

# 7. SISTEMAS DE FABRICACIÓN FLEXIBLE (SFF)

## 7.1. INTRODUCCIÓN a los SFF

- **Cambio en la situación del mercado.** El mercado se empezó a caracterizar por una disminución de la tasa de crecimiento, una diversificación del producto para adaptarse a necesidades específicas de los clientes, una mayor exigencia de calidad y una competencia de ámbito mundial.
- **Cambio de los productos.** Los productos ofrecen cada día más y mejores prestaciones, una amplia gama de variantes para adaptarse a los gustos y necesidades de los clientes, una garantía de calidad "cero defectos" y un ciclo de vida corto debido a las constantes incorporaciones de nuevas y sofisticadas tecnologías.

# 7. SISTEMAS DE FABRICACIÓN FLEXIBLE (SFF)

## 7.1. INTRODUCCIÓN a los SFF

Las fábricas convencionales, diseñadas para elaborar un producto estándar en gran serie, se encuentran por un lado, con exceso de capacidad productiva por encima del nivel de demanda, y, por otro, con la imposibilidad de atender las peticiones de variantes del producto estándar a unos costes razonables.



**NECESIDAD DE UN CAMBIO  
EN LOS SISTEMAS DE FABRICACIÓN**

# 7. SISTEMAS DE FABRICACIÓN FLEXIBLE (SFF)

## 7.1. INTRODUCCIÓN a los SFF

Para conseguir la rentabilidad de las empresas en las actuales condiciones del mercado, las políticas de producción se orientan según los siguientes criterios:

- Flexibilidad del producto y de los procesos de producción.
- Calidad y fiabilidad del producto.
- Reducción de tiempos de respuesta en el lanzamiento de nuevos productos.
- Eliminación del gasto no estrictamente necesario.
- Reducción de los tiempos de preparación y de espera.
- Automatización de los procesos.
- Aumento de la productividad.

# 7. SISTEMAS DE FABRICACIÓN FLEXIBLE (SFF)

## 7.1. INTRODUCCIÓN a los SFF

En el mercado de productos en que de alguna manera interviene la mecanización de piezas metálicas, cada día es más notoria una fuerte competitividad que obliga al fabricante a atraer a sus clientes ofreciendo una mayor gama de productos (productos especiales para cada cliente), menores plazos de entrega y mejores precios. Desde el punto de vista de la fabricación, esta situación plantea las siguientes exigencias:

- Alta productividad incluso para pequeños lotes de fabricación.
- Reducción de los tiempos de recorrido.
- Reducción de existencias.
- Reducción de costes de personal.

# 7. SISTEMAS DE FABRICACIÓN FLEXIBLE (SFF)

## 7.1. INTRODUCCIÓN a los SFF: RESUMEN

**¿Qué es lo que justifica y conduce a la FABRICACIÓN FLEXIBLE?**

- 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.

# 7. SISTEMAS DE FABRICACIÓN FLEXIBLE (SFF)

## 7.2. CONCEPTOS BÁSICOS

La fabricación flexible es un sistema que permite la producción automática de una familia de piezas diferentes minimizando, y en algunos casos eliminando, los costes adicionales por el cambio de fabricación, y que proporciona por tanto una productividad y unos costes unitarios reservados hasta ahora a la fabricación de grandes series.

Un sistema de fabricación flexible no está condicionado por un tamaño mínimo de lote sino que puede mecanizar incluso piezas únicas en cualquier sucesión, siempre bajo la premisa de la existencia del correspondiente programa de pieza.

# 7. SISTEMAS DE FABRICACIÓN FLEXIBLE (SFF)

## 7.2. CONCEPTOS BÁSICOS

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.

En lo posible, el desarrollo automático del mecanizado no debe interrumpirse debido a cambios manuales de herramientas o amarre.

# 7. SISTEMAS DE FABRICACIÓN FLEXIBLE (SFF)

## 7.2. CONCEPTOS BÁSICOS

Los sistemas sofisticados pueden incluir también un almacén de materiales, máquinas de medición, y gestión automática de herramientas en los flujos de trabajo e información. Un sistema de este tipo responde ampliamente a la imagen de un "**sistema tr nsfer flexible**" para el mecanizado rentable de lotes pequeños y medianos.

La utilización de máquinas-herramientas de control numérico facilita notablemente la adaptación continua de modificaciones de diseño o de mecanizado, sin los cambios de equipos, normalmente inevitables y costosos en tiempo, de los sistemas tr nsfer tradicionales.

Los sistemas de fabricación flexibles se pueden utilizar tanto para el mecanizado de piezas prismáticas como rotativas. Ello requiere, junto a máquinas-herramientas diferentes, sistemas de transporte distintos.



# 7. SISTEMAS DE FABRICACIÓN FLEXIBLE (SFF)

## 7.2. CONCEPTOS BÁSICOS

**Los sistemas de fabricación flexible son adaptables en dos sentidos:**

- 1.-En la adaptación a una tarea de fabricación concreta.
- 2.-En la adaptación a las distintas piezas a mecanizar que se suceden en cualquier secuencia y tamaño de lote.

# 7. SISTEMAS DE FABRICACIÓN FLEXIBLE (SFF)

## 7.2. CONCEPTOS BÁSICOS

**Para trabajar de modo rentable, un sistema de este tipo ha de cumplir condiciones de fabricación especiales, entre las que están:**

- 1.-La fabricación automatizada y, a pesar de ello flexible y adaptable, de una familia de piezas con semejanzas geométricas y de mecanizado.
- 2.-La fácil adaptación a modificaciones dependientes del mercado relacionadas con tamaño de lote o geometría y tecnología, así como la inclusión de piezas nuevas en el concepto de mecanizado.
- 3.-Trabajo totalmente automático con un mínimo de intervenciones manuales.

# 7. SISTEMAS DE FABRICACIÓN FLEXIBLE (SFF)

## 7.2. CONCEPTOS BÁSICOS

4.-Posibilidades de ampliación a posteriori de la instalación sin grandes tiempos muertos ni excesiva modificación del sistema existente.

5.-En caso de fallo de un componente del sistema, los demás componentes han de estar en situación de absorber temporalmente sus tareas.

6.-El diseño orientado al servicio de toda la instalación, para facilitar preventivamente el mantenimiento y la eliminación de errores.

# 7. SISTEMAS DE FABRICACIÓN FLEXIBLE (SFF)

## 7.2. CONCEPTOS BÁSICOS

**Los sistemas de fabricación flexible son una combinación de componentes ya existentes:**

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

conectados de tal manera que permiten la fabricación automática de lotes de tamaño mediano y pequeño.

