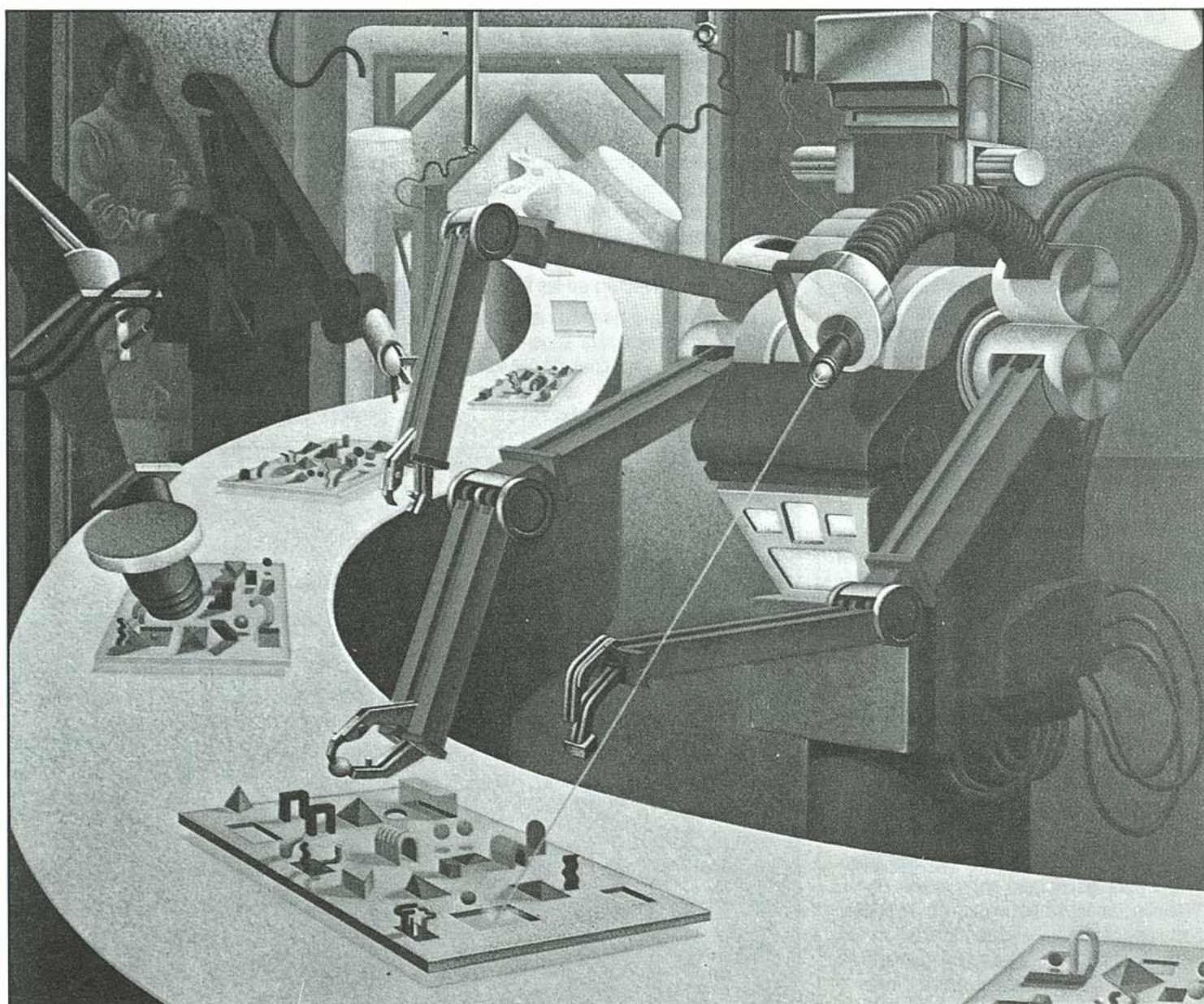




Electrónica Industrial: las ventajas de la innovación permanente

Un campo como el de la Electrónica Industrial, con repercusiones tan significativas en muchos sectores productivos y de servicios, requiere un cuidado especial en el apoyo a la generación de una tecnología no necesariamente sofisticada y a su aplicación práctica por las empresas. El panorama en nuestro país, por el momento, es problemático.

La Electrónica industrial, como sector, ha tenido siempre en este país la (des)consideración de la hermana pobre productiva frente a las informáticas y electrónicas con mejor fachada. La propia naturaleza de la Electrónica industrial, cajón de sastre que abarca desde los humildes relés y sensores hasta los más poderosos robots con capacidades sensoriales, ha fomentado la especialización de pequeñas empresas en pequeños mercados, y casi nunca dirigidas hacia la exportación. Ello, unido a los grandes recursos que son precisos para el desarrollo de productos para la automatización de las fábricas (máquinas de control-numérico, robots con visión, redes,...) ha dejado nuestro mercado prácticamente en manos de los importadores, con algunas excepciones honrosas que están en la mente de todos. Pero precisamente el campo de la Electrónica industrial no se caracteriza por la sofisticación del hardware que se utiliza. Son mucho más importantes la robustez frente a entornos hostiles, la fiabilidad, la modularidad, la rapidez de respuesta y la facilidad de comunicaciones y conexión a redes.

La importancia del mercado en juego y los efectos multiplicadores sobre el resto de los sectores productivos —y sobre la calidad de los equipamientos sociales, añadimos nosotros— explican los recientes movimientos de grandes empresas como IBM, Westinghouse, General Electric,... para participar en, y tratar de influenciar, la febril actividad de investigación cooperativa y estandarización en curso en las tecnologías que permitirán superar la fragmentación entre líneas y productos incompatibles.

En efecto, el estado del arte de la Electrónica industrial no se refiere exclusivamente, aun siendo importante, a la optimización por separado de los diferentes subsistemas, sean éstos sensores, actuadores, microcomputadores de control de procesos, autómatas programables o robots; cada vez más se va abriendo paso la consideración de las fábricas y de las aplicaciones de control de procesos como sistemas integrados y flexibles.

SENSORES Y ACTUADORES

Uno de los bloques más característicos de los sistemas de Electrónica industrial, es el encargado de intercambiar información con el exterior. Aunque tienen un mayor peso específico en los sis-

temas de control de energía, de contaminación o de tráfico, en los que las condiciones ambientales ponen muy a prueba la robustez y fiabilidad de los sensores más que la capacidad de procesamiento del sistema de control, también son fundamentales en las aplicaciones dentro de la fábrica (véase figura 1), donde la disponibilidad de una variedad creciente de sensores y actuadores cada vez más integrados, es una precondition indispensable para la automatización de las fábricas.

