CAPÍTULO 1. INTRODUCCIÓN A LA ESTACIÓN 2.

La estación 2, dedicada al montaje de componentes, ocupa el segundo lugar dentro del módulo I, dedicado a la producción de cilindros. Esta colocada detrás de la estación 1 en el proceso de producción, y es una de las estaciones más complejas dentro de las dedicadas a la producción de cilindros.

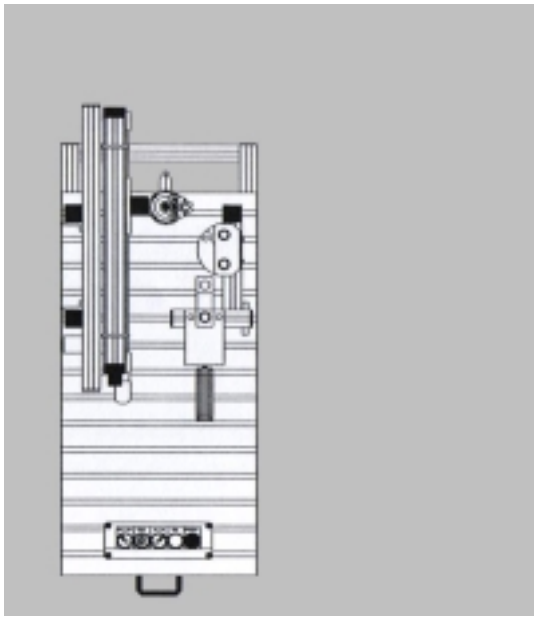


Figura 1: Esquema de la estación 2.

La estación se dedica al montaje de componentes sobre la camisa; Efectivamente, en primer lugar se coloca el émbolo y posteriormente el muelle. Si observamos la estación, podemos ver que tenemos tres depósitos de componentes, dos para émbolos y uno para muelles. Esto se debe a que todas las camisas no montan el mismo émbolo. Las camisas

negras, montan el émbolo metálico, que es más pequeño que el émbolo negro que montan las camisas rojas y metálicas.

La principal característica de esta estación, es que a diferencia de la otras donde todos los actuadores eran neumáticos, ahora tenemos como actuador un motor paso a paso. Para su control, disponemos de un módulo que conectado en el autómata controla el motor. Nosotros no entraremos en detallar este módulo, ni el motor, con conocer la forma de programarla, es suficiente.

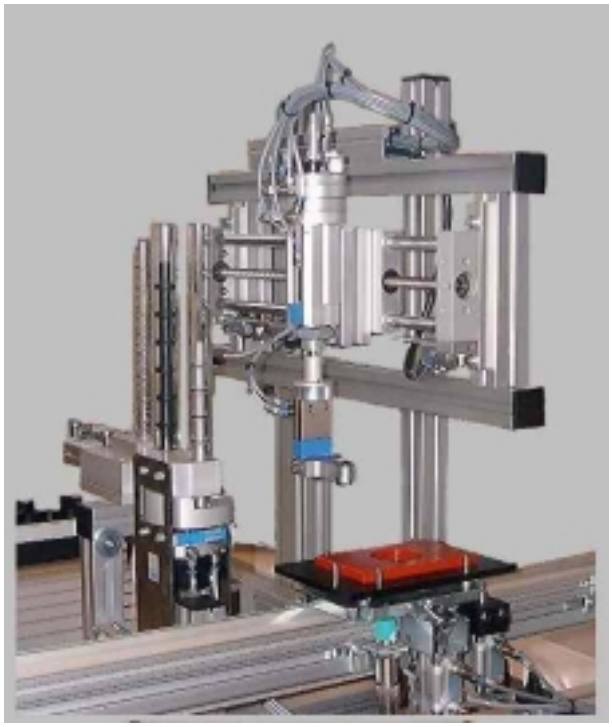


Figura 2: Imagen de la estación 2.

A continuación vamos a describir de forma general, los movimientos y diferentes posiciones que va realizando o tomando la maquina durante el montaje de los diferentes componentes.

En primer lugar, al llegar una orden al autómata, siempre que la máquina esté colocada en su posición inicial, colocamos el émbolo deseado en el cargador, y giramos el tambor para que se coloque el émbolo de forma que pueda ser cogido por la pinza.

A continuación, mandamos una orden al motor para que se coloque en la posición donde están los émbolos. Cuando llegue a esta posición, cosa que detectaremos por una entrada, giramos la pinza, y después la bajamos. Cuando llegue abajo, cerramos la pinza, capturando así el émbolo. Después subimos y giramos el émbolo para colocarlo en la camisa. Ahora, colocamos el eje sobre el palet, mediante el envío de un comando.

Cuando lleguemos sobre el palet, bajamos la pinza y al llegar abajo la abrimos, depositando así el émbolo sobre la camisa.

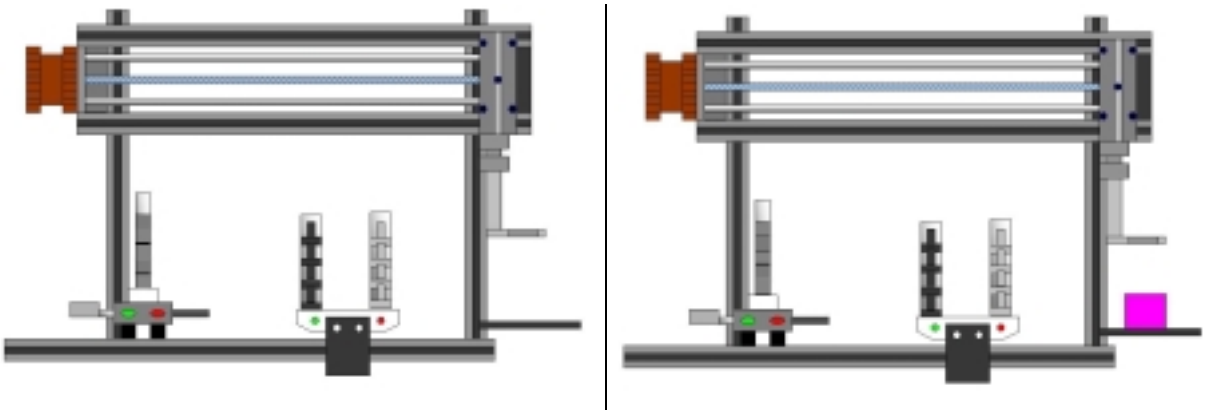
Ahora tenemos que colocar también el muelle. El proceso es similar al anterior. En primer lugar, colocamos el muelle fuera del cargador, para ello, metemos el cargador, y después de un tiempo, para que el muelle caiga, lo sacamos.

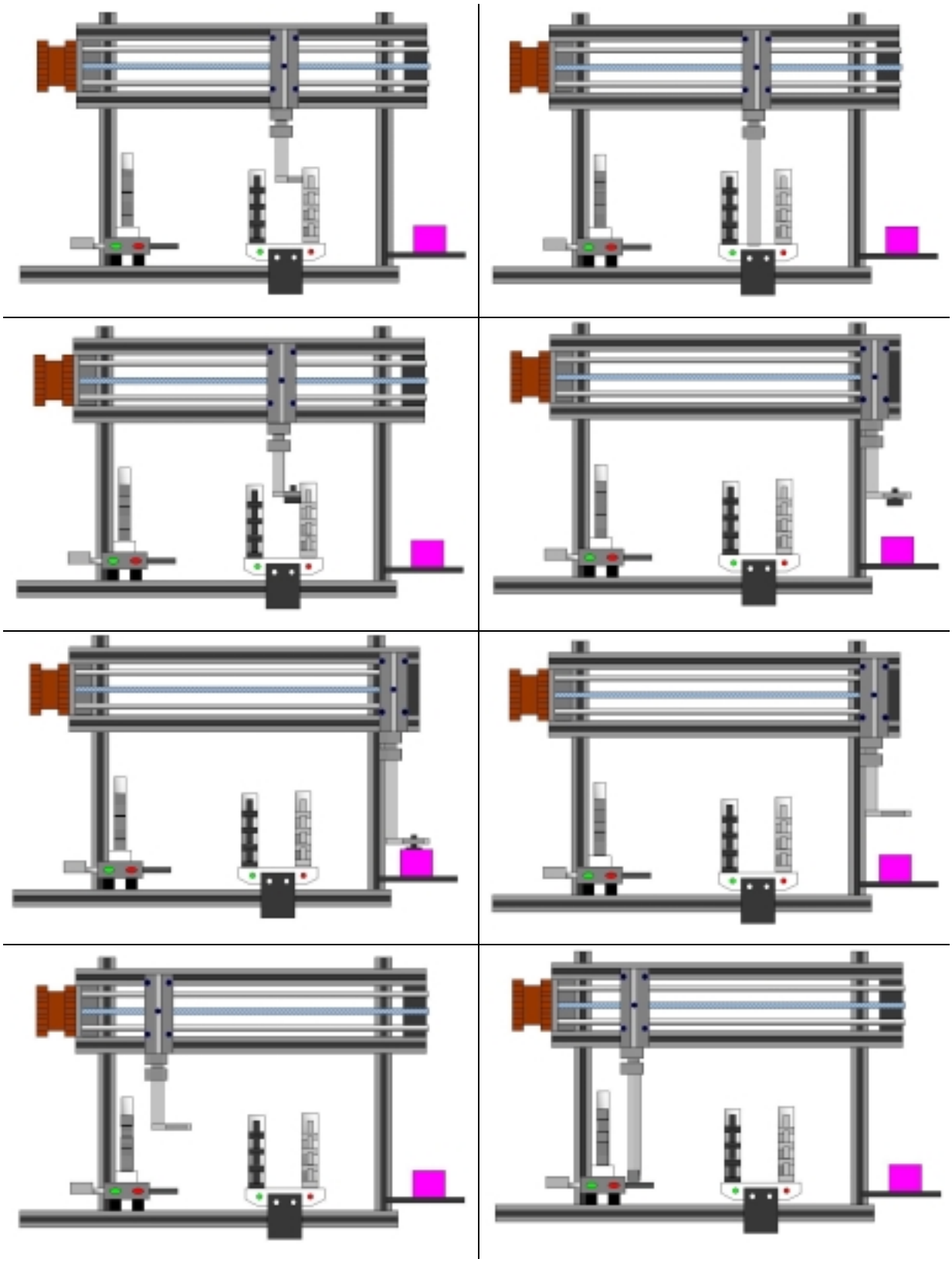
Cuando el muelle este fuera, posicionamos el eje a la altura del cargador de muelles, mediante el envío del comando apropiado.

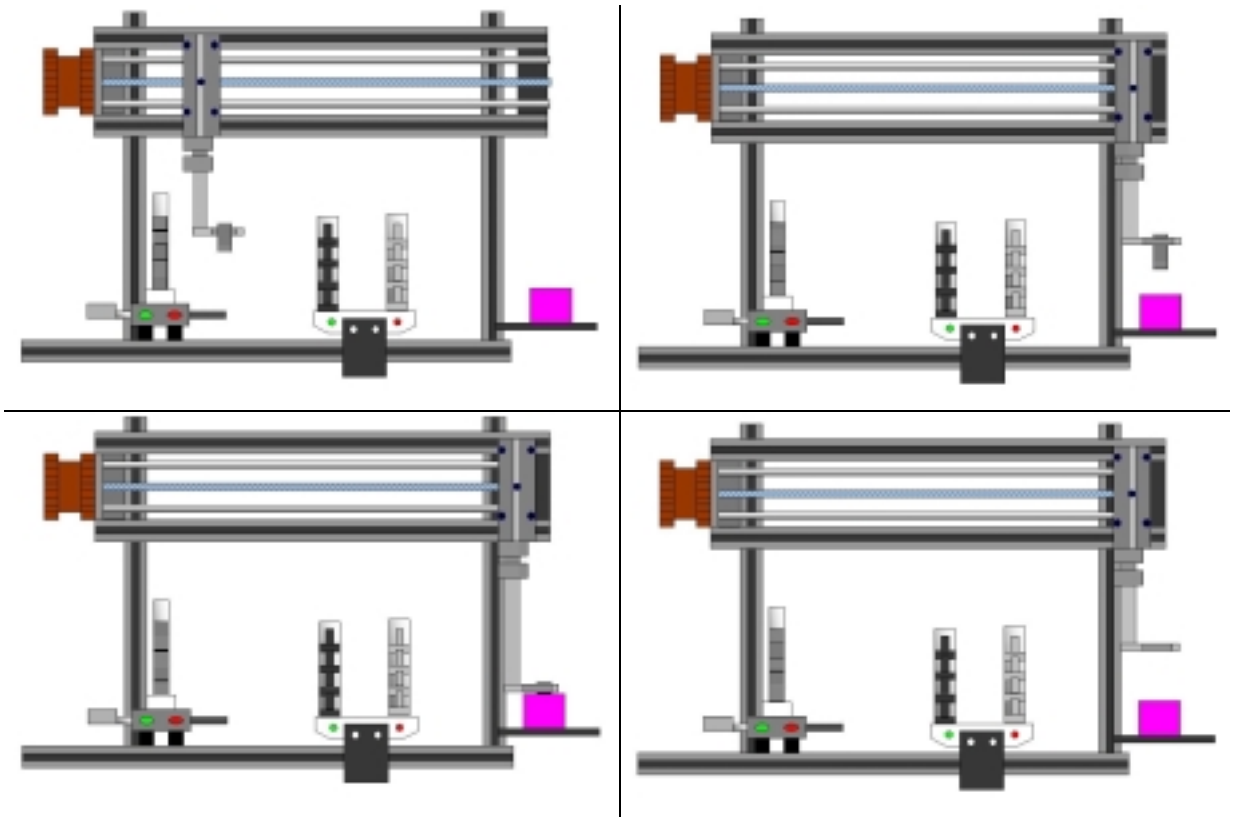
Figura 3: Montaje de un émbolo grande.

Cuando llegue el brazo a la posición de muelles, lo giramos y bajamos. Al llegar abajo, cerramos la pinza, capturando así el muelle. Después lo subimos y giramos, y a continuación, colocamos el eje sobre la camisa. Bajamos la pinza y soltamos el muelle, quedando este colocado sobre el émbolo, finalizando así el proceso de montaje.

Para seguir mejor estos movimientos, se puede visualizar el siguiente cuadro:







Cuadro 1: Imágenes del montaje de émbolo y muelle.

CAPÍTULO 2. DESCRIPCIÓN DE LA ESTACIÓN 2.

En este capitulo se tratará de hacer una descripción detallada de todos los elementos que componen la estación dedicada al montaje de elementos sobre la camisa. Es importante asimilar todos los conceptos aquí desarrollados, para conocer el correcto funcionamiento de los componentes de la estación a la hora de programarla. La estación 2 incorpora un elemento complicado de controlar, el motor paso a paso, y por ello sería importante prestar gran atención a este manual. Es conveniente seguir la lectura del capitulo teniendo visible la estación 2, tanto el panel frontal, como los elementos de la propia máquina.

2.1. Descripción general de la estación.

Cuando nosotros vemos moverse a la estación, solamente nos fijamos en los accionamientos o salidas, que son los que hacen posible que se realicen esos movimientos, pero también intervienen muchos otros elementos, que aunque no se nos muestren, son tan importantes o más que los actuadores.

La estación 2 dispone de 6 actuadores de salida neumáticos más el motor paso a paso que es un accionador eléctrico. Las salidas que deben activarse para conseguir que se realizan la totalidad de los movimientos de la máquina. Los accionamientos neumáticos son cilindros de doble y simple efecto, y son los encargados de realizar los movimientos junto al motor paso a paso. El autómata, no puede activar directamente los cilindros neumáticos, así que son necesarias unos pre-actuadores, las electroválvulas, que trasmitan las ordenes eléctricas hacia los elementos neumáticos.

Otros elementos que intervienen en el proceso industrial son los sensores. Estos se encargan de indicar el estado de los accionadores, y poder tener así información de la posición en la que se encuentra la máquina a lo largo del proceso productivo.

Por último, y no por ello menos importante, sino incluso más, puesto que se trata del dispositivo central sobre el que se agrupan el resto, se encuentra el autómata. Es el elemento principal encargado de captar las entradas digitales de los sensores, activar las salidas, mediante los elementos incorporados para ello, y gestionar todos los procesos de producción de la estación, así como de comunicación con el resto de elementos y estaciones de la célula, mediante los programas internos que posea.

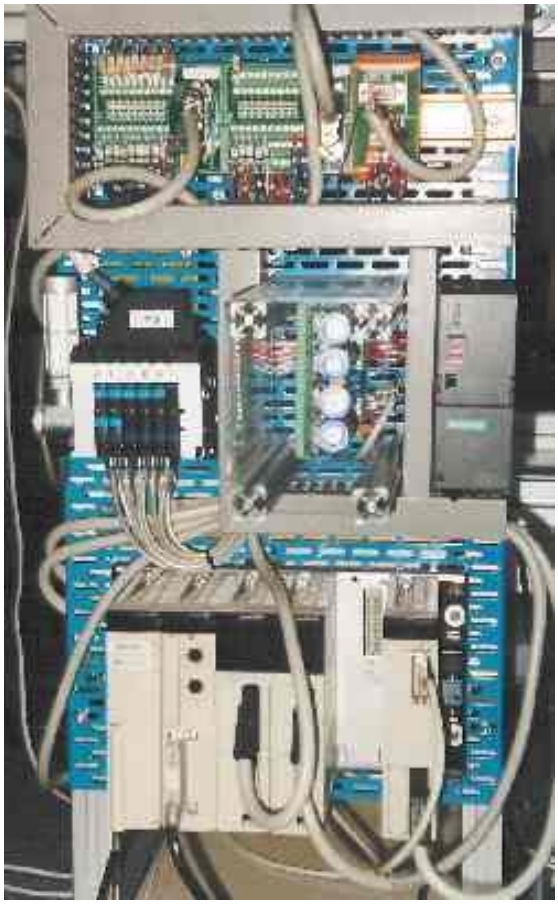


Figura 4: Panel frontal de la estación 2.

2.2. Descripción hardware.

2.2.1. Fuente de alimentación.

Cada una de las estaciones dispone de una fuente de alimentación para suministrar potencia a los elementos que la forman, sensores, entradas y actuadores. Esta fuente de alimentación que utilizamos es la *SITOP power 2*, de SIEMENS. Es una fuente que alimentada en corriente alterna, 220 VAC, suministra una tensión de salida de 24 VDC y una corriente máxima de 2 A.

Por otra parte, el autómata, en este caso, incorpora su propia fuente de alimentación, más concretamente un módulo (ubicado en la parte izquierda), *el PSY 2600*, cuyas características son:

Voltajes nominales	100....240 V AC
Valores límite	85.....264 V AC
Frecuencia límite	47.....63Hz
Duración aceptada de los micro-cortes	Inferior o igual a 10 ms
Potencia aparente	50 VA
Corriente nominal de entrada	0,5 A a 100 V 0,3 A a 240 V
Características de las salidas	
Potencia total	26 W
Voltajes de salida	5 V, 24 VR, 24 VC
Corriente nominal 5 V	5 A
Corriente nominal 24 VR	0,6 A
Corriente nominal 24 VC	0,5 A

Cuadro 2: Característica de la fuente *PSY 2600*.

En la siguiente imagen, podemos ver las fuentes de alimentación de la estación:

Figura 5: Fuentes de alimentación.

2.2.2. El autómata.

La estación 2 lleva incorporado un autómata del tipo Premiun, el *TSX 57202*. Estos autómatas son modúlales, es decir, sobre una base, rack, se instala la fuente de alimentación y el procesador, y le podemos añadir todos lo módulos que deseemos. Pero no solo en el rack del procesador, también podemos utilizar racks remotos, y usar el procesador como gestor de un bus Fipio remoto.

El procesador ocupa la posición 0 del rack, es decir, después de la fuente de alimentación, y gestiona los elementos ubicados en el rack. En el frontal del procesador podemos distinguir:

- Un piloto de RUN (verde), encendido si el procesador está en funcionamiento.
- Piloto ERR (rojo), si esta encendido indica un fallo en el procesador y en sus componentes instalados.
- Piloto I/O (rojo), si está encendido indica un fallo en otro módulo de la estación o un defecto de configuración.
- Piloto TER (amarillo), si parpadea, indica actividad en la toma terminal.
- Pulsador RESET que arranca en frío el autómata cuando se acciona.
- Toma terminal TER, y toma terminal AUX.
- Un emplazamiento para la tarjeta de ampliación de memoria.
- Un emplazamiento para una tarjeta de comunicación de formato PCMCIA.

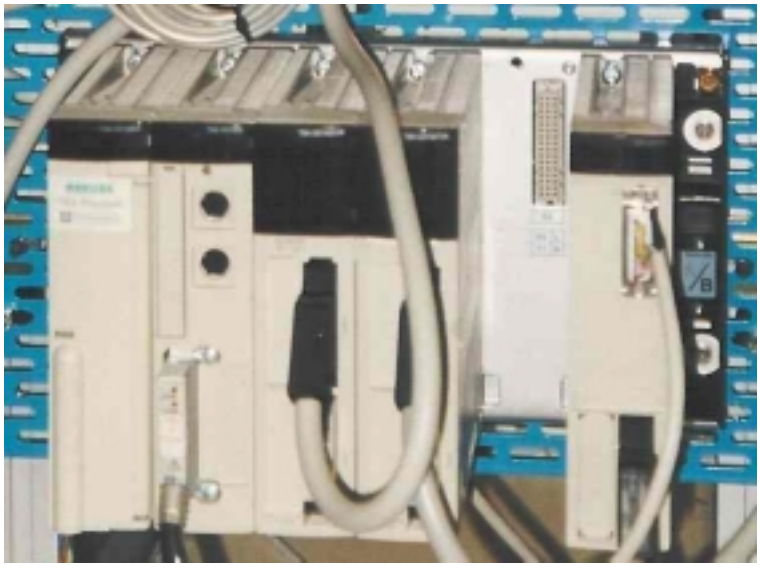


Figura 6: Autómata Premiun de la estación 2.

El autómata también incorpora una tarjeta PCMCIA tipo III Fipway, más concretamente la *TSX FPP 20*. Esta tarjeta nos permitirá la comunicación en red Fipway de los elementos conectados a esta, en nuestro caso, los autómatas y los PC´s correspondientes. Cada uno de

los elementos ocupa un número diferente dentro de la red, la estación 1 es el inicio de la red, ocupando la dirección {1.1}, y la estación 2 ocupa la dirección {1.2}. La primera cifra, indica el número de red, en este caso no hay más que una, y el segundo número indica la posición dentro de esta. Estas posiciones deben ser configuradas, seleccionado mediante una pequeña ruleta que tienen la tarjeta en un lateral. También ahí hay que seleccionar el número de red. La tarjeta dispone en su parte frontal de dos pilotos de señalización. El de la parte superior, de color rojo y etiquetado como ERR, indica un fallo de la tarjeta o un fallo en la conexión, mientras que el otro es de color naranja y esta etiquetado como COM. Este indicador parpadea cuando se está produciendo la transmisión o recepción de datos. La tarjeta se conecta a una caja estanca de conexión al bus, la *TSX FP ACC 4*, que también se unirá al siguiente autómata formando una conexión serie, con un inicio de red y un final.

Figura 7: Imagen de la tarjeta PCMCIA.

El autómata además, esta equipado con un módulo de entradas y otro de salidas. El módulo de entradas colocado en la parte izquierda, se trata de un *TSX DEY 32 D2K*, que integra 32 entradas digitales a 24 V DC, cableadas a conector. A pesar de que las entradas y salidas están integradas en el mismo conector de FESTO, el autómata toma las entradas del módulo Telefast, donde ya has sido separadas las entradas y salidas.

También disponemos de un módulo de salidas, el *TSX DSY 32T2K*, que integra 32 salidas digitales, con una corriente de salida de 0,1 A. Esta corriente es tan baja, porque las salidas son conectadas a un terminal Telefast de salidas, de donde toman la corriente. Al igual que el módulo de entradas, la conexión se realiza por conector.

En el emplazamiento colocado más a la derecha se encuentra el módulo de control del motor paso a paso. Se trata de un *TSX CFY 11*. Este módulo ejerce el control de 1 eje. Los movimientos elementales se dirigen desde la tarea maestra de la máquina, pero su

seguimiento y control se encarga el módulo *TSX CFY 11*. Este módulo se encarga de la velocidad de rotación del motor paso a paso, sus aceleraciones y desaceleraciones transmitiendo un comando en forma de frecuencia a un trasladador. El trasladador transforma cada impulso en un movimiento elemental del motor paso a paso.

El comando del motor paso a paso se lleva a cabo mediante bucle abierto. Las entradas de fin de terminal, de toma de origen, y de suceso, permiten que el acoplador controle los desplazamientos del móvil en el eje.

El módulo dispone de entradas y salidas, que actúan sobre el transductor y permiten el gobierno del motor paso a paso.

El resto de emplazamientos quedan libres para posibles ampliaciones de la estación.

2.2.3. Regulador de presión del aire.

A la entrada neumática de la estación nos encontramos con un filtro regulador de aire. La presión nominal es de 12 bar, pero en las estaciones esta regulada entre 4 y 5 bar, dependiendo de los elementos que integran la estación. Al subir la presión, aumentamos la fuerza, y también la velocidad.

El regulador dispone de un filtro sinterizado con separador de agua que elimina del aire comprimido la suciedad, los óxidos y el agua de condensación.

