



UNIVERSIDADE DE VIGO  
E. T. S. Ingenieros Industriales



5º Curso  
Orientación Instalaciones y Construcción

*Instalación de Sistemas de  
Automatización y Datos*

José Ignacio Armesto Quiroga

<http://www.disa.uvigo.es/>

*Dpto. Ingeniería de Sistemas y Automática*

*Vigo, Curso 2007-2008.*



# Tema 4

## **SISTEMAS DE FABRICACIÓN FLEXIBLE**

**(4 horas)**



## Tema 4.

# Sistemas de Fabricación Flexible.

- Introducción.
- Módulo de fabricación flexible.
- Célula de fabricación flexible.
- Línea de fabricación flexible.
- Taller flexible.



# Sistemas de Fabricación Flexible.

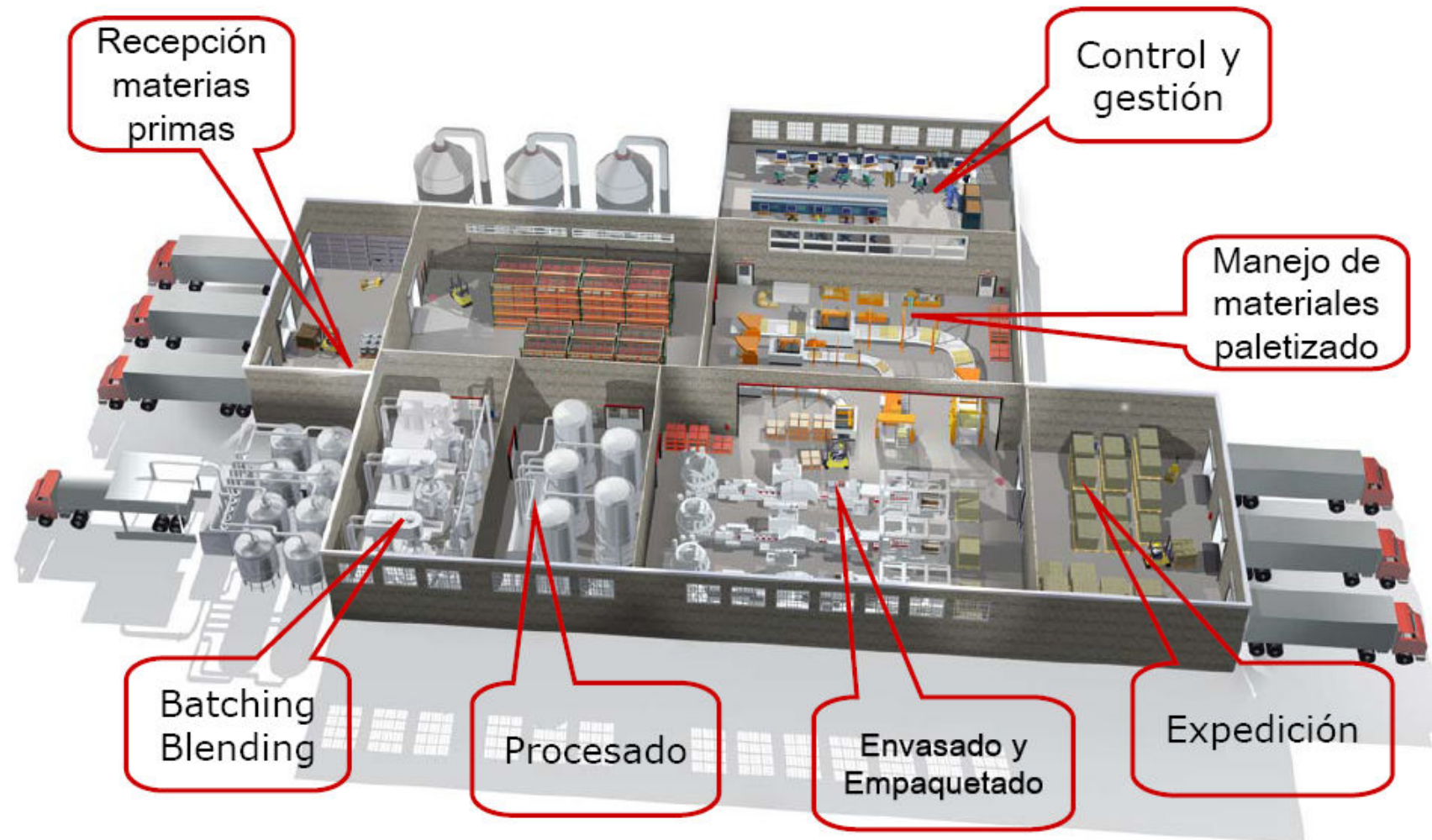
## Introducción.

- Los **sistemas de fabricación flexible** (**FMS**, *Flexible Manufacturing Systems*) se pueden **definir** de dos formas, según se ponga énfasis en la **producción** o en la **automatización**.
- En el primer caso: *"conjunto de máquinas e instalaciones, enlazadas entre sí mediante un sistema de transporte y control, que es capaz de producir una variedad de productos dentro de una gama sin necesidad de interrumpir el proceso de fabricación"*.
- En el segundo caso: *"sistema controlado por un computador central que conecta varios centros o estaciones de trabajo informatizadas mediante un sistema automático de manipulación de materiales"*.



