

# SISTEMAS DE FABRICACIÓN FLEXIBLE

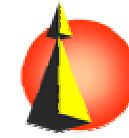


Ingeniería de  
Sistemas y  
Automática

**Tecnología de Fabricación y  
Tecnología de Máquinas**



# Índice

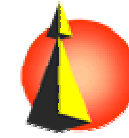


Ingeniería de  
Sistemas y  
Automática

Tecnología de Fabricación y  
Tecnología de Máquinas

- Introducción a los SFF
- Conceptos Básicos
- Características de la Fabricación Flexible
- Elementos de la Fabricación Flexible
- El control de células de Fabricación
- Selección de una célula flexible

# INTRODUCCIÓN A LOS SFF



Ingeniería de  
Sistemas y  
Automática  
**Tecnología de Fabricación y  
Tecnología de Máquinas**

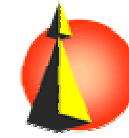
Década de los 80 : Cambio en políticas y sistemas de producción Industrial

- Menor tasa de crecimiento
- Nuevas necesidades
- Exigencia de Calidad
- Competencia Mundial
- Ciclo de vida corto
- Nuevas y sofisticadas Tecnologías

Fabricas convencionales

- Producto Estándar. Grandes Series
- Exceso capacidad productiva
- Imposibilidad atender peticiones variantes a costes razonables

# INTRODUCCIÓN A LOS SFF



Ingeniería de  
Sistemas y  
Automática  
Tecnología de Fabricación y  
Tecnología de Máquinas

¿ COMO CONSEGUIR LA RENTABILIDAD DE LAS EMPRESAS EN ESTE ENTORNO?

- Flexibilidad del producto y de los procesos de producción.
  - Diseño modular. “Marquismo”
  - Reducción tiempos de programación. Automatización de almacenes. Manutención. Flexibilidad mano de obra.
- Calidad y fiabilidad del producto.
  - Se desplaza la calidad al puesto de trabajo. 100% inspecciones, Círculos de Calidad
- Predicibilidad y confiabilidad del producto.
  - Controles predictivos y adaptativos
- Integración del producto, proceso y organización.
  - Ingeniería concurrente

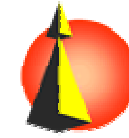
# INTRODUCCIÓN A LOS SFF



Ingeniería de  
Sistemas y  
Automática  
**Tecnología de Fabricación y  
Tecnología de Máquinas**

- Reducción de tiempos de respuesta para el lanzamiento de nuevos productos.
  - Técnicas CAD\_CAM. Prototipado rápido.
- Eliminación del gasto no estrictamente necesario.
  - Automatización
  - Reducción mano de obra
  - Aumento utilización de equipos.
  - JIT
- Reducción de los tiempos de preparación y de espera.
  - Estudio de procesos
  - Estandarización
- Automatización de los procesos.
- Aumento de la producción global.

# INTRODUCCIÓN A LOS SFF



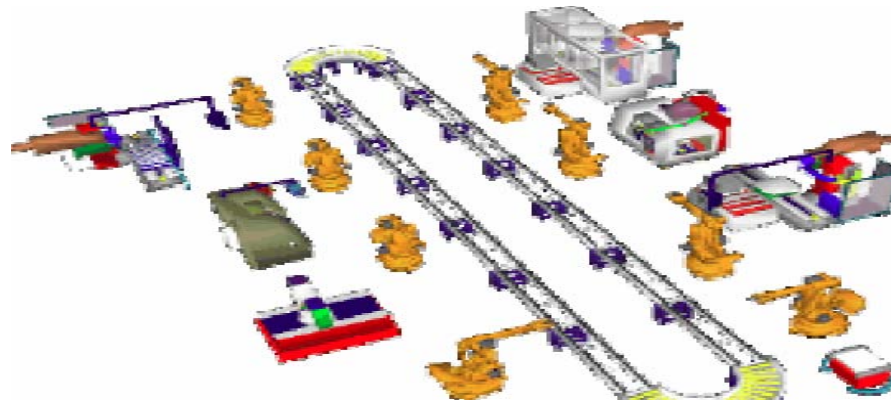
Ingeniería de  
Sistemas y  
Automática  
**Tecnología de Fabricación y  
Tecnología de Máquinas**

## ¿ QUE JUSTIFICA LA IMPLANTACIÓN DE UN S.F.F.?

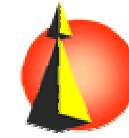
- Mayor competitividad.
- Mayor calidad.
- Menores costes.
- Aumento de la variedad de piezas a fabricar.
- Reducción del tamaño de los lotes.
- Reducción de los tiempos de reacción.
- Reducción de los tiempos de recorrido.
- Reducción de las existencias.
- Aprovechamiento de las máquinas y los medios de servicio.