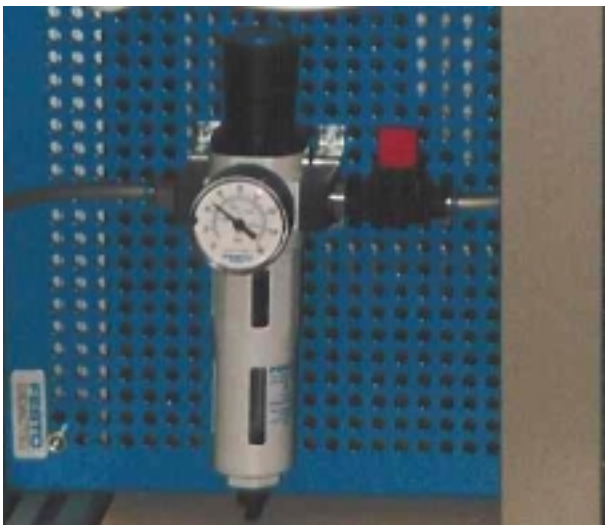


Figura 8: Regulador de presión del aire y llave de paso.

Si observamos la figura, la alimentación neumática viene de la izquierda desde el compresor, y sale por la derecha hacia las electroválvulas que serán encargadas de

distribuirlas hacia las salidas activas. Podemos ver que a la salida del regulador tenemos una llave de paso, de color rojo, que si la cerramos, dejaremos sin alimentación de aire a toda la estación, y podremos mover los cilindros como nosotros queramos. Se puede realizar esta acción, para comprender los movimientos de la máquina.

Además del filtro regulador, la célula también dispone de una electroválvula de arranque progresivo, gracias a la cual el crecimiento del valor de la presión es controlado, a partir de una señal eléctrica. Esta válvula se monta en unión con la unidad de mantenimiento (filtro regulador), y permanece abierta mientras hay conexión en la bobina electromagnética. Cuando se conecta tensión en la bobina se conmuta la válvula a través de la estrangulación incorporada, lo que supone un control sobre el caudal del aire de salida, efectuando los cilindros su desplazamiento progresivo, al no disponer bruscamente de todo el valor de presión.

2.2.4. Electroválvulas.

Como ya sabemos, el autómata tiene sus salidas a relé, es decir, la activación de una salida implica la excitación de un relé, y el cierre de su contacto asociado, que será usado para excitar el accionador correspondiente. En este caso los accionadores son neumáticos, con lo que nos hará falta un adaptador electro-neumático, es decir, algo que convierta la señal eléctrica en señal neumática. Este problema se soluciona con las elecroválvulas. Estas reciben excitación eléctrica proveniente de las salidas del autómata, y mediante la conexión de bobinas, se encargan de distribuir el aire a la salida deseada.

Pero detengámonos un poco más en las válvulas. Las válvulas mandan o regulan la puesta en marcha, paro, sentido, presión o caudal del fluido transportado por la bomba o almacenado en el depósito. Las válvulas se subdividen en 5 grupos:

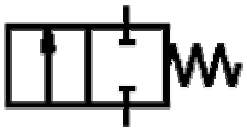
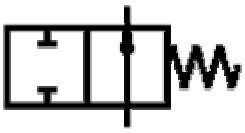
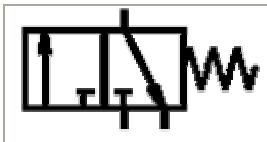
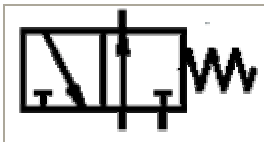
1. Válvulas de vías, distribuidoras.
2. Válvulas de bloqueo.
3. Válvulas de presión.
4. Válvulas de caudal.
5. Válvulas de cierre.

Nosotros nos quedaremos con las válvulas de vías o distribuidoras pues son las que están en la estación. Estas válvulas, de varios orificios, son los componentes que determinan el camino que debe tomar el fluido bajo presión (marcha, paro, dirección).

Para representar los distribuidores se utilizan los símbolos; estos símbolos indican la función de la válvula. Las válvulas se representan por cuadrados. La cantidad de cuadrados yuxtapuestos indica la cantidad de posiciones del distribuidor. El funcionamiento está representado en el interior del cuadro. Las líneas esquematizan las canalizaciones internas. La flecha indica el sentido de circulación del fluido. Las posiciones de cierre se representan por líneas transversales.

Las conexiones (llegadas y salidas) se representan por trazos que están unidos al cuadrado que esquematiza la posición cero o de salida. La otra posición se realiza por traslación lateral de los cuadrados, coincidente con las conexiones. Por posición de reposo se entiende, en el caso de las válvulas con retorno por muelle, la posición que las piezas móviles ocupan cuando no son accionadas.

A continuación se muestra las válvulas distribuidoras que se usan en la estación de verificación de cilindros:

Símbolo	***Designación***
	2 / 2 vías (n.c.)
	2 / 2 vías (n.a.)
	3 / 2 vías (n.c.)
	3 / 2 vías (n.a.)

	5 / 2 vías

Cuadro 3: Válvulas distribuidoras.

La designación de un distribuidor está en función de la cantidad de orificios activos y de las posiciones de trabajo. La primera cifra indica la cantidad de vías, o sea la cantidad de orificios activos. La segunda cifra indica la cantidad de posiciones, por ejemplo, 3/2 vías, 3 orificios activos y 2 posiciones.

La estación solamente utiliza válvulas 5/2 vías bien monoestables o biestables, y 3/2, siempre monoestables.

La activación de la distribuidoras se produce por arrollamiento magnético, bobinas. Las biestables llevan dos bobinas, para colocar la válvula en cada una de las posiciones que tiene, mientras que las monoestables, solamente tienen una bobina, puesto que el estado de reposo se consigue por el muelle que tienen todas las válvulas monoestables.

Así pues, al activar una salida del autómata, se activa una bobina en las electroválvulas, de forma que esta se posiciona para que permita la circulación de aire hacia el accionador de salida deseado, realizando el movimiento pertinente.

Como hemos dicho, existen dos tipos diferentes de válvulas, la biestables y las monoestables. La diferencia entre ellas es que las biestables tienen dos bobinas que deben de ser conectadas a dos salidas del autómata, mientras que las monoestables solamente tienen una bobina. La diferencia entre cilindros de simple y doble efecto se explicará en el apartado de accionadores.

En esta estación tenemos 2 válvulas biestables, hay que activar una bobina para provocar un movimiento en el cilindro, y la otra para provocar el movimiento contrario, y 3 válvulas monoestables, que al dejar de excitar sus bobinas, se produce el retroceso del cilindro de forma automática (mediante muelle). Si nos fijamos en la figura, podemos ver que tenemos 5 cilindros de salida, A, B, C, D y E. El A y el B corresponde a la válvula biestable, y el resto a válvulas monoestables. Cada letra corresponde a un cilindro. Si tiene dos cuadros azules, fijarse en la figura, quiere decir que es biestable.

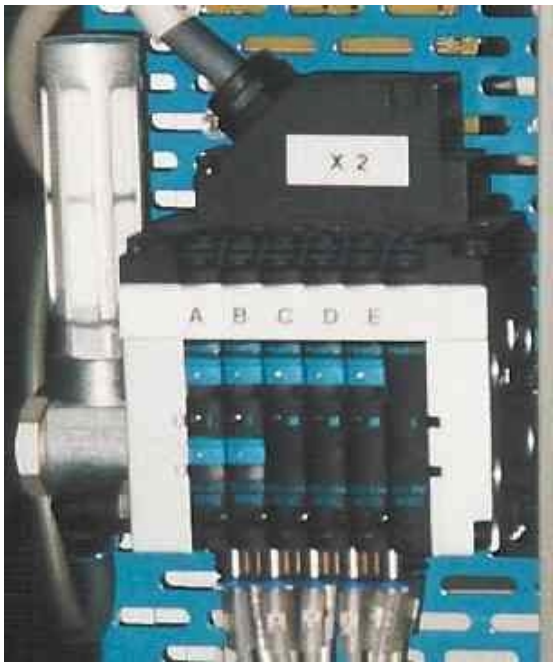


Figura 9: Actuadores de la estación 2.

Estas válvulas se pueden activar de forma manual mediante la pulsación de un pequeño orificio en el rectángulo azul, es conveniente usar una pequeña llave de tipo hallen. Hay que tener mucha precaución al realizar esta operación, ya que podríamos provocar desperfectos.

2.2.5. Módulos de entradas / salidas.

Los módulos de precableado que la célula traía montados, son los modelos que FESTO incorporó, más concretamente el K-0997 y K-25966. Estos módulos, integran 8 salidas y 8 entradas cada uno de ellos, de forma que en cada manguera de cables que sale del conector de estos módulos, tenemos mezcladas tanto salidas como entradas. En esta estación tenemos 2 módulos, aunque no se utilizan totalmente.

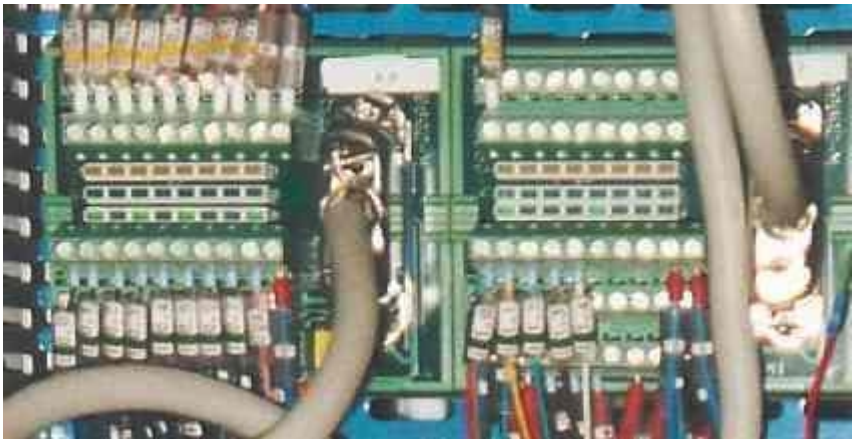


Figura 10: Bases de precableado de la estación 2.

Se puede apreciar que debajo de cada entrada y salida del módulo de FESTO, hay unas luces de color verde, que se conectan cuando su entrada o salida asociada esta activa.

Debido a la imposibilidad de conexión directa con los autómatas de Telemecanique, como se ha explicado anteriormente, por ser algo que estos nos soportan, se procedió a su conexión mediante módulos Telefast. Las salidas fueron cableadas hilo a hilo a un módulos de estos, y las entradas a otro. Después, mediante conector, estos módulos fueron cableados directamente a los módulos de entradas y salidas del autómata. Estos módulos están colocados en la parte trasera del bastidor de la estación. Esta solución es la lógica, puesto que en muy pocas ocasiones veremos entradas y salidas cableadas a bornero, sino mediante conector.

Figura 11: Modulo de cableado Telefast.

A continuación se da una tabla con la denominación y numeración de las entradas / salidas que da FESTO y la denominación utilizada en la programación de la célula, y que se mantendrá para la realización de los programas de practicas, así como el número de entrada / salida que ocupa en el autómata después de pasar por el Telefast. Aquí no se incluyen las entradas y salidas del módulo de control del eje, puesto que no son elementos físicos, sino pulsos, y señales eléctricas.

Denominación FESTO		**Numeración autómata**
MODULO 0		
ENTRADAS	**DENOMINACIÓN**	**ENTRADA AUTOMATA**
I 0.0	Pinza_izda	%I 1.0
I 0.1	Pinza_drcha	%I 1.1
I 0.2	Brazo_arriba	%I 1.2
I 0.3	Brazo_abajo	%I 1.3

I 0.4	Vastago_pequeño	%I 1.4
I 0.5	Vastago_grande	%I 1.5
I 0.6	Cargador_dentro	%I 1.6
I 0.7	Cargador_fuera	%I 1.7
SALIDAS	**DENOMINACIÓN**	**SALIDA AUTOMATA**
O 0.0	Gira_drcha	%Q 2.0
O 0.1	Gira_izda	%Q 2.1
O 0.2	Coger_vastago_pequeño	%Q 2.2
O 0.3	Coger_vastago_grande	%Q 2.3
O 0.4	Subir_bajar	%Q 2.4
O 0.5	Coger_muelle	%Q 2.5
O 0.6	Pinza	%Q 2.6
MODULO 1		
ENTRADAS	**DENOMINACIÓN**	**ENTRADA AUTOMATA**
I 1.0	Emergencia	%I 1.8
I 1.1	Marcha	%I 1.9
I 1.2	Ind_Int	%I 1.10
I 1.3	Borrar	%I 1.11
I 1.4	Manual_automatico	%I 1.12

Cuadro 4: Denominación de las entradas y salidas.

2.2.6. Tarjeta de potencia del motor paso a paso.

Es una tarjeta de potencia cuya misión es suministrar la corriente necesaria a los accionamientos mecánicos del eje. Las tarjetas ESD 1200 de Portescap son tarjetas multipropósito para motores paso a paso (llevan la lógica para la excitación y las etapas de potencia puentes en H), optimizadas para explotar las altas velocidades que pueden alcanzar los motores de disco magnético Portescap.

Permite el funcionamiento en modo de medio paso o paso completo (half step or full step mode). Operando hasta 60 V DC este driver puede proporcionar una corriente de hasta 2 A por fase. La corriente se puede ajustar fácilmente usando pines en la propia placa.

Figura 12: Tarjeta de potencia del motor.

El chopper de 30 KHz permite a los drivers ser utilizados con motores de constante de tiempo eléctrica como los motores Portescap de disco magnético. Esta alta frecuencia de conmutación del troceador (chopper) consigue un rizado de la corriente mínimo. En muchas aplicaciones no es esencial alta exactitud del posicionamiento, si se requiere se puede configurar el driver para disminuir las corrientes de fase del motor entre el 30 y el 40% cuando el motor se detiene. Este decremento de la corriente reduce la disipación de potencia y el calentamiento del motor.

Se provee de un oscilador para aplicaciones de eje. El oscilador tiene un generador de rampa opcional. Este oscilador puede utilizarse para hacer pruebas con el motor introduciendo su señal de salida en las entradas de reloj, se pueden elegir dos rangos de frecuencias de funcionamiento y dentro de estos dos rangos se ajusta la frecuencia del oscilador mediante potenciómetros conectados en los correspondientes terminales de entrada.

La tarjeta está diseñada para su uso en ambientes industriales. Disponen de protección frente a sobrecarga y cortocircuito. Una salida lógica indica cualquier condición de fallo. Las tarjetas pueden ser alimentadas directamente desde un transformador para uso en AC,

simplificando así el sistema de alimentación. En el anexo puede encontrarse más información sobre este elemento.

2.2.7. Captadores.

Existen diferentes tipos de sensores dentro de la estación 2. En la estación actual, tenemos interruptores de proximidad inductivos, y también existen entradas que se activan de forma manual, pulsadores e interruptores, que también puede considerarse como captadores. El eje tiene sus propios captadores, puesto que el autómata recibe información sobre él, pero no son captadores propiamente dichos, sino elementos digitales a través de los cuales el módulo y el eje se comunican.

Veamos con un poco más de detalle los tipos de sensores de la estación.

2.2.7.1. Interruptores de proximidad inductivos.

Los interruptores de proximidad inductivos producen una señal eléctrica al aproximarse un campo magnético. Mediante una intensidad determinada en el campo magnético, se emite a través de un circuito integrando la correspondiente señal eléctrica. Las conexiones eléctricas van sumergidas en materia sintética.

El estado de conmutación se indica mediante un diodo luminoso. Al accionarse se enciende este LED de color amarillo. Este interruptor esta asegurad frente a permutaciones de polo.

Figura 13: Imagen de los interruptores de proximidad.

Después de esta descripción, si sustituimos el campo magnético, por el campo magnético producido por el imán permanente alojado en el émbolo del cilindro, comprendemos la forma

de detectar los movimientos de los cilindros. Resulta evidente que todos los cilindros de la estación llevan montado en el émbolo un imán permanente.

Así pues, estos captadores, se utilizan para diferenciar las distintas posiciones que ocupan los diferentes elementos móviles que tiene la máquina, y su lectura para cada una de esas posiciones dará como resultado diferentes valores.

2.2.7.2. Interruptores.

Existen dos interruptores colocados en la botonera, que sirven para seleccionar los diferentes modos de funcionamiento.

Figura 14: Botonera de la estación 2.

Vemos pues, como se pueden seleccionar los diferentes modos de funcionamiento, conmutando los interruptores de manual/automatico e independiente / integrado. En el cuadro que se muestra a continuación, se dan las lecturas que recibe el autómata de los conmutadores en los diferentes modos de funcionamiento. La máquina esta diseñada para trabajar en estos cuatros modos de funcionamiento diferentes, pero no tenemos por qué desarrollar todos ellos, sino que con alguno de ellos puede ser suficiente para hacer la practica.

	Modo automatico integrado	**Modo automatico independiente**	**Modo manual**	**Modo test**
Manual automatico	1	1	0	0
Ind int	0	1	1	0

Cuadro 5: Posición de los conmutadores para los diferentes modos de funcionamiento.

También se puede considerar la seta de emergencia como un interruptor, puesto que tiene dos valores estables, cero cuando esta en reposo, y uno cuando la pulsamos. Esta entrada es muy importante dentro de un automatismo y debe ser tratada de una forma prioritaria. Para desenclavar la seta, hay que efectuar un pequeño giro de esta.

En esta estación esta entrada no funciona correctamente en sus niveles de tensión, de forma que no es leída correctamente por el autómata, pero sigue realizando la función de

cortar corriente a todos los elementos de la estación, de forma que los accionamientos que tengan retorno por muelle, volverán a su estado de reposo, y el resto permanecerá en su estado.

Para resolver el problema de la lectura, utilizamos la entrada de emergencia del módulo, que si es leída correctamente por el autómata, y esta cableada con la seta de emergencia. Esta entrada es la Via0_emg_stop.

2.2.7.3. Pulsadores.

Como puede apreciarse en la imagen de la botonera, existen dos pulsadores, uno de marcha, el de color verde, y otro de reset, de color amarillo. Estos se pueden utilizar para diferentes misiones. Por ejemplo el botón de marcha se puede utilizar para que el autómata acepte las ordenes de cambio de modo de funcionamiento o para la marcha de test. El botón de reset se utiliza para rearmar la máquina después de emergencia.

2.2.8. Actuadores.

En esta estación no todos los actuadores son cilindros neumáticos como en el resto de estaciones, también hay un motor paso a paso como actuador de salida. Así que vamos a describirlos por separado.

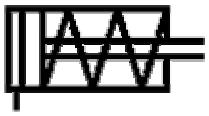
2.2.8.1. Actuadores neumáticos.

La conexión y montaje del circuito neumático, no es objeto de este proyecto, y tampoco nos es imprescindible su estudio para la automatización del proceso Bastara pues con tener unos conocimientos mínimos como los que se dan en este manual y conocer determinadas cosas sobre cada una de las salidas, tales como su forma de activación y de desactivación, los cuales se detallarán posteriormente.

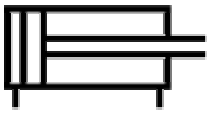
Un cilindro neumático es un dispositivo mecánico que permite, a partir de una presión de aire, obtener un movimiento lineal alternativo limitado, en el cual la potencia es proporcional a la presión de aire.

Se pueden distinguir tres clases:

- **Cilindros de simple efecto.** Un cilindro de simple efecto está constituido por un tubo en el cual puede deslizarse un pistón estanco unido a un vástago que sale por uno de sus extremos. La presión de aire ejerce su efecto solamente sobre una de las caras del pistón. Este es devuelto a su posición primitiva, al desaparecer la señal de presión, por un muelle, un peso o cualquier fuerza de otra naturaleza. Un orificio situado en el extremo opuesto al del muelle permite la alimentación del cilindro a partir del circuito de potencia (aire comprimido).



- **Cilindros de doble efecto.** En este tipo de cilindros no existe ningún resorte y el movimiento se produce en los dos sentidos por la acción del aire a presión sobre una u otra de las caras del pistón. Para ello existen dos entradas distintas de aire en cada uno de los extremos del tubo que forma el cilindro.



- **Cilindros especiales.** Es difícil de clasificar o hasta enumerar todas las combinaciones que pueden permitir los cilindros de los dos tipos descritos para dar solución a dispositivos autónomos que responda a propiedades particulares. Citaremos únicamente algunos de los más conocidos: Cilindros con amortiguamiento de caucho, cilindros con tres posiciones fijas, cilindros con cremallera, etc.

Hay que destacar, que los accionamientos neumáticos no solo están formados por los cilindros, sino que formar un conjunto con las válvulas distribuidoras. La biestabilidad y monoestabilidad de los accionadores no la dan uno solo de los elementos, sino que reside en ambos elementos.

2.2.8.1.1. Gira_drcha / Gira_izda-

La estación dispone de un actuador, que permite realizar movimientos lineales y giratorios. El movimiento giratorio corresponde al actuador A, y permite el giro de la pinza para coger los elementos que debe insertar. Este actuador esta controlado por una válvula

distribuidora biestable tipo 5/2 vías, que corresponden con las salidas del autómata *%Q 2.0* y *%Q 2.1*. . De esta forma para conmutar el estado del cilindro debe activarse una de estas salidas, la válvula hace conmutar la distribución de aire para permitir el movimiento del cilindro.

Figura 15: Actuador A.

Estas válvulas tienen su principal característica en que no es necesario su alimentación eléctrica hasta que termina el movimiento, sino que con la activación de la bobina durante un corto periodo de tiempo, el cilindro se desplaza hasta el final de su recorrido (tope mecánico). Después permanece en ese estado, hasta la activación de la otra salida, qué le hará moverse hasta su posición anterior (biestable, dos estados estables).

2.2.8.1.2. Subir_bajar.

El control lineal del actuador anterior, que en este caso es el C, se encarga de realizar el movimiento vertical de la pinza. El accionador se controla mediante una válvula monoestable del tipo 3/2 vías que se gobierna mediante la salida del autómata *%Q 2.4*.

Figura 16: Imagen del accionador C.

Su principal característica, es que al activarse la bobina, el vástago inicia su recorrido, y al llegar al final, se para (tope mecánico). Pero si dejamos de activar esta salida, el cilindro vuelve a su posición de reposo, con lo esta salida debe de estar activa siempre que el brazo tenga que estar abajo.

2.2.8.1.3. Coger_vastago_pequeño/Coger_vastago_grande.

La parte motriz del alimentador de émbolos, esta constituido por un cilindro rotativo, el accionador B, cilindro de doble efecto, controlado por una válvula biestable del tipo 5/2 vías, que es gobernada por las salidas del autómata *%Q 2.2* y *%Q 2.3*.

Estas válvulas, como el accionador A, tienen la característica de que no es necesaria su alimentación durante todo el movimiento, sino solo durante su posicionado.

2.2.8.1.4. Coger_muelle.

Corresponde a un cilindro de doble efecto, accionador D, controlado por una válvula monoestable del tipo 5/2 vías, con lo cual el conjunto resulta monoestable, y es controlado por una única salida del autómata, la *%Q 2.5*. Al activar la salida, el cargador retrocede, mientras que al desactivar la salida, avanza colocando un muelle accesible para cogerlo.

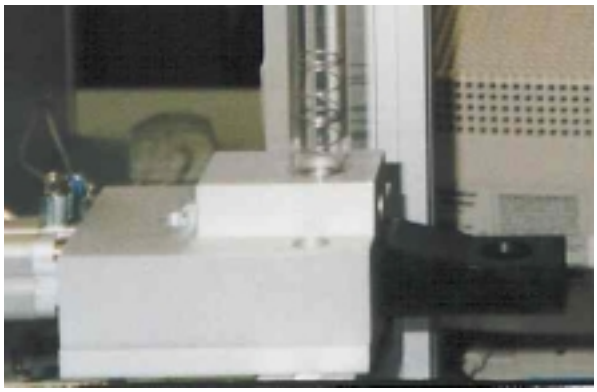


Figura 17: Imagen del cargador de muelles.

2.2.8.1.5. Pinza.

Se dispone de una pinza para capturar los elementos que tenemos que montar sobre la camisa. De ello se encarga un accionador, el E, formado por un cilindro de doble efecto, controlado por una válvula monoestable del tipo 5/2 vías. La salida encargada de gobernar esta válvual es la *%Q 2.6.*

2.2.8.2. Actuadores eléctricos. Motor paso a paso.

Hay un motor que controlar en la estación 2. Este motor es de la casa Portescap modelo P 532.258.004.03. Como dijimos anteriormente el motor paso a paso utilizado en esta aplicación es de un tipo de motores especiales. Son motores de disco magnético. En ellos el rotor es diseñado como un disco con imanes permanentes, tierras raras. Este tipo de motor tiene algunas ventajas tales como una inercia muy baja y un flujo magnético optimizado sin acoplamiento entre las bobinas del estator. Estas cualidades son esenciales en algunas aplicaciones.

Uno de los parámetros más importantes del motor como es su resolución: 100 pasos por vuelta o 3,6º de ángulo de paso. (en modo full sep o paso completo). Por lo que al funcionar en modo de medio paso (half-step), la resolución se duplica, hay que mandar 200 pulsos de comando al motor para que este gire una vuelta completa. Dado que el avance del husillo a bolas que se encarga de la transmisión en los ejes es de 3mm por cada vuelta del motor los 200 pasos que se necesitan para que el motor gire una vuelta originarán un movimiento lineal del eje de estos 3mm mencionados.

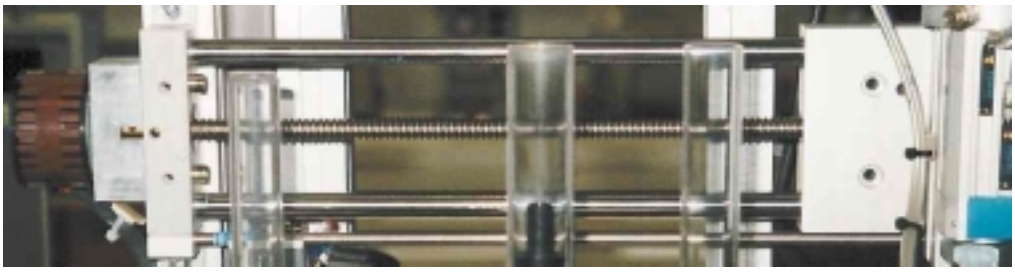


Figura 18: Imagen del husillo y motor paso a paso.