# Sistemas de Fabricación Flexible.

## Introducción.

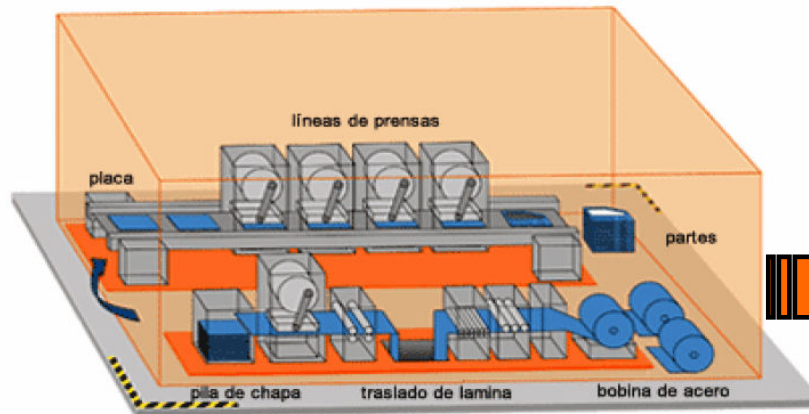


“Layout” 1 de un sistema de fabricación flexible

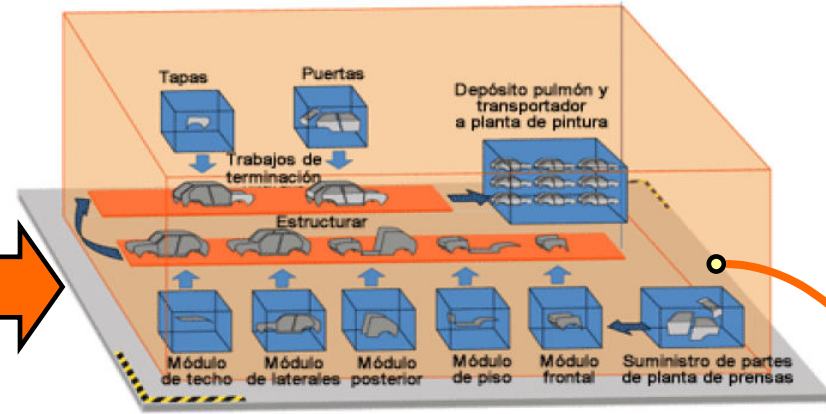


# Sistemas de Fabricación Flexible.

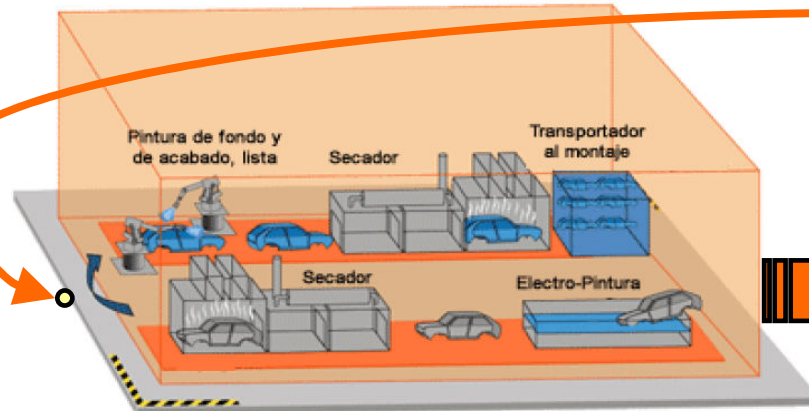
## Introducción.



