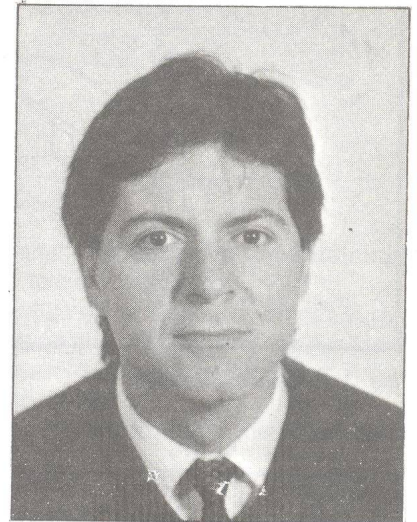


# Monográfico: El proyecto industrial

## **Proyecto de informatización de la oficina técnica**

Por F. Aguayo González



### **1. INTRODUCCION**

Desde la década de los 60, y con especial énfasis en los últimos años, propiciado por el gran desarrollo alcanzado en el hardware de los sistemas informáticos, se han realizado esfuerzos importantes de investigación al objeto de desarrollar sistemas de dibujo y diseño asistido por ordenador.

Estos sistemas en los momentos presentes constituyen una poderosa herramienta en manos de los técnicos de las oficinas técnicas, contribuyendo a un incremento de la productividad, así como a la reducción o supresión en algunos casos de la fase de construcción de modelos físicos (prototipos y maquetas), posibilitando su implementación física, tras la validación por simulación del producto en su conjunto o de los distintos subsistemas que lo integran.

### **2. INFORMATIZACION DE LAS OFICINAS TÉCNICAS**

De la misma forma que los distintos aspectos de la vida cotidiana y del proceso industrial, las formas de trabajar y los instrumentos utilizados en la elaboración y confección de un proyecto técnico han evolucionado en los últimos años. El paso del tiralíneas al rotring facilitó notablemente el trabajo en las oficinas técnicas; el paso de la escuadra y el cartabón o tecnígrafo al diseño o dibujo asistido por ordenador se configura ya como una auténtica revolución en el quehacer de la oficina técnica.

Entendemos por informatización de la oficina técnica el uso de los recursos hardware-software de los

sistemas informáticos, en las distintas fases de la confección de un proyecto, como son documentación, diseño, análisis, testing, simulación, dibujo, etc., algunas de ellas incluidas en la fase de diseño gracias a las técnicas CAD, así como en las tareas de planificación y gestión.

Al objeto de hacer una particularización en aquellos aspectos que consideremos de interés, distinguimos la siguiente tipología de oficinas técnicas:

— Oficina técnica de fabricación, constituida de una forma genérica por los siguientes departamentos:

- Departamento de estudio de proyecto.
- Departamento de métodos.
- Departamento de utillaje.

Las funciones de ésta son el diseño de productos, organización de los procesos productivos y mantenimiento de las instalaciones que posibilitan la fabricación del producto.

— Oficina técnica de proyectos: constituye la forma en que se organiza el técnico para realizar su actividad en el ejercicio libre de la profesión.

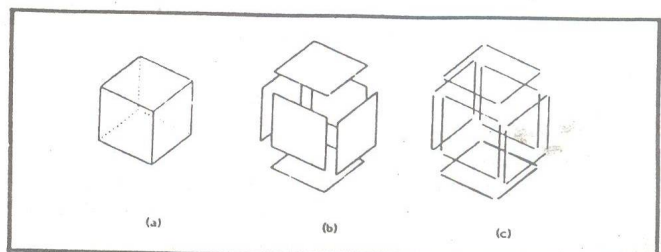


Fig. 1. Modelado por fronteras.

# Monográfico: El proyecto industrial

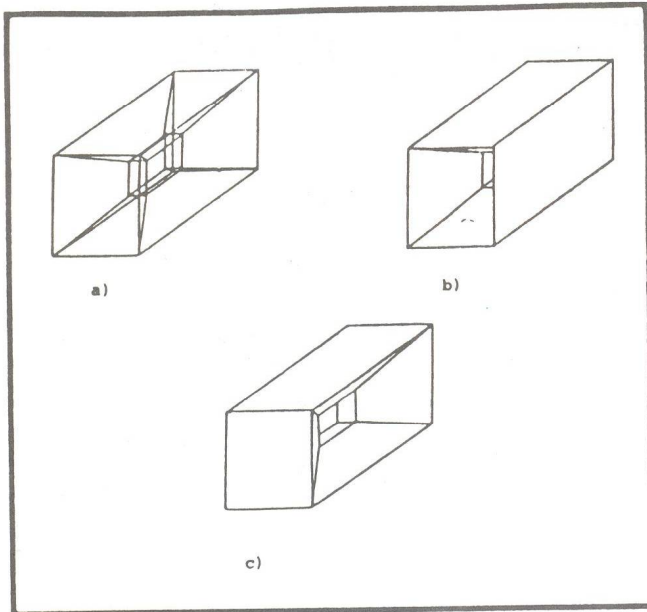


Fig. 2. Modelado alámbrico.

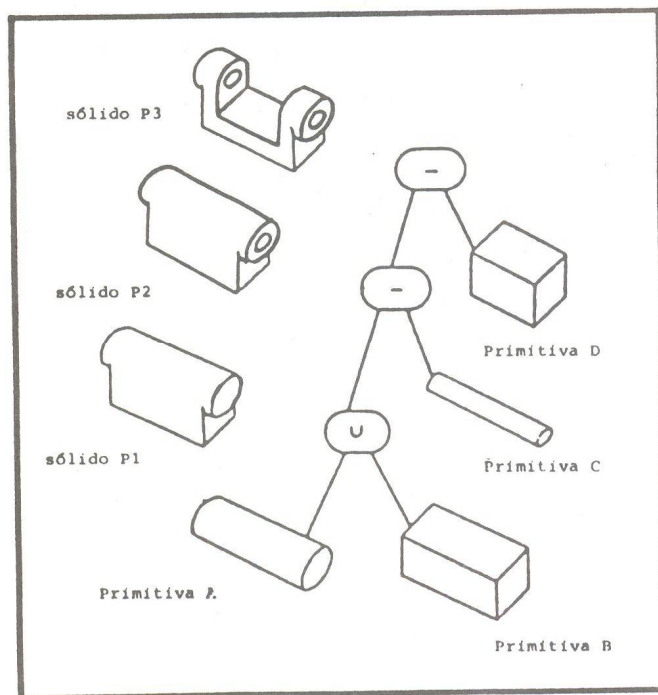


Fig. 3. Modelado por CSG.