Existen otras características, pero se escapan de lo pretendido por este manual. Si se quiere profundizar en el conocimiento de este motor, dirigirse al anexo.

Este motor, es controlado por un módulo del autómata, y cuenta con una serie de salidas y entradas que se pueden activar para actuar sobre el motor. Nosotros solamente explicaremos las entradas y salidas que utilizamos, así como la forma de programar los movimientos del motor, el resto no nos interesa.

2.3. Identificación de variables.

Para una clara identificación de los elementos descritos en el apartado anterior, a continuación se va ha dar una tabla, donde se puede leer las salidas y entradas del autómata, y la localización física de estas en la máquina. Para ello llevan un identificador, como se observa en la imagen, con letras y números en el extremo de los cables o tubos neumáticos.

Figura 19: Identificadores de papel sobre las entradas y salidas.

En el caso de las entradas, estas vienen directamente de la máquina, pero las salidas van a las electrovávulas, que distribuyen el aire a la salida adecuada. Por eso, la denominación de

estas es diferente a la de las entradas. La indicación + / - para las salidas, indica que por el tubo + entra el aire, mientras que al desactivarse el cilindro, el aire es expulsado por el tubo -.

ENTRADAS EN EL AUTÓMATA	DENOMINACIÓN	IDENTIFICACIÓN EN LA MÁQUINA
%I 1.0	Pinza_izda	I 0.0
%I 1.1	Pinza_drcha	I 0.1
%I 1.2	Brazo_arriba	I 0.2
%I 1.3	Brazo_abajo	I 0.3
%I 1.4	Vastago_pequeño	I 0.4
%I 1.5	Vastago_grande	I 0.5
%I 1.6	Cargador_dentro	I 0.6
%I 1.7	Cargador_fuera	I 0.7
%I 1.8	Emergencia	I 1.0
%I 1.9	Marcha	I 1.1
%I 1.10	Borrar	I 1.2
%I 1.11	Ind_int	I 1.3
%I 1.12	Manual_automatico	I 1.4
SALIDAS AUTÓMATA	**DENOMINACIÓN**	**IDENTIFICACIÓN EN LA MÁQUINA**
%Q 3.0	Gira_drcha	A +
%Q 3.1	Gira_izda	A -
%Q 3.2	Coger_vastago_pequeño	B +
%Q 3.3	Coger_vastago_grande	B -
%Q 3.4	Subir_bajar	C +/-
%Q 3.5	Coger_muelle	D +/-
%Q 3.6	Pinza	E +/-

Cuadro 6: Identificación que podemos leer en los elementos de la estación.

CAPÍTULO 3. PROGRAMACIÓN DE LA ESTACIÓN.

Una vez que tenemos identificados todos los elementos que comprenden el proceso a automatizar, el siguiente paso es realizar el programa. Pero antes de comenzar a realizar el programa propiamente dicho, hay que configurar correctamente la estación en la que vamos a trabajar, siendo esto muy importante, puesto que si la configuración es errónea, nos surgirán errores y problemas posteriormente, impidiendo incluso el funcionamiento de la aplicación.

Esta estación, al igual que los dos almacenes, tiene un autómata más complejo que el resto, el Premiun, autómata de gama alta. Esto es debido al control del eje paso a paso que debe realizar esta estación de montaje de componentes. Este elemento, es uno de los más complejos que se presentan en la célula, y por ello debe prestarse especial atención a este manual para su correcta configuración y uso.

3.1. Configuración hardware de la estación.

Dentro del grupo de programas de Modicon-Telemecanique, ejecutamos el programa PL7 Pro V3.4. que es la versión con la vamos a programar los autómatas de toda la célula. A continuación, creamos una nueva aplicación. Vamos al menú archivo, pulsamos sobre nuevo. Nos aparecerá la siguiente pantalla:

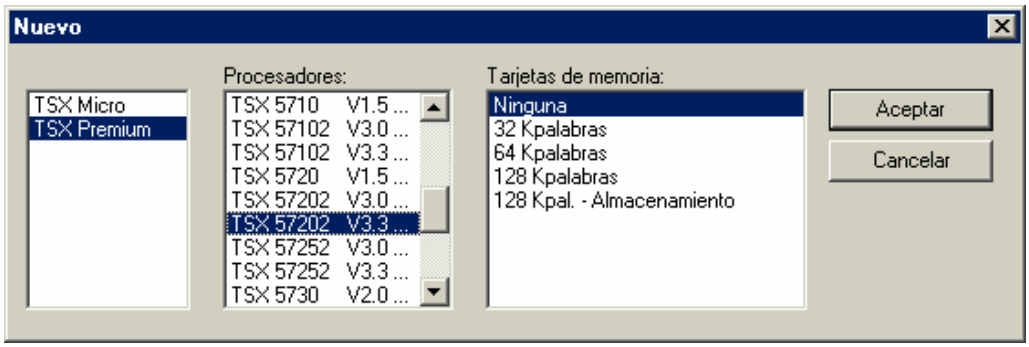


Figura 20: Pantalla de selección del autómata y la versión.

Ahora, como ya hemos dicho anteriormente, tenemos un autómata Premiun, así que seleccionamos este tipo de PLC´s, y dentro de esta familia, elegimos el autómata que tenemos en la estación 2, que es el *TSX 57202*, y dentro de todos los que hay, elegimos la versión más alta, la *V3.3*. Como se observará, si se ha configurado algún autómata Micro, ahora no hemos seleccionado la opción de utilizar Grafcet, ni siquiera aparecía. Este tipo de autómatas, al usarse para tareas complejas, siempre tienen la opción de usar la programación Grafcet. En esta pantalla también se puede seleccionar la tarjeta de memoria, si se tiene, cosa que no ocurre en esta estación, así que no elegiremos ninguna.

El programa crea la aplicación y al finalizar aparecerá en la pantalla el navegador de aplicaciones, el cual nos permite movernos de forma rápida para acceder a los diversos apartados que incluye un programa.

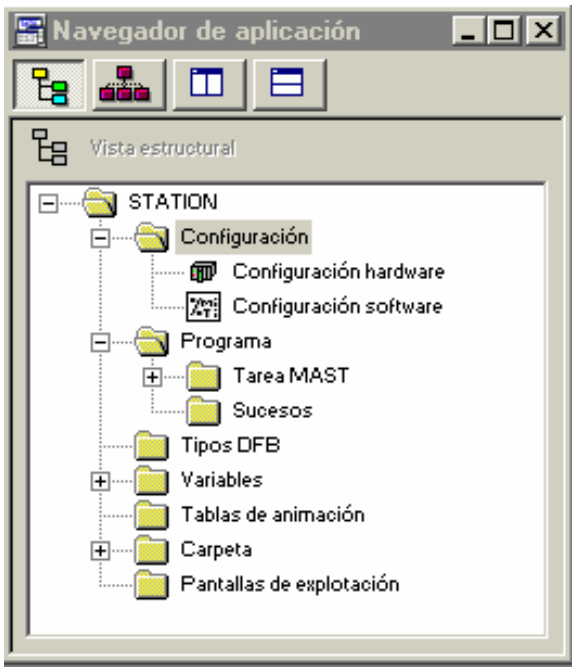


Figura 21: Navegador de aplicación.

Pulsamos sobre la carpeta configuración, y a continuación sobre el icono configuración hardware. En la siguiente pantalla se nuestra de forma esquemática la configuración y los módulos que el autómata posee en la actualidad, tal y como se observa en la figura 34.

Podemos observar, que únicamente hemos configurado el procesador del autómata, pero que a su lado, compartiendo el rack 0, aparece un módulo denominada *PSY 2600*. Este módulo es una fuente de alimentación, y podemos ver sus características haciendo un doble click sobre él.

Podemos observar su tensión de alimentación, y su potencia.

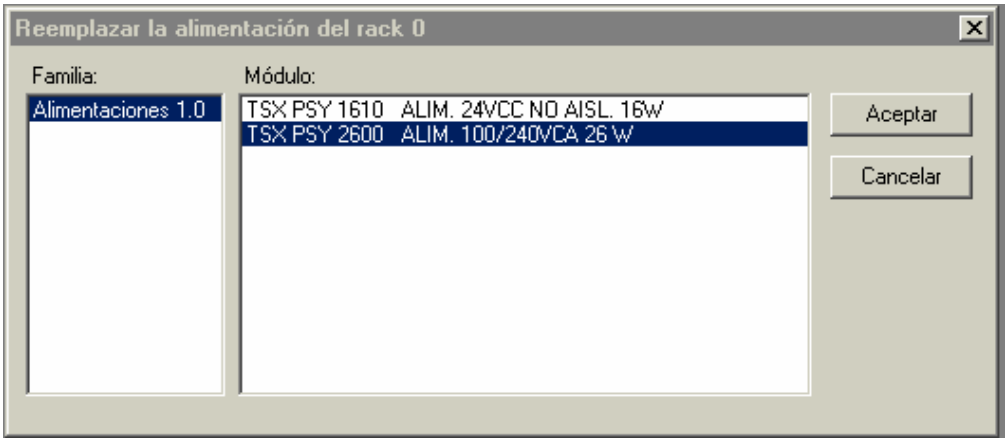


Figura 22: Módulo de alimentación del autómata.

Podemos ver, que el autómata Premiun, no solo presenta la posibilidad de incorporar elementos en los cuatro racks, sino que se puede ampliar hasta un total de 16, que se comunican por bus (Fipio). Estos módulos pueden estar distribuidos por toda la instalación, módulos de extensión remota. Pero nosotros no los vamos a utilizar en esta estación, así que no entraremos en detalles.

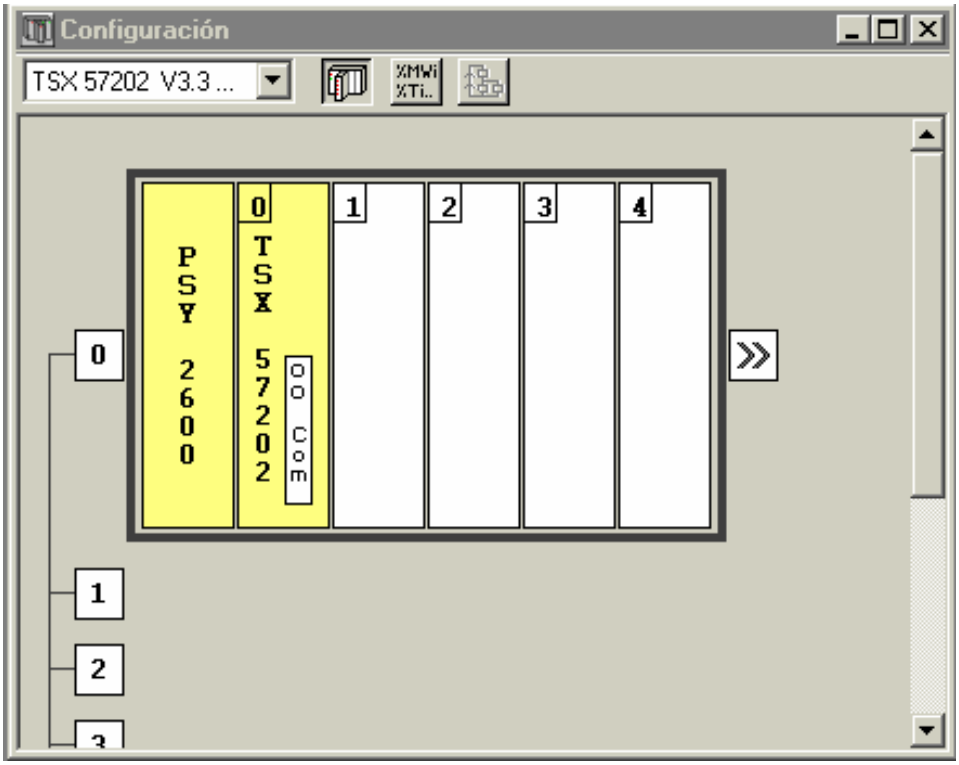


Figura 23: Configuración de los módulos del autómata.

Lo primero que vamos ha añadir son los módulos de entrada y salida que tenemos instalados en el autómata de la estación 2. Para añadir los módulos, hacemos doble click en la

zona del rack que esta colocado. Al hacer esto sobre la zona del rack uno, obtendremos una lista con los módulos que podemos instalar. En este rack no solo se pueden instalar salidas o entradas digitales (todo o nada), también podemos instalar módulos pertenecientes a la familia de contaje, comunicación, etc.. Nosotros utilizamos un módulo todo o nada, *TSX 32D2K*, que es de 32 entradas cuya conexión se realiza por medio de conector.

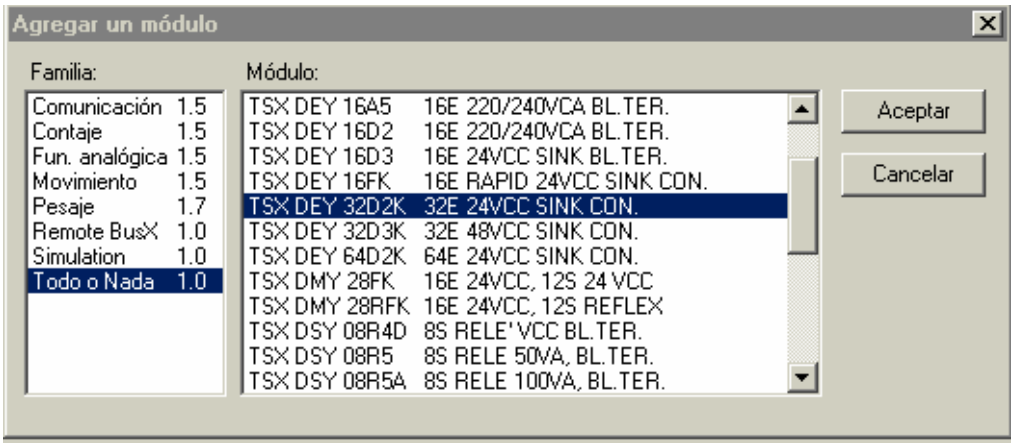


Figura 24: Selección del módulo de entradas del primer rack.

El siguiente módulo que tenemos que instalar es de las salidas digitales. Para ello, igual que antes, hacemos doble click en el siguiente rack, el 2. Al igual que antes, nos aparecerá una lista donde tendremos que seleccionar no solo el módulo, sino la familia a la que pertenece, que puede ser entradas / salidas analógicas y digitales, de contaje, etc. Nosotros elegimos un módulo de 32 salidas todo o nada a conector, el *TSX DSY 32T2K* como el de la figura siguiente.

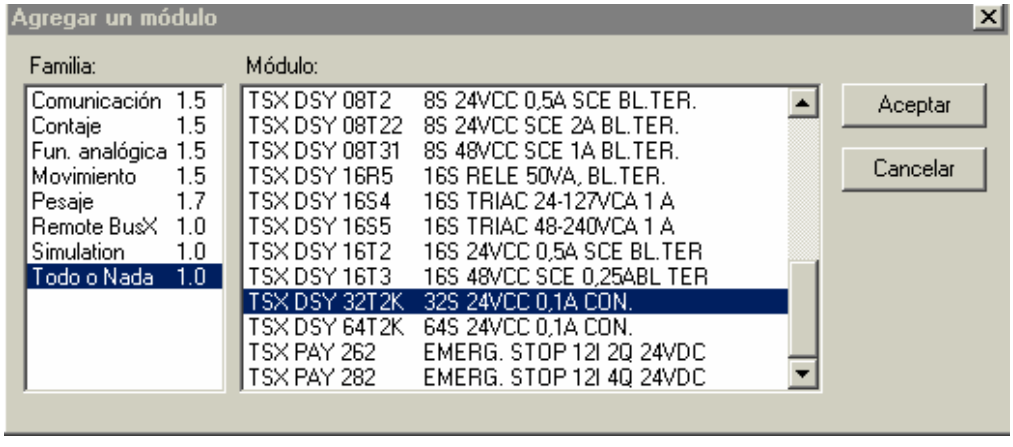


Figura 25: Selección del módulo de salidas para el segundo rack.

El siguiente módulo que debemos de configurar es el módulo de control del motor paso a paso. Este módulo esta instalado en el rack 4, así que como ya sabemos, mediante doble click seleccionamos el módulo *CFY 11* tal y como se indica en la siguiente figura:

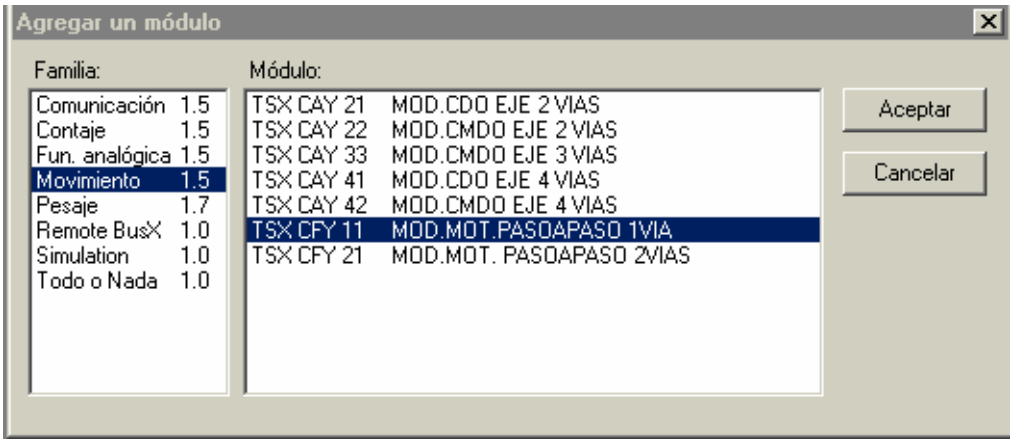


Figura 26: Módulo del paso a paso para 1 vía.

Una vez elegido el módulo, hay que configurarlo correctamente. El módulo dispone de 1 vía, que es denominada por el módulo como vía 0. En este capítulo, se muestra la configuración correcta de la tarjeta, si se quiere profundizar más sobre este tema, consultar el anexo adjunto a este manual.

Accedemos al módulo, y seleccionamos la función de posicionamiento de la vía 0:

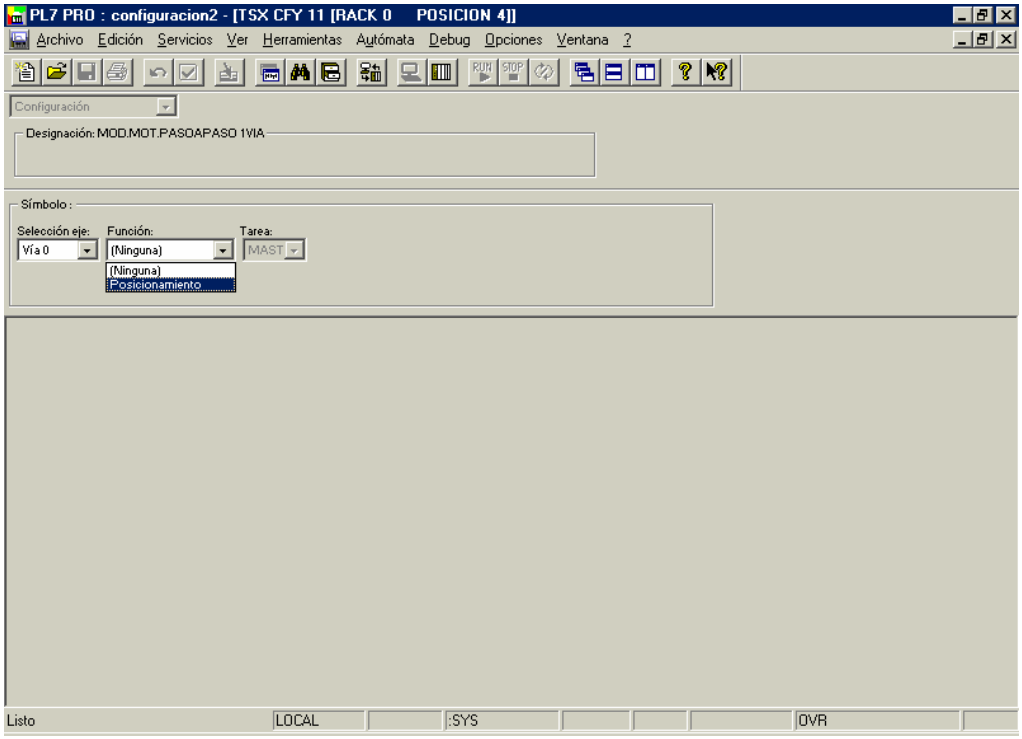


Figura 27: Acceso a la configuración del posicionamiento del eje.

Una vez seleccionada la función de posicionamiento del eje, nos aparecerá una pantalla donde introduciremos los parámetros de configuración. También desde esta pantalla se puede acceder a los parámetros de ajuste, pero este punto se abordará más adelante.

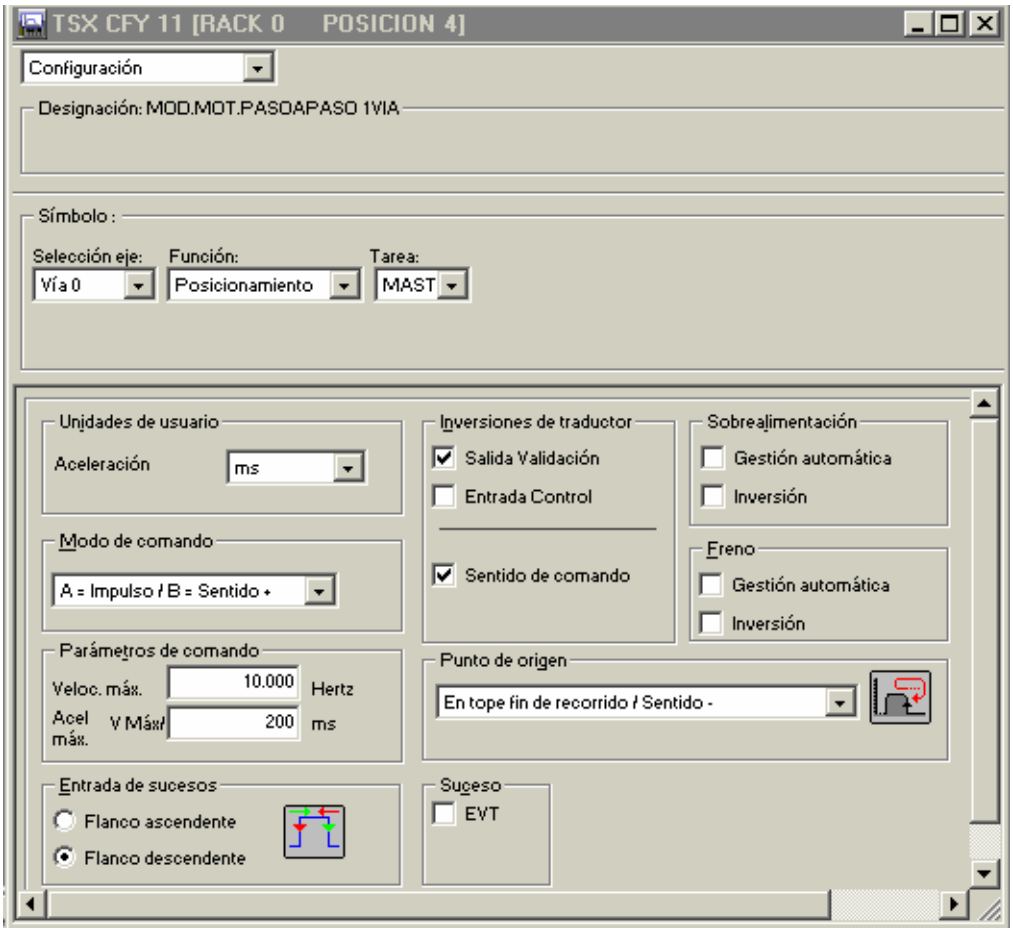


Figura 28: Parámetros de configuración de autómata.

En esta pantalla, como vemos, podemos cambiar las unidades de velocidad y aceleración entre msg. y Hz., también podemos ajustar la velocidad máxima de la vía y la aceleración máxima, el flanco activa para detectar los pulso, así como va ha ser la toma de origen. También podemos ajustar otros parámetros, como el sentido y el modo de comando o el uso del comando de freno.

Después accedemos a la pantalla de ajuste, estamos en la de configuración, y nos encontramos con la pantalla de la figura 40. Aquí puede ajustar los topes inferior y superior del eje, en impulsos, la velocidad en modo manual, la salida en modo freno, así como otros datos del trayecto que realiza el eje.

En modo conectado, también podemos acceder a otra pantalla, que será la de depuración. Desde esa pantalla, se podrá cambiar el modo de funcionamiento del eje (puede funcionar en automático, en manual, o estar desconectado), también se puede acceder a la pantalla de visualización de fallas, y otros parámetros. Aquí no se explicará nada más sobre la

configuración de este módulo, pues puede resultar bastante extenso y complicado. Como hemos dicho antes, el que quiera profundizar en el tema, puede leer el anexo o bien el manual de la estación 5.

