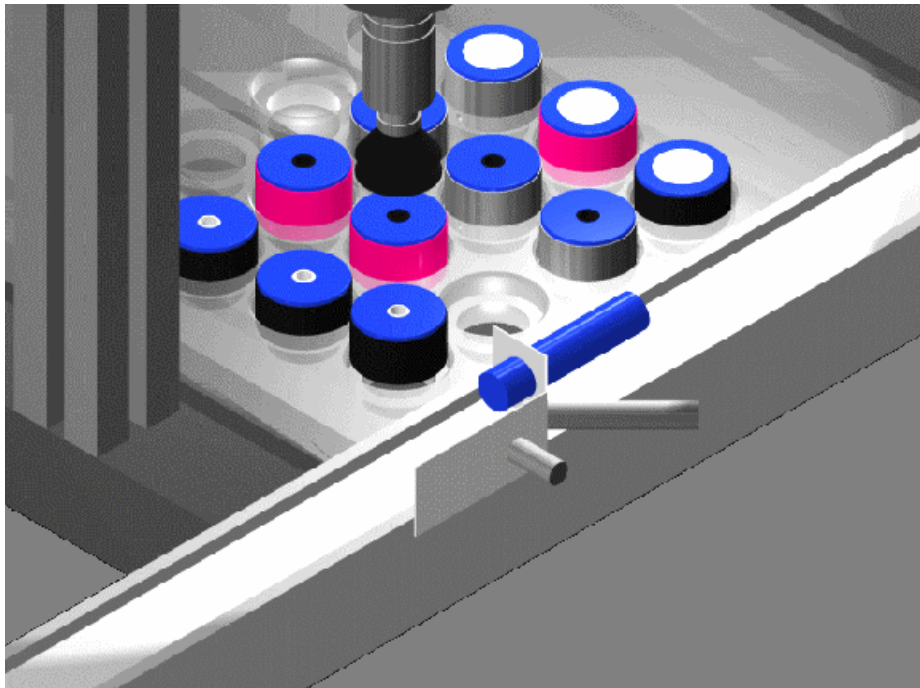




**DEPARTAMENTO DE INFORMÁTICA E  
INGENIERÍA DE SISTEMAS  
PRÁCTICAS DE  
INFORMÁTICA INDUSTRIAL**



**CÉLULA DE FABRICACIÓN  
FLEXIBLE**

**Ramón Piedrafita Moreno**





**DEPARTAMENTO DE INFORMÁTICA E  
INGENIERÍA DE SISTEMAS**

**PRÁCTICAS DE  
INFORMÁTICA INDUSTRIAL  
CÉLULA DE FABRICACIÓN  
FLEXIBLE**

**Ramón Piedrafita Moreno**

***Prácticas de  
Informática industrial  
Célula de fabricación flexible***

Todos los derechos reservados

Prohibida la Reproducción total o parcial de esta obra, por cualquier medio o método sin autorización por escrito del autor.

© Ramón Piedrafita Moreno2003.

Depósito Legal: 1750/2003

IMPRESO EN ZARAGOZA, ESPAÑA.

## **CAPÍTULO 1. DESCRIPCIÓN GENERAL DE LA CÉLULA.. 1**

|   |           |
|---|-----------|
| <b>1.1. Características de la Mercancía a Fabricar .....</b>  | <b>2</b>  |
| 1.1.1. CILINDROS NEUMÁTICOS.....                              | 4         |
| 1.1.2. PIEZAS CON TAPA.....                                   | 5         |
| 1.1.3. CARACTERÍSTICAS DE LOS ELEMENTOS DE LAS PIEZAS.....    | 5         |
| <b>1.2. Características Generales de las Estaciones .....</b> | <b>6</b>  |
| 1.2.1. ZONA DE FABRICACIÓN .....                              | 8         |
| 1.2.1.1. Transporte.....                                      | 9         |
| 1.2.1.2. Estación 1: Módulo de Carga de Camisas .....         | 10        |
| 1.2.1.3. Estación 2: Módulo de Montaje de Componentes.....    | 11        |
| 1.2.1.4. Estación 3: Montaje de Culatas .....                 | 12        |
| 1.2.1.5. Estación 4: Verificación .....                       | 13        |
| 1.2.2. ZONA DE ALMACÉN INTERMEDIO .....                       | 14        |
| 1.2.2.1. Estación 5: Almacén Intermedio.....                  | 15        |
| 1.2.2.2. Estación 5: Función de gestión.....                  | 16        |
| 1.2.3. ZONA DE EXPEDICIÓN.....                                | 17        |
| 1.2.3.1. Transporte.....                                      | 18        |
| 1.2.3.2. Estación 6: Módulo de Carga de Bases .....           | 19        |
| 1.2.3.3. Robot 1: Colocación de Piezas sobre la Base .....    | 20        |
| 1.2.3.4. Robot 2: Expedición de Palets.....                   | 20        |
| 1.2.3.5. Estación 7: Almacén Final.....                       | 21        |
| <b>1.3. Red de Comunicaciones .....</b>                       | <b>22</b> |

## **CAPÍTULO 2. INTRODUCCIÓN A LA ESTACIÓN 1..... 25**

## **CAPÍTULO 3. DESCRIPCION DE LA ESTACION 1. .... 29**

|   |           |
|---|-----------|
| <b>3.1. Descripción general de la estación.....</b> | <b>29</b> |
| <b>3.2. Descripción hardware. ....</b>              | <b>30</b> |
| 3.2.1. FUENTE DE ALIMENTACIÓN. ....                 | 30        |

|          |   |    |
|----------|---|----|
| 3.2.2.   | EL AUTÓMATA.....                                  | 31 |
| 3.2.3.   | ELECTROVÁLVULAS.....                              | 33 |
| 3.2.4.   | REGULADOR DE PRESIÓN DEL AIRE.....                | 36 |
| 3.2.5.   | MÓDULOS DE PRECABLEADO DE ENTRADAS / SALIDAS..... | 37 |
| 3.2.6.   | CAPTADORES.....                                   | 39 |
| 3.2.6.1. | Interruptores de proximidad inductivos.....       | 39 |
| 3.2.6.2. | Sensores de proximidad.....                       | 40 |
| 3.2.6.3. | Interruptores.....                                | 42 |
| 3.2.6.4. | Pulsadores.....                                   | 43 |
| 3.2.7.   | ACTUADORES.....                                   | 43 |
| 3.2.7.1. | Salida %Q 3,0 y Salida %Q 3,1.....                | 45 |
| 3.2.7.2. | Salida %Q 3,2 y Salida %Q 3,3.....                | 45 |
| 3.2.7.3. | Salida %Q 3,4.....                                | 46 |
| 3.2.7.4. | Salida %Q 3,5.....                                | 46 |
| 3.2.7.5. | Salida %Q 3,6.....                                | 47 |
| 3.2.7.6. | Salida %Q 3,7.....                                | 47 |
| 3.3.     | Identificación de los sensores y actuadores.....  | 47 |

## **CAPÍTULO 4. PROGRAMACIÓN DE LA ESTACIÓN 1..... 50**

|            |  |    |
|------------|--|----|
| 4.1.       | Configuración hardware de la estación.....   | 50 |
| 4.2.       | Definición de variables.....                 | 58 |
| 4.3.       | Realización del programa de la estación..... | 59 |
| 4.3.1.     | ESTRUCTURA DEL PROGRAMA.....                 | 59 |
| 4.3.1.1.   | Módulo Preliminar (Pr1).....                 | 60 |
| 4.3.1.2.   | Módulo Grafect (Chart).....                  | 61 |
| 4.3.1.3.   | Módulo Posterior (Post).....                 | 61 |
| 4.3.2.     | EJERCICIO DE PROGRAMACIÓN.....               | 61 |
| 4.3.2.1.   | Enunciado.....                               | 62 |
| 4.3.2.1.1. | Ejercicio 1.....                             | 62 |
| 4.3.2.1.2. | Ejercicio 2.....                             | 62 |
| 4.3.2.1.3. | Ejercicio3.....                              | 64 |
| 4.3.2.2.   | Descripción de entradas y salidas.....       | 64 |

|   |            |
|---|------------|
| 4.3.2.2.1. Salidas.....                                       | 64         |
| 4.3.2.2.2. Entradas.....                                      | 65         |
| 4.3.2.3. Mapa de memoria.....                                 | 66         |
| 4.3.2.4. Pantallas de explotación.....                        | 69         |
| 4.3.3. CONSEJOS DE PROGRAMACIÓN.....                          | 76         |
| 4.3.4. GUÍA GEMMA. ....                                       | 78         |
| 4.3.4.1. Ejercicio de programación con guía GEMMA.....        | 82         |
| <br>  |            |
| <b>CAPÍTULO 5. INTRODUCCIÓN A LA ESTACIÓN 3.....</b>          | <b>85</b>  |
| <br>  |            |
| <b>CAPÍTULO 6. DESCRIPCIÓN DE LA ESTACIÓN 3. ....</b>         | <b>90</b>  |
| <br>  |            |
| <b>6.1. Descripción general de la estación.....</b>           | <b>90</b>  |
| <b>6.2. Descripción hardware. ....</b>                        | <b>91</b>  |
| 6.2.1. EL AUTÓMATA.....                                       | 91         |
| 6.2.2. MÓDULOS DE PRECABLEADO DE ENTRADAS / SALIDAS. ....     | 93         |
| 6.2.3. CAPTADORES.....  | 95         |
| 6.2.3.1. Interruptores de proximidad inductivos.....          | 95         |
| 6.2.3.2. Detector óptico.....                                 | 96         |
| 6.2.3.3. Interruptores.....                                   | 97         |
| 6.2.3.4. Pulsadores. ....                                     | 98         |
| 6.2.4. ACTUADORES.....  | 98         |
| 6.2.4.1. Cinta_avanza/Cinta_retrocede. ....                   | 99         |
| 6.2.4.2. Roscar.....  | 100        |
| 6.2.4.3. Pinza_sube_baja.....                                 | 100        |
| 6.2.4.4. Culata. ....   | 101        |
| 6.2.4.5. Fijar. ....  | 101        |
| 6.2.4.6. Pinza. ....  | 102        |
| <b>6.3. Identificación de los sensores y actuadores. ....</b> | <b>102</b> |
| <br>  |            |
| <b>CAPÍTULO 7. PROGRAMACIÓN DE LA ESTACIÓN 3....</b>          | <b>104</b> |
| <br>  |            |
| <b>7.1. Configuración hardware de la estación. ....</b>       | <b>104</b> |

|  |            |
|--|------------|
| <b>7.2. Definición de variables. ....</b>                        | <b>111</b> |
| <b>7.3. Realización del programa de la estación.....</b>         | <b>114</b> |
| <b>7.3.1. EJERCICIO DE PROGRAMACIÓN.....</b>                     | <b>114</b> |
| <b>7.3.1.1. Enunciado. ....</b>                                  | <b>115</b> |
| <b>7.3.1.1.1. Ejercicio 1. ....</b>                              | <b>115</b> |
| <b>7.3.1.1.2. Ejercicio 2. ....</b>                              | <b>116</b> |
| <b>7.3.1.2. Descripción de entradas y salidas. ....</b>          | <b>117</b> |
| <b>7.3.1.2.1. Salidas. ....</b>                                  | <b>117</b> |
| <b>7.3.1.2.2. Entradas.....</b>                                  | <b>118</b> |
| <b>7.3.1.3. Mapa de memoria.....</b>                             | <b>119</b> |
| <b>7.3.1.4. Pantallas de explotación.....</b>                    | <b>122</b> |
| <b>7.3.2. CONSEJOS DE PROGRAMACIÓN.....</b>                      | <b>129</b> |
| <b>7.3.3. EJERCICIO DE PROGRAMACIÓN CON GUÍA GEMMA.....</b>      | <b>130</b> |
| <br>   |            |
| <b>CAPÍTULO 8. INTRODUCCIÓN A LA ESTACIÓN 4.....</b>             | <b>133</b> |
| <br>   |            |
| <b>CAPÍTULO 9. DESCRIPCIÓN DE LA ESTACIÓN 4. ....</b>            | <b>139</b> |
| <br>   |            |
| <b>9.1. Descripción general de la estación.....</b>              | <b>139</b> |
| <b>9.2. Descripción hardware. ....</b>                           | <b>140</b> |
| <b>9.2.1. EL AUTÓMATA.....</b>                                   | <b>140</b> |
| <b>9.2.2. EQUIPOS DE VACÍO.....</b>                              | <b>143</b> |
| <b>9.2.3. MÓDULOS DE PRECABLEADO DE ENTRADAS / SALIDAS. ....</b> | <b>145</b> |
| <b>9.2.4. CAPTADORES.....</b>                                    | <b>147</b> |
| <b>9.2.4.1. Interruptores de proximidad inductivos. ....</b>     | <b>147</b> |
| <b>9.2.4.2. Microinterruptores eléctricos.....</b>               | <b>148</b> |
| <b>9.2.4.3. Vacuostato.....</b>                                  | <b>149</b> |
| <b>9.2.4.4. Medidor analógico.....</b>                           | <b>149</b> |
| <b>9.2.4.5. Interruptores.....</b>                               | <b>150</b> |
| <b>9.2.4.6. Pulsadores. ....</b>                                 | <b>151</b> |
| <b>9.2.5. ACTUADORES.....</b>                                    | <b>152</b> |
| <b>9.2.5.1. Gira_izda / Gira_drcha.....</b>                      | <b>153</b> |



|   |   |            |
|---|---|------------|
| 9.2.5.2.  | Cilindro_sube_baja.....                             | 153        |
| 9.2.5.3.  | Verificador_sube_baja.....                          | 154        |
| 9.2.5.4.  | Inyecta.....  | 154        |
| 9.2.5.5.  | Expulsa.....  | 154        |
| 9.2.5.6.  | Vacio_en_pinza.....                                 | 155        |
| 9.2.5.7.  | Vacio_en_pieza.....                                 | 155        |
| 9.2.5.8.  | Saca_pieza / Expulsar_pieza.....                    | 155        |
| 9.2.5.9.  | Vascular.....                                       | 155        |
| <b>9.3.</b>   | <b>Identificación de variables.....</b>             | <b>156</b> |
| <br>  |   |            |
| <b>CAPÍTULO 10. PROGRAMACIÓN DE LA ESTACIÓN 4. ..</b> |   | <b>158</b> |
| <b>10.1.</b>  | <b>Configuración hardware de la estación.....</b>   | <b>158</b> |
| <b>10.2.</b>  | <b>Definición de variables.....</b>                 | <b>166</b> |
| <b>10.3.</b>  | <b>Realización del programa de la estación.....</b> | <b>168</b> |
| 10.3.1.   | EJERCICIO DE PROGRAMACIÓN.....                      | 168        |
| 10.3.1.1.   | Enunciado.....                                      | 168        |
| 10.3.1.1.1.   | Ejercicio 1.....                                    | 169        |
| 10.3.1.1.2.   | Ejercicio 2.....                                    | 169        |
| 10.3.1.1.3.   | Ejercicio 3.....                                    | 171        |
| 10.3.1.2.   | Descripción de entradas y salidas.....              | 171        |
| 10.3.1.2.1.   | Salidas.....  | 172        |
| 10.3.1.2.2.   | Entradas.....                                       | 173        |
| 10.3.1.3.   | Mapa de memoria.....                                | 174        |
| 10.3.1.4.   | Pantallas de explotación.....                       | 177        |
| 10.3.2.   | CONSEJOS DE PROGRAMACIÓN.....                       | 184        |
| 10.3.3.   | GUÍA GEMMA.....                                     | 186        |
| 10.3.3.1.   | Ejercicio de programación con guía GEMMA.....       | 189        |
| <br>  |   |            |
| <b>CAPÍTULO 11. INTRODUCCIÓN A LA ESTACIÓN 6.....</b> |   | <b>191</b> |
| <br>  |   |            |
| <b>CAPÍTULO 12. DESCRIPCIÓN DE LA ESTACIÓN 6.....</b> |   | <b>196</b> |

|   |  |            |
|---|--|------------|
| <b>12.1.</b>  | <b>Descripción general de la estación.....</b>           | <b>196</b> |
| <b>12.2.</b>  | <b>Descripción hardware. ....</b>                        | <b>197</b> |
| 12.2.1.   | EL AUTÓMATA.....   | 197        |
| 12.2.2.   | MÓDULOS DE PRECABLEADO DE ENTRADAS / SALIDAS.....        | 199        |
| 12.2.3.   | EQUIPOS DE VACÍO.....                                    | 201        |
| 12.2.4.   | CAPTADORES.....  | 203        |
| 12.2.4.1.   | Interruptores de proximidad inductivos.....              | 203        |
| 12.2.4.2.   | Vacuostato.....  | 204        |
| 12.2.4.3.   | Sensor óptico.....                                       | 204        |
| 12.2.4.4.   | Interruptores.....                                       | 204        |
| 12.2.4.5.   | Pulsadores.....  | 206        |
| 12.2.5.   | ACTUADORES.....  | 206        |
| 12.2.5.1.   | Alimentador_izdo.....                                    | 207        |
| 12.2.5.2.   | Alimentador_drcho.....                                   | 208        |
| 12.2.5.3.   | Coger_placa.....   | 208        |
| 12.2.5.4.   | Bajar_subir.....   | 208        |
| 12.2.5.5.   | Izda / Drcha.....  | 209        |
| 12.2.5.6.   | Adelante / Atrás.....                                    | 210        |
| <b>12.3.</b>  | <b>Identificación de los sensores y actuadores. ....</b> | <b>210</b> |
| <br>  |  |            |
| <b>CAPÍTULO 13. PROGRAMACIÓN DE LA ESTACIÓN 6. ..</b> |  | <b>212</b> |
| <b>13.1.</b>  | <b>Configuración hardware de la estación. ....</b>       | <b>212</b> |
| <b>13.2.</b>  | <b>Definición de variables. ....</b>                     | <b>219</b> |
| <b>13.3.</b>  | <b>Realización del programa de la estación.....</b>      | <b>221</b> |
| 13.3.1.   | EJERCICIO DE PROGRAMACIÓN.....                           | 221        |
| 13.3.1.1.   | Enunciado.....   | 221        |
| 13.3.1.1.1.   | Ejercicio 1.....   | 222        |
| 13.3.1.1.2.   | Ejercicio 2.....   | 222        |
| 13.3.1.2.   | Descripción de entradas y salidas.....                   | 223        |
| 13.3.1.2.1.   | Entradas.....  | 223        |
| 13.3.1.2.2.   | Salidas.....   | 224        |

---

|   |            |
|---|------------|
| 13.3.1.3. Mapa de memoria.....  | 225        |
| 13.3.1.4. Pantallas de explotación.....                                 | 228        |
| 13.3.2. CONSEJOS DE PROGRAMACIÓN.....                                   | 235        |
| 13.3.3. GUÍA GEMMA. ....  | 237        |
| 13.3.3.1. Ejercicio de programación con guía GEMMA.....                 | 240        |
| <br>  |            |
| <b>CAPÍTULO 14. INSTRUCCIONES DE OPERACIÓN. ....</b>                    | <b>243</b> |
| <br>  |            |
| <b>14.1. Alimentación de la estación.....</b>                           | <b>243</b> |
| 14.1.1. ALIMENTACIÓN ELÉCTRICA. ....                                    | 243        |
| 14.1.2. ALIMENTACIÓN NEUMÁTICA. ....                                    | 244        |
| <b>14.2. Carga del programa. ....</b>                                   | <b>245</b> |
| <b>14.3. Puesta en marcha.....</b>                                      | <b>248</b> |
| <br>  |            |
| <b>CAPÍTULO 15. MEDIDAS DE SEGURIDAD Y<br/>PRECAUCIONES DE USO.....</b> | <b>249</b> |



## **CAPÍTULO 1.      DESCRIPCIÓN GENERAL DE LA**

### **CÉLULA.**

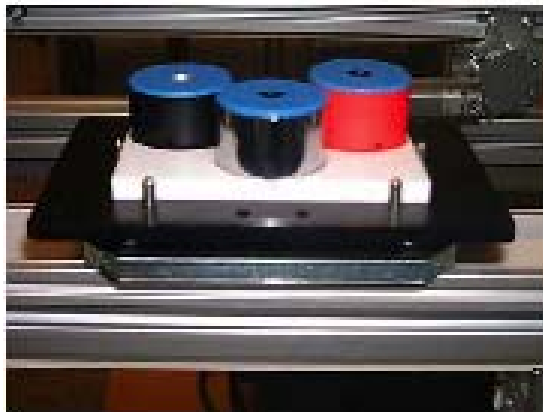
Antes de analizar la estación 1, echo que se realizará con detalle a lo largo de este manual, vamos a realizar una descripción del funcionamiento de la célula de fabricación, de la cual forma parte esta estación.

Estamos delante de una célula de producción de cilindros en serie, situada en el edificio A del campus politécnico, y compuesta por dos módulos principales y uno de unión. El módulo I se encarga de la fabricación y verificación de los cilindros, el módulo de unión se encarga de la identificación y clasificación así como del almacenamiento y suministro de pedidos hacia el modulo II, encargado del montaje de estos pedidos y de su almacenamiento final. Todo esto pretende acercar al alumno a un proceso industrial real, con una gran parte de los elementos que están implicados en él.

Hay que tener siempre presente, que se trata de una maqueta, no de máquinas reales, con lo cual se presentarán problemas que no son los de máquinas reales, sino más propios de réplicas a pequeña escala o juguetes.

Como ya hemos dicho anteriormente, la estación de identificación y carga de camisas, es una de las partes de un conjunto de estaciones que simulan un proceso productivo completo. La finalidad de todas ellas en conjunto es la fabricación y expedición de una determinada mercancía constituida por un conjunto de tres cilindros neumáticos sobre una determinada base. Por lo tanto podríamos decir que la célula en conjunto constituye una pequeña fábrica destinada a la producción y expedición de unas determinadas piezas.

En la figura adjunta podemos ver un ejemplo de la disposición de dichas piezas sobre el medio de expedición una vez completado el proceso de fabricación.



**Figura 1:** Ejemplo de un pedido.

La célula de fabricación, mediante la solicitud de un determinado pedido de fabricación, comienza el proceso necesario para la expedición del mismo.

Un pedido estará compuesto por un máximo de 3 piezas depositadas sobre una base concreta. En lo referente al tipo de base para depositar las piezas a expender tenemos 2 posibilidades, mientras que con el tipo de pieza a colocar en la base tenemos 6 posibilidades diferentes.

### **1.1. Características de la Mercancía a Fabricar**

Ya se ha comentado en los párrafos anteriores que la célula de fabricación está compuesta por una serie de estaciones diferentes que se encargan de realizar cada una de ellas una operación determinada dentro del proceso productivo. La misión final consiste en expender un pedido que se haya solicitado fabricar a nuestra pequeña factoría.




Para poder comentar la función de cada una de las estaciones vamos a partir del resultado final que se desea obtener con la célula de fabricación completa. Por lo tanto deberemos conocer las características de las posibles piezas a fabricar y por lo tanto de las posibilidades de pedidos a solicitar para su expedición.

Los tipos de base posibles para depositar las piezas a expender difieren en el color de las mismas. Así tenemos la posibilidad de depositar las piezas sobre una base de color blanco o sobre una base de color negro.



**Figura 2:** Tipos de soporte para los pedidos.

En lo referente a los diferentes tipos de piezas que es posible expender podemos dividirlos en dos grupos diferentes. Por un lado tenemos los cilindros neumáticos y por otro los cilindros cerrados (otro tipo de pieza similar a las anteriores, también denominadas piezas con tapa). En el cuadro resumen mostrado a continuación puede observar la forma de cada una de las piezas.

| Color de la Pieza                         | Negra   | Roja   | Metálica  |
|---|---|--|---|
| Piezas con Tapa                           |   |   |   |
| Piezas sin Tapa<br>(cilindros neumáticos) |  |  |  |

**Cuadro 1:** Imágenes de los diferentes tipos de pieza que existen en la célula.

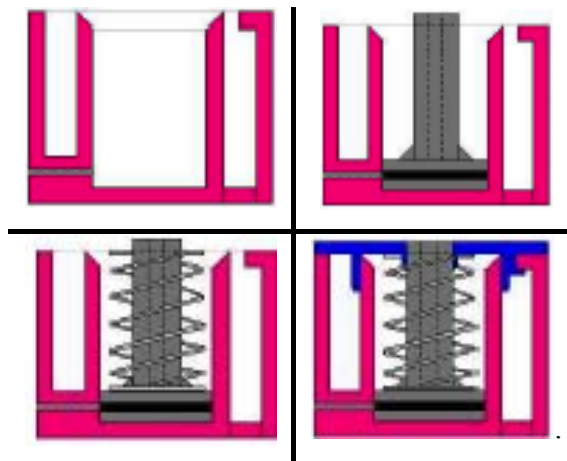
Igualmente tal y como podemos ver en la figura anterior, dentro de un mismo tipo de piezas tenemos 3 posibilidades de las mismas según el color que posea cada una de ellas. Tal y como podemos ver en la mencionada figura, tenemos piezas de color negro, rojo o metálico; según se desee.

Los dos tipos de piezas (con tapa o sin tapa) se diferencian en su ensamblaje, es decir, en las partes que las componen. Por lo tanto dependiendo del tipo de pieza que se desee fabricar el proceso productivo será uno u otro.

### 1.1.1. Cilindros Neumáticos

Ya hemos comentado que las piezas a fabricar simulan cilindros neumáticos de simple efecto. Así cada una de las piezas estará formada por los siguientes subelementos.

- **Camisa:** Esta pieza constituye la parte exterior o carcasa del cilindro neumático a fabricar. Este será el soporte del resto de las piezas a colocar en el proceso de producción.
- **Émbolo:** Este elemento será el encargado de provocar el desplazamiento del eje al inyectar aire comprimido sobre el orificio destinado a tal efecto en la camisa. El diseño de los mismos evitará que el aire se escape a la atmósfera gracias a una junta que posee en su interior.
- **Muelle:** Dado que los cilindros neumáticos a fabricar son de simple efecto, deberemos de provocar el retorno del émbolo a su posición de origen una vez cortado el flujo de aire comprimido. Así la misión del muelle es la proporcionar esta fuerza de retorno del émbolo para que éste se recoja.
- **Tapa:** La camisa del cilindro neumático deberá de ser cerrada para que las piezas internas no abandonen dicha situación al inyectar aire comprimido al cilindro neumático. Esta función la llevamos a cabo por medio de la colocación de la tapa mencionada.



**Figura 3:** Estados del cilindro durante su montaje.



### **1.1.2. Piezas con Tapa**

El otro grupo de piezas que se pueden fabricar mediante la célula de fabricación flexible son las denominadas como con tapa. Estas piezas están formadas únicamente por la camisa y una tapa que no posee orificio para la extensión del émbolo.

En estas piezas no será necesaria la colocación de los elementos mencionados en el apartado anterior, ya que con la camisa se encuentra sólidamente colocada la tapa de la camisa y por lo tanto tenemos una pieza compacta.

### **1.1.3. Características de los elementos de las piezas.**

Cada uno de los tres tipos de piezas a fabricar tiene unas características que las hacen diferentes entre si. Así tenemos diferencias en lo referente a los colores y tamaños de los elementos que las forman o constituyen. A continuación vamos a comentar cada una de estas características de cada tipo de pieza.

El diámetro de todas las piezas es el mismo, en cambio la altura ellas no. Debemos de mencionar que las camisas de color negro tienen una altura menor que las rojas y las metálicas. Por lo tanto en las piezas negras deberemos de instalar unos émbolos con una longitud más corta que las otras piezas. Los émbolos de menor longitud son de color metálico, mientras que los émbolos largos son de color negro.

Así, para poder realizar la fabricación de ambos tipos de piezas deberemos de disponer de los dos tipos de émbolos para colocárselos a las piezas adecuadas.

Esta es una de las características que hacen que la célula sea flexible, es decir, es capaz de fabricar diferentes tipos de piezas, de forma aleatoria y sin incorporar elementos adicionales.

En lo referente a los muelles no tenemos ningún tipo de diferencia para cada una de las piezas fabricadas. La diferencia existente en la altura de las diferentes piezas únicamente diferirá en la compresión del muelle dentro de cada una de las camisas.

En la tabla siguiente podemos ver la relación de elementos de cada una de las piezas a fabricar.

|                      |   |  |   |
|----------------------|---|--|---|
| <b>Tipo de Pieza</b> |                                  |                                |  |
| <b>Camisa</b>        | Negra   | Roja   | Metálica  |
| <b>Émbolo</b>        | Metálico<br><br>(longitud corta) | Negro<br><br>(longitud larga) |   |
| <b>Muelle</b>        | Standard  |  |   |

**Cuadro 2:** Piezas que forman cada uno de los diferentes tipos de cilindros.

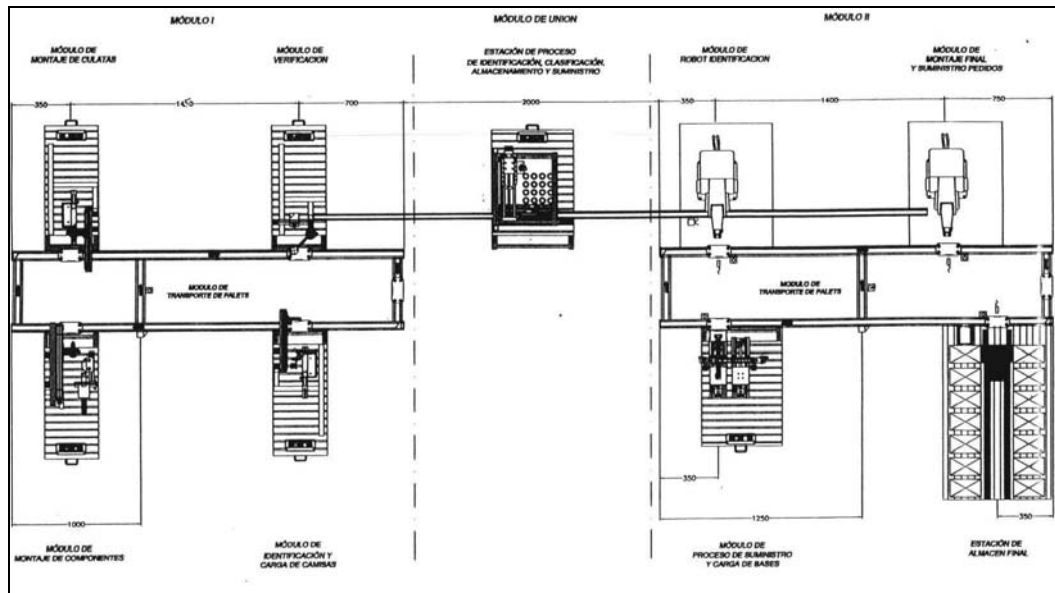
## **1.2. Características Generales de las Estaciones**

El montaje o fabricación de las piezas anteriormente comentadas es realizado por medio de la acción conjunta de todas las estaciones que componen la célula de fabricación flexible.

Así, de forma automática, se irán realizando la fabricación y expedición de las diferentes piezas solicitadas a nuestra fábrica. Cada una de las estaciones que conforman la célula de fabricación flexible poseen una función determinada y concreta y llevan a cabo un proceso para conseguir montar la pieza con las características adecuadas según lo anteriormente mencionado.

La fabricación de las piezas se realiza teniendo en cuenta el mantenimiento de un pequeño stock dentro de la fábrica para poder atender los posibles pedidos. Así en el almacén de piezas intermedio tendremos acumuladas un pequeño número de piezas para poder servir pedidos, ordenando la fabricación cuando el número de piezas de un determinado tipo sea inferior a un margen de seguridad prefijado.

Por el contrario la formación de palets con mercancía se lleva a cabo por medio del lanzamiento de pedidos de fabricación a la célula de fabricación. Cuando se solicite un determinado pedido la célula de fabricación realizará las operaciones apropiadas para componerlo y ser capaz de servirlo.



**Figura 4:** Esquema general de la célula.

En la célula de fabricación podemos distinguir tres zonas diferentes.

- **Zona de fabricación** en la cual se realizará el montaje de cada uno de los tipos de pieza solicitados por el almacén intermedio.
- **Zona del almacén intermedio** en la cual se depositarán las piezas fabricadas hasta que se solicite la expedición de las mismas en un determinado pedido.
- **Zona de expedición** en la cual se realizarán las operaciones necesarias para la composición del pedido solicitado.

Todas estas zonas se encuentran coordinadas por medio de un sistema que podríamos denominar como gestor o coordinador. Dicho elemento es el encargado de decirle a cada una de las estaciones la operación que debe realizar en cada momento para llevar a cabo la fabricación completa y efectiva de cada uno de los tipos de piezas.

A continuación vamos a pasar a comentar las características de cada una de las estaciones para así poder comprender mejor la función de cada una de ellas dentro de la célula de fabricación.

### 1.2.1. Zona de Fabricación

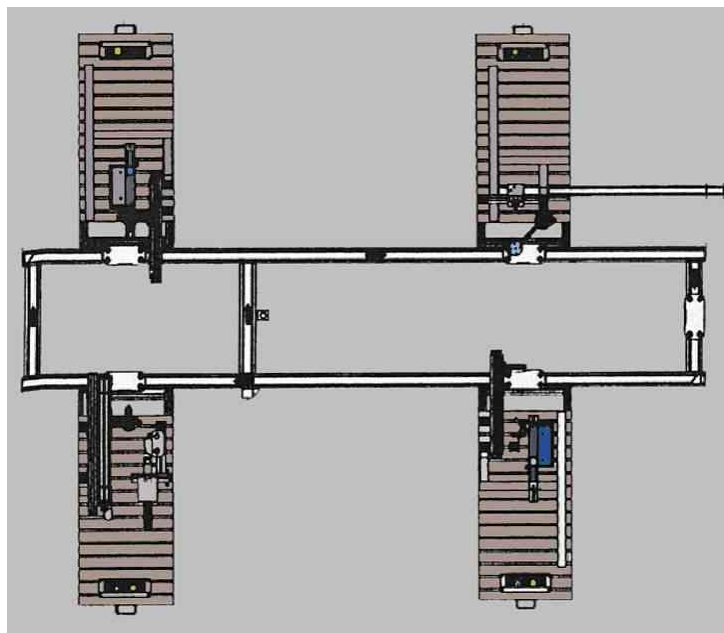


Figura 5: Esquema del modulo I.

En esta zona tenemos situadas las estaciones necesarias para llevar a cabo el ensamblado de los diferentes elementos que componen la pieza a fabricar en cada momento. Así tenemos las siguientes estaciones:

- a.- **Transporte:** Encargado del traslado de las piezas de una estación a otra por medio de un traspaldador destinado a tal efecto.
- b.- **Estación 1:** Encargada de la colocación de la camisa deseada en el palet del traspaldador.
- c.- **Estación 2:** Por medio de esta estación podremos colocar el émbolo y el muelle en las piezas que así lo requieran. La colocación del émbolo se realiza de forma acorde al tipo de pieza tratada en cada momento.
- d.- **Estación 3:** Esta estación coloca y rosca la tapa a las piezas que así lo requieran, es decir, en las piezas con tapa no realiza ninguna operación.
- e.- **Estación 4:** Antes de dar por finalizada la fabricación de una determinada pieza se realiza un test para comprobar que la pieza ha sido fabricada correctamente. Esta

estación se encarga de tal función desechando las que son defectuosas y permitiendo el resto de proceso para las piezas fabricadas correctamente.

### 1.2.1.1. Transporte

Para llevar las piezas desde una estación a otra y para que cada una de ellas realice su función tenemos el módulo de transporte. Una serie de cintas transportadores, topes y enclavamientos; aseguran la circulación o detención de cada uno de los transbordadores de palets afectados.



**Figura 6:** Imagen de los transportes de la célula.

Para el desplazamiento de las piezas a lo largo del recorrido se usan unos transbordadores sobre los cuales se coloca un palet de transporte metálico.

Sobre dicho elemento deberemos situar una base plástica dotada de una única hendidura en su parte central en la cual se adaptan perfectamente las piezas a fabricar. De este modo las piezas podrán ser trasladadas de estación a estación de forma segura.



**Figura 7:** Imágenes del medio de trasladar los cilindros entre estaciones.

Cada uno de los transbordadores posee en su parte inferior una pequeña memoria en la cual se podrá almacenar la información de la mercancía que transporta. Por medio de una serie de cabezas lectoras se podrán realizar lecturas y escrituras de información.

En cada una de las estaciones tenemos un tope que se encargará de detener el transbordador frente a la entrada de cada una de ellas. Posteriormente, y por medio de un enclavamiento, se fijará el transbordador para mantenerlo fijo en la posición correcta. Así las cabezas lectoras podrán realizar sus operaciones de lectura y escritura.

En la figura adjunta podemos observar estos elementos. De izquierda a derecha tenemos en primer lugar la cabeza lectora que leerá la información de la memoria del transbordador. Posteriormente tenemos el enclavamiento que fija el transbordador en la posición en la cual se encuentra durante el tiempo que permanece el palet en la estación correspondiente, para que no se desplace. Por último tenemos el tope que se encarga de detener o liberar el palet según corresponda.



**Figura 8:** Topes, enclavamiento y cabeza de lectura.

### **1.2.1.2. Estación 1: Módulo de Carga de Camisas**

Esta estación es la encargada de suministrar al elemento de transporte la camisa de la pieza a fabricar en un determinado momento. En un acumulador se almacenan apiladas y en orden aleatorio los diferentes tipos de piezas a fabricar. La estación se encargará de ir sacando camisas de dicho almacén hasta que se encuentre una pieza con las características solicitadas. Dentro del mencionado almacén tendremos tanto las camisas de los cilindros neumáticos como los cuerpos de los diferentes tipos de piezas con tapa posibles de fabricar.



**Figura 9:** Estación de identificación y carga de camisas.

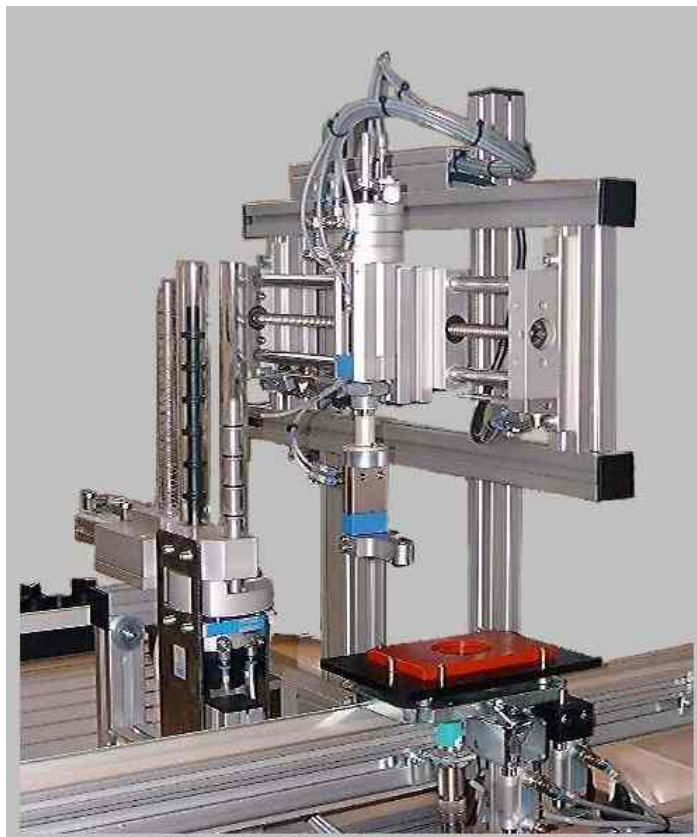
Por medio de una serie de cilindros neumáticos se manipulan y trasladan las piezas de un punto a otro de la estación, según sean válidas o no para satisfacer el pedido realizado desde la estación gestora. La identificación de las características de la pieza tratada en cada momento se realiza por medio de una serie de detectores ópticos inductivos y capacitivos capaces de diferenciar las características (diferente material de la camisa) de cada una de las piezas.

### **1.2.1.3. Estación 2: Módulo de Montaje de Componentes**

Esta estación es la encargada de realizar el montaje de los elementos internos que componen los cilindros neumáticos fabricados. Por tanto se encargará de colocar el émbolo adecuado para el tipo de pieza fabricada en cada momento a sí como el muelle que llevan dichos elementos.

En esta estación tenemos tres almacenes de elementos. Uno para los émbolos negros, otro para los émbolos metálicos y otro para los muelles. Así la estación recogerá las piezas necesarias de cada uno de los almacenes en función de la pieza que estemos fabricando en

cada momento. Como es lógico la estación colocará, sobre la camisa ya colocada en el trasbordador, en primer lugar el émbolo apropiado para, posteriormente colocar el muelle.



**Figura 10:** Estación de carga de componentes.

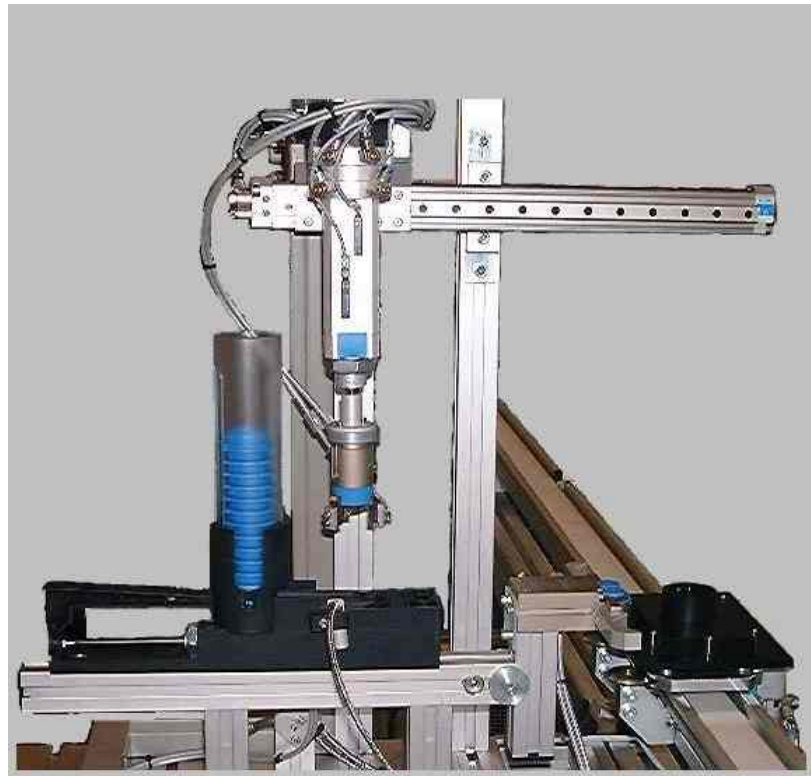
En el caso de que sobre el trasbordador no se disponga de una pieza cuya fase de fabricación no permita la ejecución completa del proceso la fabricación no se realiza. Así solamente se colocarán el émbolo y el muelle sobre las piezas que tengan únicamente colocada la camisa sobre las mismas.

La estación dispone de un eje sin fin controlado por medio de un motor paso a paso y una serie de elementos neumáticos para la ejecución de movimientos discretos.

#### **1.2.1.4. Estación 3: Montaje de Culatas**

En los cilindros neumáticos fabricados deberemos de colocar una tapa para encerrar y compactar los elementos internos de los mismos, esta tapa es el elemento denominado como culata. Cada uno de los tres tipos diferentes de cilindros neumáticos fabricados posee el mismo tipo de culata. Por lo tanto, todas las piezas que lleguen a esta estación con el émbolo y el muelle debidamente colocados deberán de ser tapadas mediante la culata mencionada.





**Figura 11:** Estación de carga de culatas.

En un almacén se encuentran una serie de culatas. Cuando llega una pieza sobre la cual la estación debe actuar una pinza atrapa la pieza para sujetarla. La máquina saca una culata del almacén y procede a roscarla sobre la camisa del cilindro sujeto. En esta estación todos los elementos son de tipo neumático.

#### **1.2.1.5. Estación 4: Verificación**

Cuando el proceso de fabricación ha terminado la estación 4 se encarga de realizar un test para comprobar el correcto funcionamiento del elemento fabricado por las estaciones que anteriormente han actuado sobre la pieza en cuestión.

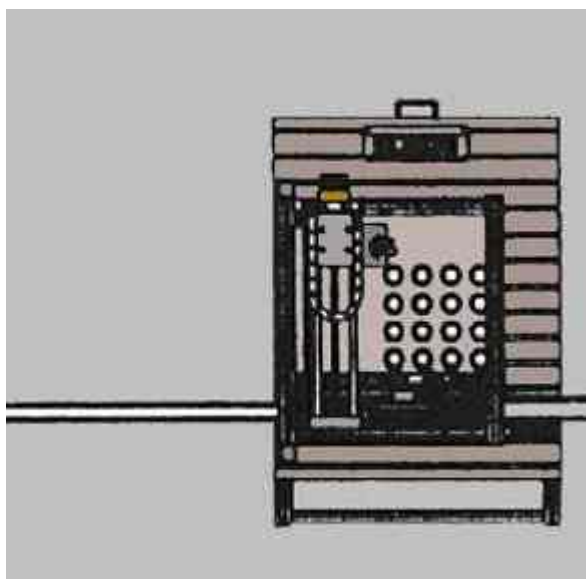
Esta estación recoge la pieza del transporte y la pasa a un elemento que se encargará de inyectar aire por la entrada del cilindro neumático fabricado. Mediante un sensor se comprobará la distancia de recorrido que realiza el émbolo del pistón al mismo tiempo que el retorno del mismo. De este modo podremos determinar si la pieza fabricada es buena o no. Si la pieza es considerada como defectuosa será depositada sobre un contenedor que irá acumulando las piezas defectuosas. En cambio si la pieza está correctamente fabricada será trasladada a una cinta transportadora que la conducirá hasta la siguiente estación de la célula de fabricación.



**Figura 12:** Estación de verificación de conjuntos.

### **1.2.2. Zona de Almacén Intermedio**

Entre la zona de transporte y la zona de expedición tenemos un almacén en el cual se guardarán las piezas ya fabricadas. Éstas serán mantenidas en él hasta el momento en el cual se desee cargar dichas piezas en un determinado palet para así poder servir un determinado pedido dentro de la zona de expedición.



**Figura 13:** Esquema del módulo de unión.

La fabricación de las piezas se realiza de una en una, por lo tanto la finalización de las mismas no se realizará consecutivamente sino que se realizará de forma secuencial y, lo que es más, aleatoria (una pieza puede tener una serie de incidencias que impida la realización de una fase de la fabricación en el primer intento).

Igualmente en la zona de expedición podemos tener activos varios pedidos. Las piezas que lo compondrán no tienen porque llegar al mismo tiempo que el trasbordador hasta el punto de carga de piezas. Esta situación podríamos decir que sería demasiado casual e inesperada.

Por tanto será necesaria la existencia de una zona de almacenaje para mantener las piezas hasta el momento de colocarlas en un palet. De este modo cuando debamos colocar una pieza sobre el palet del pedido podremos realizar la operación si dicha pieza se encuentra en la zona del almacén intermedio.

Esta función la realiza una única estación. Ésta recibirá las piezas desde la cinta transportadora de salida de la estación de verificación anteriormente comentada y las entregará en otro tramo que la conducirá hasta la zona de expedición de pedidos.

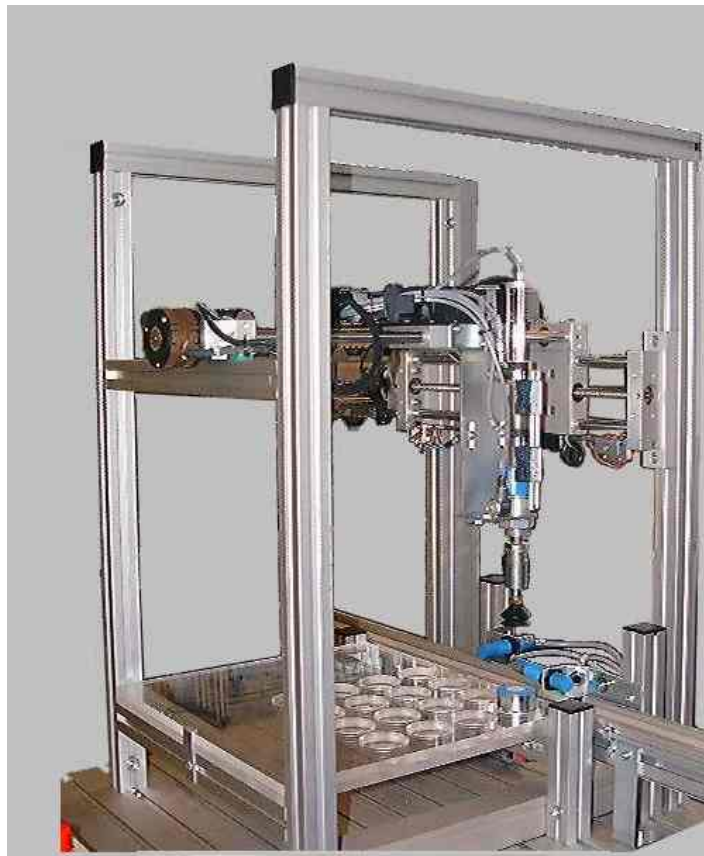
### **1.2.2.1. Estación 5: Almacén Intermedio**

Esta estación será la encargada de realizar el almacenaje de las piezas sueltas ya fabricadas hasta el momento de expedición de las mismas. Recibirá las piezas desde la cinta transportadora de salida de la estación de visualización anteriormente comentada y las entregará en otro tramo que la conducirá hasta la zona de expedición de pedidos.

El almacén intermedio posee 16 posiciones sobre las cuales colocará las piezas para mantenerlas en él durante el tiempo necesario. Dichas posiciones se encuentran distribuidas en una matriz plana de 4 filas y 4 columnas.

Para el desplazamiento de las piezas desde la entrada hasta la matriz de posiciones y desde ésta última a la salida de la estación se dispone de dos motores paso a paso. De este modo, y por medio de 2 ejes perpendiculares de desplazamiento, podemos realizar hasta cualquiera de los puntos de dicho almacén intermedio.

Las piezas podremos cogerlas y depositarlas por medio de una ventosa de succión, que hace vacío sobre las mismas y las sujeta, mientras que por medio de un cilindro neumático podremos alzar y bajar las piezas para así poder realizar de forma segura las traslaciones de las mismas.



**Figura 14:** Almacén intermedio.

#### **1.2.2.2. Estación 5: Función de gestión**

Además de la función de almacenaje intermedio de las piezas en un pequeño stock, para servir los pedidos activos en cada momento, es el autómatas de esta estación junto con todos los periféricos controlados por él, el encargado de la labor de gestión y coordinación de todos los procesos de fabricación. Esta labor es la que desglosaremos a lo largo de todo este documento y analizaremos las decisiones alcanzadas durante el proceso de programación y depurado del programa.

El objetivo de la estación gestora, es que todo funcione cuando y como debe ser, es decir, que ambas zonas, tanto la de fabricación como la de expedición, estén en comunicación constante entre sí en cuanto a la información que deben intercambiarse, y también físicamente por medio de la coordinación de las secuencias de producción.

Así, se debe coordinar por una parte, los movimientos y procesos de la elaboración de las piezas propiamente dichas, por otra parte la gestión de los pedidos activos en cada momento y los que están todavía sin entrar en la cadena de expedición, y por último el intercambio físico de una pieza terminada a través del almacén intermedio para su colocación en el palet del pedido que solicitó su fabricación.

Para tener una información fiable de todo este flujo de operaciones, se dispone de unos identificadores de productos consistentes en unas memorias regrabables incrustadas en cada trsbordador, sobre la que se volcará toda información relevante relativa al proceso de fabricación o producción de la pieza o pedido que el transportador está gestionando.

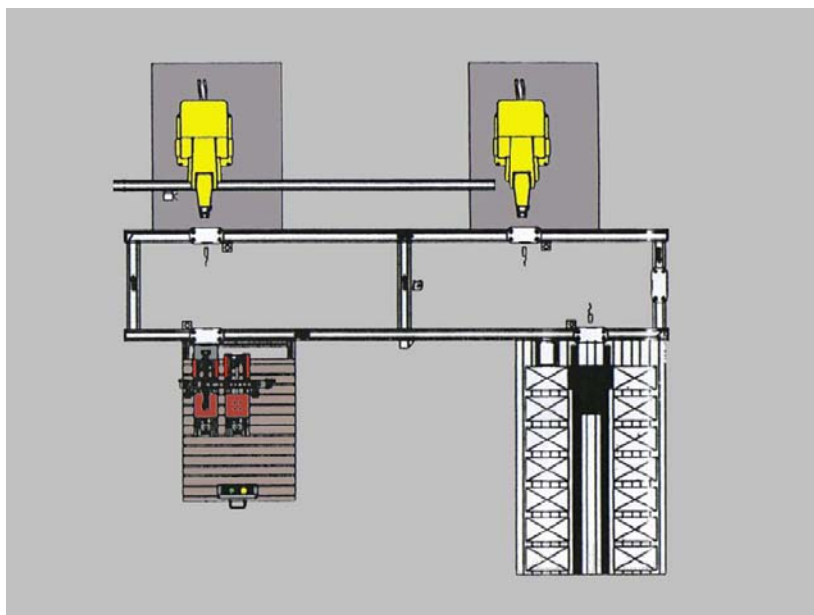
Las operaciones sobre dichas memorias, encaminadas a la lectura, comprobación y escritura de la información que llevan, será otra de las tareas a desarrollar por la estación gestora teniendo en cuenta que existen ocho estaciones sobre las que se realizan operaciones de distinto tipo ( 4 en la zona de fabricación y otras 4 en la de expedición) y únicamente disponemos de dos conexiones al autómeta, es decir, que cada conexión gestiona 4 cabezales de lectura y, por lo tanto deben controlarse como recurso compartido. Así mismo, la información relevante a manejar en las estaciones de la zona de fabricación, es distinta a la que se utiliza en la zona de expedición lo que complica la gestión y el intercambio de la información.

### **1.2.3. Zona de Expedición**

Por último en la célula de fabricación flexible tenemos los elementos las estaciones destinadas a realizar las funciones de expedición de los pedidos solicitados a la misma. Las estaciones o elementos que componen esta sección son las siguientes:

- a.- Transporte:** Este elemento, al igual que ocurría en la zona de fabricación será el encargado de trasladar los palets de una estación a otra para que así cada una de ellas pueda realizar su función.
  
- b.- Estación 6:** Esta estación será la encargada de realizar la colocación encima del palet de transporte interno de las bases sobre las cuales se servirán los pedidos de piezas solicitadas.

- c.- Robot 1:** Por medio de dicho robot se cogerán las piezas entregadas por el almacén intermedio para poder colocarlas sobre los orificios de la base del palet de transporte interno situado en la zona de influencia de la misma.
- d.- Robot 2:** Este segundo robot será el encargado de tomar el pedido (conjunto de base más las piezas correspondientes) ya completado para ser expedido de forma que abandone la célula de fabricación flexible.
- e.- Estación 7:** Esta estación almacenará los pedidos ya formados pedido (conjunto de base más las piezas correspondientes) sobre los palets utilizados para el transporte interno de la célula de fabricación flexible hasta el momento en el cual deban de ser expedidos.



**Figura 15:** Esquema del módulo II.

### 1.2.3.1. Transporte

La forma del módulo de transporte de la zona de expedición posee unas características muy similares a las del módulo de transporte de la zona de fabricación comentado en el apartado 1.2.1.1. , así que no nos extenderemos aquí, y si el lector quiere, puede volver a leer el apartado indicado.

La diferencia con dicho módulo de transporte estriba únicamente en el número de piezas transportadas por cada trasbordador que circula por el mismo. En el transporte de la zona de fabricación únicamente transporta una pieza, se fabrican de una en una. Por el contrario en el transporte de la zona de expedición, comentada en el presente apartado, se transporta 3 piezas

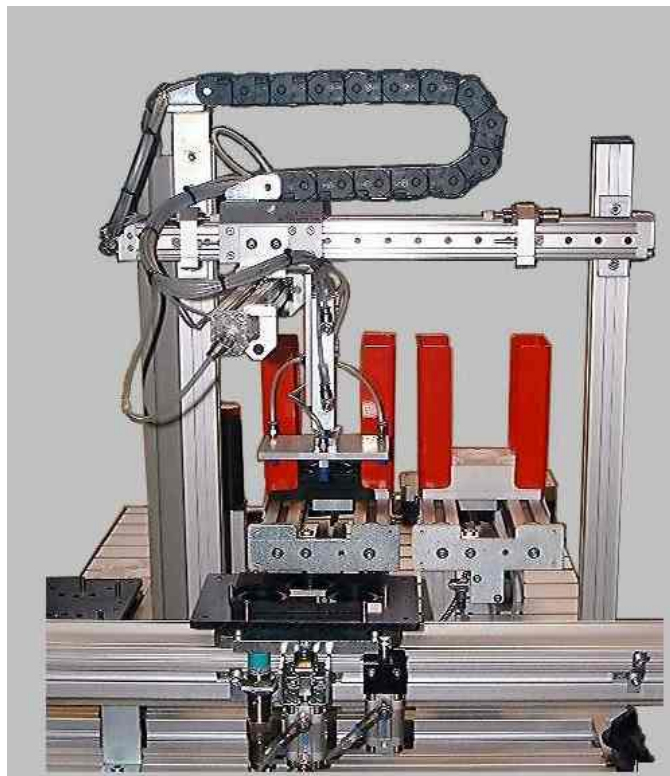
diferentes en un trasbordador. Esta situación es fácilmente comprensible dado que en esta segunda fase estamos tratando los pedidos ya formados y estos están compuestos por 3 piezas.



**Figura 16:** Imagen del módulo de transportes 2.

### 1.2.3.2. Estación 6: Módulo de Carga de Bases

Esta estación será la encargada de dotar al palet situado a su entrada de la base sobre la cual irán depositadas las piezas fabricadas. Esta estación necesitará disponer de un palet vacío para poder depositar dicho elemento.



**Figura 17:** Estación de carga de placas.

La estación posee dos alimentadores internos sobre los cuales deberemos introducir cada uno de los dos tipos de base posibles, uno en cada uno de ellos. La situación de cada uno de los tipos de base debe ser la mostrada en la figura adjunta. También hay que tener cuidado a la hora de introducir las placas, puesto que la posición es importante, ya que si se meten de forma errónea las ventosas del brazo coincidirán con los huecos de la placa y no se podrán levantar. Así que es conveniente mirar la disposición de las ventosas en el brazo antes de introducir alguna placa en los almacenes de estas.

Por medio de una serie de cilindros neumáticos y unas ventosas de vacío tendremos la posibilidad de trasladar las piezas de un punto a otro hasta colocarlas sobre el palet de la entrada.

### **1.2.3.3. Robot 1<sup>1</sup>: Colocación de Piezas sobre la Base**

Dicho elemento, en el momento de realización del presente proyecto fin de carrera no se encuentra todavía instalado por lo que su función es realizada de forma manual con el apoyo de una pantalla de explotación Magelis.

Dicho robot será el encargado de recoger cada una de las piezas entregadas por el almacén intermedio (estación 5) para depositarlas en la posición correcta dentro de la base del palet situado en la posición de dicho robot.

### **1.2.3.4. Robot 2<sup>2</sup>: Expedición de Palets**

Dicho elemento, en el momento de realización del presente proyecto final de carrera no se encuentra todavía instalado por lo que su función es realizada de forma manual con el apoyo de una pantalla de explotación Magelis.

Este segundo robot será el encargado de recoger la mercancía del palet de su zona de influencia para depositar en un punto en el cual se considerará por expedida la mercancía.

---

<sup>1</sup> En el momento de la ejecución del presente proyecto fin de carrera, la función de este robot (Colocación de Piezas sobre la Base) junto con la función del robot 2 (Expedición de Palets) está previsto que sea realizada por un único robot. Éste último elemento se encuentra dotado de una garra diseñada específicamente para la manipulación de los elementos que debe tomar en cada punto. El robot destinado finalmente para esta operación no se encuentra instalado, por lo cual su utilización dentro del proceso productivo es imposible.