La tecnología de materiales está permitiendo aprovechar la sensibilidad del silicio respecto a muchas de las variables que hasta hace poco se captaban mediante sensores discretos foto-

conductivos, piezoresistivos, térmicos, de flujo de gases y líquidos, de presión y táctiles,... mucho más voluminosos y frágiles. Además, la integración de los sensores en silicio permite la incorporación de electrónica adicional dentro del chip, para digitalizar o acondicionar las señales, preprocesamientos que, realizados en el mismo sensor, permiten que el computador reciba señales más inmediatamente utilizables, con relaciones señal/ruido mejoradas frente al ruido industrial y las interferencias de todo tipo.

Un paso más es la introducción de procesamientos más sofisticados dentro del chip, dando lugar a "sensores inteligentes" con autocalibración basada en

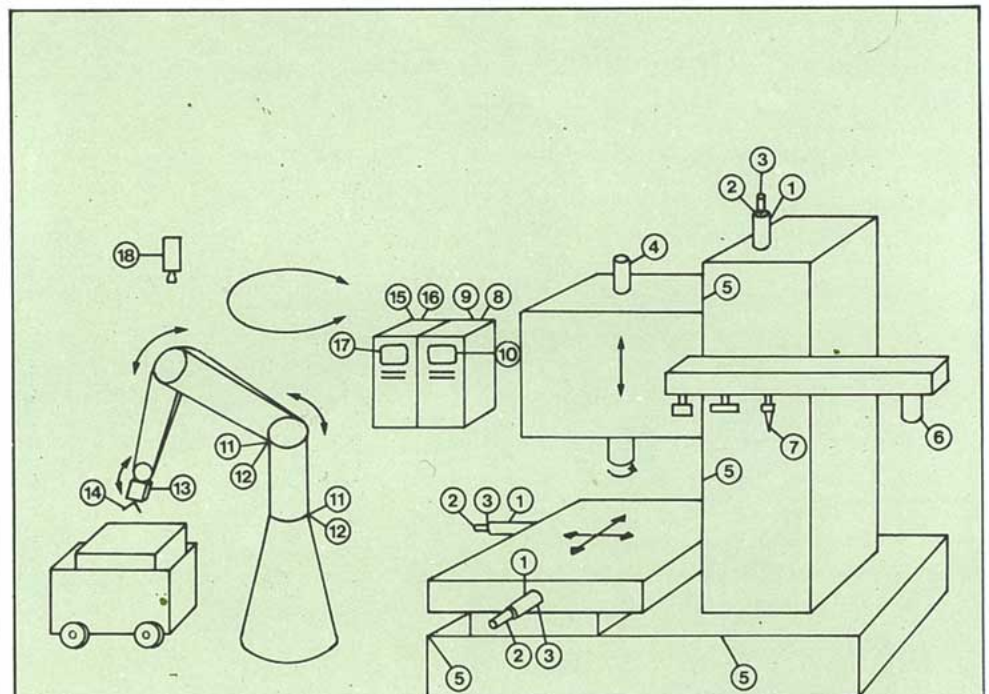


Fig. 1.— Una máquina fresadora con robot de carga-descarga depende de una gran cantidad de sensores y actuadores. En la máquina-herramienta, los motores de C.C.(1) realizan los movimientos según los ejes x, y, z; los tacómetros(2) captan las velocidades de los motores; los detectores (3) determinan la posición de los ejes de los motores; un motor de C.A.(4) mueve el porta-herramientas; y detectores de límite(5) detectan el momento en que la mesa de fresado se acerca a sus límites de recorrido. Un motor paso a paso (6) coloca el cambiador de herramienta para que el porta-herramientas pueda aceptar una nueva en el momento apropiado, y un sensor táctil (7) mide las dimensiones de la pieza trabajada en cada momento. En la unidad de control, hay servo-amplificadores (8) que regulan los motores de la máquina, un computador realiza el control global y una pantalla (9) informa al supervisor humano. En el robot, servo-válvulas hidráulicas (11) mueven el brazo, codificadores ópticos (12) detectan la posición del brazo, una válvula neumática de control (13) acciona el manipulador, y un sensor táctil (14) (puede ser una matriz de sensores) mide la fuerza del manipulador. El control del robot contiene servo-amplificadores (15), un computador (16) y una pantalla (17). Además, una cámara de T.V.(18) y sensores de distancia (láser, ultrasónicos, estereoscópicos,...) y proximidad identifican las piezas y guían al robot.

FUENTE: Adaptado de IEEE Spectrum, Mayo 1983

microcomputador, con compensación de derivas térmicas, con potencia de cálculo y de toma de decisiones autónomas, incluso con compresión de los datos a transmitir.

Un problema menos fácil de resolver es el de la evolución de los actuadores hacia la integración. Aunque se han conseguido algunas microestructuras utilizables como actuadores, incluso interruptores mecánicos de silicio, el panorama durante bastante tiempo se centrará en los relés y en los diferentes tipos de motores: paso a paso (muy usados en aplicaciones que precisan par y velocidad pequeños), motores de C.C. (más fiables), en particular los de imán permanente (con control mediante amplificadores SCR o de modulación por anchura de pulsos), y motores de C.A. (en aplicaciones especiales, no precisan mantenimiento y se usan cada vez más, debido al descenso de los precios de los controladores, basados en microprocesadores y semiconductores de potencia).

ADQUISICION DE DATOS

La interconexión de los sensores con los sistemas de control industrial requiere circuitos especializados para el acondicionamiento de las señales. Tales circuitos son primordialmente conversores analógico-digitales y sus filtros asociados. Tales filtros suelen ser costosos y sometidos a derivas y, además, las señales necesarias en un sistema industrial difieren ampliamente en rango dinámico, características de frecuencia, ruido y precisión, por lo que se requieren filtros totalmente diferentes para cada línea.