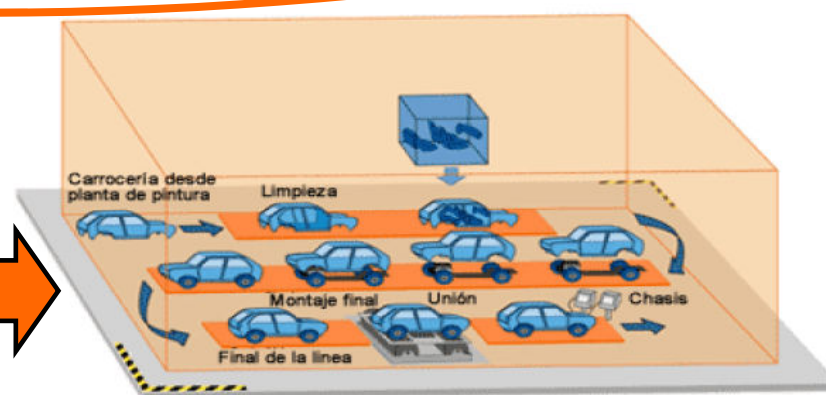
Planta de Prensas



Planta de Carrocerías



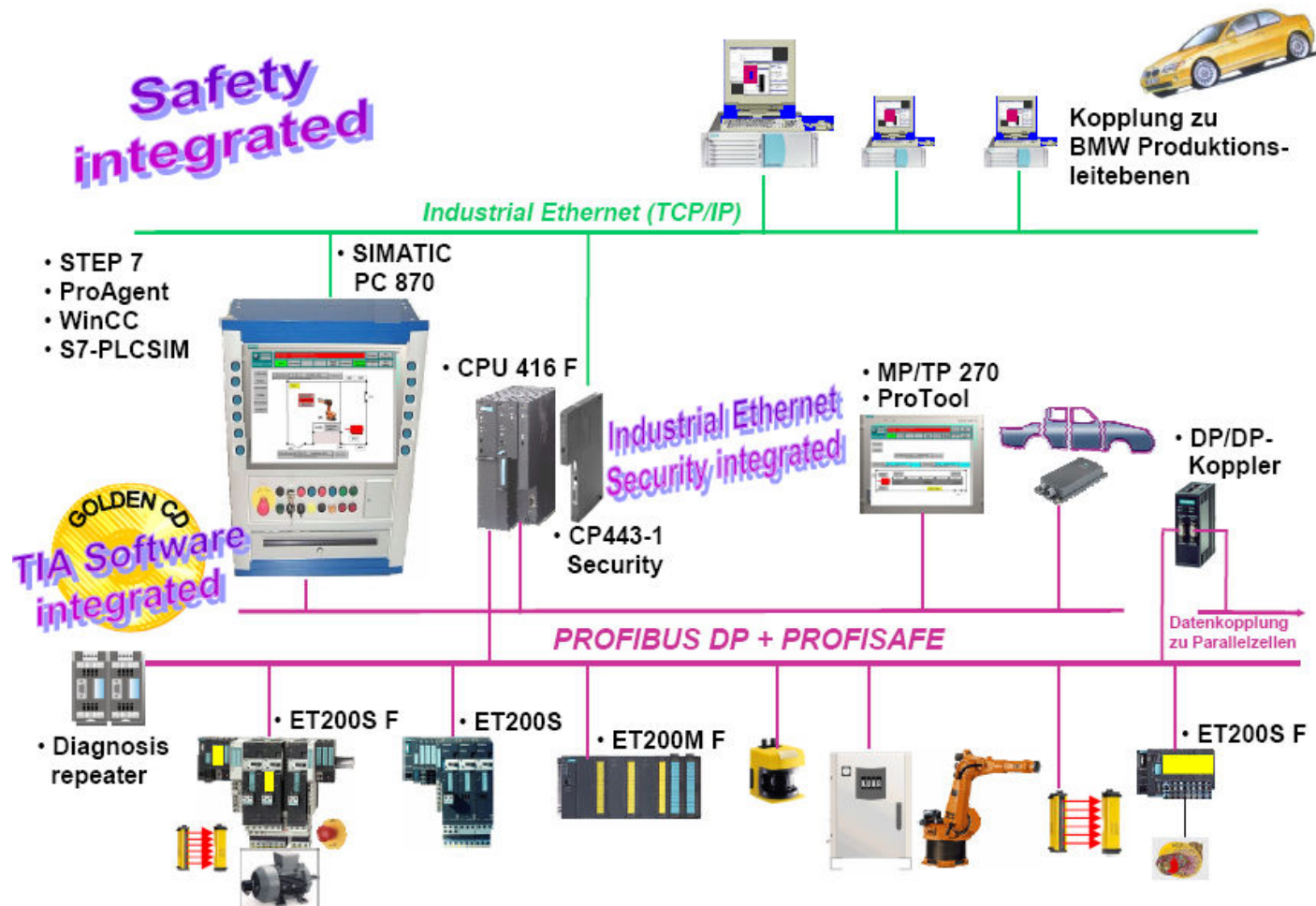
Planta de Pintura



Planta de Montaje



# Sistemas de Fabricación Flexible. Introducción.

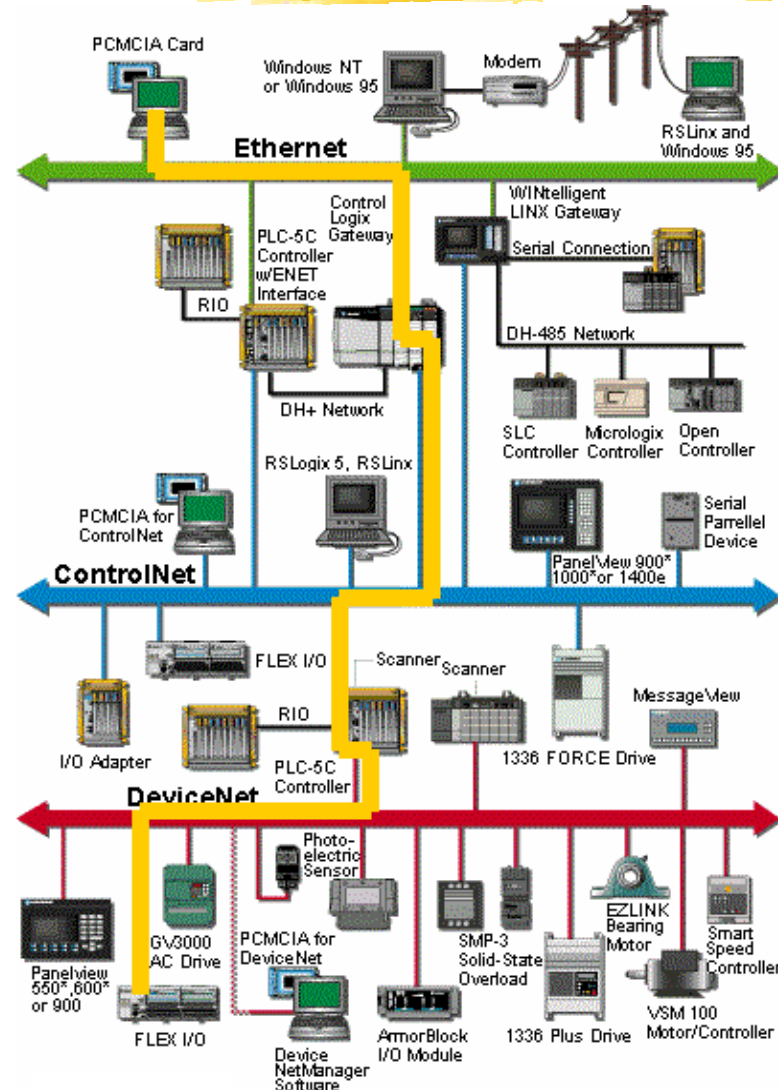


“Layout” 2 de un sistema de fabricación flexible



# Sistemas de Fabricación Flexible.

## Introducción.







# Sistemas de Fabricación Flexible.

## Introducción.

- Una **instalación de fabricación flexible** posee, en general:
  - **Equipos de producción** que realizan automáticamente el cambio de piezas y herramientas, lo que les permite trabajar sin operarios a pie de máquina durante largos periodos de tiempo
  - **Sistemas de manutención y transporte** automático de piezas y herramientas, tanto entre máquinas como entre ellas y los almacenes
  - **Entrada al azar de un conjunto de piezas** distintas adecuadamente identificadas dentro de una gama más o menos amplia predeterminada asociada a la tecnología de grupos

(sigue)



# Sistemas de Fabricación Flexible.

## Introducción.

(sigue)

- Un sistema de **monitorización y control** informatizado que coordina todo el proceso
- Un **sistema de gestión** de materiales, máquinas y herramientas que permite
  - Fabricación Justo a Tiempo (JIT, *Just In Time*)
  - Inspección de la producción
  - Diagnóstico y mantenimiento preventivos
- Por todo ello, el concepto FMS presenta diversas variantes como son los **módulos**, células o **celdas**, las líneas y el **taller** de fabricación flexible.