<sup>2</sup> En el momento de la ejecución del presente proyecto fin de carrera, la función de este robot (Expedición de Palets) junto con la función del robot 1 (Colocación de Piezas sobre la Base) está previsto que sea realizada por un único robot. Éste último elemento se encuentra dotado de una garra diseñada específicamente para la manipulación de los elementos que debe tomar en cada punto. El robot destinado finalmente para esta operación no se encuentra instalado, por lo cual su utilización dentro del proceso productivo es imposible.



Dicho robot tomará el conjunto formado por la base más las tres piezas que se encuentren situados sobre el mismo.

### **1.2.3.5. Estación 7: Almacén Final**

En ésta última estación será el lugar en el cual se vayan almacenando los palets sobre los cuales se colocará o está colocada la mercancía. Dicho almacén contendrá los palets vacíos usados posteriormente para el trasbordo de los pedidos dentro de la zona de transporte.

Igualmente, en el mismo también podremos almacenar los palets con un pedido ya formado hasta el momento en el cual deban de ser servidos o expeditos fuera de la célula de fabricación flexible. Este almacén posee la forma característica de un almacén de estanterías elevadas.

La expedición de los pedidos, es de suponer que se realizará de forma conjunta para varios de ellos por medio de un camión u otro sistema de transporte. Por lo tanto cuando éste último llegue hasta la célula de fabricación deberemos proporcionar todos los pedidos ya fabricados y compuestos que deban ser expeditos hacia el mismo. Al igual que sucedía con el caso del almacén intermedio de la estación 5, el conjunto de pedidos que deban ser expeditos en un determinado momento no tienen por qué coincidir con la secuencia de paso por el punto de expedición. También es posible que el momento de expedición de un determinado pedido sea bastante posterior al de composición del mismo. Por lo tanto será necesaria la utilización de un almacén en el cual podamos almacenar los palets con pedido.

El almacén de estanterías elevadas dispone de 72 posiciones de almacenamiento. Gracias a su estructura modular dicho número podría ser ampliado o reducido de una forma sencilla el número de lugares de almacenamiento disponibles. El almacén consta de 2 filas de estanterías, las cuales están separadas por un corredor estrecho.

Para manejar de modo totalmente automático los distintos lugares de almacenamiento se dispone de un dispositivo de servicio de estanterías que puede acceder mediante 2 ejes a cualquiera de las posiciones del mencionado almacén. Dichos ejes se encuentran controlados por medio de un servo-controlador que actúa sobre 2 motores, uno para cada uno de los ejes.



**Figura 18:** Estación de almacenaje final.

La carga y descarga de los palets sobre cada uno de los puestos se realiza por medio de un brazo telescópico que al introducirse por la parte interior de los palets es capaz de tomarlos en posesión o dejarlos. Este elemento se encuentra controlado por medio de un motor de corriente continua discretamente controlado.

Igualmente esta estación debe ser capaz de recoger y dejar palets sobre el trasbordador situado en la entrada de la misma. Para ello dispone de un cargador formado por dos cilindros neumáticos que realizan las operaciones oportunas de traslado de palets que en cada momento se precisen.

### **1.3. Red de Comunicaciones**

Todos los elementos de que componen la célula de fabricación flexible se encuentran conectados entre sí por medio de una red de comunicación industrial. Además a dicha red también tenemos conectados una serie de ordenadores mediante los cuales tendremos la posibilidad de conectarnos a cualquiera de los autómatas de la célula de fabricación flexible.

Se ha utilizado una red FIPWAY de la casa Schneider en bus a la que van conectados los 7 autómatas que se encuentran en la célula y 3 PC's por medio de una tarjeta Fipway isa. El bus comienza en la estación 1 (en la caja Fipway situada junto a ella, se coloca un terminador) y acaba en la estación 7. Los ordenadores con tarjeta Fipway ocupan las posiciones 8, 9 y 10 de la red, respectivamente. Ésta es la estructura usual para este tipo de redes, aunque sería recomendable una configuración en anillo para prevenir posibles cortes de la red entre dos estaciones. Podría cerrarse el anillo quitando los terminadores de las cajas Fipway de las estaciones 1 y 7 y uniéndolas con un cable.

En el siguiente esquema se presenta las redes de la célula, en el momento de comienzo de este proyecto. La posición de los ordenadores conectados a la red Fipway, ha podido ser variada, o aumentada, pero las conexiones en la célula permanecen igual.

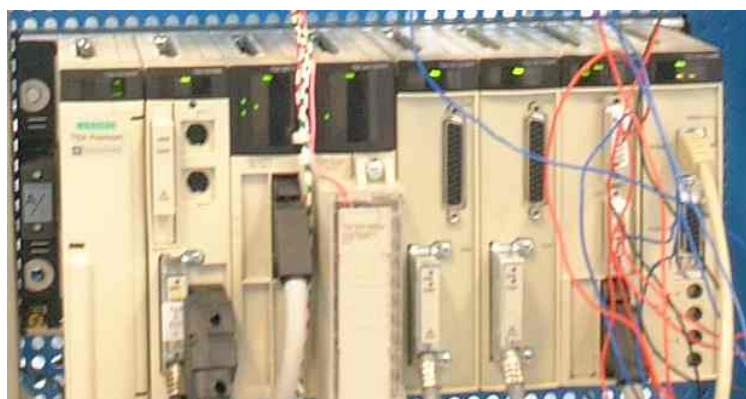
La red Fipway permite un flujo de datos binario de 1 Mb/s. Cada uno de los equipos conectados a la red está identificado en el bus por un nº 0..63.

0: Reservado al árbitro del bus.

63: Para el terminal de explotación.

1..62: Para el resto de equipos / autómatas.

Además, el autómata 5 dispone de un módulo de conexión Ethernet y tiene su propio IP, con lo que se puede conectar a él a través de esa red o bien conectar con otros autómatas a través del puente Ethernet / Fipway que posee. Este hecho amplía notablemente las posibilidades de comunicación con la célula de fabricación, dado que nos podremos conectar a la misma por medio de la red INTERNET.



**Figura 19:** Autómata 5. En la parte derecha se encuentra la tarjeta de Ethernet.

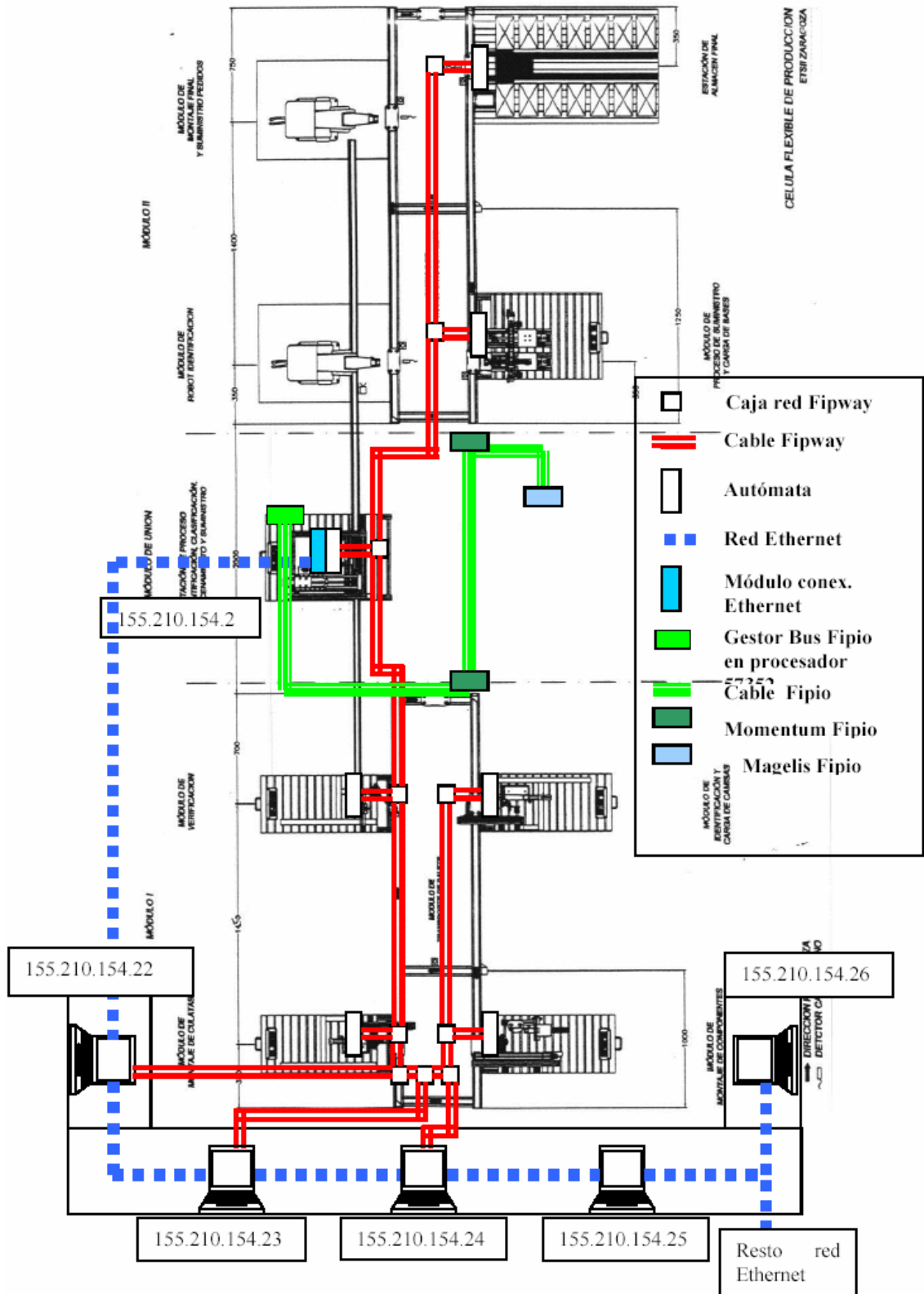


Figura 20: Esquema de las redes distribuidas por la célula.

## **CAPÍTULO 2.      INTRODUCCIÓN A LA ESTACIÓN 1.**

Esta estación se encuentra encuadrada dentro del módulo I, y es el punto de partida de la producción de cilindros. Si estamos dentro del modo de producción automático integrado, esta máquina, tiene dos formas de funcionamiento, o bien producción bajo pedido, o por el contrario en función del tipo de pieza que se encuentra en el cargador.

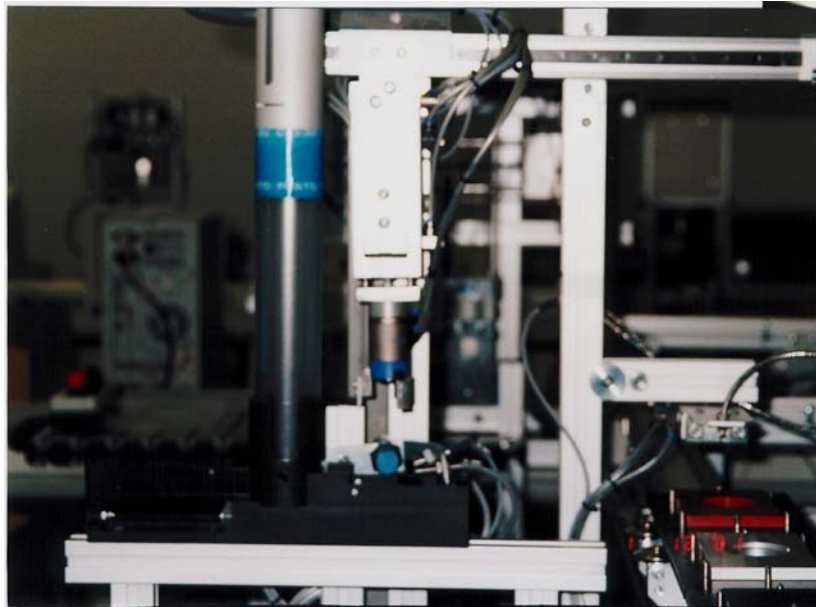
Si nos encontramos en el primer modo de funcionamiento, la estación coloca en el palet de salida, la pieza que se le ha sido requerida por la estación gestora (estación 5), mientras que si estamos produciendo según el tipo de pieza, la estación 5 nos indicara en todo momento si la pieza que tenemos puede ser producida, por tener espacio en el almacén, o bien debe ser desechada.



**Figura 21:** Imagen de la estación 1

A continuación, se describe de forma general el funcionamiento de la estación, para que se tenga un conocimiento de los posibles movimientos de la máquina, así como de la colocación de los sensores y dispositivos que nos permitirán en todo momento conocer la posición de la

máquina. Es posible seguir estos movimientos quitando el aire de la estación y comprobando la iluminación de los leds que están asociados a los sensores. Si se tiene alguna duda, consultar el capítulo número 3 de este manual (no manipular la estación sin estar seguros de que se realiza de forma correcta).



**Figura 22:** Imagen lateral de la estación 1.

La estación de identificación y carga de camisas tiene como objetivo suministrar camisas. Estas camisas salen desde el cilindro donde se almacenan hasta un palet que llega por la cinta transportadora, y esperara enfrente de la estación hasta que se realice la operación.

Las camisas se encuentran apiladas de forma aleatoria dentro de un deposito, y un desapilador, formado por un cilindro y un empujador, se encargan de colocar una camisa en una plataforma con tres sensores que se encargaran de su identificación.

Posteriormente, el brazo que tiene una pinza en el extremo, baja sobre la camisa y la coge en la garra de la pinza, subiéndola posteriormente.

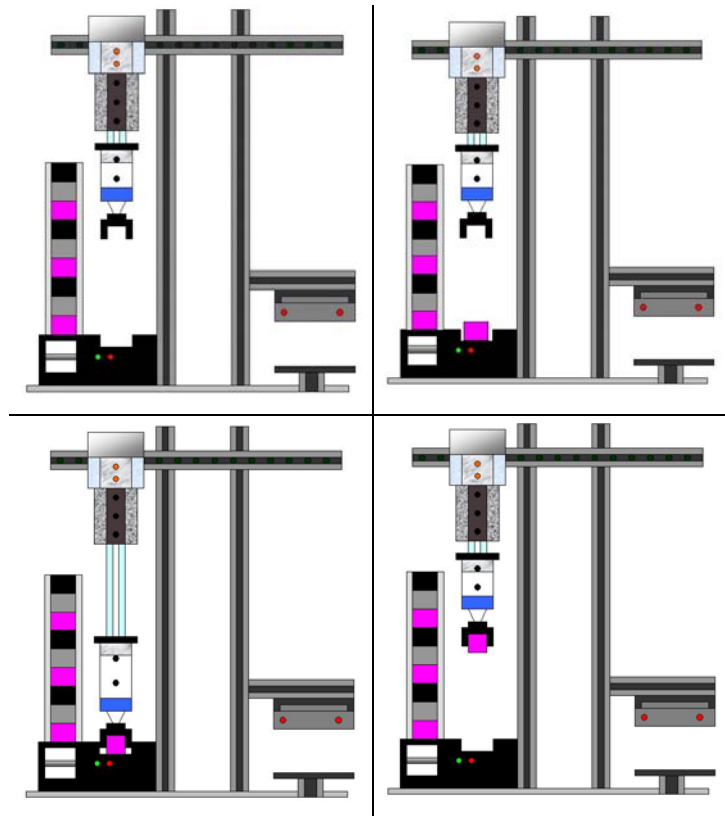
Con la camisa arriba, este brazo tiene la posibilidad de realizar un movimiento lateral, que se producirá cuando deseemos desechar la camisa. Si no, la pinza se desplazara sobre un carro, colocando la camisa sobre el palet que espera en la cinta transportadora.

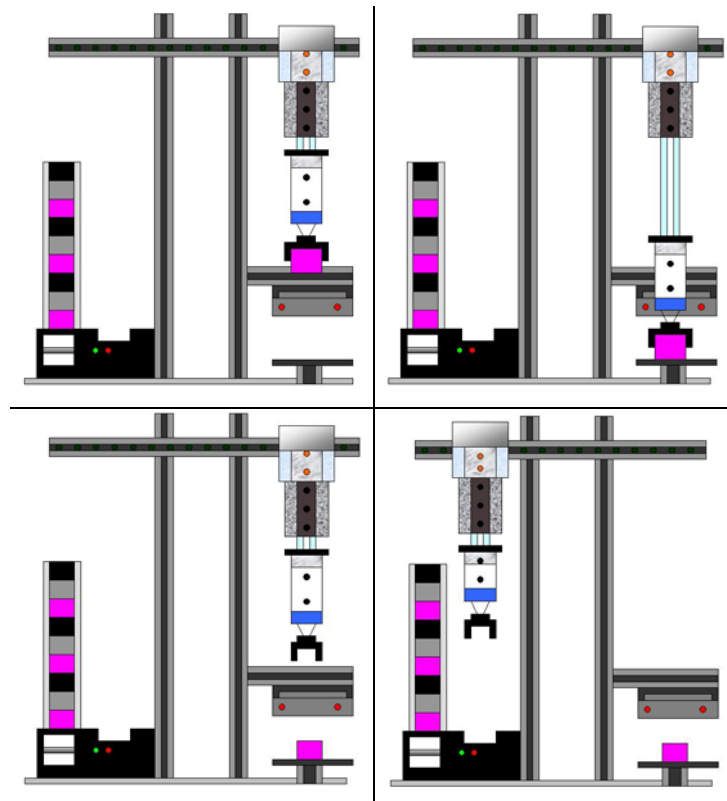
Una vez ahí, la camisa será depositada en el palet, y la pinza volverá a su posición de reposo atrás, y se procederá a la lectura de la tapa. Si esta lectura es satisfactoria, la pieza se deja en el palet, y permaneceremos en la posición de reposo, sin no es satisfactoria, sé cojera nuevamente la camisa y se llevara en un desplazamiento lateral sobre el deposito de piezas desechadas.



**Figura 23:** Lectura de la tapa de una camisa.

A continuación se pueden ver unas imágenes esquemáticas de las diferentes posiciones que adopta la máquina al realizar un ciclo de operación.





**Figura 24:** Descripción grafica de los diferentes movimientos de la estación 1.

Esta descripción sirve para dar una pequeña idea del funcionamiento de la estación. Puede que no quede suficientemente claro, pero en los siguientes capítulos se explicaran estos movimientos así como los elementos que los producen.

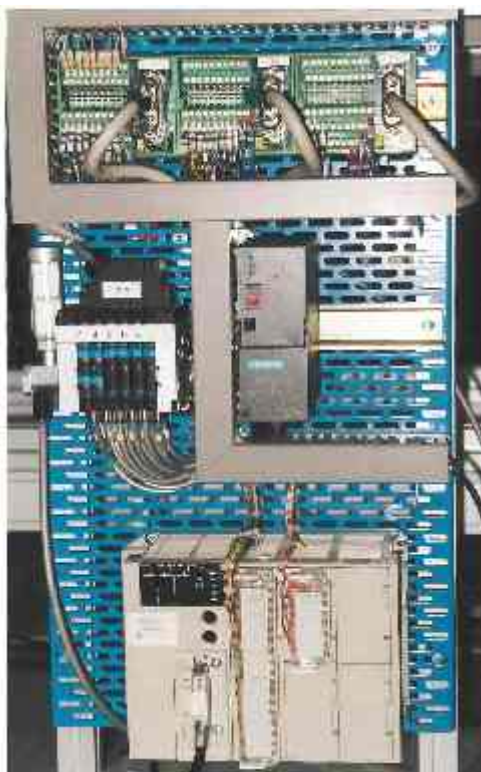


## **CAPÍTULO 3. DESCRIPCION DE LA ESTACION 1.**

En este capítulo se tratará de hacer una descripción detallada de todos los elementos que componen la estación de identificación y carga de camisas. Es conveniente seguir la lectura del capítulo teniendo visible la estación 1, tanto el panel frontal, como los elementos de la propia máquina.

### **3.1. Descripción general de la estación.**

El dispositivo central sobre el que se agrupan los demás, es el autómatas. Es el elemento principal encargado de captar las entradas digitales de los sensores, activar las salidas, normalmente a relé, y gestionar todos los procesos de producción, así como de comunicación, mediante los programas internos que posea.



**Figura 25:** Imagen del panel frontal de la estación 1.

El autómatas recibe la información exterior por medio de los sensores. Son una de las piezas más importantes dentro del proceso productivo automatizado, pues es la única vía por la cual el programa puede recibir datos realimentados de la acción desarrollada. Éstos son todos ellos digitales y se componen de 19 entradas cableadas directamente a los módulos de entrada del autómatas.

Los actuadores de la estación son sus salidas. Dispone de 8 salidas cableadas directamente sobre el módulo de salidas. Los accionamientos controlados por las salidas del autómatas son, en su mayoría, neumáticos. Esto implica que cada uno de ellos debe tener una electroválvula. Para controlar las salidas neumáticas también se dispone de un regulador de presión del aire. Las salidas están formadas por cilindros neumáticos, de simple y doble efecto, que se activan mediante electroválvulas.

## **3.2. Descripción hardware.**

### **3.2.1. 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.



**Figura 26:** Fuentes de alimentación

Por otra parte, autómatas programables, se alimentan directamente a la red eléctrica disponible en forma de bases de corriente por toda la célula. La conexión se realiza mediante

un enchufe y un cable que se conecta al bornero disponible en el autómata para ello. A partir de esta tensión, el autómata genera la tensión y corriente que necesite, con las características que necesite, como se puede observar en el siguiente cuadro:

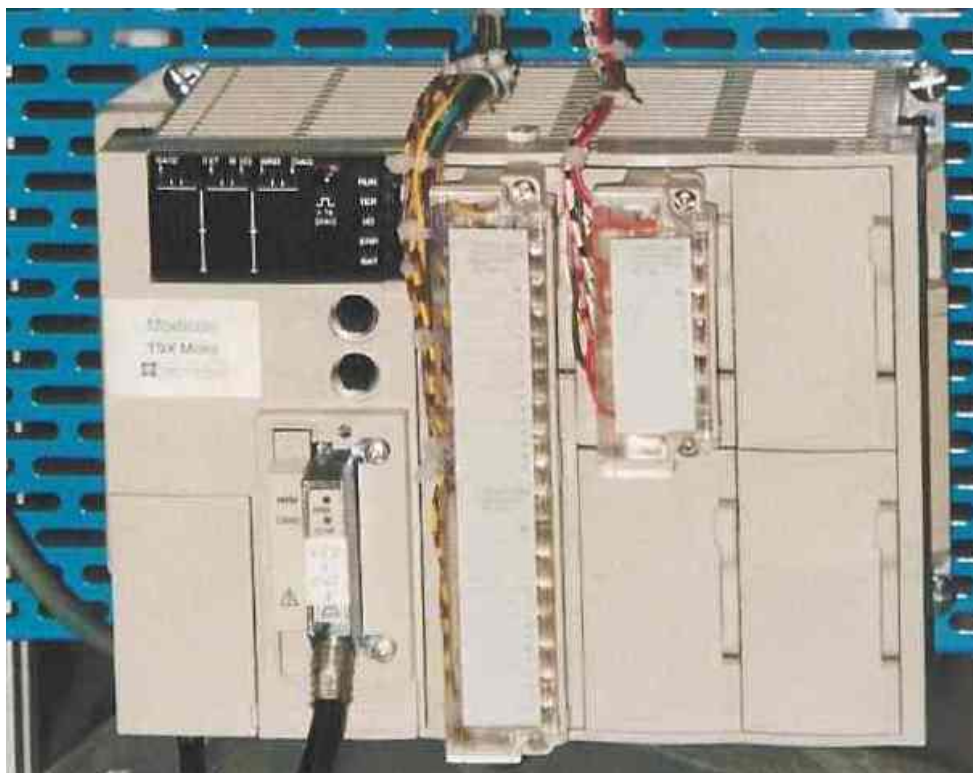
| <b>TIPO DE</b>     | <b>ALIMENTACIÓN</b>                        |                           | <b>ALIMENTACIÓN</b>                 |
|--------------------|--|---------------------------|-------------------------------------|
| <b>PRIMARIO</b>    | Tensión                                    | Nominal                   | ~ 100...240 V                       |
|                    | Tensión                                    | Límite(con ondulación)    | ~ 90...264 V                        |
|                    | Frecuencia                                 | Nominal (límite)          | 50-60 (47-63) Hz                    |
|                    | Corriente                                  | Nominal de entrada        | ≤ 0,7 A (100 V),<br>≤ 0,3 A (240 V) |
|                    | Microcortes                                | Duración aceptada         | ≤1/2 periodo,<br>repetición ≥ 1s    |
| <b>SECUNDARIO</b>  | Potencia                                   | Util total                | 24 W (32 en cresta)                 |
|                    | Corrientes de salida                       | Salida 5 V                | 2,8 A (3,2 en cresta)               |
|                    | Corrientes de salida                       | Salida 24 VR (a rele)     | 0,5 A (0,6 en cresta)               |
|                    | Corrientes de salida                       | Salida 24 V captadores    | 0,4 A (0,6 en cresta)               |
|                    | Protección integra en las salidas contra   | Sobrecargas               | Sí                                  |
|                    | Protección integrada en las salidas contra | Cortocircuitos            | Sí                                  |
| <b>AISLAMIENTO</b> | Resistencia dieléctrica                    | Primario/secundario (Vef) | 2.500 – 50/60 Hz                    |

**Cuadro 3:** características de la alimentación de los autómatas.

### **3.2.2. El autómata.**

Esta estación lleva incorporado un autómata *TSX Micro 3721*. Esta formado por un rack con 3 emplazamientos libres con alimentación integrada (24 V en DC o 100/240 v en AC), un procesador con memoria RAN de 20 K palabras (programa, datos y constantes), 2 emplazamientos para tarjeta PCMCIA (1 tarjeta de comunicaciones y 1 tarjeta de memoria de 64 K palabras como máximo) y un reloj calendario. Este autómata permite su ampliación en 2

del número de emplazamientos, mediante la incorporación de un minirack *TSX RKZ 02*, del que no haremos uso de momento.



**Figura 27:** Automata *TSX 3721*, colocado en la estación1.

El *TSX Micro 3721* de la estación 1, lleva una tarjeta de ampliación de memoria, la *TSX MRP 032P*. Esta memoria tiene una capacidad de 32 K palabras, y es de tipo RAM, y se decidió su incorporación debido a las necesidades de la aplicación desarrollada (desbordamiento de la memoria interna).



**Figura 28:** Imagen de una tarjeta de memoria.

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

ocupa un número diferente dentro de la red, y este debe ser seleccionado mediante una pequeña ruleta que tienen la tarjeta en un lateral. También ahí hay que seleccionar el número de red. 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 29:** Imagen de la tarjeta PCMCIA para red Fipway.

Para poder gestionar las entradas, el autómata utiliza un módulo de 32 entradas cableadas a bornero. Para ello se incorpora el módulo *TSX DEZ 32D2*, que soporta 32 entradas (de las que solo utilizamos 19) a 24 V. La razón por la que este módulo sea cableado a bornero y no mediante conexión directa por manguera, reside en que la célula venía con unos módulos de precableado instalados por FESTO (el K-0997 y el K-25966) que integran en el mismo módulo entradas y salidas. Esta configuración no es soportada por los autómatas de Telemecanique, así que hubo que cablear las entradas y salidas al autómata por medio de borneros.

Las salidas se conectan al módulo *TSX DSZ 08R5* por medio de bornero, como ya se ha explicado en el párrafo anterior. Este módulo gestiona 8 salidas digitales a relé, soportando una corriente de 3 A en DC.

El resto de los emplazamientos se quedan libres para posibles ampliaciones de las tareas requeridas.

### **3.2.3. Electroválvulas.**

El autómata mediante sus salidas a relés, se encarga de activar estas electroválvulas, a 24 V en DC, que se encargan de controlar los cilindros. Estas electroválvulas realizan pues la función de preactuadores, siendo los actuadores los cilindros que veremos posteriormente.

Como ya sabemos, el autómatas 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 electroválvulas. Estas reciben excitación eléctrica proveniente de las salidas del autómatas, 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.

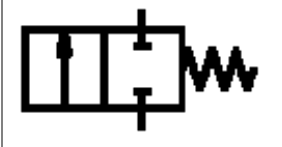
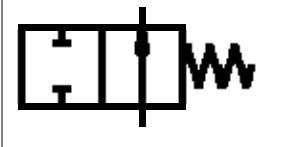



Nosotros nos quedaremos con la válvulas de vías o distribuidoras pues son las que están en la estación. Estas válvulas, de varios orificios, son los componentes que determinan el camino que debe tomar el fluido bajo presión (marcha, paro, dirección).

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:

| <i>Símbolo</i>  | <i>Designación</i> |
|---|--------------------|
|    | 2 / 2 vías (n.c.)  |
|    | 2 / 2 vías (n.a.)  |
|   | 3 / 2 vías (n.c.)  |
|  | 3 / 2 vías (n.a.)  |
|  | 5 / 2 vías         |

**Cuadro 4:** Válvulas distribuidoras.

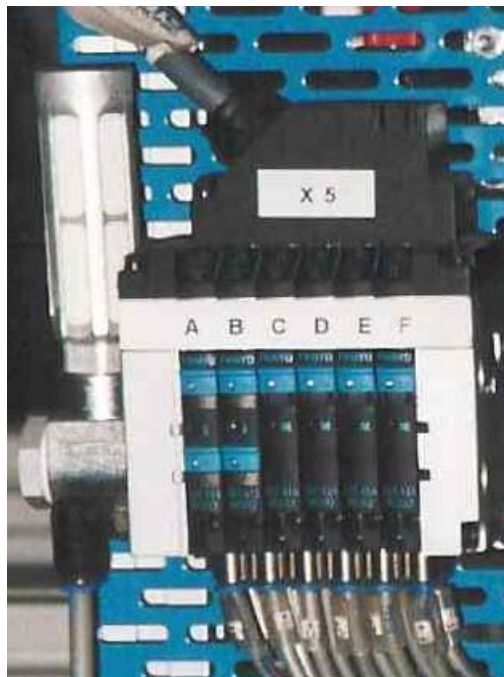
La designación de un distribuidor está en función de la cantidad de orificios activos y de las posiciones de trabajo. La primera cifra indica la cantidad de vías, o sea la cantidad de orificios activos. La segunda cifra indica la cantidad de posiciones, por ejemplo, 3/2 vías, 3 orificios activos y 2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

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

La activación de las 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 autómat, 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.

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 4 válvulas monoestables, que al dejar de excitar sus bobinas, se produce el retroceso del cilindro de forma automática (mediante muelle). En la imagen puede diferenciarse unas de otras, puesto que las biestables tienen dos cuadrados azules, y las monoestables solamente uno.



**Figura 30:** Actuadores de la estación 1.

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

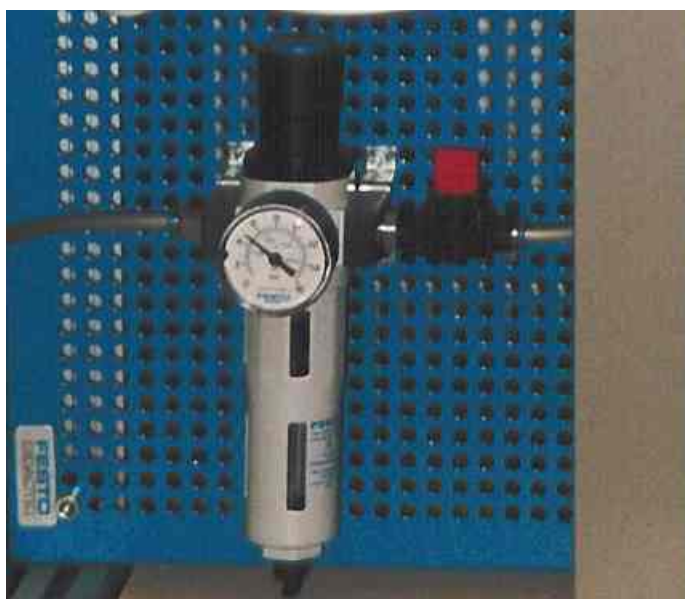
### **3.2.4. Regulador de presión del aire.**

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.

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 y hacia los equipos encargados de realizar el vacío en la succión de cilindros. 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.



**Figura 31:** Regulador de presión del aire y llave de paso.

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.

### **3.2.5. Módulos de precableado de entradas / salidas.**

Los módulos de precableado que la célula traía montados, son los modelos de FESTO K-0997 y K-25966. Como ya se ha explicado anteriormente, estos módulos, integran 8 salidas y 8 entradas cada uno de ellos. En esta estación tenemos 3 módulos, aunque no se utilizan totalmente.



**Figura 32:** Módulos de precableado de FESTO.

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, se procedió a su conexión hilo por hilo al borneo de entradas y salidas del autómata. A continuación se da una tabla con la denominación y numeración de las entradas / salidas que da FESTO y la denominación dada y que se mantendrá para la realización de los programas, así como el número de entrada / salida que ocupa en el autómata:

| <b>Denominación Festo</b> |                     | <b>Numeración autómata</b> |
|---------------------------|---------------------|----------------------------|
| <b>MODULO 0</b>           |                     |                            |
| <b>ENTRADA</b>            | <b>DENOMINACION</b> | <b>ENTRADA AUTOMATA</b>    |
| I 0,0                     | Cinta atras         | %I 1,0                     |
| I 0,1                     | Cinta adelante      | %I 1,1                     |
| I 0,2                     | Pinza izda          | %I 1,2                     |
| I 0,3                     | Pinza drcha         | %I 1,3                     |
| I 0,4                     | Pinza arriba        | %I 1,4                     |
| I 0,5                     | Pinza abajo         | %I 1,5                     |
| I 0,6                     | Cargador adelante   | %I 1,6                     |
| I 0,7                     | Cargador atras      | %I 1,7                     |
| <b>SALIDA</b>             | <b>DENOMINACION</b> | <b>SALIDA AUTOMATA</b>     |
| O 0.0                     | Cinta avanza        | %Q 3,0                     |
| O 0.1                     | Cinta retrocede     | %Q 3,1                     |
| O 0.2                     | Pinza fuera         | %Q 3,2                     |
| O 0.3                     | Pinza dentro        | %Q 3,3                     |
| O 0.4                     | Pinza sube baja     | %Q 3,4                     |

|                 |                     |                         |
|-----------------|---------------------|-------------------------|
| O 0.5           | Cargador            | %Q 3,5                  |
| O 0.6           | Pinza               | %Q 3,6                  |
| O 0.7           | Lector              | %Q 3,7                  |
| <b>MODULO 1</b> |                     |                         |
| <b>ENTRADA</b>  | <b>DENOMINACION</b> | <b>ENTRADA AUTOMATA</b> |
| I 1,0           | Emergencia          | %I 1,8                  |
| I 1,1           | Marcha              | %I 1,9                  |
| I 1,2           | Manual automatico   | %I 1,10                 |
| I 1,3           | Ind int             | %I 1,11                 |
| I 1,4           | Borrar              | %I 1,12                 |
| I 1,5           | Capacitivo camisa   | %I 1,15                 |
| I 1,6           | Optico camisa       | %I 1,14                 |
| I 1,7           | Inductivo camisa    | %I 1,13                 |
| <b>MODULO 2</b> |                     |                         |
| <b>ENTRADA</b>  | <b>DENOMINACION</b> | <b>ENTRADA AUTOMATA</b> |
| I 2,0           | Lector adelante     | %I 2,0                  |
| I 2,1           | Lector atras        | %I 2,1                  |
| I 2,2           | Optico lector       | %I 2,2                  |

**Cuadro 5:** Denominación por parte de FESTO y la elegida para aplicar dentro del autómeta

### 3.2.6. Captadores.

Existen diferentes tipos de sensores dentro de la estación 1. Principalmente estos son interruptores de proximidad inductivos, sensores de proximidad y sensores ópticos. También existen entradas que se activan de forma manual, pulsadores e interruptores, que también puede considerarse como captadores. Veamos con un poco más de detalle cada uno de estos sensores:

#### 3.2.6.1. 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 (color amarillo). Al accionarse se enciende este LED de color amarillo. Este interruptor esta asegurado frente a permutaciones de polo.

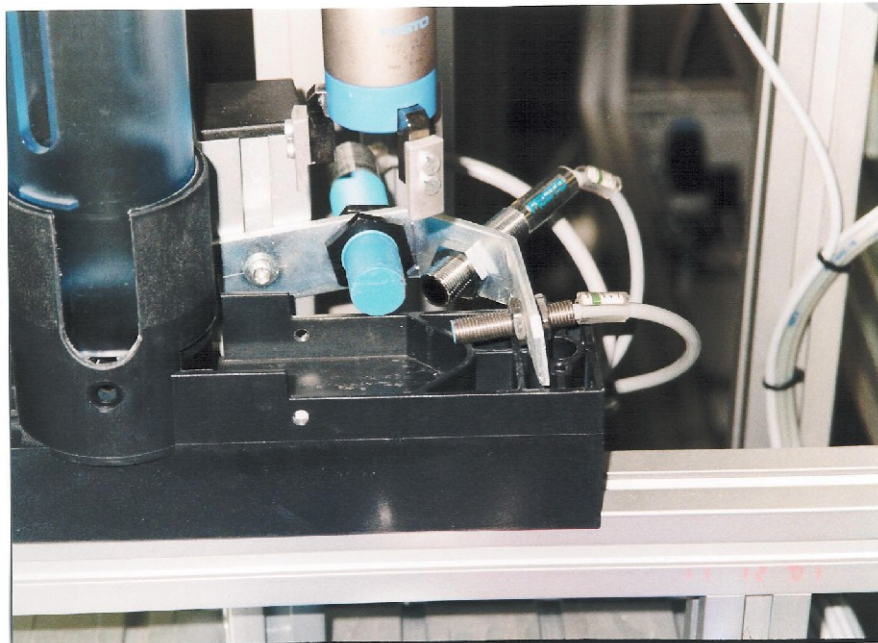
Después de esta descripción, si sustituimos el campo magnético, por el campo magnético producido por el imán permanente alojado en el émbolo del cilindro, comprendemos la forma de detectar los movimientos de los cilindros. Resulta evidente que todos los cilindros de la estación llevan montado en el émbolo un imán permanente.



**Figura 33:** Imagen de los interruptores de proximidad.

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.

### 3.2.6.2. Sensores de proximidad.



**Figura 34:** Sensores de proximidad, identificadores de camisas.

Son aquellos dispositivos eléctricos, electromecánicos o electrónicos capaces de reaccionar ante un objeto situado en un entorno definido de mismo. Así pues no se necesita

contacto físico, cosa que sí ocurre con los finales de carrera, entre el elemento a detectar y el sensor. Existen diferentes tipos de estos sensores, pero en la estación 1 utilizamos solamente tres tipos, el inductivo, el capacitivo y el óptico.

Estos sensores se utilizan para la identificación de las diferentes camisas que podemos tener, a la salida del cargador, así como para saber si la camisa dispone ya de una tapa, o debe de ser montada. A continuación, se dan unos pequeños principios para comprender el funcionamiento de los diferentes captadores:

- **Detectores inductivos:** Los detectores inductivos son interruptores electrónicos de característica estática que actúan sin elementos electromecánicos. Su principio se basa en el funcionamiento de un circuito oscilante LC, de alta frecuencia que deja de oscilar frente a la proximidad de un objeto metálico sea cual fuere la naturaleza del metal. Para nosotros, al dejar de oscilar este circuito, se cerrara un contacto de forma que tenemos continuidad entre los bornes del detector, cosa que no tenemos si no hay presencia de material metálico. Así pues este sensor será un cero, o un uno, en función de la presencia de camisa metálica.
- **Detectores capacitivos:** Los detectores capacitivos son también interruptores electrónicos de característica estática, que actúan sin la intervención de elementos electromecánicos. Se basa su principio de acción en el funcionamiento de un circuito oscilante RC, ajustado a un punto crítico al de oscilación. Al aproximar a este circuito que esta oscilando un material (cualquiera) con una constante dieléctrica superior a la del aire, se provoca una variación de la capacidad del condensador y el circuito comienza a oscilar. Aunque el funcionamiento pueda parecer contrario al detector inductivo, al igual que este, para nosotros, será un cero, circuito abierto, en caso de que no detecte ningún material, y será un uno, circuito cerrado, en caso de que detecte cualquier materia a la entrada.
- **Detectores ópticos:** El principio de funcionamiento de este sensor es diferente a los anteriores. Este detector posee de un emisor y un receptor de luz. Cuando la luz emitida es reflejada, indicará que detectamos la presencia de un objeto. Para poder discriminar entre objetos de diferentes colores, la luz reflejada tiene que llegar a unos niveles de umbral, que se han ajustado para que con la camisa negra, no lleguen a esos

valores, y por lo tanto no detecte presencia de objeto. Al igual que en los casos anteriores, este detector es equivalente a un circuito abierto y otro cerrado para sus diferentes estados (presencia o no-presencia).

Con los datos dados, no es difícil suponer para que camisas actúan cada uno de los sensores. Así pues para detectar el tipo de camisa, utilizaremos tres sensores, uno óptico, un capacitivo y un inductivo, de forma que:

|                          | <b>Pieza negra</b> | <b>Pieza roja</b> | <b>Pieza metálica</b> |
|--------------------------|--------------------|-------------------|-----------------------|
| <b>Sensor capacitivo</b> | Activado           | Activado          | Activado              |
| <b>Sensor óptico</b>     | Desactivado        | Activado          | Activado              |
| <b>Sensor inductivo</b>  | Desactivado        | Desactivado       | Activado              |

**Cuadro 6:** Estado de los sensores identificadores de camisas

También deponemos sobre el palet de un sensor óptico, que nos permite saber si la pieza tiene ya tapa o no.



**Figura 35:** Lector óptico para leer la tapa.

### 3.2.6.3. Interruptores.

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



**Figura 36:** Botonera de la estación 1.

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 autómeta de los conmutadores para los diferentes modos de funcionamiento:

|                              | <b>Modo<br/>automatico<br/>integrado</b> | <b>Modo<br/>automatico<br/>independiente</b> | <b>Modo manual</b> | <b>Modo test</b> |
|------------------------------|--|--|--------------------|------------------|
| <b>Manual<br/>automatico</b> | 1  | 1  | 0                  | 0                |
| <b>Ind int</b>               | 0  | 1  | 1                  | 0                |

**Cuadro 7:** 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 desenchlavar la seta, hay que efectuar un pequeño giro de esta.

La seta de emergencia (botón grande de color rojo), esta cableada de tal forma, que corta corriente a todos los actuadores de la máquina, de forma que al pulsarla se desactivan las electroválvulas, y los cilindros vuelven a su estado de reposo (si son de simple efecto). Esto no ocurre por programa, sino que es por hardware, con lo que no es posible modificarlo.

#### **3.2.6.4. 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 autómatas acepte las ordenes de cambio de modo de funcionamiento. El botón de reset se utiliza para rearmar la máquina después de emergencia.

#### **3.2.7. Actuadores.**

En esta estación todos los actuadores son cilindros 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.

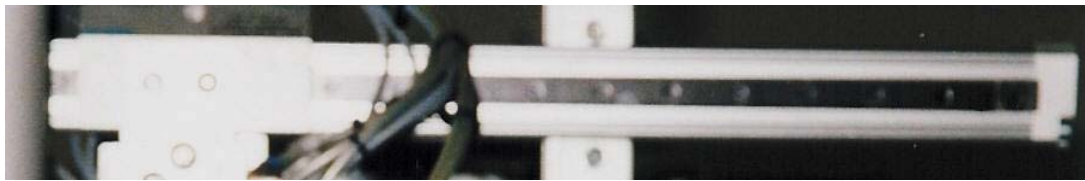
Como hemos dicho anteriormente, existe un accionador y también un pre-accionador, que en este caso son las válvulas distribuidoras, así que hay que considerar ambos en conjunto y no de forma individual. Esto quiere decir que si uno de los elementos es bistable, por



ejemplo la válvula distribuidora, el cilindro debe estar en concordancia y ser de doble efecto. Si tenemos una válvula monoestable, el cilindro, puede ser de doble efecto o de simple efecto, pero el conjunto sera monoestable.

### 3.2.7.1. Salida %Q 3,0 y Salida %Q 3,1.

Son las denominadas “Cinta avanza” y “Cinta retrocede”. Se encargan de realizar el movimiento horizontal que va desde el cargador hasta el palet. Este desplazamiento se realiza por un cilindro sin vástago con tope mecánico y amortiguación hidráulica en el extremo. Este cilindro es de doble efecto y esta controlado por una electroválvula biestable 5/2 vías, de ahí que sean 2 salidas, una para activar el movimiento hacia el palet, y otra para el movimiento hacia el cargador.



**Figura 37:** Cilindro sin vástago.

Solamente debe activarse una de las dos salidas cada vez que se quiera realizar un movimiento. 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, que le hará moverse hasta su posición anterior (biestable, dos estados estables).

### 3.2.7.2. Salida %Q 3,2 y Salida %Q 3,3.

Son las denominadas “pinza fuera” y “Pinza dentro”. Se encarga de realizar el movimiento de traslación desde el cargador hacia la cubeta de piezas desechadas. El movimiento se realiza por un cilindro con vástago de doble efecto, que al igual que en el caso anterior, esta controlado por una válvula biestable 5/2 vías, al igual que en el caso anterior.

Así que también estas salidas podrían activarse durante un corto periodo de tiempo, no es necesario, también pueden estar activas durante todo el movimiento del vástago. Su característica principal, al igual que la anterior, es la biestabilidad.

### 3.2.7.3. Salida %Q 3,4.

Es la denominada “pinza sube baja”. Es un cilindro con vástago, montado verticalmente, que se encarga de realizar el movimiento de subir y bajar la camisa. El cilindro es de simple efecto, y esta controlado por una válvula monoestable 5/2 vías.



**Figura 38:** Accionador C, pinza sube\_baja.

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.

### 3.2.7.4. Salida %Q 3,5.

Es la denominada “Cargador”. Sirve para desapilar las camisas apiladas en un almacén de forma cilíndrica, empujando la camisa y retrocediendo posteriormente. Es un cilindro de simple efecto controlado por una válvula monoestable, así que su principal característica es que solamente tiene un estado estable (mientras esta activa la salida) 5/2 vías.



**Figura 39:** Imagen del empujador que se encarga de desapilar camisas.

### 3.2.7.5. Salida %Q 3,6.

Es la denominada “Pinza”. Es la encargada de coger la camisa “*entre sus garras*”. Es un cilindro de simple efecto y válvula monoestable 5/2 vías, al igual que en toda la estación, así que siempre que queramos tener la camisa sujeta, tendrá que estar activa la salida “Pinza”.



### 3.2.7.6. Salida %Q 3,7.

Es la denominada “Lector”. Realiza el movimiento de sacar el lector óptico encargado de leer si tienen tapa la camisa, y es realizado por un cilindro con vástago de simple efecto y válvula monoestable, así que mientras dure la lectura, deberemos activar la salida del autómatas %Q 3.7.



## 3.3. Identificación de los sensores y actuadores.

Para una clara identificación de los elementos descritos en el apartado anterior, a continuación se va a dar una tabla, donde se puede leer las salidas y entradas del autómatas, 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 40:** Muestra de identificación de los elementos.

En el caso de las entradas, estas vienen directamente de la máquina, pero las salidas van a las electroválvulas, 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 -.

| <b>ENTRADAS EN EL AUTOMATA</b> | <b>DENOMINACION</b> | <b>IDENTIFICACION EN LA MÁQUINA</b> |
|--------------------------------|---------------------|-------------------------------------|
| %I 1,0                         | Cinta atras         | I 0.0                               |
| %I 1,1                         | Cinta adelante      | I 0.1                               |
| %I 1,2                         | Pinza izda          | I 0.2                               |
| %I 1,3                         | Pinza drcha         | I 0.3                               |
| %I 1,4                         | Pinza arriba        | I 0.4                               |
| %I 1,5                         | Pinza abajo         | I 0.5                               |
| %I 1,6                         | Cargador adelante   | I 0.6                               |
| %I 1,7                         | Cargador atras      | I 0.7                               |
| %I 1,8                         | Emergencia          | I 1.0                               |
| %I 1,9                         | Marcha              | I 1.1                               |
| %I 1,10                        | Manual automatico   | I 1.2                               |
| %I 1,11                        | Ind int             | I 1.3                               |
| %I 1,12                        | Borrar              | I 1.4                               |
| %I 1,13                        | Capacitivo camisa   | I 1.5                               |
| %I 1,14                        | Optico camisa       | I 1.6                               |
| %I 1,15                        | Inductivo camis     | I 1.7                               |
| %I 2,0                         | Lector adelante     | I 2.0                               |
| %I 2,1                         | Lector atras        | I 2.1                               |
| %I 2,2                         | Optico lector       | I 2.2                               |
| <b>SALIDAS AUTOMATA</b>        | <b>DENOMINACIÓN</b> | <b>IDENTIFICACION EN LA MAQUINA</b> |
| %Q 3,0                         | Cinta avanza        | A +                                 |
| %Q 3,1                         | Cinta retrocede     | A -                                 |
| %Q 3,2                         | Pinza fuera         | B +                                 |
| %Q 3,3                         | Pinza dentro        | B -                                 |
| %Q 3,4                         | Pinza sube baja     | C +/-                               |
| %Q 3,5                         | Cargador            | D +/-                               |

|        |        |       |
|--------|--------|-------|
| %Q 3,6 | Pinza  | E +/- |
| %Q 3,7 | Lector | F +/- |

**Cuadro 8:** Identificadores que se pueden encontrar en los cables de la máquina.

## CAPÍTULO 4. PROGRAMACIÓN DE LA ESTACIÓN

### 1.

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.

#### 4.1. 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:

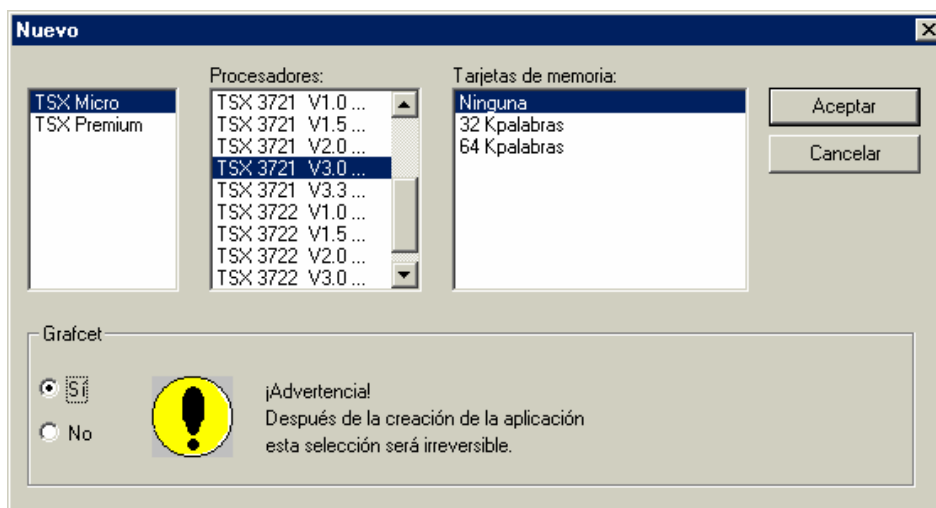
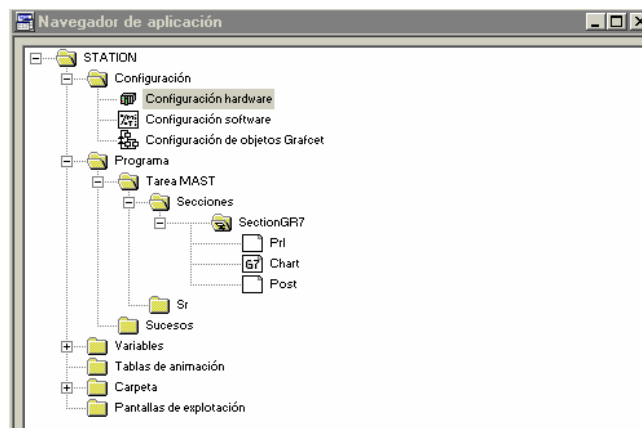


Figura 41: Pantalla de selección del autómata y la versión.

Elegimos el autómata que tenemos en la estación 1, que es el TSX 3721, y dentro de todos los que hay, elegimos la versión anterior a la más alta, la V3.0. Es muy importante seleccionar

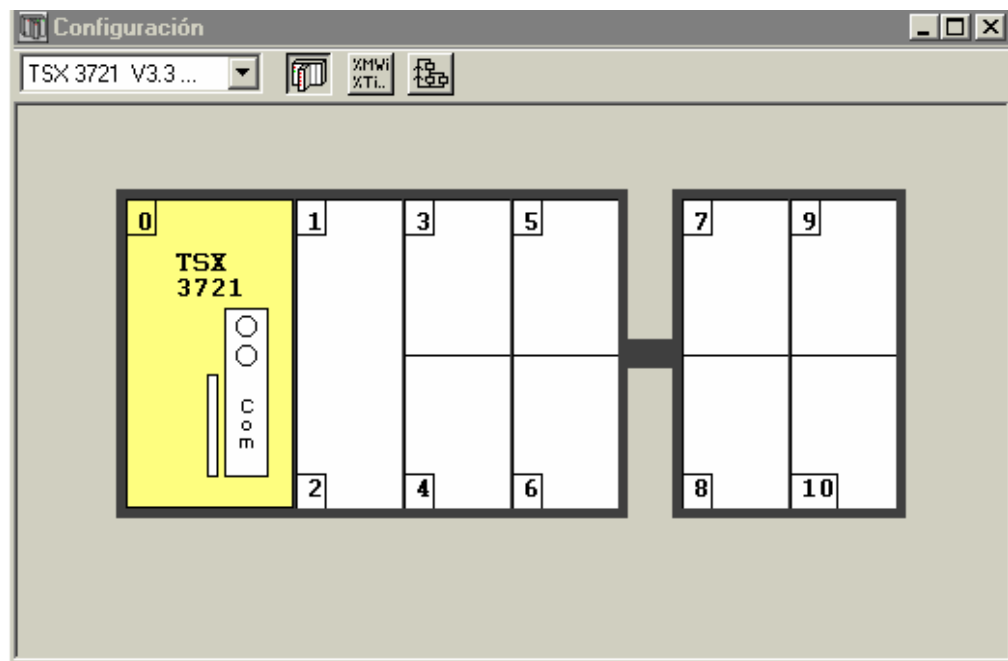
en esta pantalla que vamos a utilizar Grafcet, ya que de no hacerlo, tendríamos que crear un nuevo archivo y repetir la configuración. En esta pantalla también se puede seleccionar la tarjeta de memoria, si se tiene. Esto no es necesario, puesto que se puede incorporar a la configuración en cualquier momento desde otra pantalla.

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.



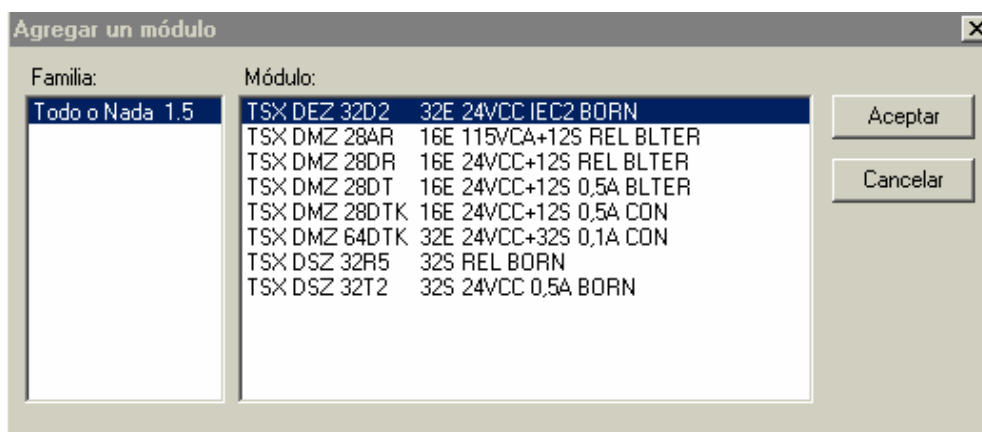
**Figura 42:** Navegador de aplicación.

Pulsamos sobre la carpeta configuración, y a continuación sobre el icono configuración hardware. En la siguiente pantalla se muestra de forma esquemática la configuración y los módulos que el autómata posee en la actualidad.



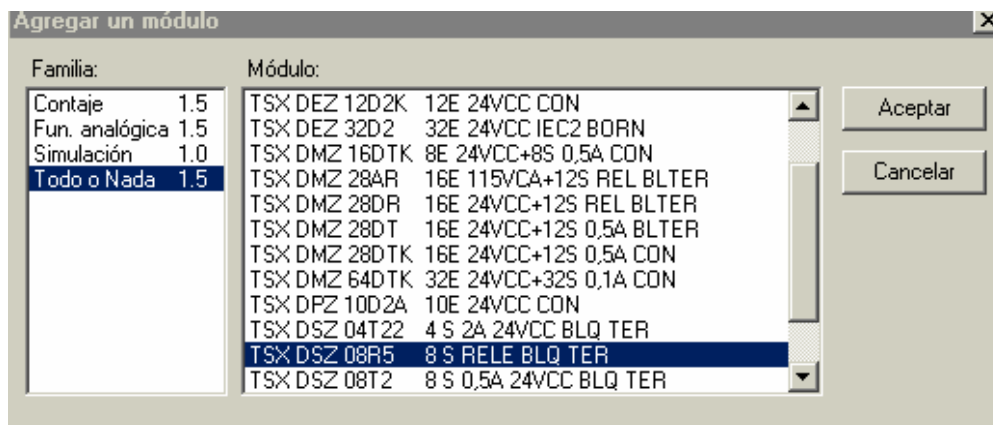
**Figura 43:** Configuración de los módulos del autómata.

Podemos observar, que únicamente hemos configurado el procesador del autómatas, y en el caso de haber seleccionado alguna tarjeta de ampliación de memoria, la ranura pequeña aparecería gris. Lo primero que vamos a añadir son los módulos de entrada y salida que tenemos instalados en el autómatas de la estación 1. Para añadir los módulos, hacemos doble click en la zona del emplazamiento que está colocado. Al hacer esto sobre la zona del emplazamiento uno, obtendremos una lista con los módulos que podemos instalar. En este emplazamiento solo se pueden instalar salidas o entradas digitales (todo o nada). Así pues, seleccionamos el módulo de 32 entradas digitales que corresponde al que está instalado en el autómatas:



**Figura 44:** Módulos de entrada disponibles en el primer emplazamiento.

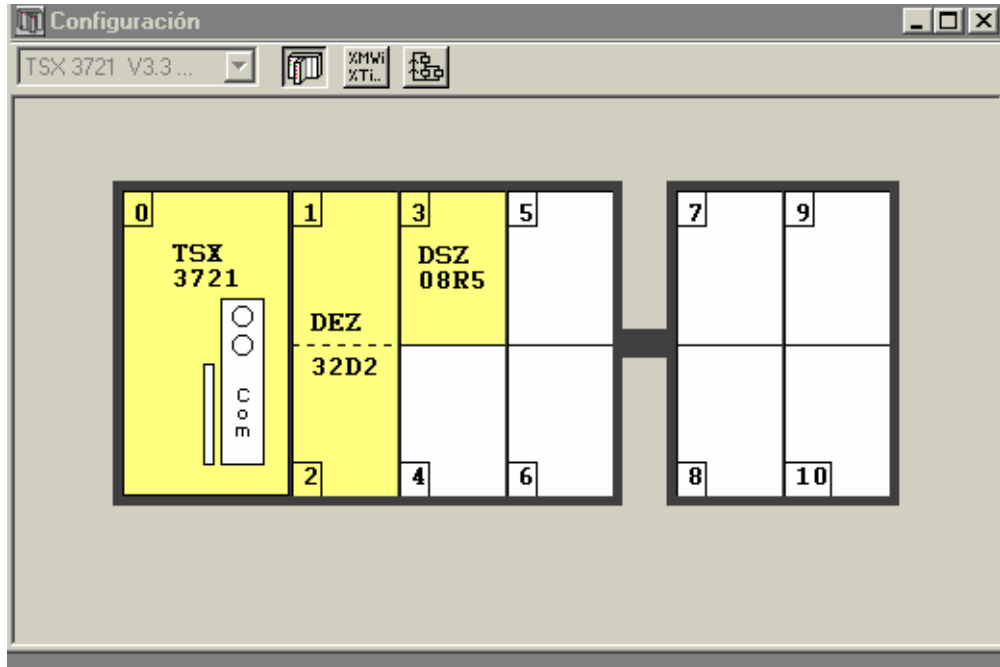
El siguiente módulo que tenemos que instalar es de las salidas. Para ello, igual que antes, hacemos doble click en el siguiente emplazamiento, el 3 (podemos notar que los emplazamientos están divididos en dos, esto es porque hay módulos que solo ocupan medio emplazamiento, pudiendo incluirse dos de estos en el mismo emplazamiento). Nos aparecerá una lista donde tendremos que seleccionar no solo el módulo, sino la familia a la que pertenece, que puede ser entrada / salidas analógicas y digitales, de contaje y simulación.



