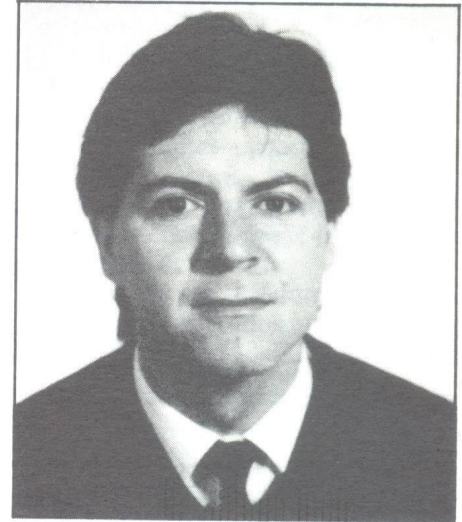


# INTEGRACION COMPUTARIZADA DE TODAS LAS FASES DE UN PROCESO DE FABRICACION (Computer Integrated Manufacturing)



Por Francisco Aguayo González

## RESUMEN

La explicación de cómo influye la aplicación de la electrónica, informática y automática en la automatización de los procesos y actividades de todas las áreas de una factoría constituye el aspecto nuclear del siguiente artículo, así como la descripción de las características fundamentales de los distintos elementos implicados en este nuevo enfoque (C.I.M.).

posible la cristalización fáctica de la filosofía C.I.M.

Un aspecto o dimensión de la impronta a que está dando lugar la aplicación sinérgica de la informática, microelectrónica y automática a las distintas actividades corresponde a su aplicación en los procesos de fabricación, constituyendo lo que ha dado en denominarse C.I.M. (Computer Integrated Manufacturing): integración computarizada de todas las fases de un proceso de fabrica-

ción (desde la entrada del pedido hasta la entrega).

El C.I.M. está constituido o engloba a lo que con el tiempo creemos serán «disciplinas» diferenciadas (pero no separadas, pues lo que caracteriza al C.I.M. es la solución holística) y hoy incipientes, unas más que otras, que corresponden a las soluciones con nuevas tecnologías a las actividades de los distintos departamentos de una empresa; éstas son:

## 1. INTRODUCCION

Las nuevas tecnologías, en su dimensión «hard»-«soft», están impactando de una forma abrumadora el quehacer cotidiano de las distintas profesiones; así, por ejemplo, observamos cómo se han desarrollado sistemas de enseñanza asistida por ordenador, sistema de ayuda al diagnóstico médico y psicológico (sistemas expertos), sistemas de gestión y teleproceso, etc., estando asistiendo actualmente a un desarrollo (simbiótico con el hardware) del software, a veces sorprendente, como corresponde a los incipientes pero prometedores campos de la ingeniería del conocimiento o inteligencia artificial, sin el concurso de las cuales muchos teóricos no ven