### 3. QUE ES EL CAD

Diseño Asistido por Computador (CAD Computer Aided Design) es la actividad que, ayudada con elementos "soft" y "hard" permite de una forma interactiva el diseño y dibujo de un producto o instalación —objeto del proyecto a confeccionar—, utilizando para ello una serie de comandos y funciones que facilitan la labor de diseño y su representación normalizada entre otras.

Los sistemas que posibilitan el CAD están constituidos por terminales gráficos, elementos auxiliares de escritura y almacenamiento de datos, todo ello controlado por un ordenador, que permite realizar las siguientes actividades:

- La definición por parte del usuario de la forma del objeto a diseñar, en un proceso interactivo; y de esta forma se puede ir modificando hasta llegar a la deseada.
- La obtención automática de un conjunto de propiedades geométricas a partir del modelo anterior, superficie, volumen, peso, momentos de inercia, etcétera.
- La visualización del objeto diseñado, generándose automáticamente cualquier vista (diédrico, axométrico, perspectivas, secciones del objeto) y los planos del mismo. Esto lleva implícito que el ordenador almacene un modelo tridimensional del objeto diseñado.
- La visualización automática de los principales resultados de los programas de cálculo, zonas de tensión demasiado elevadas, tensiones máximas, calentamiento en determinadas zonas, etcétera.
- Si los resultados no se adecúan a las especificaciones, el usuario incidirá sobre la forma del objeto, modificando su forma, repitiendo el proceso.
- La conexión automática a programas de cálculo mecánico más complejo, como pueden ser los de cálculo de tensiones por elementos finitos o análisis modal.
- Introducción de modificaciones en diseños ya realizados.
- Generación de la documentación técnica para el proceso de fabricación y programas fuentes para control numérico.
- Etcétera.

Dentro de lo que hemos denominado CAD, hemos de distinguir:

- Sistemas de dibujo asistido por computador.
- Sistemas de diseño asistido por computador.

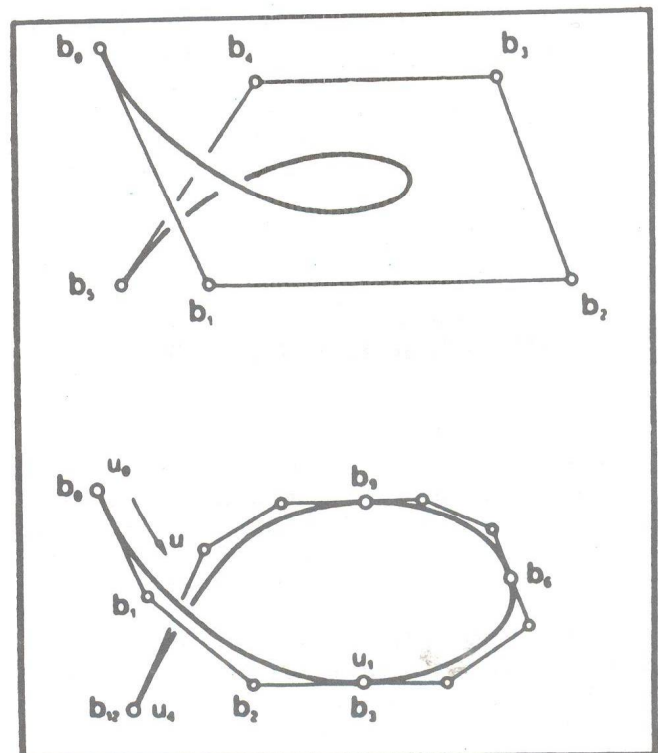


Fig. 4. Trazado de splines.

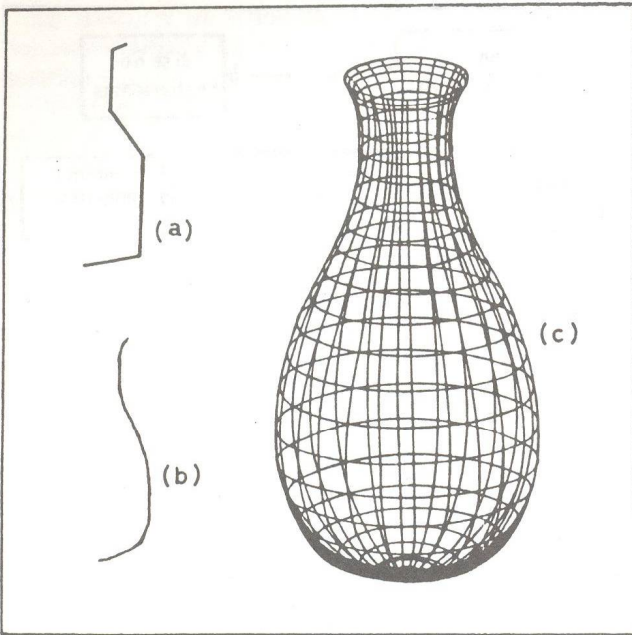


Fig. 5. Modelado de vasija.

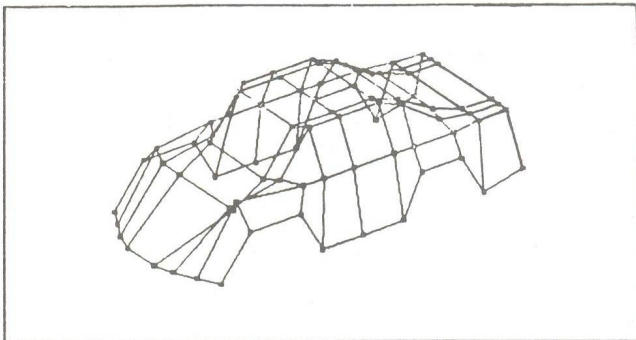


Fig. 6. Diseño por splines.

## 3.1. Sistemas de dibujo asistido por ordenador

Se denomina sistema de dibujo asistido por computador a aquel que puede definir, almacenar, recuperar, modificar y reproducir información gráfica bidimensional. Debido a que la información gráfica responde a geometría bidimensional, estos sistemas suelen denominarse sistemas 2D (dos dimensiones).

Dentro de las prestaciones que suelen tener estos sistemas cabe mencionar:

- Elementos geométricos: en general incorporan elementos geométricos (como puntos, rectas, círculos, arcos, curvas generalizadas tipo "spline") que facilitan las construcciones geométricas complejas, también disponen de mallas rectangulares, trazado de líneas paralelas a otras existentes, etcétera.
- Funciones de acotado. El tipo de acotado en estos sistemas puede ser:
  - Automático: el sistema determina y ubica todas las cotas.
  - Semiautomático: el usuario indica lo que debe acotarse y el punto de paso de la última cota.
  - Manual: el usuario determina las cifras de cota y define expresamente todos los elementos gráficos que componen la cota.