Siguiendo la evolución que se ha mencionado en los sensores, las técnicas digitales están suplantando a los métodos analógicos en la adquisición de datos (véase figura 2). Además de ser más fiables frente a perturbaciones ambientales y el envejecimiento de los componentes, permiten la implementación de funciones que previamente eran difíciles o imposibles por métodos analógicos. Así, la implementación de logaritmos, exponenciales o funciones trigonométricas, que en el caso analógico exigía el uso de componentes no lineales, en el método digital sólo exige la utilización de sumas y multiplicaciones realizables mediante unidades aritmético-lógicas y multiplicadores. El filtrado clásico admite una formulación muy flexible en términos digitales

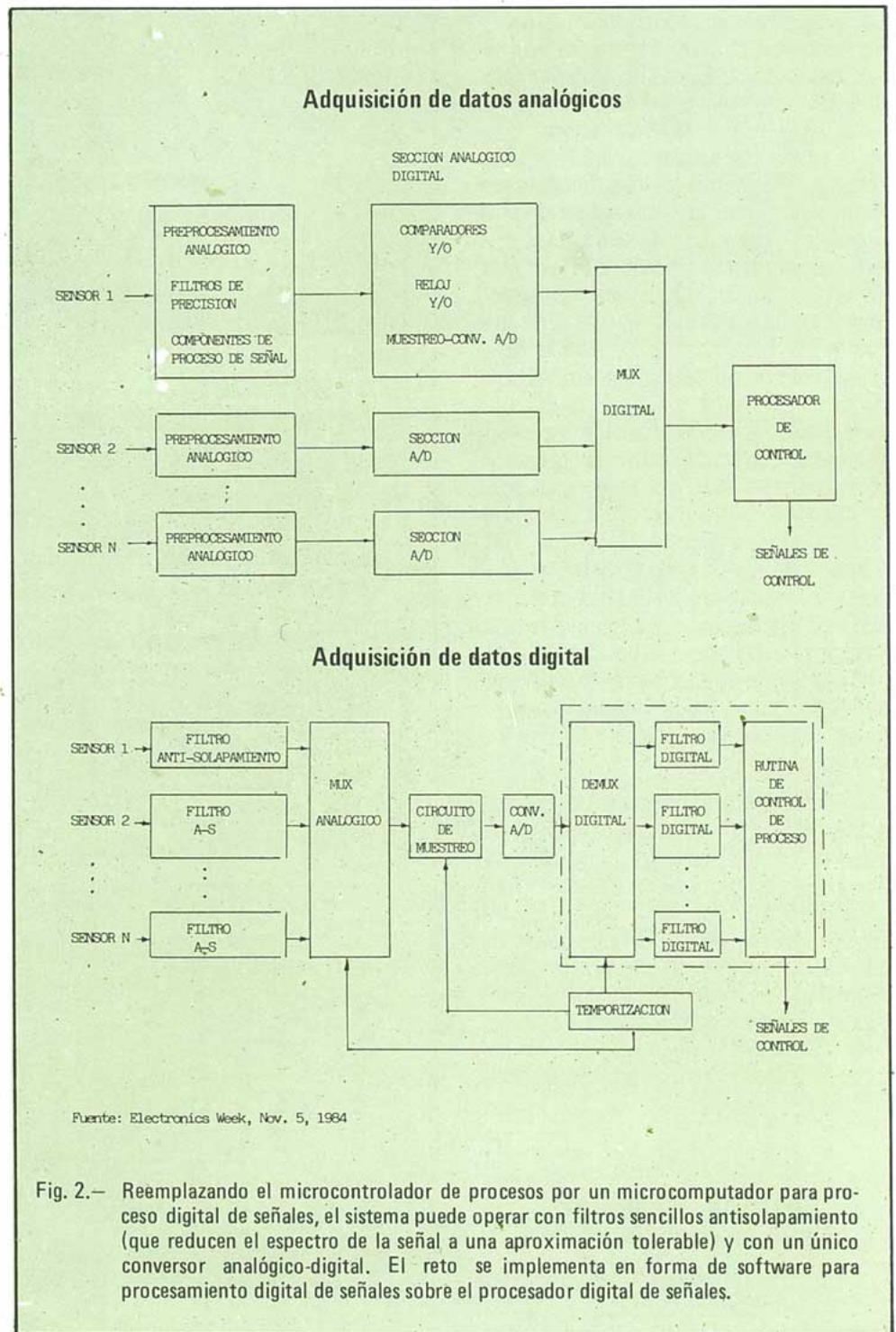


Fig. 2.— Reemplazando el microcontrolador de procesos por un microcomputador para proceso digital de señales, el sistema puede operar con filtros sencillos antisolapamiento (que reducen el espectro de la señal a una aproximación tolerable) y con un único conversor analógico-digital. El reto se implementa en forma de software para procesamiento digital de señales sobre el procesador digital de señales.

mediante la utilización de la Transformada Rápida de Fourier, y se posibilita la implementación de filtros digitales no causales, impracticables por métodos analógicos, con la posibilidad, además, de ser reprogramables en sus parámetros y con memoria.

La existencia de procesadores especializados en operaciones aritméticas rápidas permite simplificar la composición de los sistemas de adquisición de datos, tanto más si se combinan con sensores

integrados inteligentes e interfaces estándar con el procesador de control.

LA INFORMÁTICA INDUSTRIAL HOY

La mayoría de los subsistemas presentes en un entorno industrial o de control de procesos incorpora algún tipo de automatismo electrónico, en la forma ya mencionada de adquisición de datos o en equipos de medida, reguladores, autóma-

tas programables industriales, controladores de robot o computadores de control de procesos. En todos ellos, el computador gestiona la adquisición de las medidas y efectúa cálculos sobre ellas, accionando las salidas oportunas. Este tipo de informática da más importancia al área de la entrada/salida que a la de procesamiento, habiendo dado lugar a los autómatas programables industriales, que a una programación poco potente añaden una gran modularidad en las E/S mediante el uso extensivo de tarjetas especializadas, comunicaciones por línea-serie fundamentalmente, etc. Estas mismas características las comparten los demás microcomputadores de control de procesos, incluyendo además sistemas operativos sofisticados de tiempo real y una variedad mayor de buses (Multibus, STD, Q-bus, VME, Versabus, S-100, IEEE 488,...). En un medio industrial la noción más importante es la de tiempo real, la capacidad de atender a los datos de entrada antes de que se degraden, realizando inmediatamente las medidas necesarias y comunicando los cambios a los demás sistemas afectados.

Este tipo de informática en planta, aislada respecto a las informáticas de ingeniería (diseño asistido por computador) o de gestión, y el exceso de buses y normas de comunicación utilizadas por los fabricantes (entre los que no existe un líder claro) han creado un panorama inconexo, del que sólo en los últimos años se intenta salir a través de planes coordinados entre las industrias y los poderes públicos, sobre todo de Japón y E.E.U.U.

ROBOTICA SENSORIAL: MUCHO CAMINO POR ANDAR

Los desarrollos más llamativos en robótica están afectando más que a la mecánica (donde los problemas hidráulicos, neumáticos, etc., no permiten cambios espectaculares), a la evolución de los controladores y de los sistemas sensoriales.