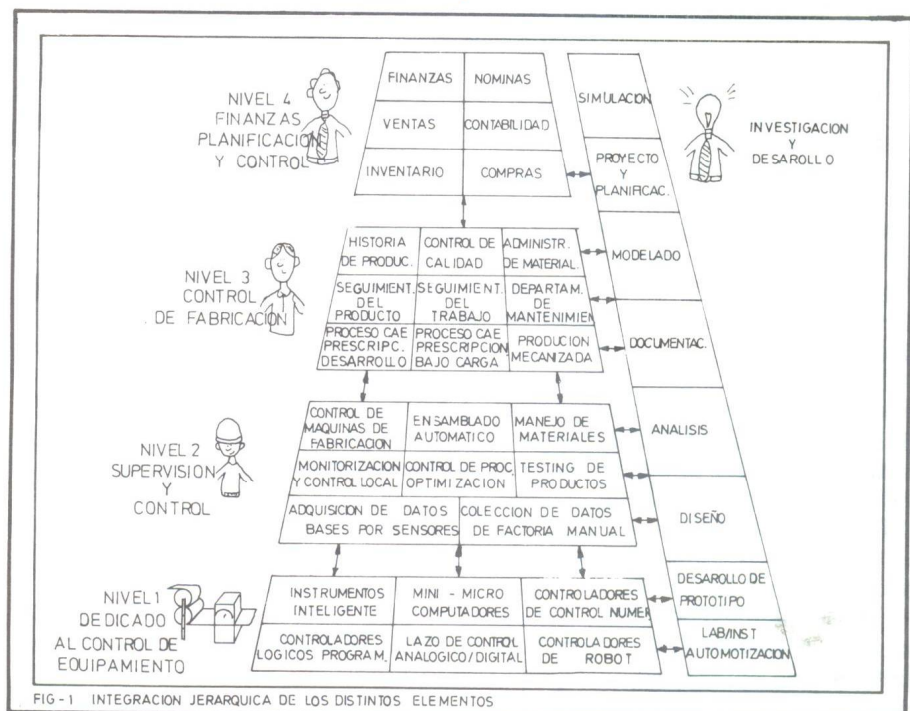


FIG - 1 INTEGRACION JERARQUICA DE LOS DISTINTOS ELEMENTOS



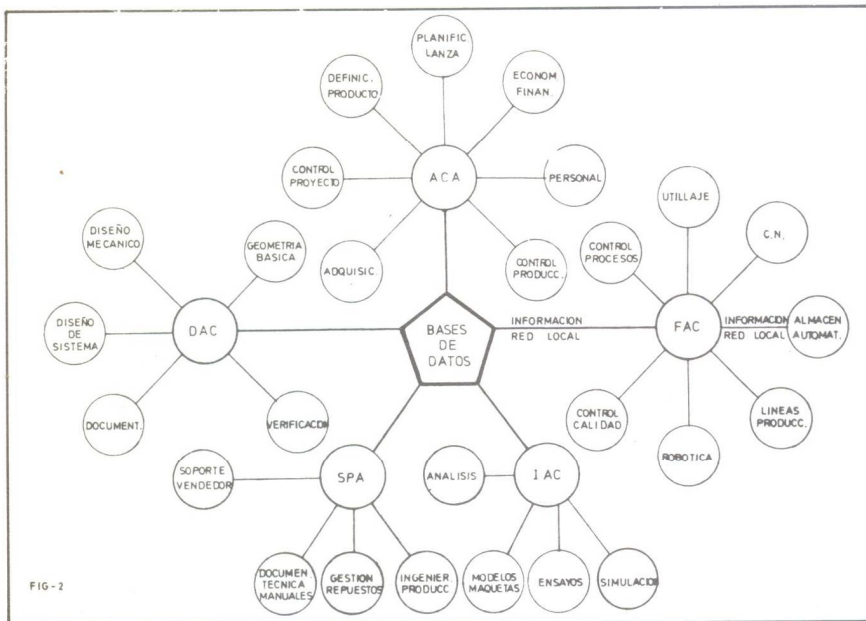


FIG - 2

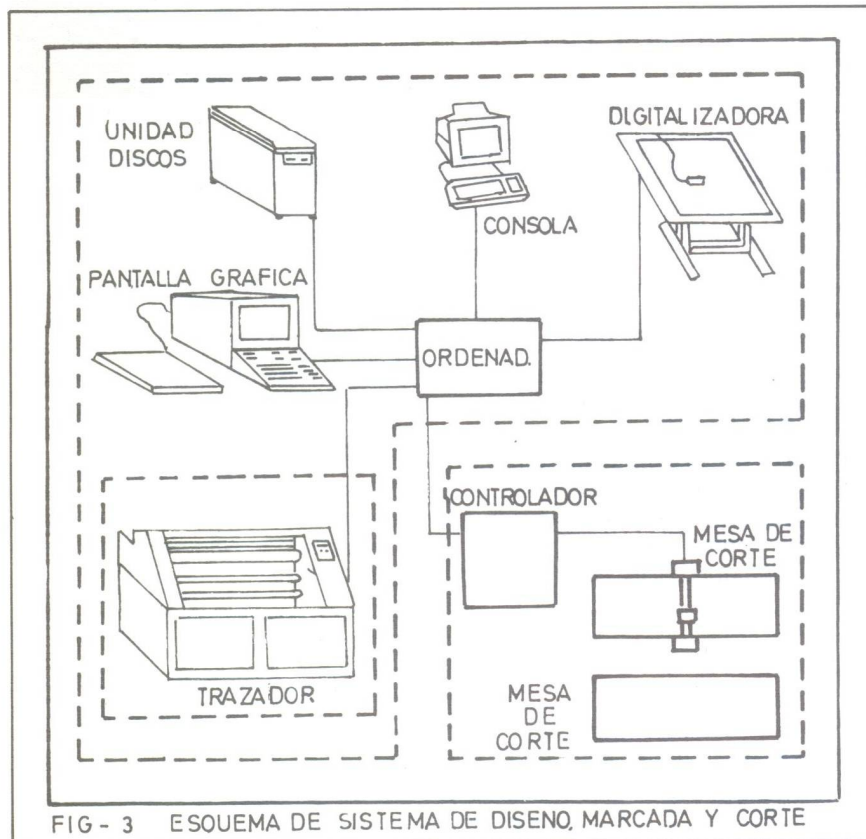


FIG - 3 ESQUEMA DE SISTEMA DE DISEÑO, MARCADA Y CORTE

**D.A.C.:** Diseño Asistido por Computador (C.A.D. Computer Aided Design).

Empleo de la informática en su versión «soft» «hard» para asistir al diseño de un producto cualquiera, incluyendo o no análisis y simulación del producto creado.

**F.A.C.:** Fabricación Asistida por Computador (C.A.M. Computer Aided Manufacturing).

Empleo de la informática, electrónica y automática para controlar los procesos de fabricación, incluyendo o no gestión de la producción,

transporte y almacenamiento automatizado.