# 7. SISTEMAS DE FABRICACIÓN FLEXIBLE (SFF)

## 7.2. CONCEPTOS BÁSICOS

Bajo estas premisas, se consigue una mecanización rentable mediante:

- 1.-El aprovechamiento de la flexibilidad y la productividad de las máquinas-herramientas CN para la producción de series pequeñas y medianas.
- 2.-Mayor aprovechamiento técnico y temporal de los medios de fabricación al reducir o eliminar los tiempos de cambio de equipamiento.
- 3.-Cambio automático de pieza, herramientas y programas de mecanizado en función de las piezas.

Un sistema de fabricación flexible permite fabricar de manera automática y flexible diferentes piezas dentro de una cierta gama de volúmenes, tamaños y formas. Cuanto mayor es la flexibilidad, mayor es la inversión y la complejidad técnica.

# 7. SISTEMAS DE FABRICACIÓN FLEXIBLE (SFF)

## 7.2. CONCEPTOS BÁSICOS

Es una tecnología adecuada para los talleres con gran variedad de piezas en series pequeñas, o con productos de rápida obsolescencia, elevado nivel de campos y modificaciones.

Se basa en la utilización intensiva de los ordenadores acoplados a las máquinas y elementos de producción en funciones de monitorización, control y gestión.

- Primeras experiencias, máquinas con control numérico, manipuladores y robots coordinados todos ellos mediante un sofisticado sistema de control con ordenador.
- Desarrollos posteriores incorporan el concepto de "modularidad" configurando el "taller flexible" como un conjunto de una serie de elementos productivos autónomos: "las células de fabricación flexible".

# 7. SISTEMAS DE FABRICACIÓN FLEXIBLE (SFF)

## 7.2. CONCEPTOS BÁSICOS: *Célula de fabricación 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.

# 7. SISTEMAS DE FABRICACIÓN FLEXIBLE (SFF)

## 7.2. CONCEPTOS BÁSICOS: *Célula de fabricación flexible.*

Para ello son necesarios:

- 1.- Unas **existencias de piezas suficientes** en forma de palets cargados o de almacenes de palets con una pieza cada uno, para el funcionamiento durante un turno.
- 2.- La **alimentación automática** a la máquina desde el almacén de piezas.
- 3.- Un **dispositivo de supervisión de herramientas** para el control de roturas o desgastes con requerimiento automático de herramientas equivalentes.



# 7. SISTEMAS DE FABRICACIÓN FLEXIBLE (SFF)

## 7.2. CONCEPTOS BÁSICOS: *Célula de fabricación flexible.*

- 4.- Un **control dimensional** de las piezas mecanizadas integrado en la máquina, p. ej. mediante palpadores, o externo a la máquina mediante dispositivos de medición separados, ocasionalmente con realimentación automática para la modificación de los valores de corrección en la máquina o con una señal de desconexión en el caso de salirse de las tolerancias.
- 5.- El **retorno automático** de las piezas mecanizadas al almacén de piezas.
- 6.- El paro automático de la máquina una vez mecanizadas las existencias de piezas o en caso de detección de error.

# 7. SISTEMAS DE FABRICACIÓN FLEXIBLE (SFF)

## 7.2. CONCEPTOS BÁSICOS: *Línea 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 ordenador que coordina la línea realiza también funciones de planificación y programación de la producción.

# 7. SISTEMAS DE FABRICACIÓN FLEXIBLE (SFF)

## 7.2. CONCEPTOS BÁSICOS: *Taller flexible*

Tiene todas las funciones de fabricación incorporadas e integradas dentro de la filosofía de fabricación 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 ordenadores satélites de cada función o taller. Así como las células y las líneas flexibles están dimensionadas, en general, para tratar una familia más o menos amplia de piezas, un taller flexible puede producir todo tipo de pieza que se precise. La sofisticación del sistema en programas de ordenador, en racionalización y en estandarización de producto y medios de fabricación, en sistemas de control y de gestión, hace que hoy por hoy el taller flexible esté solo al alcance de empresas líderes en renovación tecnológica.

# 7. SISTEMAS DE FABRICACIÓN FLEXIBLE (SFF)

## 7.3. Características de la FABRICACIÓN FLEXIBLE

La fabricación flexible consta de un proceso automático de mecanizado e inspección, mantenimiento y transporte, bajo un elemento de control que coordina todas las operaciones elementales del equipo.

***Funciones:***

- 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.

# 7. SISTEMAS DE FABRICACIÓN FLEXIBLE (SFF)

## 7.3. Características de la FABRICACIÓN FLEXIBLE

### *Características:*

- Flexibilidad.

En el producto en cuanto a: forma, dimensiones, materiales, previsión, ...

En la producción en cuanto a cantidad, lotes, programas, ...

- Automatización

En el mecanizado, cambio de pieza, cambio de herramienta, transporte, identificación, limpieza de piezas, verificación de piezas,...

- Productividad

Debido a la fabricación desatendida, rapidez de cambio de herramienta, rapidez de cambio de pieza, pocas averías, optimización del mecanizado...

# 7. SISTEMAS DE FABRICACIÓN FLEXIBLE (SFF)

## 7.3. Características de la FABRICACIÓN FLEXIBLE

### *Características:*

- Calidad del producto

Asegurada por: la inspección de piezas, precisión de las máquinas, estabilidad térmica, rigidez de las máquinas, autocorrección, ...

- Fiabilidad del proceso

Gracias al: control de desgaste, control de desviaciones, control de condiciones de mecanizado, mantenimiento preventivo,...

# 7. SISTEMAS DE FABRICACIÓN FLEXIBLE (SFF)

## 7.3. Características de la FABRICACIÓN FLEXIBLE

### *Criterios de utilización*

Para la producción de piezas similares, con tamaños de lote entre medianos y relativamente grandes, se utilizan preferentemente **determinadas máquinas-herramientas** no encadenadas.

Una vez preparados los dispositivos y herramientas y disponiéndose del programa CNC es posible el buen aprovechamiento temporal de la máquina. Cuando es necesario el mecanizado en varias máquinas se ha de disponer de almacenes intermedios para las piezas en curso.

# 7. SISTEMAS DE FABRICACIÓN FLEXIBLE (SFF)

## 7.3. Características de la FABRICACIÓN FLEXIBLE

### *Criterios de utilización*

Si la tarea de fabricación consiste, por el contrario, en la producción de lotes medianos de piezas diferentes, en las que las exigencias de exactitud impiden los cambios de amarre repetidos, nos encontramos entre el área de utilización típica de los **centros de mecanizado**.

Los tiempos de mecanización requieren aún un dispositivo adicional para el cambio de palets, para poder realizar tareas de amarre y desamarre simultáneamente al mecanizado.