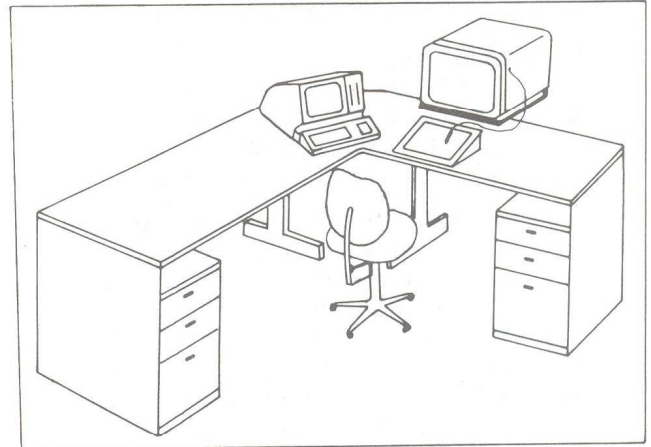


Fig. 7. Estación de trabajo.

- Elementos literales: estos son fundamentalmente anotaciones de texto y símbolos.
- Gestión de visualización: tiene por objeto la gestión de los gráficos y la forma asociada a ellos de forma ágil y correcta como ampliaciones, reducciones, zoom, etcétera.
- Estructuración de la información de forma jerárquica.

### 3.1.1. Áreas de aplicación

Las áreas de aplicación fundamentales son aquellas en las que la producción de planos (documentos que definen la geometría del elemento o conjunto de ellos atendiendo a normas estrictas) es un objetivo así como de diagramas esquemáticos (se utilizan en ingeniería para documentar relaciones entre diferentes partes de un sistema que no poseen carácter geométrico, como pueden ser diagramas de flujo o circuitos eléctricos, neumáticos, etcétera).

Son estos equipos —los de dibujo asistido por computador—, insuficientes en general para las actividades en las que la innovación y diseño predominan respecto a la producción del dibujo propiamente dicho.

### 3.1.2. Sistemas de 2 1/2 D

Los sistemas 2 1/2 D son una variante de los sistemas 2D que no suponen un aumento real de la dimensionalidad, puesto que toda la geometría conocida por el sistema es bidimensional. La diferencia respecto a los sistemas 2D estriba en que, basándose en las representaciones geométricas previamente definidas por el operador, puede generar una representación bidimensional con aspecto de perspectiva tridimensional.

## 3.2. Sistemas de diseño asistido por ordenador

Los sistemas de diseño asistido por ordenador no sólo permiten la confección de planos y su posterior edición, sino que permiten disponer de un modelo completo del objeto diseñado que posibilita realizar operaciones similares a las que se obtendrían con un modelo físico tales como las del apartado 3.

Dentro de las prestaciones que suelen tener estos sistemas cabe mencionar:

- Todas aquellas que corresponden a un sistema de dibujo asistido por ordenador.

# Monográfico: El proyecto industrial

- Modelado de sólidos. Estos pueden ser:
  - Modelado alámbrico.
  - Modelado de fronteras o de superficie.
  - Modelado por representación de volúmenes, que pueden estar implementados por el método Euler o método de las primitivas.
- Elevada capacidad de visualización: estos sistemas se basan en el hecho de conocer las propiedades geométricas tridimensionales del modelo; en base a ello poseen una elevada capacidad para producir diferentes visualizaciones de la geometría definida esta capacidad depende del sistema de modelado de representación interna.
- Procesos de análisis: dentro de éstos existen paquetes de análisis de propiedades masivas y los de análisis del comportamiento por elementos finitos. Así mismo, en el campo de la electrónica existen paquetes de simulación analógica y digital para circuitos integrados e incluso es posible simular antes de la fabricación dichos circuitos a través de los denominados compiladores de silicio.
- Conexión con el CAM: si la empresa posee máquinas de control numérico, es posible, una vez diseñado el producto o pieza y tras la simulación de trayectorias de las herramientas, obtener un programa fuente de C.N.

## 3.2.1. Areas de aplicación

Si sólo se desea la confección de planos de modo interactivo y su posterior edición vía plotter, un sistema de diseño estaría infrautilizado. Estos sistemas son imprescindibles cuando la innovación es parte fundamental y por lo tanto los costos de modelado pueden adquirir un peso importante, puesto que estos sistemas pueden reducir e incluso eliminar las preseries de ensayos. También cobran verdadero interés en:

- Aquellas actividades en las que el aspecto estético tridimensional sea un objetivo, razón por la que están adquiriendo una gran prestancia entre los diseñadores.
- En aquellos procesos en los que las máquinas herramientas controladas numéricamente, robots y manipuladores soportan una parte muy importante de la producción, constituyendo ésta elementos en los que el volumen es característica básica.

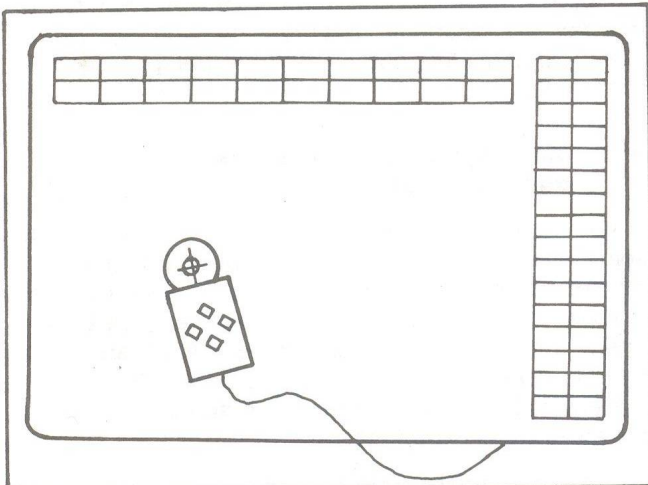


Fig. 8. Tableta digitalizadora.

