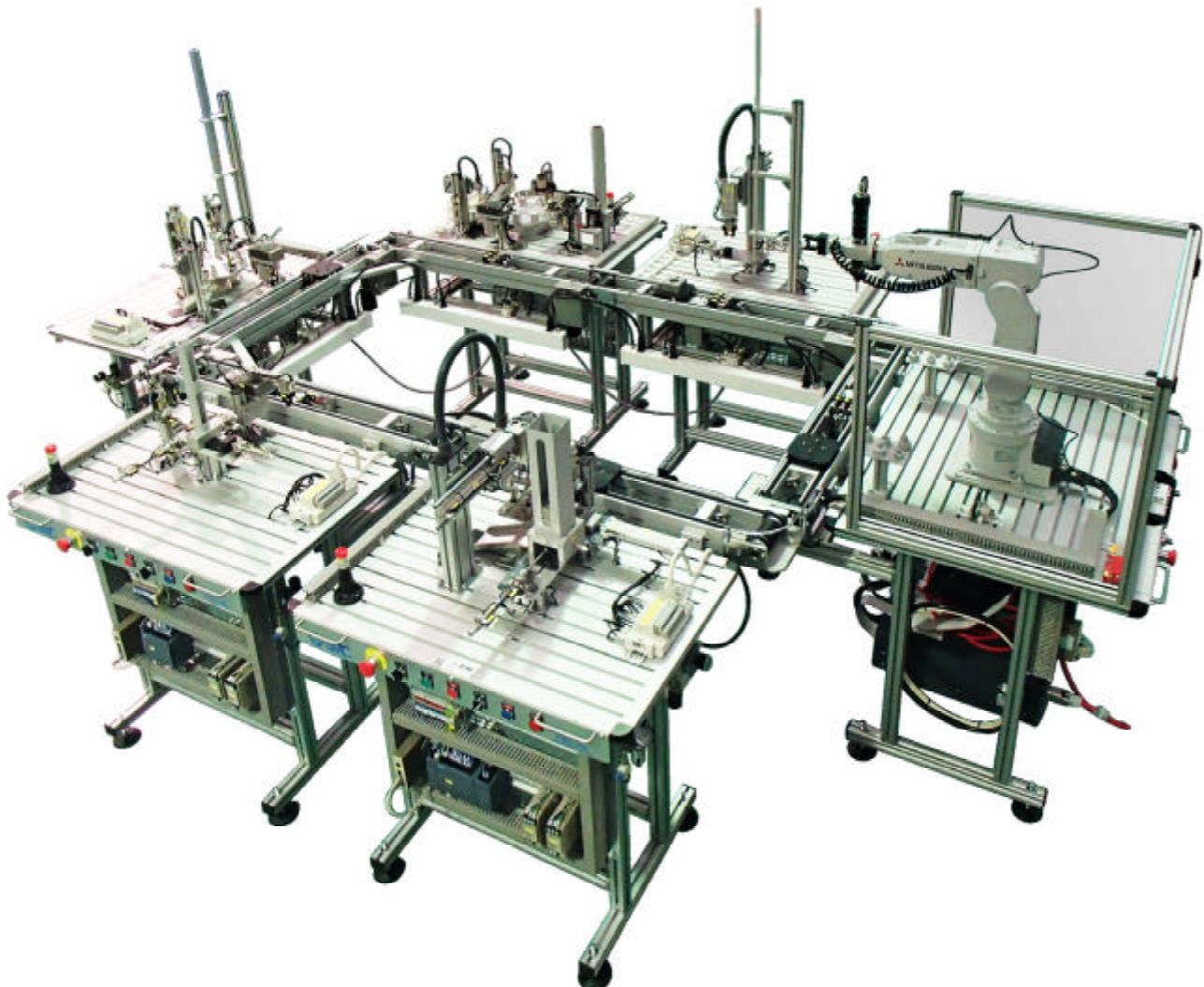


# **SISTEMA DIDÁCTICO MODULAR DE ENSAMBLAJE FLEXIBLE FMS-200**



 **SMC**  
INTERNATIONAL TRAINING

# FMS-200

## **MANUAL DE USUARIO**



## **DESCRIPCIÓN TÉCNICA**

# **FMS-200 versión 2**

**SISTEMA DIDÁCTICO MODULAR DE  
ENSAMBLAJE FLEXIBLE**

## **INDICE**

1. Presentación general .....	4
2. Estaciones de proceso .....	6
2.1. Estación de alimentación de la base .....	8
2.1.1 Función de la estación.....	8
2.1.2 Partes integrantes .....	8
2.1.3 Datos técnicos .....	10
2.2. Estación de alimentación de rodamientos .....	12
2.2.1. Función de la estación.....	12
2.2.2. Partes integrantes .....	12
2.2.3. Datos técnicos .....	14
2.3. Estación de selección- colocación del eje .....	17
2.3.1. Función de la estación.....	17
2.3.2. Partes integrantes .....	17
2.3.3. Datos técnicos .....	20
2.4. Estación de selección- colocación de la tapa .....	23
2.4.1. Función de la estación.....	23
2.4.2. Partes integrantes .....	23
2.4.3. Datos técnicos .....	28
2.5. Estación de alimentación de tornillos .....	31
2.5.1. Función de la estación.....	31
2.5.2. Partes integrantes .....	32
2.5.3. Datos técnicos .....	34

2.6. Estación de atornillado robotizado.....	36
2.6.1. Función de la estación.....	36
2.6.2. Partes integrantes .....	37
2.6.3. Datos técnicos .....	39
3. Transfer modular.....	41
3.1. Función y composición del transfer modular .....	41
3.2. Datos técnicos del transfer modular .....	44
4. Instalación y puesta en marcha.....	45
4.1. Requerimientos previos .....	45
4.1.1. Requerimientos de espacio .....	45
4.1.2. Requerimientos de electricidad .....	47
4.1.3. Requerimientos de aire .....	47
4.2. Manipulación y embalaje .....	46
4.3. Instalación .....	48
4.3.1. Estación individual.....	48
4.3.2. Sistema FMS200 con transfer lineal.....	49
4.3.3. Sistema FMS200 con transfer modular .....	50
4.4. Puesta en marcha .....	51
4.4.1. Estación individual.....	51
4.4.2. Sistema FMS200 .....	53
4.5. Procedimiento de utilización .....	54
4.5.1. Estación individual.....	54
4.5.2. Sistema FMS200 .....	55
5. Localización y corrección de averías .....	57

6.	Mantenimiento e inspección.....	62
6.1.	Introducción .....	62
6.2.	Puntos de inspección.....	62
6.2.1.	Inspección diaria.....	62
6.2.2.	Inspección periódica.....	62
6.3.	Procedimientos de mantenimiento .....	63
6.3.1.	Elementos neumáticos .....	63
6.3.2.	Ejes eléctricos .....	63
6.3.3.	Limpieza .....	64
7.	Seguridad.....	65
7.1.	Precauciones generales de seguridad.....	65
7.2.	Dispositivos de protección y seguridad.....	65
8.	Sistema de generación de averías.....	66

ANEXO A: Generación de averías

ANEXO B: Esquemas eléctricos

ANEXO C: Esquemas neumáticos

ANEXO D: GRAFCETs de los programas de control

ANEXO E: Planos mecánicos

## 1. Presentación general

Con el fin de ofrecer una capacitación profesional acorde con la realidad industrial, SMC International Training ha desarrollado un sistema didáctico modular de montaje para la enseñanza en procesos automatizados.

Dicho sistema consiste en una célula flexible de automatización, mediante la cual se lleva a cabo el montaje de las diferentes piezas que componen un mecanismo de giro.

Para ello el sistema completo está constituido por una serie de estaciones, realizándose en cada una de ellas el proceso de inserción de un determinado componente.

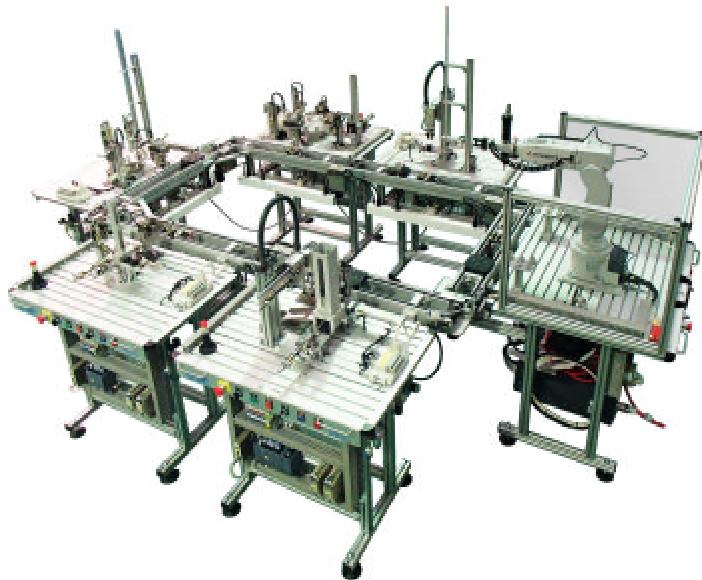


Figura 1

Este proceso incluye toda una serie de operaciones de alimentación, manipulación, verificación y carga, realizados mediante componentes de diferentes tecnologías (neumática, hidráulica, electrotecnia, robótica, sensórica, visión artificial, etc.).

Todas las estaciones se encuentran adosadas alrededor de un sistema de transferencia (con versiones lineal o modular), que mediante unas cintas transportadoras, realiza el transvase del conjunto de piezas de una estación a otra.

El carácter modular de esta célula de automatización permite introducir variaciones en los puestos que la constituyen, de forma que se adapten a las diferentes necesidades de los centros de formación. Igualmente posibilita la realización de una inversión escalonada, que partiendo de una configuración básica inicial, pueda ser completada fácilmente añadiendo puestos de trabajo.

Se ha prestado especial atención en que todos los componentes utilizados fuesen "reales", de forma que el alumno pueda adquirir un adecuado conocimiento de los elementos que posteriormente podrá encontrar en la industria, y dotando a su vez al sistema de unas características de calidad, fiabilidad y duración excepcionales.

El sistema de giro ensamblado en las diferentes estaciones de la célula, se compone de los siguientes elementos:

- Base o cuerpo
- Rodamiento
- Eje
- Tapa
- Tornillos

Con el fin de dotar de mayor flexibilidad al proceso realizado en la célula, las diferentes estaciones están adaptadas para el montaje una gran diversidad de conjuntos (figura 3), introduciendo variaciones en los materiales de las piezas, tamaño de las mismas, etc. La combinación de todas estas posibilidades permite obtener hasta un total de veinticuatro conjuntos finales diferentes, posibilitando la utilización de estrategias de gestión de la producción, que permitan explotar al máximo las características de flexibilidad de la célula.

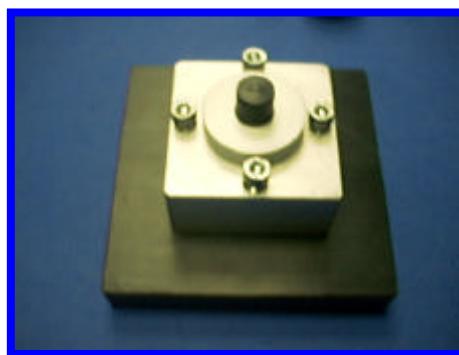


Figura 2



Figura 3

## 1.1. PLC con sistema de comunicaciones en red

El sistema estándar incluye un **PLC** en el panel eléctrico montado sobre raíl DIN.

El **PLC** tiene entradas y salidas digitales, memorias internas, temporizadores, contadores, etc. Dispone de un puerto de programación, y de otro puerto para las comunicaciones con los otros PLCs o PCs.

Los **PLCs** que gobiernan las estaciones del sistema comunican con el resto de PLCs vía una red de comunicaciones, por lo que vienen preparados con los accesorios y módulos de comunicaciones necesarios.

## 1.2. Software de programación del PLC (opcional)

Este software posibilita la programación de los PLCs con la secuencia deseada. Permite conectarse con el PLC en ON LINE para monitorizar y modificar el programa. Existe la posibilidad de generar comentarios, reportes y bancos de memoria. Incorpora menú de ayuda para todas las funciones. El software incluye un manual de operación que trabaja bajo entornos de Windows.

## 2. Estaciones de proceso

Cada una de las estaciones está constituida por una estructura construida en perifería de aluminio, sobre la cual se sitúan los componentes encargados de realizar el proceso correspondiente, incluyendo las electroválvulas de control si se trata de componentes neumáticos (figura 4).

En la parte frontal incorpora la parte eléctrica / electrónica que lleva a cabo el control de la estación. Dispone de un interruptor magneto-térmico (cuando sea necesario) y PLC con los módulos necesarios para la gestión del proceso de la estación, y la comunicación con el resto de PLCs del sistema. Sobre la misma se ha situado la botonera de mando con los pulsadores e indicadores utilizados para el manejo de la estación. El borneado con las conexiones a los componentes de la estación se encuentran perfectamente identificado, para poder realizar con facilidad mediciones, modificaciones, etc.

Las estaciones pueden extraerse con facilidad del sistema (especialmente fácil en la versión de transfer lineal), permitiendo el trabajo de forma autónoma. Para ello disponen de ruedas (las estaciones en la versión de transfer lineal, ya que en la versión con transfer modular no permiten el perfecto ajuste y nivelado necesario entre estaciones) que les dotan de una mayor movilidad y facilitan el montaje en el sistema de transporte. Se han incluido conexiones individualizadas tanto en la parte eléctrica como en la neumática, disponiendo ésta última de una unidad de tratamiento de aire para cada estación.



Figura 4

Para el montaje de los sucesivos componentes que integran el dispositivo de giro realizado en la célula flexible FMS200, se ha realizado el desarrollo de una serie de estaciones de trabajo, cada una de las cuales realiza una fase dentro del proceso de fabricación del conjunto completo:

- Alimentación de la base
- Montaje rodamiento
- Prensa hidráulica
- Inserción del eje
- Colocación de la tapa
- Montaje de tornillos
- Robot manipulador y atornillador
- Secado de pintura en horno
- Control de calidad por visión artificial
- Almacén conjuntos terminados

Dichas estaciones han sido construidas con el fin de que el alumno que trabaje con el sistema, se familiarice con las tecnologías utilizadas habitualmente en la industria, llegando a conocer una amplia variedad de soluciones adoptadas en procesos de automatización.

El carácter modular de las estaciones permite que el sistema sea capaz de albergar sucesivos puestos que puedan ir desarrollándose en un futuro por parte de SMC International Training, así como adaptarse a posibles necesidades específicas que pudiesen surgir.

El presente sistema de ensamblaje flexible FMS200, está constituido por las siguientes estaciones:

- Alimentación de la base
- Montaje rodamiento
- Inserción del eje
- Colocación de la tapa
- Montaje de tornillos
- Robot manipulador y atornillador

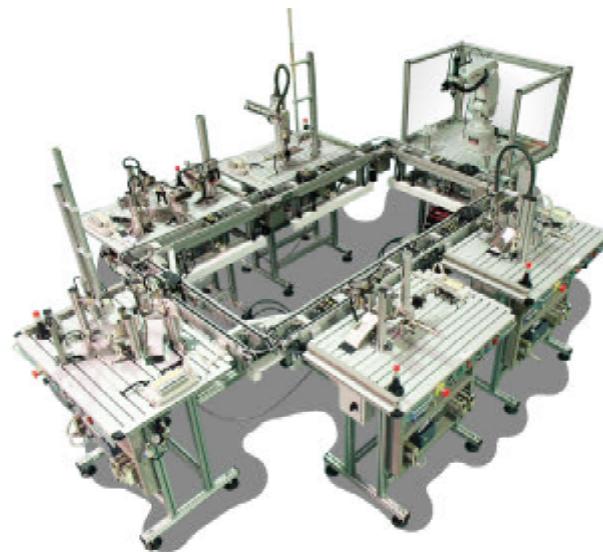


Figura 5

## 2.1. Estación de alimentación de la base

### 2.1.1. Función de la estación

Esta primera estación realiza la alimentación de la base que sirve como soporte al dispositivo de giro, y su desplazamiento hasta el palet situado en el sistema de transferencia.