El controlador de un robot almacena el programa (virtualmente todos los actuales son de programa almacenado en computador) y controla los movimientos del robot. Desde los más sencillos "pick and place", que permiten normalmente el acceso a dos posiciones solamente, hasta los servo-robots que pueden programarse para trayectorias de cientos y miles de puntos o continuas, la comple-

CUADRO 1

LA ELECTRONICA INDUSTRIAL EN EL MUNDO.

	EE.UU. (1984)M\$	%	Europa (1984)M\$	Japón (1984)M\$
EQUIPOS ELECTRONICA INDUSTRIAL (total)	7.383,4		3.016,96	4.792,73
• Sistemas de gestión de energía (total)	462,5	6,3		97,82
— Dispositivos discretos	114,0			
— Basados en computador	57,5			
— Basados en microprocesador	117,2			
— Basados en mini	173,8			
• Sistemas de inspección (total)	250,5	3,4	55,61	93,74
— Por infrarrojos	109,7			47,58
— Por láser	85,5			
— Por ultrasonidos	27,5			
— Por ultravioletas	3,9			
— Por rayos X	23,9			46,16
• Controles de motor (total)	745,8	10,1	191,35	181,72
— Corriente alterna	223,3			
— Corriente continua	522,5			
• Sistemas de control numérico	380,0	5,1	208,07	350,45
• Equipos de control de contaminación	1.390,0	18,8	19,32	83,22
• Equipos de control de procesos (total)	3.372,1	45,7	2.179,08	1.265,09
— Sistemas de adquisición de datos (total)	1.716,6	23,2		
• Analógicos	84,8			
• Digitales	91,9			
• Instrumentación de procesos (total)	1.539,9			
— Sensores y transductores	1.011,1			
— Grabadores e indicadores	528,8			
— Controladores de secuencia (total)	1.590,0	21,5		202,43
• Basados en computador	984,2			
• Relés cableados	122,5			
• Automatas programables	483,3			183,52
— Data loggers (centrales de datos)	65,5	0,9		
• Robots (total)	321,4	4,4		894,27
— "Pick-and-place"	36,0			
— Punto a punto	63,0			
— Trayectoria continua	72,9			
— De ensamblaje	51,3			
— Máquinas-herramientas flexibles	17,6			
— Sistemas táctiles	23,5			
— Sistemas de visión	57,1			
• Sensores y controles de espesor (total)	72,5	1		199,72
— De láser	18,0			
— Fotoeléctricos	34,6			
— Basados en radiación	19,9			
• Equipos de limpieza ultrasónica	58,7	0,8	36,37	153,61
• Controles de soldadura	50,0	0,7	46,47	249,02
• Láseres y equipos relacionados (total)	279,9	3,8		
— Láseres de gas	191,2			
— Otros	88,9			

Fuente: Electronic, January 12, 1984

NOTA.— Los porcentajes que se incluyen para cada subsector dan una idea del peso relativo dentro del sector de Electrónica Industrial, siendo destacable la importancia que el Control de procesos tiene dentro del total (un 45,7% en el mercado americano y hasta un 72% del mercado europeo) frente a la limitación de subsectores tan llamativos como la Robótica (4,4% en EE.UU.). Asimismo destaca la importancia de los equipos de control de contaminación en el mercado de EE.UU. (un 18,8% del total).

alidad de los controladores crece exponencialmente, tanto más si se incluyen funciones tales como detección y evitación de obstáculos en el recorrido del manipulador, modificación del comportamiento al variar el espacio de trabajo, o la implementación de lenguajes de fabricación (como AML de IBM) como interfaces de usuario.

Los robots comercialmente disponibles requieren una colocación precisa de la pieza (incluso cuando disponen de visión) y no pueden adaptarse fácilmente a los cambios en su entorno. Requieren, por ejemplo, piezas sin defectos, en orientaciones previstas y, normalmente, que estén aisladas y bien iluminadas contra un fondo uniforme. Ello es debido por una parte al poco desarrollo de los sensores táctiles y visuales y las teorías correspondientes que deberán permitir la ejecución de tareas de ensamblaje de piezas y la soldadura de arco en condiciones poco controladas.

El mayor problema en esta última tarea es que las piezas normalmente tienen tolerancias significativas, por lo que el robot deberá ser capaz de modificar, en función de cada pieza, el camino y los parámetros de soldadura para compensar. Sólo robots muy limitados en este sentido han alcanzado la comercialización.

El ensamblaje es una operación intensiva en trabajo humano y ha sido siempre el candidato ideal para la robotización, a no ser por las dificultades que presenta de realimentación sensorial, incluso en tareas aparentemente tan simples como insertar un tornillo en una tuerca. Los sistemas de visión robótica actuales trabajan en su mayoría con imágenes binarias (blanco/negro) y resoluciones bastante pobres (512 x 512 elementos en casos muy raros), pero donde el retraso respecto a las necesidades se manifiesta más es en la concepción como sistemas bidimensionales. La visión robótica está dejando de basarse en la aplicación a las imágenes previamente binarizadas de algoritmos que extraen perfiles de piezas y detectan agujeros u otras características. La manipulación de piezas en condiciones de iluminación no controladas, revueltas y/o en movimiento exige el desarrollo de representaciones intermedias en 3 dimensiones, lo que significa una cantidad enorme de cálculos sólo resoluble prácticamente mediante nuevas investigaciones en VLSI y arquitecturas de computador especializadas.