**I.A.C.:** Ingeniería Asistida por Computador (C.A.E. Computer Aided Engineering).

Empleo de la informática para asistir en el dibujo, diseño, documentación, análisis y simulación de un producto cualquiera, incluyendo eventualmente el control de los procesos de fabricación.

**A.C.A.:** Administración y Control Automatizado (A.C.M. Automated Control and Management).

Correspondería al uso de la infor-

mática para la gestión administrativa y el control de un producto.

**S.A.P.:** Soporte Automatizado al Producto (A.P.S. Automated Product Support).

Corresponde a la automatización con los elementos señalados anteriormente del soporte al producto en las distintas áreas.

Así pues, el proceso o ciclo de un producto bajo la filosofía C.I.M. sería:

Mediante el A.P.S. se explora el mercado, con el C.A.D. se hace el prediseño y diseño, con el C.A.E. se analiza y optimiza el diseño, con el C.A.M. se fabrica, con el A.C.M. se controla y gestiona y con el A.P.S. se sirve el pedido y se realiza el servicio posventa.

Estas serían las incipientes disciplinas que tienen por objeto, como hemos mencionado, el estudio y desarrollo de soluciones a los distintos departamentos de una empresa y que se sirve de elementos software y hardware.

*Software:*

- Sistema operativo.
- Software de aplicación general.
- Software de aplicaciones específicas.
- Base de datos.
- Etc.

*Hardware:*

- Ordenadores y miniordenadores.
- Terminales y gráficos.
- Memoria de masa.
- Interfaces.
- Tablet digitalizadoras.
- Redes locales.
- Máquinas de verificación automática.
- Máquinas de C.M.
- Sistemas de manejo de materiales.
- Etc.

Los beneficios y objetivos a conseguir a través del C.I.M. serían:

- Mejora de la productividad del personal.
  - Mejora de la productividad de los equipos.
  - Reducción de los costes de fabricación.
  - Incremento de las ventas.
  - Mejora de la calidad y uniformidad de los productos.
  - Redistribución del personal.
  - Mayor rapidez de respuesta y, por tanto, mayor oportunidad en el mercado.
  - Mayor flexibilidad.
  - Mejor servicio al cliente.
- Una vez expuestas las líneas ge-



nerales del artículo, pasamos a hacer una breve reseña histórica para posteriormente desarrollar de una forma más amplia las distintas «disciplinas», así como algunos aspectos de interés.

## 2. RESEÑA HISTORICA

La historia del C.I.M. se ciñe más claramente a lo que es la historia del D.A.C./F.A.C., que es el correlato de la aplicación de las nuevas tecnologías a los procesos productivos.

En 1952, en M.I.T. (Massachusetts Institute of Technology), se consiguió que el computador Whirlwind dibujara figuras sencillas en un tubo de rayos catódicos, poco después de que en 1950 General Electric fabricara la primera máquina herramienta de control numérico a base de cintas perforadas, evolucionando en este tiempo las investigaciones de forma incipiente. En 1961 se instala el primer robot y en 1962 Ivan E. Sutherland publica una tesis con el título «A Man-Machine Graphical Communication System», collevando una investigación conjunta de la General Motors, Bell Laboratories y Lockheed Aircraft en el propio M.I.T.

En 1968 aparece una mesa trazadora Cal Comp y una pantalla Tektronix. De esta forma, junto con la aparición de los sistemas en tiempo compartido, se reduce el coste de los equipos gráficos, instalándose los primeros sistemas D.A.C./F.A.C.

Fue a mediados de 1970 cuando dan fruto las primeras investigaciones sobre tecnología de pantallas gráficas vectoriales y el posterior desarrollo de los terminales basados en «píxel», apareciendo los primeros sistemas de diseño en dos dimensiones.

Lo que dió la méxima celeridad a este nuevo enfoque fué la disponibilidad de minicomputadores a precios razonables, como alternativa al time-sharing, comprobando el concepto y la necesidad de los sistemas flexibles frente a la automatización rígida clásica, en que el proyecto se orientaba únicamente hacia un aumento de la precisión y velocidad.

## 3. DISEÑO ASISTIDO POR COMPUTADOR (D.A.C.)

Es la actividad que, ayudada con elementos «soft» y «hard», forma

una parte de la «filosofía C.I.M.», y podríamos definirla como la actividad interactiva que permite el diseño de un producto (objeto del proyecto a elaborar), utilizando para ello una serie de comandos y funciones que facilitan la labor de diseño y su representación normalizada.

En cuanto al software (que junto con los equipos hace posible esto), en su versión de programa fuente se realiza en lenguajes de alto nivel (Pascal, Fortran o PL/I), organizándolo de forma modular (rutinas), cada una de ellas totalmente independiente, pero a la vez interdependientes, de forma que cada módulo tiene una función concreta y, en caso de ser necesario, un nexo de unión con las demás.