Dicha operación comienza a realizarse en el momento en que un palet se encuentre frente a la estación, retenido en una situación determinada por un tope situado en el transfer. La confirmación de que el palet se encuentra en la posición adecuada, se obtiene a través de un microrruptor que proporciona al PLC la señal correspondiente.

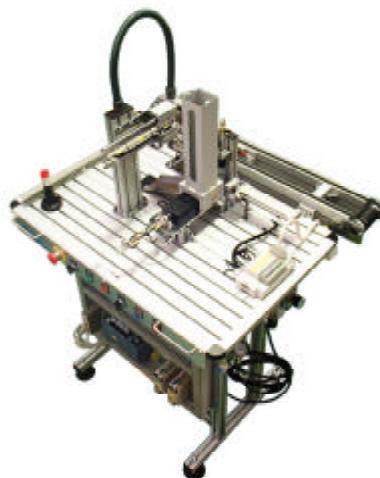


Figura 6

### 2.1.2. Partes integrantes

La primera estación, al igual que sucede con el resto, puede dividirse en una serie de módulos. Dicha subdivisión se ha realizado considerándolos como un conjunto de componentes, los cuales realizan una operación concreta dentro del proceso llevado a cabo en la estación. Partiendo de esta consideración, a continuación se detalla la secuencia ordenada de acciones llevadas a cabo para realizar el montaje de la base, indicando los componentes que intervienen en cada operación. El conjunto de todos ellos puede verse representado en la figura 6.

- **Alimentación de la base:**

El alimentador que almacena las bases, es de los denominados de “tipo petaca” o alimentador por gravedad. Esta denominación es debida al hecho de que las bases permanecen almacenadas unas encima de las otras, de forma que al alimentar la situada en la parte inferior el resto caen por su propio peso.

La operación de extraer la base se realiza mediante un cilindro neumático, que impulsa un empujador de forma adecuada al perfil de la base.

Se usa un detector inductivo para detectar la falta de material en el almacén.



Figura 7



▪ **Verificación de la posición:**

La base dispone de un alojamiento para introducir el resto de componentes, que a la hora de colocar en el palet ha de quedar siempre situado en la parte superior. Para verificar que efectivamente la orientación de la base es la adecuada, se realiza una comprobación por medio de un cilindro que avanza introduciendo una pieza cilíndrica en el alojamiento de la base.

Figura 8

En caso de que la base se encuentre invertida, esta pieza al no entrar por el alojamiento impide que el cilindro complete su carrera, de forma que no llega a activarse el detector magnético colocado en el cilindro.

Dicha señal se introduce al PLC, con el fin de disponer de una indicación de que la posición de la base no es correcta.

▪ **Desplazamiento al punto de trasvase:**

Se utiliza un cilindro con un empujador en su punta, para situar la base en el punto desde el cual se realizará la carga sobre el palet.

El cilindro utilizado es de sección rectangular, con el fin de evitar el giro del empujador.

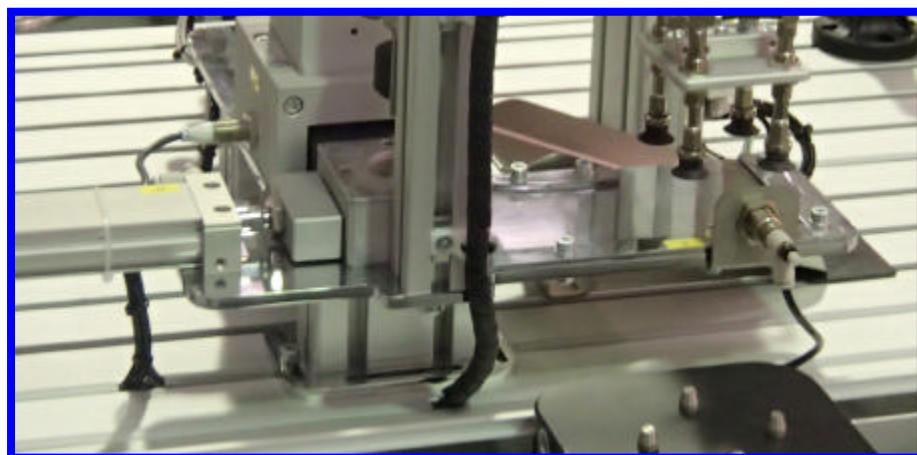


Figura 9

▪ **Rechazo base incorrecta:**

En caso de que en el proceso de verificación de la posición de la base se compruebe que ésta no es la correcta, mediante un cilindro de simple efecto se impulsa a la base hacia una rampa, dejando la zona de inserción libre para situar una nueva.



Figura 10



Figura 11

▪ **Inserción de la base en el palet:**  
 Para la colocación de la base sobre el palet situado en la cinta transportadora, se dispone de un manipulador de dos ejes cartesianos. El eje horizontal está constituido por un cilindro neumático con guías mientras que el eje vertical está formado por un cilindro de vástagos paralelos (figura 11).

Como elemento terminal existe una plataforma de sujeción por vacío, que incluye cuatro ventosas telescópicas con el fin de absorber posibles desalineaciones en altura.



Figura 12

### 2.1.3. Datos técnicos

#### Dimensiones:

- Mesa en perfil de aluminio ranurado, de 900 x 540 mm.  
 Altura 900 mm.

#### Unidad tratamiento aire:

- Filtro 5 µm, con regulador de presión y manómetro indicador.

#### Botonera mando:

- Pulsadores marcha, paro, rearme. Selector ciclo continuo/único y seccionador. Seta emergencia y pilotos de falta de material e indicador error.

#### Composición módulos estación:

- Módulo alimentación bases
  - Capacidad almacén: 12 bases
  - Actuadores:
    - Cilindro empujador doble efecto Ø12, C:100mm (CD85N12-100-B), con reguladores de caudal y detectores de posición inicial y final. Controlado por electroválvula 5/2 monoestable.
  - Sensores:
    - Detectores magnéticos tipo Reed (D-C73L)
    - Detector inductivo (OMRON E2A-M12KN08WPB1-2M)
- Módulo verificación posición
  - Actuadores:
    - Cilindro doble efecto Ø12, C:50mm (CD85N12-50-B), con reguladores de caudal y detector de posición final. Controlado por electroválvula 5/2 monoestable.

- Sensores:
  - Detector magnético tipo Reed (D-C73L)
- Módulo desplazamiento
  - Actuadores:
    - Cilindro empujador sección rectangular Ø25, C:150mm (MDUB25-150DMZ), con reguladores de caudal y detector de posición final. Controlado por electroválvula 5/2 monoestable.
  - Sensores:
    - Detector magnético tipo Reed (D-A93L)
- Módulo rechazo base invertida
  - Actuadores:
    - Cilindro expulsor simple efecto Ø10, C:15mm (CJPB10-15-H6) con regulador de caudal. Controlado por electroválvula 3/2 monoestable.
- Módulo inserción en palet
  - Actuadores:
    - Eje horizontal: Cilindro con guías Ø20, C:200mm (MGCMB20-200), con reguladores de caudal y detectores de posición inicial y final. Controlado por electroválvula 5/2 biestable.
    - Eje vertical: Cilindro vástagos paralelos Ø15, C:50mm (CXSJM15-50), con reguladores de caudal y detectores de posición inicial y final. Controlado por electroválvula 5/2 monoestable.
    - Placa sujeción: 4 Ventosas telescópicas Ø16 (ZPT16CNK10-B5-A10), con eyector para generación del vacío (ZU07S). Controlado por electroválvula 3/2 monoestable.
  - Sensores:
    - Detectores magnéticos tipo Reed (D-A93L)
    - Vacuostato salida PNP (PS1100-R06L)

**Panel eléctrico control:**

- Montado sobre malla perforada 550 x 400 mm
- Bornero accesible con conexiones alimentación e I/O codificadas.
- I/O estación: 14 entradas.
- I/O estación: 10 salidas (+1 salida cuando actúa de maestro con transfer modular).
- Fuente de alimentación: 24V/60W
- PLC control:
  - Modelo según configuración elegida.
  - Tarjeta de comunicaciones para la conexión entre PLCs.

## 2.2 Estación montaje rodamiento

### 2.2.1 Función de la estación

La operación realizada por la segunda de las estaciones consiste en la colocación de un rodamiento, dentro del alojamiento realizado al efecto en la base (figura 13).



Figura 13

Dicha tarea de colocación se realizará sobre el palet llegado a través de la cinta transportadora, con la base situada previamente en la estación anterior. La inserción del rodamiento exige que el palet sobre el que se coloca la base, se encuentre en una posición determinada con una cierta precisión. Para ello una vez que ha quedado retenido mediante un tope, se procede a su elevación mediante un cilindro, a la vez que se realiza un centraje por medio de cuatro pines que se insertan en unos alojamientos realizados al efecto en la parte inferior del palet.

### 2.2.2 Partes integrantes

La inserción del rodamiento precisa de la realización de una serie de operaciones llevadas a cabo por los siguientes módulos:

- **Alimentación del rodamiento:**

Los rodamientos se encuentran ubicados en un alimentador por gravedad. Como se aprecia en la siguiente figura, está constituido por una columna de almacenamiento y un cilindro impulsor en la parte inferior, que extrae el rodamiento en el momento que se desea comenzar el ciclo.



Figura 14

En este caso se dispone de un sensor de presencia de rodamiento, realizado mediante el microrruptor de la figura 15, que permite al PLC verificar que tras realizar una alimentación se ha extraído realmente un rodamiento. Dicho elemento posibilita determinar en qué momento se han agotado los rodamientos cargados en el alimentador.



Figura 15

- **Medición de la altura:**



Figura 16

La estación contempla la posibilidad de alimentar rodamientos con alturas distintas, habiéndose incluido un módulo de medición para diferenciarlas.

El rodamiento se deposita en una plataforma tras ser extraído del alimentador. Sobre dicha plataforma desciende el palpador accionado mediante un cilindro neumático, de forma que el rodamiento contacta con dicho palpador a través del cual se obtiene una medición de su altura.

El palpador está constituido por el potenciómetro lineal de la figura 16, cuya salida es tratada mediante un módulo analógico incluido en el PLC.

Tras realizar la medición, el palpador vuelve a su posición original, momento en el cual el rodamiento queda libre para poder ser trasladado a la posición de espera.



Figura 17

- **Trasvase a la posición de espera:**

Para el desplazamiento del rodamiento desde el punto de alimentación al lugar donde se realizan las últimas operaciones, se ha utilizado un manipulador realizado a partir de un cilindro neumático actuando a modo de empujador (figura 17).



- **Rechazo rodamiento incorrecto:**  
Tras realizar la medición y traslado del rodamiento, actúa bien el cilindro expulsor, bien el manipulador de inserción, dependiendo del resultado de la medición. En caso de que el proceso de medición de la altura no coincida con la deseada, un cilindro expulsor empuja el rodamiento hacia una rampa de recogida.

Figura 18

- **Inserción del rodamiento:**

La última de las operaciones es realizada por el manipulador de la figura 19, compuesto por un cilindro compacto con guías y un actuador de giro, formando un manipulador rotolineal. Dicho manipulador dispone de un brazo en el cual se ha colocado una pinza de dos dedos. Tras coger el rodamiento (operación que requiere un movimiento de descenso) se eleva el brazo, para posteriormente realizar un giro de 180º, que al realizar una nueva bajada inserta el rodamiento en el alojamiento realizado en la base, situada en el palet detenido en el transfer, justo enfrente de la estación.



Figura 19

### 2.2.3 Datos técnicos

#### Dimensiones:

- Mesa en perfil de aluminio ranurado, de 900 x 540 mm.  
Altura 900 mm

#### Unidad tratamiento aire:

- Filtro 5 µm, con regulador de presión y manómetro indicador.

**Botonera mando:**

- Pulsadores marcha, paro, rearme. Selector ciclo continuo/único y seccionador. Seta emergencia y pilotos de falta de material e indicador error.

**Composición módulos estación:**

- Módulo alimentación rodamientos
  - Capacidad almacén: 38 rodamientos
  - Actuadores:
    - Cilindro empujador doble efecto Ø16, C:50mm (CD85N16-50-B), con reguladores de caudal y detector de posición final. Controlado por electroválvula 5/2 monoestable.
  - Sensores:
    - Detector magnético tipo Reed (D-C73L).
    - Sensor de presencia: Microrruptor OMRON SW3DPS-V7-1B17D8-207.
- Módulo medición de altura
  - Actuadores:
    - Cilindro doble efecto doble vástagos Ø8, C:25mm (CD85WE8-25-B), con reguladores de caudal y detectores de posición inicial y final. Controlado por electroválvula 5/2 biestable.
  - Sensores:
    - Detectores magnéticos tipo Reed (D-C73L).
    - Potenciómetro lineal NOVOTECHNIK TR25.
- Módulo traspase a la posición de espera
  - Actuadores:
    - Cilindro empujador doble efecto Ø16, C:100mm (CD85N16-100-B), con reguladores de caudal y detectores de posición inicial y final. Controlado por electroválvula 5/2 monoestable.
  - Sensores:
    - Detectores magnéticos tipo Reed (D-C73L).
- Módulo rechazo rodamiento incorrecto
  - Actuadores:
    - Cilindro impulsor simple efecto Ø10, C:15mm (CJPB10-15-H6) con regulador de caudal. Controlado por electroválvula 3/2 monoestable.
- Módulo inserción del rodamiento
  - Actuadores:
    - Cilindro compacto con guías para el movimiento lineal, Ø16, C:30mm (MGPM16-30), con reguladores de caudal y detectores de posición inicial y final de carrera en el movimiento lineal. Controlado por electroválvula 5/2 monoestables.
    - Mesa neumática giratoria para el movimiento rotativo tamaño 20 (MSQXB20A), con reguladores de caudal y detectores de posición 0° y 180° en el movimiento rotativo. Controlado por electroválvula 5/2 monoestable.
    - Brazo de sujeción: Pinzas neumáticas de dos dedos de apertura paralela (MHKL2-16D). Controladas por electroválvula 5/2 monoestable.
  - Sensores:
    - Detectores magnéticos tipo Reed (D-Z73L).
    - Detectores magnéticos tipo Reed (D-A93L).

**Panel eléctrico control:**

- Montado sobre malla perforada 550 x 400 mm
- Bornero accesible con conexiones alimentación e I/O codificadas.
- I/O estación: 14 entradas digitales y 1 entrada analógica.
- I/O estación: 10 salidas.
- Fuente de alimentación: 24V/60W
- PLC control:
  - Modelo según configuración elegida.
  - Tarjeta de entradas analógicas.
  - Tarjeta de comunicaciones para la conexión entre PLCs.

## 2.3. Estación de inserción del eje

### 2.3.1. Función de la estación

La siguiente estación permite realizar el proceso necesario para el montaje de un eje, situándolo dentro del rodamiento insertado con anterioridad (figura 20).

Con esta estación se aumenta la flexibilidad desde el punto de vista de la variedad de conjuntos que es posible fabricar, ya que permite la colocación de ejes con dos materiales diferentes; aluminio y nylon.

La existencia de dichas variantes exige que a las operaciones tradicionales de alimentación, manipulación e inserción, se les sumen las de comprobación del tipo de material y extracción de los ejes, en el caso de que no coincida con el deseado.

