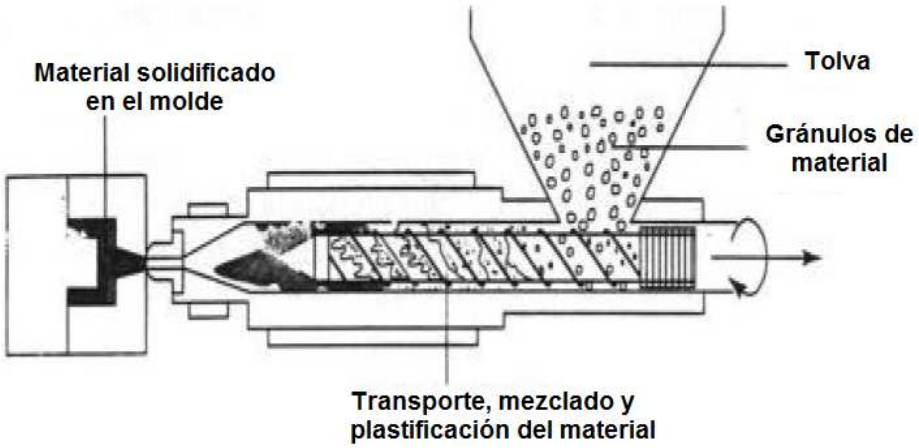


Figura N°1.10 Tornillo girando para desplazar los gránulos desde la tolva. [7]

1.5.1.5 Extracción

El material dentro del molde se continúa enfriando, donde el calor es disipado por el fluido refrigerante. Una vez terminado el tiempo de enfriamiento, la parte móvil del molde se abre y la pieza es extraída.

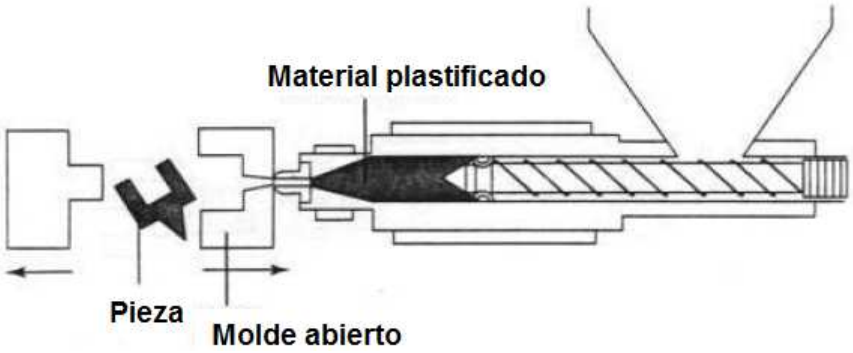


Figura N°1.11 Extracción de la pieza. [7]

1.5.1.6 Cierre del molde

El molde cierra y se reinicia el ciclo.

En cuanto al consumo de energía en cada una de las etapas del ciclo, se observa que en el cierre del molde apenas se requiere la potencia necesaria para vencer la fricción generada al desplazar la placa móvil. La etapa de inyección necesita la potencia máxima durante un período muy corto. El desplazamiento de la unidad de inyección y la apertura del molde requieren muy poca potencia. En el siguiente diagrama se esquematiza el consumo de energía durante el ciclo de inyección.

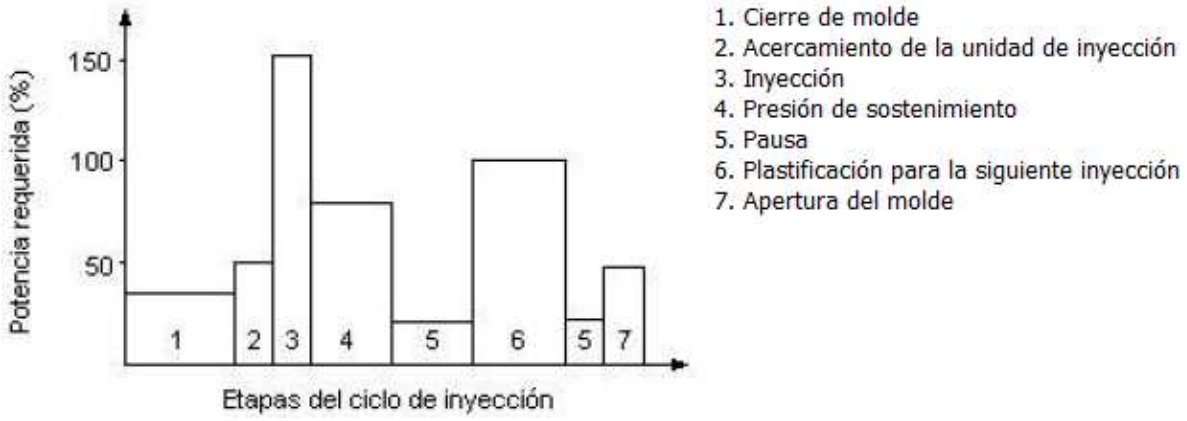


Figura N°1.12 Consumo de energía con respecto a cada etapa del ciclo de inyección. [7]

1.5.2 DURACIÓN DEL CICLO DE INYECCIÓN

El tiempo que tarda un ciclo de inyección permite establecer el costo y rentabilidad de una producción.

El cierre y apertura del molde tienen el mismo tiempo. La suma de estas etapas es el tiempo de ciclo en vacío, que es una constante de la máquina y la indica el fabricante; de igual manera, el fabricante señala el número máximo de ciclos en vacío por minuto. [7]

El tiempo total del ciclo se compone de:

- tiempo en vacío (tv)
- tiempo de inyección (ti)
- tiempo de aplicación de la presión de sostenimiento (tp)
- tiempo de plastificación (tf)
- tiempo de solidificación o enfriamiento (ts).

1.5.2.1 Tiempo de inyección (ti)

También se denomina tiempo de llenado del molde, es el tiempo necesario para que el material pase del barril a las cavidades en el molde. Este tiempo puede abarcar entre el 5 y el 30% del tiempo de ciclo total.

Para calcular ti, se requiere conocer el volumen que puede desplazar la máquina por segundo o sea la velocidad de inyección, que es indicada por el fabricante de la máquina.

En algunos casos la velocidad de inyección es indicada en gramos de poliestireno.

1.5.2.2 Tiempo de presión de sostenimiento (tp)

En esta etapa se busca compensar la contracción que sufre el material durante la solidificación, para evitar rechupes y distorsiones pronunciadas de la pieza. No existe una manera analítica de estimar este tiempo, por lo que en la práctica lo que se hace es determinar con prueba y error. No se justifica mantener la presión de sostenimiento durante todo el tiempo de solidificación de la pieza pues esto incrementaría el tiempo de ciclo y el gasto de energía.

1.5.2.3 Tiempo de plastificación (tf)

El tiempo de plastificación es el tiempo que demoran los gránulos de plástico en plastificarse, es decir hasta obtener el material fundido; este tiempo depende del tipo de material que se esté utilizando.

1.5.2.4 Tiempo de solidificación o de enfriamiento (ts)

Este tiempo transcurre entre el final de la aplicación de la presión de sostenimiento y el comienzo de la apertura del molde. En este tiempo se debe asegurar que el material ha solidificado y que al extraer la pieza, no se distorsionará.

Ts es el tiempo más largo del ciclo, llegando a alcanzar entre el 50 y el 85% del tiempo total.

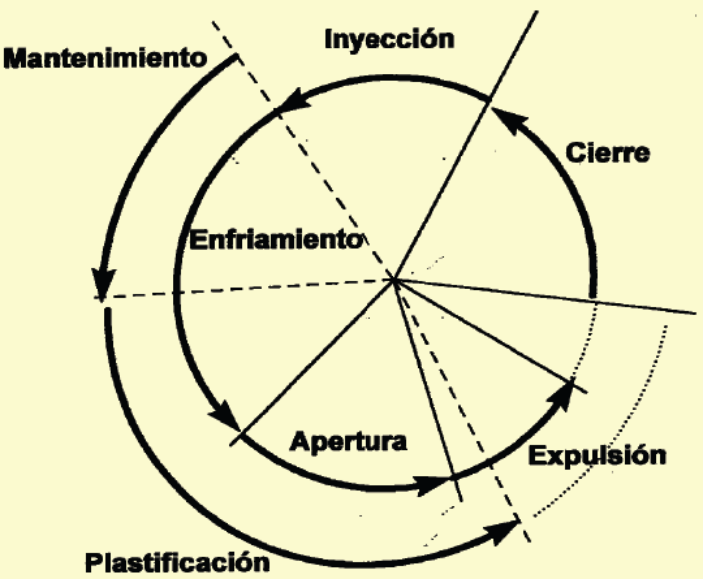


Figura N°1.13 Relación de etapas del ciclo de inyección. [4]

1.6 MOLDES DE INYECCIÓN

La función del molde es la de alojar el plástico fundido que envía la máquina de inyección, enfriarlo, darle la forma y extraerlo una vez solidificado.

Los moldes de fabricación de piezas de termoplásticos, son diseñados exclusivamente para un modelo de pieza. Los materiales que se emplean son de hierro y aceros de diferentes características. El material utilizado en cada una de las partes que componen el molde dependerá de la función que tenga que desempeñar.

El alto costo del molde esta dado por la cantidad de horas de trabajo de personal y maquinaria para su fabricación. Los materiales empleados tienen el 20% del costo total. Otro 20% del valor vendría dado por concepción, diseño y revisiones de la oficina técnica. El resto, 60% serían los trabajos de taller. Estos datos se toman como una referencia y el valor real dependerá de la complejidad del molde.

1.6.1 PARTES BÁSICAS DE UN MOLDE

Los moldes están formados por dos mitades llamadas: Parte fija o de inyección y parte móvil o de expulsión. [5]

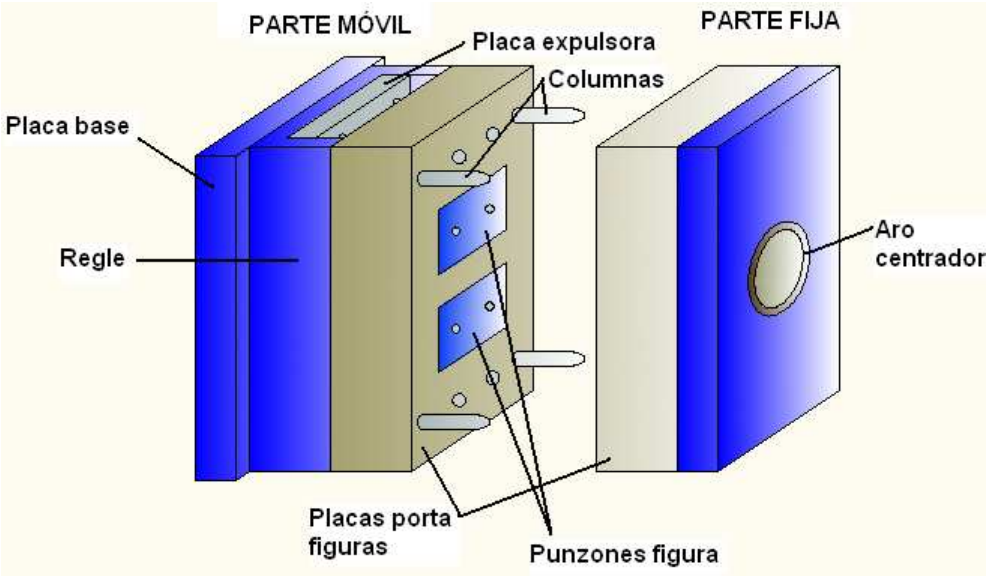


Figura N°1.14 Partes básicas de un molde.

1.6.1.1 Parte fija del molde

Esta parte del molde se encuentra sujeta a un plato fijo en la máquina, y es donde se apoya el cilindro de inyección de la máquina, para introducir en el molde el plástico fundido.

A continuación se muestran las partes constitutivas de la parte fija del molde:

- Placa base.
- Placa porta figuras.
- Centrador.
- Bebedero, ramales de distribución, y entradas.
- Circuitos de refrigeración.
- Guías o columnas del molde.

1.6.1.1.1 Placa base.

La placa base sujeta mediante bridas al plato fijo de la máquina. El grosor de esta placa debe ser lo suficiente, para evitar deformaciones y depende del peso total del molde (20-50 mm).

1.6.1.1.2 Placa porta figuras.

Se encuentran ubicadas tanto en la parte fija como en la parte móvil del molde. En estas placas se realizan las figuras de la pieza, ya sea como figuras ajustadas en la misma, o directamente realizadas sobre ella. Cada figura está compuesta por dos partes denominadas hembra y macho. La hembra llamada cajera suele realizarse siempre que sea posible en la parte fija del molde. Y el macho llamado punzón suele realizarse en la parte móvil.

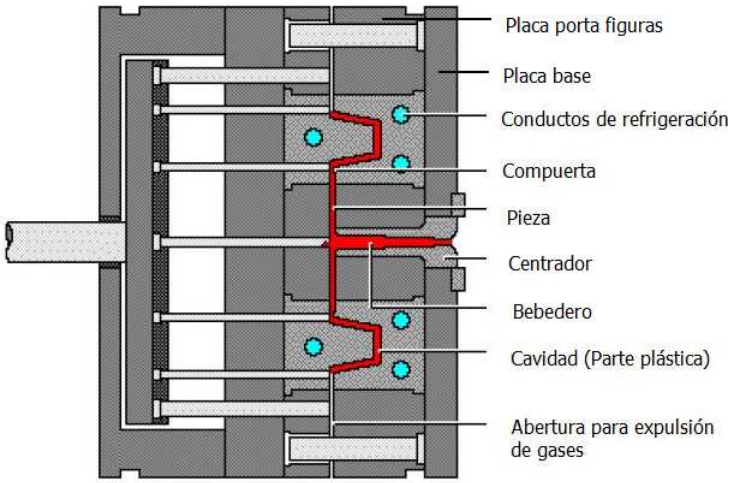


Figura N°1.15 Componentes de la parte fija del molde.

1.6.1.1.3 Centrador.

Sirve para centrar el molde en la máquina; es redondo y sobresale de la placa base para ajustarse al plato fijo de la máquina. Una vez centrado el molde, el cilindro de inyección de la máquina coincide con el orificio por donde tiene que entrar el plástico fundido en el molde.

1.6.1.1.4 Bebedero, ramales de distribución y entradas.

Son huecos creados en el molde, que sirven para que el plástico fundido que viene del cilindro de inyección de la máquina, pueda llegar a través de ellos hasta los huecos que tienen la forma de la pieza. Estas entradas tienen diferentes formas según su utilización y materiales empleados. Estos conductos que se llenan de plástico y que no forman parte de la pieza, cuando el plástico se enfría constituyen una merma del material empleado, llamada coladas, que tiene que ser minimizada con un estudio minucioso de las mismas.

También es posible mantener estos conductos a una temperatura lo suficientemente alta, mediante resistencias integradas en el molde, que mantenga el plástico fundido, sin llegar a degradarse. Con ello se evita la merma de coladas, este método se conoce como moldes con cámaras calientes.

1.6.1.1.5 Circuitos de refrigeración

Las dos partes del molde (fija y móvil), tienen una serie de circuitos, tanto en el interior de la placa porta figuras como en los postizos que tienen las figuras de la pieza, por donde pasa el líquido refrigerante. Con este sistema, a una temperatura dada del líquido refrigerante y si la máquina trabaja de forma continua a un ciclo dado, se establece un equilibrio entre la cantidad de calor que suministramos al molde con el plástico fundido, y la cantidad de calor que le quitamos al molde con el líquido refrigerante. Cada ciclo debe tener el menor tiempo posible para obtener piezas de buena calidad.

1.6.1.1.6 Guías o columnas del molde

El molde se compone de dos partes, la primera tiene un sistema de guías y la otra agujeros guía, de alto nivel de ajuste, que aseguran un perfecto acoplamiento de las

partes, evitando movimientos de una parte respecto a la otra cuando recibe la presión del plástico fundido que llega a las cavidades. Además se puede realizar ajustes finos de ambas partes, en las fases de construcción o reparación del molde. El número de guías y agujeros guía y su situación en los moldes depende del tamaño del mismo, suelen ser 4 para tamaños pequeños o medianos, y suelen estar ubicados en las 4 esquinas del molde, para moldes de forma rectangular, que son los más frecuentes.

1.6.1.2 Parte móvil del molde

Llamada así porque es la parte que está sujeta al plato móvil de la máquina y se mueve junto con esta. También es donde está normalmente ubicado el sistema de expulsión de la pieza cuando está terminada. En la figura No. 1.16, se muestran los componentes de la parte móvil de un molde.

A continuación se muestran las partes constitutivas de la parte móvil del molde:

- Placa base.
- Placa expulsora.
- Regle.
- Expulsores.
- Recuperadores.
- Partaje.
- Salida de gases.
- Agujeros roscados y cáncamos.

1.6.1.2.1 Placa base

Al igual que para la parte móvil, sirve para su sujeción mediante bridas u otros elementos de fijación al plato móvil de la máquina de inyectar. A diferencia de la anterior, esta placa normalmente no lleva centrador, pero lleva un orificio en su parte central que permite la entrada del vástago expulsor de la máquina, hasta la placa expulsora del molde.

1.6.1.2.2 Placa expulsora

Es un placa doble que lleva los expulsores y recuperadores. Es una placa flotante, guiada en un espacio determinado dentro del molde, cuando el vástago de expulsión de la máquina hace presión sobre la misma la placa expulsora extrae la pieza usando los expulsores que aloja. Y mediante los recuperadores lleva la placa expulsora a la posición de inicio en el momento del cierre de ambas mitades.

1.6.1.2.3 Regle

Son barras de hierro, puestas a ambos lados del molde, sujetos a la placa base y placa porta figuras mediante tornillos, creando un hueco central entre la placa base y la placa porta figuras, por donde se deslizará mediante guías la placa expulsora.

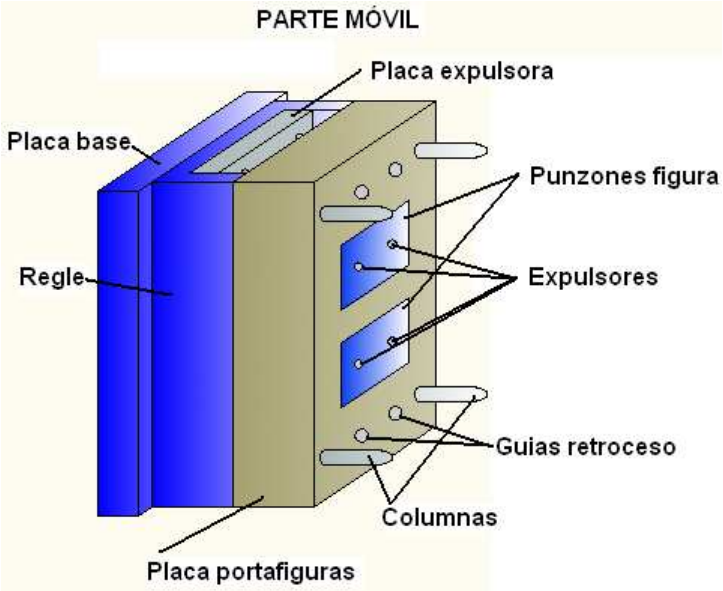


Figura N°1.16 Componentes de la parte móvil del molde.

1.6.1.2.4 Expulsores

Pueden tener diferentes formas, según la pieza aunque lo común es que sean de forma cilíndrica o laminar. Con un extremo en la placa expulsora y el otro formando parte de la superficie de molde en contacto con el plástico. Es un trasmisor directo, en la extracción de la pieza que se encuentra alojada en la cavidad del molde.

1.6.1.2.5 Recuperadores

Son varillas cilíndricas de mayor tamaño que los expulsores, ubicadas fuera de la superficie del molde, cuya misión es evitar que los expulsores dañen el molde cuando se cierran ambas mitades. De esta manera se asegura una recuperación de la placa expulsora y expulsores hasta su posición inicial.

1.6.1.2.6 Partaje

El partaje es una zona alrededor de las figuras donde ambas partes del molde se tocan, creando el límite de llenado de la cavidad. El ajuste debe ser perfecto para evitar que existan sobrantes de material en la pieza. Normalmente para ver el ajuste en estas zonas se suele pintar una de las partes con pintura azul (pintura al óleo) en forma de una fina capa, se presionan ambas partes y el azul tiene que aparecer repartido sobre la zona de la parte no pintada inicialmente. A esta operación se denomina comprobación de ajuste de molde.

1.6.1.2.7 Salida de gases

Son pequeños desajustes creados de forma precisa en el molde, están situados principalmente en las terminaciones del llenado de las piezas y permiten que el aire que hay en los huecos de la cavidad a llenar, junto con los gases que se generan en la inyección, tenga huecos en el ajuste para salir. Estas salidas son de tamaño (aproximadamente 0.02 mm) que permiten que salgan los gases pero no el plástico líquido.

1.6.1.2.8 Agujeros roscados y cáncamos

El molde posee en todas sus placas agujeros roscados de orificio suficiente para el enroscado de los cáncamos, que son utilizados para levantar los moldes usando puentes grúa.

1.6.2 TIPOS DE MOLDES

Existen dos tipos de moldes:

- Sistemas de dos placas

- Sistemas de tres placas

Los cuales pueden contener carros manuales o hidráulicos.

1.6.2.1 Moldes de dos placas

Los moldes de dos placas, o A y B son los más sencillos y comunes de todos los tipos de moldes. Estos moldes utilizan un lado A estacionario y un lado B móvil.

El termoplástico fundido se inyecta por medio de una corredera en el lado A y a lo largo de un sistema de colada ingresa a la cavidad o cavidades del molde. [7]

1.6.2.2 Moldes de tres placas

Los moldes de tres placas son una modificación del sistema de dos placas en la cual se añade una placa central entre las placas móvil y estacionaria.

La placa central aísla la corredera y el sistema de colada, de las piezas. El sistema de colada se forma entre la placa estacionaria y la central, y las piezas moldeadas se forman entre la placa central y la móvil.

Cuando se abre el molde, las piezas permanecen en la placa móvil y se expulsan desde ahí. Sin embargo, el sistema de colada y la corredera se separan de las piezas moldeadas y permanecen entre las placas central y estacionaria.

Un sistema expulsor accionado por resortes que se encuentra en la placa central expulsa la colada.

Existen varios aspectos de este sistema que lo hacen más favorable respecto al sistema de dos placas. En primer lugar, el corte de los puntos de inyección se realiza durante el proceso de expulsión de la pieza, no como una operación secundaria. En segundo lugar, existe mucha mayor libertad para seleccionar el número y ubicación de los puntos de inyección por medio de la colocación de los conos de inyección a través de la placa central. Se pueden colocar puntos de inyección en varios sitios de las piezas más grandes para facilitar el llenado. [7]

CAPITULO II

2 DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA DE CONTROL MEDIANTE PLC

2.1 INTRODUCCIÓN

En la actualidad la industria ha optado por la utilización de PLCs (Controlador lógico programable), por su robustez en ambientes industriales, facilidad de programación y compatibilidad para comunicarse con equipos de diferentes marcas.

Antiguamente se usaban grandes tarjetas para el control de las inyectoras de plástico, lo cual dificultaba la reparación de las mismas cuando sufrían algún desperfecto. Con la utilización de un PLC se ha conseguido detectar rápidamente cualquier falla que se pudiere dar en el sistema; además, se ha logrado disminuir el tamaño físico del sistema de control.

El control de la máquina se realiza mediante un programa cargado en el PLC, el cual actúa dependiendo del estado de los diferentes sensores que se encuentran distribuidos a lo largo de toda la máquina etapa por etapa. Estos sensores comunican al PLC el estado de la máquina, la etapa del ciclo en la que se encuentra, el estado de las protecciones para dar paso o no a su funcionamiento.

2.2 CONSIDERACIONES GENERALES PARA EL DISEÑO DEL NUEVO SISTEMA DE CONTROL

Por las razones antes expuestas, para el diseño del nuevo sistema de control se ha visto la conveniencia de utilizar un Controlador Lógico Programable – PLC, el cual, además de controlar todas la operaciones de la máquina, le dará mayor robustez al

sistema de control frente a las perturbaciones eléctricas generalmente encontradas en un ambiente industrial.

Para el nuevo sistema también se ha previsto la instalación de una pantalla táctil, a fin de monitorear variables críticas, modificar el valor de ciertos parámetros y facilitar al operador la detección y visualización de fallas en la máquina.

Para el control de temperatura de las zonas de calentamiento, se mantendrán operativos los cuatro reguladores de temperatura, marca MAXTHERMO, instalados actualmente.

A fin de optimizar recursos, para este proyecto se utilizará la instrumentación y demás dispositivos de mando y control ya existentes en la máquina.

En la figura No. 2.1, se ilustra en forma de bloques, la implementación del nuevo sistema de control de la máquina inyectora de plástico.

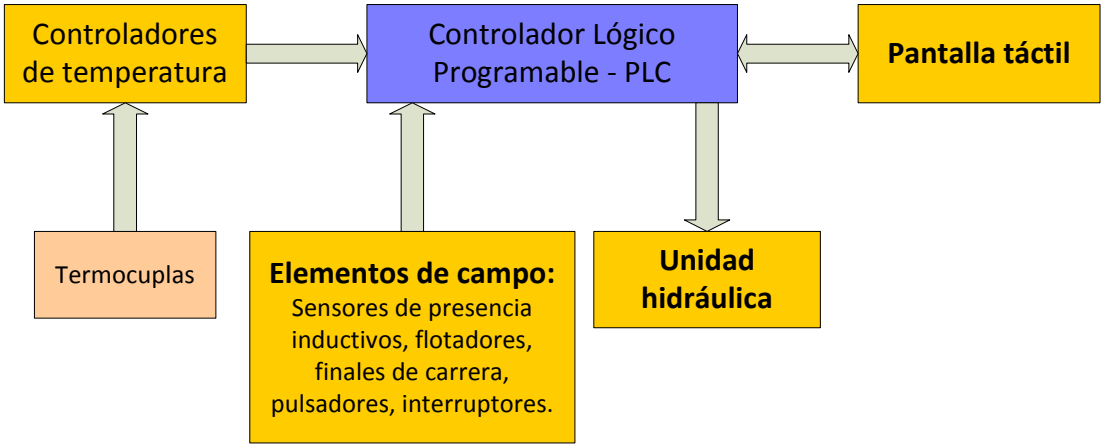


Figura N°2.1 Sistema de control de la máquina inyectora de plástico.

2.2.1 CONSIDERACIONES PARA LA SELECCIÓN DEL PLC

Para el dimensionamiento y selección del PLC se tomó en consideración lo siguiente:

- La información del sistema anterior.
- Los requerimientos del nuevo sistema de control.

- La instrumentación disponible.
- El número de entradas y salidas requeridas.
- Reservas para posibles incorporaciones o modificaciones futuras.

En lo que respecta a los requerimientos del nuevo sistema de control, se ha establecido lo siguiente:

- Superar las deficiencias detectadas en el antiguo sistema de control.
- Facilitar el ajuste y manipulación de las variables involucradas.
- Proporcionar un sistema de aviso por medio de texto en pantalla que indique a los operadores las fallas o valores fuera de los niveles permisibles.

2.2.1.1 Número de entradas y salidas del sistema de control

Entradas digitales:

DI	ZONA	ELEMENTO
I0.0	final de carrera puerta principal cierre	S1
I0.1	final de carrera puerta principal apertura	S2
I0.2	final de carrera puerta posterior	S3
I0.3	Final de carrera puerta zonas de calentamiento	S4
I0.4	Selector manual	S5
I0.5	Selector semiautomático	S5
I0.6	Selector automático	S5
I0.7	Selector expulsor adelante	SW1
I1.0	Selector expulsor atrás	SW1
I1.1	Selector ajuste molde adelante	SW2
I1.2	Selector ajuste molde atrás	SW2
I1.3	Pulsador rechupe	P1
I1.4	Pulsador abrir molde	P2
I1.5	Selector para carga de material	SW3
I1.6	Selector para la inyección	SW3
I1.7	Pulsador para cerrar molde	P3
I2.0	Selector unidad de inyección atrás	SW4
I2.1	Selector unidad de inyección adelante	SW4
I2.2	Sensor expulsor atrás	B1
I2.3	sensor expulsor adelante	B2

I2.4	Sensor fin de unidad de inyección adelante	B3
I2.5	Sensor fin de unidad de inyección atrás	B4
I2.6	seguro de bomba	P4, P5 y S6
I2.7	flotador nivel aceite tanque principal	SW5
I3.0	flotador nivel aceite tanque secundario	S7
I3.1	Sensor fin de apertura del molde	B5
I3.2	Sensor primera velocidad del molde	B6
I3.3	Sensor alta presión en el molde	B7
I3.4	Sensor segunda velocidad del molde	B8
I3.5	Sensor para fin de inyección	B9
I3.6	Sensor velocidad 2 de inyección	B10
I3.7	Sensor fin de carga e inicio de rechupe	B11
I4.0	Sensor bomba de lubricación	S8
I4.1	Final de carrera	S9
I4.2	Seguro de temperatura	S10
I4.3	Seguro de inyección	S11
I4.4	Entrada libre	
I4.5	Sensor fin de cierre del molde	B12
I4.6	Pulsador paro de bomba principal	P6
I4.7	Pulsador marcha de bomba principal	P7

Tabla N°2.1 Entradas digitales

Salidas digitales:

DI	ZONA	ELEMENTO
Q0.0	regulador 1 de presion de inyección y prensa	K1
Q0.1	regulador 2 de presion de inyección y prensa	K2
Q0.2	Velocidad 1 de sistema	K3
Q0.3	velocidad 1 del motor hidráulico	K4
Q0.4	Velocidad 2 de sistema	K5
Q0.5	velocidad 2 del motor hidráulico	K6
Q0.6	Velocidad 3 de sistema	K7
Q0.7	velocidad 3 del motor hidráulico	K8
Q1.0	Velocidad 4 de sistema	K9
Q1.1	velocidad 4 del motor hidráulico	K10
Q1.2	rechupe	K11
Q1.3	Cerrar molde	K12
Q1.4	Abrir molde	K13
Q1.5	Unidad de inyección adelante	K14

Q1.6	Unidad de inyección atrás	K15
Q1.7	inyección	K16
Q2.0	expulsor adelante	K17
Q2.1	expulsor atrás	K18
Q2.2	regulador prensa	K19
Q2.3	salida libre con rele	K20
Q2.4	salida libre con rele	K21
Q2.5	salida libre con rele	K22
Q2.6	contacor estrella	K23
Q2.7	Contactor triángulo	K24
Q3.0	Contactor bomba principal	K25
Q3.1	salida libre	
Q3.2	salida libre	
Q3.3	salida libre	
Q3.4	salida libre	
Q3.5	salida libre	
Q3.6	salida libre	
Q3.7	salida libre	

Tabla N°2.2 Salidas digitales

2.2.2 CARACTERÍSTICAS DEL PLC

A continuación se muestran las principales características del PLC SIEMENS S7 200 que se utilizó en este proyecto.

2.2.2.1 SIMATIC S7-200

Figura N°2.2 Equipos SIMATIC S7 - 200

- Montaje, programación y uso particularmente fáciles.
- De alta escala de integración, requiere poco espacio, potente.
- Aplicable tanto para los controles más simples como también para tareas complejas de automatización.
- Aplicable aislado, interconectado en red o en configuraciones descentralizadas.
- El PLC también se aplica para campos donde, por motivos económicos, no se aplicaban hasta ahora autómatas programables.
- Con destacadas prestaciones de tiempo real y potentes posibilidades de comunicación (PPI, PROFIBUS-DP, AS-Interface).
- Datos técnicos (Ver ANEXO A)

2.2.2.2 CPU 226

Figura N°2.3 CPU 226

- Con puerto PPI adicional que proporciona más flexibilidad y posibilidades de comunicación.
- Con 40 entradas/salidas a bordo.
- Expandible con máx. 7 módulos de ampliación.
- Datos técnicos (Ver ANEXO A)

2.2.2.3 Módulo digital de expansión EM223

- Entradas/salidas digitales para complementar la periferia integrada de las CPUs.
- Para adaptar flexiblemente el autómata a la tarea respectiva.
- Para ampliar posteriormente la instalación con entradas/salidas adicionales.
- Número de entradas digitales 16.
- Número de salidas digitales 16.
- Datos técnicos (Ver ANEXO A)

2.2.3 PANTALLA TÁCTIL TP177 MICRO

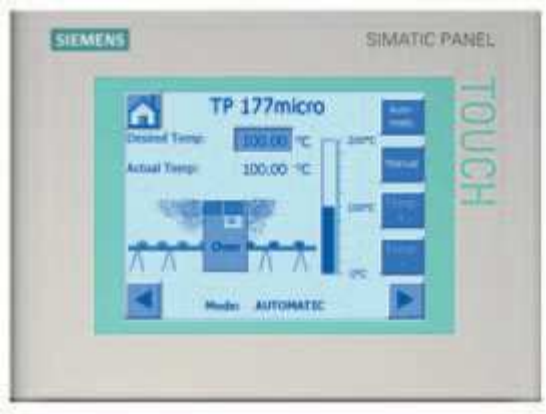


Figura N°2.4 Pantalla táctil TP177 MICRO

- Panel táctil para el manejo y visualización de máquinas e instalaciones pequeñas
- Pantalla táctil (analógica/resistiva) STN de 5,7“, Bluemode (4 tonos de azul)
- Especialmente concebido para el SIMATIC S7-200. La comunicación con el PLC se realiza por conexión punto a punto a través del puerto integrado.
- Conexión al PLC vía cable MPI o PROFIBUS DP.
- Software de configuración WinCC Flexible.
- Datos técnicos (Ver ANEXO A)

2.2.4 CABLE PPI

Figura N°2.5 Cable PPI para comunicación y programación.

Cable de interface PPI para comunicación y programación S7-200/PC (USB) (6ES7 901-3DB30-0XA0).

2.2.5 MODOS DE OPERACIÓN DE LA MÁQUINA

La máquina inyectora tiene tres modos de operación: manual, automático y semiautomático. Cuando opera en forma manual se puede realizar las operaciones fundamentales de la máquina, los movimientos se activan al pulsar los correspondientes pulsadores y quedan inactivos al dejar de pulsarlos. Cuando trabaja en forma semiautomática realiza un ciclo completo de trabajo y cuando termina la última secuencia no realiza más movimientos hasta que el operador pulse nuevamente (start) o arranque. Y finalmente cuando opera en modo automático la máquina realiza varios ciclos repetitivos hasta que el operador pulse (stop) o paro.

2.2.5.1 Operación en modo manual

Este modo de operación es usado usualmente para efectos de calibración de la máquina, para obtener piezas terminadas de buena calidad.

Cuando la máquina opera en este modo el operador puede mover independientemente las diferentes partes de la máquina; por ejemplo, es usado para montar el molde dentro de la prensa, ya que para realizar esta operación es necesario solo abrir o cerrar la prensa.

2.2.5.2 Operación en modo automático

El ciclo de trabajo se inicia luego del tiempo de parada de la máquina, el cual es ingresado por el operador a través del HMI. Al poner el interruptor en posición automática, la prensa empieza a cerrarse a una alta velocidad y baja presión; cuando se encuentra próxima a cerrarse la prensa baja la velocidad y se aplica una alta presión. Una vez que las placas se han juntado se inicia el avance de la unidad de inyección, hasta que la boquilla ingrese al molde y lo presione; entonces inicia la inyección con velocidad y presión controladas para luego llegar a una segunda presión de inyección. Una vez terminada la inyección inicia el tiempo de carga, para esto se mueve el motor hidráulico de la máquina que hace girar al tornillo para llevar el material desde la tolva hacia las zonas de calentamiento. Luego de terminar el tiempo de carga inicia el tiempo de enfriamiento, durante el cual la bomba no debe generar presión para evitar el recalentamiento del aceite. Una vez que ha terminado el tiempo de enfriamiento la prensa se abre totalmente y el expulsor se mueve hacia adelante para botar la pieza obtenida, luego de esto el expulsor regresa a su posición normal; si el expulsor no ha regresado a su posición normal la prensa no debe cerrarse, caso contrario el ciclo se repite nuevamente.

Siempre que se genere un nuevo ciclo, el operador debe verificar el seguro del molde, el cual indica si algún sobrante ha quedado en el mismo, de ser del caso, se debe abrir la compuerta principal la cual genera una señal de alarma y para la máquina, para que el operador pueda retirar los residuos del molde.

2.2.5.3 Operación en modo semiautomático

Cuando la máquina opera en este modo se ejecutan todas las acciones al igual que en modo automático, pero no realiza otro ciclo hasta que el operador abra y cierre la

puerta frontal nuevamente. Si la puerta posterior es abierta la máquina se bloquea automáticamente.

2.2.6 CONTROLADORES DE TEMPERATURA

Para realizar el control de temperatura se utilizan cuatro controladores de temperatura marca MAXTHERMO, los cuales tienen incorporados un control PID.

La máquina inyectora tiene cuatro zonas de calentamiento, cada una de ellas está compuesta por dos resistencias y una termocupla tipo K la cual monitorea constantemente la variable temperatura, a excepción de la zona en la que se encuentra la boquilla, que solo tiene una resistencia de calentamiento y la termocupla. Para cada zona de calentamiento se ha instalado un controlador de temperatura.

2.2.6.1 Configuración de controladores de temperatura MAXTHERMO

Este tipo de controlador exteriormente se encuentra compuesto por un display PV (Measured value), el cual muestra el valor real de la variable temperatura, también está compuesto por un display SV (Set value), el cual muestra el valor de temperatura configurado, también muestra los diferentes parámetros para configurar el controlador de temperatura como por ejemplo los parámetros del PID. Para acceder y modificar los parámetros de configuración existen las siguientes teclas:

Accede y valida las funciones.

Tecla de navegación.

Tecla para incrementar parámetros.

Tecla para decrementar parámetros.

En la figura No. 2.6, se muestra el controlador de temperatura Maxthermo MC 5538 usado en este proyecto.

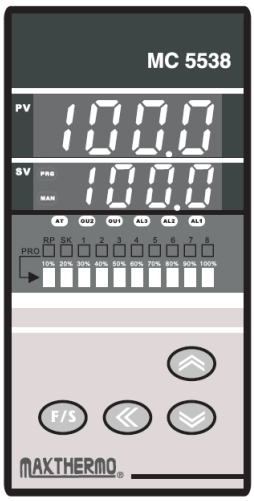


Figura N°2.6 Controlador de temperatura MAXTHERMO MC 5538

2.2.6.1.1 Configuración del controlador a un valor de temperatura

Para realizar esta operación primero debe pulsar el botón hasta que el display SV empiece a parpadear, para cambiar entre los diferentes dígitos se debe volver a pulsar la tecla , Una vez que se ha ubicado sobre el digito deseado con las teclas , se puede cambiar el valor del dígito incrementándolo o decrementandolo respectivamente, una vez obtenido el valor deseado debe pulsarse la tecla F/S la cual valida el valor ingresado. En la Figura No. 2.7, se muestra un ejemplo de seteo de temperatura a un valor de 200 grados centígrados.

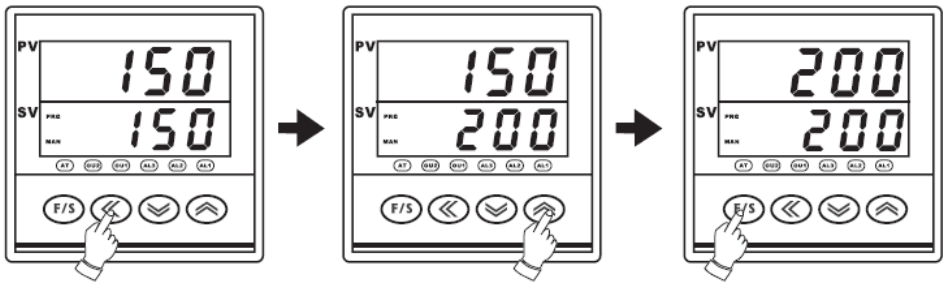


Figura N°2.7 Ejemplo de seteo de un valor de temperatura a 200º C.

2.2.6.1.2 Configuración de un auto tuning

El modo auto tuning permite al controlador ajustar automáticamente los parámetros Kp, Ki y kd correspondientes al control PID.

Para configurar el modo auto tuning primero debe presionarse repetidas veces F/S hasta que la pantalla PV muestre “**AT”,** luego presione hasta que en la pantalla SV aparezca “**no**” parpadeando, a continuación presione la tecla hasta obtener **“yes”**, luego presione la tecla F/S para validar la configuración realizada y finalmente presionar durante tres segundos hasta observar los valores de temperatura en PV y SV. En la figura No. 2.8, se puede observar en forma gráfica lo antes expuesto.

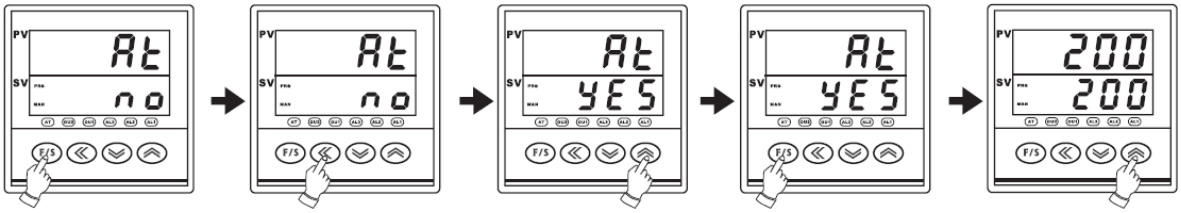


Figura N°2.8 Configuración del modo auto tuning.

Terminada la configuración del modo auto tuning el controlador inicia el ajuste automático de los parámetros PID durante un largo tiempo, el cual puede demorar varios minutos.

2.2.6.1.3 Ingreso a diferentes niveles para configurar parámetros.

Este controlador tiene 6 niveles en los cuales se pueden configurar los diferentes parámetros como: los tipos de entrada, las salidas, las alarmas, la comunicación, los modos de operación, los parámetros PID, entre los más importantes. En la figura No. 2.9, se muestra como ingresar al nivel de control **“Cntl”**.

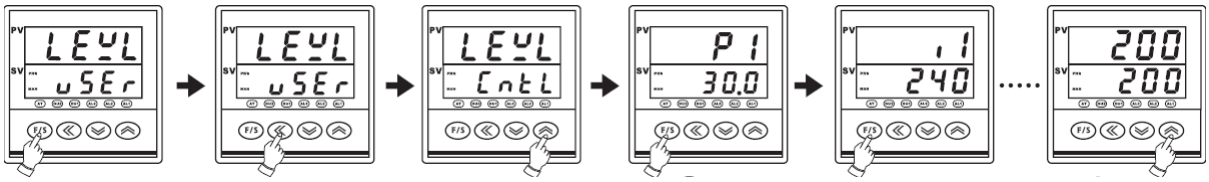


Figura N°2.9 Ingreso al nivel “**Cntl”** para configuración de parámetros.

En el ANEXO E se pueden observar todos los parámetros de configuración del controlador de temperatura MAXTHERMO MC 5538.

2.2.7 UNIDAD DE CONTROL HIDRÁULICA

Como se mencionó anteriormente, la máquina opera usando un sistema hidráulico, el cual provee el caudal y presión necesarios para mover las diferentes partes de la máquina.

El control del flujo y presión se realiza usando un sinnúmero de válvulas hidráulicas y electroválvulas que se encuentran contenidas dentro de una unidad de control hidráulica como se puede observar en la figura No. 2.10

Figura N° 2.10 Unidad hidráulica de una máquina inyectora.

Las electroválvulas son las encargadas de operar las válvulas hidráulicas, las cuales permiten o no el paso de aceite hacia los pistones encargados de mover partes las mecánicas de la inyectora como la prensa, la unidad de inyección, el tornillo, el expulsor, entre otros.

2.3 FASES DE OPERACIÓN DE LA MÁQUINA

Antes de obtener una pieza terminada, la máquina debe realizar las siguientes fases de operación:

1. Cierre del molde
2. Aproximación de la unidad de inyección

3. Inyección
4. Mantenimiento de presión
5. Carga de material
6. Rechupe
7. Refrigeración
8. Apertura del molde y retracción de la unidad de inyección

En la figura No. 2.11, se puede observar el diagrama de bloques de las fases de operación de la máquina inyectora.

2.3.1 CIERRE DE MOLDE

Para ejecutar esta fase, debe asegurarse que tanto las puertas frontal y posterior que cubren la prensa se encuentren cerradas, para esto se usan finales de carrera instalados respectivamente en cada puerta. Además, se debe revisar que los pulsadores de emergencia no se encuentren accionados, que el nivel de aceite en el tanque sea el correcto, que se comprueba mediante un sensor tipo boya, que la válvula de paso principal se encuentre abierta. Si alguno de estos elementos no se encuentra en la posición correcta, la bomba no debe arrancar. Una vez que la bomba ha arrancado se puede mover la prensa.

Las diferentes velocidades y presiones que requiere la prensa para su correcto funcionamiento son obtenidas por la acción de varias electroválvulas ubicadas dentro de la unidad de control hidráulica.

2.3.2 APROXIMACIÓN DE LA UNIDAD DE INYECCIÓN

Para realizar este movimiento la prensa debe encontrarse totalmente cerrada, condición que se comprueba a través de dos sensores inductivos que detectan el cierre y la apertura total de la prensa. La unidad de inyección inicia su movimiento con velocidad y presión controladas, hasta que la boquilla haya ingresado al centrador ubicado en la parte fija del molde.

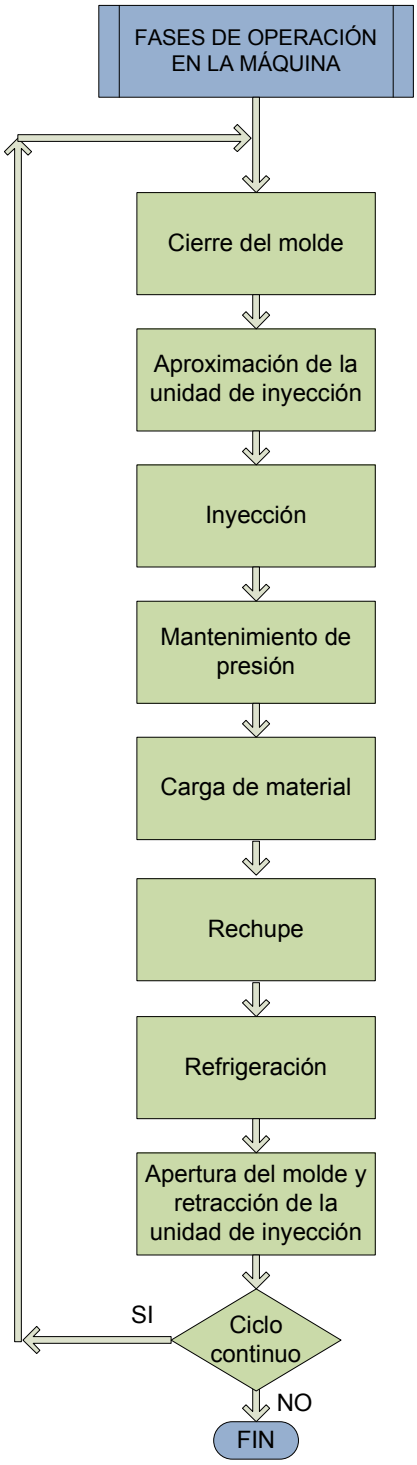


Figura N°2.11 Diagrama de flujo de fases de operación de la máquina inyectora.

2.3.3 INYECCIÓN

La etapa de inyección inicia cuando la boquilla ha ingresado al centrador, para lo cual se encuentran instalados dos sensores inductivos que determinan la posición de la unidad de inyección, entonces se inyecta el material plastificado a una determinada presión. Para establecer el avance del tornillo que empuja el material plastificado, se encuentran instalados dos sensores inductivos, uno de ellos determina el cambio de presión baja a una presión alta y el otro determina el final de inyección.

2.3.4 MANTENIMIENTO DE PRESIÓN

Cuando el material plastificado ha sido inyectado dentro de las cavidades del molde se procede a mantener una presión mayor en el tornillo para evitar que exista un rechupe en la pieza, es decir que el material plastificado retorne hacia el barril y deforme la pieza.

2.3.5 CARGA DE MATERIAL

Una vez terminada la inyección inicia la carga de material, para esto se mueve el motor hidráulico de la máquina a fin de transmitir un torque al tornillo y llevar el material desde la tolva hacia las zonas de calentamiento. El volumen de material cargado es determinado por un sensor inductivo que determina el fin de carga.

2.3.6 RECHUPE

Una vez terminada la carga de material se realiza un rechupe de material, es decir un movimiento hacia atrás del cilindro que empuja el material hacia el molde. Este movimiento es realizado para no desperdiciar material una vez que la boquilla del barril de inyección salga del molde.

2.3.7 REFRIGERACIÓN

Luego de terminar el tiempo de carga inicia el tiempo de enfriamiento, durante el cual la bomba no debe generar presión para evitar el recalentamiento del aceite. El calor es disipado por el fluido refrigerante el cual fluye a través de unos conductos que se encuentran dentro del molde. El tiempo de refrigeración es ingresado por el operador a través de la pantalla táctil (Interface hombre-máquina).

2.3.8 APERTURA DEL MOLDE Y RETRACCIÓN DE LA UNIDAD DE INYECCIÓN

Una vez que ha terminado el tiempo de enfriamiento la prensa se abre totalmente y el expulsor se mueve hacia adelante para botar la pieza obtenida, luego de esto el expulsor regresa a su posición inicial; si el expulsor no ha regresado a su posición inicial la prensa no debe cerrarse y el ciclo se repite nuevamente. Para conocer la posición del expulsor se encuentran instalados dos sensores inductivos.

2.3.9 ENCENDIDO

Antes del encendido de la máquina debe revisarse que el nivel de aceite en el tanque principal y el tanque de la bomba de lubricación sea el correcto, esto se realiza mediante un flotador instalado en cada tanque respectivamente, el cual envía una señal hacia el PLC para permitir el encendido o no de cada motor. Además, se debe comprobar que todos los elementos de protección se encuentren en buen estado como por ejemplo: fusibles, interruptores térmicos etc.

2.4 SISTEMAS DE SEGURIDAD Y EMERGENCIA

La máquina de inyección debe tener un buen nivel de seguridad para el personal que la maneja.

A continuación se describen algunas recomendaciones para conseguir una mejor protección para el operario:

- Cubrir todos los elementos móviles que pueden crear accidentes
- Colocar protecciones que bloqueen o paren la máquina, cuando se desea acceder a las partes móviles.
- Instalar en las puertas elementos de protección eléctricos, hidráulicos o mecánicos que imposibiliten el movimiento del elemento móvil cuando esté desprotegido.
- Dotar de interruptores de emergencia que, al pulsarlos, anulen toda la energía de la máquina.
- Dotar a cada máquina de un sistema de protección eléctrico, que ante cualquier cortocircuito o sobrecarga, desconecte la energía eléctrica a la máquina.

2.4.1 UBICACIÓN DE LAS PRINCIPALES SEGURIDADES

Las principales seguridades deben ser ubicadas donde existe mayor riesgo y donde el daño puede ser mayor.

Una de las partes de mayor riesgo corresponde al cierre de la máquina, debido a que la fuerza de cierre que se alcanza entre las dos partes del molde, al momento de cerrarlo, es muy grande. Por ejemplo, en una máquina mediana, la fuerza desarrollada en el momento del cierre es de aproximadamente 400.000 Kg. [5]

El cierre/apertura de la maquina/molde está protegida por ambos lados de la máquina con puertas correderas, que disponen sistemas de seguridad eléctrico, hidráulico y opcionalmente mecánico.

2.4.1.1 La puerta delantera

También conocida como “puerta del lado operario” situada al lado del cuadro de mandos, posee varios finales de carrera puestos en serie, de tal forma que aunque

fallase un final de carrera no perdería seguridad. Estos finales de carrera cortan la corriente eléctrica que van a las electroválvulas direccionales en el grupo de cierre.

En combinación con la anterior seguridad está también la seguridad hidráulica, la cual abre una puerta de escape del aceite hidráulico hacia el tanque, de forma que no exista presión en el sistema para poder realizar los movimientos.

