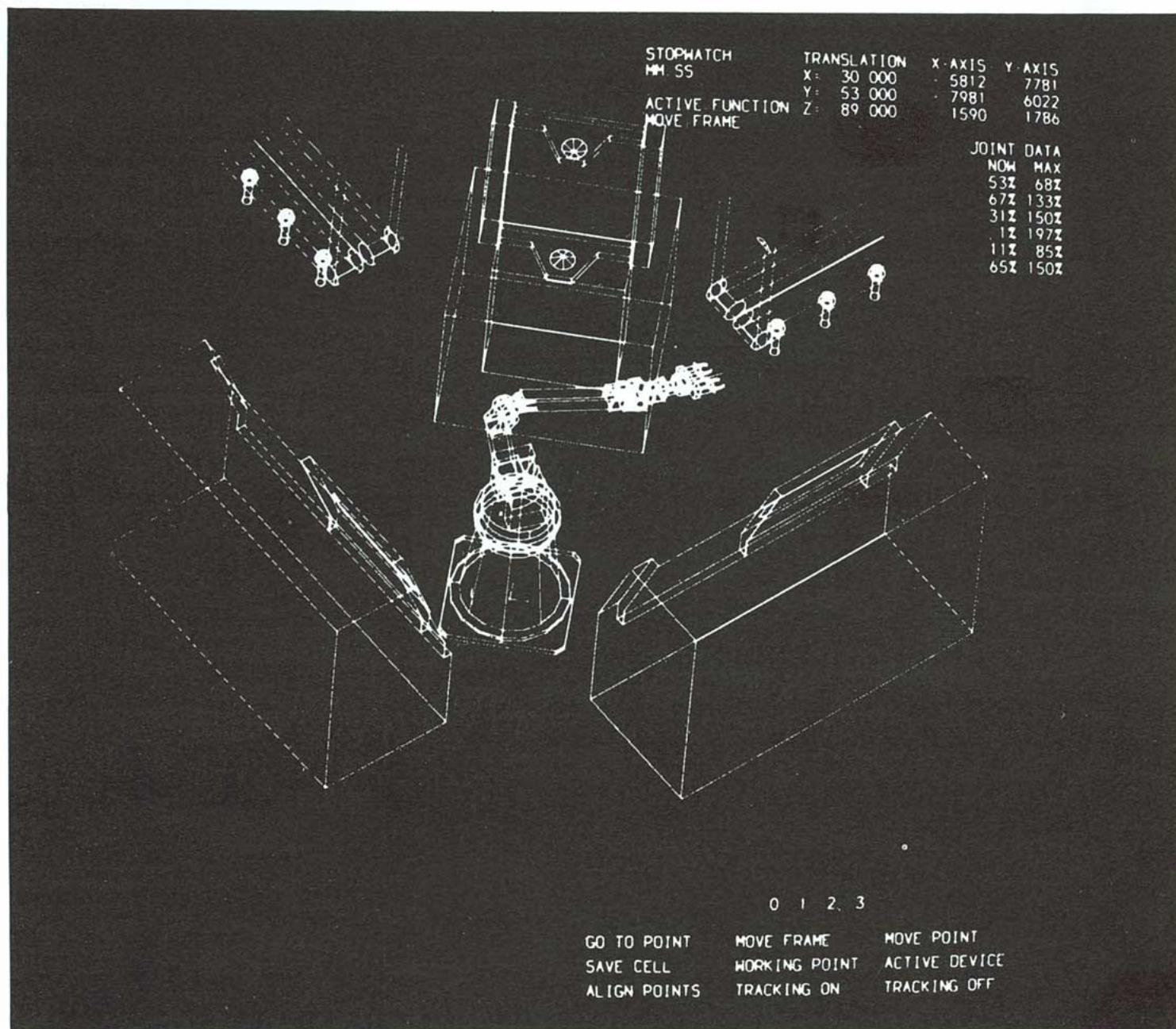




Nuevas tecnologías de fabricación

Frente al estado actual de la mayoría de las industrias, en las que el progreso tecnológico ha tomado la forma de "islas de automatización", sin una concepción global del conjunto de los procesos productivos, se están comenzando a abrir paso los Sistemas Integrados de Fabricación Flexible. Sobre ellos escribe **MANUEL ALIQUE PAGE**, Director del Instituto de Automática Industrial (C.S.I.C.).