# CONCEPTOS BÁSICOS

La Fabricación Flexible permite que la producción de una serie limitada de piezas obtenga las ventajas reservadas a la fabricación de grandes series (Economía de Escala ).



# CONCEPTOS BÁSICOS



Ingeniería de  
Sistemas y  
Automática

Tecnología de Fabricación y  
Tecnología de Máquinas

## DEFINICION

- Por sistema de fabricación flexible se entiende un grupo de máquinas-herramientas de control numérico enlazadas entre sí mediante un sistema de transporte de piezas común y un sistema de control centralizado. Para cada pieza a fabricar, se dispone de programas de piezas comprobados y memorizados en una estación de datos central. Varias máquinas-herramientas CN diferentes (complementarias entre sí) o similares (redundantes) realizan los mecanizados necesarios en las piezas de una familia, de manera que el proceso de fabricación tiene lugar de modo automático.

- Los sistemas de fabricación flexible son, por tanto, una combinación de componentes ya existentes:

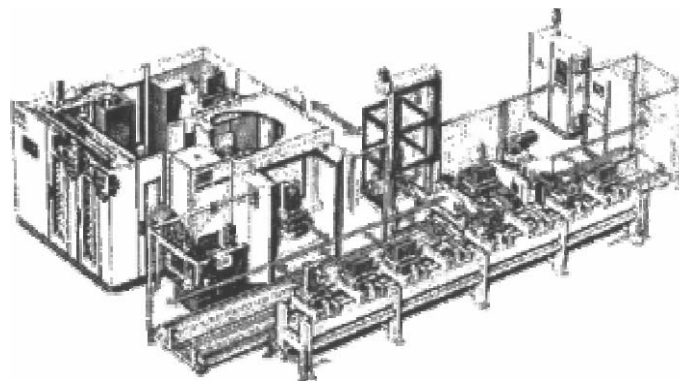
máquinas-herramientas  
sistema de transporte de piezas  
dispositivo de cambio de piezas  
y un sistema de control central



# CONCEPTOS BÁSICOS

## CELULA DE FABRICACION FLEXIBLE

Generalmente, por célula de fabricación flexible se entiende una sola máquina, normalmente un centro de mecanizado o un centro de torneado, complementada con dispositivos para un funcionamiento, limitado en el tiempo, para el mecanizado completo de piezas sin la atención del operario.



# CONCEPTOS BÁSICOS

## CELULA DE FABRICACION FLEXIBLE

Condiciones de funcionamiento :

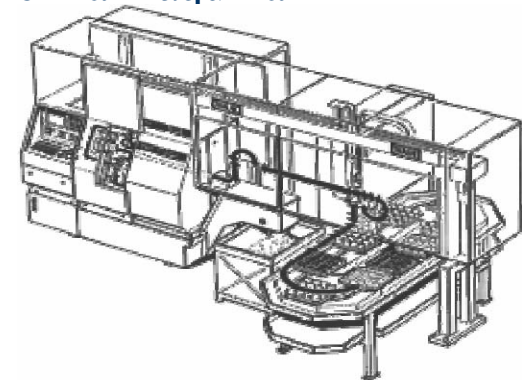
Existencias de piezas suficientes en forma de palets cargados o de almacenes de palets

Alimentación automática a la máquina desde el almacén de piezas.

Un dispositivo de supervisión de herramientas para el control de roturas o desgastes con requerimiento automático de herramientas equivalentes.

Control dimensional de las piezas mecanizadas integrado en la máquina

Codificación de los palets después de la mecanización



# CONCEPTOS BÁSICOS

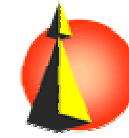
## LINEA DE FABRICACION FLEXIBLE

Varias máquinas con control numérico o células flexibles, se relacionan entre sí mediante un sistema de transporte de piezas e identificación de las mismas. En general disponen en línea de almacenes de piezas y herramientas automatizados. Permiten la entrada al azar de gran diversidad de piezas y el software de gestión de línea las asigna a la máquina más adecuada. El microordenador que coordina la línea realiza también funciones de planificación y programación de la producción.