El otro paso gigante en robótica pro-

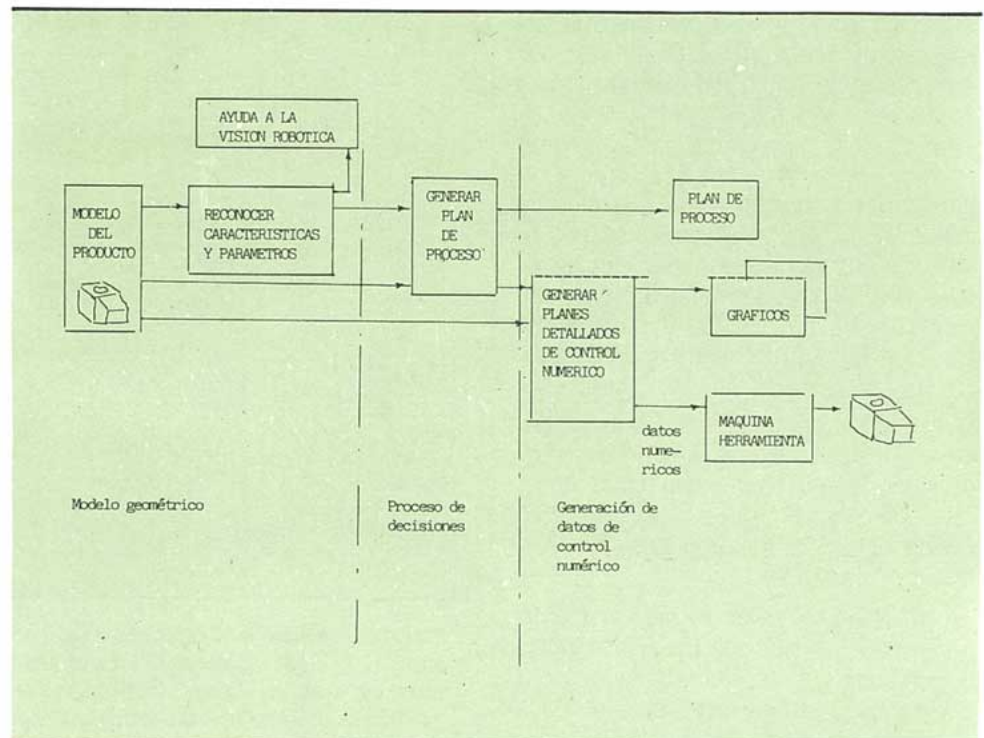


Fig. 3.— Aplicación del CAD a la fabricación. Fuente: Adaptación de electronics week Dec. 17, 1984.

vendrá de la integración de los múltiples componentes. Según los controladores de los robots se construyen más inteligentes, utilizan lenguajes más sofisticados para definir funciones y trayectorias y realizan tareas más complejas, la integración se convierte en una necesidad crítica, comenzando por la definición y estandarización de las interfaces (hardware y software) del controlador con el entorno de la fábrica.

DOS FILOSOFÍAS DE INTEGRACION: REDES Y/O CIM

Después de examinar la informática industrial convencional y los requerimientos computacionales de la robótica avanzada, queda claro que la situación en las fábricas es muy heterogénea y potencialmente problemática, pero también que sólo con la integración de todos los equipamientos informáticos, sean estos controladores de robot o de máquina-herramienta de control numérico o de procesos, se explotan las potencialidades y la flexibilidad de éstos.

La existencia de "islas de automatización" muy desarrolladas, mientras que las comunicaciones o el transporte de materiales entre ellas se hace por medios más atrasados o de forma descoordinada e inflexible, ha planteado la necesidad de llevar a la práctica filosofías alternativas,

de uso intensivo de redes, de fabricación flexible (véase artículo en este mismo monográfico) y de fabricación integrada por computador, según se haga más hincapié en la rapidez de transmisión de la información y el control entre los distintos subsistemas, en la reconfigurabilidad del sistema de fabricación o en la existencia de una integración entre el área de diseño CAD, el área de gestión, empresarial y de stocks y el área de fabricación mediante un control con acceso a una base de datos global.

Algunos vendedores ofrecen sistemas completos de automatización que técnicamente hacen difícil la presencia de subsistemas de otros fabricantes con distintos protocolos, necesidades de hardware o interfaces. Sólo desde la posibilidad de crear estándares de facto podría haberse extendido esta tendencia. Pero ni General Motors, productora, desde antiguo, de sistemas de automatización, fundamentalmente para sí misma, ni IBM, Westinghouse o General Electric, o los japoneses, han podido imponer sus propias filosofías, por lo que participan muy activamente en esfuerzos de estandarización. El caso americano es particularmente significativo en el tema de las redes. La solución que parece abrirse paso es la de un conjunto de protocolos (de comunicaciones de banda ancha) para automatización. El protocolo MAP (Manufacturing Automation Protocol), sugerido por

G.M., ha sido suscrito por unas 50 firmas, incluyendo a IBM y DEC entre los fabricantes de computadores; fabricantes como Ford, Boeing, Westinghouse y General Electric; fabricantes de chips como Intel y Motorola. Además, unas 200 compañías pertenecen a los grupos de usuarios de MAP, como Eastman Kodak, Du Pont y Mc Donnell Douglas. El protocolo incluye estándares internacionales del I.E.E.E., I.S.O. y trabajos del National Bureau of Standards americano.

Independientemente de que sea éste u otro el tipo de red mayoritario, los sistemas de fabricación flexible o de fabricación integrada por computador deberán tomar como base hardware la existencia de redes jerárquicas a distintos niveles, que podrían ser:

- **Nivel 3**, nivel de departamento (velocidades bajas) que conecta muchos dispositivos, tan económicamente como sea posible y proporciona una interface al nivel 2.

- **Nivel 2**, de planta, de propósito general. Conectaría dispositivos a estaciones de trabajo o a toda la red.

- **Nivel 1**, de empresa (velocidad del orden de 50 Mb/seg), de propósito general, supervisando todas las operaciones de la fábrica, desde la fabricación y el inventario, hasta la distribución, almacenamiento y diseño.

Las facilidades de comunicación rápida de la información y el control dentro de la fábrica no resuelven la complejidad que subyace a todas las decisiones que en cada momento y lugar se toman, desde decisiones de diseño o de gestión de stocks hasta de movimiento de manipuladores o accionamiento de relés. Por ello es una tendencia general implicar más a los computadores en la gestión global de estos procesos, incluso en la creación del software que permita funcionar a los distintos controladores.

El corazón de este tipo de soluciones implica el desarrollo de una monumental base de datos en línea, que integra todo tipo de informaciones relativas a tecnología de fabricación, automatización de procesos, planificación de la fabricación, datos para prueba e inspección, etc.

Una de las áreas en que más ha avanzado la integración es relacionando la fabricación con los procesos previos de diseño por computador, que hasta hace poco suponían un salto muy ineficiente en

CUADRO 2
LA ELECTRONICA INDUSTRIAL EN EUROPA.

País	Porcentaje del mercado de Elect. Ind. sobre el total nacional (1983)	Porcentaje de la producción de Elect. Ind. sobre el total nacional (1983)	Mercado de equipos industriales en 1984(M\$)	Mercado de control e instrumentación en 1984(M\$)
RFA	16	17	344	3,268
FRANCIA	9	9	206	1,454
REINO UNIDO	12	13	314	3,334
ITALIA	6	6	144	852
HOLANDA	5	6	54	432
ESPAÑA	7	4	29	189
TOTAL EUROPA:	—	—	1,310	9,979

FUENTE: ANIEL y "Mackintosh Yearbook of Wesf European Electronics Data 1984" (La partida "Equipos industriales" incluye equipos de señalización de ferrocarriles y de tráfico en carretera, alarmas y láseres, fundamentalmente; la partida "Control e instrumentación" incluye equipos de control numérico de máquinas-herramientas, equipos de control de procesos y adquisición de datos, controladores de secuencia, data loggers y equipos de instrumentación).

tre dos actividades ampliamente automatizadas.

