

1 - INTRODUCCIÓN

1.1 – MOTIVOS QUE HAN CONDUCIDO A LA ELECCIÓN DE DICHA TESIS

1.1.1 – PLANTEAMIENTO DE TAREAS POR PARTE DE LA INDUSTRIA

Dentro de las aplicaciones del ordenador, la generación de gráficos es una de las técnicas más recientes e innovadoras, no obstante su profusión en todas las áreas es tal, que la industria no puede hacer caso omiso a su desarrollo si quiere sobrevivir en esta Era de la Técnica.

Automovilismo, aeronáutica, técnicas aeroespaciales, simulación de condiciones físicas, químicas, construcción, diseño en distintos campos (textil, electrónica, electricidad, calderería entre otros) reproducción de condiciones ambientales, atmosféricas, sísmicas, etc., son algunas de las aplicaciones más conocidas.

Es precisamente la industria automovilística, una de las más avanzadas en el extranjero, quien a través de su contacto con nuestra Universidad introduce el problema concreto de su utilización para conseguir ponerse a la altura de las tecnologías del exterior (en este caso la japonesa) previendo, como así ha sucedido, un gran avance general de su aplicación en el diseño de carrocerías y elementos resistentes, al poder simular situaciones que, de tener que llevarlas a la práctica requerirían un gran esfuerzo en maquinaria y tecnología, y que desarrolladas mediante computadoras permitirían reducir enormemente ese esfuerzo para obtener análogos resultados.

1.1.2 – APARICIÓN DE UN GRUPO DE INVESTIGADORES

Esto hace que dentro de nuestra Universidad se forme un grupo de trabajo que tienen su embrión en la Escuela de Ingenieros Industriales de Barcelona y cuyas cabezas visibles son Pere Brunet i Crosa (ingeniero industrial doctorado y catedrático de Métodos Informáticos en dicha escuela desde 1979) y Francesc Compta i González (catedrático de Dibujo y director de la Escuela en ese momento). De la repercusión comarcal en su enfoque gráfico, nace la idea de desarrollar esta tesis bajo la dirección del Dr. Compta y la supervisión informática del Dr. Brunet.

Al mismo tiempo se ramifica la investigación en este campo y en otros paralelos, siendo numerosas las publicaciones en revistas especializadas, así como los cursillos en los que aparecen los trabajos de investigación del grupo dirigido por el Dr. Brunet y que versan sobre el diseño geométrico ayudado por ordenador.

Entre las revistas principales destacan “Regulación y mando automático”, “Mundo Electrónico” en España, “Questio” y “Nurnberg” en el extranjero entre otras.

1.1.3 – REPERCUSIÓN EN DISTINTOS CAMPOS DEL MUNDO LABORAL

Pronto son otras partes del mundo laboral las que se interesan por el tratamiento de datos gráficos. La Corporación Municipal de Barcelona desea obtener las curvas de igual contaminación ambiental, así como una expresión gráfica de niveles de ruido, densidad demográfica, etc.

Alguna compañía eléctrica se interesa en sus aplicaciones topográficas para facilitar los tendidos electrónicos. También algunos profesionales (arquitectos) se interesan por estas aplicaciones, como así mismo lo hacen ciertas casas que comercializan ordenadores para disponer de un software que facilite su introducción en todos los campos.

Se importa software para resolver problemas concretos al mismo tiempo que se crea un modesto software aquí aprovechando la información recibida del exterior y sobre todo el hardware cada vez más especializado en determinadas funciones.

1.2 – DESARROLLO DE LA TECNOLOGÍA DESTINADA A PERIFÉRICOS GRÁFICOS

Desde que en 1950 en el Instituto Tecnológico de Massachussets se acopló un tubo de rayos catódicos al ordenador Whirlwind I con éxito, los avances han sido cada vez más espectaculares en ese terreno. Sin embargo, no es sino hasta 1962 cuando Ivan E. Sutherland describe en una tesis doctoral el primer intento de realización de gráficos.

A partir de 1965 son ya grandes compañías americanas, como General Motors, Bell Laboratories y Looked Aircraft quienes inician proyectos de investigación encaminados al desarrollo de sistemas gráficos de diseño.

Los terminales gráficos son un gran avance, pero con los ordenadores personales el impulso es mucho mayor y se habla ya de la década de los 80 como la de proliferación y gran desarrollo del hardware destinado a cubrir esta zona tan amplia de aplicación de los ordenadores.

Las expectativas de que se cumpla este objetivo son grandes ya que constantemente aparecen en el mercado ordenadores personales cuya capacidad es considerablemente mayor que la de grandes ordenadores de hace unos años.

1.3 – PRETENSIÓN DE LA TECNOLOGÍA DESTINADA AL DIBUJO DE GRÁFICOS POR ORDENADOR

Fundamentalmente son cuatro los campos generales de aplicación que intenta cubrir la técnica de realización de gráficos mediante ordenador; sistemas de información empresarial; gráficos como interfaz hombre- máquina; aplicaciones exóticas o espectaculares y concepción asistida por ordenador (D.A.C.).

Es el último de estos campos el que en realidad ha constituido la primera aplicación gráfica, logrando reducir el precio de los equipos y siendo casi exclusivamente la pantalla el soporte de dichos gráficos.

Para hacernos una idea sobre la evolución en los otros campos, baste señalar la gran profusión de periféricos sobre papel, los spots publicitarios o los videojuegos.

Como en casi todas las aplicaciones de la informática el objetivo último de la tecnología en este campo es obtener resultados gráficos de máxima calidad en un tiempo lo mejor posible y con un coste que sea competitivo con respecto a los de similares aplicaciones.