## TALLER FLEXIBLE

Los sistemas de recepción, inspección, almacenaje, transporte, mecanización, verificación, montaje, inspección y distribución, están totalmente automatizados y coordinados por un ordenador central y a través de los microordenadores satélites de cada función o taller.

# CARACTERISTICAS DE LA FABRICACIÓN FLEXIBLE



Ingeniería de  
Sistemas y  
Automática

Tecnología de Fabricación y  
Tecnología de Máquinas

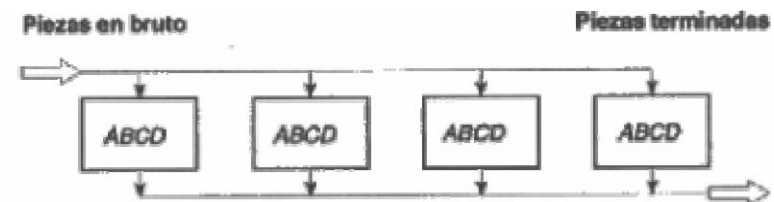
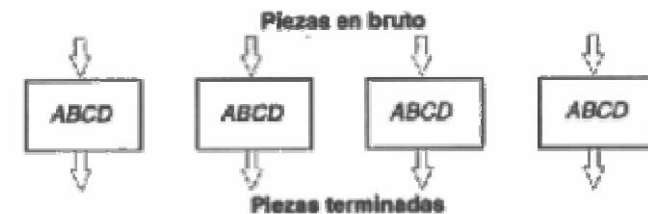
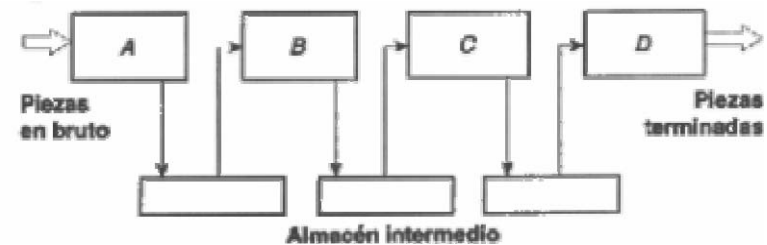
## FUNCIONES DESARROLLADAS

- Mecanización automática.
- Cambio automático de piezas y herramientas.
- Transporte automático entre máquinas.
- Identificación de piezas y herramientas.
- Autocorrección de desviaciones.
- Gestión de máquinas, materiales y herramientas.

# CARACTERISTICAS DE LA FABRICACIÓN FLEXIBLE

## CRITERIOS DE UTILIZACION

- Piezas similares, tamaños de lote medianos y relativamente grandes:
  - máquinas-herramientas no encadenadas.
  - se ha de disponer de almacenes intermedios para las piezas en curso
- Producción lotes medianos de piezas diferentes,
  - centros de mecanizado.
- Fabricación de varias piezas distintas, tamaños de lote pequeños y los modelos varían constantemente,
  - Se requiere gran flexibilidad en el sistema de fabricación