# Sistemas de Fabricación Flexible.

## Introducción.

### Tipos de flexibilidad y factores de los que depende (I)

<i>Tipos de flexibilidad</i>	<i>Definición</i>	<i>Factores de los que depende</i>
Flexibilidad de maquinaria	<i>Facilidad que tiene una máquina dada para adaptarse a un sistema de producción.</i>	<ul style="list-style-type: none"><li>- Tiempo de "setup".</li><li>- Facilidad para reprogramar la máquina.</li><li>- Herramientas que posee cada máquina.</li><li>- Control y versatilidad del trabajador en el sistema.</li></ul>
Flexibilidad de Producción	<i>Rango de diferentes productos que pueden ser fabricados por el sistema.</i>	<ul style="list-style-type: none"><li>- Flexibilidad maquinaria en estaciones individuales.</li><li>- Flexibilidad de las estaciones del sistema.</li></ul>
Flexibilidad de la mezcla de productos	<i>Capacidad para variar el % de los diferentes productos a fabricar manteniendo la producción final..</i>	<ul style="list-style-type: none"><li>- Similitud de productos en la producción total.</li><li>- Trabajo relativo a las partes producidas</li><li>- Flexibilidad en la máquina.</li></ul>
Flexibilidad de Producto	<i>Facilidad con la que se puede introducir modificaciones en los diseños existentes. Facilidad para introducir nuevos productos.</i>	<ul style="list-style-type: none"><li>- Preparación del programa de la pieza.</li><li>- Flexibilidad de la máquina.</li></ul>



# Sistemas de Fabricación Flexible.

## Introducción.

### Tipos de flexibilidad y factores de los que depende (II)

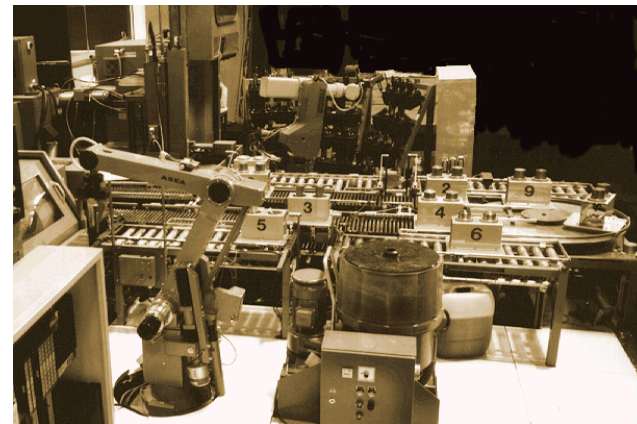
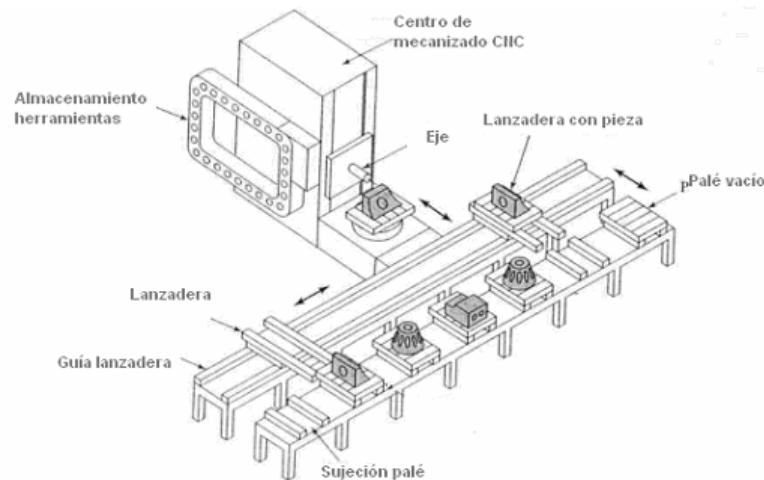
<i>Tipos de flexibilidad</i>	<i>Definición</i>	<i>Factores de los que depende</i>
Flexibilidad de Enrutado	<i>Capacidad de modificar las secuencias de fabricación debido a roturas o fallos en maquinaria individual.</i>	<ul style="list-style-type: none"><li>- Similitud de las partes en la mezcla.</li><li>- Similitud de las estaciones de trabajo.</li><li>- Duplicidad de las estaciones de trabajo.</li><li>- Entrenamiento para los trabajadores</li><li>- Herramientas comunes</li></ul>
Flexibilidad de Volumen	<i>Dada una inversión fija la capacidad de producir económicamente dentro de un rango de producción.</i>	<ul style="list-style-type: none"><li>- Nivel de trabajo manual existente en la producción.</li><li>- Cantidad invertida en equipamiento.</li></ul>
Flexibilidad de Expansión	<i>Facilidad con la que un sistema se puede expandir con el fin de obtener un incremento de la producción.</i>	<ul style="list-style-type: none"><li>- Coste de añadir estaciones de trabajo.</li><li>- Facilidad con la que el layout puede ser ampliado.</li><li>- Tipo de sistema de transporte utilizado.</li><li>- Facilidad con la que se puede enseñar a los propios trabajadores.</li></ul>



# Sistemas de Fabricación Flexible.

## Módulo de Fabricación Flexible

- Los Módulos de Fabricación Flexible (**FMM**, *Flexible Manufacturing Module*) consisten en **una máquina** controlada por computador que puede fabricar piezas diferentes **sin** necesidad de un operario que realice tareas de cambio de elementos.
- Un ejemplo típico es un CNC que posee un almacén automático de herramientas y piezas.