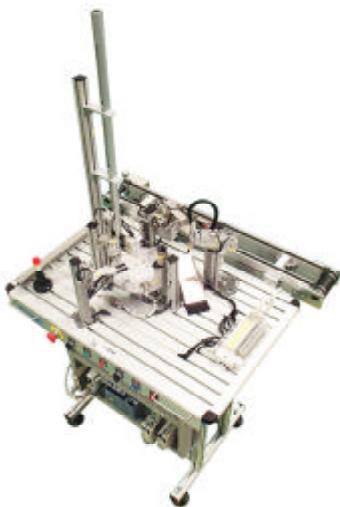


Figura 20

### 2.3.2. Partes integrantes

El número adicional de operaciones a realizar supone un aumento en la complejidad de la estación, de forma que su estructura cambia notablemente respecto a las anteriores. En este caso los componentes se encuentran distribuidos en torno a un plato divisor con ocho posiciones (figura 21).

A lo largo de dichas posiciones se van realizando las sucesivas operaciones. A continuación se describe la forma en que se llevan a cabo:

- **Plato divisor:**

Este elemento se utiliza como sistema de movimiento giratorio alternativo, de forma que a cada movimiento de giro se produce un avance de un número de grados, correspondiente a la división de la circunferencia entre el número de posiciones definidas.

Para conseguir este efecto se incluye una mesa eléctrica giratoria accionada por motor paso a paso (servo 24VDC) controlado por driver, mediante el cual se consigue el avance del ángulo deseado. A su vez dispone de encoder incremental fase A/B para conocer en todo momento la posición y el ángulo girado.



Figura 21



Figura 22



Figura 23

- **Alimentación de ejes:**

Los ejes almacenados en un alimentador tipo petaca, son depositados en la primera de las posiciones del plato mediante un sistema de alimentación paso a paso, realizado mediante dos cilindros compactos neumáticos. Estos cilindros se encuentran situados en todo momento en posiciones contrapuestas, de manera que cuando el de la parte inferior libera el último eje del cargador, el de la parte superior sujetá al resto (figura 23).

- **Medición de la altura del eje:**

El eje a introducir no presenta una forma simétrica, por lo cuál es necesario que sea montado sobre el conjunto en una posición determinada.

Con el objeto de determinar si el eje proveniente de la posición de alimentación ha sido introducido correctamente, se realiza una medida de su altura. Para ello se utiliza el cilindro neumático mostrado en la figura 24, que al disponer de un detector magnético, permite discernir si en el avance contacta con el eje, o si llega al final de su carrera debido a que no ha sido colocado en su posición.



Figura 24

- **Colocación eje posición correcta:**

En caso de que en la segunda de las posiciones del plato divisor, se determine que el eje ha sido depositado en posición invertida, el manipulador de la figura 25 se encargará de darle la vuelta. Esto se consigue sujetando el eje con una pinza de dos dedos, elevándolo a continuación mediante un cilindro de vástagos paralelos, para finalmente voltearlo utilizando un actuador de giro de 180º y volver a depositarlo en el alojamiento en la posición adecuada.



Figura 25



Figura 26

▪ **Detección material eje:**

La siguiente de las operaciones llevadas a cabo en esta estación, se realiza en dos posiciones consecutivas del plato divisor. El propósito de la misma consiste en determinar el material con que está construido el eje, siendo necesario distinguir entre aluminio y nylon. Para ello se dispone en las posiciones tercera y cuarta de sendos detectores inductivo y capacitivo (figura 26), mediante los cuales es posible realizar la diferenciación entre estos dos tipos de materiales.

▪ **Evacuación de eje incorrecto:**

Como se ha mencionado anteriormente, esta estación contempla la posibilidad de realizar en un nivel superior de gestión del sistema, una elección del material del eje montado en los diferentes conjuntos a construir. Por ello resulta necesario disponer de algún elemento que deseche el eje en caso de que no corresponda con el tipo indicado. Dicha operación se realiza en la quinta posición del plato divisor, para lo cual se dispone de un manipulador que al recibir la orden correspondiente, se encarga de extraer el eje del plato.

Como se observa en la figura 27, se trata de un manipulador de dos ejes, que dispone como elemento terminal de una ventosa con la cual sujeta el eje por su parte superior. Cada uno de los ejes está compuesto por un cilindro neumático de vástagos paralelos, mediante los cuales se realizan los movimientos de elevación del eje y conducción hasta una rampa de evacuación. La sujeción del eje se lleva a cabo mediante la técnica de vacío, utilizando para ello una ventosa, un eyector para conseguir el vacío necesario y un vacuostato que suministra al PLC una señal indicando que la sujeción es la adecuada.



Figura 27

- **Inserción eje en conjunto:**

La inserción del eje, llevada a cabo en la última de las posiciones del plato divisor, se realiza mediante un manipulador de tipo rotolineal. Este permite realizar las operaciones de recogida del eje, desplazamiento hasta el punto de descarga e inserción en el mecanismo de giro (hasta el momento formado por la base y el rodamiento). Consiste en un cilindro compacto con guías para el movimiento lineal y en un actuador de giro para el movimiento giratorio. Dicho manipulador dispone por tanto de la posibilidad de comandar tanto el movimiento de avance y retroceso del conjunto, como el giro a izquierdas y derechas del mismo de forma independiente, necesarios para realizar la operación de inserción del eje. Tras coger el eje (operación que requiere un movimiento de descenso) se eleva el brazo, para posteriormente realizar un giro de aproximadamente 180º, que al realizar una nueva bajada inserta el eje en el alojamiento del rodamiento de la base, situada en el palet retenido en el transfer, justo enfrente de la estación.



Figura 28

Como se aprecia en la figura 28, mediante el manipulador anterior se gira un brazo al cuál se ha adosado una ventosa, encargada de sujetar el eje durante todo el desplazamiento. Al igual que en las anteriores manipulaciones realizadas utilizando la técnica de vacío, se incluyen para ello un eyector y un vacuostato.

### 2.3.3. Datos técnicos

#### Dimensiones:

- Mesa en perfil de aluminio ranurado, de 900 x 540 mm.  
Altura 900 mm

#### Unidad tratamiento aire:

- Filtro 5 µm, con regulador de presión y manómetro indicador.

#### Botonera mando:

- Pulsadores marcha, paro, rearme. Selector ciclo continuo/único y seccionador. Seta emergencia y pilotos de falta de material e indicador error.

## Composición módulos estación:

- Módulo plato divisor
  - Actuadores:
    - Actuador eléctrico de giro (LER30J-S36P1D).
    - 1 motor (servo de 24 VDC).
  - Controlador:
    - 1 driver 1 driver (LECP6P3D).
- Módulo alimentación de ejes
  - Capacidad almacén: 17 ejes
  - Actuadores:
    - 2 Cilindros compactos antigiro de doble efecto Ø12, C:10mm (CQSKB12-10DM). Controlados por electroválvula 5/2 monoestable.
- Módulo medición de la altura del eje
  - Actuadores:
    - Cilindro de doble efecto Ø12, C:50mm (CD85N12-50-B), con reguladores de caudal y detector de posición final. Controlado por electroválvula 5/2 monoestable.
  - Sensores:
    - Detector magnético tipo Reed (D-C73L).
- Módulo colocación eje posición correcta
  - Actuadores:
    - Pinza giratoria de dos dedos de apertura paralela y doble efecto, ángulo de giro máximo 180º (MRHQ10D-180S-N), con reguladores de caudal. Controlada por dos electroválvulas 5/2 monoestables.
    - Eje vertical: Cilindro de vástagos paralelos y doble efecto Ø10, C:50mm (CX SJM10-50), con reguladores de caudal y detectores de posición inicial y final. Controlado por electroválvula 5/2 monoestable.
  - Sensores:
    - Detectores magnéticos tipo Reed (D-A93L).
- Módulo detección del material del eje
  - Sensores:
    - Detector inductivo: OMRON E2A-M18KS08-WP.
    - Detector capacitivo OMRON E2K-C25ME1.
- Módulo evacuación de eje incorrecto
  - Actuadores:
    - Eje horizontal: Cilindro de vástagos paralelos doble efecto Ø10, C:75mm (CX SJM10-75), con reguladores de caudal y detectores de posición inicial y final. Controlada por electroválvula 5/2 biestable.
    - Eje vertical: Cilindro de vástagos paralelos y doble efecto Ø6, C:30mm (CX SJM6-30), con reguladores de caudal y detectores de posición inicial y final. Controlado por electroválvula 5/2 monoestable.
    - Brazo de sujeción: Ventosa Ø8 (ZPT08BN-B5), con eyector de generación de vacío (ZU07S). Controlada por electroválvula 3/2 monoestable.
  - Sensores:
    - Detectores magnéticos tipo Reed (D-A93L).
    - Vacuostato de salida PNP (PS-1100-R06L).

- Módulo inserción eje en conjunto

- Actuadores:

- Cilindro compacto con guías para el movimiento lineal, Ø16, C:30mm (MGPM16-30), con reguladores de caudal y detectores de posición inicial y final de carrera en el movimiento lineal. Controlado por electroválvula 5/2 monoestables.
  - Mesa neumática giratoria para el movimiento rotativo tamaño 20 (MSQXB20A), con reguladores de caudal y detectores de posición 0º y 180º en el movimiento rotativo. Controlado por electroválvula 5/2 monoestable.
  - Brazo de sujeción: Ventosa Ø10 (ZPT10CNK10-B5-A10), con eyector de generación de vacío (ZU07S). Controlada por electroválvula 3/2 monoestable.
- Sensores:
- Detectores magnéticos tipo Reed (D-Z73L).
  - Detectores magnéticos tipo Reed (D-A93L).
  - Vacuostato de salida PNP (PS-1100-R06L).

**Panel eléctrico control:**

- Montado sobre malla perforada 550 x 400 mm
- Bornero accesible con conexiones alimentación e I/O codificadas.
- I/O estación: 22 entradas.
- I/O estación: 18 salidas.
- Fuente de alimentación: 24V/120W
- PLC control:
  - Modelo según configuración elegida.
  - Tarjeta de comunicaciones para la conexión entre PLCs.

## 2.4. Estación de colocación de la tapa

### 2.4.1. Función de la estación

El cuarto de los componentes del mecanismo de giro que se procede a ensamblar se corresponde con una tapa que se deposita sobre la base. Ésta se encaja en un alojamiento dispuesto a tal efecto, y tiene el propósito de retener el eje del dispositivo de giro, previamente montado en la estación anterior.

Si ya en la estación anterior se introducía una serie de variantes en los conjuntos finales montados, al existir la posibilidad de utilizar ejes de dos materiales diferentes, en esta estación se multiplica el número de variaciones. En este caso son tres los materiales con los que se han fabricado las tapas; aluminio, nylon blanco y nylon negro. Además se añade la característica de que estos tres tipos de tapas pueden presentar dos alturas distintas, completando un total de seis combinaciones de posibles piezas a ensamblar.

La necesidad de realizar las verificaciones pertinentes para determinar qué tipo de tapa va a ser montada en cada ciclo de la estación, hacen que esta estación presente la mayor complejidad en cuanto a las operaciones a realizar. Igualmente será necesario que el control de la misma realice las operaciones de selección de pieza de forma coordinada, en función de las órdenes proporcionadas por el maestro encargado de la gestión de la producción del sistema FMS-200.



Figura 29

### 2.4.2. Partes integrantes

Como se observa en la figura 29, la estructura adoptada para la realización del proceso de montaje de la tapa, es similar a la presentada en la estación anterior. Esta estructura basada en la inclusión de un plato divisor con ocho posiciones, permite mejorar el método de trabajo a realizar en la estación. Por una parte ahorra espacio respecto a otras distribuciones espaciales de los puestos de trabajo, posibilitando a su vez que todas las manipulaciones se puedan realizar de forma simultánea, optimizando el proceso llevado a cabo.

El número de operaciones a realizar, así como los componentes que intervienen en las mismas se detallan a continuación:

- **Plato divisor:**

El plato divisor de ocho posiciones que de forma alternativa produce el intercambio de piezas entre las sucesivas posiciones, presenta idéntica estructura al utilizado en la estación anterior.

Este elemento se utiliza como sistema de movimiento giratorio alternativo, de forma que a cada movimiento de giro se produce un avance de un número de grados, correspondiente a la división de la circunferencia entre el número de posiciones definidas.

Para conseguir este efecto se incluye una mesa eléctrica giratoria accionada por motor paso a paso (servo 24VDC) controlado por driver, mediante el cual se consigue el avance del ángulo deseado. A su vez dispone de encoder incremental fase A/B para conocer en todo momento la posición y el ángulo girado.



Figura 30



Figura 31

- **Alimentación de tapas:**

Las tapas se encuentran ubicadas en un alimentador por gravedad. Como se aprecia en la siguiente figura, está constituido por una columna de almacenamiento y un cilindro empujador en la parte inferior, que extrae la tapa en el momento que se desea comenzar el ciclo.



Figura 32



Figura 33

En este caso se dispone de un sensor de presencia de tapa, realizado mediante el microrruptor de la figura 33, que permite al PLC verificar que tras realizar una alimentación se ha extraído realmente una tapa. Dicho elemento posibilita determinar en qué momento se han agotado las tapas cargadas en el alimentador.

- **Manipulación de carga de tapas:**

La alimentación de material descrita en el punto anterior, realiza el suministro de tapas, que posteriormente serán montadas en el conjunto preparado en el palet. (mecanismo de giro compuesto hasta este momento por base o cuerpo, rodamiento y eje, suministrados por las estaciones anteriores). Sin embargo tras esta fase, resulta necesario realizar la carga de la tapa sobre el plato divisor.

Para ello se ha dispuesto el manipulador de la figura 34, compuesto por un cilindro compacto con guías y un actuador de giro, formando un manipulador rotolíneal, encargado de realizar la elevación y posterior giro de un brazo con una pinza de dos dedos de apertura paralela.. Dicho manipulador dispone de un brazo en el cual se ha colocado una pinza de dos dedos. Tras coger la tapa (operación que requiere un movimiento de descenso) se eleva el brazo, para posteriormente realizar un giro de 180º, situando la pinza sobre el punto exacto de descarga de la tapa en la primera posición del plato divisor, que al realizar una nueva bajada posiciona la tapa en el alojamiento de esta primera posición del plato.

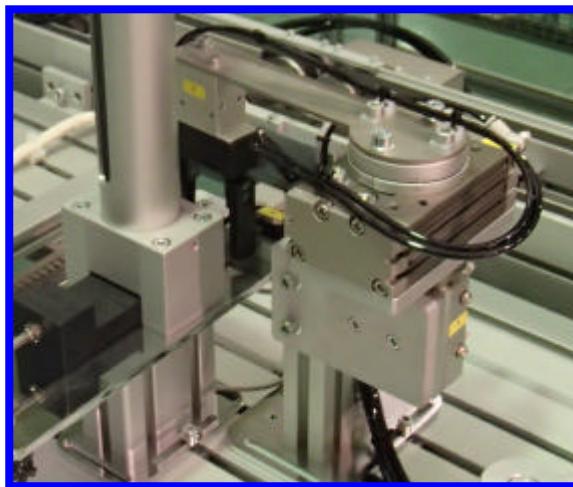


Figura 34

- **Detección material tapa:**

Como ya se ha indicado anteriormente, esta estación brinda la posibilidad de trabajar con tapas de aluminio, nylon blanco y nylon negro respectivamente.

Para poder diferenciar las tapas del primero de estos tipos, la segunda de las posiciones del plato divisor está dotada con un captador inductivo (figura 35). Éste proporciona una señal al PLC, únicamente en el caso de que la tapa que el plato sitúa frente a él cada vez que realiza un giro, sea de aluminio.

La detección de las tapas realizadas en nylon, ha de llevarse a cabo por tanto a través de otro sensor. Para ello se ha dispuesto un detector capacitivo (figura 35), que a diferencia del anterior proporciona también una señal de detección, al situar frente a él piezas que no sean metálicas.

Con el fin de diferenciar finalmente las tapas de nylon blanco de las de color negro, se ha incluido el detector fotoeléctrico de la figura 35. Dicho componente proporciona una detección únicamente, de las tapas de color blanco.

