

## **Enseñar con MecLab®**

563065



Referencia: 562070  
Actualización: 12/2021  
Autores: A. Hüttner, R. Pittschellis, M. Klaus, M. Hübsch, M. Striegel, T. Lust, J. Schwarz  
Redacción: F. Ebel  
Layout: Febrero de 2008

© Festo Didactic, 73770 Denkendorf, Alemania, 2021

Internet: [www.festo-didactic.com](http://www.festo-didactic.com)

e-mail: [did@de.festo.com](mailto:did@de.festo.com)

Sin nuestra expresa autorización, queda terminantemente prohibida la reproducción total o parcial de este documento, así como su uso indebido y/o su exhibición o comunicación a terceros. De los infractores se exigirá el correspondiente resarcimiento de daños y perjuicios. Quedan reservados todos los derechos inherentes, en especial los de patentes, de modelos registrados y estéticos.

Se permite el multicopiado de partes del presente documento por el usuario autorizado, aunque únicamente con fines didácticos.

**Importante**

Se sobreentiende que el uso de términos en género masculino (por ejemplo, estudiante, instructor, etc.) incluye también los correspondientes términos de género femenino. Se prescinde de la alusión explícita a los dos géneros únicamente con el fin de no complicar la formulación de las frases y facilitar la lectura.

# Contenido

|          |   |           |
|----------|---|-----------|
| <b>1</b> | <b>Introducción y explicaciones didácticas</b>                        | <b>5</b>  |
| <b>2</b> | <b>Informaciones generales sobre el sistema para enseñanza MecLab</b> | <b>10</b> |
| <b>3</b> | <b>Puesta en funcionamiento de las estaciones</b>                     | <b>13</b> |
| 3.1      | Instalación de FluidSIM®  | 13        |
| 3.2      | Montaje de las estaciones   | 13        |
| 3.3      | Advertencias de seguridad   | 14        |
| 3.4      | Indicaciones para el mantenimiento                                    | 15        |
| <b>4</b> | <b>Estación del cargador</b>  | <b>16</b> |
| 4.1      | Función técnica   | 16        |
| 4.2      | Componentes de la estación del cargador                               | 18        |
| 4.3      | Montaje y cableado  | 20        |
| 4.4      | Modificación de la electroválvula de 4/2 vías                         | 23        |
| 4.5      | Ejemplo de solución de una tarea con el cargador                      | 24        |
| <b>5</b> | <b>Estación de cinta transportadora</b>                               | <b>36</b> |
| 5.1      | Función técnica   | 36        |
| 5.2      | Componentes de la estación de cinta transportadora                    | 38        |
| 5.3      | Montaje y cableado  | 39        |
| 5.4      | Confección de un programa de ejemplo para la cinta transportadora     | 39        |
| <b>6</b> | <b>Estación de manipulación</b>                                       | <b>51</b> |
| 6.1      | Función técnica   | 51        |
| 6.2      | Componentes de la estación de manipulación                            | 53        |
| 6.3      | Puesta en funcionamiento de la estación de manipulación               | 55        |
| 6.4      | Solucionar una tarea sencilla con la estación de manipulación         | 56        |
| <b>7</b> | <b>Sugerencias pedagógicas</b>  | <b>73</b> |
| 7.1      | Medios didácticos incluidos   | 73        |
| 7.2      | El concepto de las clases   | 74        |
| <b>8</b> | <b>Trabajar con proyectos</b>   | <b>82</b> |
| 8.1      | Metas didácticas de las clases con proyectos                          | 82        |
| 8.2      | Características del estudio mediante proyectos                        | 82        |
| 8.3      | Las fases de las clases con proyectos                                 | 84        |



# 1    **Prólogo a la 2ª edición**

El MecLab se introdujo en el mercado en 2008 y desde entonces se ha utilizado con éxito en todo el mundo. Hasta ahora no ha sido necesaria una revisión significativa, lo que habla de la calidad del concepto original. Sin embargo, los nuevos avances técnicos han hecho necesarias algunas revisiones:

- Las válvulas VUVB originalmente usadas han sido reemplazadas por válvulas VUVG más modernas. Estas son más compactas, pero son válvulas de 5/2 vías en vez de 4/2 vías. Esto no cambia la función, los viejos diagramas de cableado todavía pueden ser utilizados.
- La barrera de luz bifurcada de la estación transportadora ha sido reemplazada por una unidad de fibra óptica. Es más compacto y por lo tanto puede ser colocado más fácilmente en otros lugares.
- La pinza mecánica de la estación de manipulación ha sido reemplazada por una pinza de succión. Esto significa que el MecLab ahora también cubre el tema del vacío.
- Hay un nuevo Mini-EasyPort, que ofrece muchas ventajas con respecto al modelo anterior (por ejemplo, una pantalla para indicar el estado y un botón de control multifunción). Además, el nuevo Mini-EasyPort también puede ser programado con la herramienta de programación EasyLab si no desea trabajar con FluidSIM.
- Y finalmente, la versión algo anticuada de FluidSIM MecLab, que todavía estaba basada en la versión 4, ha sido sustituida por una versión actual basada en la versión 6. Esta versión es ahora totalmente compatible con las versiones actuales de Windows y también admite el uso de varios EasyPorts en un ordenador.
- Por lo tanto, el MecLab ha mejorado aún más y, en consecuencia, todas las instrucciones han sido ligeramente revisadas. En este manual "Enseñando con MecLab" los diagramas de circuito han sido adaptados a las nuevas válvulas de 5/2 vías y las fotos del producto han sido actualizadas. Sin embargo, los cambios en la interfaz de usuario de FluidSIM son mínimos, por lo que la sección de la estación de la cinta transportadora no ha sido adaptada).

En la sección de teoría "Fundamentos de la Tecnología de Automatización" se añadió una sección sobre el vacío.

También se actualizaron las tareas, se actualizaron las ilustraciones de los componentes y se adaptaron los diagramas de circuitos cuando fue necesario. Además, se han añadido dos tareas:

- Una tarea sobre el tema de la manipulación con el vacío.
- Una tarea sobre el tema de acoplar dos estaciones

Esperamos que el nuevo MecLab sea tan bien recibido en las escuelas como la primera versión.

## 2 Introducción y explicaciones didácticas

En la era en que los conocimientos son decisivos, la técnica de la automatización, siendo una parte importante de las ciencias de la ingeniería técnica, adquiere una importancia cada vez mayor. Siendo una disciplina técnica científica, es expresión del ingenioso trabajo intelectual y práctico de científicos especializados en materias técnicas y de las ciencias naturales. La técnica de la automatización ha conseguido modificar sustancialmente el mundo laboral, aumentando el nivel de productividad y garantizando un nivel homogéneo de calidad. Al mismo tiempo, consigue satisfacer el interés general por adquirir siempre más conocimientos técnicos. Los logros de la automatización se ponen de manifiesto tanto en el mundo laboral como en el ámbito privado.

Tratándose de un sector de las ciencias de la ingeniería técnica, la automatización recurre a los conocimientos acumulados en prácticamente todas las demás especialidades científicas. La investigación en el sector de la automatización se distingue por ser marcadamente multidisciplinar, por lo que depende de los hallazgos científicos conseguidos en la electrotecnia, la ingeniería de máquinas, la técnica de procesos y la informática, para dar sólo algunos pocos ejemplos.

Sin importar la edad, todos nosotros utilizamos diariamente sistemas técnicos. Todos utilizamos escaleras automáticas, sistemas automáticos para abrir puertas, cintas transportadoras en las cajas de los supermercados o, también, cajeros automáticos. En ese sentido, la técnica de la automatización está presente en todas partes. Todos nosotros, en algún momento, debemos seleccionar, utilizar, evaluar sistemas automáticos ya sea de modo directo o indirecto, en nuestra vida privada o profesional.

Por esta razón, la educación técnica general y que pretenda tener perspectivas de futuro, necesariamente tiene que dedicarse a la técnica de la automatización.

Las metas más importantes a tener en cuenta:

- Promover la difusión de conocimientos implícitos y explícitos sobre sistemas automáticos
- Desarrollar conocimientos y habilidades para la utilización eficiente de sistemas automáticos
- Ampliar los conocimientos necesarios para seleccionar, poner en funcionamiento y realizar el mantenimiento de sistemas automáticos

Precisamente el carácter complejo de la tecnología de la automatización tiene como consecuencia que el contenido de los estudios técnicos básicos y generales sea complicado, aunque de importancia trascendental. Las innovaciones, indispensables para el buen desarrollo de cualquier economía nacional, son el producto de las mentes de personas ingeniosas que disponen de fundados conocimientos técnicos, capaces de realizar un trabajo de desarrollo versátil y con entusiasmo. Lo dicho redundará en unas condiciones muy especiales que deben cumplirse en la educación técnica general. Para que esta educación tenga éxito, deben seleccionarse y ofrecerse los contenidos apropiados para que los estudiantes entiendan la tecnología y sepan utilizar sistemas técnicos.

Las personas deben adaptarse constantemente a las condiciones cambiantes que imperan en su mundo profesional, por cuya razón deben ampliar permanentemente sus conocimientos profesionales. En la mayoría de los casos, este proceso de estudio empieza en la fase de la formación profesional. Sin embargo, los conocimientos básicos se adquieren mucho antes, como también la actitud frente a la tecnología en general. Por ello, las clases técnicas básicas impartidas en la educación general y la instrucción técnica en la formación técnica básica y a través de proyectos multidisciplinarios, tienen una importancia muy especial. La didáctica moderna siempre considera el nivel de instrucción del estudiante para ampliar sus conocimientos a partir de ese nivel.

Las clases de tecnología impartidas antes de la formación profesional están estrechamente relacionadas con otras asignaturas que tienen la función de explicar las bases teóricas de la tecnología, de explicar sus relaciones estructurales y demostrar su posible utilización.

Por lo tanto, puede afirmarse que los estudios previos a la formación técnica tienen la siguiente finalidad:

- Transmitir la esencia de la tecnología como instrumento creado por el ser humano con el fin de estudiar y aprovechar las leyes de la naturaleza
- Conseguir que la tecnología se entienda como el resultado del esfuerzo intelectual del hombre por entender y aprovechar las leyes de la naturaleza dentro de su contexto económico, ecológico, social, con todas sus oportunidades y exigencias
- Alentar al estudiante para que adquiera conocimientos técnicos y los utilice
- Crear las condiciones necesarias para formas de pensar y actuar creativas en relación con la tecnología
- Apoyar el desarrollo del hombre como individuo, promoviendo su responsabilidad en general y su responsabilidad específica en relación con la tecnología
- Fomentar una forma de pensar global (responsabilidad propia al planificar, ejecutar, controlar y evaluar) al estudiar y utilizar (construir, fabricar, aplicar) la tecnología

La educación técnica previa a la formación profesional debe concebirse en función de los más recientes conocimientos de la psicología pedagógica:

- Fomentar una forma de pensar global, creativa y en función de redes
- Conocer la relación entre los estudios y el trabajo como condición que debe cumplirse para adquirir conocimientos técnicos y seguir ampliándolos
- Desarrollar la capacidad creativa de las personas para un aprovechamiento múltiple de la tecnología dentro de sus entornos económicos, ecológicos y sociales

Criterios relacionados con los contenidos de las clases técnicas previas a la formación profesional

- Los contenidos deben adaptarse en la medida de lo posible al entorno real del estudiante. En ese sentido, debe explicarse la profunda influencia que tiene la tecnología en las tendencias que se ponen de manifiesto en la sociedad en general, así como en la vida privada de cada persona.
- Los contenidos deberán transmitirse de tal manera que los estudiantes tengan la posibilidad de utilizar la tecnología, de analizar sus efectos y funciones y de descubrir sus propias habilidades y preferencias.

Debido a sus complejos contenidos, la técnica de la automatización es una de las asignaturas más exigentes del currículum escolar general. Para transmitir esos conocimientos y para que el estudiante los adquiera, no es suficiente ofrecer clases de tipo tradicional y recurrir solamente a sistemas pedagógicos multimedia. Tampoco es suficiente la intervención esporádica de expertos o visitas guiadas a fábricas con el fin de crear un puente entre la teoría y la práctica.

Más bien es necesario que los estudiantes tengan la posibilidad de trabajar con sistemas técnicos automatizados para que entiendan el funcionamiento coordinado de sistemas parciales y de los componentes del sistema y, además, para que sean capaces de montar y desmontar los equipos correspondientes. La finalidad consiste en que el proceso de estudio implique todos los sentidos del estudiante. Para alcanzar estas metas pueden utilizarse medios didácticos muy similares a los equipos reales. Estos medios ofrecen informaciones, reflejan la realidad, son medios de comunicación y, además, permiten un estudio activo, independiente y en equipo. Con los, la realidad práctica se pone en las aulas de clase.

El sistema para la enseñanza MecLab® de Festo, que incluye las estaciones de cargador, cinta transportadora y unidad de manipulación, fue concebido para que los estudiantes se familiaricen con sistemas técnicos automatizados. Con MecLab® es posible simular de modo muy realista los sistemas utilizados en la práctica. Considerando que se trata de un sistema concebido para la enseñanza, puede ser considerado un medio didáctico. Sus tres sistemas parciales (cargador, cinta transportadora y unidad de manipulación) también pueden combinarse y pueden servir de medios didácticos complejos y realistas. Estos sistemas conjugan la forma de estudiar con un equipo apropiado para desmontarlo con el estudio con un sistema en funcionamiento.

Para crear diversos modelos, se utilizan módulos. En términos pedagógicos se le concede prioridad a la síntesis. Los modelos desmontables del MecLab®, que el estudiante puede modificar y adaptar para que cumplan diversos criterios, pueden aprovecharse tanto para el análisis como para la síntesis de sistemas técnicos. En lo que al análisis se refiere, el modelo puede transformarse en un sistema modular para, a continuación, recuperar el modelo original.



MecLab® es un sistema para la enseñanza mediante un conjunto de medios didácticos. El sistema se completa con:

- Software
- Vídeos
- Dibujos técnicos
- Esquemas del flujo de materiales, energía y datos

Utilizando el sistema MecLab® o cualquiera de sus partes, es posible relacionar entre sí la teoría y la práctica. Las teorías, entendidas como explicación de sistemas, hipótesis, tesis, premisas, principios, reglas y leyes, también tienen un efecto pedagógico cuando se explica su posible aplicación práctica. La riqueza de las teorías de las ciencias de la ingeniería técnica queda reflejada en la gran variedad de sus aplicaciones. La práctica es, en términos generales, la tecnología aplicada en todas sus variedades.

La relación entre la teoría y la práctica puede guiar a los estudiantes para que conecten la teoría con la práctica y, además, para que analicen las aplicaciones concretas y, así, comprueben la corrección de las teorías. Esta relación entre la teoría y la práctica puede establecerse de muchas maneras. Lo importante es que el estudiante no entienda la práctica únicamente mediante imágenes y descripciones. Más bien es necesario que establezca contacto directo con sistemas reales, experimente su funcionamiento y se ejercite en la solución de tareas.

Con MecLab® es posible transmitir contenidos didácticos prácticos y teóricos, relacionados con la técnica de la automatización. Por ejemplo:

- Tipos de sistemas de control
- Fundamentos de los sensores y detectores
- Relaciones entre detectores y actuadores en sistemas técnicos
- Funciones lógicas básicas
- Principios básicos de la programación de sistemas automáticos
- Consecuencias económicas y ecológicas de la automatización de procesos técnicos para la sociedad y los individuos, etc.

MecLab® es un sistema técnico sofisticado y, a la vez, fácil de entender, que puede utilizarse principalmente en las asignaturas técnicas del noveno y décimo año de educación escolar. Es ventajoso, aunque no indispensable, que los estudiantes dispongan de conocimientos básicos en temas como técnicas de fabricación, maquinaria, sistemas eléctricos e informática. Todos los conocimientos básicos (por ejemplo, fundamentos de física de la técnica de actuadores y detectores, de relés y de enlaces lógicos) pueden adquirirse en la parte teórica y resolviendo las tareas. Sin embargo, debería concedérsele especial atención a la adquisición de conocimientos básicos y menos a las aplicaciones.

MecLab® puede utilizarse para alcanzar los siguientes objetivos didácticos:

- Con MecLab®, los estudiantes deberán adquirir conocimientos básicos sobre sistemas de control automáticos de máquinas y equipos. Durante el proceso de estudio, deben analizarse, aplicarse y verificarse de modo práctico y realista temas relacionados con la preparación del trabajo, así como aspectos de fabricación y transporte y almacenamiento de piezas en sistemas automáticos
- Los estudiantes conocen diversas variantes técnicas y entienden el encadenamiento de máquinas y sistemas de robótica. Los estudiantes entienden las relaciones existentes entre sistemas de automatización complejos y las consecuencias económicas y ecológicas que tienen para los individuos y la sociedad en general. Los estudiantes adquieren interés en aplicar diversos principios de construcción y funcionamiento y, además, desean aprender a utilizar términos y símbolos técnicos para expresarse con propiedad y precisión.
- Los estudiantes son capaces de describir, desarrollar, documentar y probar en la práctica, solos o en equipo, el funcionamiento de soluciones con sistemas y procesos automáticos. De esta manera, los estudiantes entienden las relaciones existentes entre las disciplinas parciales de mecánica, electrotecnia, electrónica e informática y su importancia para los sistemas automáticos. Además, entienden la necesidad de trabajar en equipo.
- El ordenador se transforma en una herramienta para solucionar tareas técnicas y económicas. Los estudiantes deberán evaluar críticamente los resultados obtenidos y efectuar las modificaciones necesarias en las soluciones técnicas que ellos propusieron.

Con MecLab® se establecen nuevas referencias en la impartición de clases en asignaturas técnicas, lográndose que los estudiantes entiendan y aprecien el trabajo realizado por ingenieros técnicos. La utilización de elementos industriales y de los símbolos usuales en la industria, de esquemas de distribución y hojas de datos, logra establecer una relación muy directa con la realidad industrial.

### 3 Informaciones generales sobre el sistema para enseñanza MecLab®

El sistema para la enseñanza MecLab® está compuesto esencialmente de tres estaciones que tienen las siguientes funciones:

- Cargar y clasificar piezas
- Transportar piezas
- Manipular piezas

MecLab® es un sistema especialmente apropiado para representar estas funciones que son típicas en cualquier sistema de fabricación automática.

En la figura 2.1 se muestra una cadena de montaje real, en la que se producen piezas moldeadas de chapa. Las chapas en bruto se transportan en una cinta de rodillos (3) hacia las estaciones de mecanizado (1,2, 7) (función de transporte) donde son moldeadas. El primer robot (4) recoge las chapas de la cinta y las coloca en el cargador (5, función de cargador); el segundo robot (6) recoge las chapas del cargador y las lleva hacia la tercera estación (7) (manipulación y clasificación).

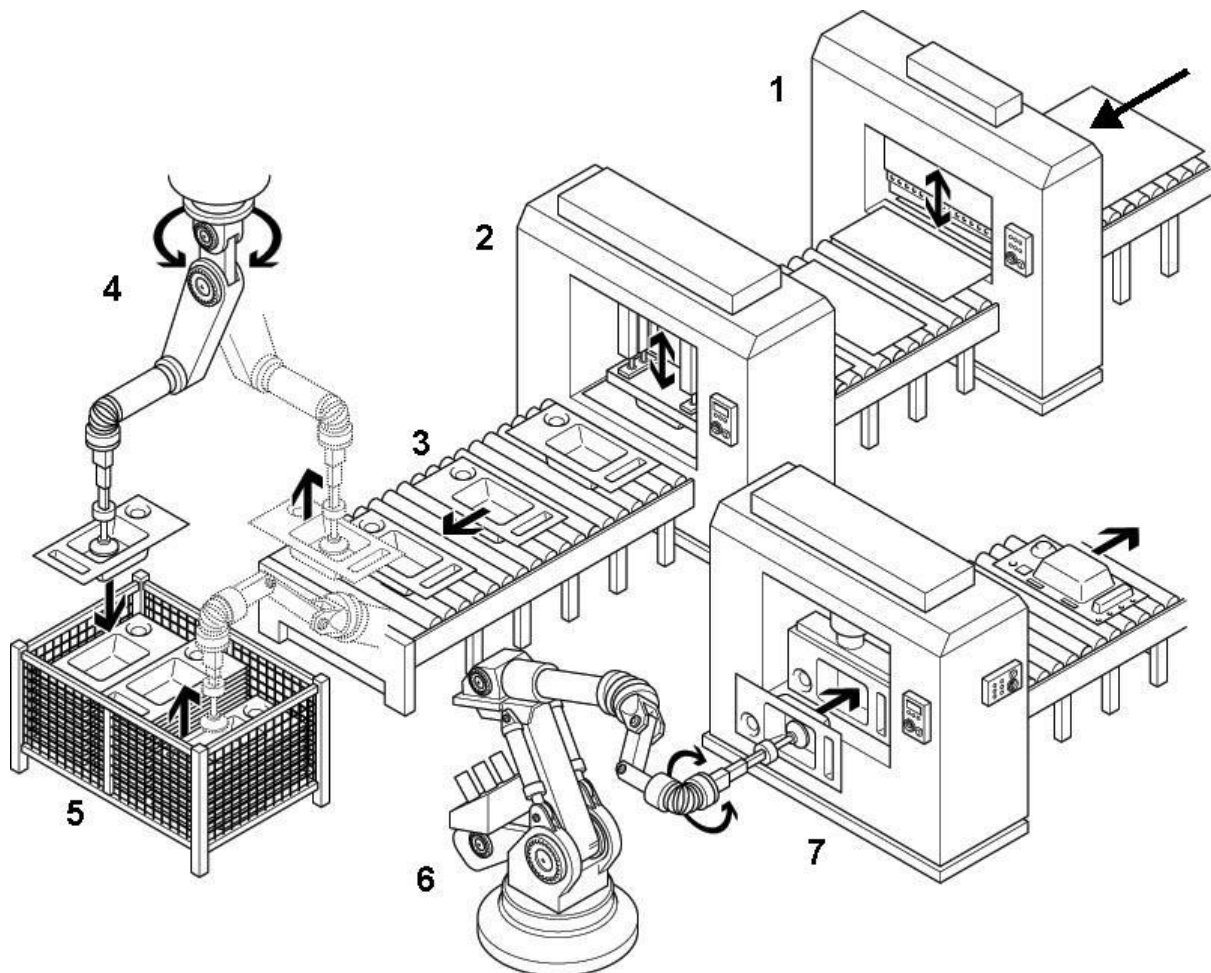


Figura 2.1: Fabricación automática de piezas de chapa moldeada

Las estaciones de MecLab® solucionan tareas similares:

- Estación del cargador  
Cargar y clasificar piezas. Las piezas pueden someterse a un proceso de estampado o de moldeo sencillo.
- Estación de transporte  
Transporte de piezas mediante un electroimán. Además: separar o clasificar las piezas.
- Estación de manipulación  
Retirar las piezas de una estación y entregarlas en la siguiente. También: montaje de piezas.

Es posible modificar las funciones de las estaciones retirando o agregando componentes como detectores o actuadores. Este es, precisamente, el contenido de las tareas que se resuelven a través de los proyectos.

### **Ejemplo**

Retirando el electroimán de la estación de cinta transportadora, esta estación sólo puede utilizarse para transportar piezas, pero no para clasificarlas. Si se cambia la posición del electroimán de un lado al otro de la cinta transportadora, el desvío se transforma en un freno.

Además de las estaciones, el sistema MecLab® incluye los siguientes componentes:

- Compresor para alimentar aire comprimido a las estaciones
- Software de simulación y control FluidSIM®
- EasyPort para conectar las estaciones al PC
- Unidades de alimentación para alimentar corriente eléctrica a los EasyPort
- Piezas
- Herramientas y piezas pequeñas diversas
- Material didáctico (por ejemplo, el presente manual) en CD-ROM

El control de las estaciones está a cargo del software de simulación y control FluidSIM® en combinación con un EasyPort. A través del EasyPort, FluidSIM® puede recibir y procesar las señales provenientes de las estaciones y controlar los actuadores. La estación está conectada al puerto USB del PC a través del EasyPort. La corriente para el EasyPort proviene de las unidades de alimentación. Los programas que se entregan con el sistema a modo de ejemplo se utilizan a modo de introducción al trabajo de programación.

También es posible activar algunas funciones de las estaciones activando directamente las válvulas (pulsando el botón de accionamiento manual de las válvulas).