Estos módulos están coordinados por un programa principal que se encarga de transferir el control de uno a otro, de manera que básicamente su función sea la de interpretar el comando introducido por el usuario (por teclado, tableta digitalizadora o de funciones, etc.) y ceder el control del programa al módulo oportuno. Esta forma de estructurar el software permite una fácil puesta a punto, así como una ampliación de los módulos.

Estas rutinas son de muy distintos tipos y complejidades: dibujo de líneas, dibujo de áreas, de polígonos, de caracteres, rutinas de sombreado, de escalado, zoom, rotación, traslación, etc. Asimismo contiene rutinas correspondientes para el funcionamiento del conjunto, como mensajes de error, interpolación de curvas, tridimensionado, mantenimiento de ficheros, etc.

Existen programas para trabajar en dos y tres dimensiones. En el intermedio se dispone de sistemas de 2 1/2 D en los que a partir de las proyecciones se pueden crear perspectivas, pero el sistema no tiene la noción de volumen; por tanto, no se pueden eliminar las líneas ocultas ni efectuar análisis o simulación, aunque sí elaborar programas de mecanizado.

El aumento del número de dimensiones comporta una complicación del software, así como un hardware más sofisticado.

Los sistemas de C.A.D. podrían ser clasificados en dos tipos, en relación a su función. Así, tendríamos los sistemas de propósito general y los de propósito especial. Los sistemas de propósito general permiten realizar un diseño usando comandos y funciones de dibujo totalmente estándar y más o menos numero-

sos y sofisticados, en función de la complejidad del paquete, pudiendo de esta forma realizar desde el diseño de un objeto sencillo, como una mesa, a uno complejo, como circuito integrado, diseño de estructura, diseño de placas de C. Impreso, diseño de instalación de tuberías, Pigging, una tuerca, presa hidráulica, etc.

Los sistemas de propósito especial están pensados en función de un propósito concreto. Así, tendrán unos paquetes capaces de diseñar mobiliario, otros de circuitos integrados, otros para tuercas y tornillos y otros encargados del diseño de presas, etc.

Así pues, de una forma sistemática, y siguiendo a los autores citados en la bibliografía, el C.A.D. abarca:



FIG-6 CONFIGURACION ESQUEMATICA DE SISTEMA CAD TÍPICO

- Diseño preliminar de productos y herramientas.
- Geometría básica (Master Dimension):
  - Base de datos geométricos.
  - Modificaciones de diseño.
  - Extracción de datos (secciones, proyecciones, etc.).
- Diseño de sistemas:
  - Estructura y partes.
  - Sistemas eléctricos y electrónicos.
  - Sistemas neumáticos e hidráulicos.
- Tecnología de Grupos: Se da el nombre de tecnología de grupos (T.G.) a distintos sistemas cuyo objetivo es racionalizar la construcción mecánica a partir del hecho de que la diversidad de las piezas es más aparente que real, por lo que, según la T.G., siempre es posible clasificar las distintas piezas en función de sus semejanzas geométricas, agrupándolas en un número limitado de familias (grupos), para cada uno de los cuales existe o puede existir en proceso típico de fabricación, lo que permite aplicar las ventajas de la fabricación en serie.
- Generación de documentación y dibujo:



- Confección de planos.
- Lista de materiales y de partes.
- Esquemas.
- Datos numéricos.

f) Control y mantenimiento de Archivos.

g) Validación del diseño, así como de su base de datos, aspecto éste de interés primordial de cara a la fiabilidad de fabricación.

- en proceso de fabricación.
- Almacenamiento.
- b) F.A.C. de automatización, que comporta o tiene a su cargo el control e integración de:
  - Control numérico.
  - Sistemas de fabricación flexibles.
  - Control adaptativo.
  - Robótica.
  - Ensablado.
  - Máquinas de verificación e inspección.
  - Control de calidad.