# 7. SISTEMAS DE FABRICACIÓN FLEXIBLE (SFF)

## 7.3. Características de la FABRICACIÓN FLEXIBLE

### *Criterios de utilización*

Si las exigencias son mayores, llegando hasta la fabricación de varias piezas distintas con tamaños de lote pequeños y donde la composición de los pedidos varía constantemente, se requiere una gran flexibilidad del sistema de fabricación. En este caso la principal dificultad radica en disponer siempre de los programas, dispositivos y herramientas adecuados, en la máquina adecuada para cada pieza, ya que podrían producirse tiempos de espera caros en los dispositivos de producción.

Comienza aquí el campo de trabajo de los **sistemas de fabricación flexible regidos por un sistema de orden superior.**

# 7. SISTEMAS DE FABRICACIÓN FLEXIBLE (SFF)

## 7.3. Características de la FABRICACIÓN FLEXIBLE

### *Elección y disposición de las máquinas*

El diseño de sistemas de fabricación flexibles, y especialmente la elección de las máquinas que utilizar, se rige por las piezas y las tareas de fabricación.

Es imprescindible que las máquinas dispongan de control numérico. La ingeniería encargada de la elaboración del sistema completo debería ocuparse de encargar las máquinas a los proveedores. De este modo quedará en una sola mano la responsabilidad del funcionamiento futuro del sistema completo.

Lo mismo es válido para las máquinas para operaciones posteriores sobre las piezas producidas, como las lavadoras de piezas, máquinas de medición, estaciones de inversión, etc.

# 7. SISTEMAS DE FABRICACIÓN FLEXIBLE (SFF)

## 7.3. Características de la FABRICACIÓN FLEXIBLE

Según la experiencia actual, es aconsejable utilizar en lo posible máquinas estandarizadas y no más de dos o tres tipos de máquinas diferentes. Cuando una máquina no puede utilizarse por avería u otros motivos, las máquinas restantes tienen que estar en situación de realizar, transitoriamente, las tareas de la misma para evitar el paro total del sistema de fabricación. Ninguna de las máquinas debería estar orientada a la fabricación de una pieza concreta: cada máquina debe poderse utilizar universalmente (de modo flexible) una vez cambiadas las herramientas e incorporado el nuevo programa. Sólo así es posible adaptar rápidamente la producción del sistema a las cambiantes exigencias del mercado. También es más fácil y barata una ampliación posterior si no hay máquinas especiales que den origen a cuellos de botella difícilmente evitables.

# 7. SISTEMAS DE FABRICACIÓN FLEXIBLE (SFF)

## 7.3. Características de la FABRICACIÓN FLEXIBLE

Una vez elegidos y establecidos el número y el tipo de las máquinas, se determina su disposición y su enlace mediante el sistema de transporte. Para ello se dispone de tres posibilidades:

- 1.- Disposición en serie**
- 2.- Disposición en paralelo**
- 3.- Disposición mixta**

# 7. SISTEMAS DE FABRICACIÓN FLEXIBLE (SFF)

## 7.3. Características de la FABRICACIÓN FLEXIBLE

En la **disposición en serie**, es decir un conjunto de máquinas dispuestas una tras otra, cada pieza pasa sucesivamente por todas las máquinas de modo similar a la fabricación en un sistema tr nfer.

A ello corresponde también la elección de las máquinas utilizadas. Dado que en cada "estación" se realiza una operación "complementaria" a la anterior, para la disposición en serie se utilizan preferentemente **máquinas complementarias**, de concepción parcialmente diferente.

# 7. SISTEMAS DE FABRICACIÓN FLEXIBLE (SFF)

## 7.3. Características de la FABRICACIÓN FLEXIBLE

Esta disposición tiene notables desventajas, como:

- 1.-El ritmo viene determinado por la máquina más lenta o por la operación más larga, es decir, que las máquinas más rápidas tienen tiempos muertos.
- 2.-Si falla una estación se detiene todo el sistema o, para evitarlo, se han de tener programas de sustitución preparados para poder trasladar los trabajos de la unidad problemática a otras unidades.

Por ello, los conceptos modernos de fabricación flexible colocan las máquinas preferentemente en **disposición paralela**.

# 7. SISTEMAS DE FABRICACIÓN FLEXIBLE (SFF)

## 7.3. Características de la FABRICACIÓN FLEXIBLE

Las piezas se conducen, según sea conveniente, hacia una o varias de estas máquinas hasta completar el mecanizado. Cuando se utilizan centros de mecanizado, todos los mecanizados posibles deberían realizarse en la máquina una vez elegida, en lugar de repartir el mecanizado sobre varias máquinas sucesivas.

En función del programa o de la pieza, con la disposición en paralelo de las máquinas-herramientas es posible mecanizar completamente las piezas sobre una máquina o efectuar operaciones complementarias.

Ello resulta ventajoso cuando se utilizan, por ejemplo, determinadas máquinas sólo para trabajos de precisión y está previsto trasladar las tareas de desbaste a otras máquinas.

# 7. SISTEMAS DE FABRICACIÓN FLEXIBLE (SFF)

## 7.4. ELEMENTOS de FABRICACIÓN FLEXIBLE

### *Piezas*

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

La agrupación de piezas similares en familias es muy distinta según que la efectúe la Ingeniería del Producto o la del Proceso. La primera mira la forma y la otra el ciclo de operaciones o proceso de fabricación.

Las máquinas se agrupan para fabricar familias de piezas y no en función de que sean del mismo tipo de máquinas.

Las piezas se codifican para facilitar el almacenaje y posterior localización en la base de datos de la información referente a sus características, su diseño y su proceso de fabricación.



# 7. SISTEMAS DE FABRICACIÓN FLEXIBLE (SFF)

## 7.4. ELEMENTOS de FABRICACIÓN FLEXIBLE

### *Sistemas de identificación de piezas*

#### ▪ **Ópticos**

Por códigos de barras

Por identificación de caracteres

Por reconocimiento de formas

#### ▪ **Magnéticos**

Tarjetas magnéticas

Cápsulas

Cintas magnéticas

# 7. SISTEMAS DE FABRICACIÓN FLEXIBLE (SFF)

## 7.4. ELEMENTOS de FABRICACIÓN FLEXIBLE

### *Herramientas*

La gran cantidad de herramientas necesarias para la mecanización de una amplia familia de piezas, con la diversidad de tipos de acoplamiento que utilizan los distintos fabricantes de maquinaria, junto con la necesidad de reducir los tiempos de cambio de herramienta, ha motivado un importante cambio en el diseño de las mismas. De la herramienta monobloque, que se acopla directamente a la máquina, se ha pasado a un concepto modular o de bloques, en el que la herramienta se subdivide en dos o tres partes:

**HERREMIENTAS MODULARES DE CAMBIO RAPIDO**

# 7. SISTEMAS DE FABRICACIÓN FLEXIBLE (SFF)

## 7.4. ELEMENTOS de FABRICACIÓN FLEXIBLE

### *Herramientas*

Las herramientas modulares con cambio rápido constan de un acoplamiento, un adaptador y la herramienta propiamente dicha. El acoplamiento está siempre montado en el portaherramientas de la máquina y sobre él pueden fijarse una gran variedad de herramientas, sea directamente o sea a través de un adaptador, de esta manera una misma herramienta puede utilizarse en distintas máquinas.