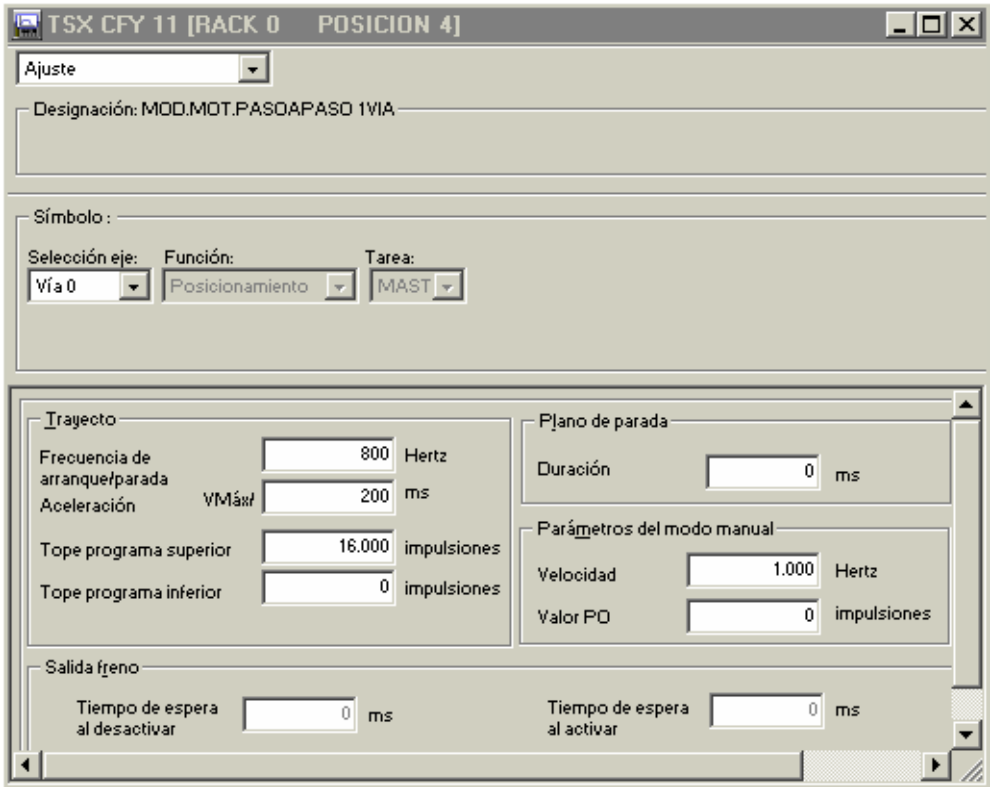


Figura 29: Parámetros de ajuste del eje.

A continuación, vamos a configurar el módulo de comunicaciones del autómata, para ello pulsamos con doble click sobre la ranura estrecha que se encuentra en el módulo cero, y así accederemos a la configuración de la comunicación por red Fipway y enlace Uni-Telway. El autómata posee dos vías de comunicaciones, la vía 0, y la vía 1.

En la vía 0 se configura como enlace Uni-Telway, también podría utilizarse en modo caracteres. En esta pantalla se define la velocidad de transmisión, así como la paridad y si el autómata actuara como esclavo o como maestro. En nuestro caso podemos utilizar esta vía para comunicar con Magelis y con los Pc´s (fue el primer modo de conexión utilizado para trabajar sobre la célula).

Seleccionaremos una velocidad de 9600 bits/seg., paridad impar y seleccionaremos el autómata como maestro con un número máximo de esclavos de 8, y el tiempo el predeterminado a 30 ms.

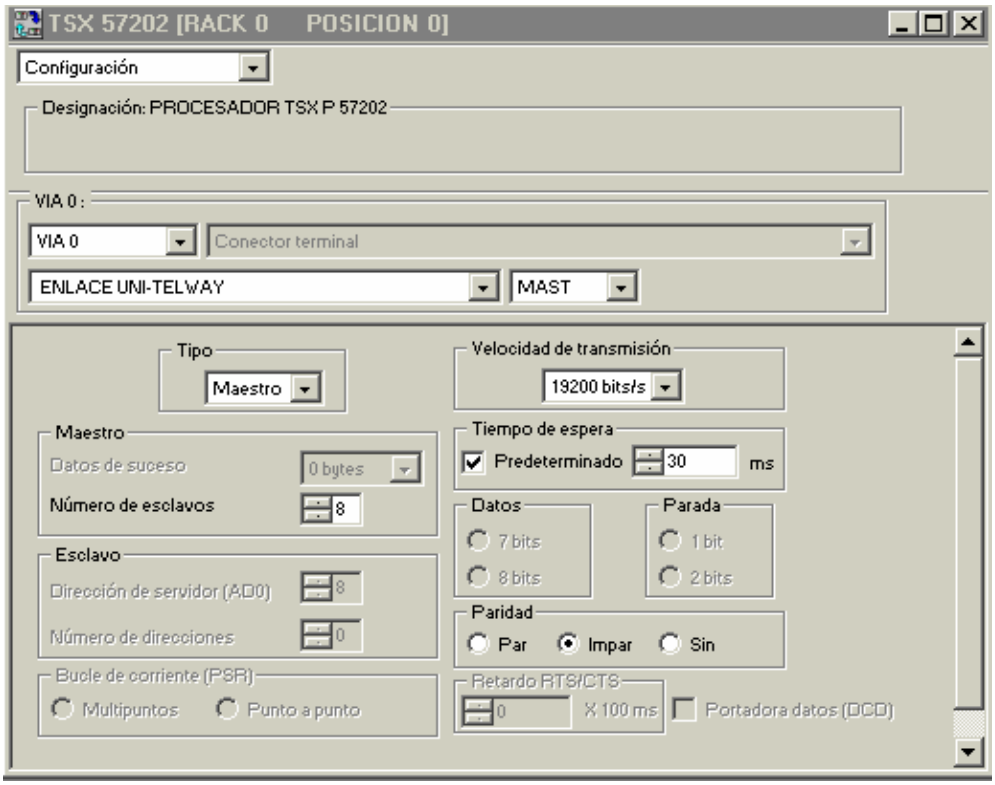


Figura 30: Pantalla de configuración de la vía 0.

Una vez configurada la vía 0, pulsamos en el menú desplegable de vía 0 y seleccionamos la vía 1. Esta posición esta vacía, así que añadimos una tarjeta PCMCIA tipo Fipway TSX FPP 20.

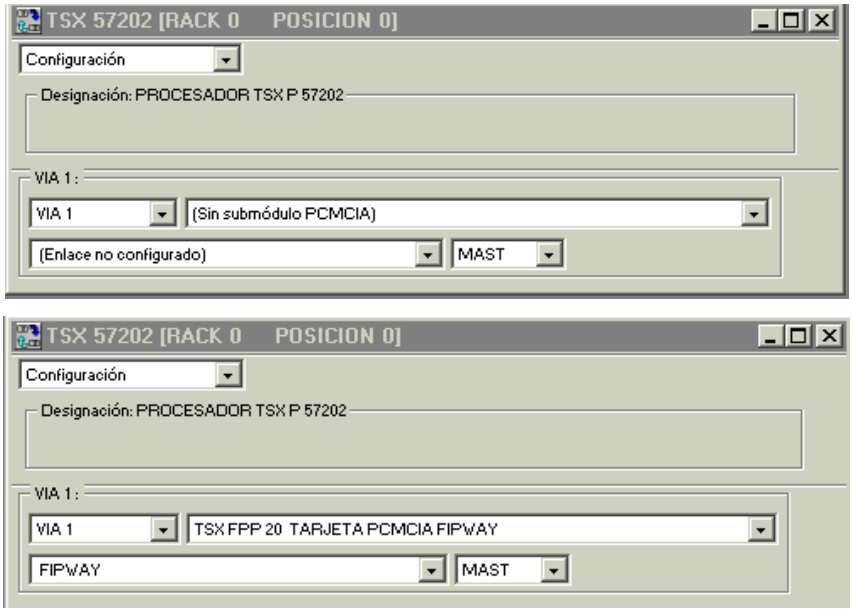


Figura 31: Selección de la Fipway.

Dentro de la pantalla de configuración Fipway, podemos seleccionar la opción de usar telegramas para comunicarse con otras estaciones conectadas a la red. Esta opción no la

hemos implementado en la célula. La forma de comunicar datos comunes entre las estaciones es por medio de tabla compartida. Esta tabla tiene una longitud máxima de 128 palabras, que se comparten entre las estaciones. Cada autómata puede escribir en un número de palabra limitado, máximo 32, y en el resto solo puede leer. Esta tabla reside en todos los autómatas conectados a la red Fipway, la cual garantiza, sin ningún programa de aplicación una actualización de los datos de 25 veces por segundo.

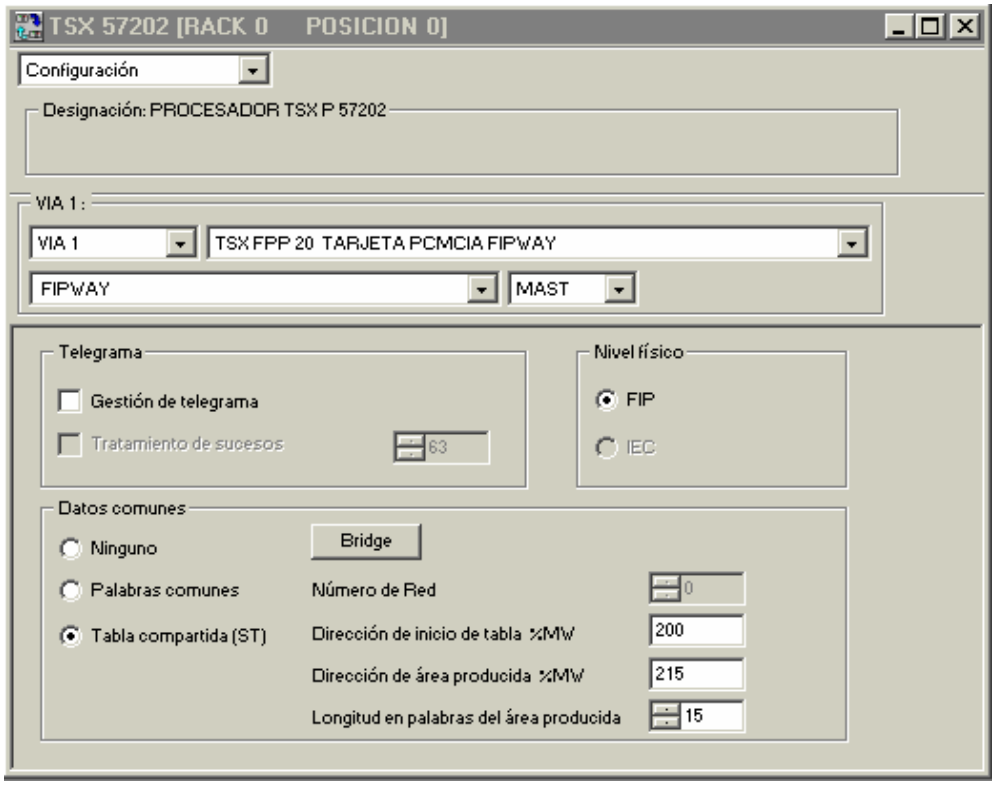


Figura 32: Pantalla de configuración de la Fipway.

La tabla compartida de la célula de fabricación, comienza en la dirección %MW200, dirección de inicio de la tabla para todos los autómatas. La dirección de área producida, que es la dirección donde va ha comenzar a escribir la estación, se pone siguiendo el orden de la red Fipway, y puesto que la estación 1 es la primera en la red, le corresponde comenzar en la misma dirección que la tabla, %MW200 y escribe en 15 palabras. Así pues, en la estación 2 comenzaremos a escribir en la %MW215. La longitud en palabras del área producida es el número de palabras que escribe en la tabla la estación actual. En este caso es de 15 palabras. En otras estaciones será diferente.

Una vez insertados todos los módulos que tiene el autómata, el aspecto que presenta el menú de configuración del PL7 es el siguiente:

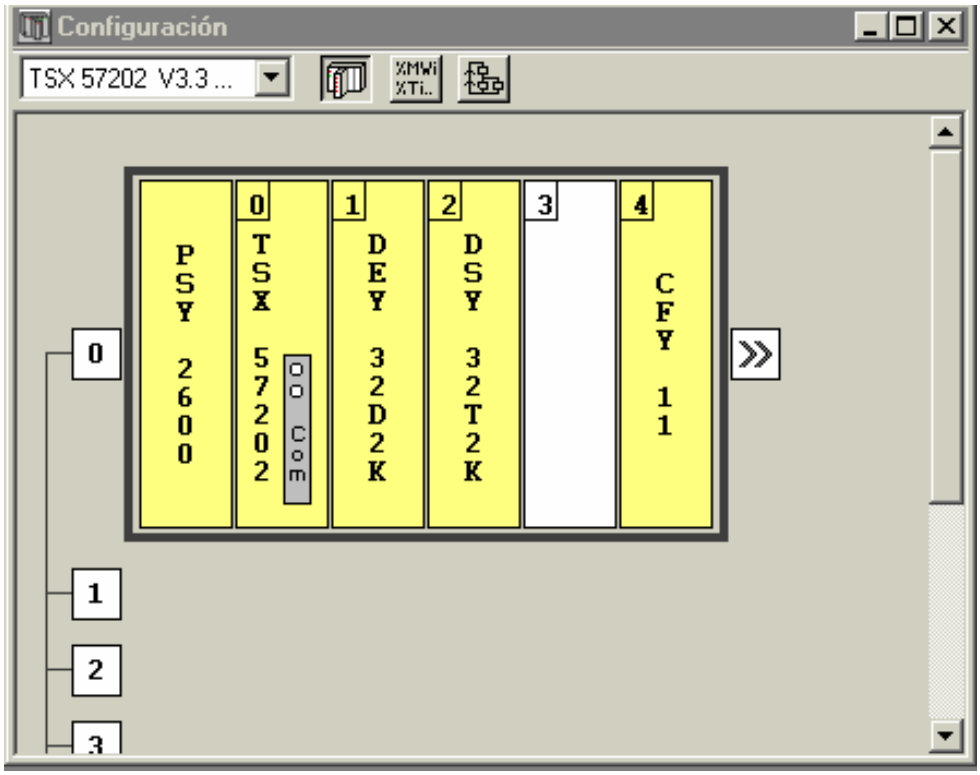


Figura 33: Configuración del autómata después de añadirle todos los módulos.

En el módulo del procesador, así como en el de entradas y salidas, también pueden ser configurados. Si hacemos un doble click sobre las entradas digitales podemos observar un menú en el que podemos elegir la alimentación. Es conveniente desactivar la alimentación de la parte de entradas que no se utiliza. Esto también ocurre con las salidas, y también es conveniente no activar la parte no usada. El módulo de salidas puede darnos un error hardware (durante la ejecución del programa), que no tendremos en cuenta.

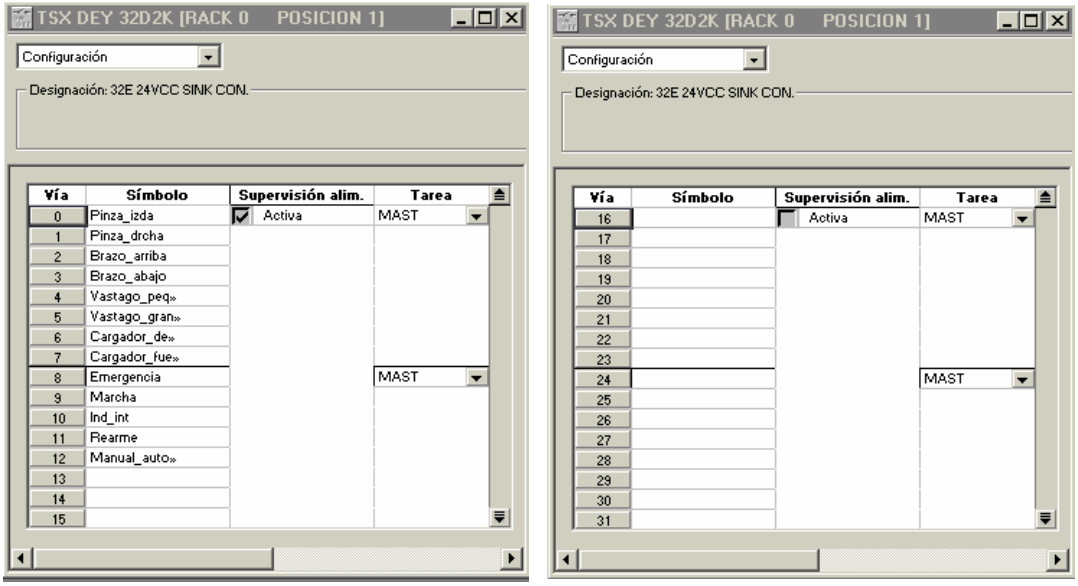


Figura 34: Configuración de las entradas.

también el procesador puede ser configurado, tal y como se muestra a continuación:

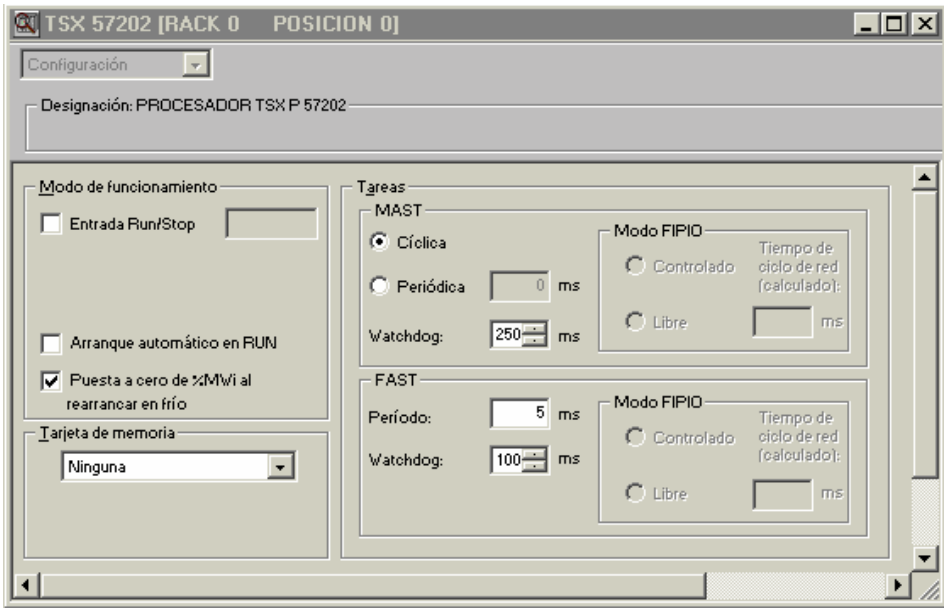


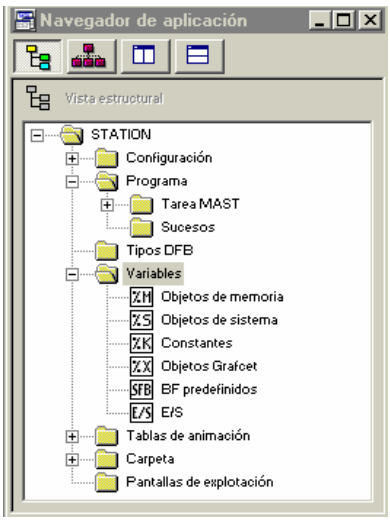
Figura 35: Imagen de la pantalla de configuración del procesador.

Una vez configurado esto, ya tenemos la configuración hardware completa, así pues, pulsamos la tecla de verificación, que hay que pulsarla para salir de todas las pantallas de configuración, y aceptamos la recongifuración global.

Ahora ya podemos comenzar a programar la estación, pero antes, sería conveniente definir las variables con la que vamos a trabajar para realizar la aplicación, tal y como se muestra en el siguiente apartado.

3.2. Definición de variables.

Para facilitar la tarea del programador se utilizan símbolos. Esto consiste en asignar a cada entrada, salida, palabra de memoria, temporizador o cualquier elemento que se utiliza para realizar un programa un nombre que este relacionado con el objeto y nos sea fácil de recordar. Comenzaremos por aplicar símbolos a las entras y salidas. Para ello, vamos al navegador de aplicaciones y desde ahí pulsamos sobre E/S para acceder a la pantalla de entradas y salidas.



Al pulsar dos veces sobre el icono de E/S nos aparecerá una pantalla donde podemos introducir los símbolos. En primer lugar hay que seleccionar el módulo en el cual están las entradas y salidas a las que les queremos dar un nombre.

En nuestro caso son los módulos cero, uno, dos y cuatro. Hay que hacer notar, que no solo aparecen las entradas y salidas propiamente dichas, sino que también todas las entradas y salidas adicionales. Así que también se puede aplicar símbolos a los bits de falla de cada uno de los módulos y de cada una de las entradas y salidas. Estos bits se distinguen por tener una terminación .ERR.

Para los módulos uno y dos, como ya tenemos definidos los nombre que vamos a aplicar a las entradas y salidas, introducimos su símbolo para cada una de ellas, siguiendo el orden que aparece en el cuadro del apartado 3.3.

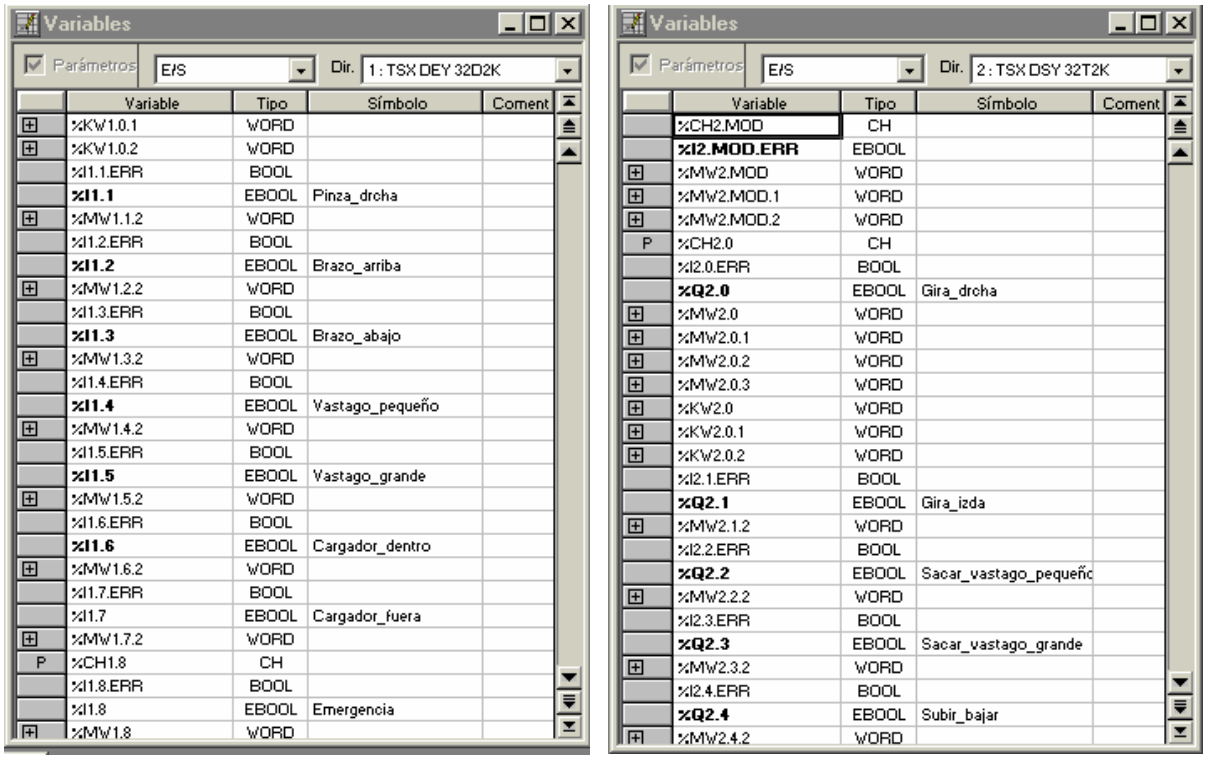
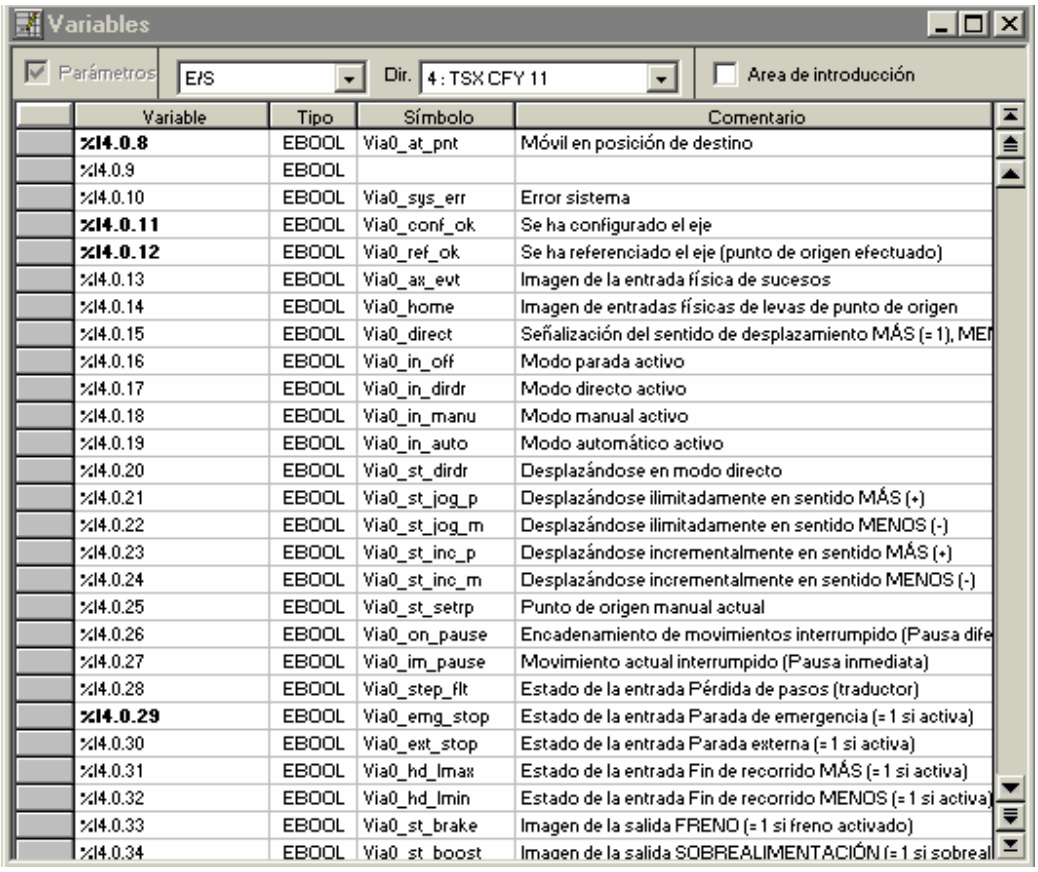


Figura 36: Pantallas de definición de las variables del módulo de entradas y salidas.