1.4 – CONSTITUCIÓN DE UN TERMINAL GRÁFICO

Para abordar un tema como el que nos ocupa, es necesario tanto una descripción del material que puede utilizarse, como un estudio matemático de los sistemas generadores de los elementos que integran dichos gráficos (puntos, rectas o curvas en general) así como de los diferentes sistemas para evitar que su visualización sea confusa, de manera que vamos a empezar por hacer una descripción del material.

Un terminal gráfico consta, en general, de las siguientes partes:

- a) Memoria de generación de imagen.
- b) Controlador gráfico.
- c) Generador de imagen.
- d) Consola con pantalla y teclado.

La memoria de generación de imagen consiste en una serie de elementos gráficos a representar, así como instrucciones para la creación de imágenes parciales a las órdenes transmitidas por el ordenador al terminal.

El controlador gráfico interpreta las instrucciones gráficas, controla el generador de imagen y coordina la interacción entre los dispositivos de entrada gráfica.

La consola dispone de teclado para introducir datos que utilizará el controlador gráfico y la pantalla (por lo general un tubo de rayos catódicos) aunque existen distintas tecnologías que luego también ofrecen diversidad de posibilidades (velocidad variable, persistencia mayor o menor en pantalla, etc.).

Es interesante, puesto que va a influir en la programación, tener en cuenta la importancia que para un terminal gráfico supone el tener o no asignada una memoria de regeneración, hecho que supone su clasificación en dos categorías:

- Terminales con tubo de memoria. Mediante una tecnología adecuada, se consigue que las imágenes permanezcan en pantalla aún cuando el haz de electrones no incida en ella, pues utilizan un sistema que mantiene los puntos iluminados una vez creada la imagen (tubo de rayos catódicos mediante rejilla o paneles de plasma).

- Terminales con memoria de regeneración. Mantienen en una memoria de regeneración la reproducción exacta de la imagen de pantalla haciendo que aparezca en ella a voluntad del programador o del operador. Permite la utilización de varias memorias simultáneamente, pudiéndose en algunos casos mezclar éstas para componer figuras o ir las alternando para generar la sensación de movimiento en pantalla (al tiempo que se genera una imagen, aparece otra en pantalla).

Existen también terminales gráficos con tecnología híbrida, es decir, con memoria de regeneración y de refresco.

1.5 – COLOR DE TERMINALES GRÁFICOS DE PANTALLA

La aparición del color en los terminales gráficos hace que la diferencia entre ellos se haga más ostensible.

Los sistemas que utilizan tubo de memoria o panel de plasma no tienen la posibilidad de color, y hay mucha diferencia entre los que utilizan tubo de refresco por barrido y los de trazado vectorial, siendo los primeros los que presentan más ventajas (excepto en resolución, pues el número máximo de puntos en pantalla es menor).

1.6 – CONDICIONES DE LOS DISPOSITIVOS GRÁFICOS

Todo dispositivo gráfico precisa:

- Determinar un punto cualquiera de pantalla en cuanto a su estado (iluminado o no) y poder cambiarlo de estado.
- Añadir símbolos, cifras o líneas a la imagen de pantalla.

Podemos mencionar como dispositivos de determinación del punto en pantalla:

- Cursor gráfico. Que presenta una señal móvil en pantalla que se puede desplazar mediante acción sobre el teclado o mediante mandos especiales (joystick o joydisk). A través de pantalla puede enviar sus coordenadas hacia la unidad central para ser procesadas.

Mesa digitalizadora. Donde se pueden determinar las coordenadas mediante elementos magnéticos o acústicos (muy utilizado en DAC). Fig. 1-6-1.

DIGITALIZADORES

Los digitalizadores BENSON serie 6000 permiten la introducción directa al ordenador de pares de coordenadas X, Y y definir así todo tipo de formas o contornos existentes. Por ello son muy útiles en topografía, ingeniería, redes y en general en todos los sistemas de DAO (Diseño Asistido por Ordenador)

- Superficie de medida: Modelo 6201 120x84 (Formato A0)
(cm) Modelo 6221 60x42 (Formato A2)

- Superficie para menú: Modelo 6201 84x10
(cm) Modelo 6221 42x 8

- Precisión (con cursor): 0,1 mm.
- Resolución: 0,02 mm.
- Origen seleccionable
- Visualización X, Y con 6 cifras
- Lápiz electrónico
- Cursor de 4 botones (8 y 16 botones opcional)
- Salida por puntos, continua, continua bajo control y por vectores.
- Velocidad de transmisión de hasta 100 pares/segundo.
- Conexión: serie V-24, paralelo BENSON, o paralelo IEEE-488

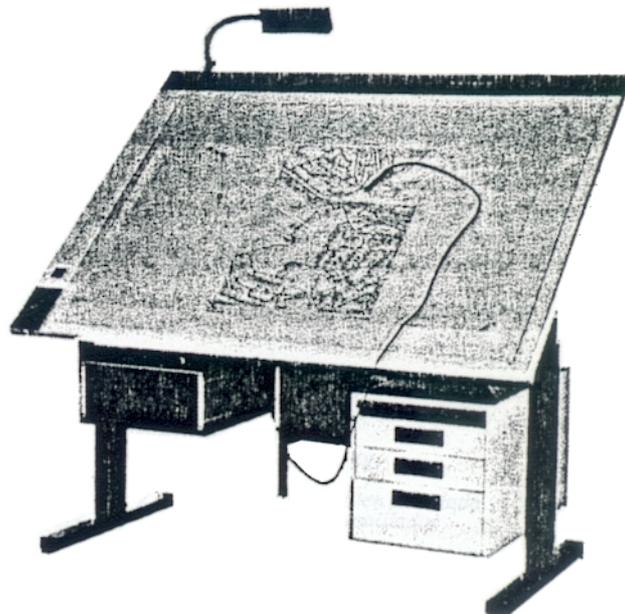


Figura 1-6-1

Lápiz luminoso. Con el que se puede realizar una labor parecida a la de la mesa digitalizadora, pero directamente sobre la pantalla. Consta de un fotodiodo conectado a un amplificador que es el que detecta la presencia de luz al ser activado. Fig. 1-6-2.