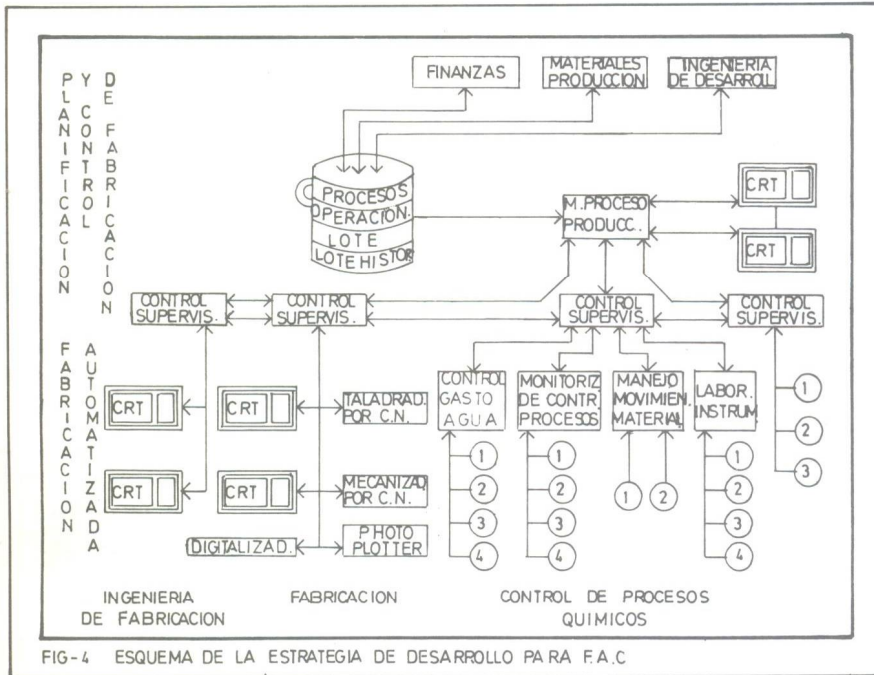


FIG-4 ESQUEMA DE LA ESTRATEGIA DE DESARROLLO PARA F.A.C.

## 4. FABRICACION ASISTIDA POR COMPUTADOR (F.A.C.)

Podemos definir el F.A.C. como la «disciplina» (subparte del C.I.M.) que se encarga del estudio e implementación física e integración (en sus primeros niveles) armónica de los distintos elementos productivos implicados en los procesos que han de tener lugar a partir de la recepción de la documentación vía red local hasta el almacenamiento o entrega del producto.

Los elementos estructurales más frecuentes en aquellos sectores productivos donde mayor implantación está teniendo esta nueva forma de entender la realidad productiva, y cuyo control ha de ser absoluto y jerarquizado, son:

- Control numérico: La forma en que funcionan estas máquinas es bajo la denominación de D.C.N. (control numérico directo), que corresponde a la configuración formada por un conjunto de controles numéricos (C.N. o C.N.C.) conectados a un computador como si fueran sus sistemas periféricos.
- Líneas de producción automatizadas: La consecución de una línea de producción automatizada comporta en la actualidad la integración de una

serie de aspectos, como son:

- Sistemas flexibles de fabricación F.M.S., cuyas características son flexibilidad y reprogramabilidad.
- Manutención.
- Tecnología de grupos.
- Utillaje y herramientas.
- Etc.

Hemos de resaltar el interés de las técnicas de investigación operativa en cuanto a la formalización y resolución de los procesos subyacentes de la forma óptima.

- Asimismo, y en aras de sintetizar, enumeraremos otros elementos de forma escueta:
  - Automatización de almacenes.
  - Robótica.
  - Control de calidad.
  - Testing (maquinarias automáticas de verificación e inspección).
  - Utillaje.
  - Etc.

Una clasificación muy extendida de las áreas de desarrollo del F.A.C. es la que sigue:

- a) F.A.C. de monitorización, que engloba:
  - Carga de máquinas.
  - Rendimiento de máquinas.
  - Materiales.
  - Mantenimiento preventivo.
  - Control de calidad y testing

## 5. INGENIERIA ASISTIDA POR COMPUTADOR (I.A.C.)

Su objetivo es servir de herramienta a las tareas de ingeniería, tanto en ingeniería base como en la ingeniería de procesos y desarrollo, bien se refiera a proyectos o trabajos seleccionados con plantas industriales o productos. De esto se desprende que el área a cubrir será básicamente análisis y simulación de sistemas, ensayos, modelado formal, maquetas.

Una descripción más pormenorizada de estas áreas sería:

- a) Construcción de modelos y maquetas:
  - Obtención de modelos formales.
  - Obtención de modelos sólidos:
    - Alámbrico.
    - Superficie.
    - Paramétrico.
  - Obtención de maquetas estructurales.
  - Obtención de maquetas funcionales.
  - Obtención de maquetas de implantación.

Esto es de sumo interés en cuanto al diseño, su evaluación y viabilidad de fabricación con los medios y útiles disponibles.

b) Simulación y ensayo: Esta cubre la simulación de las condiciones reales de funcionamiento del proyecto a fabricar; tenemos en ésta las siguientes posibilidades:

- Simulación analógica.
- Simulación a través de computador digital haciendo uso del cálculo numérico para la resolución de ecuaciones diferenciales.
- Ensayos estructurales.
- Etc.

c) Análisis: Su objetivo es la funcionalidad y optimización del diseño; dentro de esto tenemos:



- Análisis (elementos finitos).
- Estudio, cálculo y comprobación de estructuras, tuberías y vibraciones.

## 6. ADMINISTRACION Y CONTROL AUTOMATIZADO (A.C.A.)

Está destinada a servir de herramienta a la parte más administrativa de la empresa. Se suele distinguir entre A.C.A. de planificación y A.C.A. de control de procesos.

Entre las áreas abarcadas por el A.C.A. de planificación tenemos:

- Planificación de los procesos.
- Programación control numérico.
- Planificación de materiales y herramientas.
- Planificación de líneas de producción.
- Simulación de las líneas de producción.
- Lista de materiales.
- Dirección de inventario de piezas y materiales.
- Lanzamiento e impulsión.
- Personal.
- Economía y financiación.
- Definición del producto.