Manuel Alique Page

Las empresas manufactureras, debido a su finalidad y a su peculiar estructura, han tenido algunas dificultades para incorporar la Automática en sus procesos productivos. Sin embargo estas empresas son responsables del 65% de las actividades creadoras de riqueza real en los países más avanzados, en donde la tendencia ha sido, en los últimos años, a que crezca más rápidamente el coste del salario, por hora trabajada, que lo producido por un operario en una hora. Así, por ejemplo, las relaciones, en %, y por término medio, en el período 1970-1975, son: Francia 21,3; Japón 30,5; EE.UU. 9,2; R.F.A. 17,6 e Inglaterra 24,3. Esto ha dado lugar a una situación inflacionista que sólo se puede corregir mejorando la productividad y reduciendo los gastos de explotación para lo cual se está utilizando, entre otros instrumentos, la implantación de nuevas tecnologías de fabricación, no sólo en términos de sustituir simplemente operarios por robots y máquinas-herramientas controladas por computadores, sino configurando el proceso de fabricación completo como una nueva manera de pensar, tanto como de hacer, derivada de la introducción de nuevos métodos y procedimientos, que ya han formado un cuerpo de doctrina independiente conocido con el nombre de Ciencia de la Producción. En particular en Japón la implantación de esta nueva Ciencia ha dado lugar a los Sistemas Integrados de Fabricación Flexible (SIFF), que han contribuido, en gran medida, a que la relación anterior que era de 6, en el período 1970-75, pase en el bienio 1978-80, a ser 0,25. Parece seguro que la salida de la actual crisis estructural depende, entre otros factores, de la implantación de estos SIFF que son sistemas de producción integrados, por intermedio de computadores, cuyo objetivo es definir un producto, diseñarlo, fabricarlo y entregarlo a los clientes utilizando un tiempo mínimo de respuesta, entre el pedido y la entrega, y

realizando un mínimo de gastos en stocks, salarios, materiales, equipos, energía y otros servicios. Para cubrir este objetivo es preciso combinar todos los esfuerzos individuales en Diseño con Ayuda de Computador (CAD), Tecnología de Grupos, Software de Aplicación y Fabricación con Ayuda de Computador (CAM). Es decir las actividades a realizar son tanto las de pre-fabricación como las de gestión de la empresa, pasando por las de fabricación automática utilizando máquinas herramientas y robots controlados por computadores, de tal forma que todo el sistema de producción se cambia de tareas sin más que cambiar convenientemente las instrucciones almacenadas en los computadores.

PAPEL DEL COMPUTADOR EN LOS SIFF

Las actividades, dentro de un sistema de producción, deben estar precedidas por una sincronización en la utilización de los recursos, asignados a cada departamento y una flexibilidad en el cambio de tareas, compatible con la productividad del sistema, encaminados a cubrir óptimamente los objetivos propuestos. Estas características sólo se pueden cubrir razonablemente cuando la empresa posea una estructura fundamentada en un sistema jerarquizado, sobre la base de computadores y microcomputadores distribuidos, como el indicado en la figura 1.