Las estaciones se entregan completamente montadas. Sin embargo, estas estaciones pueden modificarse utilizando las herramientas incluidas en el sistema, de modo que es posible que las estaciones realicen tareas diferentes. Todas las estaciones tienen su propia función y, por lo tanto, pueden utilizarse individualmente. Sin embargo, es posible intercambiar componentes entre las estaciones o crear una línea de montaje uniendo las estaciones.

La documentación (en CD-ROM) incluye lo siguiente:

- Introducción (el presente documento)
- Instrucciones para la puesta en funcionamiento para las tres estaciones  
Instrucciones detalladas, paso a paso, para la puesta en funcionamiento
- Parte teórica  
Explicación de cada uno de los componentes y de la tecnología que se utilizan para trabajar con MecLab®
- Hojas de ejercicios  
Los estudiantes utilizan estas hojas de ejercicios para familiarizarse con el sistema MecLab®, conocer las tecnologías más importantes y realizar proyectos sencillos.
- Presentación PowerPoint  
Colección de representaciones gráficas que se utilizan para ofrecer explicaciones en clase

Además, pasando con el puntero del ratón sobre un símbolo en FluidSIM® y pulsando la tecla derecha del ratón, se obtienen informaciones sobre los respectivos componentes de MecLab®.

## 4 Puesta en funcionamiento de las estaciones

### 4.1 Instalación de FluidSIM®

Para controlar las estaciones de Meclab® se necesita el programa de simulación y control FluidSIM®. Antes de empezar, es necesario instalar este software en el ordenador. El ordenador debe disponer de una unidad CD-ROM y de un puerto USB (versión 1.1 o superior).

Para instalar FluidSIM®, coloque el CD-ROM, abra la carpeta FluidSIM®, haga clic en el archivo «setup.exe» y siga las instrucciones para continuar con la instalación.

### 4.2 Montaje de las estaciones

Las estaciones de Meclab® se entregan completamente montadas. Para poner en funcionamiento una estación, deberá procederse de la siguiente manera:

1. Introduzca el módulo de interface EasyPort (1) en el conector SubD del distribuidor Multipolo (3).
2. Conecte la unidad de alimentación al EasyPort (2).
3. Conecte el EasyPort al PC utilizando el cable para puerto USB (4) incluido en el suministro.
4. Inicie el programa FluidSIM®, haga clic en «abrir archivo» y cargue el programa de ejemplo que corresponda (ver tabla).
5. Inicie el programa de ejemplo haciendo clic en la flecha de inicio en FluidSIM®.

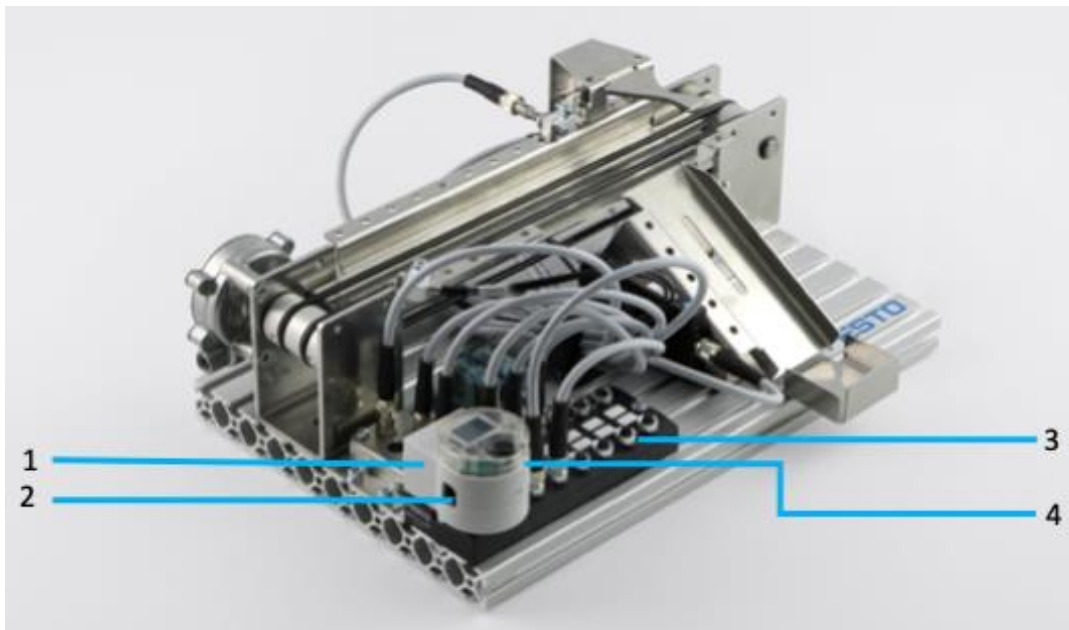


Figura 3.1: Conexión del EasyPort

**Cuadro general de los programas de ejemplo**

| Programa de ejemplo | Para la estación siguiente: | Funcionamiento   |
|---------------------|-----------------------------|--|
| 1-4.ct              | Cargador                    | Accionamiento manual de cilindros de simple efecto   |
| 1-5.ct              | Cargador                    | Accionamiento manual de cilindros de doble efecto  |
| 1-7.ct              | Cargador                    | Retirar la tapa y colocar la tapa a presión en el frasco (automático)  |
| 2-5a.ct             | Cinta transportadora        | Activar la cinta con barrera de luz  |
| 2-7.ct              | Cinta transportadora        | Activar la cinta con barrera de luz; clasificación de piezas metálicas, desconectar transcurridos 5 segundos |
| 2-8.ct              | Cinta transportadora        | Igual que 2-7.ct, aunque cambio manual del sentido de avance de la cinta                                     |
| DC MOTOR RELAIS. ct | Cinta transportadora        | Conexión/Desconexión manual del motor de la cinta; inversión del sentido de giro                             |
| 3-4.ct              | Manipulación                | Avance manual del eje Z  |
| 3-6.ct              | Manipulación                | Avance manual del eje Z, funcionamiento continuo   |
| 3-7.ct              | Manipulación                | Retirar una pieza del plato posterior y colocarla en el delantero automáticamente                            |

**4.3 Advertencias de seguridad**

MecLab® fue creado respetando todas las directivas de seguridad aplicables. Al igual que en cualquier sistema técnico, deben considerarse diversas indicaciones de seguridad con el fin de evitar que se ponga en peligro la integridad física de las personas:

**Informaciones generales**

- Los estudiantes únicamente podrán trabajar con las estaciones en presencia de un instructor.
- Lea detenidamente las hojas de datos correspondientes a cada uno de los elementos y, especialmente, respete las respectivas indicaciones de seguridad.

**Parte eléctrica**

- Las conexiones eléctricas únicamente deberán conectarse y desconectarse sin tensión.
- Únicamente deberá utilizarse baja tensión (de máximo 24 V DC).



### Neumática

- No deberá superarse la presión máxima admisible de 400 kPa (4 bar).
- Únicamente conectar el aire comprimido después de haber montado y fijado correctamente todos los tubos flexibles.
- No desacoplar tubos flexibles mientras el sistema esté bajo presión.
- Al conectar el aire comprimido, proceder con especial cuidado. Los cilindros pueden avanzar o retroceder de modo incontrolado.
- Los tubos flexibles que se sueltan bajo presión pueden causar accidentes. En caso de peligro, deberá cortarse de inmediato la alimentación de presión. Festo Didactic recomienda el uso de gafas protectoras. La longitud de los tubos flexibles deben ser lo más cortos posibles entre dos conexiones.
- Montaje del sistema neumático:  
Establezca las conexiones utilizando tubos flexibles de 4 ó 5 milímetros de diámetro exterior. Introduzca los tubos flexibles hasta el tope de las conexiones enchufables. No es necesario fijar adicionalmente los tubos flexibles.
- Antes de desmontar los tubos flexibles, deberá desconectarse la alimentación de aire comprimido.
- Desmontaje del sistema neumático:  
Presione el anillo de desbloqueo de color azul y retire el tubo flexible.

### Compresor

- La presión puede regularse en el compresor. Para regular la presión, tire del botón del regulador y gírelo hasta que el manómetro indique la presión deseada. A continuación, vuelva a presionar el botón del regulador para bloquearlo.
- No toque el compresor mientras está en funcionamiento o lo estuvo poco antes. El compresor se calienta durante el funcionamiento.
- Después de desconectar el compresor, deberá descargarse el aire comprimido contenido en el depósito del compresor.
- Se recomienda que el compresor no funcione de modo continuo durante más de una hora.

### Mecánica

- Monte todos los componentes fijamente sobre la placa.
- Manipule los componentes de la estación únicamente si está desconectada.

## 4.4 Indicaciones para el mantenimiento

MecLab® no precisa mantenimiento.

Sin embargo, en intervalos regulares deberá descargarse el condensado que se acumula en el depósito del condensador y en el separador de agua. Deberá revisarse regularmente depósito del compresor para detectar posibles daños.



## 5 Estación del cargador

### 5.1 Función técnica

Cualquier sistema de producción cuenta con un sistema para almacenar pasajeramente las piezas en bruto, las piezas semiacabadas o los productos finales. Para ello suelen utilizarse paletas o almacenes de estanterías altas. Pero durante el proceso de producción como tal, las piezas deben almacenarse de tal manera que puedan alimentarse al proceso del modo más rápido y eficiente posible.

Numerosas piezas pequeñas como tornillos, tuercas o muelles se adquieren a granel, por lo que primero tienen que clasificarse y orientarse para su inclusión en el proceso de producción. Con ese fin se usan frecuentemente transportadores vibratorios (fig. 4.1). Debido a la vibración, las piezas llegan hasta los selectores y elementos de desviación que únicamente dejan pasar las piezas que están correctamente orientadas. Ello significa que únicamente llegan al proceso de producción las piezas que están orientadas debidamente, aunque originalmente el material a granel estuvo completamente desordenado.



Figura 4.1: Espiral de avance por vibración para almacenar y clasificar tornillos

Si las piezas son de material sensible, por lo general se entregan ordenadas. Las piezas de menor tamaño suelen almacenarse en cintas o en paletas de mayor tamaño (en la fig. 4.2 se muestran circuitos impresos (IC) almacenados en una paleta, llamada «tray» en la industria electrónica.



Figura 4.2: Circuitos impresos en una paleta

Un cargador es una de las posibilidades más sencillas para el almacenamiento ordenado de piezas. En sistemas de producción reales, el proveedor entrega las piezas en recipientes longitudinales. Con ellos se pueden llenar rápidamente los cargadores.

La estación del cargador almacena las piezas, las clasifica y, además, las monta a presión. Si sobre el tablero se coloca un frasco, se retira una tapa del cargador y el segundo cilindro neumático la coloca a presión para tapar el frasco.

La estación del cargador es apropiada para explicar diversos temas de electrotecnia y, además, puede servir a modo de introducción al tema de la neumática. Es posible solucionar diversas tareas sencillas para demostrar las funciones de una válvula y su accionamiento manual, aunque también pueden crearse sistemas de control automático más complejos, utilizando varios cilindros neumáticos y diversas válvulas.

En clase, la estación del cargador puede utilizarse de diversas maneras. La estación puede utilizarse para impartir clases, pero también para que el estudiante la utilice individualmente o trabajando en equipo. Ello significa que con las estaciones de MecLab® es posible llevar el mundo profesional y laboral moderno a las aulas de clase para que los futuros profesionales entiendan mejor los procesos de fabricación.

Para controlar automáticamente el cargador, se utiliza el software FluidSIM®. Lo mismo sucede con las estaciones cinta transportadora y manipulación de piezas. Los estudiantes tienen la posibilidad de familiarizarse con el funcionamiento de los programas utilizados para la automatización de procesos de producción. Para ello sólo deben disponer de pocos conocimientos previos en relación con el uso de programas CAD/CAM. Sin embargo, es ventajoso que los estudiantes dispongan de los siguientes conocimientos previos:

- Configuración de circuitos sencillos
- Utilización de programas de usuario sencillos
- Secuencias de procesos de producción
- Fundamentos de la neumática

Si los estudiantes carecen de estos conocimientos o sólo disponen de conocimientos elementales sobre estos temas, es posible que adquieran en un tiempo aceptable los conocimientos necesarios trabajando directamente con el modelo, sus periféricos y grupos.

## 5.2 Componentes de la estación del cargador

La estación del cargador está compuesta por varios componentes individuales que pueden utilizarse individualmente o de modo combinado, según la tarea a solucionar. Esta estación fue configurada de tal manera que puede modificarse de acuerdo con diversos criterios técnicos. Las herramientas suministradas junto con el sistema son suficientes para realizar esas modificaciones.

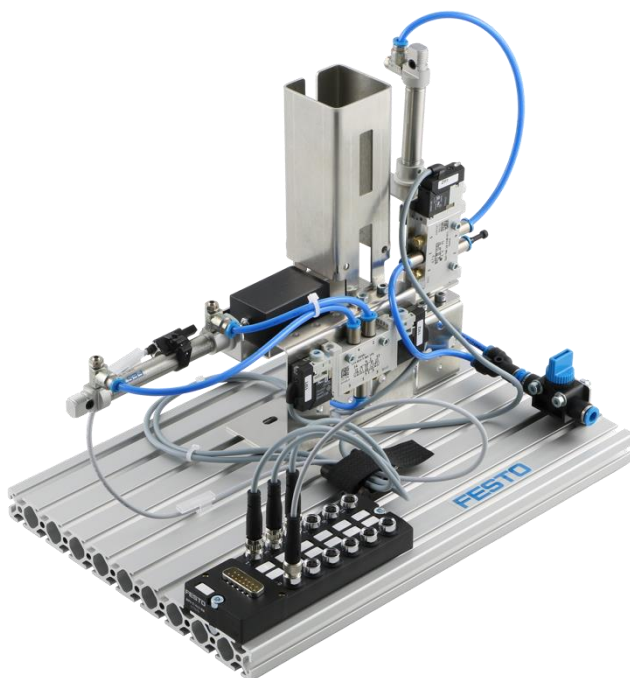


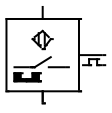

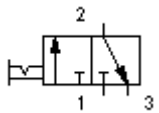



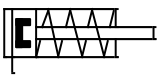

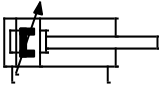



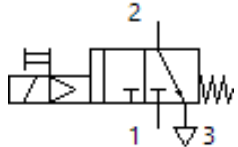
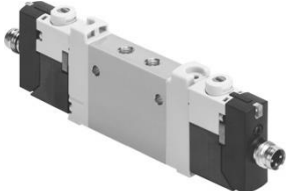
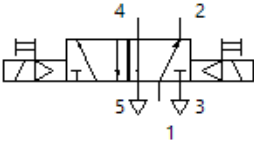

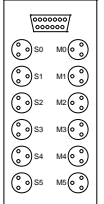


Figura 4.3: La estación del cargador completamente montada

En la siguiente tabla se incluyen los componentes más importantes de la estación del cargador y, además, sus respectivos símbolos.

| Imagen del componente   | Símbolo   | Descripción   |
|---|---|---|
|    |   | Abrazadera y tornillo para el montaje de detectores de posición                                 |
|    |    | Detector magnético para la captar la posición del émbolo del cilindro                           |
|    |    | Válvula de cierre de 3/2 vías para bloquear el paso de aire comprimido y para descargar el aire |
|    |    | Racor en T para distribuir el aire comprimido   |
|   |    | Cilindro de simple efecto de 50 mm de carrera; diámetro del émbolo de 10 mm                     |
|  |  | Cilindro de doble efecto de 50 mm de carrera; diámetro del émbolo de 10 mm                      |
|  |  | Válvula reguladora para regular la velocidad de los actuadores neumáticos                       |
|  |  | Electroválvula de 3/2 vías, con reposición neumática  |
|  |  | Electroválvula biestable de 5/2 vías  |
|  |  | Distribuidor multipolo para conectar componentes eléctricos                                     |

### 5.3 Montaje y cableado

MecLab® se entrega parcialmente montado. Sin embargo, es posible que para determinados fines didácticos tenga que desmontarse el equipo completamente, para volver a montarlo posteriormente. Ello es perfectamente posible, siempre y cuando se tengan en cuenta las indicaciones que se ofrecen en este capítulo.

El elemento básico de la estación del cargador es una placa perfilada de aluminio, sobre la que se montan los componentes individuales del cargador utilizando tuercas con cabeza de martillo. Todos los demás componentes también están atornillados y pueden desmontarse y volverse a montar utilizando la llave de boca y para tornillos de hexágono interior. El destornillador, también incluido en el suministro, se utiliza principalmente para ajustar las válvulas reguladoras. Los tubos flexibles pueden cortarse con el cortador de tubos para obtener las longitudes necesarias.

#### Importante

No utilice tijeras o cuchillos, ya que así se pueden ocasionar posibles fugas.

La estación de apilamiento de revistas se entrega parcialmente ensamblada: Sólo falta montar el sensor para comprobar la posición final del cilindro eyector. Esto asegura el control de la secuencia y permite iniciar un nuevo paso en la secuencia del programa cuando se alcanza la posición final del cilindro de doble efecto.

Adicionalmente es posible montar un detector para controlar la posición final. De esta manera se asegura el control del proceso y se puede activar el siguiente paso del proceso cuando el cilindro de doble efecto alcanza su posición final.

Para realizar el montaje del detector, deberá colocarse la abrazadera alrededor del cilindro y, a continuación, ajustarla con el tornillo correspondiente. Entonces se introduce el detector en el elemento de fijación y, finalmente, se fija girando cuidadosamente el tornillo de hexágono interior en 180 grados.

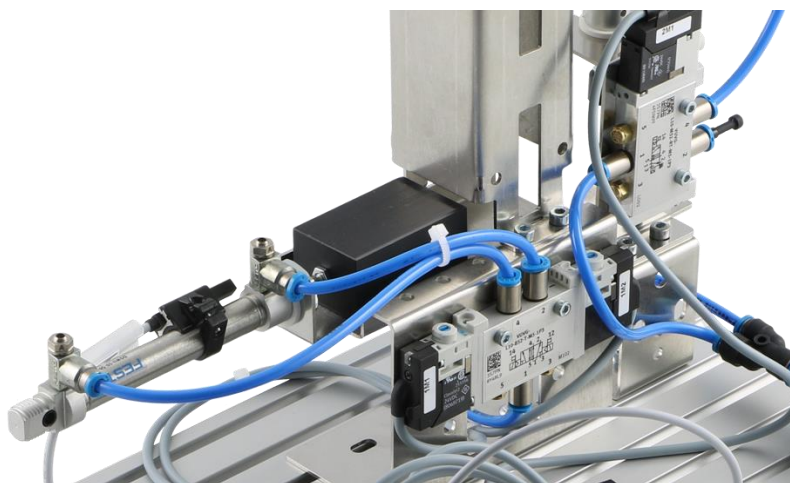


Figura 4.6: Detector de proximidad montado en el cilindro

Para establecer una conexión entre el ordenador y cada uno de los componentes, es necesario conectar los detectores al distribuidor multipolo.

Los cables de las válvulas se conectan a las entradas del distribuidor multipolo, identificadas con números

impares (1, 3, 5, 7, 9, 11). Los cables de los detectores se conectan a las salidas del distribuidor multipolo, identificadas con números pares (0, 2, 4, 6, 8, 10).

5.4 Ejemplo de solución de una tarea con el cargador

Recurriendo a una tarea a modo de ejemplo, se explicará detalladamente la coordinación entre el software FluidSIM® y los componentes de la estación del cargador.

Tarea

Configure un cargador de tal manera que entregue exactamente una sola pieza al avanzar el cilindro cuando se presiona brevemente un pulsador y que vuelva a retroceder dicho cilindro al presionar un segundo pulsador.

Análisis de la tarea

- La señal para que avance el cilindro debe memorizarse, ya que el pulsador sólo se presiona un breve instante.
- El cilindro de doble efecto es accionado por una electroválvula de 4/2 vías.
- Para memorizar la señal del pulsador, se utiliza la electroválvula biestable de 4/2 vías.

Solución

En primer lugar deben montarse y conectarse la segunda válvula y el detector magnético (ver capítulo 4.3), suponiendo que estos componentes no estén montados. El esquema de distribución de la figura 4.8 muestra, a modo de ejemplo, cómo pueden conectarse los componentes. En la tabla 4.1 se explica la conexión del detector y de las electroválvulas al distribuidor multipolo.

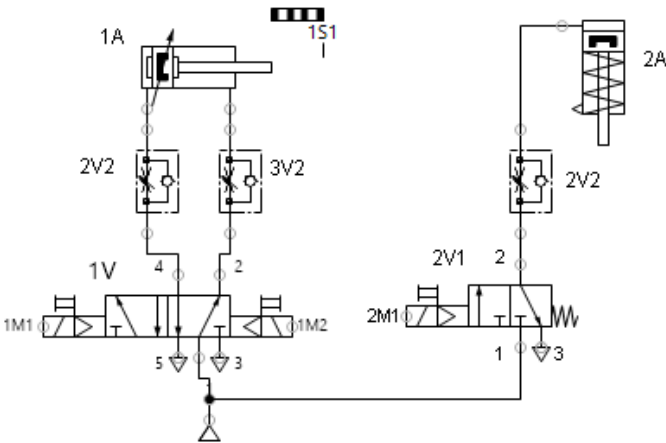


Figura 4.8: Esquema neumático de la estación del cargador

| Conexión | Asignación           | Marca |
|----------|----------------------|-------|
| 0        | Detector de posición | 1S1   |
| 1        | Electroválvula       | 2M1   |
| 3        | Electroválvula       | 1M1   |
| 5        | Electroválvula       | 1M2   |

Tabla 4.1: Ocupación de las conexiones para la estación del cargador

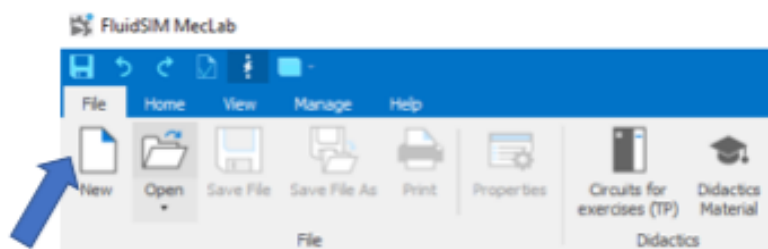


**Paso 1:** Inicio del programa FluidSIM®

- Abrir el programa FluidSIM® haciendo doble clic en el símbolo del programa.



- Llamar una nueva hoja de trabajo  
Hacer clic en la página blanca vacía que se encuentra en a la izquierda, en la segunda barra de herramientas. Aparece una nueva hoja de trabajo vacía para un sistema de control.



- Memorizar el nuevo control  
En la barra de menús, seleccionar «Archivo > Guardar como ...» y memorizar el archivo en el lugar y con el nombre elegido por usted.



## Paso 2: Confeccionar un esquema neumático

Los componentes necesarios para el esquema neumático se encuentran en la barra de símbolos en el lado izquierdo de la pantalla. Para incluirlos en el esquema, deberá proceder de la siguiente manera:

- Haga clic en el símbolo deseado con la tecla izquierda del ratón
- Mantenga pulsada la tecla del ratón
- Arrastre el símbolo hacia el lugar apropiado en el esquema y suelte la tecla del ratón

El sistema neumático consta de un cilindro de doble efecto, una electroválvula biestable de 4/2 vías, dos válvulas reguladoras y el sistema de alimentación de aire comprimido. En la figura 4.9 se muestran los componentes sobre la hoja de trabajo.