En lo que respecta al A.C.A. de control de procesos tenemos:

- Rutas.
- Métodos y estándares.
- Dirección de inventarios en procesos.
- Tiempos.
- Secuencia de fabricación.
- Control de proyectos.
- Control de producción.

## 7. SOPORTE AUTOMATIZADO AL PRODUCTO (S.A.P.)

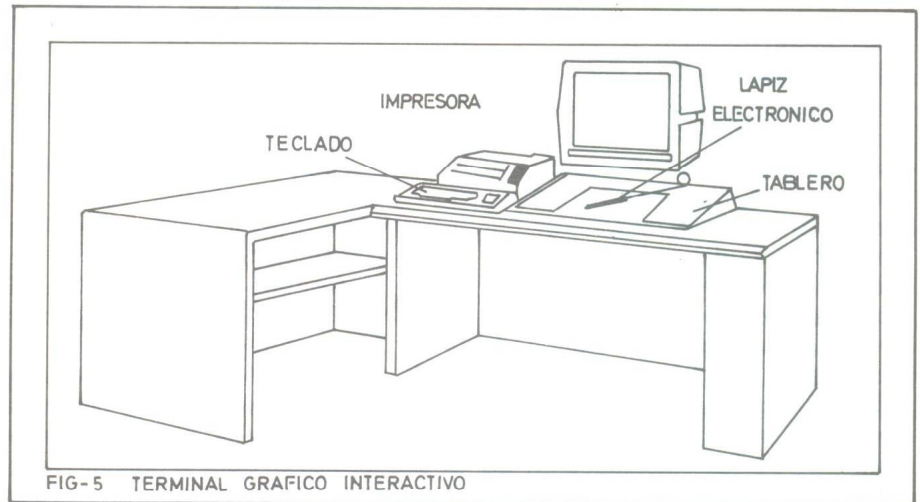
Se incardina en la resolución de una forma eficiente bajo la concepción de las nuevas tecnologías de los problemas del departamento comercial, ingeniería del producto y documentación técnica. Así, abarca las áreas:

### Comercial:

- Promoción.
- Venta.
- Requerimientos clientes.
- Configuración del producto.

### Documentación técnica:

- Información para mantenimiento.
- Información para su uso.
- Etc.



### Ingeniería del producto:

- Prediseño opcionales.
- Normalización de versiones.

### Gestión de repuestos:

- Gestión de stock.
- Oferta a clientes.
- Gestión de pedidos.
- Ordenes de fabricación y compras.

## 8. ELEMENTOS INTEGRANTES DEL C.I.M.

Como hemos expuesto parcialmente en los párrafos precedentes, los elementos más exclusivos y genuinos de la filosofía C.I.M. son:

### Hardware:

- Ordenadores.
- Periféricos.
- Redes de comunicación.
- Redes locales.

### Software:

- Sistema operativo.
- Base de datos única y accesible para todo.
- Software de aplicaciones.

En cuanto a estos elementos, pasamos a considerar aquellos aspectos que están más relacionados con el tema que nos ocupa.

**8.1. Ordenadores:** Los requerimientos de un ordenador para ser usado en estas aplicaciones son básicamente:

- Capaz de realizar cálculos matemáticos complejos de forma sencilla y rápida.
- Posibilidad de trabajar con gráficos complejos en alta resolución y color.
- Capacidad de controlar equipos externos (frecuentemente de forma jerarquizada).
- Capacidad de trabajar en tiempo real.

Los aspectos a considerar para

cumplir con los requerimientos anteriores son:

- Arquitectura interna.
- Sistema operativo.
- Utilidades.
- Programas de aplicación.
- Modularidad.
- Capacidad de ampliación.
- Facilidad de conexión a otros ordenadores.
- Velocidad.

### 8.2. Periféricos:

a) De entrada gráfica: Como entrada de datos gráficos deben ser considerados tanto el teclado como soportes magnéticos, tipo tinta (convencional o cassette) o disco (flexible o duro). Como periféricos específicos cabe mencionar los digitalizadores como periférico más empleado, aparte de los fotorrestituidores, seanners y taquímetros especiales para aplicaciones muy concretas.

b) De salida gráfica (trazadores, plotters): El periférico de salida gráfica sobre soporte físico es el trazador, que puede funcionar off-line u on-line (de modo autónomo o conectado a un computador); se suelen clasificar en:

- Trazadores de mesa.
- Trazadores de tambor.
- Trazadores de rodillo.
- Trazadores de proyección de tinta.
- Trazadores electrostáticos.
- Trazadores ópticos (fotoplotters).

c) Otros periféricos de salida gráfica: Estos serían las pantallas. Estas pueden ser cromáticas (color) o monocromáticas. Existen tres tecnologías básicas utilizadas en los terminales gráficos en forma de pantalla en el mercado, según el tubo de rayos catódicos empleado:

- Tubo de memoria con refresco en color.
- Tubo de penetración.