En el módulo cero, no hay que introducir símbolos, pero en el módulo cuatro. Pero esta tarea ya ha sido realizada, y los símbolos que conciernen al motor paso a paso, ya se encuentran introducidos.

También es conveniente dar símbolos a los bits y palabras que vamos a utilizar durante la realización del programa. Para ello, igual que antes vamos al navegador de aplicaciones y sobre el icono de objetos de memoria entramos a las palabras que forman la memoria del autómata. Dentro de esta pantalla, en un menú desplegable, podemos seleccionar la parte de la memoria a la que queremos aplicar símbolos, bits, bytes, words, dobles words y real.

Cuando una variable aparece en negrita, quiere decir que se encuentra utilizada en el programa, cosa que no ocurre si no esta en negrita.



Variable	Tipo	Símbolo	Comentario
%I4.0.8	EBOOL	Via0_at_pnt	Móvil en posición de destino
%I4.0.9	EBOOL		
%I4.0.10	EBOOL	Via0_sys_err	Error sistema
%I4.0.11	EBOOL	Via0_conf_ok	Se ha configurado el eje
%I4.0.12	EBOOL	Via0_ref_ok	Se ha referenciado el eje (punto de origen efectuado)
%I4.0.13	EBOOL	Via0_ax_evt	Imagen de la entrada física de sucesos
%I4.0.14	EBOOL	Via0_home	Imagen de entradas físicas de levas de punto de origen
%I4.0.15	EBOOL	Via0_direct	Señalización del sentido de desplazamiento MÁS (=1), MEI
%I4.0.16	EBOOL	Via0_in_off	Modo parada activo
%I4.0.17	EBOOL	Via0_in_dirdr	Modo directo activo
%I4.0.18	EBOOL	Via0_in_manu	Modo manual activo
%I4.0.19	EBOOL	Via0_in_auto	Modo automático activo
%I4.0.20	EBOOL	Via0_st_dirdr	Desplazándose en modo directo
%I4.0.21	EBOOL	Via0_st_jog_p	Desplazándose ilimitadamente en sentido MÁS (+)
%I4.0.22	EBOOL	Via0_st_jog_m	Desplazándose ilimitadamente en sentido MENOS (-)
%I4.0.23	EBOOL	Via0_st_inc_p	Desplazándose incrementalmente en sentido MÁS (+)
%I4.0.24	EBOOL	Via0_st_inc_m	Desplazándose incrementalmente en sentido MENOS (-)
%I4.0.25	EBOOL	Via0_st_setrp	Punto de origen manual actual
%I4.0.26	EBOOL	Via0_on_pause	Encadenamiento de movimientos interrumpido (Pausa dife
%I4.0.27	EBOOL	Via0_im_pause	Movimiento actual interrumpido (Pausa inmediata)
%I4.0.28	EBOOL	Via0_step_flt	Estado de la entrada Pérdida de pasos (traductor)
%I4.0.29	EBOOL	Via0_emg_stop	Estado de la entrada Parada de emergencia (=1 si activa)
%I4.0.30	EBOOL	Via0_ext_stop	Estado de la entrada Parada externa (=1 si activa)
%I4.0.31	EBOOL	Via0_hd_lmax	Estado de la entrada Fin de recorrido MÁS (=1 si activa)
%I4.0.32	EBOOL	Via0_hd_lmin	Estado de la entrada Fin de recorrido MENOS (=1 si activa)
%I4.0.33	EBOOL	Via0_st_brake	Imagen de la salida FRENO (=1 si freno activado)
%I4.0.34	EBOOL	Via0_st_boost	Imagen de la salida SOBREALIMENTACIÓN (=1 si sobreali

Figura 37: Símbolos del módulo control del paso a paso.

3.3. Realización del programa de la estación.

Una vez configurada correctamente la estación, y definidas las variables que vamos a utilizar, ya podemos comenzar a realizar el programa que introduciremos es la máquina. En este apartado no se pretende dar el programa que debe introducirse en la estación 2, encargado del montaje de componentes, sino que se darán unas recomendaciones y una serie de claves para seguir mientras sé este desarrollando el programa. La programación de esta estación resulta diferente al resto, e incluso más complicada, debido al eje, por esto es importante seguir todos los pasos que se dan en este manual.

3.3.1. Estructura del programa.

A la hora de programar, es importante seguir una estructura fija para todas las aplicaciones que se vallan a realizar, y dentro de los autómatas de Modicon Telemecanique, esto resulta

sencillo, puesto que el software de programación se divide en tres módulos (siempre que utilicemos Grafcet), el módulo preliminar, el módulo Grafcet y el módulo posterior. El acceso a estos módulos es diferente que en un autómata micro. En primer lugar, pulsamos sobre la carpeta tarea Mast, y en seleccionamos la carpeta secciones. Después pulsamos con el botón derecho del ratón y nos aparecerá un menú. Seleccionamos la opción de crear una nueva aplicación. Esto puede verse en la figura.

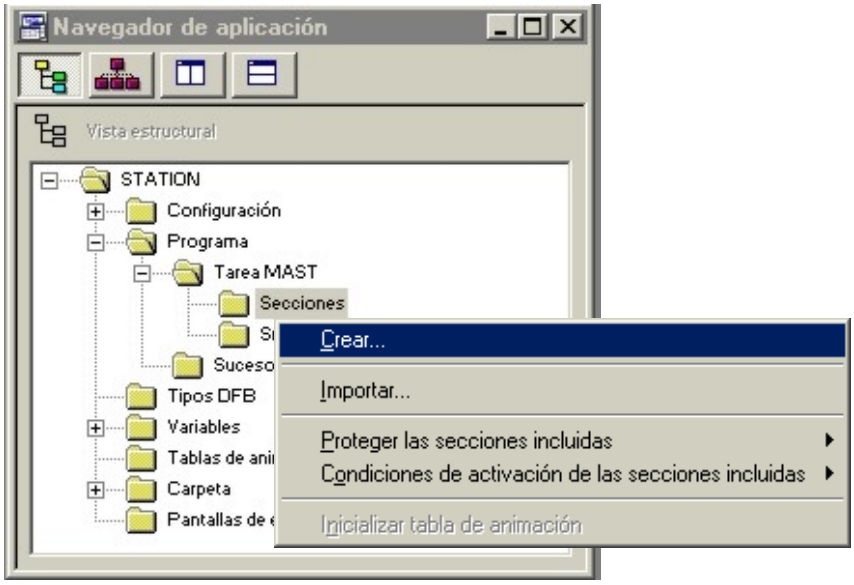


Figura 38: Crear una aplicación.

Antes de crear la sección nos aparecerá una pantalla donde podremos dar un nombre a nuestra aplicación y seleccionar el lenguaje de programación que vamos a utilizar. En nuestro caso, seleccionaremos G7, que corresponde al Grafcet. Después aceptamos, y se creará la aplicación.

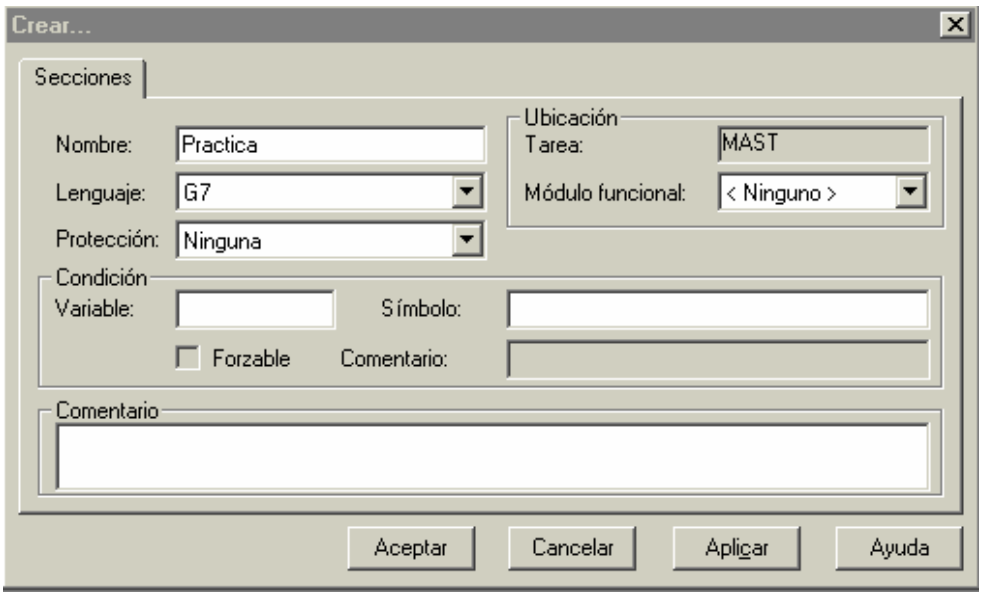


Figura 39: Configuración de una nueva sección.

Ahora podemos acceder a los módulos preliminar, Grafcet y posterior desde el navegador de aplicaciones. A continuación vamos a describir y detallar los contenidos aconsejados que deben incluirse en cada uno de los módulos:

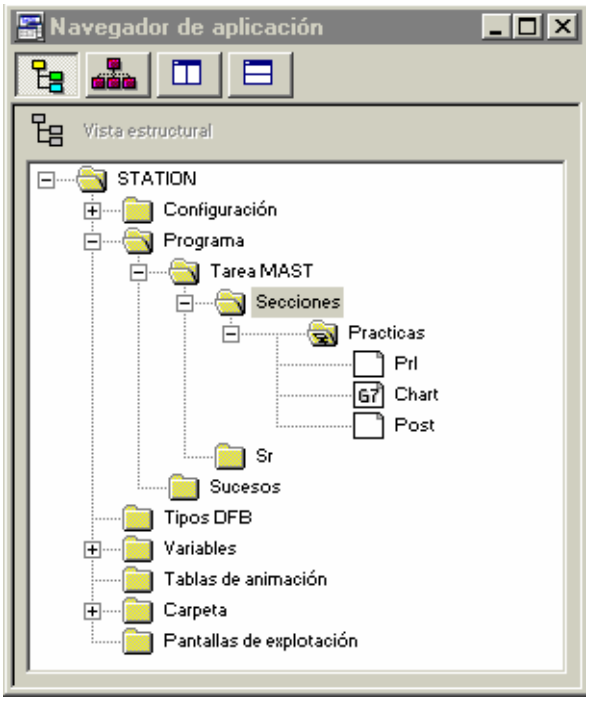


Figura 40: Navegador de aplicaciones.

3.3.1.1. Módulo Preliminar (Prl).

Puede programarse en lista de instrucciones, lenguaje de contactos o literal estructurado (recomendado). Es el primer módulo que tratará el autómata al comenzar a realizar la tarea maestra. En este módulo se trataran la:

i. Detención de fallos de la parte operativa y parte de mando.

ii. Gestión de la parada de emergencia.

iii. Gestión del rearme de la máquina.

iv. Comunicación con terminales de explotación y sistemas Scada.

v. Gestión de los pedidos.

vi. Gestión de la tabla compartida.

3.3.1.2. Módulo Grafcet (Chart).

Este módulo se programa en Grafcet. Este lenguaje esta basado en las redes de Petri, y es una implementación programada de etapas. Su nombre deriva de gráfico de etapa-transición. Este módulo ocupa el segundo lugar en la tarea maestra. En él, obviamente, se programan los Grafcet de la aplicación, que pueden ser:

i. Grafcet de producción normal automática.

ii. Grafcet de conducción o mando.

iii. Grafcet de test de la máquina.

iv. Grafcet de retorno automático a la posición inicial.

3.3.1.3. Módulo Posterior (Post).

Se puede programar en lista de instrucciones, lenguaje de contactos o literal estructurado (recomendado). En este módulo se programan la activación de las salidas del autómata, y ocupa el tercer lugar en la realización dentro de la tarea maestra. Deben incluirse en él:

i. Programación de las salidas del autómata.

ii. Programación de los mandos manuales.

También se podrían programar ciertas salidas en las etapas del Grafcet, pero lo más normal y aconsejable es hacerlo en este módulo.

3.3.2. Ejercicio de programación.

Una vez adquirido el conocimiento suficiente sobre el proceso a automatizar y los elementos con los que contamos para ello, llega el momento de ponerlo en practica. Para ello, se realizará un programa que automatizará la estación 2.

Hay que leer todo el manual antes de realizar la practica, para saber la forma de cargar los programas y los posibles errores y problemas que nos puedan surgir.

3.3.2.1. Enunciado.

Para realizar la realización de la practica, se cargará el archivo "***estación2practicas"*** que contiene una configuración del autómata, así como pantallas de animación para facilitar la realización de la practica. También incluye este programa subrrutinas, con los movimientos del eje, así como con la configuración del mismo y con la programación de las cajas de diálogo utilizadas en las pantallas de explotación. Estas subrrutinas no debe modificarse, ya que no se podrían visualizar mensajes, y son absolutamente necesarias para la configuración del eje. También tiene el programa una etapas Grafcet programadas, en las cuales se configura el módulo. Es a partir de estas etapas donde se comenzará a desarrollar el programa. Hay que tener cuidado con las etapas iniciales que se crean en el programa.

Es conveniente revisar la configuración hardware de la estación puesto que puede incluir errores. En las pantallas de explotación encontraremos mandos que servirán para realizar los movimientos manuales y los pedidos, como veremos posteriormente.

Es absolutamente necesario leer todo el enunciado, así como el mapa de memoria y la descripción de entradas / salidas, además el apartado dedicado a las pantallas de explotación antes de comenzar la práctica. Especialmente importante en esta practica, leer los consejos de programación.

3.3.2.1.1. Ejercicio 1.

Programar el control manual de la estación.

Para ello, se utilizaran los mandos manuales que tenemos programados en una de las pantallas de explotación (PDE).

Se programara el módulo Post con las salidas, incluidas los movimientos del eje, y también la activación de la emergencia, tanto el mando de la PDE como la seta de emergencia así como el rearme desde botonera y desde PDE lógicamente.

La descripción de las salidas se da en el apartado **4.3.2.2.**. Los mandos manuales están especificados en el apartado **4.3.2.3.**.

Los comandos que hay que enviarle al eje se describen en el apartado **4.3.2.4.**

3.3.2.1.2. Ejercicio 2.

Programar el control automático de la estación 2. Se utilizará una pantalla para lanzar las órdenes que correspondan a la estación. Se dispone de tres ordenes diferentes, una para poner émbolo grande y muelle, otra para poner émbolo pequeño y muelle, y otra para poner solamente un muelle.

El desarrollo del proceso es como sigue.

Al llegar un palet frente a la estación, damos una orden a el autómata. Este se dispone a realizarla. En primer lugar, para colocar el émbolo, siempre que estemos en la posición de reposo, posicionamos el tambor de émbolos de forma que quede fuera el deseado, bien grande o bien pequeño. No solo debe de estar fuera, sino que ha debido de ser cargado, entonces quizás haya que girar dos veces el tambor.

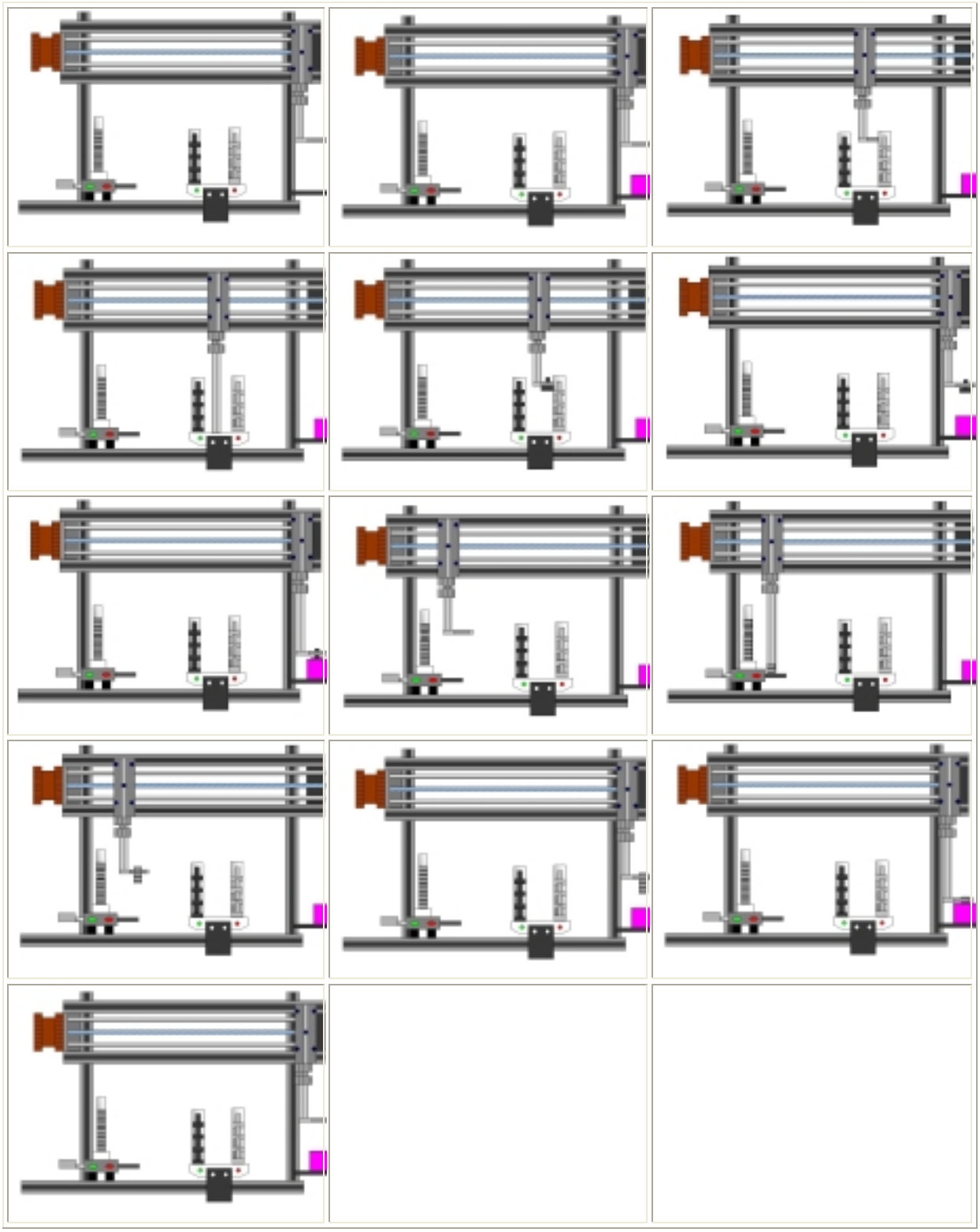
Después mandamos una orden de movimiento al eje para que se posiciones en el lugar deseado, un comando para cada émbolo, como ya veremos. Cuando el eje este en el punto deseado, giramos la pinza hacia la derecha, y después la bajamos. Cuando llegue abajo, cerramos la pinza, capturando así el émbolo pedido. Después subimos y giramos hacia la izquierda.

Ahora hay que colocar el eje en el origen, así que mandamos un comando de movimiento para colocarlo sobre el palet, origen. Una vez allí, bajamos el brazo y soltamos el émbolo.

Ahora tendremos que colocar el muelle. El proceso es igual que para el émbolo.

Primero sacamos un muelle, y después mandamos el eje hasta la posición de muelles. Una vez allí, giramos la pinza, y bajamos. Cuando lleguemos abajo, cerramos la pinza, y sujetamos el muelle. Después subimos y giramos, y mandamos el eje hacia la posición de reposo. Cuando lleguemos a estar sobre el palet, bajamos la pinza y soltamos el muelle, quedando colocado el muelle sobre el émbolo. Con esto terminan los movimientos para realizar la orden. Si solamente debemos colocar el muelle, nos saltaremos la primera parte.

Para comprende mejor los movimientos, seguir el siguiente cuadro.



Cuadro 7: Posiciones de la máquina después de realizar los movimientos.

3.3.2.2. Descripción de entradas y salidas.

Aquí se mostraran de manera agrupada y resumida cada una de las entradas y salidas que utiliza el autómata y que se hay descrito anteriormente con detalle. Solamente se describen las

salidas neumáticas, no están las salidas del módulo paso a paso. Ago parecido ocurre con las entradas del módulo paso a paso, que no se describen en esta tabla.

3.3.2.2.1. Salidas.

VARIABLES	SIMBOLO	COMENTARIO
%Q 2.0	Gira_drcha	Al activarla la pinza gira hacia la derecha. Al desactivarla no cambia.
%Q 2.1	Gira_izda	Al activarla la pinza gira hacia la izquierda. Al desactivarla no cambia.
%Q 2.2	Coger_vastago_pequeño	Al activarla el tambor de émbolos gira colocando un embolo grande en la salida. Al desactivarla no cambia.
%Q 2.3	Coger_vastago_grande	Al activarla el tambor de émbolos gira colocando un embolo pequeño en la salida. Al desactivarla no cambia.
%Q 2.4	Subir_bajar	Al activarla baja la pinza. Al desactivarla sube.
%Q 2.5	Coger_muelle	Al activarla metemos el cargador de muelles. Al desactivarla sale el cargador, sacando a su vez un muelle.
%Q 2.6	Pinza	Al activarla cerramos la pinza. Al desactivarla la abrimos.

Cuadro 8: Descripción y símbolos de las salidas del autómata.

3.3.2.2.2. Entradas.

VARIABLES	SIMBOLO	COMENTARIO
%I 1.0	Pinza_izda	Se activa al llegar o estar la pinza en la izquierda.
%I 1.1	Pinza_drcha	Se activa al llegar o estar la pinza en la derecha.
%I 1.2	Brazo_arriba	Se activa al llegar o estar el brazo arriba.
%I 1.3	Brazo_abajo	Se activa al llegar o estar el brazo abajo.
%I 1.4	Vastago_pequeño	Se activa al llegar o estar la pinza arriba.
%I 1.5	Vastago_grande	Se activa al llegar o estar un émbolo grande fuera.
%I 1.6	Cargador_dentro	Se activa al llegar o estar el cargador dentro
%I 1.7	Cargador_fuera	Se activa al llegar o estar el cargador de muelles fuera.
%I 1.8	Emergencia	Seta de emergencia. Se activa al pulsarla.
%I 1.9	Marcha	Pulsador de marcha.
%I 1.10	Ind_int	Interruptor para seleccionar el modo de funcionamiento.
%I 1.11	Rearme	Pulsador de rearme.
%I 1.12	Manual_automatico	Interruptor para seleccionar el modo de funcionamiento.

Cuadro 9: Descripción y símbolos de las entradas del autómata.

3.3.2.3. Mapa de memoria.

Para realizar el programa vamos a acotar la memoria que podemos utilizar. Como ya sabemos, la tabla compartida comienza en la dirección %MW200 y termina en la %MW327. De esta parte de la memoria de nuestro autómata, nosotros, estación 2, solamente podemos escribir en las primera 15 palabras, es decir de la %MW215 a la %MW229, y leer el resto. Además las palabras que tengamos que utilizar para realizar el programa, las cogeremos en el margen que va desde la %MW50 hasta la %MW90. Los bits de memoria que utilicemos, los cogeremos dentro del margen que va desde la %M101 hasta el %M180. El resto de memoria no la utilizaremos. La %M100 ya está utilizada.

También hay que tener presente la tabla con las entras y salidas que el autómata tiene, así como el símbolo que le hemos asociado.

VARIABLES	SIMBOLO	COMENTARIO

Palabras utilizadas en el programa, para las PDE, ya programadas.

%MW 50	Codificación del estado del pedido efectuado a la estación. Se usa en las pantallas de explotación	Solamente se usa en la subrrutina 4 que ya esta programada.
%MW 52	Codificación de las emergencias que puede darse en la estación. Se usa en las PDE.	Se utiliza en la subrrutina 4 para identificar la emergencia.

Bits de memoria que vamos a utilizar como mandos:

Mandos manuales para movimientos y diferentes modo de funcionamiento desde PDE:		
%M 160	Modo_manual_mando	Pulsador
%M 161	Modo_automatico_mando	Pulsador
%M 162	Modo_test_mando	Pulsador
%M 163	Emergencia_mando	Tecla pulsar/pulsar
%M 164	Rearme_mando	Pulsador
%M 165	Gira_drcha_mando	Pulsador
%M 166	Gira_izda_mando	Pulsador
%M 167	Sacar_vastago_pequeño_mando	Pulsador
%M 168	Sacar_vastago_grande_mando	Pulsador
%M 169	Subir_bajar_mando	Tecla pulsar/pulsar

%M 170	Sacar_muelle_mando	Tecla pulsar/pulsar
%M 171	Pinza_mando	Tecla pulsar/pulsar
%M 172	Eje_a_posicion_reposo_mando	Pulsador
%M 173	Eje_a_posicion_pequeño_mando	Pulsador
%M 174	Eje_a_posicion_grande_mando	Pulsador
%M 175	Eje_a_posicion_muelle_mando	Pulsador
Mandos para realizar pedidos desde PDE:		
%M 176	Poner_embolo_grande_y_muelle	Pulsador
%M 177	Poner_embolo_pequeño_y_muelle	Pulsador
%M 178	Poner_muelle	Pulsador

Bits de memoria y su símbolo utilizados para realizar el programa:

Las emergencias de la estación seran las siguientes y estarán como sigue:		
%M 140	Maxtiempo_eje_rep_embolo	Máximo tiempo de ir o venir el eje desde posición de reposo a posición de émbolos.
%M 141	Maxtiempo_eje_rep_muelle	Máximo tiempo de ir/venir el eje desde posición de reposo a posición de muelles.
%M 142	Maxtiempo_subir_bajar	Máximo tiempo de subir o bajar la pinza.
%M 143	Maxtiempo_sacar_embolo	Máximo tiempo en sacar un émbolo de cualquier tipo.
%M 144	Maxtiempo_girar	Máximo tiempo en girar la pinza de izda/drcha o al reves.
%M 145	Maxtiempo_sacar_muelle	Máximo tiempo en sacar un muelle.
%M 146	Fallo_interno	Suma (AND) de los bits de error de los módulos.
%M 147	Mando_emergencia	%M 147:=%M 163
%M148	Seta_emergencia	%M148:=I1.8
Otros bits que se usan son:		
%M 115	Bitmemoemergencia	Es el bit que usaremos para memorizar las diferentes emergencias y se activa al producirse alguna de estas.