La creciente incorporación de los centros de torneado y de los centros de mecanizado en las células de fabricación flexible prima la adopción de sistemas modulares universales, que permiten una mayor estandarización y por tanto una reducción del stock.

# 7. SISTEMAS DE FABRICACIÓN FLEXIBLE (SFF)

## 7.4. ELEMENTOS de FABRICACIÓN FLEXIBLE

### *Detección 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.

  - 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.

# 7. SISTEMAS DE FABRICACIÓN FLEXIBLE (SFF)

## 7.4. ELEMENTOS de FABRICACIÓN FLEXIBLE

### *Sistemas de identificación de herramientas*

Cápsulas de código fijo, cápsulas de código programable, código de barras, etc.

- Las cápsulas de código fijo tienen un número fijo pregrabado, en cada una un número distinto. En las máquinas donde interese identificar dicho código hace falta instalar la correspondiente unidad lectora.
- Las cápsulas de código programable tienen una memoria donde se puede grabar información tal como: número o identificación de la herramienta, tiempo acumulado que ha estado mecanizando en las distintas máquinas, correctores de la herramienta, correctores de desgaste, etc.

En cada máquina donde interese utilizar dicha información y actualizarla, hace falta una unidad lectora y una unidad de grabación.

# 7. SISTEMAS DE FABRICACIÓN FLEXIBLE (SFF)

## 7.4. ELEMENTOS de FABRICACIÓN FLEXIBLE

### *Estaciones para el prereglaje de herramientas*

Son estaciones específicas para determinar o medir los correctores de las herramientas, fuera de las máquinas de mecanización. Estas estaciones pueden ser con CNC, pueden estar dotadas de lectora de identificación de herramienta y enviar, de manera automática, el código de la herramienta y sus correctores directamente al CNC correspondiente o bien al ordenador de control de planta o de control de célula desde el cual se enviará al correspondiente CNC cuando sea necesario.

# 7. SISTEMAS DE FABRICACIÓN FLEXIBLE (SFF)

## 7.4. ELEMENTOS de FABRICACIÓN FLEXIBLE

### *Utillajes*

Para disminuir el tiempo de montaje de las piezas en máquinas se recurre en general a la paletización, sobre todo en los centros de mecanizado. El palet es un elemento que permite flexibilizar el montaje de cualquier pieza a la máquina dado que lo que se acopla es siempre el palet, no la pieza o piezas que han sido previamente incorporadas al mismo. Es decir, el montaje para el mecanizado, propio de cada pieza y que es en general lento, se efectúa fuera de la máquina, en una estación de montaje de piezas en palet. Ésta operación puede realizarse manualmente o automáticamente, mediante robots.

# 7. SISTEMAS DE FABRICACIÓN FLEXIBLE (SFF)

## 7.4. ELEMENTOS de FABRICACIÓN 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. El stock además de un coste de financiación elevado, proporciona un elemento de rigidez en relación a la modificación y renovación del producto. Por esto, junto a las técnicas que flexibilizan la producción, se adopta la de reducción de stocks (JIT - justo a tiempo). Dentro de esta tendencia se reducen y a veces se eliminan los grandes almacenes de fábricas convencionales y se tiende a colocar las piezas y las herramientas a pie de máquina, en la cantidad estrictamente necesaria para una fabricación automática y desatendida.



# 7. SISTEMAS DE FABRICACIÓN FLEXIBLE (SFF)

## 7.4. ELEMENTOS de FABRICACIÓN FLEXIBLE

### *Máquinas*

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 en las máquinas:

- Mecanizado

Incorporación de más operaciones elementales en una misma máquina con tendencia a conseguir un mecanizado total o casi total en una sola estación.

# 7. SISTEMAS DE FABRICACIÓN FLEXIBLE (SFF)

## 7.4. ELEMENTOS de FABRICACIÓN FLEXIBLE

### *Máquinas*

- Herramientas

Cambio automático de herramientas y control automático del desgaste o rotura para sustituirla. Almacén de herramientas en la misma máquina.

Palpadores para el prereglaje automático de las herramientas.

- Piezas

Carga y descarga automática de piezas, a partir de palets de piezas en bruto, y control automático de dimensiones que permite autocorregir las desviaciones programadas. Stock de palets.

- Funciones auxiliares

Sistemas de refrigeración y lubricación, evacuación de viruta, limpieza de piezas y máquinas, todo automático.

# 7. SISTEMAS DE FABRICACIÓN FLEXIBLE (SFF)

## 7.4. ELEMENTOS de FABRICACIÓN FLEXIBLE

### *Máquinas*

Se exigen prestaciones muy elevadas en cuanto a precisión y repetibilidad, y condiciones de mecanizado con velocidades y esfuerzos de corte elevados durante muchas horas de funcionamiento continuo.

Todo lo anterior implica condiciones especiales en cuanto a rigidez, precisión del guiado, estabilidad dinámica y térmica, tanto de la estructura fija como de la cadena cinemática y de los acoplamientos de piezas y herramientas. Bajo esta filosofía y aplicando los criterios mencionados anteriormente aparecen, por ejemplo, los centros de torneado y los centros de mecanizado, los cuales pueden disponer de todas las funciones automáticas mencionadas en cuanto al mecanizado de las herramientas, a las piezas y a las funciones auxiliares.

# 7. SISTEMAS DE FABRICACIÓN FLEXIBLE (SFF)

## 7.4. ELEMENTOS de FABRICACIÓN FLEXIBLE

### *Correcciones térmicas*

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.

# 7. SISTEMAS DE FABRICACIÓN FLEXIBLE (SFF)

## 7.4. ELEMENTOS de FABRICACIÓN FLEXIBLE

### *Sistemas de detección de posición y de 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. Dichos captadores dan una señal eléctrica proporcional a dicha posición, la cual se envía al correspondiente control numérico.

Los **captadores de posición** pueden ser:

- **Analógicos o digitales**

Según la naturaleza de la información que proporcionan, dependiendo del tipo de señal que suministre, continua proporcional a la variación de la posición o discreta correspondiente a incrementos de posición o posiciones discretas.

# 7. SISTEMAS DE FABRICACIÓN FLEXIBLE (SFF)

## 7.4. ELEMENTOS de FABRICACIÓN FLEXIBLE

### *Sistemas de detección de posición y de velocidad*

- **Absolutos o incrementales**

Según la relación entre la magnitud mecánica y la eléctrica, dependiendo de si las señales están relacionadas de manera unívoca con las posiciones independientemente de cualquier medida anterior o bien si su campo de medida está dividido en un número entero de pasos o incrementos de longitud definida e idéntica.