CAD Y ALGO MAS: INTELIGENCIA ARTIFICIAL

El CAD (Diseño asistido por computador) comenzó en la industria electrónica asistiendo en el diseño de circuitos integrados, y de ahí se traspasó a las ingenierías aeroespacial y mecánica, donde ahora es mayoritaria (en este año, los usos del CAD se reparten en torno al 50% en la mecánica, 20% en electrónica y 19% en construcción). En particular, las aplicaciones mecánicas han dado lugar al desarrollo de software gráfico interactivo tridimensional muy potente, que permite la utilización de técnicas de modelado tridimensional, para calcular posteriormente áreas, volúmenes, centros de gravedad y momentos de inercia de cualquier objeto descrito, con grandes facilidades adicionales de salidas gráficas.

Sin embargo estas estaciones de trabajo gráfico han permanecido aisladas de la ingeniería de producción, con la que relacionaban mediante esquemas y dibujos y el saber hacer del ingeniero de producción, que transformaba los datos de diseño en planes de fabricación, planificación de procesos, programas de mecanizado o movimientos del manipulador robótico, y, posteriormente, planes de control de calidad (véase figura 3).

El paso lógico siguiente es utilizar los sistemas CAD para producir dibujos y esquemas, o derivar directamente programas para máquinas-herramientas de control numérico para el corte y mecanizado de piezas, o simular los movimientos del robot para la planificación de espacios de trabajo y trayectorias óptimas (véase figura 4). Estas últimas aplicaciones, así como la sustitución del ingeniero de producción (o la ayuda a la decisión) en la generación de planes de proceso suponen el desarrollo de sistemas expertos, software de inteligencia artificial que parta de los datos de diseño CAD y de una base de conocimientos. Como ejemplo del interés que suscitan estas aplicaciones, está el proyecto CAM-I (IMPACT—Integrated Manufacturing Planning and Control Technology) por valor de 23 millones de dólares USA, en el que participan 7 grandes empresas (I.B.M., G.M., General Electric C., Boeing, Mc Donnell Douglas, General Dynamics y Martin Marietta, con 1 M \$ cada uno) y dos agencias federales norteamericanas, que debe eliminar la necesidad de dibujos de ingeniería y trabajo humano para decidir el mejor modo de producir un producto.

Y otra investigación notable se refiere al uso de las potentes herramientas de modelado y transformación geométrica del CAD para la robótica visual tridimensional, en la línea de extraer las características representativas de las piezas a reconocer y manipular.

EL MERCADO Y LOS PRODUCTORES

Un campo con aplicaciones tan variadas dentro y fuera de las fábricas no ha fomentado precisamente la existencia de grandes empresas que abarquen todo el mercado salvo algunas excepciones y los movimientos ya citados de IBM, Westinghouse (mediante la compra de Unimation, fabricante de robots que, por cierto, parece que estuvo al alcance en su momento del INI), General Electric, Rockwell (reciente compradora de Allen-Bradley, que controlaba hasta el momento una parte sustancial del mercado mundial de autómatas programables y controladores numéricos) y General Motors, lo que puede suponer un trastocamiento respecto al panorama fragmentado en gran número de subsectores (véase Cuadro 1). La limitada magnitud del mercado europeo (véase Cuadro 2) explica que pocas empresas continentales sean prominentes como suministradoras de sistemas de automatización: sólo Olivetti, Siemens, Télémecanique y General Electric Co. de Gran Bretaña han pasado de cierto nivel de atención, pero al igual que ocurre con las compañías norteamericanas, la incidencia y la presencia en nuestro país es extremadamente limitada, lo que no extraña conociendo los límites entre los que se mueve nuestra Electrónica Industrial (véase Cuadro 3). A título de curiosidad nótese cuál es la partida de producción más importante (máquinas de juego)... y el PEIN pretende que lo siga siendo. Pero hay interrogantes que convendría despejar respecto al futuro del sector, más que por el futuro de la industria nacional, que ya parece suficientemente asegurado (¡si autolimita su crecimiento!) por el porvenir del resto de los sectores industriales y de equipamientos que, en los casos peores, podrían perder la posibilidad de acceder a la nueva tecnología, incluso a los niveles poco sofisticados, de automatización modesta (redes locales, centrales de datos, autómatas programables) que hoy por hoy son urgentes en las PYMES. Pero "es difícil imaginarse", citamos del BIT 26, "cómo un sector con tan poca importancia numérica en empleo (y en recursos) como el de la Electrónica Industrial (1.828 en 1983) va a poder proporcionar una base tecnológica nacional a los procesos de reconversión industrial que van a afectar al conjunto del país". Hasta el momento, aparte del fomento a la demanda lo único que existen son planes puntuales relacionados más con aplica-

CUADRO 3

SITUACION POR SECTORES (AÑO 1982)

LA ELECTRONICA INDUSTRIAL EN ESPAÑA.

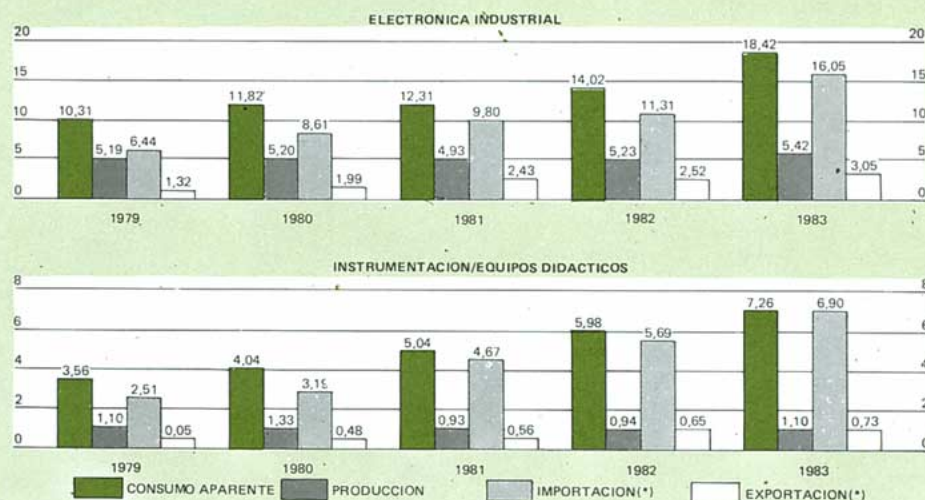
	Consumo aparente	Producción	Exportación	Importación
Control y Señaliz.	14,0	5,2	2,5	11,3
Robótica	2,7	0,4	—	2,3
Automoción	10,0	4,0	0,4	6,4
Energía Solar	1,2	—	—	1,2
Máquinas de Juego	9,6	9,7	0,4	0,3
Inst. Didáctica	6,0	1,0	0,7	5,7
TOTAL 1982	43,5	20,3	4,0	27,2