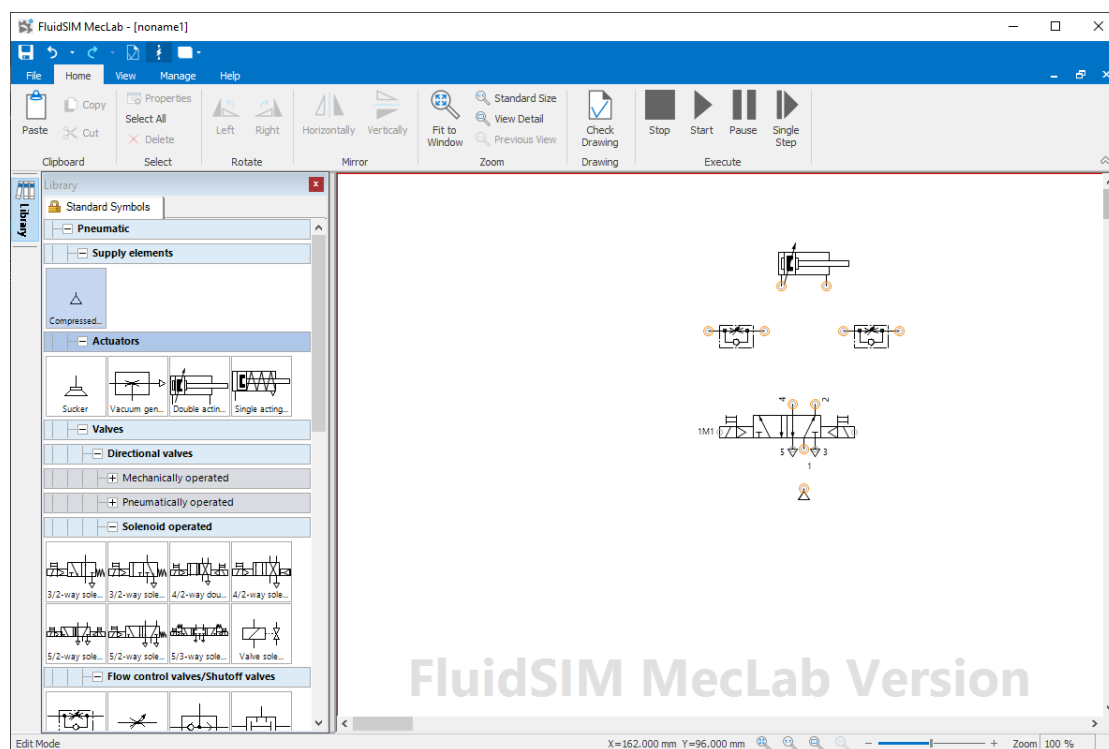


Figura 4.9: Colocación de los elementos en la hoja de trabajo

Las válvulas reguladoras deben girarse para que el esquema de distribución tenga una estructura más clara. Para que gire el símbolo de la válvula reguladora, haga clic en él con la tecla derecha del ratón y seleccione en el menú contextual seleccione «Girar» y, a continuación, «270°».

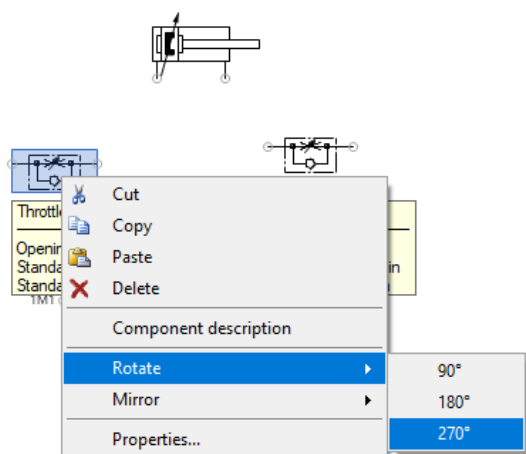


Figura 4.10: Giro los reguladores de caudal

A continuación deben conectarse los tubos flexibles a los componentes para que éstos queden conectados entre sí. Con ese fin, pase con el puntero del ratón por encima de un punto de intersección hasta que el puntero se transforme en un retículo. Manteniendo pulsada la tecla, desplácese hasta el punto de intersección del siguiente símbolo. Cuando el retículo confirme la conexión, suelte la tecla del ratón.

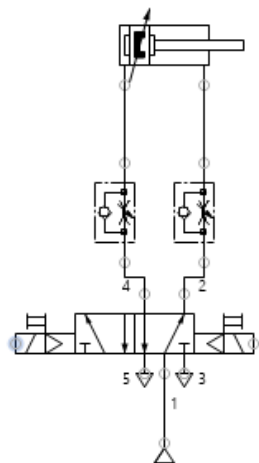


Figura 4.11: Los componentes neumáticos con los tubos flexibles conectados

Para conectar las electroválvulas al circuito eléctrico y a la estación, es necesario atribuir las marcas correspondientes a las conexiones de las electroválvulas.

Para ello, haga clic el punto de intersección de una electroválvula con la tecla derecha del ratón. A continuación se abre un menú contextual, donde deberá elegirse «Propiedades». En «Marca» deberá anotarse la denominación. De acuerdo con la tabla de conexiones, la electroválvula del lado izquierdo se llama 1M1, la del lado derecho 1M2.

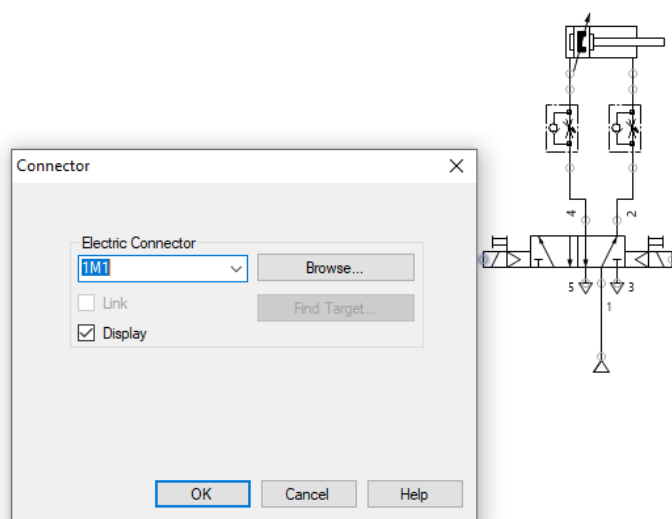


Figura 4.12: Introducir una marca en la electroválvula

### Paso 3: Simulación con el esquema neumático

Con FluidSIM® se puede hacer una simulación del funcionamiento según el circuito neumático y, por lo tanto, comprobar si el esquema es correcto. Para iniciar la simulación, haga clic en el botón de START.

Haciendo clic en el accionamiento manual auxiliar de la válvula en el lado derecho o izquierdo con la tecla izquierda del ratón, el cilindro avanza o retrocede, respectivamente.

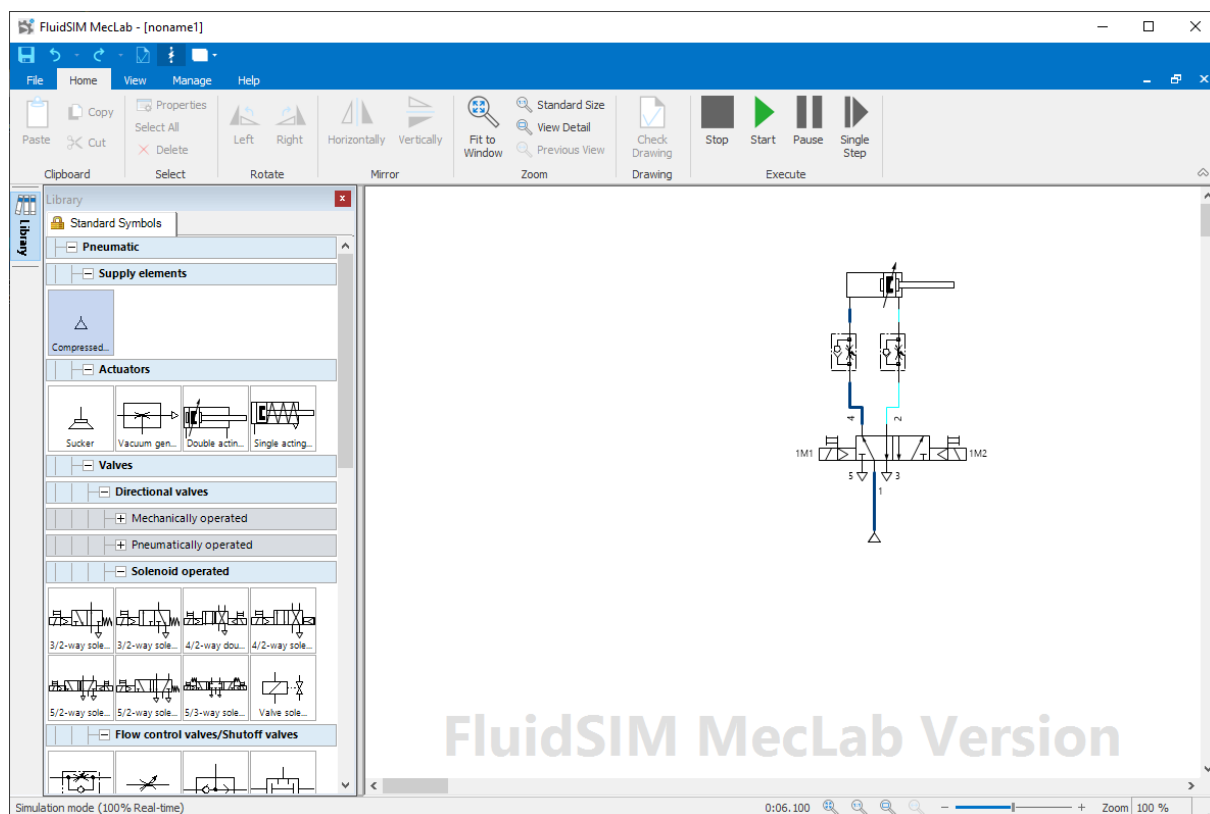


Figura 4.13: Simulación con el circuito neumático

**Paso 4:** Confeccionar un esquema eléctrico

En primer lugar deben incluirse los componentes necesarios. Para ello se seleccionan los símbolos eléctricos que se encuentran en el margen izquierdo en la categoría «Componentes eléctricos».

Manteniendo pulsada la tecla izquierda del ratón se arrastran los símbolos hacia la zona de trabajo del lado derecho.

Se necesitan los siguientes componentes: Unidad de alimentación de tensión (24 V y 0 V), dos pulsadores (interruptores con los contactos normalmente abiertos) y dos electroválvulas.

**Importante**

El símbolo de las electroválvulas se encuentra en la categoría «Neumática» (ver fig. 4.9).

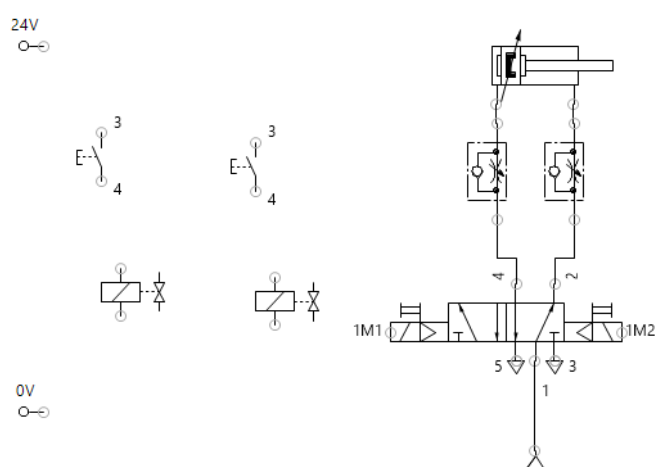


Figura 4.14: Hoja de trabajo con esquema neumático y componentes eléctricos

Para tender los cables con el fin de unir los componentes debe procederse del mismo modo que con los componentes neumáticos, es decir, haciendo clic en los contactos y arrastrando el cable hacia el siguiente contacto.

De esta manera se obtiene un esquema como el que se muestra en la figura 4.15.

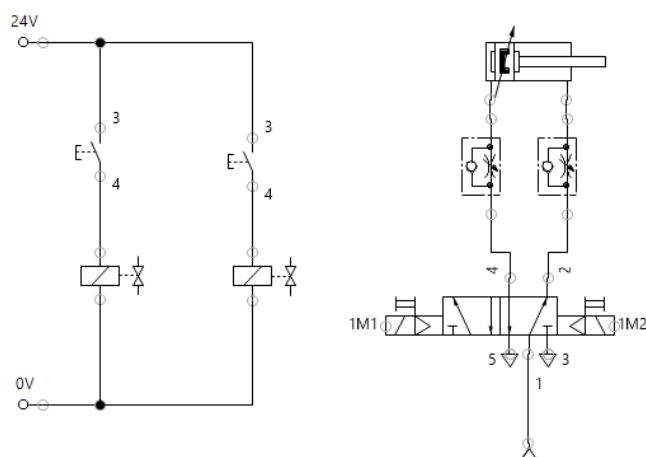


Figura 4.15: Cableado del circuito eléctrico

Un paso importante consiste en establecer marcas para las electroválvulas, con el fin de establecer la conexión entre el circuito eléctrico y el circuito neumático.

Para ello, deberá procederse del mismo modo que en el caso de los componentes neumáticos (consultar paso 3). Haciendo clic con la tecla derecha del ratón en el símbolo de la bobina de la válvula, se abre el menú contextual. A continuación, deberá elegirse «Propiedades». En el diálogo se introduce la marca (fig. 4.16). Las bobinas deben tener la misma marca que las conexiones del esquema neumático, es decir, en este caso 1M1 y 1M2.

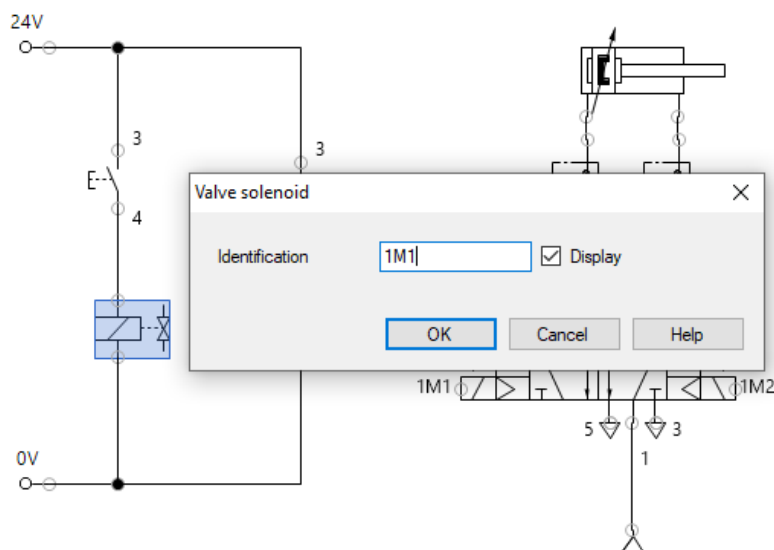


Figura 4.16: Introducir marcas en las bobinas

### Paso 5: Simulación con los circuitos completos

Haciendo clic en el botón de START, se inicia la simulación en el programa FluidSIM®. La simulación permite controlar el funcionamiento de los esquemas eléctrico y neumático de modo sencillo sin que puedan dañarse los componentes reales.

En la modalidad de simulación, debe hacerse clic en los pulsadores para ejecutar cada uno de los pasos del programa. Presionando el pulsador del lado izquierdo se cierra el circuito eléctrico, la electroválvula conmuta, la válvula abre el paso al aire comprimido y el cilindro neumático avanza. Presionando el pulsador del lado derecho, el émbolo del cilindro retrocede hasta su posición inicial.

En FluidSIM® se muestra lo siguiente:

- Circuito neumático  
Las líneas que aparecen en color azul claro representan los tubos sin presión, mientras que el tubo de color azul oscuro muestra el tubo sometido a presión por el aire comprimido.
- Circuito eléctrico  
El cable de color rojo representa el circuito cerrado, es decir, la parte del circuito eléctrico que conduce corriente.

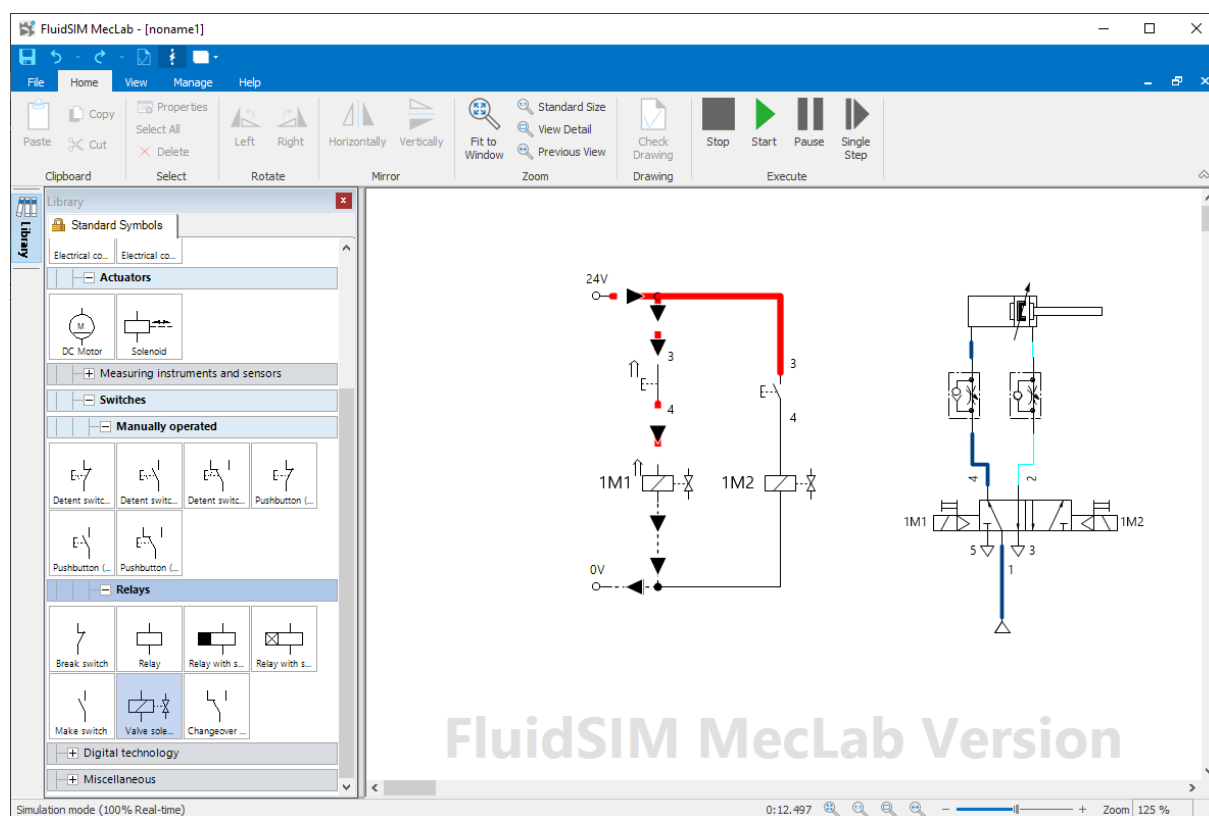


Figura 4.17: Simulación del circuito electropneumático completo

**Paso 6:** Prueba con la estación del cargador**Importante**

Deberán respetarse las prescripciones de seguridad si el sistema está sometido a presión y conectado a la fuente de corriente eléctrica.

Si en FluidSIM® aparece el símbolo del distribuidor multipolo, el cilindro real avanzará (siempre y cuando la estación esté conectada a través del EasyPort). Si no está conectado el EasyPort, aparece una notificación de error. Aún así es posible llevar a cabo la simulación (ver fig. 4.18).

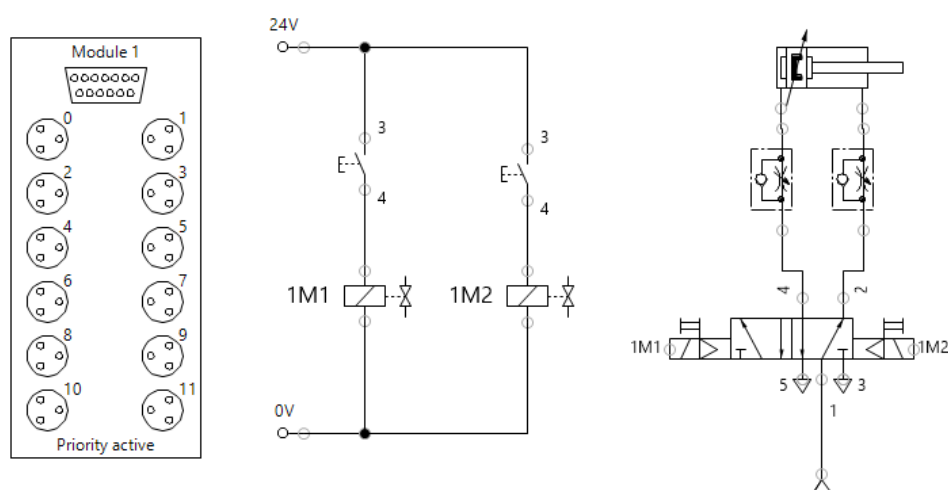


Figura 4.18: Programa con distribuidor multipolo

A continuación deben adaptarse las marcas en el símbolo del distribuidor multipolo. Para ello se abre el símbolo haciendo doble clic (fig. 4.19).

A continuación se modifican las marcas de acuerdo con lo indicado en la tabla 4.1. Las marcas deben coincidir con aquellas que fueron utilizadas en el esquema neumático y en el esquema eléctrico. A continuación, el símbolo del multipolo establece la conexión con la estación del cargador. La denominación de las marcas no tiene importancia (aunque 1M1 es la denominación técnica correcta, la marca también podría llamarse «bobina izquierda»). Lo único importante es que en el esquema neumático y en el esquema eléctrico se utilicen las mismas marcas para el mismo elemento y que, además, los elementos estén conectados a las posiciones correctas del distribuidor multipolo.



**Importante**

Debe activarse la condición «Prioridad al conectarse el hardware». De esta manera se tiene la seguridad que se utilizan las señales de los detectores reales y no los del programa de simulación.

Si se inicia la simulación y se presiona el pulsador S1, avanza el cilindro de la estación. En el símbolo del distribuidor multipolo, el estado de los canales de entrada y de salida está identificado con colores. En el distribuidor multipolo de la estación del cargador se indica el estado de los canales de entrada y de salida mediante LED. Ahora, el programa puede ejecutarse paso a paso, activando los actuadores y detectores de la estación.

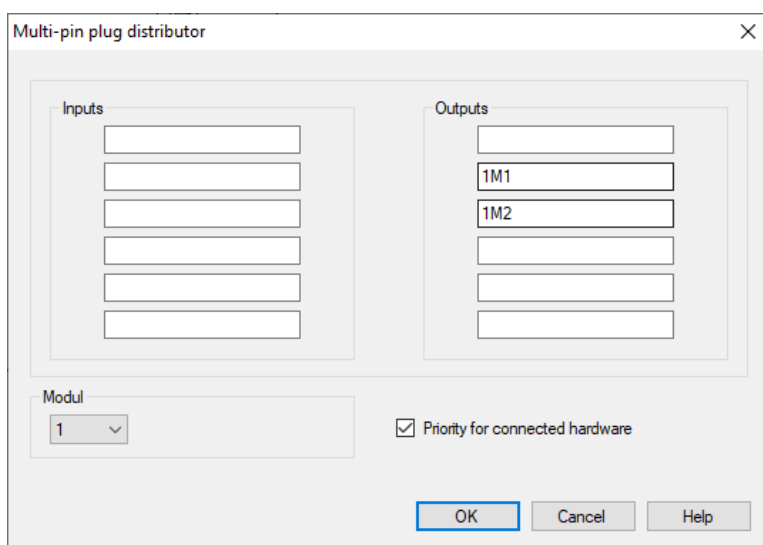


Figura 4.19: Ventana del distribuidor multipolo

## **6 Estación de cinta transportadora**

### **6.1 Función técnica**

Las cintas transportadoras son sistemas técnicos que se utilizan con frecuencia en plantas industriales, en el sector de la construcción y en la agricultura. También son muy importantes en diversas aplicaciones que todos utilizamos diariamente. Por ejemplo, se utilizan cintas transportadoras en las cajas de los supermercados, en escaleras mecánicas y en muchas otras aplicaciones. En las estaciones ferroviarias y en los aeropuertos se utilizan cintas para transportar a los viajeros, ya que estos recintos son cada vez más grandes. La tecnología de las cintas transportadoras fue desarrollándose paralelamente con el proceso de industrialización. Al principio se utilizaba la fuerza humana o animal para el accionamiento de las cintas transportadoras. Posteriormente se empezaron a utilizar motores eléctricos. Estos motores se siguen utilizando hasta el día de hoy debido a las numerosas ventajas que ofrecen.