# Sistemas de Fabricación Flexible.

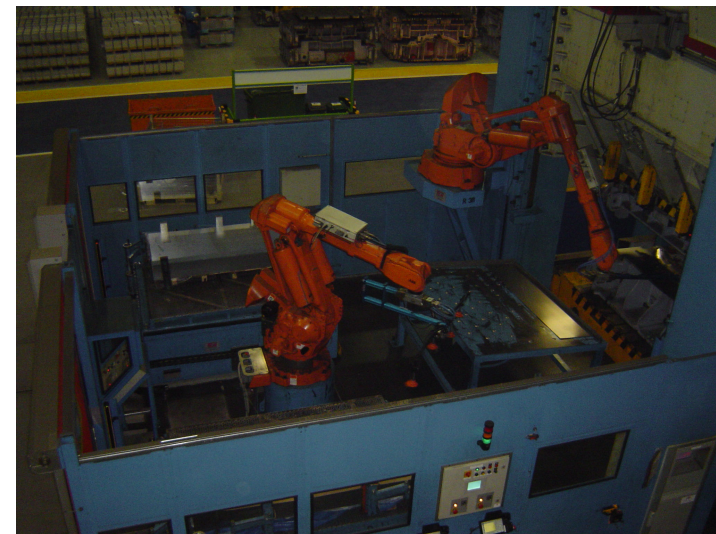
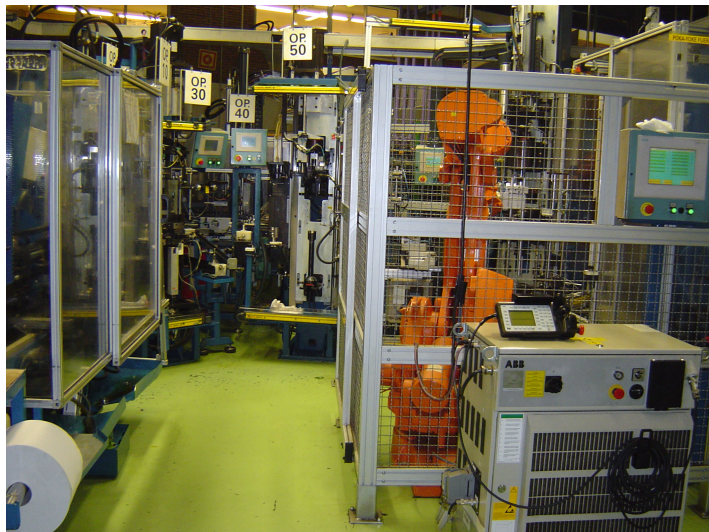
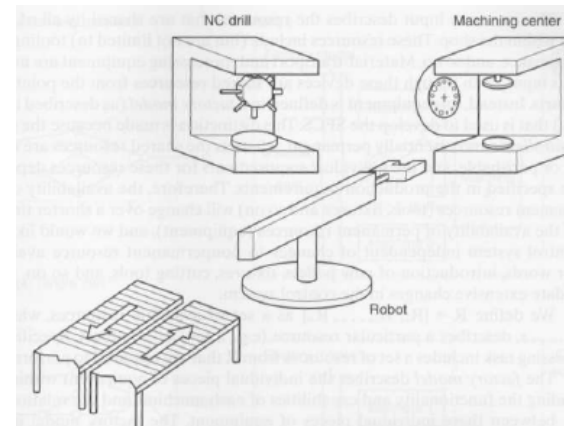
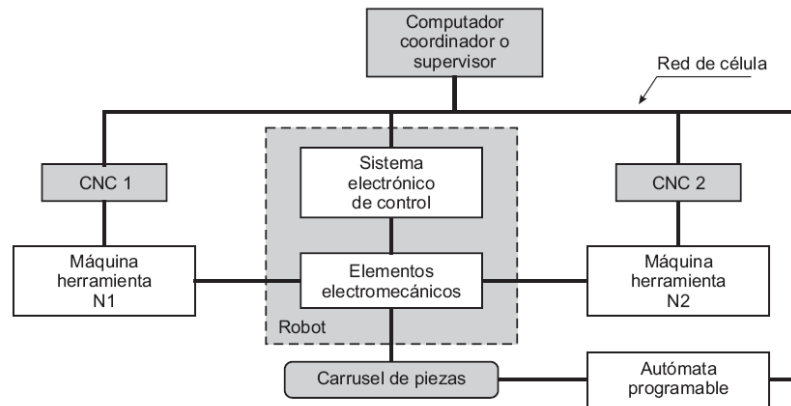
## Célula de Fabricación Flexible

- Una Célula de Fabricación Flexible (**FMC**, *Flexible Manufacturing Cell*) consiste en **un conjunto de máquinas-herramienta** capaces de mecanizar **total** o casi totalmente una cierta categoría de piezas y realizar el **control de calidad** sobre ellas.
- Está asociada a la tecnología de grupos y se caracteriza por:
  - Cada máquina está dotada de un **sistema CNC** y posee un **almacén** automático de **herramientas y piezas**
  - Posee **almacenes intermedios** (*buffers*) entre máquinas que garantizan la autonomía durante cierto tiempo (p. ej. Horas)
  - Posee un **computador que coordina** las labores de mecanizado, mantenimiento y transporte entre las máquinas



# Sistemas de Fabricación Flexible.

## Célula de Fabricación Flexible





# Sistemas de Fabricación Flexible.

## Línea de Fabricación Flexible

- Una Línea de Fabricación Flexible (**FML**, *Flexible Manufacturing Line*) está formada por un **conjunto de células de fabricación flexible** relacionadas entre sí mediante un sistema de **transporte** de piezas adecuadamente **identificadas**.
- En general se caracteriza por:
  - Poseer un **almacén automatizado** en línea de piezas y herramientas
  - Admitir la **llegada al azar** a su entrada de un gran número de **piezas**
  - Poseer un **computador coordinador** que ejecuta un programa de **gestión** que asigna las piezas a las máquinas y un programa de **planificación** y programación de la **producción**.