- **Directos o indirectos**

Según la situación del captador en la cadena de control, dependiendo de si directamente captan la posición del elemento a controlar o bien captan la posición de un elemento que cinemáticamente está relacionado con aquel.

# 7. SISTEMAS DE FABRICACIÓN FLEXIBLE (SFF)

## 7.4. ELEMENTOS de FABRICACIÓN FLEXIBLE

### *Sistemas de detección de posición y de velocidad*

#### ▪ **Lineales o rotativos**

Dependiendo de si entre la parte fija y la móvil del captador hay un desplazamiento lineal o angular.

También existen **captadores de velocidad** los cuales dan una señal eléctrica proporcional a la velocidad como es el caso de la dinamo tacométrica. Muchas veces esta información en cuanto a la velocidad se consigue a partir de las señales de los captadores de posición mencionados anteriormente

# 7. SISTEMAS DE FABRICACIÓN FLEXIBLE (SFF)

## 7.4. ELEMENTOS de FABRICACIÓN FLEXIBLE

### *Estaciones de medida*

Para medir las piezas fuera de la máquina donde se mecanizan. Pueden ser automatizadas o no.

Tienen la ventaja de no disminuir la productividad de la máquina donde se mecaniza.

Los puestos de inspección flexibles deben reunir unas características de funcionamiento similares a las células de mecanizado:

- Cambio automático de palpadores.
- Alimentación automática y al azar de piezas.
- Identificación de piezas y, en consecuencia, de los programas de medición.



# 7. SISTEMAS DE FABRICACIÓN FLEXIBLE (SFF)

## 7.4. ELEMENTOS de FABRICACIÓN FLEXIBLE

### *Estaciones de medida*

Para garantizar la bondad de los datos obtenidos es preciso un control estricto de la temperatura ambiental, de las condiciones de las piezas a medir, y en general del conjunto de la instalación. Para precisiones elevadas, la temperatura de las piezas no debe diferir en +/- 2°C de la del ambiente. Las vibraciones de ciertas máquinas pueden afectar también a los resultados.

Los sistemas de medición utilizados son:

- Bancos automáticos de calibrado.
- Máquinas de medición por coordenadas.

# 7. SISTEMAS DE FABRICACIÓN FLEXIBLE (SFF)

## 7.4. ELEMENTOS de FABRICACIÓN FLEXIBLE

### **Bancos de calibrado.**

Los bancos de calibrado son un montaje de palpadores generalmente inductivos que reproducen las medidas teóricas de la pieza, dan valores comparativos y precisan de una comprobación y tarado con una pieza patrón. Además, al cambiar de pieza debe efectuarse un nuevo montaje de comparadores, es decir, no son adecuados para series cortas de mecanizado y entrada al azar.

# 7. SISTEMAS DE FABRICACIÓN FLEXIBLE (SFF)

## 7.4. ELEMENTOS de FABRICACIÓN FLEXIBLE

### **Máquinas de medición 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.

Una vez generado el programa de control numérico para medir una cierta pieza, las siguientes piezas del mismo tipo se medirán de manera automática y toda la información puede pasar a un ordenador en el cual se puede hacer todo el tratamiento estadístico que se desee, y puede detectarse la evolución del valor de cada cota dentro de su intervalo de tolerancia, y antes de salir de él puede corregirse la posición de la correspondiente herramienta o cambiarla si ha llegado a su límite de desgaste.

# 7. SISTEMAS DE FABRICACIÓN FLEXIBLE (SFF)

## 7.4. ELEMENTOS de FABRICACIÓN 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. Según la configuración del taller se trata de:

- Mantener el stock 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.

El transporte automático de las piezas desde la estación de amarre hasta las estaciones de mecanizado y su devolución a la estación de descarga, es una premisa para el montaje de sistemas de fabricación flexible. Para cada pieza a mecanizar se utilizan palets de transporte específicos, que transportan las piezas a través del sistema de fabricación flexible.

# 7. SISTEMAS DE FABRICACIÓN FLEXIBLE (SFF)

## 7.4. ELEMENTOS de FABRICACIÓN FLEXIBLE

Los elementos más utilizados son:

- Cintas
- Rodillos
- Cadenas
- Monorrailes
- Birailes
- AGV

**Vehículos guiados automáticamente** (AGV: Automat Guided Vehicles).

Los AGV son vehículos autopropulsados, capaces de seguir automáticamente una trayectoria variable según un patrón flexible, es decir, fácilmente modificable.

# 7. SISTEMAS DE FABRICACIÓN FLEXIBLE (SFF)

## 7.4. ELEMENTOS de FABRICACIÓN FLEXIBLE

### **Vehículos filoguiados**

En el guiado inductivo o filoguiado, el circuito está formado por un hilo conductor enterrado en el suelo, recorrido por corrientes de muy baja intensidad, y a baja frecuencia. El campo magnético generado interacciona con dos bobinas situadas en la parte delantera del vehículo, que en función de la diferencia de las señales en cada bobina autocorrigue su trayectoria. Cada tramo del circuito tiene una frecuencia distinta y esto permite al vehículo cambiar de trayectoria.

# 7. SISTEMAS DE FABRICACIÓN FLEXIBLE (SFF)

## 7.4. ELEMENTOS de FABRICACIÓN FLEXIBLE

### **Vehículos por guiado óptico**

El vehículo sigue una línea marcada en el suelo con una sustancia fluorescente que, al ser activada mediante una luz ultravioleta, es detectado por dos células fotoeléctricas en la base del vehículo. Al variar la frecuencia de la luz ultravioleta, la señal detectada es distinta y permite pasar de un tramo de circuito a otro tramo. Si una célula fotoeléctrica se sale fuera de la línea, no recibe señal y el vehículo corrige su posición hasta que las dos células están activas.

Este sistema, muy fácil y barato de instalar y modificar, tiene el inconveniente de precisar unas condiciones de suelo y de ambiente muy apropiadas que no tienen en general las de un taller mecánico.

# 7. SISTEMAS DE FABRICACIÓN FLEXIBLE (SFF)

## 7.4. ELEMENTOS de FABRICACIÓN FLEXIBLE

### **Vehículos radioguiados**

El vehículo se controla por radio y a partir de la información de los encoders ligados a los ejes de los motores que accionan sus ruedas conoce la trayectoria que está siguiendo. Las posibles posiciones y trayectorias en la planta están definidas por un sistema de coordenadas.