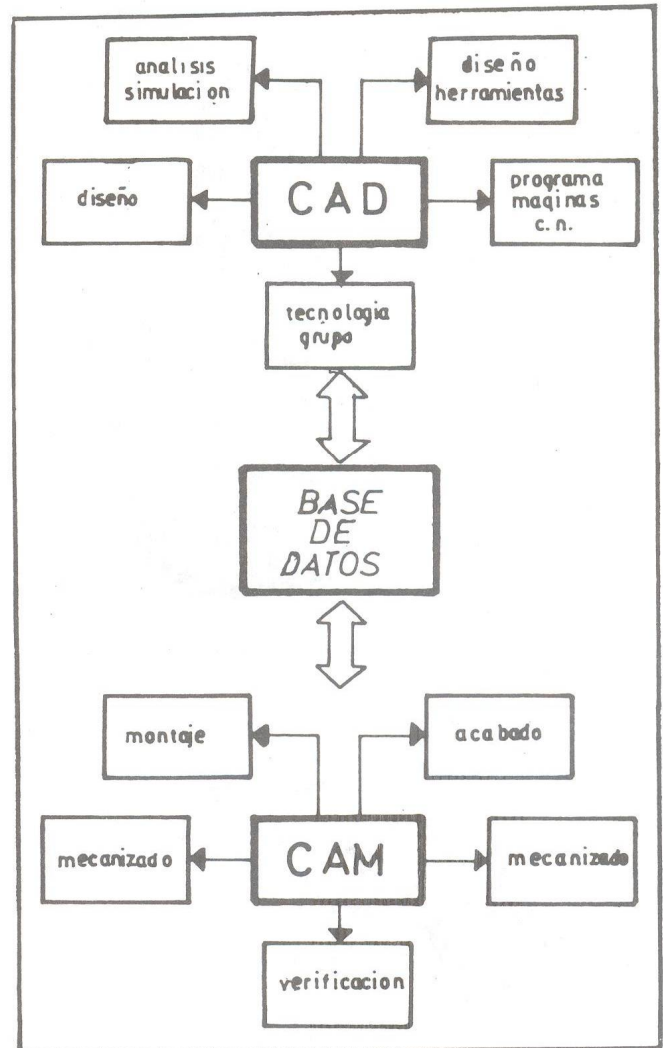


Fig. 9. Integración CAD/CAM.

## 4. MEJORAS DE LA PRODUCTIVIDAD QUE COMPORTA LA IMPLANTACION DEL CAD

La productividad puede definirse como la relación entre lo producido y lo insumido, siendo los insumos los diferentes recursos que se emplean para obtener la producción. En base a esta definición y a lo que a continuación exponemos, podemos coleccionar una valoración cualitativa del incremento de la productividad. Así, la implantación del CAD permite:

- Disminución del tiempo de diseño elevando el número de productos diseñados.
- Disminución de los procesos repetitivos de dibujo y diseño.
- Mejora de los costes de producción como consecuencia de las mejoras de diseño.
- Utilización continua (veinticuatro horas al día) y adaptabilidad a múltiples trabajos, lo que permite una mayor dedicación a la producción propia dicha.
- La posibilidad de aumento de la productividad de fabricación y de los tiempos de trabajo útiles de las máquinas como consecuencia del empleo del C.N. y de las nuevas tecnologías CAM.
- Ahorros como consecuencia de eliminar las preseries de ensayos o prototipos.

# Monográfico: El proyecto industrial

En cuanto a las ratios de productividad, hemos de ser circunspectos en su interpretación, dado que dependen a veces del tipo de aplicación, así como de la coordinación óptima de un conjunto de paquetes.

Area de aplicación	Ratios de productividad R		
	R. máximo	R. mínimo	R. medio
Análisis de estructura .....	5	1	3,1
Cartografía .....	30	0,5	5,1
Circuitos impresos .....	6	2	3,3
Circuitos integrados .....	100	10	18,4
Control numérico .....	10	1,5	5,6
Conjunto y detalles mecánicos	6,5	1	2,5
Diagramas .....	10	2	4,7
Diagramas de cableados .....	16	2	4,5
Diseño de estructuras .....	25	1	4,7
Distribución en planta .....	10	1	3,4
Piping .....	10	1	3,1

Donde  $R = \frac{\text{Tiempo utilizado por medios tradicionales}}{\text{Tiempo de realización utilizando CAD}}$

## 4.1. Otras mejoras en la implantación del CAD

Otras mejoras que pueden vislumbrarse en la oficina técnica con la implantación de un sistema CAD son:

- Incremento de la competitividad.
  - Posibilidad de investigar y probar nuevas alternativas que son posibles gracias a estos sistemas, sin necesidad de su implementación física.
  - Capacidad de ofrecer soluciones en menor tiempo, aumentando la capacidad de reacción en el mercado.
  - Reducción de plazos de entrega de productos.
  - Posibilidad de dedicar el tiempo ahorrado a la fase creativa.
- Mejora de la gestión de la información: en estos momentos en que el diseño de un producto comporta un 30 por 100 de la actividad dedicada a la documentación con la utilización de estos sistemas se tiene:
  - La posibilidad de disponer de medios interactivos y de una base de datos adecuada.
  - Flexibilidad y precisión de la información utilizada.
  - Posibilidad de una fácil reutilización de la información en sucesivas fases del diseño.
- Mejora la imagen: la rapidez en la elaboración de los proyectos, de los nuevos desarrollos, o las modificaciones de los ya existentes contribuye a dar una imagen de manera sobrevalorada en el mercado actual.

## 5. CONFIGURACION DE LOS SISTEMAS CAD

La configuración que suelen adoptar los sistemas CAD en la informatización de las oficinas técnicas depende de varios factores, como son:

- Tipo de trabajo a desarrollar: si es de dibujo, diseño, e incluso su relación con el CAM.
- Cantidad de trabajo a desarrollar (carga de trabajo).
- Relación del CAD con otras divisiones o departamentos (filosofía CIM).
- Estrategia de implantación:
  - Empezar con una estación monopuesto.
  - Continuar ampliando el sistema una vez que se tenga experiencia, hasta configurar un sistema multipuesto. Todo esto, claro está, siempre que la carga de trabajo lo requiera.

En apartados sucesivos pasaremos a dar una descripción sintética de la configuración típica denominada "mainframe" y de una estación monopuesto, así como de una descripción con cierto detalle de los distintos elementos "soft" y "hard", al objeto de su mejor comprensión.

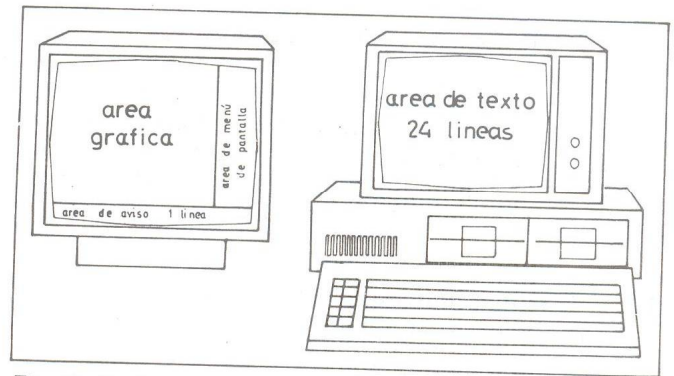


Fig. 10. Configuración con dos pantallas.