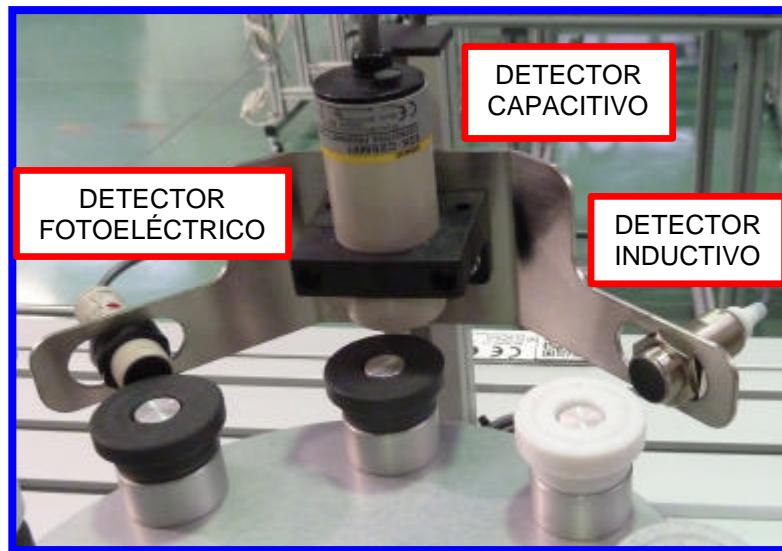


Figura 35

- **Medición de tapas:**

El hecho de disponer de tapas con dos alturas diferentes, hace necesario disponer de un elemento que realice una medición de las mismas. Debido a la finalidad didáctica con la cual se ha realizado el diseño de esta célula, se han adoptado soluciones variadas para llevar a cabo operaciones similares. En otras estaciones, para operaciones de medición o detección de orientación se ha recurrido a componentes como cilindros neumáticos con detectores de altura correcta, o palpadores con salida analógica. En este caso se ha considerado de interés utilizar un transductor digital que proporciona una salida por pulsos, como es el encoder lineal.

La figura 36 muestra el aspecto del componente utilizado, el cuál consta de un cilindro neumático que desplaza el palpador hasta contactar con la tapa, en combinación con un encoder lineal integrado en el mismo cilindro. Mediante la cuenta de los pulsos suministrados por el encoder, realizada mediante una entrada de conteo rápido del PLC, es posible determinar la distancia que avanza al cilindro hasta contactar con la tapa. Disponiendo de este dato es posible determinar de forma directa la altura de la tapa.



Figura 36

▪ **Evacuación de tapa incorrecta:**

En caso de que la tapa que llegue a la penúltima de las posiciones del plato divisor, tras haber pasado por los diferentes sensores encargados de determinar el material que la constituye y su altura, no coincida con la indicada por el controlador central o maestro encargado de planificar la producción, ha de ser rechazada. Para ello se ha dispuesto en esta posición un manipulador de dos ejes (figura 37), que en caso de recibir la orden correspondiente, recoge la tapa del plato divisor y la deposita sobre una rampa de evacuación.



Figura 37

Los componentes que forman parte de este manipulador son dos cilindros neumáticos de vástagos paralelos a modo de ejes, sobre los que se ha fijado como elemento terminal una placa con tres ventosas para sujeción por vacío. Cada uno de los ejes está compuesto por un cilindro neumático de vástagos paralelos, mediante los cuales se realizan los movimientos de elevación de la tapa y conducción hasta una rampa de evacuación. La sujeción de la tapa se lleva a cabo mediante la técnica de vacío, utilizando para ello tres ventosas, un eyector para conseguir el vacío necesario y un vacuostato que suministra al PLC una señal indicando que la sujeción es la adecuada.

▪ **Inserción tapa:**

Al igual que sucedía en la estación anterior, la última de las posiciones está encargada del montaje de la tapa, sobre el conjunto retenido en la cinta transportadora.

Como puede observarse en la figura 38 el manipulador previsto para realizar esta tarea, presenta idénticas características que el utilizado para depositar la tapa sobre el plato divisor. Dispone de una pinza de apertura paralela para sujetar la tapa, que es elevada y desplazada realizando un giro hasta el punto de descarga, mediante un manipulador neumático rotolineal compuesto por un cilindro compacto con guías y un actuador de giro.



Figura 38

### 2.4.3. Datos técnicos

**Dimensiones:**

- Mesa en perfil de aluminio ranurado, de 900 x 540 mm.  
Altura 900 mm

**Unidad tratamiento aire:**

- Filtro 5 µm, con regulador de presión y manómetro indicador.

**Botonera mando:**

- Pulsadores marcha, paro, rearme. Selector ciclo continuo/único y seccionador. Seta emergencia y pilotos de falta de material e indicador error.

**Composición módulos estación:**

- Módulo plato divisor

- Actuadores:
  - Actuador eléctrico de giro (LER30J-S36P1D).
  - 1 motor (servo de 24 VDC).
- Controlador:
  - 1 driver 1 driver (LECP6P3D).

- Módulo alimentación de tapas

- Capacidad almacén: 19 tapas.
- Actuadores:
  - Cilindro empujador de doble efecto Ø16, C:50mm (CD85N16-50-B), con reguladores de caudal y detector de posición final. Controlados por electroválvula 5/2 monoestable.
- Sensores:
  - Detector magnético tipo Reed (D-C73L).
  - Sensor de presencia: Microrruptor OMRON SW3DPS-V7-1B17D8-207.

- Módulo manipulación de carga de tapas

- Actuadores:
  - Cilindro compacto con guías para el movimiento lineal, Ø16, C:30mm (MGPM16-30), con reguladores de caudal y detectores de posición inicial y final de carrera en el movimiento lineal. Controlado por electroválvula 5/2 monoestables.
  - Mesa neumática giratoria para el movimiento rotativo tamaño 20 (MSQXB20A), con reguladores de caudal y detectores de posición 0º y 180º en el movimiento rotativo. Controlado por electroválvula 5/2 monoestable.
  - Brazo de sujeción: Pinzas neumáticas de dos dedos de apertura paralela (MHKL2-16D). Controladas por electroválvula 5/2 monoestable.
- Sensores:
  - Detectores magnéticos tipo Reed (D-Z73L).
  - Detectores magnéticos tipo Reed (D-A93L).

- Módulo detección del material de la tapa
  - Sensores:
    - Detector inductivo: OMRON E2A-M18KS08-WP.
    - Detector capacitivo: OMRON E2K-C25ME1.
    - Detector fotoeléctrico: OMRON E3F2-DS30C4.
- Módulo medición de la altura de la tapa
  - Actuadores:
    - Cilindro con lectura de carrera doble efecto Ø12, C:25mm (CE1B12-25), con reguladores de caudal. Controlado por electroválvula 5/2 monoestable.
  - Sensores:
    - Encoder lineal integrado en el cilindro.
- Módulo evacuación tapa incorrecta
  - Actuadores:
    - Eje horizontal: Cilindro de vástagos paralelos doble efecto Ø10, C:75mm (CX SJM10-75), con reguladores de caudal y detectores de posición inicial y final. Controlada por electroválvula 5/2 biestable.
    - Eje vertical: Cilindro de vástagos paralelos y doble efecto Ø6, C:30mm (CX SJM6-30), con reguladores de caudal y detector de posición inicial. Controlado por electroválvula 5/2 monoestable.
    - Brazo de sujeción: 3 ventosas Ø8 (ZPT08UN-B5), con eyector de generación de vacío (ZU07S). Controladas por electroválvula 3/2 monoestable.
  - Sensores:
    - Detectores magnéticos tipo Reed (D-A93L).
    - Vacuostato de salida PNP (PS-1100-R06L).
- Módulo inserción tapa
  - Actuadores:
    - Cilindro compacto con guías para el movimiento lineal, Ø16, C:30mm (MGPM16-30), con reguladores de caudal y detectores de posición inicial y final de carrera en el movimiento lineal. Controlado por electroválvula 5/2 monoestables.
    - Mesa neumática giratoria para el movimiento rotativo tamaño 20 (MSQXB20A), con reguladores de caudal y detectores de posición 0º y 180º en el movimiento rotativo. Controlado por electroválvula 5/2 monoestable.
    - Brazo de sujeción: Pinzas neumáticas de dos dedos de apertura paralela (MHKL2-16D). Controladas por electroválvula 5/2 monoestable.
  - Sensores:
    - Detectores magnéticos tipo Reed (D-Z73L).
    - Detectores magnéticos tipo Reed (D-A93L).

**Panel eléctrico control:**

- Montado sobre malla perforada 550 x 400 mm
- Bornero accesible con conexiones alimentación e I/O codificadas.
- I/O estación: 25 entradas digitales y 2 entradas de conteo rápido.
- I/O estación: 18 salidas.
- Fuente de alimentación: 24V/120W
- PLC control:
  - Modelo según configuración elegida.
  - Tarjeta de comunicaciones para la conexión entre PLCs.

## 2.5 Estación de montaje de tornillos

### 2.5.1 Función de la estación

Esta estación está encargada de realizar la última de las operaciones de inserción de componentes en el conjunto final a construir. Dichos componentes consisten en cuatro tornillos, que son depositados en otros tantos orificios roscados, dispuestos en la base del dispositivo de giro.

La tecnología utilizada para materializar los movimientos de esta estación, basada en diferentes cilindros neumáticos, posibilita únicamente realizar la descarga de los tornillos en un único punto. Resulta necesario por tanto incluir un componente adicional en el transfer que realice sucesivos giros en el palet, de forma que al realizar cuatro ciclos de inserción mediante esta estación de trabajo, queden colocados los cuatro tornillos.

Los componentes utilizados para esta operación consisten en un cilindro neumático elevador, sobre el que se encuentra montado un actuador de giro de idéntica tecnología.

A diferencia de estaciones anteriores, en las cuales la comunicación entre las mismas y el maestro (PLC de la primera estación en el caso de transfer modular o PLC del transfer en el caso de transfer lineal) se limitaba al envío de mensajes de puesta en marcha, e indicaciones de final de ciclo, en este caso la necesidad de coordinación entre ambos se ve ampliada. Debido a ello se potencia la utilización de las posibilidades que la red de PLCs ofrece, para el intercambio de información entre los diferentes puestos.

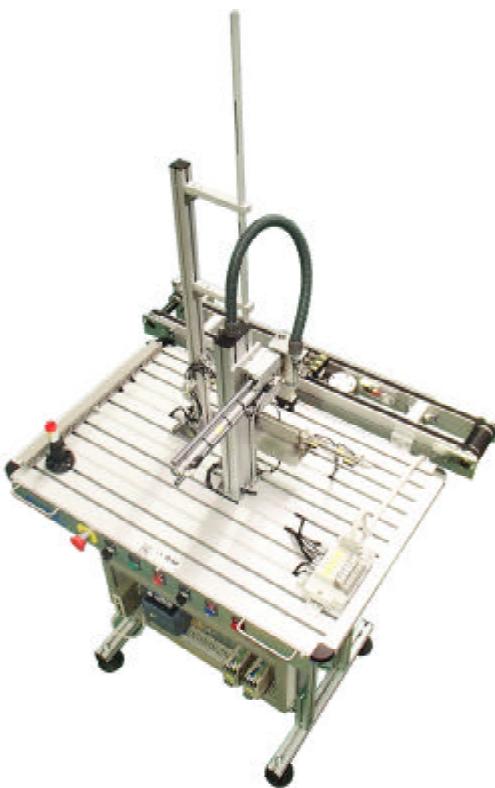


Figura 39

## 2.5.2 Partes integrantes

Para realizar esta función de inserción de tornillos en el mecanismo de giro situado en el palet retenido en el transfer, son necesarias una serie de operaciones que se detallan a continuación.

- **Alimentación de tornillos:**

Los tornillos a insertar se encuentran almacenados en un cargador vertical por gravedad. Todos ellos son descargados del mismo sobre un alojamiento, a través de un sistema de alimentación paso a paso, construido mediante dos cilindros neumáticos de doble efecto trabajando de forma contrapuesta (figura 40). En el momento que retrocede el de la parte inferior dejando caer el último tornillo, el de la parte superior avanza para sujetar a todo el resto. Una vez que el tornillo ha caído, ambos cilindros retornan a la posición original.

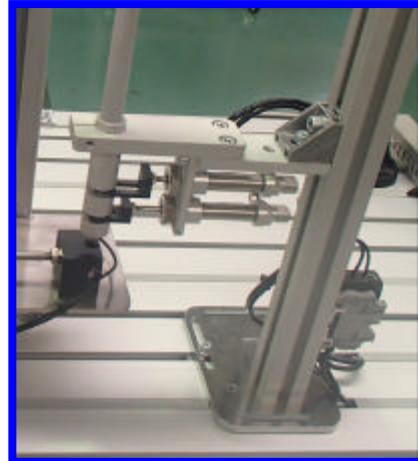


Figura 40

- **Módulo transvase:**

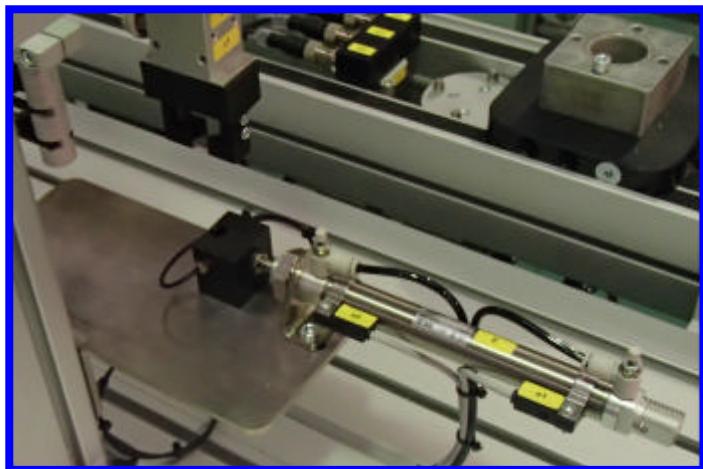
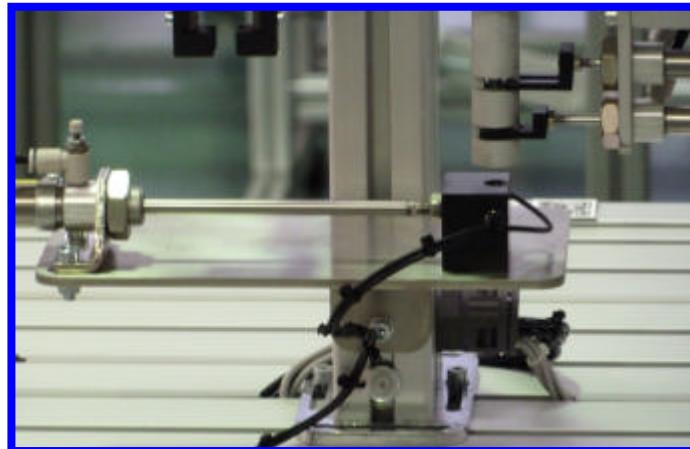


Figura 41

El alojamiento en el cual se depositan los tornillos, se encuentra fijado al vástagos de un cilindro neumático de doble efecto. Dicho cilindro es utilizado para trasladar los tornillos desde el punto en que son alimentados, hasta un punto donde el siguiente módulo manipulador realizará su recogida para el posterior montaje sobre el conjunto.

En este caso se dispone de un sensor de presencia de tornillo en el alojamiento mencionado anteriormente, realizado mediante el sensor fotoeléctrico tipo barrera de fibra óptica de la figura 42, que permite al PLC verificar que tras realizar una alimentación se ha extraído realmente un tornillo. Dicho elemento posibilita determinar en qué momento se han agotado los tornillos cargados en el alimentador.