2.4.1.2 El seguro mecánico

El seguro mecánico en muchas ocasiones viene como opcional en la máquina, no es obligatorio. Este seguro crea una interferencia mecánica con el movimiento de cierre, en el momento que se abre la puerta.

2.4.1.3 La puerta trasera

Contraria al lado del operario. Normalmente esta puerta no se utiliza, excepto en caso de mantenimiento y en la puesta del molde en la máquina. También tiene las seguridades eléctrica e hidráulica. La seguridad eléctrica no permite el arranque del motor general de la máquina.

2.4.1.4 La puerta de protección del grupo de inyección

Para proteger el acceso al grupo que se puede mover en dirección al molde, existe una seguridad eléctrica que corta el posible movimiento. Dependiendo del modelo, es posible que no exista esta puerta, pero si existiere, se debe proteger con finales de carrera que interrumpan cualquier maniobra del grupo de inyección. Esta puerta además protege de salpicaduras de material termoplástico fundido, cuando se inyecta fuera del molde (proceso de purga) de forma manual.

2.4.1.5 Los pulsadores de emergencia

Situados en el cuadro de mandos y en la parte posterior, posibilitan el poder interrumpir cualquier movimiento, ya que paran el motor hidráulico.

Adicionalmente se recomienda tener precaución con los sistemas de seguridad, el abrir una puerta trabajando la maquina en automático, supone una parada monitoreada por los sistemas de seguridad, que no es buena para la vida útil de la

máquina. Solo debería realizarse cuando existan motivos para ello (seguridad de personas o equipo).

Cualquier sistema de seguridad activado, no debe permitir que la máquina empiece a trabajar (puertas abiertas, pulsadores de emergencia accionados, etc.), por lo que hay que prestar atención a estos elementos.

2.5 PROGRAMACIÓN DEL PLC

Para realizar el programa de control del PLC debe tomarse en cuenta todas las acciones que debe realizar la máquina, posibles fallas que se pueden presentar durante su operación y conocer todos los equipos con los que el PLC va a interactuar.

2.5.1 ACCIONES QUE REALIZA EL PROGRAMA DE CONTROL

El PLC se encarga principalmente de hacer cumplir todas las fases de operación de la máquina descritas anteriormente, también, genera diferentes alarmas producidas por paros de emergencia, falta de material, fallos de temperatura en las zonas de calentamiento, falta de aceite en los tanques de almacenamiento, no cierre de la prensa y puertas de protección no cerradas. Todas estas alarmas son desplegadas a través de la pantalla táctil.

Para tener un control de caudal y presión de aceite en todas las fases de operación, se controla la unidad hidráulica a través de electroválvulas las cuales son accionadas por relés comandados por el PLC.

También, a través, de la pantalla táctil se ingresan datos hacia el PLC, los cuales son: el tiempo de enfriamiento de la pieza, el tiempo de parada de la máquina, el número de expulsiones, la velocidad de carga de material y el tiempo de rechupe.

2.5.2 SOFTWARE DE PROGRAMACIÓN

Para programar el PLC S7-200 se utiliza el software de programación STEP 7-Micro/WIN.

Para crear los programas en STEP 7, se debe hacer dos selecciones básicas:

- El juego de operaciones más apropiado para su aplicación (SIMATIC o IEC 1131-3).
- El tipo de editor más adecuado para sus exigencias (Lista de instrucciones (AWL), Esquema de contactos (KOP) o Diagrama de funciones (FUP).

Para la ejecución de este proyecto se utilizó el juego básico de operaciones en modo SIMATIC y el editor tipo KOP (Esquema de contactos).

2.5.2.1 Editor KOP (Esquema de contactos)

El editor KOP (Esquema de contactos) de STEP 7-Micro/WIN permite crear programas con componentes similares a los elementos de un esquema de circuitos. Los programas KOP hacen que la CPU emule la circulación de corriente eléctrica desde una fuente de alimentación, a través de una serie de condiciones lógicas de entrada que, a su vez, habilitan condiciones lógicas de salida. La lógica se divide en segmentos ("networks"). El programa se ejecuta un segmento tras otro, de izquierda a derecha y luego de arriba a abajo. Tras alcanzar la CPU el final del programa, comienza nuevamente en la primera operación del mismo. [1]

La figura No. 2.12, muestra un ejemplo de un programa KOP.

Las operaciones se representan mediante símbolos gráficos que incluyen tres formas básicas.

Contactos Representan condiciones lógicas de "entrada" similares a interruptores, botones, condiciones internas, etc.

Bobinas Representan condiciones lógicas de salida similares a lámparas, arrancadores de motor, relés interpuestos, condiciones internas de salida, etc.

Cuadros Representan operaciones adicionales tales como temporizadores, contadores u operaciones aritméticas.

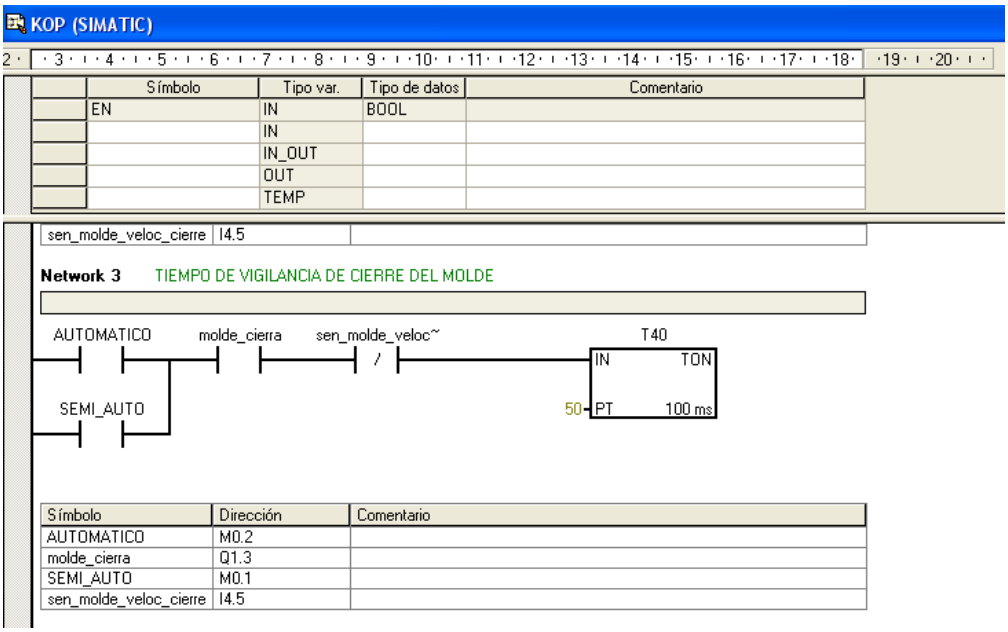


Figura N°2.12 Ejemplo de un programa KOP.

2.5.2.2 Funcionamiento del programa de control del S7-200

Cuando un programa se carga en la CPU y éste se pone en modo RUN, la CPU ejecuta una serie de tareas de forma repetitiva. Esta ejecución se denomina ciclo. Como muestra la figura No. 2.13, el S7-200 ejecuta la mayoría de las tareas siguientes (o todas ellas) durante un ciclo: [1]

- Leer las entradas: el S7-200 copia el estado de las entradas físicas en la imagen del proceso de las entradas.
- Ejecutar la lógica de control en el programa: el S7-200 ejecuta las operaciones del programa y guarda los valores en las diversas áreas de memoria.
- Procesar las peticiones de comunicación: el S7-200 ejecuta las tareas necesarias para la comunicación punto a punto o en la red.

- Efectuar el autodiagnóstico de la CPU: el S7-200 verifica si el firmware, la memoria del programa y los módulos de ampliación están trabajando correctamente.
- Escribir en las salidas: los valores almacenados en la imagen del proceso de las salidas se escriben en las salidas físicas.

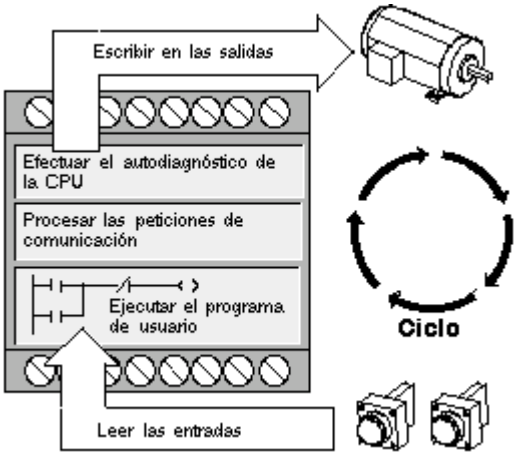


Figura N°2.13 Ciclo de ejecución del S7-200 [1]

2.5.2.3 Direcciones absolutas y simbólicas

Una dirección absoluta utiliza el área de memoria y un bit o un byte para identificar la dirección. Una dirección simbólica utiliza una combinación de caracteres alfanuméricos para identificar una dirección. [1]

A continuación se muestran ejemplos de cómo el editor de programas visualiza las direcciones:

- I0.0 Dirección absoluta con indicación del área de memoria y el número de dirección (editor de programas SIMATIC).
- %I0.0 En IEC, las direcciones absolutas van precedidas de un signo de porcentaje (editor de programas IEC).
- #ENTRADA1Las variables locales van precedidas de un signo # (editor de programas SIMATIC o IEC).
- ENTRADA1 Nombre del símbolo global (editor SIMATIC o IEC)

- ??.? o ???? Los signos de interrogación rojos indican una dirección no definida (que se debe definir antes de compilar el programa).

2.5.2.4 Símbolos globales

En los programas SIMATIC, los símbolos globales se asignan utilizando la tabla de símbolos. En los programas IEC, los símbolos globales se asignan utilizando la tabla de variables globales. No es necesario asignar los símbolos antes de utilizarlos en el programa. La asignación de los símbolos se puede efectuar en cualquier momento.

2.5.2.5 Variables locales

Las variables locales se asignan en la tabla de variables locales de la respectiva unidad de organización del programa (UOP), limitándose su ámbito a la UOP donde fueron creadas. Cada unidad de organización del programa tiene su propia tabla de variables locales.

2.5.2.6 Elementos básicos de un programa de control

El programa de control de una CPU S7-200 comprende los siguientes tipos de unidades de organización del programa (UOP):

- **Programa principal** En el programa principal (denominado OB1) se depositan las operaciones que controlan la aplicación. Las operaciones del programa principal se ejecutan de forma secuencial en cada ciclo de la CPU.

- **Subrutinas** Una subrutina comprende un juego opcional de operaciones depositado en un bloque por separado que se ejecuta sólo cuando se llama desde el programa principal, desde una rutina de interrupción, o bien desde otra subrutina.
- **Rutinas de interrupción** Una rutina de interrupción comprende un juego opcional de operaciones depositado en un bloque por separado que se ejecuta sólo cuando ocurre el correspondiente evento de interrupción.

2.5.2.7 Componentes del proyecto y su funcionamiento

Un proyecto comprende los siguientes componentes básicos:

Bloque de programa El bloque de programa incluye el código ejecutable y los comentarios. El código ejecutable comprende un programa principal (OB1), así como subrutinas y/o rutinas de interrupción (opcionales).

Tablas de símbolos Las tablas de símbolos permiten utilizar el direccionamiento simbólico para la programación.

Tablas de estado Las tablas de estado permiten observar cómo se ven afectados los valores del proceso a medida que se ejecuta el programa de usuario.

Bloque de datos El bloque de datos comprende datos (valores iniciales de memoria, valores de constantes) y comentarios.

Bloque de sistema El bloque de sistema comprende los datos de configuración, tales como los parámetros de comunicación, las áreas remanentes, los filtros de las entradas analógicas y digitales, los valores de las salidas en caso de un paso a STOP y las informaciones sobre la protección con contraseña. Las informaciones contenidas en el bloque de sistema se cargan en la CPU.

Referencias cruzadas En la ventana de referencias cruzadas se pueden visualizar tablas donde figuran los operandos utilizados en el programa, así como las áreas de memoria ya asignadas (bits y bytes usados). Mientras se está editando un programa en modo RUN también se pueden observar los números de los flancos positivos y negativos (EU, ED) que el programa está utilizando actualmente. Las referencias cruzadas y las informaciones sobre los bits y bytes usados no se cargan en la CPU.

2.5.3 ESTRUCTURA DEL PROGRAMA DE CONTROL

El programa de control se encuentra compuesto por un programa principal y 9 subrutinas.

2.5.3.1 Programa principal

El programa principal controla los modos de operación de la máquina manual, automático y semiautomático; también controla cada una de las subrutinas, las cuatro electroválvulas que controlan las velocidades de las diferentes partes de la máquina de inyección, el tiempo de rechupe de la máquina, el tiempo de enfriamiento de la máquina, y el arranque estrella triángulo del motor principal. En la figura No. 2.14, se muestran los diagramas de flujo que corresponden al programa principal.

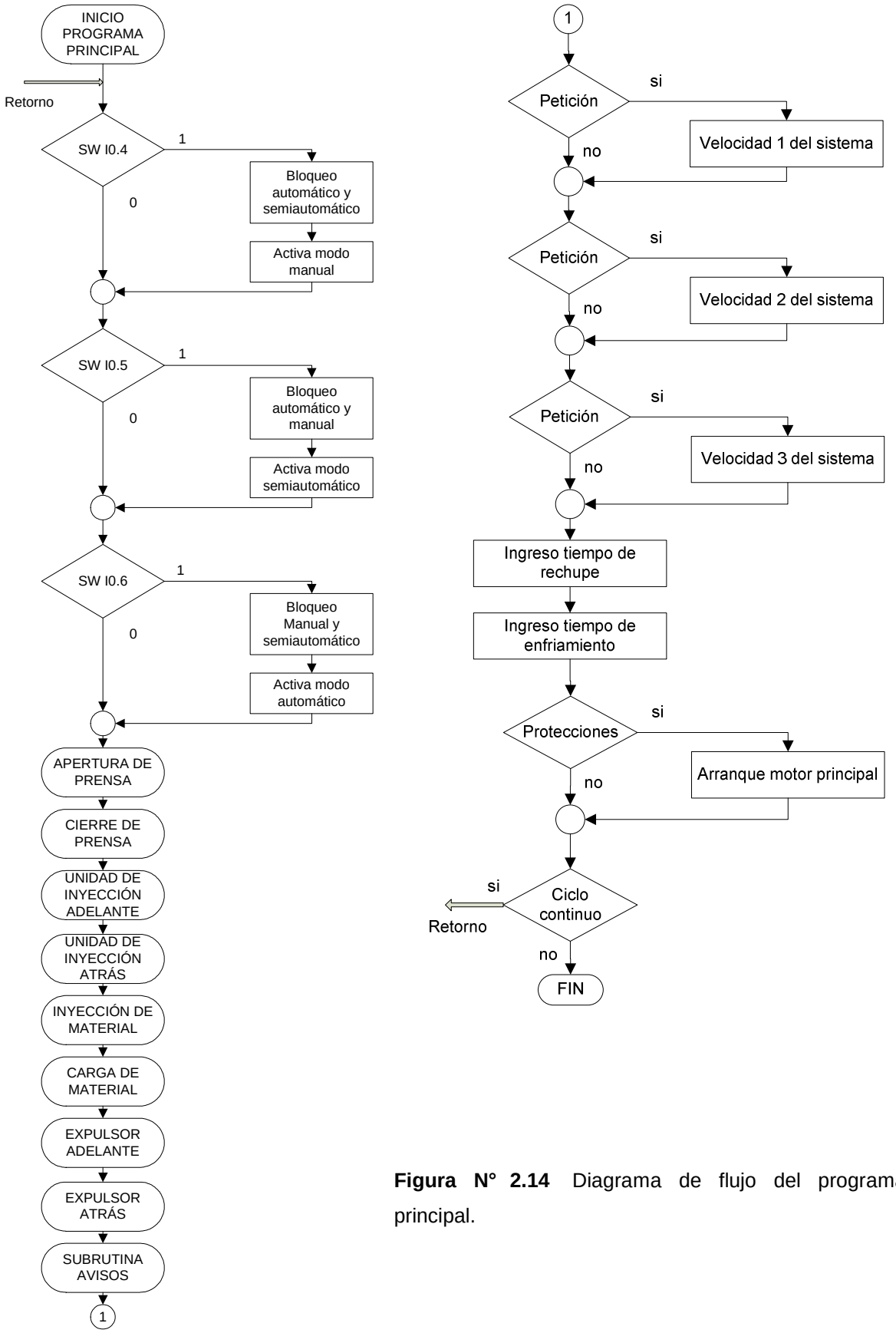


Figura N° 2.14 Diagrama de flujo del programa principal.

2.5.3.2 Subrutinas del programa de control

A continuación se describen todas las subrutinas creadas en el programa de control.

2.5.3.2.1 Subrutina apertura de prensa

Esta subrutina permite abrir la prensa de la máquina en forma manual, automática y semiautomática, la apertura se la realiza en tres etapas de velocidad, inicia a una velocidad media, luego una velocidad alta y finalmente una velocidad baja. En la figura No. 2.15, se puede observar el diagrama de flujo correspondiente a esta subrutina.

2.5.3.2.2 Subrutina cierre de prensa

Esta subrutina controla el cierre de la prensa en tres etapas, primero inicia el cierre a una velocidad media, luego a una velocidad alta, y finalmente a una velocidad baja con una presión alta al momento del cierre, para cerrar la prensa una condición necesaria es que el expulsor debe encontrarse en su posición inicial. Si el molde no ha cerrado en un tiempo de 5 segundos, este se abre inmediatamente. En la figura No. 2.16 y 2.17 se puede observar los diagramas de flujo correspondientes a esta subrutina.

2.5.3.2.3 Subrutina unidad de inyección adelante

Esta subrutina controla el avance de la unidad de inyección, el avance se lo realiza a una sola velocidad y un sensor inductivo determina la parada del mismo. En la figura No. 2.18, se puede observar el diagrama de flujo correspondiente a esta subrutina.

2.5.3.2.4 Subrutina unidad de inyección atrás

Esta subrutina controla el retorno de la unidad de inyección a su estado inicial, el retroceso se lo realiza a una sola velocidad y un sensor inductivo determina la parada del mismo. En la figura No. 2.19, se puede observar el diagrama de flujo correspondiente a esta subrutina.

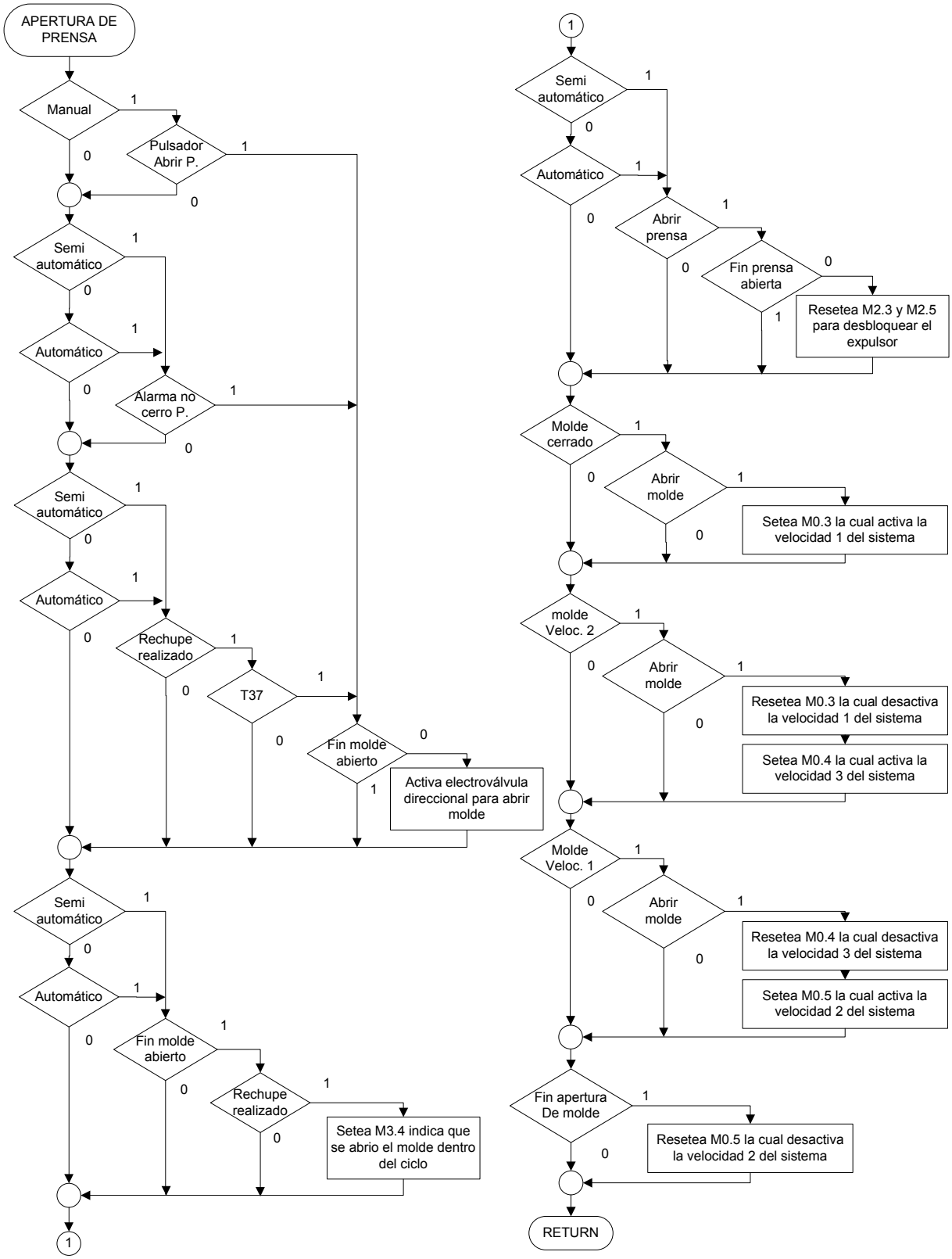


Figura N°2.15 Diagrama de flujo subrutina apertura de prensa.

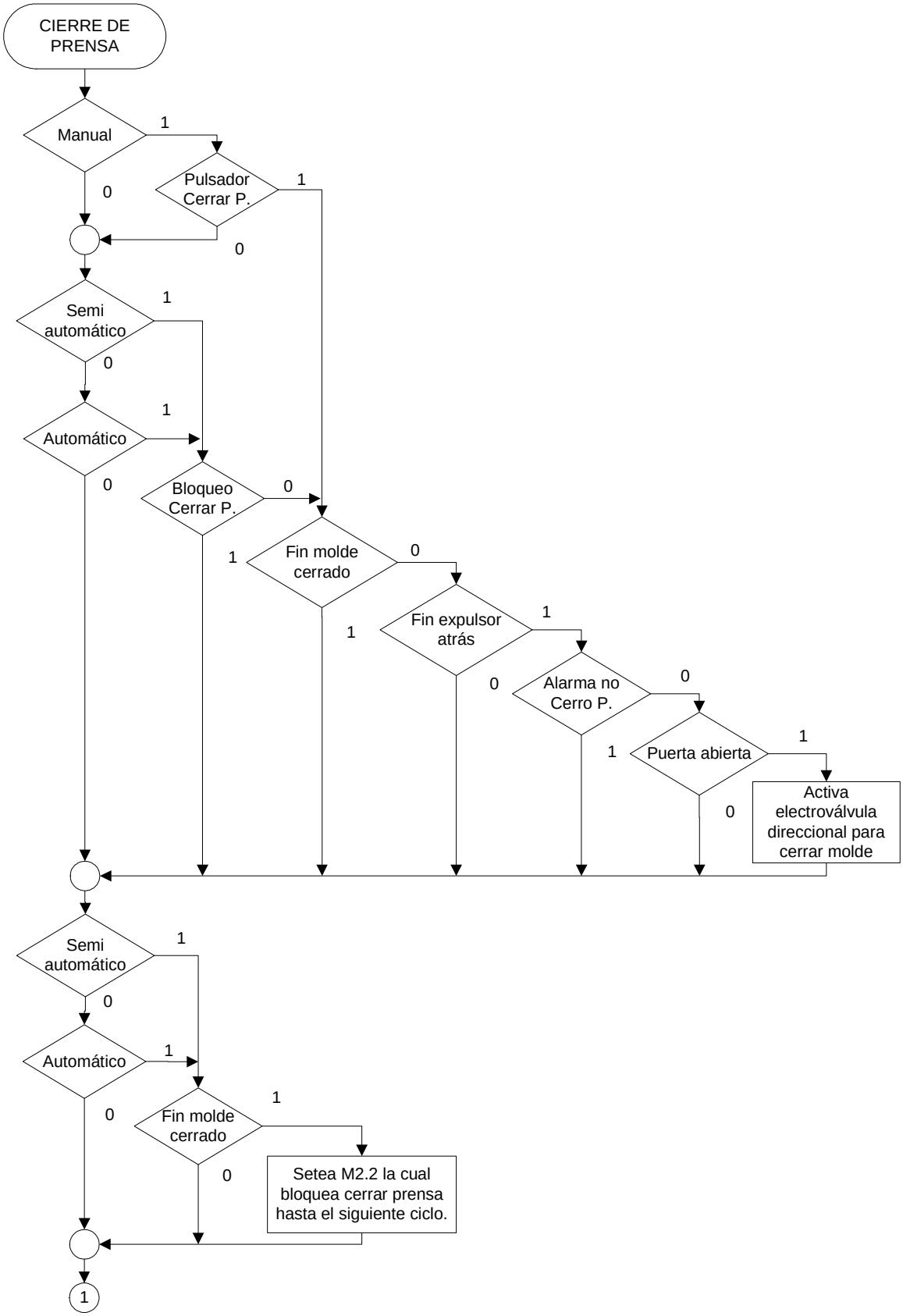


Figura N°2.16 Diagrama de flujo subrutina cierre de prensa.

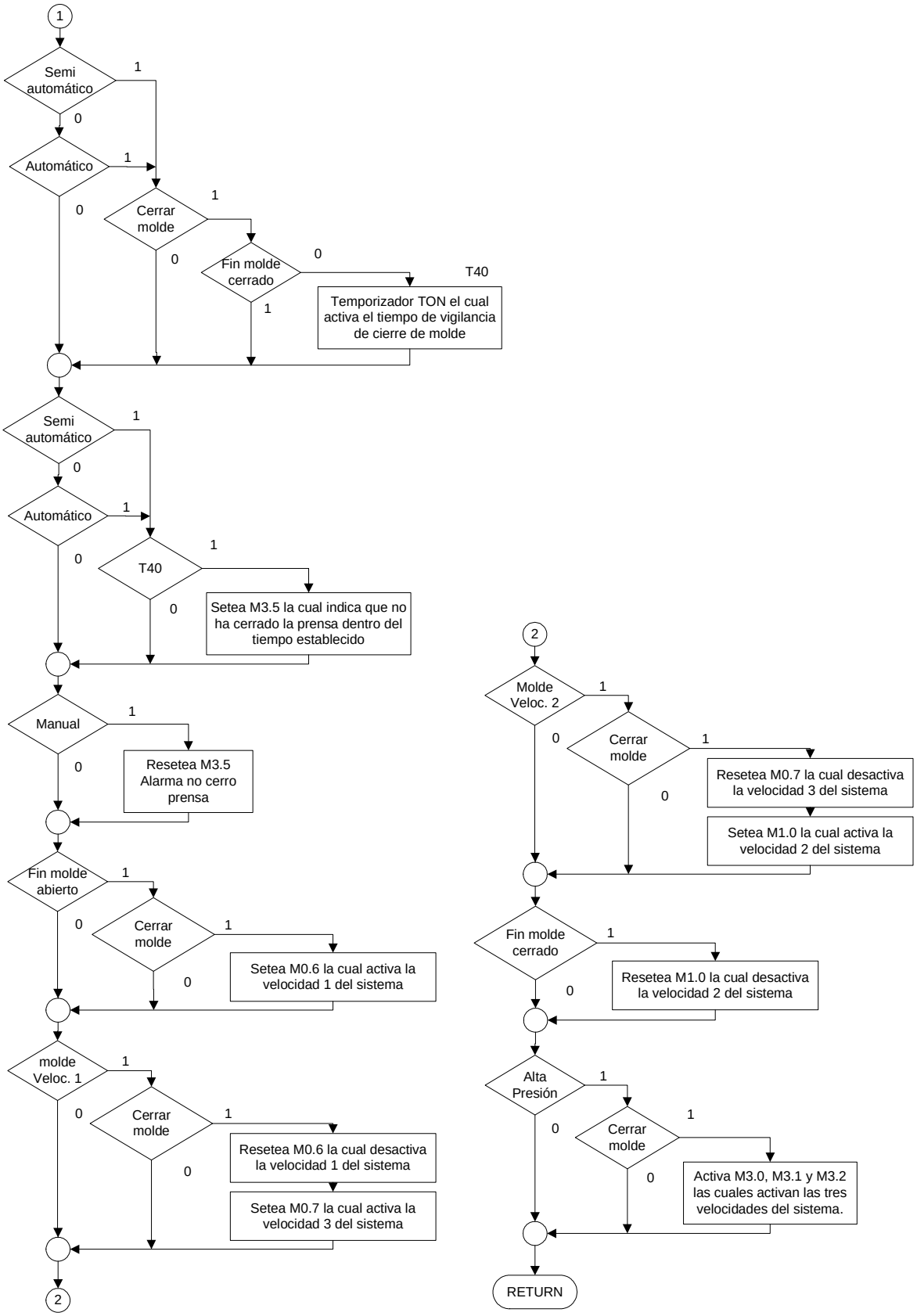


Figura N°2.17 Diagrama de flujo subrutina cierre de prensa.

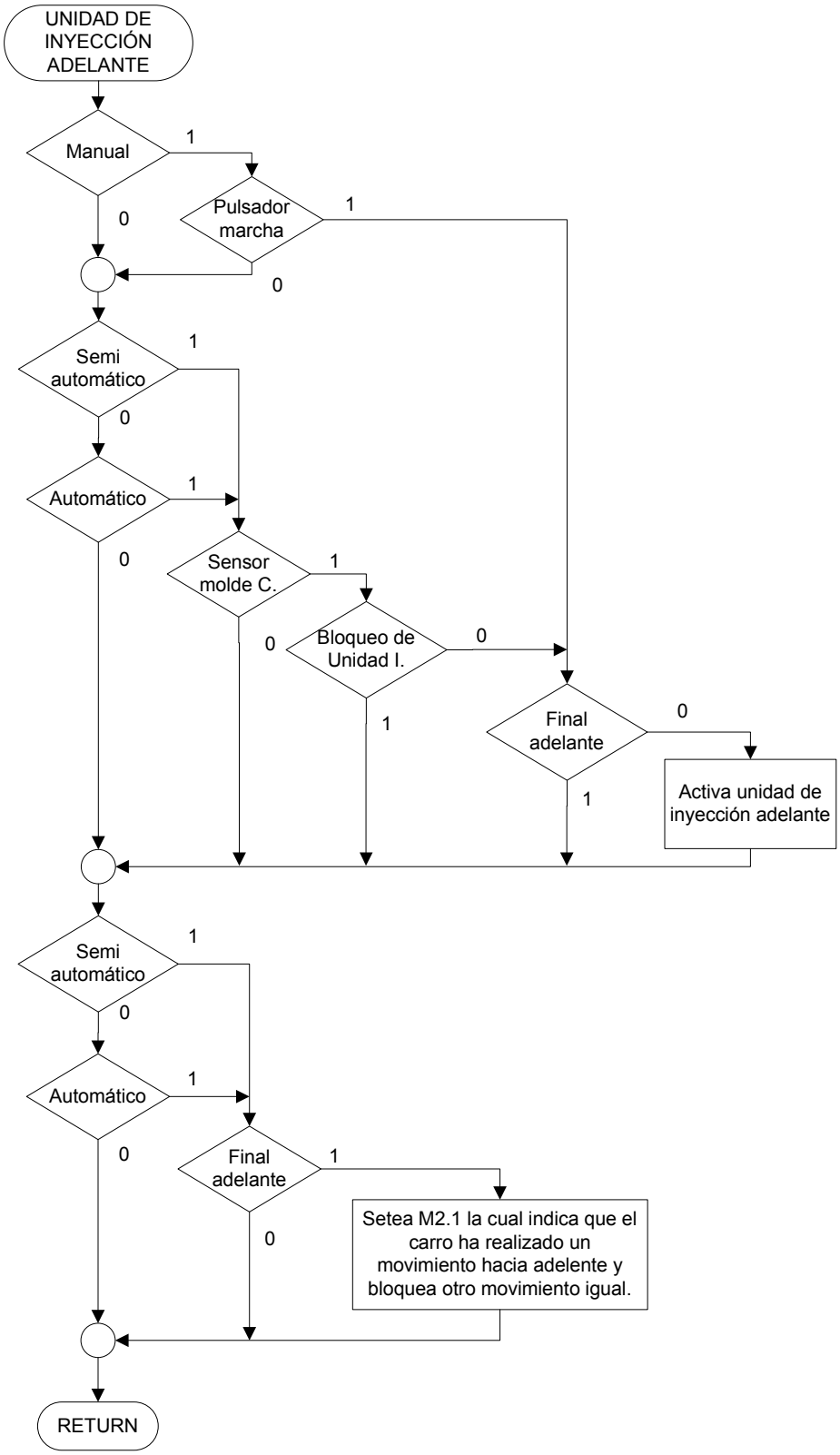


Figura N° 2.18 Diagrama de flujo subrutina unidad de inyección adelante.

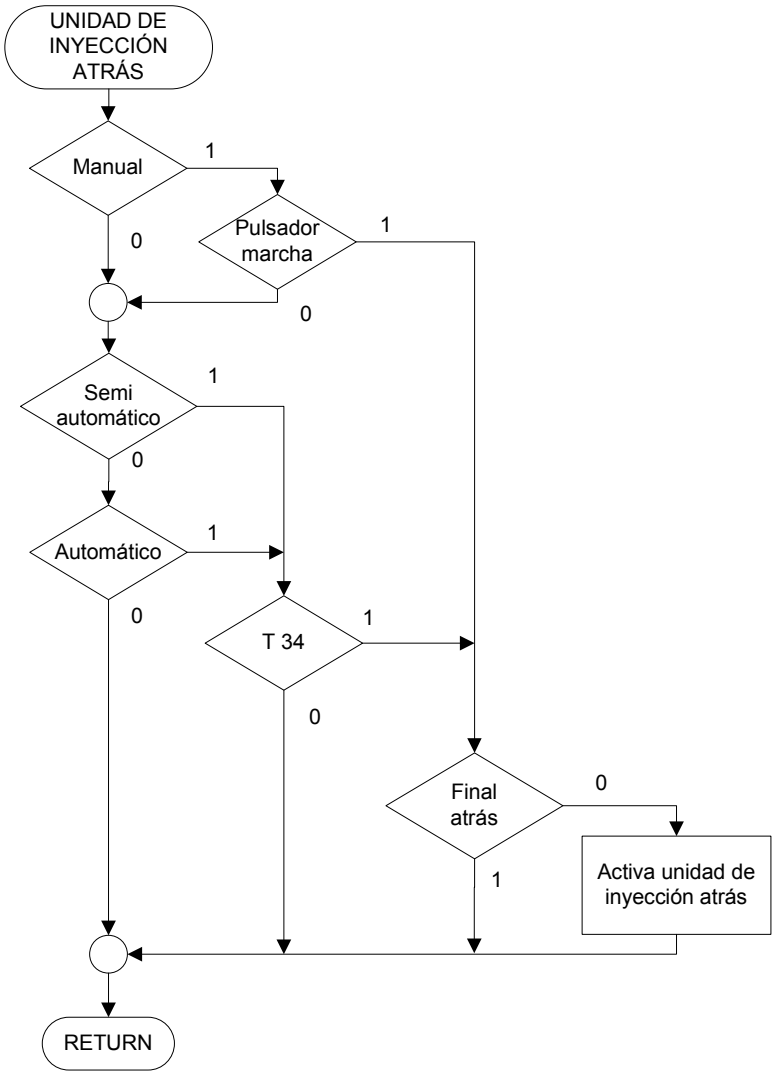


Figura N°2.19 Diagrama de flujo subrutina unidad de inyección atrás.

2.5.3.2.5 Subrutina inyección de material

Esta subrutina controla el avance del tornillo en dos etapas, la primera a una velocidad baja y la segunda a una velocidad alta de inyección. Las señales provenientes de dos sensores inductivos controlan el cambio de velocidad y el fin de inyección. En la figura No. 2.20 y 2.21 se puede observar los diagramas de flujo correspondientes a esta subrutina.

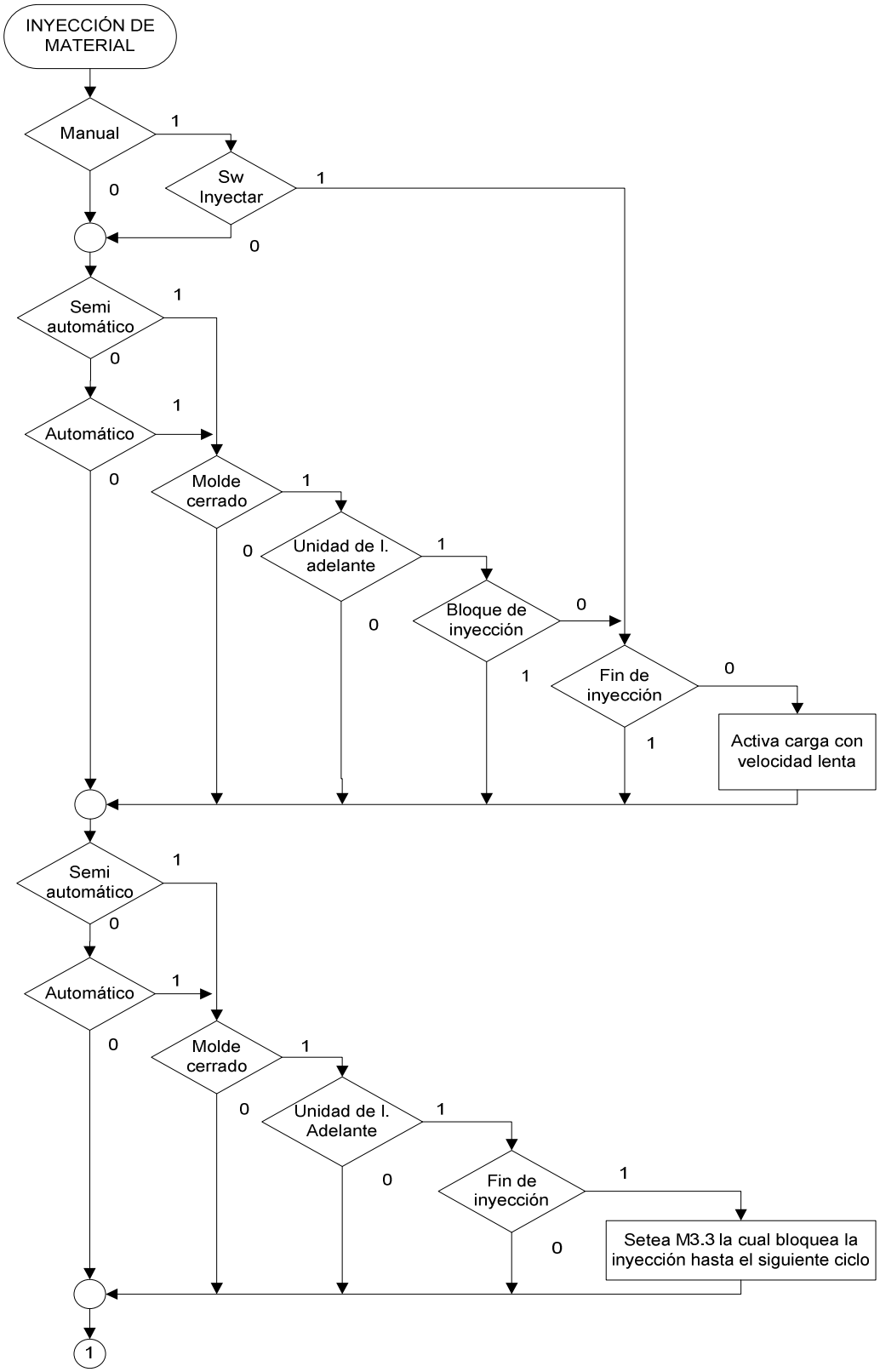


Figura N°2.20 Diagrama de flujo subrutina inyección de material.

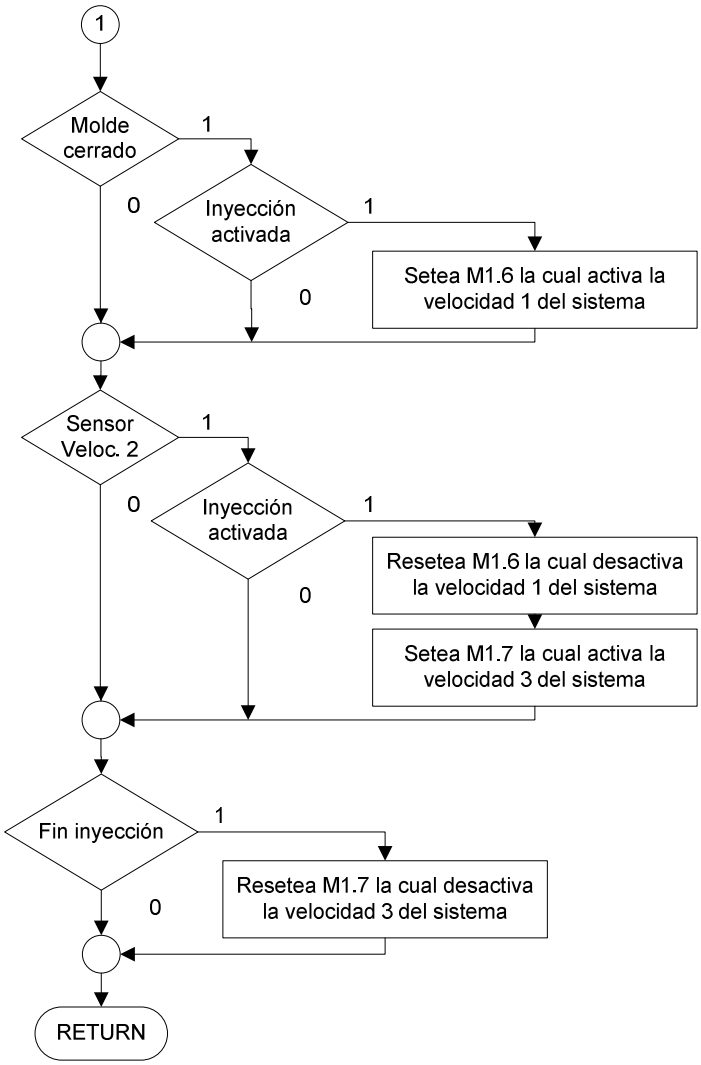


Figura N°2.21 Diagrama de flujo subrutina inyección de material.

2.5.3.2.6 Subrutina carga de material

Esta subrutina controla la velocidad de giro del motor hidráulico, el programa permite elegir entre tres velocidades: baja, media y alta velocidad de carga de material. En modo automático y semiautomático el fin de la carga da inicio al rechupe de material. En las figuras No. 2.22, 2.23, 2.24 y 2.25, se puede observar los diagramas de flujo correspondientes a esta subrutina.

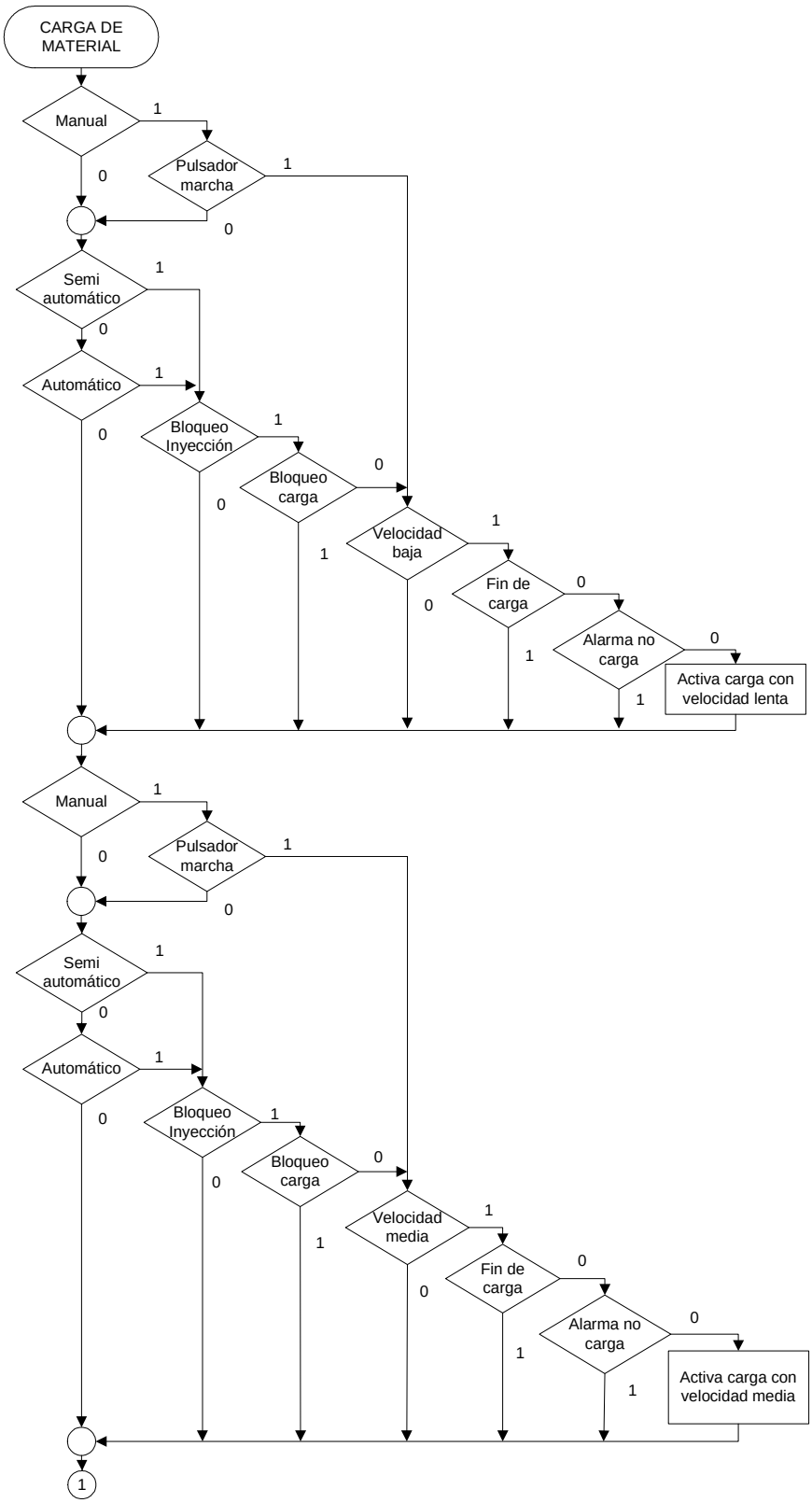


Figura N° 2.22 Diagrama de flujo subrutina carga de material.

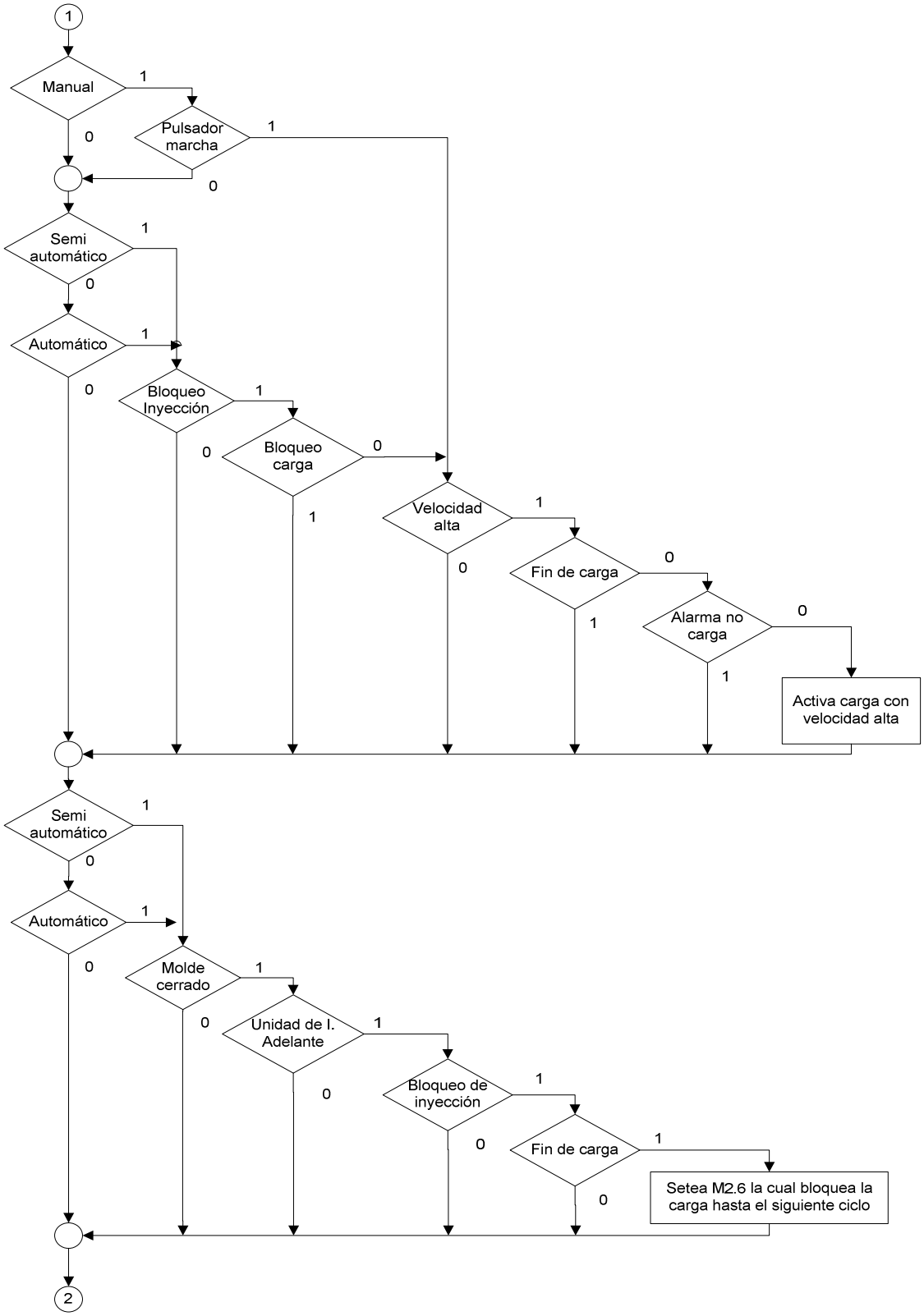


Figura N° 2.23 Diagrama de flujo subrutina carga de material.