Estos sistemas permiten diseñar un nuevo producto mediante métodos interactivos entre el operador humano y el computador. El hombre aporta su trabajo creativo, suministrando los requerimientos y los conceptos de diseño, y el computador facilita los bancos de datos, los cálculos y las estructuras de conocimiento (tal como p.e. los Sistemas Expertos) para el diseño propuesto, sin olvidar responder a cómo se debe hacer la fabricación para consumir la máxima rentabilidad global. Casi simultáneamente, el Departamento de Producción estará utilizando la información sacada de la etapa anterior, para realizar un plan de producción óptimo del producto, eligiendo el equipo apropiado, el proceso de fabricación, la secuencia óptima de operaciones, las condiciones de operatividad, etc. Se utilizará en esta etapa, como en la anterior, la Tecnología de Grupos a fin de contribuir a hacer óptimo el sistema completo, con la condición de realizar un

mínimo de gastos de explotación. Con la información derivada de las dos etapas anteriores se realizarán automáticamente los programas CNC de las máquinas-herramienta, de los robots y del equipo complementario que llevarán a cabo la manufactura del producto final. También se realizarán automáticamente los dibujos, los listados y los planes de trabajo.

Esta integración de la factoría trae consigo la necesidad de conseguir interfaces, cada vez más potentes y eficientes, entre los subsistemas asociados a las distintas etapas de la producción. Estas interfaces se refieren tanto a software como a hardware y tienen la función de facilitar la interconexión automática de todos los departamentos de la empresa mediante computadores, de tal forma que el papel escrito o dibujado sólo se utilice cuando sea necesario examinar con gran detalle alguna clase de información y que lo más frecuente sea la representación gráfica o alfanumérica sobre las pantallas periféricas. Todo esto está en vías de solución debido a los avances que se están consiguiendo con motivo del desarrollo de los computadores de la quinta generación, es decir en lo relativo a máquinas de interferencias, sistemas expertos, estructuras de conocimiento, interfaces inteligentes para comunicación hombre-máquina, lenguajes naturales, procesamiento de datos en paralelo y avances en circuitos integrados VLSIC.

PAPEL DEL ROBOT EN LOS SIFF

En una planta de fabricación automatizada se precisa la existencia de subsistemas capaces de realizar, siguiendo instrucciones numéricas generadas por computadores, operaciones tales como transporte de materiales, cambio de herramientas, carga y descarga de máquinas, paletización, ensamblado y otras, en general, de manipulación (pintura, soldadura, etc.). Estas funciones las realizan los robots, que son mecanismos manipuladores, con varios grados de libertad, que pueden estar dotados de Inteligencia Artificial y que cambian su tarea al cambiar las instrucciones generadas por computadores. (Fig. 1.)

Los robots industriales, actualmente comercializados, ya disponen de atributos sensoriales, aunque todavía sean muy rudimentarios, que les informan de su entorno de trabajo, para adaptarse a un entorno cambiante a través de estrategias