**Figura 45:** Módulos disponibles para el resto de emplazamientos.



Seleccionamos el modulo TSX 08R5, que como ya sabemos tiene 8 salidas digitales a relé y cableado a bornero. Una vez elegidos correctamente los módulos de entrada y salida del autómatas el aspecto que presenta el menú configuración es el siguiente:

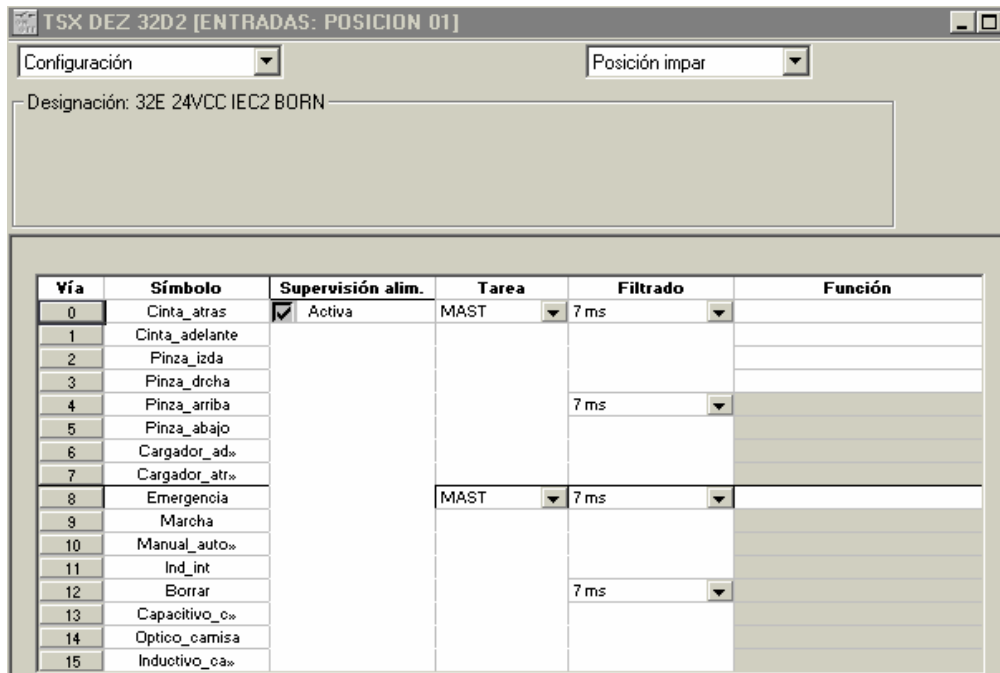


**Figura 46:** Configuración del autómatas después de añadirle los módulos de entrada y salida.

En los módulo de entradas y salidas también podemos configurar otros parámetros. Si hacemos un doble click sobre las entradas digitales podemos observar un menú en el que podemos elegir el filtrado y el lugar donde se van a leer estas entradas (tarea maestra o tarea rápida).

El filtrado sirve para eliminar ruidos que puedan afectar a la señal. Un filtrado alto, impediría leer entradas de alta frecuencia, pero en nuestro caso al tratarse de entradas estáticas, puesto que no varían con mucha rapidez, el filtrado no es importante.

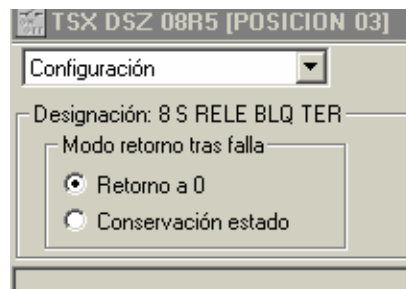
Por otro lado, los eventos de lectura y escritura de las entradas y salidas respectivamente se producirán todos ellos en la tarea maestra, y la tarea rápida no se utiliza en esta estación.



**Figura 47:** Pantalla de configuración de las entradas.

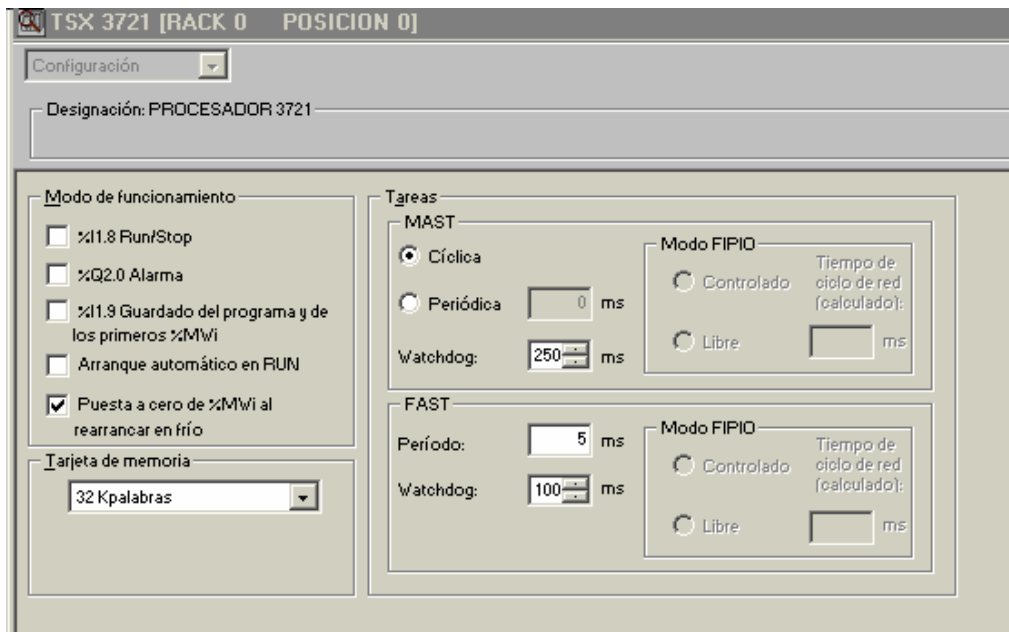
Podemos observar que aparecen dos posiciones diferenciadas, posición par e impar. Esto es así porque el emplazamiento se divide en dos partes.

En el módulo de salida, no tiene sentido filtra, pero se puede elegir el estado de la salida a retorno de falla. Este puede ser mantenerla igual que antes, o dejarla desactivada. Es conveniente que las salidas retornen a cero después de falla, para evitar activaciones que pueden resultar peligrosas para los operarios.



**Figura 48:** Detalle del módulo de salidas.

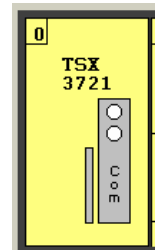
Pero solo con entradas y salidas no termina la configuración, todavía quedan elementos que añadir. Para ello nos fijamos en el módulo cero del autómeta que es el procesador del mismo, y hacemos doble click en la ranura estrecha. Aquí configuramos las tareas del procesador y podemos añadir una tarjeta de memoria si no lo hemos hecho al designar el autómeta.



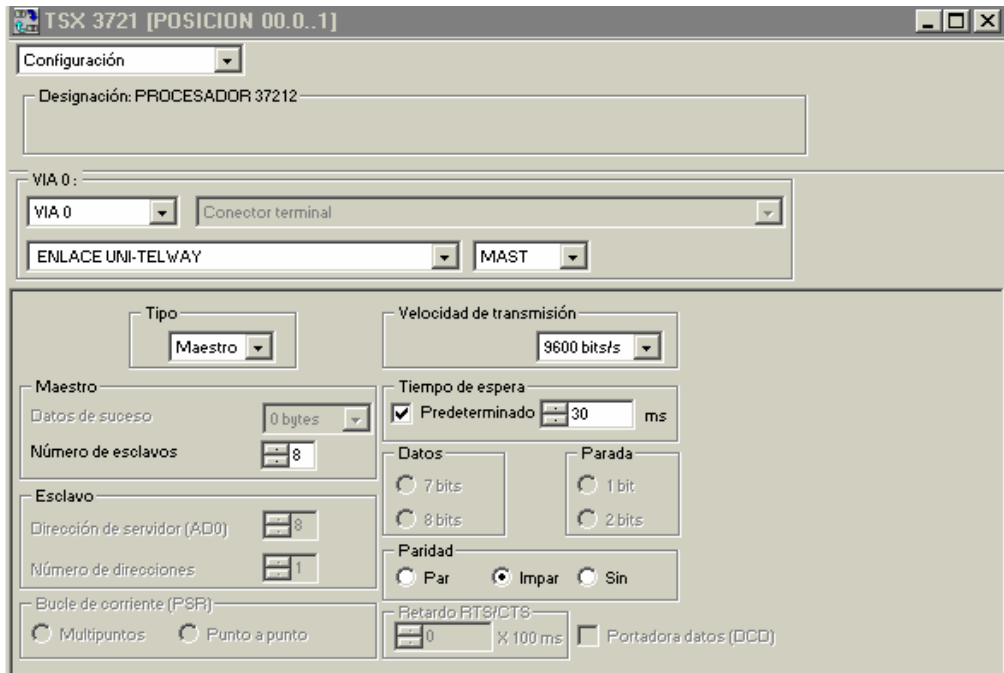
**Figura 49:** Imagen de la pantalla de configuración del procesador.

En esta pantalla también se puede configurar el tipo de tarea maestra cíclica (recomendable para la mayoría de los automatismos) o periódica definiendo el periodo de la misma. También se define la duración de la tarea rápida y el tiempo en el que se activa en watchdog de ambas tareas. Los reflejados en la imagen son los valores utilizados para esta estación, así como la tarjeta de memoria que tenemos.

A continuación pulsando con doble click sobre el módulo de comunicaciones para configurar la comunicación por red Fipway y enlace Uni-Telway. Estos autómatas poseen dos vías de comunicaciones, la vía 0, y la vía 1.

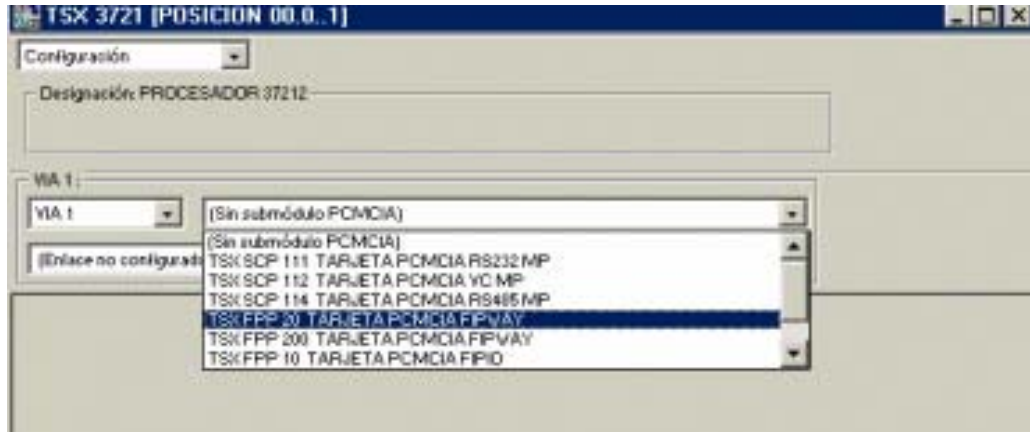


En la vía 0 se configura como enlace Uni-Telway, también podría utilizarse en modo caracteres. En esta pantalla se define la velocidad de transmisión, así como la paridad y si el autómata actuara como esclavo o como maestro. En nuestro caso podemos utilizar esta vía para comunicar con Magelis y con los 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:



**Figura 50:** Pantalla de configuración de la vía 0.

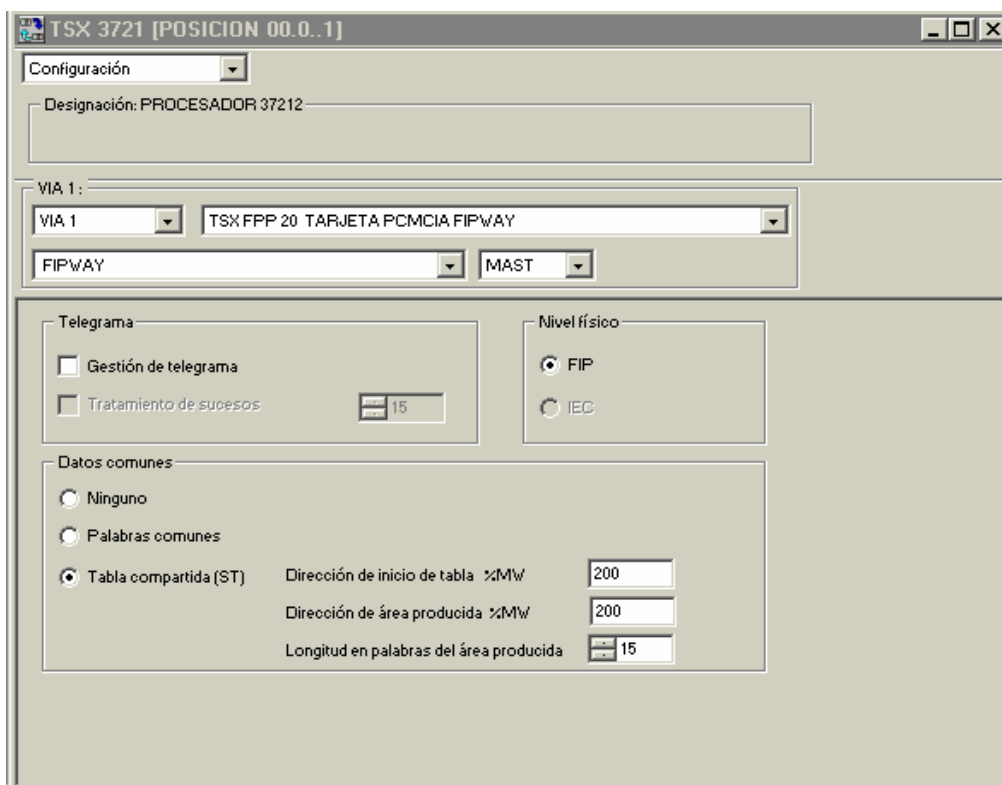
Una vez configurada la vía 0, pulsamos en el menú desplegable de vía 0 y seleccionamos la vía 1. Esta posición está vacía, así que añadimos una tarjeta PCMCIA tipo Fipway TSX FPP 20.



**Figura 51:** 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 52:** 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 a 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. 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 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 reconfiguración 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.

## 4.2. 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 entradas 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.

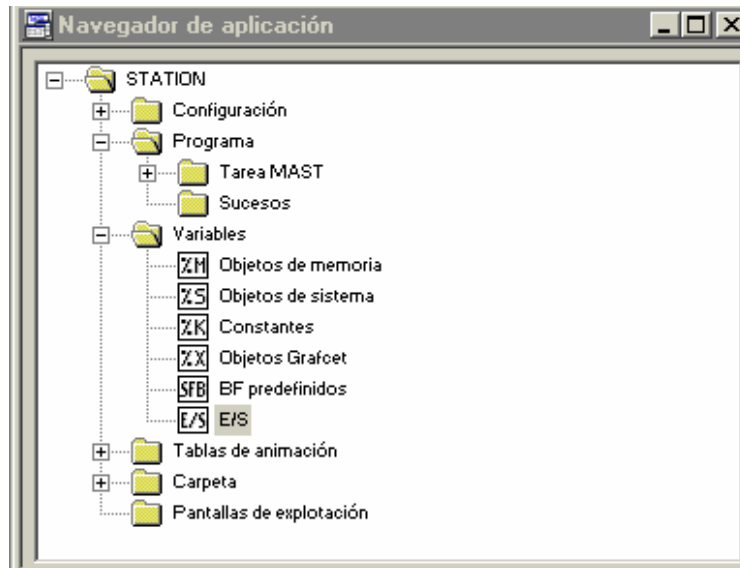
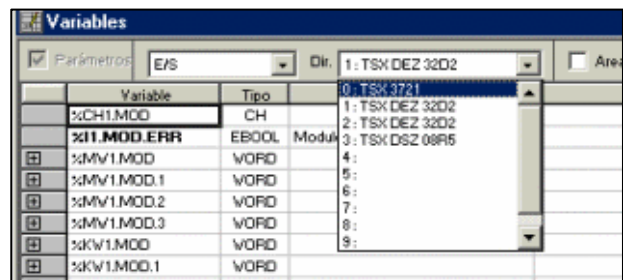


Figura 53: Navegador de aplicaciones.

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 1, dos y tres. 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.



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 2.3.

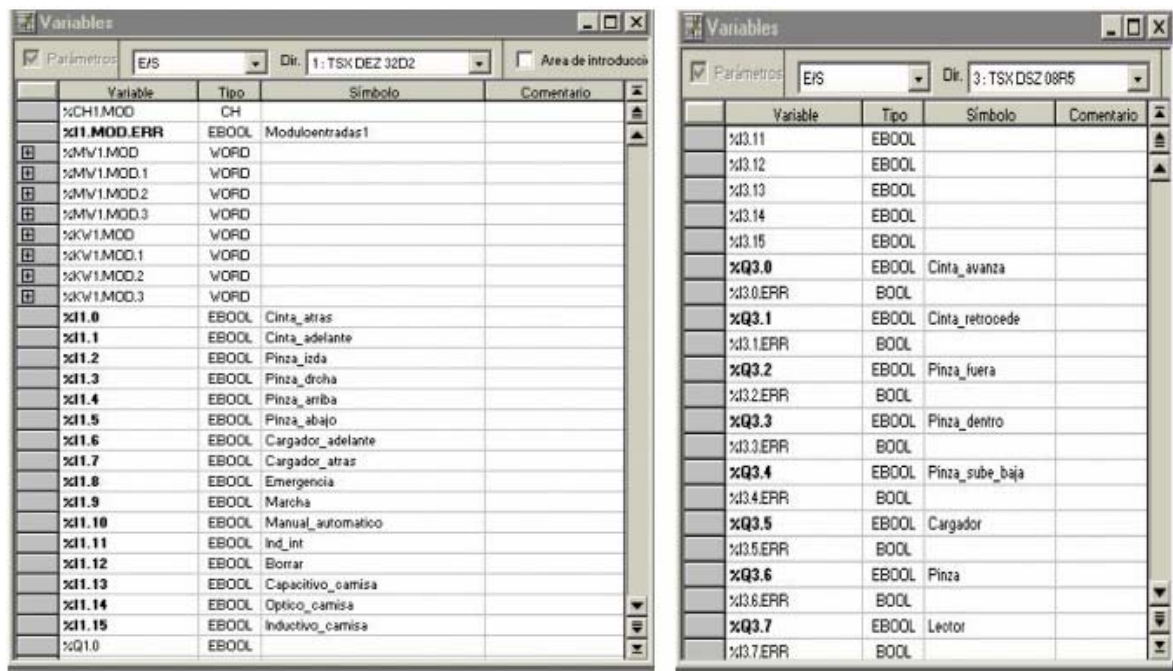
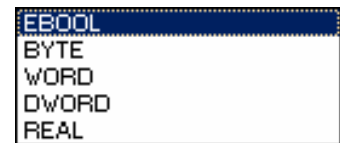


Figura 54: Pantallas de definición de las variables del módulo de entradas y salidas.

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 autómatas. 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.



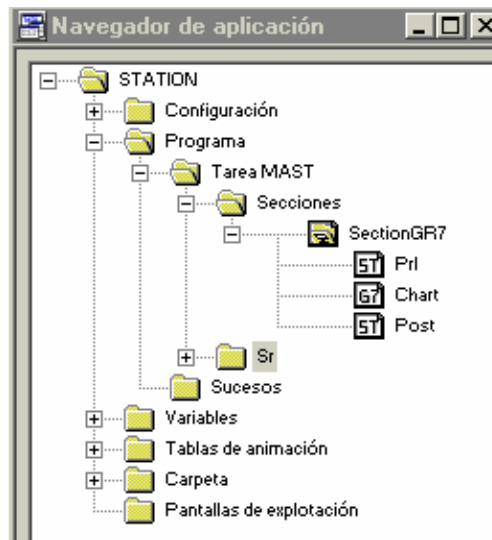
### 4.3. Realización del programa de la estación.

Una vez configurada correctamente la estación, y definidas las variables que vamos a utilizar, ya podemos comenzar a realizar el programa que introduciremos en la máquina. En este apartado no se pretende dar el programa que debe introducirse en la estación 1, de identificación y carga de camisas, sino que se darán unas recomendaciones y una serie de claves para seguir mientras se este desarrollando el programa.

#### 4.3.1. Estructura del programa.

A la hora de programar, es importante seguir una estructura fija para todas las aplicaciones que se vayan 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 Grafect), el módulo preliminar, el módulo Grafect y el módulo posterior, a los cuales se puede acceder desde el navegador de aplicaciones.



**Figura 55:** Navegador de aplicaciones.

A todos estos módulos se accede desde el navegador de aplicaciones realizando un doble click sobre su icono. A continuación vamos a describir y detallar los contenidos aconsejados que deben incluirse en cada uno de los módulos:

#### **4.3.1.1. Módulo Preliminar (Pr1).**

Puede programarse en lista de instrucciones, lenguaje de contactos o literal estructurado (recomendado). Es el primer módulo que tratará el autómatas 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.



#### **4.3.1.2. Módulo Grafect (Chart).**

Este módulo se programa en Grafect. 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 Grafect de la aplicación, que pueden ser:

- i. Grafect de producción normal automática.
- ii. Grafect de conducción o mando.
- iii. Grafect de test de la máquina.
- iv. Grafect de retorno automático a la posición inicial.

#### **4.3.1.3. 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 autómeta, y ocupa el tercer lugar en la realización dentro de la tarea maestra. Deben incluirse en él:

- i. Programación de las salidas del autómeta.
- ii. Programación de los mandos manuales.

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

#### **4.3.2. 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 1.

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.

### **4.3.2.1. Enunciado.**

Para realizar la realización de la practica, se cargará el archivo “*estación1practicass*” que contiene una configuración del autómeta, así como pantallas de animación para facilitar la realización de la practica. También incluye este programa una subrutina, **SRO** que tiene la programación de las cajas de diálogo utilizadas en las pantallas de explotación. Esta subrutina no debe modificarse, ya que no se podrían visualizar mensajes.

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.

#### **4.3.2.1.1. Ejercicio 1.**

Programar el control manual de la estación de identificación y carga de camisas.

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, 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.**

#### **4.3.2.1.2. Ejercicio 2.**

Programar el control automático de la estación 1. Se utilizará una pantalla para lanzar pedidos de diferentes tipos de camisas, que deberán sacarse al palet colocado en la cinta, la camisa pedida.

El desarrollo del proceso es como sigue. Sacamos una camisa, y a través de los sensores de identificación comprobamos si coincide con la pedida. De ser así, bajamos el brazo, y cerramos la pinza, de forma que ya tenemos la camisa sujeta. Después subimos el brazo con la camisa, movemos el cilindro hacia el palet de la cinta transportadora. Una vez ahí, bajamos el brazo y soltamos la camisa, subiendo posteriormente el brazo y hacemos retroceder el cilindro

hasta la posición de reposo. Ahora sacamos el lector óptico y leemos si tiene tapa o no la camisa. Si la lectura coincide con el pedido, fin de la operación. Si no coincide, movemos el cilindro hacia delante hasta que llegue encima del palet. Una vez ahí, bajamos la pinza y cogemos la camisa. Después subimos la pinza y retrocedemos el cilindro hasta la posición de reposo. Al llegar, movemos la pinza hacia la derecha, que es donde están las camisas mala, y una vez sobre ese deposito, la soltamos. Cuando caiga, movemos la pinza hacia la izquierda, y volvemos a sacar otra camisa.

Si la camisa no coincide con la pedida en el inicio, la cogemos, y una vez arriba, moviéndonos hacia la derecha la tiramos en el deposito de camisas malas.

Si dudas, consultar el capítulo dos. A continuación se muestra un cuadro explicativo.



**Cuadro 9:** Descripción de los maovimientos de la estación 1.

Hay que respetar los símbolos que se usan para definir las variables de la memoria del autómatas, puesto que son usados en las pantallas de explotación, y de no respetarse esto, éstas no funcionarían.

Así pues, debemos programar la estación 1 para que según una orden nuestra coloque en el palet que está enfrente de la estación, en la cinta transportadora, esta camisa, y deseche al depósito de camisas malas, todas las que pudiesen salir antes de encontrar la deseada. La programación debe realizarse siguiendo el mapa de memoria que se da a continuación. Hay que tener en cuenta que hay zonas de memoria sobre las que no se puede escribir, y hay que tener en presente la memoria ocupada por la tabla compartida.

#### 4.3.2.1.3. Ejercicio3.

Modificar el programa anterior para que solamente saque tres camisas para cada pedido, es decir, que si pedimos una camisa negra con tapa, saque una camisa. Si no coincide, la deseche, pero no indefinidamente como en el programa anterior, sino que un máximo de tres veces. Si no lo encuentra, deseche el pedido y se prepare para recibir otro nuevo.

#### 4.3.2.2. Descripción de entradas y salidas.

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

##### 4.3.2.2.1. Salidas.

| VARIABLES | SIMBOLO         | COMENTARIO   |
|-----------|-----------------|--|
| %Q 3.0    | Cinta_avanza    | Al activarla la pinza se mueve hacia delante. Al desactivarla no pasa nada.      |
| %Q 3.1    | Cinta_retrocede | Al activarla la pinza se mueve hacia atrás. Al desactivarla no pasa nada.        |
| %Q 3.2    | Pinza_fuera     | Al activarla la pinza se mueve hacia la derecha. Al desactivarla no pasa nada.   |
| %Q 3.3    | Pinza_dentro    | Al activarla la pinza se mueve hacia la izquierda. Al desactivarla no pasa nada. |

|        |                 |   |
|--------|-----------------|---|
| %Q 3.4 | Pinza_sube_baja | Al activarla baja la pinza. Al desactivarla sube.                   |
| %Q 3.5 | Cargador        | Al activarla sacamos una camisa. Al desactivarla se va hacia atrás. |
| %Q 3.6 | Pinza           | Al activarla cerramos la pinza. Al desactivarla la abrimos.         |
| %Q 3.7 | Lector          | Al activarla sacamos el lector óptico. Al desactivarla lo metemos.  |

**Cuadro 10:** Descripción y símbolos de las salidas del autómeta.

#### 4.3.2.2.2. Entradas.

| VARIABLES | SIMBOLO           | COMENTARIO  |
|-----------|-------------------|---|
| %I 1.0    | Cinta_atrás       | Se activa al llegar o estar el cilindro atrás.          |
| %I 1.1    | Cinta_adelante    | Se activa al llegar o estar el cilindro adelante.       |
| %I 1.2    | Pinza_izda        | Se activa al llegar o estar la pinza a la izquierda.    |
| %I 1.3    | Pinza_drcha       | Se activa al llegar o estar la pinza a la derecha.      |
| %I 1.4    | Pinza_arriba      | Se activa al llegar o estar la pinza arriba.            |
| %I 1.5    | Pinza_abajo       | Se activa al llegar o estar la pinza abajo.             |
| %I 1.6    | Cargador_adelante | Se activa al llegar o estar el cargador adelante.       |
| %I 1.7    | Cargador_atras    | Se activa al llegar o estar el cargador atrás.          |
| %I 1.8    | Emergencia        | Seta de emergencia. Se activa al pulsarla.              |
| %I 1.9    | Marcha            | Pulsador de marcha.                                     |
| %I 1.10   | Manual_automatico | Interruptor para seleccionar el modo de funcionamiento. |
| %I 1.11   | Ind_int           | Interruptor para seleccionar el modo de funcionamiento. |
| %I 1.12   | Rearme            | Pulsador de rearme.                                     |
| %I 1.13   | Inductivo_camisa  | Sensor de identificación de camisas.                    |
| %I 1.14   | Optico_camisa     | Sensor de identificación de camisas.                    |

|         |                   |   |
|---------|-------------------|---|
| %I 1.15 | Capacitivo_camisa | Sensor de identificación de camisas.            |
| %I 2.0  | Lector_adelante   | Se activa al estar o llegar el lector adelante. |
| %I 2.1  | Lector_atras      | Se activa al estar o llegar el lector atrás.    |
| %I 2.2  | Optico_lector     | Sensor de identificación.                       |

Cuadro 11: Descripción y símbolos de las entradas del autómeta.

#### 4.3.2.3. 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 autómeta, nosotros, estación 1, solamente podemos escribir en las primera 15 palabras, es decir de la %MW200 a la %MW214, y leer el resto. Además las palabras que tengamos que utilizar para realizar el programa, las cogemos en el margen que va desde la %MW50 hasta la %MW90. Los bits de memoria que utilicemos, los cogemos dentro del margen que va desde la %M100 hasta el %M180. El resto de memoria no la utilizaremos.

También hay que tener presente la tabla con las entras y salidas que el autómeta 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 pedido del tipo de camisa que hay que poner en palet. Se usa en las pantallas de explotación | Solamente se usa en la subrutina 0 que ya esta programada.   |
| %MW 51 | Volcamos los sensores de identificación para utilizarlos en las PDE.  | Solamente se usa en la subrutina 0, 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 subrutina 0 para identificar la emergencia. |

#### Bits de memoria que vamos a utilizar como mandos:

|   |                                 |                     |
|---|---------------------------------|---------------------|
| <b><i>Mandos manuales para movimientos y diferentes modo de funcionamiento desde PDE:</i></b> |                                 |                     |
| %M 160  | Modo_manual_mando               | Pulsador            |
| %M 161  | Modo_automático_Integrado_mando | Pulsador            |
| %M 162  | Modo_test_mando                 | Pulsador            |
| %M 163  | Emergencia_mando                | Tecla pulsar/pulsar |
| %M 164  | Rearme_mando                    | Pulsador            |
| %M 165  | Cinta_avanza_manual             | Pulsador            |
| %M 166  | Cinta_retrocede_manual          | Pulsador            |
| %M 167  | Pinza_drcha_manual              | Pulsador            |
| %M 168  | Pinza_izda_manual               | Pulsador            |
| %M 169  | Pinza_Sube_baja_manual          | Tecla pulsar/pulsar |
| %M 170  | Cargador_manual                 | Tecla pulsar/pulsar |
| %M 171  | Pinza_manual                    | Tecla pulsar/pulsar |
| %M 172  | Lector_manual                   | Tecla pulsar/pulsar |
| <b><i>Mandos para realizar pedidos desde PDE:</i></b>   |                                 |                     |
| %M 183  | Pedido_pieza_negra              | Pulsador            |
| %M 184  | Pedido_pieza_negra_tapa         | Pulsador            |
| %M 185  | Pedido_pieza_roja               | Pulsador            |
| %M 186  | Pedido_pieza_roja_tapa          | Pulsador            |
| %M 187  | Pedido_pieza_metal              | Pulsador            |
| %M 188  | Pedido_pieza_metal_tapa         | Pulsador            |

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

|   |                       |  |
|---|-----------------------|--|
| <b><i>Las emergencias de la estación serán las siguientes y estarán como sigue:</i></b> |                       |  |
| %M 145  | Maxtiempo_cinta       | Máximo tiempo de ir o venir a, o, desde palet. |
| %M 146  | Maxtiempo_subir_bajar | Máximo tiempo de subir o bajar la pinza.       |
| %M 147  | Maxtiempo_izda_drcha  | Máximo tiempo en ir hacia                      |

|                                    |                              |   |
|------------------------------------|------------------------------|---|
|                                    |                              | la izquierda o volver a la derecha.   |
| %M 148                             | Maxtiempo_sacar_meter_lector | Máximo tiempo en sacar y meter el lector.   |
| %M 149                             | Mando_emergencia             | %M 149:=%M 163  |
| %M 150                             | Fallo_interno                | Suma (OR) de los bits de error de los módulos.  |
| %M 151                             | Seta_de_emergencia           | %M151:=%I1.8  |
| %M 152                             | Maxtiempo_identificar_camisa | Máximo tiempo en identificar una camisa   |
| %M153                              | Maxtiempo_leer_tapa          | Máximo tiempo en leer una pieza con tapa.   |
| <b>Otros bits que se usan son:</b> |                              |   |
| %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.<br>%M 115 := %M 150 <b>OR</b> %M 149 <b>OR</b> %M 151 , etc |

**Cuadro 12:** Mapa de memoria de la aplicación de prácticas.

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

|       |   |                                     |
|-------|---|-------------------------------------|
| %X0   | Primera etapa del grafect de producción | Aunque no utilizemos la guía GEMMA. |
| %X 90 | Modo manual                             |                                     |
| %X 91 | Modo automático integrado               |                                     |
| %X 92 | Modo test                               |                                     |

**Cuadro 13:** Estados para realizar la práctica 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. Todos los bits que sea necesario utilizar al realizar el programa se cogerán de la zona acotada anteriormente.

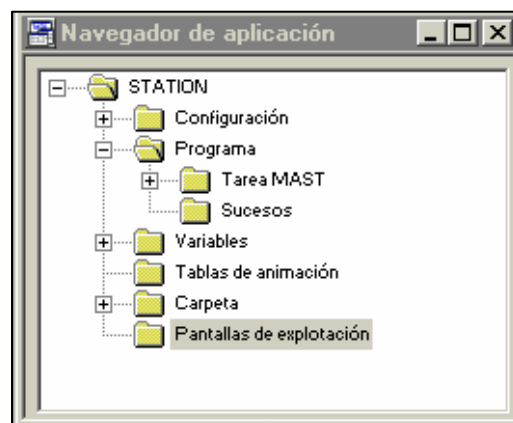
#### 4.3.2.4. Pantallas de explotación.

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 autómeta por una tarjeta de entrada, o desde el programa del usuario.

Cuando la estación está conectada al autómeta 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 autómeta. En esta aplicación se seleccionan las pantallas desde el teclado. El autómeta 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 1, otra para el control manual, otra para la marcha de test, otra para realizar los pedidos y visualizar la pieza que hemos sacado del cargador, 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.



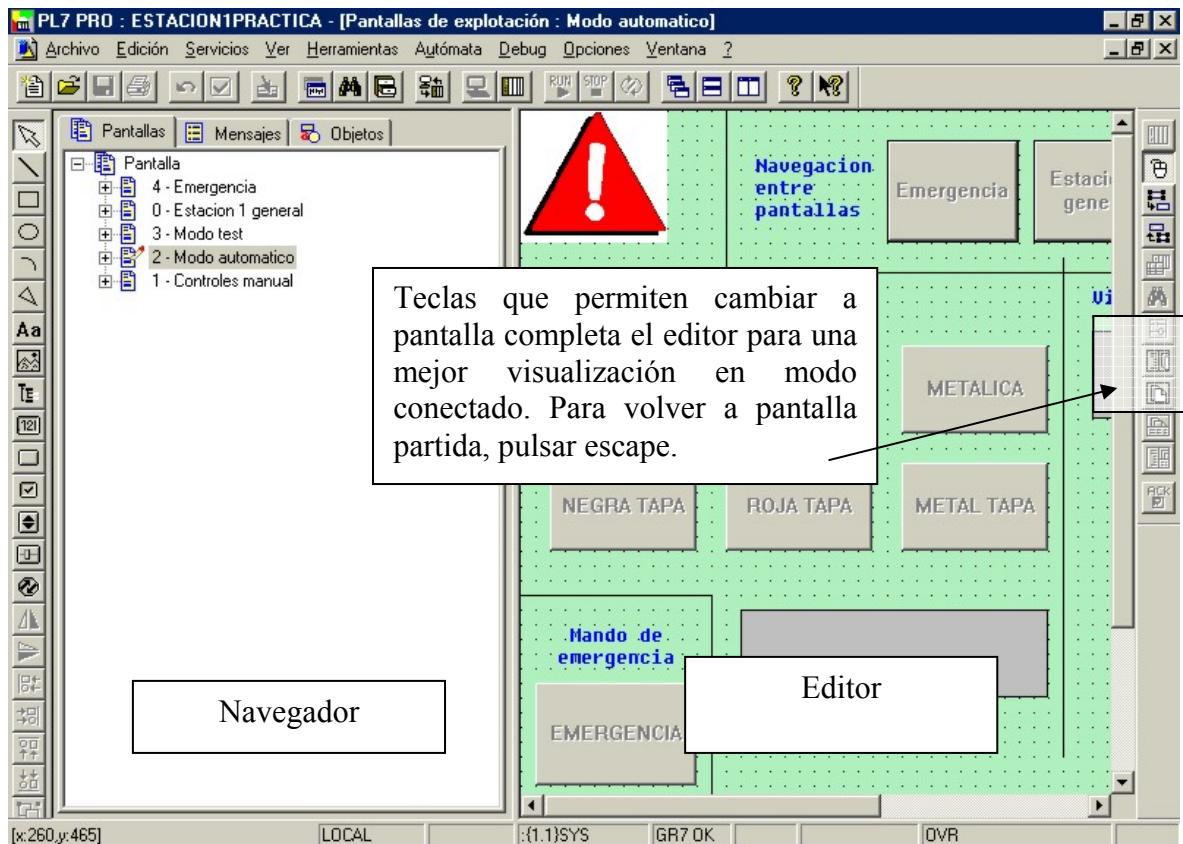
Como podemos apreciar en la figura 56, tenemos dos pantallas, una en la parte izquierda y otra en la parte derecha. En modo conectado, aparecerá una tercera pantalla en la parte inferior derecha, llamada Viewer, que muestra los mensajes de falla y permite al usuario

controlar el estado del autómata, pero esta pantalla no nos interesa puesto que no trabajaremos con ella.

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.

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 al evolución de las variables del autómata. Esta pantalla la podemos visualizar a pantalla completa tal y como se indica en la imagen.

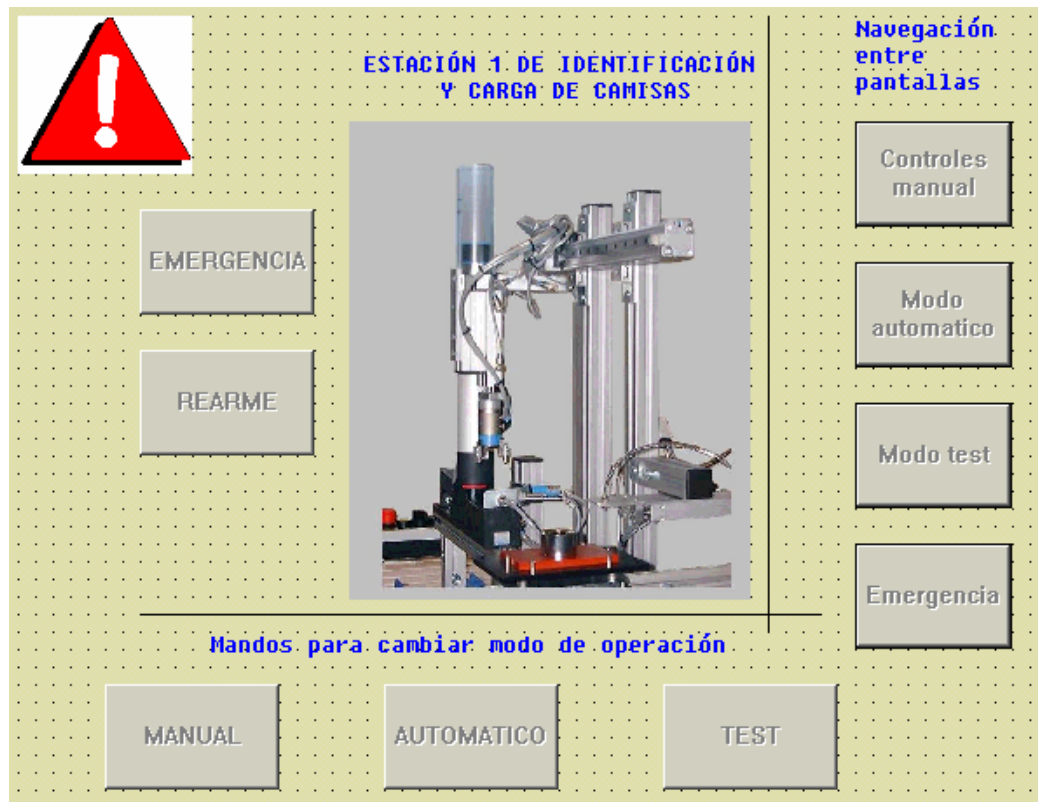
Las pantallas de esta practica incluyen mandos, navegación entre pantallas, objetos animados y cuadros de texto. Estos elementos se presentan activos al trabajar en modo conectado, si estamos desconectados, mientras editamos, no presentan actividad.



**Figura 56:** Pantalla principal de la aplicación pantallas de explotación.

La primera pantalla es una aplicación general de la estación 1. Esta pantalla nos ofrece una imagen de la estación carga e identificación de camisas, 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.

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 autómeta, 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.

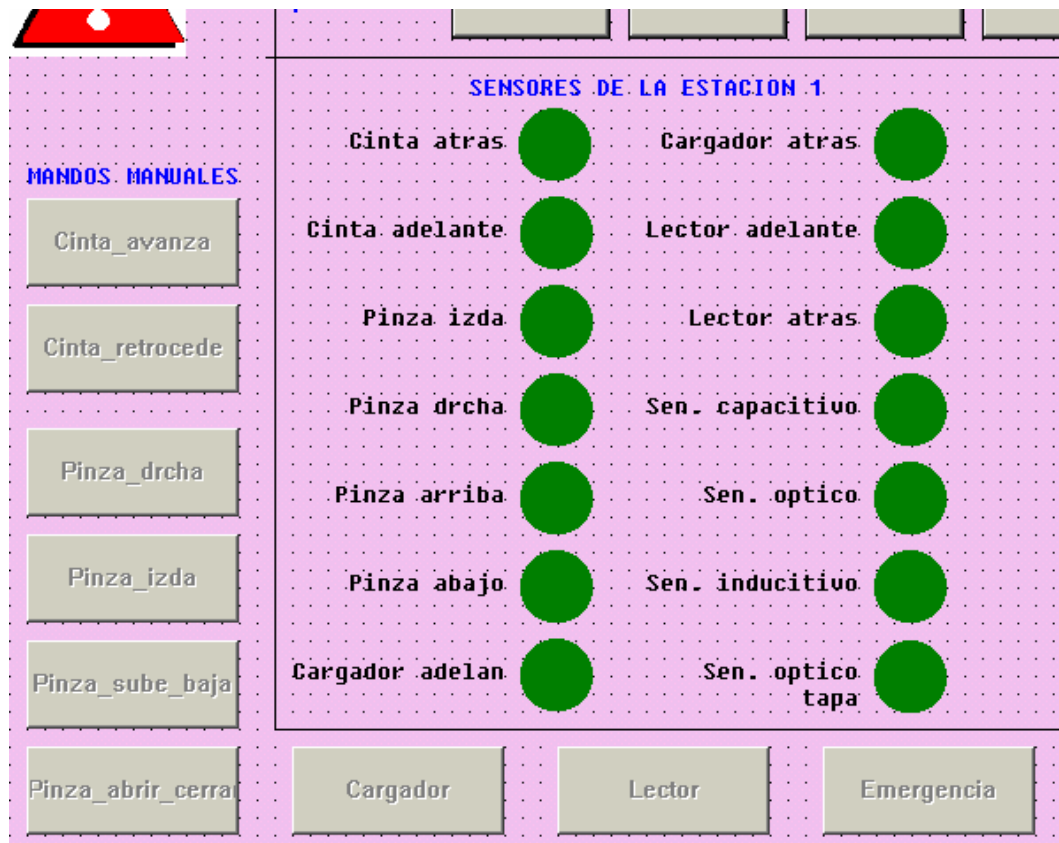


**Figura 57:** Pantalla de explotación general de la estación 1.

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 (triángulo 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. 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 led's) 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 led's que estén activados, parpadearan en rojo.



**Figura 58:** Imagen de pantalla de explotación para mandos manuales.

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: Cinta\_avanza, Cinta\_retrocede, Pinza\_izda y Pinza\_drcha, e interruptores son: Pinza\_sube\_baja, Pinza\_Abrir\_cerrar, Cargador, Lector y Emergencia.

La diferencia es que los pulsadores activan cilindros de doble efecto (biestables), y los interruptores cilindros de simple efecto (monoestables). 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.

Los led’s son visualizadores de las entradas, y en ellos puede leerse el estado de las entradas del autómeta. Cuando tienen el color verde de la imagen, es que no esta activada la entrada asociada, y cuando esta se activa, el led asociado parpadea con un color rojo.

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.

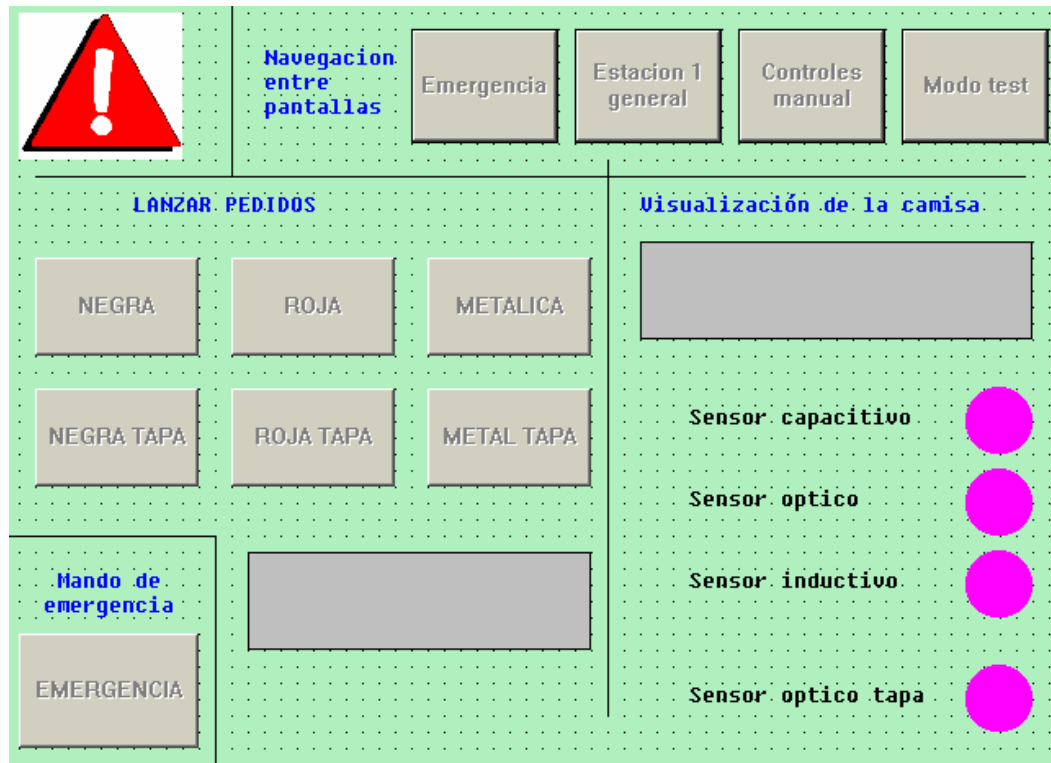
También, en la parte superior izquierda podemos ver la señal de peligro, que se activara al suceder cualquier emergencia.

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.

Para la siguiente practica, la número 2, es necesario utilizar también la pantalla 2, modo automático. Desde esta pantalla, lanzaremos pedidos hacia nuestra estación, y podremos visualizar la camisa con la que esta trabajando la estación en el momento actual, y si esta coincide con la que queríamos sacar, o si es una camisa que hay que desechar. Esto se puede ver en los dos cuadros de texto que tenemos. En uno esta el pedido, y en el otro la pieza actual. La imagen que presenta la pantalla, puede verse en la figura siguiente.

Disponemos pues, del navegador entre pantallas, cuyo uso es igual que en otras pantallas, y de la señal de peligro, que nos informará de la existencia de emergencia.

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 la pieza sacada en todo momento. En la parte inferior izquierda, podemos observar el mando para activar la emergencia, cuyo funcionamiento ya se ha descrito.



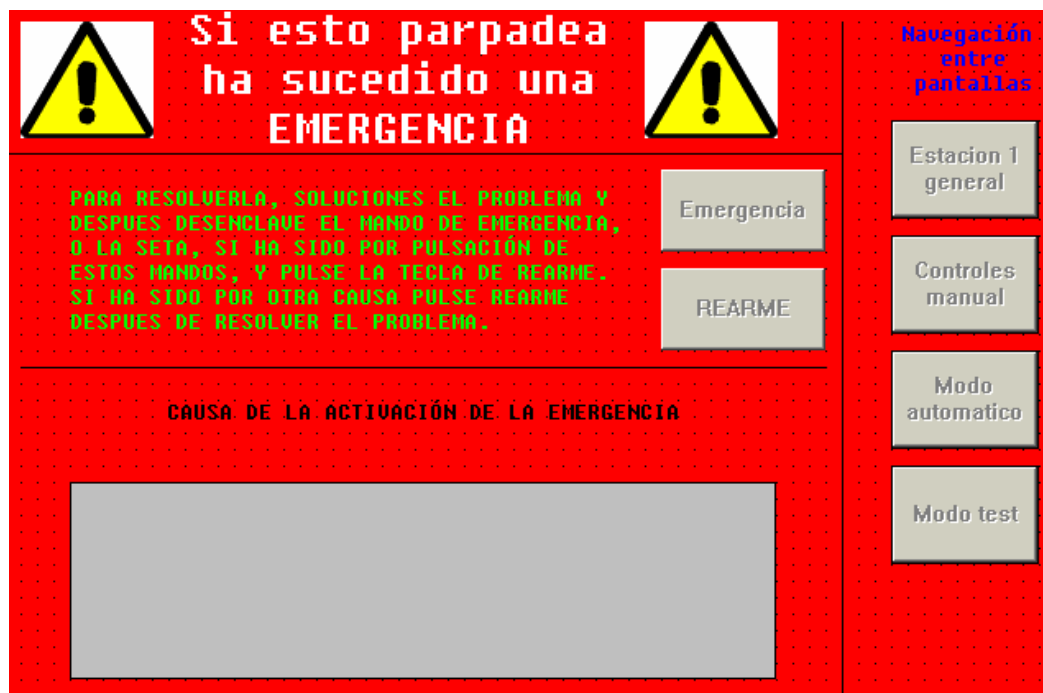
**Figura 59:** Pantalla de explotación para ordenar pedidos y la pieza que tenemos en el identificador.

Para lanzar los pedidos, disponemos de seis pulsadores. Cada uno de ellos corresponde a un tipo de pieza diferente. Al pulsarlo podremos leer en la caja de texto que esta debajo de los pulsadores el pedido que acabamos de hacer. Una vez que el pedido es aceptado, este permanece visualizado hasta que lo sirva, y le mandemos otro.

En la parte derecha tenemos la visualización. Esta formada los cuatro sensores identificadores de camisa y tapa, que se pondrán en color rojo cuando se activen, y una caja de texto donde podrá leerse en todo momento la camisa que estamos manipulando en la máquina. Así, podremos comprobar que la operación la realiza de forma correcta

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 60:** 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 parpadeando, si ha sucedido una emergencia, y si no, no los veremos.

Desde esta pantalla podemos desenchavar el mando de emergencia (si fue él el causante de la emergencia), 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 autómeta 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.

### **4.3.3. Consejos de programación.**

Algunas recomendaciones que pueden seguirse para realizar los programas de la estación 1, son las siguientes:

- ✓ 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. Algunas salidas se pueden asignar a bits de memoria.

```
%Q3.0:=(%X91 AND(%X9 OR %X22))
OR(%X90 AND(%M165));

%Q3.1:=%X85 OR(%X91 AND(%X17 OR %X26))
OR(%X90 AND(%M166));

%Q3.2:=(%X91 AND(%X8 OR %X27))
OR(%X90 AND(%M167));

%Q3.3:=%X84 OR(%X91 AND(%X16 OR %X31))
OR(%X90 AND(%M168));

%Q3.4:=(%X91 AND(%X2 OR %X3 OR %X4 OR %X5 OR %X10
OR %X11 OR %X12 OR %X13 OR %X23 OR %X24 OR %X28 OR %X29))
OR(%X90 AND(%M169));

%Q3.5:=(%X91 AND %X1)
OR(%X90 AND(%M170));

%Q3.6:=%M114
OR(%X90 AND(%M171));

%Q3.7:=(%X91 AND(%X18 OR %X19))
OR(%X90 AND(%M172));
```

- ✓ 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.



- ✓ Lanzar la subrutina en el módulo preliminar.

```

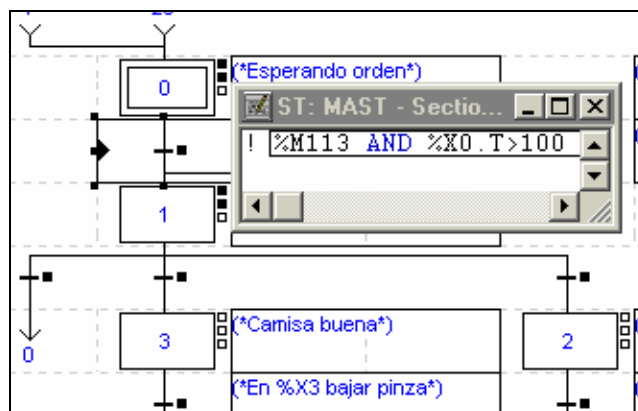
(*REARME*)
IF %M115 AND(RE %I1.12 OR RE %M164
    RESET %S22;
    SET %S21;
    RESET %M115;
END_IF;

(*PARA PANTALLAS DE EXPLOTACION*)
SR0;
    
```

- ✓ Utilizar comentarios, sobre todo en el módulo preliminar.
- ✓ Dar símbolos a todos los bits y palabras de memoria que utilizemos.

|              |       |                      |
|--------------|-------|----------------------|
| %M99         | EBOOL |                      |
| <b>%M100</b> | EBOOL | Permiso_manual       |
| <b>%M101</b> | EBOOL | Permiso_test         |
| <b>%M102</b> | EBOOL | Permiso_automatico   |
| <b>%M103</b> | EBOOL | Pieza_negra          |
| <b>%M104</b> | EBOOL | Pieza_negra_con_tapa |
| <b>%M105</b> | EBOOL | Pieza_roja           |
| <b>%M106</b> | EBOOL | Pieza_roja_con_tapa  |
| <b>%M107</b> | EBOOL | Pieza_metal          |
| <b>%M108</b> | EBOOL | Pieza_metal_con_tapa |
| <b>%M109</b> | EBOOL | Pieza_buena          |
| <b>%M110</b> | EBOOL | Pieza_mala           |

- ✓ 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, 10 seg..



- ✓ Puesto que los pedidos se lanzan desde pulsadores, habría que memorizarlo para saber que camisa nos han pedido. Si se utiliza un bit para cada pedido,

podemos, cada vez que se reciba un pulso en el pulsador activar su bit correspondiente y borrar todos los demás, así siempre memorizamos el último pedido lanzado.

- ✓ Mientras comparamos la camisa que hemos sacado y la que queríamos sacar, hay que tener en cuenta tres resultados, que no haya camisa, que la camisa sea buena y que la camisa sea mala.

```

IF Capacitivo_camisa AND %X1.T>20 AND NOT Inductivo_camisa
AND NOT Optico_camisa AND(Pieza_negra OR Pieza_negra_con_tapa)THEN
    SET Hay_camisa;
    SET Pieza_buena;
    RESET Pieza_mala;
END_IF;
IF Capacitivo_camisa AND %X1.T>20 AND NOT Inductivo_camisa
AND Optico_camisa AND(Pieza_roja OR Pieza_roja_con_tapa)THEN
    SET Hay_camisa;
    SET Pieza_buena;
    RESET Pieza_mala;
END_IF;
IF Capacitivo_camisa AND %X1.T>20 AND Inductivo_camisa
AND Optico_camisa AND(Pieza_metal OR Pieza_metal_con_tapa)THEN
    SET Hay_camisa;
    SET Pieza_buena;
    RESET Pieza_mala;
END_IF;

IF Capacitivo_camisa AND %X1.T>30 AND NOT Pieza_buena THEN
    SET Pieza_mala;
    SET Hay_camisa;
END_IF;

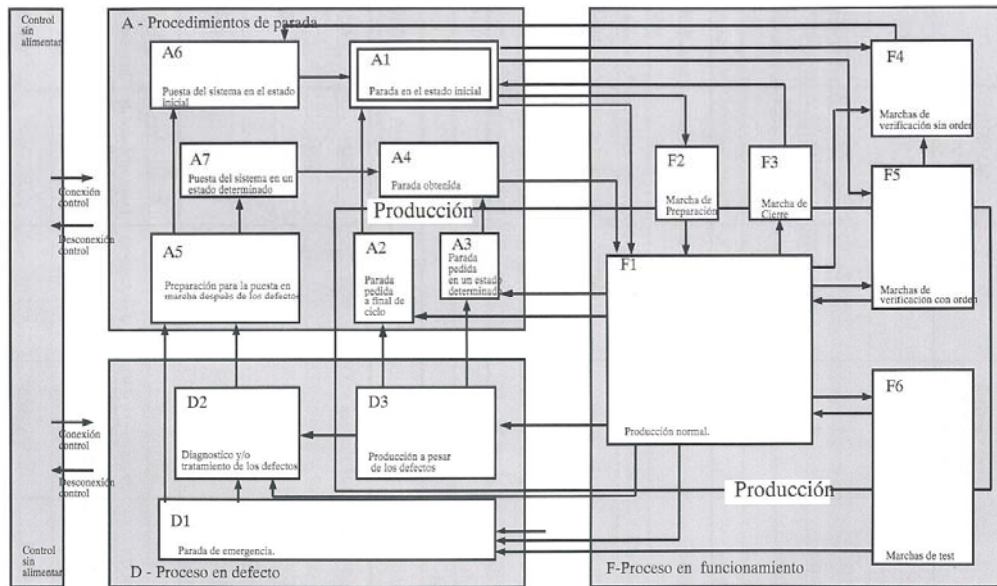
```

- ✓ Si se va a 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\_automático 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.

#### 4.3.4. 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 61:** 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 está 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. Este 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 Grafect.
  - **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 supone 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 autómatas 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 Grafect 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 grafect asociado se le denomina grafect 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 autómatas comprueba el buen funcionamiento de los accionadores y captadores de la máquina. El autómatas 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 autómatas 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 autómatas 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.

#### **4.3.4.1. 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, procederemos a su aplicación en la estación 1. 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 Grafect 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.

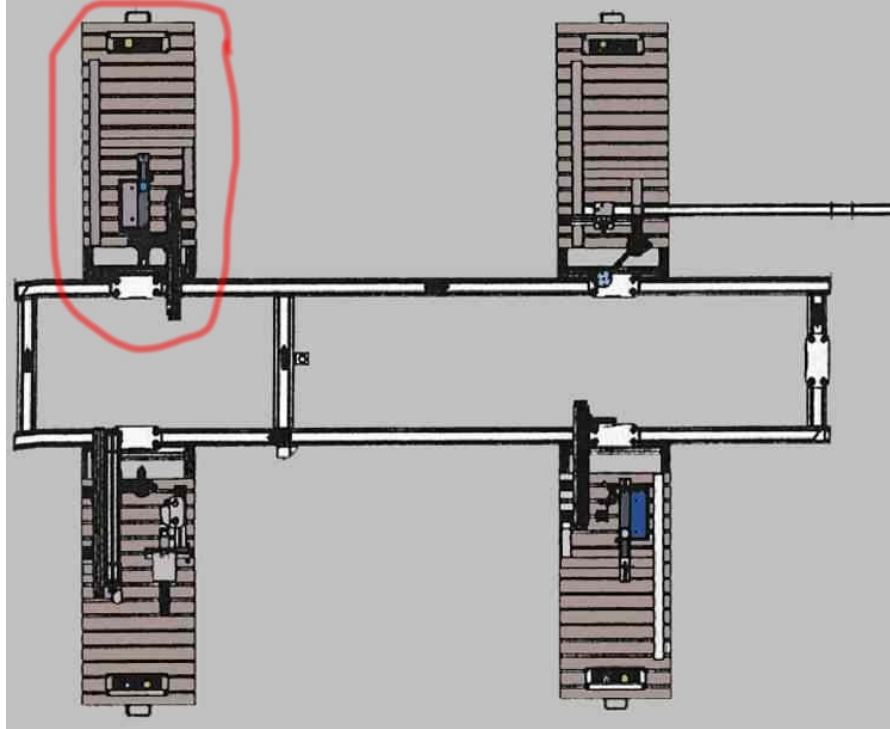
Se puede partir del archivo *estación1practica*. En el modo automático y el modo manual debe funcionar como se explicó en el apartado 3.3.2. El modo test funcionará de forma que coloquemos una camisa en el palet de la cinta, así que si tenemos una camisa con tapa la tirará y no pondrá otra, si no que finalizará el test.