- Tubo de máscara (Shadow mask).

En cuanto a los modos más corrientes de realizar el trazado de gráficos en un terminal tenemos: trazado vectorial y barrido horizontal (raster scan). Combinando éstos con las tecnologías disponibles hallamos tres modos prácticos de trazado: refresco vectorial, memoria-vectorial y refresco-barrido.

d) Otros terminales: Dentro de éstos tendríamos las perforadoras de cinta, impresora, T.T.Y., modem, etc., que no difieren sustancialmente de los empleados en los sistemas informáticos de propósito general.

**8.3. Redes locales:** Una red local es una red de comunicación entre equipos informáticos, elementos productivos, modem, etc., que cubre distancias pequeñas (por lo general, uno o varios edificios próximos). La velocidad de transferencia suele ser elevada, ya que se pretende transferir grandes cantidades de datos entre diferentes equipos. Esta permite la comunicación entre todos los equipos conectados de forma sencilla y potente. A una red local se pueden conectar los siguientes elementos:

- Grandes ordenadores.
- Miniordenadores.
- Estaciones de trabajo personal.
- Impresoras y trazadores gráficos.
- Terminales mediante concentradores o multiplexores.
- Controladores de comunicación.
- Equipos industriales o procesos a través de interfaces que adapten las señales de transductores y/o actuadores.

Una clasificación de las redes locales se puede hacer atendiendo a:

#### Protocolo:

- C.S.M.A./C.D.
- Paso por testigo.

#### Topología:

- Bus.
- Anillo.
- Arbol.
- Estrella.
- Punto a punto.

En cuanto a la normalización de las redes locales hemos de decir que existe una normalización referente al proyecto I.E.E. 802, cuyos estándares están ya casi concluidos en cuanto a aprobación se refiere.

Una descripción de las características técnicas de las redes locales incluiría básicamente:

- Velocidad de transferencia, aproximadamente 10 Mbit/seg.
- Conexión por cable o fibra óptica.
- Longitud de varios kilómetros.
- Control descentralizado (por lo general).
- Acceso por contienda (C.S.M.A./C.D.) o por paso por testigo (token ring).
- Transferencia de ficheros y comunicación entre procesos.

La tendencia en el uso de las redes locales se debe a que las características de localización distribuidas de los elementos productores de información (sensores, transductores, hombres, computadores) es inherente a la mayoría de sistemas de tratamiento informático. Ejemplos típicos los encontramos en el control de procesos y de fabricación de productos industriales, gestión empresarial, almacenamiento y comunicación de la información para un grupo de usuarios (plantas industriales, empresas, universidades, hospitales, etc.).

**8.4. El sistema operativo:** Del conjunto de software de que dispone un sistema informativo hay unos programas fundamentales que están constituidos por el sistema operativo. Así pues, el sistema operativo comprende un conjunto de programas y algoritmo que se usan para asignar y controlar automáticamente las facilidades disponibles sobre el ordenador. En cualquier instante sólo parte del sistema operativo es residente en la memoria principal y el resto de los programas del S.O. se encuentra almacenado en memoria de masa.

El sistema operativo sirve de interface entre el hardware y el resto de los programas, siendo el sostén de toda la actividad.

En la actualidad se tiende a un sistema operativo universal, el cual tendría posibilidad de funcionar (rodar) de forma análoga en ordenadores de distintos fabricantes. Parece que el más firme candidato en estos momentos a alcanzar este status sería el UNIX de la compañía BELL, y esto se debe a varias razones, entre ellas:

- Razones tecnológicas: Es independiente de la arquitectura hardware, de fácil transportabilidad, muy versátil.
- Razones comerciales.
- Razones de mercado: La mayoría de los usuarios de

computadora prefieren un sistema operativo independiente de la máquina y del fabricante.

**8.5. Base de Datos:** Aunque a veces se llama base de datos a cualquier colección de datos, archivados y susceptibles de ser procesados por un ordenador, suele reservarse esta denominación para un conjunto de datos estructurados en forma sistemática nexionados relacionamente y susceptibles de ser procesados y compartidos por varios usuarios de sistema informático.

Su gran auge se debe básicamente a:

— Los dispositivos físicos son cada vez más potentes, más seguros y más baratos. Las memorias son cada vez de mayor capacidad y los procesadores más rápidos.

— Es muy oneroso combinar informaciones parciales mediante interconexión de ordenadores para el tratamiento de la información (informática distribuida), aunque en la actualidad se hacen grandes esfuerzos en solucionar los escollos de procesamiento en paralelo.

— Los programas de gestión de información ofrecen cada vez más servicios y evolucionan para acomodarse mejor a las conveniencias de toda clase de usuarios.

La evolución de los modelos de base de datos es la historia de sucesivos compromisos entre capacidad expresiva, uniformidad y eficacia en la implantación en máquina.

Los modelos que más utilidad práctica han tenido son:

- Modelo en forma de árbol (modelo jerárquico).
- Modelo de grafo (modelo de red).
- Modelo relacional.