La utilización de cintas transportadoras provocó una revolución en la fabricación industrial. En este contexto basta recordar a Henry Ford, que gracias al uso de cintas transportadoras en su fábrica de automóviles consiguió crear estructuras de producción completamente nuevas en 1913. Las cadenas de montaje que utilizaba Henry Ford en sus plantas han quedado actualmente obsoletas. En las aplicaciones que antes exigían la presencia permanente de operarios, ahora se utilizan sistemas controlados por ordenador, que funcionan solos. Gracias a la técnica digital, la automatización avanza constantemente.

Los trabajos manuales, muchos de ellos pesados y monótonos, se sustituyen con cada vez mayor frecuencia por sistemas automatizados.

La estación de cinta transportadora, aunque por su configuración parece sencilla, es un medio didáctico electromecánico sofisticado y muy versátil.

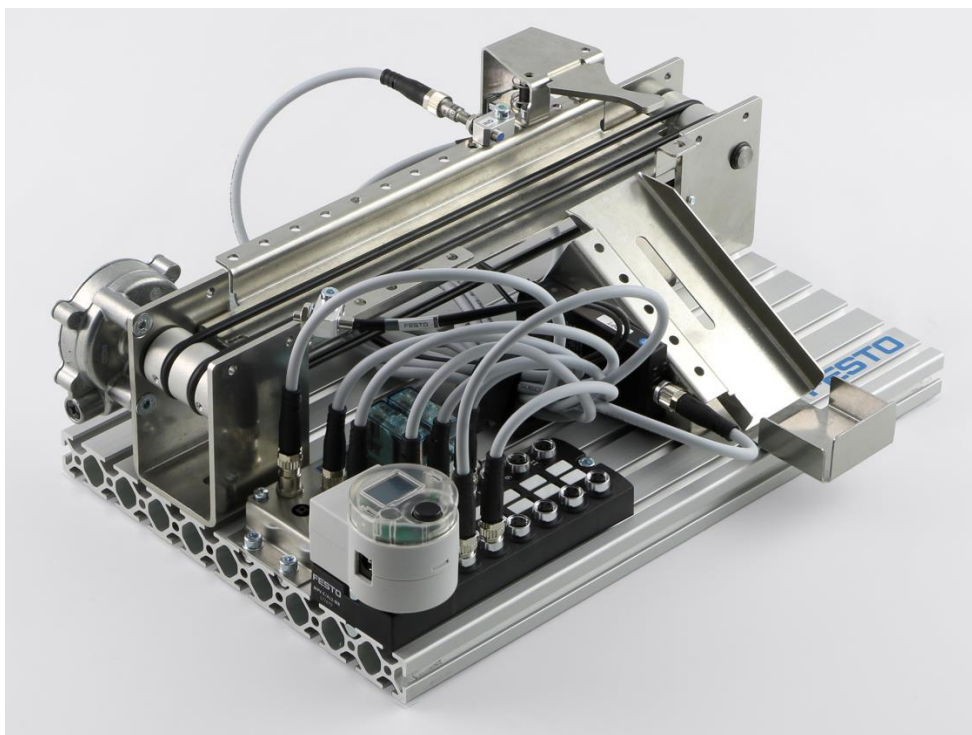
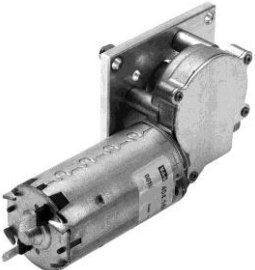




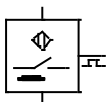

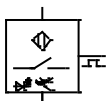

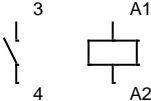

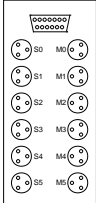


Figura 5.1: Estación de cinta transportadora

La estación de cinta transportadora pueden utilizarse de modo individual como sistema técnico parcial, o de modo integrado en combinación con las demás estaciones. Ello significa que se trata de un sistema que permite recurrir a numerosas variantes didácticas. Las explicaciones que se ofrecen a continuación se refieren al uso individual de la estación. Esta sección individual está compuesta por varios grupos que, por su parte, constan de diversos componentes. Gracias a esta versatilidad, su uso en clase puede ser muy variado. La cinta transportadora puede utilizarse en clase como sistema técnico completo durante bastante tiempo, aunque también es posible emplear sus grupos y sus componentes a modo de material didáctico específico.

## 6.2 Componentes de la estación de cinta transportadora

En la siguiente tabla se incluyen los componentes más importantes de la estación de cinta transportadora y, además, sus respectivos símbolos.

| Imagen del componente   | Símbolo   | Descripción  |
|---|---|--|
|    |    | Motor de corriente continua y engranaje, para el accionamiento de la cinta transportadora. Puede girar en ambos sentidos.  |
|    |    | Electroimán que puede funcionar como freno o desviación, es decir, para retirar piezas de la cinta o detenerlas, dependiendo del lado de la cinta en que está montado. |
|   |   | Detector inductivo para comprobar la presencia de piezas metálicas o metalizadas.  |
|  |  | Detector óptico para comprobar la presencia de cualquier pieza no transparente que pase por la barrera de luz.   |
|  |  | Relé para cambiar el sentido de giro del motor.  |
|  |  | Distribuidor multipolo, para conectar todos los actuadores y detectores de la estación de cinta transportadora al PC de control.                                       |

### 6.3 Montaje y cableado

La estación de cinta transportadora se entrega completamente montada. Para ponerla en funcionamiento, la estación debe estar conectada al puerto USB del PC a través del EasyPort y a la fuente de corriente eléctrica a través de la unidad de alimentación.

Es posible modificar la estación para que ejecuten diversas tareas. El funcionamiento depende principalmente del lugar de montaje de los detectores y del electroimán:

- El electroimán funciona como freno o desvío (para, por ejemplo, retirar piezas de la cinta), dependiendo del lado de su montaje.
- La barrera de luz reacciona ante la presencia de cualquier pieza, mientras que el detector inductivo sólo reacciona en presencia de piezas metálicas. De esta manera, es posible detectar cualquier tipo de pieza o sólo piezas metálicas o no metálicas con el fin de iniciar una acción determinada (por ejemplo, START o STOP del motor eléctrico de la cinta transportadora, activación del electroimán, etc.).

Si se tiene la intención de utilizar los programas que se incluyen en el suministro a modo de ejemplo, deberá ponerse cuidado en un correcto cableado de los actuadores y detectores. En un diagrama esquemático correspondiente al programa que se incluye como ejemplo, se indica cómo deben ocuparse correctamente los conectores.

### 6.4 Confección de un programa de ejemplo para la cinta transportadora

Mediante una tarea de ejemplo, se explicará paso a paso el funcionamiento del software FluidSIM® y su coordinación con la cinta transportadora.

#### Tarea

La cinta transportadora deberá realizar la siguiente tarea:

La cinta deberá ponerse en movimiento al presionar un pulsador y deberá continuar moviéndose hasta que se presione un segundo pulsador o hasta que una pieza llega al final de la cinta. Cumpliéndose una de estas dos condiciones, el motor de accionamiento de la cinta deberá desconectarse.

#### Análisis de la tarea

- Para solucionar esta tarea únicamente se necesita el motor de accionamiento de la cinta; el electroimán y el plano inclinado no son necesarios. Por ello, es posible desmontar los componentes superfluos, aunque no es indispensable hacerlo.
- Al final de la cinta debe montarse un detector que compruebe la presencia de cualquier tipo de pieza. Ello significa que necesariamente debe montarse una barrera de luz. El detector inductivo únicamente puede comprobar la presencia de piezas metálicas.
- El programa de control debe contener un pulsador para poner en funcionamiento el motor y otro pulsador para desconectarlo.

#### Solución

La solución incluye cuatro pasos:

1. Efectuar el montaje de las partes mecánicas
2. Confeccionar los esquemas de distribución y la programación en FluidSIM®
3. Realizar una prueba simulada
4. Realizar una prueba con la estación real

**Paso 1:** Efectuar el montaje de las partes mecánicas

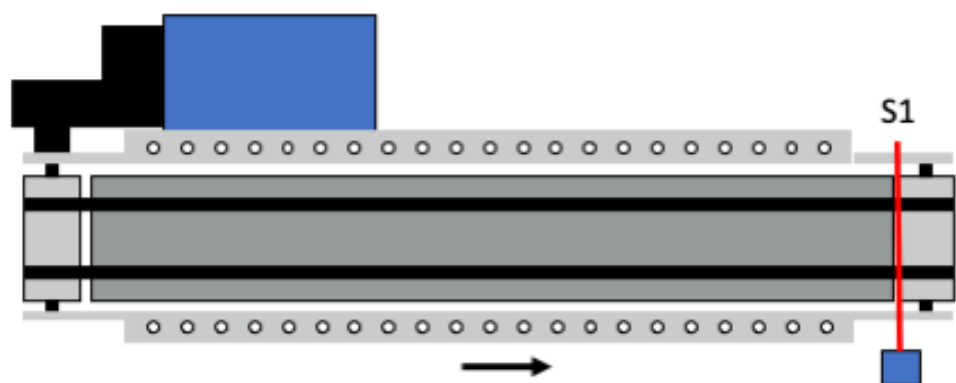


Figura 5.2: Esquema del funcionamiento de la cinta transportadora

El diagrama esquemático de la figura 5.2 muestra el funcionamiento de la cinta transportadora, tal como es necesario para realizar la tarea. En el diagrama puede apreciarse la configuración del sistema con todos sus componentes. Este tipo de diagramas son muy importantes para confeccionar correctamente el programa de control.

El detector óptico (barrera de luz) debe montarse al final de la cinta. Utilizando las herramientas incluidas en el suministro, es muy sencillo realizar el montaje. El tope no se necesita para esta tarea, pero no es indispensable desmontarlo. Lo mismo sucede con el plano inclinado.

La siguiente tabla contiene indicaciones sobre el cableado del distribuidor multipolo.

| Conector del distribuidor multipolo | Asignación         |
|-------------------------------------|--------------------|
| 0                                   | Detector óptico S1 |
| 1                                   | Relé K1 del motor  |

Tabla 5.1: Ocupación de las conexiones del distribuidor multipolo

**Importante**

En los esquemas de distribución, los detectores suelen identificarse con la letra «S», mientras que los relés se identifican por lo general con la letra «K».

**Paso 2:** Confeccionar los esquemas de distribución y la programación en FluidSIM®

- Inicio de FluidSIM®  
Haciendo doble clic en el símbolo de FluidSIM® con la tecla izquierda del ratón, se abre la primera ventana del programa. Haciendo clic en «Archivo › Nuevo», se accede a la superficie de trabajo.
- Configuración de los componentes necesarios  
Todos los componentes necesarios para la simulación se encuentran en la biblioteca de componentes. Esta biblioteca se divide en varios sectores:
  - Neumática
  - Electricidad
  - Técnica digital
  - EasyPort
  - Diversos

Para el accionamiento de la cinta transportadora, sólo se necesitan los componentes incluidos en las partes «Electricidad» y «Técnica digital». Haciendo clic con la tecla izquierda del ratón en la sección correspondiente, se accede a los correspondientes subsectores y, por lo tanto, a los componentes necesarios. Haciendo clic con la tecla izquierda del ratón y manteniéndola pulsada, es posible arrastrar el componente hacia la superficie de trabajo. Todos los componentes necesarios para solucionar la tarea deben proceder de la biblioteca de componentes y deben colocarse correctamente en la superficie de trabajo.

En la siguiente tabla se incluyen los componentes más importantes de FluidSIM®.

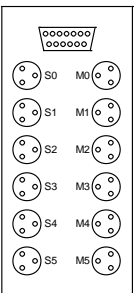
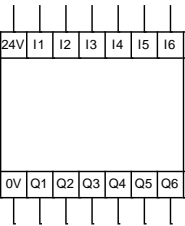
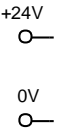

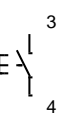
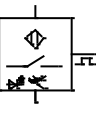
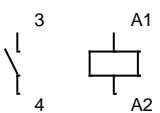
| Figura  | Referencia   | Funcionamiento   |
|---|--|--|
|    | Distribuidor multipolo   | Establece la conexión entre el software y el hardware. Las marcas deben coincidir con las correspondientes marcas de los actuadores y detectores en el programa FluidSIM®. |
|    | Módulo digital (también puede ser un control lógico programable [PLC] pequeño) | Contiene el programa lógico. Se abre con un doble clic.  |
|   | Fuente de tensión  | Alimenta corriente eléctrica a los componentes. <b>¡Atención!</b> Sin alimentación de corriente, los componentes tampoco funcionan en la modalidad de simulación.          |
|  | Motor de corriente continua  | Para el accionamiento de la cinta. Se conecta y desconecta a través de relé.   |
|  | Interruptor (accionamiento manual)   | Para intervenir manualmente en el programa.  |
|  | Detector (óptico)  | Las conexiones superior e inferior sirven para la alimentación de corriente. La conexión lateral es la salida de señales.  |
|  | Bobina de relé con interruptor   | Si se excita la bobina, conmuta el interruptor correspondiente (es decir, el interruptor con la misma marca).  |

Tabla 5.2: Componentes importantes en FluidSIM®



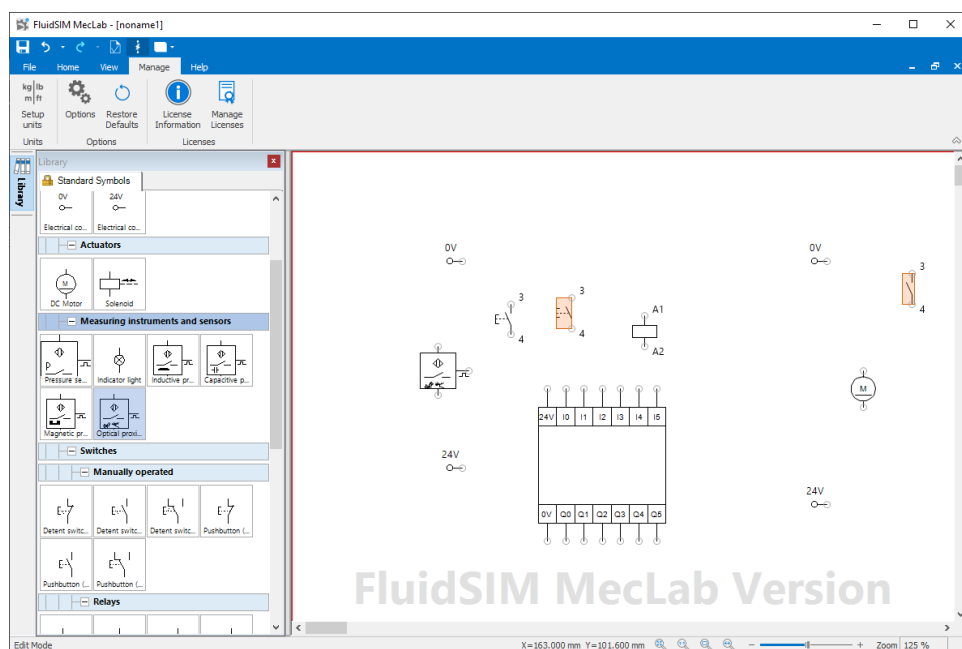


Figura 5.3: Hoja de trabajo en FluidSIM® con todos los componentes necesarios

#### – Cableado de los componentes

Si es necesario unir dos componentes, haga clic con la tecla izquierda del ratón en el extremo del cable de uno de los componentes y mantenga pulsada la tecla para arrastrar el extremo del cable hasta el otro componente. En la figura 5.4 se muestran los componentes con el cableado completo.

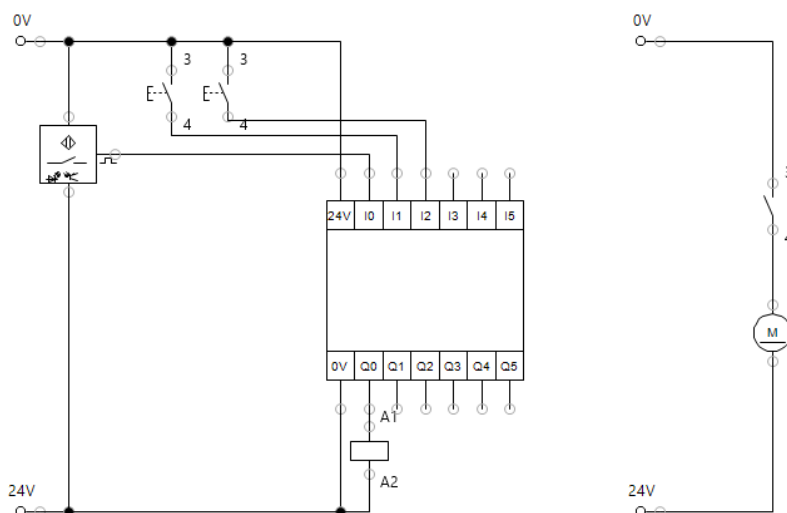


Figura 5.4: Cableado de los componentes

#### Importante

Si el cableado contiene errores, simplemente haga clic en el cable incorrecto y pulse la tecla «Supr» para eliminarlo del esquema.

- Definir marcas

Para que FluidSIM® sepa qué componentes van juntos, deben definirse las así llamadas marcas.

Para ello, haga clic con la tecla derecha del ratón en el símbolo del componente. A continuación, se abre un menú contextual. A continuación, deberá elegir «Propiedades». Introduzca la marca que corresponda (ver figs. 5.5 y 5.6)

Ambos relés deben tener la misma marca. En este caso, K1. También el detector (S1) debe recibir una marca, así como los dos pulsadores (T1 y T2). Ver figura 5.7.

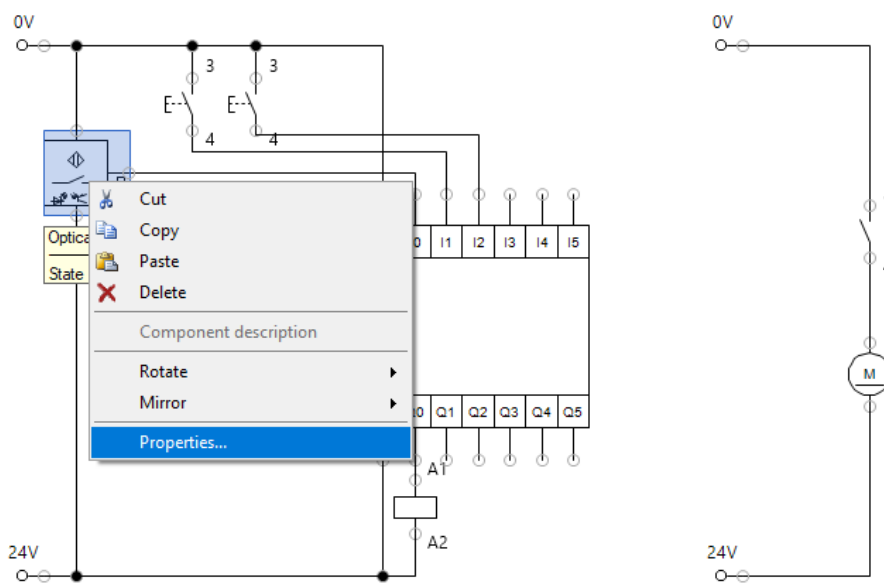


Figura 5.5: Definición de marcas (1)

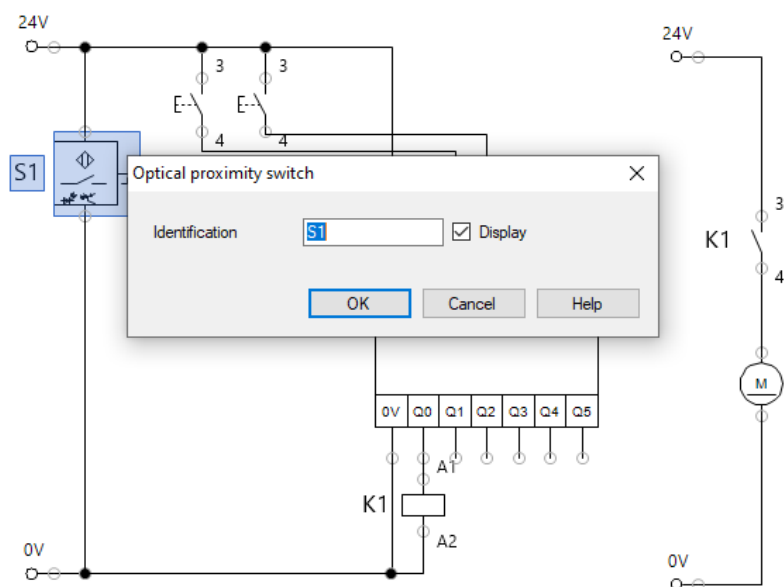


Figura 5.6: Definición de marcas (2)

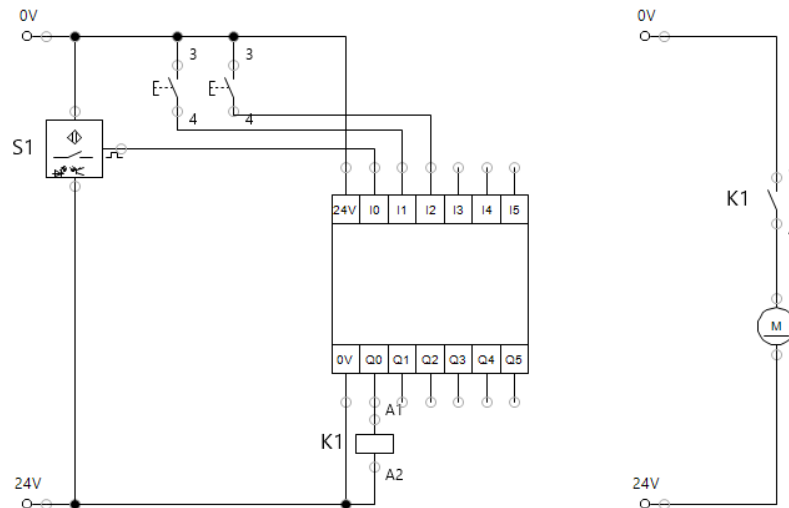


Figura 5.7: Esquema completo con todas las marcas

- Enlace de los módulos de lógica en el módulo digital  
Para incluir el programa lógico en el módulo digital o en el PLC (control lógico programable), deberá abrir el módulo digital con un doble clic. Se abre una nueva ventana con los canales de entrada y salida del módulo digital.

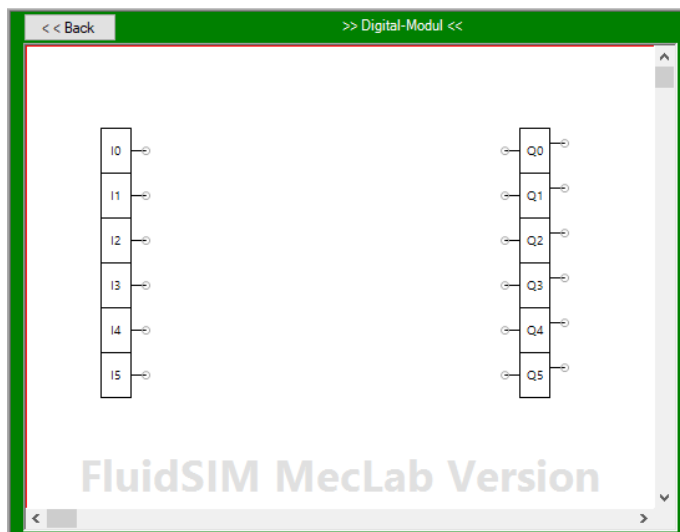


Figura 5.8: Canales de entrada y de salida del módulo digital

En el lado izquierdo se encuentran las entradas identificadas con I1 hasta I6, en el lado derecho están las salidas identificadas con Q1 hasta Q6. A continuación, las entradas y salidas se enlazan con los módulos de lógica. Estos se encuentran en la barra de herramientas en el lado izquierdo de la pantalla. Al igual que cualquier otro componente, los módulos de lógica se arrastran hacia la superficie de trabajo para enlazarlos con las entradas y salidas.

En principio, el PLC tiene la función de procesar las señales provenientes de los detectores de tal manera que los actuadores puedan ejecutar la función que les corresponde. Ello se logra mediante los módulos de lógica.

Para solucionar la tarea, son necesarias las siguientes funciones:

- El motor deberá ponerse en funcionamiento pulsado una tecla. Ello significa que se necesita un elemento de autorretención (RS) para memorizar la señal del pulsador.
- Al presionar el segundo pulsador o cuando reacciona la barrera de luz, el motor deberá desconectarse. Para ello se necesita una función de O.