## CAPÍTULO 5. INTRODUCCIÓN A LA ESTACIÓN 3.

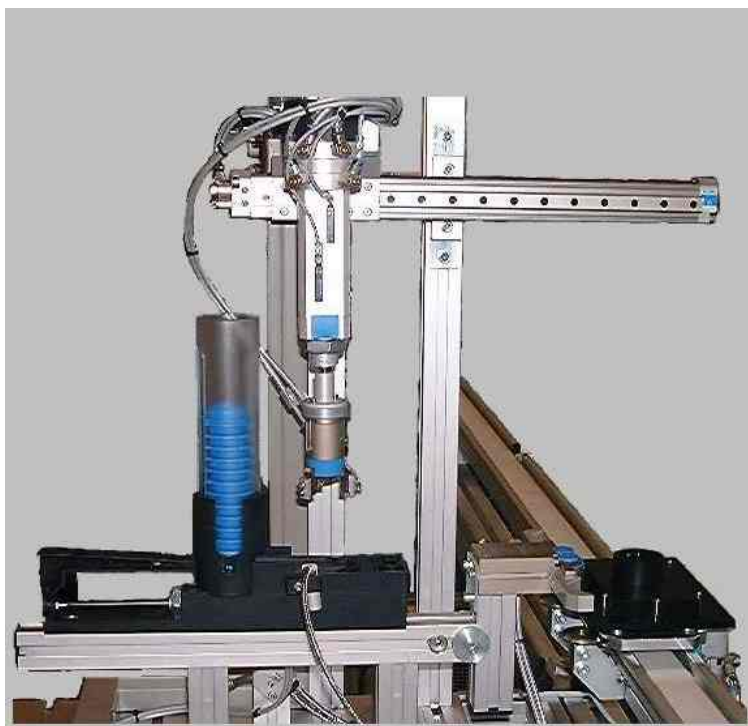
Esta estación se encuentra encuadrada dentro del módulo I. Más concretamente ocupa el tercer lugar dentro del grupo de estaciones dedicadas a la producción de cilindros, tal y como se muestra a continuación.



**Figura 62:** Posición de la estación 3 dentro del módulo de producción.

La función de la estación 3 es el montaje de componentes, más concretamente cargar culatas en los cilindros que le llegan. Las culatas son las tapas de los cilindros, elementos circulares de color azul con un orificio para la salida del émbolo tal y como se puede apreciar en la imagen 14 que muestra la estación.

Estas culatas se montan mediante un roscado, es decir el encaje entre la camisa y la culata se realiza mediante un giro de esta última sobre la primera, quedando así cerrada e impidiendo la salida de aire al activarse el cilindro.



**Figura 63:** Imagen de la estación 3

A continuación, se describe de forma general el funcionamiento de la estación, para que se tenga un conocimiento de los posibles movimientos de la máquina, así como de las posiciones que adopta al desarrollar un ciclo de trabajo, en este caso, el roscado de una culata. Es posible seguir estos movimientos quitando el aire de la estación y comprobando la iluminación de los leds que están asociados a los sensores. Estos leds, están colocados en las bases de precableado de FESTO, pero si se tiene alguna duda, consultar el capítulo número 3 de este manual (no manipular la estación sin estar seguros de que se realiza de forma correcta).

La estación dispone de un almacén de culatas de forma cilíndrica donde están apiladas estas hasta su colocación. También podemos observar que disponemos de un cilindro con una pinza, para coger las tapas (culatas), que realiza un movimiento de giro para roscar sobre la camisa. Este brazo, se mueve sobre un cilindro sin vástago para realizar el movimiento de traslación hacia el patet. Además, se dispone de una mordaza neumática para sujetar la camisa, e impedir su movimiento al ser roscada.

El proceso de montaje de una tapa sobre un cilindro, es tal y como se describe a continuación.

Al llegar el palet con el cilindro hasta el punto de enclavamiento de la estación3, se activa el montaje. En primer lugar, mediante un cilindro empujador, sin finales de carrera, se saca

una culata del deposito. Mediante un lector óptico, detectamos la presencia de esta culata, momento en el cual, desactivamos el empujador, para que vuelva a reposo.

Una vez la culata fuera, bajamos el brazo con la pinza (en posición de reposo siempre está atrás dicho brazo) hasta que se active el sensor que nos indicará que la pinza está abajo. A continuación se cierra la pinza sobre la culata, de forma que este quede sujeta al brazo, y levantamos el brazo hasta que se active el sensor que nos indicará que esta en la posición deseada.

El siguiente paso es colocar la culata sobre la camisa o palet. Para ello, activamos el cilindro sin vástago encargado del movimiento traslación, hasta que el sensor asociado a este accionador, nos indique que la pinza ha llegado a la altura de la camisa.



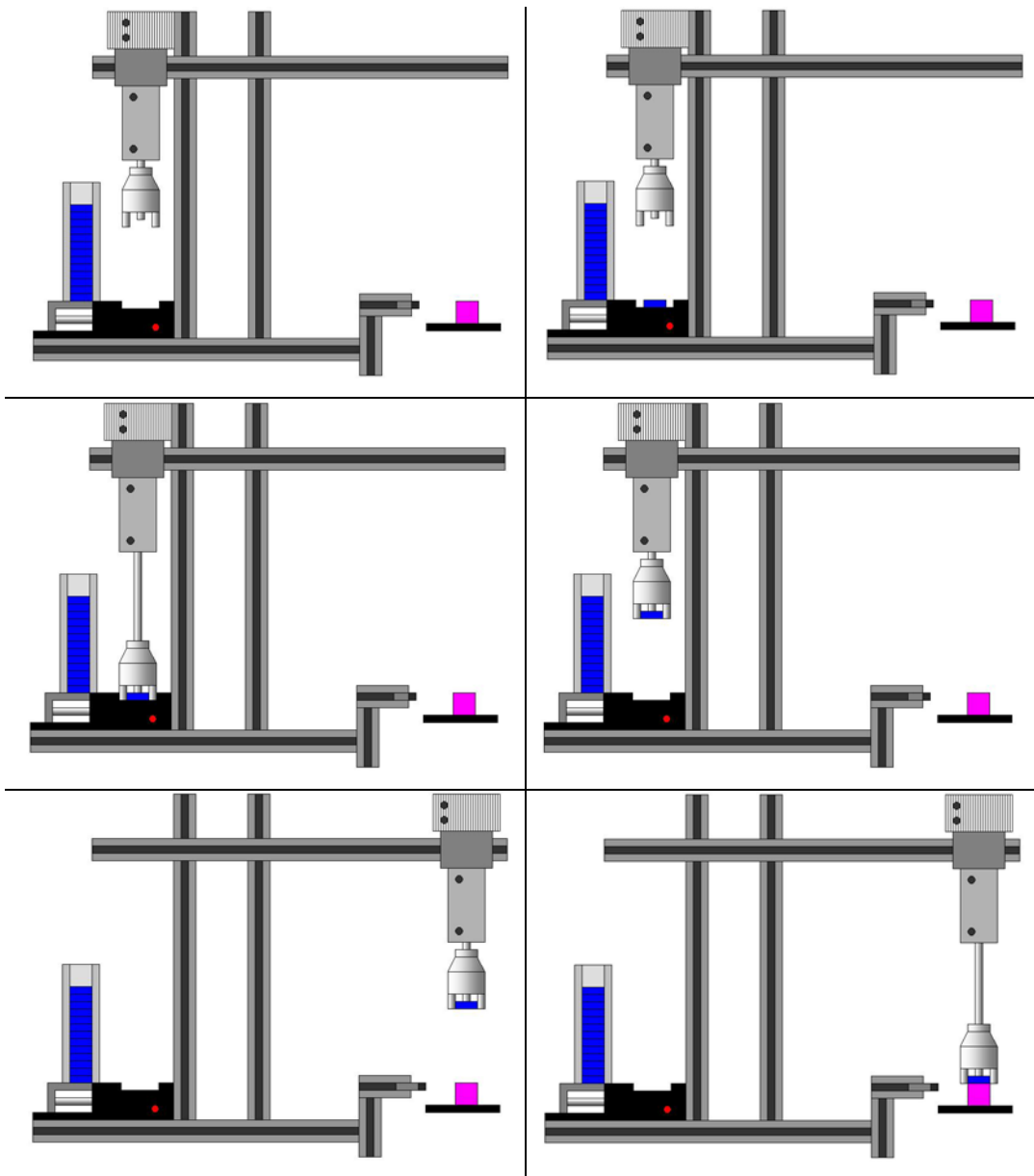
**Figura 64:** Colocación de la culata en un cilindro.

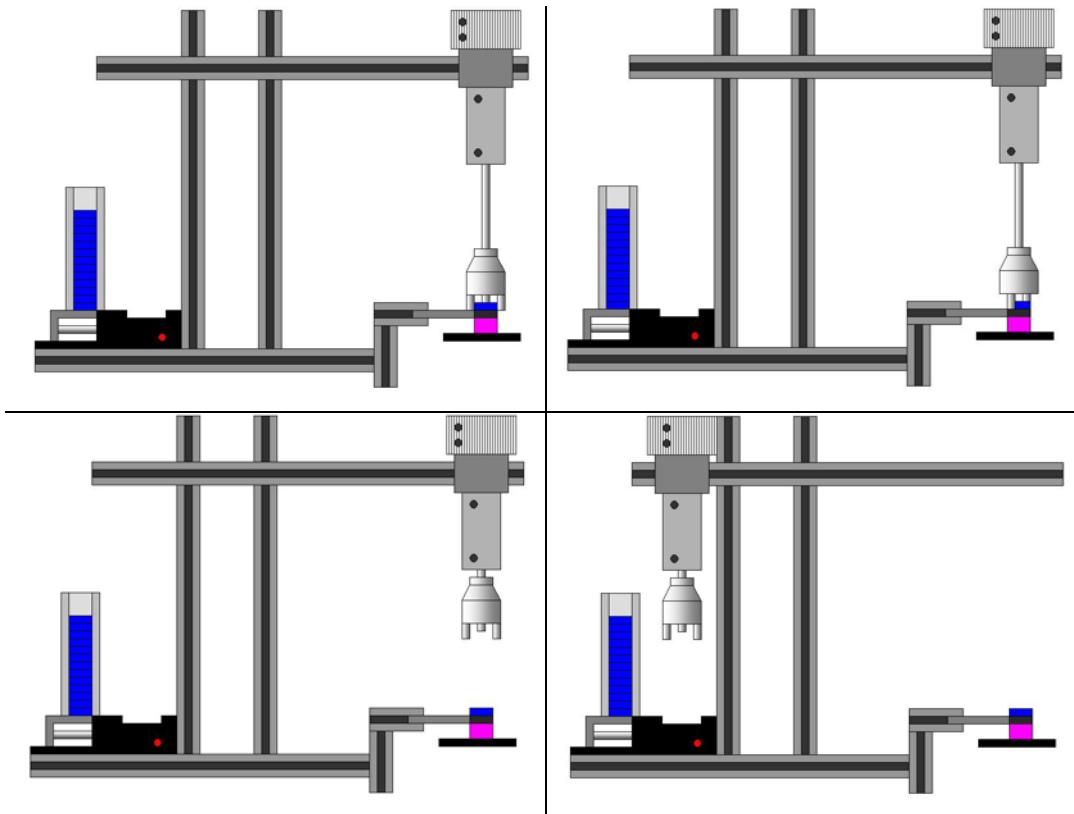
Ahora, hay que bajar la pinza abajo, y a continuación, activar la mordaza neumática que sujetará la camisa para evitar que esta se mueva, y pueda ser roscada la tapa de forma correcta. Si no se baja la culata hasta la posición de la camisa antes de fijarla, cuando se cierra la mordaza sobre la camisa, debido a la gran fuerza de esta, el émbolo y el muelle del cilindro, saldrán disparados, de forma que no podremos montar correctamente el cilindro.

Una vez que la tapa está abajo y la camisa sujeta, mediante el giro de la pinza, roscamos la culata, hasta que el sensor correspondiente, nos indique el cilindro encargado de este movimiento a efectuado todo su recorrido.

Después, soltamos la camisa y la culata, y procedemos a la subida del brazo. Una vez que el brazo llegue arriba, desgiramos la pinza hasta la posición ocupada en reposo, y retrocedemos el brazo hasta su posición de reposo, es decir, sobre las culatas. La realización del montaje de una tapa, finaliza siempre en la misma posición que se comenzó esta.

A continuación se pueden ver unas imágenes esquemáticas de las diferentes posiciones que adopta la máquina al realizar un ciclo de operación.





**Figura 65:** Descripción gráfica de los diferentes movimientos de la estación 3.

Esta descripción sirve para dar una pequeña idea del funcionamiento de la estación. En los siguientes capítulos se explicaran estos movimientos así como los elementos que los producen y los encargados de detectar que se han realizado correctamente.

## **CAPÍTULO 6.      DESCRIPCIÓN DE LA ESTACIÓN 3.**

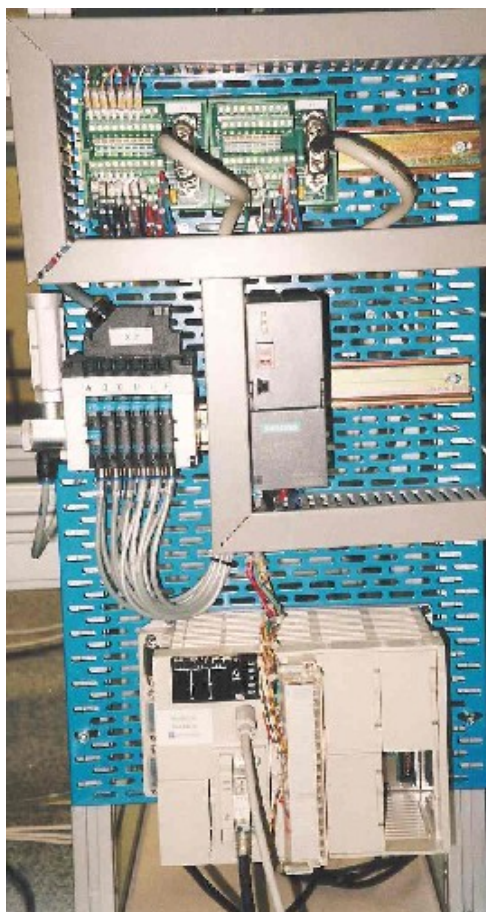
En este capítulo se tratará de hacer una descripción detallada de todos los elementos que componen la estación de montaje de culatas. Es importante asimilar todos los conceptos aquí desarrollados, para conocer el correcto funcionamiento de los componentes de la estación a la hora de programarla. Es conveniente seguir la lectura del capítulo teniendo visible la estación 3, tanto el panel frontal, como los elementos de la propia máquina.

### **6.1. Descripción general de la estación.**

El dispositivo central sobre el que se agrupan los demás, es el autómeta. 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.

El autómeta recibe la información exterior por medio de los sensores. Son una de las piezas más importantes dentro del proceso productivo automatizado, pues es la única vía por la cual el programa puede recibir datos realimentados de la acción desarrollada. Éstos son todos ellos digitales y se componen de 12 entradas cableadas directamente a los módulos de entrada del autómeta.

Los actuadores de la estación son sus salidas. Dispone de 7 salidas cableadas directamente sobre el módulo de salidas. Los accionamientos controlados por las salidas del autómeta son, en su mayoría, neumáticos. Esto implica que cada uno de ellos debe tener una electroválvula encargada de la alimentación neumática del accionador. Para controlar las salidas neumáticas también se dispone de un regulador de presión del aire. Las salidas están formadas por cilindros neumáticos, de simple y doble efecto, que se activan mediante electroválvulas.



**Figura 66:** Imagen del panel frontal de la estación 3.

## **6.2. Descripción hardware.**

### **6.2.1. El autómata.**

Esta estación lleva incorporado un autómata *TSX Micro 3722*. Esta formado por un rack con 3 emplazamientos libres con alimentación integrada (100/240 V en AC), un procesador con memoria RAM de 20 K palabras (programa, datos y constantes), 2 emplazamientos para tarjeta PCMCIA (1 tarjeta de comunicaciones y 1 tarjeta de memoria de 64 K palabras como máximo) y un reloj calendario. Este autómata permite su ampliación en 2 del número de emplazamientos, mediante la incorporación de un minirack *TSX RKZ 02*, del que no haremos uso de momento. Una de sus diferencias principales con el *TSX 3721* es que el *TSX 3722* lleva integrados módulos para realizar las funciones analógicas y de contaje. Más concretamente disponemos de 8 entradas analógicas de 0-10 V, así como una salida analógica también entre 0-10 V. Con respecto a las funciones de contaje, dispone de 1 vía de contaje / descontaje a 10 KHz y otra de solo contaje a 10 KHz también.

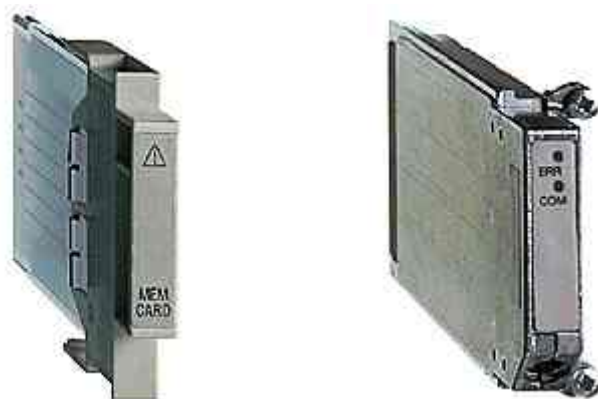
El *TSX Micro 3722* de la estación 3, lleva una tarjeta de ampliación de memoria, la *TSX MRP 032P*. Esta memoria tiene una capacidad de 32 K palabras, y es de tipo RAM, y se decidió su incorporación debido al desbordamiento de la memoria interna del autómatas al desarrollar la aplicación que controla la estación de carga de culatas.



**Figura 67:** Autómatas TSX 3722, colocado en la estación 3.

El autómatas 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 3 ocupa la dirección {1.3}. 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, seleccionando mediante una pequeña ruleta que tienen la tarjeta en un lateral. También ahí hay que seleccionar el número de red. La tarjeta se conecta a una caja estanca de conexión al bus, la *TSX FP ACC 4*, que también se unirá al siguiente autómatas formando una conexión serie, con un inicio de red y un final.





**Figura 68:** A la izquierda, tarjeta de memoria y a la derecha tarjeta de red Fipway.

Como podemos observar en la figura del autómatas, solo tenemos instalado un módulo en el rack. Este módulo se trata de un *TSX DMZ 28DR*, que integra 16 entradas digitales y 12 salidas, también digitales. La conexión se realiza mediante bornas con tornillos, bornero. Este es así, debido a que la estación tenía incorporadas unas bases de precableado de la casa FESTO, fabricante de la célula, con la particularidad de que integran en el mismo conector entradas y salidas, algo que no es soportado por los autómatas de la casa de Telemecanique, que tienen que ser conectadas las entradas todas juntas en un conector (o varios) y las salidas en otro. Así, que las entradas son conectadas mediante tornillo a las bornas de entrada, y las salidas a las de salida.

Este módulo soporta entradas a una tensión de 24 VDC, mientras que las salidas son a relé con una corriente máxima de 3 A.

Debido a la sencillez de esta estación, pocas entradas y salidas, con un único módulo es suficiente para gestionar con el autómatas la máquina.

El resto de los emplazamientos del rack, se quedan libres para posibles ampliaciones de las tareas requeridas.

### **6.2.2. Módulos de precableado de entradas / salidas.**

Los módulos de precableado que la célula traía montados, son los modelos de FESTO K-0997 y K-25966. Como ya se ha comentado anteriormente, 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.

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.



**Figura 69:** Bases de precableado de entradas / salidas.

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 hilo por hilo al borneo de entradas y salidas del autómata. 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:

| <b>Denominación<br/>FESTO</b> |                     | <b>Numeración autómata</b>  |
|-------------------------------|---------------------|-----------------------------|
| <b>MODULO 0</b>               |                     |                             |
| <b>ENTRADAS</b>               | <b>DENOMINACIÓN</b> | <b>ENTRADA<br/>AUTOMATA</b> |
| I 0.0                         | Cinta_atrás         | %I 1.0                      |
| I 0.1                         | Cinta_adelante      | %I 1.1                      |
| I 0.2                         | Gira_izda           | %I 1.2                      |
| I 0.3                         | Gira_drcha          | %I 1.3                      |
| I 0.4                         | Pinza_arriba        | %I 1.4                      |
| I 0.5                         | Pinza_abajo         | %I 1.5                      |
| I 0.6                         | Cargador            | %I 1.6                      |

|                 |                     |                         |
|-----------------|---------------------|-------------------------|
| I 0.7           |                     |                         |
| <b>MODULO 1</b> |                     |                         |
| <b>SALIDAS</b>  | <b>DENOMINACIÓN</b> | <b>SALIDA AUTOMATA</b>  |
| O 0.0           | Cinta_avanza        | %Q 2.0                  |
| O 0.1           | Cinta_retrocede     | %Q 2.1                  |
| O 0.2           | Roscar              | %Q 2.2                  |
| O 0.3           | Pinza_sube_baja     | %Q 2.3                  |
| O 0.4           | Culata              | %Q 2.4                  |
| O 0.5           | Fijar               | %Q 2.5                  |
| O 0.6           | Pinza               | %Q 2.6                  |
| <b>ENTRADAS</b> | <b>DENOMINACIÓN</b> | <b>ENTRADA AUTOMATA</b> |
| 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 14:** Denominación de las entradas y salidas.

### 6.2.3. Captadores.

Existen diferentes tipos de sensores dentro de la estación 3. En la estación actual, tenemos interruptores de proximidad inductivos, y un sensor óptico. También existen entradas que se activan de forma manual, pulsadores e interruptores, que también puede considerarse como captadores. Veamos con un poco más de detalle cada uno de estos sensores.

#### 6.2.3.1. 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 está asegurado frente a permutaciones de polo.

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.



**Figura 70:** Imagen de los interruptores de proximidad colocados en el cilindro del brazo.

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.

#### **6.2.3.2. Detector óptico.**

Para detectar la salida de una culata, disponemos de un sensor óptico. Este detector posee de un emisor y un receptor de luz. Cuando la luz emitida es reflejada, indicará que detectamos la presencia de un objeto, en este caso una culata.



**Figura 71:** Detector óptico de la estación 3.

Cuando no detectamos culata, el sensor tiene la lectura de un circuito abierto, mientras que al detectar una pieza, su lectura cambia a la de circuito cerrado.

### 6.2.3.3. Interruptores.

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

**Figura 72:** Botonera de la estación 3.

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 autómeta 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.

|                          | <b>Modo automatico integrado</b> | <b>Modo automatico independiente</b> | <b>Modo manual</b> | <b>Modo test</b> |
|--------------------------|----------------------------------|--------------------------------------|--------------------|------------------|
| <b>Manual automatico</b> | 1                                | 1                                    | 0                  | 0                |
| <b>Ind int</b>           | 0                                | 1                                    | 1                  | 0                |

**Cuadro 15:** 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.

La seta de emergencia (botón grande de color rojo), esta cableada de tal forma, que corta corriente a todos los actuadores de la máquina, de forma que al pulsarla se desactivan las electroválvulas, y los cilindros vuelven a su estado de reposo (si son de simple efecto). Esto

no ocurre por programa, sino que es por hardware, con lo que no es posible modificarlo. Esto implica, que si tenemos una culata cogida en la pinza, al pulsar la seta, esta culata se caerá, puesto que la pinza se abrirá tan pronto como se pulse.

#### **6.2.3.4. 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 autómatas 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.

#### **6.2.4. Actuadores.**

En esta estación todos los actuadores son cilindros 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.

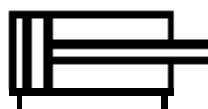
Un cilindro neumático es un dispositivo mecánico que permite, a partir de una presión de aire, obtener un movimiento lineal alternativo limitado, en el cual la potencia es proporcional a la presión de aire.

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 forman 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.

#### 6.2.4.1. Cinta\_avanza/Cinta\_retrocede.

Son las salidas del autómatas  $%Q\ 2.0$  y  $%Q2.1$ . Sirven para realizar el movimiento de traslación desde la zona de sacar culatas hacia el palet trasbordador. Es ejecutado por un cilindro sin vástago, con tope mecánico y amortiguación hidráulica en el extremo. Este cilindro es controlado por una electroválvula biestable, las cuales están dotadas de dos bobinas, una para cada uno de los movimientos. El cilindro corresponde al accionador A, y está controlado por una válvula biestable 5/2 vías.



**Figura 73:** Cilindro A, encargado de realizar el movimiento de traslación.

Solamente debe activarse una de las dos salidas cada vez que se quiera realizar un movimiento. 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, que le hará moverse hasta su posición anterior (biestable, dos estados estables).

#### **6.2.4.2. Roscar.**

Corresponde a la salida del autómata %Q 2.2, y representa el accionador o cilindro B. Se encarga de realizar el movimiento de roscado de la culata sobre la camisa. Para ello, se utiliza un actuador giratorio, que es un cilindro de simple efecto controlado por una válvula monoestable 5/2 vías.



Su principal característica, es que al activarse la bobina, el cilindro inicia su giro, y al llegar al final, se para (tope mecánico). Pero si dejamos de activar esta salida, el cilindro vuelve a su posición de reposo.

#### **6.2.4.3. Pinza\_sube\_baja.**

Corresponde a la salida del autómata %Q 2.3, y representa al accionador del cilindro C. Se encargad de realizar el movimiento de subir y bajar para recoger la culata y trasladarla. Para esto se utiliza un cilindro de simple efecto controlado por una válvula monoestable 5/2 vías.

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.





**Figura 74:** Cilindro C, para subir y bajar.

#### 6.2.4.4. Culata.

Corresponde a la salida del autómata %Q 2.4 y representa al actuador D. Su función es la de realizar un movimiento de empuje de culatas para desapilarlas y sacar una de ellas, retrocediendo después. Es un cilindro de simple efecto controlado por una válvula monoestable 5/2 vías, así que su principal característica es que solamente tiene un estado estable (mientras esta activa la salida).



**Figura 75:** Accionador D, cargador.

#### 6.2.4.5. Fijar.

Corresponde a la salida del autómata %Q 2.5 y representa al actuador E. Como puede verse en la imagen, es una mordaza que se cierra sobre la camisa para sujetarla durante el proceso de roscado. Es un cilindro de simple efecto controlado por una válvula monoestable 5/2 vías, así que su principal característica es que solamente tiene un estado estable



(mientras esta activa la salida).

#### **6.2.4.6. Pinza.**

Corresponde a la salida del autómata %Q 2.6 y representa al actuador F. Su función es la de coger la culata y trasladarla hacia el palet, para después mantenerla sujeta durante el proceso de roscado. Es un cilindro de simple efecto controlado por una válvula monoestable 5/2 vías, así que su principal característica es que solamente tiene un estado estable (mientras esta activa la salida).



### **6.3. Identificación de los sensores y actuadores.**

Para una clara identificación de los elementos descritos en el apartado anterior, a continuación se va a 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 76:** Detalle de los identificadores de las estaciones.

En el caso de las entradas, estas vienen directamente de la máquina, pero las salidas van a las electroválvulas, 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 -.

| <b>ENTRADAS EN EL AUTÓMATA</b> | <b>DENOMINACIÓN</b> | <b>IDENTIFICACIÓN EN LA MÁQUINA</b> |
|--------------------------------|---------------------|-------------------------------------|
| %I 1.0                         | Cinta_atrás         | I 0.0                               |
| %I 1.1                         | Cinta_adelante      | I 0.1                               |
| %I 1.2                         | Gira_izda           | I 0.2                               |
| %I 1.3                         | Gira_drcha          | I 0.3                               |
| %I 1.4                         | Pinza_arriba        | I 0.4                               |
| %I 1.5                         | Pinza_abajo         | I 0.5                               |
| %I 1.6                         | Cargador            | I 0.6                               |
| %I 1.8                         | Emergencia          | I 1.0                               |
| %I 1.9                         | Marcha              | I 1.1                               |
| %I 1.10                        | Ind_Int             | I 1.2                               |
| %I 1.11                        | Borrar              | I 1.3                               |
| %I 1.12                        | Manual_automatico   | I 1.4                               |
| <b>SALIDAS AUTÓMATA</b>        | <b>DENOMINACIÓN</b> | <b>IDENTIFICACIÓN EN LA MÁQUINA</b> |
| %Q 2.0                         | Cinta_avanza        | A +                                 |
| %Q 2.1                         | Cinta_retrocede     | A -                                 |
| %Q 2.2                         | Roscar              | B +/-                               |
| %Q 2.3                         | Pinza_sube_baja     | C +/-                               |
| %Q 2.4                         | Culata              | D +/-                               |
| %Q 2.5                         | Fijar               | E +/-                               |
| %Q 2.6                         | Pinza               | F +/-                               |

**Cuadro 16:** Identificación que podemos leer en los elementos de la estación.

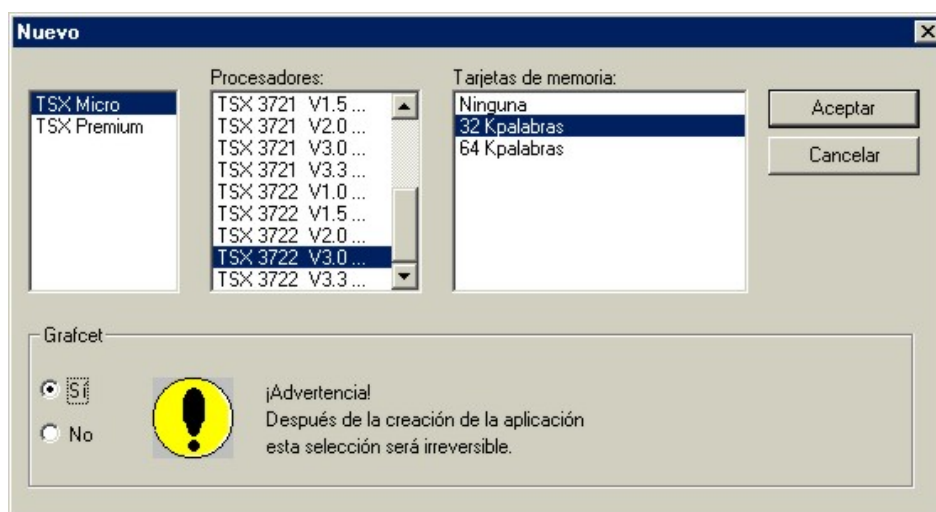
## CAPÍTULO 7. PROGRAMACIÓN DE LA ESTACIÓN

### 3.

Una vez que tenemos identificados todos los elementos que comprenden el proceso a automatizar, y conocemos su funcionamiento, el siguiente paso es realizar el programa. Pero antes de comenzar a realizar el programa, hay que configurar correctamente el autómatas y sus módulos, siendo esto muy importante, puesto que si la configuración introducida, es diferente de la disposición de real de los elementos del autómatas, nos surgirán errores y problemas a la hora de ejecutar el programa.

#### 7.1. Configuración hardware de la estación.

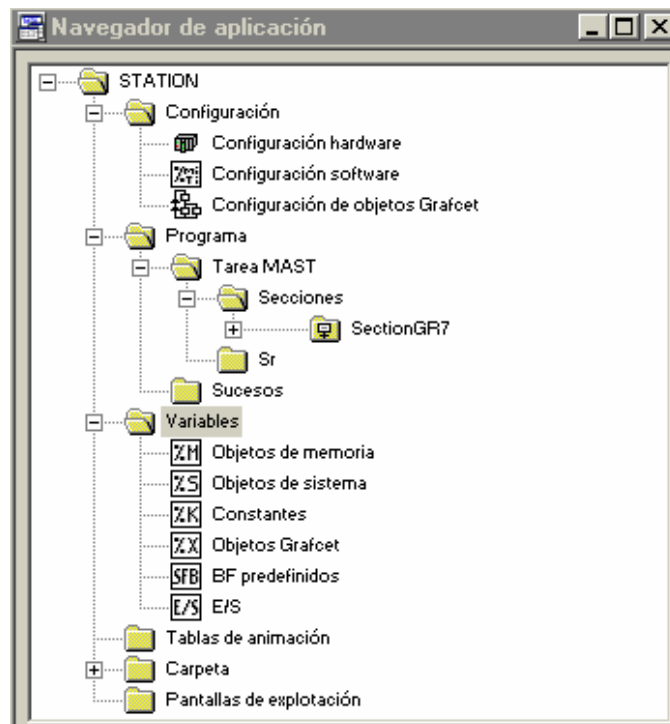
Dentro del grupo de programas de Modicon-Telemecanique, ejecutamos el programa PL7 Pro V3.4. que es la versión con la vamos a programar los autómatas de toda la célula. A continuación, creamos una nueva aplicación. Vamos al menú archivo, pulsamos sobre nuevo. Nos aparecerá la siguiente pantalla:



**Figura 77:** Pantalla de selección del autómatas y la versión.

Elegimos el autómatas que tenemos en la estación 3, que es el *TSX 3722*, y dentro de todos los que hay, elegimos la versión anterior a la más alta, en este caso la *V3.0*. Es muy importante seleccionar en esta pantalla que vamos a utilizar Grafcet, ya que de no hacerlo, tendríamos que crear un nuevo archivo y repetir la configuración. En esta pantalla también se puede seleccionar la tarjeta de memoria, si se tiene. Esto no es necesario, puesto que se puede incorporar a la configuración en cualquier momento desde otra pantalla, pero si sabemos ya que el autómatas dispone de ella, la podemos incorporar.

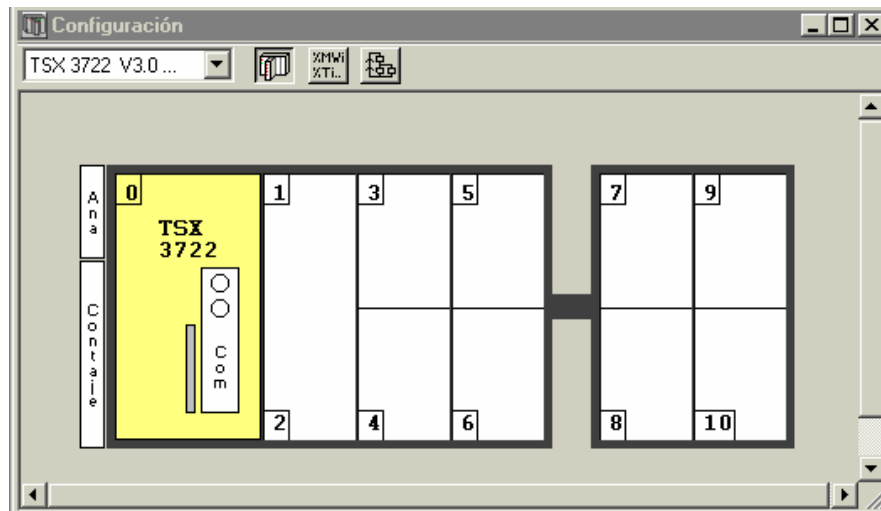
Después de unos segundos, se generará la aplicación y nos aparecerá en pantalla el Navegador de aplicaciones. A través de este elemento, y mediante sencillas pulsaciones del ratón sobre los iconos y carpetas de que dispone, podremos acceder a todos los elementos que componen nuestra aplicación. De no aparecer este navegador, lo podemos activar en el menú herramientas, navegador de aplicaciones.



**Figura 78:** Navegador de aplicaciones.

Podemos acceder a la configuración hardware del autómatas mediante doble click en el icono que aparece en el navegador de aplicaciones. El aspecto que presenta en estos momentos la configuración puede verse en la figura siguiente. De momento tenemos configurado el procesador, la versión, y la tarjeta de memoria en caso de haberla seleccionado anteriormente.

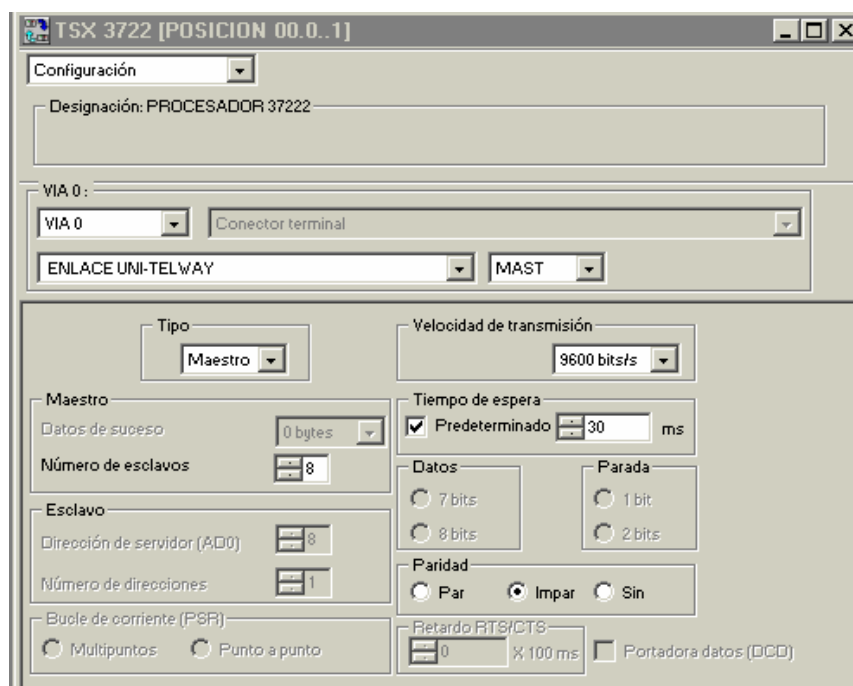
Podemos observar que el autómata *TSX 3722* tiene en el lado izquierdo dos módulos que no tenía integrados el *TSX 3721*, las funciones analógicas y de contaje. Como no vamos a utilizar ninguna de estas funciones, no es necesario configurar estos elementos.



**Figura 79:** Configuración de los módulos del autómata.

El siguiente paso es configurar la tarjeta de comunicaciones Fipway. Para ello, hacemos doble click sobre el módulo de comunicaciones del procesador (com). El autómata, dispone de dos vías de comunicación la vía 0 y la vía1.

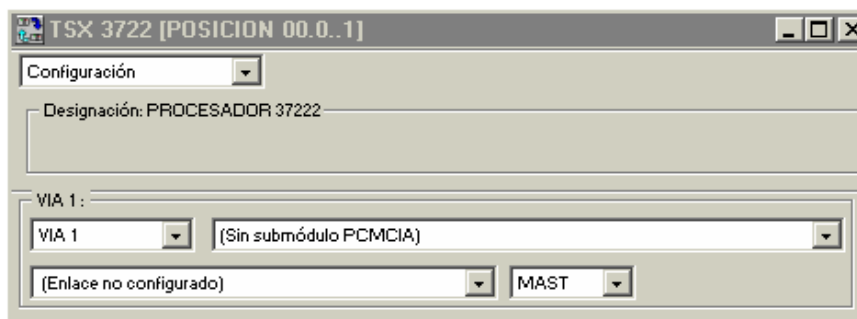
En la vía 0 se configura la comunicación mediante enlace Uni-Telway, o de enlace modo caracteres. Pero este último modo de comunicación no lo vamos a utilizar, así que no es necesario configurarlo.



**Figura 80:** Configuración de la via 0 del autómata.

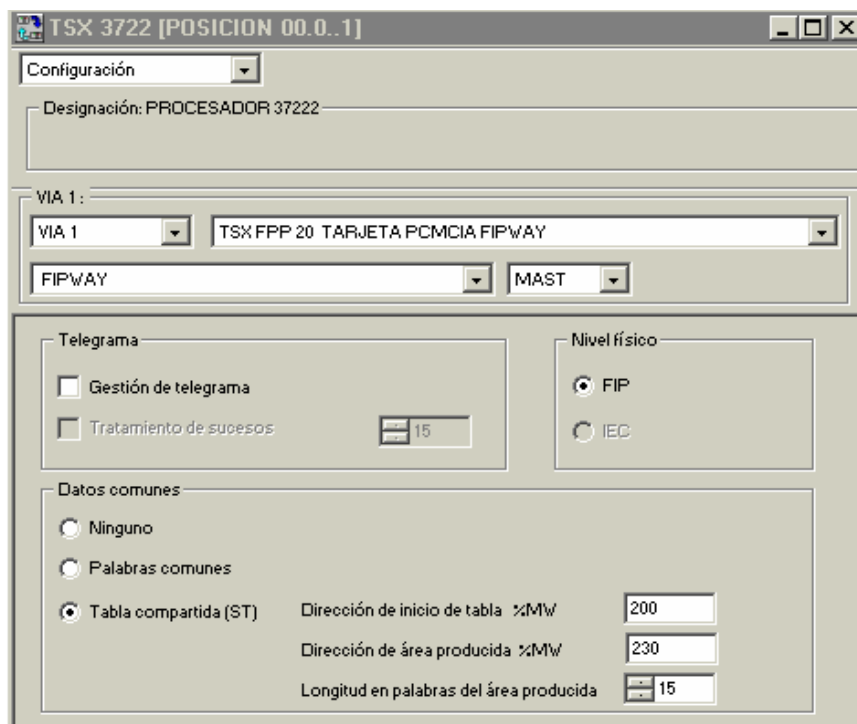
En la vía 0 se configura como enlace Uni-Telway, como ya hemos dicho. En esta pantalla se define la velocidad de transmisión, así como la paridad y si el autómatas actuara como esclavo o como maestro. En nuestro caso podemos utilizar esta vía para comunicar con Magelis y con los PC's (fue el primer modo de conexión utilizado para trabajar sobre la célula). Seleccionaremos una velocidad de 9600 bits/seg., paridad impar y seleccionaremos el autómatas como maestro con un número máximo de esclavos de 8. Salvo casos muy extraños, nunca utilizaremos esta vía de comunicación, pues es sumamente lenta.

Si seleccionamos la vía1, que utilizaremos para la comunicación por red Fipway, nos aparecerá la siguiente pantalla:



**Figura 81:** Aspecto de la vía 1 antes de ser configurada.

Añadimos la tarjeta que tiene instalada el autómatas, una PCMCIA tipo Fipway *TSX FPP 20*. Nos aparecerá la siguiente pantalla en la que podemos configurar la comunicación por Fipway. Podemos desactivar los telegramas, puesto que no los vamos a utilizar.



**Figura 82:** Configuración de la PCMCIA.

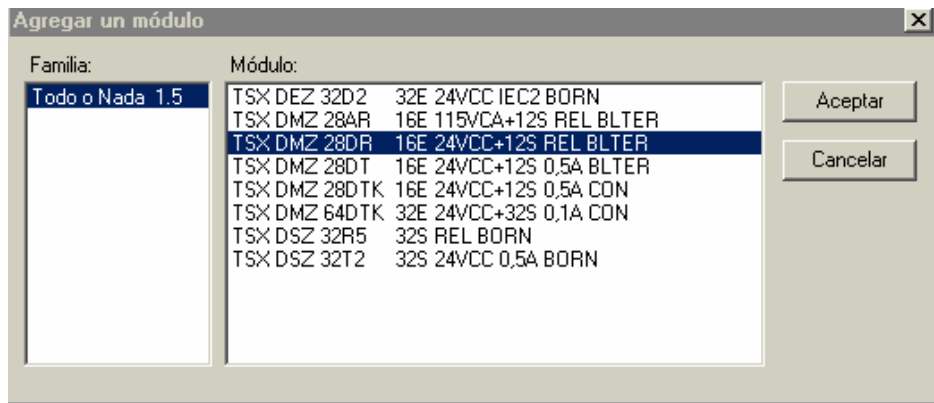
Un recurso que si que vamos a utilizar para el intercambio de datos entre las estaciones es de la tabla compartida. Esta es una sencilla y útil función que incorporan los autómatas de Telemecanique. Esta tabla tiene una longitud máxima de 128 palabras, que se comparten entre las estaciones. Cada autómata 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.

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 3 es la tercera en la red, le corresponde comenzar a partir de la dirección en la que la estación 2 ha escrito su última palabra. . La estación 1 escribe 15 palabras, desde la %MW200 hasta la %MW214, y la estación 2 escribe otras 15 palabras, desde la %MW215 hasta la %MW229, así que la estación 3 comenzará a escribir en la %MW230. 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.

A continuación vamos a incorporar el módulo de entradas y salidas que esta instalada en la estación 3. Como ya hemos dicho antes, se trata de un *TSX DMZ 28 DR*. Para ello,



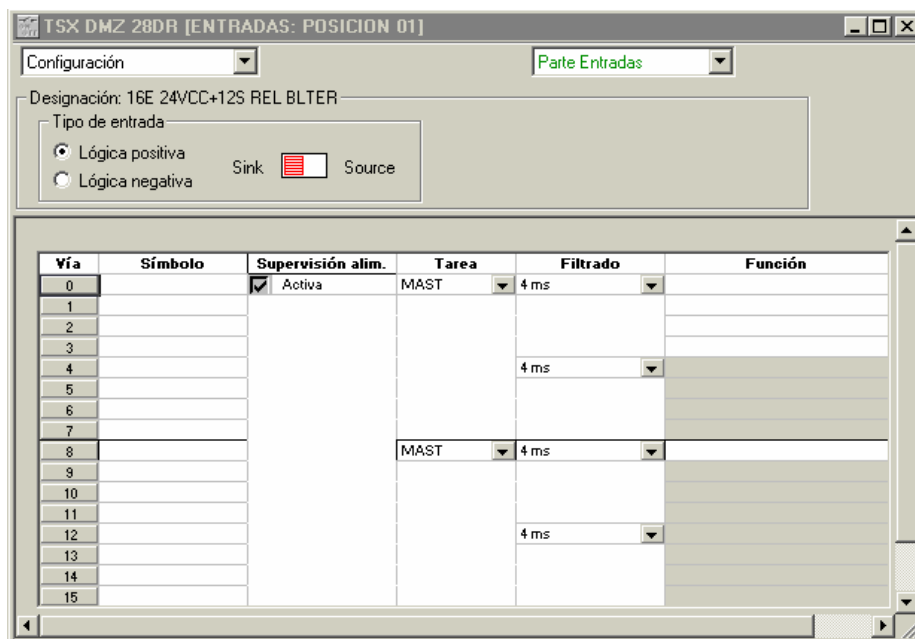
pulsamos con doble click sobre el emplazamiento 1, y de la lista de módulos incorporamos el que hemos mencionado anteriormente.



**Figura 83:** Incorporación de los módulos de entradas / salidas.

Como podemos observar, se trata de un módulo de 16 entradas a 24 VDC y 12 salidas a relé, con conexión a bornero. En el módulo de entradas y salidas también podemos configurar otros parámetros. Si hacemos un doble click sobre las entradas digitales podemos observar un menú en el que podemos elegir el filtrado y el lugar donde se van a leer estas entradas (tarea maestra o tarea rápida). También se puede activar la alimentación de las entradas, así como el tipo de lógica que queremos utilizar, bien positiva, o bien negativa. A no ser que nos queramos volver locos, elegiremos lógica positiva.

El filtrado sirve para eliminar ruidos que puedan afectar a la señal. Un filtrado alto, impediría leer entradas de alta frecuencia, pero en nuestro caso al tratarse de entradas estáticas, puesto que no varían con mucha rapidez, el filtrado no es importante.



**Figura 84:** Configuración de las entradas.

Desde esta pantalla también podemos acceder a la parte de salidas, donde tendremos:

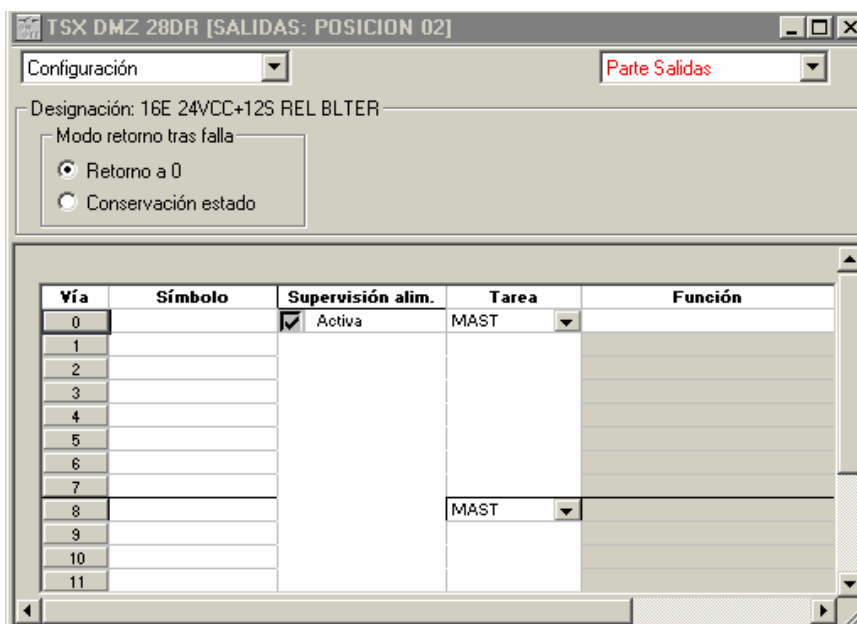


Figura 85: Configuración de las salidas del autómata.

En el módulo de salida, no tiene sentido filtrar, pero se puede elegir el estado de la salida a retorno de falla. Este puede ser mantenerla igual que antes, o dejarla desactivada. Es conveniente que las salidas retornen a cero después de falla, para evitar activaciones que pueden resultar peligrosas para los operarios.

Puesto que no tenemos ningún otro módulo que instalar, el aspecto que presentará ahora nuestro autómata es el siguiente:

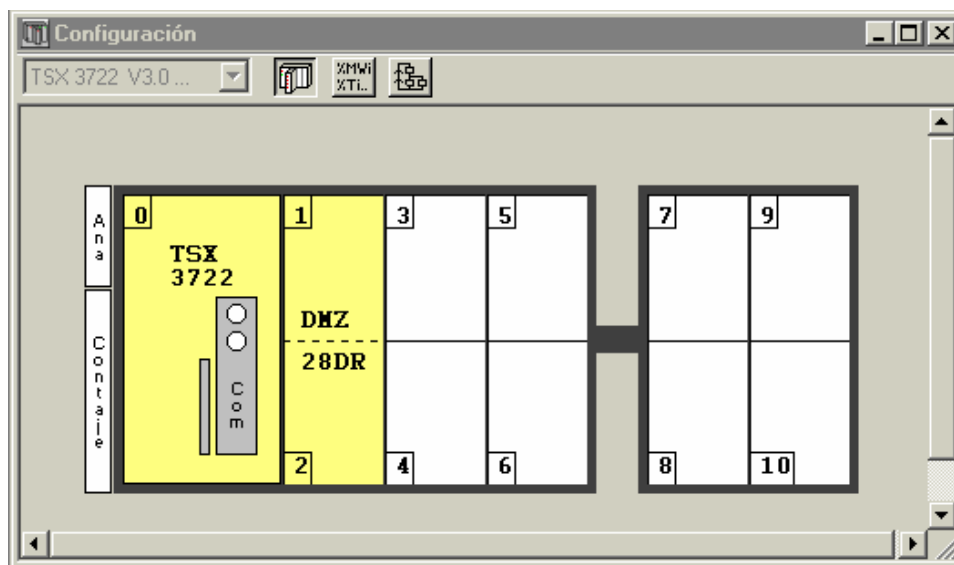
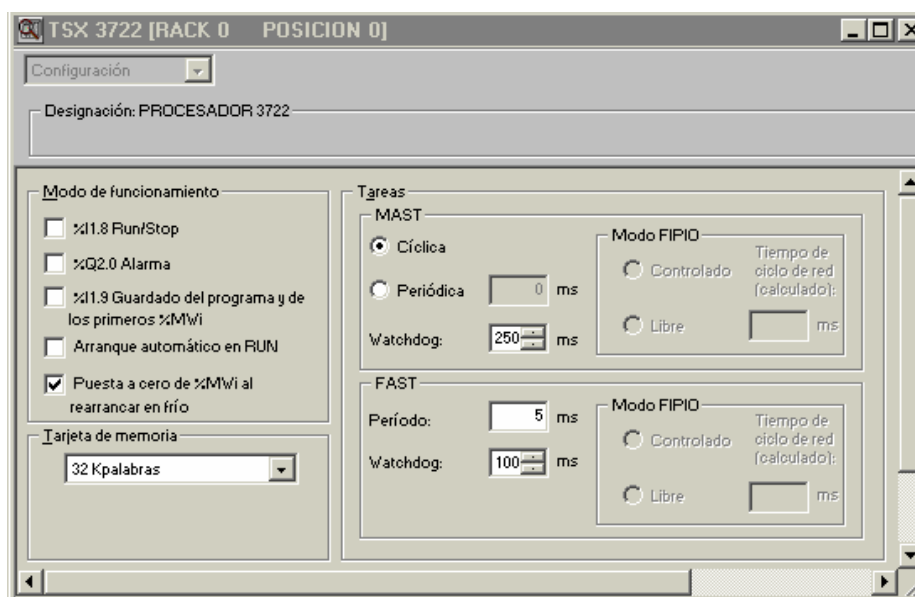



Figura 86: Configuración hardware del autómata de la estación 3.

Si no hemos seleccionado la tarjeta de memoria al abrir la aplicación, este es el momento de hacerlo. Pulsamos sobre la ranura pequeña que aparece al lado de la tarjeta de comunicaciones del procesador, y accedemos a la pantalla de configuración siguiente:



**Figura 87:** Configuración del procesador

En esta pantalla también se puede configurar el tipo de tarea maestra cíclica (recomendable para la mayoría de los automatismos) o periódica definiendo el periodo de la misma. También se define la duración de la tarea rápida y el tiempo en el que se activa en watchdog de ambas tareas. Los reflejados en la imagen son los valores utilizados para esta estación, así como la tarjeta de memoria que tenemos.

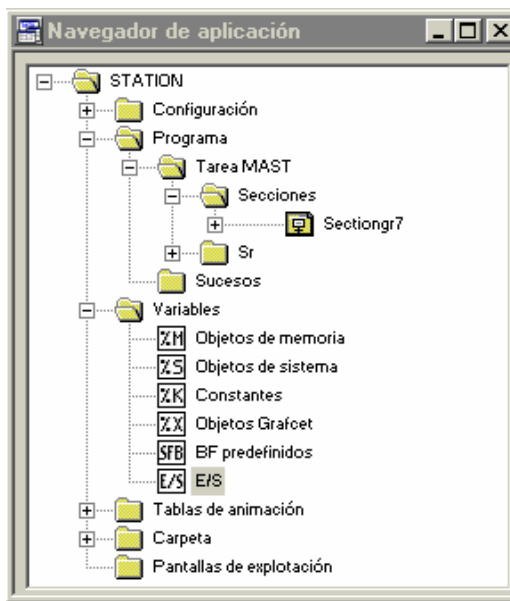
Una vez configurado esto, ya tenemos la configuración hardware completa, así pues, pulsamos la tecla de verificación,  que hay que pulsarla para salir de todas las pantallas de configuración, y aceptamos la reconfiguración global.

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.

## **7.2. 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 entradas 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.



**Figura 88:** Navegador de aplicaciones.

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 0, 1 y 2. 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. Como en el módulo 0 no vamos a definir ningún símbolo, seleccionamos los módulos 1 y 2, para definir las entradas y salidas respectivamente. Puede parecer extraño, puesto que solamente tenemos instalado un módulo, pero éste esta tiene dos posiciones, la uno y la dos. Para la estación 3, el aspecto que presentará después de introducir los símbolos será el siguiente:

| Variable           | Tipo  | Símbolo        | Comentario |
|--------------------|-------|----------------|------------|
| %CH1.MOD           | CH    |                |            |
| <b>%I1.MOD.ERR</b> | EBOOL | Moduloentradas |            |
| %Mw1.MOD           | WORD  |                |            |
| %Mw1.MOD.1         | WORD  |                |            |
| %Mw1.MOD.2         | WORD  |                |            |
| %Mw1.MOD.3         | WORD  |                |            |
| %Kw1.MOD           | WORD  |                |            |
| %Kw1.MOD.1         | WORD  |                |            |
| %Kw1.MOD.2         | WORD  |                |            |
| %Kw1.MOD.3         | WORD  |                |            |
| <b>%I1.0</b>       | EBOOL | Cinta_atras    |            |
| %I1.0.ERR          | BOOL  |                |            |
| <b>%I1.1</b>       | EBOOL | Cinta_adelante |            |
| %I1.1.ERR          | BOOL  |                |            |
| <b>%I1.2</b>       | EBOOL | Gira_izda      |            |
| %I1.2.ERR          | BOOL  |                |            |
| <b>%I1.3</b>       | EBOOL | Gira_drocha    |            |
| %I1.3.ERR          | BOOL  |                |            |
| <b>%I1.4</b>       | EBOOL | Pinza_arriba   |            |
| %I1.4.ERR          | BOOL  |                |            |
| <b>%I1.5</b>       | EBOOL | Pinza_abajo    |            |
| %I1.5.ERR          | BOOL  |                |            |
| <b>%I1.6</b>       | EBOOL | Cargador       |            |
| %I1.6.ERR          | BOOL  |                |            |
| %I1.7              | EBOOL |                |            |
| %I1.7.ERR          | BOOL  |                |            |
| <b>%I1.8</b>       | EBOOL | Emergencia     |            |
| %I1.8.ERR          | BOOL  |                |            |
| <b>%I1.9</b>       | EBOOL | Marcha         |            |

| Variable           | Tipo  | Símbolo         | Comentario |
|--------------------|-------|-----------------|------------|
| %CH2.MOD           | CH    |                 |            |
| <b>%I2.MOD.ERR</b> | EBOOL | Modulosalidas   |            |
| %Mw2.MOD           | WORD  |                 |            |
| %Mw2.MOD.1         | WORD  |                 |            |
| %Mw2.MOD.2         | WORD  |                 |            |
| %Mw2.MOD.3         | WORD  |                 |            |
| %Kw2.MOD           | WORD  |                 |            |
| <b>%Q2.0</b>       | EBOOL | Cinta_avanza    |            |
| %I2.0.ERR          | BOOL  |                 |            |
| <b>%Q2.1</b>       | EBOOL | Cinta_retrocede |            |
| %I2.1.ERR          | BOOL  |                 |            |
| <b>%Q2.2</b>       | EBOOL | Poscar          |            |
| %I2.2.ERR          | BOOL  |                 |            |
| <b>%Q2.3</b>       | EBOOL | Pinza_sube_baja |            |
| %I2.3.ERR          | BOOL  |                 |            |
| <b>%Q2.4</b>       | EBOOL | Culata          |            |
| %I2.4.ERR          | BOOL  |                 |            |
| <b>%Q2.5</b>       | EBOOL | Fijar           |            |
| %I2.5.ERR          | BOOL  |                 |            |
| <b>%Q2.6</b>       | EBOOL | Pinza           |            |
| %I2.6.ERR          | BOOL  |                 |            |
| %Q2.7              | EBOOL |                 |            |
| %I2.7.ERR          | BOOL  |                 |            |
| %Q2.8              | EBOOL |                 |            |
| %I2.8.ERR          | BOOL  |                 |            |
| %Q2.9              | EBOOL |                 |            |
| %I2.9.ERR          | BOOL  |                 |            |
| %Q2.10             | EBOOL |                 |            |
| %I2.10.ERR         | BOOL  |                 |            |

**Figura 89:** Símbolos de las entradas y salidas.

Para que la programación no resulte tediosa, es conveniente dar también símbolos a los bits y palabras que vamos a utilizar. Para ello, desde el navegador de aplicaciones, seleccionamos los elementos a los que vamos a dar símbolos, objetos de memoria (words, bits, bytes, dobles words, real), objetos Grafset (etapas), objetos de sistema, constantes y elementos predefinidos (contadores, temporizadores, etc).