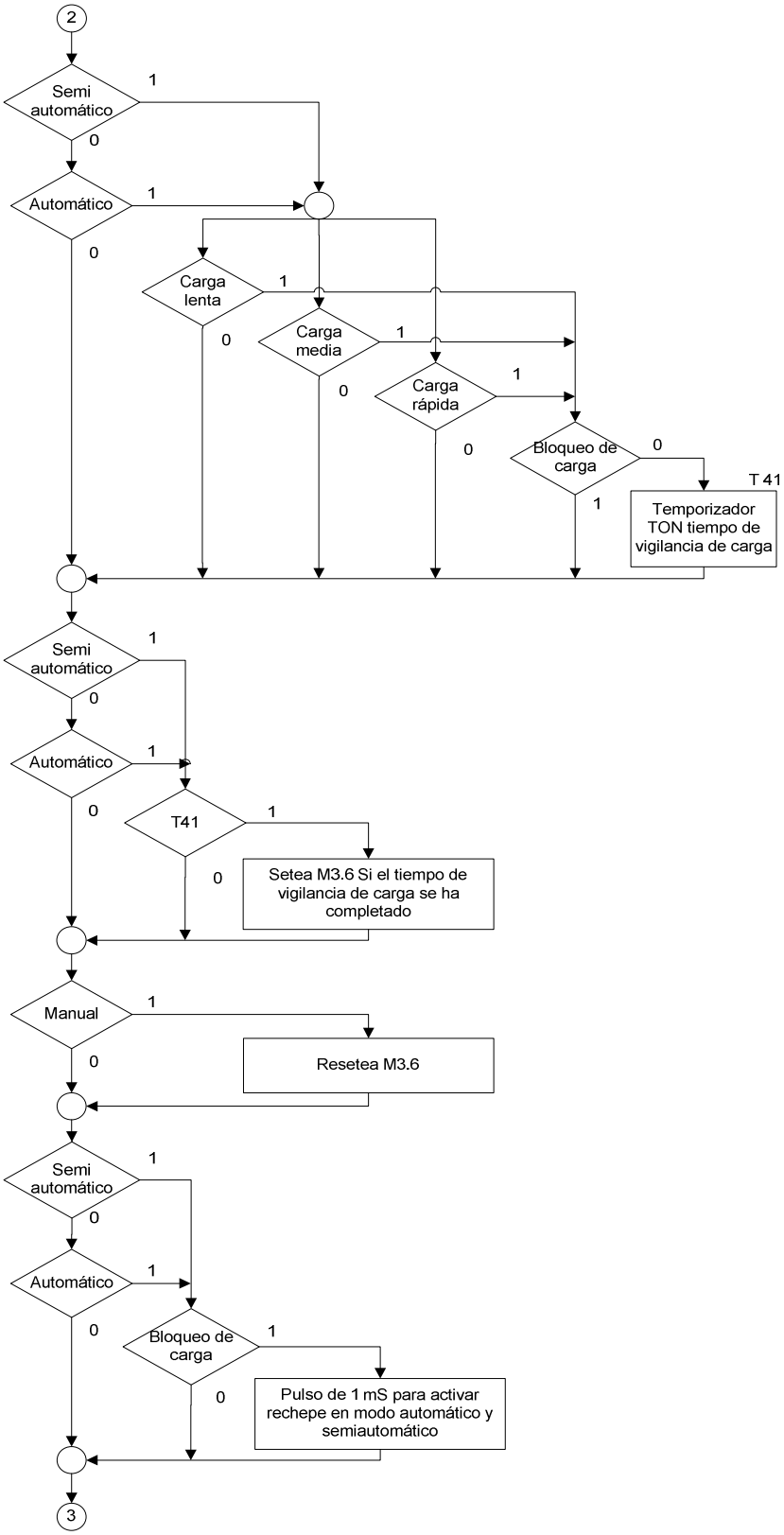


Figura N° 2.24 Diagrama de flujo subrutina carga de material.

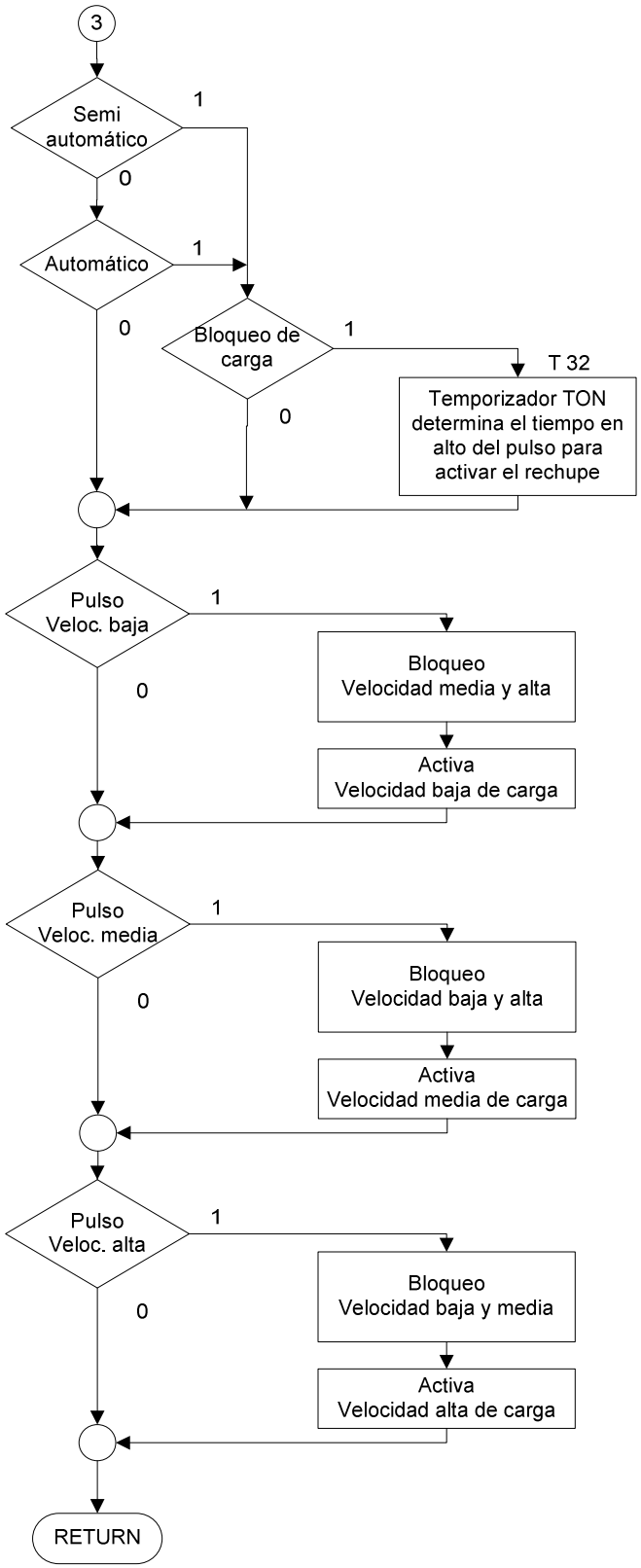


Figura N°2.25 Diagrama de flujo subrutina carga de material.

2.5.3.2.7 Subrutina expulsor adelante

Esta subrutina controla el avance del expulsor que bota la pieza inyectada, también se controla el número de avances del expulsor usando un contador, que es usado en modo automático y semiautomático. En la figura No. 2.26, se puede observar el diagrama de flujo correspondiente a esta subrutina.

2.5.3.2.8 Subrutina expulsor atrás

Esta subrutina controla el retroceso del expulsor a su posición inicial, también se controla el número de retrocesos del expulsor usando un contador, que es usado en modo automático y semiautomático. Esta subrutina marca el fin de ciclo tanto en modo automático y semiautomático. En modo automático se activa el tiempo de parada mientras que en modo semiautomático se bloquea el programa hasta que el operador abra y cierre la puerta principal para continuar con el ciclo. En las figuras No. 2.27 y 2.28 se puede observar los diagramas de flujo correspondientes a esta subrutina.

2.5.3.2.9 Subrutina avisos

Esta subrutina cambia de estado de un bit de una variable, lo que genera que se visualice un aviso en el panel del operador dependiendo del bit que se haya activado. En la figura No. 2.29, se puede observar el diagrama de flujo correspondiente a esta subrutina.

Nota: El programa realizado para el PLC se puede observar en el ANEXO D

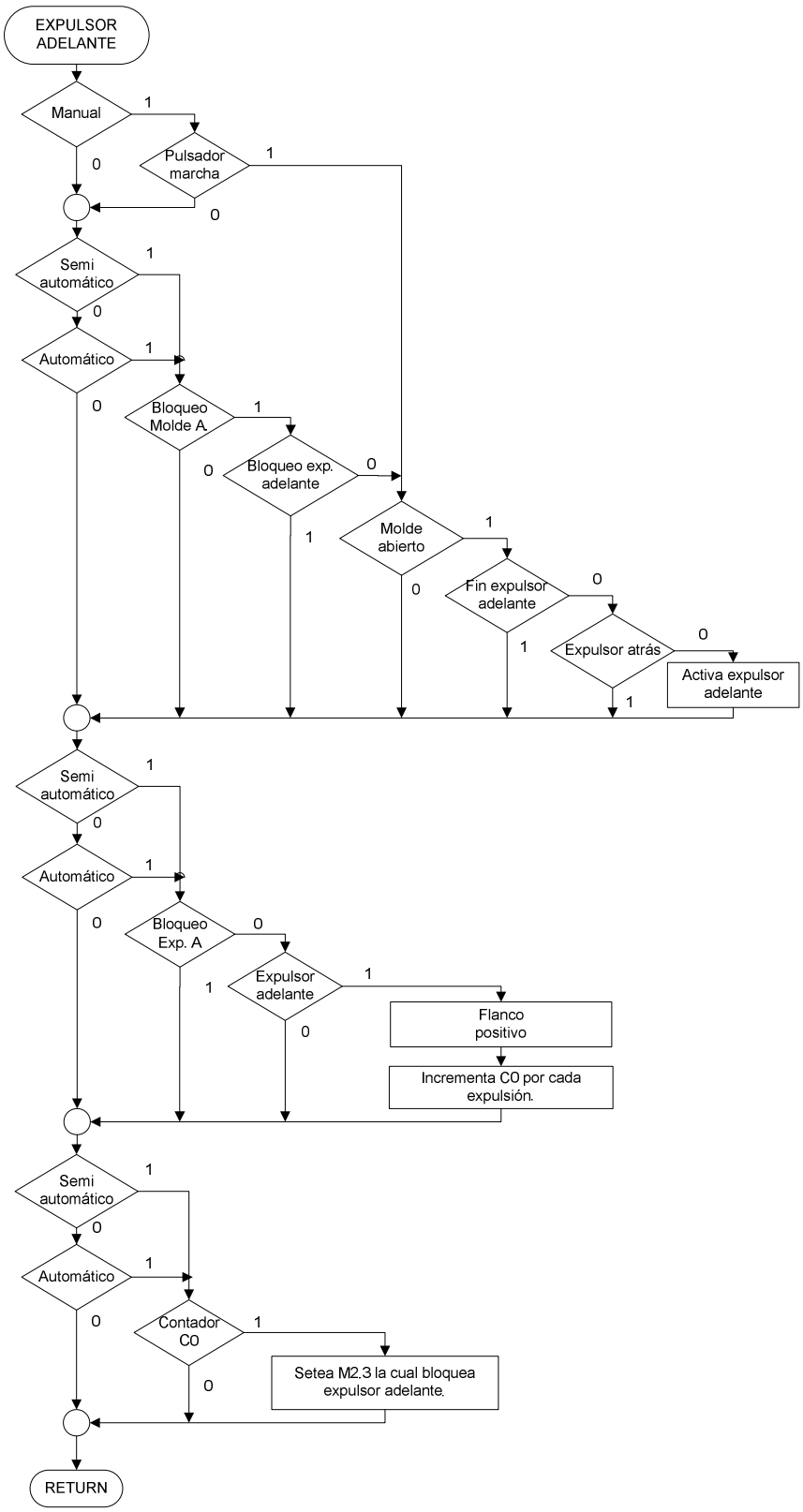


Figura N°2.26 Diagrama de flujo subrutina expulsor adelante

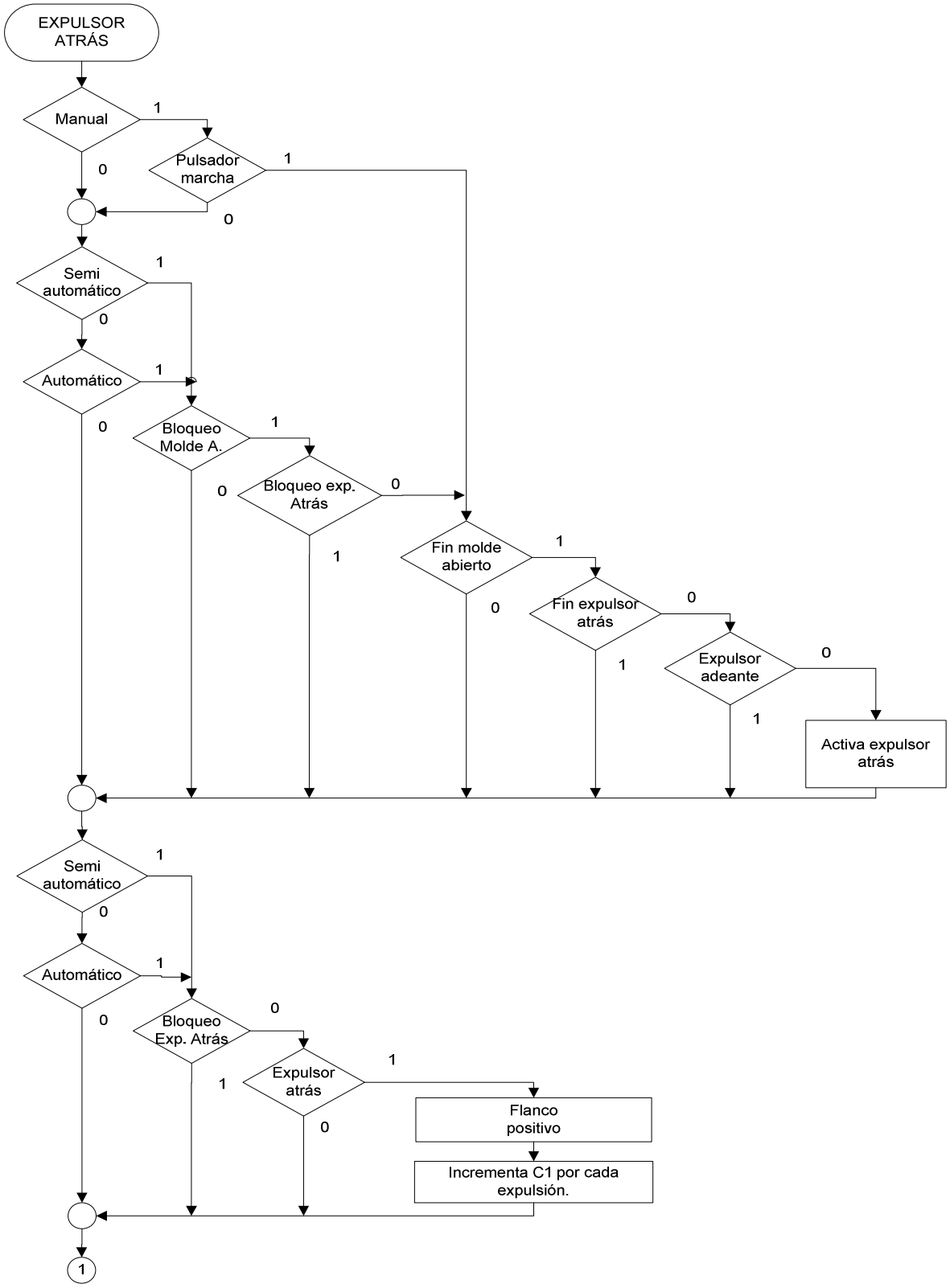


Figura N°2.27 Diagrama de flujo subrutina expulsor atrás

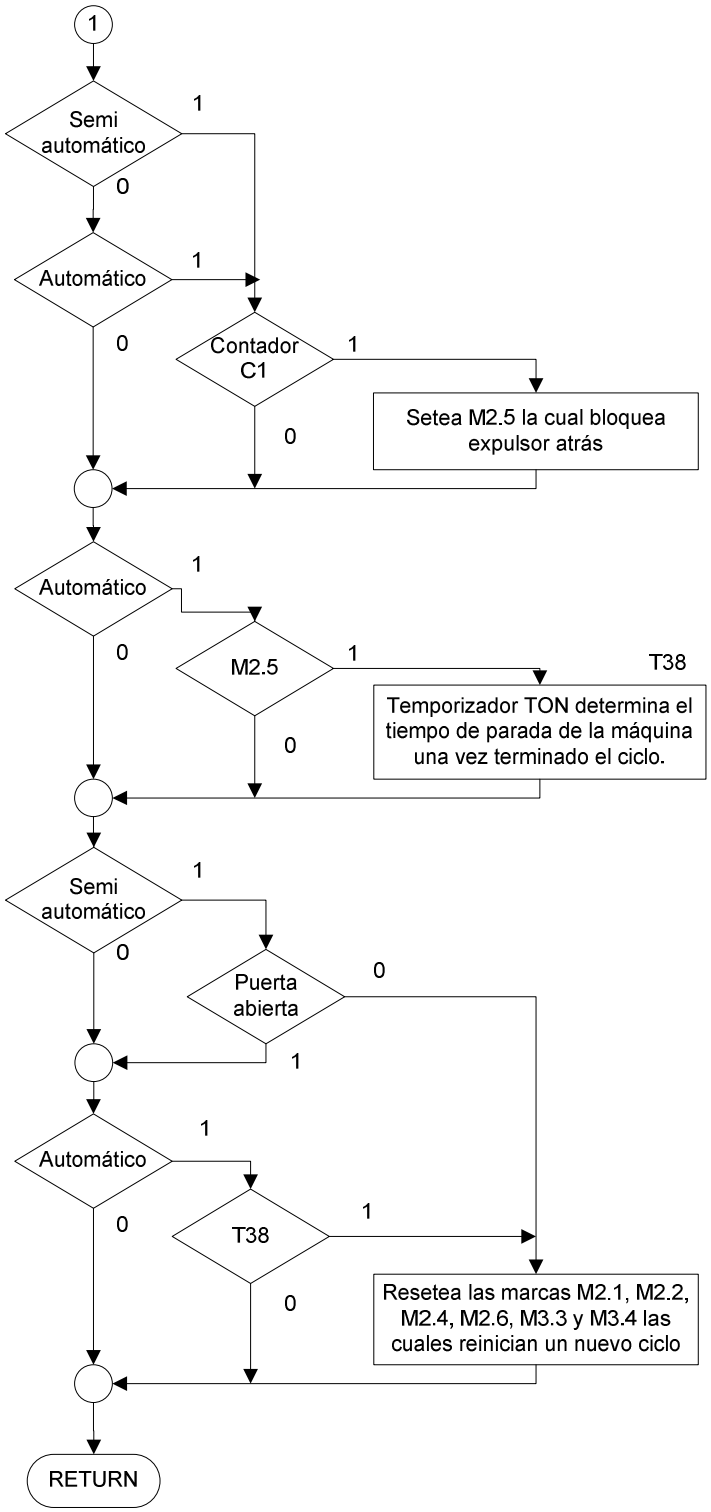


Figura N°2.28 Diagrama de flujo subrutina expulsor atrás

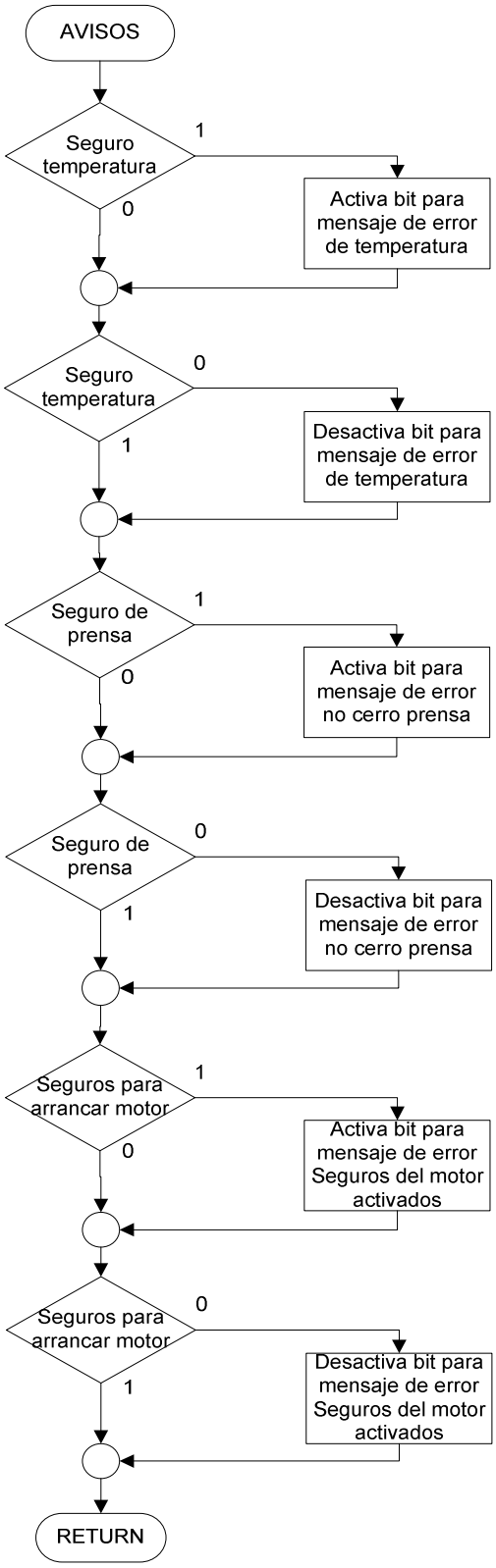


Figura N°2.29 Diagrama de flujo subrutina avisos

CAPITULO III

3 CONFIGURACIÓN DE LA INTERFAZ HOMBRE-MÁQUINA - HMI

3.1 INTRODUCCIÓN

Con el propósito de mejorar la operación y supervisión de diversas máquinas que existen en la actualidad se han creado muchas formas de interacción entre el hombre y la máquina, que permiten al operador, en algunos casos, tener un control total de la planta.

Un sistema HMI representa la interfaz entre el hombre (operador) y el proceso (máquina/instalación); mientras que el autómata posee, generalmente, el verdadero control sobre el proceso. Se podría decir que existe una interfaz interactiva entre el operador y el software HMI (panel de operador) y una interface de comunicación entre este software y el autómata.

En su forma más común, un sistema HMI permite:

- **Representar procesos.** El proceso se representa en el panel de operador y cambia periódicamente en función del estado de las variables asociadas. Si se modifica por ejemplo un estado en el proceso, se actualizará la visualización en el panel de operador.
- **Manejar procesos.** El operador puede interactuar con el proceso a través de la interfaz gráfica de usuario. Por ejemplo, el operador puede especificar y modificar el valor de un parámetro en el autómata.
- **Emitir avisos.** Si durante el proceso se producen estados de proceso críticos, automáticamente se emite un aviso (por ejemplo, si se sobrepasa un valor límite especificado).

- **Archivar valores de proceso y avisos.** El sistema HMI puede archivar avisos y valores de proceso, de esta forma se puede documentar el transcurso del proceso y, posteriormente, también será posible acceder a anteriores datos históricos de producción.
- **Documentar valores de proceso y avisos.** El sistema HMI permite visualizar avisos y valores de proceso en informes; este modo podrá, por ejemplo, emitir los datos de producción una vez finalizado el turno.
- **Administrar parámetros de proceso y parámetros de máquina.** El sistema HMI permite almacenar los parámetros de proceso y de máquina en "Recetas". Dichos parámetros se pueden transferir, por ejemplo, desde el panel de operador al autómata en un solo paso de trabajo para que la producción cambie a otra gama de productos.

El software utilizado para configurar la interfaz HMI de este proyecto, es el WinCC de SIEMENS, mismo que se describe a continuación.

3.2 DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA WINCC FLEXIBLE

3.2.1 COMPONENTES DE WINCC FLEXIBLE

3.2.1.1 WinCC flexible Engineering System

WinCC flexible Engineering System es el componente de software que permite realizar todas las tareas de configuración necesarias. Mediante este componente se realiza la edición de las pantallas (ventanas) que se visualizarán al correr el WinCC Runtime. [2]

3.2.1.2 WinCC flexible Runtime

WinCC flexible Runtime es el componente de software para visualizar procesos. En runtime, el proyecto se ejecuta en modo de proceso. [2]

3.2.1.3 Opciones de WinCC flexible

Las opciones de WinCC permiten ampliar las funciones básicas de WinCC flexible, siendo necesario una licencia especial para cada uno de estas opciones. [2]

3.2.2 WINCC FLEXIBLE ENGINEERING SYSTEM

WinCC flexible es un sistema de ingeniería diseñado para la configuración de todos los paneles del operador asociados con este sistema.

WinCC flexible presenta una estructura modular como se observa en la figura No. 3.1, desde WinCC Micro que permite configurar solo micropaneles, hasta WinCC Advanced que es el software que soporta más equipos de destino y funciones.

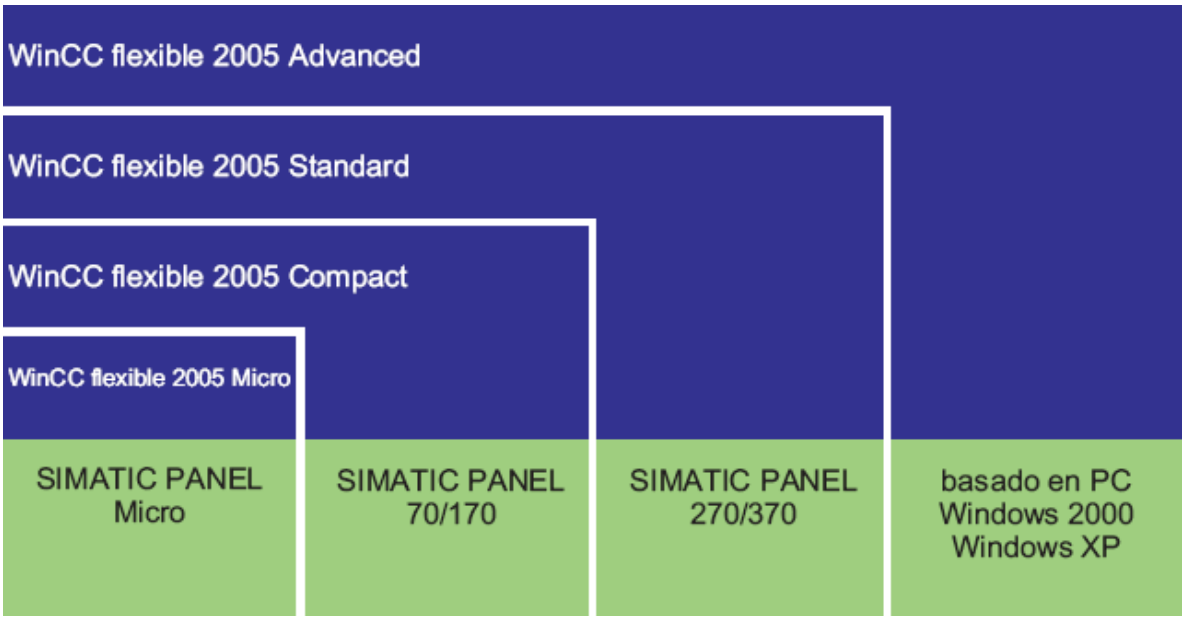


Figura N°3.1 Estructura modular de WinCC flexible [2]

WinCC flexible cubre el nivel de funciones que abarca desde los Micro Panels hasta la visualización en PC sencilla.

3.2.2.1 Estructura de WinCC Flexible

Al crear un proyecto en WinCC flexible o al abrir uno ya existente, aparece la estación de trabajo de WinCC en la pantalla del equipo de configuración. En la ventana de proyecto se representa la estructura del proyecto y se visualiza su estructura.

WinCC flexible incluye un editor específico para cada tarea de configuración. Por ejemplo, la interfaz gráfica de usuario de los paneles de operador se configura en el editor "Imágenes". Para configurar los avisos se emplea el editor "Avisos de bit".

Todos los datos de configuración que pertenecen a un mismo proyecto se almacenan en la base de datos del proyecto.

3.3 AUTOMATIZACIÓN CON WINCC FLEXIBLE

WinCC flexible soporta la configuración de muchas formas de automatización diferentes. Con WinCC flexible se pueden crear de forma estándar las siguientes formas de control.

3.3.1 CONTROL CON UN PANEL DE OPERADOR

Un panel de operador que está conectado directamente a un controlador a través del bus de proceso, se denomina sistema monopuesto.

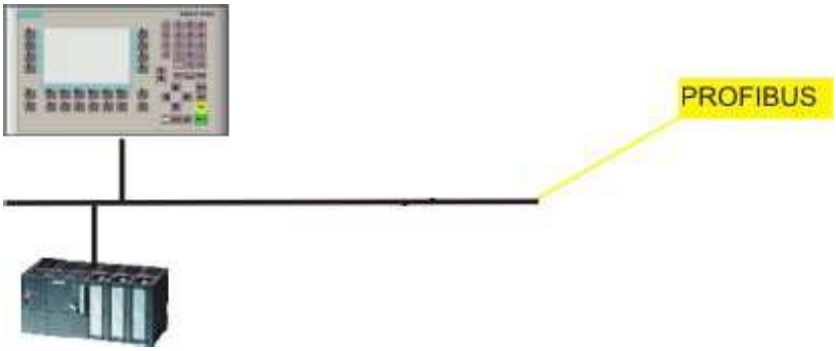


Figura N°3.2 Sistema monopuesto [2]

Los sistemas monopuesto se utilizan principalmente en la planta de producción, pero también sirven para manejar y visualizar procesos parciales o partes independientes de sistemas.

3.3.2 CONTROL CON VARIOS PANELES DE OPERADOR

Varios paneles de operador están conectados a uno o varios autómatas a través de un bus de proceso, por ejemplo: Profibus o Ethernet.

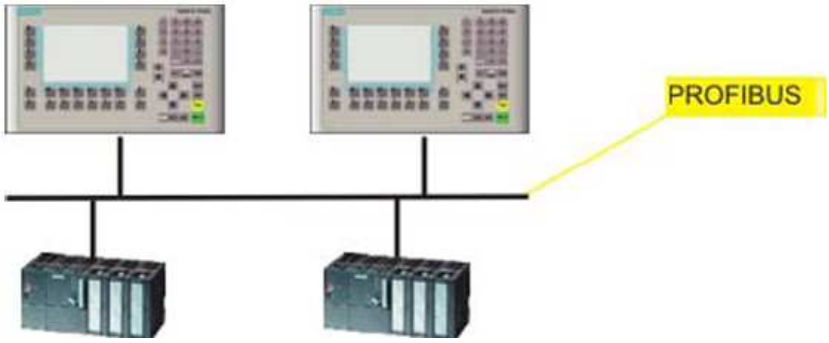


Figura N°3.3 Sistema multipuesto [2]

Este tipo de sistemas se utiliza por ejemplo en cadenas de producción, para controlar la planta desde diferentes puntos.

3.3.3 SISTEMA HMI CON FUNCIONES CENTRALES

Los sistemas HMI se conectan a PCs a través de Ethernet. La PC de rango superior asume las funciones centrales, por ejemplo la administración de recetas. Los registros de receta requeridos se ponen a disposición del sistema HMI subordinado.

En la figura No. 3.4, se puede observar un sistema HMI con funciones centrales.

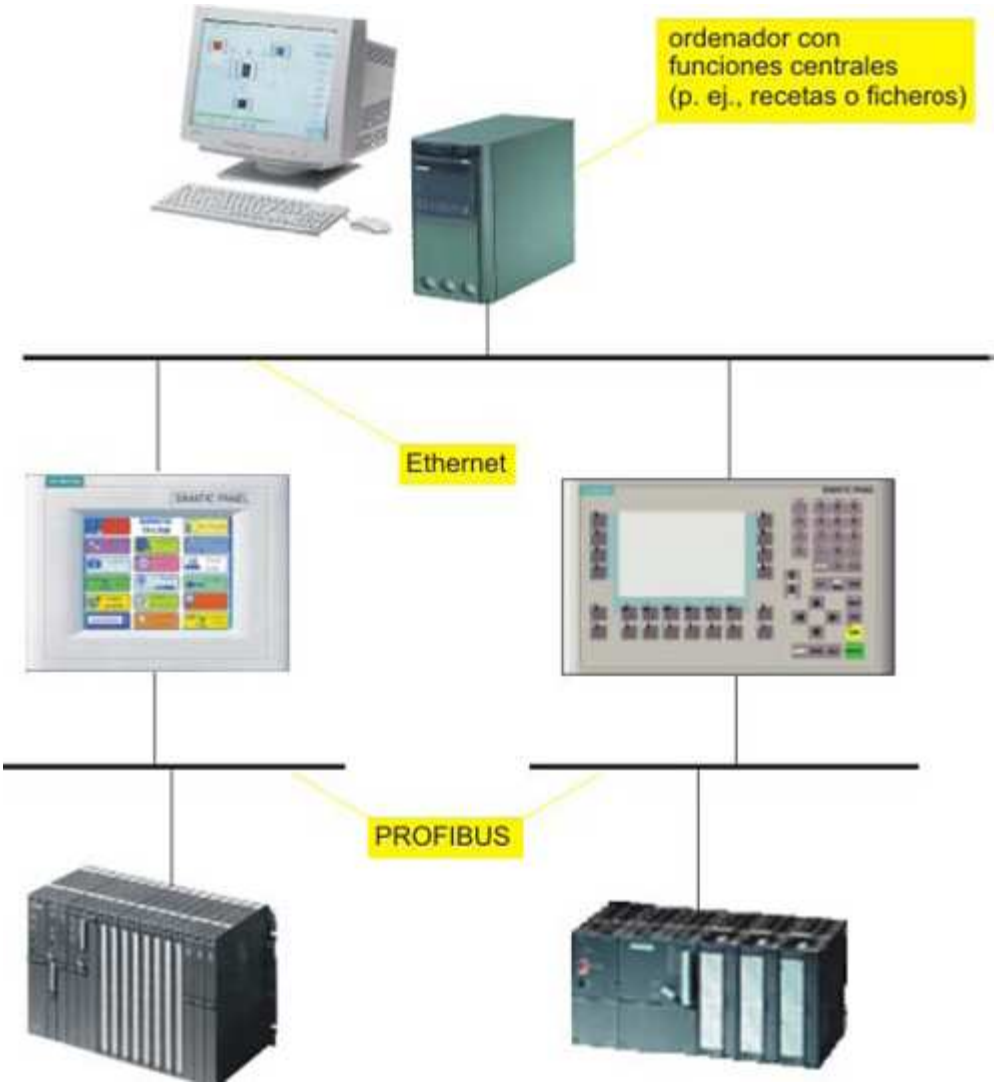


Figura N°3.4 Sistema HMI con funciones centrales. [2]

3.3.4 SOPORTE DE EQUIPOS MÓVILES

Los equipos móviles se emplean predominantemente en grandes plantas de producción, largas cadenas de producción, o en la ingeniería de transporte de materiales, aunque también en instalaciones que requieran una visión directa del proceso.

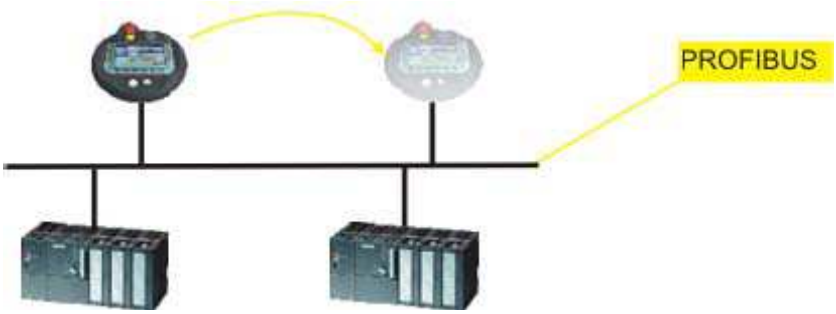


Figura N°3.5 Equipos móviles [2]

De esta manera, el operador o técnico de mantenimiento podrá trabajar directamente en el lugar donde se le necesita. Los trabajos de ajuste y posicionamiento, por ejemplo durante una puesta en marcha, pueden llevarse a cabo con más precisión. En los trabajos de mantenimiento, el uso de un equipo móvil permite reducir los tiempos de inactividad.

3.4 CONFIGURACIÓN DE UN TOUCH PANEL USANDO WINCC FLEXIBLE.

En este proyecto se utilizará una pantalla táctil para la HMI (Interfaz Hombre-Máquina), por medio de la cual el operador realizará las tareas siguientes:

- Monitorear alarmas de las zonas de calentamiento.
- Monitorear alarmas de emergencia de la máquina
- Ajustar el tiempo de enfriamiento.
- Ajustar el tiempo de rechupe del tornillo.
- Ajustar el tiempo de parada de la máquina en modo automático.
- Seleccionar la velocidad de dosificación de material.

Para que el operador pueda realizar todas estas tareas es necesario configurar la pantalla táctil; necesariamente mediante el uso de un computador.

A continuación se describen los pasos para la configuración:

- Crear el proyecto
- Crear las imágenes
- Configurar los avisos
- Insertar cambios de imagen
- Comprobar y simular el proyecto
- Transferir el proyecto

Para realizar la configuración se necesitan los componentes indicados a continuación:

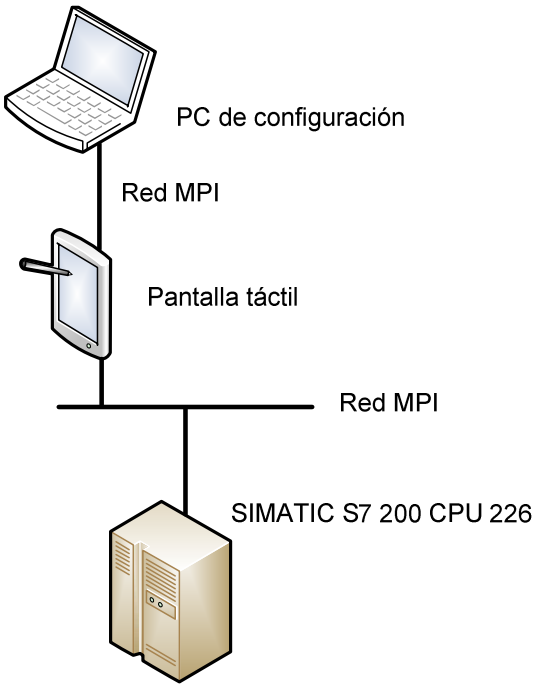


Figura N°3.6 Componentes para configurar la pantalla táctil.

3.4.1 CREAR UN PROYECTO

El proyecto es la base para configurar la interfaz de usuario.

En el proyecto se crean y se configuran todos los objetos necesarios para controlar y monitorear algunas de las fases de operación de la máquina inyectora, tales como:

- Imágenes para representar y manejar la máquina inyectora.
- Variables para intercambiar datos entre la pantalla táctil y el PLC.
- Avisos, para visualizar en la pantalla táctil los estados operativos de la máquina de inyección.

3.4.1.1 Proyecto nuevo

Para crear un proyecto nuevo WinCC tiene un asistente de proyectos el cual ayuda al programador a configurar fácilmente el tipo de pantalla táctil a utilizar, el tipo de conexión, el tipo de PLC, el número de imágenes y las librerías disponibles dependiendo del tipo de HMI. En el ANEXO C, Se muestran todos los pasos para la configuración básica de la pantalla táctil TP177 micro.

Una vez que el asistente de proyectos ha creado el nuevo proyecto conforme a los datos ingresados y lo ha abierto en WinCC flexible. En el lado izquierdo se visualiza un árbol que contiene todos los elementos configurables:

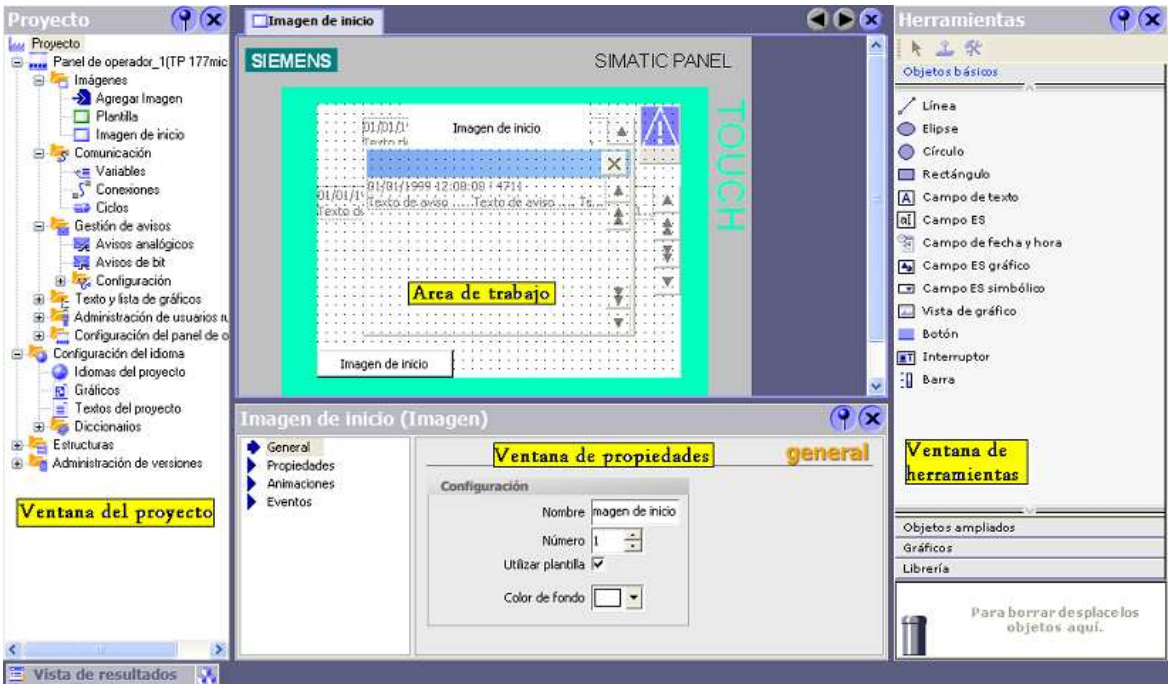


Figura N°3.7 Ventana generada por el asistente de proyectos de acuerdo a los datos ingresados.

En el **área de trabajo** se editan los objetos del proyecto. Todos los elementos de WinCC flexible se agrupan en torno al área de trabajo. A excepción del área de trabajo, todos los elementos se pueden disponer y configurar en función de las necesidades del usuario (por ejemplo, desplazar u ocultar).

En la **ventana del proyecto** se visualizan en una estructura de árbol todos los componentes y editores disponibles de un proyecto, pudiéndose abrir desde allí. Además, a partir de dicha ventana es posible acceder a las propiedades del proyecto, así como a la configuración del panel de operador.

En la **ventana de propiedades** se editan las propiedades de los objetos, por ejemplo el color de los objetos de imagen. La ventana de propiedades sólo está disponible en algunos editores.

La **ventana de herramientas** contiene una selección de objetos que se pueden insertar en las imágenes, tales como los objetos gráficos o los elementos de manejo. Asimismo, la ventana de herramientas dispone de librerías con objetos ya preparados, así como de colecciones de bloques de imagen.

3.4.2 CREAR LAS IMÁGENES

Las imágenes son los elementos principales del proyecto, permiten controlar y monitorear el proceso. Para crear una imagen, en la ventana de proyecto se encuentra agregar imagen, dar doble click y se genera una nueva imagen con el nombre Imagen_1 el cual puede ser cambiado.

Las imágenes contienen objetos tales como campos de salida, de texto o de visualización. En la figura No. 3.8, se puede observar una imagen sobre la cual se va a trabajar.

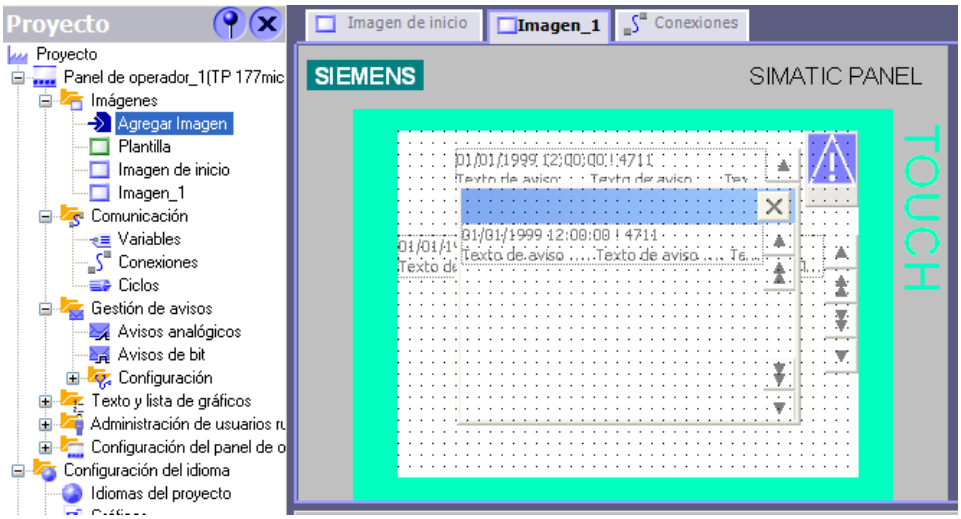


Figura N°3.8 Imagen en la cual se pueden ingresar campos de entrada y salida de datos.

3.4.3 CONFIGURAR LOS AVISOS

Los avisos muestran eventos o estados operativos que ocurran o existan en la máquina inyectora. Por ejemplo, los avisos se pueden utilizar para desplegar alarmas.

Se distingue entre los siguientes tipos de avisos:

- Los avisos de bit indican los cambios de estado en la máquina de inyección y son disparados por el autómata. Por ejemplo, indican si una electroválvula está abierta o cerrada.
- Los avisos analógicos indican si se han rebasado los valores límite.

3.4.3.1 Configurar avisos de bit

En la máquina inyectora existen cuatro zonas de calentamiento las cuales están controladas a su vez por cuatro controladores de temperatura, que poseen un contacto que cambia de estado cuando la temperatura se encuentra fuera del rango de operación. A continuación se describe cómo configurar una vista de avisos en la que se muestren el estado de bits.

Si existe un incremento o decremento en la temperatura, se disparará el aviso de bit correspondiente.

3.4.3.1.1 Crear la variable para guardar los estados

Los estados se guardan en una variable. Cada estado se asigna a un bit de la variable, en este caso la variable es una palabra por ejemplo VW0.

Primero: Crear la variable.

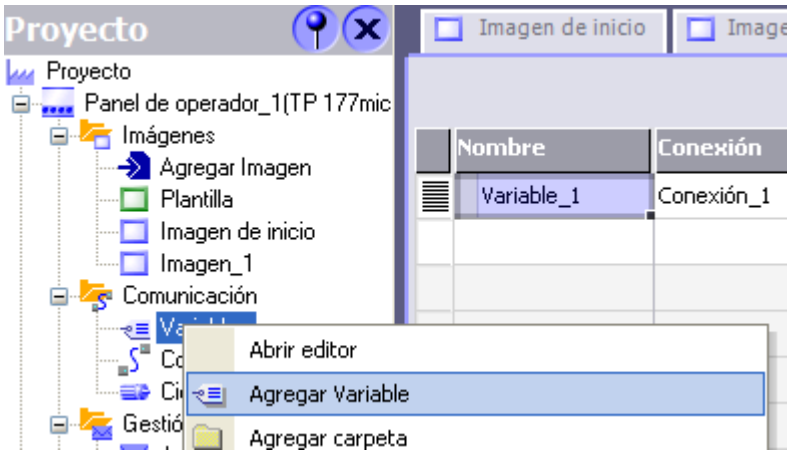


Figura N°3.9 Crear una variable.

Segundo: Configurar la variable.

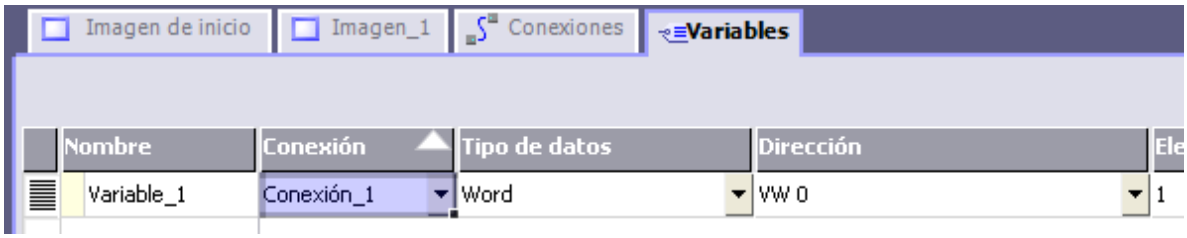


Figura N°3.10 Ventana de configuración de una variable.

Debe configurarse como una variable de tipo word, elegir la conexión con el autómata programable y finalmente elegir la dirección de la variable.

3.4.3.1.2 Crear un aviso para indicar el estado

Primero: Crear un aviso de bit nuevo

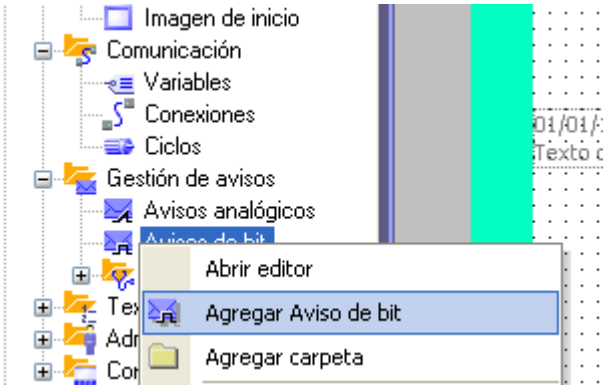


Figura N°3.11 Creación de un aviso de bit.

Segundo: En la ventana de propiedades introduzca el mensaje a desplegar y seleccione la clase de aviso:

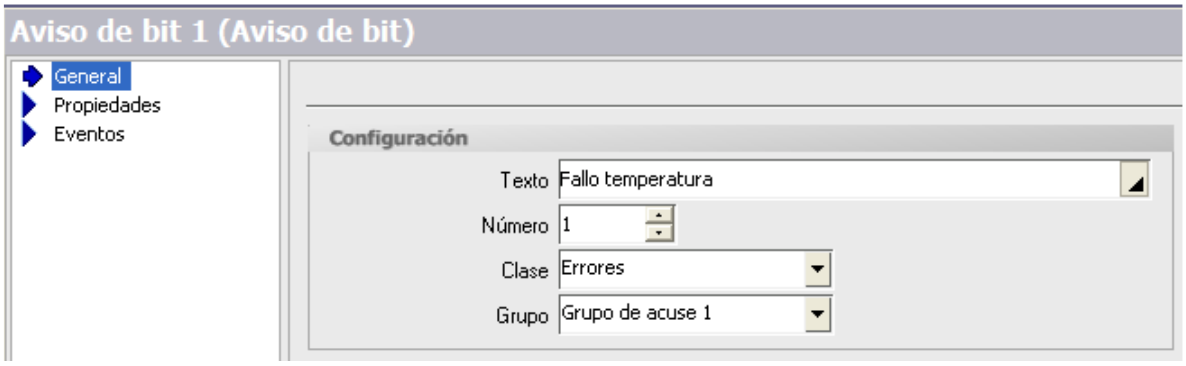


Figura N°3.12 Configuración del mensaje y tipo de aviso.

Seleccione la variable en la que se debe guardar el estado del bit:

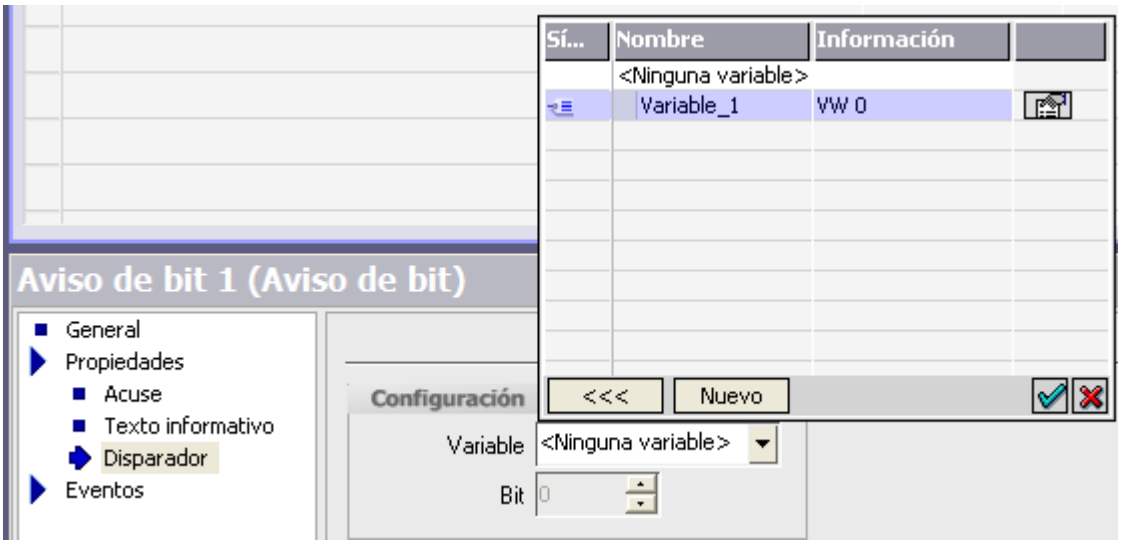


Figura N°3.13 Configuración de la variable de aviso.