En la figura 5.9 puede apreciarse el módulo digital (o PLC) con los elementos lógicos enlazados. Cerrando la ventana, se guarda el programa en el módulo digital (PLC).

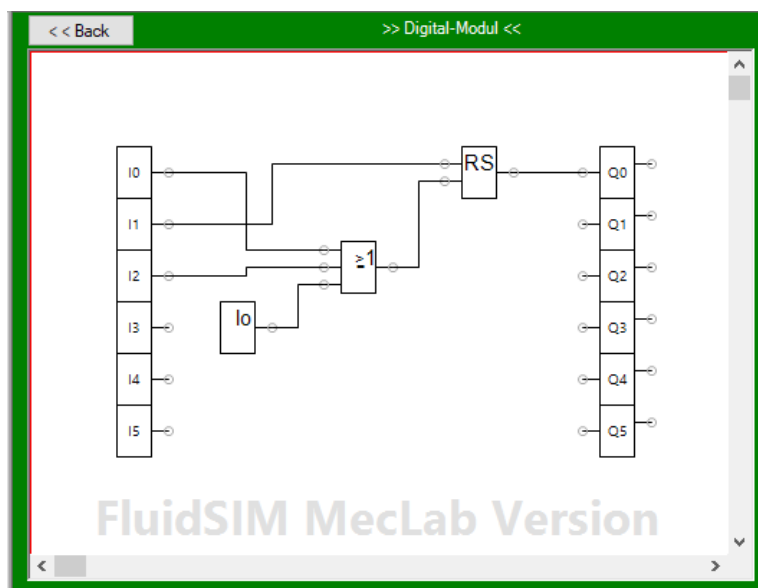


Figura 5.9: Módulo digital con elementos de lógica

### Importante

El módulo lo tiene la finalidad de poner en cero la tercera entrada del elemento de función O. El programa también funciona sin el módulo lo, pero este módulo elimina una posible fuente de errores, ya que la entrada podría estar sin definición.

**Paso 3:** Comprobación de la solución mediante una prueba de simulación

Para iniciar la simulación, debe estar cerrada la ventana del módulo digital. Entonces, el programa está listo y para iniciarlo hay que hacer clic en «Start» y cerrar el interruptor principal.

Haciendo clic en el pulsador T1 se pone en funcionamiento el motor (lo que se indica con una pequeña flecha). Haciendo clic en el detector S1, puede simularse la activación de dicho detector. El motor se desconecta.

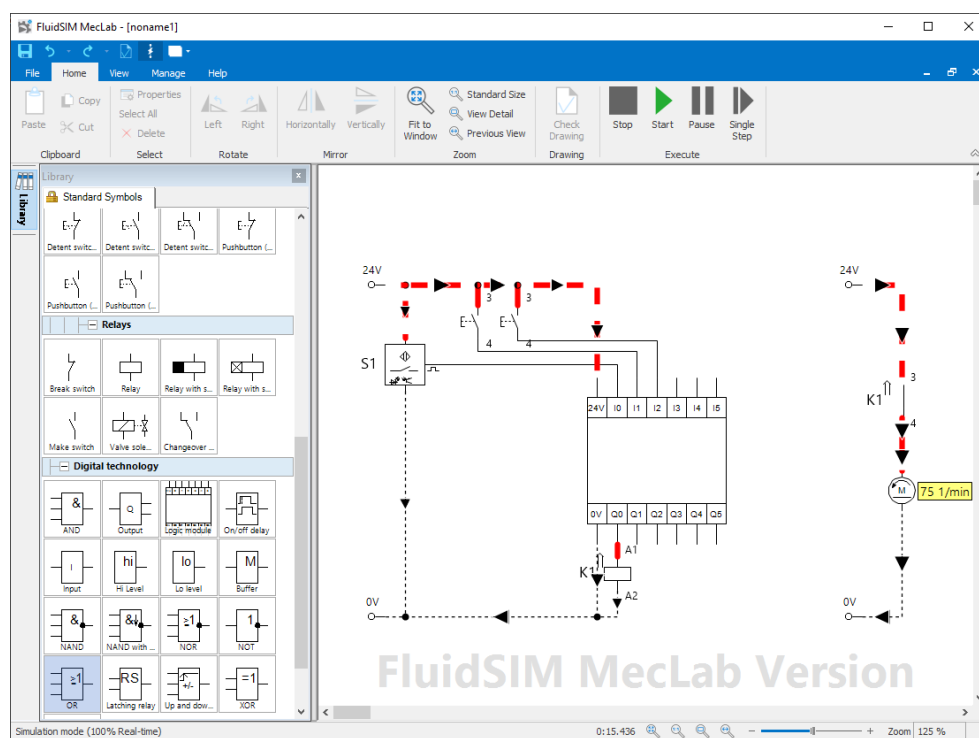
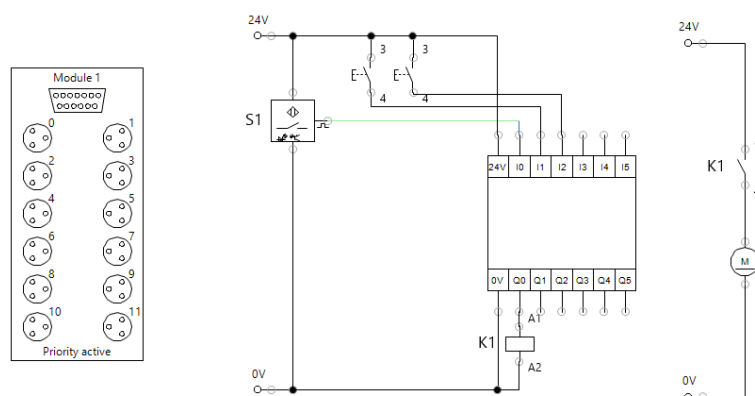


Figura 5.10: Modalidad de simulación, pulsador T1 activado

**Paso 4:** Prueba con la estación de cinta transportadora real

Para controlar la estación con FluidSIM®, debe incluirse el símbolo del distribuidor multipolo en el programa (ver fig. 5.11).



## FluidSIM MecLab Version

Figura 5.11: Programa con distribuidor multipolo

A continuación deben adaptarse las marcas en el símbolo del distribuidor multipolo. Para ello, abra el símbolo haciendo doble clic en él (fig. 5.12) y modifique las marcas de acuerdo con lo indicado en la tabla 5.1.

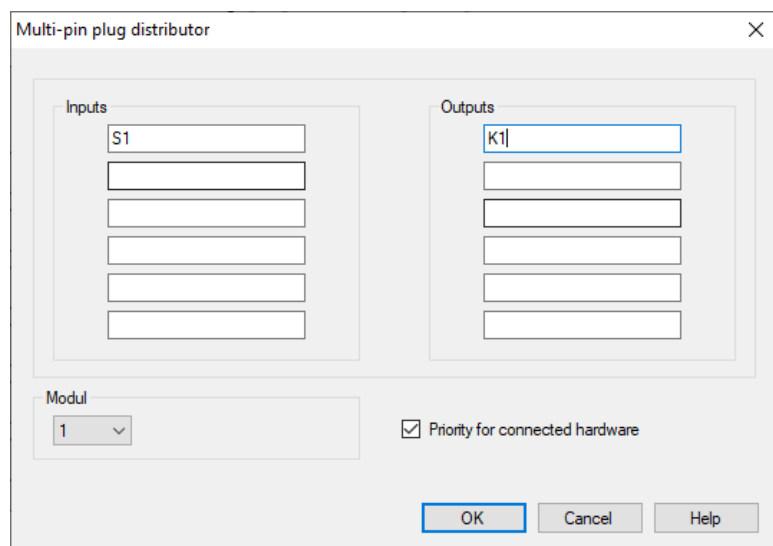


Figura 5.12: Ventana del distribuidor multipolo, después de definir las marcas

Las marcas deben coincidir con aquellas que fueron utilizadas en el esquema eléctrico. A continuación, el símbolo del multipolo establece la conexión con la estación de cinta transportadora. La denominación de las marcas no tiene importancia. Lo único importante es que en el esquema eléctrico se utilicen las mismas marcas para el mismo elemento y que, además, los elementos estén conectados a las posiciones correctas del distribuidor multipolo.

**Importante**

Debe activarse la condición «Prioridad al conectarse el hardware». De esta manera se tiene la seguridad que se utilizan las señales de los detectores reales y no los del programa de simulación.

Al iniciarse la simulación y activarse el pulsador T1, el motor de la cinta se pone en funcionamiento. En el símbolo del distribuidor multipolo, el estado de los canales de entrada y de salida está identificado con colores. En el distribuidor multipolo de la estación se indica el estado de los canales de entrada y de salida mediante LED.

Ahora, el programa puede ejecutarse paso a paso, activando los actuadores de la estación.

## 7 Estación de manipulación

### 7.1 Función técnica

En cualquier equipo automático de montaje hay que trasladar, orientar y montar piezas. Estas tareas están a cargo de sistemas de manipulación automática de piezas. Los más conocidos y eficientes son los robots industriales (ver fig. 6.1).

Los robots son libremente programables, tiene por lo menos cuatro ejes (articulaciones activadas) y se distinguen por su gran eficiencia y versatilidad. Además, los robots industriales son muy rápidos (ejecutan movimientos a velocidades de hasta 1 m/s) y son muy precisos (precisión de repetición de 50  $\mu\text{m}$  o menos).

En muchos casos es suficiente utilizar equipos de manipulación más sencillos para solucionar las tareas de manipulación para el montaje de piezas.



Figura 6.1: Robot industrial (foto: Festo Didactic)

Las características de todos los sistemas de manipulación se definen según los siguientes criterios:

- Cantidad de ejes
- Velocidad
- Precisión
- Espacio de trabajo



Una de las partes más importantes de un equipo de manipulación son las pinzas, que se encargan de sujetar las piezas. Existen varios tipos de pinzas:

- Pinzas mecánicas con dos o tres dedos, que sujetan las piezas de modo parecido que una mano humana. Pero como estas pinzas no son tan versátiles y flexibles como los dedos de una mano real, es necesario adaptarlas a las piezas que deben sujetar.
- Los conjuntos de aspiración sujetan las piezas mediante vacío. Los conjuntos de aspiración son especialmente apropiados para sujetar piezas de superficies planas y lisas, y no lo son para piezas porosas, ya que no permiten generar el nivel de vacío necesario.
- Las pinzas magnéticas son apropiadas para sujetar piezas imantables.
- Las pinzas de sujeción por adhesión tienen una cinta adhesiva para fijar las piezas. Este tipo de pinzas no se utiliza con mucha frecuencia, ya que son muy sensibles a la suciedad.

Considerando que la tarea de manipulación más frecuente que realizan los equipos automáticos de dos ejes consiste en recoger («pick» en inglés) una pieza de un cargador y colocarla («place» en inglés) o montarla en otro lugar, estos equipos se llaman de Pick&Place.

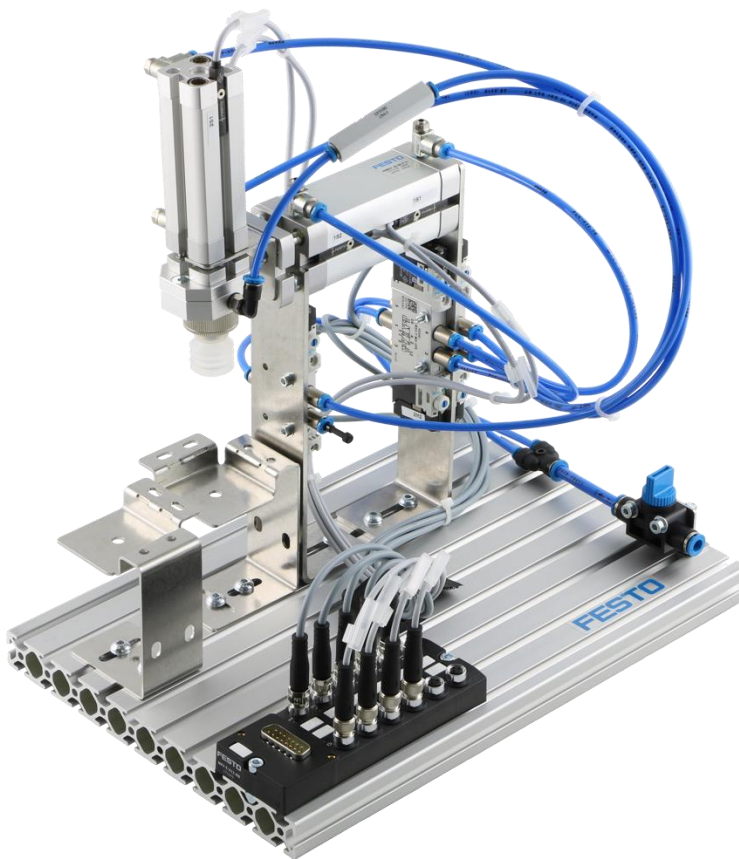


Figura 6.2: Estación de manipulación


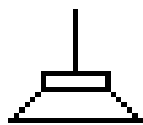

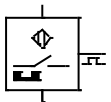

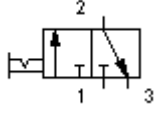


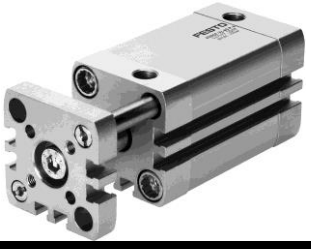
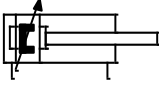
## 7.2 Componentes de la estación de manipulación




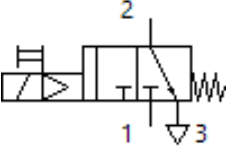
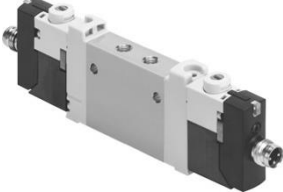
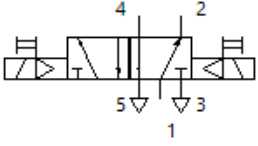

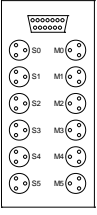
La estación de manipulación incluye los siguientes componentes:

- Dos ejes neumáticos lineales
- Una pinza neumática
- Tres válvulas para controlar los actuadores neumáticos
- Cuatro detectores magnéticos para comprobar la posición de los ejes

En la siguiente tabla constan todos los componentes de la estación.

En esta tabla se explica la función que tiene cada componente y se muestra su respectivo símbolo.

| Imagen del componente   | Símbolo   | Descripción   |
|---|---|---|
|    |    | Boquilla Venturi con ventosa para sujetar las piezas de trabajo                               |
|    |    | Detector magnético para la captación de la posición del émbolo del cilindro                   |
|  |  | Válvula de cierre de 3/2 vías para bloquear el paso de aire comprimido y para evacuar el aire |
|  |  | Racor en T para distribuir el aire comprimido   |
|  |  | Cilindro guiado de doble efecto   |

| Imagen del componente  | Símbolo  | Descripción   |
|--|--|---|
|   |   | Válvula reguladora para regular la velocidad de los actuadores neumáticos   |
|   |   | Electroválvula de 3/2 vías, con reposición neumática  |
|   |   | Electroválvula biestable de 5/2 vías  |
|  |  | Distribuidor multipolo, para conectar todos los actuadores y detectores de la estación de manipulación al PC de control |

### 7.3 Puesta en funcionamiento de la estación de manipulación

La estación de manipulación de piezas está compuesta de un equipo de manipulación de dos ejes que es perfectamente apropiado para solucionar tareas de montaje sencillas.

#### Ejemplo

Colocar una tapa sobre un recipiente.

La estación de manipulación puede asumir varias tareas:

- Desplazar una pieza
- Colocar la tapa sobre el recipiente
- Junto con las demás estaciones de MecLab®, es posible solucionar tareas de clasificación de piezas o de montaje.

Se instala una pinza de succión en la estación de manipulación, que sostiene una pieza de trabajo con vacío. El vacío es generado por una boquilla Venturi, que se suministra con aire comprimido a través de una válvula de 3/2 vías.

La estación de manipulación se entrega completamente montada. Sin embargo, es posible que sea necesario volver a ajustar las superficies que deben acoger las piezas, para que la pinza pueda recogerlas y colocarlas correctamente.

El elemento básico de la estación de manipulación es una placa perfilada de aluminio, sobre la que se montan los componentes individuales del sistema de manipulación utilizando tuercas con cabeza de martillo. Todos los demás componentes también están atornillados y pueden desmontarse y volverse a montar utilizando la llave de boca y para tornillos de hexágono interior. El destornillador, también incluido en el suministro, se utiliza principalmente para ajustar las válvulas reguladoras. Los tubos flexibles necesarios pueden cortarse con el cortatubos para que tengan la longitud correcta (no utilice tijeras o cuchillos, ya que así se pueden producir fugas).

Para poner en funcionamiento la estación de manipulación, debe estar conectada al puerto USB del PC a través del EasyPort y a la fuente de corriente eléctrica a través de la unidad de alimentación.

Si se tiene la intención de utilizar los programas que se incluyen en el suministro a modo de ejemplo, deberá ponerse cuidado en un correcto cableado de los actuadores y detectores. En un diagrama esquemático correspondiente al programa que se incluye como ejemplo, se indica cómo deben ocuparse correctamente los conectores.

#### 7.4 Solucionar una tarea sencilla con la estación de manipulación

El sistema de manipulación suele estar instalado entre dos estaciones de una línea de producción. El equipo de manipulación puede hacerse cargo del transporte de las piezas entre dos estaciones. Mediante una tarea de ejemplo, se explicará paso a paso el funcionamiento del software FluidSIM® y su coordinación con el sistema de manipulación.

La solución que aquí se explica es una solución posible entre varias, por lo que ha de entenderse sólo como una propuesta útil para entender el funcionamiento del sistema.

##### Tarea

Desarrolle un sistema de manipulación asistido por ordenador, capaz de cumplir las siguientes funciones:

- Presionando un pulsador debe avanzar el eje X, aunque únicamente si el cilindro se encuentran en su posición final posterior.
- Presionando un pulsador debe retroceder el eje X, aunque únicamente si el cilindro se encuentran en su posición final delantera.

##### Forma de proceder para solucionar la tarea

La tarea se soluciona en cinco fases:

1. Entender la tarea y confeccionar un diagrama esquemático
2. Preparar tablas de atribuciones de los elementos
3. Confeccionar el esquema de distribución y realizar la programación con FluidSIM®
4. Realizar una prueba de simulación con FluidSIM®
5. Realizar una prueba de funcionamiento con el equipo de manipulación real

##### Deliberaciones previas

- Esquema básico del sistema de manipulación

En un primer término es recomendable confeccionar un diagrama esquemático sencillo de las partes mecánicas del sistema, con el fin de definir los lugares de montaje de los detectores y actuadores. En la figura 6.3 se muestra un ejemplo de diagrama esquemático que incluye los componentes necesarios para solucionar esta tarea. El diagrama esquemático puede confeccionarse manualmente o con el ordenador.

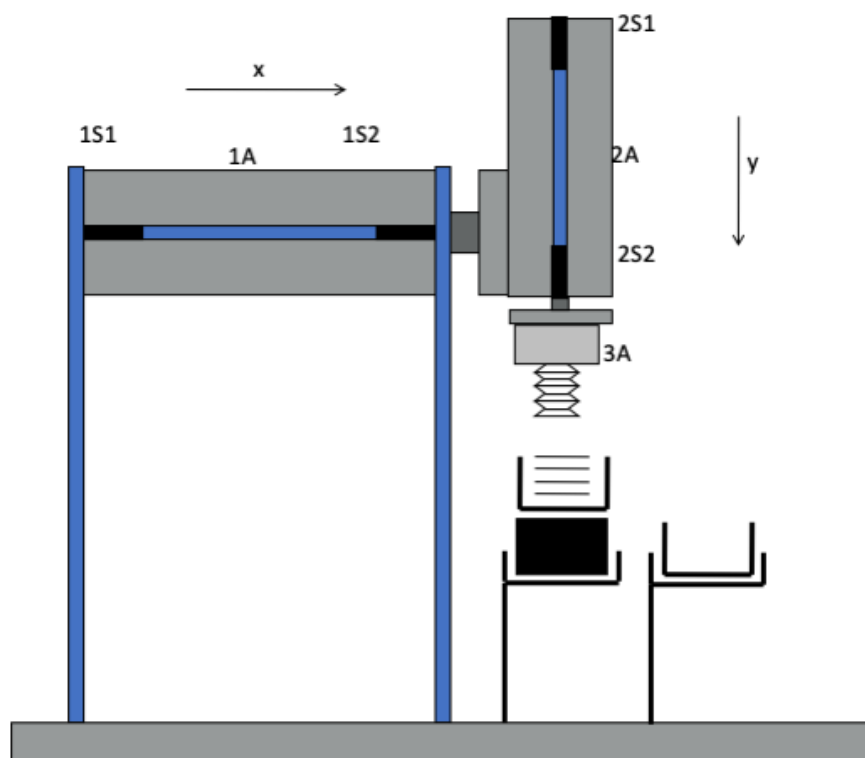


Figura 6.3: Diagrama esquemático de la estación de manipulación

– Esquema neumático

Además, también es recomendable confeccionar un esquema de distribución neumático y una tabla de asignación de las señales de entrada y de salida. Este esquema de distribución puede confeccionarse con FluidSIM®, aunque también puede hacerse a mano.

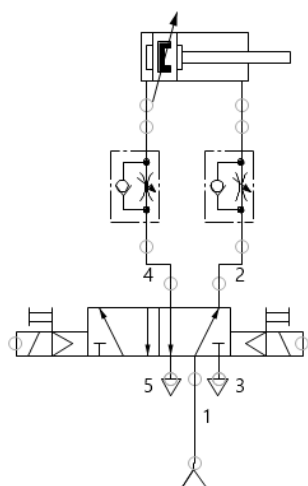


Figura 6.4: Esquema de distribución neumático (sólo eje X)

| Conexión | Asignación | Descripción                               |
|----------|------------|---|
| 0        | 1S2        | Detector de la posición final delantera   |
| 2        | 1S1        | Detector de la posición final trasera     |
| 1        | 1M1        | Bobina de la válvula (cilindro avanza)    |
| 3        | 1M2        | Bobina de la válvula (cilindro retrocede) |

Tabla 6.1: Tabla de asignaciones de la estación de manipulación

### Análisis de la tarea

Antes de empezar con la programación, es recomendable que sepa exactamente en qué consiste la tarea. Para ello es recomendable que usted explique verbalmente la tarea, aunque expresándose con sus propias palabras. Otra posibilidad consiste en confeccionar un diagrama de flujo.

- El émbolo retraído del cilindro de doble efecto que está montado en posición horizontal, deberá avanzar. La orden para que el cilindro ejecute ese movimiento se da activando un pulsador en FluidSIM®
- Sin embargo, el cilindro únicamente deberá avanzar si se encuentra en la posición final posterior, es decir, si está retraído. Mediante el detector de posición se puede comprobar si el cilindro está retraído. En el diagrama esquemático y en el esquema de distribución, este detector de posición está identificado con 1S1.
- El movimiento de retroceso también deberá iniciarse mediante una señal proveniente de un pulsador. Pero también en este caso el cilindro únicamente deberá retroceder si antes avanzó hasta la posición final delantera.
- El detector utilizado para comprobar si el cilindro se encuentra en su posición final delantera está identificado con 1S2 en el diagrama esquemático.
- En FluidSIM® es necesario disponer de dos pulsadores para controlar estos movimientos.
- El cilindro horizontal es accionado por una electroválvula biestable de 4/2 vías. Conectando la bobina 1M1, el cilindro avanza. Conectando la bobina 1M2, el cilindro retrocede. Considerando que se trata de una válvula biestable, basta un breve impulso de corriente para que la válvula (y, por lo tanto, el cilindro) mantenga su posición conmutada.