En la siguiente imagen podemos ver algunos de los bits que se han utilizado para realizar el programa instalado en la estación de montaje de culatas.

| Variable | Tipo  | Símbolo                      | Comentario |
|----------|-------|------------------------------|------------|
| %M0      | EBOOL | Bitemergencia                |            |
| %M1      | EBOOL | Fallo_interno                |            |
| %M2      | EBOOL | Maxtiempo_cinta              |            |
| %M3      | EBOOL | Maxtiempo_subir_bajar        |            |
| %M4      | EBOOL | Maxtiempo_girar              |            |
| %M5      | EBOOL | Maxtiempo_cargar             |            |
| %M6      | EBOOL |                              |            |
| %M7      | EBOOL | Bitmemoemergencia            |            |
| %M8      | EBOOL | Emergencia_local             |            |
| %M9      | EBOOL | Emergencia_global            |            |
| %M10     | EBOOL | Bitmaxtiempo                 |            |
| %M11     | EBOOL | Memoemergencia_seta          |            |
| %M12     | EBOOL |                              |            |
| %M13     | EBOOL | Falta_culata                 |            |
| %M14     | EBOOL | Culatas_repuestas            |            |
| %M15     | EBOOL | Fallo_en_pedido              |            |
| %M16     | EBOOL |                              |            |
| %M17     | EBOOL |                              |            |
| %M18     | EBOOL | Permiso_test                 |            |
| %M19     | EBOOL | Permiso_manual               |            |
| %M20     | EBOOL | Permiso_automatico_local     |            |
| %M21     | EBOOL | Permiso_automatico_integrado |            |
| %M22     | EBOOL | Maquina_disponible           |            |
| %M23     | EBOOL | Maquina_en_defecto           |            |
| %M24     | EBOOL |                              |            |
| %M25     | EBOOL | Producir                     |            |
| %M26     | EBOOL |                              |            |

Figura 90: Símbolos de la estación 3.

### **7.3. 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 en la máquina. En este apartado no se pretende dar el programa que debe introducirse en la estación 3, dedicada al montaje de culatas, sino que se darán unas recomendaciones y una serie de claves para seguir mientras se este desarrollando el programa de practicas, así como el enunciado del mismo.

#### **7.3.1. 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 3.

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.

### 7.3.1.1. Enunciado.

Para realizar la realización de la practica, se cargará el archivo “*estación3practicass*” que contiene la configuración del autómat, así como pantallas de animación para facilitar la realización de la practica. También incluye este programa una subrutina, *SR0* que tiene la programación de las cajas de diálogo utilizadas en las pantallas de explotación. Esta subrutina no debe modificarse, ya que no se podrían visualizar mensajes.

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.

#### 7.3.1.1.1. Ejercicio 1.

Programar el control manual de la estación de montaje de culatas o tapas de cilindro.

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, 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.

No hay que olvidarse de lanzar la subrutina 0 desde el módulo preliminar.

```
END_IF;
!
(*PARA PANTALLAS DE EXPLOTACION*)
SR0;
```

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.**

### **7.3.1.1.2. Ejercicio 2.**

Programar el control automático de la estación 3. Se utilizará una pantalla para lanzar pedidos de los diferentes tipos de piezas que le llegan a la estación por medio de palets, si tienen tapa, recibirán un tratamiento, y si no tienen tapa, habrá de ponérsela.

El proceso que debe seguir la estación es el siguiente. Cuando un palet se coloca frente a la estación 3, nosotros, informamos mediante la pantalla de explotación de modo automático de funcionamiento, del tipo de pieza que llega.

Si la pieza ya tiene la tapa puesta, se lo comunicaremos a la estación y esta permanecerá un tiempo en espera, hasta que regrese a su etapa inicial, a la espera de un nuevo palet.

Si la pieza es una camisa, y debemos de colocarle la tapa, después de informa a la estación mediante la pantalla de explotación, la máquina comenzará los movimientos para realizar la acción.

En primer lugar, sacará una culata. Si no hay culatas, después de la acción de sacar culata, se vuelve a la posición de reposo a la espera de que se produzca una confirmación de la orden. Cuando la culata ya este fuera, bajamos el brazo hasta que el sensor que informa que el brazo este abajo se active, y después cerramos la pinza sobre la culata. Después de un tiempo suficiente para que se cierre la pinza, subimos el brazo.

A continuación, avanzamos el brazo hasta colocarlo sobre el patet. Antes de cerrar la mordaza sobre la camisa, bajamos el brazo, ya que sino, el golpe de la mordaza es muy fuerte y puede hacer que salte el muelle e incluso el embolo, desmontando el cilindro.

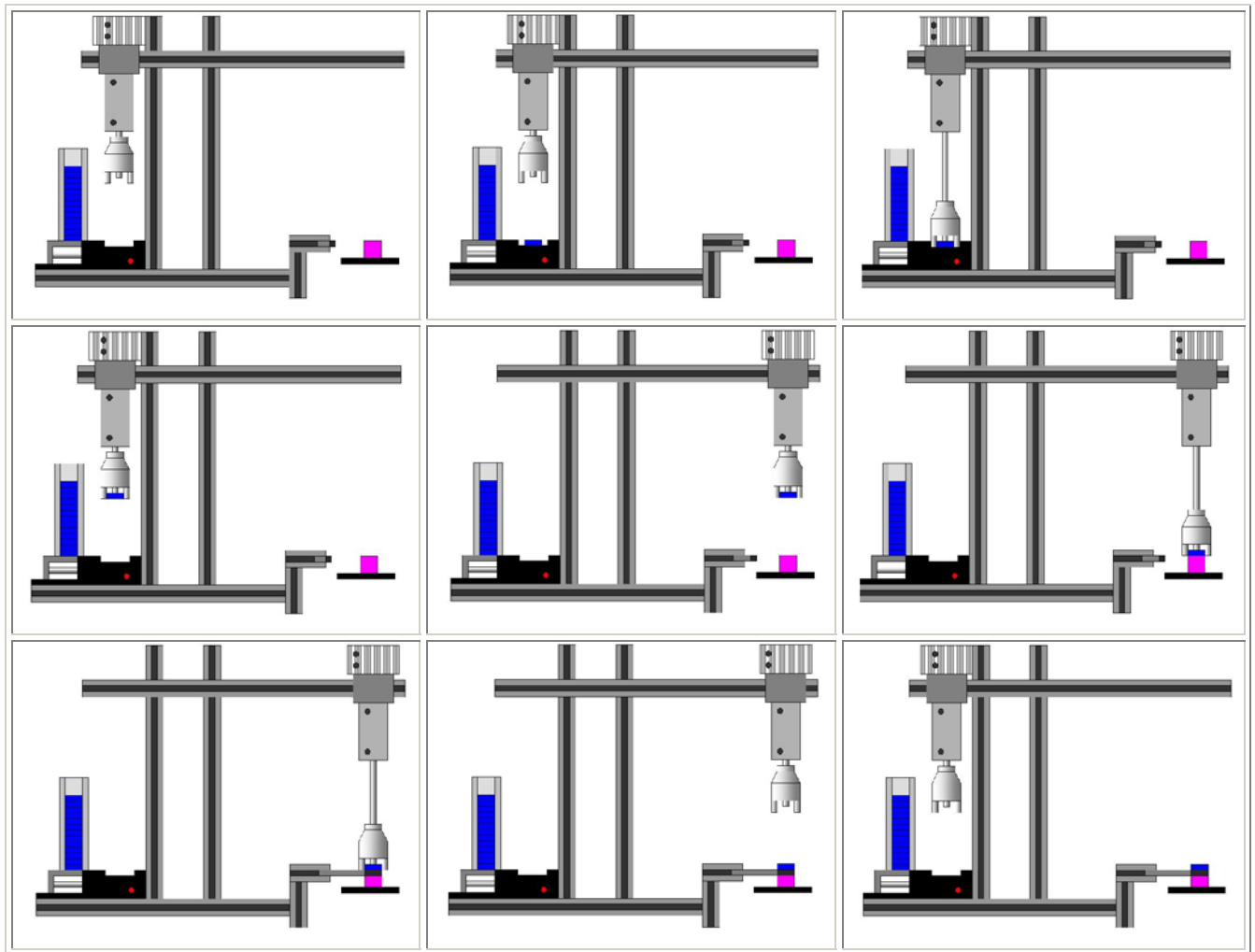
Una vez el brazo abajo y la mordaza cerrada, se gira la pinza, roscando la culata sobre la camisa. Con la culata roscada, el cilindro ya esta montado, así que soltamos la pinza que sujeta la tapa, y la mordaza que sujeta la camisa.

Ahora iniciamos los movimientos que pondrán la máquina en la posición de reposo. Para ello, subimos el brazo, y después desgiramos la pinza.

Por último, retrocedemos el brazo hasta su posición de reposo.

Si todavía tienes dudas, consulta el capítulo dos. A continuación se muestra un cuadro explicativo.





Cuadro 17: Descripción del proceso de montaje de culatas.

### 7.3.1.2. Descripción de entradas y salidas.

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

#### 7.3.1.2.1. Salidas.

| VARIABLES | SIMBOLO         | COMENTARIO  |
|-----------|-----------------|---|
| %Q 2.0    | Cinta_avanza    | Al activarla la pinza se mueve hacia delante. Al desactivarla permanece en el estado en que se encuentra. |
| %Q 2.1    | Cinta_retrocede | Al activarla la pinza se mueve hacia atrás. Al desactivarla permanece en el estado en que se encuentra.   |

|        |                 |  |
|--------|-----------------|--|
| %Q 2.2 | Roscar          | Al activarla la pinza gira, roscando la culata sobre la camisa. Al desactivarla, se produce el movimiento contrario. |
| %Q 2.3 | Pinza_sube_baja | Al activarla baja la pinza. Al desactivarla sube.  |
| %Q 2.4 | Culata          | Al activarla sacamos una culata, al desactivarla, el empujador se va hacia atrás, disponiéndose a sacar otra culata. |
| %Q 2.5 | Fijar           | Al activarla la mordaza se cierra sobre la camisa. Al desactivarla, se abre la mordaza.                              |
| %Q 2.6 | Pinza           | Al activarla cerramos la pinza. Al desactivarla la abrimos.  |

**Cuadro 18:** Descripción y símbolos de las salidas del autómeta.

### 7.3.1.2.2. Entradas.

| VARIABLES | SIMBOLO        | COMENTARIO   |
|-----------|----------------|--|
| %I 1.0    | Cinta_atrás    | Se activa al llegar o estar el cilindro atrás.                     |
| %I 1.1    | Cinta_adelante | Se activa al llegar o estar el cilindro adelante.                  |
| %I 1.2    | Gira_izda      | Se activa al llegar o estar la pinza a la izquierda (roscando).    |
| %I 1.3    | Gira_drcha     | Se activa al llegar o estar la pinza a la derecha (desenroscando). |
| %I 1.4    | Pinza_arriba   | Se activa al llegar o estar la pinza arriba.                       |
| %I 1.5    | Pinza_abajo    | Se activa al llegar o estar la pinza abajo.                        |
| %I 1.6    | Cargador       | Se activa al llegar una culata 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_automatiko | Interruptor para seleccionar el modo de funcionamiento. |

**Cuadro 19:** Descripción y símbolos de las entradas del autómeta.

### 7.3.1.3. 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 autómeta, nosotros, estación 3, solamente podemos escribir en 15 palabras, es decir de la %MW230 a la %MW244, 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 %M100 hasta el %M180. El resto de memoria no la utilizaremos.

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

| VARIABLES  | SIMBOLO  | COMENTARIO   |
|--|--|--|
| <b>Palabras utilizadas en el programa, para las PDE, ya programadas.</b> |  |  |
| %MW 50   | Codificación del pedido de la orden que la estación tiene que realizar. Se usa en las pantallas de explotación | Solamente se usa en la subrutina 0 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 subrutina 0 para identificar la emergencia. |

**Bits de memoria que vamos a utilizar como mandos:**

|   |                       |                     |
|---|-----------------------|---------------------|
| <b><i>Mandos manuales para movimientos y diferentes modo de funcionamiento desde PDE:</i></b> |                       |                     |
| %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  | Cinta_avanza_mando    | Pulsador            |
| %M 166  | Cinta_retrocede_mando | Pulsador            |
| %M 167  | Roscar_mando          | Tecla pulsar/pulsar |
| %M 168  | Pinza_Subebaja_mando  | Tecla pulsar/pulsar |
| %M 169  | Culata_mando          | Tecla pulsar/pulsar |
| %M 170  | Fijar_mando           | Tecla pulsar/pulsar |
| %M 171  | Pinza_mando           | Tecla pulsar/pulsar |
| %M 172  | Marcha_mando          | Pulsador            |
| <b><i>Mandos para realizar pedidos desde PDE:</i></b>   |                       |                     |
| %M 190  | Poner_culata          | Pulsador            |

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

|   |                       |  |
|---|-----------------------|--|
| <b><i>Las emergencias de la estación serán las siguientes y estarán como sigue:</i></b> |                       |  |
| %M 140  | Maxtiempo_cinta       | Máximo tiempo de ir o venir a, o, desde palet.               |
| %M 141  | Maxtiempo_subir_bajar | Máximo tiempo de subir o bajar la pinza.                     |
| %M 142  | Maxtiempo_girar       | Máximo tiempo en roscar o desenroscar la culata.             |
| %M 143  | Maxtiempo_cargar      | Máximo tiempo en detectar que una culata ha salido ya fuera. |
| %M 144  | Fallo_interno         | Suma (OR) de los bits de error de los módulos.               |
| %M 145  | Mando_emergencia      | %M 145:=%M 163   |
| %M 146  | Seta_emergencia       | %M146:=%I1.8   |
| <b><i>Otros bits que se usan son:</i></b>   |                       |  |
| %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.<br>%M 115 := %M 150 OR %M 149 OR %M 151 , etc                                     |
| %M 103 | Pieza_sin_tapa  | Este bit sirve para visualización y hay que activarlo cuando sepamos que tenemos una pieza sin tapa. También hay que borrarlo.                      |
| %M 104 | Pieza_con_tapa  | Este bit sirve para visualización y hay que activarlo cuando sepamos que tenemos una pieza a la que hay que ponerle tapa. También hay que borrarlo. |
| %M 105 | Poniendo_culata | Este bit hay que activarlo cuando comenzamos a poner la culata en una camisa.   |
| %M 106 | Culata_puesta   | Este bit hay que activarlo cuando ponemos la culata.  |

**Cuadro 20:** Mapa de memoria de la aplicación de practicas.

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

|       |   |                                     |
|-------|---|-------------------------------------|
| %X0   | Primera etapa del grafcet de producción | Aunque no utilicemos la guía GEMMA. |
| %X 90 | Modo manual                             |                                     |
| %X 91 | Modo automático integrado               |                                     |
| %X 92 | Modo test                               |                                     |

**Cuadro 21:** 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.

### 7.3.1.4. 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 autómeta por una tarjeta de entrada, o desde el programa del usuario.

Cuando la estación está conectada al autómeta 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 autómeta. En esta aplicación se seleccionan las pantallas desde el teclado. El autómeta 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 3, otra para el control manual, otra para la marcha de test, otra para mandar las ordenes y visualizar el proceso en el que se encuentra la producción, y otra para visualizar las emergencias y resolverlas.

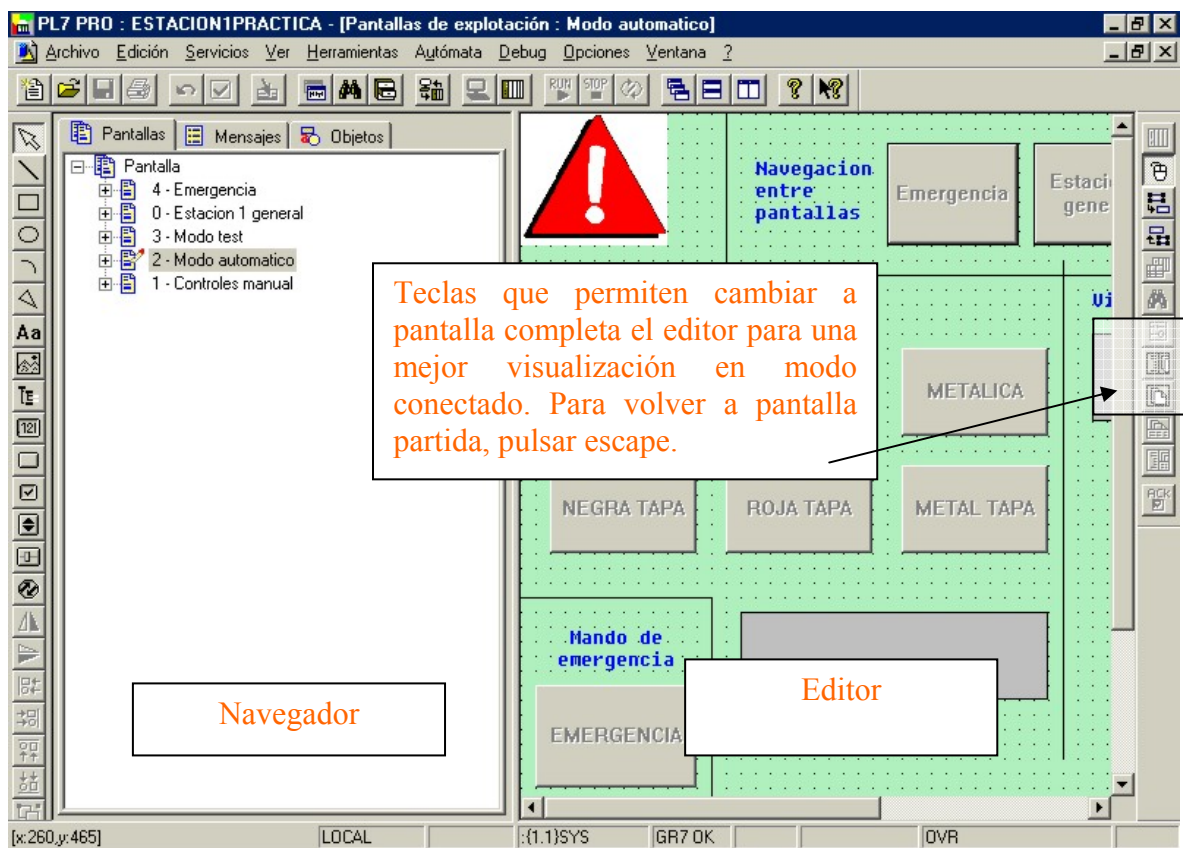
La pantalla de test no esta desarrollada. Sí el resto, que contienen los mandos y visualizadores necesarios para realizar la practica, tanto el ejercicio 1 como el 2.

Como podemos apreciar en la figura 45, 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 autómeta, pero esta pantalla no nos interesa puesto que no trabajaremos con ella.

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.

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.



**Figura 91:** Pantalla principal de la aplicación pantallas de explotación.

La primera pantalla es una aplicación general de la estación 3. Esta pantalla nos ofrece una imagen de la estación de montaje de culatas sobre camisas, 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. Nosotros para el ejercicio 1 y 2, no tendremos porque programar estas teclas, y las pantallas funcionarán igualmente.

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 autómat, 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.



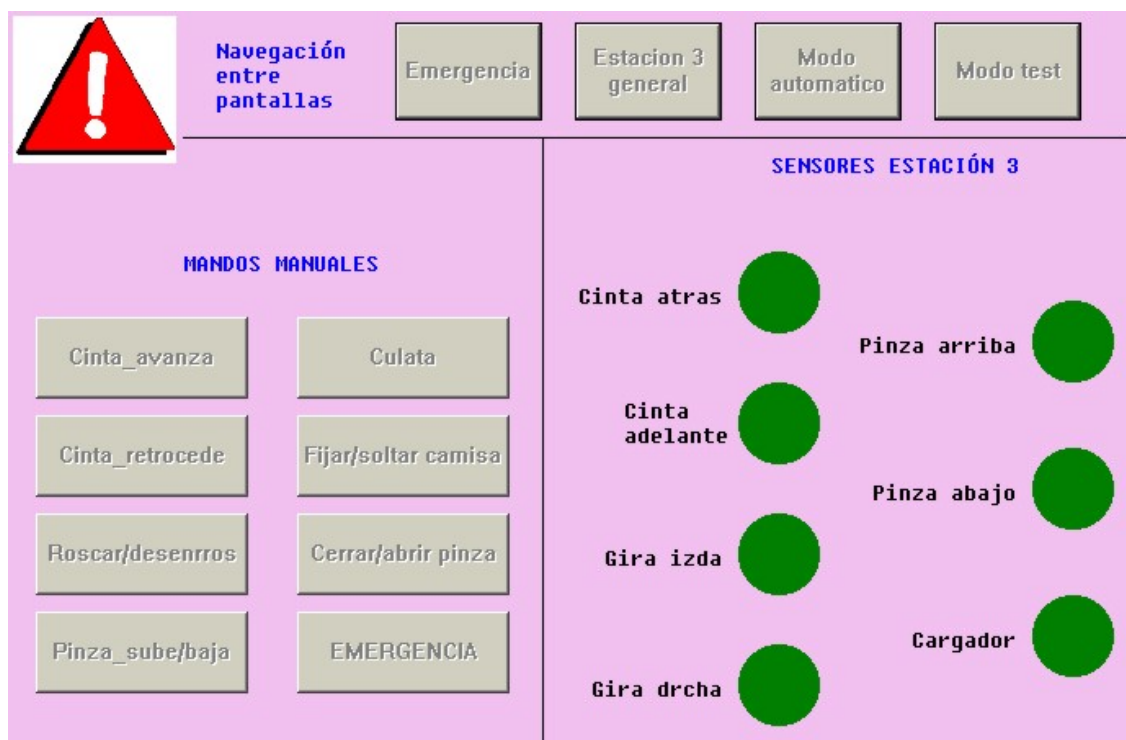
**Figura 92:** Pantalla de explotación general de la estación 6.

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 46, una señal de emergencia (triángulo 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 está activa, no hay ninguna emergencia. En modo desconectado, los elementos animados se ven permanentemente.

En la primera parte de la práctica, 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 autómat. 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, mientras que los que no estén activados, no aparecerán en la pantalla.



**Figura 93:** Imagen de pantalla de explotación para mandos manuales.

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: Cinta\_avanza, Cinta\_retrocede, e interruptores son: Pinza\_sube/baja, Culata, Roscar/desenrosar, Fijar/soltar\_camisa, Cerrar/abrir\_pinza y Emergencia.

La diferencia es que los pulsadores activan cilindros de doble efecto (biestables), y los interruptores cilindros de simple efecto (monoestables). 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.

Los leds son visualizadores de las entradas, y en ellos puede leerse el estado de las entradas del autómatas. Cuando tienen el color verde de la imagen, es que esta activada la entrada asociada, y cuando esta no esta activa, el led asociado no aparece en la pantalla.

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, y nunca al libre albedrío nuestro, ya que podríamos dañar alguna parte de la máquina. Prestar atención especial a los interruptores, y no olvidarse de su desactivación.

Para la siguiente practica, la número 2, es necesario utilizar también la pantalla 2, modo automático. Desde esta pantalla, lanzaremos ordenes hacia nuestra estación, y podremos visualizar el estado en el que se encuentra la producción, si estamos esperando orden, o colocando una culata, y también cuando la culata este colocada. Esto se puede ver en el cuadro de texto que tenemos. La imagen que presenta la pantalla, puede verse en la figura siguiente.

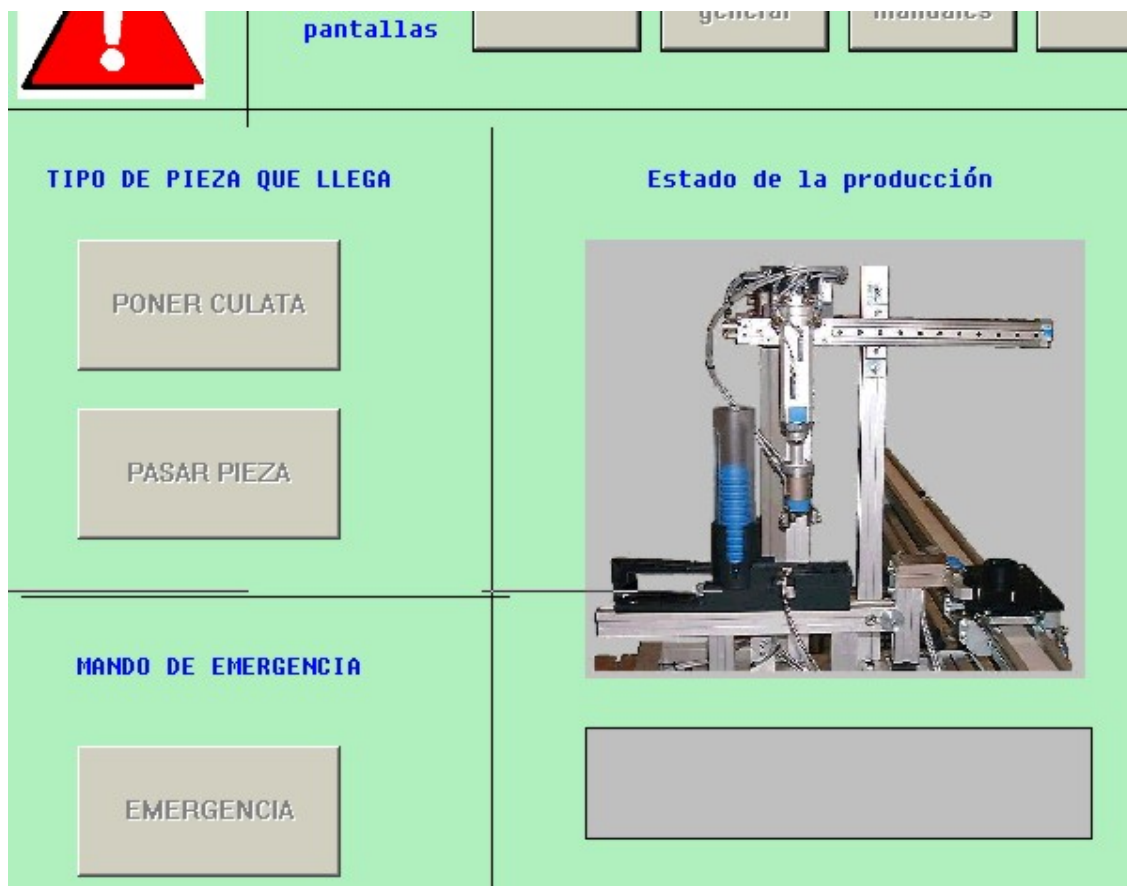
Disponemos pues, del navegador entre pantallas, cuyo uso es igual que en otras pantallas, y de la señal de peligro, que nos informará de la existencia de emergencia.

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

Para lanzar las ordenes, disponemos de dos pulsadores. Cada uno de ellos corresponde a un tipo de pieza diferente. Si queremos colocar la tapa en una camisa, pulsamos el mando adecuado, y si queremos que la estación no haga nada, pues pulsamos el otro mando. Esta última orden, puede parecer inútil, pero se ha puesto para simular mejor el proceso real que realiza la estación 3.

En la parte derecha, tenemos la visualización de la producción. Disponemos una caja de imagen, en la que al comenzar a producir, se activa, y podemos ver una fotografía de la estación 3. También disponemos de una caja de texto en la cual se describe en todo momento el estado actual de la máquina. En texto aparecerá si estamos esperando una orden, si estamos colocando una culata, si la culata ya esta puesta, o si la pieza debe de pasar, sin colocar una camisa. Así, podremos comprobar que la operación la realiza de forma correcta

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



**Figura 94:** Pantalla de explotación para lanzar órdenes.

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.

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 parpadeando, 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), 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 autómeta 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.



**Figura 95:** Imagen de la pantalla de explotación para gestionar las emergencias.

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.

### 7.3.2. Consejos de programación.

Algunas recomendaciones que pueden seguirse para realizar los programas de la estación 3, son las siguientes:

- ✓ 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.
- ✓ El cierre de la pinza, al igual que el cierre de la mordaza que sujeta la camisa, 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.
- ✓ Utilizar comentarios, sobre todo en el módulo preliminar.
- ✓ Dar símbolos a todos los bits y palabras de memoria que utilicemos.
- ✓ En la etapa donde se reciben las ordenes (debería ser %X0), la transición debería incluir un tiempo prudencial de permanencia en esa etapa para poder cambiar el pedido durante un pequeños tiempo, por ejemplo 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 5), 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. Por ejemplo, si tenemos una culata fuera, y se produce una emergencia, al reiniciar la producción, sacaremos otra culata, así que esto hay que tenerlo en cuenta.
- ✓ Hay que lanzar la subrutina en el módulo preliminar.
- ✓ Los bits para conocer el estado de la producción, se tienen que borrar al finalizar el montaje, y pueden irse activando durante el Grafcet.
- ✓ Las salidas deben ser programadas para que se activen con mandos manuales y también con las etapas Grafcet correspondientes cuando estemos en producción automática.

### **7.3.3. 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, procederemos a su aplicación en la estación 3. 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:

- vi. 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.
- vii. Control manual.** Programar un estado de funcionamiento en el los movimientos se realizan de forma manual.
- viii. 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.

- ix. Producción normal automática.** Estado en el cual la estación atenderá los pedidos que le hagamos.
  
- x. 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 Graficet 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.

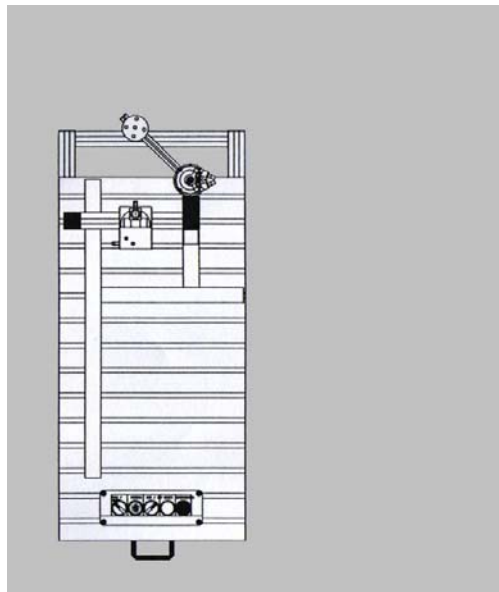
Se puede partir del archivo *estación3practica*. En el modo automático y el modo manual debe funcionar como se explicó en el apartado 4.3.2.





## **CAPÍTULO 8. INTRODUCCIÓN A LA ESTACIÓN 4.**

La estación 4, dedicada a la verificación de conjuntos, ocupa el cuarto lugar dentro del módulo I, dedicado a la producción de cilindros. Este es la última estación dedicada a la producción de cilindros, puesto que el resto de elementos de la célula se encargan del montaje y almacenaje del pedido realizado.



**Figura 96:** Imagen esquemática de la estación 4.

Como ya hemos dicho antes, la función de la estación 4 es la verificación de los cilindros que le llegan por medio del palet trasbordador. Para realizar la verificación, la estación excita el cilindro para provocar la salida del émbolo, midiendo posteriormente su carrera. Realizada una comparación de este valor con el de referencia. De esta comparación saldrá un resultado que determinará si el cilindro que ha sido producido es válido y puede ser almacenado o si

bien es un componente defectuoso y debe ser desechado, volviéndose a fabricar otro con las mismas características que el retirado.

Las piezas, camisas que ya tienen tapa y no es necesario montarles los componentes, no pasarán esta verificación, puesto que en caso de hacerlo siempre la darían negativa, puesto que no tienen embolo, así que estas piezas pasarán directamente como piezas válidas.



**Figura 97:** Imagen de la estación de verificación.

A continuación se va a describir de forma general el proceso que realiza la estación para verificar un cilindro. Con esto tendremos un conocimiento de los accionamientos que hay que activar para desarrollar un movimiento y de las diferentes posiciones que ocupa la máquina durante el proceso de comprobación. Es posible seguir estos movimientos quitando el aire de la estación y comprobando la iluminación de los leds que están asociados a los sensores. Estos leds, están colocados en las bases de precableado de FESTO, pero si se tiene alguna duda, consultar el capítulo número 3 de este manual (no manipular la estación sin estar seguros de que se realiza de forma correcta).

Cuando una pieza llega en un palet trasbordador hasta la estación y se para frente a ella, la estación comienza su proceso. En primer lugar, mediante un brazo equipado con dos ventosas, procederemos a recoger la pieza y depositarla sobre el verificador.

Para ello, bajamos el brazo hasta que el sensor correspondiente nos informe que esto se ha producido, y pasaremos a coger la pieza. Para ello, activamos el equipo de vacío de las ventosas, hasta que el vacuostato nos indique que se ha producido el vacío entre las ventosas y el cilindro. Así que ya tenemos la pieza sujeta, y la podemos subir. Una vez el brazo arriba, giraremos el mismo hacia la izquierda, hasta que el sensor asociado a este movimiento nos informe de que tenemos el cilindro en esta posición, y lo bajaremos. Una vez abajo, manteniendo aún esta salida activa, desactivaremos el equipo de vacío asociado a las ventosas, que no se había comentado anteriormente, pero deberá estar conectado hasta este momento. Cuando el vacuostato deje de dar señal, subiremos el brazo, y cuando llegue arriba, comenzaremos el movimiento giratorio que lo llevara a su posición de reposo.



**Figura 98:** Captura del cilindro por el brazo con las ventosas.

A continuación, comienza el proceso de verificación del cilindro. Para ello, bajamos el verificador, hasta que el sensor correspondiente se active, y manteniendo el verificador abajo, procederemos a la inyección de aire. Este aire provoca la activación del cilindro (el aire se introduce en el cilindro por un pequeño agujero que posee) y el vástago sale hacia fuera. Esta activación se mantiene durante unos cuantos segundos, para que se permita tomar una medida del recorrido del embolo. Finalizado el tiempo marcado para esta comprobación, se desactiva la inyección de aire, volviendo el cilindro a su estado de reposo (por acción del muelle), y a continuación se sube el verificador.

Si el resultado de la verificación, a sido positivo, la pieza debe ser enviada hacia la cinta que se dirige a la estación 5. Para ello, se activa la salida que hará que el brazo giratorio con una sola ventosa, gire hacia la posición en que se encuentra actualmente el cilindro.



**Figura 99:** Brazo giratorio sobre cilindro.

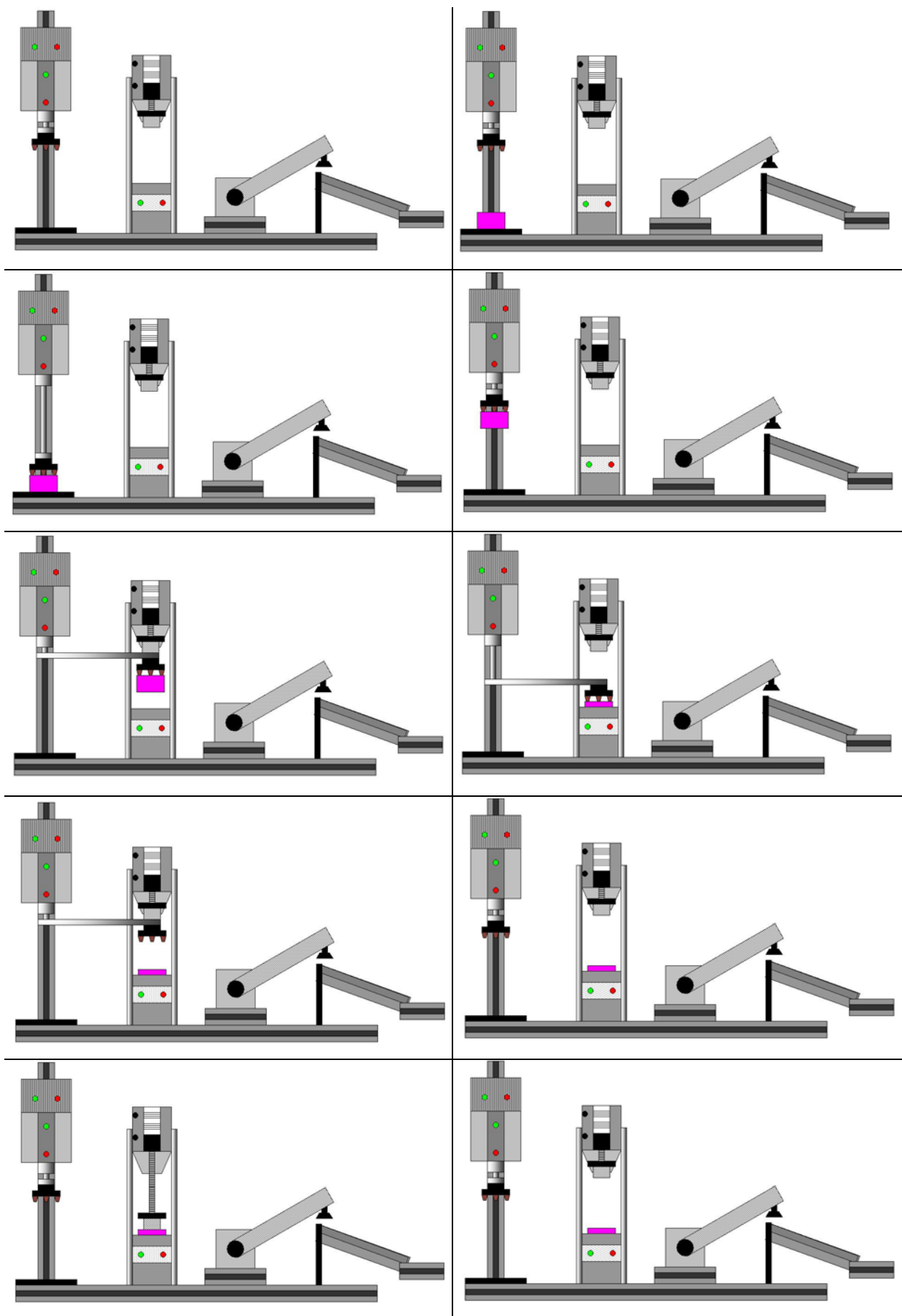
Al llegar a esta posición, un final de carrera nos lo indicará. Para sacar la pieza del verificador, donde se ha metido a presión, se realiza lo siguiente. En primer lugar se activa el equipo de vacío que hay en el brazo giratorio hasta que el vacuostato correspondiente nos indique la pieza esta unida por el vacío que se ha producido con la ventosa; Después se activa el expulsador (un vastago que sale del fondo del verificador empujando al cilindro para facilitar su expulsión) y simultáneamente se provoca la activación del brazo giratorio para que se coloque sobre la vascula, rampa, que conducirá el cilindro hacia la estación 5.

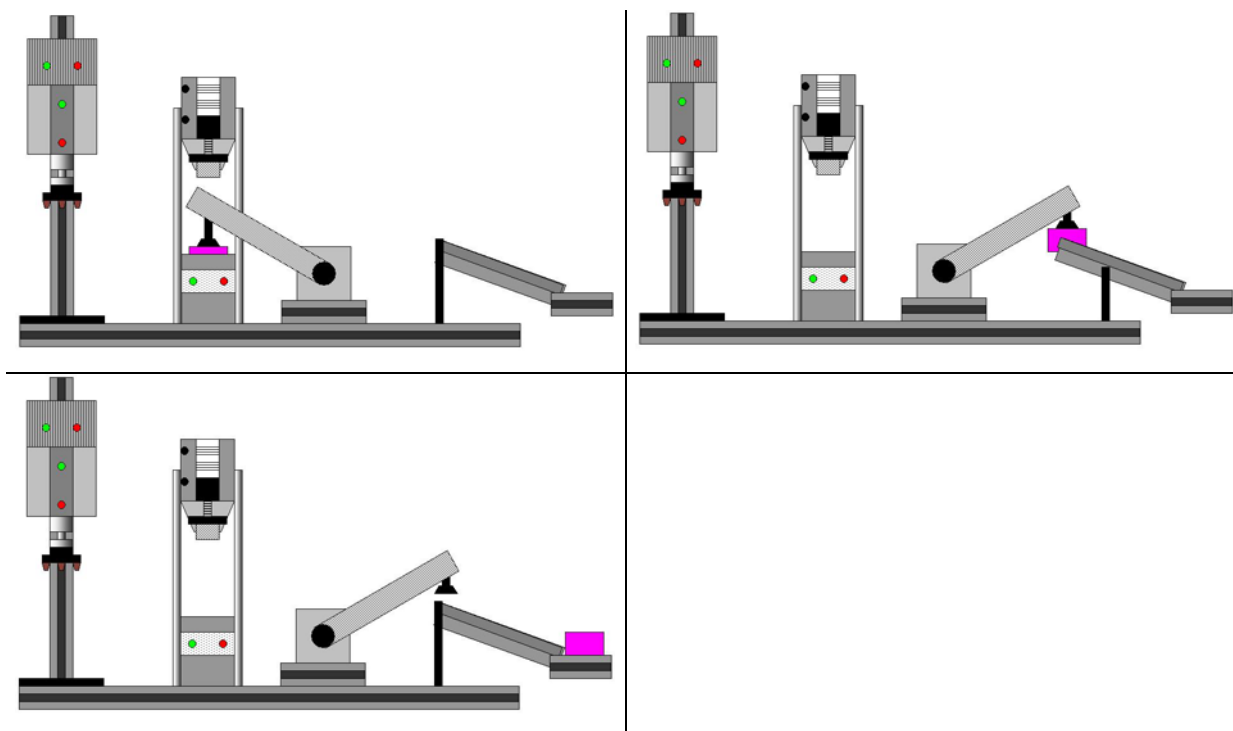
Si el resultado de la verificación hubiese sido negativo, tendríamos que activar la vascula, para que la rampa, dirigiese la pieza hacia la cubeta de piezas defectuosas, pero el proceso de expulsión de la pieza es el mismo.

Si la pieza no debe de ser verificada, el complicado proceso de verificación lo evitamos, y la expulsión de la pieza resulta más sencilla.

La estación 4 es una de las más complejas dentro del proceso de producción, por ello a de prestarse especial atención al proceso correcto de verificación.

A continuación se pueden ver unas imágenes esquemáticas de las diferentes posiciones que adopta la máquina al realizar un ciclo de operación.





**Figura 100:** Imágenes del proceso de verificación de una pieza con resultado positivo.

## **CAPÍTULO 9.      DESCRIPCIÓN DE LA ESTACIÓN 4.**

En este capítulo se tratará de hacer una descripción detallada de todos los elementos que componen la estación encargada de la verificación de cilindros. 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 4 es una de las estaciones que más elementos incorpora, equipo de vacío, vacuostato, micro-interruptores, interruptores de proximidad, etc por ello requiere gran atención. Es conveniente seguir la lectura del capítulo teniendo visible la estación 4, tanto el panel frontal, como los elementos de la propia máquina.

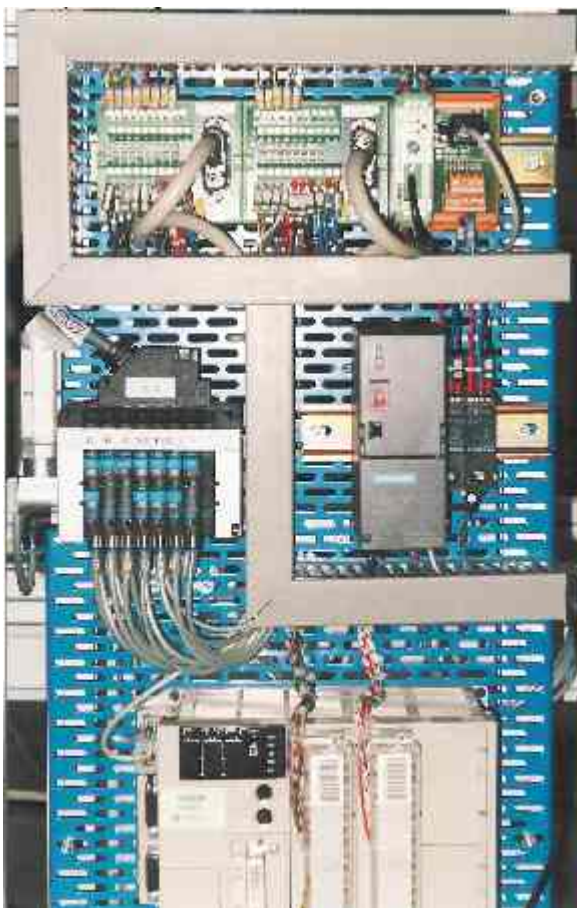
### **9.1. Descripción general de la estación.**

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 4 dispone un alto número de actuadores de salida, concretamente 11 son las salidas que deben activarse para conseguir que se realicen la totalidad de los movimientos de la máquina. Los accionamientos, como en el resto de las estaciones, son neumáticos, es decir, son cilindros y doble y simple efecto los encargados de realizar los movimientos. El autómatas, no puede activar directamente estos cilindros, así que existen unas electroválvulas encargadas de transmitir las ordenes de mando hacia los actuadores 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. La estación 4 incorpora diferentes tipos de sensores, digitales y analógicos.

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 autómatas. 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 101:** Panel frontal de la estación 4.

## **9.2. Descripción hardware.**

### **9.2.1. El autómatas.**

Esta estación lleva incorporado un autómatas *TSX Micro 3722*. Esta formado por un rack con 3 emplazamientos libres con alimentación integrada (100/240 V en AC), un procesador con memoria RAM de 20 K palabras (programa, datos y constantes), 2 emplazamientos para tarjeta PCMCIA (1 tarjeta de comunicaciones y 1 tarjeta de memoria de 64 K palabras como máximo) y un reloj calendario. Este autómatas permite su ampliación en 2 del número de



emplazamientos, mediante la incorporación de un minirack *TSX RKZ 02*, del que no haremos uso de momento. Una de sus diferencias principales con el *TSX 3721* es que el *TSX 3722* lleva integrados módulos para realizar las funciones analógicas y de contaje. Más concretamente disponemos de 8 entradas analógicas de 0-10 V, así como una salida analógica también entre 0-10 V. Con respecto a las funciones de contaje, dispone de 1 vía de contaje / descontaje a 10 KHz y otra de solo contaje a 10 KHz también. Como puede apreciarse en la parte más izquierda de la imagen, en esta estación se utiliza el módulo de entradas analógicas. Un conector que viene del sensor analógico que mide el recorrido el émbolo es la entrada que tenemos que tratar en este módulo. El usuario puede utilizar directamente la medida proporcionada a la aplicación. Las opciones utilizada es la presentación normalizada 0 – 10000, y se puede leer un valor diferente según sea la tensión de entrada.



**Figura 102:** Imagen del autómatas TSX 3722 colocado en la estación 4.

El *TSX Micro 3722* de la estación 4, lleva una tarjeta de ampliación de memoria, la *TSX MRP 032P*. Esta memoria tiene una capacidad de 32 K palabras, y es de tipo RAM, y se decidió su incorporación debido al desbordamiento de la memoria interna del autómatas al desarrollar la aplicación que controla la estación de verificación de cilindros.



**Figura 103:** Tarjeta de memoria.

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 4 ocupa la dirección {1.4}. 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 debe 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 104:** Tarjeta Fipway.

El autómata, además está equipado con dos módulos de entradas y salidas. El módulo colocado en la parte izquierda es un *TSX DEZ 32D2*, que integra 32 entradas, cuya conexión se realiza por bornas con tornillo. Este es así, debido a que la estación tenía incorporadas unas bases de precableado de la casa FESTO, fabricante de la célula, con la particularidad de que integran en el mismo conector entradas y salidas, algo que no es soportado por los autómatas de la casa de Telemecanique, que tienen que ser conectadas las entradas todas juntas en un conector (o varios) y las salidas en otro. Así, que las entradas son conectadas mediante tornillo a las bornas de entrada, y las salidas a las de salida. Las entradas digitales que soporta el módulo son a 24 V en DC.

En la parte derecha tenemos colocado el módulo de salidas *TSX DSZ 32 R5*, que integran 32 salidas a relés de 2 A. Al igual que ocurría con las entradas, las salidas también son cableadas a bornero desde los módulos de precableado de FESTO.

El resto de los emplazamientos del rack, se quedan libres para posibles ampliaciones de las tareas requeridas.

### **9.2.2. Equipos de vacío.**

Dado el carácter didáctico de la célula, en ella se trata de incluir todos los sistemas que se den en un sistema industrial, y uno de ellos en la sujeción por ventosas mediante vacío. En la estación 4 disponemos de dos elementos para esta sujeción, compuestos por tres ventosas, dos de ellas en el brazo, y otra un poco mayor en el brazo giratorio, y dos equipos de vacío. Las ventosas se comunican con el equipo de vacío por tubos.

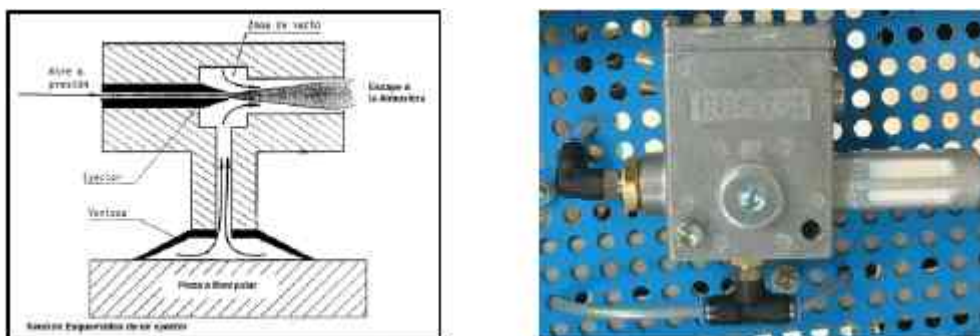
En la técnica de manipulación de piezas se utiliza con frecuencia la sujeción por medio de vacío de ventosas.

El vacío puede generarse de diferentes formas:

- Por medio de una bomba de vacío.
- Por medio de una soplante.
- Por medio de un generador de efecto Venturi.

De todos los modos de generación de vacío, el más sencillo y que necesita menos mantenimiento es el generador de vacío por efecto Venturi. Se basa en una tobera inyectora por la que sale aire a presión. El flujo emergente arrastra el aire que lo circunda, creando así una zona de vacío en la cámara por la que fluye el aire. Este es el método que se ha utilizado.

La tobera aspiradora dispone de un filtro silenciador para el arie expulsado que reduce el nivel de emisión acústica.(en la foto a la derecha).



**Figura 105:** Esquema de una tobera y foto de una tobera de la estación.

En la generación de vacío deben distinguirse claramente dos conceptos:

- Caudal
- Depresión o vacío

El caudal es la cantidad de aire que puede aspirar un sistema generador de vacío mientras que la depresión es el nivel o fuerza que alcanza esta depresión. El caudal se mide en litros por minuto y la depresión o vacío en bares (bar), negativos, de valor relativo.

Los niveles y caudales de vacío que pueden alcanzarse con estas toberas, dependen del tamaño de la tobera y de la presión de funcionamiento.

El caudal necesario en una sujeción por vacío, vendrá determinado por dos factores:

- El tiempo de que se dispone para alcanzar el vacío, en relación con el volumen de aire a vaciar.
- La porosidad o pérdidas (entradas de aire) en el circuito de vacío.

Efectivamente, si las ventosas son muy grandes (gran volumen) y / o el tiempo que se dispone para alcanzar el vacío es muy pequeño, y el grado de hermeticidad entre la ventosa y la pieza no es muy elevado, será necesario un gran caudal.

Por el contrario, con ventosas pequeñas (pequeño volumen a descargar), y elevada hermeticidad entre la ventosa y la pieza (por ejemplo piezas con superficies pulidas), pueden conseguirse tiempos de sujeción muy cortos aun con caudales pequeños.

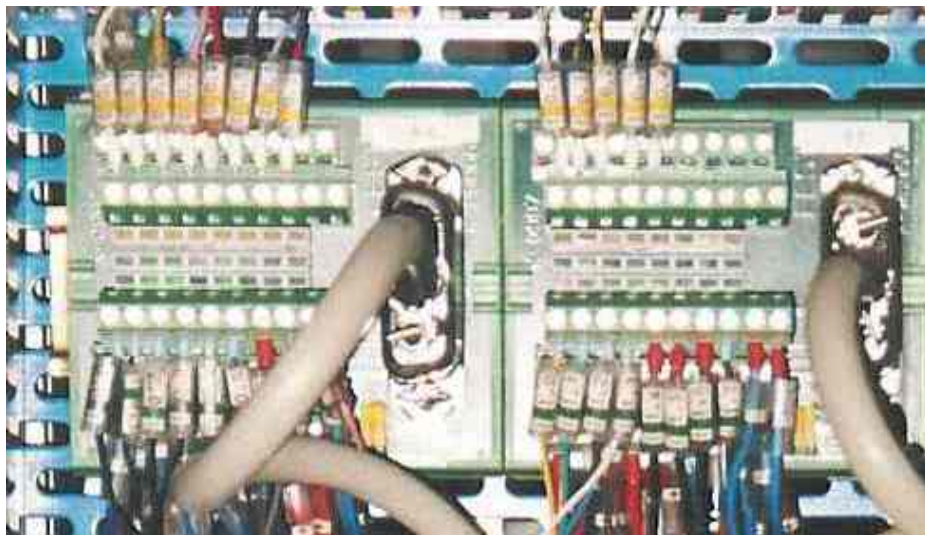
El nivel de vacío influye en la fuerza que puede hacer una ventosa. Al igual que la fuerza que puede hacer un cilindro neumático depende de la superficie de su embolo y de la presión

de trabajo, la fuerza que puede realizar una ventosa depende del diámetro de la ventosa y de la depresión de funcionamiento.

### 9.2.3. Módulos de precableado 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. Como ya se ha comentado anteriormente, 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.

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.



**Figura 106:** Bases de precableado de la estación 4.

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 separando hilo por hilo los cables de la manguera y conectándolos al borneo de entradas y salidas del autómata. 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:

| Denominación |  | Numeración autómata |
|--------------|--|---------------------|
| FESTO        |  |                     |

| <b>MODULO 0</b> |                       |                         |
|-----------------|-----------------------|-------------------------|
| <b>ENTRADAS</b> | <b>DENOMINACIÓN</b>   | <b>ENTRADA AUTOMATA</b> |
| I 0.0           | Verificador_abajo     | %I 1.0                  |
| I 0.1           | Verificador_arriba    | %I 1.1                  |
| I 0.2           | Gira_drcha            | %I 1.2                  |
| I 0.3           | Gira_izda             | %I 1.3                  |
| I 0.4           | Cilindro_arriba       | %I 1.4                  |
| I 0.5           | Cilindro_abajo        | %I 1.5                  |
| I 0.6           | Vacio_pinza           | %I 1.6                  |
| I 0.7           | Emergencia            | %I 1.7                  |
| <b>SALIDAS</b>  | <b>DENOMINACIÓN</b>   | <b>SALIDA AUTOMATA</b>  |
| O 0.0           | Gira_izda             | %Q 3.0                  |
| O 0.1           | Gira_drcha            | %Q 3.1                  |
| O 0.2           | Cilindro_sube_baja    | %Q 3.2                  |
| O 0.3           | Verificador_sube_baja | %Q 3.3                  |
| O 0.4           | Inyecta               | %Q 3.4                  |
| O 0.5           | Expulsa               | %Q 3.5                  |
| O 0.6           | Vacio_en_pinza        | %Q 3.6                  |
| O 0.7           | Vacio_en_pieza        | %Q 3.7                  |
| <b>MODULO 1</b> |                       |                         |
| <b>ENTRADAS</b> | <b>DENOMINACIÓN</b>   | <b>ENTRADA AUTOMATA</b> |
| I 1.0           | Marcha                | %I 1.8                  |
| I 1.1           | Ind_Int               | %I 1.9                  |
| I 1.2           | Borrar                | %I 1.10                 |
| I 1.3           | Manual_automatico     | %I 1.11                 |
| I 1.4           | Pieza_fuera           | %I 1.12                 |
| I 1.5           | Sacar_pieza           | %I 1.13                 |

|                |                     |                        |
|----------------|---------------------|------------------------|
| I 1.6          | Vacio_pieza         | %I 1.14                |
| I 1.7          | Vascula_pieza       | %I 1.15                |
| <b>SALIDAS</b> | <b>DENOMINACIÓN</b> | <b>SALIDA AUTÓMATA</b> |
| O 1.0          | Saca_pieza          | %Q 3.8                 |
| O 1.1          | Expulsar_pieza      | %Q 3.9                 |
| O 1.2          | Vascular            | %Q 3.10                |

**Cuadro 22:** Denominación de las entradas y salidas.

## **9.2.4. Captadores.**

Existen diferentes tipos de sensores dentro de la estación 4. En la estación actual, tenemos interruptores de proximidad inductivos, vacuostatos, microinterruptores o sensores analógicos. Como puede comprobarse es una de las que más variedad ofrece en este sentido. También existen entradas que se activan de forma manual, pulsadores e interruptores, que también puede considerarse como captadores. Veamos con un poco más de detalle cada uno de estos sensores.

### **9.2.4.1. 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 asegurado frente a permutaciones de polo.



**Figura 107:** Imagen de los interruptores de proximidad colocados en el verificador.

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.

#### **9.2.4.2. Microinterruptores eléctricos.**

No todos los cilindros de la estación utilizan interruptores de proximidad para detectar sus movimientos, hay un cilindro que utiliza microinterruptores eléctricos para transmitir sus posición. Se trata del cilindro basculante, el brazo con una ventosa encargado de sacar la pieza del verificador.





**Figura 108:** Imagen de los dos microinterruptores.

Estos microinterruptores se utilizan como finales de carrera eléctricos, y están protegidos contra salpicaduras.

Su constitución es igual a la de un final de carrera, se trata de un contacto, que al activarse conmuta.

### 9.2.4.3. Vacuostato.

Para la sujeción de piezas mediante vacío, se utilizan vacuostatos. Estos detectan el momento en el que este efecto se produce entre el cilindro y las ventosas e informan al autómatas de ello.

El funcionamiento de este tipo de sensores se basa en la diferencia de presión (preostato) que se origina en la ventosa. Este cambio de presión es amplificado electrónicamente y se obtiene una señal eléctrica que puede mandar circuitos digitales. Un diodo luminoso incorporado indica el estado de conexión.



### 9.2.4.4. Medidor analógico.

La verificación se realiza mediante la información que suministra el medidor analógico. Este se encarga de medir el recorrido del émbolo del cilindro en su salida. En función de la posición del sensor, se obtiene uno u otro valor, el cual es comparado con un valor de referencia o de umbral, que determina la validez del cilindro. El sensor puede verse en la figura:

**Figura 109:** Sensor de recorrido.

El cilindro es empotrado literalmente en el depósito del verificador. A continuación, se inyecta aire en ese depósito, de forma que este aire a presión, penetra por la entrada de aire

del cilindro, simulando una activación. Como consecuencia de esto el émbolo del cilindro sale hacia fuera, situándose sobre el medidor de posición. En el medidor de posición se produce un retroceso, lo cual se convierte en un cambio de magnitud. Imaginemos que es un sensor resistivo; Al avanzar el émbolo, provoca el retroceso del sensor (potenciómetro), lo que se traduce en un cambio en la resistencia. El retroceso del potenciómetro a su posición de reposo se asegura por medio del muelle que posee el sensor. Así conseguimos un valor de resistencia diferente para cada punto de la carrera del émbolo.



**Figura 110:** Acondicionador analógico.

La magnitud es recogida por el acondicionador de señal correspondiente, que se encarga de convertir el cambio de resistencia del sensor de recorrido, en una magnitud que el autómatas puede entender, por ejemplo tensión. Para ello, el acondicionador recibe una señal de referencia. El acondicionador dispone de un conmutador para elegir la señal de salida, puede ser corriente o tensión en diferentes rangos, además de unos tornillos para regular en umbral y el valor de reposo del sensor. La conexión al autómatas se realiza por conector como puede verse en la parte derecha de la imagen.