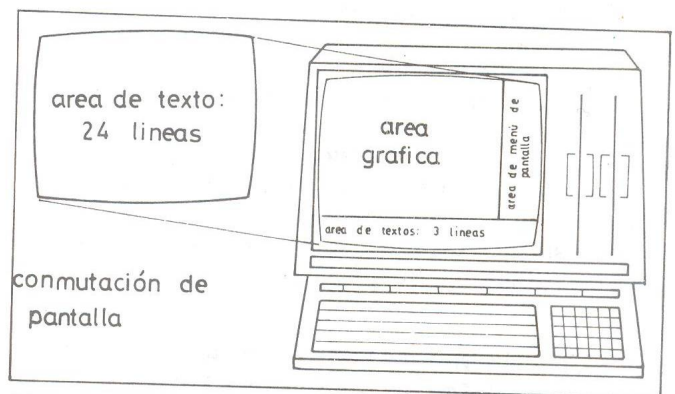


Fig. 11. Configuración de pantalla única.

## 5.1. Descripción de una estación de trabajo

La estación de trabajo puede estar integrada dentro de una configuración "mainframe" (sistema CAD de grandes dimensiones multipuesto), en cuyo caso las estaciones comparten un ordenador central, periféricos gráficos y unidades de memoria, o bien estar configurada como una estación autónoma, en cuyo caso ésta ha de estar dotada de CPU y demás periféricos.

La parte más importante de una estación de trabajo está constituida por la pantalla gráfica, a través de la cual el operador visualiza en cada instante el trabajo que va produciendo. Se diferencian unas de otras en el tamaño, número de puntos direccionales y la tecnología empleada. Estas pantallas van equipadas de un teclado más o menos convencional, incorporan dispositivos de posicionamiento del cursor en la pantalla como ratón, joystick, tablero digitalizador. Otros elementos que pueden formar parte de la estación de

# Monográfico: El proyecto industrial

trabajo son: las pantallas alfanuméricas y los dispositivos de "hard copy".

La tableta digitalizadora, normalmente de pequeñas dimensiones, es usada de forma que al apoyar el lápiz sobre ella selecciona puntos correspondientes en la pantalla o funciones del menú. Los dispositivos de "hard copy" permiten obtener una copia exacta sobre el papel de lo que aparece en la pantalla, si bien no produce un gráfico de gran calidad, sirve como documento de trabajo y son de gran utilidad.

La pantalla alfanumérica es una opción que permite la separación total de gráficos y el texto que es propio de diálogo con el ordenador; en la actualidad existen estaciones en las que los textos están reducidos a una zona restringida llamada área de diálogo y apenas interfiere con los dibujos.

Otro periférico de absoluta importancia en una estación autónoma de CAD es el plotter o trazador que permite obtener salidas gráficas sobre el panel. Los planos es el objetivo en muchos casos de un equipo CAD; esto determina la importancia del plotter en estos sistemas.

Las cintas magnéticas son también usadas como soporte de información, así como las unidades de memoria de disco duro, y esto es debido al gran tamaño de los archivos gráficos, si bien su uso es más restringido a los grandes sistemas de CAD.

## 5.2. Grandes sistemas CAD ("Configuración mainframe")

Los grandes sistemas CAD están constituidos por una serie de estaciones de trabajo que comparten un ordenador central y la base de datos creada en torno al mismo; así mismo estas estaciones comparten otros recursos del sistema, como pueden ser plotter en sus distintas modalidades, impresoras gráficas para "hard copy", memorias de masa como unidades de disco y de cinta y el software de propósito general y específico; también estos sistemas disponen de terminales para el desarrollo de software de acuerdo con las necesidades de la compañía, así como interfaces para conectar con otros departamentos.

## 5.3. Descripción de los elementos hardware integrantes de un sistema CAD

Los diferentes tipos de sistemas, en cuanto a requerimientos hardware, se pueden dividir en tres:

- Los sistemas basados en un microcomputador con unidad de disco duro y plotter de mesa. Estos sistemas empiezan a ser útiles y rentables siempre que la CPU sea de 16 bits y la librería de dibujos a manejar no sea muy voluminosa. Son aplicables a oficinas técnicas con bajo porcentaje de utilización.
- En un estadio superior están aquellos sistemas basados en microcomputadores de 16 bits, con memoria central de hasta 1MB cinta magnética y de 2 a 4 estaciones de trabajo, así como plotter de prestaciones medias. Son aplicables a oficinas técnicas con elevada carga de trabajo.
- Existen sistemas basados en superminicomputadores de 32 bits, unos 4MB de memoria central y hasta 1GB en disco, cinta magnética, plotter de elevadas prestaciones, plotter electrostático y con cuatro o más estaciones de trabajo.

Una descripción de los distintos periféricos de entrada/salida pasamos a exponer a continuación.

### 5.3.1. Dispositivos gráficos de entrada

Idealmente los dispositivos gráficos de entrada deben realizar el posicionamiento y la señalización; generalmente realizan mejor el posicionamiento que la señalización, salvo el lápiz óptico. Entre estos tenemos:

- Teclas de movimiento de cursor, a través de las cuales se consigue situar el cursor en el punto deseado de la pantalla gráfica.
- Palanca móvil (joystick): permite de forma lineal el posicionamiento en la pantalla gráfica.
- Esfera giratoria (tracker-ball): mecanismo que, a través de una esfera insertada en un soporte, permite por rotación de la bola conseguir el mismo resultado que con los dos anteriores.
- Ratón (mouse): consta de dos ruedas de ejes perpendiculares, cada uno conectado a un decodificador que libera pulsos eléctricos para incremento rotacional de los volantes; tiene gran facilidad de uso.
- Lápiz óptico (light-pen): es un dispositivo básicamente de señalización, aunque puede posicionar; puede detectar puntos luminosos en la pantalla gráfica posibilitando su señalización.
- Tableta digitalizadora: es una superficie en la que se selecciona o dibuja con un lápiz, el cual al seleccionar un punto en la tarjeta, inicia un proceso de decodificación de las coordenadas del punto en la tarjeta, introduciendo de este modo las coordenadas cartesianas en el ordenador; existen diferentes tipos en función del sistema físico utilizado para detectar las coordenadas del punto, eléctrico, electrostático, acústicos, etc. Características importantes de ésta son la superficie activa, resolución y velocidad de envío.
- Los menús se configuran como una técnica de control interactivo; facilitan la selección de las distintas opciones que aparecen en la pantalla gráfica y se pueden realizar a través de los cursores, lápiz óptico, tableta digitalizadora, sobre el cual previamente se coloca una plantilla en la que aparecen todas las opciones del menú.