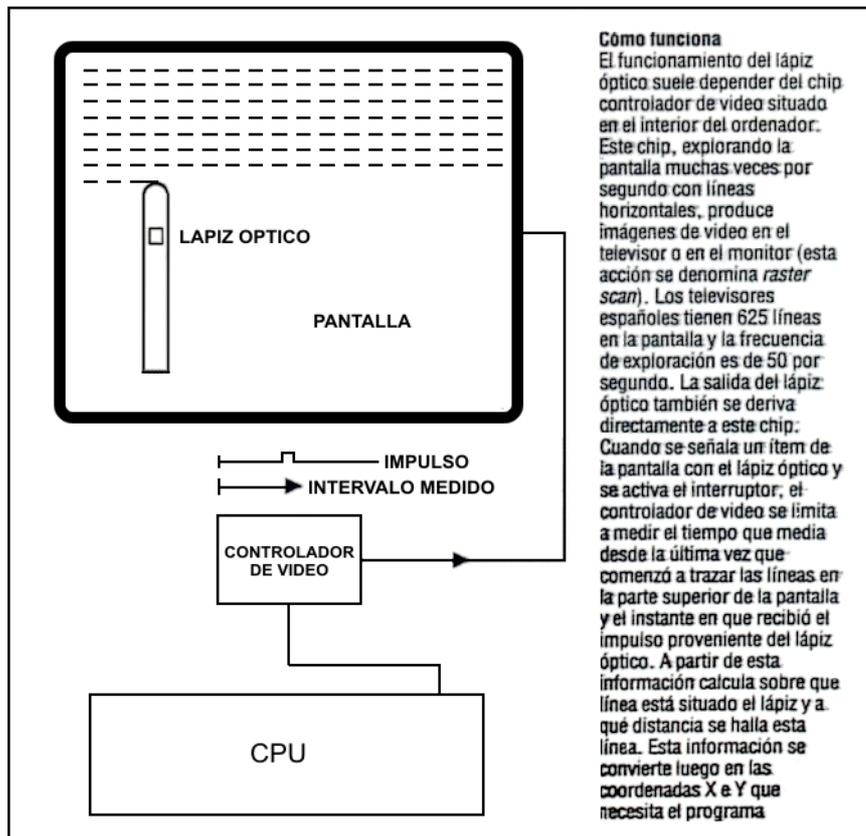


Figura 1-6-2

Ratón. Actúa del mismo modo que la mesa digitalizadora pero puede moverse sobre la misma mesa y sus movimientos son detectados mediante sensores especiales, transmitiendo su trayectoria a la pantalla. Fig. 1-6-3