Seleccione el número de bit que representa el estado abierto:

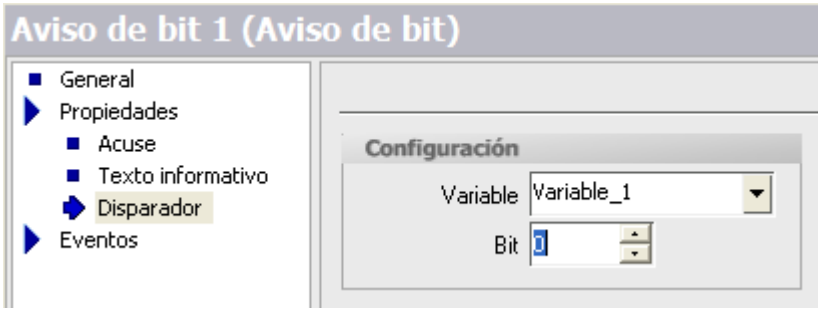


Figura N°3.14 Configuración del bit el cual activa el aviso.

Cuando haya cambiado el estado del bit, se desplegara el aviso ingresado.

3.4.3.2 Configurar avisos analógicos

Para configurar los avisos analógicos es un proceso similar al de avisos de bit. El cual no se usa en este proyecto.

3.4.3.3 Configurar la vista de avisos

En la ventana de alarmas se muestran todos los mensajes desplegados durante un fallo en el proceso. La ventana de alarmas se visualiza en todas las imágenes.

En la vista de avisos se indican todas las alarmas y todos los avisos del sistema que hayan aparecido hasta ese momento. A continuación se describe cómo configurar una vista de avisos para visualizar los avisos en la pantalla táctil.

3.4.3.3.1 Crear la lista de avisos.

Primero: Crear una imagen nueva.

Segundo: Utilizar un nuevo nombre, por ejemplo mensajes.

Tercero: Arrastrar la vista de avisos hasta la imagen.

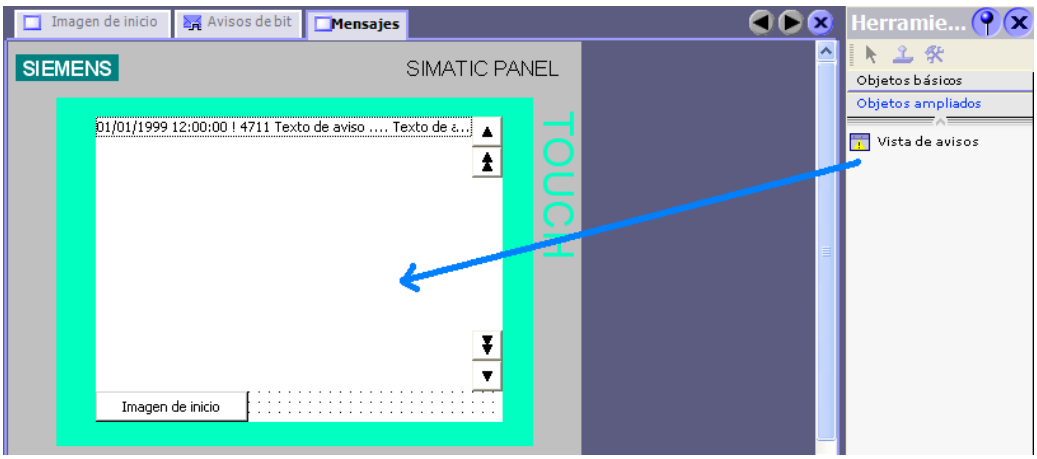


Figura N°3.15 Imagen con vista de avisos.

Cuarto: Configure la lista de avisos en la ventana de propiedades:

Defina que en la vista de avisos se visualicen los eventos de aviso y elija la clase de mensajes a mostrar.

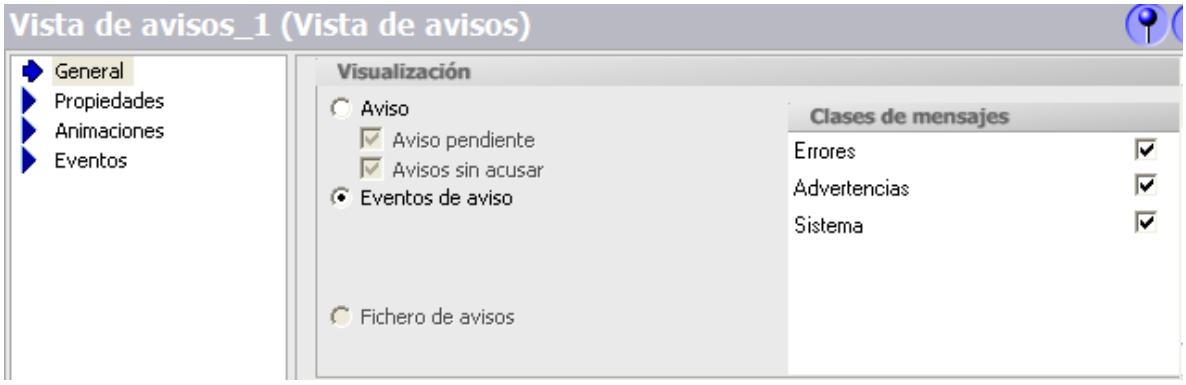


Figura N°3.16 Ventana de configuración en la cual se selecciona los tipos de mensajes a desplegar.

Determinar que el aviso más reciente se visualice siempre en la primera línea de la vista de avisos y en el campo columnas visibles elija texto de aviso y demás opciones que se deseen visualizar.

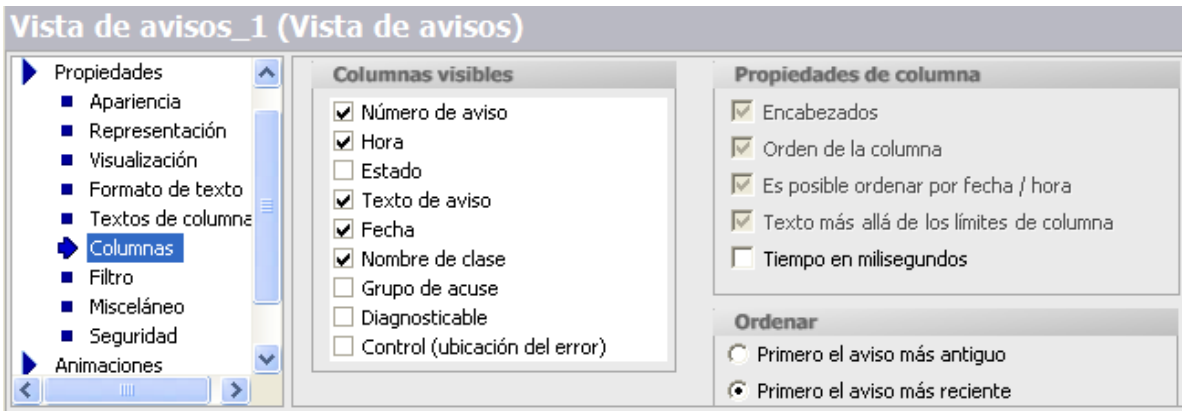


Figura N°3.17 Ventana de configuración en la cual se selecciona los campos a desplegar.

3.4.4 COMPROBAR EL PROYECTO

Antes de finalizar la configuración, compruebe el proyecto con la función de comprobación de coherencia.

La comprobación de coherencia garantiza, por ejemplo, que se respeten los rangos de valores y que se visualicen las introducciones erróneas.

Inicie la comprobación de coherencia:

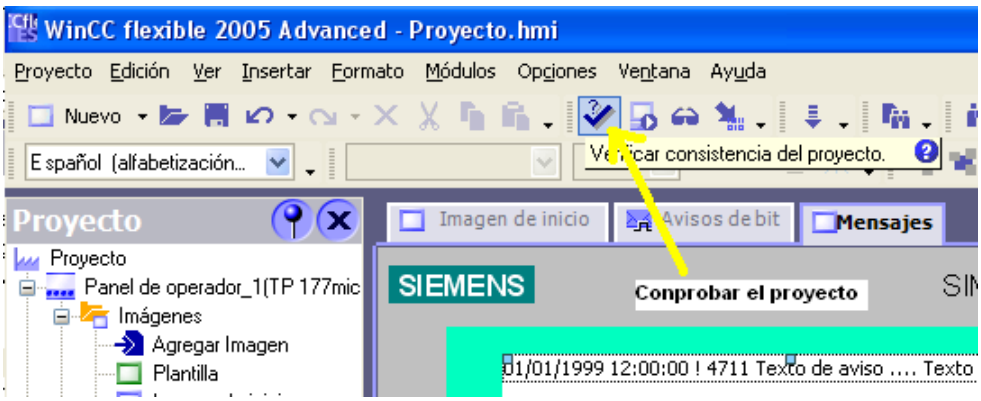


Figura N°3.18 Activación de consistencia del proyecto.

El resultado de la comprobación de coherencia se visualizará en la ventana de resultados.

Vista de resultados

Tiempo	Categoría	Descripción
09:08:32.00	Generador	Convirtiendo imágenes ...
09:08:32.50	Generador	Convirtiendo fuentes ...
09:08:33.50	Generador	Comprobando los resultados ...
09:08:33.51	Generador	Escribiendo archivos de resultados ...
09:08:35.15	Generador	Número de variables power utilizadas:...
09:08:35.17	Generador	Efectuado con éxito con 0 error(es), 0...
09:08:35.17	Generador	Indicación de fecha y hora: 30/03/20...
09:08:35.50	Generador	Compilación finalizada

Figura N°3.19 Verificación de consistencia del proyecto.

3.4.5 TRANSFERIR EL PROYECTO

En el proyecto se ha creado una interfaz de usuario y las variables para leer valores de proceso del autómata o para transferirlos a éste. Para ello se debe realizar los siguientes pasos:

- Comprobar los parámetros de conexión preajustados.
- Transferir el proyecto al panel de operador.

Los pasos son los mismos aunque se haya creado el proyecto para otro panel de operador.

3.4.5.1 Comprobar los parámetros de conexión

La pantalla táctil debe estar conectada vía una red PPI al autómata de la máquina inyectora.

Los parámetros de conexión se han preajustado al crear el proyecto con el asistente de proyectos. Para la pantalla táctil y el autómata se han ajustado las direcciones 1 y 2, respectivamente. El autómata y el panel de operador se comunican entre sí vía una red PPI:

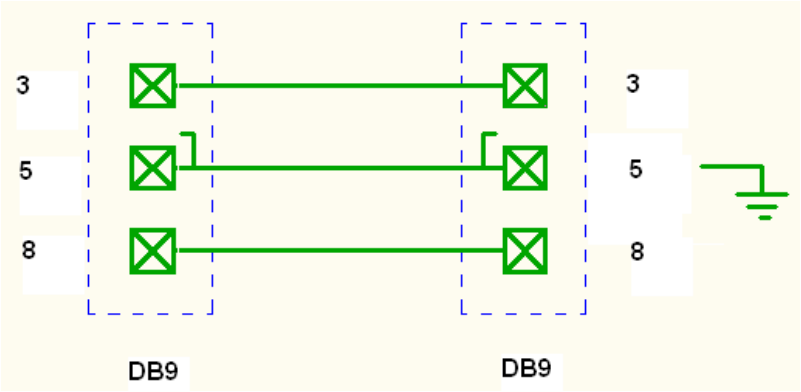


Figura N°3.20 Conexiones red PPI.

3.4.5.2 Transferir el proyecto al panel de operador

Luego de haber comprobado los parámetros de conexión, transfiera los datos del proyecto hacia la pantalla táctil:

Primero: Conecte el panel de operador con el equipo de configuración a través de un cable MPI.

Segundo: Inicie la transferencia:

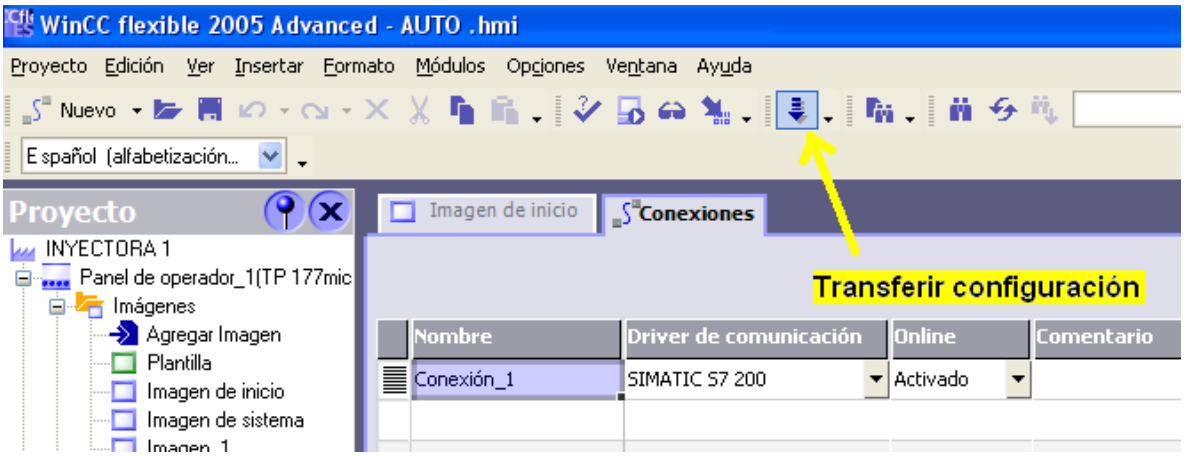


Figura N°3.21 Activa la transferencia de datos.

Tercero: Configurar la transferencia para conexión por puerto USB o serial dependiendo del cable que se disponga, cuando se elige conexión serial también

debe configurarse el puerto de comunicación y la velocidad de transferencia de datos.

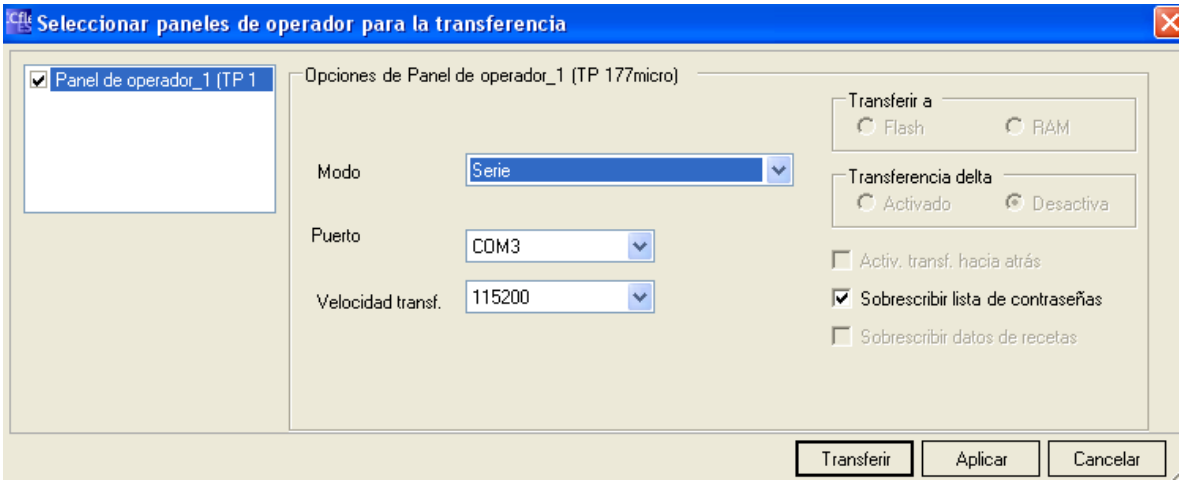


Figura N°3.22 Configuración del puerto de comunicación por el cual se realizará la transferencia de datos.

3.5 DESCRIPCIÓN DEL HMI REALIZADO

En este proyecto se crearon ocho imágenes, cada una de ellas monitorea o controla el ciclo de inyección de la máquina.

La imagen de inicio permite el ingreso a cuatro imágenes diferentes las cuales son: imagen para ingresar parámetros de funcionamiento de la máquina, avisos de la máquina, estado de la máquina y una ventana del sistema. También, en esta imagen se visualiza la hora y fecha del proceso la cual puede ser modificada pulsando sobre los caracteres. En a figura No. 3.23, se puede observar la imagen de inicio del HMI realizado.

Todas las imágenes contienen un botón el cual retorna a la imagen inicial directamente

En la imagen “INGRESAR PARÁMETROS“, se pueden manipular variables del PLC directamente. En esta imagen se puede cambiar el tiempo de rechupe de la máquina, el tiempo de enfriamiento, el tiempo de parada, el número de expulsiones y un botón

el cual enlaza hacia otra imagen para el control de velocidad de la carga de material, la cual permite por medio de tres botones el ingreso de tres diferentes velocidades de carga. En las figuras No. 3.24 y 3.25 se pueden observar las imágenes para el ingreso de parámetros.

Figura N°3.23 Imagen de inicio del proyecto.

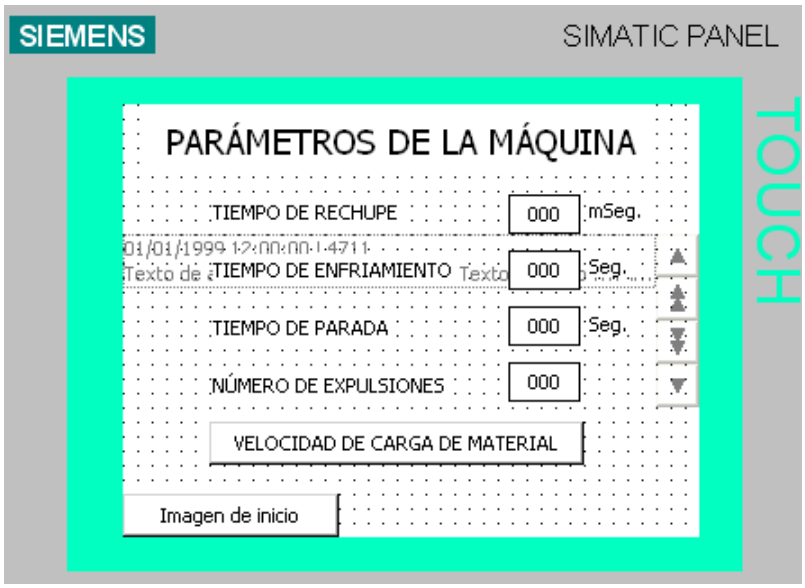


Figura N°3.24 Imagen para ingresar parámetros.

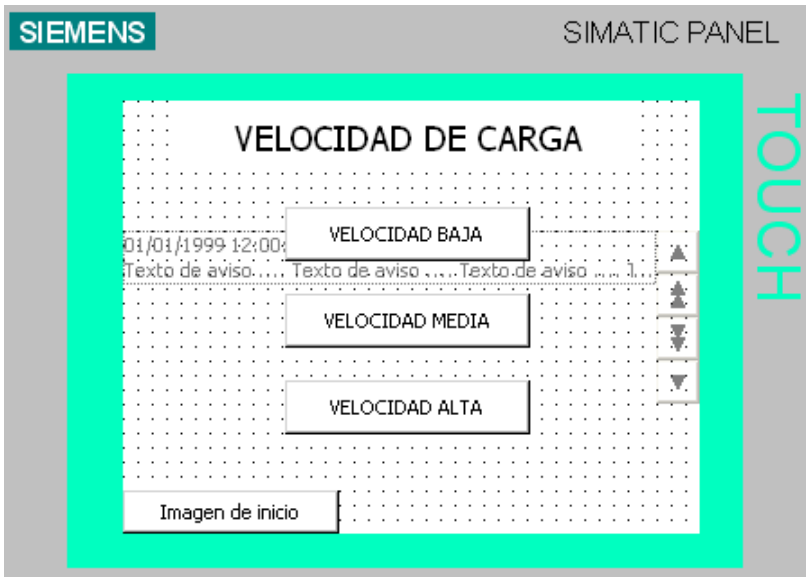


Figura N°3.25 Imagen para ingresar la velocidad de carga de material.

En la imagen de “AVISOS”, se visualizan las alarmas que tiene la máquina de forma automática. Cuando se genera un fallo en la máquina esta ventana aparece automáticamente indicando el tipo de falla o error que se produjo en la máquina. Esta imagen también contiene un botón para borrar los avisos y cuatro botones para navegar entre todos los mensajes que se han desplegado. Además, cada mensaje muestra la hora y la fecha en la cual se produjo. En a figura No. 3.26, se puede observar la imagen de avisos.

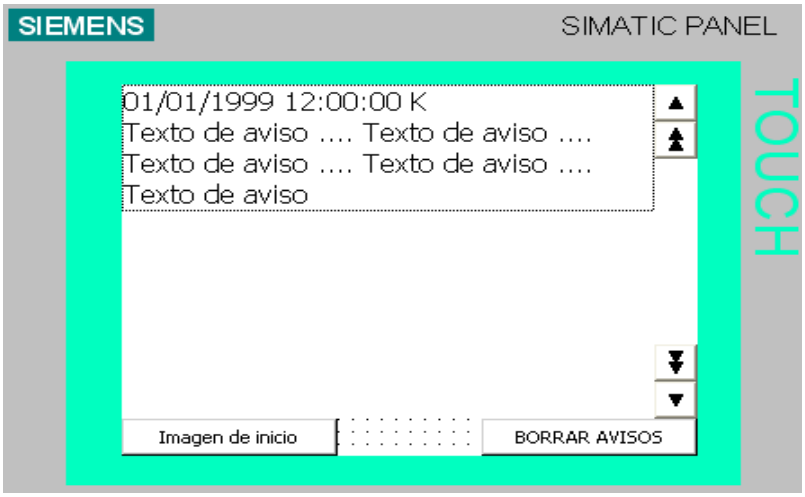


Figura N°3.26 Imagen que despliega avisos.

Para monitorear el estado de la máquina se utilizan tres imágenes las cuales se encuentran enlazadas entre sí mediante botones de avance y retroceso. En la primera imagen se monitorean los modos de operación de la máquina y las diferentes velocidades del sistema mostrando el botón activo si estos se encuentran accionados, en la segunda imagen se monitorean las partes de la máquina que se encuentran en movimiento y la tercera imagen monitorea las partes de la máquina que se encuentran en estado estacionario. En las figuras No. 3.27, 3.28 y 3.29 se muestran las diferentes imágenes para el monitoreo de la máquina.

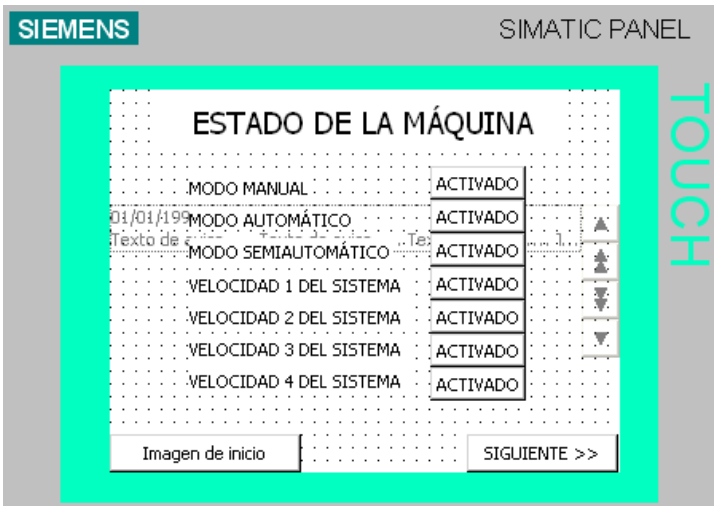


Figura N°3.27 Imagen que monitorea los modos de operación y velocidades del sistema.

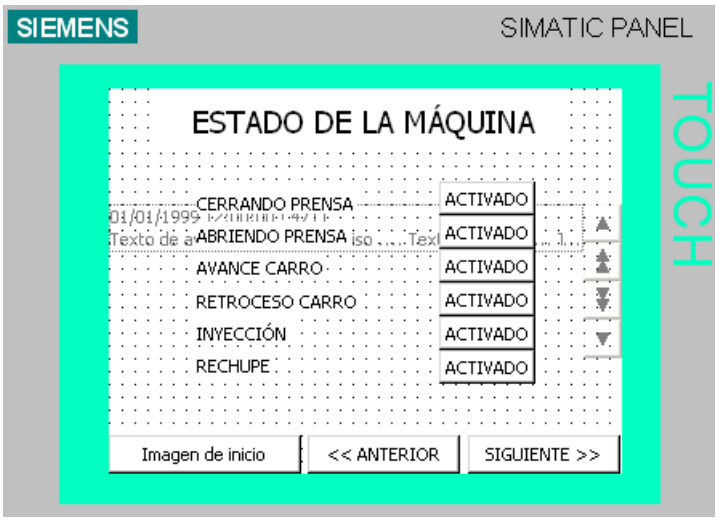


Figura N°3.28 Imagen que monitorea las partes de la máquina que se encuentran en movimiento.

Figura N°3.29 Imagen que monitorea las partes de la máquina que se encuentran en estado estacionario.

En la imagen del sistema se puede conectar o desconectar la comunicación, transferir un nuevo proyecto, salir del modo runtime. Esta imagen se selecciona en la configuración inicial del proyecto. En a figura No. 3.30, se puede observar la imagen del sistema.

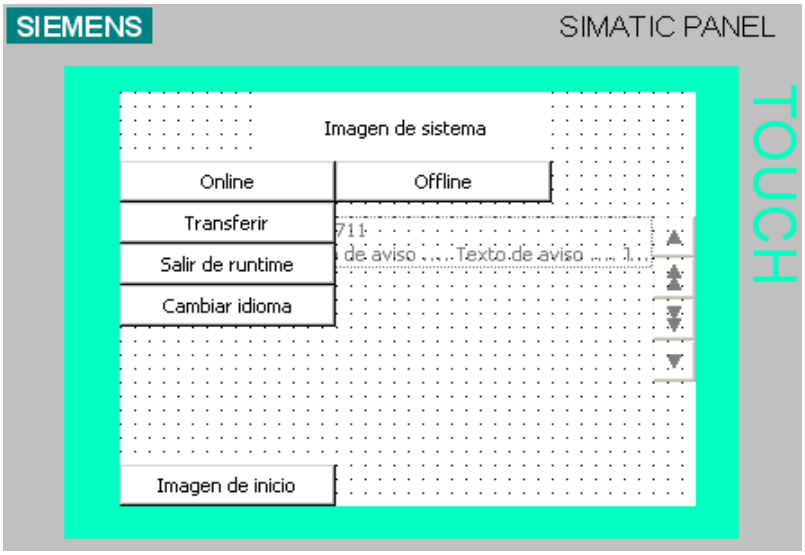


Figura N°3.30 Imagen del sistema.

CAPITULO IV

4 MONTAJE, INSTALACIÓN Y PRUEBAS

4.1 INTRODUCCIÓN

Cuando se realiza el montaje de los diferentes elementos que conforman un tablero de control, debe tomarse la precaución de instalarlos de tal forma que sean fácilmente desmontables, ya que frente a un eventual fallo, éstos deben ser fácilmente reemplazados.

4.2 MONTAJE E INSTALACIÓN DEL PLC

El PLC S7-200 con CPU 226 y la expansión 223-1BL22-0XA0 de 16 entradas digitales y 16 salidas tipo rele, se instalaron en el tablero principal ya existente en la máquina como se observa en la figura No. 4.1, para el montaje del PLC se utilizó riel DIN. En este tablero también se instalaron relés para el control de las electroválvulas de la unidad hidráulica de la máquina.

Cuando se instala un PLC debe tenerse en cuenta los aparatos que generan calor y montar los equipos electrónicos en las zonas más frías del tablero de control. El funcionamiento de equipos electrónicos en entornos de alta temperatura acorta su vida útil. También, debe tenerse en cuenta la ruta del cableado de los equipos montados en el tablero de control. Se debe evitar colocar los cables de señalización y comunicación en una misma canaleta junto con los cables de fuerza y conmutación rápida.

Los diagramas eléctricos del PLC se pueden observar en el ANEXO B.

Figura N°4.1 Montaje del PLC S7-200.

4.3INSTALACIÓN DE LA PANTALLA TÁCTIL

El TP 177 micro se instalo en una de las tapas del tablero principal de la máquina como se puede observar en la figura No. 4.2, para la instalación de este equipo debe tenerse en cuenta el fácil acceso del operador para el control y monitoreo de la máquina. El cable de comunicación desde la pantalla táctil hasta el PLC no debe estar en la misma canaleta junto con los cables de fuerza o de conmutación rápida ya que esto podría entorpecer el correcto funcionamiento del mismo.

Para sujetar la pantalla táctil en la tapa del tablero de control, se utilizaron bridas de sujeción.

Figura N°4.2 Montaje del TP 177 micro.

4.4 PRUEBAS DE FUNCIONAMIENTO DEL PROGRAMA DE CONTROL DEL PLC

El programa de control realizado inicialmente fue modificado y verificado constantemente conforme el proyecto fue avanzando.

Se inició realizando el programa en modo manual, en este modo se realizaron varias calibraciones en el cerrado y apertura de la prensa, activando diferentes combinaciones entre las salidas Q0.2, Q0.4, Q0.6, Q1.0, las cuales controlan cuatro electroválvulas que determinan las velocidades de todo el sistema hidráulico, en las tablas No. 4.1 y 4.2, se muestra el resultado obtenido tanto para la apertura como para el cierre de la prensa.

Velocidades de cierre de prensa		
EVENTO	**COMBINACIONES**	**RESULTADOS**
Primera velocidad	Q0.2, Q0.4	Velocidad media de cierre
Segunda velocidad	Q0.6, Q1.0	Velocidad alta de cierre
Tercera velocidad	Q0.4	Velocidad baja de cierre
Punto de alta presión	Q0.2, Q0.4, Q0.6, Q1.0	Alta presión

Tabla N°4.1 Combinaciones para un correcto cierre de prensa

Velocidades de apertura de prensa		
EVENTO	**COMBINACIONES**	**RESULTADOS**
Primera velocidad	Q0.2, Q0.4	Velocidad media de apertura
Segunda velocidad	Q0.6, Q1.0	Velocidad alta de apertura
Tercera velocidad	Q0.4	Velocidad baja de apertura

Tabla N°4.2 Combinaciones para una correcta apertura de prensa

Otra parte importante del sistema es la inyección de material, para esto se realizó la inyección de material a dos velocidades, con lo que se obtiene un mejor terminado de la pieza inyectada. En la tabla N. 4.3 se observan las combinaciones realizadas y el resultado obtenido.

Velocidades de inyección de material		
EVENTO	**COMBINACIONES**	**RESULTADOS**
Primera velocidad	Q0.4	Ingreso de material
Segunda velocidad	Q0.6, Q1.0	El material llena todas las cavidades del molde

Tabla N°4.3 Combinaciones para una correcta inyección de material.

Cuando la máquina trabaja en modo automático y semiautomático debe tenerse muy en cuenta los tiempos de enfriamiento, sostenimiento de material y rechupe de

material. En las tablas No. 4.4, 4.5 y 4.6, se observan los resultados obtenidos con la variación de estos tiempos.

Tiempo de enfriamiento	
TIEMPO (Sg.)	**RESULTADOS**
1	Pieza deformada
5	Pieza con deformaciones en los extremos
15	Pieza aceptable

Tabla N°4.4 Resultados de variaciones del tiempo de enfriamiento

Regulando el tiempo de enfriamiento se da el acabado de la pieza, si éste es muy pequeño la pieza se deforma completamente. El operador regula este tiempo desde la pantalla táctil.

Tiempo de sostenimiento de material	
TIEMPO (mSg.)	**RESULTADOS**
50	Pieza incompleta
200	No llena cavidades pequeñas del molde
350	Pieza aceptable

Tabla N°4.5 Resultados de variaciones del tiempo de sostenimiento de material

El tiempo de sostenimiento de material permite que el material ingrese totalmente hacia las cavidades del molde, manteniendo una presión constante al tornillo de inyección. Si el tiempo es muy pequeño no se inyecta el material suficiente dentro del molde.

Tiempo de rechupe de material	
TIEMPO (mSg.)	**RESULTADOS**
50	Se desperdicia mucho material
300	Se desperdicia poco material
500	No se desperdicia material

Tabla N°4.6 Resultados de variaciones del tiempo de rechupe de material

El tiempo de rechupe de material controla que no se desperdicie material luego de terminada la caga de material dentro del barril de inyección.

4.5 PRUEBAS DE COMUNICACIÓN ENTRE EL PLC Y LA PANTALLA TÁCTIL

Antes de establecer la comunicación entre la pantalla táctil y el PLC, primero se necesita configurar el TP 177 micro. Un problema surge cuando el sistema operativo instalado en la pantalla táctil no es compatible con el software instalado en la PC, específicamente por ser de una versión diferente. En este caso se debe actualizar el sistema operativo de la pantalla táctil. Para realizar esto se usa la herramienta "ProSave" de WinCC.

A continuación se describen los pasos para actualizar el sistema operativo de una pantalla táctil:

1. Conectar la PC con el Panel a través del cable USB/PPI.
2. Abrir la aplicación de ProSave: Inicio> Simatic>ProSave
3. Configurar el tipo de panel y el tipo de conexión como se observa en la figura No. 4.3
4. Señale la pestaña *"OS Update*" y haga clic en el botón *"Update OS".* Espere 2 segundos, luego apague y prenda el panel. Unos segundos después se empezará a visualizar una imagen que indica que se estableció con éxito la comunicación con la pantalla.
5. Una vez finalizada la actualización del sistema operativo aparecerá un mensaje "Descarga exitosa".

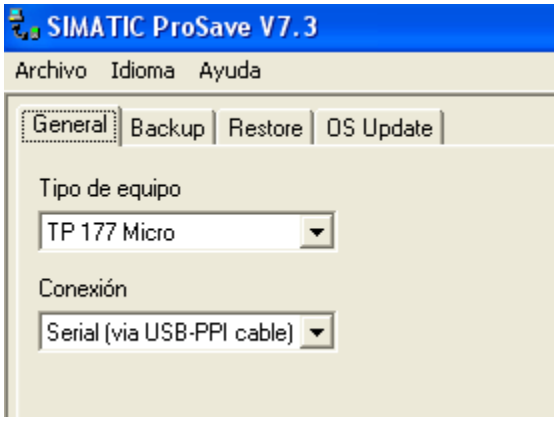


Figura N°4.3 Aplicación ProSave de WinCC

Otro factor importante para establecer la comunicación es la configuración de la velocidad de comunicación entre el TP y el PLC. En el caso del PLC debe configurarse el puerto de comunicación a la misma velocidad configurada en la pantalla táctil y la dirección de la CPU, como se observa en la figura No. 4.4

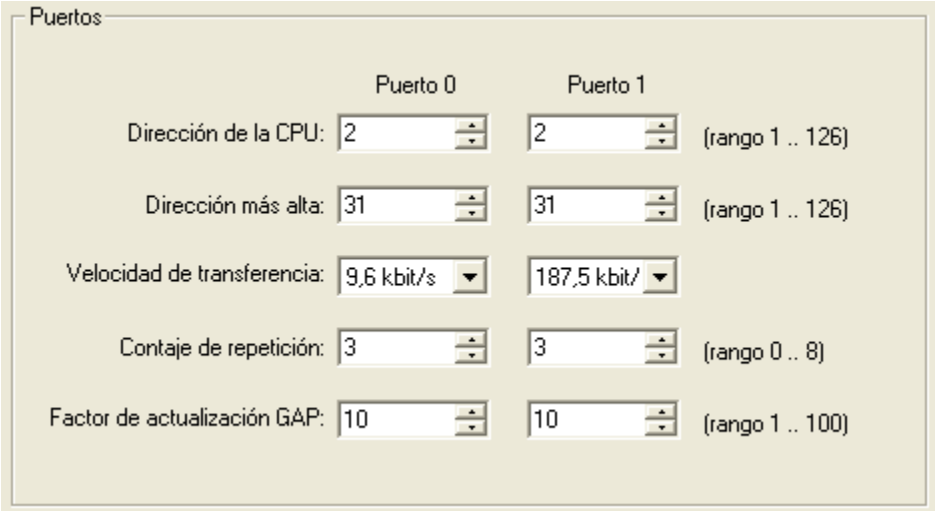


Figura N°4.4 Configuración de los puertos de comunicación del PLC.

En el caso de la pantalla táctil debe configurase: La velocidad de comunicación, la dirección de la CPU del PLC y del TP, haciendo que el TP sea el maestro del BUS y el tipo de red. En la figura No. 4.5, se observa la configuración del TP.

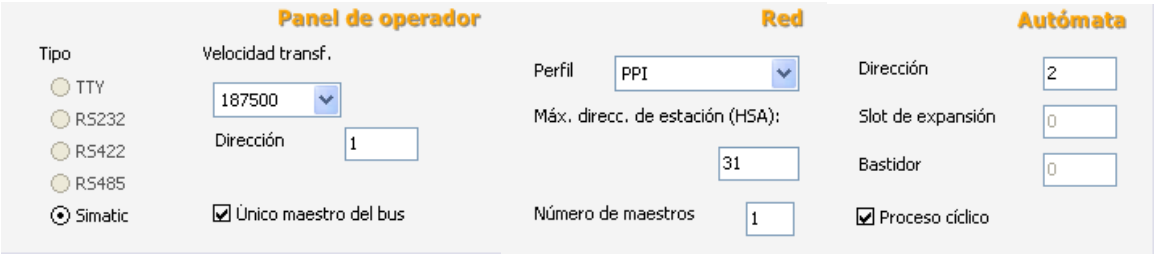


Figura N°4.5 Configuración para la comunicación del TP 177 micro.

Y finalmente para tener una correcta comunicación, debe habilitarse el puerto de comunicación del TP.

4.6 PRUEBAS DE FUNCIONAMIENTO DE LA MÁQUINA

4.6.1 PRUEBAS EN EL CIERRE DE PRENSA

El cierre de la prensa es importante, ya que si no existe un correcto cierre, el material inyectado sale a través de los espacios generados entre las dos partes del molde. En la Figura No. 4.6, se observa una pieza con este defecto.

Figura N°4.6 Pieza con falla por falta de cierre de la prensa.

Para corregir este defecto debe generarse una alta presión antes del cierre completo de la prensa, para lo cual se activan a la vez cuatro electroválvulas que dan toda la presión al sistema. Observe la tabla No. 4.1

4.6.2 PRUEBAS EN LA INYECCIÓN.

La inyección de material es otro de los pasos críticos dentro del proceso. Si no se inyecta suficiente material dentro del molde, las piezas quedan incompletas como se puede observar en la figura No. 4.7. Para que el material llene completamente el molde debe incrementarse el tiempo de sostenimiento de material luego de la inyección. Observe la tabla No. 4.5

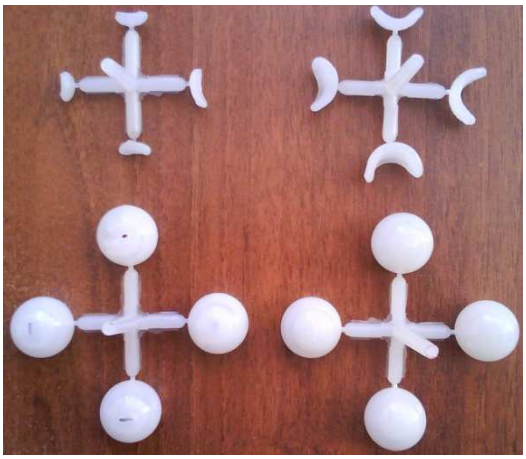


Figura N° 4.7 Piezas con fallas por inyección de material.

4.7 PRUEBAS DE PRODUCCIÓN DE LA MÁQUINA

En el ciclo semiautomático, el operario juega un papel muy importante en la producción de piezas**,** ya que de él depende que se produzcan mayor o menor cantidad de piezas. El tiempo desde que la máquina ha expulsado la pieza hasta que inicia su ciclo nuevamente, es un tiempo improductivo que el operario debe hacer que sea el mínimo posible, ejecutando las funciones con las dos manos y con rapidez. Además de incidir sobre la producción, el operario tiene que saber que tiene también incidencia sobre la calidad de las piezas, los ciclos largos ocasionan que el material que se encuentra fundido en el cilindro de inyección de la máquina, se encuentre expuesto a una mayor temperatura que la de los ciclos normales, por lo que pueden aparecer defectos como: rebabas, requemados que en los ciclos normales no aparecen. Ciclos muy cortos, puede ocasionar que el material no tenga suficiente temperatura y salgan otros defectos: piezas cortas.

Se debe mantener ciclos constantes tratando de disminuir en lo posible el tiempo de ciclo de funcionamiento de la máquina, con ello se obtendrán piezas similares, en cuanto a calidad.

CAPITULO V

5 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

CONCLUSIONES:

Se ha logrado repotenciar una máquina que se encontraba inoperativa, la cual produce piezas de buena calidad, con un tiempo de ciclo de inyección, que se encuentro dentro de los parámetros aceptables.

Para automatizar una máquina en general, ante todo debe realizarse un estudio de su funcionamiento; y en este tema, los operadores son de gran ayuda ya que conocen muy de cerca sobre la operación y fallas de la máquina.

Los sistemas de protección para una máquina inyectora son de mucha importancia, especialmente en la apertura y cierre de la prensa, ya que actúan grandes presiones que podrían ocasionar graves lesiones a los operadores.

En una máquina inyectora la temperatura en las zonas de calentamiento juega un papel muy importante, ya que de ésta depende la calidad de la pieza terminada.

Cuando se inicia el ciclo de inyección en modo semiautomático o automático, debe tomarse en cuenta el tiempo que demora el ciclo completo y activar una alarma si el ciclo ha superado este tiempo, ya que pudo haberse producido algún fallo en la máquina.

Cuando la máquina opera en modo semiautomático, el operador cumple un papel muy importante en la producción y en la calidad del producto terminado, ya que el operador impone el tiempo que la máquina permanece parada entre cada ciclo.

En general, en una máquina de inyección el sistema de lubricación es muy importante, ya que durante todo el ciclo se encuentran en constante movimiento

varias partes de la máquina que podrían trabarse y ocasionar daños graves a la misma.

El operador de la máquina cumple un papel muy importante ya que de él depende en su gran mayoría verificar el correcto funcionamiento de la máquina para obtener piezas de buena calidad.

Concluyo que se han cumplido en gran medida los objetivos del proyecto.

RECOMENDACIONES:

Para la elección de la interfaz gráfica debe seleccionarse procurando que sea o corresponda a una misma marca correspondiente al controlador lógico programable ya que de esta manera será mucho más fácil establecer la comunicación entre ambos.

Cuando la máquina se encuentra inyectando alguna pieza, se recomienda no parar el proceso hasta terminar el material que se encuentra contenido dentro del barril de inyección ya que este material cambia sus características cuando se encuentra expuesto un mayor tiempo a altas temperaturas, lo que ocasiona que la pieza inyectada tenga fallos.

En el cierre de la prensa se recomienda programar un seguro de molde, el cual es un tiempo que tiene el molde para cerrarse, caso contrario el molde debe abrirse inmediatamente.

Una máquina inyectora, antes de producir una pieza, debe ser sometida a constantes calibraciones tanto eléctricas como mecánicas hasta obtener el resultado deseado.

Cuando una máquina de inyección hidráulica ha permanecido parada durante un largo tiempo, es recomendable y necesario sangrar las cañerías hidráulicas porque estas generalmente contienen aire dentro de las mismas lo que ocasiona una pérdida de presión en el funcionamiento de sus partes.

Cuando se realiza un cambio de molde para la inyección de una nueva pieza, es recomendable tener mucho cuidado en el traslado del mismo, ya que éste podría causar daños a la máquina o al personal.

Cuando se opera en modo automático y semiautomático se recomienda lubricar la máquina periódicamente, luego de un número determinado de ciclos de inyección.

6 BIBLIOGRAFÍA.

LIBROS Y MANUALES

1. **SIEMENS ENERGY & AUTOMATION, INC.** Temas de ayuda. STEP 7-Micro/WIN
2. **SIEMENS AG.** Temas de ayuda. WinCC Flexible 2005

ARTÍCULOS

3. MOLINA, Jorge; CASTRO, Germán. ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL, Seminario de controladores lógicos programables PARTE I, Diciembre, 1997

DIRECCIONES ELECTRÓNICAS

4. MÁRQUEZ SEVILLANO, Juan de Juanes. Universidad Politécnica de Madrid. http://138.100.80.137/wikifab/images/5/56/02Inyectora08.pdf
5. CASTILLO GARIJO, Juan Antonio. Curso de inyección de termoplásticos. http://www.mailxmail.com/curso/vida/inyecciondetermoplasticos/capitulo25.htm
6. Inyección de envases. http://www.guiaenvase.com/bases/guiaenvase.nsf/V02wn/inyectoras%20de%20envases?OpenDocument
7. Procesos de fabricación, conformado por moldeo e inyección de termoplásticos. http://isa.umh.es/isa/es/asignaturas/tftm/Tema%206%20Conformado%20por%20Moldeo%20-%20Plasticos.pdf

7 ANEXOS

- Datos técnicos del SIMATIC S7 - 200, CPU 226, TP177 MICRO, Y CABLE PPI
- Planos de conexiones eléctricas.
- Configuración básica de la pantalla táctil TP177 micro
- Programa de control del PLC

7.1 ANEXO A

7.1.1 DATOS TÉCNICOS DEL SIMATIC S7 - 200, CPU 226, TP177 MICRO, Y CABLE PPI

Datos técnicos

Datos técnicos generales SIMATIC S7-200	
Grado de protección	IP20 según IEC 529
Temperatura ambiente	
• Servicio (humedad ambiental 95%)	
- con montaje horizontal	0 a 55 °C
- con montaje vertical	0 a 45 °C
• Transporte y almacenam.	-40 a +70 °C
- humedad ambiental de un 95%	25 a 55 °C
Aislamiento	
• Circuitos 5/24 V DC	Tensión de prueba 500 V AC
• Circuitos 115/230 V AC con tierra	Tensión de prueba 1500 V AC
• Circuitos 115/230 V AC con circuitos 115/230 V AC	Tensión de prueba 1500 V AC
• Circuitos 230 V AC con circuitos 5/24 V DC	Tensión de prueba 1500 V AC
• Circuitos 115 V AC con circuitos 5/24 V DC	Tensión de prueba 1500 V AC
Compatibilidad electromagnética	Requisitos de la Ley de CEM
• Inmunidad a las perturbaciones según EN 50082-2	Ensayada según : IEC 801-2, IEC 801-3, IEC 801-4, EN 50141, EN 50204, IEC 801-5, VDE 0160
• Emisión de perturbaciones según EN 50081-1 y EN 50081-2	Ensayada según EN 55011, clase A, grupo 1 y EN 55011, clase B, grupo 1
Solicitación mecánica	
• Vibraciones, ensayadas según / comprobado con	IEC 68, partes 2-6: 10 a 57 Hz; amplitud constante 0,3 mm; 58 a 150 Hz; aceleración constante 1 g (montaje en perfil) ó 2 g (montaje en panel); modo de vibración: barridos de frecuencia con una velocidad de cambio de 1 octava/minuto; duración de la vibración: 10 barridos de frecuencia por eje en dirección a cada uno de los tres ejes perpendiculares entre sí
• Choques ensayados según/con	IEC 68, Parte 2-27/semisinusoidal: intensidad del choque 15 g (valor cresta), duración 11 ms, 6 choques en cada uno de los tres ejes perpendiculares entre sí

Datos técnicos generales SIPLUS S7-200	
Condiciones ambientales climáticas	
Temperatura	Montaje horizontal: -25 °C a 70 °C Montaje vertical: -25 °C a 50 °C
Humedad relativa del aire	5 a 95%; se admita una condensación de corta duración, equivale a una humedad relativa del aire (RH-), grado de severidad 2 según IEC 1131-2 y IEC 721 3-3 clase 3K5
Formación breve de hielo	-25 °C a 0 °C IEC 721 3-3 clase 3K5
Presión atmosférica	1080 a 795 hPa equivale a una altura de –1000 a 2000 m
Concentración de sustancias tóxicas	SO_2: < 0,5 ppm; humedad relativa del aire <60%, rueba: 10 ppm, 4 días $H2_S$: < 0,1 ppm; humedad relativa del aire <60%, prueba: 1 ppm, 4 días (según IEC 721 3-3; clase 3C3)
Condiciones ambientales mecánicas	
Vibraciones	Tipo de vibraciones: barridos de frecuencia con una velocidad de cambio de 1 octava/minuto. 2 Hz ≤ f ≤ 9 Hz, amplitud constante 3,0 mm, 9 Hz ≤ f ≤ 150 Hz, aceleración constante 1 g, duración de la vibración: 10 barridos de frecuencia por eje en los tres ejes perpendiculares Ensayos de vibraciones según IEC 68 parte 2-6 (seno) y IEC 721 3-3, clase 3M4
Choque	Tipo de choque: semiseno, intensidad del choque: 15 g de valor de cresta, 11 ms de duración, sentido del choque: 3 choques en sentido +/- respectivamente en los tres ejes perpendiculares Ensayo de choque según IEC 68 parte 2-27
Conformidad con la norma para equipamientos electrónicos en vehículos sobre carriles (EN 50155, temperatura T1, categoría 1).	Sí [1]

1) No aplicable a:
6AG1 214-2AD23-2XB0, 6AG1 214-2BD23-2XB0, 6AG1 232-0HB22-2XB0, 6AG1 235-0KD22-2XB0, 6AG1 231-7PB22-2XA0, 6AG1 901-3CB30-2XA0

Sinopsis CPU 226

- El más potente para ejecutar tareas técnicas de mayor envergadura
- Con puerto PPI adicional que proporciona más flexibilidad y posibilidades de comunicación
- Con 40 entradas/salidas a bordo
- Expandible con máx. 7 módulos de ampliación

Modelo de CPU utilizada 6ES7 216 2BD23-0XB0

	6ES7 214-1AD23-0XB0	6ES7 214-1BD23-0XB0	6ES7 214-2AD23-0XB0	6ES7 214-2BD23-0XB0	6ES7 216-2AD23-0XB0	6ES7 216-2BD23-0XB0
Tensiones de alimentación						
Valor nominal						
• 24 V DC	Sí		Sí		Sí	
• Rango admisible, límite inferior (DC)	20,4 V		20,4 V		20,4 V	
• Rango admisible, límite superior (DC)	28,8 V		28,8 V		28,8 V	
• 120 V AC		Sí		Sí		Sí
• 230 V AC		Sí		Sí		Sí
• Rango admisible, límite inferior (AC)		85 V		85 V		85 V
• Rango admisible, límite superior (AC)		264 V		264 V		264 V
• Rango admisible de frecuencia, límite inferior		47 Hz		47 Hz		47 Hz
• Rango admisible de frecuencia, límite superior		63 Hz		63 Hz		63 Hz
Tensiones e intensidades						
Tensión de carga L+						
• Valor nominal (DC)	24 V	24 V	24 V	24 V	24 V	24 V
• Rango admisible, límite inferior (DC)	20,4 V	5 V	20,4 V	5 V	20,4 V	5 V
• Rango admisible, límite superior (DC)	28,8 V	30 V	28,8 V	30 V	28,8 V	30 V

Datos técnicos (continuación)