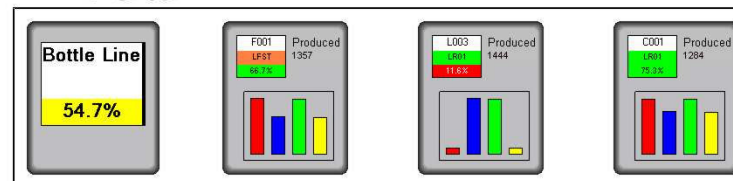
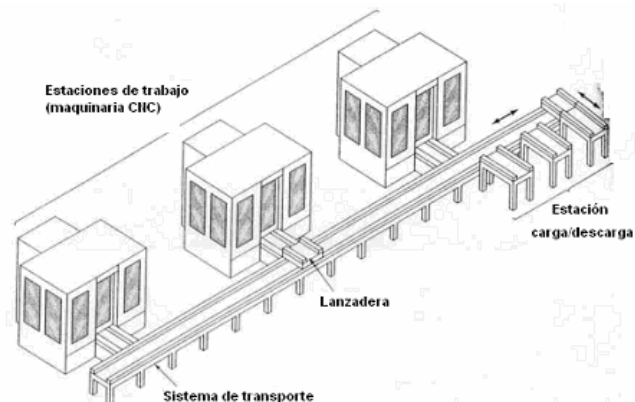
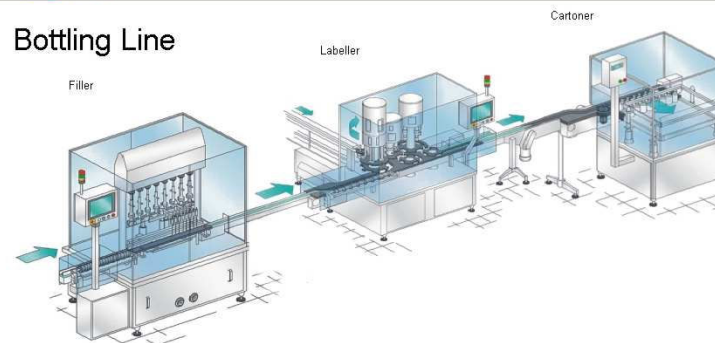


# Sistemas de Fabricación Flexible.

## Línea de Fabricación Flexible



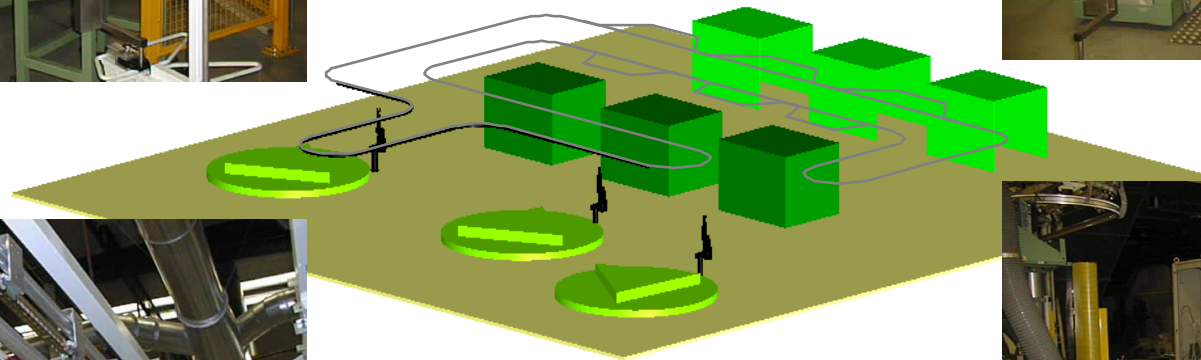
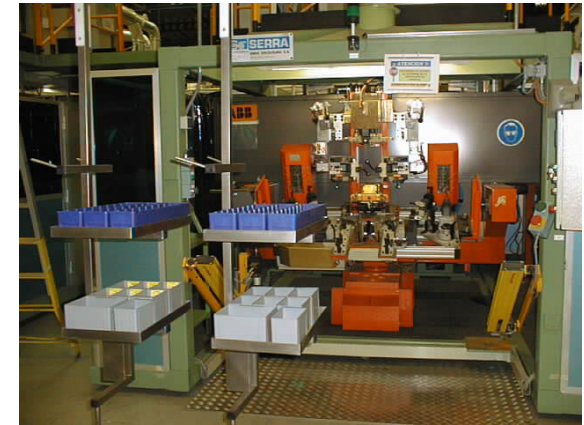
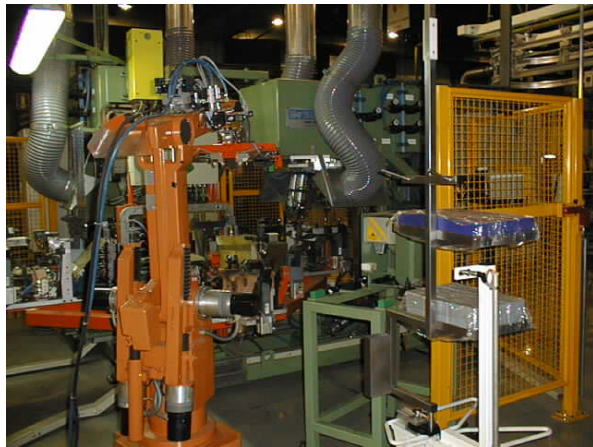
Bottling Line