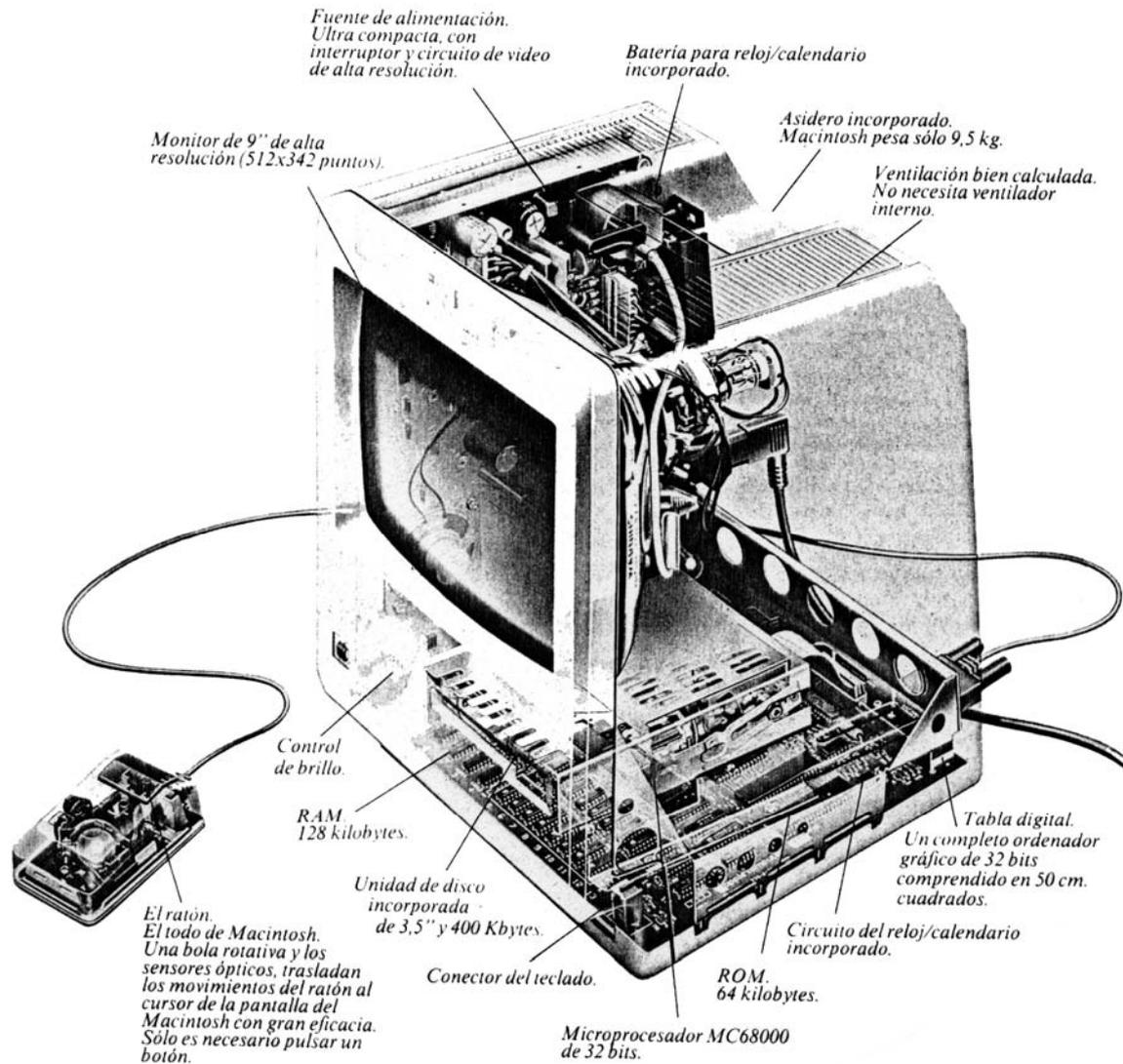


Figura 1-6-3

1.7 – FUNCIONES DEL GENERADOR DE IMÁGENES

Las funciones de los generadores de imágenes son muy diversas, dependiendo del grado de “inteligencia” que el periférico posea. Las más comunes son:

- Generación de vectores. Mediante incrementos sucesivos de coordenada (generación digital) o bien mediante tensiones de deflexión entre los extremos (generación analógica) cuyas velocidades son mucho mayores.
- Generación de círculos.
- Control de tipos de trazo. A base de tramos, puntos, espesores distintos, intensidades distintas e incluso simuladores de pincel, plumilla, etc.
- Control de tramas para el llenado de superficies poligonales.
- Generación de tonalidades de color.
- Generación de caracteres no directos.

Las unidades menos sofisticadas deben hacer que se produzcan estas operaciones mediante programa, con las consiguientes desventajas.

1.8 – FUNCIONES DE LOS CONTROLADORES GRÁFICOS INTELIGENTES

Las más comunes son:

- Transformaciones bidimensionales (inversión, traslación, simetría, rotación).
- Dibujo en perspectiva de objetos tridimensionales.
- Visión en pantalla completa de una zona (ventana).
- Regeneración de una memoria gráfica mientras se visualiza la otra.
- Control de interacción entre el terminal y los periféricos locales.
- Visión panorámica.
- Visión parcial ampliada (zoom).

1.9 – SOFTWARE GRÁFICO GENERALIZADO

Existen tres categorías de software gráfico diferenciadas aplicables a la utilización de terminales gráficos:

- Programas de aplicación. Realizados por lo general en lenguajes independientes de máquina (por ejemplo en FORTRAN). Son programas no accesibles por el usuario y su representación gráfica no está sujeta a normalización sino que las diferentes casas aplican su propio criterio.
- Software funcional. Con dos intentos de normalización, uno por parte del comité de planificación de Standard Gráfico en Norteamérica con tres dimensiones y denominación “CORE”, el otro por parte de la ISO en Alemania y denominación “GKS” en dos dimensiones.

Tienen como objetivo principal la utilización de los diferentes dispositivos gráficos prescindiendo de la marca.

- Software básico. Suministrado por varios fabricantes para control elemental de dispositivos periféricos gráficos. No existen intentos de normalización aunque existen en el mercado algunos sistemas pseudoestandarizados.

Cuanto más sofisticado es el aparato, mayor suele ser la cantidad de funciones pseudoestandarizadas que sabe realizar.

1.10 – CARACTERÍSTICAS DE LOS PRINCIPALES DISPOSITIVOS DE SALIDA GRÁFICA

Aparte de la pantalla, de la que hemos hablado como dispositivo gráfico de entrada-salida por excelencia, existen numerosos tipos de dispositivos de salida. Entre ellos destacan:

- Las impresoras gráficas. Que utilizadas como simuladores de plotter permiten realizar gráficos que aun siendo de alta resolución tienen una continuidad en curvas o líneas inclinadas relativamente pobre. Generalmente funcionan mediante impresión a través de agujas y su resolución viene supeditada al tamaño y número de las agujas en la cabeza de impresión, y al paso direccionable, que suele ser igual al distanciamiento entre dos agujas en sentido horizontal y vertical.

La cabeza de impresión es a modo de matriz y un punto es la impresión de una de las agujas de la matriz.

Estos dispositivos están dotados de un movimiento del papel a través de tracción lateral o fricción con rodillo, por lo que en su gran mayoría no tienen retroceso con lo que deben trabajar a través de memorizar previamente todos los puntos impresos de una línea para confeccionar el gráfico que anteriormente ha debido realizarse en pantalla.

- Plotters. Son los trazadores gráficos por excelencia. Existen una gran variedad en cuanto a tamaño, sistemas de impresión de tinta sobre el papel, movimiento de la plumilla o trazador, tipos de trazadores, tipos de soporte del papel, etc.

Vamos a hacer un resumen de los más importantes:

- Plotter de rodillo. En este tipo de máquinas, el papel se mueve mediante un rodillo que gira en los dos sentidos mientras que el cabezal porta-plumas se desplaza siguiendo la dirección del eje del rodillo y situado en posición vertical. Fig. 1-10-1.

PLOTTERS DE RODILLO

La serie de plotters de rodillo de BENSON incluye 29 modelos, que permiten dar una respuesta a prácticamente cualquier problema de dibujo.

En este tipo de máquinas, el papel se mueve mediante un rodillo que gira en los dos sentidos, mientras que el cabezal porta-plumas se mueve perpendicularmente, siguiendo el eje del rodillo.

Debido a su rapidez y gran calidad, son particularmente adecuados para trabajos de producción. Dependiendo de los modelos, pueden ser transformados en otros del mismo ancho, lo que permite adecuar en cada momento sus características a las necesidades del usuario.