	6ES7 214-1AD23-0XB0	6ES7 214-1BD23-0XB0	6ES7 214-2AD23-0XB0	6ES7 214-2BD23-0XB0	6ES7 216-2AD23-0XB0	6ES7 216-2BD23-0XB0
Tensión de carga L1						
• Valor nominal (AC)		100 V; 100 a 230 V AC		100 V; 100 a 230 V AC		100 V; 100 a 230 V AC
• Rango admisible, límite inferior (AC)		5 V		5 V		5 V
• Rango admisible, límite superior (AC)		250 V		250 V		250 V
• Rango admisible de frecuencia, límite inferior		47 Hz		47 Hz		47 Hz
• Rango admisible de frecuencia, límite superior		63 Hz		63 Hz		63 Hz
Consumo						
Intensidad de cierre, máx.	12 A; con 28,8 V	20 A; con 264 V	12 A; con 28,8 V	20 A; con 264 V	10 A; con 28,8 V	20 A; con 264 V
De la tensión de alimentación L+, máx.	700 mA; 110 a 700 mA, corriente de salida para tarjetas de ampliación (5 V DC) 660 mA		900 mA; 120 a 900 mA, corriente de salida para tarjetas de ampliación (5 V DC) 660 mA		1.050 mA; 150 a 1050 mA, corriente de salida para tarjetas de ampliación (5 V DC) 1000 mA	
De la tensión de alimentación L1, máx.		200 mA; 30 a 100 mA (240 V), 60 a 200 mA (120 V); corriente de salida para tarjetas de ampliación (5 V DC) 600 mA		200 mA; 30 a 100 mA (240 V), 60 a 200 mA (120 V); corriente de salida para tarjetas de ampliación (5 V DC) 600 mA		320 mA; 40 a 160 mA (240 V), 80 a 320 mA (120 V); corriente de salida para tarjetas de ampliación (5 V DC) 1000 mA
Pila de respaldo						
• Tiempo de respaldo, máx.	100 h; (mín. 70 h a 40 °C); 200 días (tip.) con módulo de batería opciona	100 h; (mín. 70 h a 40 °C); 200 días (tip.) con módulo de batería opciona	100 h; (mín. 70 h a 40 °C); 200 días (tip.) con módulo de batería opciona	100 h; (mín. 70 h a 40 °C); 200 días (tip.) con módulo de batería opciona	100 h; (mín. 70 h a 40 °C); 200 días (tip.) con módulo de batería opciona	100 h; (mín. 70 h a 40 °C); 200 días (tip.) con módulo de batería opciona
Memoria						
Memoria						
• N° de módulos de memoria (opcional)	1; Módulo de memoria enchufable, contenido idéntico a EEPROM integrada, además se pueden guardar recetas, registros de datos y otros archivos.	1; Módulo de memoria enchufable, contenido idéntico a EEPROM integrada, además se pueden guardar recetas, registros de datos y otros archivos.	1; Módulo de memoria enchufable, contenido idéntico a EEPROM integrada, además se pueden guardar recetas, registros de datos y otros archivos.	1; Módulo de memoria enchufable, contenido idéntico a EEPROM integrada, además se pueden guardar recetas, registros de datos y otros archivos.	1; Módulo de memoria enchufable, contenido idéntico a EEPROM integrada, además se pueden guardar recetas, registros de datos y otros archivos.	1; Módulo de memoria enchufable, contenido idéntico a EEPROM integrada, además se pueden guardar recetas, registros de datos y otros archivos.
• Memoria de datos y programa						
- Memoria de datos, máx.	8 kbytes	8 kbytes	10 kbytes	10 kbytes	10 kbytes)	10 kbytes
- Memoria de programs, máx.	12 kbytes; 8 kbytes con Runtime Edit activo	12 kbytes; 8 kbytes con Runtime Edit activo	16 kbytes; 12 kbytes con Runtime Edit activo	16 kbytes; 12 kbytes con Runtime Edit activo	24 kbytes; 16 kbytes con Runtime Edit activo	24 kbytes; 16 kbytes con Runtime Edit activo

Datos técnicos (continuación)

	6ES7 214-1AD23-0XB0	6ES7 214-1BD23-0XB0	6ES7 214-2AD23-0XB0	6ES7 214-2BD23-0XB0	6ES7 216-2AD23-0XB0	6ES7 216-2BD23-0XB0
Respaldo						
• existente	Sí; Programa: todo el programa sin mantenimiento en EEPROM integrada, programable a través de CPU; datos: todo el DB1 cargado por PG/PC sin mantenimiento en EEPROM integrada, valores actuales de DB 1 en RAM, marcas remanentes, tiempos, contadores, etc., sin mantenimiento a través del condensador de alta capacidad; batería opcional para respaldo de larga duración	Sí; Programa: todo el programa sin mantenimiento en EEPROM integrada, programable a través de CPU; datos: todo el DB1 cargado por PG/PC sin mantenimiento en EEPROM integrada, valores actuales de DB 1 en RAM, marcas remanentes, tiempos, contadores, etc., sin mantenimiento a través del condensador de alta capacidad; batería opcional para respaldo de larga duración	Sí; Programa: todo el programa sin mantenimiento en EEPROM integrada, programable a través de CPU; datos: todo el DB1 cargado por PG/PC sin mantenimiento en EEPROM integrada, valores actuales de DB 1 en RAM, marcas remanentes, tiempos, contadores, etc., sin mantenimiento a través del condensador de alta capacidad; batería opcional para respaldo de larga duración	Sí; Programa: todo el programa sin mantenimiento en EEPROM integrada, programable a través de CPU; datos: todo el DB1 cargado por PG/PC sin mantenimiento en EEPROM integrada, valores actuales de DB 1 en RAM, marcas remanentes, tiempos, contadores, etc., sin mantenimiento a través del condensador de alta capacidad; batería opcional para respaldo de larga duración	Sí; Programa: todo el programa sin mantenimiento en EEPROM integrada, programable a través de CPU; datos: todo el DB1 cargado por PG/PC sin mantenimiento en EEPROM integrada, valores actuales de DB 1 en RAM, marcas remanentes, tiempos, contadores, etc., sin mantenimiento a través del condensador de alta capacidad; batería opcional para respaldo de larga duración	Sí; Programa: todo el programa sin mantenimiento en EEPROM integrada, programable a través de CPU; datos: todo el DB1 cargado por PG/PC sin mantenimiento en EEPROM integrada, valores actuales de DB 1 en RAM, marcas remanentes, tiempos, contadores, etc., sin mantenimiento a través del condensador de alta capacidad; batería opcional para respaldo de larga duración
CPU/tiempos de ejecución						
para operaciones de bits, máx.	0,22 µs	0,22 µs	0,22 µs	0,22 µs	0,22 µs	0,22 µs
Temporizadores/contadores y su remanencia						
Contadores S7						
• Cantidad	256	256	256	256	256	256
• de ellos, remanentes						
- configurable	Sí; a través de condensador de alta capacidad o batería	Sí; a través de condensador de alta capacidad o batería	Sí; a través de condensador de alta capacidad o batería	Sí; a través de condensador de alta capacidad o batería	Sí; a través de condensador de alta capacidad o batería	Sí; a través de condensador de alta capacidad o batería
- Límite inferior	1	1	1	1	1	1
- Límite superior	256	256	256	256	256	256
• Rango de contaje						
- Límite inferior	0	0	0	0	0	0
- Límite superior	32.767	32.767	32.767	32.767	32.767	32.767
Temporizadores S7						
• Cantidad	256	256	256	256	256	256
• de ellos, remanentes						
- configurable	Sí; a través de condensador de alta capacidad o batería	Sí; a través de condensador de alta capacidad o batería	Sí; a través de condensador de alta capacidad o batería	Sí; a través de condensador de alta capacidad o batería	Sí; a través de condensador de alta capacidad o batería	Sí; a través de condensador de alta capacidad o batería
- Límite superior	64	64	64	64	64	64
• Rango de tiempo						
- Límite inferior	1 ms	1 ms	1 ms	1 ms	1 ms	1 ms
- Límite superior	54 min; 4 tiempos, 1 ms a 30 s 16 tiempos, 10 ms a 5 min 236 tiempos, 100 ms a 54 min	54 min; 4 tiempos, 1 ms a 30 s 16 tiempos, 10 ms a 5 min 236 tiempos, 100 ms a 54 min	54 min; 4 tiempos, 1 ms a 30 s 16 tiempos, 10 ms a 5 min 236 tiempos, 100 ms a 54 min	54 min; 4 tiempos, 1 ms a 30 s 16 tiempos, 10 ms a 5 min 236 tiempos, 100 ms a 54 min	54 min; 4 tiempos, 1 ms a 30 s 16 tiempos, 10 ms a 5 min 236 tiempos, 100 ms a 54 min	54 min; 4 tiempos, 1 ms a 30 s 16 tiempos, 10 ms a 5 min 236 tiempos, 100 ms a 54 min

Datos técnicos (continuación)

	6ES7 214-1AD23-0XB0	6ES7 214-1BD23-0XB0	6ES7 214-2AD23-0XB0	6ES7 214-2BD23-0XB0	6ES7 216-2AD23-0XB0	6ES7 216-2BD23-0XB0
Áreas de datos y su remanencia						
Marcas						
• Cantidad, máx.	32 byte(s)	32 byte(s)	32 byte(s)	32 byte(s)	32 byte(s)	32 byte(s)
• Remanencia disponible	Sí; M0.0 a M31.7	Sí; M0.0 a M31.7	Sí; M0.0 a M31.7	Sí; M0.0 a M31.7	Sí; M0.0 a M31.7	Sí; M0.0 a M31.7
• de ellos, remanentes	0 a 255, a través de condensador de alta capacidad o batería, ajustable	0 a 255, a través de condensador de alta capacidad o batería, ajustable	0 a 255, a través de condensador de alta capacidad o batería, ajustable	0 a 255, a través de condensador de alta capacidad o batería, ajustable	0 a 255, a través de condensador de alta capacidad o batería, ajustable	0 a 255, a través de condensador de alta capacidad o batería, ajustable
• de ellos, remanentes sin pila	0 a 112 en EEPROM, ajustable	0 a 112 en EEPROM, ajustable	0 a 112 en EEPROM, ajustable	0 a 112 en EEPROM, ajustable	0 a 112 en EEPROM, ajustable	0 a 112 en EEPROM, ajustable
Configuración del hardware						
Programadoras (PGs)/PCs conectables	SIMATIC PG/PC, PC estándar	SIMATIC PG/PC, PC estándar	SIMATIC PG/PC, PC estándar	SIMATIC PG/PC, PC estándar	SIMATIC PG/PC, PC estándar	SIMATIC PG/PC, PC estándar
Aparatos de ampliación, máx.	7; Solamente pueden utilizarse tarjetas de ampliación de la serie S7-22x (a consecuencia de la corriente de salida limitada, la utilización de tarjetas de ampliación puede estar sujeta a limitaciones.)					
Ampliación de la periferia						
• Entradas/salidas analógicas, máx.	35; máx. 28 entradas y 7 salidas (EM) o máx. 0 entradas y 14 salidas (EM)	35; máx. 28 entradas y 7 salidas (EM) o máx. 0 entradas y 14 salidas (EM)	38; 2 entradas y 1 salida on board, además como máx. 28 entradas y 7 salidas (EM) o como máx. 0 entradas y 14 salidas (EM)	38; 2 entradas y 1 salida on board, además como máx. 28 entradas y 7 salidas (EM) o como máx. 0 entradas y 14 salidas (EM)	35; máx. 28 entradas y 7 salidas (EM) o máx. 0 entradas y 14 salidas (EM)	35; máx. 28 entradas y 7 salidas (EM) o máx. 0 entradas y 14 salidas (EM)
• Entradas/salidas digitales, máx.	168; máx. 94 entradas y 74 salidas (CPU+EM)	168; máx. 94 entradas y 74 salidas (CPU+EM)	168; máx. 94 entradas y 74 salidas (CPU+EM)	168; máx. 94 entradas y 74 salidas (CPU+EM)	148; máx. 128 entradas y 120 salidas (CPU+EM)	148; máx. 128 entradas y 120 salidas (CPU+EM)
• Entradas/salidas AS-Interface, máx.	62; Esclavos A/B AS-Interface (CP 243-2)	62; Esclavos A/B AS-Interface (CP 243-2)	62; Esclavos A/B AS-Interface (CP 243-2)	62; Esclavos A/B AS-Interface (CP 243-2)	62; Esclavos A/B AS-Interface (CP 243-2)	62; Esclavos A/B AS-Interface (CP 243-2)
Sistema de conexión						
Bornes de E/S enchufables	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí
1. Interfaz						
Tipo de interfaz	Interfaz RS485 integrada	Interfaz RS485 integrada	Interfaz RS485 integrada	Interfaz RS485 integrada	Interfaz RS485 integrada	Interfaz RS485 integrada
Norma física	RS485	RS485	RS485	RS485	RS485	RS485
Funcionalidad						
• MPI	Sí; como esclavo MPI para el intercambio de datos con maestros MPI (CPU S7-300/S7-400, OP, TD, Push Button Panels); posibilidad de comunicación CPU/CPU interna a S7-200 limitada en la red MPI; velocidades de transmisión de 19,2/187,5 kbits/s					
• PPI	Sí; con protocolo PPI para funciones de programación, funciones HMI (TD 200, OP), comunicación CPU/CPU interna de S7-200; velocidades de transmisión 9,6/19,2/187,5 kbits/s					
• Intercambio serie de datos	Sí; como interfaz libremente programable con posibilidad de interrupciones para intercambio de datos en serie con equipos no Siemens con velocidades de transferencia y protocolo ASCII de 1,2/2,4/4,8/9,6/19,2/38,4/57,6/115,2 kbits/s; el cable PC/PPI puede usarse también como convertidor RS232/RS485 RS232/RS485					

Datos técnicos (continuación)

	6ES7 214-1AD23-0XB0	6ES7 214-1BD23-0XB0	6ES7 214-2AD23-0XB0	6ES7 214-2BD23-0XB0	6ES7 216-2AD23-0XB0	6ES7 216-2BD23-0XB0
MPI						
• Velocidades de transmisión, máx.	187,5 kbits/s	187,5 kbits/s	187,5 kbits/s	187,5 kbits/s	187,5 kbits/s	187,5 kbits/s
• Velocidades de transferencia, mín.	19,2 kbits/s	19,2 kbits/s	19,2 kbits/s	19,2 kbits/s	19,2 kbits/s	19,2 kbits/s
2. Interfaz						
Tipo de interfaz			Interfaz RS485 integrada	Interfaz RS485 integrada	Interfaz RS485 integrada	Interfaz RS485 integrada
Norma física			RS485	RS485	RS485	RS485
Funcionalidad						
• MPI			Sí; como esclavo MPI para el intercambio de datos con maestros MPI (CPU S7-300/S7-400, OP, TD, Push Button Panels); posibilidad de comunicación CPU/CPU interna a S7-200 limitada en la red MPI; velocidades de transmisión de 19,2/187,5 kbits/s			
• PPI			Sí; con protocolo PPI para funciones de programación, funciones HMI (TD 200, OP), comunicación CPU/CPU interna de S7-200; velocidades de transmisión 9,6/19,2/187,5 kbits/s			
• Intercambio serie de datos			Sí; como interfaz libremente programable con posibilidad de interrupciones para intercambio de datos en serie con equipos no Siemens con velocidades de transferencia y protocolo ASCII de 1,2/2,4/4,8/9,6/19,2/38,4/57,6/115,2 kbits/s; el cable PC/PPI puede usarse también como convertidor RS232/RS485			
MPI						
• Velocidad de transferencia, máx.			187,5 kbits/s	187,5 kbits/s	187,5 kbits/s	187,5 kbits/s
• Velocidad de transferencia, mín.			19,2 kbits/s	19,2 kbits/s	19,2 kbits/s	19,2 kbits/s
CPU/programación						
Lenguaje de programación						
• KOP	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí
• FUP	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí
• AWL	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí
Juego de operaciones	Operaciones lógicas con bits, operaciones de comparación, operaciones de tiempo, operaciones de contaje, operaciones de reloj, operaciones de transferencia, operaciones de tablas, operaciones de vinculaciones, operaciones de desplazamiento y rotación, operaciones de conversión, operaciones de control del programa, operaciones de interrupción y comunicación, operaciones lógicas de pilas, operaciones de interrupción y comunicación, operaciones con pilas, aritmética en coma fija, aritmética en coma flotante, funciones numéricas					
Protección de programas de usuario/Protección por contraseña	Sí; Protección por contraseña con 3 niveles	Sí; Protección por contraseña con 3 niveles	Sí; Protección por contraseña con 3 niveles	Sí; Protección por contraseña con 3 niveles	Sí; Protección por contraseña con 3 niveles	Sí; Protección por contraseña con 3 niveles
Tratamiento del programa	Ciclo libre (OB 1), controlado por alarmas, controlado por tiempo (1 a 255 ms)	Ciclo libre (OB 1), controlado por alarmas, controlado por tiempo (1 a 255 ms)	Ciclo libre (OB 1), controlado por alarmas, controlado por tiempo (1 a 255 ms)	Ciclo libre (OB 1), controlado por alarmas, controlado por tiempo (1 a 255 ms)	Ciclo libre (OB 1), controlado por alarmas, controlado por tiempo (1 a 255 ms)	Ciclo libre (OB 1), controlado por alarmas, controlado por tiempo (1 a 255 ms)
Organización del programa	1 OB, 1 DB, 1 SDB subprogramas con/sin transferencia de parámetros	1 OB, 1 DB, 1 SDB subprogramas con/sin transferencia de parámetros	1 OB, 1 DB, 1 SDB subprogramas con/sin transferencia de parámetros	1 OB, 1 DB, 1 SDB subprogramas con/sin transferencia de parámetros	1 OB, 1 DB, 1 SDB subprogramas con/sin transferencia de parámetros	1 OB, 1 DB, 1 SDB subprogramas con/sin transferencia de parámetros
N° de subprogramas, máx.	64	64	64	64	64	64

Datos técnicos (continuación)

	6ES7 214-1AD23-0XB0	6ES7 214-1BD23-0XB0	6ES7 214-2AD23-0XB0	6ES7 214-2BD23-0XB0	6ES7 216-2AD23-0XB0	6ES7 216-2BD23-0XB0
Módulos de E digitales						
N° de entradas digitales	14	14	14	14	24	24
Longitud del cable						
• Longitud del cable apantallado, máx.	500 m; Entrada estándar: 500 m, contador rápido: 50 m	500 m; Entrada estándar: 500 m, contador rápido: 50 m	500 m; Entrada estándar: 500 m, contador rápido: 50 m	500 m; Entrada estándar: 500 m, contador rápido: 50 m	500 m; Entrada estándar: 500 m, contador rápido: 50 m	500 m; Entrada estándar: 500 m, contador rápido: 50 m
• Longitud del cable no apantallado, máx.	300 m; no para señales de alta velocidad	300 m; no para señales de alta velocidad	300 m; no para señales de alta velocidad	300 m; no para señales de alta velocidad	300 m; no para señales de alta velocidad	300 m; no para señales de alta velocidad
de tipo M	Sí; seleccionable, por grupo	Sí; seleccionable, por grupo	Sí; seleccionable, por grupo	Sí; seleccionable, por grupo	Sí; seleccionable, por grupo	Sí; seleccionable, por grupo
Tensión de entrada						
• Valor nominal, DC	24 V	24 V	24 V	24 V	24 V	24 V
• para señal "0"	0 a 5 V	0 a 5 V	0 a 5 V; 0 a 1 V (I0.3 a I0.5)	0 a 5 V; 0 a 1 V (I0.3 a I0.5)	0 a 5 V	0 a 5 V
• para señal "1"	min. 15 V	min. 15 V	mín. 15 V; mín. 4 V (I0.3 a I0.5)	mín. 15 V; mín. 4 V (I0.3 a I0.5)	min. 15 V	min. 15 V
Intensidad de entrada						
• para señal "1", típ.	2,5 mA	2,5 mA	2,5 mA; 8 mA para I0.3 a I0.5	2,5 mA; 8 mA para I0.3 a I0.5	2,5 mA	2,5 mA
Retardo de entrada (a tensión nominal de entrada)						
• para entradas estándar						
- parametrizable	Sí; todos	Sí; todos	Sí; todos	Sí; todos	Sí; todos	Sí; todos
- en transición "0" a "1", máx.	0,2 ms	0,2 ms	0,2 ms	0,2 ms	0,2 ms	0,2 ms
- en transición "0" a "1", máx.	12,8 ms	12,8 ms	12,8 ms	12,8 ms	12,8 ms	12,8 ms
• para entrada de alarmas						
- parametrizable	Sí; E0.0 a E0.3	Sí; E0.0 a E0.3	Sí; E0.0 a E0.3	Sí; E0.0 a E0.3	Sí; E0.0 a E0.3	Sí; E0.0 a E0.3
• para contadores/funciones tecnológicas:						
- parametrizable	Sí; (E0.0 a E1.5) 30 kHz	Sí; (E0.0 a E1.5) 30 kHz	Sí; (E0.0 a E1.5) hasta 200 kHz	Sí; (E0.0 a E1.5) hasta 200 kHz	Sí; (E0.0 a E1.5) 30 kHz	Sí; (E0.0 a E1.5) 30 kHz

Datos técnicos (continuación)

	6ES7 214-1AD23-0XB0	6ES7 214-1BD23-0XB0	6ES7 214-2AD23-0XB0	6ES7 214-2BD23-0XB0	6ES7 216-2AD23-0XB0	6ES7 216-2BD23-0XB0
Módulos de S digitales						
Número de salidas digitales	10; Transistor	10; Relé	10; Transistor	10; Relé	16; Transistor	16; Relé
Longitud del cable apantallado, máx.	500 m	500 m	500 m	500 m	500 m	500 m
Longitud del cable no apantallado, máx.	150 m	150 m	150 m	150 m	150 m	150 m
Protección contra cortocircuitos en salida	No; a prever externamente	No; a prever externamente	No; a prever externamente	No; a prever externamente	No; a prever externamente	No; a prever externamente
Limitación de la sobretensión inductiva de corte a	1 W		1 W		1 W	
Poder de corte de las salidas						
• con carga resistiva, máx.	0,75 A	2 A	0,75 A	2 A	0,75 A	2 A
• con carga tipo lámpara, máx.	5 W	200 W; 30 W DC, 200 W AC	5 W	200 W; 30 W DC, 200 W AC	5 W	200 W; 30 W DC, 200 W AC
Tensión de salida						
• para señal "1", min.	20 V DC	L+/L1	L+ menos 0,4 V (5 V/20,4 V para A0.0 a A0.4; 20,4 V A0.5 a A1.1)	L+/L1	20 V DC	L+/L1
Intensidad de salida						
• para señal "1", valor nominal	750 mA	2 A	750 mA	2 A	750 mA	2 A
• para señal "0", intensidad residual, máx.	10 µA	0 mA	10 µA	0 mA	10 µA	0 mA
Retardo a la salida con carga resistiva						
• "0" a "1", máx.	15 µs; de salidas estándar, máx. (A0.2 a A1.1) 2 µs; de salidas de impulsos, máx. (A0.0 a A0.1) 2 µs	10 ms; todas las salidas	15 µs; de salidas estándar, máx. (A0.2 a A1.1) 2 µs; de salidas de impulsos, máx. (A0.0 a A0.1) 2 µs	10 ms; todas las salidas	15 µs; de salidas estándar, máx. (A0.2 a A1.1) 2 µs; de salidas de impulsos, máx. (A0.0 a A0.1) 2 µs	10 ms; todas las salidas
• "1" a "0", máx.	130 µs; e salidas estándar, máx. (A0.2 a A1.1) 10 µs; de salidas de impulsos, máx. (A0.0 a A0.1) 10 µs	10 ms; todas las salidas	130 µs; de salidas estándar, máx. (A0.2 a A1.1) 10 µs; de salidas de impulsos, máx. (A0.0 a A0.1) 10 µs	10 ms; todas las salidas	130 µs; de salidas estándar, máx. (A0.2 a A1.1) 10 µs; de salidas de impulsos, máx. (A0.0 a A0.1) 10 µs	10 ms; todas las salidas
Conexión en paralelo de 2 salidas						
• para aumentar la potencia	Sí	No	Sí	No	Sí	No
Frecuencia de conmutación						
• de las salidas de impulsos, con carga óhmica, máx.	20 kHz; A0.0 a A0.1	1 Hz	100 kHz; A0.0 a A0.1	1 Hz	20 kHz; A0.0 a A0.1	1 kHz
Intensidad suma de las salidas (por grupo)						
• Posición de montaje horizontal - hasta 55 °C, máx.	6 A	10 A	3,75 A	10 A	6 A	10 A
• hasta 40 °C, máx.	6 A	10 A	3,75 A	10 A	6 A	10 A
Salidas de relé						
N° de ciclos de maniobra		10.000.000; mecánico: 10 millones, con tensión nominal de carga: 100000		10.000.000; mecánico: 10 millones, con tensión nominal de carga: 100000		10.000.000; mecánico: 10 millones, con tensión nominal de carga: 100000

Datos técnicos (continuación)

	6ES7 214-1AD23-0XB0	6ES7 214-1BD23-0XB0	6ES7 214-2AD23-0XB0	6ES7 214-2BD23-0XB0	6ES7 216-2AD23-0XB0	6ES7 216-2BD23-0XB0
Entradas analógicas						
N° de potenciómetros analógicos	2; Potenciómetro analógico; resolución 8 bits	2; Potenciómetro analógico; resolución 8 bits	2; Potenciómetro analógico; resolución 8 bits	2; Potenciómetro analógico; resolución 8 bits	2; Potenciómetro analógico; resolución 8 bits	2; Potenciómetro analógico; resolución 8 bits
Alimentación de sensores						
Alimentación de sensores 24 V						
• 24 V	Sí; Rango admisible: 15,4 a 28,8 V	Sí; Rango admisible: 20,4 a 28,8 V	Sí; Rango admisible: 15,4 a 28,8 V	Sí; Rango admisible: 20,4 a 28,8 V	Sí; Rango admisible: 15,4 a 28,8 V	Sí; Rango admisible: 20,4 a 28,8 V
• Protección contra cortocircuito	Sí; electrónica a 280 mA	Sí; electrónica a 280 mA	Sí; electrónica a 280 mA	Sí; electrónica a 280 mA	Sí; electrónica a 400 mA	Sí; electrónica a 400 mA
• Intensidad de salida, máx.	280 mA	280 mA	280 mA	280 mA	400 mA	400 mA
Sensor						
Sensores compatibles						
• BERO a 2 hilos	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí
• Intensidad permitida en reposo (BERO a 2 hilos), máx.	1 mA	1 mA	1 mA	1 mA	1 mA	1 mA
Funciones integradas						
N° de contadores	6; Contadores rápidos (cada 30 kHz), 32 bits (signo incl.), utilizables como contadores ascendente-descendente o para la conexión de 4 encóders incrementales con 2 trenes de impulsos desplazados 90° (máx. 20 kHz (contador A/B)); entrada de habilitación y reset parametrizable; posibilidades de interrupción (incl. llamada de un subprograma de contenido libre) al alcanzar la consigna; inversión del sentido de contaje etc.		6; Contadores rápidos (2 a 200 kHz y 4 a 30 kHz), 32 bits (signo incl.), utilizables como contadores ascendente-descendente o para la conexión de 2 encóders incrementales con 2 trenes de impulsos desplazados 90° (máx. 1 a 100 kHz y 3 a 20 kHz (contador A/B)); entrada de habilitación y reset parametrizable; posibilidades de interrupción (incl. llamada de un subprograma de contenido libre) al alcanzar la consigna; inversión del sentido de contaje, etc.		6; Contadores rápidos (cada 30 kHz), 32 bits (signo incl.), utilizables como contadores ascendente-descendente o para la conexión de 4 encóders incrementales con 2 trenes de impulsos desplazados 90° (máx. 20 kHz (contador A/B)); entrada de habilitación y reset parametrizable; posibilidades de interrupción (incl. llamada de un subprograma de contenido libre) al alcanzar la consigna; inversión del sentido de contaje etc.	
Frecuencia de contaje (contadores), máx.	30 kHz	30 kHz	200 kHz	200 kHz	30 kHz	30 kHz
N° de entradas de alarma	4; 4 flancos de subida y/o 4 flancos de bajada	4; 4 flancos de subida y/o 4 flancos de bajada	4; 4 flancos de subida y/o 4 flancos de bajada	4; 4 flancos de subida y/o 4 flancos de bajada	4; 4 flancos de subida y/o 4 flancos de bajada	4; 4 flancos de subida y/o 4 flancos de bajada
N° de salidas de impulsos	2; Salidas rápidas, 20 kHz, con posibilidad de interrupción; con modulación de ancho de impulso y por frecuencia					
Frecuencia límite (impulsos)	20 kHz	20 kHz	20 kHz	20 kHz	20 kHz	20 kHz
Aislamiento galvánico						
Aislamiento galvánico módulos de S digitales						
• entre los canales	Sí; Optoacoplador	Sí; Relé	Sí; Optoacoplador	Sí; Relé	Sí; Optoacoplador	Sí; Relé
• entre los canales, en grupos de	5		5			
Aislamiento galvánico módulos de E digitales						
• entre los canales	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí; Optoacoplador
Diferencia de potencial admisible						
entre diferentes circuitos	500 V DC entre 24 V DC y 5 V DC	500 V DC entre 24 V DC y 5 V DC; 1500 V AC entre 24 V DC y 230 V AC	500 V DC entre 24 V DC y 5 V DC	500 V DC entre 24 V DC y 5 V DC; 1500 V AC entre 24 V DC y 230 V AC	500 V DC entre 24 V DC y 5 V DC	500 V DC entre 24 V DC y 5 V DC; 1500 V AC entre 24 V DC y 230 V AC

Datos técnicos (continuación)

	6ES7 214-1AD23-0XB0	6ES7 214-1BD23-0XB0	6ES7 214-2AD23-0XB0	6ES7 214-2BD23-0XB0	6ES7 216-2AD23-0XB0	6ES7 216-2BD23-0XB0
Requisitos medioambientales						
Condiciones ambientales	Otras condiciones ambientales: ver "Sistema de automatización S7-200, manual del sistema"					
Temperatura de empleo						
• Montaje vertical, mín.	0 °C	0 °C	0 °C	0 °C	0 °C	0 °C
• Montaje vertical, máx.	45 °C	45 °C	45 °C	45 °C	45 °C	45 °C
• Montaje horizontal, mín.	0 °C	0 °C	0 °C	0 °C	0 °C	0 °C
• Montaje horizontal, máx.	55 °C	55 °C	55 °C	55 °C	55 °C	55 °C
Presión atmosférica						
• Rango permitido, mín.	860 hPa	860 hPa	860 hPa	860 hPa	860 hPa	860 hPa
• Rango permitido, máx.	1.080 hPa	1.080 hPa	1.080 hPa	1.080 hPa	1.080 hPa	1.080 hPa
Humedad relativa						
• En servicio mín.	5%	5%	5%	5%	5%	5%
• En servicio máx.	95%; Grado de severidad RH 2 según IEC 1131-2	95%; Grado de severidad RH 2 según IEC 1131-2	95%; Grado de severidad RH 2 según IEC 1131-2	95%; Grado de severidad RH 2 según IEC 1131-2	95%; Grado de severidad RH 2 según IEC 1131-2	95%; Grado de severidad RH 2 según IEC 1131-2
Grado de protección y clase de protección						
• IP 20	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí
Dimensiones y peso						
Ancho	120,5 mm	120,5 mm	140 mm	140 mm	196 mm	196 mm
Alto	80 mm	80 mm	80 mm	80 mm	80 mm	80 mm
Profundidad	62 mm	62 mm	62 mm	62 mm	62 mm	62 mm
Pesos						
Peso, aprox.	360 g	410 g	390 g	440 g	550 g	660 g

Modelo de expansión utilizado 6ES7 223-1PL22-0XA0

	6ES7 223-1HF22-0XA0	6ES7 223-1PH22-0XA0	6ES7 223-1PL22-0XA0
Tensiones e intensidades			
Tensión de carga L+			
• Valor nominal (DC)	24 V	24 V	24 V
• Rango admisible, límite inferior (DC)	5 V	5 V	5 V
• Rango admisible, límite superior (DC)	30 V	30 V	30 V
Tensión de carga L1			
• Valor nominal (AC)	230 V; 24 a 230 V AC	230 V; 24 a 230 V AC	230 V; 24 a 230 V AC
• Rango admisible, límite inferior (AC)	5 V	5 V	5 V
• Rango admisible, límite superior (AC)	250 V	250 V	250 V
Consumo			
de bus de fondo 5 V DC, máx.	40 mA	80 mA	150 mA
de corriente de bobinas, máx.	9 mA; por salida con señal "1"	9 mA; por salida con señal "1"	9 mA; por salida con señal "1"
de alimentación de sensores o de alimentación externa (24 V DC), máx.	72 mA	72 mA	72 mA
Pérdidas, típ.	2 W	3 W	6 W

Datos técnicos EM 223 (continuación)

	6ES7 223-1HF22-0XA0	6ES7 223-1PH22-0XA0	6ES7 223-1PL22-0XA0
Sistema de conexión			
Bornes de E/S enchufables	Sí	Sí	Sí
Módulos de E digitales			
Nº de entradas digitales	4	8	16
Tensión de entrada			
• Valor nominal, DC	24 V	24 V	24 V
• para señal "0"	0 a 5 V	0 a 5 V	0 a 5 V
• para señal "1"	15 a 30 V DC	15 a 30 V DC	15 a 30 V DC
Intensidad de entrada			
• para señal "1", tip.	4 mA	4 mA	4 mA
Retardo de entrada (a tensión nominal de entrada)			
• para entradas estándar - en transición "0" a "1", máx.	4,5 ms	4,5 ms	4,5 ms
Módulos de S digitales			
Número de salidas digitales	4; Relé	8; Relé	16; Relé
Longitud del cable apantallado, máx.	500 m	500 m	500 m
Longitud del cable no apantallado, máx.	150 m	150 m	150 m
Protección contra cortocircuitos en salida	No; a prever externamente	No; a prever externamente	No; a prever externamente
Tensión de salida			
• para señal "0" (DC), máx.	0,1 V; con carga de 10 kohmios	0,1 V; con carga de 10 kohmios	0,1 V; con carga de 10 kohmios
• para señal "1", min.	L+/L1	L+/L1	L+/L1
Intensidad de salida			
• para señal "1", valor nominal	2.000 mA	2.000 mA	2.000 mA
Intensidad suma de las salidas (por grupo)			
• Intensidad máxima por conductor/grupo	8 A	8 A	8 A
Salidas de relé			
Nº de ciclos de maniobra	10.000.000; mecánica: 10 millones, con tensión nominal de carga: 100000	10.000.000; mecánica: 10 millones, con tensión nominal de carga: 100000	10.000.000; mecánica: 10 millones, con tensión nominal de carga: 100000
Poder de corte de los contactos			
• con carga inductiva, máx.	0,75 A; por salida	0,75 A; por salida	0,75 A; por salida
• con carga tipo lámpara, máx.	200 W; 30/200 W (DC/AC)	200 W; 30/200 W (DC/AC)	200 W; 30/200 W (DC/AC)
• con carga resistiva, máx.	0,75 A; por salida	0,75 A; por salida	0,75 A; por salida
Sensor			
Sensores compatibles			
• BERO a 2 hilos	Sí	Sí	Sí
• Intensidad permitida en reposo (BERO a 2 hilos), máx.	1 mA	1 mA	1 mA
Aislamiento			
Aislamiento ensayado con	500 V AC	500 V AC	500 V AC
Aislamiento galvánico			
Aislamiento galvánico módulos de S digitales			
• Aislamiento galvánico módulos de S digitales	Sí	Sí	Sí
• entre los canales, en grupos de	4	4	4
Aislamiento galvánico módulos de E digitales			
• Aislamiento galvánico módulos de E digitales	Sí	Sí	Sí
• entre los canales, en grupos de	4	4	8

TP 177 micro modelo 6AV6 640-0CA11-0AX0

Sinopsis

- Panel táctil para el manejo y visualización de máquinas e instalaciones pequeñas
- Equipo de entrada económica en la gama de paneles gráficos táctiles con todas las funciones básicas requeridas para aplicaciones simples
- Pantalla táctil (analógica/resistiva) STN de 5,7", Bluemode (4 tonos de azul)
- Especialmente concebido para el SIMATIC S7-200: La comunicación con el PLC se realiza por conexión punto a punto a través del puerto integrado
- Conexión al PLC vía cable MPI o PROFIBUS DP
- El SIMATIC TP 177micro es el nuevo sucesor de los paneles táctiles SIMATIC TP 070/TP 170micro

Datos técnicos

	6AV6 640-0CA11-0AX0
Tensión de alimentación	
Tensión de alimentación	24 VDC
Rango permitido	+20,4 hasta +28,8 VDC
Intensidad nominal	0,24 A
Memoria	
• Tipo	Flash
• Memoria usable para datos de proyecto/Opciones	256 kbytes Memoria de usuario
Hora	
Reloj	
• Tipo	Reloj por software, sin respaldo
Configuración	
Herramienta de configuración	WinCC flexible Micro a partir de Versión 2004 SP 1 (debe adquirirse por separado)
Display	
Tipo de display	STN, 4 Tonos de azul
Tamaño	5,7"
Resolución (An x Al en píxeles)	320 x 240
MTBF de la retroiluminación (con 25 °C)	aprox. 50000 h
Modo de operación	
Elementos de mando	Pantalla táctil
Teclas de función, programables	ninguno
Teclas del sistema	0
Pantalla táctil	analógica, resistiva
Teclado numérico/alfanumérico	Sí / Sí
Grado de protección	
Frente	IP 65, NEMA 4x (montado)
Lado posterior	IP 20
Certificaciones & Normas	
Certificaciones	CE, GL, ABS, BV, DNV, LRS, FM Class I Div. 2, UL, CSA, cULus, Zona EX 2/22, C-TICK, NEMA 4x
• Class NK	Sí

	6AV6 640-0CA11-0AX0
Condiciones ambientales	
Posición de montaje	vertical
Máx. ángulo de inclinación permitido sin ventilación externa	+/- 35°
Humedad relativa máx. (en %)	90%
Temperatura	
• En servicio (montaje vertical)	0 a +50 °C
• En servicio (máx. ángulo de inclinación)	0 a +40 °C
• En transporte, almacenamiento	-20 a +60 °C
Interfaces	
Interfaces	1 x RS485 (máx. 0,1875 Mbits/s)
Sistemas operativos	
Sistema operativo	Linux
Procesador	
Procesador	ARM
Funcionalidad bajo WinCC flexible	
Planificador de tareas	Sí
Sistema de ayuda	Sí
Estado/forzado	no es posible
Sistema de alarmas (avisos)	
• Número de avisos	500
• Avisos de bit	Sí
• Avisos analógicos	Sí
• Búfer de avisos	Búfer circular (n x 128 Entradas)
Nº de sinópticos de proceso	
• Sinópticos de proceso	250
• Variables	250
• Valores límite	Sí
• Multiplexar	Sí

Datos técnicos (continuación)

	6AV6 640-0CA11-0AX0
Elementos de imagen	
• Objetos textuales	500 Elementos de texto
• Objetos gráficos	Mapas de bits, Iconos, Icono (cubriendo toda la pantalla), Gráficos vectoriales
• Objetos dinámicos	Barras
Listas	
• Listas de textos	150
• Listas de gráficos	100
• Librerías	Sí
Seguridad	
• Número de grupos de usuarios	1
• Número de usuarios	1
• Contraseñas exportables	Sí
Soporte de datos posibles	
• Multi Media Card	No
Listado	
• Driver para impresora	-
Fuentes	
• Fuentes de teclado	USA (inglés)
Idiomas	
• Idiomas online	5
• Idiomas de proyecto	D, GB, F, I, E, CHN "tradicional", CHN "simplificado", DK, FIN, GR, J, KP/ROK, NL, N, PL, P, RUS, S, CZ/SK, TR, H
• Juegos de caracteres	WinCC flexible-Standard, ideogramas
Transferencia (carga/descarga)	
• Transferencia de la configuración	serie
Acoplamiento al proceso	
• Conexión al PLC	S7-200, Ver el capítulo "Acoplamientos del sistema"
Ampliabilidad/compatibilidad	
• Open Platform Program	No
Dimensiones	
Frente de la caja (An x Al)	212 mm x 156 mm
Hueco de montaje/profundidad del equipo (An x Al/P) en mm	198 mm x 142 mm / 45 mm Profundidad del equipo
Pesos	
Peso	0,75 kg

Datos de pedido

		Referencia
SIMATIC TP 177micro	F)	**6AV6 640-0CA11-0AX0**
Panel táctil para conexión a SIMATIC S7-200, pantalla STN de 5,7"		
Paquete de iniciación TP 177micro	F)	**6AV6 650-0DA01-0AA0**
Compuesto por:		
• Panel táctil TP 177micro		
• Software de ingeniería SIMATIC WinCC flexible Micro		
• SIMATIC HMI Manual Collection (DVD), 5 idiomas (alemán, inglés, francés, italiano y español); incluye: todos los manuales de usuario, manuales técnicos convencionales y manuales de comunicación actualmente disponibles para SIMATIC HMI		
• Cable MPI (5 m) (para test)		
Configuración		
con SIMATIC WinCC flexible		véase sección 7, página 7/54
Documentación (a pedir por separado)		
Instrucciones de uso OP 73micro, TP 177micro		
• alemán		**6AV6 691-1DF01-0AA0**
• inglés		**6AV6 691-1DF01-0AB0**
• francés		**6AV6 691-1DF01-0AC0**
• italiano		**6AV6 691-1DF01-0AD0**
• español		**6AV6 691-1DF01-0AE0**
Manual del usuario WinCC flexible Micro		
• alemán		**6AV6 691-1AA01-0AA0**
• inglés		**6AV6 691-1AA01-0AB0**
• francés		**6AV6 691-1AA01-0AC0**
• italiano		**6AV6 691-1AA01-0AD0**
• español		**6AV6 691-1AA01-0AE0**
SIMATIC HMI Manual Collection	E)	**6AV6 691-1SA01-0AX0**
Documentación electrónica en DVD		
5 idiomas (alemán, inglés, francés, italiano, español); incluye: todos los manuales de usuario, manuales técnicos convencionales y manuales de comunicación actualmente disponibles para SIMATIC HMI		
Accesorios para pedidos posteriores		
Paquetes para servicio técnico, cubierta de protección, lámina de protección, adaptadores, cables de conexión, conectores, acoplamientos del sistema		véase catálogos ST 80, CA 01 o en el A&D Mall

E) Sujeto a los reglamentos de exportación: AL: N y ECCN: EAR99S

F) Sujeto a los reglamentos de exportación: AL: N y ECCN: 5D002ENC3

Cable USB/PPI-Multi-Master

Cable PPI

Sinopsis

- Para la conexión de aparatos con puerto RS 232 o USB a SIMATIC S7-200 o a una red PPI (RS 485)
- Están disponibles:
  - Cable RS 232/PPI-Multi-Master inteligente: para la conexión de aparatos con puerto RS 232 al puerto RS 485 de SIMATIC S7-200 o a la red PPI; utilizable como maestro en una red Multi-Master-PPI
  - Cable USB/PPI-Multi-Master inteligente: para la conexión de aparatos con puerto USB al puerto RS 485 de SIMATIC S7-200 o a la red PPI; utilizable como maestro en una red Multi-Master-PPI.

Datos técnicos

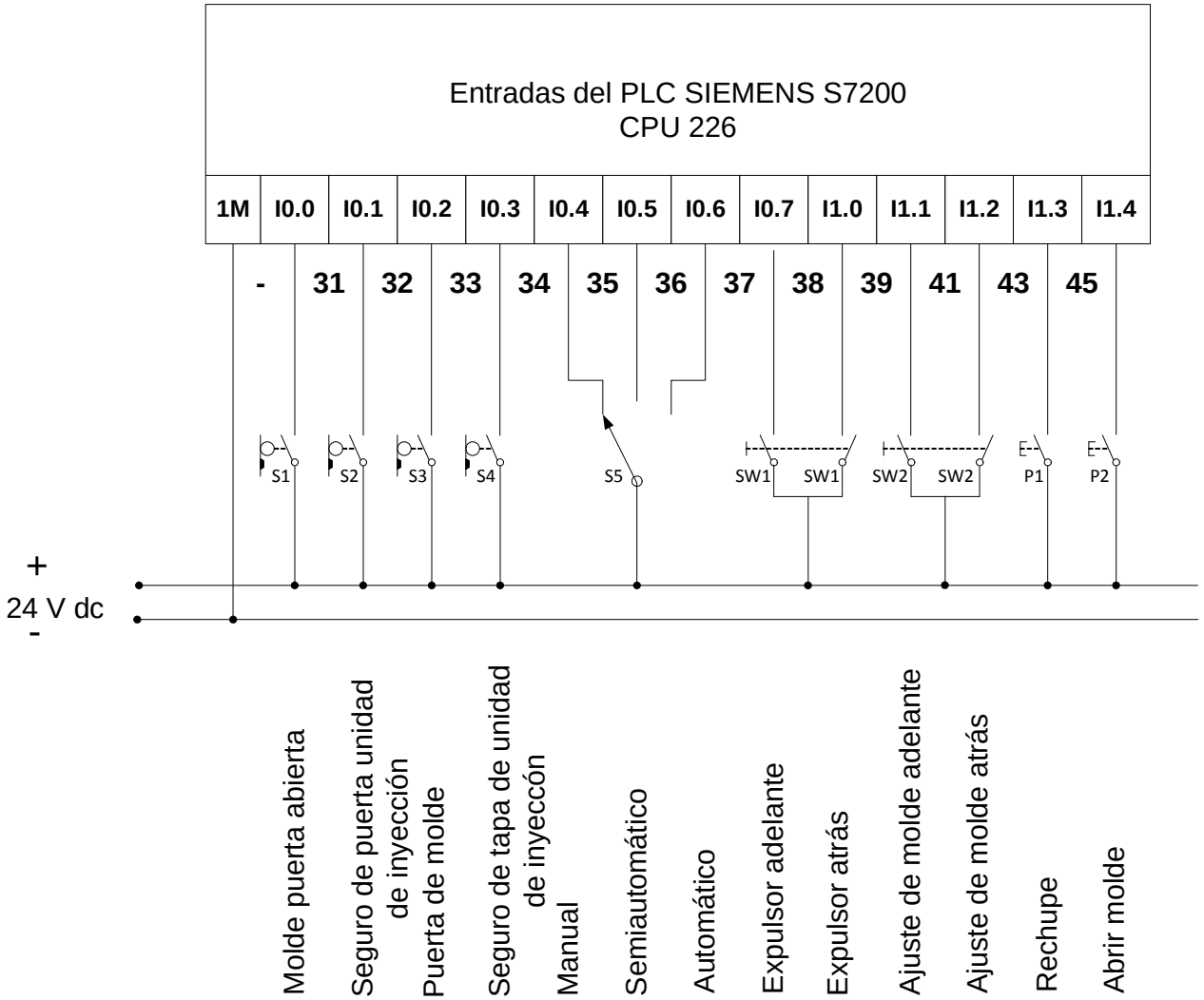
	6ES7 901-3CB30-0XA0	6ES7 901-3DB30-0XA0
Alimentación		
Descripción	de la CPU	del puerto USB
Informes (logs)		
PPI	Sí; 10/11 bits	Sí; 10/11 bits
ASCII	Sí; Freeport	
MPI		
Velocidad de transferencia (PPI), máx.	187,5 kbits/s; 9,6 / 19,3 / 187,5 kbits/s; Ajuste: Interruptor DIP; RS 232 no es necesaria	187,5 kbits/s; 9,6 / 19,2 / 187,5 kbits/s; Ajuste: no es necesario
Información de estado/alarmas/diagnóstico		
LED señalizador de diagnóstico		
• Descripción	Tx (verde): indicación de emisión RS232; Rx (verde): indicación de recepción RS232; PPI (verde): indicación de emisión RS485	Tx (verde): indicación de emisión USB; Rx (verde): indicación de recepción USB; PPI (verde): indicación de emisión RS485

	6ES7 901-3CB30-0XA0	6ES7 901-3DB30-0XA0
Aislamiento galvánico		
Aislamiento galvánico	Sí	Sí
Requisitos de software		
Software requerido	STEP 7 Micro/WIN V3.2 a partir de SP4	STEP 7 Micro/WIN V3.2 a partir de SP4
Pesos		
Peso, aprox.	300 g	300 g

7.2 ANEXO B

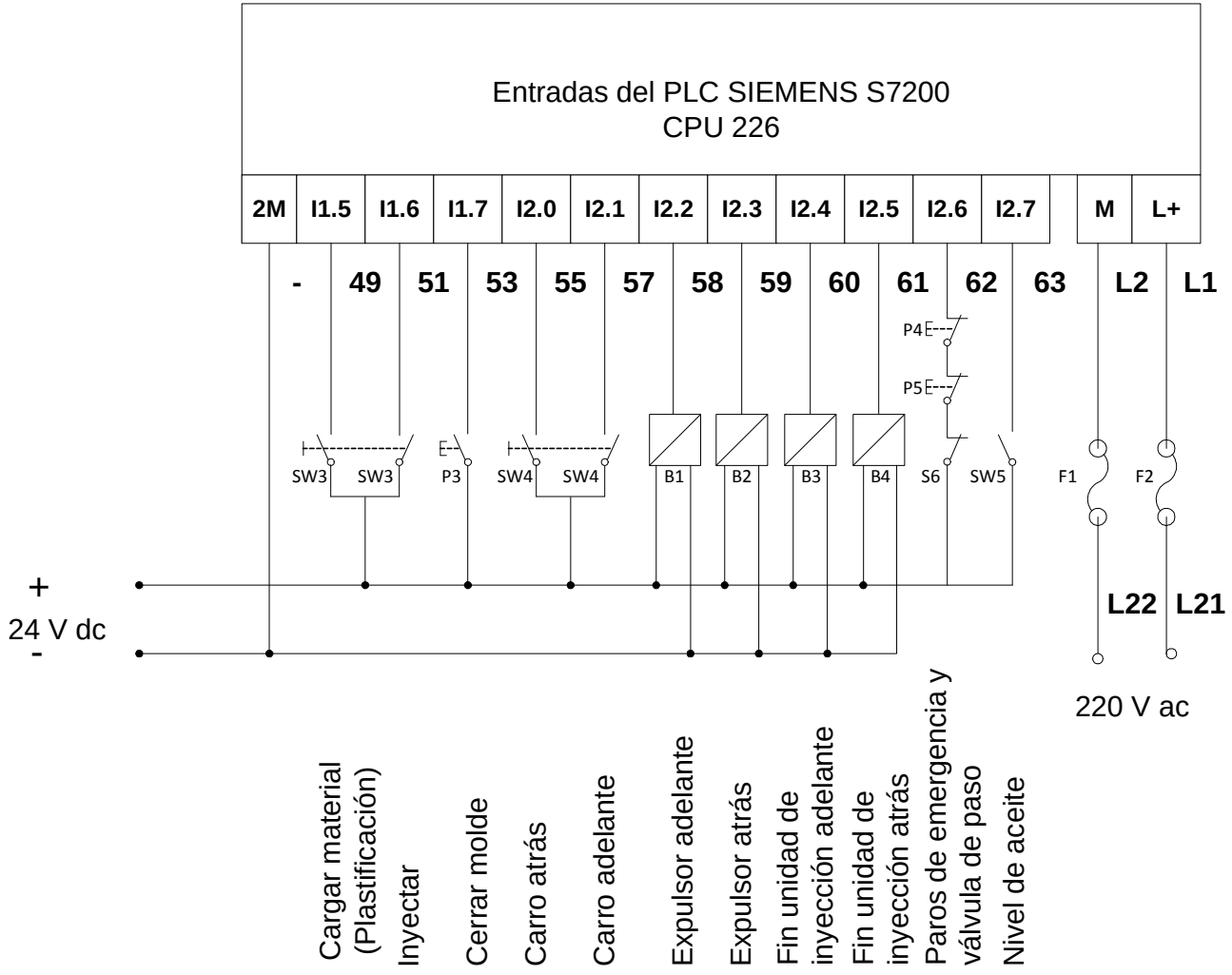
7.2.1 PLANOS DE CONEXIONES ELÉCTRICAS.