### Confeccionar el esquema de distribución y realizar la programación con FluidSIM®

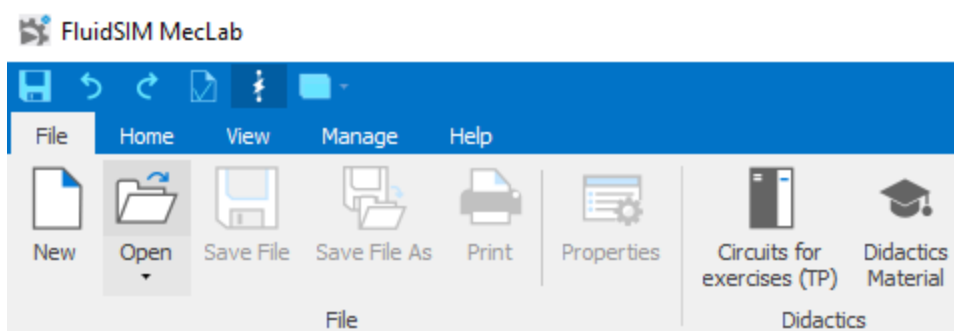
El programa se confecciona con el software FluidSIM®, incluido en el suministro. Ello significa que el esquema de distribución se puede confeccionar en el ordenador. Si durante la simulación se observa un error, es posible activar y controlar la estación directamente.

Dado que el sistema consta de una parte eléctrica y de otra parte neumática, deberá confeccionarse un esquema de distribución para ambas partes con FluidSIM®. Es recomendable confeccionar primero el esquema neumático y después el esquema eléctrico.

#### Paso 1: Abrir FluidSIM®

Antes de confeccionar el esquema de distribución deberá abrirse una página nueva para obtener una hoja de trabajo. Haga doble clic en el símbolo de FluidSIM® para abrir el programa.

- Llamar una nueva hoja de trabajo  
Hacer clic en la página blanca vacía que se encuentra en a la izquierda, en la segunda barra de herramientas. También es posible hacer clic en «Archivo > Nuevo».  
Aparece una nueva hoja de trabajo vacía para un sistema de control.



- Memorizar el nuevo control  
En la barra de menús, seleccionar «Archivo > Guardar como ...» y memorizar el archivo en el lugar y con el nombre elegido por usted.



## Paso 2: Incluir los componentes

Los componentes necesarios para el esquema neumático se encuentran en la barra de símbolos en el lado izquierdo de la pantalla. Para incluirlos en el esquema, deberá proceder de la siguiente manera:

- Haga clic en el símbolo deseado con la tecla izquierda del ratón
- Mantenga pulsada la tecla del ratón
- Arrastre el símbolo hacia el lugar apropiado en el esquema y suelte la tecla del ratón

El sistema neumático consta de un cilindro de doble efecto, una electroválvula biestable de 4/2 vías, dos válvulas reguladoras y el sistema de alimentación de aire comprimido. En la figura 6.5 se muestran los componentes sobre la superficie de trabajo.

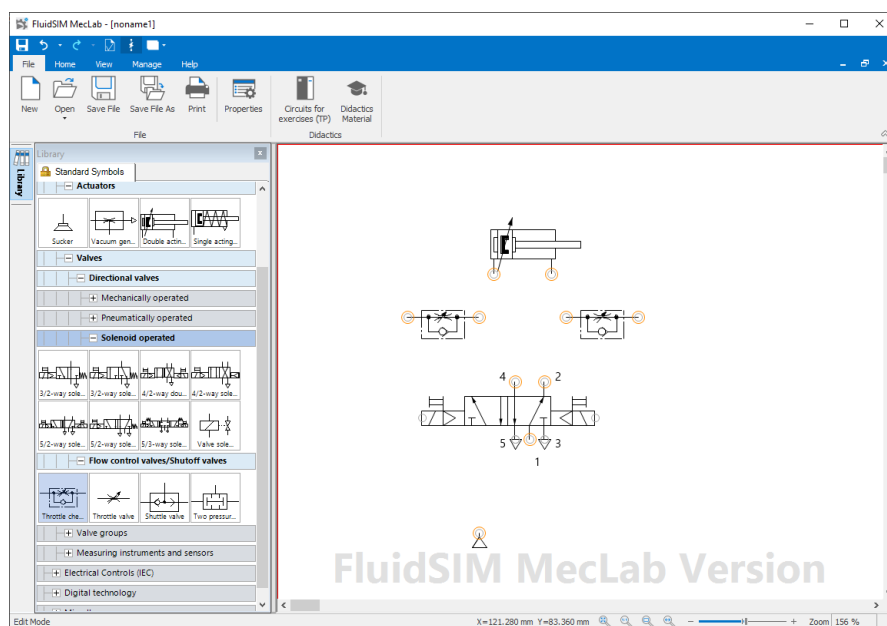


Figura 6.5: Componentes del esquema de distribución neumático

**Paso 3:** Orientación de las válvulas reguladoras

Las válvulas reguladoras deben girarse para que el esquema de distribución tenga una estructura más clara. Para que gire el símbolo de la válvula reguladora, haga clic en él con la tecla derecha del ratón y seleccione en el menú contextual seleccione «Girar» y, a continuación, «270°».

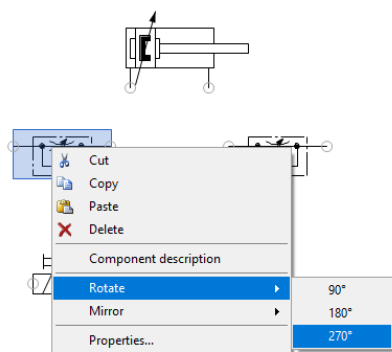


Figura 6.6: Orientación de las válvulas reguladoras

**Paso 4:** Tender los tubos flexibles para unir los componentes

A continuación deben conectarse los tubos flexibles a los componentes para que éstos queden conectados entre sí. Con ese fin, pase con el puntero del ratón por encima de un punto de intersección hasta que el puntero se transforme en un retículo. Manteniendo pulsada la tecla, desplácese hasta el punto de intersección del siguiente símbolo. Cuando el retículo confirme la conexión, suelte la tecla del ratón.

Una vez realizadas estas operaciones, el esquema neumático es el siguiente:

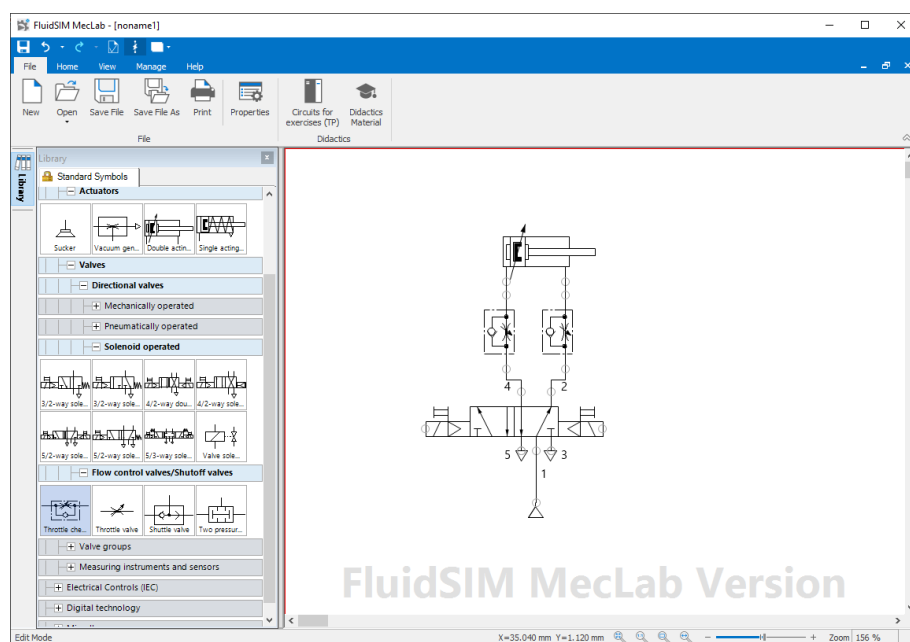


Figura 6.7: Tender los tubos flexibles de los componentes

**Paso 5:** Definir las marcas e incluir los detectores de posición

Para posteriormente poder establecer la conexión con el esquema de distribución eléctrico y con el equipo real, es indispensable definir las marcas. Todos los componentes eléctricos deben llevar estas marcas, es decir, las electroválvulas y los detectores de posición.

Para marcar las electroválvulas, haga clic con la tecla derecha del ratón sobre la electroválvula y seleccione «Propiedades» en el menú. En «Marca» se introduce la denominación de la electroválvula que, en este caso, es 1M1 y 1M2 (identificación de la primera y segunda bobina de la primera válvula).

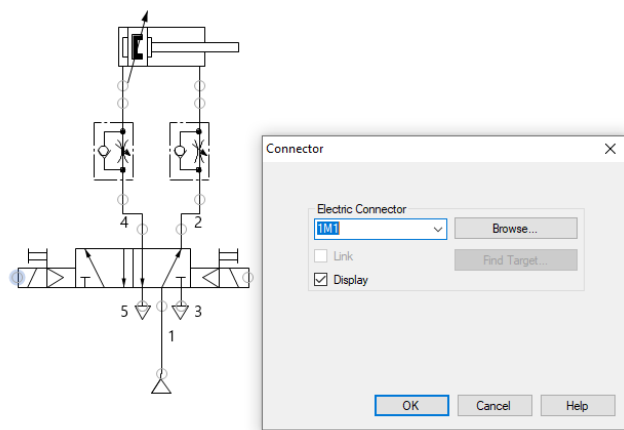


Figura 6.8: Introducir una marca en la electroválvula

Para montar los detectores en el cilindro, haga clic con la tecla derecha del ratón en el cilindro. Se abre una ventana en la que pueden introducirse los detectores y su posición de montaje.

El cilindro lleva dos detectores, uno en la posición final trasera y otro en la posición final delantera. Ello significa que uno de los detectores está en la posición de 0 mm, mientras que el otro se encuentra en la posición de 100 mm. Los detectores son identificados con 1S1 y 1S2 (primer y segundo detector del primer cilindro).

Haga clic en «OK» para cerrar la ventana.

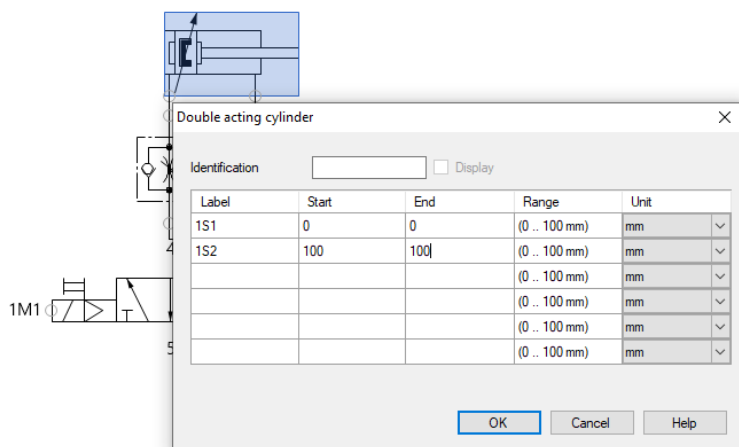


Figura 6.9: Inclusión de los detectores de posición

**Paso 6:** Prueba del circuito neumático

Para iniciar la simulación, haga clic en el botón de START. Si hace clic en uno de los dos accionamientos manuales auxiliares, conmuta la válvula y el cilindro retrocede o avanza.

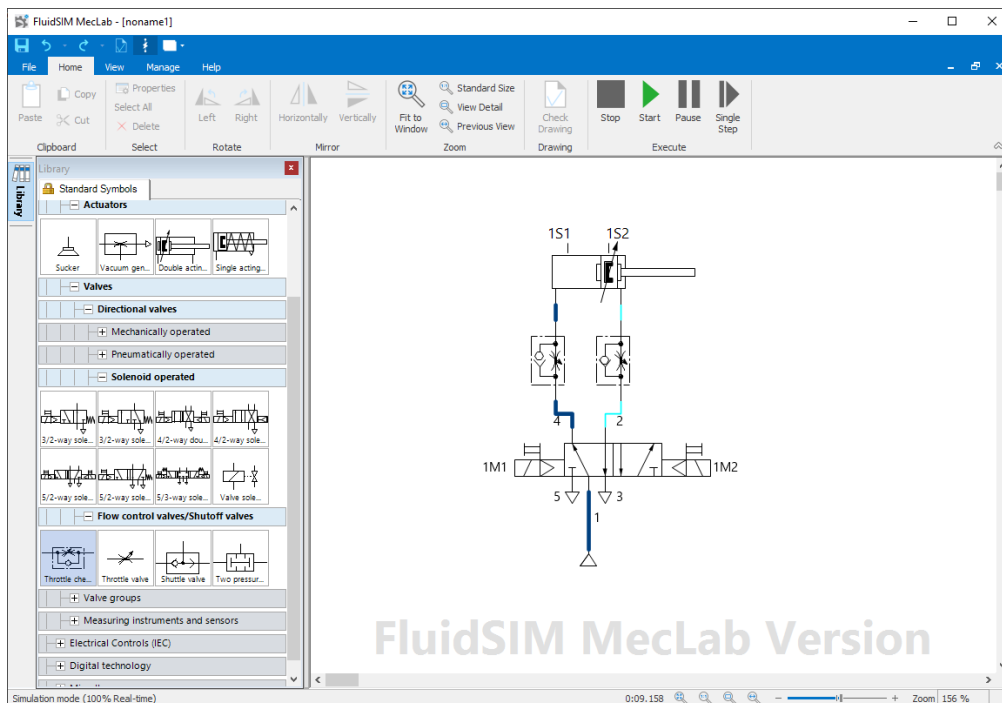


Figura 6.10: Simulación con el circuito neumático

**Paso 7:** Inclusión de los componentes y cableado

Los componentes del circuito eléctrico se incluyen y unen del mismo modo que los componentes neumáticos.

Después de incluir y cablear los componentes, la hoja de trabajo debería verse de la siguiente manera:

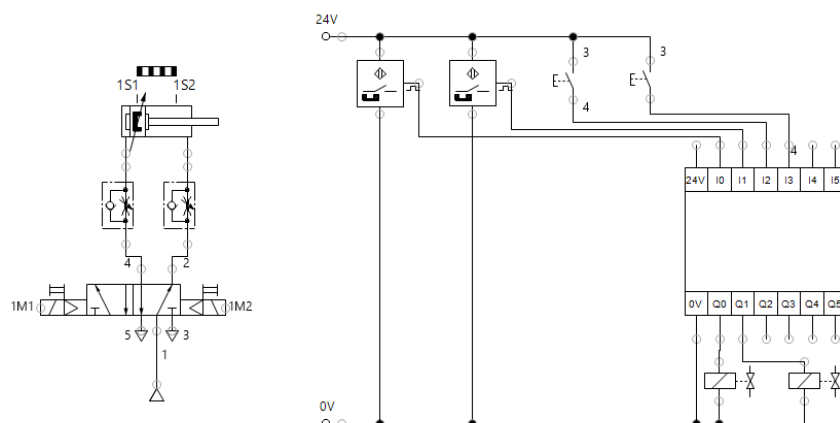


Figura 6.11: Inclusión y cableado de los componentes eléctricos



**Paso 8:** Definición de marcas

Para unir los componentes eléctricos a los componentes neumáticos, también es necesario definir las marcas de los componentes eléctricos.

Para hacerlo, deberá procederse igual que en el caso de los componentes neumáticos, es decir, haciendo clic con la tecla derecha del ratón e introduciendo las marcas en los espacios respectivos. Deben definirse las marcas de las bobinas y de los detectores.

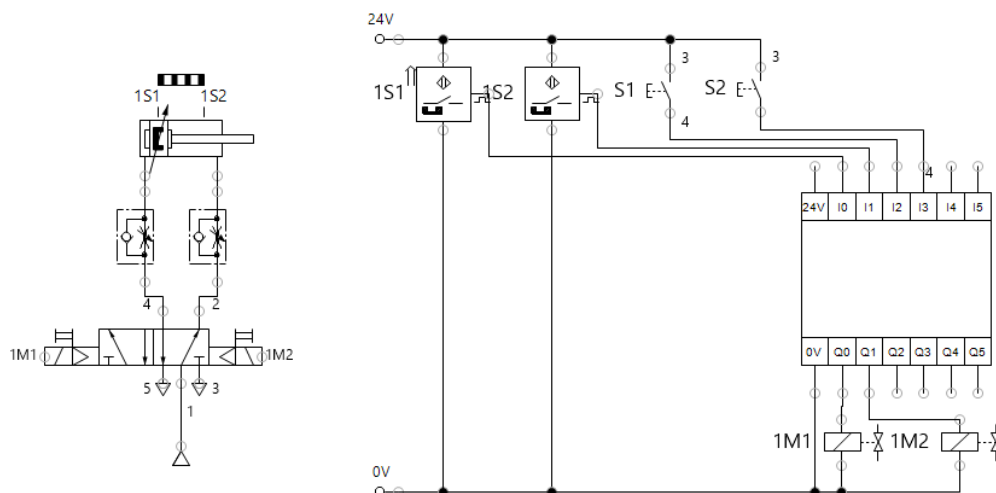


Figura 6.12: Definición de marcas para los componentes eléctricos

Además, los pulsadores se identifican con S1 y S2 respectivamente.

**Paso 9:** Confección del programa de control

Para introducir el programa de control en el módulo digital, deberá abrir el módulo digital con un doble clic. Se abre una nueva ventana con los canales de entrada y salida del módulo digital.

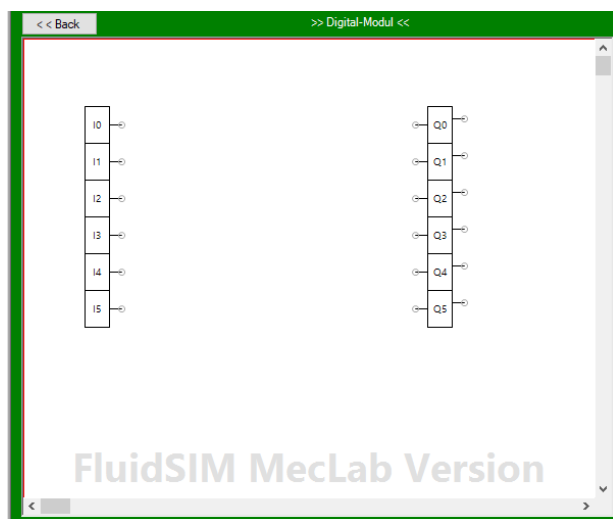


Figura 6.13: Canales de entrada y de salida del módulo digital

En el lado izquierdo se encuentran las entradas identificadas con I1 hasta I6, en el lado derecho están las salidas identificadas con Q1 hasta Q6. A continuación, las entradas y salidas se enlazan con los módulos de lógica. Estos se encuentran en la barra de herramientas en el lado izquierdo de la pantalla. Al igual que cualquier otro componente, los módulos de lógica se arrastran hacia la hoja de trabajo para enlazarlos con las entradas y salidas.

La tarea exige que el cilindro avance y retroceda cuando se presiona el pulsador correspondiente y únicamente si el cilindro se encuentran en la posición final respectiva.

- Si se activan el pulsador S1 y el detector 1S1, se activa la bobina 1M1.
- Si se activan el pulsador S2 y el detector 1S2, se activa la bobina 1M2.

Es decir, en el programa son necesarios dos elementos de Y. El elemento de Y en FluidSIM® tiene tres entradas, por lo que son necesarios dos elementos High para que la tercera entrada, que en realidad no se necesita, siempre esté activada. De lo contrario, FluidSIM® emitiría un aviso de error, indicando que una entrada no está ocupada.

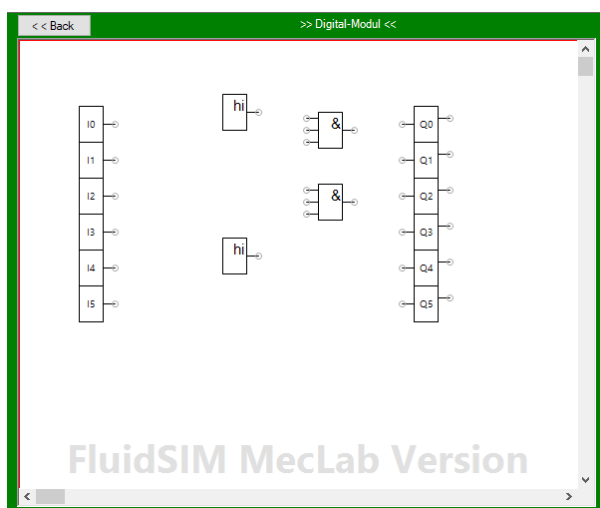


Figura 6.14: Módulo digital con elementos lógicos

### Importante

En FluidSIM®, las entradas no ocupadas de los elementos de Y siempre están activadas.

A continuación se conectan los elementos lógicos, completándose el programa lógico (ver fig. 6.15). Cerrando la ventana, se guarda el programa en el módulo digital (PLC). Después de cerrar la ventana puede iniciarse la simulación.

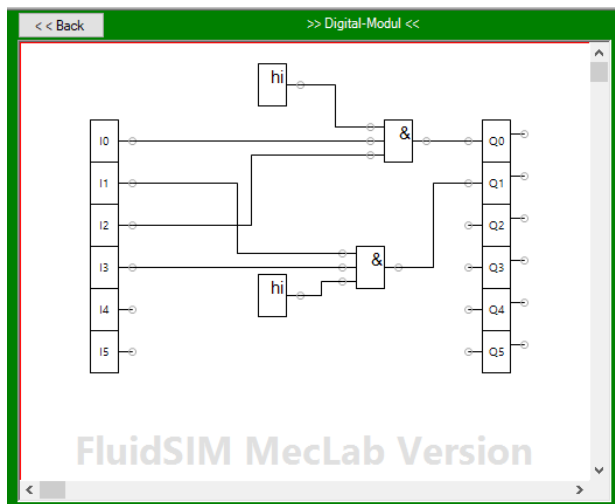


Figura 6.15: Programa lógico completo



## Realizar una prueba simulada

Haga clic en el botón de START para iniciar la simulación. Activando el pulsador S1, el cilindro avanza y activando el pulsador S2, vuelve a retroceder.

### Tenga en cuenta lo siguiente:

El sentido del movimiento únicamente puede invertirse si el cilindro alcanzó una posición final.

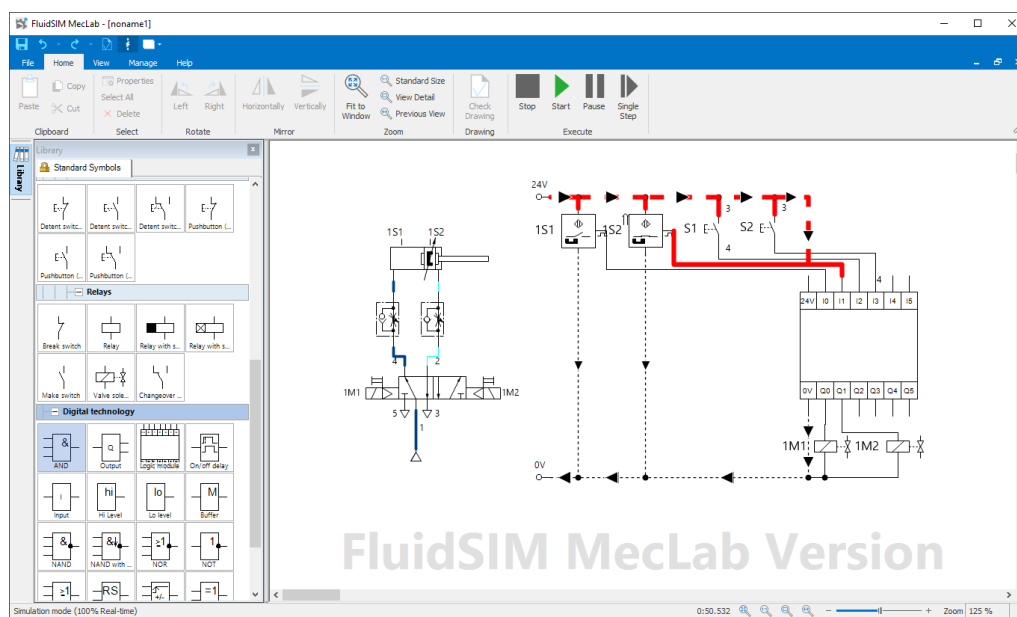


Figura 6.16: Esquema de la simulación

## Prueba de funcionamiento real del sistema de manipulación

Para conectar la estación de manipulación a FluidSIM®, debe conectarse el EasyPort al distribuidor multipolo de la estación y este distribuidor debe conectarse al PC y a la alimentación de corriente con el cable para puerto USB.