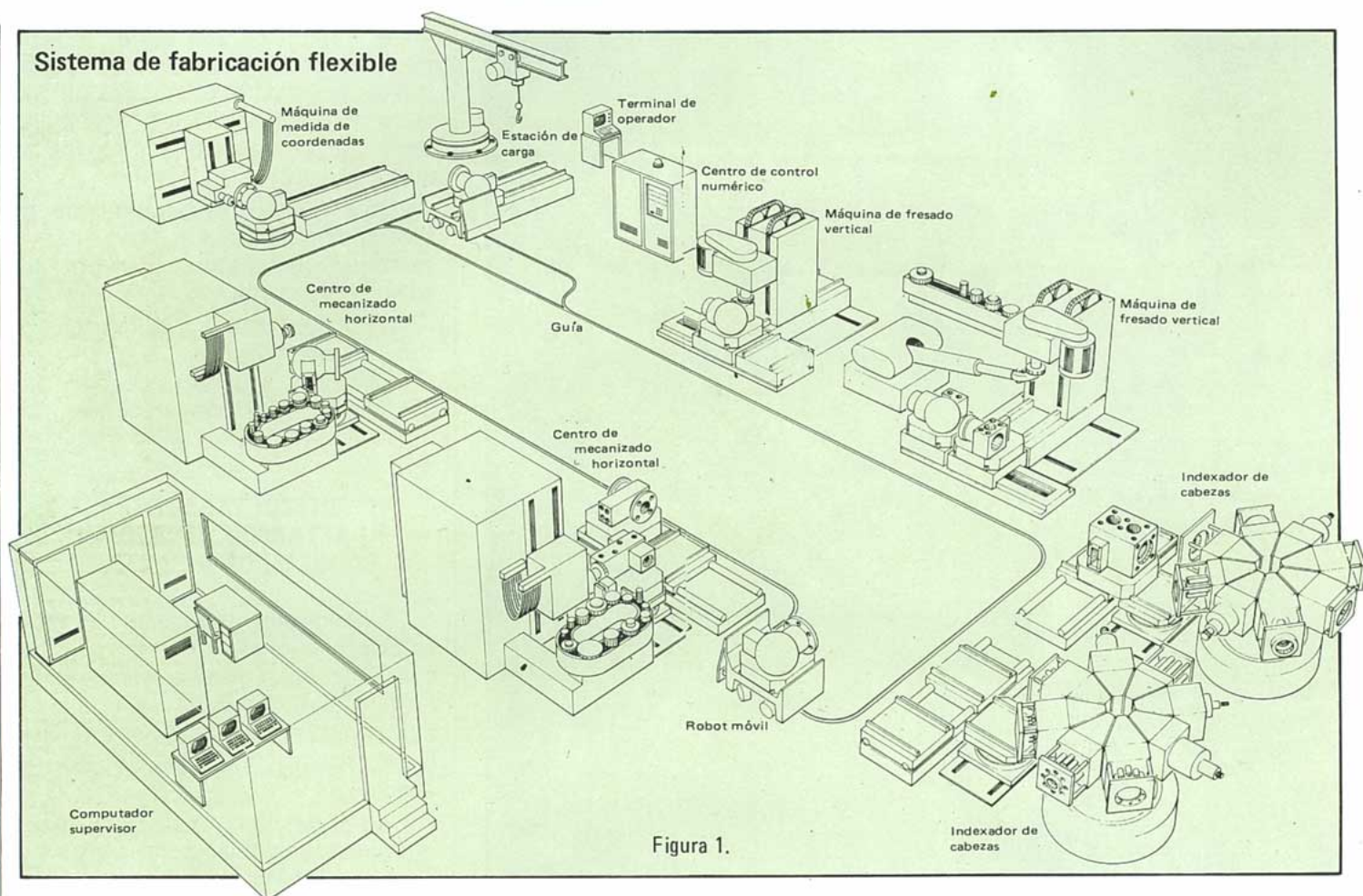


Figura 1.

que les dotan de alguna forma de inteligencia artificial, es decir que les permiten realizar tareas que cuando las realiza el hombre decimos que son tareas inteligentes. Las investigaciones en curso abrirán el camino para dotarlos de una serie de nuevos, y más perfectos, atributos y de un mayor grado de inteligencia artificial. Estos avances nos llevarán a que, a finales de esta década, los robots tendrán una capacidad de actuación, en procesos de ensamblado, próximos a los del operador humano. Consecuentemente serán utilizados con mayor facilidad y eficacia dentro de la factoría, hasta tal punto que los podrá programar una persona de formación media, sin entrenamiento especial, gracias también a los progresos en lenguajes naturales.

SISTEMAS DE IA Y SISTEMAS-EXPERTOS

Las investigaciones van dirigidas a hacer posible que una descripción incompleta de una acción, dentro de la factoría, se convierta en una descripción completa utilizando conocimientos adquiri-

dos previamente, aprendidos a lo largo de la acción o deducidos por algún camino de forma inteligente. En este sentido serán decisivos los resultados que se están obteniendo en la investigación y desarrollo de los computadores de la quinta generación, especialmente en lo que se refiere a: **Estructuras de Conocimiento**, es decir a colecciones de hechos más un conjunto de reglas con las que se puede inferir nuevos hechos y nuevas relaciones entre hechos que no estaban previamente almacenados en la memoria; **Sistemas Inferenciales** que trabajarán a razón de 1 MLips (MLIPS = millones de inferencias lógicas por segundo), o sea alrededor de 10^{11} – 10^{12} lps (IPS = instrucciones por segundo) en un computador convencional, utilizando métodos heurísticos, demostración automática de teoremas, a base de cálculo de predicados, y reducción de problemas por medio de operadores clave y cálculo de diferencias. **Interfaces Inteligentes** que sirvan para la comunicación hombre-máquina, capaces de leer textos, interpretar gráficos y soportar conversaciones en lenguajes naturales hablados; y **Sistemas Expertos** que constituyen módulos de conocimiento organizado que soportan problemas re-