#### 9.2.4.5. Interruptores.

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



**Figura 111:** Botonera de la estación 4.

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 autómeta 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.

|                          | <b>Modo automatico integrado</b> | <b>Modo automatico independiente</b> | <b>Modo manual</b> | <b>Modo test</b> |
|--------------------------|----------------------------------|--------------------------------------|--------------------|------------------|
| <b>Manual automatico</b> | 1                                | 1                                    | 0                  | 0                |
| <b>Ind int</b>           | 0                                | 1                                    | 1                  | 0                |

**Cuadro 23:** 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.

La seta de emergencia (botón grande de color rojo), esta cableada de tal forma, que corta corriente a todos los actuadores de la máquina, de forma que al pulsarla se desactivan las electroválvulas, y los cilindros vuelven a su estado de reposo (si son de simple efecto). Esto no ocurre por programa, sino que es por hardware, con lo que no es posible modificarlo. Esto implica, que si tenemos un cilindro sujetado, al pulsar la seta, se caerá, puesto que las ventosas se desactivarán tan pronto como se pulse.

#### **9.2.4.6. 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 autómeta 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.

### 9.2.5. Actuadores.

En esta estación todos los actuadores son cilindros 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.

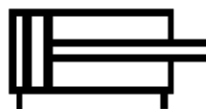
Un cilindro neumático es un dispositivo mecánico que permite, a partir de una presión de aire, obtener un movimiento lineal alternativo limitado, en el cual la potencia es proporcional a la presión de aire.

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.

### 9.2.5.1. Gira\_izda / Gira\_drcha.

La estación dispone de un actuador que permite realizar movimientos lineales y giratorios. El movimiento giratorio es empleado para trasladar el cilindro a chequear desde el palet al módulo verificador y viceversa. Este actuador corresponde al cilindro A, y se controla mediante las salidas del autómatas %Q3.0 y %Q3.1. Es controlado por una válvula biestables, de tipo 5/2 vías controladas por dos bobinas, una por cada salida del autómatas. 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.



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, que le hará moverse hasta su posición anterior (biestable, dos estados estables).

### 9.2.5.2. Cilindro\_sube\_baja.

El movimiento lineal del actuador anterior, aprovechado para subir y bajar el cilindro a chequear, es controlado por una válvula monoestable también 5/2, y puesto que solamente posee una bobina, esta es controlada por la salida del autómatas %Q 3.2. Se corresponde al accionador B.

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.



### 9.2.5.3. Verificador\_sube\_baja.

Corresponde al accionador C. Es un cilindro de doble efecto construido con dos vástagos, para mayor potencia y seguridad. El control se realiza mediante una válvula monoestable, así que la bobina es controlada por la salida del autómeta %Q 3.3. Las características son similares a las del accionador anterior (monoestable).



**Figura 112:** Imagen el verificador.

### 9.2.5.4. Inyecta.

Esta salida no es un accionador como tal. Se utiliza para inyectar aire en el verificador. Esta controlada por una válvula monoestable 3/2, y al activarla se habilita la entrada de aire para verificar el cilindro. Es la salida del autómeta %Q 3.4.

### 9.2.5.5. Expulsa.

Corresponde al accionador E. Se trata de un cilindro de simple efecto instalado en la base del alojamiento del verificador y se encarga de expulsar el cilindro de aquí. Debido a que se empotra el cilindro, hace falta este pequeño empujón para que salga. El cilindro se controla mediante una válvula monoestable 3/2 vías. El autómeta controla esta válvula mediante su salida %Q3.5.

### 9.2.5.6. Vacio\_en\_pinza.

Para trasladar los cilindros por succión o vacío, utilizamos una electroválvula 3/2 monoestable al activarse, inyecta aire en la tobera de succión por vacío. Por efecto venturi se crea una zona de depresión que está conectada a las ventosas.

Cuando las ventosas sujetan el cilindro, se crea el vacío entre ellas y el tubo que las comunica. Este vacío es detectado por un preostato. La bobina de la válvula es controlada por la salida del autómeta %Q3.6 y corresponde al accionador F.

### 9.2.5.7. Vacio\_en\_pieza.

Es igual que el anterior, pero para depositar los cilindros en la cinta transportadora que conduce al almacén. Su diferencia es que solamente utiliza una ventosa. Se controla también mediante una válvula 3/2 vías, gobernada por la salida del autómeta %Q3.7. Corresponde al accionamiento G.

### 9.2.5.8. Saca\_pieza / Expulsar\_pieza.

Corresponde al accionamiento H.. Es un cilindro de doble efecto vasculante, que se gobierna mediante las salidas del autómeta %Q3.8 y %Q 3.9. El accionamiento neumático es controlado por una válvula biestable 5/2.



### 9.2.5.9. Vascular.

Corresponde al accionamiento I. Es un cilindro de simple efecto controlado por una válvula monoestable de 3/2 vías. La bobina de esta válvula se activa mediante la salida del autómeta %Q3.10. Sirve para discriminar entre cilindros defectuosos y correctos. Se activa para los primeros, mientras que para los segundos se mantiene en reposo.



### 9.3. Identificación de variables.

Para una clara identificación de los elementos descritos en el apartado anterior, a continuación se va a dar una tabla, donde se puede leer las salidas y entradas del autómatas, 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 113:** Detalle de los identificadores de las estaciones.

En el caso de las entradas, estas vienen directamente de la máquina, pero las salidas van a las electroválvulas, 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                  | Verificador_abajo  | I 0.0                        |
| %I 1.1                  | Verificador_arriba | I 0.1                        |
| %I 1.2                  | Gira_drcha         | I 0.2                        |
| %I 1.3                  | Gira_izda          | I 0.3                        |
| %I 1.4                  | Cilindro_arriba    | I 0.4                        |
| %I 1.5                  | Cilindro_abajo     | I 0.5                        |
| %I 1.6                  | Vacio_pinza        | I 0.6                        |
| %I 1.7                  | Emergencia         | I 0.7                        |
| %I 1.8                  | Marcha             | I 1.0                        |
| %I 1.9                  | Borrar             | I 1.1                        |



|                         |                       |                                     |
|-------------------------|-----------------------|-------------------------------------|
| %I 1.10                 | Ind_int               | I 1.2                               |
| %I 1.11                 | Manual_automatiko     | I 1.3                               |
| %I 1.12                 | Pieza_fuera           | I 1.4                               |
| %I 1.13                 | Sacar_pieza           | I 1.5                               |
| %I 1.14                 | Vacio_pieza           | I 1.6                               |
| %I 1.15                 | Vascula_pieza         | I 1.7                               |
| <b>SALIDAS AUTÓMATA</b> | <b>DENOMINACIÓN</b>   | <b>IDENTIFICACIÓN EN LA MÁQUINA</b> |
| %Q 3.0                  | Girar_izda            | A +                                 |
| %Q 3.1                  | Girar_drcha           | A -                                 |
| %Q 3.2                  | Cilindro_sube_baja    | B +/-                               |
| %Q 3.3                  | Verificador_sube_baja | C +/-                               |
| %Q 3.4                  | Inyecta               | D +/-                               |
| %Q 3.5                  | Expulsa               | E +/-                               |
| %Q 3.6                  | Vacio_en_pinza        | F +/-                               |
| %Q 3.7                  | Vacio_en_pieza        | G +/-                               |
| %Q 3.8                  | Saca_pieza            | H +                                 |
| %Q 3.9                  | Expulsar_pieza        | H -                                 |
| %Q 3.10                 | Vascular              | I +/-                               |

**Cuadro 24:** Identificación que podemos leer en los elementos de la estación.

## CAPÍTULO 10. PROGRAMACIÓN DE LA ESTACIÓN

### 4.

Una vez que tenemos identificados todos los elementos que comprenden el proceso a automatizar, y conocemos su funcionamiento, el siguiente paso es realizar el programa. Pero antes de comenzar a realizar el programa, hay que configurar correctamente el autómatas y sus módulos, siendo esto muy importante, puesto que si la configuración introducida, es diferente de la disposición de real de los elementos del autómatas, nos surgirán errores y problemas a la hora de ejecutar el programa.

#### 10.1. 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:

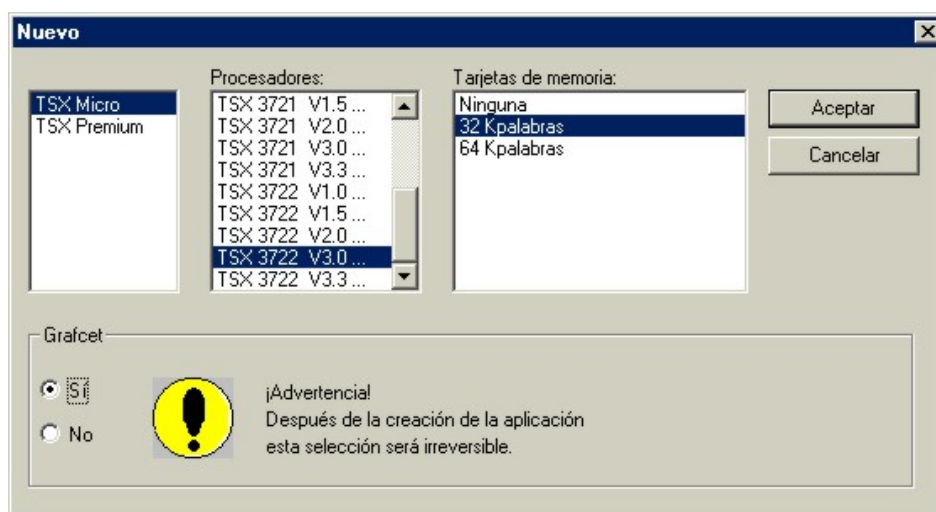
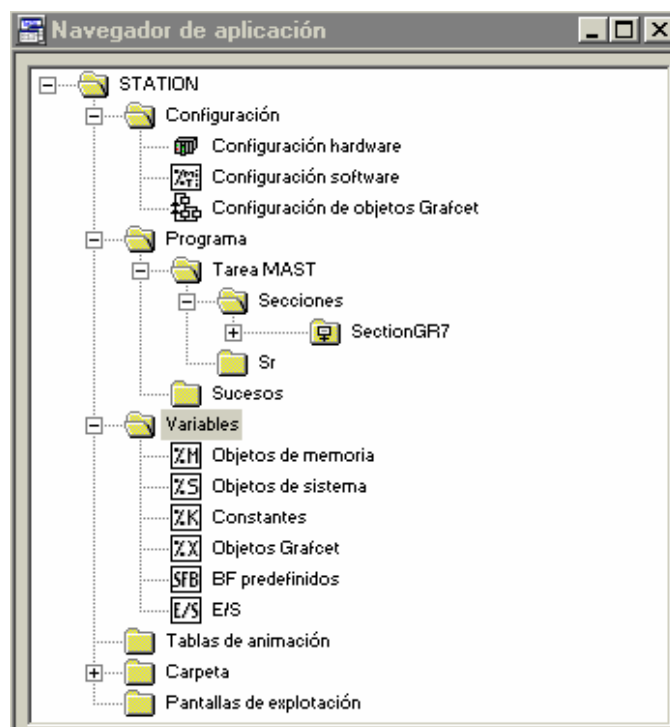


Figura 114: Pantalla de selección del autómatas y la versión.

Elegimos el autómatas que tenemos en la estación 4, que es el *TSX 3722*, y dentro de todos los que hay, elegimos la versión anterior a la más alta, en este caso la *V3.0*. Es muy importante seleccionar en esta pantalla que vamos a utilizar Grafcet, ya que de no hacerlo, tendríamos que crear un nuevo archivo y repetir la configuración. En esta pantalla también se puede seleccionar la tarjeta de memoria, si se tiene. Esto no es necesario, puesto que se puede incorporar a la configuración en cualquier momento desde otra pantalla, pero si sabemos ya que el autómatas dispone de ella, la podemos incorporar.

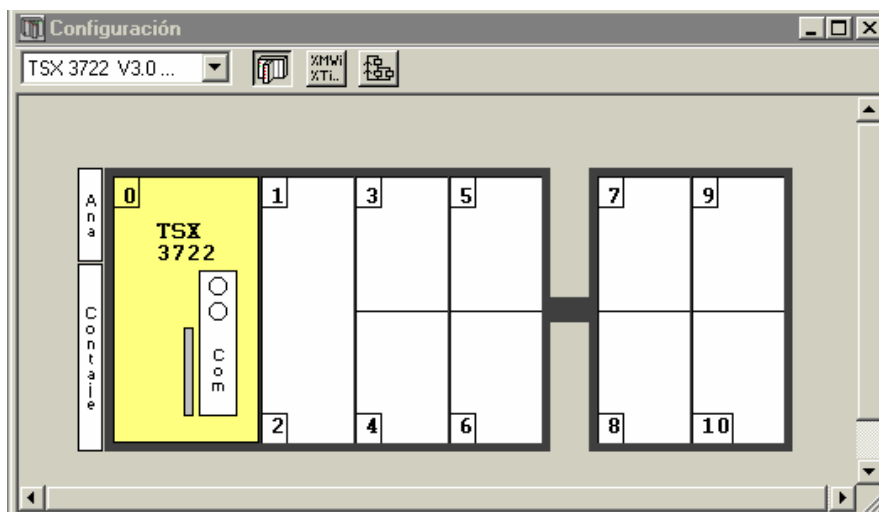
Después de unos segundos, se generará la aplicación y nos aparecerá en pantalla el Navegador de aplicaciones. A través de este elemento, y mediante sencillas pulsaciones del ratón sobre los iconos y carpetas de que dispone, podremos acceder a todos los elementos que componen nuestra aplicación. De no aparecer este navegador, lo podemos activar en el menú herramientas, navegador de aplicaciones.



**Figura 115:** Navegador de aplicaciones.

Podemos acceder a la configuración hardware del autómatas mediante doble click en el icono que aparece en el navegador de aplicaciones. El aspecto que presenta en estos momentos la configuración puede verse en la figura siguiente. De momento tenemos configurado el procesador, la versión, y la tarjeta de memoria en caso de haberla seleccionado anteriormente.

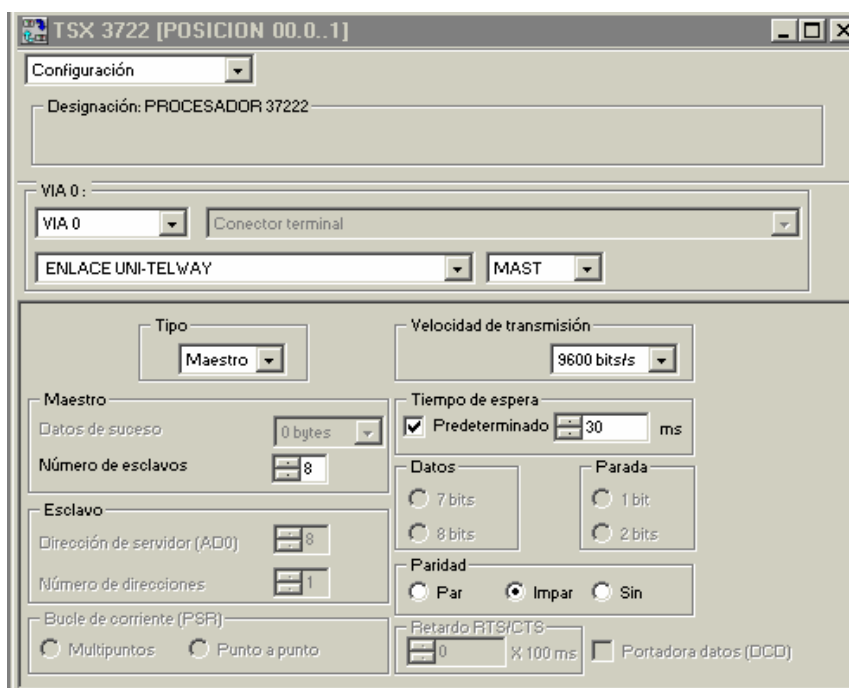
Podemos observar que el autómata *TSX 3722* tiene en el lado izquierdo dos módulos que no tenía integrados el *TSX 3721*, las funciones analógicas y de contaje. Como no vamos a utilizar ninguna de estas funciones, no es necesario configurar estos elementos.



**Figura 116:** Configuración de los módulos del autómata.

El siguiente paso es configurar la tarjeta de comunicaciones Fipway. Para ello, hacemos doble click sobre el módulo de comunicaciones del procesador (com). El autómata, dispone de dos vías de comunicación la vía 0 y la vía1.

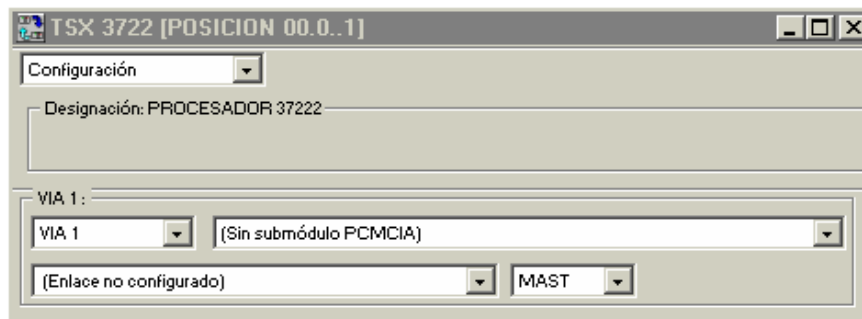
En la vía 0 se configura la comunicación mediante enlace Uni-Telway, o de enlace modo caracteres. Pero este último modo de comunicación no lo vamos a utilizar, así que no es necesario configurarlo.



**Figura 117:** Configuración de la vía 0 del autómata.

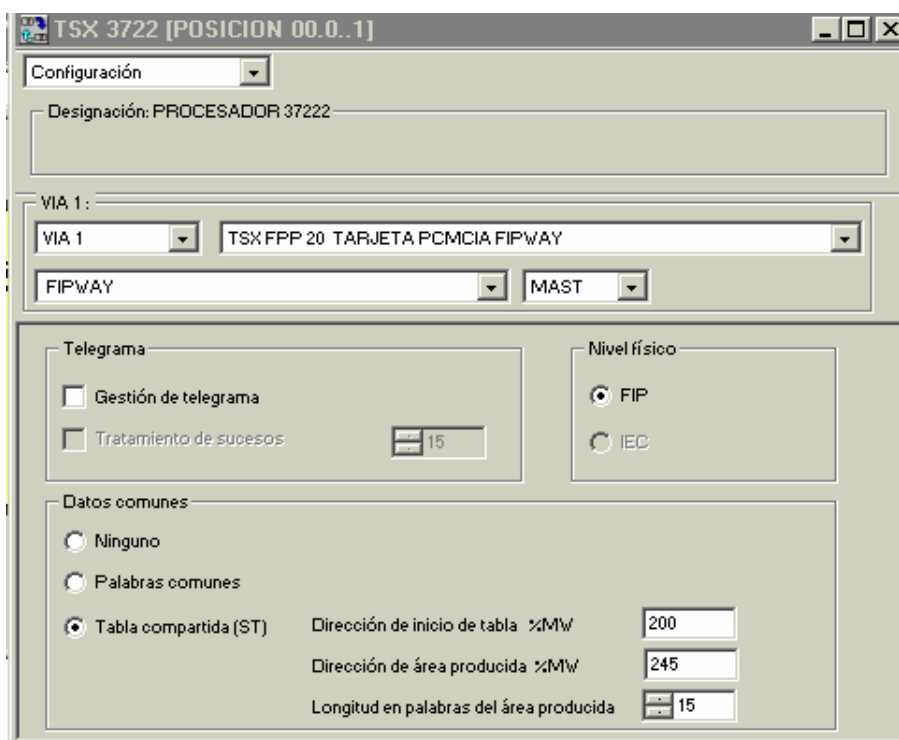
En la vía 0 se configura como enlace Uni-Telway, como ya hemos dicho. En esta pantalla se define la velocidad de transmisión, así como la paridad y si el autómatas actuara como esclavo o como maestro. En nuestro caso podemos utilizar esta vía para comunicar con Magelis y con los Pc's (fue el primer modo de conexión utilizado para trabajar sobre la célula). Seleccionaremos una velocidad de 9600 bits/seg., paridad impar y seleccionaremos el autómatas como maestro con un número máximo de esclavos de 8. Salvo casos muy extraños, nunca utilizaremos esta vía de comunicación, pues es sumamente lenta.

Si seleccionamos la vía1, que utilizaremos para la comunicación por red Fipway, nos aparecerá la siguiente pantalla:



**Figura 118:** Aspecto de la vía 1 antes de ser configurada.

Añadimos la tarjeta que tiene instalada el autómatas, una PCMCIA tipo Fipway *TSX FPP 20*. Nos aparecerá la siguiente pantalla en la que podemos configurar la comunicación por Fipway. Podemos desactivar los telegramas, puesto que no los vamos a utilizar.

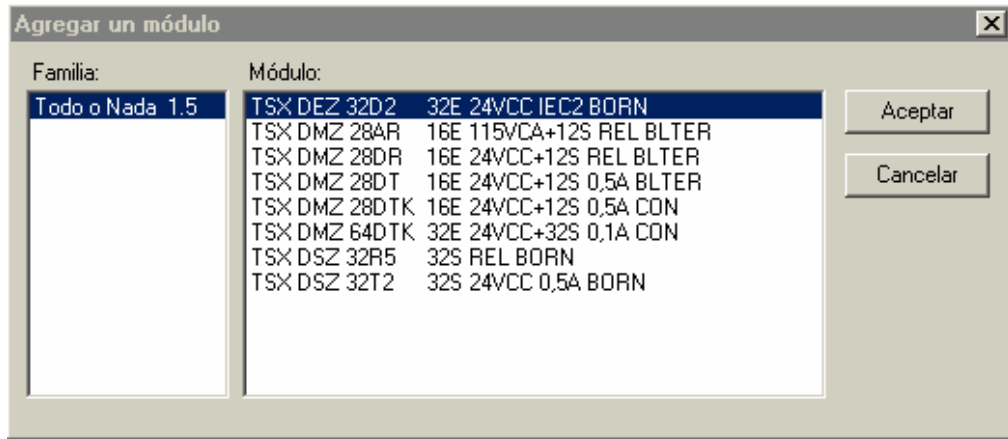


**Figura 119:** Configuración de la PCMCIA.

Un recurso que si que vamos a utilizar para el intercambio de datos entre las estaciones es de la tabla compartida. Esta es una sencilla y útil función que incorporan los autómatas de Telemecanique. 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.

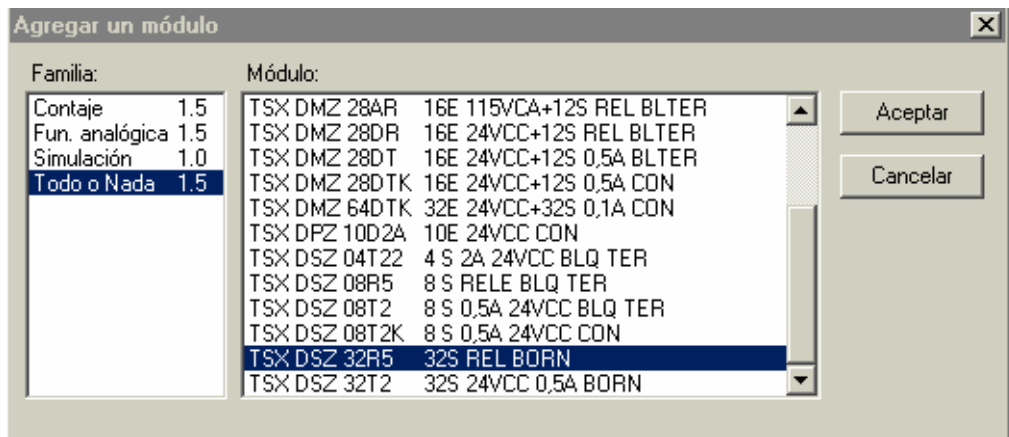
La tabla compartida de la célula de fabricación, comienza en la dirección %MW200, dirección de inicio de la tabla para todos los autómatas. La dirección de área producida, que es la dirección donde va ha comenzar a escribir la estación, se pone siguiendo el orden de la red Fipway, y puesto que la estación 4 es la cuarta en la red, le corresponde comenzar a partir de la dirección en la que la estación 3 ha escrito su última palabra. . La estación 1 escribe 15 palabras, desde la %MW200 hasta la %MW214, la estación 2 escribe otras 15 palabras, desde la %MW215 hasta la %MW229, y la estación 3 escribe otras 15 palabras, desde la %MW230 hasta la %MW244; Así que la estación 4 comenzará a escribir en la %MW245. 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.

A continuación vamos a incorporar los módulos de entradas y salidas del autómatas. Empezaremos por el módulo de entradas, que como ya sabemos es un *TSX DEZ 32 D2*. Para ello, pulsamos con doble click sobre el emplazamiento 1, y de la lista de módulos incorporamos el que hemos mencionado anteriormente.



**Figura 120:** Configuración del módulo de entadas.

Como podemos observar, se trata de un módulo de 32 entradas digitales de 24 V DC a bornero. Para configurar el módulo de salidas, igual que antes, pero ahora en el emplazamiento siguiente. El módulo de salidas que tenemos instalado en la estación en el *TSX DSZ 32 R5*.



**Figura 121:** Configuración del módulo de salidas.

Podemos observar que se trata de un módulos de 32 salidas digitales a relé con conexión a bornero. Si pulsamos sobre los módulos que acabamos de configurar, podemos observar que pueden configurarse otros parámetros. Estos nos importantes para nosotros, así que los dejaremos tal y como se encuentran (aquí no se puede asignar símbolos a las entradas, pero si estas lo tienen aparecen).

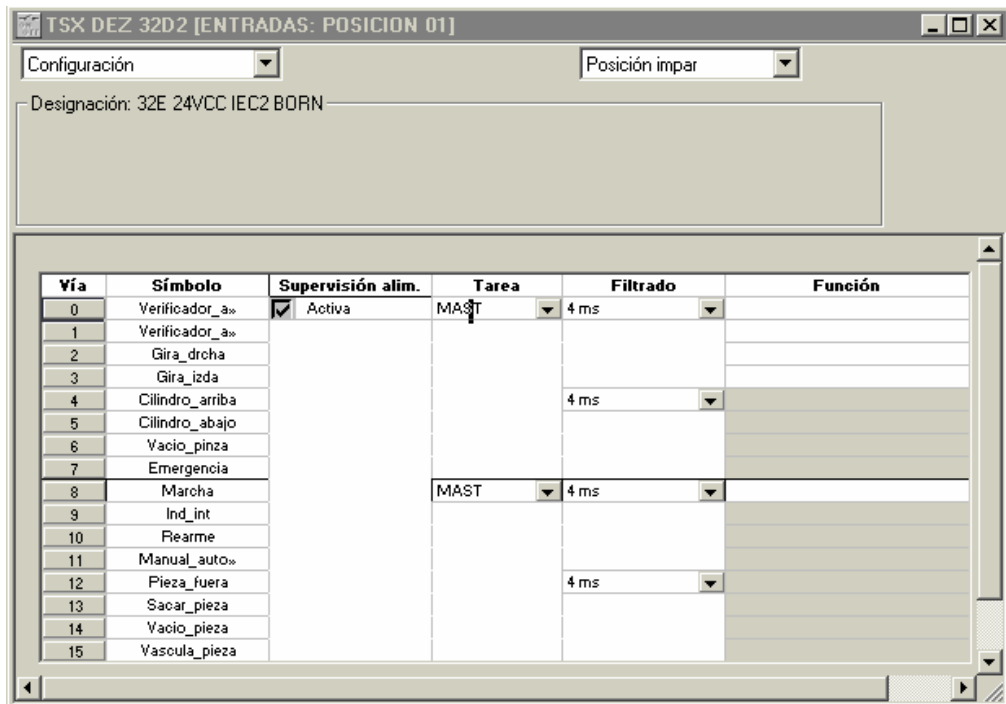


Figura 122: Configuración de las entradas.

Puesto que no tenemos ningún otro módulo que instalar, el aspecto que presentará ahora nuestro autómatas es el siguiente:

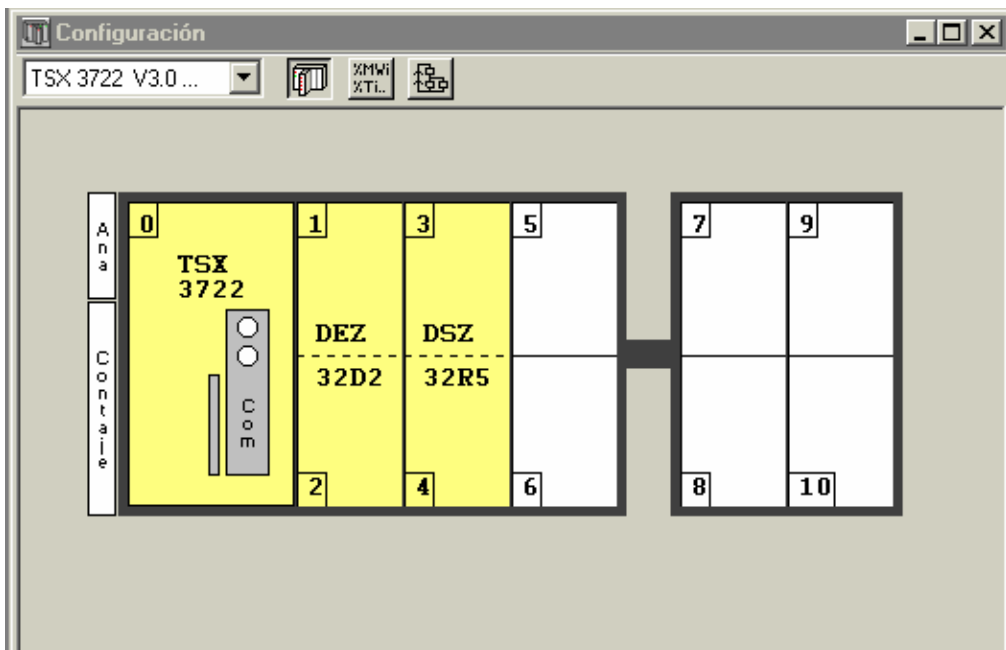


Figura 123: Configuración hardware del autómatas de la estación 4.

Si no hemos seleccionado la tarjeta de memoria al abrir la aplicación, este es el momento de hacerlo. Pulsamos sobre la ranura pequeña que aparece al lado de la tarjeta de comunicaciones del procesador, y accedemos a la pantalla de configuración siguiente:



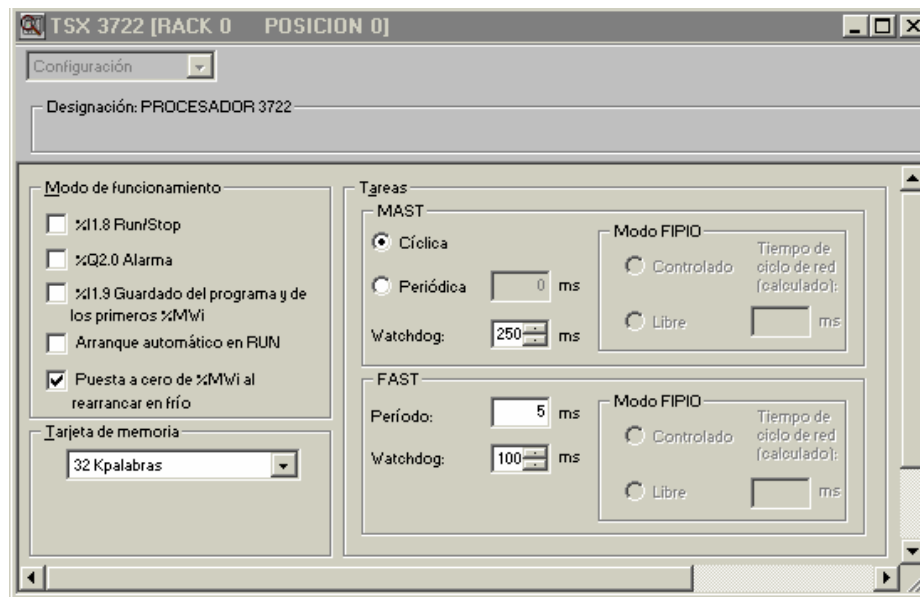


Figura 124: Configuración del procesador

En esta pantalla también se puede configurar el tipo de tarea maestra cíclica (recomendable para la mayoría de los automatismos) o periódica definiendo el periodo de la misma. También se define la duración de la tarea rápida y el tiempo en el que se activa en watchdog de ambas tareas. Los reflejados en la imagen son los valores utilizados para esta estación, así como la tarjeta de memoria que tenemos.

Como en esta estación se utiliza una entrada analógica del autómeta, si pulsamos sobre el módulo analógico que posee, obtendremos la siguiente pantalla:

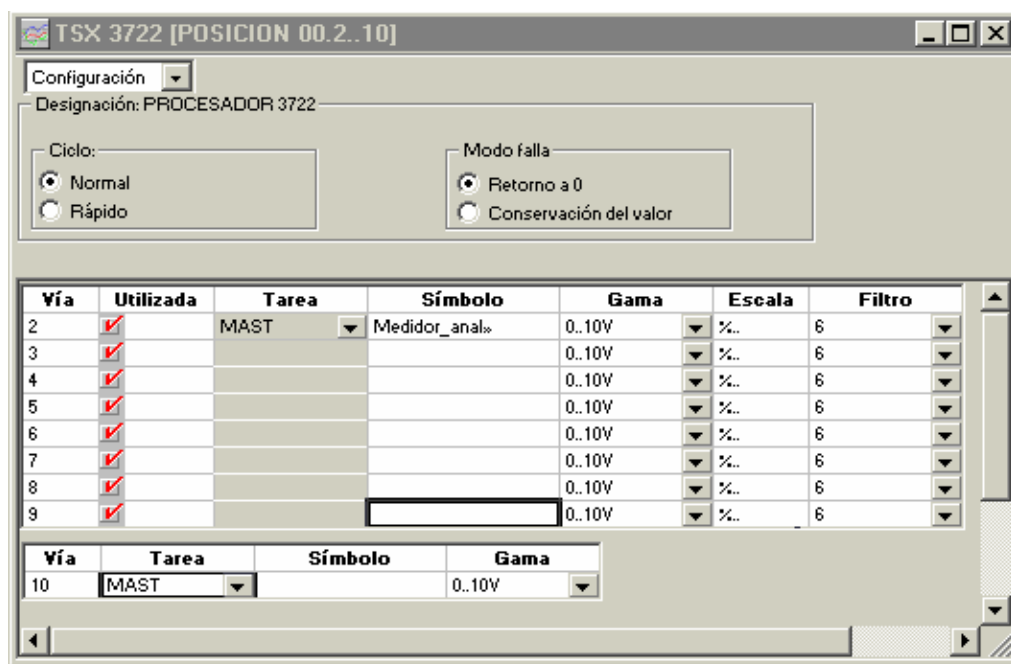



Figura 125: Módulo de analógico del autómeta.

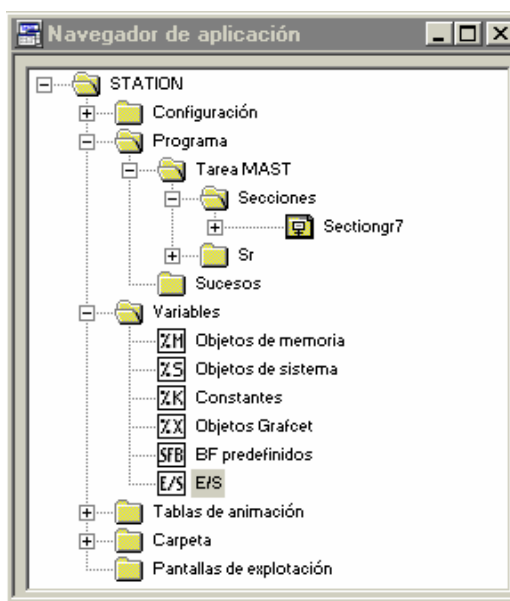
Podemos observar las entradas y la vías de salida. Desde esta pantalla se puede configurar la gama analógica, 0-10 en tensión, 0-20 en corriente, etc. o no utilizarla. también se pueden configurar otros parámetros, como el filtrado.

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 reconfiguración 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.

## 10.2. 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 entradas 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.



**Figura 126:** Navegador de aplicaciones.

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 0, 1, 2, 3 y 4. 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.

En el módulo 0 definiremos la entrada analógica (si queremos). Seleccionando los módulos 1 y 2, definiremos las entradas y en los módulos 2 y 3 definiremos las salidas. Para la estación 4, el aspecto que presentará después de introducir los símbolos será el siguiente:

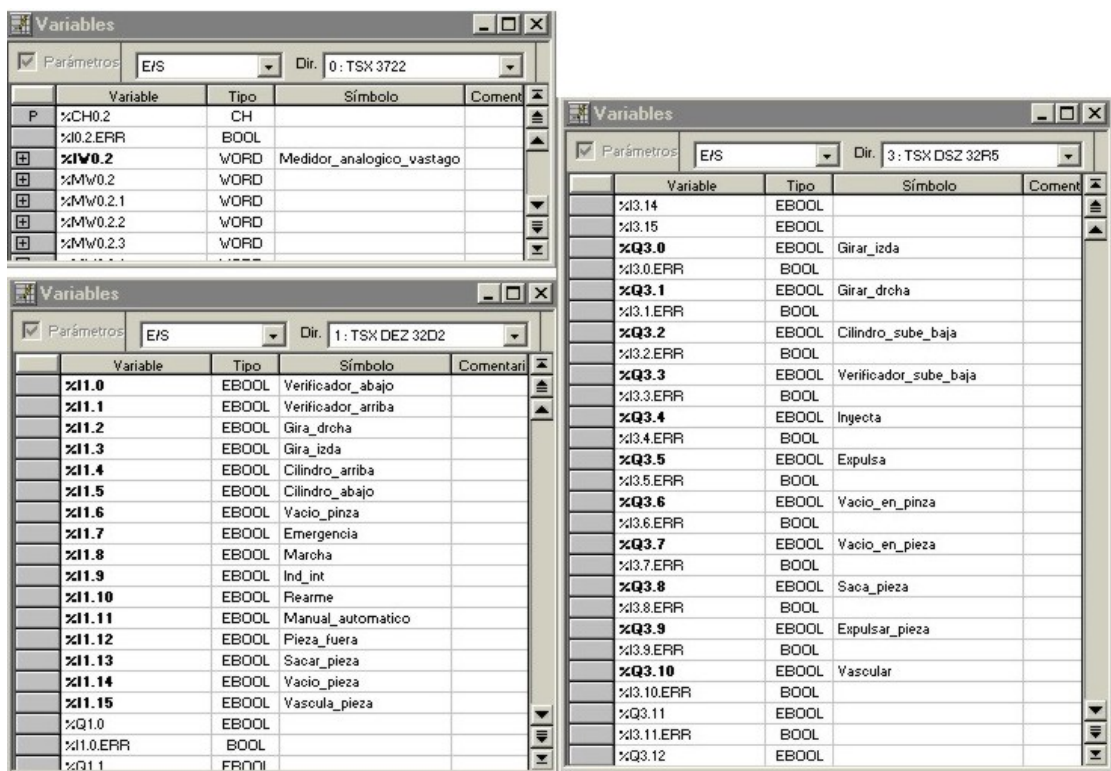


Figura 127: Símbolos de las entras y salidas.

Para que la programación no resulte tediosa, es conveniente dar también símbolos a los bits y palabras que vamos a utilizar. Para ello, desde el navegador de aplicaciones, seleccionamos los elementos a los que vamos a dar símbolos, objetos de memoria (words, bits, bytes, dobles words, real), objetos Grafect (etapas), objetos de sistema, constantes y elementos predefinidos (contadores, temporizadores, etc).

### 10.3. 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 en la máquina.

En este apartado no se pretende dar el programa que debe introducirse en la estación 3, dedicada al montaje de culatas, sino que se darán unas recomendaciones y una serie de claves para seguir mientras se este desarrollando el programa de practicas, así como el enunciado del mismo.

#### 10.3.1. 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 4.

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.

##### 10.3.1.1. **Enunciado.**

Para realizar la realización de la practica, se cargará el archivo “*estación4practicass*” que contiene la configuración del autómeta, así como pantallas de animación para facilitar la realización de la practica. También incluye este programa una subrutina, *SRO* que tiene la programación de las cajas de diálogo utilizadas en las pantallas de explotación. Esta subrutina no debe modificarse, ya que no se podrían visualizar mensajes.

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, y seguir el mapa de memoria y la descripción de entradas / salidas, además el apartado dedicado a las pantallas de explotación antes de comenzar la práctica.

### 10.3.1.1.1. Ejercicio 1.

Conocer las entradas y salidas de la estación, así como la forma de activación de esto, para ello, se programara el control manual de la estación 4 de verificación de cilindros de simple efecto.

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, y en el módulo preliminar 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.

No hay que olvidarse de lanzar la subrutina 0 desde el módulo preliminar.

```
END_IF ;  
!  
(*PARA PANTALLAS DE EXPLOTACION*)  
SR0 ;
```

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.**

### 10.3.1.1.2. Ejercicio 2.

Una vez conocida la máquina, tanto las entradas como las salidas, programar el control automático de la estación 4. Se utilizará una pantalla para lanzar pedidos de los diferentes tipos de piezas que le llegan a la estación por medio de palets, si tienen tapa, no se verificaran, y si no tienen tapa, se verificaran.

El proceso que debe seguir la estación es el siguiente. Cuando un palet se coloca frente a la estación 4, nosotros, informamos mediante la pantalla de explotación de modo automático del tipo de pieza que llega.

Cuando la orden ha sido aceptada por la estación, esta procede a recoger el cilindro del palet trasbordador y a depositarlo en el verificador. Para ello, bajamos el brazo, y al llegar abajo, manteniendo esta salida activa, conectamos la succión de la pieza. Cuando el vacío a sido detectado, lo que significará que el cilindro esta unido al brazo, subiremos el brazo. Al

llegar arriba, siempre con la salida *vacio\_en\_pinza* activa, giramos el brazo hacia la izquierda para colocar el cilindro en el verificador. después bajamos el cilindro sobre el verificador y cuando este abajo, desactivamos la succión de la pieza para soltarla.

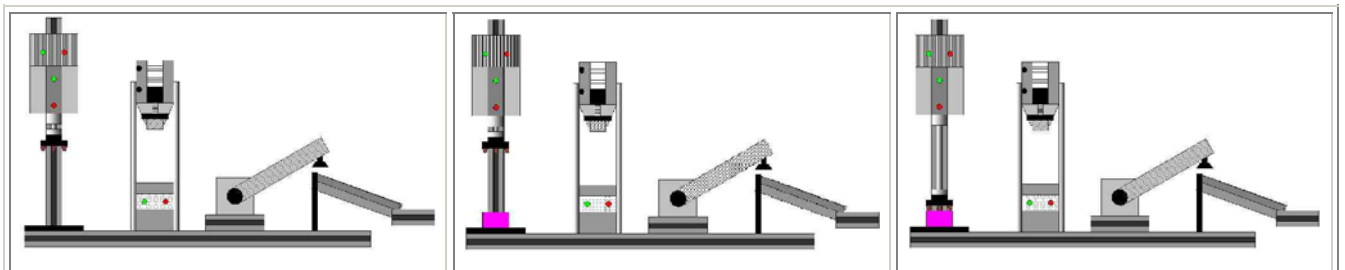
Cuando la pieza ya está en el verificado, hay que colocar el brazo en su posición de reposo. Para esto, lo subimos y lo giramos hacia la derecha para colocarlo sobre el palet.

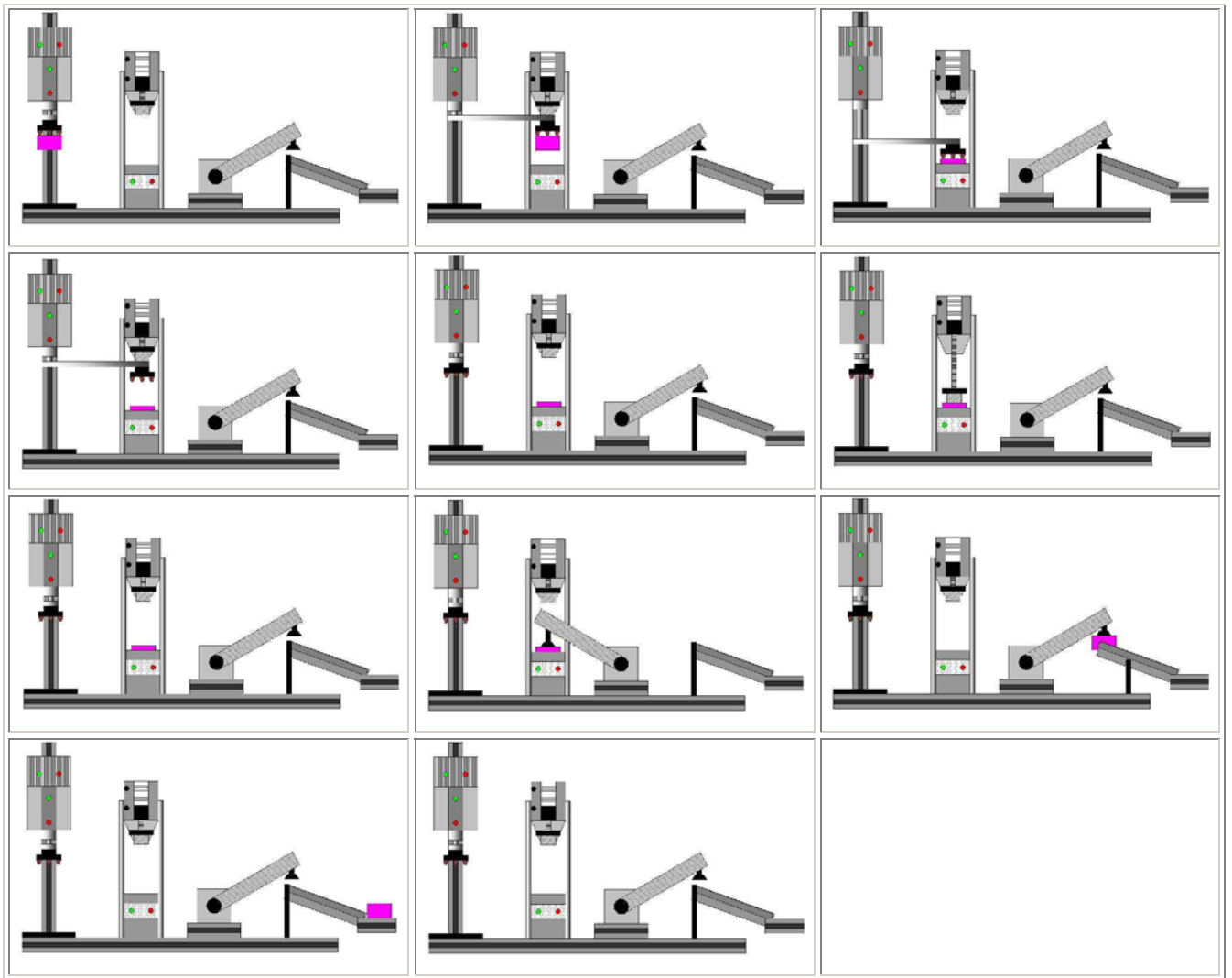
Ahora comienza el proceso de verificación. En primer lugar, bajamos el verificador, y lo mantendremos así durante todo este proceso. Al llegar abajo, conectamos la inyección de aire en el habitáculo de verificación. Durante este proceso, que debe de durar unos segundos, leemos el lector analógico que nos determinará la carrera del émbolo. Cuando trascurra el tiempo programada, desactivamos la inyección de aire y subimos el verificador. Esto hay que realizarlo siempre que queramos verificar el cilindro, claro, puesto que si se trata de una pieza con tapa, no es necesario verificarla, solamente pasarla.

Con el resultado que obtengamos procedemos a sacar la pieza del verificador. Si el resultado de la verificación a sido negativo, en primer lugar hay que posicionar la rampa para que el cilindro sea desechado. Si a sido positivo, se deja como esta para que el cilindro sea conducido hacia la estación 5.

después de posicionar la rampa, colocamos el brazo vasculante sobre el verificador y comenzamos la succión del cilindro. Cuando esta se produzca, la mantendremos activa hasta el final, activamos el expulsador, para empujar el cilindro que a sido empotrado en el verificador, y a continuación provocamos el giro del cilindro vasculante para colocarlo sobre la rampa. Una vez el cilindro sobre la rampa, desactivamos la succión, y dejamos que la pieza sea conducida hacia la estación 5 o bien caiga sobre el deposito de piezas desechadas.

Si todavía tienes dudas, consulta el capítulo dos. A continuación se muestra un cuadro explicativo.





Cuadro 25: Descripción del proceso de montaje de culatas.

### 10.3.1.1.3. Ejercicio 3.

Modificar el programa anterior para que la máquina realice un posicionamiento previo al grafect de producción automática, de forma que puede retirar una posible pieza que estuviese en el módulo verificador.

### 10.3.1.2. Descripción de entradas y salidas.

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

**10.3.1.2.1. Salidas.**

| VARIABLES | SIMBOLO               | COMENTARIO  |
|-----------|-----------------------|---|
| %Q 3.0    | Gira_izda             | Al activarla el brazo gira hacia el verificador. Al desactivarla no cambia.   |
| %Q 3.1    | Gira_drcha            | Al activarla el brazo gira hacia el palet colocado en la cinta transportadora. Al desactivarla no cambia.   |
| %Q 3.2    | Cilindro_sube_baja    | Al activarla el brazo baja. Al desactivarla, se produce el movimiento contrario.  |
| %Q 3.3    | Verificador_sube_baja | Al activarla baja el verificador baja. Al desactivarla sube.  |
| %Q 3.4    | Inyecta               | Al activarla inyectamos aire en el deposito de verificación. Si se desactiva, se para la inyección.   |
| %Q 3.5    | Expulsa               | Al activarla se activa un cilindro que empuja la pieza alojada en el verificador hacia arriba. Al desactivarla, paramos ese empuje.   |
| %Q 3.6    | Vacio_en_pinza        | Al activarla comenzamos el proceso de crear el vacío en el brazo que recoge la pieza del palet y la deja en el verificador. Si la desactivamos, cortamos el proceso de crear vacío. |
| %Q 3.7    | Vacio_en_pieza        | Igual que la anterior, pero en este caso el vacío se crea en el brazo vasculante que coge la pieza del verificador y la deja sobre rampa.   |
| %Q 3.8    | Saca_pieza            | Al activarla, provocamos que el brazo vasculante se coloque sobre el verificador. Si la desactivamos, no cambia la posición.  |
| %Q 3.9    | Expulsar_pieza        | Al activarla, provocamos que el brazo vasculante se coloque sobre la rampa. Si la desactivamos, no cambia   |



|         |          |   |
|---------|----------|---|
|         |          | la posición.  |
| %Q 3.10 | Vascular | Al activarla provocamos el cambio de inclinación en la rampa para que caiga la pieza en la cuba de piezas defectuosas. Al desactivarla, la rampa permanece en posición de reposo, conduciendo las piezas hacia la estación 5. |

Cuadro 26: Descripción y símbolos de las salidas del autómata.

### 10.3.1.2.2. Entradas.

| VARIABLES | SIMBOLO            | COMENTARIO   |
|-----------|--------------------|--|
| %I 1.0    | Verificador_abajo  | Se activa al llegar o estar el verificador abajo.                          |
| %I 1.1    | Verificador_arriba | Se activa al llegar o estar el verificador arriba.                         |
| %I 1.2    | Gira_drcha         | Se activa al llegar o estar la pinza a la derecha, sobre el palet.         |
| %I 1.3    | Gira_izda          | Se activa al llegar o estar la pinza a la izquierda, sobre el verificador. |
| %I 1.4    | Cilindro_arriba    | Se activa al llegar o estar el brazo arriba.                               |
| %I 1.5    | Cilindro_abajo     | Se activa al llegar o estar el brazo abajo.                                |
| %I 1.6    | Vacio_pinza        | Se activa al crearse y mantenerse el vacío en las dos ventosas del brazo.  |
| %I 1.7    | Emergencia         | Seta de emergencia. Se activa al pulsarla.                                 |
| %I 1.8    | Marcha             | Pulsador de marcha.  |
| %I 1.9    | Ind_int            | Interruptor para seleccionar el modo de funcionamiento.                    |
| %I 1.10   | Rearme             | Pulsador de rearme.  |
| %I 1.11   | Manual_automatico  | Interruptor para seleccionar el modo de funcionamiento.                    |
| %I 1.12   | Pieza_fuera        | Se activa al llegar o estar el cilindro vasculante sobre la rampa.         |
| %I 1.13   | Sacar_pieza        | Sea activa al llegar o estar el cilindro vasculante sobre el               |

|         |               |  |
|---------|---------------|--|
|         |               | verificador.   |
| %I 1.14 | Vacio_pieza   | Se activa al crearse o mantenerse el vacio en el cilindro vasculante.  |
| %I 1.15 | Vascula_pieza | Se activa al estar o llegar o estar la rampa inclinada para tirar el cilindro hacia el deposito de piezas defectuosas. |

**Cuadro 27:** Descripción y símbolos de las entradas del autómata.

### 10.3.1.3. 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 4, solamente podemos escribir en 15 palabras, es decir de la %MW245 a la %MW259, 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 utilizemos, los cogeremos dentro del margen que va desde la %M100 hasta el %M180. El resto de memoria no la utilizaremos.

También hay que tener presente la tabla con las entradas 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 proceso del pedido que la estación tiene que realizar. Se usa en las pantallas de explotación | Solamente se usa en la subrutina 0 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 subrutina 0 para identificar la emergencia. |

**Bits de memoria que vamos a utilizar como mandos:**

|                             |  |  |
|-----------------------------|--|--|
| <i>Mandos manuales para</i> |  |  |
|-----------------------------|--|--|

|  |                             |                     |
|--|-----------------------------|---------------------|
| <b><i>movimientos y diferentes modo de funcionamiento desde PDE:</i></b> |                             |                     |
| %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_izda_mando             | Pulsador            |
| %M 166   | Gira_drcha_mando            | Pulsador            |
| %M 167   | Cilindro_sube_baja_mando    | Tecla pulsar/pulsar |
| %M 168   | Verificador_sube_baja_mando | Tecla pulsar/pulsar |
| %M 169   | Inyecta_mando               | Tecla pulsar/pulsar |
| %M 170   | Expulsa_mando               | Tecla pulsar/pulsar |
| %M 171   | Vacio_en_pinza_mando        | Tecla pulsar/pulsar |
| %M 172   | Vacio_en_pieza_mando        | Tecla pulsar/pulsar |
| %M 173   | Saca_pieza_mando            | Pulsador            |
| %M 174   | Expulsar_pieza_mando        | Pulsador            |
| %M 175   | Vascular_mando              | Tecla pulsar/pulsar |
| %M 176   | Marcha_mando                | Pulsador            |
| <b><i>Mandos para realizar pedidos desde PDE:</i></b>                    |                             |                     |
| %M190  | Verificar_pieza             | Pulsador            |
| %M191  | Pasar_sin_verificar         | Pulsador            |

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

|   |                       |  |
|---|-----------------------|--|
| <b><i>Las emergencias de la estación serán las siguientes y estarán como sigue:</i></b> |                       |  |
| %M 140  | Maxtiempo_verificador | Máximo tiempo de ir o venir a, o, desde palet.               |
| %M 141  | Maxtiempo_subir_bajar | Máximo tiempo de subir o bajar la pinza.                     |
| %M 142  | Maxtiempo_girar       | Máximo tiempo en roscar o desenroscar la culata.             |
| %M 143  | Maxtiempo_vacio       | Máximo tiempo en detectar que una culata ha salido ya fuera. |
| %M 144  | Maxtiempo_sacar_pieza | Máximo tiempo en realizar                                    |

|                                    |                      |   |
|------------------------------------|----------------------|---|
|                                    |                      | el movimiento del cilindro vasculante.  |
| %M 145                             | Fallo_interno        | Suma (OR) de los bits de error de los módulos.  |
| %M 146                             | Mando_emergencia     | %M 146:=%M 163  |
| %M 147                             | Seta_emergencia      | %M147:=%I1.8  |
| <b>Otros bits que se usan son:</b> |                      |   |
| %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.<br>%M 115 := %M 150 OR %M 149 OR %M 151 , etc               |
| %M 117                             | Verificando_cilindro | Este bit sirve para visualización y hay que activarlo cuando comencemos a verificar un cilindro. también hay que borrarlo.    |
| %M 118                             | Cilindro_defectuoso  | Este bit sirve para visualización y hay que activarlo cuando el cilindro verificado sea defectuoso. también hay que borrarlo. |
| %M 119                             | Cilindro_bueno       | Este bit hay que activarlo cuando el cilindro verificado sea bueno.   |
| %M 120                             | Pasando_cilindro     | Este bit hay que activarlo cuando pasemos un cilindro sin verificar.  |

**Cuadro 28:** Mapa de memoria de la aplicación de practicas.

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

|       |   |                                     |
|-------|---|-------------------------------------|
| %X0   | Primera etapa del grafect de producción | Aunque no utilizemos la guía GEMMA. |
| %X 90 | Modo manual                             |                                     |
| %X 91 | Modo automático integrado               |                                     |
| %X 92 | Modo test                               |                                     |

**Cuadro 29:** 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 práctica estará mal realizada. Todos los bits que sea necesario utilizar al realizar el programa se cogerán de la zona acotada anteriormente.

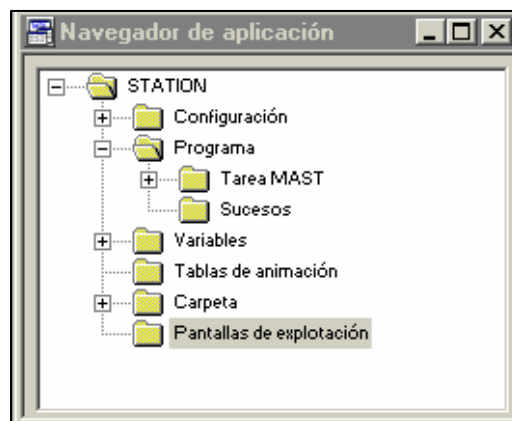
#### 10.3.1.4. Pantallas de explotación.

La herramienta Pantallas de explotación está integrada en el programa PL 7 Pro. Es rápida, fácil de utilizar y facilita la explotación de un 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 autómatas por una tarjeta de entrada, o desde el programa del usuario.

Cuando la estación está conectada al autómatas 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 autómatas. En esta aplicación se seleccionan las pantallas desde el teclado. El autómatas 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 práctica, que son cinco. Una es de aplicación general para la estación 4, otra para el control manual, otra para la marcha de test, otra para mandar las ordenes y visualizar el proceso en el que se encuentra la producción, y otra para visualizar las emergencias y resolverlas.