### 5.3.2. Dispositivos gráficos de salida

Mediante estos dispositivos es posible obtener una imagen de salida lo más clara y precisa posible del dibujo o diseño realizado; esto, como es evidente, no es posible obtenerlo con los dispositivos de salida tradicionales. Dentro de estos dispositivos tenemos:

- Pantallas gráficas. En esencia son pantallas tradicionales en las que se han sustituido los elementos "hard" y "soft" capaces de generar caracteres por otros que activan puntos concretos en la pantalla y por tanto visualizar líneas —las pantallas gráficas tienen por lo general ambas capacidades—. Existen cuatro tipos de pantallas:
  - De cristal líquido de cuarzo: se basan en la orientación electrostática de moléculas orgánicas.
  - Pantallas de refresco: son las más habituales, disponen de un fichero de visualización en

# Monográfico: El proyecto industrial

el que se hallan codificados todos los trazos que forman el dibujo, para de esta forma poder realizar el refresco controlado por el procesador visual.

- Pantallas de almacenamiento: disponen de un hardware capaz de dibujar líneas (y no puntos como en el caso anterior), por lo que una línea será continua, independientemente del ángulo que tenga, con lo que desaparece el efecto de escalonado de los otros sistemas.
- Pantallas de raster: eliminan totalmente el fichero de visualización sustituyéndolo por un mapa de bits el cual es una copia exacta de los puntos de la pantalla gráfica.

Las características que las definen son:

- Tipo: A - almacenamiento; R - raster; F - refresco.
- Pulgadas: 14, 19, 23, 25 (diagonal).
- Resolución:  $640 \times 480$ ,  $128 \times 1.024$ ,  $4.096 \times 3.120$ .
- Colores: 1, 64, 4.096.
- Colores simultáneos: 1, 8, 16, 256.
- Plotters. Son al diseño gráfico como la impresora lo es al proceso de texto. En cuanto a la técnica utilizada para la realización del dibujo, éstos se clasifican en:

- De pluma: son capaces de realizar un dibujo por el desplazamiento de un útil de dibujo sobre un soporte. El útil puede ser de plumilla, de tinta china, bolígrafos presurizados, rotuladores; en cuanto al soporte puede estar constituido por papel blanco, papel vegetal, láminas de plástico transparente, película cinematográfica. Los plotters de plumas se dividen en:

- Plotters de mesa.
- Plotters de tambor.
- Plotters de rodillo.

La diferencia de esto estriba en el movimiento del útil o del soporte.

Los elementos o características que le definen son:

- Tipo: M - mesa; T - tambor; R - rodillo.
- Velocidad del dibujo en m/sg.
- Aceleración en Gs ( $1 G = 9,81 \text{ m/sg}^2$ ).
- Resolución en mm.
- Repetibilidad.
- Tamaño del papel.
- Número de plumas (lógicas y físicas).
- Plotter electrostático: en estos no existe el desplazamiento (x, y) del útil o soporte, sino que el papel avanza en una sola dirección. Para la impresión se utilizan una serie de agujas que se encuentran situadas a lo largo de una línea con una densidad de 100 a 200 por pulgada, lo que determina su resolución —cada aguja es un punto de impresión—. El dibujo se va realizando línea a línea actuando las agujas como si se tratara de electrodos. Posteriormente el papel es tratado con una tinta especial que se fija únicamente en aquellos puntos que han recibido carga.
- Plotters ópticos (fotoplotters): usados principalmente para clichés de circuito impreso y cartografía. Impresionan un soporte fotosensible con una luz halógena o bien un láser.

- Impresoras gráficas. Son conocidas como impresoras de aguja o matriz, en las cuales es posible definir los caracteres como combinación de puntos de una matriz  $7 \times 7$  o  $9 \times 7$ , aunque existen modelos con mucha más resolución. De este modo, a base de combinar sucesivas matrices, cada una de ellas con una configuración definida, es factible la representación gráfica.

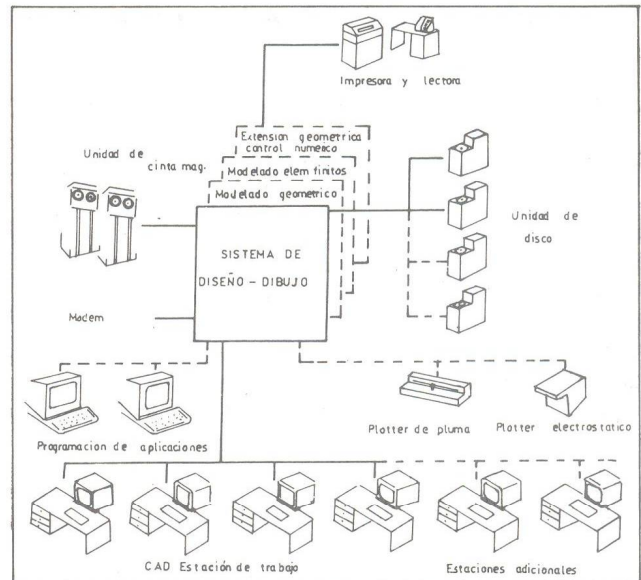


Fig. 12. Configuración típica "mainframe".

## 6. DESCRIPCIÓN DE LA ESTRUCTURA DEL SOFTWARE DE UN SISTEMA CAD

El software de estos sistemas, debido a su complejidad, se implementa a partir de lenguajes de programación de alto nivel como Pascal, C, Ada, Fortran, PLI y se desarrolla en múltiples módulos, cada uno de ellos totalmente independientes, pero a la vez todos interrelacionados entre sí, de tal forma que cada módulo tiene una función específica y concreta. Estos módulos están coordinados por un programa principal, que es el encargado de transferir el control a uno u otro, de forma que básicamente su función es la de interpretar el comando introducido por el usuario y ceder el control al programa del módulo oportuno.

Esta forma de estructurar el software es la forma más eficiente, dada la dimensión de los programas, permitiendo una fácil puesta a punto del mismo, pudiendo incluir nuevos módulos o sustituirlos por otras versiones más actualizadas.

## 7. COSTOS DE UN SISTEMA CAD

Los costos principales de un sistema CAD vienen determinados por el hardware y el software de dicho equipo, aunque los costos del empleo de la mano de la obra también son importantes y se pueden sistematizar como sigue:

- Costes relativos al sistema:

- Costes de hardware.
- Coste de software de base.

# Monográfico: El proyecto industrial

- Coste de software de aplicación.
  - Costes de mantenimiento y reparación.
- Costes relativos a la mano de obra: éstos surgen por la necesidad de adecuar y conseguir una mejora en la calidad del trabajo efectuado. Esto se lleva a efecto por cursos de formación.