Este es un vehículo más flexible ya que no necesita seguir ningún hilo enterrado ni ninguna línea marcada en el suelo. Hace falta que el suelo de la planta no favorezca el deslizamiento de las ruedas, ya que en este caso el vehículo introduce errores en su trayectoria. Cada cierto tiempo se hace pasar al vehículo por una estación de referencia para que corrija los errores de posición y orientación acumulados.



# 7. SISTEMAS DE FABRICACIÓN FLEXIBLE (SFF)

## 7.4. ELEMENTOS de FABRICACIÓN FLEXIBLE

### **Vehículos con navegación automática**

Estos vehículos, ellos mismos llevan sistemas propios para orientarse, como pueden ser cámaras de visión y por ejemplo, son capaces de sortear obstáculos.

# 7. SISTEMAS DE FABRICACIÓN FLEXIBLE (SFF)

## 7.4. ELEMENTOS de FABRICACIÓN FLEXIBLE

Normalmente todos estos vehículos AGV funcionan con baterías y tienen una cierta autonomía. Cada cierto tiempo necesitan recargarlas.

Si en cada estación de transferencia de piezas la precisión de posicionamiento debe ser alta, normalmente se disponen sistemas de ajuste de posicionamiento en cada una de ellas: tipo laser, tipo mecánico, u otro tipo.

Estos vehículos también van dotados de sensores de seguridad en cuanto a la detección de obstáculos: tipo radar, tipo mecánico de contacto, u otro sistema.

En todos ellos hay que considerar los criterios de: maniobrabilidad, productividad (rapidez), precisión, repetibilidad, fiabilidad, etc.

# 7. SISTEMAS DE FABRICACIÓN FLEXIBLE (SFF)

## 7.4. ELEMENTOS de FABRICACIÓN FLEXIBLE

*Manipuladores y robots. Grupos constructivos.*

### **1.- Mecánica / Cinemática.**

Para la ejecución de los desplazamientos dentro del área de trabajo. Los tres ejes principales o básicos se disponen, según el tipo de robot, como ejes lineales o rotatorios. El modelo de robot de tres ejes rotatorios ofrece una mayor área de trabajo respecto a sus dimensiones mecánicas.

# 7. SISTEMAS DE FABRICACIÓN FLEXIBLE (SFF)

## 7.4. ELEMENTOS de FABRICACIÓN FLEXIBLE

*Manipuladores y robots. Grupos constructivos.*

### **2.- Pinza o mano.**

Para asir, sujetar, transportar y situar en la posición deseada las piezas o herramientas.

Normalmente son necesarios para ello tres ejes principales para determinar cualquier punto en las tres coordenadas espaciales, así como tres "ejes de orientación" adicionales en la pinza para colocar la pieza en la posición adecuada mediante giro, inclinación y rotación de la misma.

# 7. SISTEMAS DE FABRICACIÓN FLEXIBLE (SFF)

## 7.4. ELEMENTOS de FABRICACIÓN FLEXIBLE

*Manipuladores y robots. Grupos constructivos.*

### **3.- Control.**

Para la introducción y memorización de los distintos procesos de programa teniendo en cuenta las conexiones, prioridades y sucesiones necesarias en los pasos de programa. La programación del proceso de desplazamiento tiene lugar externamente mediante la utilización de un lenguaje de programación textual específico del robot o bien mediante el sistema de aprendizaje in situ. Para determinadas aplicaciones presenta ventajas la combinación de ambos procedimientos, es decir, el desarrollo general del programa se elabora externamente y las distintas posiciones se "aprenden" después en el robot.

# 7. SISTEMAS DE FABRICACIÓN FLEXIBLE (SFF)

## 7.4. ELEMENTOS de FABRICACIÓN FLEXIBLE

*Manipuladores y robots. Grupos constructivos.*

### **4.- Accionamientos.**

Para regular el comportamiento de cada eje, así como para mantener su posición. Las exigencias dinámicas de los accionamientos son muy elevadas, teniendo en cuenta las enormes variaciones del comportamiento dinámico del robot, con piezas de distintos pesos y con desplazamientos de diferente magnitud en el área de trabajo.

# 7. SISTEMAS DE FABRICACIÓN FLEXIBLE (SFF)

## 7.4. ELEMENTOS de FABRICACIÓN FLEXIBLE

*Manipuladores y robots. Grupos constructivos.*

### **5.- Sistemas de medición.**

Para la medición de la posición o el ángulo de todos los ejes, y de la velocidad de cambio y la aceleración en los distintos ejes. Para ello se utilizan normalmente sistemas de medición incrementales, aunque en algunos casos son también imprescindibles los sistemas de medición absolutos. Esta necesidad se produce, por ejemplo, en robots de soldadura, para reconocer la posición de todos los ejes inmediatamente después de un fallo de la tensión.

La utilización mixta de sistemas de medición incrementales y absolutos tiene lugar muy raramente.

# 7. SISTEMAS DE FABRICACIÓN FLEXIBLE (SFF)

## 7.4. ELEMENTOS de FABRICACIÓN FLEXIBLE

*Manipuladores y robots. Grupos constructivos.*

### **6.- Sensores.**

Para poder detectar y tener en cuenta influencias perturbadoras como modificaciones de la posición, diferencias en las muestras u otras perturbaciones exteriores que pudieran presentarse.



# 7. SISTEMAS DE FABRICACIÓN FLEXIBLE (SFF)

## 7.4. ELEMENTOS de FABRICACIÓN FLEXIBLE

### *Manipuladores y robots. Propiedades de los robots industriales*

Según la definición tradicional, los robots industriales son dispositivos de manipulación libremente programables, con diferentes grados de libertad (ejes), que pueden incorporar pinzas o herramientas.

En función del control utilizado están en situación de ejecutar movimientos y tareas más o menos complejas. Su característica básica es la rápida capacidad de adaptación a condiciones secundarias modificadas y a tareas distintas. Para ello, se elaboran en cada caso programas específicos que se memorizan en el control y se invocan y ejecutan, de acuerdo con el desarrollo del proceso, en cualquier secuencia.

# 7. SISTEMAS DE FABRICACIÓN FLEXIBLE (SFF)

## 7.4. ELEMENTOS de FABRICACIÓN FLEXIBLE

### *Manipuladores y robots. Propiedades de los robots industriales*

La capacidad de los robots industriales en lo que se refiere a radio de acción, trayectorias posibles, velocidad y exactitud depende en primer lugar de su nivel técnico, que es muy variable.

Básicamente se distinguen **tres tipos**:

**1-Unidades de manipulación**

**2-Robots con control de puntos**

**3-Robots con control de trayectoria**

# 7. SISTEMAS DE FABRICACIÓN FLEXIBLE (SFF)

## 7.4. ELEMENTOS de FABRICACIÓN FLEXIBLE

*Manipuladores y robots. Propiedades de los robots industriales*

### **1-Unidades de manipulación**

Ofrecen sólo dos posiciones por eje. Su campo de utilización habitual lo constituyen las tareas de alimentación y montaje en la fabricación en serie, que permanece invariable durante un cierto período de tiempo.