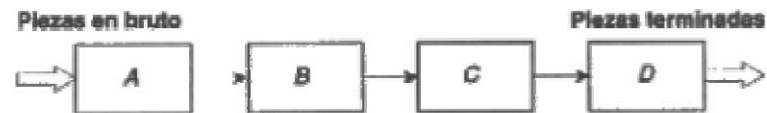




# CARACTERÍSTICAS DE LA FABRICACIÓN FLEXIBLE

## ELECCIÓN Y DISPOSICIÓN DE MÁQUINAS

- SERIE



- PARALELO

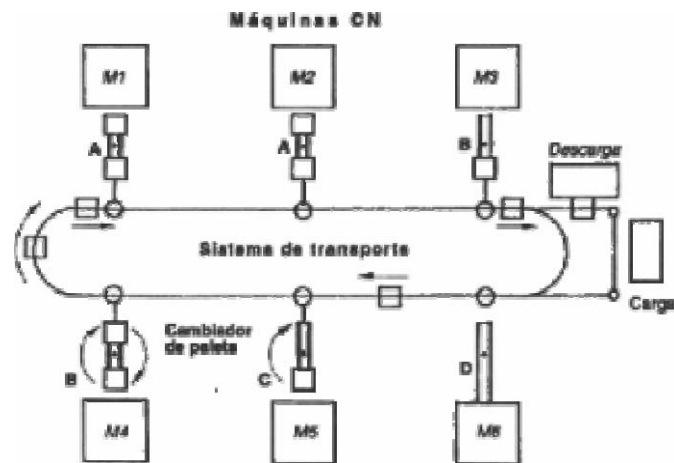


- MIXTA

Combinación de las dos anteriores

# CARACTERISTICAS DE LA FABRICACIÓN FLEXIBLE

## ELECCIÓN Y DISPOSICIÓN DE MÁQUINAS



# ELEMENTOS DE FABRICACION FLEXIBLE



Ingeniería de  
Sistemas y  
Automática

Tecnología de Fabricación y  
Tecnología de Máquinas

- MATERIALES
- HERRAMIENTAS
- UTILLAJES
- DETECCION DEL DESGASTE DE HERRAMIENTAS
- SISTEMAS DE IDENTIFICACION DE HERRAMIENTAS
- ESTACIONES PARA EL PREREGLAJE DE HERRAMIENTAS
- SISTEMAS DE IDENTIFICACION DE MATERIALES
- ALMACENES
- MAQUINAS
- CORRECCIONES TERMICAS
- SISTEMAS DE DETECCION DE POSICION Y VELOCIDAD
- MAQUINAS DE MEDICION DE COORDENADAS TRIDIMENSIONALES
- MANIPULADORES Y ROBOTS



# ELEMENTOS DE FABRICACION FLEXIBLE



Ingeniería de  
Sistemas y  
Automática

Tecnología de Fabricación y  
Tecnología de Máquinas

## □ MATERIALES

En una fábrica flexible se diseña el producto pensando en el proceso de fabricación.

Las piezas se agrupan en familias, tanto desde el punto de vista para la base de datos, como desde el punto de vista para la fabricación de células flexibles

- Tecnología de Grupos en Ingeniería
- Tecnología de Grupos en Fabrica
- Codificación de piezas

# ELEMENTOS DE FABRICACION FLEXIBLE

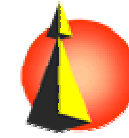
## □ HERRAMIENTAS

- Gran cantidad de Herramientas
- Diversidad tipos de acoplamiento
- Concepto modular.



- HERRAMIENTAS MODULARES
  - Acoplamiento
  - Adaptador
  - Herramienta

# ELEMENTOS DE FABRICACION FLEXIBLE



Ingeniería de  
Sistemas y  
Automática

Tecnología de Fabricación y  
Tecnología de Máquinas

## □ UTILLAJES

• Para disminuir el tiempo de montaje de las piezas en máquinas se recurre en general a la palatización, sobre todo en los centros de mecanizado

### • UTILLAJES MODULARES

- Embrido automático y flexible
- Palets giratorios
- Fijaciones por una sola cara

# ELEMENTOS DE FABRICACION FLEXIBLE



Ingeniería de  
Sistemas y  
Automática

Tecnología de Fabricación y  
Tecnología de Máquinas

## □ DETECCION DEL DESGASTE DE HERRAMIENTAS

- Por cálculo teórico

- Por medición del desgaste:

- Directa: Medición de la distancia entre la arista de la herramienta y la pieza (Sensor neumático) Medición de la superficie de desgaste con reflexión de un rayo láser. Captación de la imagen de la herramienta y comparación con el perfil sin desgaste.

- Indirecta: Evolución de las cotas mecanizadas de la pieza.

- Medición de los esfuerzos de corte de la herramienta.

- Medición del consumo de los motores.

# ELEMENTOS DE FABRICACION FLEXIBLE

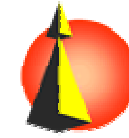


Ingeniería de  
Sistemas y  
Automática

Tecnología de Fabricación y  
Tecnología de Máquinas

- ❑ SISTEMAS DE IDENTIFICACION DE HERRAMIENTAS
  - Cápsulas de código fijo, cápsulas de código programable, código de barras, etc
  
- ❑ ESTACIONES PARA EL PRERREGLAJE DE HERRAMIENTAS
  - Son estaciones específicas para determinar o medir los correctores de las herramientas, fuera de las máquinas de mecanización.