## 8. MODOS DE ACCEDER A UN EQUIPO CAD

De una forma general, podemos decir que las opciones que se le presentan al posible usuario de un sistema CAD —algunos no están disponibles en nuestro país— son:

a) Adquirir un equipo "llave en mano", es decir, con el software de utilización y los programas de aplicación. Este método presenta la ventaja de ser inmediatamente utilizable, pero presenta problemas derivados de la (1) base de datos para otras funciones o de la comunicación con otros departamentos. Es sugestivo siempre que las necesidades del usuario se adecúen a lo que resuelve el proveedor. Estos sistemas suelen tener el problema de su falta de adecuación a la problemática del usuario o futuras ampliaciones.

b) Esta opción consiste en comprar un computador general con un sistema operativo pero no los programas de aplicación. De esta forma se asegura la integración dentro de la política de informatización de la empresa, así como su uso para otras tareas. Los programas de aplicación se pueden obtener por los siguientes caminos:

- Se realizan en la empresa.
- Se compran.
- Se encargan a una empresa de ingeniería de software o a la universidad.

c) Otra solución sería requerir los servicios de una empresa de ingeniería de software. Esto posibilita la consecución de una solución a "medida". Los problemas que plantea esta opción son encontrar empresas de ingeniería con suficiente experiencia.

Otras soluciones a considerar más en consonancia con las necesidades de la pequeña y mediana empresa serían:

d) Esta opción consiste en la posibilidad de que el usuario pueda acudir a un centro especializado a diseñar su propia aplicación. Con ello se familiariza con estos métodos y podrá decidir su inversión con un mayor conocimiento de causas. Tiene el inconveniente de que estos centros no abundan y el usuario queda condicionado con el uso de un sistema específico.

e) También existe la posibilidad —aún no en nuestro país— de adquirir un terminal inteligente y conectar con una red informática en tiempo compartido, con lo que se tendrá acceso a una gran biblioteca de programas. Presentan el problema del elevado tráfico derivado de los sistemas gráficos.

f) Se puede empezar por una modesta solución como es la adquisición de un pequeño microcomputador con capacidades gráficas y los terminales necesarios. Estos equipos tienen muy limitada su capaci-

dad de expansión. En un estado algo superior se puede optar por un equipo constituido por un minicomputador, pantallas gráficas, plotter, unidades de entrada y memoria de masa. El siguiente paso sería la adquisición de un buen "mini" con algunos puestos de trabajo y con posibilidad de ampliar el número de estaciones de trabajo.

g) Una última posibilidad, tal vez la más atractiva para las pequeñas y medianas empresas, consiste en asociarse con otras empresas con la misma problemática y adquirir conjuntamente un equipo, conectándose cada uno a una red local creada al efecto.

## 9. SELECCION DE UN SISTEMA CAD

El proceso sistemático que ofrecemos para la selección de un equipo CAD tiene por objeto suministrar a los técnicos responsables de la oficina técnica la información necesaria en aras de tomar las decisiones de la forma más pertinente. Hemos de señalar que cuando la situación lo permita se debe comenzar el proceso por adquirir una formación sobre estas técnicas, asistiendo a reuniones técnicas, congresos, seminarios, o a través de la bibliografía; esto le permitirá disponer de elementos de juicio para evaluar aquello que mejor se adecúe a las necesidades presentes y futuras de su empresa.

Las fases a seguir son:

### 9.1. Análisis de la situación

Se analizará la situación actual y futura de los distintos departamentos a informatizar; los aspectos a considerar serían:

- Trabajo que se realiza: si es diseño o sólo confección de planos, cantidad y especificación detallada del tipo de trabajo.
- Necesidad de informatizar el proceso de documentación necesario en la confección de todo proyecto.
- Número y alcance de las modificaciones que se realizan sobre un proyecto ya terminado.
- Necesidades de programas de análisis y simulación.
- Normas o requerimientos de la documentación gráfica y alfanumérica que se va a generar.
- Relaciones con otros departamentos de la empresa con visión prospectiva en relación con la filosofía CIM.
- Estructura y métodos de organización: hemos de llamar la atención sobre el efecto que estos sistemas tienen sobre la organización, de lo que se puede colegir que su introducción suponga una buena oportunidad para normalizar componentes y procedimientos al objeto de obtener una adecuada racionalización.
- Equipo humano disponible: esto es de vital importancia para obtener un excelente rendimiento, pues por lo general las personas que disponen de mucha experiencia no están muy motivadas a usar esta herramienta.



# Monográfico: El proyecto industrial

## 9.2. Elaboración de las necesidades

Se elaborarán las definiciones tanto de hardware como de software.

— En cuanto al hardware:

- Características de CPU.
- Número y configuración de las estaciones de trabajo.
- Capacidad de almacenamiento en unidades de memoria de masa, en disco o unidades de cinta.
- Tamaño y tipo de plotter.
- Comunicaciones, de importancia vital en el caso de configuraciones multipuesto y posteriores relaciones con el CAM.

— En cuanto al software:

- Necesidades de dibujo 2 o 2 1/2 D.
- Necesidades de diseño 3D.
  - Modelado alámbrico.
  - Modelado de superficie.
  - Modelado de sólido.
- Paquetes de aplicación.
  - Diseño de tuberías.
  - Diseño eléctrico.
  - Diseño electrónico.
  - Determinación de Lay-out.
  - Cálculo estructural.
  - Simulación.
- Herramientas de desarrollo de aplicaciones propias:
  - Extracción y manipulación de información alfanumérica ligada a la información gráfica.
  - Generación de comandos propios.
- Necesidad de transmitir información gráfica entre distintos sistemas:
  - Pre y postprocesadores de ficheros neutros.
- Necesidades de realizar mediciones, presupuestos, precios descompuestos, certificaciones, revisiones de precio, confección de documentos, etcétera.

## 9.3. Selección de las ofertas

Una vez culminada la fase precedente, se pasa a la selección de los suministradores, a los cuales se les realizará la petición de ofertas; es buena costumbre que junto con ésta se envíe a los suministradores una petición de información detallada, a través de un cuestionario, en base al cual poder determinar si la oferta y suministrador cumplen los siguientes requerimientos:

- el hardware satisface los requisitos exigidos por nuestras necesidades.
- El software se adecúa a nuestras necesidades.
- Qué formación proporciona para nuestro personal.
- Tipo de mantenimiento del sistema en cuanto a software y hardware.
- Es una solución cerrada o abierta.

En base a estas consideraciones se tomará la decisión de seleccionar a un suministrador o suministradores que puedan hacer frente con éxito a nuestras demandas.

La fase siguiente corresponde a la realización de pruebas, durante la cual hemos de decidirnos por un suministrador, en base a la seguridad de que éste está capacitado para resolver nuestras necesidades, sin olvidar aspectos económicos, como son un satisfactorio retorno de la inversión.

## 10. Acciones de la Administración para promover aplicaciones de CAD/CAM

En España, la Administración ha puesto en marcha el Plan electrónico e Informático Nacional, a través del cual la Dirección General de Electrónica e Informática del Ministerio de Industria y Energía pretende lograr el desarrollo de estas tecnologías en los sectores no electrónicos.