# Sistemas de Fabricación Flexible.

## Línea de Fabricación Flexible





# Sistemas de Fabricación Flexible.

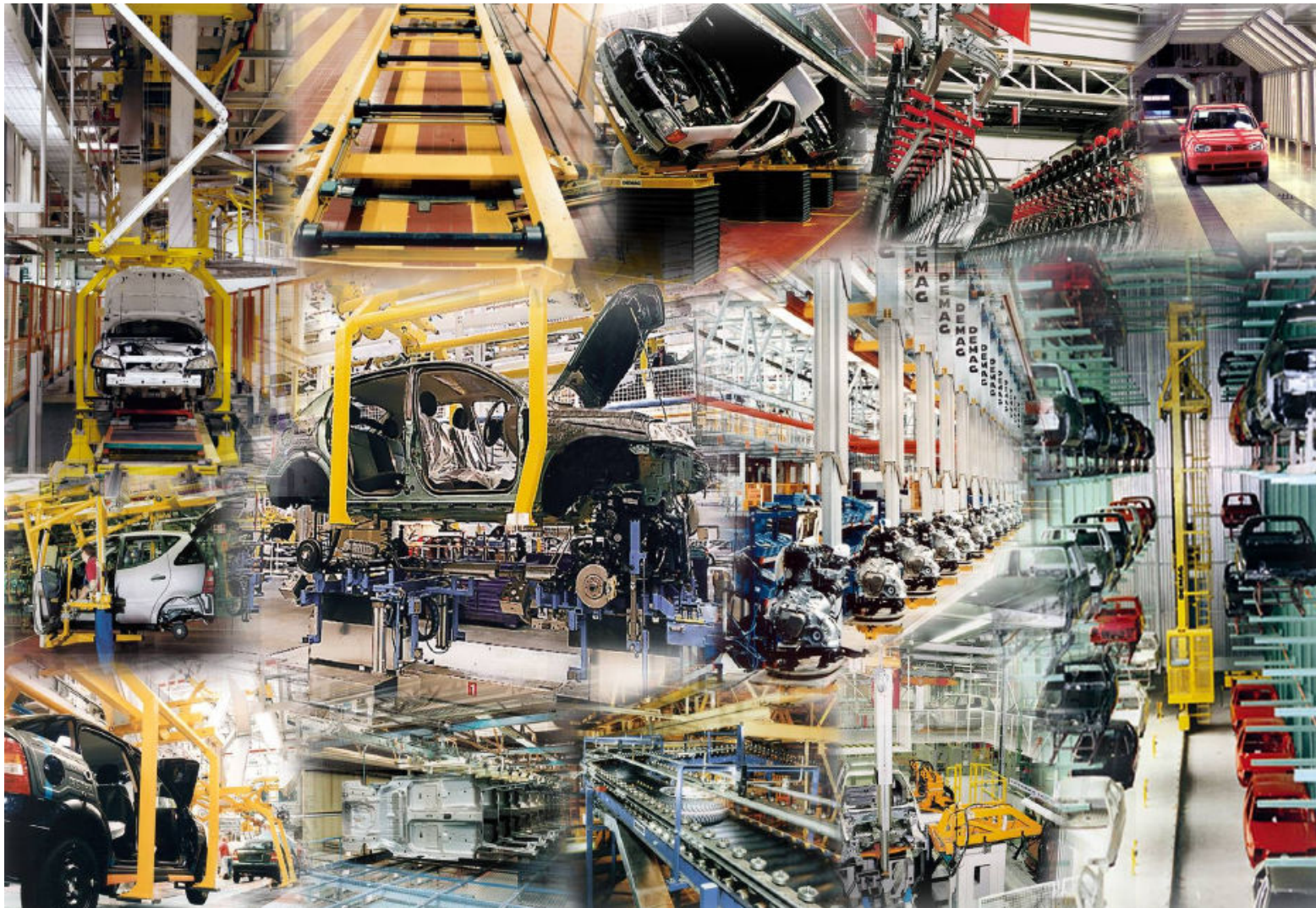
## Taller Flexible

- El Taller Flexible, también denominado **FMS**, tiene **integradas** dentro de la filosofía de fabricación flexible **todas las funciones de una planta de fabricación** como son la recepción de materiales, la inspección, el almacenaje, el transporte, la mecanización, el montaje, la distribución, ...
- Un FMS se caracteriza por producir **cualquier tipo de pieza** que se precise y para ello ejecuta **programas de control y gestión** de gran **complejidad**.
- Su implantación implica la **normalización de los productos y de los medios de producción**, lo que hace que sólo esté al alcance de empresas **líderes** en su sector.