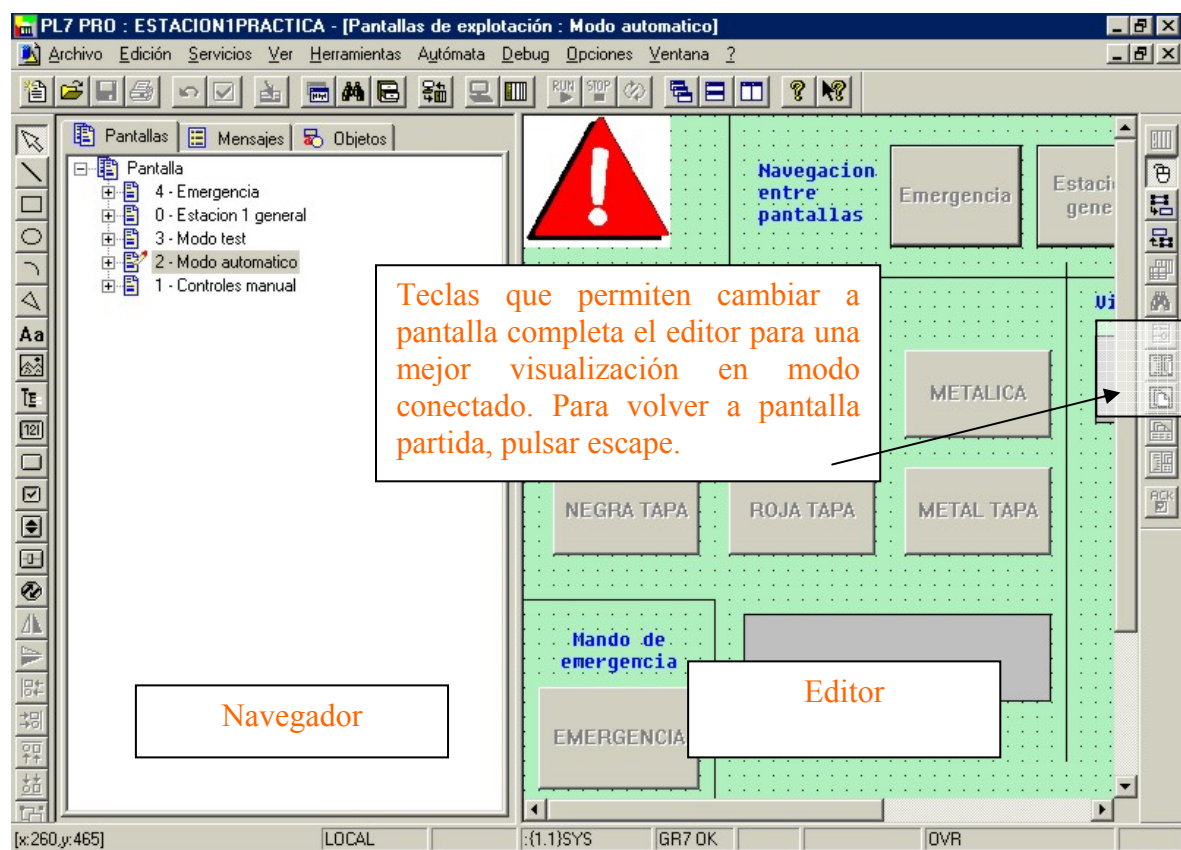
La pantalla de test no está desarrollada. Sí el resto, que contienen los mandos y visualizadores necesarios para realizar la práctica, tanto el ejercicio 1 como el 2.

Como podemos apreciar en la figura 49, 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 autómatas, pero esta pantalla no nos interesa puesto que no trabajaremos con ella.

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.

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 al evolución de las variables del autómatas. 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.



**Figura 128:** Pantalla principal de la aplicación pantallas de explotación.

La primera pantalla es una aplicación general de la estación 4. Esta pantalla nos ofrece una imagen de la estación de verificación de cilindros, 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. Nosotros para el ejercicio 1 y 2, no tendremos porque programar estas teclas, y las pantallas funcionarán igualmente.

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.



**Figura 129:** Pantalla de explotación general de la estación 4.

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 50, una señal de emergencia (triángulo 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. 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 autómeta. Tanto las teclas como los visualizadores (círculos imitadores de led's) 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 led's



que estén activados, aparecerán en verde, mientras que los que no estén activados, no aparecerán en la pantalla.



**Figura 130:** Imagen de pantalla de explotación para mandos manuales.

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: Brazo\_izda, Brazo\_drcha, Coger\_pieza, Tirar\_pieza e interruptores son: Brazo\_sube/baja, Verifi\_sube/baja, Vacio\_brazo, Vacio\_pieza, Expulsador, Inyecta, Vascular y Emergencia. Puede que el nombre del mando que aparece en la pantalla, no coincida con el da la salida, pero estos nombres se dan para que resulte mas claro la salida que activan.

La diferencia es que los pulsadores activan cilindros de doble efecto (biestables), y los interruptores cilindros de simple efecto (monoestables). 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.

Los led’s son visualizadores de las entradas, y en ellos puede leerse el estado de las entradas del autómat. Cuando tienen el color verde de la imagen, es que esta activada la entrada asociada, y cuando esta no esta activa, el led asociado no aparece en la pantalla.

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 atención (triángulo rojo con exclamación blanca), que se activara al suceder cualquier emergencia.

Hay que tener cuidado al manejar esta pantalla, y hacerlo siempre teniendo visible la estación, y nunca al libre albedrío nuestro, ya que podríamos dañar alguna parte de la máquina. Prestar atención especial a los interruptores, y no olvidarse de su desactivación.

Para la siguiente practica, la número 2, es necesario utilizar también la pantalla 2, modo automático. Desde esta pantalla, lanzaremos ordenes hacia nuestra estación, y podremos visualizar el estado en el que se encuentra la producción, si estamos esperando orden, o verificando un cilindro, y también el cilindro ha sido verificado con éxito, o si ha sido defectuoso. Esto se puede ver en el cuadro de texto que tenemos. La imagen que presenta la pantalla, puede verse en la figura siguiente.

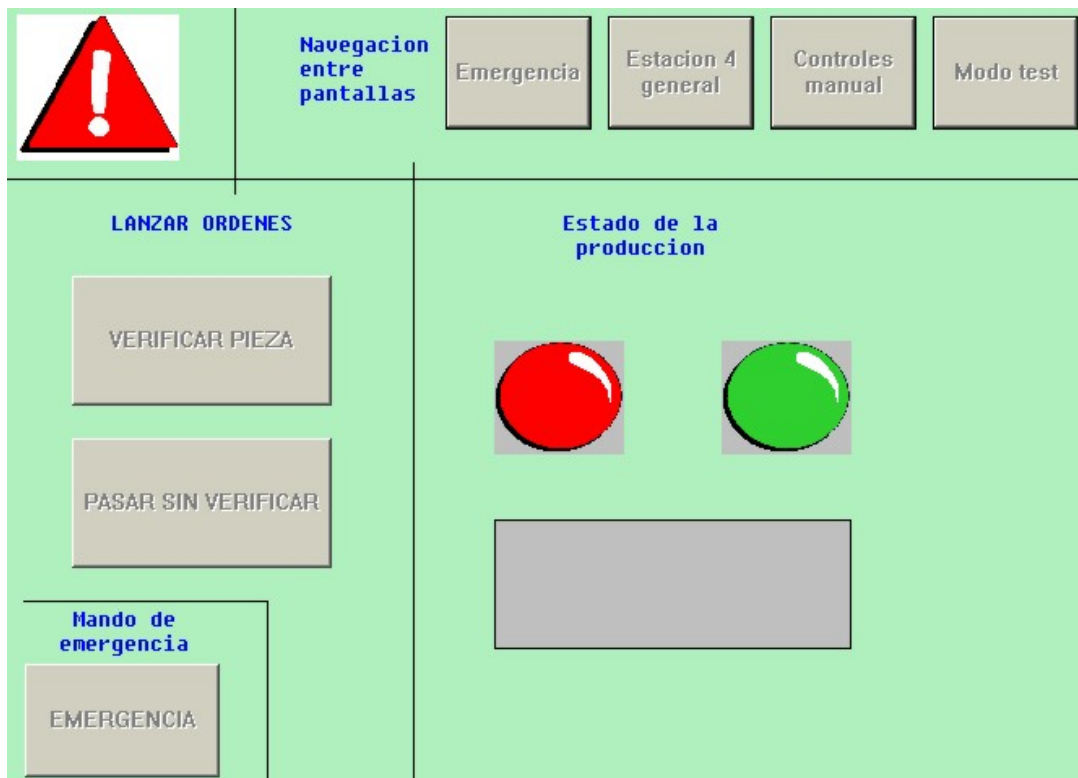
Disponemos pues, del navegador entre pantallas, cuyo uso es igual que en otras pantallas, y de la señal de atención, que nos informará de la existencia de emergencia.

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

Para lanzar las ordenes, disponemos de dos pulsadores. Cada uno de ellos corresponde a un tipo de pieza diferente. Si queremos verificar un cilindro pulsamos la tecla adecuada, y si queremos que el cilindro pase sin verificarse, pulsaremos el otro mando.

En la parte derecha, tenemos la visualización de la producción. Disponemos de dos pilotos indicadores. El rojo estará activo cuando estemos en reposo, y el verde se conectara cuando la estación este produciendo (siempre que la etapa 0 del grafect sea la primera del grafect de producción). también disponemos de una caja de texto en la cual se describe en todo momento el estado actual de la máquina. En el texto aparecerá si estamos esperando una orden, si estamos verificando un cilindro, si estamos pasando sin verificar un cilindro, si el cilindro ha sido verificado con éxito, o si por el contrario, la no ha superado la verificación. Así, podremos comprobar que la operación la realiza de forma correcta

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



**Figura 131:** Pantalla de explotación para lanzar ordenes.

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.

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 parpadeando, 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), 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 autómatas 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.



**Figura 132:** Imagen de la pantalla de explotación para gestionar las emergencias.

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 práctica, 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.

### **10.3.2. Consejos de programación.**

Algunas recomendaciones que pueden seguirse para realizar los programas de la estación 4, son las siguientes:

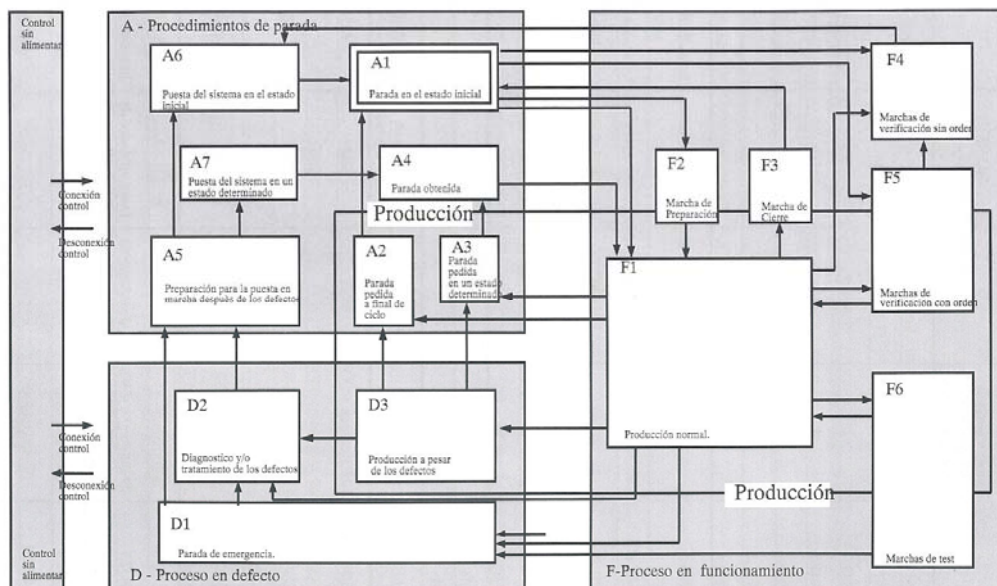
- ✓ Utilizar el mapa de memoria, respetando los símbolos para una correcta visualización en las PDE.
- ✓ No usar la parte de la memoria que ha sido restringida.
- ✓ Para gestionar las emergencias utilizar los bits %S22, %S21.

- ✓ Programar las salidas y los mandos manuales en el módulo Post.
- ✓ 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.
- ✓ Utilizar comentarios, sobre todo en el módulo preliminar.
- ✓ Dar símbolos a todos los bits y palabras de memoria que utilizemos.
- ✓ En la etapa donde se reciben las ordenes (debería ser %X0), la transición debería incluir un tiempo prudencial de permanencia en esa etapa para poder cambiar el pedido durante un pequeños tiempo, por ejemplo 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\_automático y Ind\_int en la posición deseada (mirar cuadro 6), 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. Por ejemplo, si tenemos una pieza en el verificador, y se produce una emergencia, hay que sacar la pieza de ahí, bien a mano, o bien mediante un pequeño programa de posicionado.
- ✓ Hay que lanzar la subrutina en el módulo preliminar.
- ✓ Los bits para conocer el estado de la producción, se tienen que borrar al finalizar el montaje, y pueden irse activando durante el Grafect.
- ✓ Las salidas deben ser programadas para que se activen con mandos manuales y también con las etapas Grafect correspondientes cuando estemos en producción automática.

- ✓ Para sacar la pieza del módulo de verificación, se colocará el cilindro vasculante sobre el verificador y se procederá la succión el mismo. Cuando se detecte el vacío, se dará un pequeño empujón al cilindro (salida expulsa) y rápidamente se moverá el cilindro para colocarlo en la rampa.
- ✓ Aunque el cilindro no deba de ser verificado, es conveniente que se baje el verificador durante un momento. Así el cilindro se pone recto, y la succión de la pieza es más segura, porque sino, si el cilindro queda un poco inclinado, la succión no se producirá.

### 10.3.3. 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 133:** 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 Grafect.
- **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 supone 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 autómatas 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 Grafect 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 grafect asociado se le denomina grafect 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 autómatas comprueba el buen funcionamiento de los accionadores y captadores de la máquina. El autómatas 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 autómeta 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 autómeta 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.

### **10.3.3.1. 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, procederemos a su aplicación en la estación 4. 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:

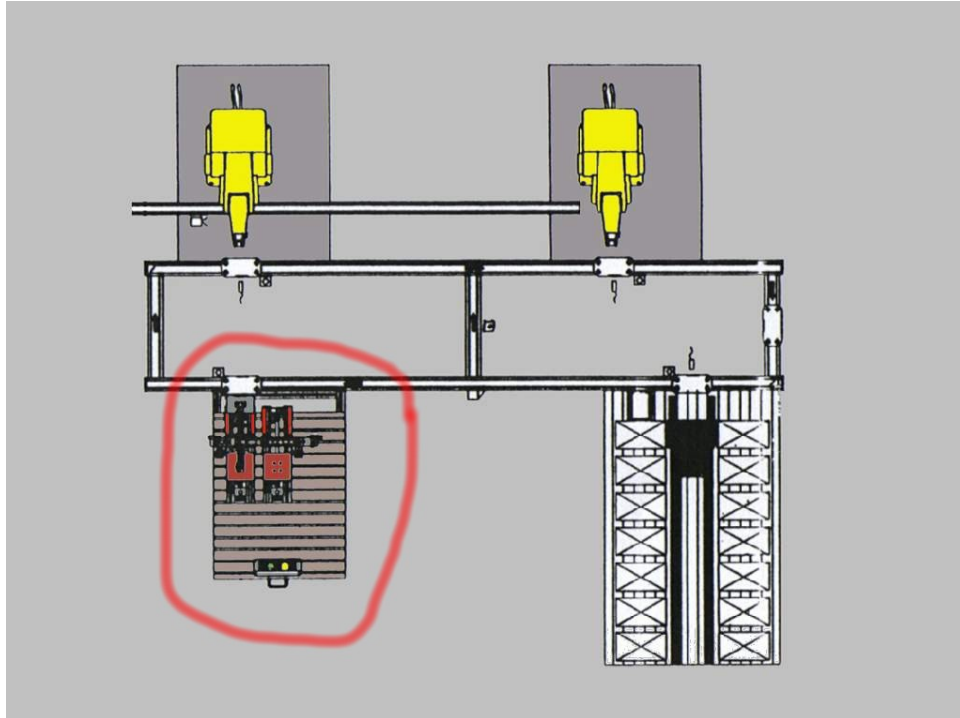
- xi. Selección del modo de reinicio por parte del operario.** Al producirse una emergencia, se podrá rearmar de forma manual, mediante mandos manuales, y de forma automática, mediante mando rearme.
- xii. Control manual.** Programar un estado de funcionamiento en el los movimientos se realizan de forma manual.
- xiii. 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.
- xiv. Producción normal automática.** Estado en el cual la estación atenderá los pedidos que le hagamos.
- xv. 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 Grafect 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 *estación4practica*. En el modo automático y el modo manual debe funcionar como se explicó en el apartado 4.3.2.

## CAPÍTULO 11. INTRODUCCIÓN A LA ESTACIÓN 6.

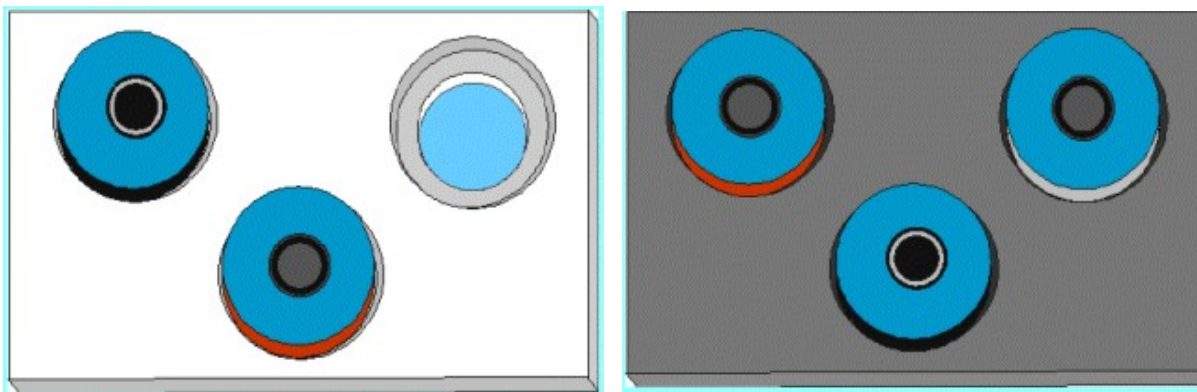
Esta estación se encuentra encuadrada dentro del módulo II, más concretamente es la primera estación dentro del proceso productivo del módulo II, tal y como puede observarse en la figura 21.



**Figura 134:** Posición de la estación 6 en el módulo II.

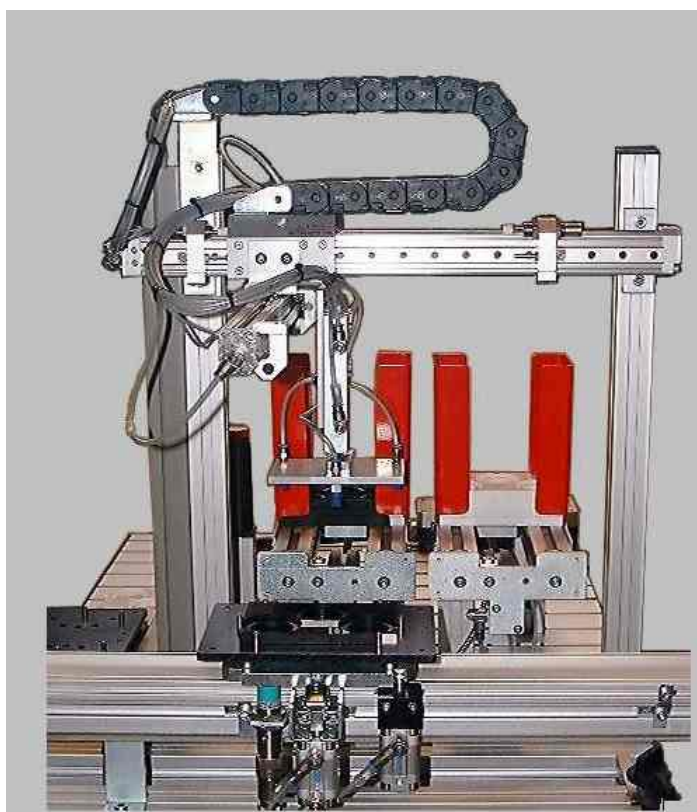
La función de la estación 6 es la de suministrar la base sobre la que se montan los pedidos que luego se almacenan en la estación 7. Existen dos tipos diferentes de placas, unas de color negro y otras de color blanco. Esta es la única diferencia, pues ambas coinciden en el número de piezas que pueden montar, tres cilindros sobre cada placa.

Cuando se quiere montar un pedido, el primer paso lo da la estación 6, que monta sobre el palet que le llega la placa deseada. A continuación podemos ver dos pedidos montados en placas diferentes:



**Figura 135:** Imágenes de diferentes placas.

Podemos observar la figura de la estación en la imagen 23. La máquina dispone de dos depósitos diferentes donde se almacenan los diferentes tipos de placas. También podemos ver que el palet está alineado con las placas negras, mientras que las placas blancas quedan desplazadas a la izquierda.

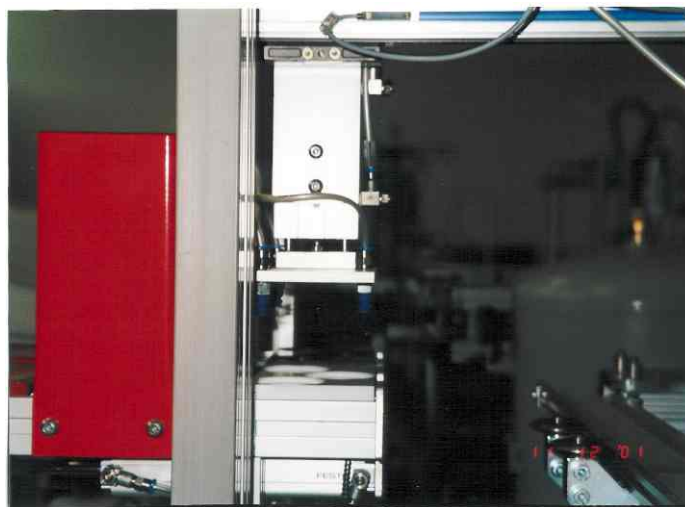


**Figura 136:** Imagen de la estación 6.

A continuación vamos a describir el funcionamiento de la estación de carga de placas, para que podamos tener una visión general del funcionamiento automático de la máquina, así como las posiciones que ocupa la máquina durante este proceso. Es posible seguir estos movimientos quitando el aire de la estación y comprobando la iluminación de los leds que

están asociados a los sensores. Estos leds, están colocados en las bases de precableado de FESTO, pero si se tiene alguna duda, consultar el capítulo número 3 de este manual (no manipular la estación sin estar seguros de que se realiza de forma correcta).

La estación dispone de dos depósitos donde se almacenan las placas, las cuales son extraídas por dos empujadores, y detectadas por sensores ópticos. Además de un brazo equipado con ventosas para la manipulación de las placas. El brazo se mueve sobre un cilindro sin vástago que realiza el movimiento de traslación.



**Figura 137:** Detalle de la estación de suministro de placas.

El proceso de depositación de una placa sobre un palet de transporte es tal y como se describe a continuación:

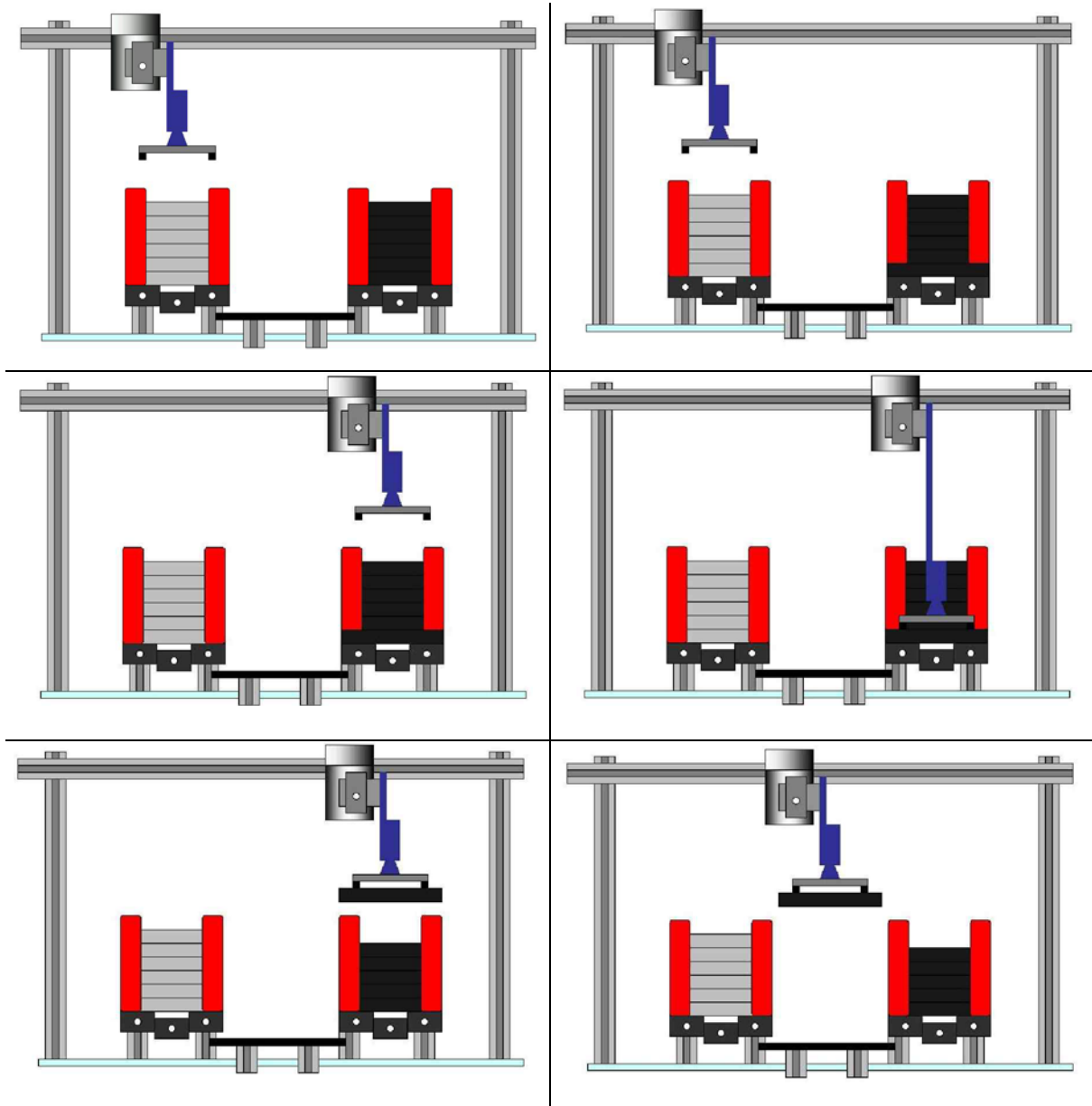
Al llegar el palet a la altura de la estación, y recibir esta una orden de sacar una placa, la estación saca la pieza correspondiente. Para ello, mediante un cilindro, empuja el depósito, desapilando una placa y colocándola sobre la plataforma de salida. Esta placa es detectada por un sensor óptico, momento en el cual, desactivamos el desapilador.

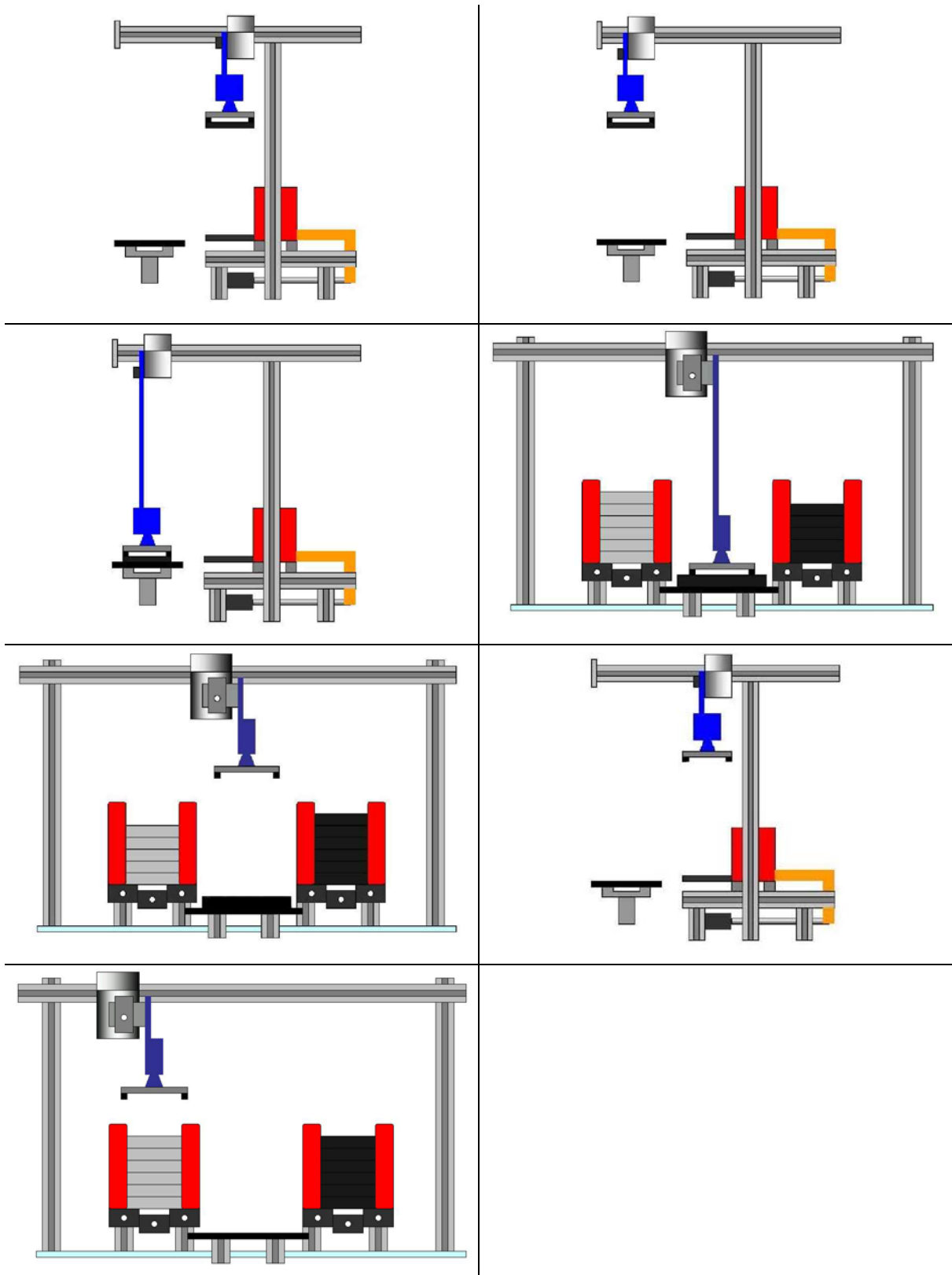
A continuación, el brazo se posiciona sobre la placa, como ya hemos dicho, dependiendo del tipo de placa, el brazo deberá quedarse donde está o moverse hacia la izquierda. Cuando el brazo esté posicionado, pasaremos a recoger la placa. Para ello, bajamos el brazo hasta que el sensor correspondiente llegue abajo, y a continuación procedemos a succionar la placa. La succión permanecerá hasta que la soltemos sobre el palet.

Cuando el sensor detecte que se ha producido el vacío, significará que la placa está sujeta, y podremos subir el brazo, cuando el brazo esté arriba, lo alinearemos con el palet transportador, puede que ya esté alineado.

Después, avanzamos el brazo para colocarlo sobre el palet, y cuando lleguemos allí, bajamos el brazo. A continuación desactivamos la succión, para depositar la placa sobre el palet. Cuando el sensor de vacío, ya no nos dé lectura, subimos el brazo y pasamos a colocarlo en su posición de reposo.

Para ello, retrocedemos el brazo sobre el cilindro sin vástago, y al llegar atrás, finaliza el ciclo de montaje de placas.





**Figura 138:** Descripción de los movimientos de la estación para colocar una placa negra.

## **CAPÍTULO 12. DESCRIPCIÓN DE LA ESTACIÓN 6.**

En este capítulo se tratará de hacer una descripción detallada de todos los elementos que componen la estación de carga de placas. Es importante asimilar todos los conceptos aquí desarrollados, para conocer el correcto funcionamiento de los componentes de la estación a la hora de programarla. Es conveniente seguir la lectura del capítulo teniendo visible la estación 6, tanto el panel frontal, como los elementos de la propia máquina.

### **12.1. 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 estos movimientos, pero también intervienen muchos otros elementos, que aunque no se nos muestren, son tan importantes o más que los actuadores.

La estación 6 dispone de 8 actuadores de salida, concretamente 11. Los accionamientos, como en el resto de las estaciones, son neumáticos, es decir, son cilindros y doble y simple efecto los encargados de realizar los movimientos. El autómeta, no puede activar directamente estos cilindros, así que existen unas electroválvulas encargadas de transmitir las ordenes de mando hacia los actuadores 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. La estación 6 incorpora diferentes tipos de sensores, digitales todos ellos, como vacuostatos, detectores, etc..

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 autómeta. 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.

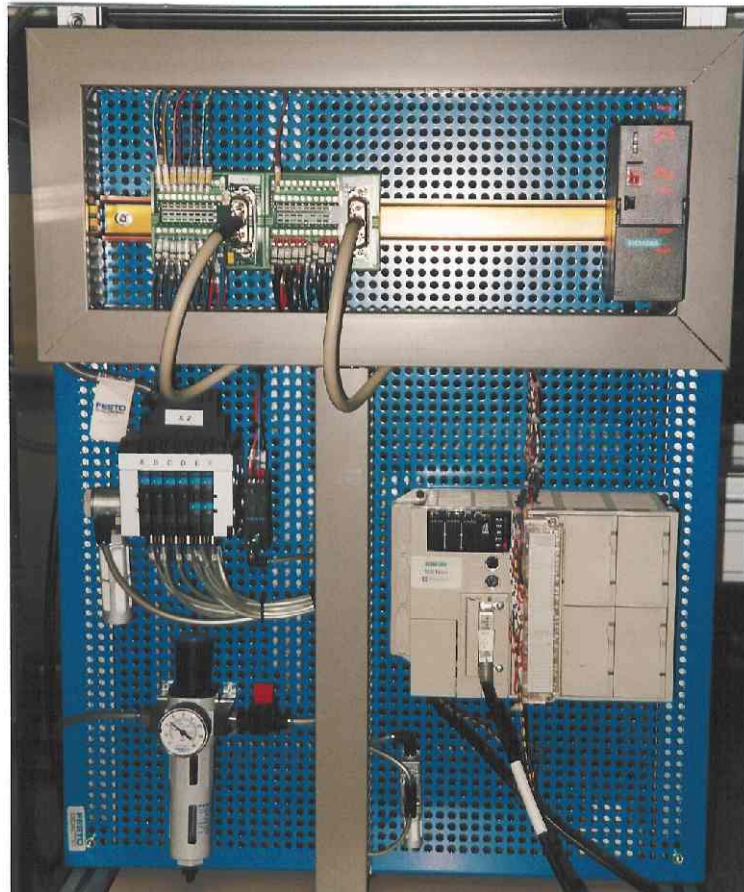
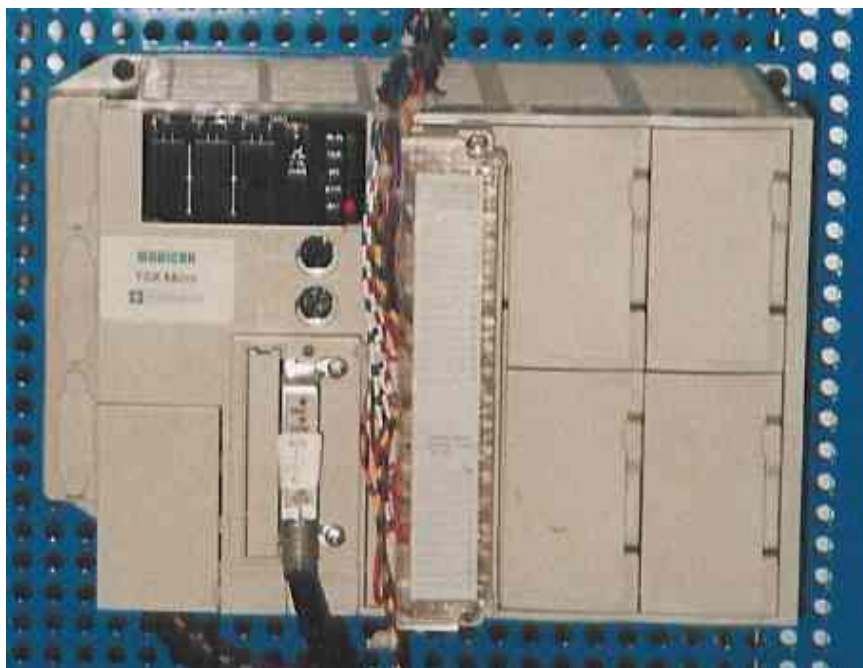


Figura 139: Panel frontal de la estación 6.

## 12.2. Descripción hardware.

### 12.2.1. El autómata.

Esta estación lleva incorporado un autómata *TSX Micro 3721*. Esta formado por un rack con 3 emplazamientos libres con alimentación integrada (24 V en DC o 100/240 v en AC), un procesador con memoria RAN de 20 K palabras (programa, datos y constantes), 2 emplazamientos para tarjeta PCMCIA (1 tarjeta de comunicaciones y 1 tarjeta de memoria de 64 K palabras como máximo) y un reloj calendario. Este autómata permite su ampliación en 2 del número de emplazamientos, mediante la incorporación de un minirack *TSX RKZ 02*, del que no haremos uso de momento.



**Figura 140:** Automata *TSX 3721* de la estación 6.

El autómata también incorpora una tarjeta PCMCIA tipo III Fipway, más concretamente la *TSX FPP 20*. Esta tarjeta nos permitirá la comunicación en red 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, y este debe ser seleccionado mediante una pequeña ruleta que tienen la tarjeta en un lateral. También ahí hay que seleccionar el número de red. 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 141:** Imagen de tarjeta Fipway.

Como podemos observar en la figura del autómata, solo tenemos instalado un módulo en el rack. Este módulo se trata de un *TSX DMZ 28DR*, que integra 16 entradas digitales y 12 salidas, también digitales. La conexión se realiza mediante bornas con tornillos, bornero.

Esto es así, debido a que la estación tenía incorporadas unas bases de precableado de la casa FESTO, fabricante de la célula, con la particularidad de que integran en el mismo conector entradas y salidas, algo que no es soportado por los autómatas de la casa de Telemecanique, que tienen que ser conectadas las entradas todas juntas en un conector (o varios) y las salidas en otro. Así, que las entradas son conectadas mediante tornillo a las bornas de entrada, y las salidas a las de salida.

Este módulo soporta entradas a una tensión de 24 VDC, mientras que las salidas son a relé con una corriente máxima de 3 A.

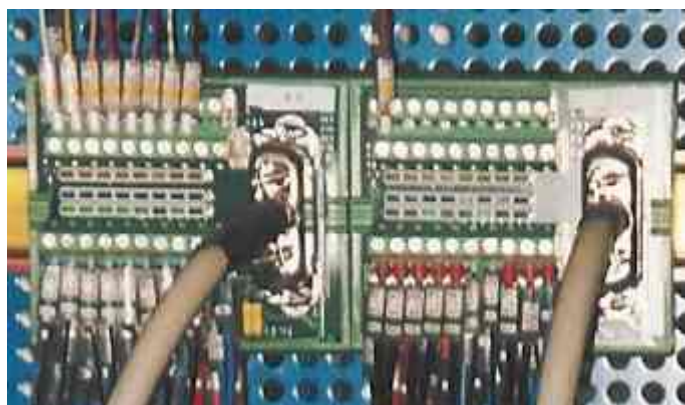
Debido a la sencillez de esta estación, pocas entradas y salidas, con un único módulo es suficiente para gestionar con el autómata la máquina.

El resto de los emplazamientos del rack, se quedan libres para posibles ampliaciones de las tareas requeridas.

### **12.2.2. Módulos de precableado 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. Como ya se ha comentado anteriormente, 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.

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.



**Figura 142:** Bases de precableado de la estación 6.

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 separando hilo por hilo los cables de la manguera y conectándolos al borneo de entradas y salidas del autómata. 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:

| <b>Denominación<br/>FESTO</b> |                          | <b>Numeración autómata</b>  |
|-------------------------------|--------------------------|-----------------------------|
| <b>MODULO 0</b>               |                          |                             |
| <b>ENTRADAS</b>               | <b>DENOMINACIÓN</b>      | <b>ENTRADA<br/>AUTOMATA</b> |
| I 0.0                         | Alimentador_ izdo_atrás  | %I 1.0                      |
| I 0.1                         | Optico_alimentador_ izdo | %I 1.1                      |
| I 0.2                         | Alimentador_drcho_atras  | %I 1.2                      |
| I 0.3                         | Optico_alimentdor_drcho  | %I 1.3                      |
| I 0.4                         | Placa_arriba             | %I 1.4                      |
| I 0.5                         | Placa_abajo              | %I 1.5                      |
| I 0.6                         | Placa_drcha              | %I 1.6                      |
| I 0.7                         | Placa_izda               | %I 1.7                      |
| <b>SALIDAS</b>                | <b>DENOMINACIÓN</b>      | <b>SALIDA AUTOMATA</b>      |
| O 0.0                         | Alimentador_izda         | %Q 2.0                      |
| O 0.1                         | Alimentador_drcha        | %Q 2.1                      |
| O 0.2                         | Coger_placa              | %Q 2.2                      |
| O 0.3                         | Bajar_subir              | %Q 2.3                      |
| O 0.4                         | Izda                     | %Q 2.4                      |
| O 0.5                         | Drcha                    | %Q 2.5                      |
| O 0.6                         | Adelante                 | %Q 2.6                      |
| O 0.7                         | Atrás                    | %Q 2.7                      |

| <b>MODULO 1</b> |                     |                         |
|-----------------|---------------------|-------------------------|
| <b>ENTRADAS</b> | <b>DENOMINACIÓN</b> | <b>ENTRADA AUTOMATA</b> |
| I 1.0           | Emergencia          | %I 1.8                  |
| I 1.1           | Marcha              | %I 1.9                  |
| I 1.2           | Manual_automatiko   | %I 1.10                 |
| I 1.3           | Rearme              | %I 1.11                 |
| I 1.4           | Ind_int             | %I 1.12                 |
| I 1.5           | Placa_atrás         | %I 1.13                 |
| I 1.6           | Placa_adelante      | %I 1.14                 |
| I 1.7           | Vacio               | %I 1.15                 |
| <b>SALIDAS</b>  | <b>DENOMINACIÓN</b> | <b>SALIDA AUTÓMATA</b>  |
| O 1.0           | Alarma              | %Q 2.8                  |

**Cuadro 30:** Denominación de las entradas y salidas.

### 12.2.3. Equipos de vacío.

Dado el carácter didáctico de la célula, en ella se tratan de incluir todos los sistemas que se den en un sistema industrial, y uno de ellos en la sujeción por ventosas mediante vacío. En la estación 6 disponemos de un elemento para esta sujeción, compuesto por tres ventosas, que se comunican con el equipo de vacío por tubos.

En la técnica de manipulación de piezas se utiliza con frecuencia la sujeción por medio de vacío de ventosas.

El vacío puede generarse de diferentes formas:

- Por medio de una bomba de vacío.
- Por medio de una soplante.
- Por medio de un generador de efecto Venturi.

De todos los modos de generación de vacío, el más sencillo y que necesita menos mantenimiento es el generador de vacío por efecto Venturi. Se basa en una tobera inyectora por la que sale aire a presión. El flujo emergente arrastra el aire que lo circunda, creando así una zona de vacío en la cámara por la que fluye el aire. Este es el método que se ha utilizado.

La tobera aspiradora dispone de un filtro silenciador para el aire expulsado que reduce el nivel de emisión acústica.



**Figura 143:** Foto de la tobera de la estación.

En la generación de vacío deben distinguirse claramente dos conceptos:

- Caudal
- Depresión o vacío

El caudal es la cantidad de aire que puede aspirar un sistema generador de vacío mientras que la depresión es el nivel o fuerza que alcanza esta depresión. El caudal se mide en litros por minuto y la depresión o vacío en bares (bar), negativos, de valor relativo.

Los niveles y caudales de vacío que pueden alcanzarse con estas toberas, dependen del tamaño de la tobera y de la presión de funcionamiento.

El caudal necesario en una sujeción por vacío, vendrá determinado por dos factores:

- El tiempo de que se dispone para alcanzar el vacío, en relación con el volumen de aire a vaciar.
- La porosidad o pérdidas (entradas de aire) en el circuito de vacío.

Efectivamente, si las ventosas son muy grandes (gran volumen) y / o el tiempo que se dispone para alcanzar el vacío es muy pequeño, y el grado de hermeticidad entre la ventosa y la pieza no es muy elevado, será necesario un gran caudal.

Por el contrario, con ventosas pequeñas (pequeño volumen a descargar), y elevada hermeticidad entre la ventosa y la pieza (por ejemplo piezas con superficies pulidas), pueden conseguirse tiempos de sujeción muy cortos aun con caudales pequeños.

El nivel de vacío influye en la fuerza que puede hacer una ventosa. Al igual que la fuerza que puede hacer un cilindro neumático depende de la superficie de su embolo y de la presión de trabajo, la fuerza que puede realizar una ventosa depende del diámetro de la ventosa y de la depresión de funcionamiento.

#### **12.2.4. Captadores.**

Existen diferentes tipos de sensores dentro de la estación 6. En la estación actual, tenemos interruptores de proximidad inductivos, vacuostatos y sensores ópticos. Como puede comprobarse es una de las que más variedad ofrece en este sentido. También existen entradas que se activan de forma manual, pulsadores e interruptores, que también puede considerarse como captadores. Veamos con un poco más de detalle cada uno de estos sensores.

##### **12.2.4.1. 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 asegurado frente a permutaciones de polo.



**Figura 144:** Imagen de interruptor inductivo.

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.

#### **12.2.4.2. Vacuostato.**

Para la sujeción de piezas mediante vacío, se utilizan vacuostatos. Estos detectan el momento en el que este efecto se produce entre el cilindro y las ventosas e informan al autómatas de ello.

El funcionamiento de este tipo de sensores se basa en la diferencia de presión (preostato) que se origina en la ventosa. Este cambio de presión es amplificado electrónicamente y se obtiene una señal eléctrica que puede mandar circuitos digitales. Un diodo luminoso incorporado indica el estado de conexión.



#### **12.2.4.3. Sensor óptico.**

Para detectar la salida de una placa, disponemos de dos sensores ópticos. Estos detectores poseen un emisor y un receptor de luz. Cuando la luz emitida es reflejada, indicará que detectamos la presencia de un objeto, en este caso una culata.

Cuando no detectamos placa, el sensor tiene la lectura de un circuito abierto, mientras que al detectar una placa, su lectura cambia a la de circuito cerrado. Estos sensores están colocados en la plataforma de salida, donde las placas esperan para ser depositadas sobre el palet. Puede apreciarse en la imagen.



**Figura 145:** Posición de los sensores ópticos.

#### **12.2.4.4. Interruptores.**

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





**Figura 146:** Botonera de la estación 6.

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 autómeta 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.

|                          | <b>Modo automatico integrado</b> | <b>Modo automatico independiente</b> | <b>Modo manual</b> | <b>Modo test</b> |
|--------------------------|----------------------------------|--------------------------------------|--------------------|------------------|
| <b>Manual automatico</b> | 1                                | 1                                    | 0                  | 0                |
| <b>Ind int</b>           | 0                                | 1                                    | 1                  | 0                |

**Cuadro 31:** 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.

La seta de emergencia (botón grande de color rojo), esta cableada de tal forma, que corta corriente a todos los actuadores de la máquina, de forma que al pulsarla se desactivan las electroválvulas, y los cilindros vuelven a su estado de reposo (si son de simple efecto). Esto no ocurre por programa, sino que es por hardware, con lo que no es posible modificarlo. Esto implica, que si tenemos un cilindro sujetado, al pulsar la seta, se caerá, puesto que las ventosas se desactivarán tan pronto como se pulse.

### 12.2.4.5. 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 autómeta 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.

### 12.2.5. Actuadores.

En esta estación todos los actuadores son cilindros 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.

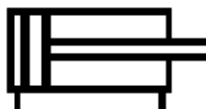
Un cilindro neumático es un dispositivo mecánico que permite, a partir de una presión de aire, obtener un movimiento lineal alternativo limitado, en el cual la potencia es proporcional a la presión de aire.

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.

Los accionadores son un conjunto, la válvula distribuidora y el cilindro. Debe existir pues coherencia entre ellos, no puede haber un cilindro de simple efecto, y una válvula biestable, no tiene sentido. Así pues, la biestabilidad de los accionadores, no solo reside en el cilindro, también depende de la válvula distribuidora.

### 12.2.5.1. Alimentador\_izdo.

Corresponde al accionador A, y para su activación se utiliza la salida del autómata %Q 2.0 . Al tener una única salida, ya podemos ver que se trata de un accionador monoestable, que volverá a su estado de reposo al desactivar la salida. Este accionador consiste en un empujador encargado de desapilar las placas almacenadas en la izquierda. El movimiento es realizado por un cilindro de doble efecto, pero del control se encarga una válvula monoestable 5/2 vías.

Como resumen, hay que destacar que 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 hasta que la placa este fuera.

### 12.2.5.2. Alimentador\_drcho.

Corresponde al accionador B, y para su activación se utiliza la salida del autómata %Q 2.1. Al tener una única salida, ya podemos ver que se trata de un accionador monoestable, que volverá a su estado de reposo al desactivar la salida. Este accionador consiste en un empujador encargado de desapilar las placas almacenadas en la derecha. El movimiento es realizado por un cilindro de doble efecto, pero del control se encarga una válvula monoestable 5/2 vías.

### 12.2.5.3. Cogger\_placa.

Para manipular las placas se utiliza el accionador C. Las placas están sujetas por vacío. En este caso, no se utiliza ningún cilindro, sino que lo que excitamos en la electroválvula distribuidora, que alimentará la tobera de succión de vacío. La válvula esta controlada por la salida del autómata %Q 2.2. La válvula utilizada es una 3/2 vías, monoestable.

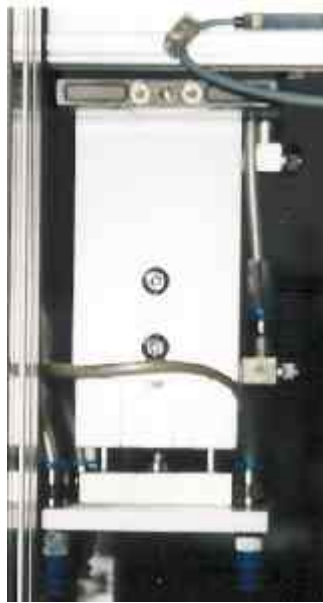


Al igual que las válvulas anteriores, durante la sujeción de la placa, esta salida deberá mantenerse activa, puesto que es monoestable y volverá a su estado de reposo al desactivarse.

### 12.2.5.4. Bajar\_subir.

Para trasladar las placas verticalmente, operación de subir y bajar, utilizamos el accionador D. Este accionador es controlado mediante la salida del autómata %Q 2.3. Este accionador está formado por una válvula monoestable 3/2 vías, y un cilindro de doble efecto con topes mecánicos.

Al ser monoestable el accionador, siempre que queramos mantener el brazo abajo, la salida debe de estar activada, pues en el momento en que se desactive, el brazo subirá hasta su tope superior.



**Figura 147:** Imagen del accionador D.

#### 12.2.5.5. Izda / Drcha.

Para realizar el movimiento de posicionado del brazo, ir desde el depósito de la izquierda hasta el depósito de la derecha, se utiliza un cilindro sin vástago, con tope mecánico y amortiguación hidráulica en el extremo. Se trata del accionador E, que es controlado por las salidas del autómeta %Q 2.4 y %Q 2.5. Al disponer de dos salidas, podemos imaginarnos ya que el cilindro está controlado por una válvula biestable 5/2 vías.



**Figura 148:** Imagen del accionador E.

Solamente debe activarse una de las dos salidas cada vez que se quiera realizar un movimiento. 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, que le hará moverse hasta su posición anterior (biestable, dos estados estables).

### 12.2.5.6. Adelante / Atrás.

Para realizar el movimiento de desplazamiento del brazo, movimiento de avance y retroceso sobre el palet trasbordador, se utiliza un cilindro sin vástago, con tope mecánico y amortiguación hidráulica en el extremo. Se trata del accionador F, que es controlado por las salidas del autómeta %Q 2.6y %Q 2.7. Al disponer de dos salidas, podemos imaginarnos ya que el cilindro está controlado por una válvula biestable 5/2 vías.



Como hemos dicho antes, su principal característica es que no hay que activar las bobinas durante todo el movimiento, con activarlas, es suficiente para que se termine el movimiento.

### 12.3. Identificación de los sensores y actuadores.

Para una clara identificación de los elementos descritos en el apartado anterior, a continuación se va a dar una tabla, donde se puede leer las salidas y entradas del autómeta, 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 149:** Detalle de los identificadores de las estaciones.

En el caso de las entradas, estas vienen directamente de la máquina, pero las salidas van a las electroválvulas, 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                  | Alimentador_izdo_atrás   | I 0.0                               |
| %I 1.1                  | Optico_alimentador_izdo  | I 0.1                               |
| %I 1.2                  | Alimentador_drcho_atras  | I 0.2                               |
| %I 1.3                  | Optico_alimentador_drcho | I 0.3                               |
| %I 1.4                  | Placa_arriba             | I 0.4                               |
| %I 1.5                  | Placa_abajo              | I 0.5                               |
| %I 1.6                  | Placa_drcha              | I 0.6                               |
| %I 1.7                  | Placa_izda               | I 0.7                               |
| %I 1.8                  | Emergencia               | I 1.0                               |
| %I 1.9                  | Marcha                   | I 1.1                               |
| %I 1.10                 | Manual_automatico        | I 1.2                               |
| %I 1.11                 | Rearme                   | I 1.3                               |
| %I 1.12                 | Ind_int                  | I 1.4                               |
| %I 1.13                 | Placa_atras              | I 1.5                               |
| %I 1.14                 | Placa_adelante           | I 1.6                               |
| %I 1.15                 | Vacio                    | I 1.7                               |
| <b>SALIDAS AUTÓMATA</b> | <b>DENOMINACIÓN</b>      | <b>IDENTIFICACIÓN EN LA MÁQUINA</b> |
| %Q 2.0                  | Alimentador_izdo         | A +/-                               |
| %Q 2.1                  | Alimentador_drcho        | B +/-                               |
| %Q 2.2                  | Coger_placa              | C +/-                               |
| %Q 2.3                  | Bajar_subir              | D +/-                               |
| %Q 2.4                  | Izda                     | E +                                 |
| %Q 2.5                  | Drcha                    | E -                                 |
| %Q 2.6                  | Adelante                 | F +                                 |
| %Q 2.7                  | Atras                    | F -                                 |
| %Q 2.8                  | Alarma                   |                                     |

Cuadro 32: Identificación que podemos leer en los elementos de la estación.

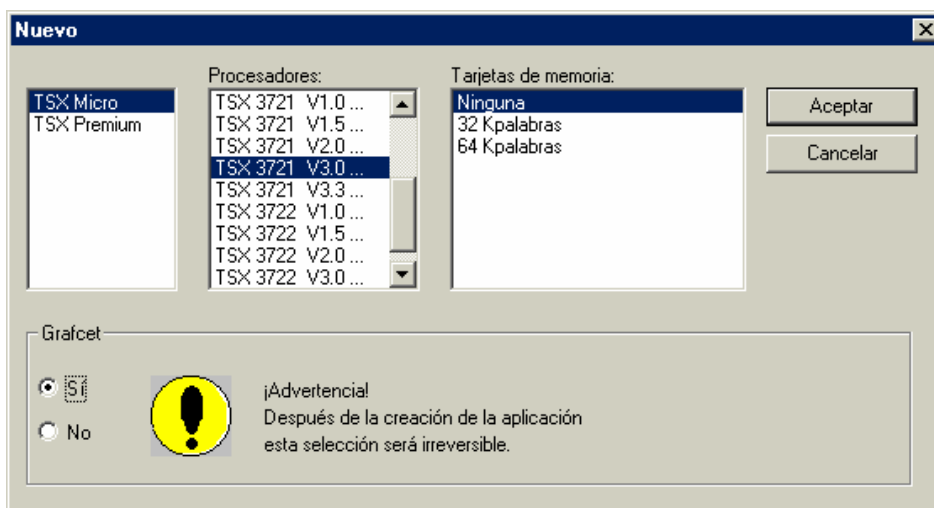
## CAPÍTULO 13. PROGRAMACIÓN DE LA ESTACIÓN

### 6.

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.

#### 13.1. 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:



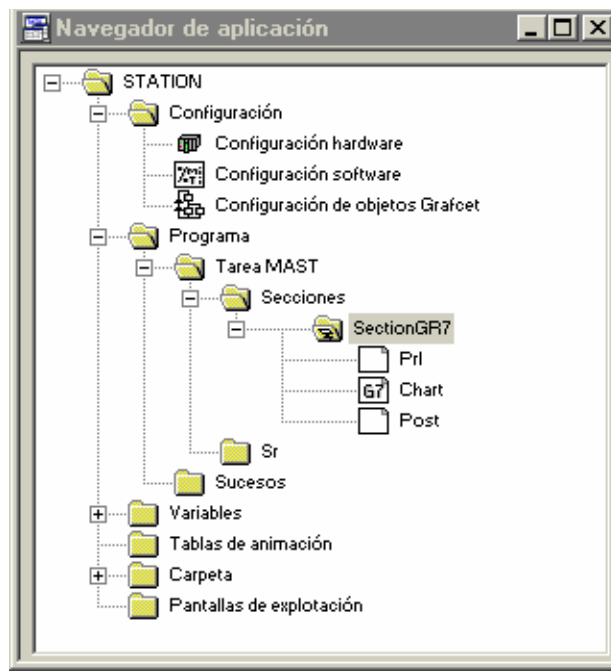
**Figura 150:** Pantalla de selección del autómata y la versión.

Elegimos el autómata que tenemos en la estación 6, que es el *TSX 3721*, y dentro de todos los que hay, elegimos la versión V3.0. Es muy importante seleccionar en esta pantalla que



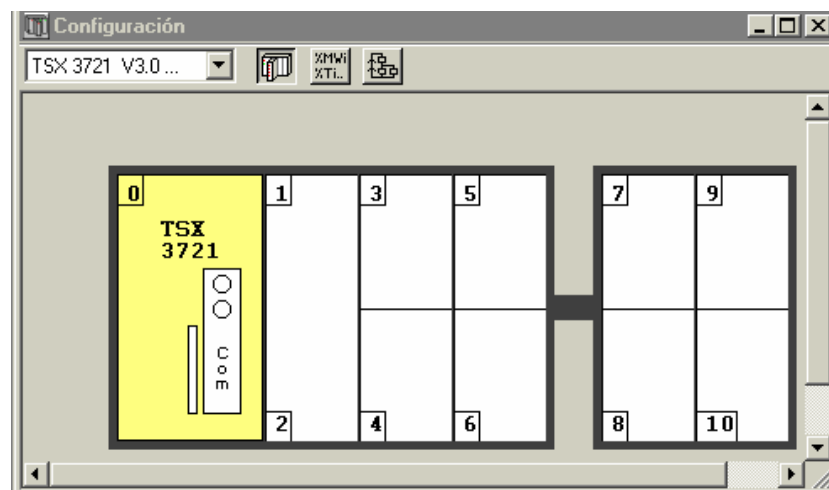
vamos a utilizar Grafcet, ya que de no hacerlo, tendríamos que crear un nuevo archivo y repetir la configuración. En esta pantalla también se puede seleccionar la tarjeta de memoria, si se tiene. En esta estación no es necesario utilizar tarjeta de memoria (no se dispone de una), así que habrá que tener cuidado de no desbordar la memoria interna del autómeta.

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 151:** Navegador de aplicación.

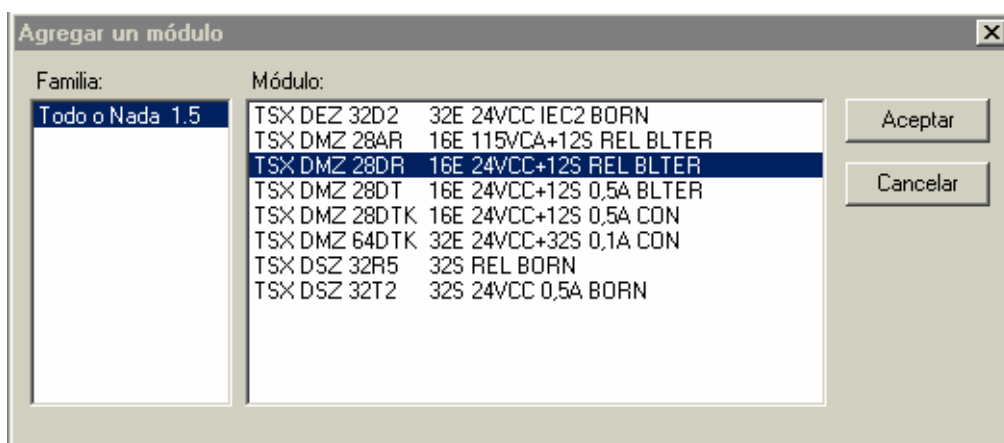
Pulsamos sobre la carpeta configuración, y a continuación sobre el icono configuración hardware. En la siguiente pantalla se muestra de forma esquemática la configuración y los módulos que el autómeta posee en la actualidad.