# ELEMENTOS DE FABRICACION FLEXIBLE



Ingeniería de  
Sistemas y  
Automática

Tecnología de Fabricación y  
Tecnología de Máquinas

## □ SISTEMAS DE IDENTIFICACION DE MATERIALES

### • Ópticos

- Por códigos de barras
- Por identificación de caracteres
- Por reconocimiento de formas

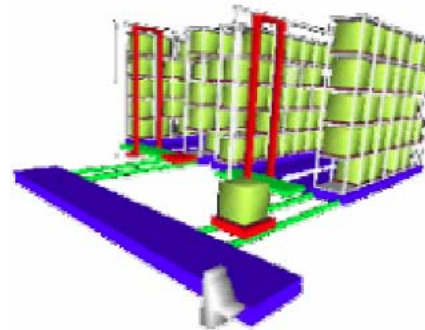
### • Magnéticos

- Tarjetas magnéticas
- Cápsulas
- Cintas

# ELEMENTOS DE FABRICACION FLEXIBLE

## □ ALMACENES

- Uno de los objetivos de la fabricación flexible es la eliminación de stocks, tanto de productos terminados como de materiales en curso de fabricación o en bruto



- JIT
- Posición determinada
- Primer hueco libre



# ELEMENTOS DE FABRICACION FLEXIBLE

## □ MAQUINAS

- Dentro de una filosofía de fabricación flexible las máquinas vienen caracterizadas por la flexibilidad en sus funciones; la flexibilidad es la capacidad de mecanizar piezas diferentes de manera automática sin necesidad de una preparación previa por parte del operario

### FUNCIONES NECESARIAS

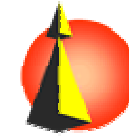
- Mecanizado
- Herramientas
- Piezas
- Funciones auxiliares

## □ CORRECCIONES TERMICAS

- Las máquinas pueden disponer de sensores que miden la temperatura de la herramienta y de la estructura de la máquina, y permiten corregir automáticamente las desviaciones por dilataciones térmicas



# ELEMENTOS DE FABRICACION FLEXIBLE



Ingeniería de  
Sistemas y  
Automática

Tecnología de Fabricación y  
Tecnología de Máquinas

## □ SISTEMAS DE DETECCION DE POSICION Y VELOCIDAD

- Las máquinas con control numérico disponen de captadores de posición para determinar con precisión la posición de la herramienta respecto a la pieza de forma automática.

### **Captadores de posición**

- Analógicos o digitales
- Absolutos o incrementales
- Directos o indirectos
- Lineales o rotativos

### **Captadores de velocidad**

- Dinamo Taquimétrica

# ELEMENTOS DE FABRICACION FLEXIBLE



Ingeniería de  
Sistemas y  
Automática

Tecnología de Fabricación y  
Tecnología de Máquinas

## ❑ MÁQUINAS DE MEDICION DE COORDENADAS TRIDIMENSIONALES

- Son automáticas con CNC.
- La máquina de medición de coordenadas con CNC, puede estar dotada de los medios de manutención, transporte e identificación de piezas necesarios para su funcionamiento desatendido. Las piezas se depositan, en general, en un almacén tampón de carruseles de palets para conseguir una uniformidad térmica con el ambiente de la máquina

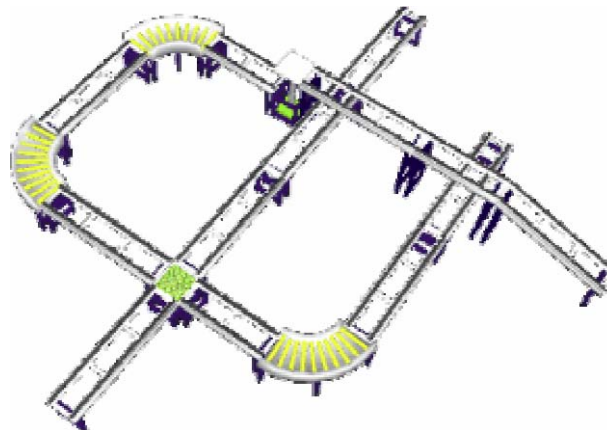
# ELEMENTOS DE FABRICACION FLEXIBLE

## □ TRANSPORTE

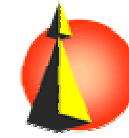
El sistema de transporte debe garantizar el movimiento de piezas entre las máquinas, es decir, entre sus elementos de carga y descarga, y entre éstos y los almacenes.

Mantener el stock tampón en las máquinas herramientas de las células flexibles.