*Figura 42*

- **Manipulador inserción tornillo:**

Una vez que los elementos anteriores han depositado un tornillo y lo han trasladado hasta el punto de recogida, por medio del manipulador neumático de la figura 43, se realiza la carga del mismo sobre uno de los orificios de la base del dispositivo de giro retenido en el transfer.

Este manipulador realizado en base a dos cilindros neumáticos, uno de ellos (el correspondiente al eje horizontal) cilindro compacto con guías y el otro (el correspondiente al eje vertical) de vástagos paralelos, presenta dos grados de libertad, correspondientes a los dos ejes horizontal y vertical. Como elemento terminal dispone de una pinza neumática de dos dedos de apertura paralela, mediante la cual se realiza la sujeción de los tornillos.

*Figura 43*

### 2.5.3. Datos técnicos

**Dimensiones:**

- Mesa en perfil de aluminio ranurado, de 900 x 540 mm.  
Altura 900 mm

**Unidad tratamiento aire:**

- Filtro 5 µm, con regulador de presión y manómetro indicador.

**Botonera mando:**

- Pulsadores marcha, paro, rearme. Selector ciclo continuo/único y seccionador. Seta emergencia y pilotos de falta de material e indicador error.

**Composición módulos estación:**

- Módulo alimentación de tornillos
  - Capacidad almacén: 38 tornillos.
  - Actuadores:
    - 2 cilindros de doble efecto Ø10, C:10mm (C85N10-10), con reguladores de caudal. Controlados por electroválvula 5/2 monoestable.
- Módulo transvase
  - Actuadores:
    - Cilindro de doble efecto Ø16, C:100mm (CD85N16-100-B), con reguladores de caudal y detectores de posición inicial y final. Controlado por electroválvula 5/2 biestable.
  - Sensores:
    - Detectores magnéticos tipo Reed (D-C73L).
    - Fotocélula: OMRON E3X-A41.
    - Fibra óptica: OMRON E32-TC200.
- Módulo manipulador inserción tornillo
  - Actuadores:
    - Eje horizontal: Cilindro compacto con guías doble efecto Ø20, C:250mm (MGCMB20-250), con reguladores de caudal y detectores de posición inicial y final. Controlada por electroválvula 5/2 biestable.
    - Eje vertical: Cilindro de vástagos paralelos y doble efecto Ø15, C:50mm (CXSJ15-50), con reguladores de caudal y detectores de posición inicial y final. Controlado por electroválvula 5/2 monoestable.
    - Sujeción: Pinzas neumáticas de dos dedos de apertura paralela (MHK2-16D) y detectores de posición abierta y cerrada. Controladas por electroválvula 5/2 monoestable.
  - Sensores:
    - Detectores magnéticos tipo Reed (D-A93L).
    - Detectores magnéticos de estado sólido (D-F9BAL).

**Panel eléctrico control:**

- Montado sobre malla perforada 550 x 400 mm
- Bornero accesible con conexiones alimentación e I/O codificadas.
- I/O estación: 25 entradas digitales y 2 entradas de conteo rápido.
- I/O estación: 18 salidas.
- Fuente de alimentación: 24V/120W
- PLC control:
  - Modelo según configuración elegida.
  - Tarjeta de comunicaciones para la conexión entre PLCs.

## 2.6 Estación de robot atornillador

### 2.6.1 Función de la estación

La totalidad de las estaciones anteriores presentaban un diseño en el cual predominaban los actuadores basados en la tecnología de fluidos. Dentro de ésta, en la mayor parte de los casos se recurría a la utilización de componentes neumáticos diversos, siendo también posible el estudio de la tecnología hidráulica mediante la estación que realiza la operación de prensado.

Buscando la adecuación de esta célula, a la enseñanza de la totalidad de las técnicas más comúnmente utilizadas en la automatización industrial, en esta estación se hace uso de una nueva tecnología de amplia difusión, como es la robótica.



Figura 44

La operación realizada por el robot consiste en realizar el apriete de los cuatro tornillos, colocados en la estación anterior sobre la base del dispositivo de giro, y del cambio de la tapa y/o del eje colocados en el interior del cuerpo.

## 2.6.2 Partes integrantes

Dada la flexibilidad y las múltiples posibilidades que ofrece la utilización de robots en la automatización de operaciones, en el caso de esta estación resulta suficiente con dicho elemento para completar las operaciones necesarias para llevar a cabo el atornillado de los cuatro tornillos y el cambio/montaje de la tapa y/o el eje.



Figura 45

El control de los movimientos del robot entre los diferentes puntos a los que a dirigirse, es llevado a cabo por un elemento controlador. Este controlador está especialmente diseñado para su utilización junto al robot escogido, y cumple la función de controlar el movimiento conjunto de todos los motores que incorpora el robot, de forma que éste alcance las posiciones que se hayan definido con una alta precisión.

Igualmente a través del controlador es posible realizar una programación de los movimientos del robot, mediante la cual se especifique de qué forma ha de

llevarse a cabo la secuencia de movimientos a realizar, para culminar cualquier proceso. La programación se realiza mediante un software específico a ejecutar en un PC, comunicándose a través de la línea serie con el controlador para su trasvase.



Figura 46

A su vez dispone de una consola de programación mediante la cual también pueden introducirse una serie de órdenes, o definir los puntos a los que el robot debe desplazarse.



Figura 47

Además, dado que la operación de inserción del eje en el rodamiento exige cierta precisión, el palet situado en la cinta transportadora que soporta los componentes del conjunto a montar, tras ser retenido por un cilindro de tope, es elevado por un cilindro que incorpora unos pines de centraje para un posicionamiento adecuado. La precisión en el posicionamiento permite situar la punta del atornillador eléctrico sobre cada uno de los tornillos depositados en la base, para a continuación descender lentamente la distancia necesaria para que el tornillo quede correctamente fijado.

Las herramientas que el robot necesita usar son una pinza neumática para el montaje/desmontaje tanto de la tapa como del eje, y un atornillador eléctrico para atornillar los cuatro tornillos fijados en el cuerpo.

**Para el montaje de tapa y/o eje en el cuerpo, es necesario un almacén de materia prima. El programa estándar utiliza el almacén de la izquierda para el montaje de tapa y/o eje, por lo que es necesario que este almacén disponga de tapa y ejes.**

**Para el desmontaje de tapa y/o eje en el cuerpo, es necesario un almacén vacío. El programa estándar utiliza el almacén de la derecha para depositar los elementos desmontados del conjunto, es decir, la tapa y/o el eje, por lo que es necesario que este almacén esté en todo momento vacío y libres sus posiciones para poder depositar tapas y ejes.**

Ambos almacenes son de las mismas dimensiones. Están diseñados para almacenar tres tapas y tres ejes cada uno y están fabricados en perfilación de aluminio.



Figura 48



Figura 49

Con el fin de evitar que posibles movimientos incontrolados del robot en la fase de programación del mismo pudiesen ocasionar algún tipo de accidente, la estación dispone de un carenado o cerramiento realizado mediante perfiles de aluminio y ventanas de metacrilato transparentes. De esta manera quedan prácticamente eliminados los posibles riesgos que conlleva el manejo de este tipo de componentes. Además dispone de un micro y relé de seguridad que evita movimientos del robot durante operaciones de mantenimiento y ajuste (figura 50).



Figura 50

### 2.6.3. Datos técnicos

#### Dimensiones:

- Mesa en perfil de aluminio ranurado, de 900 x 540 mm.  
Altura 900 mm

#### Unidad tratamiento aire:

- Filtro 5 µm, con regulador de presión y manómetro indicador.

#### Botonera mando:

- Pulsadores marcha, paro, rearme. Selector ciclo continuo/único y seccionador. Seta emergencia y piloto indicador error.

#### Elementos de la estación:

- Robot industrial MELFA RV-2F-D de MITSUBISHI de 6 ejes, tipo: brazo articulado vertical. Máxima velocidad 4,955 m/s, 13000 posiciones almacenables, 0,02mm de precisión, 2 kg de fuerza de levantamiento, brazo de 19 kg de peso.
- Controladora CR750-D de MITSUBISHI. Lenguaje: MELFA-BASIC V. Máximo 256 entradas y 256 salidas. Interfaces: RS-422, Ethernet y mini-USB.
- Programadora R32TB de MITSUBISHI.
- Atornillador eléctrico referencia HITACHI (DB 3DL), de 3`6 V y 180 rpm.
- Pinza neumática de apertura de dos dedos paralelos (MHKL2-16D) controlada por electroválvula 5/2 monoestable.
- Cerramiento de metacrilato para protección del usuario (con relé de seguridad y micro de seguridad).

**Panel eléctrico control:**

- Montado sobre malla perforada 550 x 400 mm
- Bornero accesible con conexiones alimentación e I/O codificadas.
- Interruptor térmico incorporado.
- I/O estación: 9 entradas.
- I/O estación: 7 salidas.
- Fuente de alimentación: 24V/60W
- Relé de alimentación y conversor DC/DC del atornillador.
- Driver y consola de programación del robot.
- PLC control:
  - Modelo según configuración elegida.
  - Tarjeta de comunicaciones para la conexión entre PLCs.

### 3. Transfer modular

En esta versión de FMS200, el sistema de transporte está compuesto por tramos lineales de 1 metro de longitud en cada una de las estaciones que se unen formando las diferentes distribuciones (layouts) de las estaciones facilitando el proceso de montaje del mecanismo de giro.

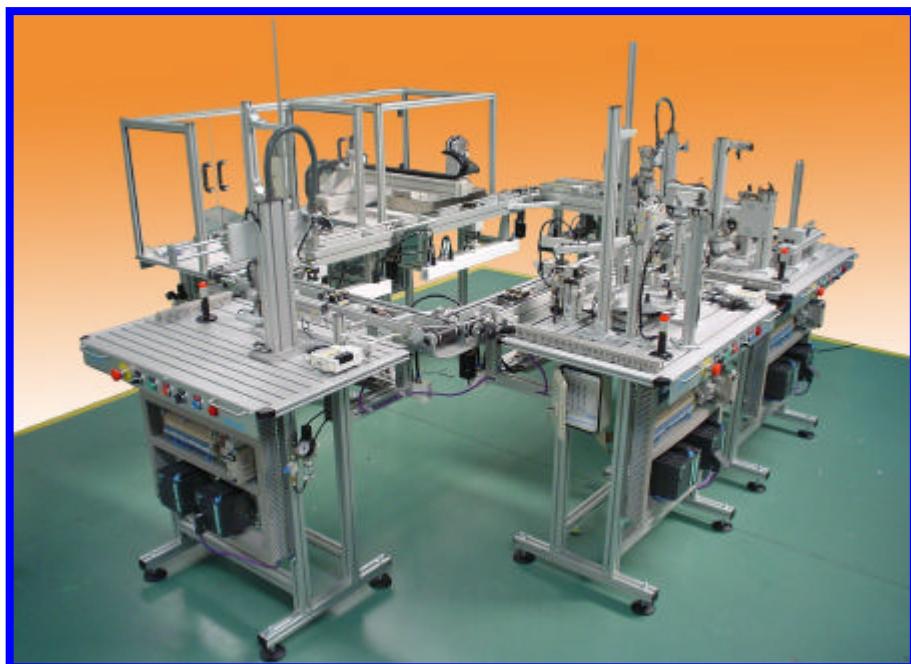


Figura 51

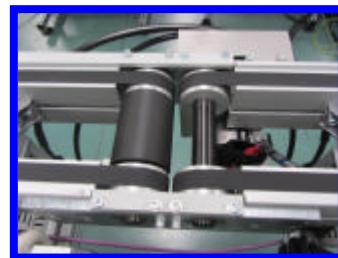
#### 3.1. Función y composición del transfer modular

El sistema de transporte está compuesto por tramos lineales de 1 metro de longitud en cada una de las estaciones que se unen formando las diferentes distribuciones (layouts) de las estaciones facilitando el proceso de montaje del mecanismo de giro.



Figura 52

Se pueden aplicar diferentes distribuciones (layouts) de estaciones dependiendo del sistema de unión entre ellas seleccionado, pudiendo ser el kit de 90° o el kit de 180°, mediante un sistema de montaje mecánico rápido y sencillo.

*Figura 53**Figura 54*

La disposición de la célula de ensamblaje flexible (estaciones junto con el sistema de transporte) puede ser rectangular (todas las estaciones dispuestas rectangularmente de forma que la última estación esté junto a la primera) o lineal (todas las estaciones dispuestas linealmente cada una junto a la siguiente sin llegar a cerrarse el sistema). El PLC maestro que controla y coordina al resto de PLCs conectados a la red se encuentra localizado en la primera de las estaciones, la estación de alimentación de la base.

Hay una canaleta longitudinal en uno de los lados (el lado posterior) de cada una de las estaciones con transfer modular para proporcionar a la estación las conexiones eléctricas, neumáticas y de red necesarias para poder funcionar, permitiendo de esta manera la conexión entre estaciones.

*Figura 55*

La entrada general de aire al sistema FMS200 es a través de una unidad de tratamiento de aire localizada en la estación maestra (estación 1 de alimentación de la base). Esta unidad de tratamiento de aire consiste en un regulador de presión con manómetro (para ajustar y conocer el nivel de presión en el sistema) y una válvula de arranque progresivo con manómetro (para tener un suministro de aire a baja velocidad al inicio aumentando gradualmente la presión y de escape rápido para cortar la presión rápidamente).

*Figura 56*



Luego, cada una de las estaciones dispone de una unidad de tratamiento de aire individual para poder suministrar aire a presión bajo condiciones óptimas de presión y limpieza. Estas unidades de tratamiento de aire consisten en un filtro-regulador con manómetro (para limpiar el aire y ajustar y conocer el nivel de presión de la estación) y una válvula manual (para cortar el suministro de aire a la estación individual).

Figura 57

El transfer modular incorpora un palet de montaje para poder transportar las piezas entre estaciones así como una serie de manipuladores para poder permitir las manipulaciones y alimentaciones de piezas de cada una de las estaciones. Los palets y los cilindros de parada incorporan un sistema de código binario usando detectores inductivos, que permite un Sistema de Control para identificar la posición de cualquier palet en todo momento.



Figura 58

Todos los actuadores, cilindros de parada, elevadores, posicionadores, transfers de palet están operados por un sistema de electroválvulas instaladas en cada una de las estaciones y conectadas a la red de comunicaciones industriales del sistema controlada por el PLC maestro.

En frente de cada estación hay un mecanismo de parada de palet, un sistema de identificación de código de palet, y dependiendo de cada proceso particular, una serie de elementos elevadores, centradores, de giro, etc.



Figura 59



Figura 60

La posición de parada del palet en cada estación así como la posición relativa de la estación dentro del sistema (célula de ensamblaje flexible FMS200) puede ser cambiada, haciendo una simple modificación de la posición de los componentes del transfer modular en el primer caso o de la disposición de los kits mecánicos de unión del transfer modular en el segundo de los casos.

NOTA: Tener especial cuidado a la hora de cambiar las posiciones relativas de las estaciones dentro del sistema FMS200 ya que seguramente implique cambio de programación de la red en el PLC maestro.

### 3.2. Datos técnicos del transfer modular

#### **Dimensiones (para cada estación):**

- 1 sección 1000 x 130 mm. Altura 970 mm.

#### **Sistema de arrastre (para cada estación):**

- 1 motor DC de 24 V.

#### **Composición:**

##### Actuadores (para cada estación):

- 1 Cilindro compacto de doble efecto Ø32, carrera:25mm (ECQ2B32-25DXSE040). Controlado por electroválvula 5/2 monoestable.

##### Actuadores adicionales :

##### *Estación 2:*

- 1 Cilindro compacto de doble efecto con guías Ø16, carrera:30mm (EMGQM16-30), con reguladores de caudal . Controlado por electroválvula 5/2 monoestable.