**Figura 152:** Configuración de los módulos del autómata.

Podemos observar, que únicamente hemos configurado el procesador del autómata. Lo primero que vamos a añadir es el módulo de entrada y salida que tenemos instalado en el autómata de la estación 6. Para añadir los módulos, hacemos doble click en la zona del emplazamiento que está colocado. Al hacer esto sobre la zona del emplazamiento uno, obtendremos una lista con los módulos que podemos instalar. En este emplazamiento solo se pueden instalar salidas o entradas digitales (todo o nada).

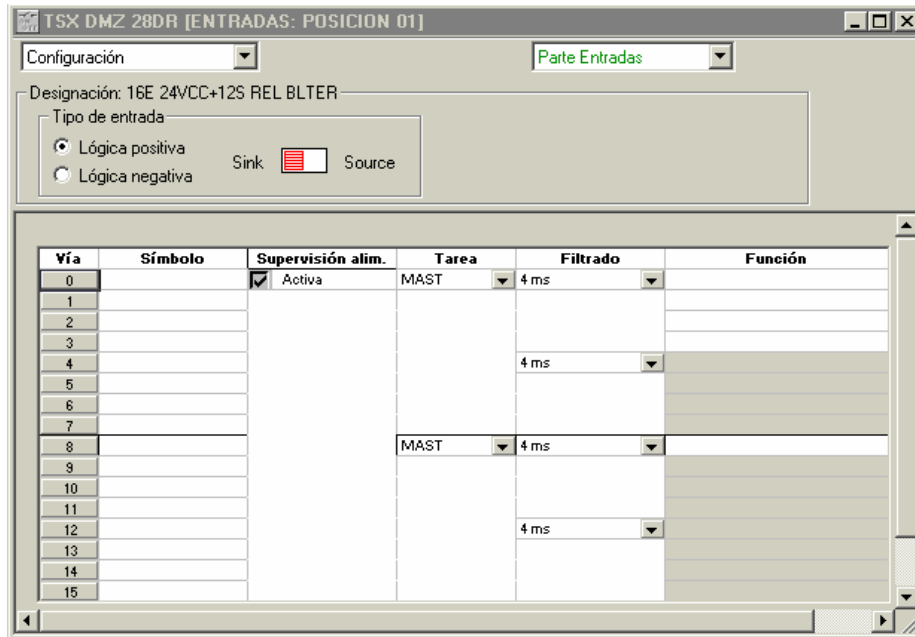
Como ya hemos dicho antes, se trata de un *TSX DMZ 28 DR*. Para ello, pulsamos con doble click sobre el emplazamiento 1, y de la lista de módulos incorporamos el que hemos mencionado anteriormente.

**Figura 153:** Módulos de entrada disponibles en el primer emplazamiento.

Como podemos observar, se trata de un módulo de 16 entradas a 24 VDC y 12 salidas a relé, con conexión a bornero. En el módulo de entradas y salidas también podemos configurar otros parámetros.

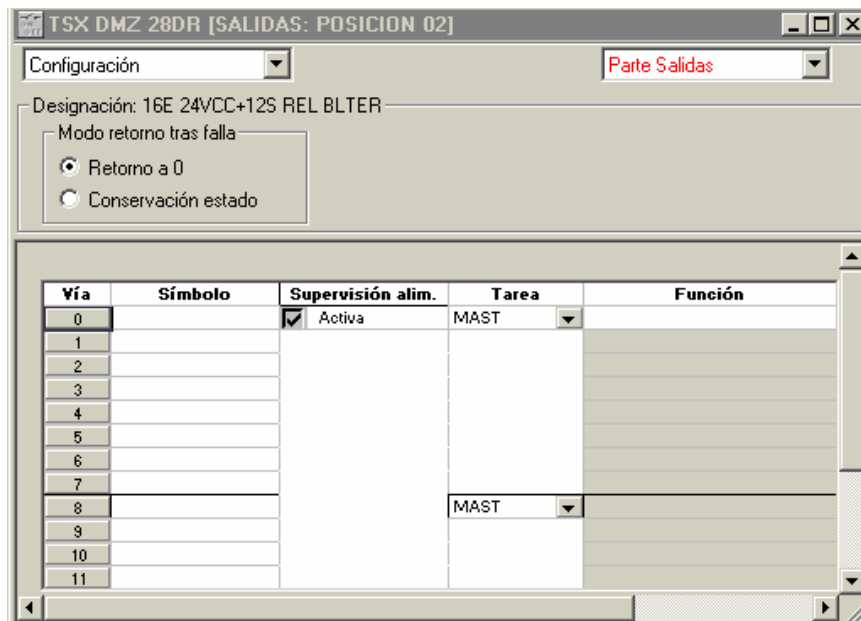
Si hacemos un doble click sobre las entradas digitales podemos observar un menú en el que podemos elegir el filtrado y el lugar donde se van a leer estas entradas (tarea maestra o tarea rápida). También se puede activar la alimentación de las entradas, así como el tipo de lógica que queremos utilizar, bien positiva, o bien negativa. A no ser que nos queramos volver locos, elegiremos lógica positiva.

El filtrado sirve para eliminar ruidos que puedan afectar a la señal. Un filtrado alto, impediría leer entradas de alta frecuencia, pero en nuestro caso al tratarse de entradas estáticas, puesto que no varían con mucha rapidez, el filtrado no es importante.



**Figura 154:** Configuración de las entradas.

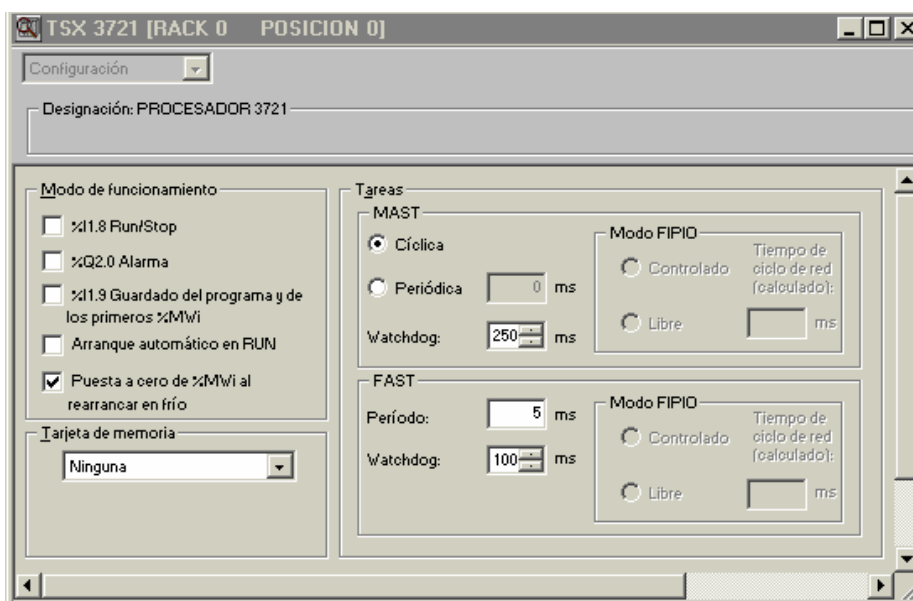
Desde esta pantalla también podemos acceder a la parte de salidas, donde tendremos:



**Figura 155:** Configuración de las salidas del autómata.

En el módulo de salida, no tiene sentido filtrar, pero se puede elegir el estado de la salida a retorno de falla. Este puede ser mantenerla igual que antes, o dejarla desactivada. Es conveniente que las salidas retornen a cero después de falla, para evitar activaciones que pueden resultar peligrosas para los operarios.

Pero solo con entradas y salidas no termina la configuración, todavía quedan elementos que añadir. Para ello nos fijamos en el módulo cero del autómatas que es el procesador del mismo, y hacemos doble click sobre él. Aquí configuramos las tareas del procesador.



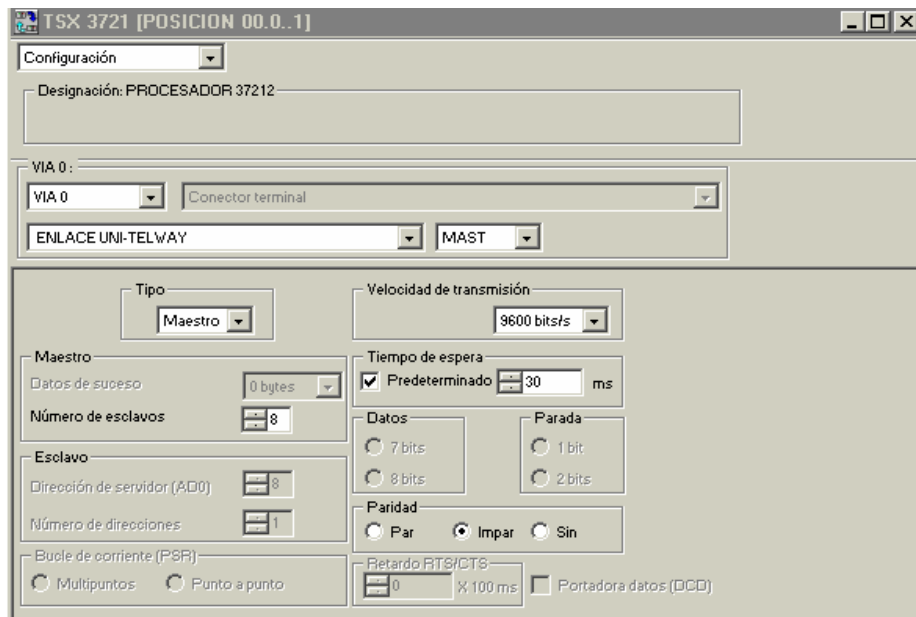
**Figura 156:** Imagen de la pantalla de configuración del procesador.

En esta pantalla también se puede configurar el tipo de tarea maestra cíclica (recomendable para la mayoría de los automatismos) o periódica definiendo el periodo de la misma. También se define la duración de la tarea rápida y el tiempo en el que se activa en watchdog de ambas tareas. Los reflejados en la imagen son los valores utilizados para esta estación.

A continuación pulsando con doble click sobre el módulo de comunicaciones para configurar la comunicación por red Fipway y enlace Uni-Telway. Estos autómatas poseen dos vías de comunicaciones, la vía 0, y la vía 1.

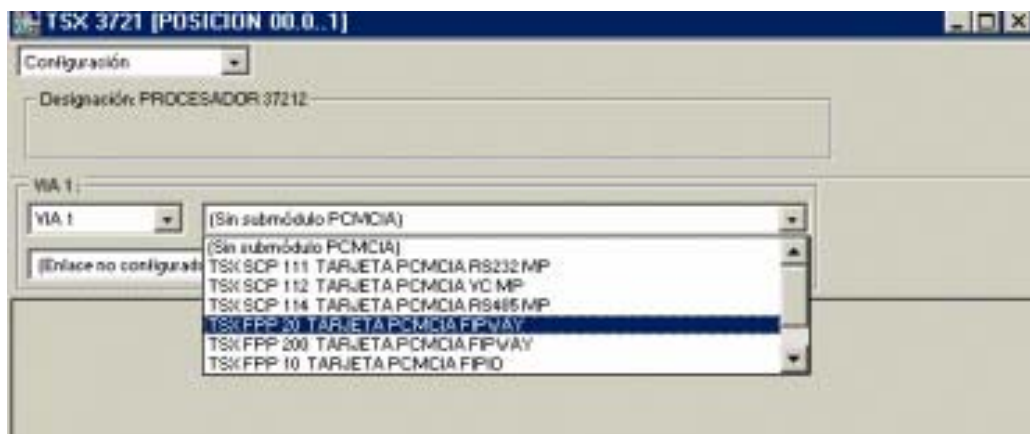
En la vía 0 se configura como enlace Uni-Telway, también podría utilizarse en modo caracteres. En esta pantalla se define la velocidad de transmisión, así como la paridad y si el autómatas actuara como esclavo o como maestro.

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 autómatas como maestro con un número máximo de esclavos de 8:



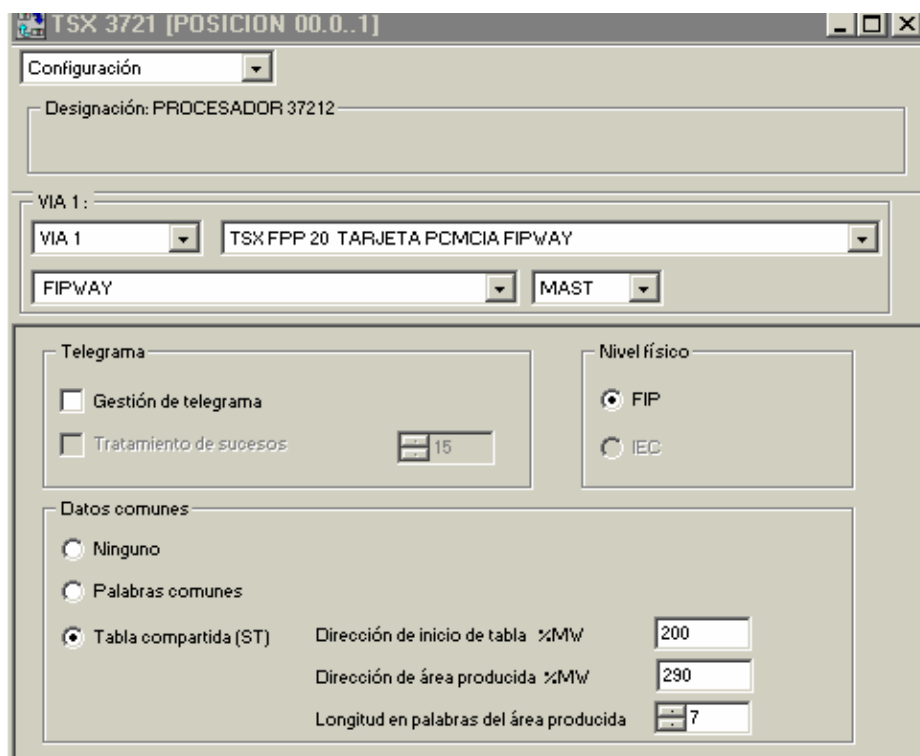
**Figura 157:** Pantalla de configuración de la vía 0.

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



**Figura 158:** Selección de la Fipway.

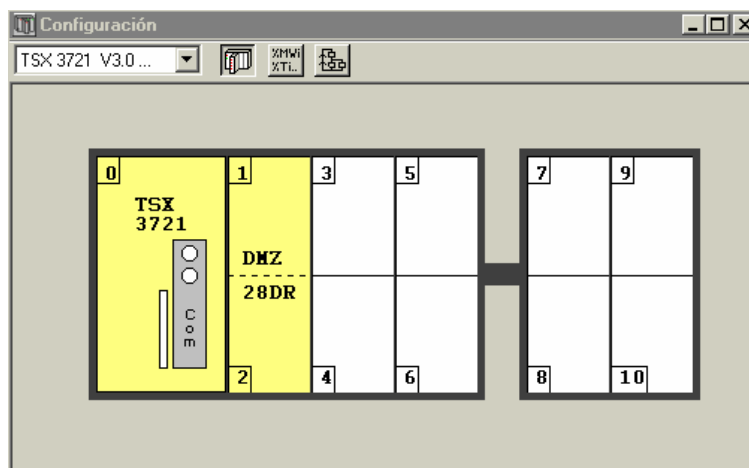
Dentro de la pantalla de configuración Fipway, podemos seleccionar la opción de usar telegramas para comunicarse con otras estaciones conectadas a la red. Esta opción no la hemos implementado en la célula. La forma de comunicar datos comunes entre las estaciones es por medio de tabla compartida. Esta tabla tiene una longitud máxima de 128 palabras, que se comparten entre las estaciones. Cada autómatas 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 159:** 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 a comenzar a escribir la estación, se pone siguiendo el orden de la red Fipway, y en la estación 6 corresponde a la dirección %MW290. 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 7 palabras, debido a restricciones de memoria, puesto que en otras estaciones eran requeridas más palabras.

El aspecto que ahora presentará la configuración del autómata es la siguiente:



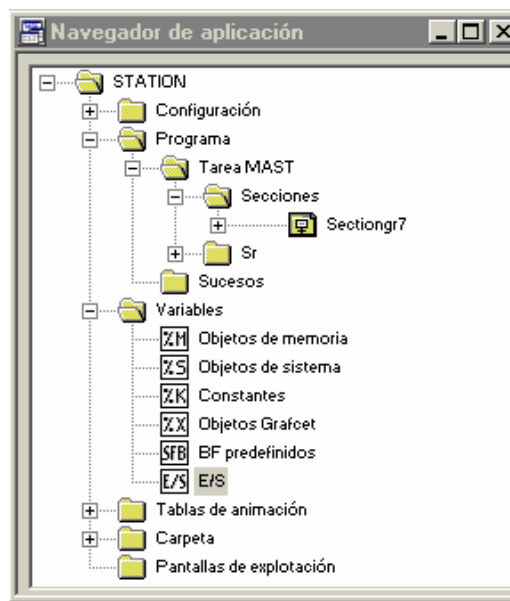
**Figura 160:** Aspecto de la configuración del autómata.

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 reconfiguración 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.

### 13.2. 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 entradas 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.



**Figura 161:** Navegador de aplicaciones.

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 0, 1 y 2. 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. Como en el módulo 0 no vamos a definir ningún símbolo, seleccionamos los módulos 1 y 2, para definir las entradas y salidas respectivamente. Puede parecer extraño, puesto que solamente tenemos instalado un módulo, pero éste esta tiene dos posiciones, la uno y la dos. Para la estación 6, el aspecto que presentará después de introducir los símbolos será el siguiente:

| Variable    | Tipo  | Símbolo                  | Comentari |
|-------------|-------|--------------------------|-----------|
| %I1.MOD.ERR | EBOOL |                          |           |
| %MW1.MOD    | WORD  |                          |           |
| %KW1.MOD.1  | WORD  |                          |           |
| %MW1.MOD.1  | WORD  |                          |           |
| %MW1.MOD.2  | WORD  |                          |           |
| %MW1.MOD.3  | WORD  |                          |           |
| %KW1.MOD    | WORD  |                          |           |
| %KW1.MOD.1  | WORD  |                          |           |
| %KW1.MOD.2  | WORD  |                          |           |
| %KW1.MOD.3  | WORD  |                          |           |
| %I1.0       | EBOOL | Alimentador_izdo_atras   |           |
| %I1.0.ERR   | BOOL  |                          |           |
| %I1.1       | EBOOL | Optico_alimentador_izdo  |           |
| %I1.1.ERR   | BOOL  |                          |           |
| %I1.2       | EBOOL | Alimentador_drcho_atras  |           |
| %I1.2.ERR   | BOOL  |                          |           |
| %I1.3       | EBOOL | Optico_alimentador_drcho |           |
| %I1.3.ERR   | BOOL  |                          |           |
| %I1.4       | EBOOL | Placa_arriba             |           |
| %I1.4.ERR   | BOOL  |                          |           |
| %I1.5       | EBOOL | Placa_abajo              |           |
| %I1.5.ERR   | BOOL  |                          |           |
| %I1.6       | EBOOL | Placa_drcha              |           |
| %I1.6.ERR   | BOOL  |                          |           |
| %I1.7       | EBOOL | Placa_izda               |           |
| %I1.7.ERR   | BOOL  |                          |           |
| %I1.8       | EBOOL | Emergencia               |           |
| %I1.8.ERR   | BOOL  |                          |           |
| %I1.9       | EBOOL | Marcha                   |           |
| %I1.9.ERR   | BOOL  |                          |           |

| Variable    | Tipo  | Símbolo           | Comentari |
|-------------|-------|-------------------|-----------|
| %CH2.MOD    | CH    |                   |           |
| %I2.MOD.ERR | EBOOL |                   |           |
| %MW2.MOD    | WORD  |                   |           |
| %MW2.MOD.1  | WORD  |                   |           |
| %MW2.MOD.2  | WORD  |                   |           |
| %MW2.MOD.3  | WORD  |                   |           |
| %KW2.MOD    | WORD  |                   |           |
| %Q2.0       | EBOOL | Alimentador_izdo  |           |
| %I2.0.ERR   | BOOL  |                   |           |
| %Q2.1       | EBOOL | Alimentador_drcho |           |
| %I2.1.ERR   | BOOL  |                   |           |
| %Q2.2       | EBOOL | Coger_placa       |           |
| %I2.2.ERR   | BOOL  |                   |           |
| %Q2.3       | EBOOL | Bajar_subir       |           |
| %I2.3.ERR   | BOOL  |                   |           |
| %Q2.4       | EBOOL | izda              |           |
| %I2.4.ERR   | BOOL  |                   |           |
| %Q2.5       | EBOOL | Drcha             |           |
| %I2.5.ERR   | BOOL  |                   |           |
| %Q2.6       | EBOOL | Adelante          |           |
| %I2.6.ERR   | BOOL  |                   |           |
| %Q2.7       | EBOOL | Atras             |           |
| %I2.7.ERR   | BOOL  |                   |           |
| %Q2.8       | EBOOL | Alarma            |           |
| %I2.8.ERR   | BOOL  |                   |           |
| %Q2.9       | EBOOL |                   |           |
| %I2.9.ERR   | BOOL  |                   |           |
| %Q2.10      | EBOOL |                   |           |
| %I2.10.ERR  | BOOL  |                   |           |

Figura 162: Descripción de las entradas y salidas de la estación 6.

| Variable | Tipo  | Símbolo                           | Comen |
|----------|-------|-----------------------------------|-------|
| %M18     | EBOOL | Permiso_test                      |       |
| %M19     | EBOOL | Permiso_manual                    |       |
| %M20     | EBOOL | Permiso_automatgico_local         |       |
| %M21     | EBOOL | Permiso_automatgico_integrado     |       |
| %M22     | EBOOL | Maquina_disponible                |       |
| %M23     | EBOOL | Maquina_en_defecto                |       |
| %M24     | EBOOL | Parada_en_maxtiempo               |       |
| %M25     | EBOOL | Producir                          |       |
| %M26     | EBOOL | Atendiendo_pedido                 |       |
| %M27     | EBOOL | Fallo_en_pedido                   |       |
| %M28     | EBOOL | Bit_inicial_test                  |       |
| %M29     | EBOOL | Bit_inicial_automatgico_integrado |       |
| %M30     | EBOOL | Bit_rearme                        |       |
| %M31     | EBOOL | Bit_modo_automatgico_local        |       |
| %M32     | EBOOL | Bit_modo_test                     |       |
| %M33     | EBOOL | Bit_modo_automatgico_integrado    |       |
| %M34     | EBOOL | Bit_modo_manual                   |       |
| %M35     | EBOOL | Arranque_frio                     |       |
| %M36     | EBOOL |                                   |       |
| %M37     | EBOOL | Pausa                             |       |

Figura 163: Símbolos de los bits de memoria de la estación 6.



Para que la programación no resulte tediosa, es conveniente dar también símbolos a los bits y palabras que vamos a utilizar. Para ello, desde el navegador de aplicaciones, seleccionamos los elementos a los que vamos a dar símbolos, objetos de memoria (words, bits, bytes, dobles words, real), objetos Grafset (etapas), objetos de sistema, constantes y elementos predefinidos (contadores, temporizadores, etc).

Es conveniente que los símbolos que demos a las variables tengan algo que ver con lo representan, y nos sean fáciles de recordar durante la realización del programa.

### **13.3. 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 en la máquina. En este apartado no se pretende dar el programa que debe introducirse en la estación 6, dedicada al montaje de placas, sino que se darán unas recomendaciones y una serie de claves para seguir mientras sé este desarrollando el programa de practicas, así como el enunciado del mismo.

#### **13.3.1. 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 6.

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.

##### **13.3.1.1. Enunciado.**

Para realizar la realización de la practica, se cargará el archivo “*estación6practicass*” que contiene la configuración del autómata, así como pantallas de animación para facilitar la realización de la practica. También incluye este programa una subrutina, *Sr0* que tiene la programación de las



cajas de diálogo utilizadas en las pantallas de explotación. Esta subrutina no debe modificarse, ya que no se podrían visualizar mensajes.

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.

### 13.3.1.1.1. Ejercicio 1.

Programar el control manual de la estación de montaje de placas.

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

Se programará el módulo Post con las salidas, 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.

No hay que olvidarse de lanzar la subrutina 0 desde el módulo preliminar.

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..

```
END_IF;  
!  
(*PARA PANTALLAS DE EXPLOTACION*)  
SRO;
```

### 13.3.1.1.2. Ejercicio 2.

Programar el control automático de la estación 6. Se utilizará una pantalla para lanzar pedidos del tipo de placa que queremos sacar sobre el palet trasbordador.

Al llegar un palet frente a la estación 6, si no llega, lo haremos llegar nosotros, transmitiremos la orden deseada al autómatas de la estación. Una vez recibida la orden, la máquina procederá a cumplirla. Para ello, si deseamos una placa del depósito de la izquierda (que normalmente estará lleno de placas negras), el proceso para satisfacer el pedido será el siguiente.

Activaremos el alimentador de la izquierda, que empujará una placa sobre la plataforma de salida, hasta que la placa sea detectada por el sensor óptico, momento en el que desactivaremos el empuje del alimentador.

Después alinearemos el brazo a la izquierda, para colocarlo sobre la placa. Si fuese una placa blanca no sería necesario, puesto que el brazo ya está sobre la placa. Con el brazo sobre la placa, bajaremos el mismo, y comenzaremos el proceso de succión para coger la placa. Esta salida permanecerá activa hasta que la placa sea soltada sobre el palet. Cuando el sensor de vacío se active, podemos levantar el brazo con la seguridad de que la placa está sujeta.

Ahora tenemos que alinear el brazo con el palet trasbordador, que se encuentra a la derecha del lugar donde nos encontramos. Si hubiésemos cogido una placa blanca, estaría alineado. Así que cuando el brazo esté en la derecha, avanzamos hasta colocar la placa sobre el palet.

Cuando la placa esté sobre el palet, bajamos el brazo, y soltamos la placa. Después, subimos el brazo y retrocedemos hasta situarlo en la posición de reposo.

Con estos movimientos se realiza el ciclo de trabajo.

### 13.3.1.2. Descripción de entradas y salidas.

Aquí se mostraran de manera agrupada y resumida cada una de las entradas y salidas que utiliza el autómatas y que se han descrito anteriormente con detalle.

#### 13.3.1.2.1. Entradas.

| VARIABLES | SIMBOLO                  | COMENTARIO   |
|-----------|--------------------------|--|
| %I 1.0    | Alimentador_izdo_atras   | Se activa al llegar o estar el desapilador izquierdo atrás.            |
| %I 1.1    | Optico_alimentador_izdo  | Se activa al llegar o estar la placa izquierda sobre el sensor óptico. |
| %I 1.2    | Alimentador_drcho_atras  | Se activa al llegar o estar el desapilador derecho atrás.              |
| %I 1.3    | Optico_alimentador_drcho | Se activa al llegar o estar la placa derecha sobre el sensor óptico.   |
| %I 1.4    | Placa_arriba             | Se activa al llegar o estar el brazo que manipula la placa arriba.     |
| %I 1.5    | Placa_abajo              | Se activa al llegar o estar el brazo que manipula la placa abajo.      |

|         |                   |   |
|---------|-------------------|---|
| %I 1.6  | Placa_drcha       | Se activa al llegar o estar el brazo que manipula la placa alineada a la derecha.   |
| %I 1.7  | Placa_izda        | Se activa al llegar o estar el brazo que manipula la placa alineada a la izquierda. |
| %I 1.8  | Emergencia        | Seta de emergencia. Se activa al pulsarla.  |
| %I 1.9  | Marcha            | Pulsador de marcha.   |
| %I 1.10 | Manual_automatico | Interruptor para seleccionar el modo de funcionamiento.                             |
| %I 1.11 | Rearme            | Pulsador de rearme.   |
| %I 1.12 | Ind_int           | Interruptor para seleccionar el modo de funcionamiento.                             |
| %I 1.13 | Placa_atras       | Se activa al llegar o estar el brazo manipulador de la placa atrás.                 |
| %I 1.14 | Placa_adelante    | Se activa al llegar o estar el brazo manipulador de la placa delante.               |
| %I 1.15 | Vacio             | Se activa al detectarse en las ventosas que succionan la placa el vacío.            |

Cuadro 33: Descripción y símbolos de las entradas del automático.

### 13.3.1.2.2. Salidas.

| VARIABLES | SIMBOLO           | COMENTARIO  |
|-----------|-------------------|---|
| %Q 2.0    | Alimentadro_izdo  | Al activarla el desapilador de la izquierda avanza empujando una placa. Si la desactivamos, retrocede.  |
| %Q 2.1    | Alimentador_drcho | Al activarla el desapilador de la derecha avanza empujando una placa. Si la desactivamos, retrocede.  |
| %Q 2.2    | Coger_placa       | Al activarla, ponemos en marcha el proceso de succión de la placa, para poder coger y manipular la placa. Al desactivarla, se rompe el vacío. |
| %Q 2.3    | Bajar_subir       | Al activarla baja la pinza. Al desactivarla sube.   |
| %Q 2.4    | Izda              | Al activarla el brazo se  |

|        |          |  |
|--------|----------|--|
|        |          | mueve hacia la izquierda. Al desactivarla permanece en el estado en que se encuentra.                        |
| %Q 2.5 | Drcha    | Al activarla el brazo se mueve hacia la derecha. Al desactivarla permanece en el estado en que se encuentra. |
| %Q 2.6 | Adelante | Al activarla el brazo se mueve hacia delante. Al desactivarla permanece en el estado en que se encuentra.    |
| %Q 2.7 | Atras    | Al activarla el brazo se mueve hacia atrás. Al desactivarla permanece en el estado en que se encuentra.      |

**Cuadro 34:** Descripción y símbolos de las salidas del autómeta.

### 13.3.1.3. 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 autómeta, nosotros, estación 6, solamente podemos escribir en 7 palabras, es decir de la %MW290 a la %MW296, 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 %M100 hasta el %M180. El resto de memoria no la utilizaremos.

También hay que tener presente la tabla con las entradas y salidas que el autómeta 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 pedido de la orden que la estación tiene que realizar. Se usa en las pantallas de explotación | Solamente se usa en la subrutina 0 que ya esta programada. |
| %MW 52 | Codificación de las  | Se utiliza en la subrutina 0                               |

|  |  |                                 |
|--|--|---------------------------------|
|  | emergencias que puede darse en la estación. Se usa en las PDE. | para identificar la emergencia. |
|--|--|---------------------------------|

**Bits de memoria que vamos a utilizar como mandos:**

|   |                         |                     |
|---|-------------------------|---------------------|
| <b><i>Mandos manuales para movimientos y diferentes modo de funcionamiento desde PDE:</i></b> |                         |                     |
| %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  | Alimentador_izda_mando  | Tecla pulsar/pulsar |
| %M 166  | Alimentador_drcha_mando | Tecla pulsar/pulsar |
| %M 167  | Coger_placa_mando       | Tecla pulsar/pulsar |
| %M 168  | Bajar_subir_mando_mando | Tecla pulsar/pulsar |
| %M 169  | Izda_mando              | Pulsador            |
| %M 170  | Drcha_mando             | Pulsador            |
| %M 171  | Adelante_mando          | Pulsador            |
| %M 172  | Atras_mando             | Pulsador            |
| %M 173  | Luz_alarma_mando        | Tecla pulsar/pulsar |
| %M 174  | Marcha_mando            | Pulsador            |
| <b><i>Mandos para realizar pedidos desde PDE:</i></b>   |                         |                     |
| %M 185  | Sacar_placa_blanca      | Pulsador            |
| %M 186  | Sacar_placa_negra       | Pulsador            |

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

|   |                       |  |
|---|-----------------------|--|
| <b><i>Las emergencias de la estación serán las siguientes y estarán como sigue:</i></b> |                       |  |
| %M 140  | Maxtiempo_izda_drcha  | Máximo tiempo de ir o venir a, o, desde palet.   |
| %M 141  | Maxtiempo_bajar_subir | Máximo tiempo de subir o bajar la pinza.         |
| %M 142  | Maxtiempo_sacar_palet | Máximo tiempo en roscar o desenroscar la culata. |
| %M 143  | Maxtiempo_vacio       | Máximo tiempo en detectar                        |

|                                    |                       |   |
|------------------------------------|-----------------------|---|
|                                    |                       | que una culata ha salido ya fuera.  |
| %M 144                             | Fallo_interno         | Suma (OR) de los bits de error de los módulos.  |
| %M 145                             | Mando_emergencia      | %M 145:=%M 163  |
| %M 146                             | Seta_de_emergencia    | %M146:=%I1.8  |
| <b>Otros bits que se usan son:</b> |                       |   |
| %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.<br>%M 115 := %M 150 OR %M 149 OR %M 151 , etc                                     |
| %M 117                             | Poniendo_placa_negra  | Este bit sirve para visualización y hay que activarlo cuando sepamos que tenemos una pieza sin tapa. También hay que borrarlo.                      |
| %M 118                             | Poniendo_placa_blanca | Este bit sirve para visualización y hay que activarlo cuando sepamos que tenemos una pieza a la que hay que ponerle tapa. También hay que borrarlo. |
| %M 119                             | Placa_puesta          | Este bit hay que activarlo cuando comenzamos a poner la culata en una camisa.   |

**Cuadro 35:** Mapa de memoria de la aplicación de practicas.

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

|       |   |                                     |
|-------|---|-------------------------------------|
| %X0   | Primera etapa del grafcet de producción | Aunque no utilicemos la guía GEMMA. |
| %X 90 | Modo manual                             |                                     |
| %X 91 | Modo automático integrado               |                                     |
| %X 92 | Modo test                               |                                     |

**Cuadro 36:** 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 práctica estará mal realizada. Todos los bits que sea necesario utilizar al realizar el programa se cogerán de la zona acotada anteriormente.

#### 13.3.1.4. Pantallas de explotación.

La herramienta Pantallas de explotación está integrada en el programa PL 7 Pro. Es rápida, fácil de utilizar y facilita la explotación de un 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 autómatas por una tarjeta de entrada, o desde el programa del usuario.

Cuando la estación está conectada al autómatas 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 autómatas. En esta aplicación se seleccionan las pantallas desde el teclado. El autómatas 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 práctica, que son cinco. Una es de aplicación general para la estación 6, otra para el control manual, otra para la marcha de test, otra para mandar las ordenes y visualizar el proceso en el que se encuentra la producción, y otra para visualizar las emergencias y resolverlas.



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

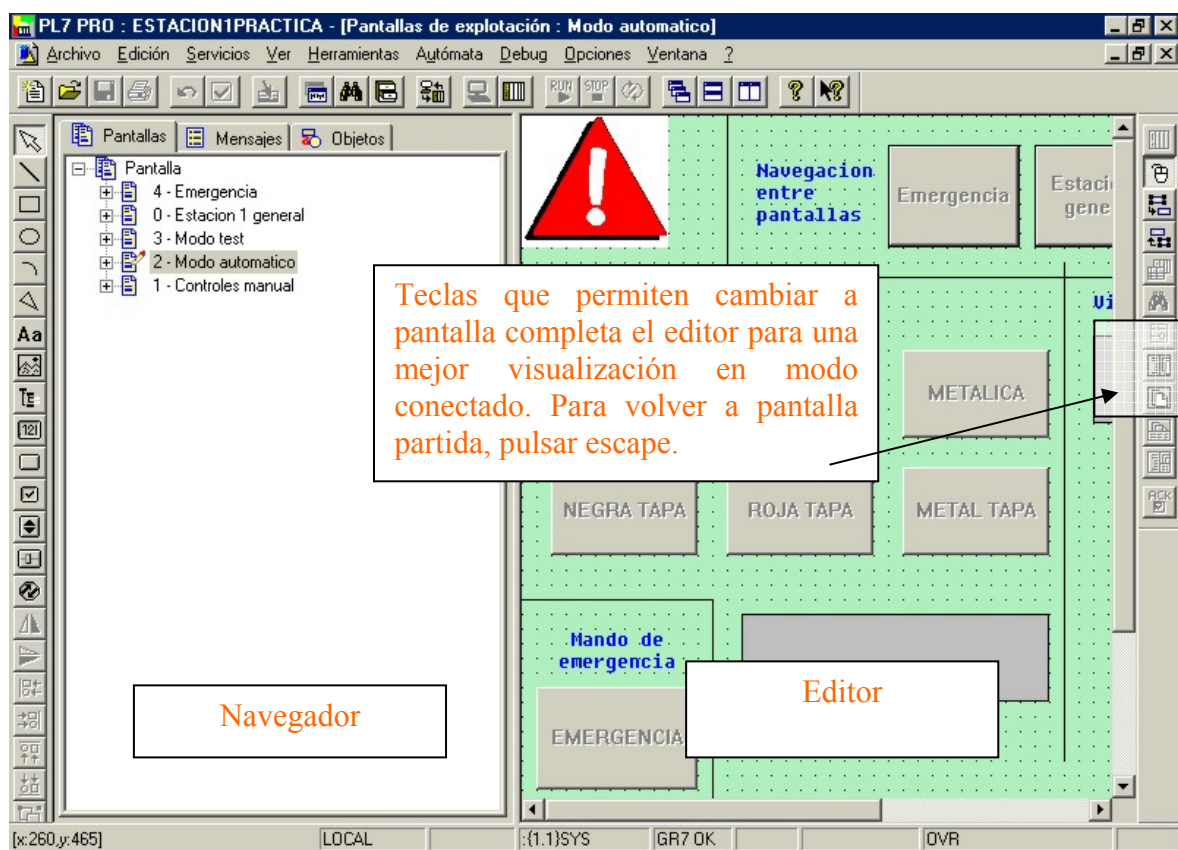


Como podemos apreciar en la figura 54, tenemos dos pantallas, una en la parte izquierda y otra en la parte derecha. En modo conectado, aparecerá una tercera pantalla en la parte inferior derecha, llamada Viewer, que muestra los mensajes de falla y permite al usuario controlar el estado del autómatas, pero esta pantalla no nos interesa puesto que no trabajaremos con ella.

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.

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 autómatas. Esta pantalla la podemos visualizar a pantalla completa tal y como se indica en la imagen.

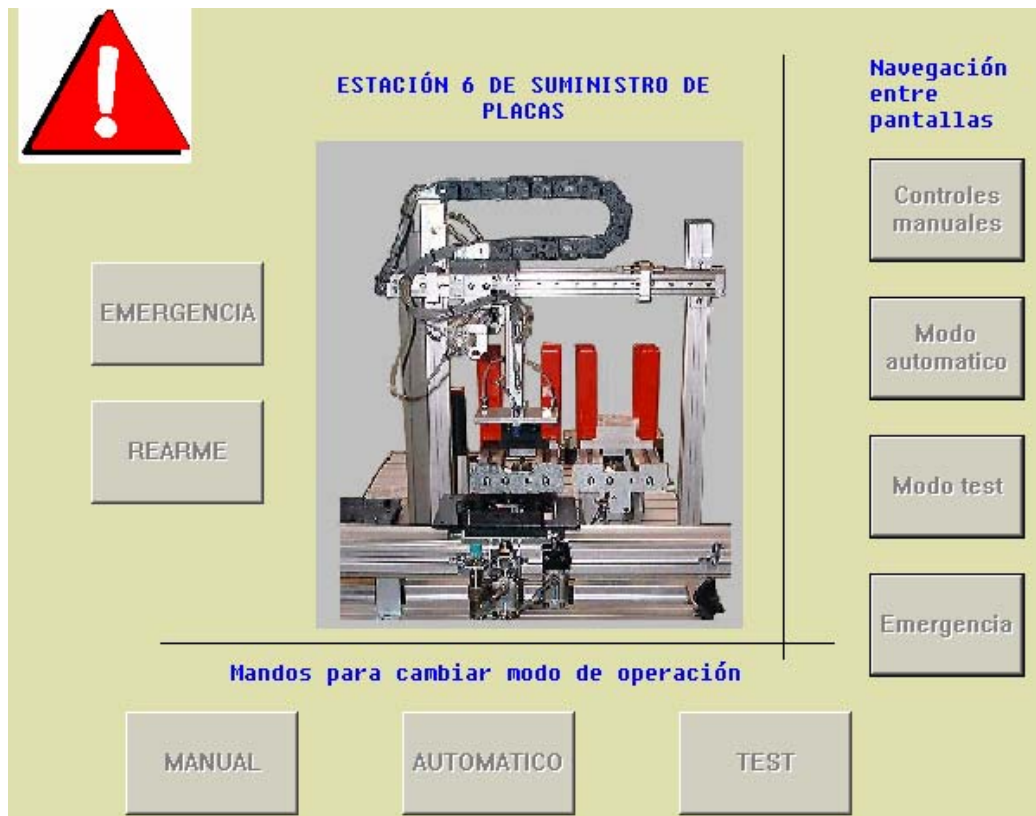
Las pantallas de esta practica incluyen mandos, navegación entre pantallas, objetos animados y cuadros de texto. Estos elementos se presentan activos al trabajar en modo conectado, si estamos desconectados, mientras editamos, no presentan actividad.



**Figura 164:** Pantalla principal de la aplicación pantallas de explotación.

La primera pantalla es una aplicación general de la estación 6. 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 (todos los mandos de las pantallas se manejan mediante 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 si solamente se programa uno de estos modos, estas teclas no es necesario utilizarlas. Nosotros para el ejercicio 1 y 2, no tendremos porque programar estas teclas, y las pantallas funcionaran igualmente.

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.



**Figura 165:** Pantalla de explotación general de la estación 6.

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 55, una señal de emergencia (triángulo 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 está activa, no hay ninguna emergencia. En modo desconectado, los elementos animados se ven permanentemente. En la aplicación existen más elementos animados.

En la primera parte de la práctica, 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, mientras que los que no estén activados, no aparecerán en la pantalla.



**Figura 166:** Imagen de pantalla de explotación para mandos manuales.

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: Izquierda, Derecha, Adelante y Atrás, e interruptores son: Coger/soltar\_placa, Bajar/subir\_placa, Luz\_alarma, Sacar\_palet\_negr, Sacar\_palet\_blan y Emergencia.

La diferencia es que los pulsadores activan cilindros de doble efecto (biestables), y los interruptores cilindros de simple efecto (monoestables). 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.

Los leds son visualizadores de las entradas, y en ellos puede leerse el estado de las entradas del autómat. Cuando tienen el color verde de la imagen, es que esta activada la entrada asociada, y cuando esta no esta activa, el led asociado no aparece en la pantalla.

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, y nunca al libre albedrío nuestro, ya que podríamos dañar alguna parte de la máquina. Prestar atención especial a los interruptores, y no olvidarse de su desactivación.

Para la siguiente practica, la número 2, es necesario utilizar también la pantalla 2, modo automático. Desde esta pantalla, lanzaremos ordenes hacia nuestra estación, y podremos visualizar el estado en el que se encuentra la producción, si estamos esperando orden, o el tipo de placa que estamos colocando, y también cuando la placa este colocada. Esto se puede ver en el cuadro de texto que tenemos. La imagen que presenta la pantalla, puede verse en la figura siguiente.

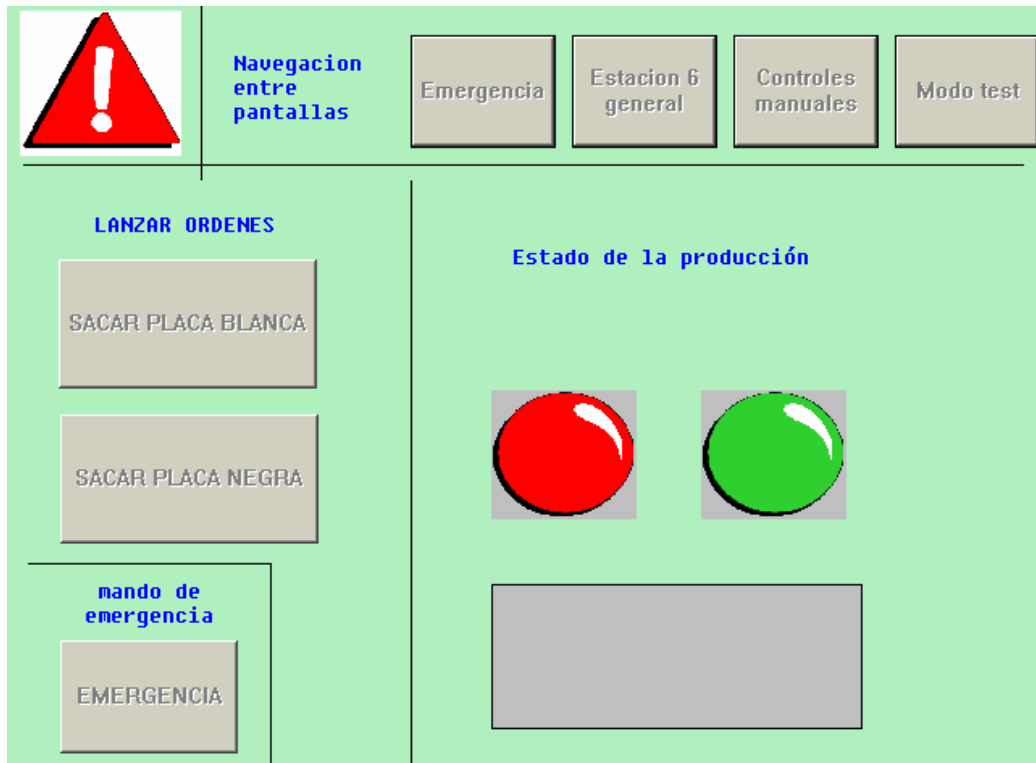
Disponemos pues, del navegador entre pantallas, cuyo uso es igual que en otras pantallas, y de la señal de peligro, que nos informará de la existencia de emergencia.

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

Para lanzar las ordenes, disponemos de dos pulsadores. Cada uno de ellos corresponde a un tipo de placa diferente. Si queremos colocar una placa de color negro, lanzaremos la orden mediante el pulsador correspondiente, sacar placa negra, y lo mismo para colocar una placa de color blanco.

En la parte derecha, tenemos la visualización de la producción. Aparecen dos imágenes que simulan luces. Cuando la luz roja esta encendida, significa que no estamos produciendo, mientras que si la luz verde esta encendida, estaremos produciendo. Para que esto funcione, la primera etapa del graficet de producción, desde donde se produce la transición de producir debe de ser la %X0. También disponemos de una caja de texto en la cual se describe en todo momento el estado actual de la máquina. En texto aparecerá si estamos esperando una orden, el tipo de placa que estamos colocando, o si la placa ya a sido colocada. Así, podremos comprobar que la operación la realiza de forma correcta

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



**Figura 167:** Pantalla de explotación para lanzar ordenes.

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.

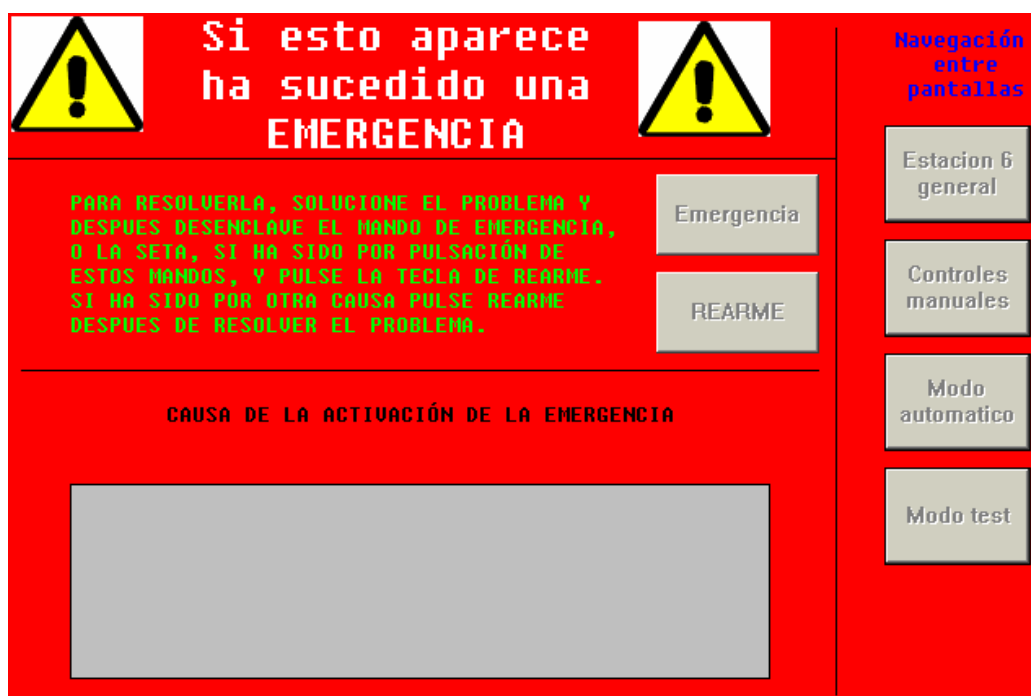
Cuando estando en otra pantalla detectemos que se activa la señal de alarma colocada en la parte superior izquierda, pulsaremos la tecla emergencia del navegador de pantallas, no confundir con el mando de emergencia.

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 desactivar el mando de emergencia (si fue él el causante de la emergencia), 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 autómatas 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.



**Figura 168:** Imagen de la pantalla de explotación para gestionar las emergencias.

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 práctica, 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.

### **13.3.2. Consejos de programación.**

Algunas recomendaciones que pueden seguirse para realizar los programas de la estación 6, son las siguientes:

- ✓ Para gestionar las emergencias utilizar los bits %S22, %S21.
- ✓ Programar las salidas y los mandos manuales en el módulo Post.
- ✓ 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.

- ✓ Utilizar comentarios, sobre todo en el módulo preliminar.
- ✓ Dar símbolos a todos los bits y palabras de memoria que utilicemos.
- ✓ Los alimentadores no deben ser desactivados justo cuando la placa sea detectada por el sensor óptico, ya que es demasiado pronto y no llegaría al tope delantero, donde está correctamente posicionada, así que esta transición debería incluir además del sensor óptico, y tiempo.
- ✓ Las placas deben de ser introducidas en el deposito en la posición adecuada, para que las ventosas no coincidan con los huecos para colocar las piezas.
- ✓ 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.
- ✓ En la etapa donde se reciben las ordenes (debería ser %X0), la transición debería incluir un tiempo prudencial de permanencia en esa etapa para poder cambiar el pedido durante un pequeños tiempo, por ejemplo 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 6), y posteriormente se pulsa el botón verde de marcha.
- ✓ Hay que lanzar la subrutina en el módulo preliminar.
- ✓ Los bits para conocer el estado de la producción, se tienen que borrar al finalizar el montaje, y pueden irse activando durante el Grafcet.
- ✓ Las salidas deben ser programadas para que se activen con mandos manuales y también con las etapas Grafcet correspondientes cuando estemos en producción automática.



### 13.3.3. 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.

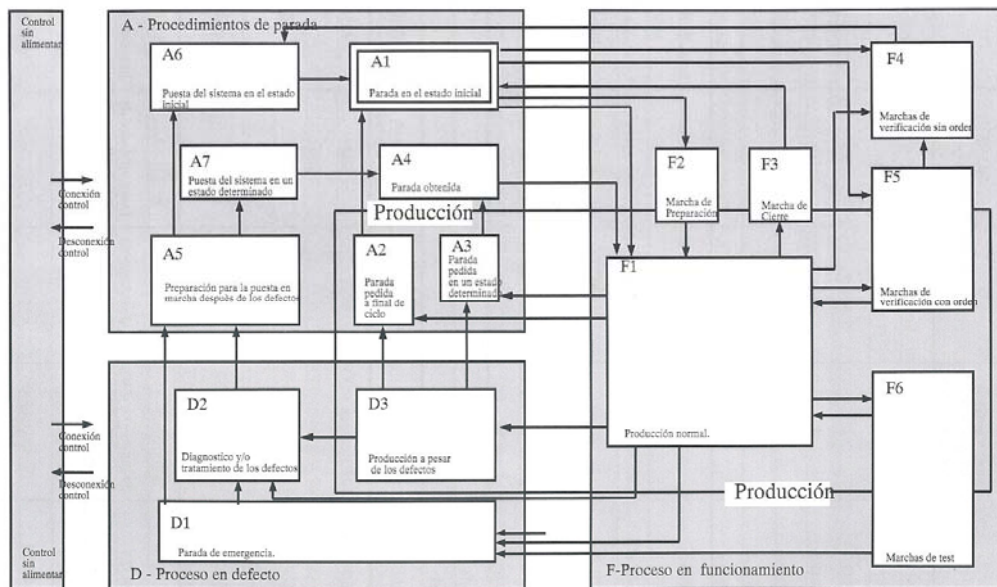


Figura 169: Representación de la guía GEMMA.

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 está 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. Este 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 supone 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 autómatas 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 autómatas comprueba el buen funcionamiento de los accionadores y captadores de la máquina. El autómatas 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 autómatas 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 autómatas 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.

### **13.3.3.1. 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, procederemos a su aplicación en la estación 6. 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:

- xvi. 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.
- xvii. Control manual.** Programar un estado de funcionamiento en el los movimientos se realizan de forma manual.
- xviii. 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.

- xix. Producción normal automática.** Estado en el cual la estación atenderá los pedidos que le hagamos.
  
- xx. 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 Graficet 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 *estación6practica*. En el modo automático y el modo manual debe funcionar como se explicó en el apartado 4.3.2.



## **CAPÍTULO 14. INSTRUCCIONES DE OPERACIÓN.**

Una vez que tengamos nuestra aplicación terminada, procederemos a su transmisión a la estación 4. Para ello, hay que conocer que formas o de qué recursos disponemos para comunicarnos entre el autómatas 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.

### **14.1. 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 4, alimentación eléctrica y alimentación neumática para los accionadores.

#### **14.1.1. 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 170:** 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.

### 14.1.2. 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.





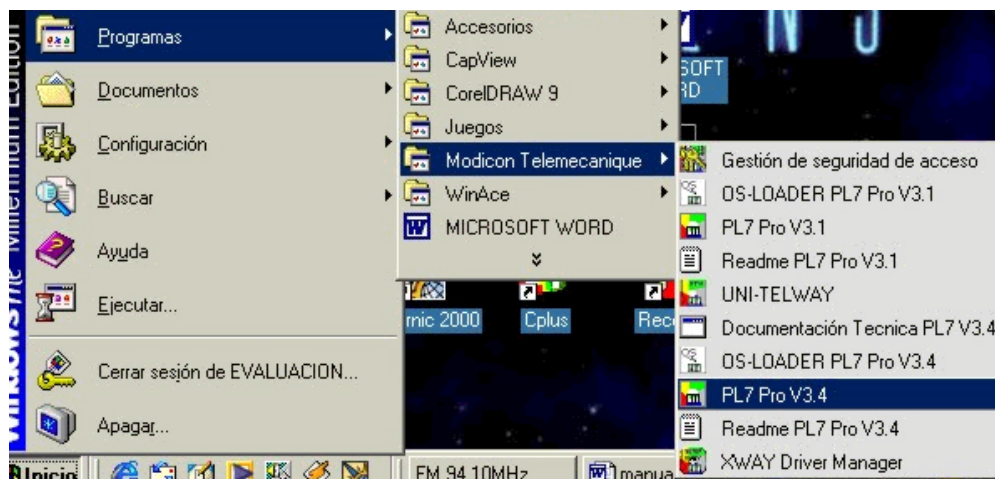
**Figura 171:** Imágenes del compresor de la célula

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.

## 14.2. Carga del programa.

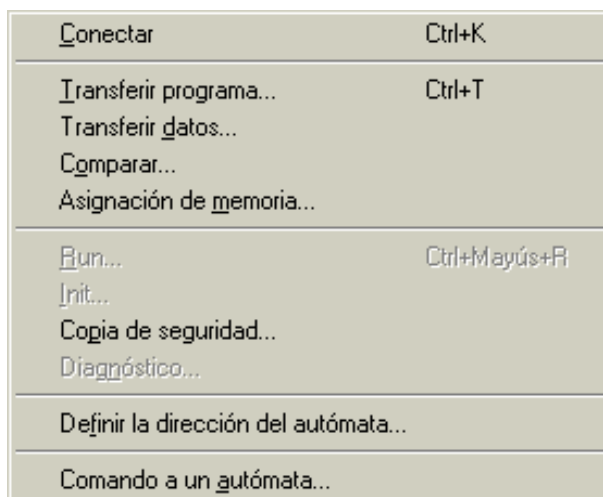
Para cargar el programa deberemos comunicarnos con el autómatas. Esto se puede realizar de diferentes formas, según los drivers y la conexión que tengamos instaladas en el ordenador. Desde la sala de la célula, es posible conectarse mediante Fipway desde tres puntos, puesto que existen 3 ordenadores con tarjetas Fipway y dirección configuradas. Si no estamos en uno de estos ordenadores, también podremos conectarnos al autómatas 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 autómatas, 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 172:** 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 173:** 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 174:** 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 61, 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 4 ocupa el primer lugar de la red, introduciremos {1.4}SYS.

Ahora con el modo de conexión seleccionado y la dirección establecida, desde el menú automático, 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.

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.

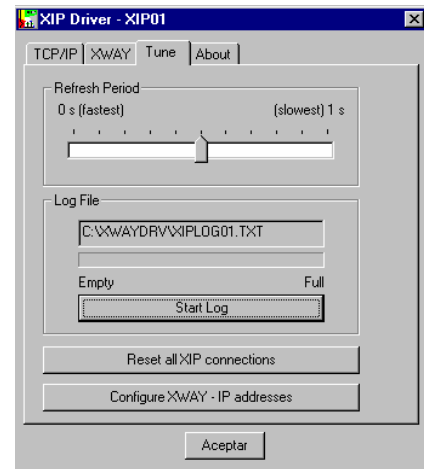


Figura 175: Imagen del driver XIP

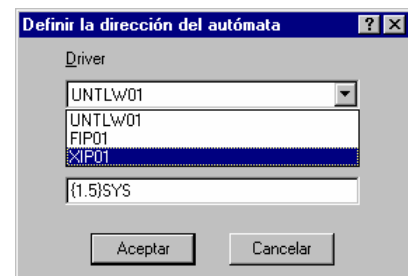


Figura 176: Drivers y dirección del PLC.

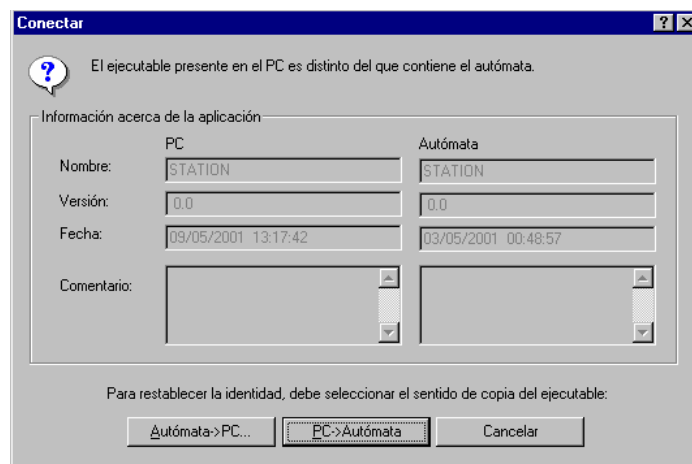


Figura 177: Selección del sentido de circulación de los datos.

### 14.3. 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 autómatas 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 autómatas 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 178:** 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 15. 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 humanas (dedos, uñas, etc.) cuando la máquina este realizando sus movimientos, especialmente al cerrarse la pinza.

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 autómeta o bien en los módulos de precableado de FESTO, la correcta iluminación de los led's, 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.

Durante el proceso de identificación de camisas, al salir esta del cargador, no tocar la camisa nunca, incluso si los sensores fallan y queremos pegar más la camisa a estos, ya que el brazo baja rápidamente y podría dañarnos la mano.

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 depósito de camisas este lleno, o con las suficientes camisas para realizar la práctica.