Establecer un sistema de transporte entre todas las máquinas y los almacenes en el caso de líneas flexibles



# ELEMENTOS DE FABRICACION FLEXIBLE



Ingeniería de  
Sistemas y  
Automática

Tecnología de Fabricación y  
Tecnología de Máquinas

## □ TRANSPORTE

### •FUNCIONES Y EXIGENCIAS

- Capaz, Fiable y con acceso aleatorio
- Seguridad
- Coste y capacidad de adaptación
- Garantizar exactitud de mecanizado, posicionamiento y orientación
- Posibilidad de recorridos de espera
- Manejo sencillo
- Posibilidad de ampliación y complementación
- Mantenimiento y servicio sin interrupción de proceso

# ELEMENTOS DE FABRICACION FLEXIBLE



Ingeniería de  
Sistemas y  
Automática

Tecnología de Fabricación y  
Tecnología de Máquinas

## □ TRANSPORTE

### •ORGANIZACION

- Paso obligado
- Paso de búsqueda
- Paso hacia el objetivo

### •DIRECCIONAMIENTO DE PIEZAS

- Amarre al palet
- Lectura
- Eliminación dirección
- Direccionamiento a siguiente proceso

# ELEMENTOS DE FABRICACION FLEXIBLE

## □ TRANSPORTE

### •ELEMENTOS DE TRANSPORTE

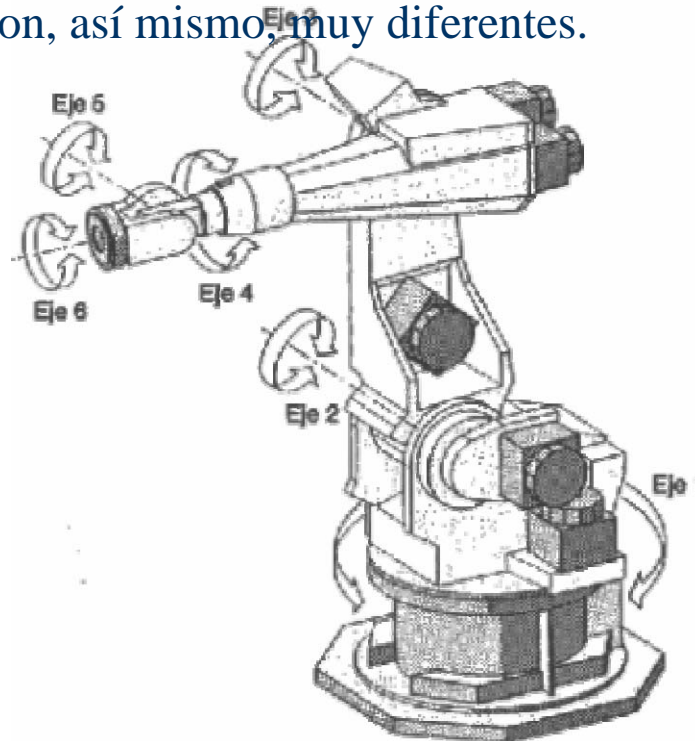
- Cintas
- Rodillos
- Cadenas
- Monorrailes
- Birrailes
- AGV
  - Filoguiados
  - Guiado óptico
  - Radioguiados
  - Navegación automática



# ELEMENTOS DE FABRICACION FLEXIBLE

## □ MANIPULADORES Y ROBOTS

- Los robots industriales tienen características parecidas a las máquinas CN pero una cinemática muy diferente. Las áreas de trabajo, las exigencias específicas y la programación son, así mismo, muy diferentes.



# ELEMENTOS DE FABRICACION FLEXIBLE



Ingeniería de  
Sistemas y  
Automática

Tecnología de Fabricación y  
Tecnología de Máquinas

## □ MANIPULADORES Y ROBOTS

- *Construcción de los robots industriales*
- *Propiedades de los robots industriales*
- *Control de robots industriales*
- *Propiedades de los controles para robot*
- *Posibilidades de aplicación de los robots industriales*
- *Criterios para la utilización de robot industriales*