Todos los modelos pueden utilizar papel blanco, vegetal y poliéster, y bolígrafos, rotuladores, bolígrafos de tinta presurizada y plumas de tinta china.

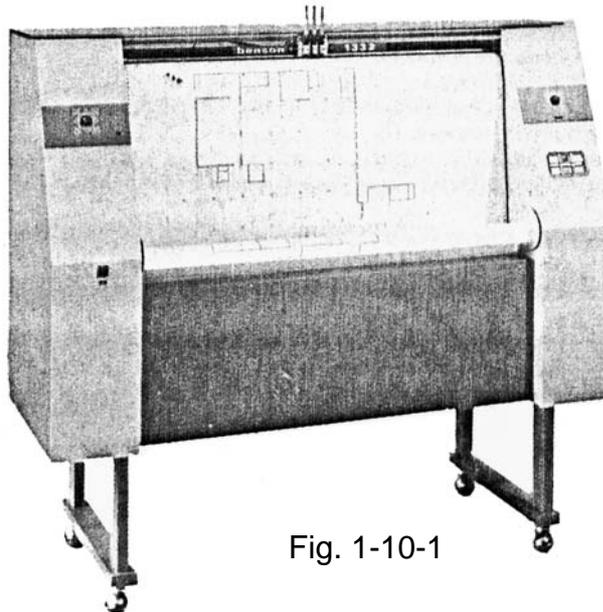


Fig. 1-10-1

Modelo	1102	1112	1122	1132	1202	1212	1222	1232	1302	1312	1322	1332	1342
Ancho/ cm.	34 (A3)				74 (A1)				93 (A0)				
Velocidad máxima cm/seg.	7	13	21	45	7	13	21	45	7	13	21	45	112
Resolución MM.	0,05		0,025		0,05		0,025		0,05		0,025		0,0125
Número Plumas	1 (3 op)		3 (4 op)		1 (3 op)		3 (4 op)		1 (3 op)		3 (4 op)		4
Rodillo Reductor 32cm			-----				op				-----		op
Rodillo de Corte			op				op				-----		op
Modelos derivados	1103 1101	1113	1123	1133	1203 1201	1213	1223	1233	1303 1301	1313	1323	1333	1343

Los modelos cuya referencia termina en 2, disponen del microprocesador gráfico con nivel de inteligencia 10

Los modelos cuya referencia termina en 3, disponen del microprocesador gráfico con nivel de inteligencia 11

- **Plotter de tambor.** En este tipo de trazados el papel se coloca sobre el tambor mediante adhesivos y tiene movimiento en ambos sentidos. La disposición del porta-plumas es semejante al plotter de rodillo así como su movimiento. Fig. 1-10-2.

PLOTTERS DE TAMBOR

En los plotters de tambor se combinan las ventajas de los plotters de mesa y de rodillo.

En efecto, en esta serie, un tambor ultraligero de unos 40 cm de diámetro gira en los dos sentidos.

El portaplumas se mueve paralelamente al eje de este tambor. El papel, que puede ser de cualquier tipo y tamaño, se coloca sobre el tambor mediante unas zonas auto-adhesivas.

MODELO	5342	5343	1565
SUPERFICIE UTIL	AO	AO	AO
VELOCIDAD MAXIMA	112	112	112
RESOLUCION (MM)	0.0125	0.0125	0.0125
ACELERACION (G)	5,7	5,7	5,7
NUMERO DE PLUMAS	4	4	4
INTELIGENCIA	IO	I1	I1
LOGICA	LO	LO	L1

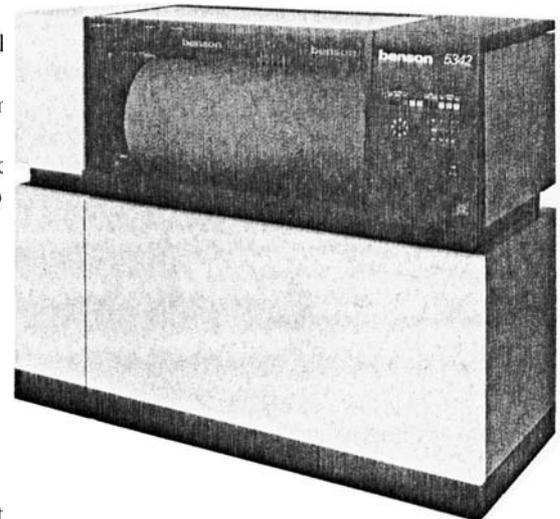


Fig. 1-10-2

Todos los parámetros se definen a través de un conjunto pantalla/teclado que puede recibir también mensajes del ordenador.

- **Plotter de mesa.** El soporte del dibujo es una mesa y el papel se mantiene fijo mientras que el cabezal con el porta-plumas se desplaza combinando su movimiento en dos direcciones perpendiculares. Fig. 1-10-3.

PLOTTERS DE MESA

La serie de plotters de mesa de BENSON comprende 6 modelos que cubren una amplia gama de tamaños, velocidades y posibilidades.

En este tipo de máquinas, el soporte del dibujo se fija en una mesa, sobre la que se mueve un cabezal porta-útiles.

Permiten utilizar cualquier tipo de papel o plástico y son particularmente adecuados para trabajos de gran precisión y calidad.