SITUACION POR SECTORES (AÑO 1987)

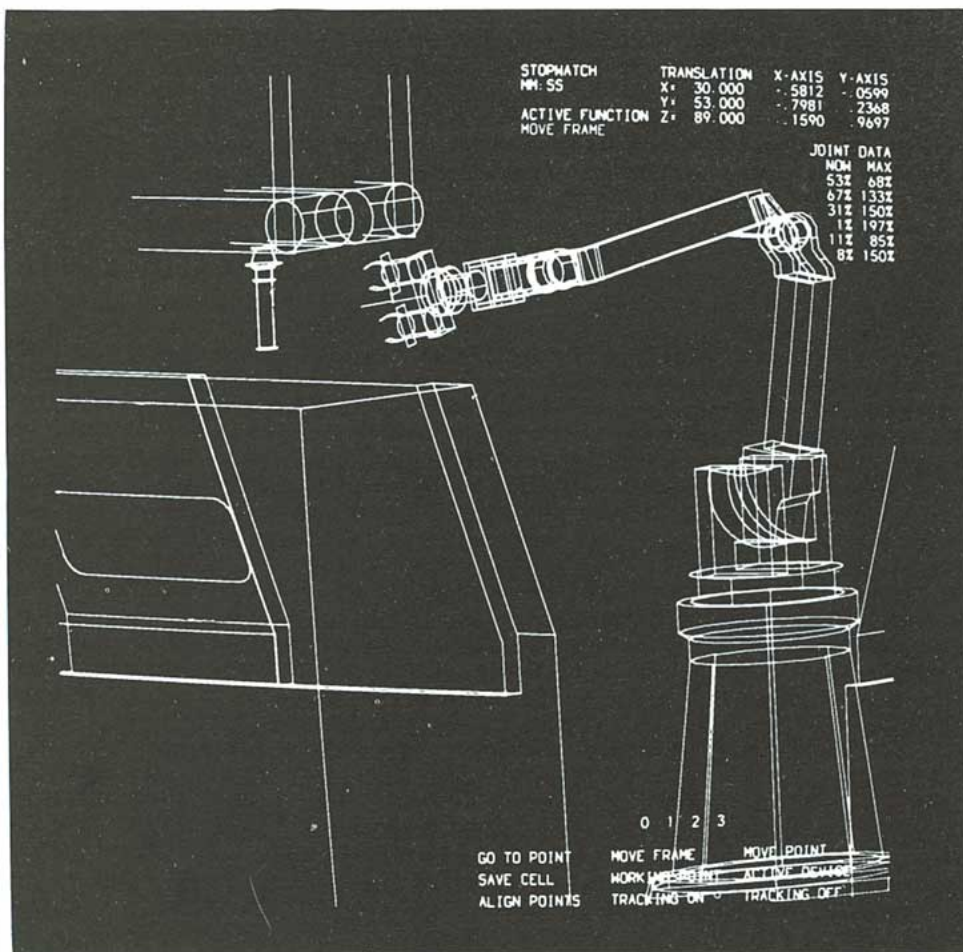
	Consumo aparente	Producción	Exportación	Importación
Control y Señaliz.	24,7	12,7	4,1	16,0
Robótica	7,0	2,3	0,5	5,3
Automoción	18,0	11,0	2,3	8,7
Energía Solar	3,0	3,0	1,5	1,5
Máquinas de Juego	20,0	22,4	3,0	0,6
Inst. Didáctica	10,5	3,4	1,3	8,4
TOTAL 1987	83,2	55,4	12,7	40,5
CRECIMIENTO MEDIO 1987-82	13,8%	22,2%	26,0%	8,3%

(IMPORTES EN MILES DE MILLONES DE PESETAS)

EVOLUCION ENTRE 1979 y 1983



Fuente: ANIEL



Simulación de una celular robótica mediante CAM

ciones fuera de fábrica, como el proyecto SAIH, Sistema Automático de Información Hidrológica, o la posibilidad de proyectos de control de tráfico, de depuradoras o de contaminación. Aunque en los concursos se están primando la ingeniería y producción nacionales, está por ver que este tipo de proyectos tenga una continuidad suficiente, que a nivel de previsión sí existe en el PEIN.