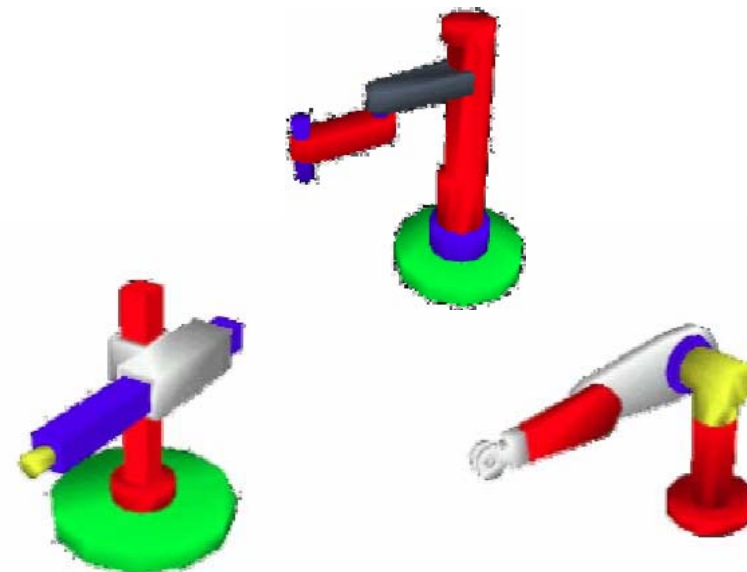
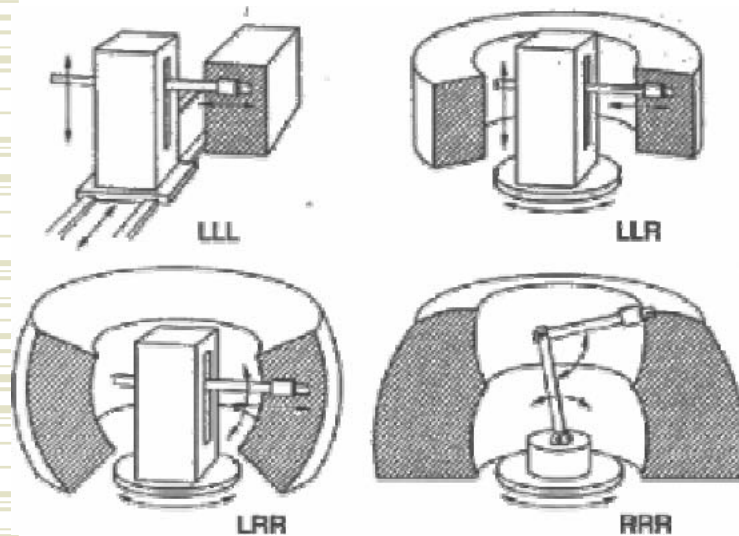
# ELEMENTOS DE FABRICACION FLEXIBLE

## □ MANIPULADORES Y ROBOTS

### Construcción de los robots industriales

Un robot industrial está formado por hasta seis grupos constructivos principales::