**8.6. Software de aplicaciones específicas:** Este corresponde a los programas para aplicaciones específicas en los distintos campos que abarca la filosofía C.I.M. Existe en el mercado una gran cantidad de casas comerciales; a título ilustrativo exponemos la denominación de algunos programas y su ámbito de aplicación:

#### CEADS-CADA:

- Dibujo (mecánico, arquitectura).
- Lista de materiales.

#### HP-DRAFT:

- Dibujo (mecánico).
- Lista de materiales.

#### HP-EGS:

- Diseño/dibujo (eléctrico y electrónico).



- Control numérico.
- Fotoplotters.

#### EXAPT:

- Control numérico.
- Robótica.
- Planificación.

#### ENTEK:

- Análisis modal.
- Vibraciones.
- Ruido.

#### GRAFTEN (diseño):

- Modelado sólido:
  - Alámbrico.
  - Superficie.
  - Paramétrico.
- Dibujo.
- Pre-post procesado (elementos finitos).
- Análisis modal y matrices.
- Desarrollo de chapas.
- Testing.
- Control numérico.

## 9. ETAPAS EN LA ADQUISICION DE UN SISTEMA C.A.D./C.A.M.

Hay una serie de pasos determinados que resultan necesarios para llevar a cabo una adquisición de cierta entidad; son los siguientes:

- Desarrollo de especificaciones.
- Petición de ofertas a los suministradores.
- Evaluación de las ofertas.
- Realización de un testing controlado (técnicas de Deuch-marking).
- Evaluación de los beuchmarks.
- Análisis económico.
- Técnica de puntuación de los suministradores y puntuación final.
- Contrato de suministro.
- Programación de la entrega y preparación del lugar de la instalación.
- Operación del sistema y seguimiento en lo que se refiere a capacidad de rendimiento, productividad y potencial. ■

## BIBLIOGRAFIA

1. ALLOCCA, J. A.: «Electronic Instrumentation». Prentice-Hall, 1983.
2. ARROIABE, J. L.: «Sistemas flexibles, complementos del C.A.D./C.A.M.». *Mundo Electrónico*, n.º 138, marzo 1984, págs. 65 a 71.
3. BECERRA, P., y otros: «Sistema integrado de diseño, marcada

y corte para confección industrial». *Mundo Electrónico*, n.º 138, marzo 1984, págs. 95 a 103.

4. BRUNET, P.: «Diseño geométrico asistido por computador. Modelado de superficies curvas». *Mundo Electrónico*, n.º 138, marzo 1984, págs. 73 a 82.
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*, n.º 148, febrero 1985, págs. 63 a 68.
7. FELIN, V., y otros: «El diseño asistido por computador de sistemas de control». *Regulación y Mando Automático*, n.º 150, pág. 123 a 130, 1985.
8. FERRÁN PUIG: «D.A.C/F.A.C. La tecnología del futuro al alcance aquí y ahora». *Regulación y Mando Automático*, n.º 128, mayo 1983, págs. 69 a 96.
9. FIGUERAS, J., y otros: «Redes locales industriales». *Regulación y Mando Automático*, n.º 144, diciembre 1984, págs. 79 a 97.
10. H. P.: «Información técnica del Seminario de Informática Industrial y C.I.M.», 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*, n.º 141, septiembre 1984, págs. 105 a 108.
13. NAVARRO, F. J.: «Control de la producción asistido por ordenador: El proceso productivo». *Mundo Electrónico*, n.º 138, marzo 1984, págs. 55 a 62.
14. PADILLA, J. J.: «El sistema operativo Unix». *Mundo Electrónico*, n.º 150, junio 1985, págs. 121 a 127.
15. PÉREZ, A., y otros: «Base de datos y modelo de datos». *Mundo Electrónico*, n.º 151, mayo 1985, págs. 117 a 122.
16. PÉREZ, J. J.: «El C.A.D./C.A.E. aplicado al diseño de circuitos integrados». *Mundo Electrónico*, n.º 138, marzo 1984, págs. 85 a 90.
17. SÁNCHEZ, J.: Conferencia pronunciada en la VIII Semana Técnica.
18. TEICHOLZ, E.: «C.A.D./C.A.M. Handbook». Prentice-Hall, 1985.
19. TORRE, F., y otros: «Metrología dimensional». *Regulación y Mando Automático*, n.º 141, 1985, págs. 83 a 100.
20. VIZAN, A.: «Introducción a las máquinas de control numérico». Departamento de Publicaciones E.T.S.I.I., Madrid, 1980.

## 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 cursillos sobre: Climatización y Frío Industrial, Hidráulica, Neumática, Microprocesadores, Control Numérico, C.A.D./C.A.M., entre otros.

### Actividad profesional:

Trabaja durante el período 1972 a 1974 como miembro del Equipo de Mantenimiento de Indeplast; 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 E.U.I.T.I. de Sevilla.