A continuación, debe arrastrarse el símbolo del distribuidor multipolo hacia la superficie de trabajo de FluidSIM®.

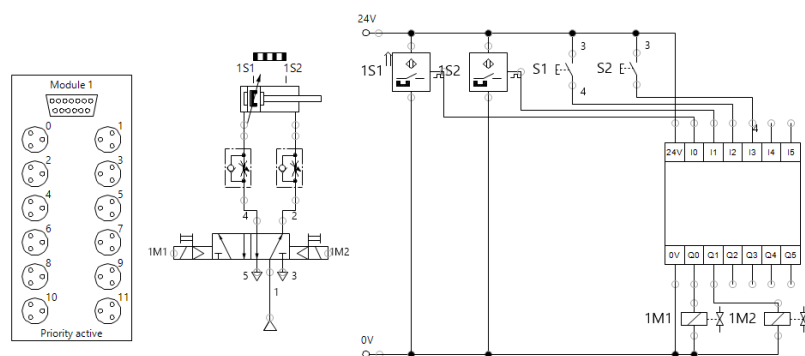


Figura 6.17: Símbolo del distribuidor multipolo. Conexión a la estación

A continuación deben adaptarse las marcas en el símbolo del distribuidor multipolo. Para ello se abre el símbolo haciendo doble clic.

A continuación se modifican las marcas de acuerdo con lo indicado en la tabla 6.1. Las marcas deben coincidir con aquellas que fueron utilizadas en el esquema neumático y en el esquema eléctrico. A continuación, el símbolo del multipolo establece la conexión con la estación de cinta transportadora. La denominación de las marcas no tiene importancia (aunque 1M1 es la denominación técnica correcta, la marca también podría llamarse «bobina izquierda»). Lo único importante es que en los esquemas neumático y eléctrico se utilicen las mismas marcas para el mismo elemento y que, además, los elementos estén conectados a las posiciones correctas del distribuidor multipolo.

### Importante

Debe activarse la condición «Prioridad al conectarse el hardware». De esta manera se tiene la seguridad que se utilizan las señales de los detectores reales y no los del programa de simulación.

Si se inicia la simulación y se presiona el pulsador S1, avanza el cilindro de la estación. En el símbolo del distribuidor multipolo, el estado de los canales de entrada y de salida está identificado con colores. En el distribuidor multipolo de la estación se indica el estado de los canales de entrada y de salida mediante LED. Ahora, el programa puede ejecutarse paso a paso, activando los actuadores y detectores de la estación.

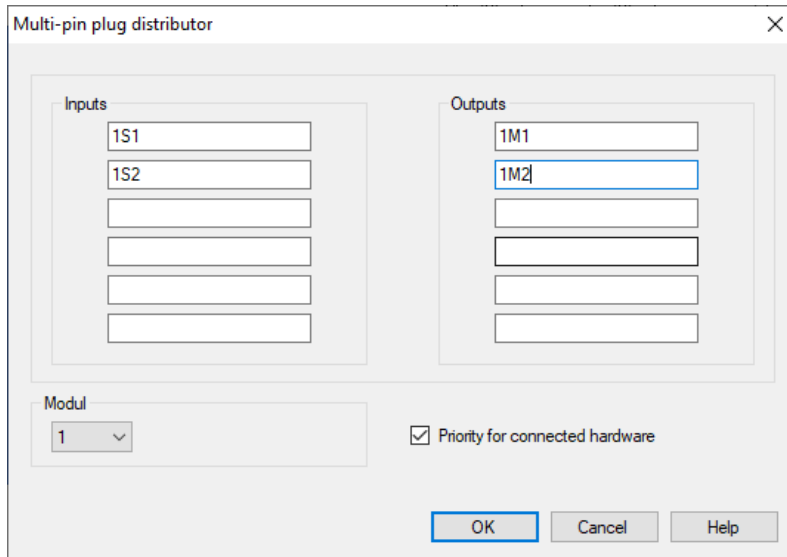


Figura 6.19: Marcas del distribuidor multipolo después del cambio

La documentación del proyecto está compuesta por el diagrama esquemático, el esquema de distribución y el programa lógico. Si procede, se pueden agregar manuales de instrucciones y hojas de datos.

## 8 Sugerencias pedagógicas

### 8.1 Medios didácticos incluidos

El sistema para la enseñanza MecLab® está compuesto de tres partes:

- Hardware
- Software de programación y simulación FluidSIM®
- Documentación para el estudio

La documentación para el estudio incluye las siguientes partes:

#### Parte de teoría

La parte de teoría informa sobre los fundamentos de la técnica de la automatización y de la mecatrónica. En esta parte se explica el funcionamiento de detectores, de actuadores neumáticos y eléctricos, de controles mediante relés y de controles lógicos programables. También se incluye un capítulo sobre la historia de la técnica de la automatización y sobre el trabajo científico que llevan a cabo los ingenieros. Este documento está memorizado en formato PDF. Junto con MecLab® usted adquirió el derecho de imprimir este archivo y repartirlo entre los estudiantes de su centro de enseñanza. Sin embargo, no deberá modificar su contenido.

#### Instrucciones para la puesta en funcionamiento (en el presente manual: «Trabajar con MecLab®»)

Las instrucciones para la puesta en funcionamiento incluyen una introducción didáctica y, además, instrucciones detalladas para efectuar el montaje y la puesta en funcionamiento de las tres estaciones de MecLab®. Las explicaciones correspondientes son muy detalladas y cubren todos los pasos necesarios. Se recomienda consultar regularmente la documentación al efectuar el montaje de las estaciones.

Este documento está guardado en formato PDF. Junto con MecLab® usted adquirió el derecho de imprimir este archivo y repartirlo entre los estudiantes de su centro de enseñanza. Sin embargo, no deberá modificar su contenido.

#### Colección de tareas

La colección de ejercicios contiene varias hojas de ejercicios. Contienen tareas sencillas para conocer los componentes, su funcionamiento y sus símbolos; otras tareas sirven para familiarizarse con la confección de diagramas esquemáticos y esquemas de distribución, aunque también se incluyen tareas más complejas, que exigen un trabajo de programación más detallado. El contenido de una tarea sirve de base para la siguiente tarea. En la medida en que se va avanzando en los estudios, la solución de las tareas supone disponer de conocimientos cada vez más profundos. En cada tarea se describen brevemente los objetivos didácticos. Las hojas de ejercicios son apropiadas para que los estudiantes las utilicen como hojas de trabajo. Las hojas de trabajo se ofrecen en archivos de formato Word. Usted puede modificar el contenido de estas hojas para adaptarlas a sus objetivos pedagógicos.

Las informaciones básicas necesarias están incluidas en la parte teórica.

#### Presentación

El suministro también incluye una presentación en formato PowerPoint (\*.ppt). Esta presentación contiene principalmente las imágenes y representaciones gráficas correspondientes a la parte de teoría. El contenido de este archivo PowerPoint puede utilizarse para que las clases resulten más explicativas o, también, para confeccionar documentación didáctica propia.

## Hardware

El hardware está compuesto de las tres estaciones, los EasyPorts, los cables necesarios, piezas diversas y herramientas. Para hacer algunos de los ejercicios incluidos en las hojas de trabajo, es necesario modificar las estaciones, por ejemplo, cambiando o desplazando detectores, montando o desmontando actuadores. También es posible que sea necesario realizar un ajuste de los detectores.

Las estaciones han sido configuradas de tal manera que es posible intercambiar componentes. Por ejemplo:

- Los detectores de la estación de cinta transportadora también pueden utilizarse en las estaciones del cargador o del sistema de manipulación.
- La prensa de la estación del cargador también puede utilizarse en la estación de cinta transportadora.

Además es posible unir las estaciones para crear una cadena de montaje. Para hacerlo, también es necesario modificar el montaje, cambiar la posición de componentes y realizar ajustes.

## Software de programación y simulación FluidSIM®

El software de programación y simulación FluidSIM® incluido en el CD-ROM, ha sido adaptado específicamente a las funciones de MecLab®. El software incluido en el CD-ROM debe instalarse en un PC y, a continuación, está lista para ser utilizado.

## 8.2 El concepto de las clases

No es posible dar instrucciones específicas para utilizar MecLab® en clase. En vez de ello, aquí se explicarán las experiencias acumuladas con el uso de MecLab® en diez escuelas de educación general en el estado alemán de Baden Württemberg. En todas ellas pudo comprobarse que el uso de medios didácticos cercanos a la realidad, tal como MecLab®, logra aumentar considerablemente el interés de los alumnos por el estudio. Pero para que los alumnos estén motivados, es indispensable que ellos mismos puedan trabajar con las estaciones.

Por lo tanto, MecLab® no debería utilizarse únicamente como medio para ejercitar técnicas de programación. Más bien es recomendable que los estudiantes se dediquen también a los aspectos de la mecánica, es decir, al montaje y desmontaje de las estaciones. Pero considerando las condiciones imperantes en la mayoría de las escuelas, es difícil que los estudiantes reciban esa oportunidad.

En términos generales, las clases constan de tres fases:

- Fase de preparación
- Fase de ejecución del proyecto
- Fase de análisis y evaluación

### 8.2.1 Fase de preparación

Los estudiantes en edad escolar por lo general no conocen el mundo de la producción industrial y, por lo tanto, carecen de relación alguna con este tema. Por ello es recomendable que antes de trabajar con MecLab® se organice una visita guiada a una planta industrial con sistemas de producción automatizados. Y poco importa lo que se produce en dicha planta.

Lo importante es que los alumnos vean que las funciones de

- transportar piezas,
- manipular piezas y
- almacenar y alimentar piezas

siempre están presentes en una cadena de montaje. Por ello, también MecLab® tiene esas funciones básicas.

Por esta razón, es recomendable que antes de visitar una planta, se dialogue con los alumnos sobre los siguientes temas:

- ¿Qué importancia tiene actualmente la técnica de la automatización? ¿Dónde encontramos soluciones automatizadas en la vida cotidiana?
- ¿Qué motivos tienen las empresas para implementar sistemas automáticos en sus plantas? ¿Cuáles son las consecuencias?
- ¿Qué tareas ejecutan los sistemas de producción automatizados?

Es muy probable que estos temas surjan durante la visita a la planta, por lo que es recomendable prepararlos con antelación.

Si no fuese posible visitar una fábrica, es posible recurrir a los vídeos que se incluyen en el CD-ROM.

En la fase de análisis deberán evaluarse los resultados y, especialmente, deberá establecerse un nexo entre el sistema de enseñanza MecLab® y la situación real que se observó durante la visita a la fábrica:

- De las funciones automáticas que se observaron en la planta, ¿cuáles asumen también las estaciones de MecLab®?
- ¿Qué componentes se utilizan también en los sistemas reales de producción?

### 8.2.2 Trabajo en grupos

MecLab® fue concebido, en principio, para que los estudiantes trabajen en pequeños grupos. Los grupos son ideales si están integrados por dos o tres alumnos. Cada grupo debería contar con una estación y un PC en el que esté instalado FluidSIM®.

Antes de empezar el trabajo en los grupos, es recomendable que se ofrezca una clase de introducción a FluidSIM®, que se explique cómo conectar las estaciones al PC y cómo funcionan los componentes más importantes. Además, los estudiantes deben conocer las instrucciones e indicaciones de seguridad.

El trabajo en los proyectos puede iniciarse con una fase de introducción a determinados temas como, por ejemplo, los detectores, la neumática, los circuitos o las técnicas de programación. En esas clases de introducción puede recurrirse a las informaciones contenidas en la parte teórica o utilizarse la presentación PowerPoint y las representaciones animadas que se incluyen en el CD-ROM y, además, en el propio programa FluidSIM®.

Las explicaciones pueden ofrecerse durante una clase impartida de modo tradicional, aunque también es posible que los propios estudiantes preparen los temas y los expongan en clase. Además, bien puede ser que los estudiantes prefieran recurrir a Internet como fuente de información. En ese caso, puede recomendarse la enciclopedia online Wikipedia.

También es posible dejar que los estudiantes busquen las informaciones necesarias en la medida en que avancen con los ejercicios utilizando las estaciones. Si se opta por proceder de esta manera, los estudiantes de un grupo deberían informar sobre esos temas a los demás al término de los ejercicios.

Esta información es importante ya que si bien los contenidos didácticos son similares en todas las estaciones, no son completamente idénticos. Con esta exposición ante los demás estudiantes, todos tendrán el mismo nivel de conocimientos.

El grado de dificultad de los ejercicios va en aumento. En la tabla 7.1 se ofrecen informaciones generales sobre los objetivos didácticos de los ejercicios.

En términos generales puede afirmarse que los ejercicios del cargador son los más sencillos y que los ejercicios de la sección de manipulación son los más complicados. Los ejercicios de la sección de la cinta transportadora tienen grado de dificultad intermedio.

Dependiendo del grado de dificultad, del tipo de escuela, del año escolar y de los conocimientos previos, la solución de las tareas puede durar entre una y cuatro horas de clase.

| Nº  | Cargador  | Nº  | Cinta transportadora                       | Nº  | Manipulación  |
|-----|---|-----|--|-----|---|
| 1.1 | Los componentes y su funcionamiento   | 2.1 | Los componentes y su funcionamiento        | 3.1 | Los componentes y su funcionamiento   |
| 1.2 | Conocer los símbolos y los componentes  | 2.2 | Conocer los símbolos y los componentes     | 3.2 | Conocer los símbolos y los componentes  |
| 1.3 | Funcionamiento de los componentes   | 2.3 | Conocer los símbolos                       | 3.3 | Conocer los esquemas de distribución  |
| 1.4 | Diagramas esquemáticos, dibujos técnicos y esquemas de distribución   | 2.4 | Introducción al tema de los detectores     | 3.4 | Diagramas esquemáticos, dibujos técnicos y esquemas de distribución   |
| 1.5 | Selección de cilindros y válvulas, confección de esquemas de distribución, accionamiento de cilindros de simple efecto    | 2.5 | Motor de corriente continua; accionamiento | 3.5 | Selección de válvulas y elementos de accionamiento, estrangulación de cilindros, detectores de posición, accionamiento de cilindros de doble efecto |
| 1.6 | Diagramas esquemáticos, esquemas de distribución, estrangulación de cilindros, accionamiento de cilindros de doble efecto | 2.6 | Enlaces lógicos                            | 3.6 | Enlaces lógicos   |
| 1.7 | Circuitos con relés y relés temporizadores; enlaces   | 2.7 | Programa sencillo con módulos de lógica    | 3.7 | Cadenas paso a paso sencillas, con módulos de lógica  |
| 1.8 | Detectores, cadenas de paso a paso sencillas con relés  | 2.8 | Programa complejo con módulos de lógica    | 3.8 | Cadenas paso a paso complejas, con módulos de lógica  |

Tabla 8.1: Contenido de los ejemplos de tareas

### 8.2.3 Alternativa frente al trabajo en grupos

Claro está que no siempre es posible que un grupo pequeño integrado por dos o tres estudiantes disponga de una estación. Sin embargo, si los grupos constan de más de tres alumnos, el estudio es poco eficiente. Por ello, si tienen que trabajar más de tres estudiantes con una sola estación, es recomendable proceder de otra manera:

- Introducción y visita a una planta (alternativa: vídeo), tal como se describió en el capítulo 7.2.
- En vez de trabajar en grupos, los estudiantes estudian la teoría contenida en las hojas de trabajo, confeccionan sus soluciones con FluidSIM® y comprueban su funcionamiento real sólo después de haber conseguido que la simulación funcione sin problemas.
- Procediendo de esta manera, los estudiantes pueden trabajar solos o en grupos de a dos. Cada estudiante (o grupo) debería disponer de un PC con FluidSIM® instalado.
- Claro está que esta solución tiene la desventaja que los estudiantes casi no tienen posibilidades de llevar a cabo modificaciones en la configuración mecánica de las estaciones. Por ello, las clases se centran principalmente en el tema de la programación.
- Sin embargo, esta solución tiene la ventaja de permitir que hasta 20 estudiantes trabajen en tres estaciones. Además, todos los estudiantes tratan de solucionar el mismo ejercicio.



### 8.2.4 Fase de análisis y evaluación

Después de solucionar las tareas en los proyectos, debería seguir una fase de reflexión. Si no se hizo en otra ocasión, en esta fase los estudiantes pueden explicar el funcionamiento de los detectores, actuadores y algoritmos de control utilizados en las estaciones y analizar las similitudes y diferencias entre ellas.

La meta consiste en que los estudiantes entiendan que en sistemas automáticos siempre se coordina el funcionamiento de detectores, actuadores y sistemas de control.

Además, también es recomendable comparar las conclusiones finales con los planteamientos hechos durante la fase de preparación.

En esta fase también pueden expresarse ideas para proyectos ulteriores. En el siguiente capítulo se ofrece algunas ideas de posibles proyectos posteriores.

### 8.2.5 Proyectos avanzados

Hojas de ejercicios incluidas en el suministro tienen la finalidad de servir como introducción al tema de la automatización. En ellas se explica cómo funcionan las estaciones y cómo realizar la programación.

Los ejercicios y las tareas se describen utilizando términos técnicos reales que también deberán emplearse en las soluciones. Para crear una situación aun más realista, el instructor o maestro puede hacer las veces de cliente que encarga a un grupo de estudiantes la confección de una estación (o de una cadena de montaje) que debe cumplir determinadas funciones. En ese caso, los estudiantes tienen que hacerse cargo de la planificación y ejecución del proyecto y de la redacción de la documentación (por ejemplo, también el manual de instrucciones). Al final, entrega el producto al cliente. Esta entrega puede hacerse en forma de una presentación.

No existe una panacea para la solución de tareas de este tipo. Además, normalmente hay varias formas de solucionar una tarea técnica. Para evaluar la calidad de la solución, deben aplicarse criterios como los que se indican a continuación:

- Funcionamiento (¿las funciones técnicas son apropiadas para solucionar la tarea?)
- Eficiencia económica (¿cuál fue el esfuerzo realizado para conseguir la solución?)
- Cumplimiento de plazos (¿se cumplieron los plazos previstos durante la ejecución del proyecto?)
- Documentación (¿se confeccionaron esquemas de distribución, listas de piezas, programas? ¿Se redactaron manuales de instrucción?)
- Gestión del proyecto, trabajo en grupos (¿cómo cooperaron entre sí los estudiantes? ¿Estuvieron involucrados todos los estudiantes del grupo, o un solo estudiante del grupo hizo todo el trabajo?)

A continuación se proponen proyectos que van más allá de los ejercicios originales. La lista de proyectos propuestos no pretende ser exhaustiva. Las propuestas esbozan las posibles soluciones. Algunas propuestas amplían las funciones de estaciones individuales, mientras que otras unen varias estaciones para crear una cadena de montaje.

### Ampliación de las funciones de estaciones individuales

Una ampliación implica, por lo general, la utilización de componentes adicionales (provenientes de las otras estaciones) o una modificación de los programas.

A continuación, algunos ejemplos de ampliación de estaciones:

- Advertencia en caso de estar vacío el cargador en la estación correspondiente
  - Control del nivel de llenado mediante barrera de luz
- El cilindro avanza únicamente si el cargador contiene piezas
  - Control del nivel de llenado mediante barrera de luz
- Advertencia en caso si una pieza equivocada se encuentra en el cargador
  - Control mediante detector inductivo (piezas metálicas)
- Cinta transportadora con función de almacenamiento intermedio (detener la pieza durante x segundos)
  - Montaje de un desvío en el lado opuesto de la cinta
- Ampliar las funciones de la cinta transportadora mediante la función de estampado.
  - Montaje de una unidad de estampado en la cinta; implica modificar el montaje de la cinta transportadora
- Eje Y de la estación de manipulación de piezas con función de STOP en la mitad de la carrera
  - Utilización del detector de posición de la estación del cargador, para detectar la posición intermedia.

Accionamiento mediante dos válvulas de 3/2 vías, para conseguir la detención

Además de las modificaciones necesarias del montaje, se sobreentiende que también deben hacerse las modificaciones correspondientes en el programa.

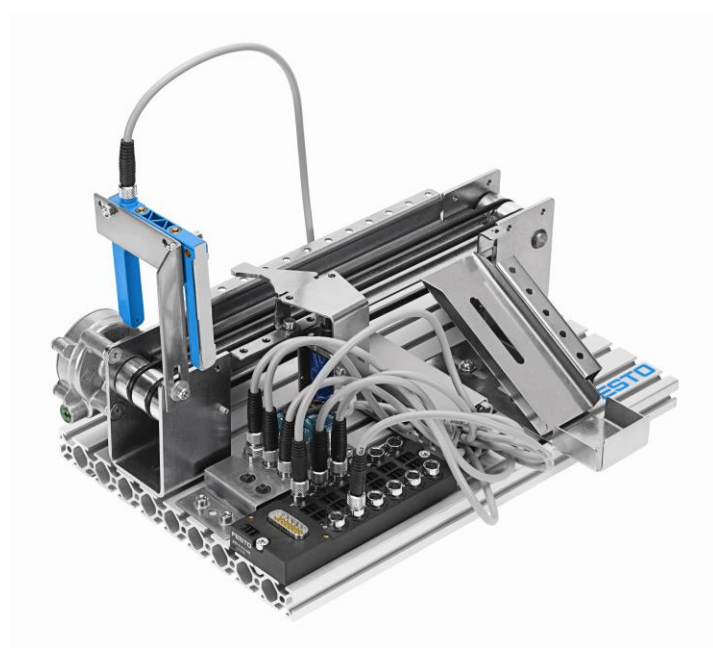


Figura 7.1: Cinta con función de STOP

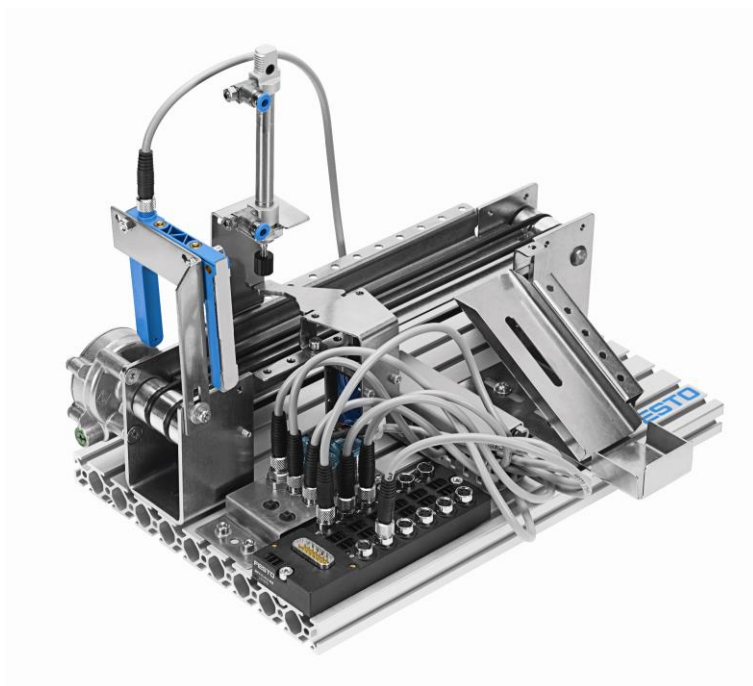


Figura 7.2: Cinta con función de estampado

### **Unión de varias estaciones para crear una cadena de montaje**

Para solucionar esta tarea, los estudiantes deben solucionar problemas de interfaces. Los componentes deben estar orientados de tal manera que sea posible la entrega de las piezas mediante componentes mecánicos. Igualmente es importante solucionar el problema de la transmisión de señales entre las estaciones. Esto puede hacerse muy fácilmente con la nueva versión de FluidSIM MecLab y se describe a continuación.



Figura 7.3: Acoplamiento de varias estaciones

Las estaciones pueden arreglarse para que puedan trabajar juntas aunque estén controladas por dos ordenadores diferentes.

### Ejemplo:

El cargador de apilamiento separa las carcasas en el comienzo de la cinta de la estación de transporte. Tan pronto como el sensor óptico del principio del cinturón detecta la pieza, el cinturón comienza a funcionar. En este ejemplo, la estación posterior con el sensor óptico detecta que ha llegado una pieza de trabajo. Sin embargo, la estación precedente no puede detectar si la estación siguiente está lista para aceptar una nueva pieza.