##### *Estación 6:*

- 1 Cilindro compacto de doble efecto con guías Ø16, carrera:30mm (EMGQM16-30), con reguladores de caudal . Controlado por electroválvula 5/2 monoestable.
- Actuador de giro de dos direcciones ? max:90° (MSUB3-90S), con reguladores de caudal. Controlado por electroválvulas 5/2 monoestable.

##### *Estación 7:*

- 1 Cilindro compacto de doble efecto con guías Ø16, carrera:30mm (EMGQM16-30), con reguladores de caudal . Controlado por electroválvula 5/2 monoestable.

##### Sensores (para cada estación):

- 3 detectores capacitivos OMRON E2EG-X5MB1.
- 1 microinterruptor OMRON V-166-1C5.

##### Componentes de red (para cada estación):

- Módulos de bus de campo de entradas/salidas.

## 4. Instalación y puesta en marcha

### 4.1. Requerimientos previos

#### 4.1.1. Requerimientos de espacio

Los requerimientos de espacio de la célula FMS200 varía según la configuración (transfer lineal o modular) y el número de estaciones. A modo de ejemplo, en la siguiente figura 61 se muestra los requerimientos de espacio un sistema FMS200 con transfer lineal y 8 estaciones (estaciones 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7 y 8) y el espacio de trabajo necesario para su utilización. En esta figura se indican además las dimensiones de cada estación.

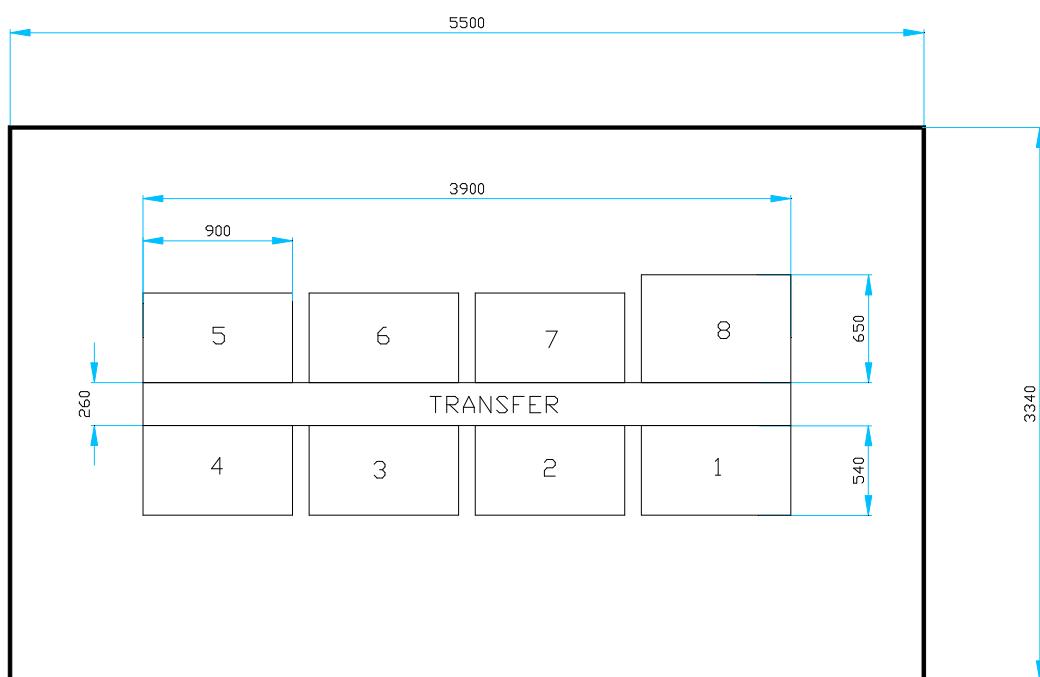


Figura 61

Para un mejor funcionamiento del sistema es aconsejable cumplir los siguientes requisitos:

Suelo completamente nivelado y exento de rugosidades.

- No debe haber máquinas pesadas que produzcan ruidos y vibraciones cerca.
- Ambiente limpio de polvo y salpicaduras de líquidos.
- Humedad normal sin condensaciones.
- Alejar todo lo posible las fuentes de EMI (Incompatibilidad Electro Magnética).
- Verificar la calidad de la toma de tierra.
- Temperatura ambiente moderada evitando temperaturas extremas.

#### 4.1.2. Requerimientos de electricidad

La alimentación eléctrica de la FMS200 tiene los siguientes requerimientos:

- Tensión célula completa: 110/220 V (dependiendo de la configuración).
- Potencia mínima necesaria (puede variar según la configuración):

Estación 1 = 75 VA  
Estación 2 = 75 VA  
Estación 3 = 300 VA  
Estación 4 = 75 VA  
Estación 5 = 75 VA  
Estación 6 = 75 VA  
Estación 7 = 500 VA  
Estación 8 = 150 VA  
Estación 9 = 300 VA  
Estación 10 = 150 VA  
Transfer lineal = 1100 VA

#### 4.1.3. Requerimientos de aire

A continuación se detallan los requerimientos de aire de cada una de las estaciones (pueden variar según la configuración):

Estación 1: 20 NI/min  
Estación 2: 5 NI/min  
Estación 3: 15 NI/min  
Estación 4: 15 NI/min  
Estación 5: 15 NI/min  
Estación 6 = 5 NI/min  
Estación 7 = 5 NI/min  
Estación 8 = 25 NI/min  
Estación 9 = 15 NI/min  
Estación 10 = 25 NI/min  
Transfer lineal = 5 NI/min

### 4.2. Manipulación y embalaje

Los embalajes están diseñados de forma que protegen los módulos de los ataques físico-químicos y mecánicos que se producen durante la manipulación y transporte.

En caso de transporte transoceánico se acondiciona el embalaje con elementos impermeabilizantes y deshidratantes para obtener una protección contra los efectos del vapor de agua, de la niebla salina, polvo y demás agentes externos que pueden dañar los elementos de los módulos.

A continuación se indican las características del embalaje de cada una de las estaciones (pueden variar según la configuración):

	<b>Base</b>	<b>Altura</b>	<b>Peso</b>
<b>Estación 1</b>	1150 x 1060 mm	1670 mm	150 kg
<b>Estación 2</b>	1150 x 1060 mm	1670 mm	155 kg
<b>Estación 3</b>	1150 x 1060 mm	1670 mm	195 kg
<b>Estación 4</b>	1150 x 1060 mm	1930 mm	170 kg
<b>Estación 5</b>	1150 x 1060 mm	1670 mm	160 kg
<b>Estación 6</b>	1150 x 1060 mm	1780 mm	170 kg
<b>Estación 7</b>	1150 x 1060 mm	1670 mm	235 kg
<b>Estación 8</b>	1150 x 1150 mm	1670 mm	170 kg
<b>Estación 9</b>	1150 x 1060 mm	1670 mm	195 kg
<b>Estación 10</b>	1150 x 1060 mm	1670 mm	150 kg
<b>Transfer Lineal</b>	4500 x 850 mm	1400 mm	410 kg

Para la manipulación, carga y descarga de los embalajes se recomienda el empleo de medios apropiados tales como carretillas elevadoras. Una vez descargados pueden ser transportados por un mínimo de dos personas las estaciones, y cuatro el transfer. En todo momento han de mantenerse las cajas en posición vertical y en ningún caso se han de apilar unas encima de otras u otros embalajes sobre ellas.

Una vez que se proceda a desembalar se recomienda seguir una serie de pasos:

- 1) En primer lugar asegurarse de que se dispone del espacio necesario para poder realizar el desembalado. Se recomienda un mínimo de superficie libre de más de tres veces lo que ocupa cada embalaje.
- 2) A continuación hay que cortar las bridas que aseguran los cuatro cierres de la parte inferior de la caja. Entonces se levantan para poder elevar la tapa.
- 3) Mediante dos a más personas levantar la tapa que cubre la estación y trasladarla a un lugar que no estorbe para las siguientes fases.
- 4) Ahora hay que soltar las maderas que aseguran la estación a la parte inferior del embalaje. Se recomienda soltar solamente las superiores, ya que se puede extraer la estación sin necesidad de soltar el resto, y además puede ser útil conservarlas para un posible transporte futuro. Para esta operación hay que extraer los tirafondos o clavos que fijan las maderas con herramientas adecuadas para ello.
- 5) Una vez realizada esta operación se procede a trasladar la estación desde la base del embalaje al suelo del recinto para lo cual se necesitan al menos dos personas. Se recomienda comprobar que aparezcan todos los elementos que se indican en el albarán que acompaña a la estación.
- 6) La estación dispone de ruedas (solo en el caso de transfer lineal), así que puede ser transportada fácilmente sin esfuerzo al lugar de uso.

## 4.3. Instalación

### 4.3.1. Estación individual

En el caso de que se disponga de estaciones individuales, estas vienen acompañadas de una bandeja con un palet para depositar las piezas. Con el fin de evitar problemas en el transporte, durante el mismo se ha colocado la bandeja con el palet de soporte de la pieza a montar, en la posición indicada en la figura 62.

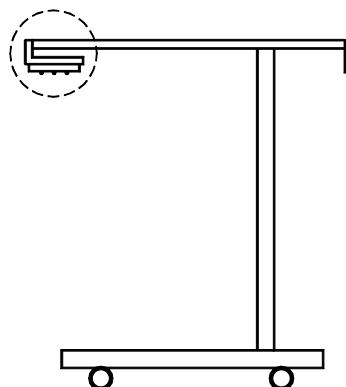


Figura 62

Al realizar la instalación de la estación, dicha bandeja ha de ser desmontada para colocarla posteriormente con el palet situado hacia arriba, tal y como representa la figura 63.

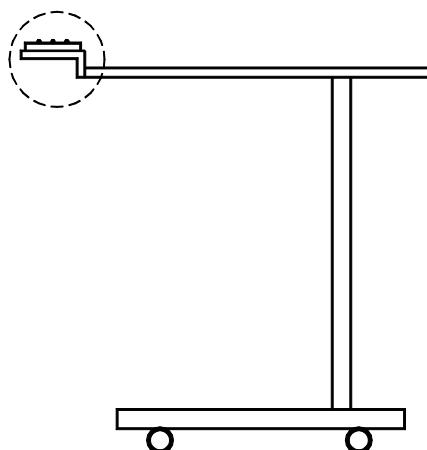


Figura 63

A continuación se ha de proceder al conexionado eléctrico y neumático de la estación. Antes hay que asegurarse de que el aula cumple los requerimientos neumáticos y eléctricos anteriormente indicados.

Para mayor seguridad se recomienda cortar la tensión en la estación con el seccionador de la botonera antes de efectuar la conexión eléctrica. Esta se realiza mediante la conexión del enchufe de la estación a la toma correspondiente del aula.

De igual manera, el conexionado neumático es recomendable realizarlo con la llave de paso de aire de la estación cerrada. Hay que conectar tubo de diámetro seis desde la toma del aula a la entrada del grupo de tratamiento de aire de la estación.

#### 4.3.2. Sistema FMS200 con transfer lineal

En el caso del sistema FMS200 con transfer lineal, el primer paso es proceder a la instalación del transfer. Para ello hay que seguir un proceso similar al arriba indicado como si de una estación individual se tratara. En este caso el conexionado neumático habrá que realizarlo con tubo de diámetro ocho. Para ajustar la estructura del transfer lineal se necesitan como herramientas un nivel y una llave fija de 14mm.

La primera operación que hay que realizar es elevar las cuatro patas de los extremos 9 vueltas de tornillo utilizando la llave fija. Con esta operación se consigue que la estructura del transfer tenga una altura media, de forma que si el suelo no está completamente liso, más tarde se puede subir o bajar de un extremo, o de un lado u otro.

Una vez realizada esta operación se comprueba el ajuste de la nivelación longitudinal de la estructura del transfer, para ello se utiliza el nivel situándolo en una posición intermedia sobre cualquiera de las dos cintas transportadoras (en paralelo a ellas pero nunca en el punto de unión de las cintas, ya que el reborde que se forma no deja nivelar correctamente). Se observa en el propio nivel, si la estructura del transfer tiene una correcta o no nivelación longitudinal. De no ser correcta, será necesario subir o bajar la estructura de uno de sus extremos para corregirla (se puede elegir cualquiera de las dos opciones, subir de un extremo o bajar del otro, pero para que las estaciones que se ensamblarán posteriormente sobre las barras de la estructura del transfer no queden demasiado bajas, se recomienda subir del extremo que sea necesario). Para ello, se elevarán las dos patas del extremo necesario un mismo número de vueltas hasta conseguir que la estructura del transfer quede perfectamente nivelada en el sentido longitudinal.

Tras finalizar el ajuste longitudinal, falta nivelar la estructura del transfer en el sentido transversal. Para ello, nos tenemos que ayudar nuevamente del nivel, pero esta vez posicionado perpendicularmente al sentido de las cintas transportadoras. Se comprueba en el propio nivel si la nivelación transversal es correcta o no, y de no ser correcta se corrige elevando un mismo número de vueltas las dos patas del lado que lo requiera.

Tras finalizar las dos operaciones de ajuste en los dos sentidos, se procede a ajustar (posicionar hasta entrar en contacto con la superficie del suelo) las tres parejas de patas (seis patas en total) de la parte central de la estructura del transfer. Entonces se realiza una comprobación final nuevamente con el nivel en los dos sentidos y un ajuste más fino en caso de que sea necesario.

Las estaciones irán provistas de unas escuadras de amarre y de una pata de apoyo. En primer lugar hay que colocar la estación frente a las barras que salen del transfer en la posición donde va a emplazarse. Después se levanta la estación y se coloca sobre la parte más exterior de esas barras, de forma que a continuación se pueda deslizar la mesa empujándola hasta tocar el transfer.

El siguiente paso es regular la altura de la mesa e inmovilizarla. Para ello se dispone de la escuadra con una pata de apoyo regulable atornillada en la parte inferior de la mesa. Hay que aflojar esta sujeción y colocarla verticalmente, despues fijarla de nuevo y regular la pata de apoyo hasta lograr la horizontalidad.

Ahora hay que atornillar los dos tornillos de amarre de las escuadras para fijar la mesa al transfer. Una vez realizadas las operaciones de montaje indicadas se puede empezar a realizar el conexionado. Se recomienda realizar el proceso montaje-conexionado con cada estación antes de empezar con la siguiente.

En el transfer se dispone de conectores para comunicaciones, aire y electricidad emplazados en las posiciones de las estaciones. Se recomienda tener desconectada la tensión y el aire del transfer (mediante el seccionador del lateral del armario y mediante la llave de paso respectivamente) antes de realizar la conexión.

#### **4.3.3. Sistema FMS200 con transfer modular**

Para ajustar la estructura del transfer modular, el procedimiento es similar al expuesto anteriormente para en el transfer lineal. Pero para realizar el acoplamiento entre los diferentes tramos de transfer modular hacen falta una serie de operaciones adicionales.

Hay que tener en cuenta que la estructura del transfer modular se encuentra acoplada a cada una de las estaciones que formarán el sistema, por lo que la primera de las operaciones a realizar será ajustar todas las estaciones (todas los tramos del transfer modular) de forma individual y siguiendo el mismo procedimiento expuesto para el transfer lineal, es decir, ajustar cada una de las estaciones por medio de las cuatro patas de los extremos, en ambos sentidos, y valiéndonos del nivel. Hay que intentar que la nivelación de todas las estaciones se realice a una altura más o menos similar.

Después de nivelar todos los tramos de transfer individualmente, hay que proceder a unir dos tramos de transfer. Para ello se elige uno de ellos como referencia y se acerca el otro al primero pero sin que se lleguen a tocar (ya que si entran en contacto, la nivelación de los tramos de transfer no será correcta). Entonces y valiéndonos del nivel se va a proceder a realizar el ajuste del paso de un tramo de transfer modular a otro, para ello situamos el nivel sobre los extremos del tramo de la cinta transportadora del transfer modular de una y otra estación, al mismo tiempo, a modo de puente de unión. Se observa si la nivelación es correcta, o en su defecto si hay que corregir la altura del tramo del transfer modular no elegido como referencia (el tramo del transfer modular de la estación elegida como referencia no se modifica). En consecuencia, se subirán o bajarán todas las patas de la estación un mismo número de vueltas hasta que ambos tramos de transfer modular se encuentren nivelados a la misma altura.