%M 116	Emergencias	Es la suma (OR) de todas las emergencias que tenemos programadas. %M 115 **:=** %M 140 **OR** %M 141 **OR** %M 142 , etc
%M 117	Poniendo_embolo_grande	Hay que activarlo cuando comencemos a colocar un émbolo grande, y no se borra hasta que no terminamos el ciclo.
%M 118	Poniendo_embolo_pequeño	Hay que activarlo cuando comencemos a colocar un émbolo pequeño, y no se borra hasta que no terminamos el ciclo.
%M 119	Embolo_grande_puesto	Se activa cuando ponemos el émbolo grande.
%M 120	Embolo_pequeño_puesto	Se activa cuando ponemos el émbolo pequeño.
%M 121	Poniendo_muelle	Hay que activarlo cuando comencemos a colocar un muelle, y no se borra hasta que no terminamos el ciclo.
%M 122	Muelle_puesto	Se activa cuando ponemos el muelle.

Cuadro 10: Mapa de memoria de la aplicación de practicas.

Las etapas Grafcet (solo si implementamos guía GEMMA)que utilizaremos para cada modo de funcionamiento serán:

%X 0	Etapa inicial del grafcet automatico	Aunque no utilicemos guía GEMMA
%X 90	Modo manual	
%X 91	Modo automático integrado	
%X 92	Modo test	

Cuadro 11: Estados para realizar la practica con la guía GEMMA.

Estos bits son necesarios programarlos con estos símbolos, y en estas direcciones de memoria, para el correcto funcionamiento de las pantallas de explotación. Si nos dejamos de programar alguno de estos, habrá algo que no funcione correctamente, y la practica estará mal realizada. Todos los bits que sea necesario utilizar al realizar el programa se cogerán de la zona acotada anteriormente.

3.3.2.4. Módulo de control del eje paso a paso.

El módulo de control del eje paso a paso, TSX CFY 11, posee entradas y salidas, que se utilizan para recibir información y enviar ordenes o comandos al eje controlado. A continuación se expone una tabla con las salidas y entradas utilizadas en la programación y configuración del módulo.

ENTRADA	SIMBOLO	SIGNIFICADO
%I 4.0.1	Via0_done	Se activa si se han ejecutado todas las instrucciones.
%I 4.0.3	Via0_ax_ok	Su activación significa una ausencia de falla. Se pone a cero si se detecta la falla.
%I 4.0.4	Via0_hd_err	Se activa al detectarse una falla de hardware.
%I 4.0.8	Via0_at_pnt	Se activa al llegar el eje a su posición de destino.
%I 4.0.11	Via0_conf_ok	Su activación significa la correcta configuración del eje.
%I 4.0.12	Via0_ref_ok	Su activación significa la correcta referenciación del eje (punto de origen efectuado).
%I 4.0.29	Via0_emg_stop	Se pone a uno si se activa la parada de emergencia (conectada a la seta de emergencia).
%ID 4.0	Via0_pos	Indica la posición media del eje.
%ID 4.0.2	Via0_speed	Indica la velocidad media del eje.
SALIDA	**SIMBOLO**	**SIGNIFICADO**
%Q 4.0.5	Via0_set_rp	Orden de punto de origen manual.
%Q 4.0.8	Via0_stop	Comando de parada inmediata del eje.
%Q 4.0.9	Via0_ack_def	Orden de confirmación de fallas.
%Q 4.0.10	Via0_enable	Orden de validación del traductor.
%QW 4.0	Via0_mode_sel	Comando de selección del modo: OFF, DIRDRIVE, MANU, AUTO.

Cuadro 12: Entradas y salidas utilizadas del módulo de control paso a paso.

Muchas de estas entradas solamente se usan durante la configuración del eje, cosa que ya esta realizada en el programa de practicas. Efectivamente, en la subrrutina 4, nos encontramos la siguiente configuración:

```
(*SELECCIÓN DEL MODO DE FUNCIONAMIENTO DEL MÓDULO PASO A PASO*)
IF NOT %I4.MOD.ERR AND %I4.0.3 THEN
     SET %Q4.0.10;
END_IF;

IF %I4.0.11 AND %I4.0.12 AND NOT %M100 THEN
     %QW4.0:=3;
ELSE
     %QW4.0:=2;
END_IF;
```

Figura 41: Configuración del eje en el preliminar.

También en el Grafcet tenemos unas etapas dedicadas a la configuración del eje. Arriba tenemos la acción al activar y la acción continua de la etapa 82, izquierda y derecha respectivamente, y en la parte inferior las acciones de la etapa 83. En el centro aparecen las transiciones.

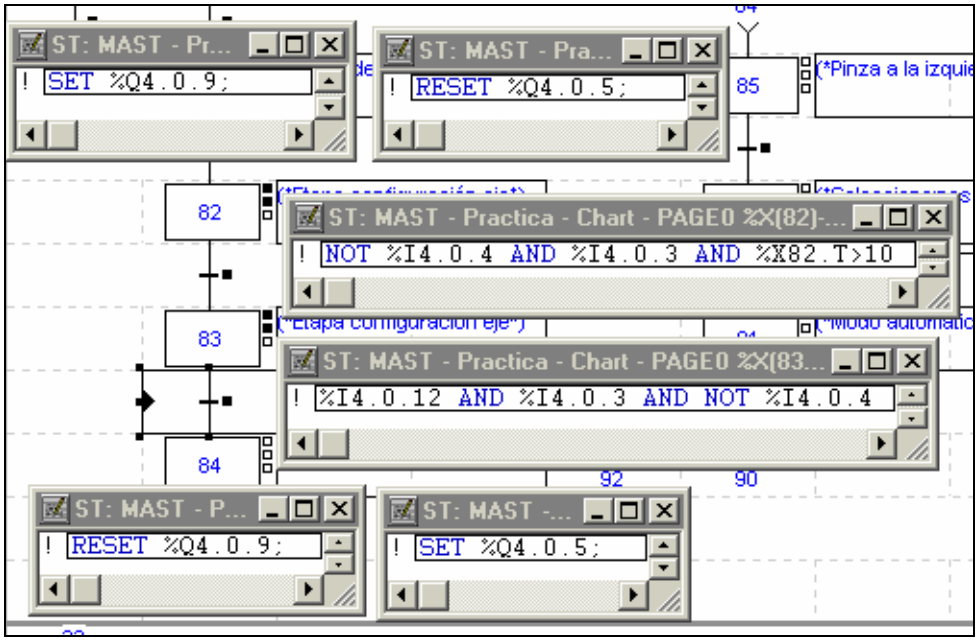


Figura 42: Configuración en el Grafcet del eje.

Aparte de la configuración, que ya esta programada, nosotros tenemos que programar los movimientos del eje. Para ello utilizamos la función Smove. Esta función puede programarse desde cualquier módulo y en cualquier lenguaje. La sintaxis de la función Smove es la siguiente:

SMOVE %CHxy.i(N_Run, G9_, G, X, F, M)

con

- **Dirección de la vía**. Dirección de la vía del módulo de mando de ejes dentro de la configuración del autómata, de la forma %CHxy.i,

  x = nº del bastido

  y = posición del módulo en el bastidor

  i = nº de vía

- **N_Run.** Identificación del movimiento de 0 a 32767. Se trata de un número que sirve para identificar el movimiento realizado por la función SMOVE, y permite, en el modo depuración, conocer el movimiento en curso.

- **G9_.** Tipo de desplazamiento,

  90 = desplazamiento hasta una posición de valor absoluto

91 = desplazamiento hasta una posición relativa respecto a la posición actual.

98 = desplazamiento hasta una posición de valor relativo respecto a la posición almacenada.

- **G.** Código de instrucción,

  09 = desplazamiento a una posición con parada

  01 = desplazamiento a una posición sin parada

  10 = desplazamiento hasta suceso con parada

  11 = desplazamiento hasta suceso sin parada

  14 = punto de origen

  62 = punto de origen forzado

  05 = espera de suceso

  07 = almacenamiento de la posición coincidente con suceso

- **X.** Coordenada de la posición que debe alcanzarse (en número de impulsos) o hacia la que debe desplazarse el móvil (en los casos de desplazamiento sin parada).
- **F.** Velocidad de desplazamiento del móvil. La unidad de velocidad es el hercio.
- **M.** Palabra que codifica que se encadene o no el desencadenamiento del tratamiento de sucesos de la aplicación correspondiente.

  16#0000 = no se activa el desencadenamiento del procesamiento de sucesos de la aplicación cuando se ejecuta el comando SMOVE.

  16#1000 = se activa el desencadenamiento del procesamiento de sucesos de la aplicación al acabar la ejecución del comando SMOVE.

Por suerte, nosotros no tendremos que configurar los movimientos SMOVE, esto ya esta en el programa de practicas. Existen cuatro subrrutinas donde en cada una de ellas hay un comando de movimiento para desplazarnos a una posición, así pues:

Nº SR	FUNCIÓN	MOVIMIENTO
SR0	**SMOVE %CH4.0(0,90,9,260,4000,0)**	Eje a posición de reposo
SR3	**SMOVE %CH4.0(0,90,9,10555,4000,0)**	Eje a posición de émbolo pequeño
SR1	**SMOVE %CH4.0(0,90,9,10450,4000,0)**	Eje a posición de émbolo grande
SR2	**SMOVE %CH4.0(0,90,9,15700,4000,0)**	Eje a posición de muelle

Cuadro 13: Funciones programadas en subrutinas.

Así pues, si queremos iniciar un movimiento solamente tenemos que lanzar la subrutina. La función SMOVE se lanza por flancos, es decir solo hay que lanzarla, no mantenerla hasta

el final. Esto se puede hacer en etapas a Grafcet, acción al activar, o en el módulo Post mediante RE (pulsos).

En las etapas, para saber que el eje a llegado a su posición, leemos dos entradas,

Via0_done: se han ejecutado todas las instrucciones

Via0_at_pnt: móvil en posición de destino.

La forma de leer esta entradas es la siguiente:

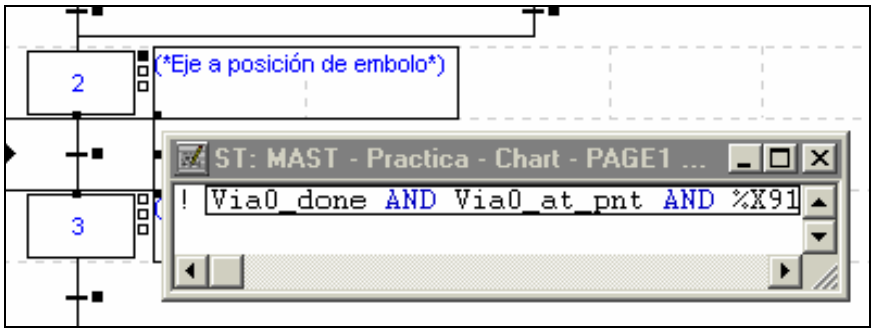


Figura 43: Transición después de lanzar un movimiento SMOVE.

3.3.2.5. Pantallas de explotación.

La herramienta Pantallas de explotación esta integrada en el programa PL 7 Pro. Es rápida, fácil de utilizar y facilita la explotación de una proceso de automatizado. Las Pantallas de explotación funcionan en entorno PC. Los comandos de visualización de pantalla se pueden realizar desde el teclado, desde una mini consola conectada al autómata por una tarjeta de entrada, o desde el programa del usuario.

Cuando la estación está conectada al autómata el usuario puede visualizar de forma dinámica las pantallas en función del estado del proceso. El encadenamiento de pantallas se puede realizar, según la prioridad asignada, desde el teclado o a petición del autómata. En esta aplicación se seleccionan las pantallas desde el teclado. El autómata contiene la aplicación, y la consola contiene la aplicación y las pantallas de la misma.

Desde el navegador de aplicación se puede acceder a estas realizando un doble click sobre la carpeta Pantallas de explotación.

Nos aparecerán las pantallas creadas para esta practica, que son cinco. Una es de aplicación general para la estación 2, otra para el control manual, otra para la marcha de test, otra para lanzar la órdenes y visualizar el estado de la producción, así como la posición en que se encuentra el eje y su velocidad media, y otra para visualizar las emergencias y resolverlas.

La pantalla de test no esta desarrollada. Sí el resto, que contienen los mandos y visualizadores necesarios para realizar la practica, tanto el ejercicio 1 como el 2.

Como podemos apreciar en la figura 56, tenemos dos pantallas, una en la parte izquierda y otra en la parte derecha. En modo conectado, aparecerá una tercera pantalla en la parte inferior derecha, llamada Viewer, que muestra los mensajes de falla y permite al usuario controlar el estado del autómata, pero esta pantalla no nos interesa puesto que no trabajaremos con ella durante estas practicas.

El navegador (pantalla de la izquierda), esta compuesto por fichas. Cada una de ellas contiene una lista arborescente de las pantallas, mensajes y objetos gráficos. A nosotros para la practica solo nos interesan las pantallas. Al seleccionar una mediante el ratón, esta aparecerá a la derecha. Si pulsamos dos veces el nombre de una pantalla, aparecerán las variables utilizadas en esta pantalla. Si pulsamos sobre los mensajes, veremos los editados para las pantallas desarrolladas en esta practica.

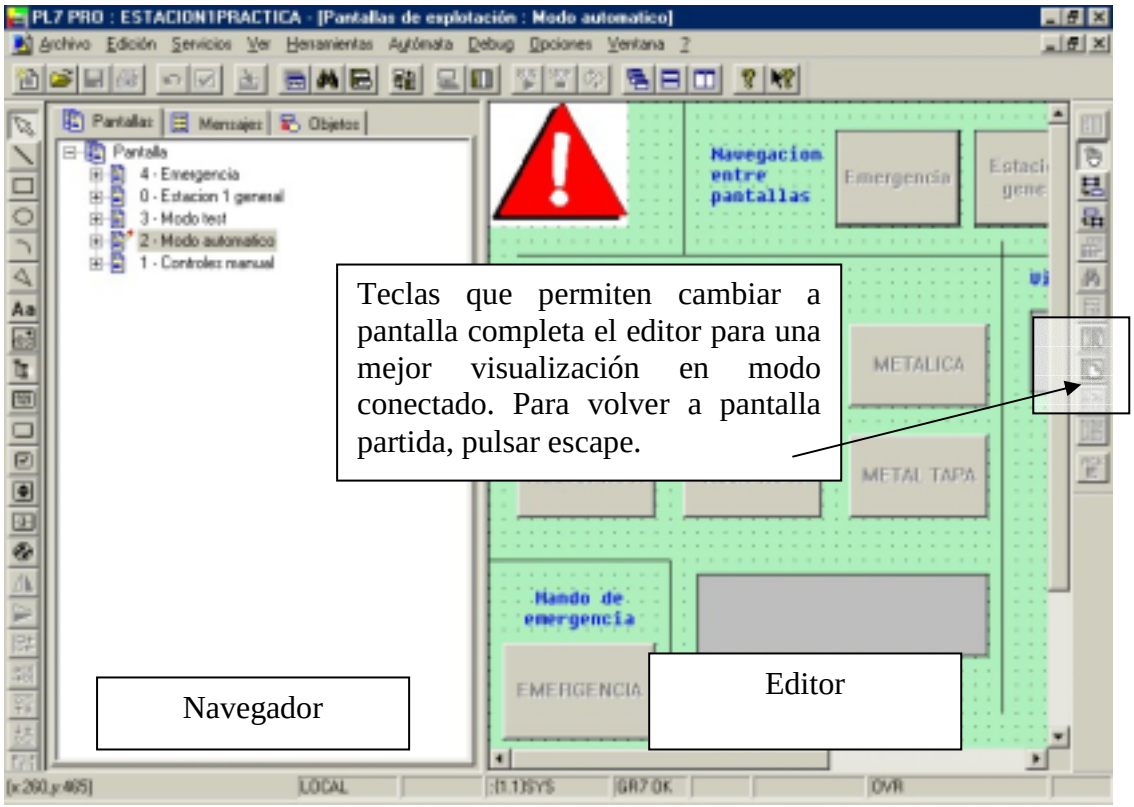


Figura 44: Pantalla principal de la aplicación pantallas de explotación.

El editor gráfico (pantalla de la derecha), se utiliza para la visualización, la modificación o la concepción de una pantalla y su vinculación de variables a los autómatas. En modo

conectado, permite seguir la animación dinámica visualizando de forma gráfica a la evolución de las variables del autómata. Esta pantalla la podemos visualizar a pantalla completa tal y como se indica en la imagen.

Las pantallas de esta practica incluyen mandos, navegación entre pantallas, objetos animados y cuadros de texto. Estos elementos se presentan activos al trabajar en modo conectado, si estamos desconectados, mientras editamos, no presentan actividad.

La primera pantalla es una aplicación general de la estación 2. Esta pantalla nos ofrece una imagen de la estación, así como los mandos para seleccionar el modo de funcionamiento. Podemos pues elegir el modo de funcionamiento de la máquina, entre tres pulsadores, que se activan al pulsarlos con el ratón, MANUAL, AUTOMATICO y TEST, correspondientes a los tres modos de funcionamiento que admite la máquina. Si alguno de estos modos, no se programan o sí solamente se programa uno de estos modos, estas teclas no es necesario utilizarlas.

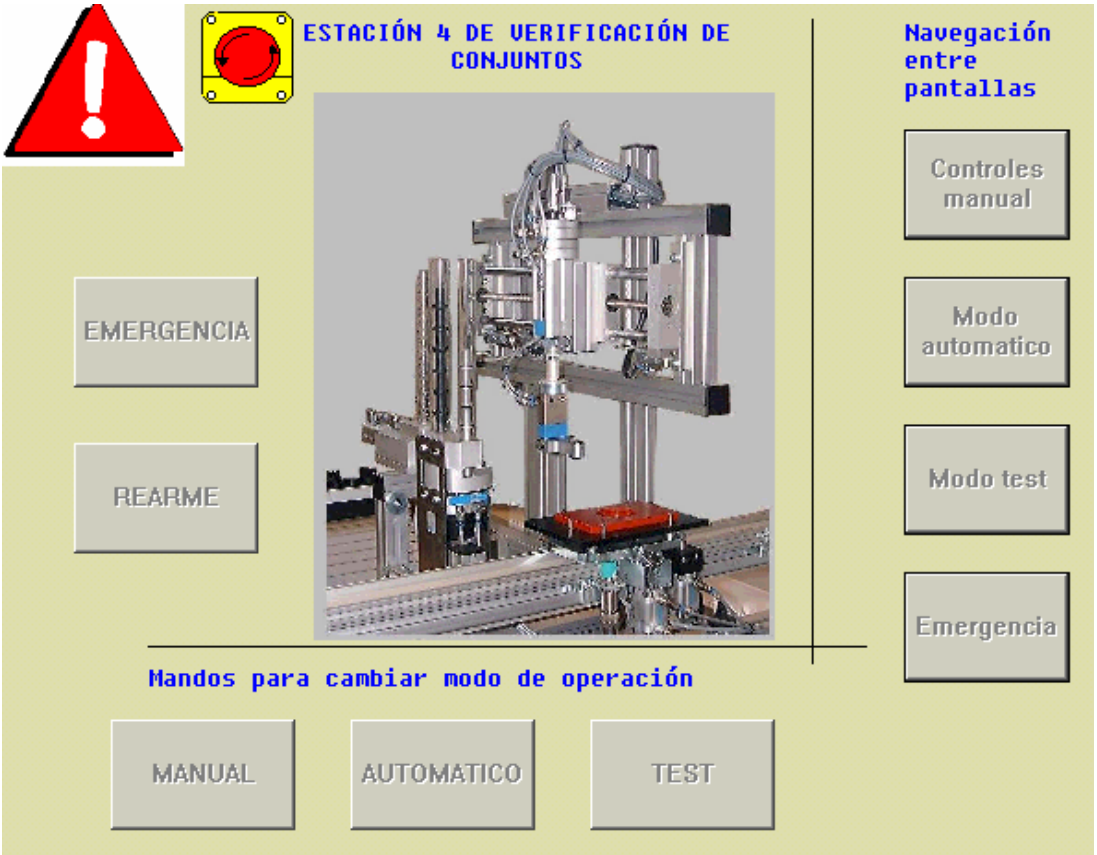


Figura 45: Pantalla de explotación general de la estación 2.

También podemos observar que tenemos teclas de navegación para movernos por las diversas pantallas de explotación (PDE) de la aplicación. Estas teclas están siempre presentes,

y cuando estemos conectados al autómata, al pulsar sobre ellas accederemos a la pantalla correspondiente, de forma que si pulsamos sobre Emergencias, aparecerá la pantalla de las emergencias, y así sucesivamente.

También aparecen los mandos de emergencia y rearme. El mando de emergencia es un interruptor, y su funcionamiento es similar a la seta de emergencia, al activarlo se activa la emergencia, pero para desactivar la emergencia, no solo hay que pulsar rearme, sino que también hay que desenclavar previamente la tecla de emergencia. Los mandos de todas las pantallas, se activan y desactivan (en caso de interruptores), mediante una pulsación del ratón.

En la parte superior izquierda del editor, aparece, como vemos en la imagen 57, una señal de emergencia (triangulo rojo con un signo de exclamación blanco), pues bien, esta es una imagen animada, es decir solo es visible en caso de que se active la emergencia. Si no esta activa, no hay ninguna emergencia. También aparece una imagen de una seta de emergencia. Esta imagen está animada con la entrada de emergencia del módulo paso a paso (la entrada de emergencia no funciona correctamente), y se visualiza al pulsar la seta. En modo desconectado, los elementos animados se ven permanentemente.

En la primera parte de la practica, trabajaremos con la pantalla de controles manuales. Para ello debemos acceder desde cualquier pantalla o desde el navegador a esta pantalla, y aquí nos encontraremos mandos manuales para mover los accionamientos de la máquina, así como visualizadores de las entradas del autómata. Tanto las teclas como los visualizadores (círculos imitadores de leds) están animadas, así que cambiarán su aspecto de esta imagen, a su vista en modo conectado. En modo conectado, los mandos tendrán un relieve, y los leds que estén activados, aparecerán en verde, cosa que no hacen si no están activos.

Una vez programados estos mandos en el módulo Post, al pulsar sobre ellos con el ratón, veremos como la máquina se mueve. Existen dos tipos de mandos diferente, los pulsadores y los interruptores. Al primer grupo pertenecen: Gira_izda, Gira_drcha, Sacar_emb_pequ y Sacar_emb_gran, e interruptores son: Subir_bajar, Cerrar/abrir_pinza, Sacar_muelle y Emergencia. también son pulsadores los mandos para hacer que el eje se mueva, Eje_a_reposo, Eje_a_pequeño, Eje_a_grande y Eje_a_muelle.

La diferencia es que los pulsadores activan cilindros de doble efecto (biestables), y los interruptores cilindros de simple efecto (monoestables). Los mandos del eje son pulsadores, puesto el comando de movimiento Smove, solo hay que lanzarlo (mediante un pulso). Los interruptores al pulsarlos se activa la salida, y para desactivar esa salida, hay que volver a pulsar el interruptor. Un interruptor se nota que esta pulsado, puesto que permanece

"hundido", mientras que en reposo mantiene un relieve. Cada mando activa la salida que lleva su mismo nombre.

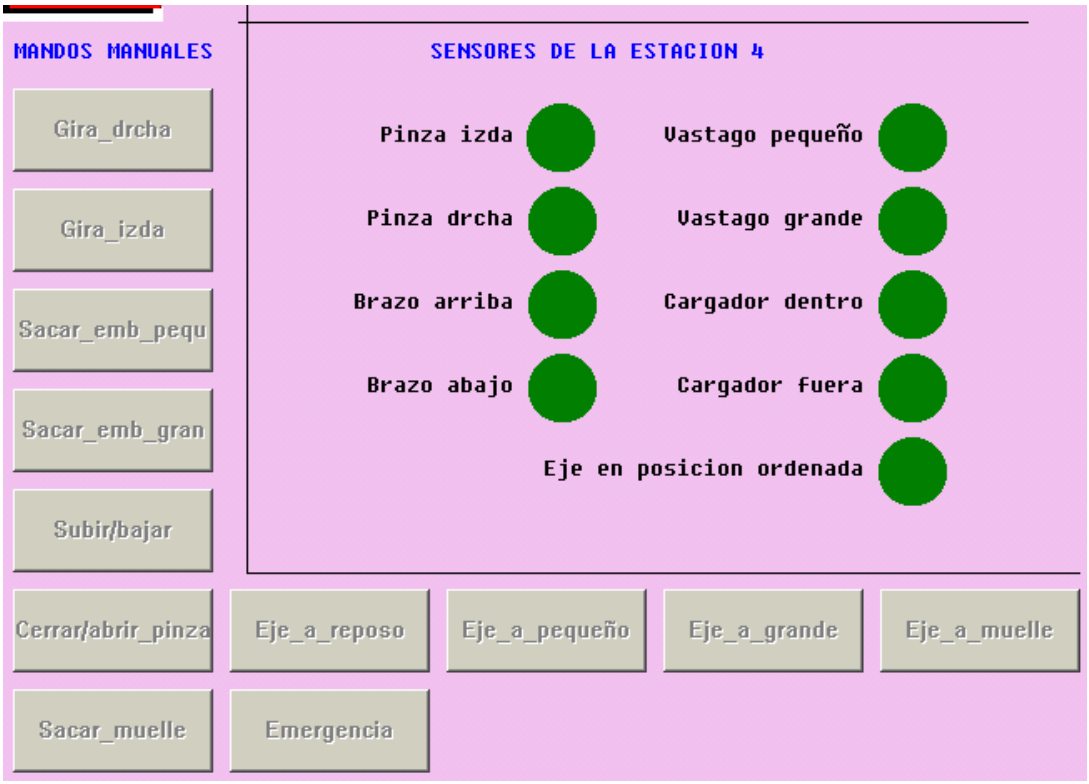


Figura 46: Imagen de pantalla de explotación para mandos manuales.