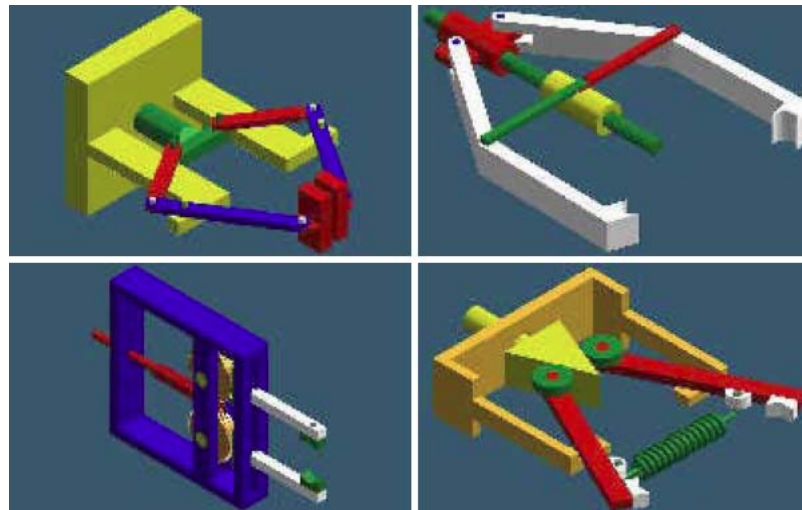
- 1-Mecánica/cinemática



# ELEMENTOS DE FABRICACION FLEXIBLE

## □ MANIPULADORES Y ROBOTS Construcción de los robots industriales

2-Pinza o mano



# ELEMENTOS DE FABRICACION FLEXIBLE

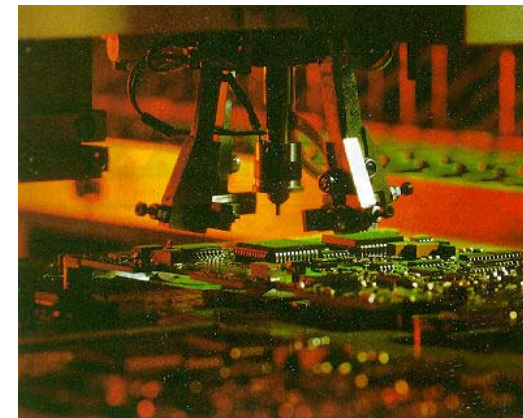
## □ MANIPULADORES Y ROBOTS

### Propiedades de los robots industriales

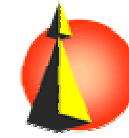
1- Unidades de manipulación

2- Robots con control de puntos

3- Robots con control de trayectoria



# ELEMENTOS DE FABRICACION FLEXIBLE



Ingeniería de  
Sistemas y  
Automática

Tecnología de Fabricación y  
Tecnología de Máquinas

## □ MANIPULADORES Y ROBOTS

### Control de robots industriales

La condición más importante para la utilización rentable de robots industriales es su flexibilidad, es decir, su capacidad de adaptación a tareas distintas. En los robots industriales esta propiedad viene determinada esencialmente por el control integrado y su programabilidad

Se distingue en base al control entre :

- Dispositivos de alimentación sencillos
- Robots de control por puntos
- Robots con control de trayectoria
- Robots de reproducción

# ELEMENTOS DE FABRICACION FLEXIBLE



Ingeniería de  
Sistemas y  
Automática

Tecnología de Fabricación y  
Tecnología de Máquinas

## □ MANIPULADORES Y ROBOTS

### Propiedades de los controles para robot

- Memoria de programas
- Estructura del programa
- Programación
- Conexiones lógicas
- Conexión de sensores

# ELEMENTOS DE FABRICACION FLEXIBLE

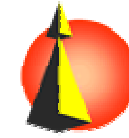
## □ MANIPULADORES Y ROBOTS

### Posibilidades de aplicación de los robots industriales

- Manipulación de material
- Carga y descarga de maquinas herramientas
- Soldadura
- Pintura
- etc



# ELEMENTOS DE FABRICACION FLEXIBLE



Ingeniería de  
Sistemas y  
Automática

Tecnología de Fabricación y  
Tecnología de Máquinas

## □ MANIPULADORES Y ROBOTS

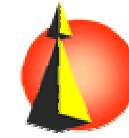
### Crterios para la utilización de robot industriales

- Ambiente nocivo
- Tareas repetitivas
- Seguridad
- etc

Para los “humanos” :

- Preparación de piezas
- Control
- Verificaciones
- “Sentido Común”

# EL CONTROL DE LAS CELULAS DE FABRICACION



Ingeniería de  
Sistemas y  
Automática

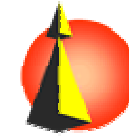
**Tecnología de Fabricación y  
Tecnología de Máquinas**

Para que el conjunto de máquinas y elementos de manutención y transporte trabaje automáticamente, según unos ciclos de operaciones previstos, hace falta un sistema de coordinación y mando de toda la instalación.

Estas funciones de gobierno, es decir, de operación coordinada de todos y cada uno de los elementos, son las que se incluyen dentro del sistema de control formado por un conjunto de dispositivos electrónicos - hardware - unidos entre sí mediante una red de comunicaciones y una serie de programas - software - de las distintas secuencias de operaciones a efectuar.



# EL CONTROL DE LAS CELULAS DE FABRICACION



Ingeniería de  
Sistemas y  
Automática

Tecnología de Fabricación y  
Tecnología de Máquinas

## FUNCIONES DEL CONTROL :

- Identificar
- Ordenar
- Monitorizar
- Reaccionar
- Control CNC
- Control de transporte
- Control DNC

# SELECCIÓN DE UNA CELULA FLEXIBLE



Ingeniería de  
Sistemas y  
Automática

Tecnología de Fabricación y  
Tecnología de Máquinas

Características a tener en cuenta en la selección :

• Características generales:

- Tipo de máquina
- N° de ejes
- N° de ejes controlados simultáneamente
- Velocidad de trabajo
- Potencias en cada eje
- Precisión y repetibilidad
- Volumen de trabajo

• Características función herramienta:

- Capacidad del almacén
- Tiempo de cambio
- Detección de rotura
- Control de desgaste
- Identificación
- Acoplamientos

# SELECCIÓN DE UNA CELULA FLEXIBLE



Ingeniería de  
Sistemas y  
Automática

Tecnología de Fabricación y  
Tecnología de Máquinas

Características a tener en cuenta en la selección :

- Características función pieza:
  - Dimensiones y pesos manejables
  - Tiempo de cambio
  - Previsión del posicionado
  - Capacidad del almacén
  - Medición en máquina
- Características de función auxiliares:
  - Evacuación de viruta
  - Evacuación de viruta
  - Refrigeración
  - Mantenimiento preventivo
  - Autodiagnos
  - Acceso a la máquina
  - Seguridad