Todos los modelos pueden

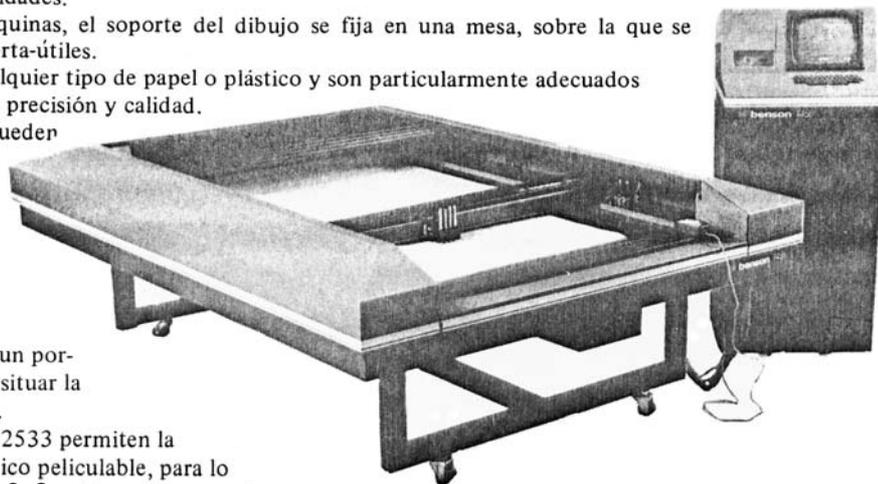
llevar cuatro útiles de dibujo a escoger entre bolígrafos, rotuladores, bolígrafos de tinta presurizada y plumas de tinta china.

Todos pueden llevar un porta-lupas que permite situar la cabeza con precisión.

Los modelos 2532 y 2533 permiten la grabación sobre plástico pelificable, para lo que llevan dispositivos tangentes a la curva a grabar.

La lógica L1 tiene unas características técnicas que permiten 5 funciones importantes para el usuario:

- Retorno a la última posición que permite una fácil comprobación del dibujo y cambio de los útiles de dibujo.
- Replot que permite dibujar sobre un documento existente teniendo en cuenta un cambio de orientación y deformaciones.
- Asignación lógica de útiles que permite el dibujo por capas muy sencillamente.
- Detección automática del tipo de órgano de dibujo montado.
- Todos los parámetros se definen a través de un conjunto pantalla/teclado que puede recibir también mensajes del ordenador.



MODELO	1422	1423	1425	1455	2532	2533
FORMATO/CM	A0 (120 x 84)		2A0 (168 x 120)			
GRABACION	NO			OP		
VELOCIDAD CM/SEG	42	70		42		
RESOLUCION M.M.	0,125					
SUJECCION DOCUMENTO	Electrostatica			Aspiracion		
INTELIGENCIA	I0	I1		I0	I1	
LOGICA	L0		L1		Especial	

- Plotter electrostático. En estos aparatos el movimiento del papel es unidireccional por lo que puede utilizarse como copia directa de pantalla. Carga eléctricamente el papel para entintarlo y secarlo posteriormente. Fig. 1-10-4.

PLOTTERS ELECTROSTATICOS

En estos equipos el movimiento del papel es unidireccional. El papel se carga eléctricamente al pasar frente a un peine de electrodos procediéndose después a su entintado y secado. La serie 9000 de plotters electrostáticos comprende 8 modelos que combinan tres posibilidades esenciales:

- Dibujo
- Impresión
- Copia directa de pantalla gráfica

Todos pueden utilizar papel blanco, vegetal, DURAPLOT® y FILM y su gran calidad de dibujo y alta velocidad les hace particularmente adaptables como órgano de salida de los sistemas de diseño asistido por ordenador.

MODELO	9211	9215	9322	9424	9336	9436	9344	9444
TIPO DE CABEZA	BISCAN		QUADRASCAN					
ANCHO/CM	28	38	56	61	92		112	
PUNTOS/PULGADA	200		254	200	254	200	254	254
VELOCIDAD DIBUJO CM/SEG	5	3,4	3,8	2,5	2,5	1,3	1,5	0,9
CARACTERES PEQUEÑOS/LINEA	132	141	264	372	440	560	540	680
CARACTERES GRANDES/LINEA	--		132	180	220	280	270	340
IMPRESION L/MIN	850	800	560	475	370	240	230	160
OPCION : FILM	NO			SI				

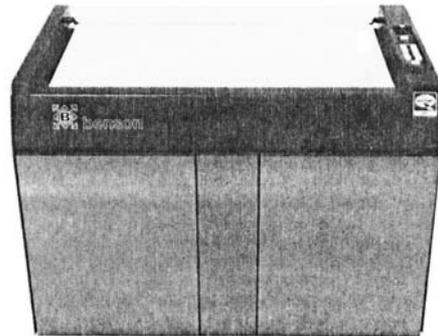


FIG 1-10-4

A excepción de este último, los anteriores plotters pueden tener acoplados microprocesadores con diferentes niveles de "inteligencia", lo que les permite tener implementadas diferentes funciones como por ejemplo generación de círculos, engrosado de líneas, caracteres con subíndices o superíndices, diferentes tipos de líneas (trazos, trazo-punto, puntos), con grosores también diversos, caracteres alfanuméricos, inclinación y dirección definibles, asignación de límites, escalas, ajuste manual o automático de velocidad, aceleración o presión, así como control de tiempo y auto-comprobación.

La resolución de estos aparatos puede ser extraordinaria, por lo que se pueden abordar con ellos dibujos de carácter profesional.

1.11 – FASE ACTUAL DEL DISEÑO ASISTIDO POR ORDENADOR ASÍ COMO DE LA PRODUCCIÓN ASISTIDA POR ORDENADOR

Toda la tecnología referente al diseño asistido por ordenador es relativamente reciente. Sobre 1970 se predijo que habría una gran proliferación de esta tecnología ya que hubo una drástica baja en el precio de coste de los procesadores por lo que se esperaba que pronto quedaría superado el principal problema que era el del almacenamiento o capacidad de memoria de las unidades destinadas a esta rama específica.

Sin embargo hubo un bajón luego superado debido a la comercialización de los primeros equipos.

La falta de personal técnico suficientemente preparado y la carencia de software hicieron que los grandes distribuidores del CAD-CAM inicial sacaran a la venta unos equipos de muy elevado coste y que al mismo tiempo no incrementaban la productividad en la proporción que se había asegurado previamente, con lo que los ánimos se enfriaron.