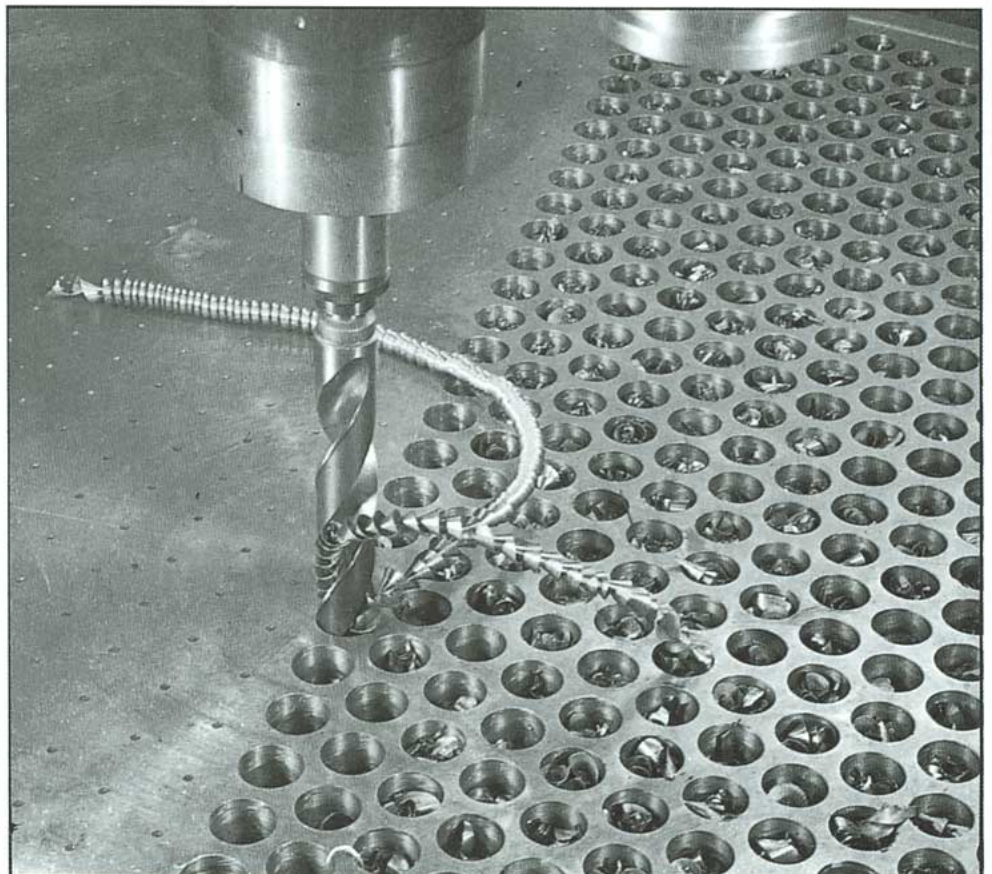
EL PEIN Y LA ELECTRONICA INDUSTRIAL

Aunque en otra parte de este monográfico se comenta el papel de la Electrónica industrial dentro del PEIN, bueno será hacer un recorrido sumario por las medidas previstas por los poderes públicos, medidas que completan un cuadro en el que es preciso reconocer que han agotado prácticamente las posibilidades, en cuanto a variedad de mecanismos estimuladores del sector y de la demanda de las otras industrias.

Desde la planificación de compras y necesidades (está por ver), la técnica-

ción de ciertos servicios (control de tráfico urbano, auxilio en carretera, metro, meteorología, red de transporte de energía eléctrica,...), la introducción de equipos y componentes nacionales en las reconversiones sectoriales (automóviles, línea blanca), los acuerdos con los Ministerios de Educación y Ciencia e Industria sobre dotación de equipos didácticos y de laboratorio, hasta las medidas financieras:

- Desgravación por I + D.
- Ayuda a la realización de prototipos.
- Facilidades de amortización fiscal en las adquisiciones de equipos.
- Línea de crédito preferencial del Banco de Crédito Industrial en áreas determinadas que incluyen la práctica totalidad del sector.
- Beneficios a las implantaciones industriales o reestructuración de las existentes.
- Acceso preferente al crédito oficial para inversiones industriales.
- Mejor tratamiento de las adquisiciones de software.
- Creación de una sociedad mixta de capital-riesgo para la promoción de iniciativas.



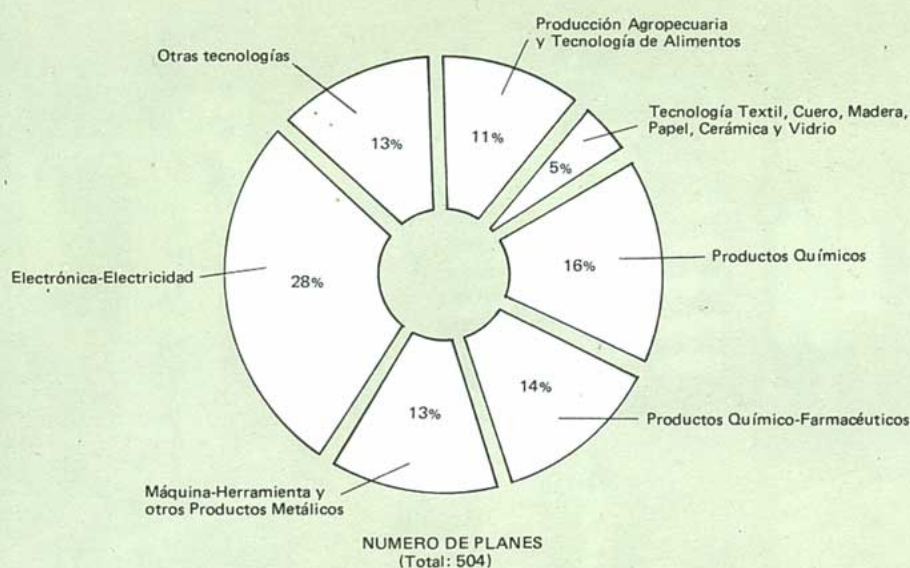
CUADRO 4

LOS PODERES PUBLICOS ANTE LA ELECTRONICA INDUSTRIAL

FONDOS PUBLICOS DISPONIBLES

	1984	1985	1986	TOTAL
Ayudas del CDTI para Electrónica industrial (MPta)	500	750	750	2.000
Ayudas de la CAICYT para Electrónica Industrial (MPta)	500	750	500	1.750
Subvenciones de la DGEI para Electrónica Industrial (MPta)	350	400	400	1.150
Subvenciones de la DGEI para RESINDER	650	350	220	1.220

PLANES CONCERTADOS DE LA CAICYT



La CAICYT y el CDTI ante la Electrónica Industrial

CAICYT: Programa especial de I + D sobre Material y equipos ferroviarios, en la parte dedicada a proyectos de señalización, control y comunicaciones.

Programa especial de I + D en "Robótica", al que deben unirse planes específicos de "Máquinas-herramientas automáticas de control numérico", de "CAD", de "Desarrollo de talleres flexibles" y de "Automatismo".

CDTI: En la corta nueva historia del CDTI (año 1984) se han apoyado unos 15 proyectos totalmente incluidos en la Electrónica Industrial por un valor aproximado de 150 millones de Ptas. en aportaciones del Centro, incluyendo modalidades como créditos privilegiados, recuperación por canon sobre ventas y participación con capital.

Los proyectos aprobados incluyen temas como autómatas programables, máquinas transfert flexibles, control de riego, componentes de electrónica de potencia, pero, una vez más, parece que la "demanda de Subvenciones es inferior a la oferta solvente".

— Desgravación de impuesto sobre plusvalías a las sociedades de capital-riesgo.

— Subvención y desgravaciones a empresas españolas en aventuras extranjeras.

— Fomento de la participación del IMPI y del Banco Exterior de España.

Una parte importante del esfuerzo de dinamización de la Electrónica industrial corresponde a la CAICYT y al nuevo CDTI (véase cuadro 1).

Sin embargo, la consideración que recibe la Electrónica industrial en el PEIN, con ser importante, va más pareja con los débiles niveles que tienen **actualmente** la producción nacional dentro de este mercado, la estructura de capitales dispuestos a recabar las ayudas del Plan o las industrias dispuestas a iniciar "aventuras" de modernización, introduciendo automatización integrada, que con las reales potencialidades que la producción y el uso de Electrónica industrial ofrecen a las empresas de nuestro país. El proceso de desmontaje de las estructuras industriales públicas (en el sector sólo quedará EISA, y ERDISA en CAD) ha clarificado el presente.

Existe la posibilidad, no tan hipotética, de que la iniciativa privada en I + D y producción falte a la cita con el PEIN y sólo queden, de hecho, los acuerdos con las multinacionales. Son los riesgos de una política exclusiva de estimulación de la demanda, si no hay demanda. ■