Este procedimiento se repite con los demás tramos de transfer modular, tantas veces como sea necesario, pero eligiendo como referencia siempre el último de los tramos de transfer ya ajustados y modificando la altura del nuevo tramo de transfer modular (la nueva estación que se vaya ensamblando es la que va a ser modificada su altura para conseguir una nivelación correcta con las demás estaciones). Hay que tener en cuenta que hay dos tipos de uniones entre tramos (uniones entre estaciones), en línea o en curva, eligiendo uno u otro dependiendo del layout deseado para el sistema. La forma de ajustar dos tramos es la misma tanto si se elige en línea (un tramo a continuación del otro, es decir, una estación a continuación de la otra) como si se elige en curva (un tramo perpendicular a otro, es decir, una estación perpendicular con la otra).

Una vez terminado este procedimiento de unión de todos los tramos que se quieren acoplar (todas las estaciones que configurarán el sistema) se pasará a fijar un tramo a otro (unir una estación con otra). Para ello habrá diferencia si la

unión que se desea realizar es en curva o en línea. En caso que sean tramos en curva (a 90º) hay que fijar la placa con nº 355 de un tramo al otro y se debe respetar la cota de 45mm como se muestra en el plano CM9/3-A del anexo E de los planos mecánicos. Despues hay que ajustar la barandilla nº 909 que se muestra en el mismo plano. En caso de que los tramos sean rectos (a 180º) hay que fijar las piezas nº 354 y nº 449 como se muestra en el plano CM9/2-0 del mismo anexo.

Para finalizar se ponen en marcha todas las cintas transportadoras (se ponen en marcha todas las estaciones) y se comprueba que el palet pasa correctamente por todos los tramos de transfer modular sin problema alguno. Si el palet se queda bloqueado en alguno de los tramos hay que realizar un ajuste más fino en el tramo en cuestión. Si es un tramo en curva, que es donde el ajuste es más crítico, se puede realizar un ajuste más fino recortando o alargando el tramo de barandilla entre los dos tramos. Esto se puede realizar haciendo uso de los tornillos pasadores que se encuentran en las piezas nº 908 como se puede ver en el plano CM9/3-A del anexo de los planos mecánicos. Se puede aflojar el tornillo y acortar o alargar el tramo de barandilla de un lado o de otro.

Si el palet circula correctamente por todos los tramos de transfer modular, la última operación es ensamblar y atornillar las escuadras nº 353 que se muestran en el plano CM9/3-A del anexo de los planos mecánicos, de manera que si se disponen de tramos en curva la estructura quede más robusta.

## 4.4. Puesta en marcha

### 4.4.1. Estación individual

Una vez realizada la instalación se procederá a la puesta en funcionamiento del equipo. A continuación se muestra el procedimiento para cada una de las estaciones. Es recomendable leer previamente todo el procedimiento antes de proceder a su ejecución.

#### Procedimiento general (Estaciones 1, 2, 3, 4, 5, 6, 8, 9 y 10):

1. Debido a incidencias en el transporte del equipo, cabe la posibilidad de que se produzcan algunos desajustes de los elementos mecánicos que serán detectados en el primer ciclo de funcionamiento. Antes de comenzar se recomienda verificar que los elementos de sujeción estén apretados.
2. Alimentar el cargador con las piezas correspondientes a la estación (1, 2, 4, 5 y 6).
3. Realizar el tarado del regulador de presión de entrada de aire de la estación por encima de 3 Kg/m3. En el caso de la estación 3 (prensa) hay que realizar además el tarado del regulador del suministro hidráulico a 10 Kg/m3, aunque ya viene así de fábrica por lo que simplemente hay que comprobarlo.
4. Realizar una inspección visual de la estación para comprobar que no existe ningún elemento que pueda distorsionar el funcionamiento del sistema. En el caso de la estación 8 (almacén) y 9 (horno) comprobar que las puertas del carenado o cerramiento de protección estén cerradas.

5. Comprobar que el interruptor magnetotérmico ubicado en la maniobra eléctrica esté en posición de encendido (en caso de llevarlo).
6. Colocar el conmutador de ciclo situado en la botonera en el modo paso a paso (manual).
7. Mover el seccionador de la botonera a la posición de encendido.
8. Verificar que la seta de emergencia de la botonera esté desbloqueada.
9. Pulsar el botón de rearne de la botonera para asegurar que el proceso comience en condiciones iniciales. Cada vez que el proceso este detenido, bien sea en el arranque o durante un ciclo, si no está en condiciones iniciales el piloto de defecto de la botonera parpadeará.
10. En el caso de las estaciones 4 y 5 (ejes y tapas), si se quiere realizar un ciclo de vaciado del plato divisor antes de comenzar, hay que mantener pulsado el botón de paro de la botonera durante cinco segundos.
11. Al pulsar el botón de marcha se realizará el primer paso del proceso. Al estar trabajando en modo paso a paso, será necesario pulsar el botón de marcha cada vez que se quiera realizar un nuevo paso.
12. En caso de detectar algún desajuste del equipo realizar las correcciones oportunas y repetir el ciclo hasta su correcto funcionamiento.
13. Una vez concluido el ciclo, colocar el conmutador de ciclo situado en la botonera en el modo continuo. Ahora cuando se pulsa el botón de marcha realizará ciclos ininterrumpidos hasta agotar el alimentador. Entonces se encenderá el piloto de aviso de falta de material emplazado sobre la mesa de la estación (1, 2, 4, 5 y 6).
14. En cualquier momento se puede detener el proceso pulsando el botón de paro o la seta de emergencia. En el caso de pulsar la seta, una vez desactivada hay que volver a las condiciones iniciales (botón de rearne). Después basta con volver a pulsar el botón de marcha.

**Estación 7 (robot):**

1. Realizar una inspección visual de la estación para comprobar que no existe ningún elemento que pueda distorsionar el funcionamiento del sistema.
2. Verificar que los almacenes están en la disposición correcta, es decir, el de materia prima de la izquierda tenga eje y tapa; y el de la derecha vacío.
3. Verificar que las puertas del carenado o cerramiento de protección estén cerradas.
4. El interruptor de la unidad controladora del robot y el magnetotérmico de la maniobra eléctrica deben estar en posición de encendido.
5. Colocar el conmutador de ciclo situado en la botonera en el modo paso a paso.
6. Mover el seccionador de la botonera a la posición de encendido.
7. Verificar que la seta de emergencia de la botonera esté desbloqueada.
8. Pulsar el botón de rearne de la botonera para asegurar que el proceso comience en condiciones iniciales. Cada vez que el proceso esté detenido, bien sea en el arranque o durante un ciclo, si no está en condiciones iniciales el piloto de defecto de la botonera parpadeará. Además se enciende el led de error de la unidad controladora acompañado del sonido de un zumbador (en ciertos robots).

9. Al pulsar el botón de marcha se realizará el primer paso del proceso. Al estar trabajando en modo paso a paso, será necesario pulsar el botón de marcha cada vez que se quiera realizar un nuevo paso.
10. En caso de detectar algún desajuste del equipo realizar las correcciones oportunas y repetir el ciclo hasta su correcto funcionamiento. Es muy posible que sea necesario modificar ligeramente los movimientos de atornillado del robot para que realice su función correctamente. Para ello es necesario consultar el manual del robot.
11. Una vez concluido el ciclo, colocar el conmutador de ciclo situado en la botonera en el modo continuo. Ahora cuando se pulsa el botón de marcha realizará un ciclo ininterrumpido.
12. En cualquier momento se puede detener el proceso pulsando el botón de paro o la seta de emergencia. En el caso de pulsar la seta, una vez desactivada hay que volver a las condiciones iniciales (botones de rearne de la botonera y de la unidad de accionamiento). Después basta con volver a pulsar el botón de marcha de la botonera.

#### **4.4.2. Sistema FMS200**

En el caso de la célula, antes de proceder a la puesta en marcha de las estaciones hay que poner en funcionamiento el transfer (en el caso de transfer lineal) y la estación 1 maestra (en el caso de transfer modular), ya que tanto la alimentación eléctrica como la neumática de cada estación se obtienen de su conexión a él.

##### Procedimiento de puesta en marcha

NOTA: El siguiente procedimiento es solamente para el caso de transfer lineal, ya que para el transfer modular el procedimiento de la puesta en marcha de la estación 1 maestra se ha explicado anteriormente.

1. Debido a incidencias en el transporte del equipo cabe la posibilidad de que se produzcan algunos desajustes de los elementos mecánicos. Antes de comenzar se recomienda verificar que los elementos de sujeción estén apretados.
2. Realizar el tarado del regulador de presión de entrada de aire del transfer por encima de 4 Kg/m<sup>3</sup>, en el caso de que la presión caiga el piloto de defecto del armario del transfer parpadeará.
3. Realizar una inspección visual del sistema para comprobar que no existe ningún elemento que pueda distorsionar el funcionamiento del mismo.
4. Comprobar que el interruptor magnetotérmico ubicado en el armario esté en posición de encendido.
5. Mover el seccionador del lateral del armario a la posición de encendido. Entonces se enciende el piloto indicador de tensión del armario del transfer.
6. Verificar que la seta de emergencia estén desbloqueada.
7. Al pulsar el botón de marcha comenzará a funcionar el transfer.
8. En caso de detectar algún desajuste del equipo realizar las correcciones oportunas y repetir el ciclo hasta su correcto funcionamiento.
9. En cualquier momento se puede detener el proceso pulsando el botón de paro o la seta de emergencia. Después basta con volver a pulsar el botón de marcha para reanudar su funcionamiento.

10. Una vez que esté el transfer en funcionamiento y estén las estaciones correctamente instaladas se realiza el procedimiento de puesta en marcha de cada una de ellas verificando su correcto funcionamiento, primero en modo manual y después en modo automático.
11. Por último verificar el funcionamiento del sistema con todas las estaciones en modo automático y alimentando el transfer con los palets.
12. Por los motivos arriba indicados es muy posible que se produzcan algunos desajustes entre el transfer y la estación, por lo que habrá que realizar ligeros ajustes antes de lograr el funcionamiento óptimo.

## 4.5. Procedimiento de utilización

Anteriormente se ha descrito el procedimiento de puesta en marcha para el primer ciclo de funcionamiento tras la instalación. Ahora se procede a detallar el proceso de utilización habitual.

### 4.5.1. Estación individual

#### Procedimiento general (Estaciones 1, 2, 3, 4, 5, 6, 8, 9 y 10):

1. Alimentar el cargador con las piezas correspondientes a la estación (1, 2, 4, 5 y 6).
2. Comprobar que el regulador de presión de entrada de aire de la estación indica por encima de 3 Kg/m<sup>3</sup>. En el caso de la estación 3 (prensa) comprobar que el regulador del suministro hidráulico indique por encima de 10 Kg/m<sup>3</sup>.
3. Realizar una inspección visual de la estación para comprobar que no existe ningún elemento que pueda distorsionar el funcionamiento del sistema. En el caso de la estación 8 (almacén) y 9 (horno) comprobar que las puertas del carenado o cerramiento de protección estén cerradas.
4. Comprobar que el interruptor magnetotérmico ubicado en la maniobra eléctrica esté en posición de encendido (en caso de llevarlo).
5. Colocar el conmutador de ciclo situado en la botonera en el modo deseado.
6. Mover el seccionador de la botonera a la posición de encendido.
7. Verificar que la seta de emergencia de la botonera esté desbloqueada.
8. Pulsar el botón de rearne de la botonera para asegurar que el proceso comience en condiciones iniciales. Cada vez que el proceso este detenido, bien sea en el arranque o durante un ciclo, si no está en condiciones iniciales el piloto de defecto de la botonera parpadeará.
9. En el caso de las estaciones 4 y 5 (ejes y tapas), si se quiere realizar un ciclo de vaciado del plato divisor antes de comenzar, hay que mantener pulsado el botón de paro de la botonera durante cinco segundos.
10. Si se ha seleccionado ciclo manual, cada vez que se quiera realizar un paso del proceso hay que pulsar el botón de marcha, si se seleccionó el automático solo hay que pulsar una vez.
11. Si se agota el alimentador, se encenderá el piloto de aviso de falta de materialemplazado sobre la mesa (1, 2, 4, 5 y 6).
12. En cualquier momento se puede detener el proceso pulsando el botón de paro o la seta de emergencia. En el caso de pulsar la seta, una vez desactivada hay que volver a las condiciones iniciales (botón de rearne). Despues basta con volver a pulsar el botón de marcha.

Estación 7 (robot):

1. Realizar una inspección visual de la estación para comprobar que no existe ningún elemento que pueda distorsionar el funcionamiento del sistema.
2. Verificar que los almacenes están en la disposición correcta, es decir, el de materia prima de la izquierda tenga eje y tapa; y el de la derecha vacío.
3. Verificar que las puertas del carenado o cerramiento de protección estén cerradas.
4. El interruptor de la unidad controladora del robot y el magnetotérmico de la maniobra eléctrica deben estar en posición de encendido.
5. Colocar el conmutador de ciclo situado en la botonera en el modo deseado.
6. Mover el seccionador de la botonera a la posición de encendido.
7. Verificar que la seta de emergencia de la botonera esté desbloqueada.
8. Pulsar el botón de rearme de la botonera para asegurar que el proceso comience en condiciones iniciales. Cada vez que el proceso esté detenido, bien sea en el arranque o durante un ciclo, si no está en condiciones iniciales el piloto de defecto de la botonera parpadeará. Además se enciende el led de error de la unidad controladora acompañado del sonido de un zumbador (en ciertos robots).
9. Si se seleccionó ciclo continuo, al pulsar el botón de marcha se realizará el ciclo. Si se trabaja en modo paso a paso, será necesario pulsar el botón de marcha cada vez que se quiera realizar un nuevo paso.
10. En cualquier momento se puede detener el proceso pulsando el botón de paro o la seta de emergencia. En el caso de pulsar la seta, una vez desactivada hay que volver a las condiciones iniciales (botones de rearne de la botonera y de la unidad de accionamiento). Después basta con volver a pulsar el botón de marcha de la botonera.

#### **4.5.2. Sistema FMS200**

Procedimiento de utilización

NOTA: El siguiente procedimiento es solamente para el caso de transfer lineal, ya que para el transfer modular el procedimiento de utilización de la estación 1 maestra se ha explicado anteriormente.

1. Realizar una inspección visual del sistema para comprobar que no existe ningún elemento que pueda distorsionar el funcionamiento del mismo.
2. Comprobar que el piloto indicador de defecto no este parpadeando (presión insuficiente).
3. Mover el seccionador del lateral del armario a la posición de encendido. Comprobar que se enciende el piloto indicador de tensión del armario del transfer.
4. Verificar que la seta de emergencia estén desbloqueada.
5. Al pulsar el botón de marcha comenzará a funcionar el transfer.
6. En cualquier momento se puede detener el proceso pulsando el botón de paro o la seta de emergencia. Después basta con volver a pulsar el botón de marcha para reanudar su funcionamiento.

7. Una vez que esté el transfer en funcionamiento se realiza el procedimiento de funcionamiento de las estaciones.
8. Alimentar con palets vacíos el transfer colocándolos al comienzo de la célula.
9. Cuando los conjuntos se almacenan en la última estación, los palets vacíos se realimentan, ya que el transfer constituye un circuito cerrado. Las estaciones se detendrán cuando se termine el material de sus almacenes, esta circunstancia será detectada por el encendido de los pilotos de aviso de sobremesa dispuestos al efecto. Entonces con la célula parada hay que extraer los conjuntos montados, desmontarlos y repartir las piezas entre los diferentes almacenes.