### **2-Robots con control de puntos**

Son prácticamente equivalentes a las máquinas-herramientas con control punto a punto. El brazo del robot se controla por puntos y en las distintas posiciones realiza una tarea determinada. Normalmente, los robots con control de puntos son suficientes para la manipulación de piezas.

# 7. SISTEMAS DE FABRICACIÓN FLEXIBLE (SFF)

## 7.4. ELEMENTOS de FABRICACIÓN FLEXIBLE

*Manipuladores y robots. Propiedades de los robots industriales*

### **3-Robots con control de trayectoria**

Son comparables a las máquinas-herramientas con control de trayectoria, es decir, que el brazo del robot ejecuta desplazamientos de trayectoria programable y asume sobre la curva de trayectoria determinadas tareas como soldadura o pintado por pulverización.

# 7. SISTEMAS DE FABRICACIÓN FLEXIBLE (SFF)

## 7.4. ELEMENTOS de FABRICACIÓN FLEXIBLE

### *Manipuladores y robots. Propiedades de los robots industriales*

También es esencial el hecho de que los robots puedan ser sincronizados para la utilización en combinación con máquinas-herramientas. Para ello se emplean señales de entrada de control del robot para poder tener en cuenta los siguientes **estados de la máquina**:

- Bloqueo activo/desactivado.
- Pieza amarrada/desamarrada.
- Palet orientado y bloqueado/desbloqueado.
- Sistemas de desplazamiento preparados/no preparados.
- Puerta del carenado de la máquina abierta/cerrada.
- Almacén intermedio o palet lleno/vacío, etc.

# 7. SISTEMAS DE FABRICACIÓN FLEXIBLE (SFF)

## 7.4. ELEMENTOS de FABRICACIÓN FLEXIBLE

*Manipuladores y robots. Control de los 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.

El diseño del control de un robot se rige por su estructura cinemática y, especialmente, por sus distintas aplicaciones previstas.

Se distingue, en base al control, entre:

- 1-Dispositivos de alimentación sencillos**
- 2-Robots de control por puntos**
- 3-Robots con control de trayectoria**
- 4-Robots de reproducción.**

# 7. SISTEMAS DE FABRICACIÓN FLEXIBLE (SFF)

## 7.4. ELEMENTOS de FABRICACIÓN FLEXIBLE

*Manipuladores y robots. Control de los robots industriales.*

**1-Dispositivos de alimentación sencillos** que recorren trayectorias predeterminadas sobre dos o tres, en ocasiones cuatro, ejes según un programa fijo.

La limitación del desplazamiento de los distintos ejes es ajustable mediante topes desplazables, no son posibles las posiciones intermedias (manipuladores).

Estos dispositivos sólo requieren controles de lo más elemental, sin sistema de medición ni regulación del accionamiento de los distintos ejes.

El desplazamiento del eje se acciona normalmente con cilindros neumáticos o hidráulicos, con cuya ayuda el eje puede alcanzar los topes en ambas direcciones.

# 7. SISTEMAS DE FABRICACIÓN FLEXIBLE (SFF)

## 7.4. ELEMENTOS de FABRICACIÓN FLEXIBLE

*Manipuladores y robots. Control de los robots industriales.*

**2-Robots de control por puntos** con posiciones programables en todos los ejes.

Si bien cada eje está dotado de un sistema de medición y de un servoaccionamiento, el desplazamiento programado de los ejes tiene lugar sin conexión de las funciones (interpolación) entre posición y posición.

La programación tiene lugar, a elección, por el procedimiento de aprendizaje o mediante introducción directa de los datos de las distintas posiciones.

El control necesario es sencillo y asequible.



# 7. SISTEMAS DE FABRICACIÓN FLEXIBLE (SFF)

## 7.4. ELEMENTOS de FABRICACIÓN FLEXIBLE

*Manipuladores y robots. Control de los robots industriales.*

**3-Robots con control de trayectoria** con desplazamientos libremente programables en todos los ejes.

Cada eje está dotado de un sistema de medición de posición y un servoaccionamiento y puede programarse a cualquier valor entre los topes finales.

También puede programarse la velocidad de avance, de manera que, a diferencia de las unidades de manipulación, también se puede realizar una tarea durante el avance, por ejemplo soldar o recubrir.

# 7. SISTEMAS DE FABRICACIÓN FLEXIBLE (SFF)

## 7.4. ELEMENTOS de FABRICACIÓN FLEXIBLE

*Manipuladores y robots. Control de los robots industriales.*

**4-Robots de reproducción.** Otra aplicación típica de los robots es el pintado o barnizado. La tarea consiste en repetir posteriormente y de forma idéntica un desplazamiento de la pistola pulverizadora realizado a mano. Ello se consigue con controles que registran los desplazamientos como impulsos en una cinta o un disco magnéticos y los repiten, o bien descomponen los cambios de posición de cada eje en muchos vectores unitarios y proceden a la interpolación lineal de las mediciones absolutas de trayectoria.

Con ambos procedimientos se alcanza una muy alta exactitud de repetición de los movimientos originales.

# 7. SISTEMAS DE FABRICACIÓN FLEXIBLE (SFF)

## 7.4. ELEMENTOS de FABRICACIÓN FLEXIBLE

*Manipuladores y robots. Características de los controles de los robots.*

### **1-Memoria de programas.**

No sólo contiene el programa completo de desplazamientos y procesos y todas las informaciones adicionales, sino también el **programa fuente** original, mediante el cual se programó el proceso global. Esto tiene la ventaja de que las correcciones y modificaciones posteriores del programa son fáciles de realizar. Mediante una **interfaz de datos** se garantiza la introducción y salida automática de programas, ficheros y tablas. Todos los programas memorizados en el control del robot se pueden visualizar en una pantalla e invocar automáticamente en base al **nombre y el número del programa**. Todos los programas pueden recuperarse o borrarse, así como recargarse automáticamente.

# 7. SISTEMAS DE FABRICACIÓN FLEXIBLE (SFF)

## 7.4. ELEMENTOS de FABRICACIÓN FLEXIBLE

*Manipuladores y robots. Características de los controles de los robots.*

### **2-Estructura del programa.**

La mayor parte de los controles para robot no utilizan la estructura de programación según DIN 66 025, habitual en los controles de las máquinas-herramientas. Las órdenes de desplazamiento, trayectoria, velocidad y deceleración o detención se introducen en un lenguaje de programación especial y específico para robots.