Los leds son visualizadores de las entradas, y en ellos puede leerse el estado de las entradas del autómata. Cuando tienen el color verde de la imagen, es que esta activada la entrada asociada, y cuando no aparecen, significa que la entrada no esta activa. Entre las entradas podemos distinguir una del módulo paso a paso, que nos indica que el eje a llegado a la posición ordenada.

Aunque en la imagen no se distinga, al igual que en todas las pantallas, tenemos las teclas de navegación para acceder a las diferentes pantallas en modo conectado.

También, en la parte superior izquierda podemos ver la señal de peligro, que se activara al suceder cualquier emergencia.

Hay que tener cuidado al manejar esta pantalla, y hacerlo siempre teniendo visible la estación, ya que podríamos dañar alguna parte de la máquina. Prestar atención especial a los interruptores, y no olvidarse de su desactivación. Recordar que mediante los pulsadores hay que lanzar los comandos Smove.

Para la siguiente practica, la número 2, es necesario utilizar también la pantalla 2, modo automático. Desde esta pantalla, lanzaremos las órdenes deseadas a la estación mediante los pulsadores apropiados. También podemos seguir la visualización de la producción.

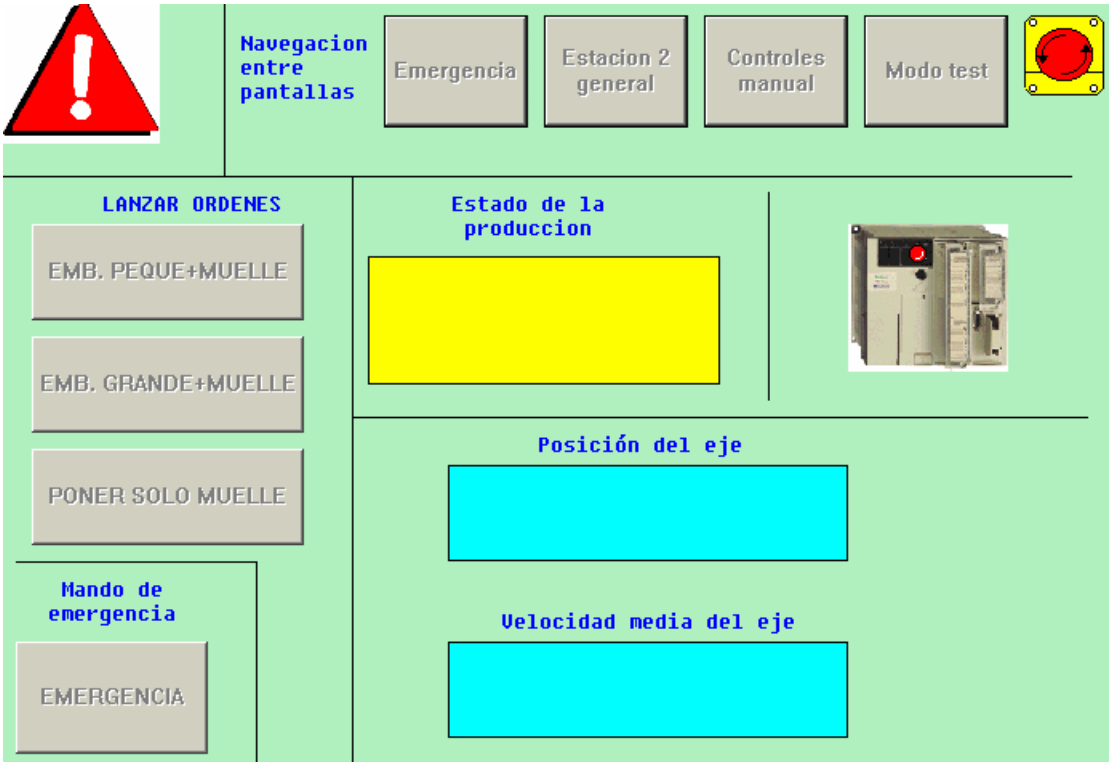


Figura 47: Pantalla de explotación para lanzar ordenes y visualizar el pedido.

Así pues, la pantalla esta formada por el navegador entre pantallas, cuyo uso es igual que en otras pantallas, y de la señal de peligro y de la seta de emergencia, que nos informará de la existencia de emergencia y de pulsación de seta.

También podemos observar que la pantalla se divide en dos partes. La parte izquierda sirve para lanzar los pedidos, y la parte derecha, donde visualizaremos el estado de la producción en todo momento. En la parte inferior izquierda, podemos observar el mando para activar la emergencia, cuyo funcionamiento ya se ha descrito.

Para lanzar los pedidos, disponemos de tres pulsadores. Cada uno de ellos corresponde a una orden diferente.

En la parte derecha tenemos la visualización. Tenemos un cuadro de texto donde puede leerse, si esta bien programada la estación, el proceso en el que esta la orden; Si estamos poniendo émbolo, el tipo de émbolo, si el émbolo esta puesto, si estamos poniendo muelle, o si el émbolo esta puesto. También tenemos dos cajas de texto más, en las que podemos leer la posición en la que se encuentra el eje, y la velocidad media que lleva cuando se mueve.

También podemos ver la imagen animada de un autómata, que se visualizará cuando no estemos en la etapa %X0, es decir cuando estemos produciendo.

En caso de producirse alguna circunstancia extraña, pulsar la seta o mando de emergencia y revisar el programa.

Aparte de la pantalla de test, que no esta desarrollada, existe una cinta PDE, que se utiliza para gestionar las emergencias. Esta pantalla puede usarse en ambas practicas, siempre que tengamos las emergencias programadas. En el ejercicio 2 hay mayor número de estas, puesto que hay que implementar las debidas a máximos tiempo.

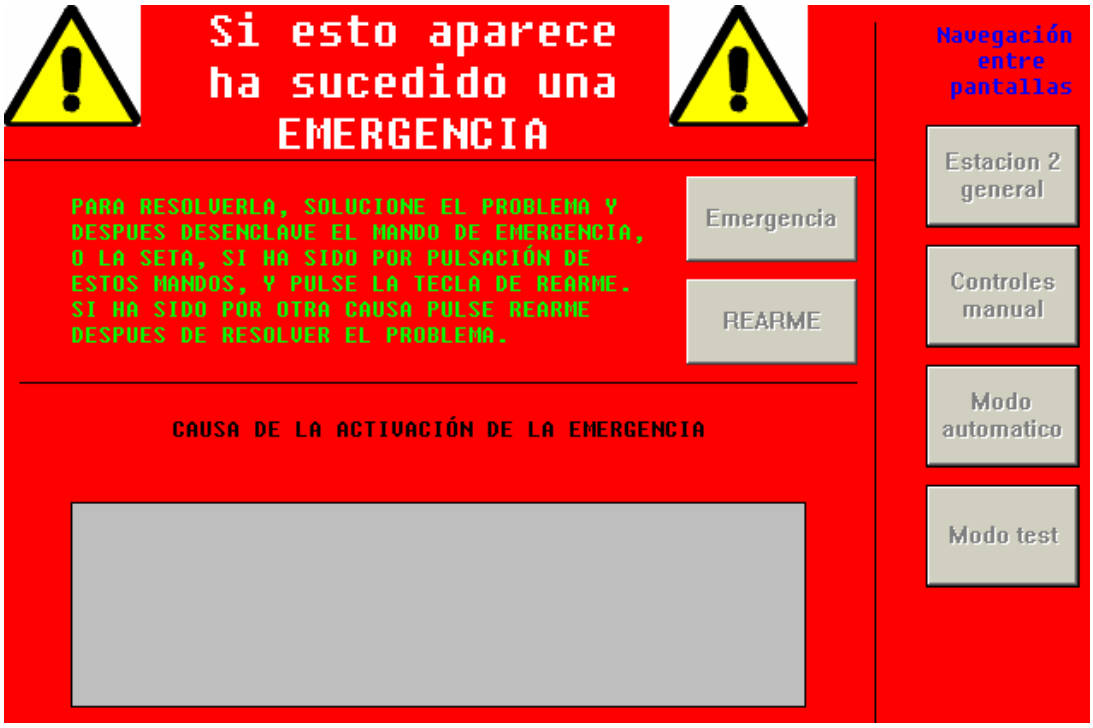


Figura 48: Imagen de la pantalla de explotación para gestionar las emergencias.

Cuando estando en otra pantalla detectemos que se activa la señal de alarma colocada en la parte superior izquierda, pulsaremos la tecla emergencia del navegador de pantallas, no confundir con el mando de emergencia.

Al acceder a esta pantalla, tal y como se muestra en la imagen, veremos dos triángulos activos y un texto, si ha sucedido una emergencia, y si no, no los veremos.

Desde esta pantalla podemos desenclavar el mando de emergencia (si fue él el causante de la emergencia) o solucionar la emergencia de que nos informa la pantalla, y rearmar la máquina después de resolver el problema.

También podemos ver en esta pantalla un cuadro de texto, en el que se muestra un mensaje con la emergencia ocurrida. Si es debida a un máximo tiempo, si es por seta, si es por

un fallo interno del autómata o si es por pulsar el mando. Para que estos mensajes, así como los de la pantalla del modo automático se muestren es necesario respetar el mapa de memoria. Como en todas las PDE, disponemos del navegador de pantallas para acceder a cualquiera de ellas.

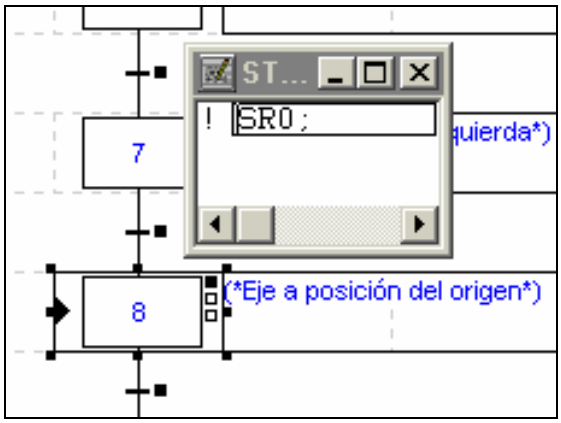
Estas pantallas sirven para entender las grandes aplicaciones que tiene el software PL 7 Pro, y lo sencillo e intuitivo que resulta automatizar un proceso y visualizarlo posteriormente desde un PC.

No es objetivo de esta practica, pero se podría realizar alguna pantalla para la aplicación, o modificar las existentes. Por ejemplo, la pantalla del modo test está sin desarrollar, así que se pueden incluir mandos de marcha y visualizadores.

3.3.3. Consejos de programación.

La estación 2 puede parecer complicada de programar, pero si se siguen los consejos que se dan a continuación, no tiene por que ser difícil. Más que consejos, en este caso, deben seguirse estas indicaciones:

- ✓ Utilizar el mapa de memoria, respetando los símbolos para una correcta visualización en las PDE.
- ✓ No usar la parte de la memoria que ha sido restringida.
- ✓ Para gestionar las emergencias utilizar los bits *%S22*, *%S21*.
- ✓ Programar las salidas y los mandos manuales en el módulo Post. Se puede lanzar las subrutinas de movimiento del eje desde el módulo posterior, y para el funcionamiento automático, desde el Grafcet en la acción al activar de la etapa correspondiente.
- ✓ El cierre de la pinza no puede ser detectado, con lo que hay que realizarlo de forma temporizada.
- ✓ Las salidas asociadas a cilindros de simple efecto, hay que tener en cuenta que no solo es necesario activarlas, sino mantenerlas activas durante el tiempo que sea necesario.



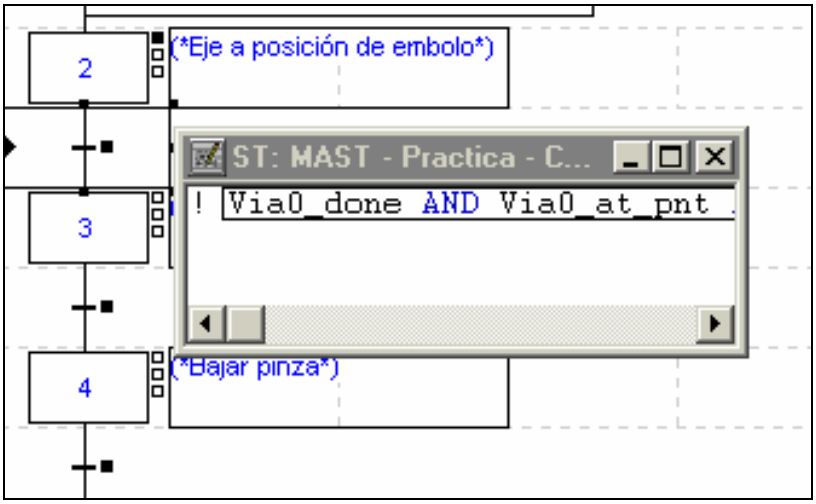

```
(*PROGRAMACION DE LOS MANDOS MANUALES PARA MOVER EL E
IF RE Eje_a_posicion_reposo_mando THEN
     SR0;
END_IF;

IF RE Eje_a_pocicion_pequeño_mando THEN
     SR1;
END_IF;

IF RE Eje_a_posicion_grande_mando THEN
     SR3;
END_IF;

IF RE Eje_a_posicion_muelle_mando THEN
     SR2;
END_IF;
```

- ✓ después de lanzar un comando de movimiento al eje, la transición que debemos esperar para saber que ha llegado a su destino y que ha ejecutado la orden, para ello leemos dos entradas del módulo.



- ✓ La entrada de emergencia no funciona correctamente, así que hay que usar la entrada del módulo paso a paso, via0_emg_stop.

- ✓ Para detectar el fallo interno, no usar una suma OR de los bits de error de los módulos, sino que hay que utilizar una suma AND.

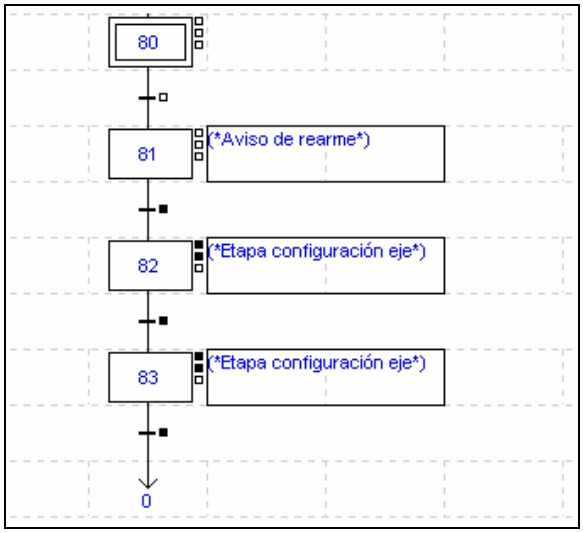
```
     SET Muelle_fuera;
END_IF;

(*SUPERVISIÓN DE LA EMERGENCIA POR FALLO INTERNO DE LA MÁQUINA*)
Fallo_interno:=%I0.MOD.ERR AND %I1.MOD.ERR AND %I2.MOD.ERR AND %I4.MOD.ERR;

(*SUPERVISIÓN DE LAS EMERGENCIAS POR MÁXIMOS TIEMPOS*)
Maxtiempo_eje_rep_embolo:=(%X2.T>150 AND %X2)OR(%X8.T>150 AND %X8);
```

- ✓ Utilizar comentarios, sobre todo en el módulo preliminar.

- ✓ Dar símbolos a todos los bits y palabras de memoria que utilicemos.
- ✓ Comenzar a desarrollar el Grafcet automático a partir de las etapas de configuración del eje que ya están en el programa y por la etapa %X0.



- ✓ Cuando vamos a coger el muelle, al llegar a la posición del muelle, giramos el brazo, y no bajamos inmediatamente, sino que lo hacemos después de un pequeño tiempo de espera.
- ✓ Al posicionar el tambor de los émbolos, hay que tener en cuenta que los émbolos deben de ser cargador, no es suficiente con posicionar el émbolo.
- ✓ Cuando saquemos un muelle, no sacar el cargador muy rápido, porque puede que el muelle no este sobre el hueco y se rompa.
- ✓ En la etapa donde se reciben los pedidos (debería ser %X0), la transición debería incluir un tiempo prudencial de permanencia en esa etapa para poder cambiar el pedido durante un pequeños tiempo, 5 seg..
- ✓ Si se va ha programar más de un modo de funcionamiento, para cambiar de estado, de modo manual a automático integrado por ejemplo, utilizar los conmutadores y los pulsadores. En ejemplo anterior, primero se colocan los interruptores Manual_automatico y Ind_int en la posición deseada (mirar cuadro 4), y posteriormente se pulsa el botón verde de marcha.

- ✓ La máquina al producirse emergencia, puede que no quede en su estado de reposo, así que sería conveniente realizar un posicionado previo al modo automático.

- ✓ Hay que lanzar la subrutina de configuración del eje, SR4 desde el módulo preliminar.

```
(*SUBRRUTINA DE CONFIGURACIÓN DEL EJE Y VISUALIZACIÓN DE LAS PDE*)
SR4;
```

3.3.4. Guía GEMMA.

El programa se realizará siguiendo la guía GEMMA, guía para el estudio de marchas y paradas, que representa de modo organizado todos los estados en que se encuentra un proceso de producción automatizado. También se encuentran representados en esta guía los saltos o transiciones que se dan entre unos y otros estados.

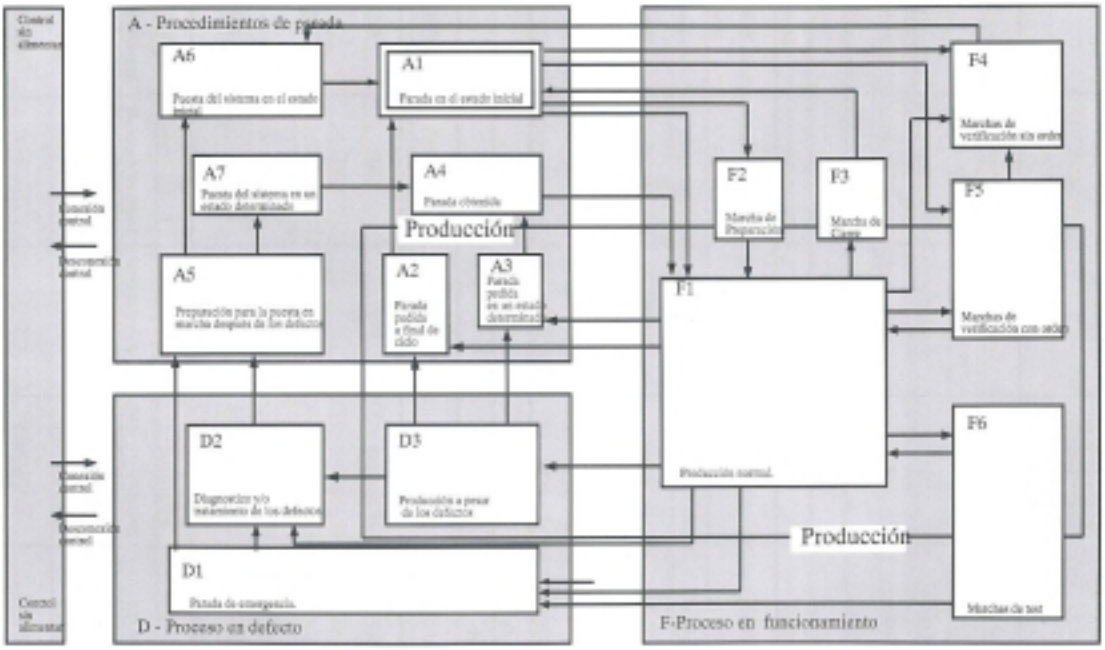


Figura 49: Representación de la guía GEMMA.

Estos estados se pueden agrupar en tres grupos principalmente:

- **Procesos de parada y puesta en marcha:** Son los representados en el esquema por la letra *A*. Este grupo contiene todos los modos de funcionamiento en los que el sistema esta parado, los que llevan a una parada del sistema y los que permiten pasar de un estado de defecto a uno de parada, para comenzar de nuevo a producir. Estos procesos

se ejecutan normalmente a petición del operador y también al arrancar, para realizar el posicionamiento inicial. Esta formado por los estados de:

- **Parada en el estado inicial.** Es el estado normal de reposo de la máquina. Es el representado por un rectángulo doble. La máquina normalmente se representa en este estado en los planos, en los esquemas eléctricos y esquemas neumáticos. Este estado se corresponde habitualmente con la etapa inicial de un Grafcet.
- **Parada solicitada al final del ciclo.** Es un estado transitorio en el que la máquina, que hasta este momento estaba produciendo normalmente, debe producir sólo hasta acabar el ciclo y pasar a estar parada en el estado inicial. Es un estado que memoriza una parada solicitada por el operador para que la máquina acabe de ejecutar un ciclo y pase a estado de paro en estado inicial.
- **Parada solicitada en un estado determinado.** Es un estado que memoriza una parada solicitada por el operador para que la máquina pare en un estado intermedio del ciclo y pase al estado de parada obtenida.
- **Parada obtenida.** Es un estado de paro en un estado intermedio del ciclo de la máquina distinto del estado inicial. Según la máquina pueden implementarse varios estados diferentes de parada obtenida que se corresponderán con diferentes estados intermedios del proceso de fabricación, lo cual supones varios estados de parada solicitada en un estado determinado.
- **Preparación para la puesta en marcha después de defecto.** En este estado se deben realizar las acciones necesarias para corregir los fallos o defectos que han supuesto que se ejecutará una parada de emergencia. Una vez finalizado este proceso por parte del operador, este elegirá cómo se reinicia la máquina. A este estado también se le conoce como selección del modo de reinicio por parte del operador.
- **Puesta del sistema en el sistema inicial.** La máquina es puesta por el autómata de una forma automática en el estado inicial. Se realiza el llamado proceso de retorno automático al estado inicial.
- **Puesta del sistema en un estado determinado.** Desde el estado de preparación para la puesta en marcha después de defecto, el operario decide

situar la máquina en un estado diferente al inicial, dado que la producción debe continuar a partir de ese estado y no comenzar desde el principio. Corresponde a casos en que ha existido previamente un defecto o una parada de emergencia que ha dejado el sistema a medio producir.

- **Procesos de funcionamiento:** Son los representados en el esquema por la letra *F*. Son aquellos modos de producción o procesos necesarios para la producción y obtención del producto. Incluye los estados de:

  - **Producción normal.** Representa al Grafcet que realiza la producción normal de la máquina. Es el estado más importante, va representado por un rectángulo de paredes más gruesas que los demás. El estado de producción normal suele ser un funcionamiento automático, por lo cual al grafcet asociado se le denomina grafcet de producción normal automática.
  - **Marcha de preparación.** Son las acciones necesarias para que la máquina entre en producción.
  - **Marcha de cierre.** Corresponde a la fase de vaciado y / o limpieza que muchas máquinas deben llevar a cabo antes de parar o de cambiar algunas características del producto.
  - **Marcha de verificación sin orden.** La máquina está en control manual, el operador por medio de mandos del panel de control, puede hacer mover los accionadores de la máquina- Estos movimientos deben ser realizados dentro de las condiciones de seguridad de la máquina. Se suelen utilizar para verificar el correcto funcionamiento de los captadores y accionadores de la máquina, o bien para posicionar en un determinado estado de producción.
  - **Marcha de verificación con orden.** En este caso la máquina realiza el ciclo completo de funcionamiento en orden pero al ritmo fijado por el operador. Se usa para funciones de mantenimiento y verificación. En este estado hay posibilidades de que la máquina produzca.
  - **Marcha de test.** El autómata comprueba el buen funcionamiento de los accionadores y captadores de la máquina. El autómata activa los accionadores de la máquina esperando la activación de los captadores en un máximo tiempo.

- **Procesos de fallo de la parte operativa:** Son los representados en el esquema por la letra *D*. Son aquellos procesos de fallo activados por el operario al pulsar los pulsadores habilitados para ello o la propia seta de emergencia, así como los defectos detectados por la propia máquina. Esta formado por los estados de:

    - **Parada de emergencia.** En este estado se debe llevar la máquina a una situación segura para el operario como para el producto y normalmente implica la parada de los accionadores. Se deberá procurar que el autómata memorice el estado en que se encontraba antes de ejecutar la parada emergencia para una vez superado el defecto se pueda rearmar la máquina en la situación correcta.
    - **Diagnostico y tratamiento de defectos.** El autómata puede guiar al operador para indicarle más o menos dónde se encuentra el defecto, pero la reparación del defecto tendrá que ser realizada por el operador o por el personal de mantenimiento.
    - **Producción a pesar de defectos.** Corresponde a aquellos casos en que hay que continuar produciendo a pesar de que el sistema no trabaja correctamente. Casos en los que falla un accionador que puede ser sustituido por un operador o casos como el de una línea de fabricación en que falla un puesto, pero que al estar duplicado la producción puede continuar.

Hay que tener presente estos estados y tratar de implementarlos siempre que sea posible, puesto que hay estados que debido al carácter de la aplicación real, no tiene sentido el programarlo, o se puede incluir dentro de otro.