DESCRIPCIÓN:	DIAGRAMA DE ENTRADAS PARA EL PLC S7-200 CPU 226
SECCIÓN:	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25 26 27 28 29 30 31 32 33 34 35 36 37 38 39 40 41 42 43 44 45



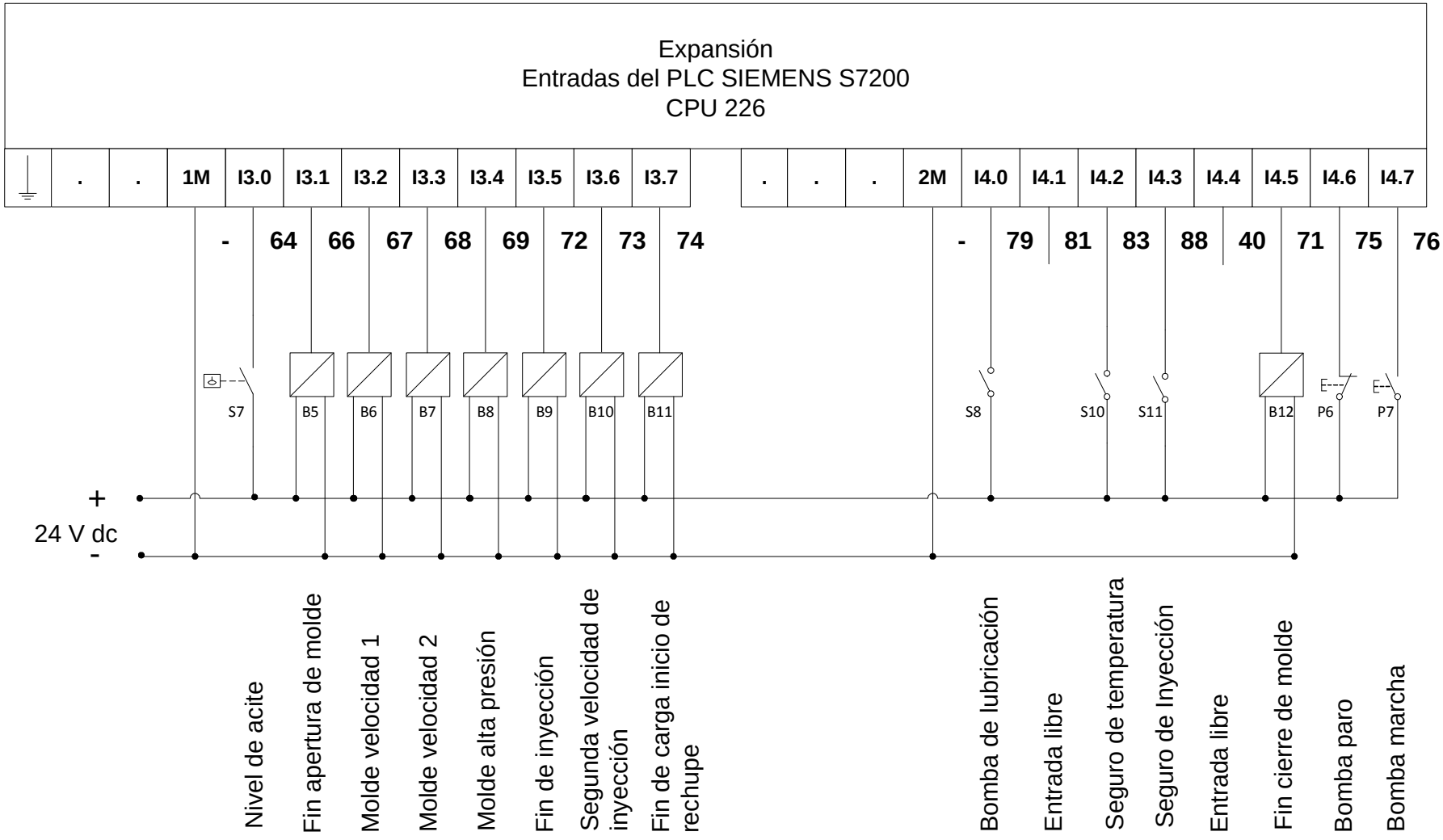
ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL		DIAGRAMA DE ENTRADAS DEL PLC		
FACULTAD DE ING. ELECTRÓNICA-ELÉCTRICA				
ING. ELECTRÓNICA Y CONTROL	14/05/2009	DISEÑO	CÓDIGO	Lámina N°1 de 14

DESCRIPCIÓN:	DIAGRAMA DE ENTRADAS PARA EL PLC S7-200 CPU 226
SECCIÓN:	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25 26 27 28 29 30 31 32 33 34 35 36 37 38 39 40 41 42 43 44 45



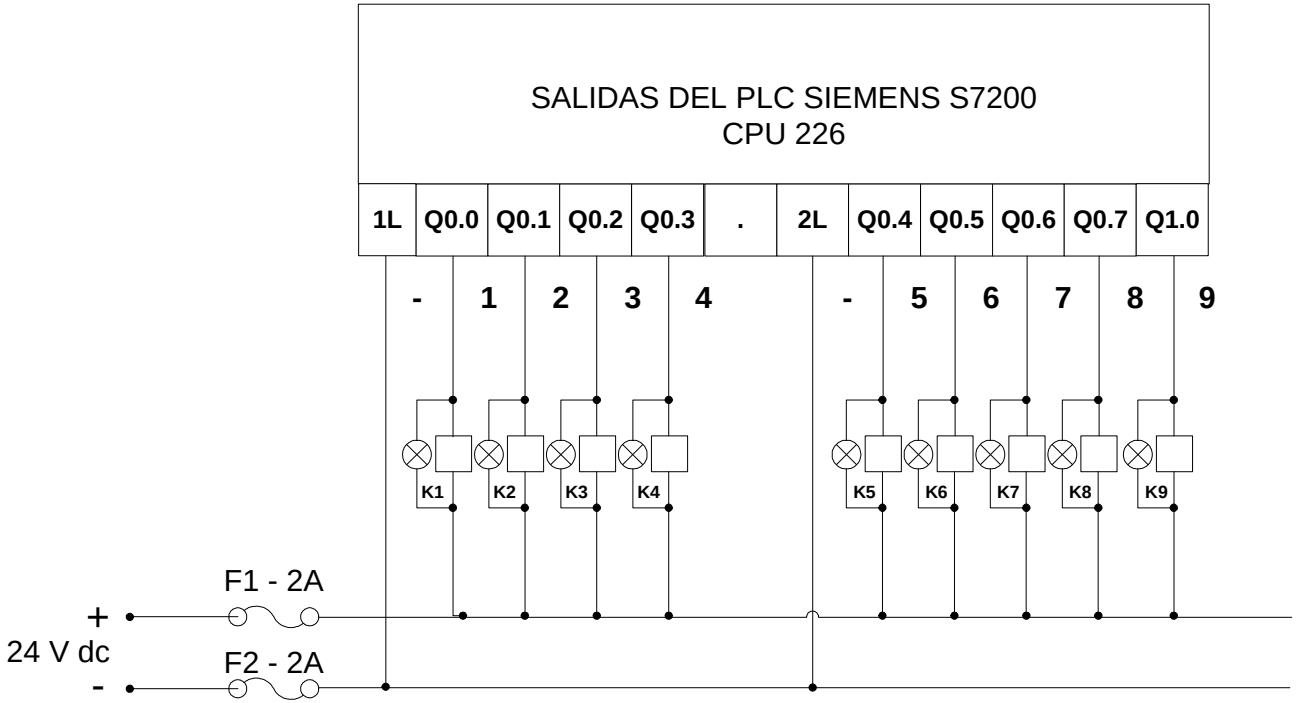
ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL		DIAGRAMA DE ENTRADAS DEL PLC		
FACULTAD DE ING. ELECTRÓNICA-ELÉCTRICA				
ING. ELECTRÓNICA Y CONTROL	14/05/2009	DISEÑO	CÓDIGO	Lámina N°2 de 14

DESCRIPCIÓN:	DIAGRAMA DE ENTRADAS DE EXPANSIÓN PARA EL PLC S7-200 CPU 226
SECCIÓN:	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25 26 27 28 29 30 31 32 33 34 35 36 37 38 39 40 41 42 43 44 45



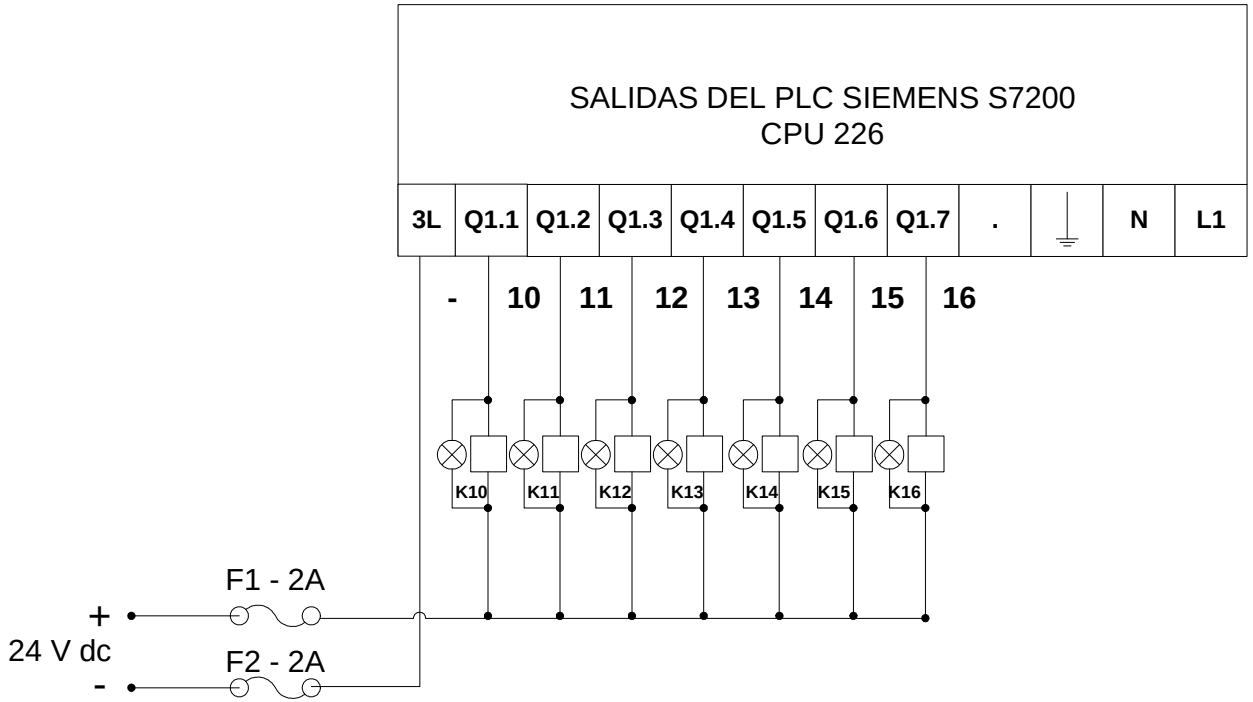
ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL		DIAGRAMA DE ENTRADAS DEL PLC		
FACULTAD DE ING. ELECTRÓNICA-ELÉCTRICA				
ING. ELECTRÓNICA Y CONTROL	14/05/2009	DISEÑO	CÓDIGO	Lámina N°3 de 14

DESCRIPCIÓN:	DIAGRAMA DE SALIDAS PARA EL PLC S7-200 CPU 226
SECCIÓN:	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25 26 27 28 29 30 31 32 33 34 35 36 37 38 39 40 41 42 43 44 45



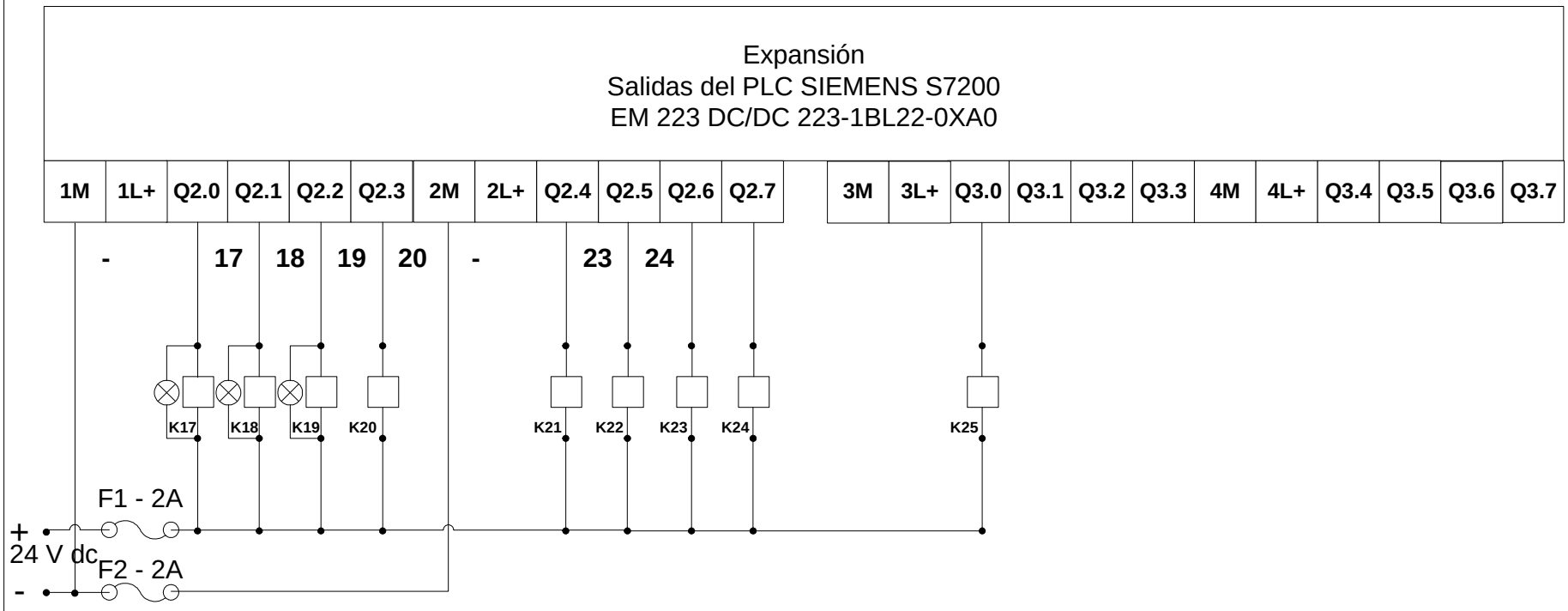
ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL		DIAGRAMA DE SALIDAS DEL PLC		
FACULTAD DE ING. ELECTRÓNICA-ELÉCTRICA				
ING. ELECTRÓNICA Y CONTROL	14/05/2009	DISEÑO	CÓDIGO	Lámina N°4 de 14

DESCRIPCIÓN:	DIAGRAMA DE SALIDAS PARA EL PLC S7-200 CPU 226
SECCIÓN:	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25 26 27 28 29 30 31 32 33 34 35 36 37 38 39 40 41 42 43 44 45



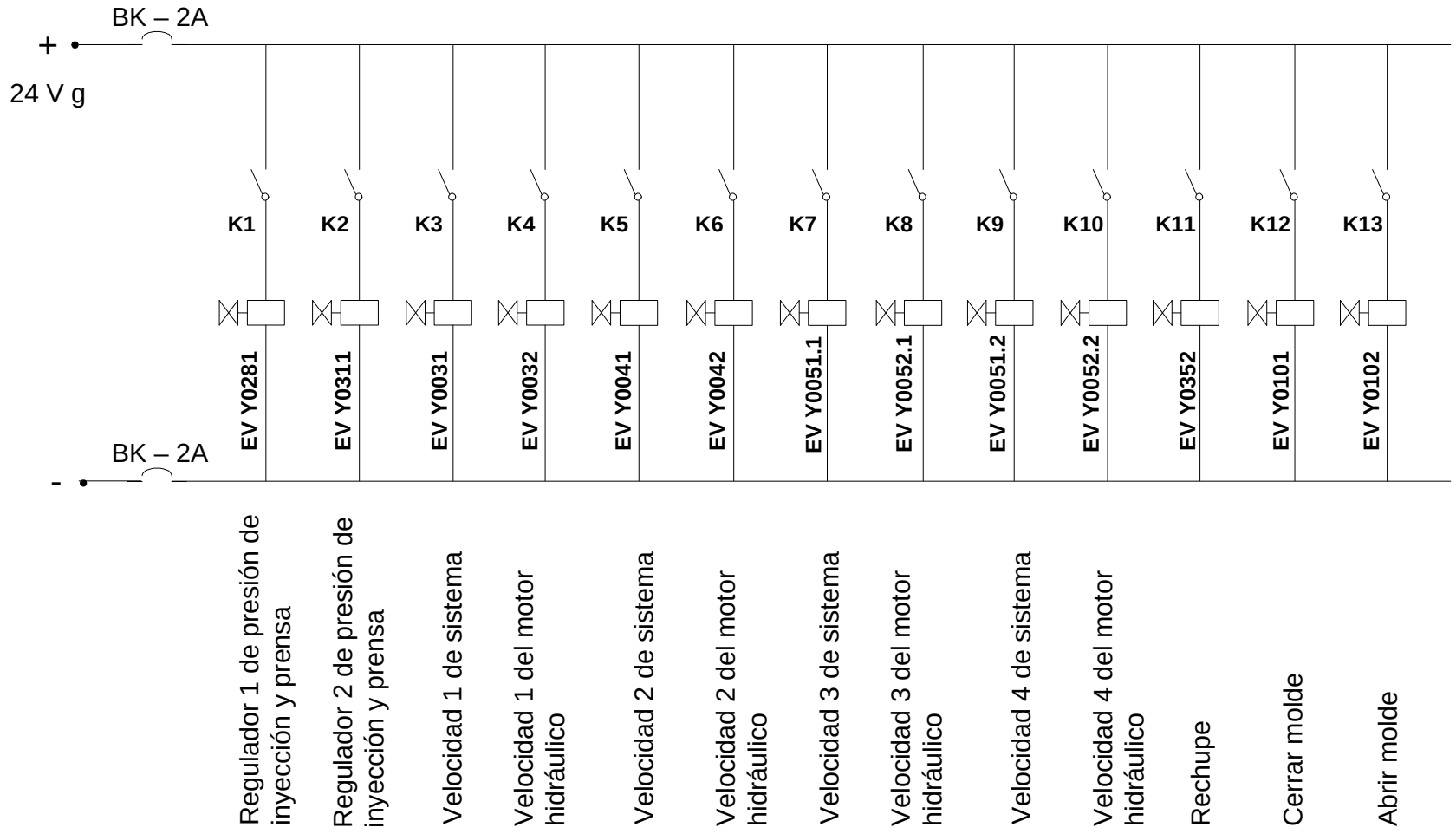
ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL		DIAGRAMA DE SALIDAS DEL PLC		
FACULTAD DE ING. ELECTRÓNICA-ELÉCTRICA				
ING. ELECTRÓNICA Y CONTROL	14/05/2009	DISEÑO	CÓDIGO	Lámina N°5 de 14

DESCRIPCIÓN:	DIAGRAMA DE EXPANSIÓN DE SALIDAS PARA EL PLC S7-200
SECCIÓN:	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25 26 27 28 29 30 31 32 33 34 35 36 37 38 39 40 41 42 43 44 45



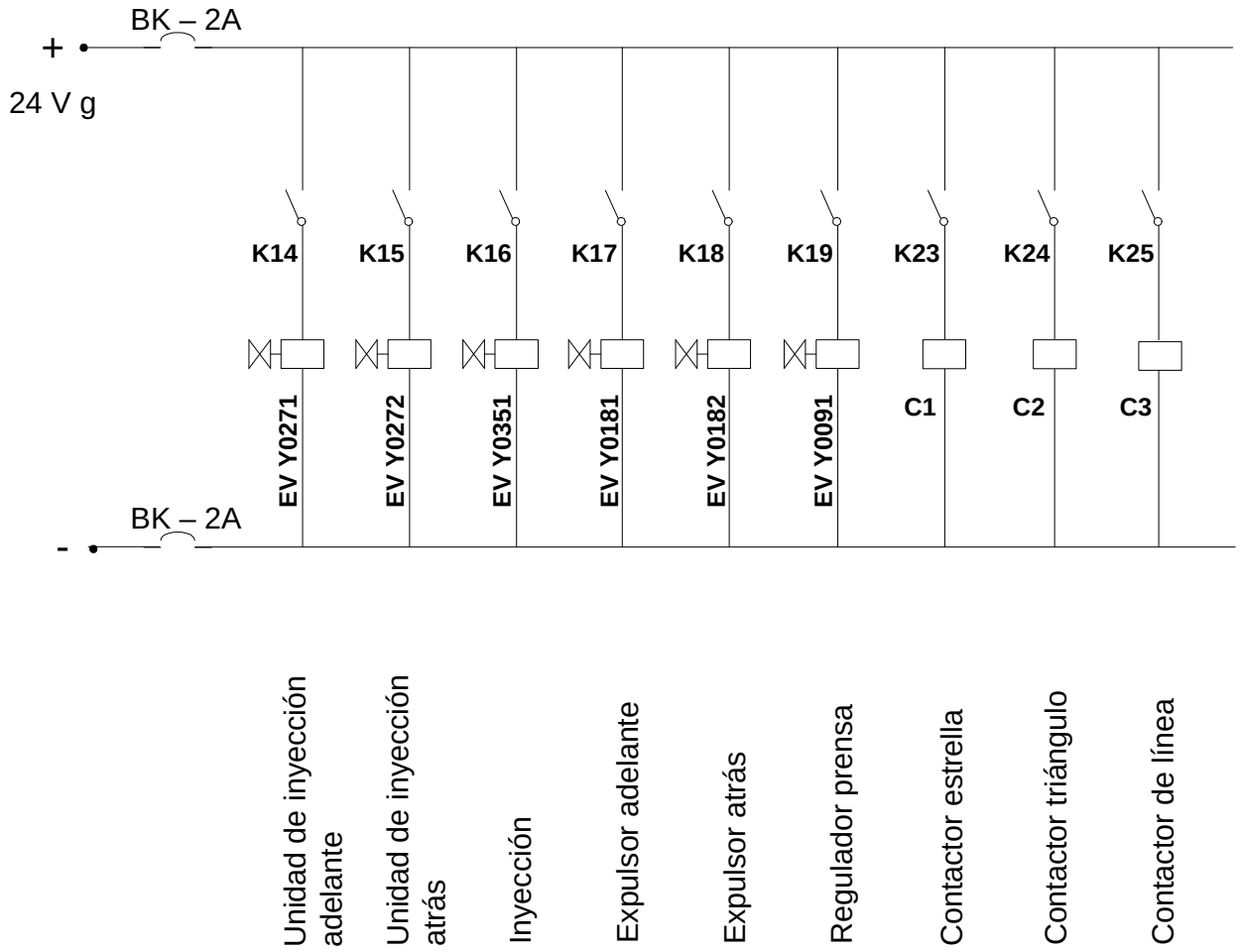
ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL		DIAGRAMA DE SALIDAS DEL PLC		
FACULTAD DE ING. ELECTRÓNICA-ELÉCTRICA				
ING. ELECTRÓNICA Y CONTROL	14/05/2009	DISEÑO	CÓDIGO	Lámina N°6 de 14

DESCRIPCIÓN:	DIAGRAMA DE ELECTROVÁLVULAS
SECCIÓN:	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25 26 27 28 29 30 31 32 33 34 35 36 37 38 39 40 41 42 43 44 45



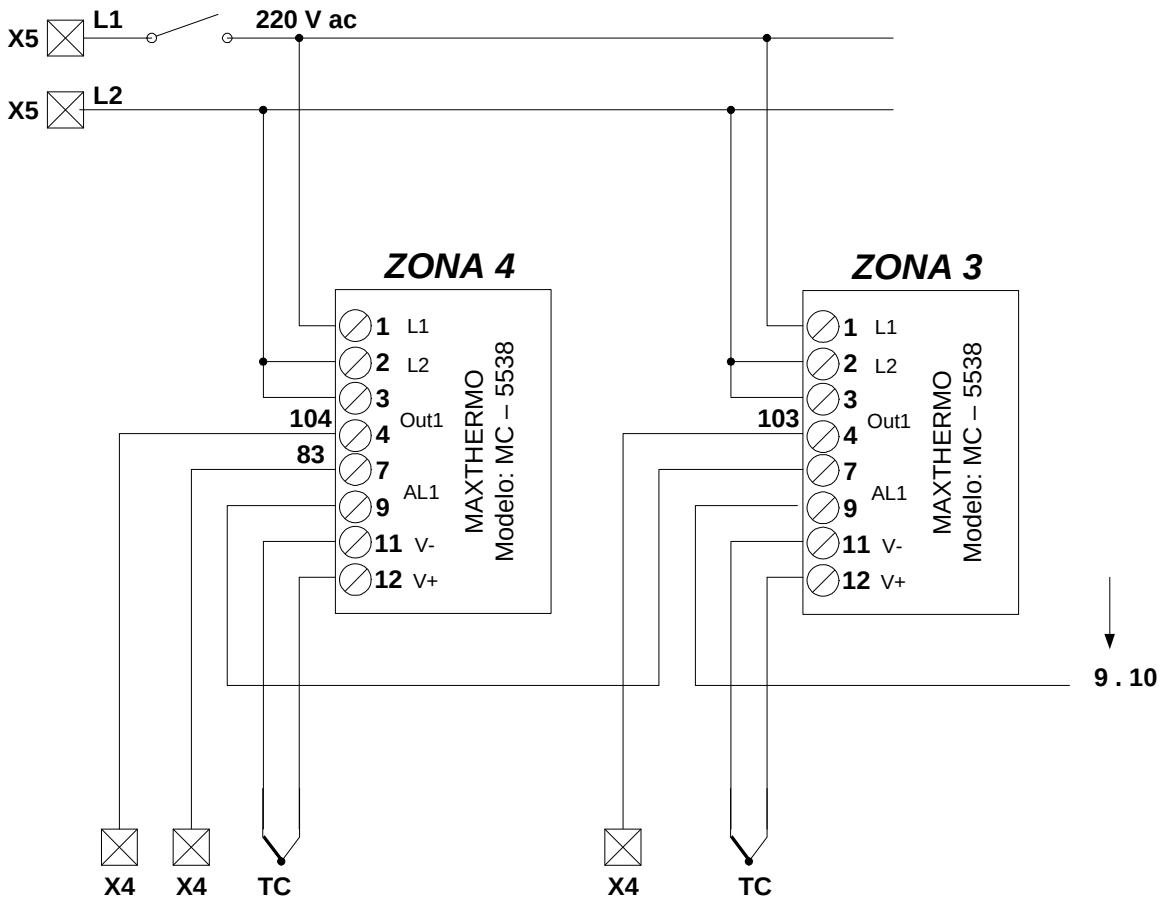
ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL		DIAGRAMA DE ELECTROVÁLVULAS		
FACULTAD DE ING. ELECTRÓNICA-ELÉCTRICA				
ING. ELECTRÓNICA Y CONTROL	14/05/2009	DISEÑO	CÓDIGO	Lámina N°7 de 14

DESCRIPCIÓN:	DIAGRAMA DE ELECTROVÁLVULAS
SECCIÓN:	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25 26 27 28 29 30 31 32 33 34 35 36 37 38 39 40 41 42 43 44 45



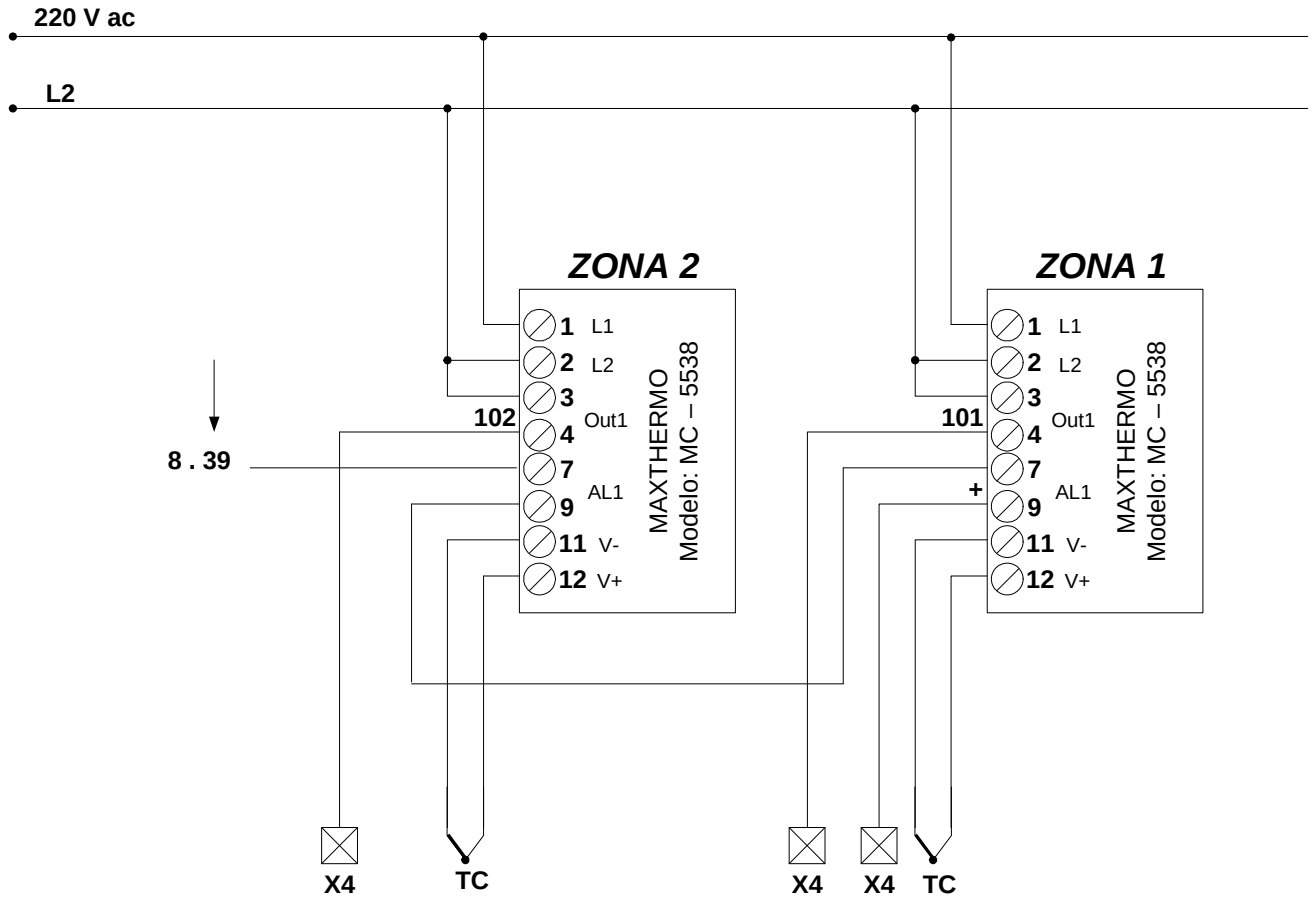
ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL		DIAGRAMA DE ELECTROVÁLVULAS		
FACULTAD DE ING. ELECTRÓNICA-ELÉCTRICA				
ING. ELECTRÓNICA Y CONTROL	14/05/2009	DISEÑO	CÓDIGO	Lámina N°8 de 14

DESCRIPCIÓN:	ZONAS DE CALENTAMIENTO DE LA UNIDAD DE INYECCIÓN
SECCIÓN:	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25 26 27 28 29 30 31 32 33 34 35 36 37 38 39 40 41 42 43 44 45



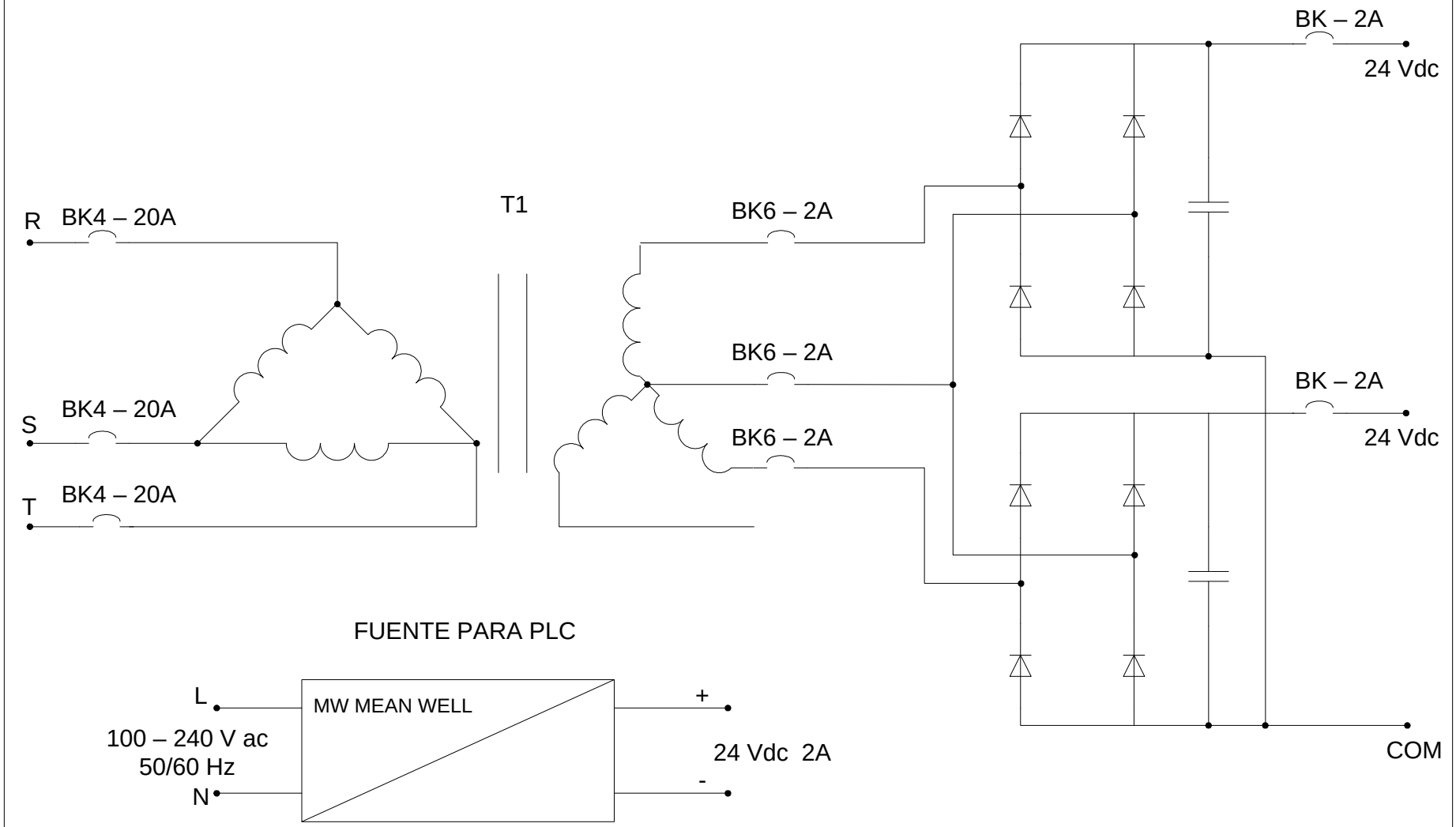
ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL		ZONAS DE CALENTAMIENTO DE LA UNIDAD DE INYECCIÓN		
FACULTAD DE ING. ELECTRÓNICA-ELÉCTRICA				
ING. ELECTRÓNICA Y CONTROL	14/05/2009	DISEÑO	CÓDIGO	Lámina N°9 de 14

DESCRIPCIÓN:	ZONAS DE CALENTAMIENTO DE LA UNIDAD DE INYECCIÓN
SECCIÓN:	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25 26 27 28 29 30 31 32 33 34 35 36 37 38 39 40 41 42 43 44 45



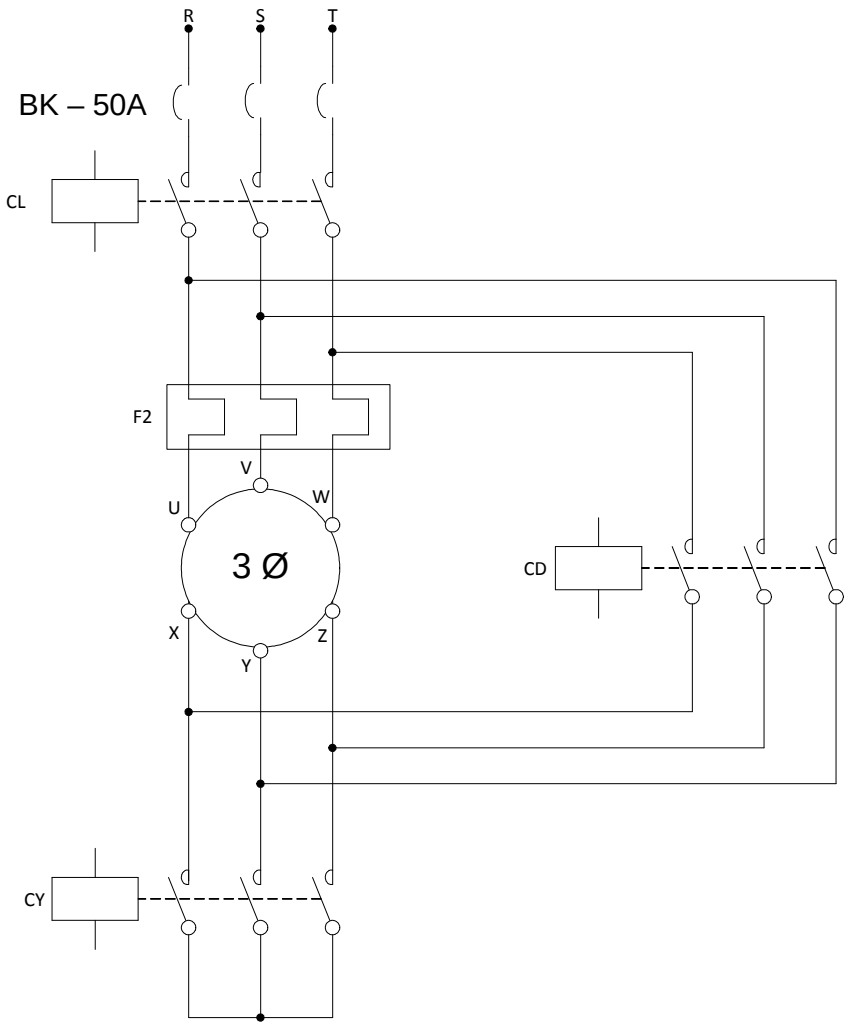
ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL		ZONAS DE CALENTAMIENTO DE LA UNIDAD DE INYECCIÓN		
FACULTAD DE ING. ELECTRÓNICA-ELÉCTRICA				
ING. ELECTRÓNICA Y CONTROL	14/05/2009	DISEÑO	CÓDIGO	Lámina N°10 de 14

DESCRIPCIÓN:	FUENTES PARA LAS ELECTROVÁLVULAS Y PLC
SECCIÓN:	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25 26 27 28 29 30 31 32 33 34 35 36 37 38 39 40 41 42 43 44 45



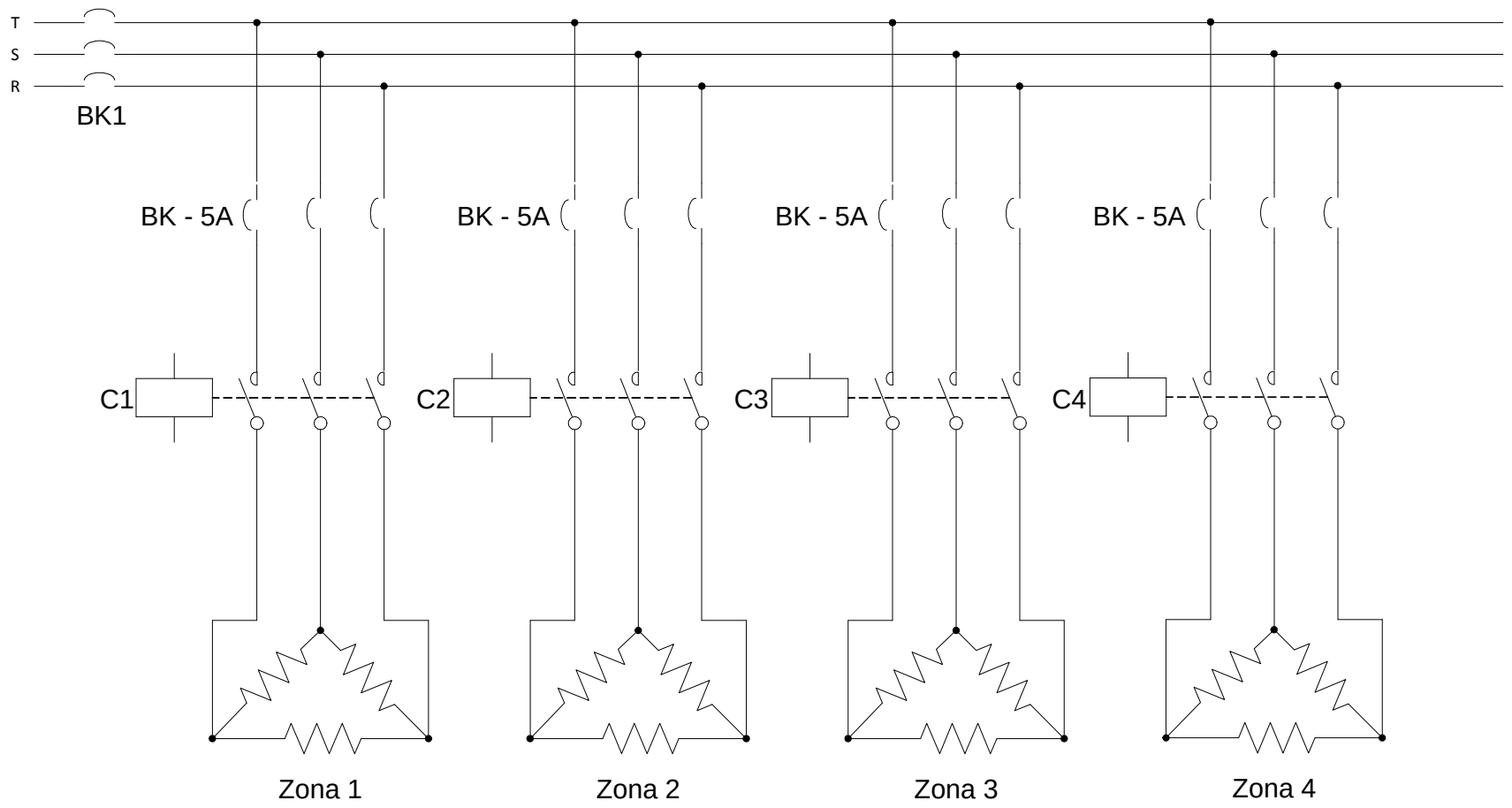
ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL		FUENTES		
FACULTAD DE ING. ELECTRÓNICA-ELÉCTRICA				
ING. ELECTRÓNICA Y CONTROL	14/05/2009	DISEÑO	CÓDIGO	Lámina N°11 de 14

DESCRIPCIÓN:	Circuito de fuerza para el arranque Y-D de un motor trifásico
SECCIÓN:	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25 26 27 28 29 30 31 32 33 34 35 36 37 38 39 40 41 42 43 44 45



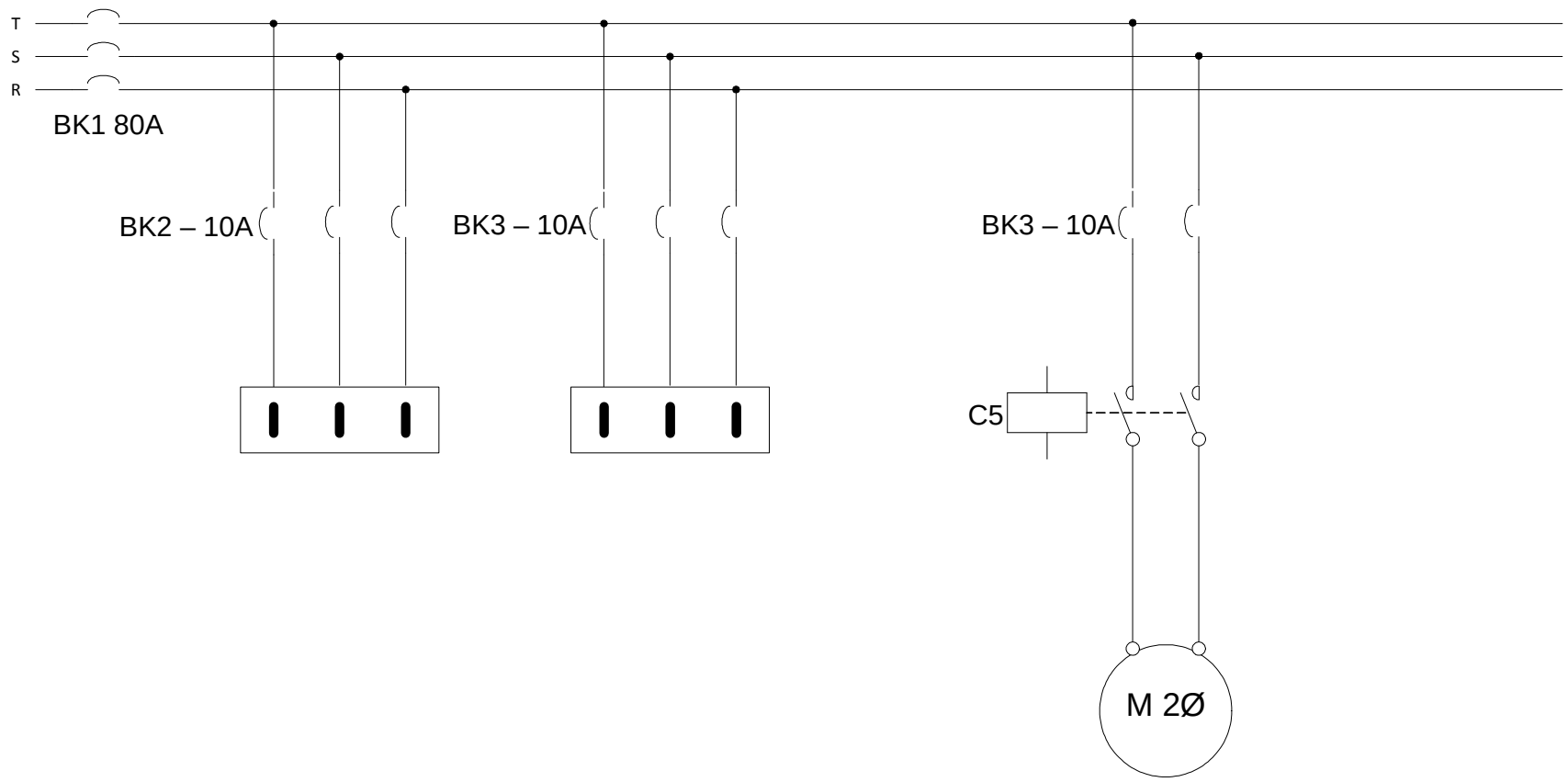
ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL		ARRANQUE Y-D MOTOR TRIFÁSICO CIRCUITO DE FUERZA		
FACULTAD DE ING. ELECTRÓNICA-ELÉCTRICA				
ING. ELECTRÓNICA Y CONTROL	14/05/2009	DISEÑO	CÓDIGO	Lámina N°12 de 14

DESCRIPCIÓN:	Circuito de fuerza de zonas de calentamiento
SECCIÓN:	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25 26 27 28 29 30 31 32 33 34 35 36 37 38 39 40 41 42 43 44 45



ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL		CIRCUITO DE FUERZA ZONAS DE CALENTAMIENTO		
FACULTAD DE ING. ELECTRÓNICA-ELÉCTRICA				
ING. ELECTRÓNICA Y CONTROL	14/05/2009	DISEÑO	CÓDIGO	Lámina N°13 de 14

DESCRIPCIÓN:	Tomacorrientes trifásicos	Circuito de fuerza Bomba de lubricación
SECCIÓN:	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25 26 27 28 29 30 31 32 33 34 35 36 37 38 39 40 41 42 43 44 45	



ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL		CIRCUITOS DE FUERZA		
FACULTAD DE ING. ELECTRÓNICA-ELÉCTRICA				
ING. ELECTRÓNICA Y CONTROL	14/05/2009	DISEÑO	CÓDIGO	Lámina N°14 de 14

7.3 ANEXO C

7.3.1 CONFIGURACIÓN BÁSICA DE LA PANTALLA TÁCTIL TP177 MICRO

Primero: Inicie WinCC Flexible.

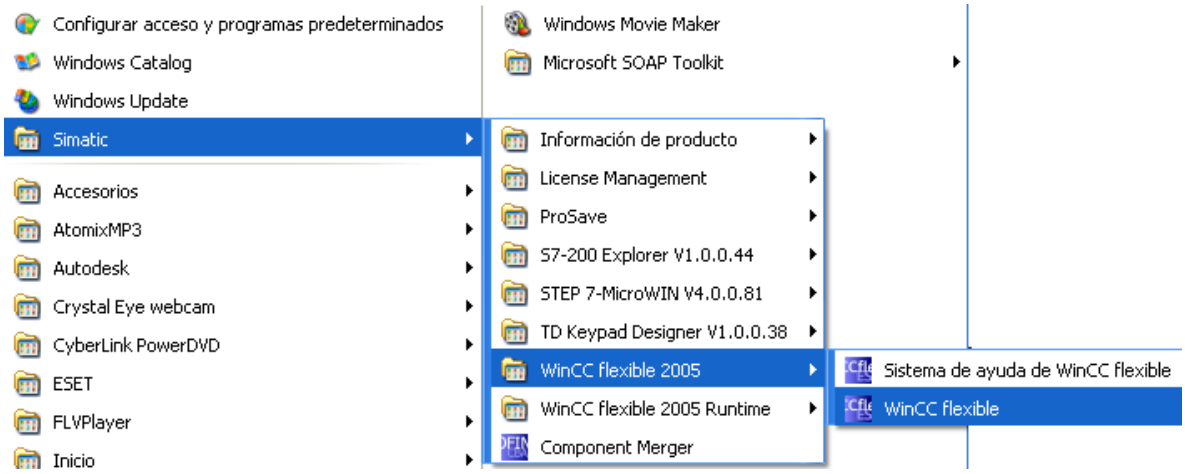


Figura N°52 Inicio de WinCC flexible.

Se abrirá el asistente de proyectos de WinCC flexible. Este asistente le ayuda a crear el proyecto, guiándole paso a paso por el procedimiento de configuración. El asistente de proyectos ofrece distintas opciones para las configuraciones más frecuentes. Efectúe los ajustes de configuración conforme a la opción seleccionada.

Segundo: Crear un proyecto nuevo

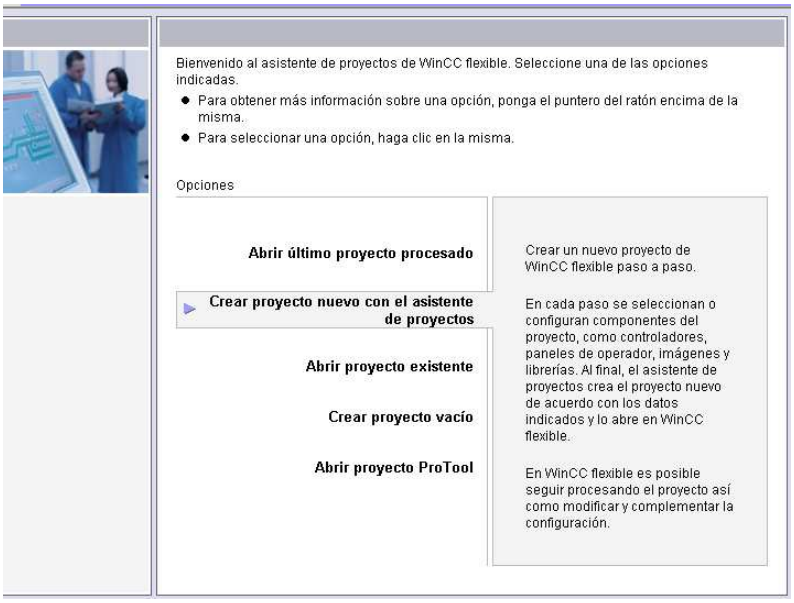


Figura N°53 Ventana del asistente de proyectos para abrir o crear un nuevo proyecto.