Por ello, FluidSIM MecLab 6 ofrece una función con la que pueden controlarse varias estaciones con un PC. Se pueden conectar varios EasyPorts al ordenador a través de la interfaz USB. En FluidSIM, varios símbolos de distribución multipolar pueden ser utilizados en un circuito de la misma manera. El botón de selección de módulo (véase la figura 7.4) puede utilizarse para establecer la dirección del EasyPort.

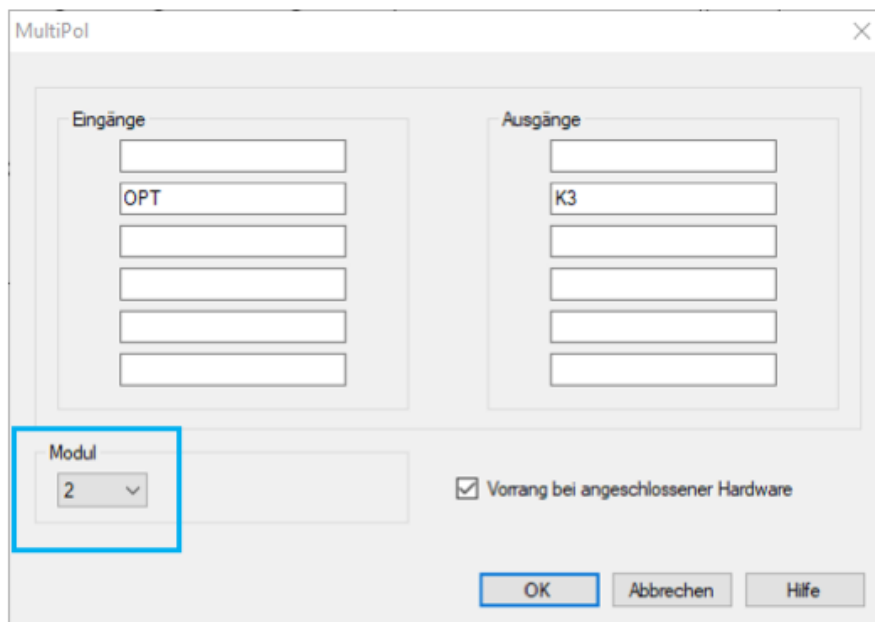


Figura 7.4: Distribuidor multipolar de símbolos con selección EasyPort

Para cambiar la dirección del EasyPort, se debe mantener presionada la perilla multifunción durante unos segundos hasta que el número del EasyPort comience a parpadear. Luego se ajusta el número deseado presionando la perilla multifunción hacia arriba o hacia abajo. Si se mantiene pulsado el botón multifunción, se confirma la selección. El parpadeo se detiene y el EasyPort puede ser direccionado con su nueva dirección en FluidSIM (véase la figura 7.5).

Ahora las designaciones de las entradas y salidas se introducen en el cuadro de diálogo del distribuidor multipuerto y se utilizan en el programa. La misma designación no puede utilizarse más de una vez en diferentes distribuidores multipuerto. Sin embargo, es posible utilizar los sensores o actuadores de una estación en el programa de control de la otra estación. Esto significa que ahora es posible reaccionar a los cambios de estado incluso entre estaciones.

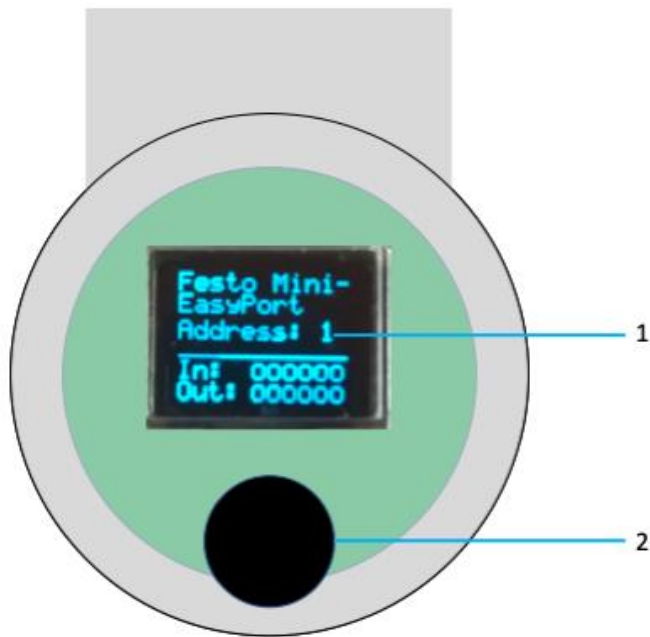


Figura 7.5: EasyPort Mini - Visualización de la Dirección (1). La dirección se puede ajustar pulsando el botón (2)

La figura 7.6 muestra un ejemplo del acoplamiento de las dos estaciones que apilan el cargador y la cinta transportadora. En la estación de apilado de revistas, se retira el cilindro de prensado y se mueve el empujador hasta el borde de la placa de perfil. Si ambas estaciones se colocan una al lado de la otra como se muestra en la figura 7.6, el cinturón comienza a funcionar tan pronto como el cargador de apilado haya empujado una pieza de trabajo en el cinturón. La presencia de la pieza de trabajo es detectada por el sensor óptico y se pone en marcha el cinturón (si es necesario, el sensor óptico debe ser recalibrado para que la pieza de trabajo sea detectada de manera fiable).

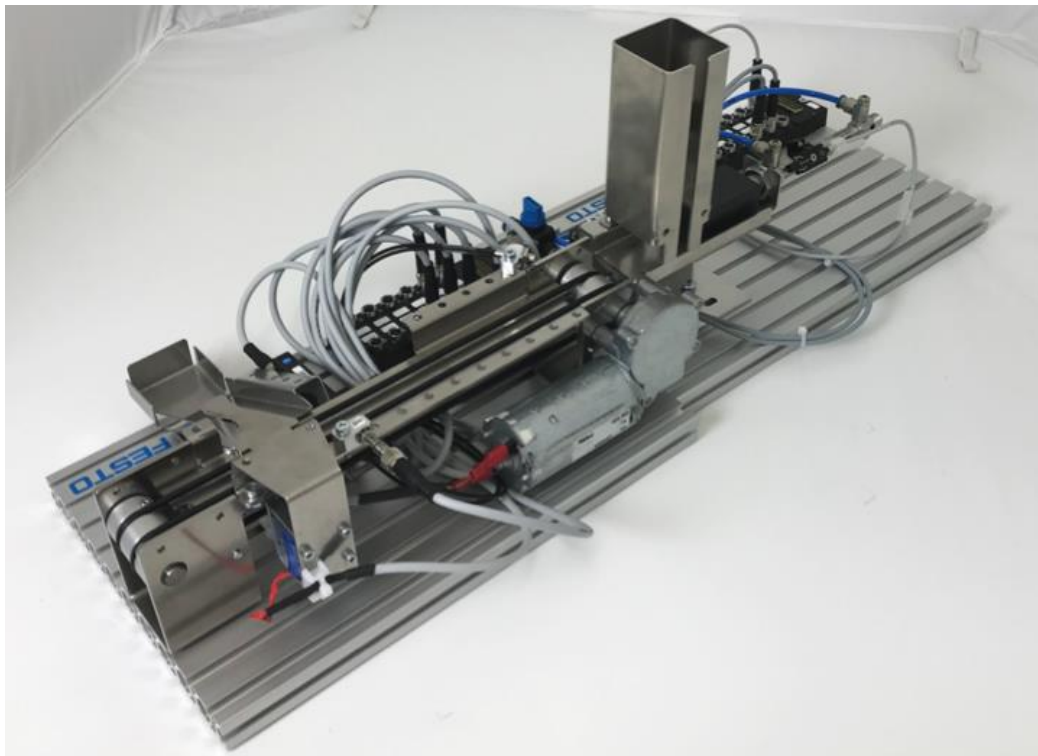


Figura 7.6: Estaciones del cargador de pilas y de la cinta transportadora

acopladas

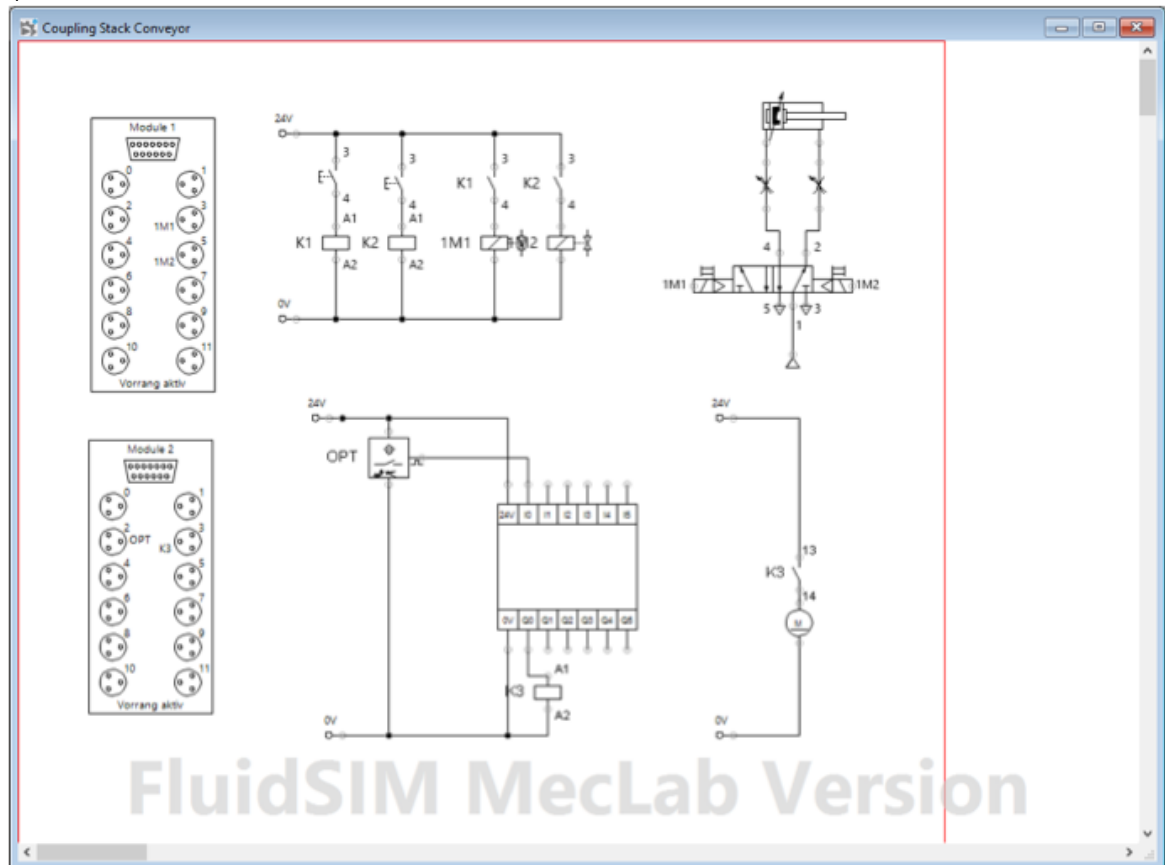


Figura 7.7: Circuito para controlar las dos estaciones acopladas que apilan el cargador y el cinturón

La figura 7.7 muestra el esquema del circuito para el control de ambas estaciones en FluidSIM. EasyPort 1 controla el almacén de pilas y EasyPort 2 la cinta transportadora. Ambos programas corresponden exactamente a los programas de control de la estación única, excepto que la dirección del EasyPort se cambia a 2 para la cinta transportadora.

## 9 Trabajar con proyectos

### 9.1 Metas didácticas de las clases con proyectos

Las clases con proyectos son pedagógicamente complejas, ya que no necesariamente se aplica un concepto didáctico específico. Para el estudiante, el proyecto como tal es la meta. El estudiante debe orientar todo su trabajo en función de los requisitos que plantea el proyecto. Sin embargo, para el instructor, el proyecto no es más que un medio para animar a los estudiantes a que trabajen por iniciativa propia (por ejemplo, planificando, ejecutando y evaluando). Las clases con proyectos representan una forma de las clases orientadas hacia la acción. Este método ofrece la posibilidad de ir más allá del nivel puramente técnico y conseguir que los estudiantes asuman iniciativa propia. Por lo tanto, las clases con proyectos son apropiadas para una enseñanza más completa, cuya meta consiste en que los estudiantes adquieran la capacidad de trabajar por iniciativa propia.

Para lograr que el proceso de estudio sea específico e individual para cada estudiante, las tareas a solucionar mediante el proyecto deben ser amplias y, especialmente, deben estar relacionadas con la realidad y, además, deben tener alguna relación con las experiencias y los conocimientos previos del estudiante.

Al trabajar en proyectos suele procederse según un plan que incluye varias fases. El instructor decide si debe trabajarse estrictamente según el plan, o si se admiten modificaciones de acuerdo con las circunstancias en cada caso.

### 9.2 Características del estudio mediante proyectos

Al trabajar con proyectos, el instructor debe definir aproximadamente las fases del trabajo, dependiendo del contenido del proyecto, del nivel de rendimiento de los estudiantes y de las circunstancias imperantes durante el estudio. Como mínimo deberá definir una estructura general para el progreso de los estudios.

Las clases tienen un carácter abierto si el contenido didáctico y la forma de estudiar no se definen previamente, dejando al estudiante que decida cómo proceder para encontrar las soluciones.

El término «clases con proyectos» se interpreta de modos muy diversos en las escuelas. Sin embargo, existen determinados criterios que determinan y describen este método. Si bien es cierto que la aplicación de este método de enseñanza no implica el cumplimiento de todos estos criterios, sí es recomendable que contenga una buena parte de los criterios que se indican a continuación:

**Las clases con proyectos deben estar relacionadas con la realidad práctica.**

Al trabajar en proyectos, el estudiante debería saber que la teoría y la práctica forman una sola unidad. En ese sentido, es indiferente que el estudiante llegue a esa conclusión antes de empezar el proyecto o si logra entenderlo mientras avanza el proyecto.

**Las clases con proyectos son multidisciplinarias.**

Considerando que el trabajo en proyectos es complejo, es necesario considerar varias disciplinas o asignaturas científicas. Las ciencias naturales tienen varias dimensiones y las tareas deben solucionarse considerando varios aspectos. Debe partirse desde un enfoque de medios y fines, considerando las leyes de la naturaleza, para buscar una solución económicamente sensata, respetuosa con el medio ambiente y con la dignidad del ser humano. En otras palabras: los proyectos técnicos parten de una necesidad humana y, por lo tanto, las posibles soluciones siempre se enfrentan a posibles conflictos entre diversas metas.

**Las clases con proyectos fomentan la capacidad de organizar, de asumir responsabilidad propia y de trabajar de modo independiente y de acuerdo con un plan.**

Durante las clases con proyectos, los estudiantes deben actuar, en buena medida, por iniciativa propia. Ello significa que se ven obligados a planificar, ejecutar y evaluar su trabajo, adquiriendo así un propio estilo de estudiar y trabajar. El instructor pasa a un segundo plano, principalmente es conductor, observador y, si es necesario por razones de seguridad o si el estudiante lo solicita, también puede ser asesor.

**Las clases con proyectos implican la aplicación de diversas formas de relaciones humanas y de organización.**

Las clases con proyectos son apropiadas para que los estudiantes aprendan a trabajar en grupo, a trabajar individualmente después de una fase de planificación en grupo o a trabajar individualmente a lo largo de todo el proyecto. El instructor puede incidir intencionadamente en la forma de organizar el estudio, aunque también puede mantenerse al margen para que el proceso de estudio evolucione espontáneamente, según las circunstancias. Dependiendo del tema del proyecto, el trabajo deberá organizarse de modos diferentes.

Las siguientes cuatro variantes han demostrado ser eficientes:

- Trabajo simultáneo de varios equipos que trabajan en el mismo proyecto  
Todos los equipos trabajan bajo las mismas condiciones. Al final, todos evalúan las diversas soluciones propuestas.
- Trabajo por separado y, a continuación, conjunto en el mismo proyecto  
En este caso, los grupos que se dedican al mismo proyecto, trabajan por separado en una primera fase. -Al término de esa primera fase, cada grupo explica su propuesta de solución. Todos deciden qué propuesta aplicar para continuar el proyecto. Todos trabajan juntos, aplicando la solución convenida hasta el final del proyecto.



- Trabajo conjunto, a continuación por separado y, finalmente, conjunto en un mismo proyecto.  
En un primer término, todos los estudiantes debaten sobre el contenido del proyecto y sobre las posibles soluciones de las tareas. Así se define la totalidad del proyecto y se especifican las tareas parciales a solucionar. Los equipos deciden qué tarea parcial solucionará cada uno. Cada equipo soluciona sus correspondientes tareas y expone los resultados en presencia de todos los estudiantes. Después del debate y la evaluación, todos juntos concluyen el proyecto.
- Trabajo simultáneo de varios equipos, cada uno dedicado a un proyecto diferente.  
En este caso deben seleccionarse proyectos apropiados para que los equipos se hagan cargo de ellos. Los temas a tratar en los proyectos deben coincidir con el nivel de conocimientos de los estudiantes, lo que significa que no deben exigir demasiado, aunque tampoco deben ser demasiado sencillos. Cada grupo debe ser capaz de solucionar las tareas correspondientes.

### **Las clases con proyectos incluyen procesos apropiados para solucionar las tareas.**

Una de las características más importantes de las clases con proyectos consiste en que el estudiante atraviesa varias fases de solución de problemas, empezando por la preparación del tema y llegando hasta la aplicación práctica de la solución propuesta. Mientras soluciona el problema, el estudiante debe aplicar los conocimientos y las habilidades que adquirió antes y, además, debe adquirir nuevos conocimientos y destrezas.

### **Las clases con proyectos están orientadas hacia una meta específica.**

En el mundo de la técnica, toda acción tiene una finalidad. Para los estudiantes, la meta es el objeto mismo del proyecto, que puede ser, por ejemplo, la confección de un sistema de control para la automatización de un proceso determinado. Si el estudiante se da cuenta que para alcanzar la meta debe adquirir ciertos conocimientos técnicos, estará dispuesto a estudiar puesto que sabe que ese esfuerzo tiene una finalidad específica.

Desde la perspectiva del instructor, el objeto del proyecto tiene una importancia secundaria, ya que para él es nada más que un medio para alcanzar un fin. Ese fin consiste en que el estudiante aprenda y trabaje con el fin de alcanzar los objetivos didácticos antes definidos. A fin de cuentas, la meta primordial siempre consiste en que los estudiantes adquieran la facultad de actuar en responsabilidad propia, para lo que deben adquirir determinados conocimientos técnicos y facultades humanas.

## **9.3 Las fases de las clases con proyectos**

Para que un estudiante sea capaz de llevar a cabo un proyecto de modo independiente, no solamente debe disponer de determinados conocimientos técnicos; adicionalmente debe ser también competente en materia de aplicación de métodos. Es recomendable que los estudiantes dispongan de ciertos conocimientos previos en relación con las formas de solucionar problemas por iniciativa propia. Ello significa que los estudiantes ...

- ... conocen estrategias aplicables para solucionar problemas, incluyendo todas sus fases, empezando por la detección del problema hasta la evaluación de la solución;
- ... disponen de facultades básicas para solucionar problemas;
- ... tienen confianza en sí mismos y en su capacidad de solucionar problemas;
- ... están dispuestos a encarar problemas y aceptar reveses, siempre con la voluntad de alcanzar las metas impuestas.

El modelo de fases escalonadas que llevan hacia la solución de un problema puede ser muy útil durante la planificación y la ejecución de las clases con proyectos. El instructor decide hasta qué punto se aplicará ese modelo.

### **9.3.1 Detectar y entender el problema (fase de preparación)**

En la fase de preparación, que también es la fase de información, los estudiantes esclarecen cuál es el problema que debe solucionarse, elaboran la idea para el proyecto y definen los trabajos específicos que deberán llevarse a cabo durante el proyecto. La meta del proyecto debe estar claramente definida. Si los estudiantes nunca antes participaron en un proyecto, el instructor debe ofrecer en esta fase todas las informaciones necesarias para que los estudiantes entiendan cuál es la finalidad del trabajo en un proyecto. La fase de preparación debe ser lo más corta posible, para evitar que los estudiantes pierdan el interés.

### **9.3.2 Definición de posibles soluciones (fase de evaluación)**

Durante la fase de evaluación, los estudiantes deben analizar las posibles soluciones y evaluarlas comparándolas entre sí. Además, también debe evaluarse la viabilidad de las soluciones propuestas; es decir, debe constatarse si los medios disponibles y el nivel de conocimientos son suficientes para aplicar una solución determinada. Una vez elegida una posible solución, debe saberse que esta solución siempre será una solución intermedia, considerando el resultado tecnológicamente ideal, lo aceptable en términos ecológicos y lo viable en función de los recursos materiales y humanos disponibles.

### **9.3.3 Planificación de la solución (fase de planificación)**

Durante la fase de planificación, los estudiantes deben prever todo el proceso del proyecto, es decir, definir, planificar y organizar cada uno de los pasos que llevan hacia la meta final. Esta planificación se refiere tanto a los recursos materiales (herramientas, componentes, material auxiliar) así como a los recursos humanos (cantidad de grupos, número de integrantes de cada grupo, composición de los grupos). También pueden definirse proyectos parciales y métodos para obtener las soluciones. Además, pueden crearse grupos o subgrupos para solucionar determinadas tareas parciales.

### **9.3.4 Solución de la tarea del proyecto (fase interactiva)**

Durante la fase interactiva, los estudiantes trabajan en grupos y subgrupos, de acuerdo con las tareas parciales antes definidas, que deben solucionarse para realizar el proyecto. Los grupos deben disponer de todas las informaciones necesarias o, respectivamente, deben tener acceso a las fuentes de información que consideren oportunas. En esta fase del proyecto, la función principal del instructor consiste, precisamente, en crear las condiciones necesarias para que los estudiantes tenga acceso a las informaciones que necesiten. Es recomendable que cada uno de los grupos redacte un informe sobre los resultados obtenidos y lo presente en el pleno.

### 9.3.5 Evaluación de las soluciones (fase de presentación de resultados)

En la fase de presentación de resultados, los integrantes de los grupos presentan los resultados obtenidos ante el pleno formado por todos los estudiantes. Además de la presentación del producto final (por ejemplo, un sistema de control), cada grupo también debería relatar las experiencias acumuladas e informar sobre posibles errores o problemas y explicar cómo se solucionaron. En esta fase del proyecto, el instructor debe actuar principalmente como conductor del debate.

Si se elaboraron varias soluciones diferentes, deberán evaluarse para decidir cuál es la mejor. La solución finalmente obtenida debe compararse con las metas del proyecto que se definieron durante la fase de planificación. Al final puede organizarse una reunión para intercambiar experiencias y para evaluar el proyecto en su conjunto. Durante esa última reunión pueden surgir propuestas para aplicar nuevas estructuras en los procesos y en la organización de proyectos similares.

La solución de un problema mediante la ejecución de un proyecto suele redundar en propuestas para nuevos proyectos, más exigentes, tanto en relación con el nivel de conocimientos necesario para llevarlos a cabo, como, también, en lo que respecta a los procesos que deben aplicarse durante el proyecto para obtener los resultados deseados. El nivel de conocimientos y la capacidad de trabajo de los estudiantes aumenta con cada proyecto.

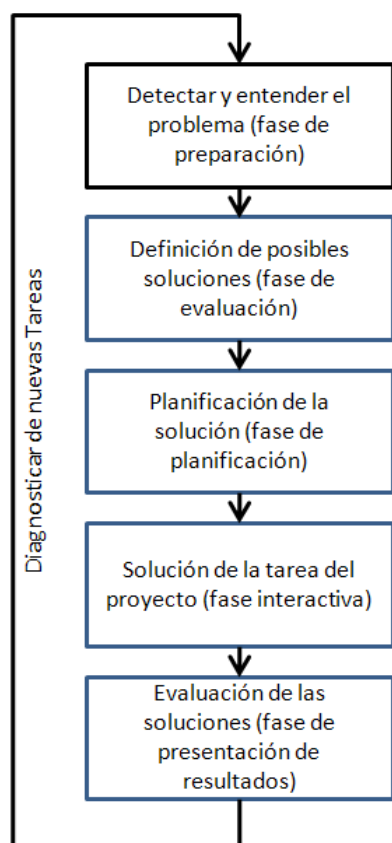


Figura 8.1: Las fases de las clases con proyectos