3.3.4.1. Ejercicio de programación con guía GEMMA.

Ahora que ya conocemos una guía para conseguir la correcta y ordenada programación de todos los estados de un proceso industrial automatizado, procederos a su aplicación en la estación 2. Para ello, procederemos a una programación en la que el programa implementará la guía GEMMA y en la cual se deberán programar los siguientes estados:

i. **Selección del modo de reinicio por parte del operario.** Al producirse una emergencia, se podrá rearmar de forma manual, mediante mandos manuales, y de forma automática, mediante mando rearme.

ii. **Control manual.** Programar un estado de funcionamiento en el los movimientos se realizan de forma manual.

iii. **Retorno a la posición inicial.** Al producirse emergencia, después de resolverla de formar manual o bien de forma automática y al arrancar la máquina por primera vez, la máquina realizara un posicionamiento en su posición de reposo.

iv. **Producción normal automática.** Estado en el cual la estación atenderá los pedidos de diferentes camisas realizados por nosotros.

v. **Parada de emergencia.** Debe de ejecutarse por máximos tiempos de las etapas, y por pulsación de seta de emergencia. El rearme se tratará por los bits %S21 y %S22.

El programa deberá incluir los Grafcet de mando, producción normal automática y test, y tendremos, tres modos de funcionamiento, modo manual, modo test y modo automático. Debe tenerse en cuenta las indicaciones y consejos dados en los apartados anteriores, y seguir el mapa de memoria que ahí se daba. Además contaremos con el apoyo de las pantallas de explotación que hemos explicado anteriormente.

Se puede partir del archivo ***estación2practica***. En el modo automático y el modo manual debe funcionar como se explicó en el apartado 3.3.2. El modo test funcionará de forma que coloquemos siempre un émbolo grande y un muelle, finalizando el test al poner el muelle.

CAPÍTULO 4. INSTRUCIONES DE OPERACIÓN.

Una vez que tengamos nuestra aplicación terminada, procederemos a su transmisión a la estación 2. Para ello, hay que conocer que formas o de qué recursos disponemos para comunicarnos entre el autómata y el ordenador desde el cual estamos programando la estación. Pero antes de cargar el programa hay que asegurarse que la estación este conectada y en disposición de funcionar correctamente.

4.1. Alimentación de la estación.

Como el lector ya tendrá conciencia del funcionamiento de la estación y de toda la célula, sabrá que necesitamos dos alimentaciones para el correcto funcionamiento de la estación 2, alimentación eléctrica y alimentación neumática para los accionadores.

4.1.1. Alimentación eléctrica.

Por toda la célula se encuentran colocadas bases de enchufes para alimentar cada una de las estaciones. Tanto los autómatas como las fuentes de alimentación, se conectan a estas bases de enchufes, 220 V AC, 50 Hz.

Figura 50: Toma de corriente para la estación 1.

Esta alimentación general de la célula, se activa mediante dos interruptores accionados por dos llaves, que se encuentran una en cada extremo de la célula. La llave colocada en el

módulo I alimenta a este modulo y a los transportes 1, y la llave colocada en el módulo II, alimenta a este módulo y a la estación 5.

No debernos engañarnos, puesto que la alimentación de los elementos que se manipulan en la célula se realiza en 24 V DC. Tensión que se obtiene directamente de la fuente de alimentación. Hay que asegurarse que la fuente de alimentación esta en ON.

4.1.2. Alimentación neumática.

Para la alimentación neumática de la estación (y de toda la célula) se dispone de un compresor de la casa JOSVAL, modelo M-300 que dispone de un motor de 2HP y un caudal de 310 litros por minuto a una presión de 10 bar. Para el almacenamiento del aire a presión, se utiliza un deposito de 100 litros del mismo fabricante. El compresor se alimenta a una base de enchufes trifásico, que hay que asegurarse que este conectado, así como el interruptor de ON / OFF.

Ambos elementos se encuentran situados en el centro de la célula, entre el módulo I y el II, y puede identificarse fácilmente el deposito azul colocado enfrente de la estación 5, de almacenamiento intermedio.

Figura 51: Imágenes del compresor de la célula

El aire se distribuye a las estaciones y a su entrada se dispone de una llave de paso y un filtro regulador. Hay que asegurarse de que la llave de paso este bien abierta para permitir la correcta circulación de aire comprimido.

4.2. Carga del programa.

Para cargar el programa deberemos comunicarnos con el autómata. Esto se puede realizar de diferentes formas, según los drivers y la conexión que tengamos instaladas en el ordenador. Desde la sala de la célula, es posible conectarse mediante Fipway desde tres puntos, puesto que existen 3 ordenadores con tarjetas Fipway y dirección configuradas. Si no estamos en uno de estos ordenadores, también podremos conectarnos al autómata por medio del resto de PC´s que tienen conexión a la red, puesto que la estación 5 dispone de una tarjeta de Ethernet con una dirección de IP, y a través de esta tarjeta podemos establecer contacto físico con la red Fipway y conectarnos a cualquier estación de la célula. Si tenemos la mala fortuna de que las dos anteriores formas de comunicación fallan, siempre nos podremos conectar por medio de Unitelway, para lo cual solo nos hará falta la conexión directa de nuestro puerto COM al terminal Unitelway del autómata, vía 0.

Independientemente de la forma elegida, u obligado a elegirla, el primer paso es abrir el PL7 Pro con nuestra aplicación, si no los tenemos ya. Para ello o bien hacemos doble click sobre nuestro archivo, o desde el menú inicio, seleccionamos programas y dentro de nuestras aplicaciones seleccionamos el grupo de programas de Modicon Telemecanique, para seleccionar la aplicación PL7 Pro, V3.4.

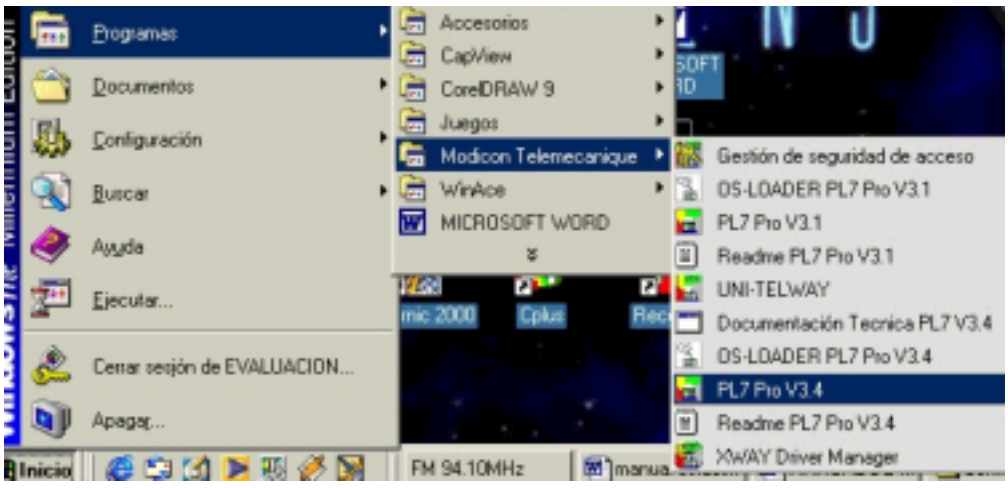


Figura 52: Carga del programa PL7 Pro.

Una vez abierto el programa, vamos al menú Archivo, y abrimos nuestra aplicación. Ahora nos dirigimos al menú autómata y lo desplegamos. Desde este menú se gestiona la comunicación y transferencia del programa. También desde aquí podemos visualizar la cantidad de memoria del autómata y de la tarjeta (si el autómata dispone de una) que hemos utilizado para realizar el programa. En primer lugar, tenemos que seleccionar la forma de conexión, Fipway, XIP (Ethernet) o Unitelway, así como la dirección del autómata.

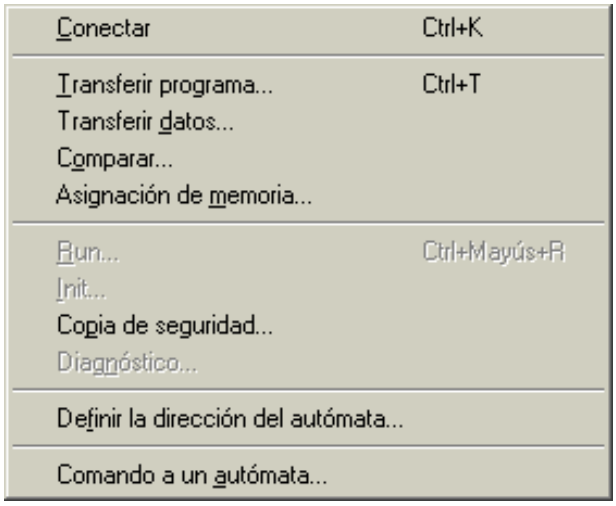


Figura 53: Menú de comunicación con el PLC.

Si decidimos utilizar el XIP, antes de esto, tendremos que cargar el driver. Esto se realiza igual que cualquier otro programa de Windows.

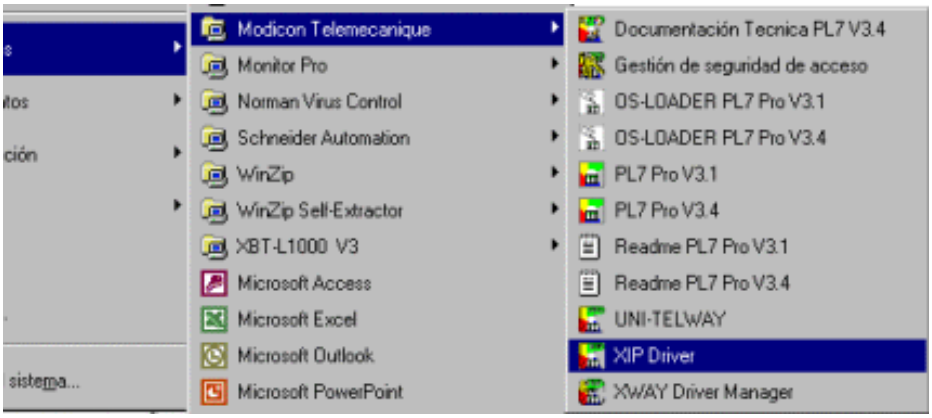


Figura 54: Forma de arrancar el XIP driver.

En la pantalla de driver XIP, pulsamos sobre Tune, después sobre Start, y por último aceptamos. Volvamos ahora al punto anterior, cuando queríamos definir la dirección del autómata al que nos vamos a conectar. En primer lugar seleccionamos el driver por el que vamos a comunicar, y después definimos la dirección. Si conectamos por Unitelway, la dirección es igual, puesto que transmitimos modo terminal, pero sino, hay que definir la

dirección. En la imagen 66, podemos leer, {1.5}SYS, que quiere decir, red 1, número de estación 5.

Así pues coincide con el número asignado al configurar la red Fipway. Entonces, en nuestro caso, como la estación 2 ocupa el primer lugar de la red, introduciremos {1.2}SYS.

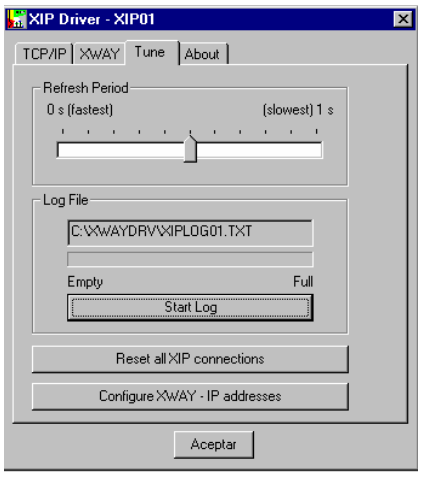


Figura 55: Imagen del driver XIP

Ahora con el modo de conexión seleccionado y la dirección establecida, desde el menú autómata, seleccionamos el comando conectar. Establecida la comunicación entre ambos, aparecerá una pantalla, donde elegimos el sentido en el que irá la información, así que seleccionamos PC-> Autómata, puesto que queremos transmitir el programa desde nuestro ordenador hasta el autómata.

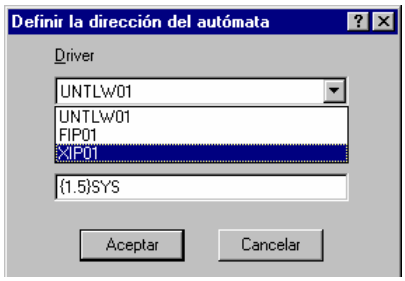


Figura 56: Drivers y dirección del PLC.

Una vez finalizada la transmisión, la forma más rápida es mediante XIP, seguido de Fipway, siendo la Unitelway la más lenta, ponemos el autómata en run desde la barra de herramientas del PL 7 y el autómata estará en disposición de ejecutar nuestro programa.

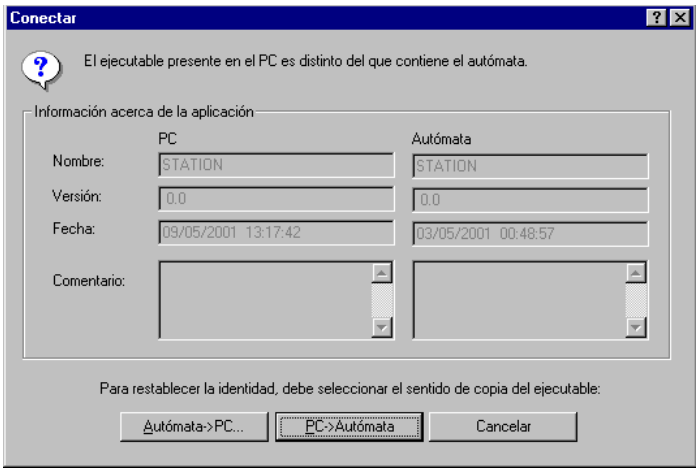


Figura 57: Selección del sentido de circulación de los datos.

4.3. Puesta en marcha.

De lo tratado en los apartados anteriores, podemos obtener los pasos a seguir para la puesta en marcha de la estación.

En primer lugar conectamos la alimentación eléctrica de las llaves colocadas en los extremos de la célula. Posteriormente, activamos la alimentación neumático, y por último cargamos y transferimos el programa deseado. Al cargarlo nos preguntara que hay que poner el autómata en Stop, si deseamos hacerlo, a lo que nosotros responderemos afirmativamente.

Estas operaciones son convenientes realizarlas con la seta de emergencia pulsado, por propia seguridad de la máquina. Ya que podrían activarse salidas que nosotros no deseáramos debido a una Magelis u otro sistema de supervisión. Una vez realizadas las operaciones anteriores, desenclavamos la seta y pulsamos el botón amarillo de reset.

Es importante recordar que hay que poner el autómata en RUN, para ello, desde el menú del PL7, pulsamos el icono correspondiente. Si queremos pasarlo a STOP, pulsamos también el icono reservado para ello.

Figura 58: Barra de herramientas del PL7.

En función del programa que tengamos, la máquina se posicionara en al posición inicial y esperara la orden de marcha o la llegada de pedidos.

CAPÍTULO 5. MEDIDAS DE SEGURIDAD Y PRECAUCIONES DE USO.

Aunque la célula pueda parecer un conjunto de pequeñas maquetas, hay que destacar que son accionamientos que funcionan con aire comprimido, más concretamente con un compresor de 2 HP, y no hay infravalorar la fuerza de estos cilindros. Por esto, es conveniente no introducir objetos ni partes humanos (dedos, uñas, etc.) cuando la máquina este realizando sus movimientos.

Una vez asegurada la integridad física de las personas que manipulan la estación, es obligatorio preservar de cualquier daño evitable a la máquina, ya que son elementos que todos utilizamos y debemos cuidar.

Asegurarse, incluso preguntando al profesor o alguien relacionado con la célula de la correcta conexión de elementos que tengamos que hacer, como pueden ser tarjetas de red Fipway, mangueras de cables con conectores, etc. Ya que estos elementos tienen que ser conectados en una posición determinada, y si no entran no intentar hacerlo a fuerza.

Si no se está seguro del correcto funcionamiento de la aplicación creada, sería conveniente quitar la alimentación neumático, cerrando la llave roja de paso. Después comprobamos, bien en la pantalla del autómata o bien en los módulos de precableado de FESTO, la correcta iluminación de los leds, es decir, entradas y salidas, y si coincide con la activación correcta. Esto sirve sobre todo para evitar una doble activación de salidas y que una salida se queda activada cuando no debería ser así.

No sujetar los cilindros cuando están realizando movimientos, ya que podríamos romper las válvulas de estos. Tampoco forzar a estos a realizar movimientos con la alimentación neumática conectada, ya que se podrían averiar.

Si se decide desconectar algún elemento, fijarse bien en la conexión que este tenía y volver a conectarlo de forma idéntica.

Si por algún motivo la estación se atasca realizando algún movimiento, pulsar la seta de emergencia y cortar rápidamente la alimentación neumática de la llave de paso. Después colocar la máquina en su posición de reposo y solucionar el problema.

Si el programa cargador funciona incorrectamente, pulsar la seta de emergencia y mantenerla así mientras se solucionan los problemas y se carga el nuevo programa.

No manipular nunca la estación mientras esté alimentada. Si hay que incidir sobre ella para solucionar algún problema o ajustar algún elemento hacerlo con la alimentación neumática cortada, y si es posible sin alimentación eléctrica.

Aunque pueda parecer una obviedad, es conveniente que el deposito de muelles y émbolos tanto grades como pequeños, este lleno, o con un número suficiente para realizar la practica, pues en esta estación no se puede detectar que no hay muelles o que no hay émbolos, cosa que sí sucede con las camisas o con las culatas.

CAPÍTULO 6. PRONTUARIO DE AVERIAS Y ERRORES MÁS FRECUENTES.

En este último capitulo del manual de la estación 2, dedicada al montaje de componentes sobre camisas, se pretende dar unas cuantas soluciones a los posibles errores que se hayan cometido en la programación (por propia experiencia personal) así como se tratará de resolver las averías de la estación las cuales surgieron durante su puesta a punto, y pueden volver a repetirse.

La estación 2 presenta un problema con el tambor de émbolos. Algunas veces se atasca al girar. Si esto sucede, quitar el aire de la estación y girar el tambor hasta que se desbloque. Otros de los problemas se describen a continuación.

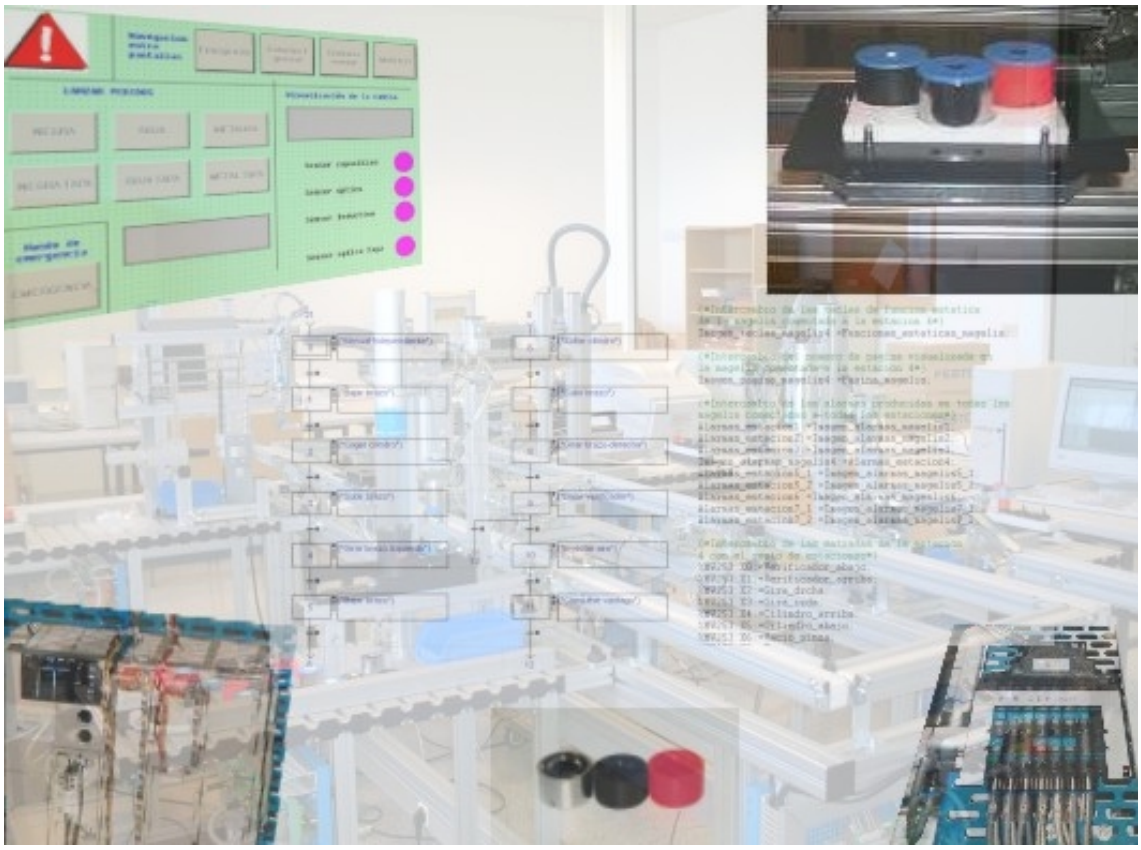
PROBLEMA	CAUSAS	SOLUCIONES
No se puede cargar el programa desde el ordenador.	• No hemos seleccionado el driver correctamente. • No hemos arrancado el XIP si comunicamos por red. • No existe conexión física entre el PC y el autómata.	• Elegir de nuevo el tipo de conexión desde la pantalla definir dirección del autómata. • Arrancar el XIP driver. • Revisar la existencia de cable de red Fipway si utilizamos este driver. • Cambiar el tipo de conexión con el autómata • Utilizar la conexión modo terminal Unitelway.

Los accionamientos del autómata no se mueven.	• La alimentación neumática esta cerrada. • La activación de las salidas no ha sido programada. • El autómata esta en Stop.	• Abrir la llave roja de la estación 2 para permitir el paso del aire. • Conectar el compresor. • Revisar el módulo Post de la aplicación introducida. • Pasar el autómata a Run, desde el PL 7.
El programa a sido cargado correctamente pero no responde a nuestras ordenes.	• Las ordenes de botonera no se han programado. • No se pulsa el botón verde de marcha. • No se activen las etapas iniciales del Grafcet. • El autómata esta en Stop.	• Revisar en el programa la lectura de la botonera. • Pulsar el botón de aceptación de modo de funcionamiento, el verde de marcha. • Colocar desde el PL 7 Pro el Grafcet en sus etapas iniciales. Desde el menú Debug. • Poner el PLC en Run desde el PL 7.
La transferencia a terminado correctamente pero el PLC no responde.	• La dirección del autómata no es la correcta. • La configuración del autómata es incorrecta.	• Averiguar la correcta dirección de la estación con la que queremos comunicar, que viene indicada en la tarjeta de Fipway. • Revisar la configuración del autómata
Estamos comunicando con el PLC por Fipway desde un PC conectado a Fipway, pero la red no responde.	• La red esta cortada en algún punto. • La tarjeta Fipway del PC no esta configurada.	• Revisar todas las cajas de Fipway. Ajustar el conector y roscar bien. • Revisar las tarjetas de Fipway de los autómatas y comprobar que la dirección esta bien puesta en cada uno de los PLC´s.

		• Revisar que todos los autómatas estén conectados a la red eléctrica, ya que si no la red Fipway es como si estuviera cortada. • Probar desde otro punto con conexión a la Fipway, y si funciona desde ahí o no funciona, avisar al responsable del laboratorio para que soluciones el problema.
Mientras estamos realizando el programa, al guardarlo, no podemos porque hemos desbordado la capacidad de memoria.	• Hemos desbordado la memoria del autómata.	• Eliminar comentario del programa. • No es normal que desbordemos al PLC, así que estamos cometiendo algún error. Avisar al profesor de practicas.
El programa funciona correctamente, pero algunas ordenes desde las PDE no funcionan.	• No se han programado. • No se han asignado los símbolos con el nombre indicado en el mapa de memoria. • Las PDE han sido modificadas.	• Revisar la programación de los mandos en el PL7. • Revisar los símbolos dados a las variables utilizadas por esos mandos y asegurarse que coincidan exactamente con los símbolos del mapa de memoria. • Llamar al profesor de practicas y cargar las pantallas nuevamente.
El eje no se mueve.	• Las funciones de movimiento SMOVE no han sido programadas. • Las subrrutinas que contiene las funciones SMOVE han sido borradas.	• Revisar la programación de las funciones de movimiento SMOVE, bien durante el Grafcet o bien en el módulo Post. • Asegurarse del correcto estado de la función

	• El módulo de control no esta correctamente configurado.	SMOVE tal y como se describe en este manaul. • Revisar la configuración del módulo de control, tal y como figura en este manual. • Avisar al profesor de practicas.
El eje no se rearma correctamente.	• No se ha respetado la configuración del eje que hay en la subrrutina 4. • No se ha comenzado el Grafcet despues de las estapas de configuración que tiene el programa. • Hay un error de hardware que hay que reconocer para que rearme el eje. • No se realice la toma de origen.	• Asegurarse de lanzar la subrrutin 4, y que esta contenga la configuración del eje. • Iniciar el Grafcet de producción automática despues de las etapas de configuración que existen. • Utilizar solamente una etapa inicial, la que ya existe, sino problemas en el rearme. • Programar el bit de fallo interno mediate AND tal y como se indica en el manual, obiando en un principio el error hardware del módulo 4. • Revisar los módulos de entradas y salidas, y la activación de la alimentación sino hay conector. • Avisar al profesor de practicas.

CÉLULA DE FABRICACIÓN FLEXIBLE



MANUAL DE USUARIO DE LA ESTACIÓN 2.

PROYECTO FIN DE CARRERA
JESÚS MARI RODRÍGUEZ GÓMEZ

DIRECTOR: RAMÓN PIEDRAFITA MORENO