Tercero: Seleccionar el tipo de máquina

Para manejar la máquina inyectora se necesita únicamente un panel de operador y un autómata. Por tanto, seleccione «Máquina pequeña»:

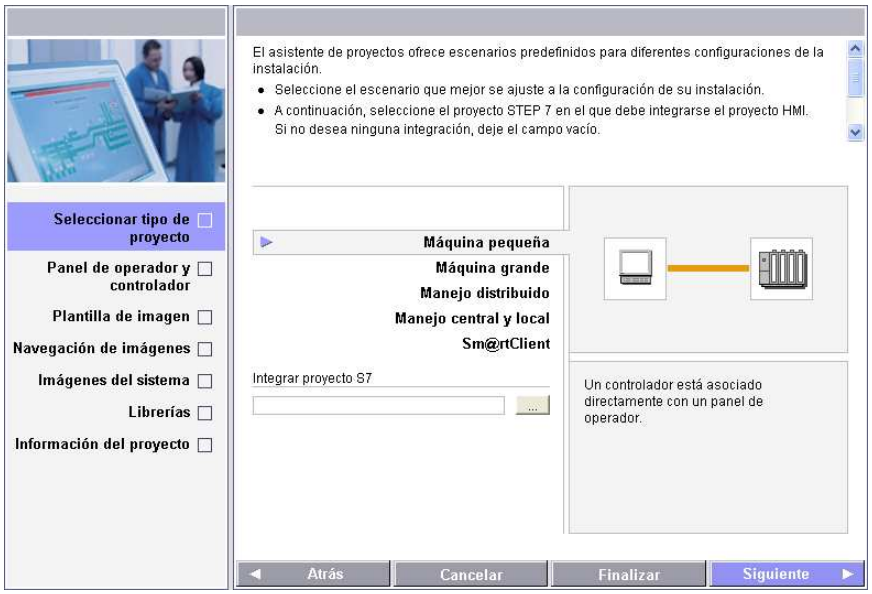


Figura N°54 Ventana del asistente de proyectos para elegir el tipo de máquina.

Cuarto: En este tipo de proyecto**,** un controlador está asociado directamente con un panel del operador. Seleccione panel de operador, conexión y controlador de acuerdo con la configuración de la instalación.

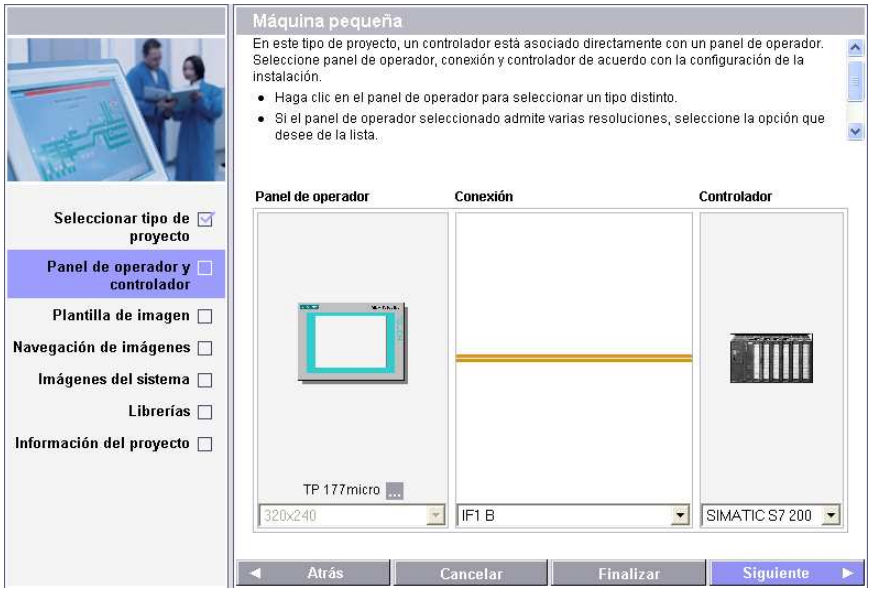


Figura N°31 Ventana del asistente de proyectos para seleccionar un panel del operador, el tipo de conexión y el autómata programable.

Quinto: Elabore una plantilla individual para las imágenes. Esta plantilla se utilizará en el proyecto para cada imagen nueva del panel del operador.

- Elija si debe crearse un encabezado, una barra de navegación y una línea de aviso o ventana de aviso.
- Seleccione los elementos que deben integrarse en el encabezado. El logotipo de la empresa puede ser un archivo gráfico.

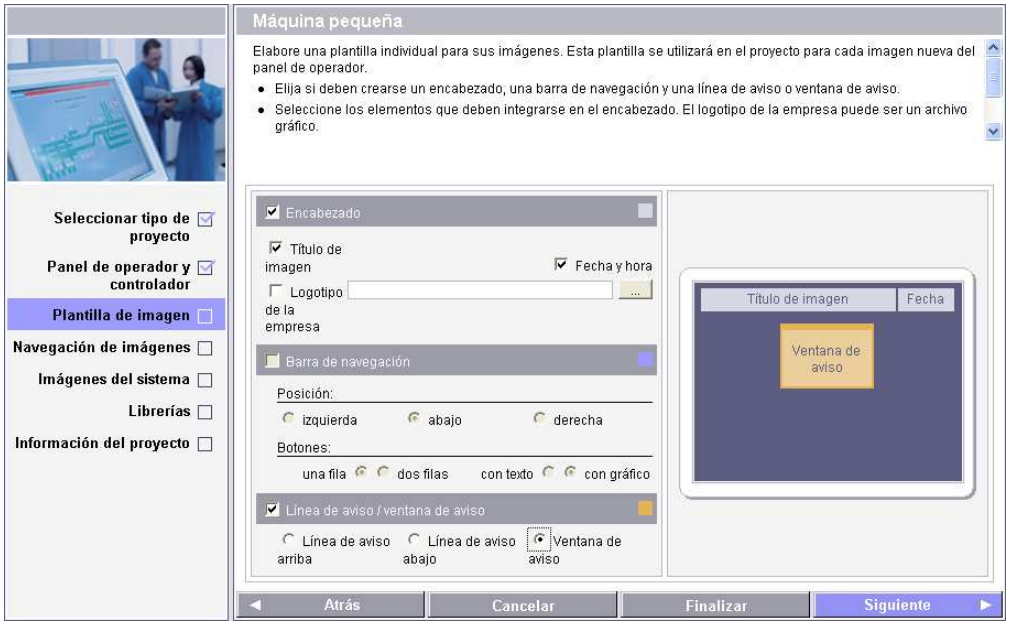


Figura N°32 Ventana del asistente de proyectos para elaborar plantillas para las imágenes.

Sexto: Configurar la navegación para las imágenes.

- Seleccione la cantidad de imágenes seleccionadas.
- Seleccione la cantidad e imágenes detalladas que deben crearse en cada imagen seccionada.

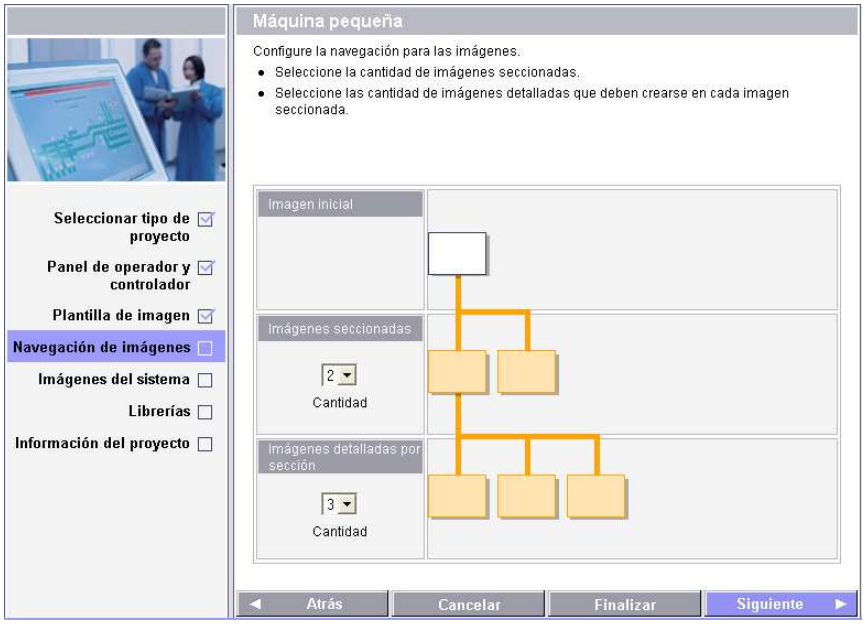


Figura N°33 Ventana del asistente de proyectos para seleccionar el número de imágenes.

Séptimo: Configure las imágenes del sistema que deben aparecer en la navegación de imágenes junto a las imágenes de la instalación.

- Elija si debe crearse una imagen básica para las imágenes del, sistema o si deben aparecer todas las imágenes del sistema directamente en el nivel de las imágenes seccionadas.
- Para seleccionar todas las imágenes del sistema, haga clic en “Todas las imágenes del sistema”.
- O seleccione las diferentes imágenes del sistema y sus elementos.

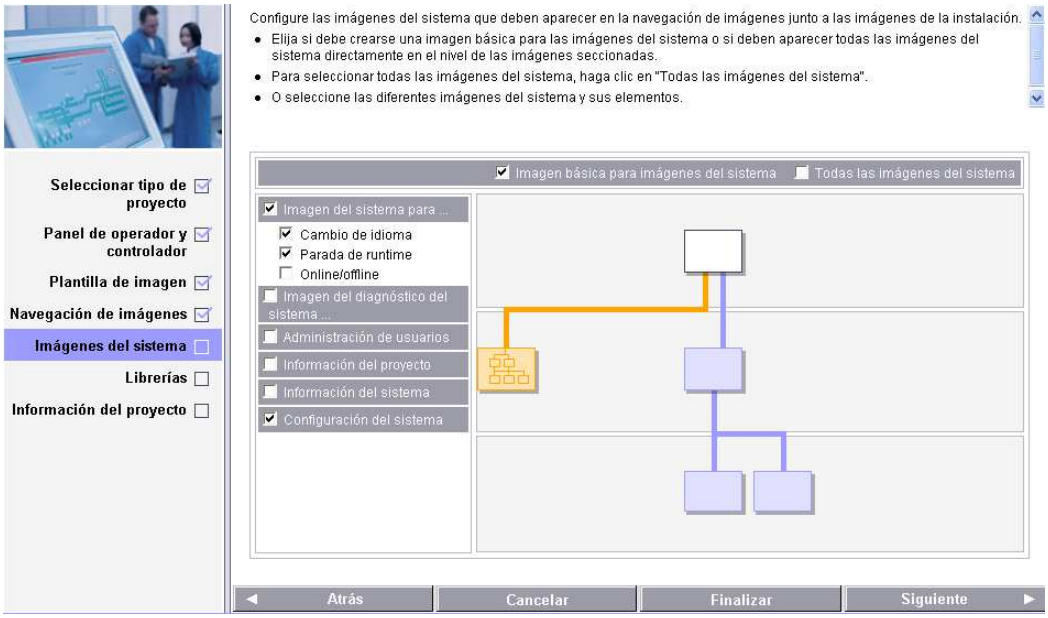


Figura N°34 Ventana del asistente de proyectos para seleccionar las imágenes del sistema.

Octavo: Seleccione las librerías que deben integrarse en el proyecto.

- Seleccione en la lista las librerías estándar necesarias.
- Seleccione un máximo de seis archivos que se integran como “Librerías propias”.

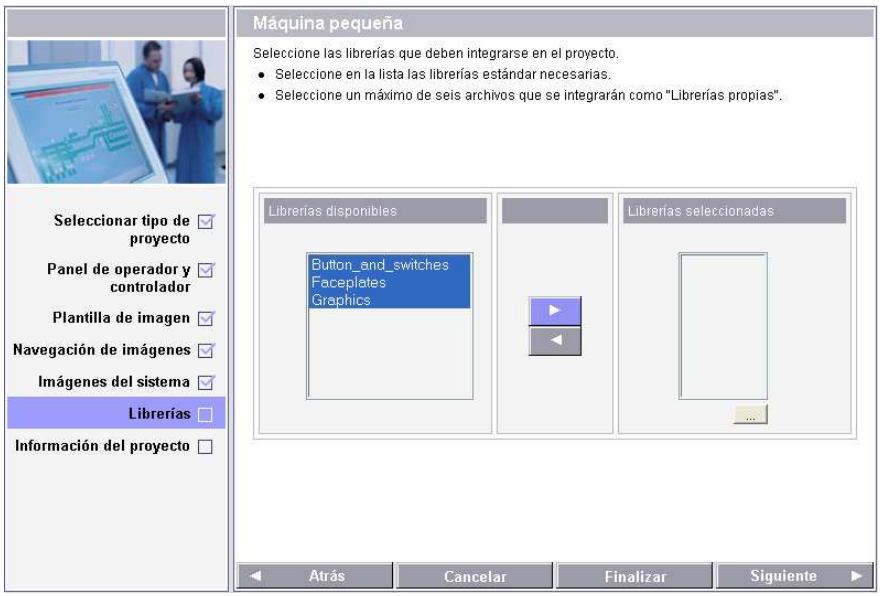


Figura N°35 Ventana del asistente de proyectos para seleccionar librerías.

Decimo: Indique información sobre el proyecto que le ayude a identificar el proyecto posteriormente en WinCC flexible.

- Registre la información.
- Haga clic en “finalizar” para crear el proyecto con la configuración elegida.

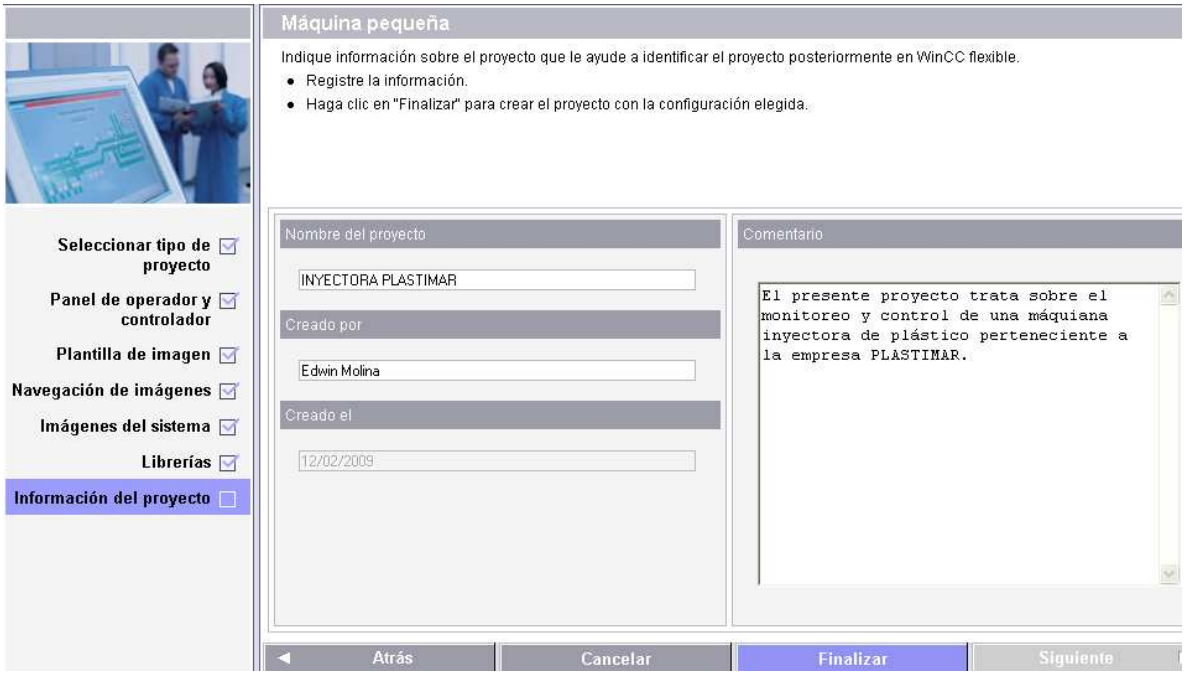
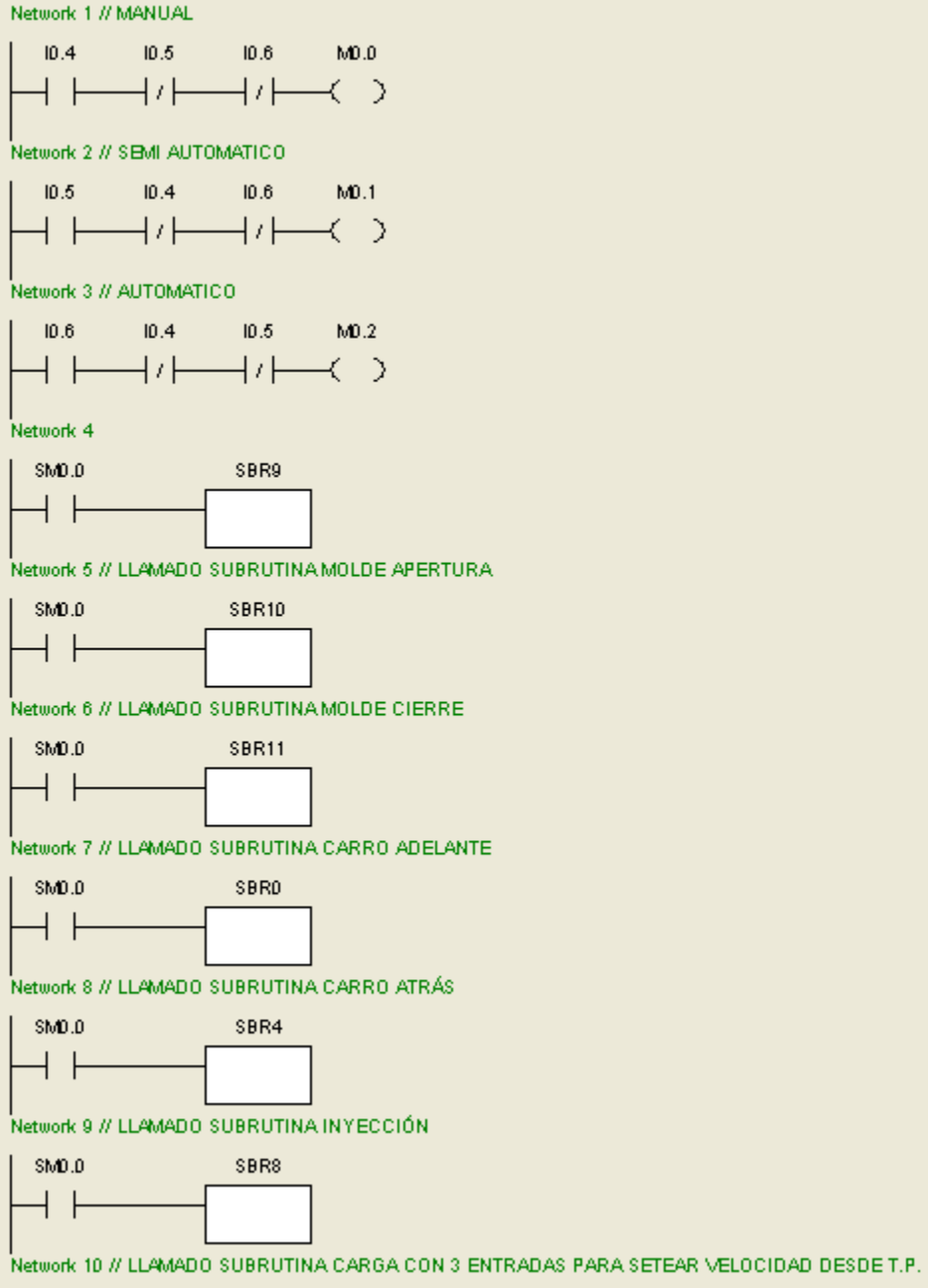


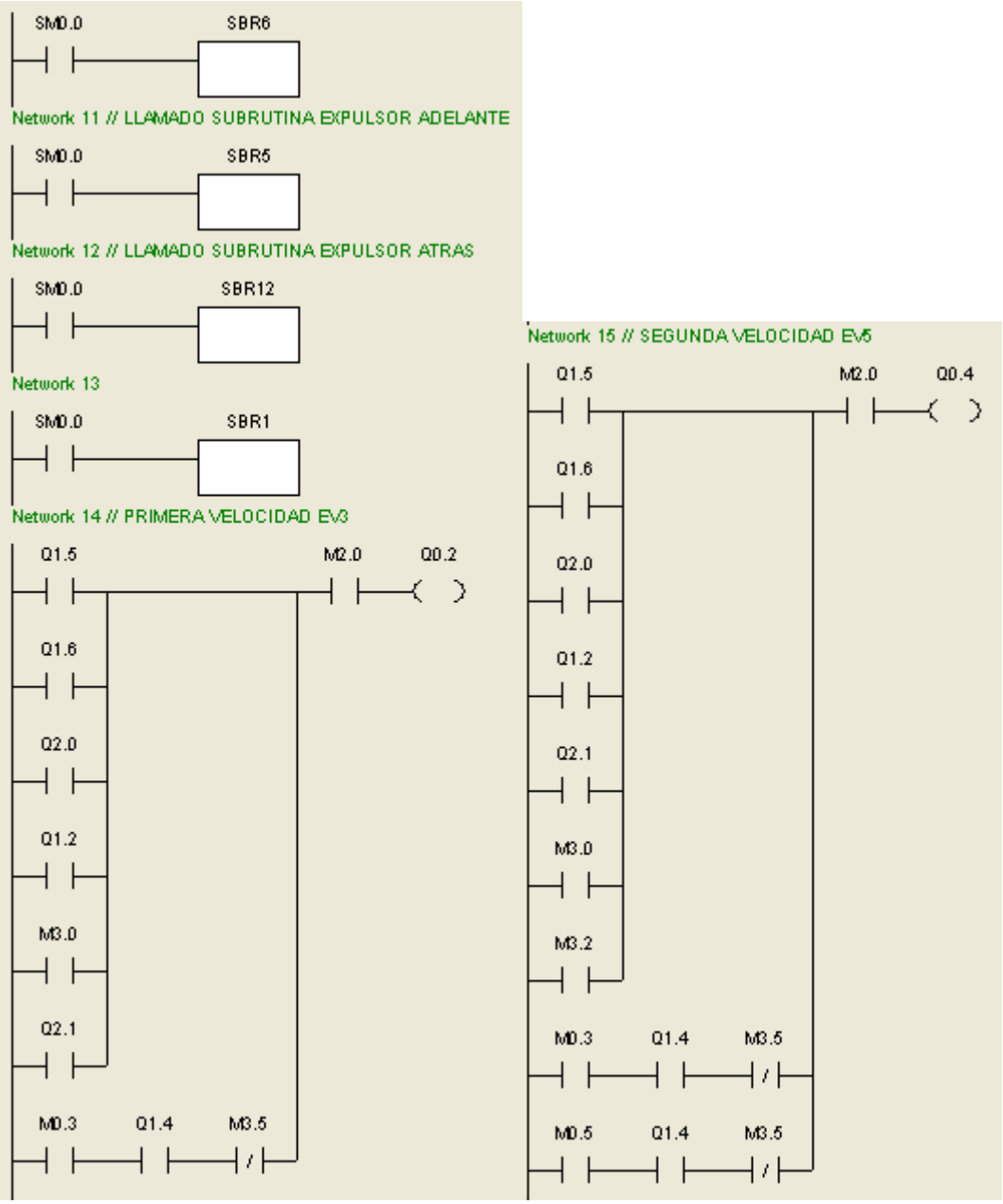
Figura N°36 Ventana del asistente de proyectos para registrar información sobre el proyecto.

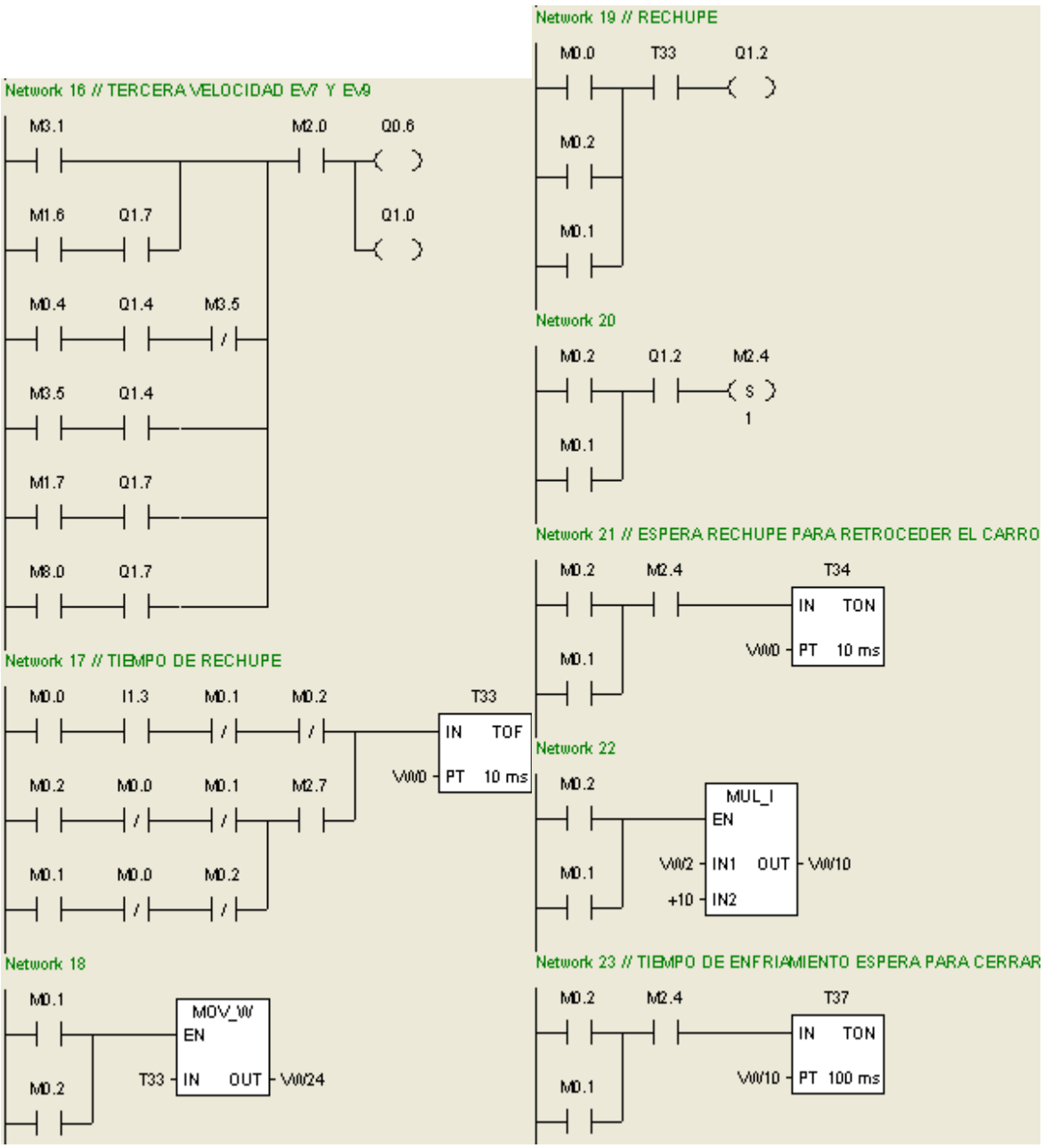
7.4 ANEXO D

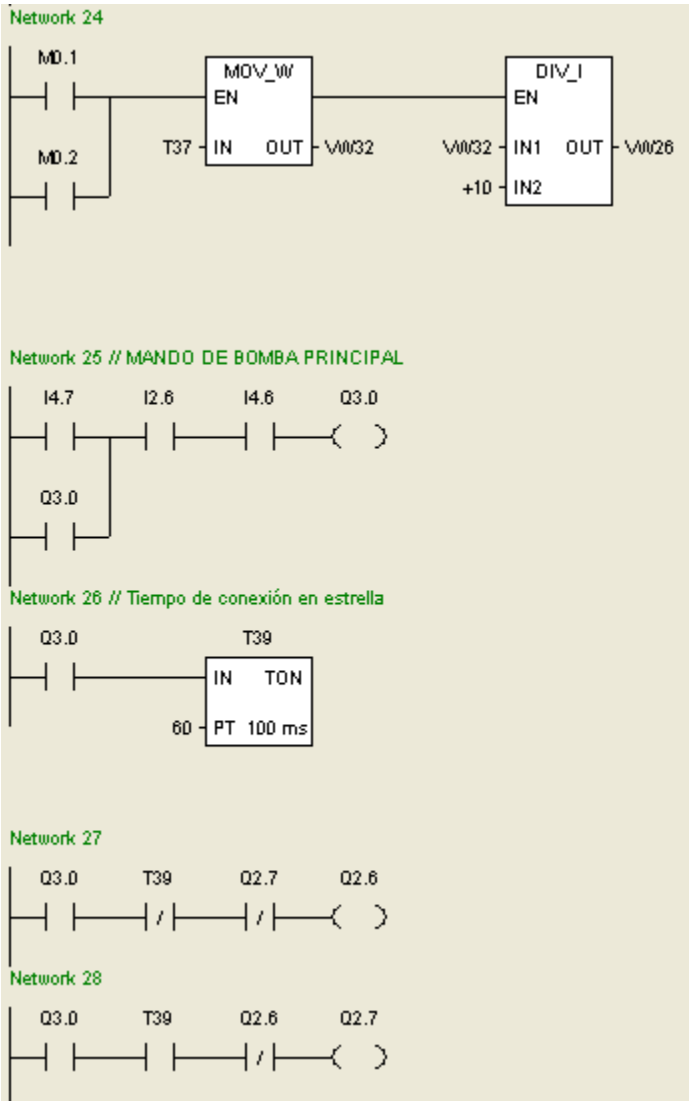
7.4.1 PROGRAMA DE CONTROL DEL PLC

Programa Principal

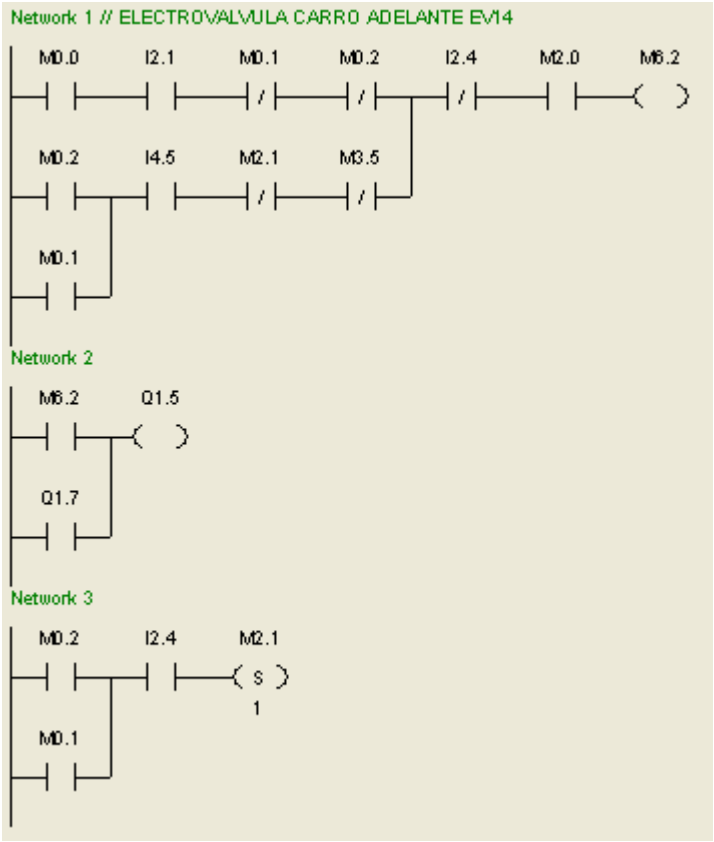



SM0.0
SBR6
Network 11 // LLAMADO SUBRUTINA EXPULSOR ADELANTE
SM0.0
SBR5
Network 12 // LLAMADO SUBRUTINA EXPULSOR ATRAS
SM0.0
SBR12
Network 13
SM0.0
SBR1
Network 14 // PRIMERA VELOCIDAD EV3
Q1.5
M2.0
Q0.2
Q1.6
Q2.0
Q1.2
M3.0
Q2.1
M0.3
Q1.4
M3.5
Network 15 // SEGUNDA VELOCIDAD EV5
Q1.5
M2.0
Q0.4
Q1.6
Q2.0
Q1.2
Q2.1
M3.0
M3.2
M0.3
Q1.4
M3.5
M0.5
Q1.4
M3.5

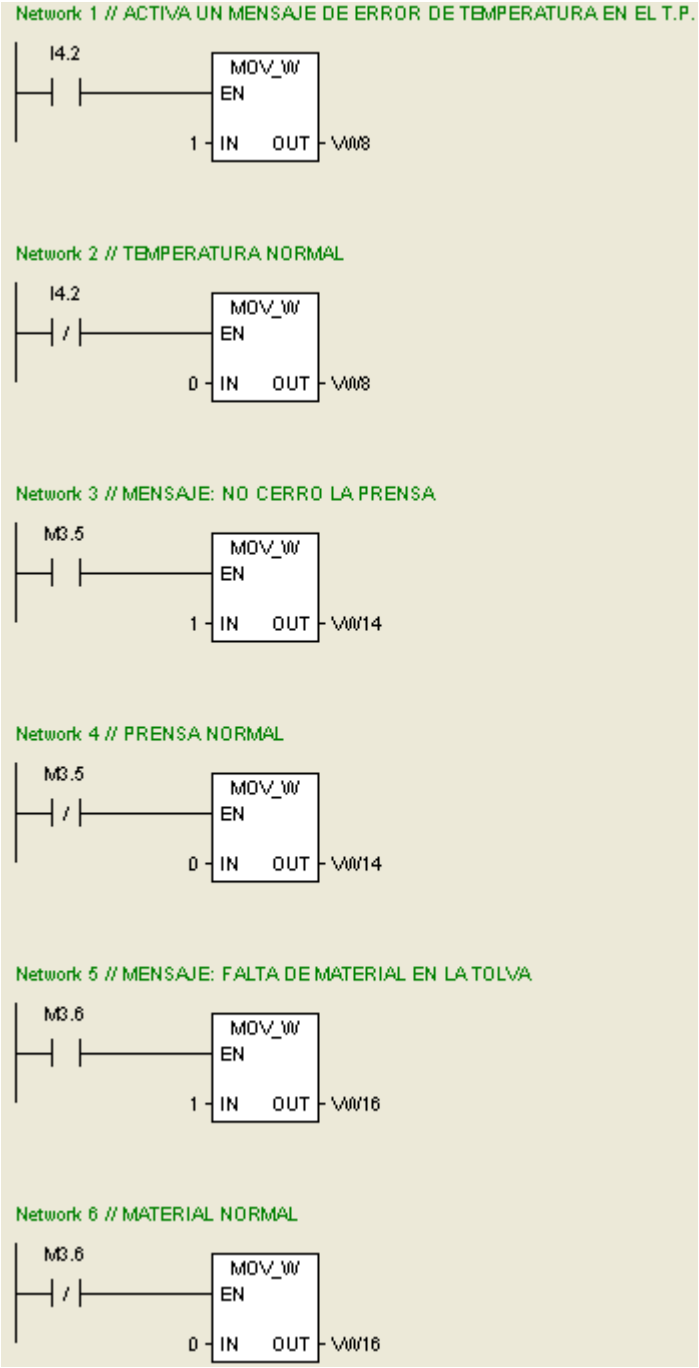

Network 16 // TERCERA VELOCIDAD EV7 Y EV9
M3.1
M2.0
Q0.6
M1.6
Q1.7
Q1.0
M0.4
Q1.4
M3.5
M3.5
Q1.4
M1.7
Q1.7
M8.0
Q1.7
Network 17 // TIEMPO DE RECHUPE
M0.0
I1.3
M0.1
M0.2
T33
IN TOF
VW0 PT 10 ms
M0.2
M0.0
M0.1
M2.7
M0.1
M0.0
M0.2
Network 18
M0.1
MOV_W
EN
M0.2
T33 IN OUT VW24
Network 19 // RECHUPE
M0.0
T33
Q1.2
M0.2
M0.1
Network 20
M0.2
Q1.2
M2.4
S
1
M0.1
Network 21 // ESPERA RECHUPE PARA RETROCEDER EL CARRO
M0.2
M2.4
T34
IN TON
VW0 PT 10 ms
M0.1
Network 22
M0.2
MUL_I
EN
VW2 IN1 OUT VW10
M0.1
+10 IN2
Network 23 // TIEMPO DE ENFRIAMIENTO ESPERA PARA CERRAR
M0.2
M2.4
T37
IN TON
VW10 PT 100 ms
M0.1


Network 24
M0.1
M0.2
MOV_W
EN
T37
IN
OUT
VW32
DIV_I
EN
VW32
IN1
OUT
VW26
+10
IN2
Network 25 // MANDO DE BOMBA PRINCIPAL
I4.7
I2.6
I4.6
Q3.0
Q3.0
Network 26 // Tiempo de conexión en estrella
Q3.0
T39
IN
TON
60
PT
100 ms
Network 27
Q3.0
T39
Q2.7
Q2.6
Network 28
Q3.0
T39
Q2.6
Q2.7

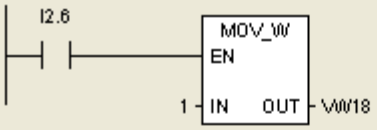
Subrutina unidad de inyección adelante



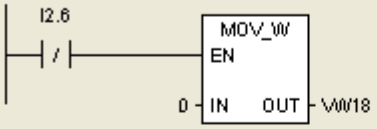
Subrutina de avisos



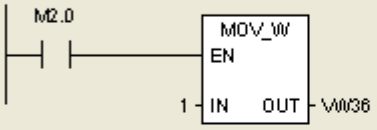
Network 7 // MENSAJE: Protecciones para encendido de bomba principal



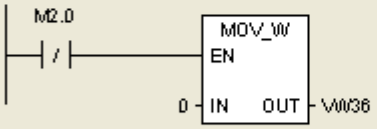
Network 8 // todo bien



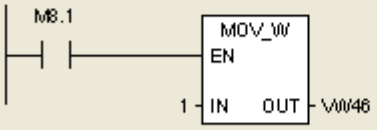
Network 9 // PUERTA ABIERTA



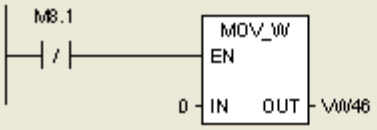
Network 10 // todo bien



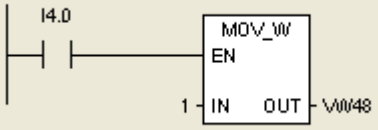
Network 11 // FALTA MATERIAL



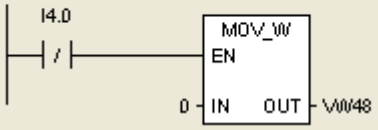
Network 12 // todo bien



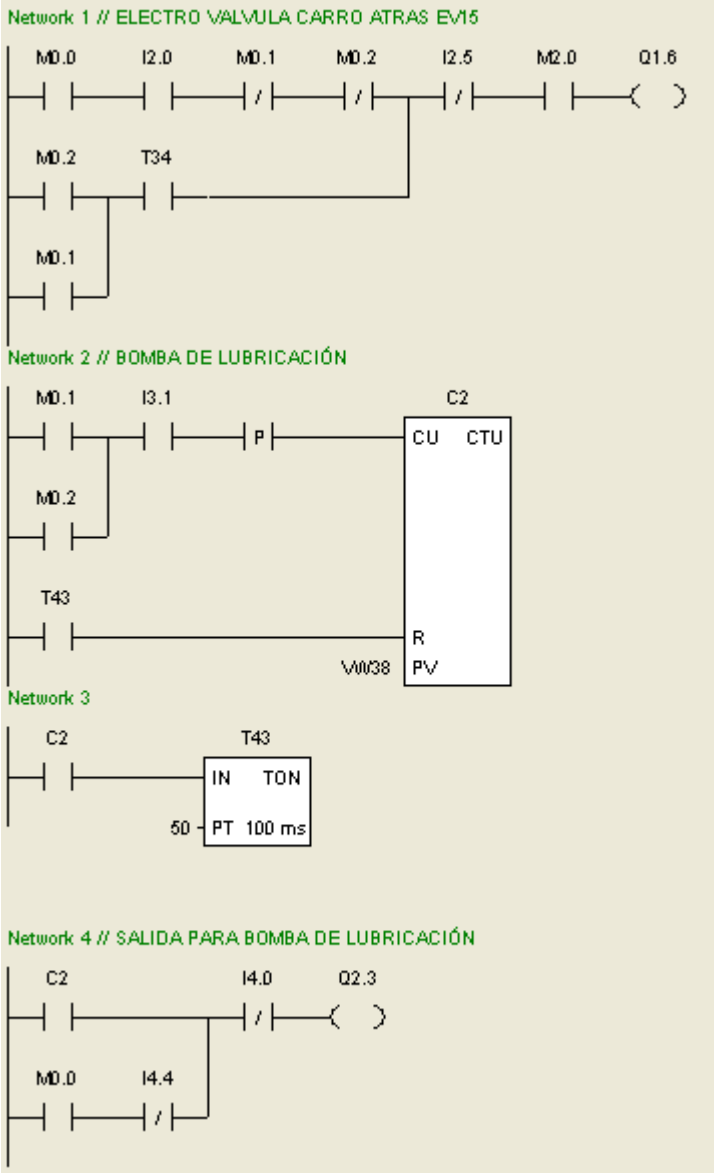
Network 13 // NO HAY ACEITE DE LUBRICACIÓN