## 5. Localización y corrección de averías

Es muy difícil listar todas las casuísticas de averías ante las que nos podemos encontrar, pero las más comunes quizás podrían ser las siguientes:

<b>ESTACIONES EN GENERAL</b>			
<b>Nº</b>	<b>Síntoma</b>	<b>Possible causa</b>	<b>Remedio</b>
1.1	La estación no se pone en marcha después de darle al botón de marcha	1) La estación esta desenchufada o aula sin tensión 2) El interruptor magnetotérmico está abierto(en caso que lleve) 3) La seta de emergencia está enclavada 4) Toma de aire no conectada o válvula de aire está abierta 5) El seccionador está abierto 6) Interruptor dentro de la caja de averías que provoca el fallo accionado 7) Célula desenchufada 8) Interruptor magnetotérmico del transfer abierto (en caso que lleve). 9) Seta de emergencia del transfer está enclavada 10) Aire de la célula no conectado o válvula de aire del transfer abierta	1) Enchufar la estación o la tensión del aula 2) Cerrar interruptor (ON), si resulta que al volver a arrancar se salta es que la potencia instalada es insuficiente 3) Desenclavar la seta de emergencia y pulsar rearme 4) Conectar a toma de aire o cerrar válvula de aire 5) Cerrar seccionador 6) Cerrar el interruptor de la caja de averías 7) Enchufar célula 8) Cerrar interruptor (ON) del transfer, si resulta que al volver a arrancar se salta es que la potencia instalada es insuficiente 9) Desenclavar la seta de emergencia 10) Conectar a toma de aire o cerrar válvula de aire del transfer
1.2	La estación no se pone en marcha después de darle al botón de marcha y parpadea el piloto de defecto de la botonera	1) La estación no se encuentra en condiciones iniciales 2) La seta de emergencia está enclavada y la estación no está en condiciones iniciales	1) Pulsar rearme 2) Desenclavar la seta y pulsar rearme
1.3	La estación no se pone en marcha después de darle al botón de marcha y se enciende el piloto de sobremesa	1) El alimentador de material está vacío 2) El alimentador de material está atascado.	1) Alimentar el almacén de la estación con las piezas correspondientes 2) Desatascar el alimentador
1.4	La estación arranca pero al cabo de poco tiempo se para	1) No llega suficiente aire a los actuadores 2) La instalación neumática del aula no cumple los requerimientos mínimos	1) Regular la presión del aire de la estación a 3 Kg/m <sup>3</sup> , el regulador de aire de la célula a 4 Kg/m <sup>3</sup> 2) Poner un compresor más grande o trasladar a un aula adecuada

1.5	Un actuador se mueve a velocidad excesiva	1) Los reguladores de caudal están ajustados al mínimo	1) Regular el caudal hasta alcanzar la velocidad deseada
1.6	Un actuador se mueve con excesiva lentitud	1) Los reguladores de velocidad están ajustados al máximo 2) La regulación de aire de la estación no alcanza el valor mínimo requerido 3) Las juntas del cilindro están desgastadas	1) Regular el caudal hasta alcanzar la velocidad deseada 2) Regular la presión del aire de la estación a 3 Kg/m <sup>3</sup> 3) Cambiar juntas o cilindro según proceda
1.7	Al llegar siempre al mismo punto la estación se para	1) Interruptor dentro de la caja de averías que provoca el fallo accionado 2) Detector averiado 3) Electroválvula averiada	1) Cerrar el interruptor de la caja de averías 2) Reemplazar detector 3) Sustituir electroválvula
1.8	Colocación inadecuada de la pieza que se monta por parte de algún elemento de la estación	1) Detector averiado 2) Medios de sujeción flojos 3) Piezas de la estación mal ajustadas 4) Interruptor dentro de la caja de averías que provoca el fallo accionado	1) Reemplazar detector 2) Apretar tornillos flojos 3) Ajustar piezas 4) Cerrar el interruptor de la caja de averías
1.9	Las ventosas no tienen fuerza para sujetar la pieza	1) Eyector de vacío deteriorado 2) La regulación de aire de la estación no alcanza el valor mínimo requerido	1) Sustituir eyector 2) Regular la presión del aire de la estación a 3 Kg/m <sup>3</sup>

<b>ESTACION ROBOT</b>			
<b>Nº</b>	<b>Síntoma</b>	<b>Possible causa</b>	<b>Remedio</b>
7.1	La estación no se pone en marcha después de darle al botón de marcha	1) La estación esta desenchufada o aula sin tensión 2) El interruptor magnetotérmico está abierto (en caso que lleve) 3) La seta de emergencia está enclavada 4) El seccionador está abierto 5) Célula desenchufada 6) Interruptor magnetotérmico del transfer abierto (en caso que lleve) 7) Seta de emergencia del transfer está enclavada 8) Aire de la célula no conectado o válvula de aire del transfer abierta	1) Enchufar la estación o la tensión del aula 2) Cerrar interruptor (ON), si resulta que al volver a arrancar se salta es que la potencia instalada es insuficiente 3) Desenclavar la seta de emergencia y pulsar rearme 4) Cerrar seccionador 5) Enchufar célula 6) Cerrar interruptor (ON) del transfer, si resulta que al volver a arrancar se salta es que la potencia instalada es insuficiente 7) Desenclavar la seta de emergencia 8) Conectar a toma de aire o cerrar válvula de aire del transfer
7.2	La estación no se pone en marcha después de darle al botón de marcha y parpadea el piloto de defecto de la botonera	1) La estación no se encuentra en condiciones iniciales 2) La seta de emergencia está enclavada y la estación no está en condiciones iniciales	1) Pulsar rearme 2) Desenclavar la seta y pulsar rearme
Para fallos relacionados con el robot consultar el manual de este			

<b>TRANSFER LINEAL</b>			
<b>Nº</b>	<b>Síntoma</b>	<b>Possible causa</b>	<b>Remedio</b>
9.1	La célula no se pone en marcha después de darle al botón de marcha y el piloto de tensión está apagado	1) La célula esta desenchufada o aula sin tensión 2) El interruptor magnetotérmico está abierto (en caso que lleve) 3) La seta de emergencia está enclavada	1) Enchufar la célula o la tensión del aula 2) Cerrar interruptor (ON), si resulta que al volver a arrancar se salta es que la potencia instalada es insuficiente 3) Desenclavar la seta de emergencia y pulsar rearme
9.2	La célula no se pone en marcha después de darle al botón de marcha y parpadea el piloto de defecto del armario	1) Toma de aire no conectada o válvula de aire está abierta	1) Conectar a toma de aire o cerrar válvula de aire
9.3	La célula arranca pero al cabo de poco tiempo se para	1) No llega suficiente aire a los actuadores 2) La instalación neumática del aula no cumple los requerimientos mínimos	1) Regular la presión del aire de la célula a 4 Kg/m <sup>3</sup> 2) Poner un compresor más grande o trasladar a un aula adecuada
9.4	Un actuador se mueve a velocidad excesiva	1) Los reguladores de caudal están ajustados al mínimo	1) Regular el caudal hasta alcanzar la velocidad deseada
9.5	Un actuador se mueve con excesiva lentitud	1) Los reguladores de velocidad están ajustados al máximo 2) La regulación de aire de la célula no alcanza el valor mínimo requerido 3) Las juntas del cilindro están desgastadas	1) Regular el caudal hasta alcanzar la velocidad deseada 2) Regular la presión del aire de la célula a 4 Kg/m <sup>3</sup> 3) Cambiar juntas o cilindro según proceda
9.6	Al llegar siempre al mismo punto la célula se para	1) Detector averiado 2) Electroválvula averiada	1) Reemplazar detector 2) Sustituir electroválvula
9.7	La célula se para con frecuencia aunque no siempre en el mismo punto	1) Hay más palets que los que debería haber en la célula (nº estaciones -2)	1) Retirar palets sobrantes

## 6. Mantenimiento e inspección

### 6.1. Introducción

Los procedimientos de mantenimiento e inspección recomendados en las páginas siguientes son obligatorios para asegurar el mejor funcionamiento de la célula durante un largo período de tiempo. Las inspecciones periódicas deben realizarse independientemente de las inspecciones diarias.

### 6.2. Puntos de inspección

#### 6.2.1. Inspección diaria

Punto de inspección	Acción correctora
Verificar que en la estación no existan obstáculos que puedan distorsionar el funcionamiento del sistema	Retirar
Comprobar que no hay ningún componente suelto, desalineado o mal colocado	Corregir según proceda
Verificar que llega suficiente aire a la estación / transfer	Ver localización y corrección de averías
Verificar que llega tensión a la estación /transfer	Ver localización y corrección de averías

#### 6.2.2. Inspección periódica

Punto de inspección	Acción correctora
Comprobar que el nivel de condensados de los filtros no supere las marcas	Purgar: ver procedimientos de mantenimiento 6.3.1
Comprobar que la caída de presión en el filtro sea inferior a un bar	Sustituir cartucho filtrante: ver procedimientos de mantenimiento 6.3.1
Mirar que los tornillos y tuercas no estén flojos o sueltos (6 meses)	Apretar con la herramienta adecuada
Verificar que los cilindros funcionan correctamente (6 meses)	Cambio de juntas si procede: ver procedimientos de mantenimiento 6.3.1
Engrasado de los ejes eléctricos (6 meses)	Engrasado: ver procedimientos de mantenimiento 6.3.2
Revisar el estado de las correas de los ejes del robot (6 meses)	Cambiar las correas: ver manual del robot
Revisar el desgaste de las pastillas de freno de los ejes del robot (6 meses)	Cambiar las pastillas: ver manual del robot
Revisar el desgaste de las escobillas de los servomotores de los ejes del robot (6 meses)	Cambiar las escobillas: ver manual del robot
Limpieza de la célula (6 meses)	Limpiar: ver procedimientos de mantenimiento 6.3.4

Revisar el desgaste de los engranajes de los interruptores de límite de origen y de fin de carrera del robot (1 año)	Cambiar engranajes: ver manual del robot
Revisar los cojinetes del robot (2 años)	Cambiar cojinetes: ver manual del robot
Revisar los engranajes reductores del motor de cada eje del robot (2 años)	Engrasar engranajes: ver manual del robot
Revisar si hay cables dañados o baterías agotadas en el robot (2 años)	Cambiar cables y/o baterías: ver manual del robot

## 6.3. Procedimientos de mantenimiento

### 6.3.1. Elementos neumáticos

- En general, los elementos neumáticos de la FMS200 están lubricados de por vida por lo que no cabe realizar en ellos ningún mantenimiento de este tipo. Existe la posibilidad de que al cabo de un largo período de tiempo se produzca un desgaste de las juntas internas de los cilindros. En este caso, si el cilindro es desmontable hay que reemplazar las juntas. Si no es desmontable habría que sustituirlo por otro cilindro.
- Es conveniente realizar cada cierto tiempo periódicas purgas del agua acumulada en los grupos de acondicionamiento de aire de la célula. El nivel de condensados del filtro no debe sobrepasar nunca el máximo que se indica en el vaso.
- Si en los filtros se detecta una caída de presión superior a un bar hay que proceder a reemplazar el cartucho filtrante por uno nuevo.

### 6.3.2. Ejes eléctricos

En el caso de los ejes eléctricos, requieren una inspección periódica: cada 6 meses de trabajo continuado (o 1000 km o 5 millones de ciclo, seleccionar lo primero que ocurra) o tras un mes de parada. En esa inspección hay que comprobar que los elementos de sujeción de la unidad tales como tornillos y tuercas no estén sueltos. También es necesario limpiar el eje con el tipo adecuado de elementos.

#### Frecuencia del mantenimiento

Realizar el mantenimiento conforme a la tabla siguiente

Frecuencia	Comprobaciones de aspecto	Comprobaciones internas
Inspección antes del uso diario	o	-
Inspección cada 6 meses / 1000 km / 5 millones de ciclos ( Seleccionar lo primero que ocurra)	o	o

Elementos en lo que realizar una comprobación visual:

1. Tornillos de fijación flojos, suciedad anómala.
2. Imperfecciones y unions de cables.
3. Vibración, ruido.

Elementos en lo que realizar una comprobación interna:

1. Estado del lubricante en las piezas móviles.
2. Aflojamiento o juego mecánico en piezas fijas y tornillos de fijación.

### **6.3.3. Limpieza**

Para una limpieza periódica de la FMS200 puede usarse un trapo limpio que no deje restos de fibras, no siendo recomendable el uso de ningún producto de limpieza y mucho menos aquellos que contengan alcohol, disolventes o compuestos clorados.

## 7. Seguridad

### 7.1. Precauciones generales de seguridad

- Una vez iniciado el proceso, se debe evitar poner o quitar piezas en los respectivos almacenes o palets en circulación.
- En general, no se deben manipular las estaciones con la máquina en marcha.
- Al proceder al desmontaje del mecanismo, no olvidar ninguna pieza en el interior del cuerpo principal.
- No deben manipularse bajo ningún concepto los dispositivos de protección y seguridad descritos más abajo.
- En el caso de que se vaya a manipular las estaciones tras una parada, para por ejemplo retirar alguna pieza caída, pulsar siempre la seta de emergencia hasta que se acabe la manipulación. En el caso de que se vaya a cambiar algún elemento estropeado hay que abrir el seccionador de la botonera o el del armario del transfer según proceda.
- Para salvaguardar los elementos de la célula hay que evitar la inclusión de cuerpos extraños u obstáculos dentro de las estaciones.

### 7.2. Dispositivos de protección y seguridad

Todas las estaciones y el transfer disponen de setas de emergencia para detener el proceso en cualquier momento con el fin de evitar accidentes. En el caso de que se utilice la seta de emergencia, una vez superado el evento que motivo la parada, hay que asegurarse antes de volver a activar la célula o estación que no se vuelva a repetir la situación tomando las medidas oportunas. Además es conveniente retirar las piezas que se encuentren en mitad de un ciclo siempre que sea posible. Después de desenclavar la seta de emergencia será necesario pulsar el botón de rearne para que los elementos vuelvan a las posiciones iniciales.

También se dispone de un dispositivo neumático en la entrada general de aire, este efectúa un incremento progresivo de la presión del aire al inicio de la conexión del mismo, evitando con ello accidentes producidos por la entrada súbita de presión de aire en el circuito.

En la estación 3 (prensa) se dispone de un cerramiento de protección y relé de seguridad para evitar accidentes con la prensa. Cuando está trabajando el cerramiento desciende para ascender cuando termina su trabajo.

En las estaciones 7, 8 y 9 (robot, almacén y horno respectivamente) se dispone de un cerramiento de protección que cubre toda la estación así como de un relé de seguridad. Hay que asegurarse de que todas las puertas están cerradas antes de poner en funcionamiento estas estaciones. Con la estación en funcionamiento no se deben abrir nunca las puertas.

## 8. Sistema de generación de averías

Casi todas las estaciones (excepto robot, almacén y horno) incorporan un Sistema de Generación de Averías fijado en uno de los laterales de cada estación.

El sistema consiste en un armario metálico con llave que contiene 16 microinterruptores, que cuando son comutados, provocan una avería en la estación.



Figure 64

# FMS-200

## MANUAL DE USUARIO

**ANEXO A:**  
**GENERACIÓN**  
**DE AVERÍAS**



# FMS-200

## MANUAL DE USUARIO

**ANEXO B:  
ESQUEMAS  
ELÉCTRICOS**



# FMS-200

## MANUAL DE USUARIO

**ANEXO C:  
ESQUEMAS  
NEUMÁTICOS**



# FMS-200

## MANUAL DE USUARIO

**ANEXO D:**  
**GRAFCETS**



# FMS-200

## MANUAL DE USUARIO

**ANEXO E:  
PLANOS  
MECÁNICOS**