sueltos y métodos deductivos, dentro de un área de especialización, con el fin de que el usuario disponga de un sistema, con algún grado de inteligencia, para tratar temas especializados de forma próxima a como lo haría un experto en el tema. Los programas reúnen las siguientes características: Tienen una interface conversacional con el usuario próxima al lenguaje natural y además incorporan una representación del conocimiento humano en un área determinada, que no está basada en un esquema matemático rígido, sino en un esquema abierto a su modificación en función de la experiencia que se vaya adquiriendo. Por último, disponen de un generador de inferencias que les permite resolver problemas por métodos no algorítmicos.

OBJETIVOS SOCIO-ECONOMICOS DE LOS SIFF

La implantación de esta nueva tecnología va a permitir cumplir una serie de objetivos que podemos resumir así:

1.— La factoría automatizada para



fabricar con una flexibilidad compatible con la productividad.

2.— Conseguir productos de calidad uniforme con un mínimo de rechazos.

3.— Flexibilizar la fabricación, con el fin de responder rápida y adecuadamente a un mercado sobre pedido, al que tiende actualmente la demanda que además es diversificada.

4.— Reducir los gastos de explotación drásticamente (stocks, salarios, materiales, servicios, etc.).

5.— Reducir drásticamente las inversiones necesarias para realizar la fabricación de nuevos productos.

6.— Aumentar la rentabilidad y, por consiguiente, la competitividad en el mercado internacional.

7.— Humanizar el trabajo de los operarios, evitándoles tareas rutinarias de bajo nivel intelectual o aquellas realizadas en ambientes agresivos.

8.— Acercar el puesto de trabajo de los operarios a los puestos de decisión de la empresa.

9.— Implantar sistemas de producción para tareas que el hombre no puede realizar, por tratarse de procesos muy rápidos, muy complejos o en ambientes no tolerables, para los que no está biológicamente bien dotado.

10.— Eliminar la necesidad de las cadenas de producción en masa, que han constituido, hasta ahora, el módulo rentable de la primera revolución industrial.

11.— Posibilitar una fabricación distribuida geográficamente, bajo criterios de solidaridad regional, eliminando las grandes concentraciones industriales.

DIFICULTADES PARA ADAPTARSE A ESTA NUEVA REVOLUCIÓN INDUSTRIAL

Existen varias dificultades que están retrasando la implantación de los SIFF en nuestro sector manufacturero y es natural, porque ello implica una serie de transformaciones y sacrificios que, hoy día en nuestro país, son difíciles de aceptar.

En primer lugar existe la dificultad de que la implantación de un nuevo sistema de producción automatizado requiere no solamente sustituir hombres por robots, sino una nueva filosofía de actuación, que nos lleva a concebir el proceso de producción de una manera muy diferente de la convencional, es decir, se trata de una nueva manera tanto de pensar como de hacer, para la cual a veces no se está suficientemente preparado.

En segundo lugar aparece la dificultad derivada de las grandes inversiones que hay que realizar para introducir la nueva tecnología de fabricación. Las inversiones realizadas en una factoría japonesa (fabricante de máquinas-herramienta y de robots), en 1981, fueron de 60 millones de pesetas por empleado, si bien las ventas ascendieron a 100 millones de pesetas por empleado y año.

En tercer lugar nos encontramos con el temor al desempleo que, a mi juicio, es infundado, porque la implantación de esta nueva tecnología genera fuentes de riqueza muy importantes, si se cumple el requisito de fabricar nosotros mismos los bienes de equipo necesarios, y la creación de riqueza trae consigo siempre nuevas inversiones y nuevos puestos de trabajo.