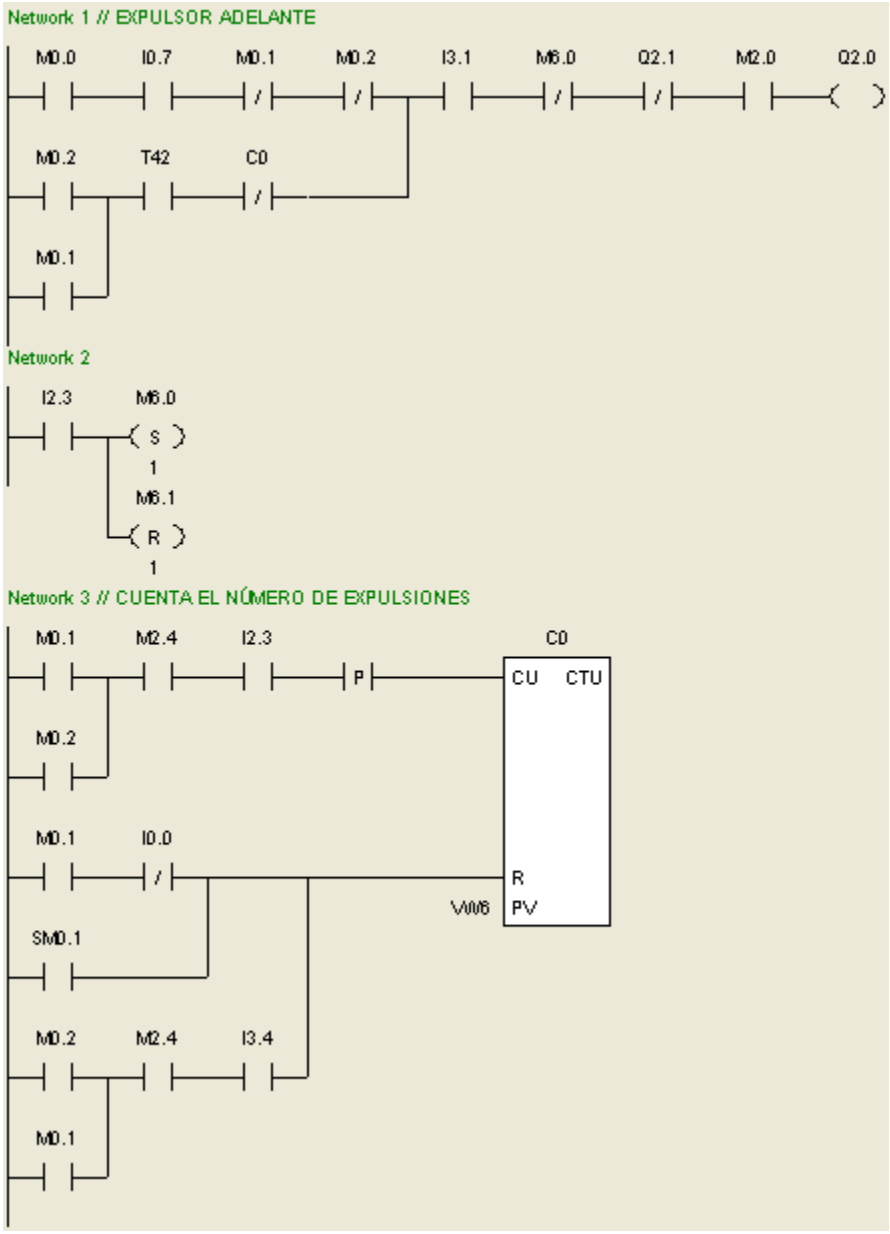
Network 14 // todo bien



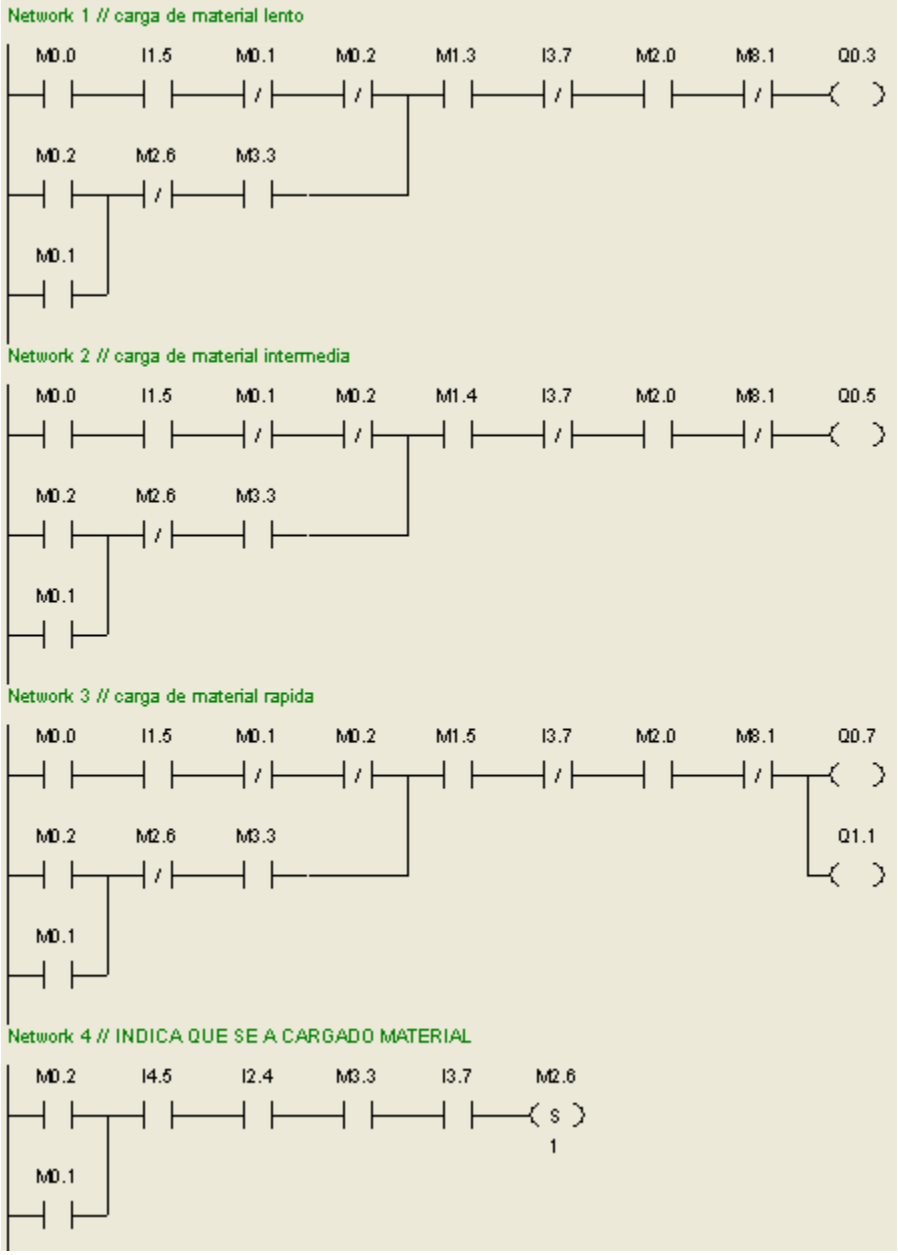
Subrutina unidad de inyección atrás

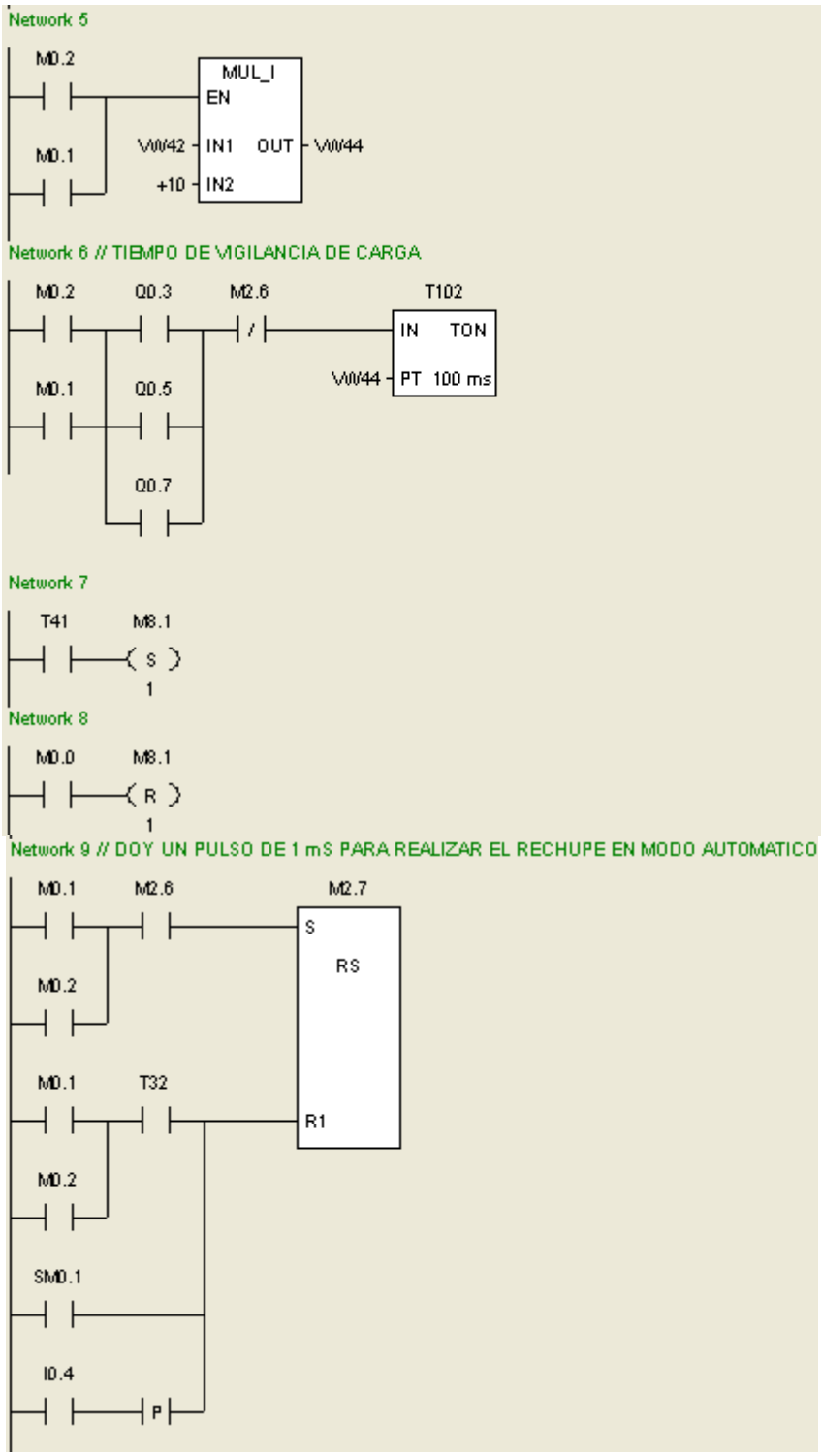


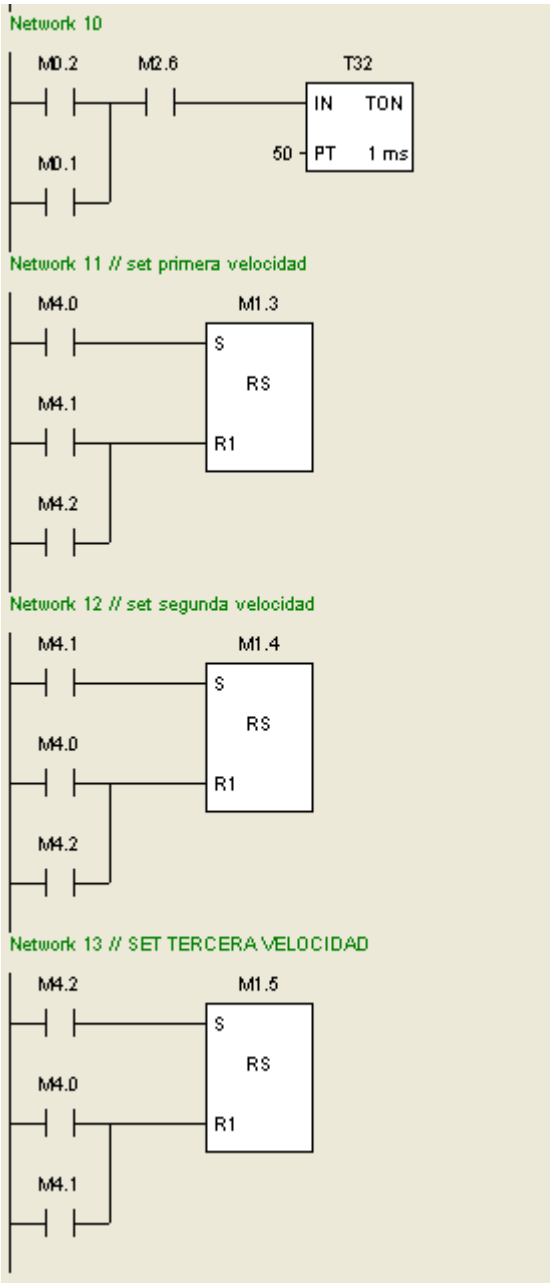
Subrutina expulsor adelante



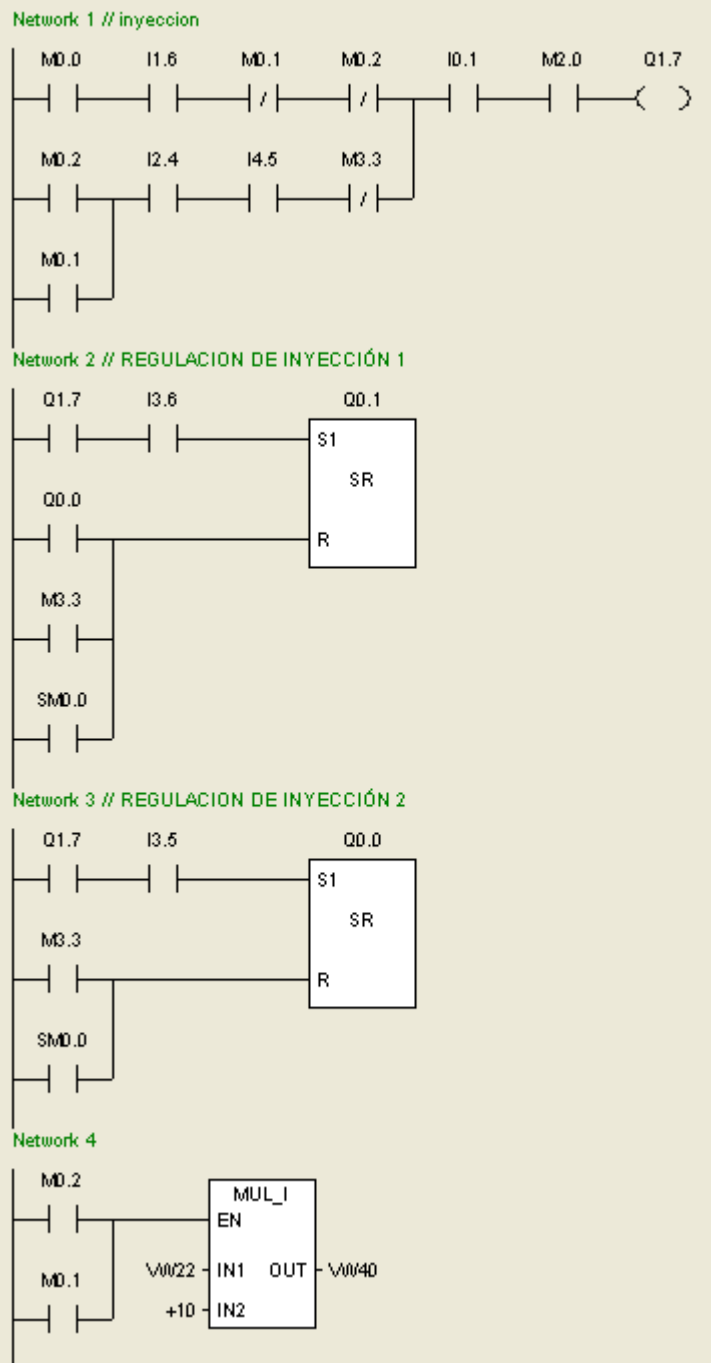
Subrutina carga de material

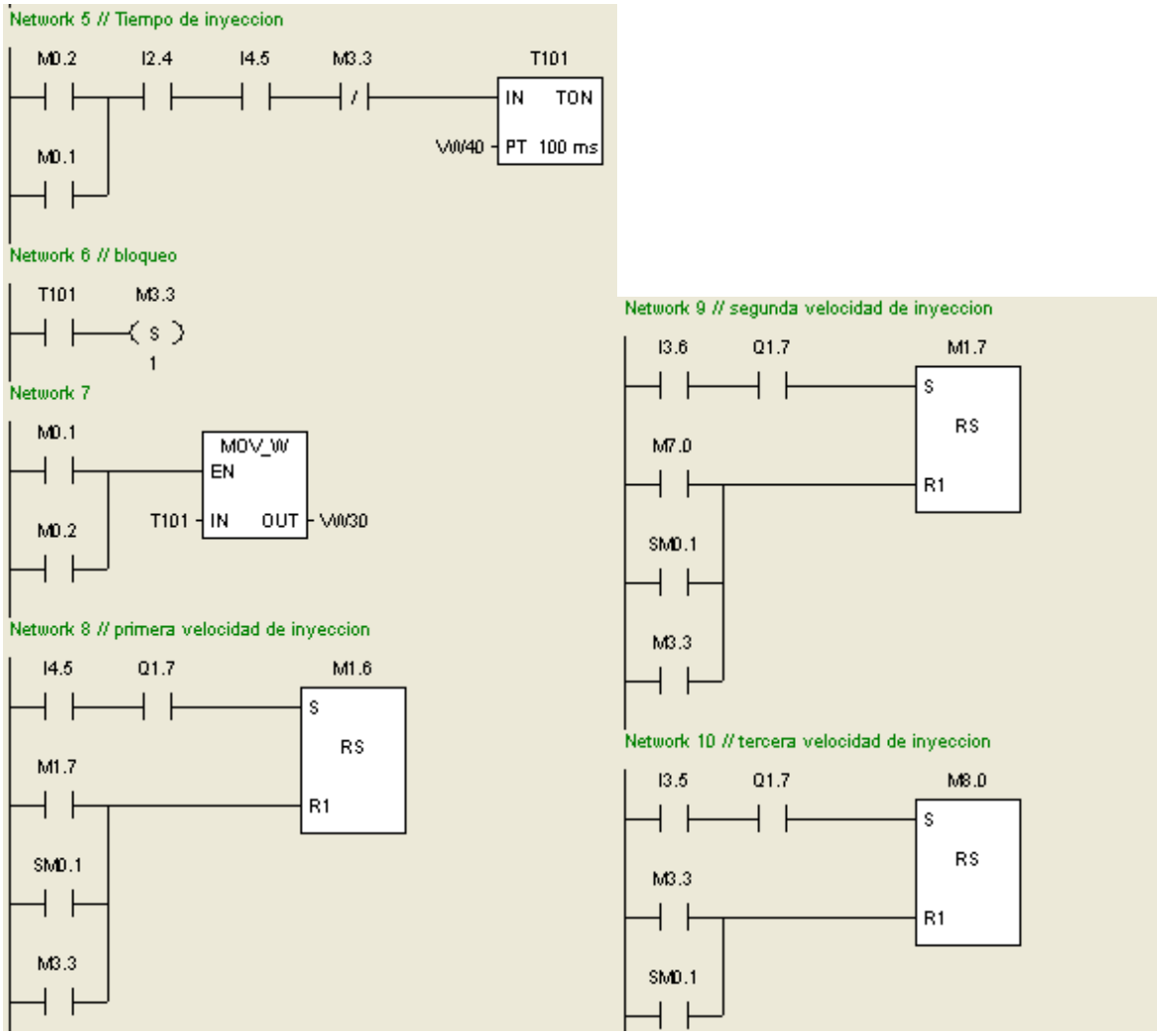



Network 5
M0.2
M0.1
MUL_I
EN
VW42
IN1
OUT
VW44
+10
IN2
Network 6 // TIEMPO DE VIGILANCIA DE CARGA
M0.2
Q0.3
M2.6
T102
IN
TON
M0.1
Q0.5
VW44
PT
100 ms
Q0.7
Network 7
T41
M8.1
S
1
Network 8
M0.0
M8.1
R
1
Network 9 // DOY UN PULSO DE 1 mS PARA REALIZAR EL RECHUPE EN MODO AUTOMATICO
M0.1
M2.6
M2.7
S
RS
M0.2
M0.1
T32
R1
M0.2
SM0.1
I0.4
P

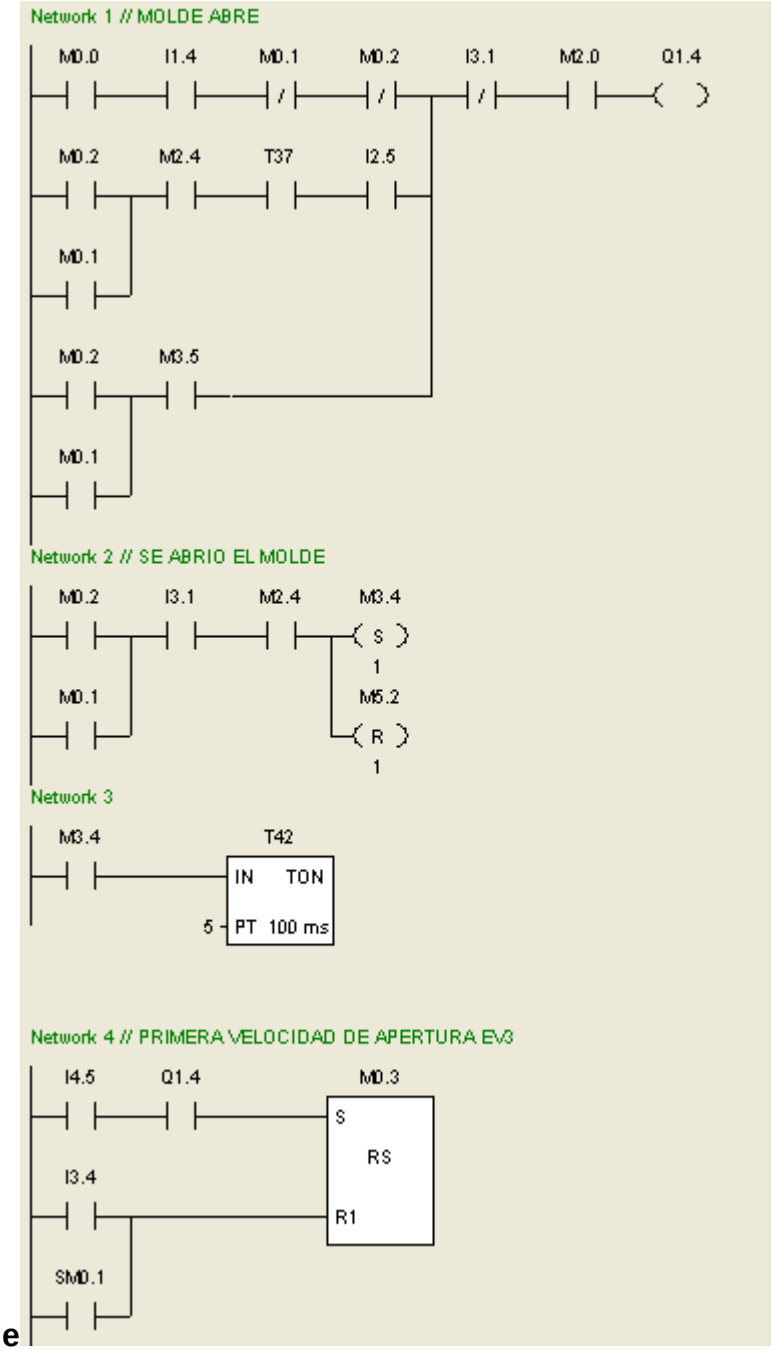

Network 10
M0.2
M2.6
T32
IN
TON
50
PT
1 ms
M0.1
Network 11 // set primera velocidad
M4.0
M1.3
S
RS
M4.1
R1
M4.2
Network 12 // set segunda velocidad
M4.1
M1.4
S
RS
M4.0
R1
M4.2
Network 13 // SET TERCERA VELOCIDAD
M4.2
M1.5
S
RS
M4.0
R1
M4.1

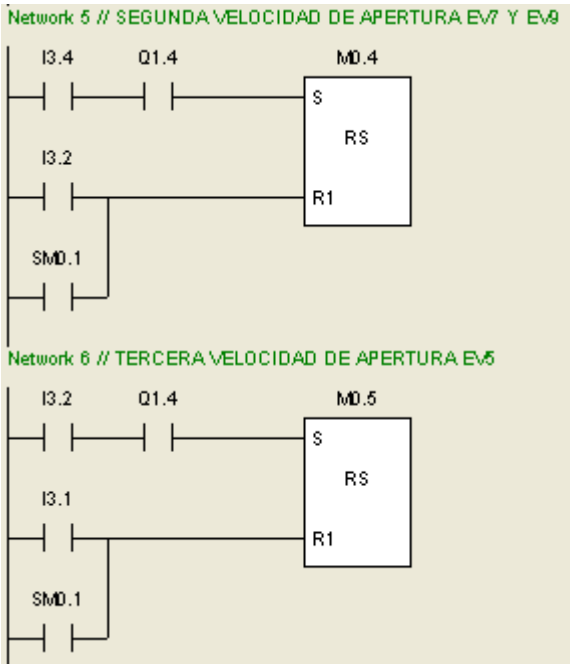
Subrutina para inyección de material



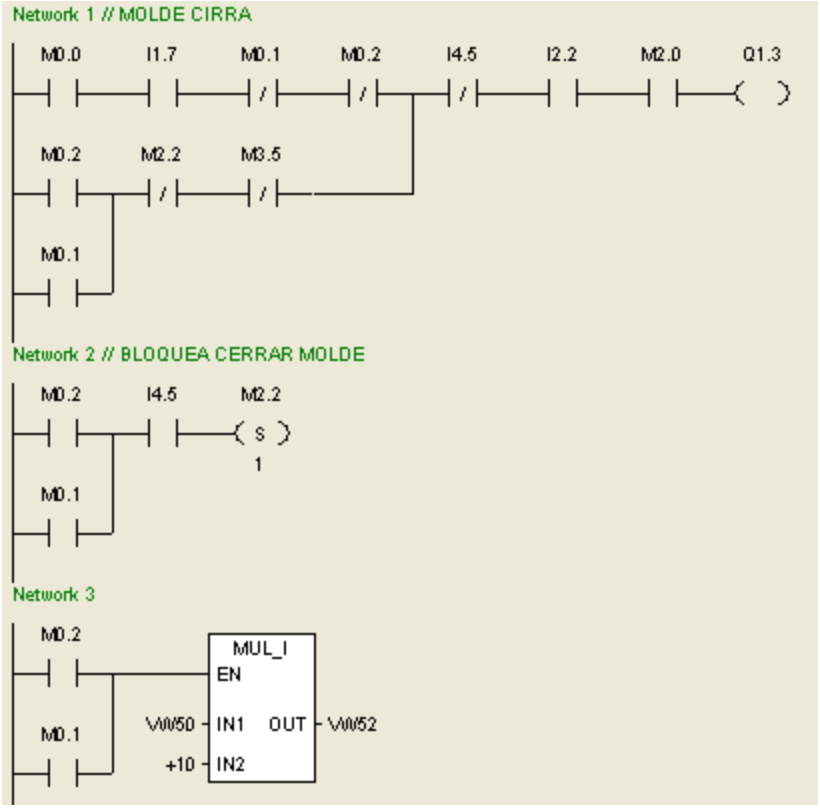

Network 5 // Tiempo de inyeccion
M0.2
I2.4
I4.5
M3.3
T101
IN
TON
VW40
PT
100 ms
M0.1
Network 6 // bloqueo
T101
M3.3
S
1
Network 7
M0.1
MOV_W
EN
T101
IN
OUT
VW30
M0.2
Network 8 // primera velocidad de inyeccion
I4.5
Q1.7
M1.6
S
RS
M1.7
R1
SM0.1
M3.3
Network 9 // segunda velocidad de inyeccion
I3.6
Q1.7
M1.7
S
RS
M7.0
R1
SM0.1
M3.3
Network 10 // tercera velocidad de inyeccion
I3.5
Q1.7
M8.0
S
RS
M3.3
R1
SM0.1

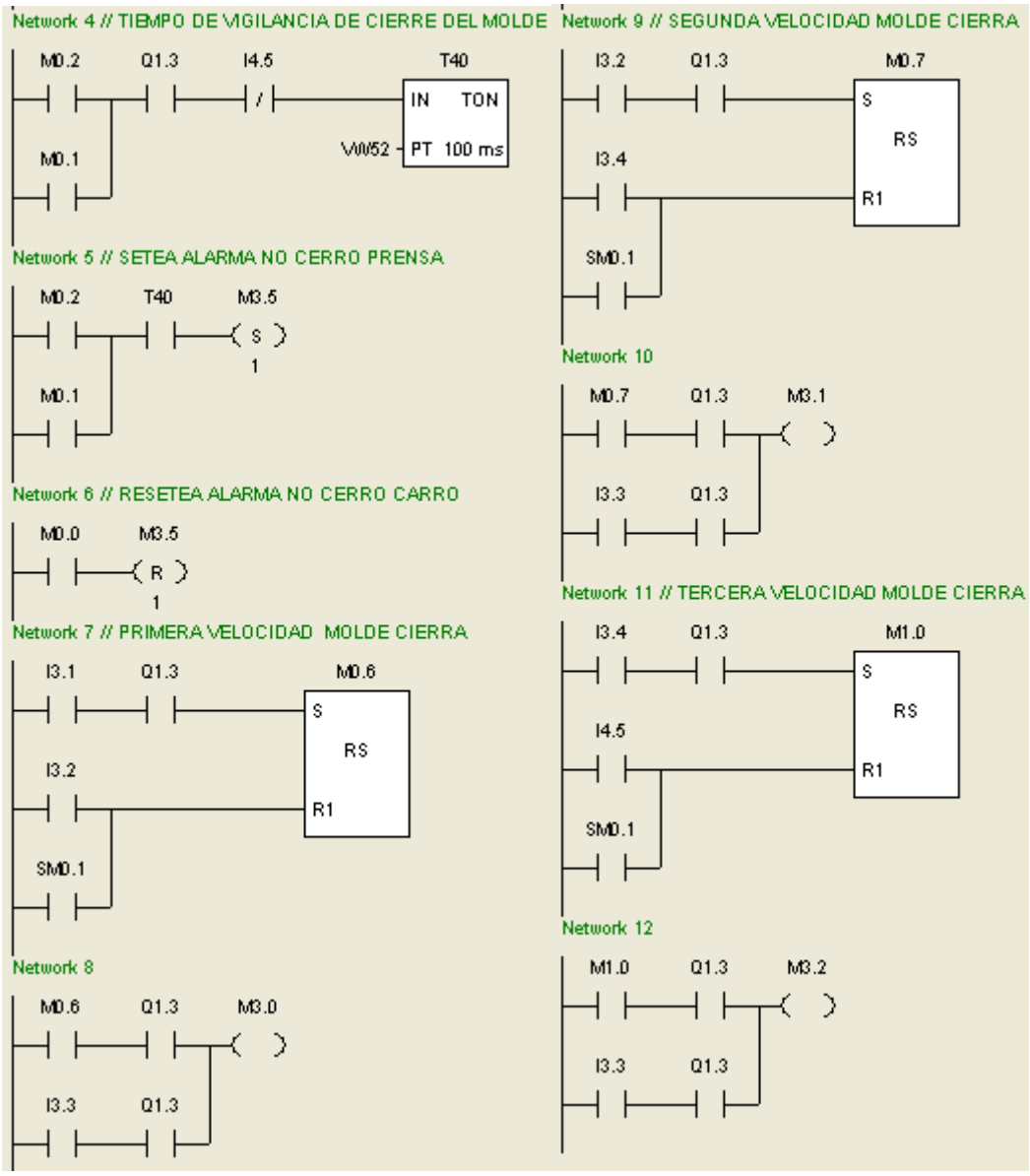
Subrutina para abrir el molde



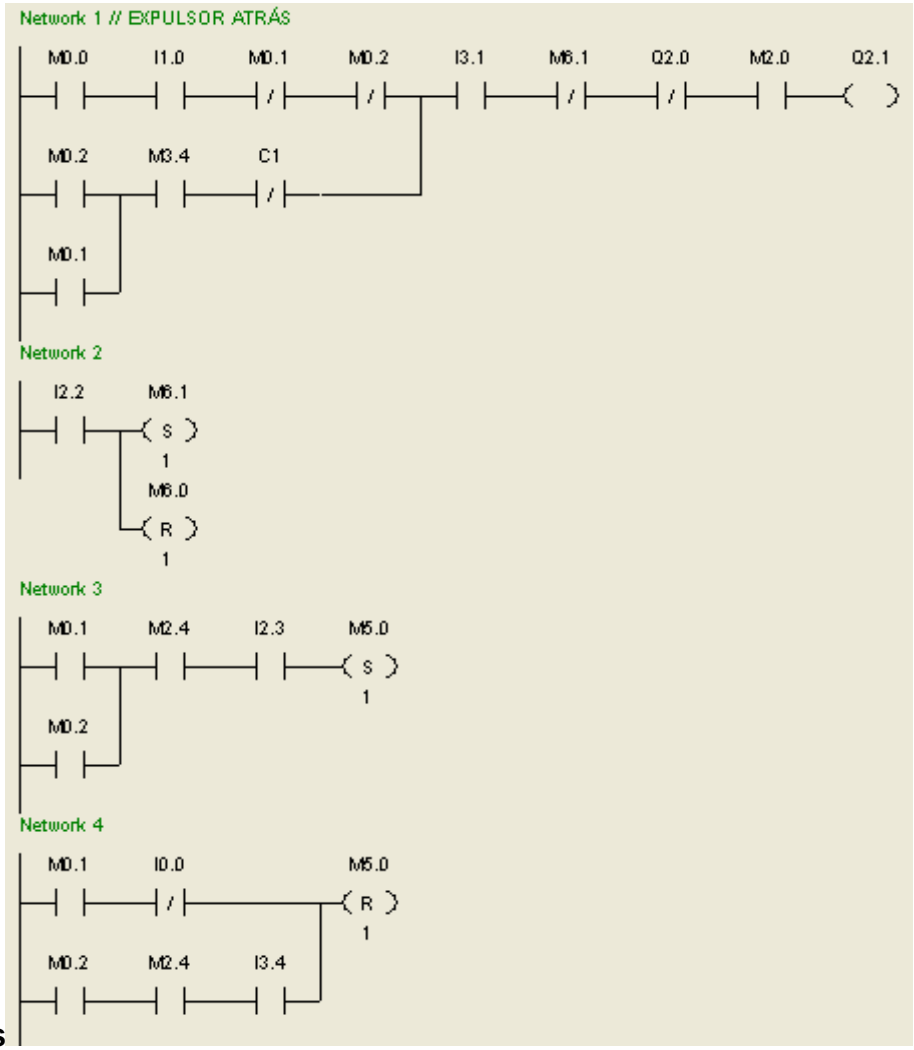


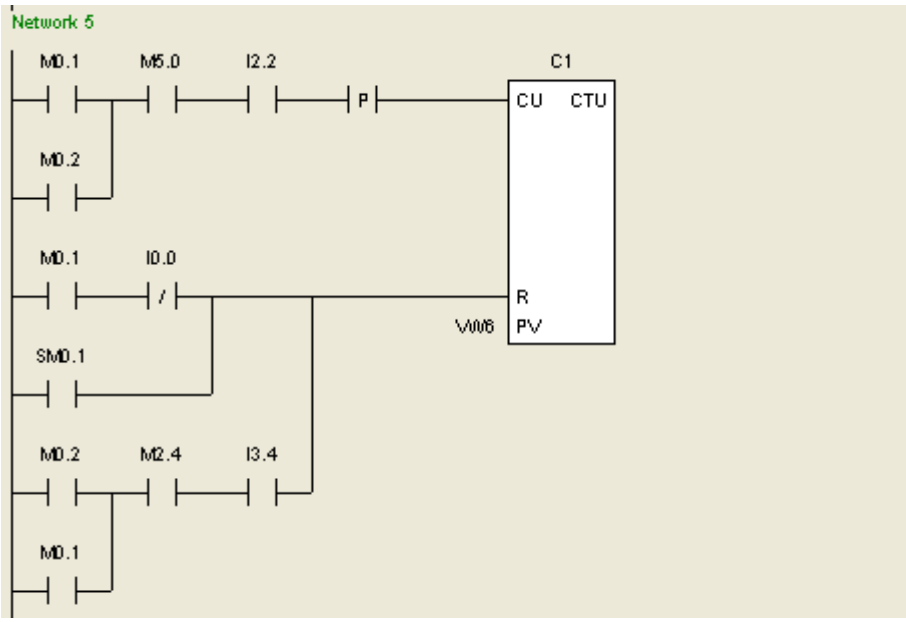
Subrutina para cerrar el molde

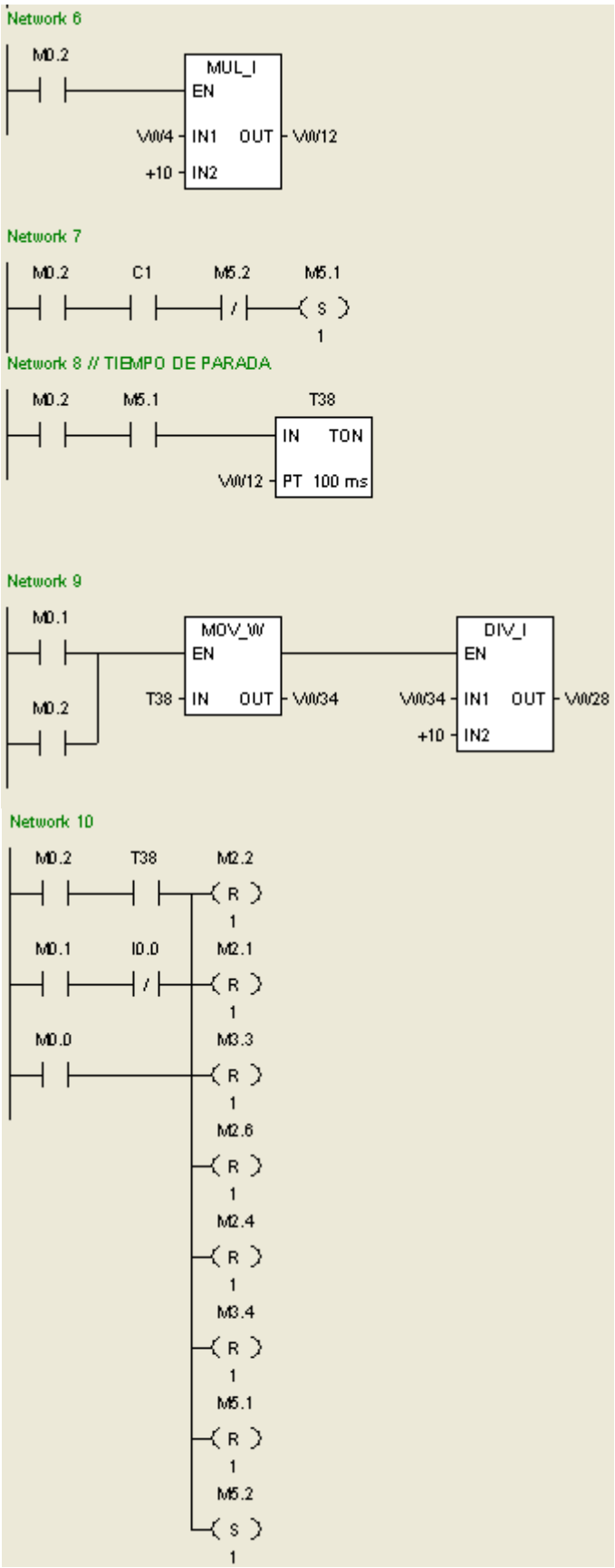



Network 4 // TIEMPO DE VIGILANCIA DE CIERRE DEL MOLDE
M0.2
Q1.3
I4.5
T40
IN TON
VW52 PT 100 ms
M0.1
Network 5 // SETEA ALARMA NO CERRO PRENSA
M0.2
T40
M3.5
S
1
M0.1
Network 6 // RESETEA ALARMA NO CERRO CARRO
M0.0
M3.5
R
1
Network 7 // PRIMERA VELOCIDAD MOLDE CIERRA
I3.1
Q1.3
M0.6
S
RS
R1
I3.2
SM0.1
Network 8
M0.6
Q1.3
M3.0
I3.3
Q1.3
Network 9 // SEGUNDA VELOCIDAD MOLDE CIERRA
I3.2
Q1.3
M0.7
S
RS
R1
I3.4
SM0.1
Network 10
M0.7
Q1.3
M3.1
I3.3
Q1.3
Network 11 // TERCERA VELOCIDAD MOLDE CIERRA
I3.4
Q1.3
M1.0
S
RS
R1
I4.5
SM0.1
Network 12
M1.0
Q1.3
M3.2
I3.3
Q1.3

Subrutina expulsor atrás




Network 5
M0.1
M5.0
I2.2
P
C1
CU
CTU
M0.2
M0.1
I0.0
/
R
VW6
PV
SM0.1
M0.2
M2.4
I3.4
M0.1


Network 6
M0.2
MUL_I
EN
VW4
IN1
OUT
VW12
+10
IN2
Network 7
M0.2
C1
M5.2
M5.1
S
1
Network 8 // TIEMPO DE PARADA
M0.2
M5.1
T38
IN
TON
VW12
PT
100 ms
Network 9
M0.1
M0.2
MOV_W
EN
T38
IN
OUT
VW34
DIV_I
EN
VW34
IN1
OUT
VW28
+10
IN2
Network 10
M0.2
T38
M2.2
R
1
M0.1
I0.0
M2.1
R
1
M0.0
M3.3
R
1
M2.6
R
1
M2.4
R
1
M3.4
R
1
M5.1
R
1
M5.2
S
1

7.5 ANEXO E

7.5.1 DATOS TÉCNICOS DEL CONTROLADOR DE TEMPERATURA MAXTERMO MC 5538

Display unit & Indication lamps

PV =Measured value display
SV =Set value dispaly
ALT =Alarm 1 output lamp
ALT =Alarm 2 output lamp
ALT =Alarm 3 output lamp
OUT =Control output 1 lamp
OUT =Control output 2 lamp
AT =Autotuning lamp
MAN =Manual mode lamp
12% ~ 100% =Manipulated output value display
PRG = Programmable mode lamp
1~8 =Segment-in-process display lamp
RP = Ramping mode lamp(programmable mode only)
SK =Soaking mode lamp (programmable mode only)

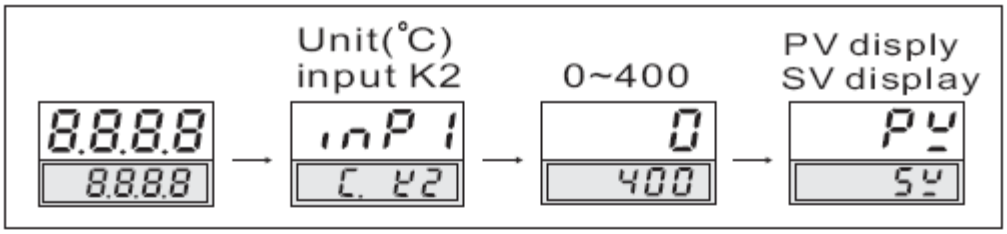
Operation keys

F/S =Function & Set key
=Shift key
=Down key
=Up key
Press 3 sec while the SV is not flashing = Used for returning to initial window
Press 3 sec while in level selection window= Used for calling up lock function
Press 3 sec while in pv/sv initial window= Used for stopping output and SV window will display "HOLD", press 3 sec again to regain output (This function is available only while OUTM is selected 1 or 2)
F/S Press 3 sec while in pv/sv initial window= Used for calling up level selection
F/S Press 3 sec while in level selection window= Used for entering each level

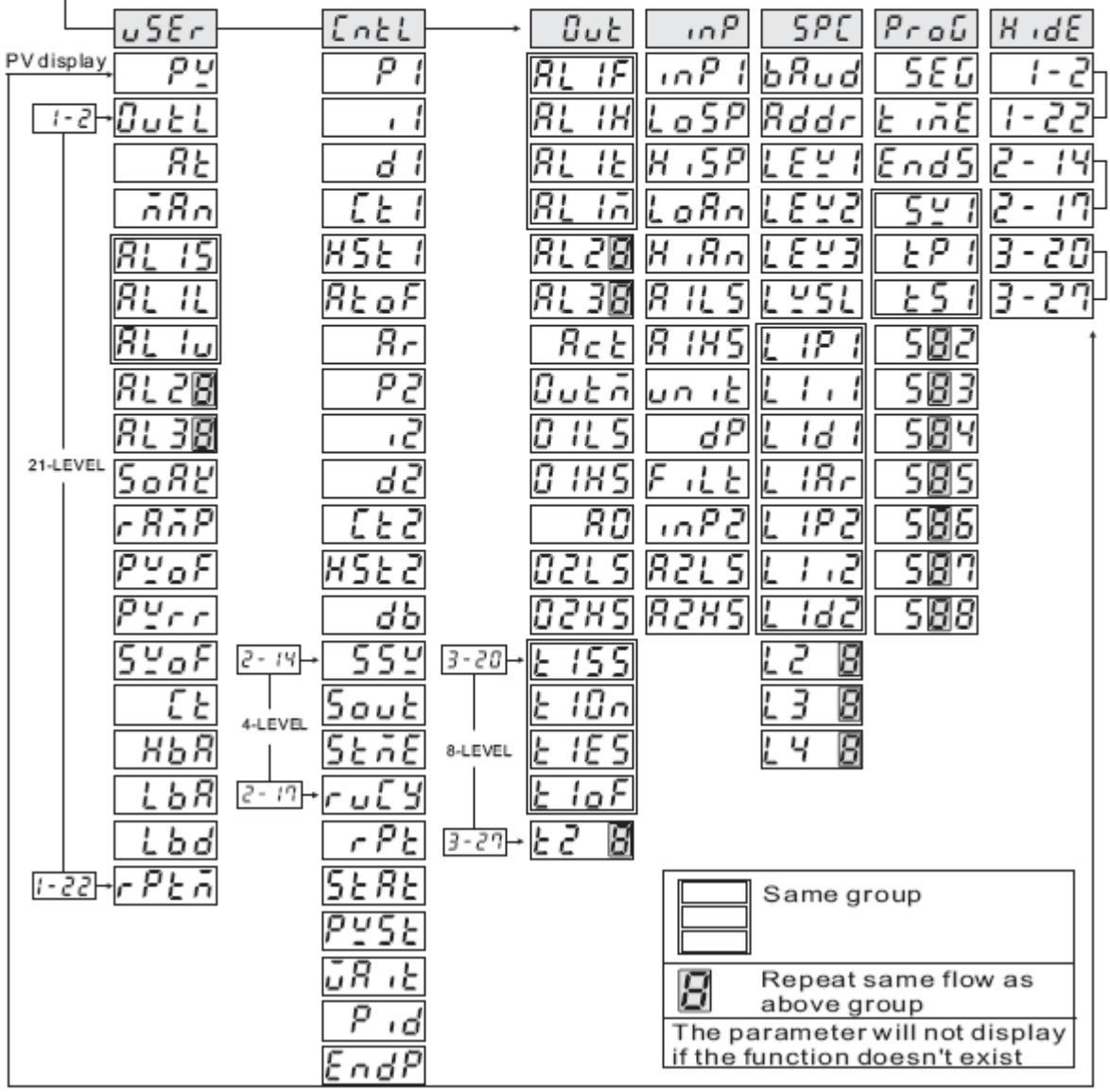
Operation keys (programmable mode only)

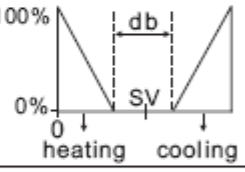
These keys are only operated in PV/SV initial window	
3SEC Run	PRG lights,RP or SK flashes The executing segment lamp lights
3SEC Pause	PRG, RP and SK light The executing segment lamp lights
+ F/S Jump	Jump to the next segment, press first
+ F/S Stop	Turn off all lamps which used for programmable mode, press first
Refer to arrow When PRG Lights (No PRG light in MC-5438)	

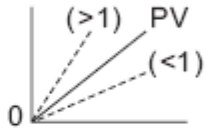
Window checks display after turning on power



LEVEL Parameter flow chart



Parameter		DESCRIPTION	RANGE	Initial value
CntL ▼				
P1	P1	Output 1 proportional band	0.0~3000	30.0
i1	i1	Output 1 integral time	0~3600	240
d1	d1	Output 1 derivative time	0~900	60
Ct1	Ct1	Output 1 cyclic time	0~150	15
HSt1	HSt1	Output 1 hysteresis	0.0~200.0	0.0
AtoF	AtoF	At offset	-200~200	0.0
Ar	Ar	Anti-reset windup	0~100.0% SV-P1 x Ar	100.0
P2	P2	Output 2 proportional band	0.0~3000	30.0
i2	i2	Output 2 integral time	0~3600	240
d2	d2	Output 2 derivative time	0~900	60
Ct2	Ct2	Output 2 cyclic time	0~150	15
HSt2	HSt2	Output 2 hysteresis	0.0~ 200.0	0.0
db	db	Dead band/overlap	-200.0~200.0 	0.0
SSv	SSv	Soft start set value	0.0~200.0	120.0
Sout	Sout	Soft start output percentage	0.0~100.0%	30.0
StmE	StmE	Soft start failed time	0~10 min	10
ruCy	ruCy	Motor valve cyclic time	1~150 secretary	5
rPt	rPt	Program executing times	1~1000	1
StAt	StAt	Start mode selection	CoLd = manual rSET=start after power ON Hot= start from memory of power failure	CoLd
PvSt	PvSt	Start point selection	RSEt = start from 0 Pv = start from PV	rSEt
wAit	wAit	Wait value in program	0.0~200.0	0.0
Pid	Pid	PID/Level PID selection	Pid =Pid Lpid =Level Pid	Pid
EndP	EndP	Selects control when program ended	Cont = Continue StoP = One program only	StoP

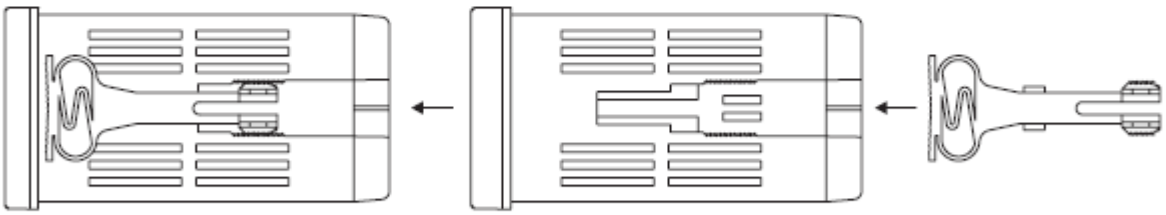
Parameter		DESCRIPTION	RANGE	Initial value
PV	Pv	Process value	LoSP~HiSP	
SV	Sv	Set value	LoSP~HiSP	0.0
uSEr	▼			
OutL	OutL	Output percentage	0.0~100.0%	0.0
At	At	Auto tuning	No / yes	no
mAn	Man	Manual mode	Man1 =power failure memory Man2 =no memory No =non	no
AL1S	AL1S	Alarm 1 set value	If ALIF set at 1 or 2 range=-200~200 If ALIF set at 3 or 4 range=Losp~Hisp If ALIF set at 10 range =1-8 segment ending	10.0
AL1L	AL1L	Alarm 1 lower set value	0~200	10.0
AL1u	AL1u	Alarm 1 upper set value	0~200	10.0
AL2S AL3S		AL2S / AL3S For operating functions refer to the above descriptions		
SoAK	SoAK	Perform only when ALM1 set at 8 or9	0.00~99.59 (h.m)	0.00
rAmP	rAmP	Ramp	0.0~200.0/m	0.0
PVoF	PvoF	Pv offset	-200~200	0.0
PVrr	Pvrr	Pv ratio	0.001~9.999 	1.000
SVoF	SvoF	Sv offset	-200~200	0.0
Ct	Ct	Current transformer monitor	0.0~100.0A	
HbA	HbA	Heater break alarm time	0.1~100.0A	0.1
LbA	LbA	Control loop break alarm time	0.1~200.0 min	8.0
Lbd	Lbd	LBA dead band	0.0~200.0	0.0
rPtm	rPtm	Repeat times monitor	1~1000	

Parameter		DESCRIPTION	RANGE	Initial value
Out				
AL1F	AL1F	Alarm 1 action function	0~12 (see Fig 1)	1
AL1H	AL1H	Alarm 1 hysteresis	0.0~200.0	0.0
AL1t	AL1t	Alarm 1 in program mode on time	0.00~99.59 (h、m)	0.00
AL1m	AL1m	Alarm 1 special mode selection	(see Fig 2)	0
For operating functions refer to the above descriptions Different function see(1),(2),(3) AL2F AL2F (1)AL2M Alarm 2 special mode selection (See Fig 2) 0~7 (2)AL3F Alarm 3 action function (See Fig 1) 0~11 AL3F Al3F (3)AL3M Alarm 3 special mode selection (see Fig 2) 0~7				
Act	Act	Control action selection	CooL / HEAt	HEAt
Outm	Outm	Output mode selection	(see Fig 3)	1
O1LS	O1LS	Output 1 scale low	0.0~100.0%	17.6
O1HS	O1HS	Output 1 scale high	0.0~100.0%	96.0
AO	AO	Analog output selection	Pv=transmit PV Sv=transmit SV dEv=transmit (PV-SV) Mv=transmit output percentage	Pv
O2LS	O2LS	Output 2 scale low	0.0~100.0%	17.6
O2HS	O2HS	Output 2 scale high	0.0~100.0%	96 .0
t1SS	t1SS	Time signal 1 start segment setting	1~8	1
t1On	t1On	Time signal 1 on time setting	0.00~99.59 (h、m)	0.01
t1ES	t1ES	Time signal 1 end segment setting	1~8	1
t1oF	T1oF	Time signal 1 off time setting	0.00~99.59 (h、m)	0.01
t2SS	t2SS	For operating functions refer to the above descriptions		

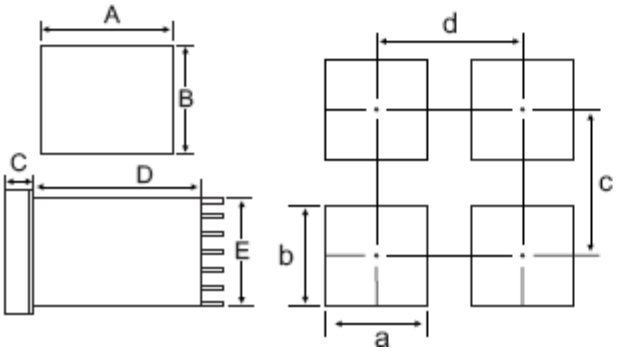
Parameter		DESCRIPTION	RANGE	Initial value
inP ▼				
inP1	inP1	Input 1 selection	(see Fig 4)	K2
LoSP	LoSP	Low setting limit	LOSP~HISP	0.0
HiSP	HiSP	High setting limit	LOSP~HISP	400.0
LoAn	LoAn	Analog input range low	-1999~9999	0.0
HiAn	HiAn	Analog input range high	-1999~9999	100.0
A1LS	A1LS	Analog input 1 scale low	0~FFFF	
A1HS	A1HS	Analog input 1 scale high	0~FFFF	
unit	unit	Unit selection	℃/℉/non	℃
dP	dP	Decimal point	0/0.0/0.00/0.000	0.0
FiLt	FiLt	Digital fitter	0.001~1.000 Non = no function Ct = use for heater break alarm rmSV= use for remote SV	0.900
inP2	inP2	Input 2 selection		non
A2LS	A2LS	Analog input 2 scale low	0~FFFF	
A2HS	A2HS	Analog input 2 scale high	0~FFFF	
SPC ▼				
bAud	bAud	Baud rate	2.4K / 4.8K / 9.6K 19.2K / 38.4K	9.6K
Addr	Addr	Address	0~31	0
LEV1	Lev1	PID range(act only when level PID is selected)	LoSP~HiSP	400
LEV2	Lev2	PID range(act only when level PID is selected)	LoSP~HiSP	400
LEV3	Lev3	PID range(act only when level PID is selected)	LoSP~HiSP	400
LVSL	LvSL	Leve is selection	1~4	1
L1P1	L1P1	Output 1 proportional band for level 1	0.0~3000	30.0
L1i1	L1i1	Output 1 integral time for level1	0~3600	240
L1d1	L1d1	Output 1 derivative time for level1	0~900	60
L1Ar	L1Ar	Anti-reset windup for level1	0.0~100.0%	100.0
L1P2	L1P2	Output 2 proportional band for level 1	0.0~3000	30.0
L1i2	L1i2	Output 2 integral time for level1	0~3600	240
L1d2	L1d2	Output 2 derivative time for level 1	0~900	60
L2P ~ 4		The same as level 1		

Parameter		DESCRIPTION	RANGE	Initial value
ProG				
SEG	SEG	Program segment monitor	1~8	
tiME	TimE	Program countdown monitor		
EndS	EndS	Program segment end setting	1~8	1
SY1	Sv1	Sv in segment 1	LoSP~HiSP	100
tP1	tP1	Program time in segment 1	0.00~99.59 (H.M)	0.00
tS1	tS1	Soak time in segment 1	0.00~99.59 (H.M)	0.00
SY2~8		The same as segment 1		
HidE				
1-2~1-22		Parameter shows with respect to this position	non~t2of	
2-14~2-17		Parameter shows with respect to this position	non~t2of	
3-20~3-27		Parameter shows with respect to this position	non~t2of	

Mounting procedures



Dimension



Type	A	B	C	D	E	a	b	c	d
MC-5838	96	96	10.5	83	90	$91^{+0.5}_{-0}$	$91^{+0.5}_{-0}$	120	120
MC-5738	72	72	10.5	83	67	$68^{+0.5}_{-0}$	$68^{+0.5}_{-0}$	100	100
MC-5638	96	48	10.5	83	43	$91^{+0.5}_{-0}$	$46^{+0.5}_{-0}$	70	120
MC-5538	48	96	10.5	83	90	$46^{+0.5}_{-0}$	$91^{+0.5}_{-0}$	120	70
MC-5438	48	48	10.5	83	45	$46^{+0.5}_{-0}$	$46^{+0.5}_{-0}$	70	70

Fig 1. Alarm Mode Selection (usedin parameterAL1F,AL2F,AL3F)

AL1F	AL2F	AL3F	Alarm function selection	
0	0	0	No alarm	
1	1	1	Deviation high alarm	
2	2	2	Deviation low alarm	
3	3	3	Absolute high alarm	
4	4	4	Absolute low alarm	
5	5	5	Deviation high/low alarm	
6	6	6	Band alarm	
7	7	7	System failure alarm (when error information happen)	
8	8	8	Loop break alarm	
9	9	9	Heater break alarm	
10	10	10	Segment ending alarm in program control	
11	11	11	Program ending alarm in program control	
12	12		Time signal alarm	
13	13		Program running alarm in program control	

Fig 2. special alarm function selection (used in parameter AL1M, AL2M, AL3M)

AL1M	AL2M	AL3M	Special alarm mode selection
0	0	0	Normal
1	1	1	Alarm with normal-close contact
2	2	2	Latch
3	3	3	Alarm with normal-close contact and latch
4	4	4	Alarm with inhibit
5	5	5	Alarm with inhibit and normal-close contact
6	6	6	Alarm with inhibit and latch
7	7	7	Alarm with inhibit , normal-close contact and latch
8			Alarm with on-delay timer
9			Alarm with on-delay timer but normal-close contact
10			Alarm with soaking timer
11			Alarm with soaking timer but normal-close contact

Fig 3. output mode selection (used in parameter OUTM)

0	Non
1	Single output
2	Dual output
3	Motor value control output "a" contact
4	Motor value control output b contact
5	Single output with transmitter
6	Single output with soft start
7	Single output with transmitter and soft start
8	Program control
9	Program control with transmitter

※NO.2~9 need to be ordered

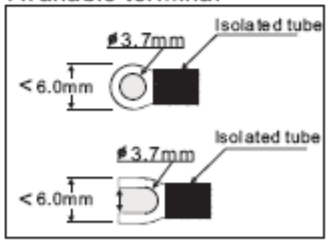
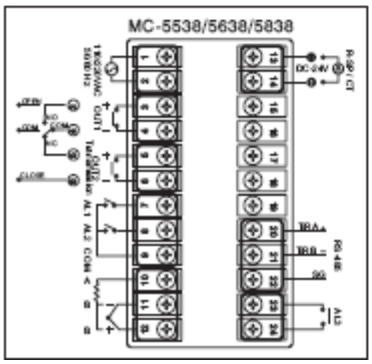
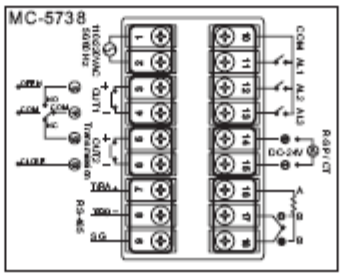
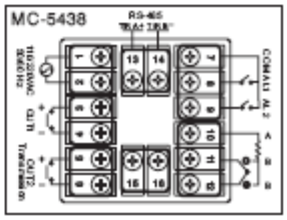
Fig 4. (used in parameter InP1) input & temperature ranges selection

TYPE	℃	℉
K1	0~200	32~392
K2	0~400	32~752
K3	0~800	32~1472
K4	0~1000	32~1832
K5	0~1200	32~2192
j1	0~200	32~392
j2	0~400	32~752
j3	0~800	32~1472
j4	0~1000	32~1832
j5	0~1200	32~2192
t1	-50~50	-58~122
t2	-100~100	-148~212
t3	-200~400	-328~752
r	0~1700	32~3092
E	0~1000	32~1832
S	0~1700	32~3092
b	0~1800	32~3272
n	-200~1300	-328~2372
Pt1	-50~50	-58~122
Pt2	0~100	32~212
Pt3	0~200	32~392
Pt4	0~400	32~752
Pt5	-200~600	-328~1112
jPt	-200~500	-328~932
Lin	-1999~9999	

Fig 5.Error information

Display	description
in1E	Input 1 error
AdCF	A/D converter failed
CJCE	Cold junction compensation failed
in2E	Input 2 error
PV Blinks	PV exceeds set Ranges
rAmF	Ram failed
intF	Interface failed
AutF	Auto tuning failed

Available terminal



External terminal