Los primeros problemas se han superado y cada vez más existe la conciencia por parte del productor empresario de que utilizando sistemas CAD-CAM su empresa tendrá una mayor capacidad innovadora.

Se han hecho estudios estadísticos serios en varios de los campos de aplicación (control numérico de máquinas herramientas, variación de gráficos, planos de fabricación y montaje entre otros) sobre el aspecto de su incidencia económica en las empresas.

Son varios los sistemas DAC-FAC (o CAD-CAM) que circulan hoy por hoy. Vamos a mencionar algunas de las ramas para las que existe aplicación y posteriormente haremos un comentario sobre algunas de ellas.

- Electrónica: Diseño de circuitos, sistemas de control digital, estructura de tableros de circuitos, etc.

- Construcción: Diseño de la arquitectura, de la estructura de las vigas.

- Industria textil, confección y del zapato: Amplia visualización en la confección y diseño de tejidos, diseño de vestidos, zapatos.

- Industrias ópticas, construcción naval y muebles: Donde los sistemas de diseño son muy especializados, teniendo en cuenta geometría muy compleja y cálculos analíticos en consecuencia con dicha especialización.

- Industria del automóvil: Donde parece ser que el avance es mayor pues se diseñan todas las piezas y procesos que integran la manufactura del automóvil. Entre otros podemos destacar los sistemas NISSAN DAC SYSTEM, PSA Peugeot-Citroen y Dimier-Benz.

1.12 – ALGUNOS DE LOS SISTEMAS DAC-FAC

Son famosos ya por sus aplicaciones varios sistemas desarrollados por diferentes equipos de programadores. Entre ellos destacan:

EUCLID. Sistema interactivo que posibilita la visualización en dos o en tres dimensiones, perspectiva, visiones de detalle, proyecciones de alzado, planta y perfiles. Crea sobre pantalla una interactividad permanente entre las formas y cálculos de volúmenes, momentos de inercia, resistencia de materiales, etc. Posee también las funciones de cinemática que permiten todas las verificaciones de coherencia o de interferencias espaciales con la simulación de movimientos relativos.

CADAM. El diseñador puede empezar utilizando la pantalla gráfica como si fuera una plancha de dibujo. Mediante el teclado de funciones, elige por medio de un lápiz óptico aquellas partes del menú que le interesan para su dibujo. Si por ejemplo necesita una línea recta, el menú le ofrece varias posibilidades: horizontal, vertical, paralela a otra línea, por puntos, etc. Una vez definido el diseño, el operador puede utilizar la capacidad analítica de CADAM para determinar las propiedades de cada sección, los momentos de inercia, etc. El diseñador puede comprobar también que cada parte de la pieza ensamble perfectamente con otras, llamando a la pantalla a los diversos componentes de la misma.

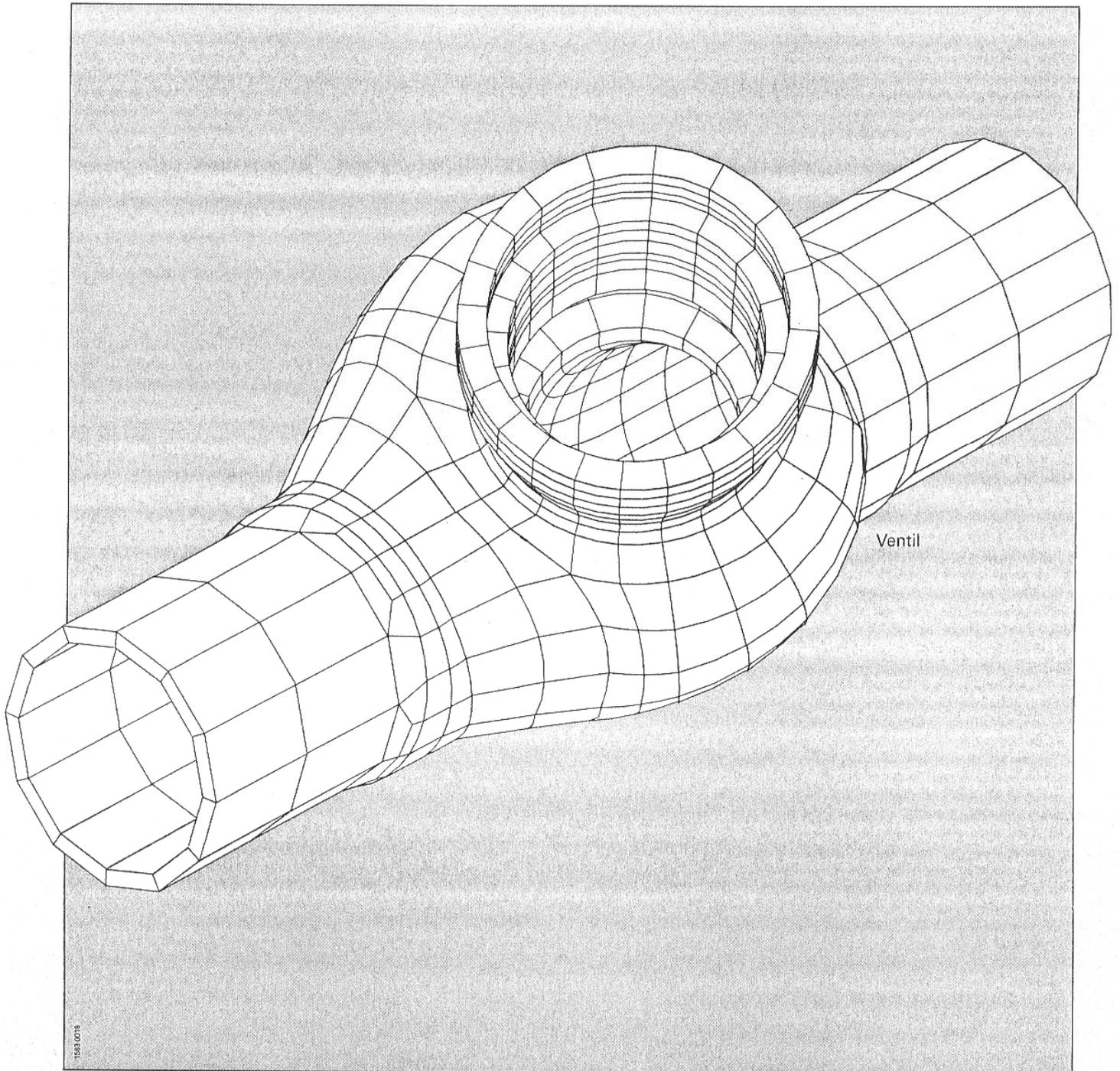
CONDOR. Que permite utilizar como entrada inicial un diseño anterior a través de disco o cinta magnética donde consten los datos de definición debidamente ordenados. Esto permite efectuar modificaciones con gran facilidad.