# Sistemas de Fabricación Flexible.

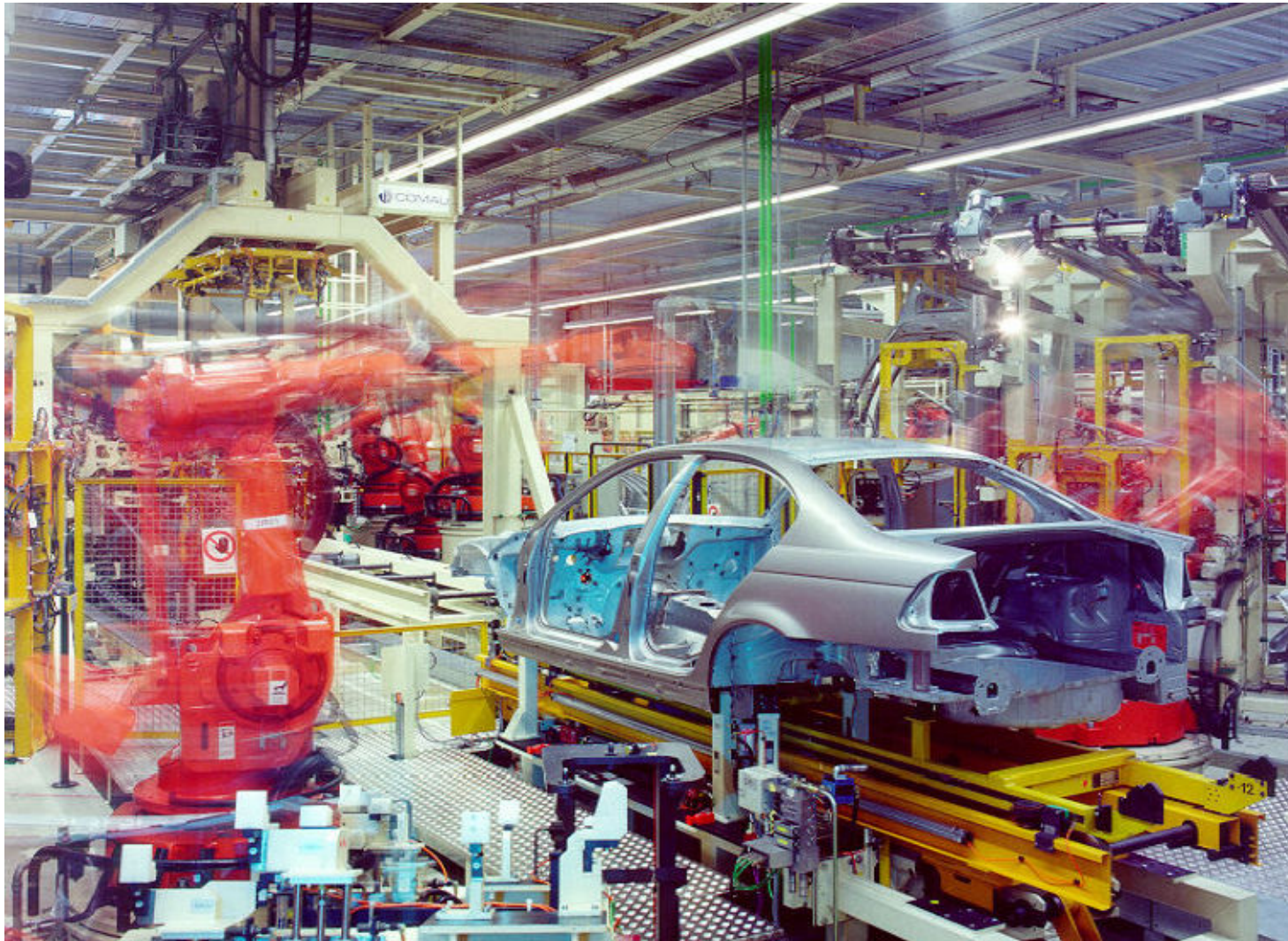
## Taller Flexible





# Sistemas de Fabricación Flexible.

## Taller Flexible





# Sistemas de Fabricación Flexible.

## Taller Flexible





# Sistemas de Fabricación Flexible.

## Taller Flexible

- En realidad, el Taller Flexible es una **filosofía de producción** porque afecta a toda la empresa y obliga a un cambio de estrategia empresarial:
  - **Estrategia de mercado**, pues permite truncar rápidamente el ciclo de vida de un producto, reforzar la innovación tecnológica, aumentar su complejidad, ampliar las gamas, atender a peticiones de personalización, fragmentar el mercado, ...
  - **Ingeniería de producto**, porque permite integrarla con la ingeniería de fabricación e implantar la tecnología de grupos.
  - **Estrategia de producción**, porque permite trabajar contra pedido e implantar la gestión JIT.
  - **Ingeniería de proceso**, porque necesita integrar técnicos en proceso con técnicos en informática, comunicaciones, ...

(sigue)



# Sistemas de Fabricación Flexible.

## Taller Flexible

(sigue)

- Las **finanzas**, porque los sistemas de costes pasan a tener un componente variable muy alto (al ser prácticamente fijos) y por lo tanto muy sensibles al volumen de producción, los procedimientos de análisis de inversiones y su amortización experimentan también un cambio importante.
- Las **relaciones industriales**, porque puede ocasionar problemas laborales importantes si no es asumida por el personal debido a que reduce la mano de obra directa, aumenta las necesidades de formación, reconversión y modificación de estructuras y funciones y necesita, en algunos casos, la contratación de expertos en condiciones más favorables de las usuales.
- Por todo ello, debe implantarse de forma **gradual** y con una adecuada formación, información y adecuación del personal.





# Sistemas de Fabricación Flexible. Formación

## Modularity

The diagram illustrates a modular flexible manufacturing system (FMS-200) composed of several interconnected stations and modules. The stations are arranged in a line, with a central transfer module (SAI 0900) connecting them. The stations are:

- Station 1 SAI 0100**: Body supply module
- Station 2 SAI 0200**: Bearing supply module
- Station 3 SAI 0300**: Module of hydraulic pressing of bearings
- Station 4 SAI 0400**: Module of selection-fitting of shaft
- Station 5 SAI 0500**: Module of selection - fitting of cover
- Station 6 SAI 0600**: Screws supply module
- Station 7 SAI 0700**: Robotized screwing module
- Station 8 SAI 0800**: Storage module

The central **Transfer module SAI 0900** is labeled **FMS-200**. To the right, an **Assembled mechanism** is shown, along with **Mechanism parts** including gears, shafts, and bearings. The **SMC INTERNATIONAL TRAINING** logo is also present.



# Sistemas de Fabricación Flexible.

## Formación

### Technology Integration

The FMS 200 system is designed in such a way the user may study the different technologies within the field of automation in a practical context by getting to grips with both the functions and applications of the different components.



In the area of **pneumatic and electropneumatic technology** there are many different types of drivers (single, double action cylinders, rodless, linear rotation, indexing plates, etc...) and controls (valves and solenoid-valves in groups or independently) which have a wide range of applications. All of these are studied in detail.



FMS-200



One of the stations is based on **hydraulic technology** and it includes the power unit, cylinder and controls for independent use.



**Electrotechnic power systems** are present in both the transfer module, driven by an asynchronous motor, and the storage module in which the shafts are driven by brushless motors.



Each station incorporates a **programmable controller or PLC**, which allows the configuration and instructions to be studied as well as the programming of these appliances which are so widely used in all automation processes.

Sensors are found in practically all the stations with a wide range of uses (inductive, capacitive, reed, potentiometer, encoder, photoelectric, etc.)



All the stations are interconnected with the master PLC through an **industrial communication bus**, and they can operate at different levels depending on the configuration chosen.



All the stations include an **independent and easily removed control panel**. This enables the skills related to **automated devices and electrical panels** to be developed.



The **robotised screwing station** enables the concepts behind **industrial robotics** to be analysed.



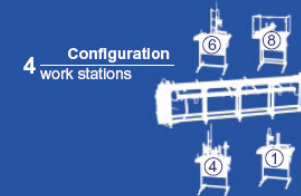
The option of adding a **SCADA** (Supervision, Control and Data Acquisition) allows for the possibility of **monitoring the process and linking up with production management modules**.

All the didactic documentation supplied with the system is oriented to the development of professional skills

### Configuration Examples

The modular design of the FMS - 200 system allows for several optimal configurations, ranging from the independent use of each station right up to the complete solution of all eight modules plus the transfer. All options allow for growth over a period of time.

1 Configuration work station



4 Configuration work stations



6 Configuration work stations



8 Configuration work stations