# 7. SISTEMAS DE FABRICACIÓN FLEXIBLE (SFF)

## 7.4. ELEMENTOS de FABRICACIÓN FLEXIBLE

*Manipuladores y robots. Características de los controles de los robots.*

### **3-Programación.**

Actualmente la programación de los robots industriales se realiza normalmente mediante el procedimiento mixto.

El programador fija en primer lugar el proceso general de los desplazamientos mediante un lenguaje de programación textual específico de robots, dejando abiertas las posiciones no exactamente definibles.

Estas posiciones se introducen después por aprendizaje in situ, es decir, el usuario/programador lleva la herramienta o la pinza, por seguimiento manual, a la posición correcta y la transfiere al programa de procesamiento mediante la pulsación de una tecla.

# 7. SISTEMAS DE FABRICACIÓN FLEXIBLE (SFF)

## 7.4. ELEMENTOS de FABRICACIÓN FLEXIBLE

El robot queda listo para su funcionamiento en cuanto se han introducido todas las posiciones abiertas.

Los desplazamientos complicados, por ejemplo a lo largo de una trayectoria no definible matemáticamente, pueden introducirse también por este método como sucesión de puntos.

Otra tarea del control de un robot industrial es la **sincronización** para trabajar sobre objetos en movimiento, es decir, que el objeto tratado por el robot no está detenido, sino que se desplaza constantemente, p. ej. sobre una cinta sinfín que pasa por delante del robot. En este caso se ha de registrar constantemente la situación de la pieza y el control la ha de tener en cuenta para el desplazamiento de los ejes del robot.

# 7. SISTEMAS DE FABRICACIÓN FLEXIBLE (SFF)

## 7.4. ELEMENTOS de FABRICACIÓN FLEXIBLE

*Manipuladores y robots. Características de los controles de los robots.*

### **4-Conexiones lógicas.**

Entre ellas se encuentran las funciones de espera en una posición de seguridad prefijada, las condiciones de detención por emergencia, la salida de señales a posiciones o partes de programa determinados y las instrucciones especiales.

Se han de incluir entre ellas los tiempos de espera condicionados por el proceso, las condiciones de colisión y los saltos de programa, que deben añadirse en función de la aplicación concreta del robot.

# 7. SISTEMAS DE FABRICACIÓN FLEXIBLE (SFF)

## 7.4. ELEMENTOS de FABRICACIÓN FLEXIBLE

*Manipuladores y robots. Características de los controles de los robots.*

### **5-Conexión de sensores**

Los sensores utilizados en la robótica tienen distintas tareas, normalmente de corrección, y sus señales deben ser procesadas lo más rápidamente posible por el control del robot.



# 7. SISTEMAS DE FABRICACIÓN FLEXIBLE (SFF)

## 7.4. ELEMENTOS de FABRICACIÓN FLEXIBLE

### *Manipuladores y robots. Criterios para su utilización.*

En muchos casos es deseable, por razones laborales o de rentabilidad, separar al hombre de la máquina a la que atiende.

Si, por ejemplo, ya no es capaz de soportar el ritmo, incrementado a límites inhumanos, de la máquina o si las condiciones ambientales en el puesto de trabajo ya no son admisibles por calor, vapores o peligros en general, ello podría ser una situación típica para la utilización de un robot industrial.

El ser humano queda liberado de tareas insanas, monótonas o peligrosas y los caros dispositivos de producción pueden ser utilizados con más eficiencia o no tienen que ser renovados para alcanzar la producción máxima.

# 7. SISTEMAS DE FABRICACIÓN FLEXIBLE (SFF)

## 7.4. ELEMENTOS de FABRICACIÓN FLEXIBLE

### *Manipuladores y robots. Criterios para su utilización.*

La actividad en el taller vuelve a tener mayor valor para la persona y, al mismo tiempo, se incrementan la seguridad del puesto de trabajo y de la empresa en la competencia a nivel mundial.

El personal del taller prepara durante el turno de día las piezas y herramientas, repara piezas defectuosas o cambia piezas de repuesto, controla niveles de aceite, refrigerante y evacuación de virutas, y prepara el turno de noche sin personal.

Los ordenadores controlan el proceso completo de fabricación, verifican las dimensiones de las piezas fabricadas, ajustan automáticamente los valores de compensación de las herramientas y registran las incidencias acaecidas durante las 24 horas de la jornada de producción.

# 7. SISTEMAS DE FABRICACIÓN FLEXIBLE (SFF)

## 7.5. CONTROL DE LAS CÉLULAS DE FABRICACIÓN

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.

# 7. SISTEMAS DE FABRICACIÓN FLEXIBLE (SFF)

## 7.5. CONTROL DE LAS CÉLULAS DE FABRICACIÓN

Las funciones de automatización incluyen:

- Identificar las piezas y seleccionar en consecuencia los programas de mecanización, inspección, manipulación y transporte.
- Ordenar la ejecución de todas y cada una de las operaciones elementales de todas las máquinas, herramientas y aparatos de manutención y transporte.
- Monitorizar la producción recogiendo los datos necesarios de flujo de materiales, funcionamiento de máquinas, tiempos de operación, etc. que permiten conocer en todo instante el estado de la misma.
- Reaccionar ante las situaciones anormales (rotura de herramientas, averías, faltas de materiales, etc.) según los procedimientos previstos para minimizar los efectos de los mismos.

# 7. SISTEMAS DE FABRICACIÓN FLEXIBLE (SFF)

## 7.5. CONTROL DE LAS CÉLULAS DE FABRICACIÓN

Los elementos de automatización son: actuadores y sensores conectados a equipos de control numérico, autómatas programables, equipos de identificación, microordenadores y terminales de visualización. Los programas de control contienen la secuencia de operaciones elementales a desarrollar por todos los elementos. Se registran también diferentes datos para ofrecer al operario información sobre CNC de las máquinas y los distintos sistemas informáticos.

# 7. SISTEMAS DE FABRICACIÓN FLEXIBLE (SFF)

## 7.6. SELECCIÓN DE UNA CÉLULA FLEXIBLE

*Características técnicas 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

# 7. SISTEMAS DE FABRICACIÓN FLEXIBLE (SFF)

## 7.6. SELECCIÓN DE UNA CÉLULA FLEXIBLE

*Características técnicas a tener en cuenta en la selección*

Características función herramienta:

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

# 7. SISTEMAS DE FABRICACIÓN FLEXIBLE (SFF)

## 7.6. SELECCIÓN DE UNA CÉLULA FLEXIBLE

*Características técnicas 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



# 7. SISTEMAS DE FABRICACIÓN FLEXIBLE (SFF)

## 7.6. SELECCIÓN DE UNA CÉLULA FLEXIBLE

*Características técnicas a tener en cuenta en la selección*

Características de función auxiliares:

- Evacuación de viruta
- Refrigeración
- Mantenimiento preventivo
- Autodiagnos
- Acceso a la máquina
- Seguridad