Como una posible vía de acercamiento de la empresa a estas técnicas, el PEIN contempla el establecimiento de una Red Internacional de Servicios Electrónicos, cuya misión consistirá en promover y ayudar a la aplicación de la tecnología asociada a la microelectrónica, dedicando especial atención a los sectores no electrónicos y a las pequeñas y medianas empresas, como un medio para potenciar nuestro desarrollo industrial.

La consecución de este objetivo se logrará a través de acciones de carácter divulgativo, demostrativo y de apoyo encaminadas a crear la motivación necesaria y dar el soporte adecuado para su aplicación.

La Red Integrada de Servicios Electrónicos contiene varios programas específicos para nuevas tecnologías, uno de los cuales es el "Programa CAD/CAM". Los pasos a seguir para la realización de este programa son:

a) Selección de sectores industriales en los que exista una problemática común, por ejemplo:

- Electrónica.
- Mecánico y Metalúrgico.
- Construcción.
- Textil.
- Etcétera.

b) Selección de Instituciones con cierto significado dentro de cada sector y con un criterio de reparto geográfico equilibrado.

c) Negociación con las Instituciones anteriores para la implantación de sistemas CAD/CAM a través de subvenciones concedidas por la Administración, a cambio del establecimiento de un cierto número de horas semanales de demostración gratuitas para las empresas que lo soliciten.

d) Selección de un equipo de trabajo asociado a cada uno de estos centros y cuyas misiones serán principalmente:

- Difundir y mostrar la tecnología CAD/CAM.
- Dar servicio de CAD/CAM a las empresas que lo soliciten.
- Asesorar en la forma de consulting a aquellas empresas que tengan intención de instalar uno de estos sistemas.
- Realizar cursos, seminarios, etc., con objeto de formar el número suficiente de técnicos CAD/CAM.

# Monográfico: El proyecto industrial

- Generación de software específico para conseguir la máxima adaptabilidad de los sistemas a las situaciones concretas y una mayor independencia tecnológica.
- Difusión y promoción de estos centros y de sus actividades.

En los momentos presentes la REDINSER cuenta con varios centros instalados en el territorio nacional.

## BIBLIOGRAFIA

1. ALLOCCA, J. A.: "Electronic Instrumentation". Prentice-Hall, 1983.
2. ARROIABE, J. L.: "Sistemas flexibles, complementos del CAD/CAM". *Mundo Electrónico*, núm. 138, págs. 65 a 71, marzo 1984.
3. BECERRA, P., y otros: "Sistema integrado de diseño, marcada y corte para confección industrial". *Mundo Electrónico*, núm. 138, págs. 95 a 103, marzo 1984.
4. BRUNET, P.: "Diseño geométrico asistido por computador. Modelado de superficies curvas". *Mundo Electrónico*, núm. 138, págs. 73 a 82, marzo 1984.
5. BRUNET, P.: "Diseño mecánico asistido por computador en tres dimensiones". *Regulación y Mando Automático*, mayo 1983.
6. COSTILLA, M. C., y otros: "Base de datos: el modelo relacional". *Mundo Electrónico*, núm. 148, págs. 63 a 68, febrero 1985.
7. FELIN, V., y otros: "El diseño asistido por computador de sistemas de control". *Regulación y Mando Automático*, núm. 150, págs. 123 a 130, 1985.
8. FERRÁN PUIG: "DAC/FAC. La Tecnología del futuro al alcance aquí y ahora". *Regulación y Mando Automático*, núm. 128, págs. 69 a 96, mayo 1983.
9. FIGUERAS, J., y otros: "Redes locales industriales". *Regulación y Mando Automático*, núm. 144, págs. 79 a 97, diciembre 1984.
10. H. P.: "Información técnica del Seminario de Informática Industrial y CIM", junio 1985.
11. KOCHHAR, A. K.: "Development of computer-based production systems". Edward Arnold (Publishers), Ltd., 1979.
12. LAN KAN, C.: "Automatización del control dimensional a partir del diseño asistido por computador". *Regulación y Mando Automático*, núm. 141, págs. 105 a 108, septiembre 1984.
13. NAVARRO, F. J.: "Control de la producción asistido por ordenador: El proceso productivo". *Mundo Electrónico*, núm. 138, págs. 55 a 62, marzo 1984.
14. PADILLA, J. J.: "El sistema operativo Unix". *Mundo Electrónico*, núm. 150, págs. 121 a 127, junio 1985.
15. PÉREZ, A., y otros: "Base de datos y modelo de datos". *Mundo Electrónico*, núm. 151, págs. 117 a 122, mayo 1985.
16. PÉREZ, J. J.: "El CAD/CAE aplicado al diseño de circuitos integrados". *Mundo Electrónico*, núm. 138, págs. 85 a 90, marzo 1984.
17. SÁNCHEZ, J.: Conferencia pronunciada en la VIII Semana Técnica.
18. TEICHOLZ, E.: "CAD/CAM. Handbook". Prentice-Hall, 1985.
19. TORRE, F., y otros: "Metrología dimensional". *Regulación y Mando Automático*, núm. 141, págs. 83 a 100, 1985.
20. VIZAN, A.: "Introducción a las máquinas de control numérico". Departamento de Publicaciones ETSII, Madrid, 1980.
21. ZIMMERS, J.: "CAD/CAM. Computer-Aided Design and Manufacturing". Prentice Hall, 1985. ■

## FRANCISCO AGUAYO GONZALEZ

Formación académica:

*Oficial industrial, maestro industrial e ingeniero técnico industrial en la especialidad Eléctrica, ha cursado el primer ciclo de Psicología, cursando en la actualidad el quinto curso en la especialidad de Psicología Industrial y de las Organizaciones. Diplomado en Microelectrónica por la Universidad Internacional Menéndez Pelayo, ha realizado cursos sobre Climatización y Frío Industrial, Hidráulica, Neumática, Microprocesadores, Control Numérico, CAD/CAM, entre otros.*

Actividad profesional:

*Trabaja durante el período 1972 a 1974 como miembro del Equipo de Mantenimiento de Industrias; de 1974 a 1976, en la División de Mantenimiento de Los Tres Siete, S. A.; durante el servicio militar formó parte del Equipo de Mantenimiento Hardware de Simuladores Tácticos; ha realizado proyectos de distintas instalaciones en el ejercicio libre de la profesión; maestro de taller numerario desde 1979 y en la actualidad profesor encargado de curso en la Cátedra de Dibujo Técnico II, asignatura de Oficina Técnica, en la EUITI de Sevilla.*

## "TECNICA INDUSTRIAL"

**Para mantenerse al día en los problemas  
y soluciones de la Ingeniería**