Véase el efecto óptico que producen las imágenes que se adjunta, obtenidas a través de un sistema similar a éstos, denominado IMAGE.

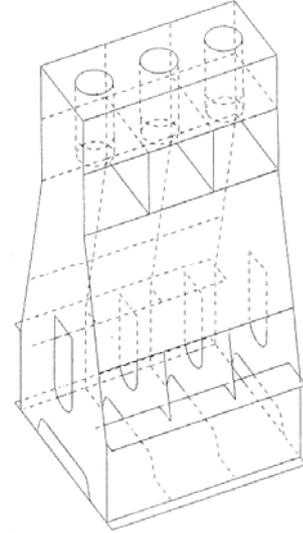
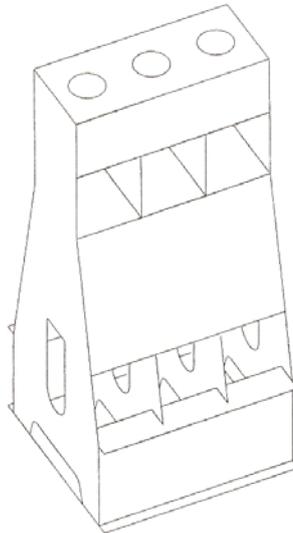
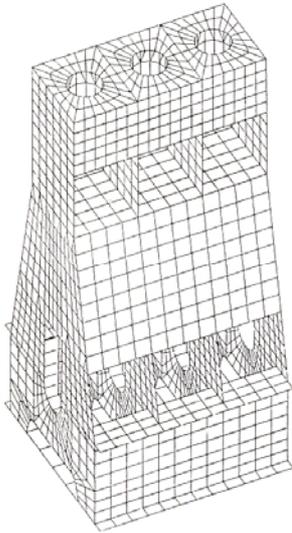
SULZER

IMAGE

Ein Plotprogramm zum Test und zur Ergebnisdarstellung von Finite-Element-Analysen



- IMAGE erlaubt die Unterdrückung gewisser Kanten, deren Abbildung unbedeutend ist. Diese Darstellungsart stellt eine Testmöglichkeit auf fehlende oder falsch definierte Elemente dar.



Motorblock

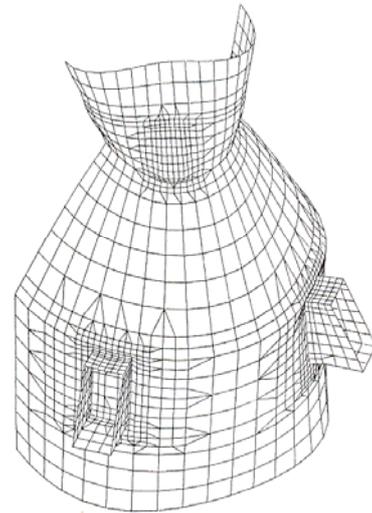
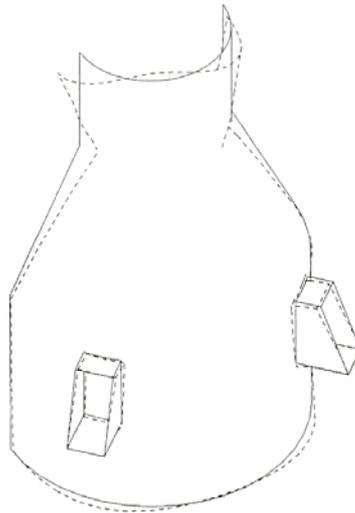
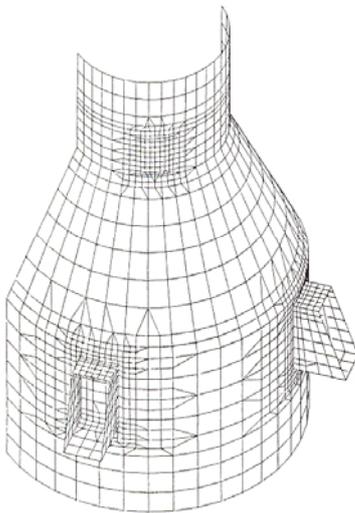
- IMAGE verfügt über umfangreiche Möglichkeiten für graphische Darstellungen, die der Benutzer frei wählen kann. Er bestimmt die Projektionsart und den Beobachtungspunkt bzw. die Blickrichtung. Das

Bildformat ist frei wählbar. Die Zentrierung des gewünschten Bildes sowie den Darstellungsmaßstab berechnet IMAGE automatisch so, daß alle gewünschten Bildteile innerhalb des Bildformats zu liegen

kommen. Die sichtbaren Knoten und / oder Elemente können dazu mit ihren Nummern beschriftet werden.

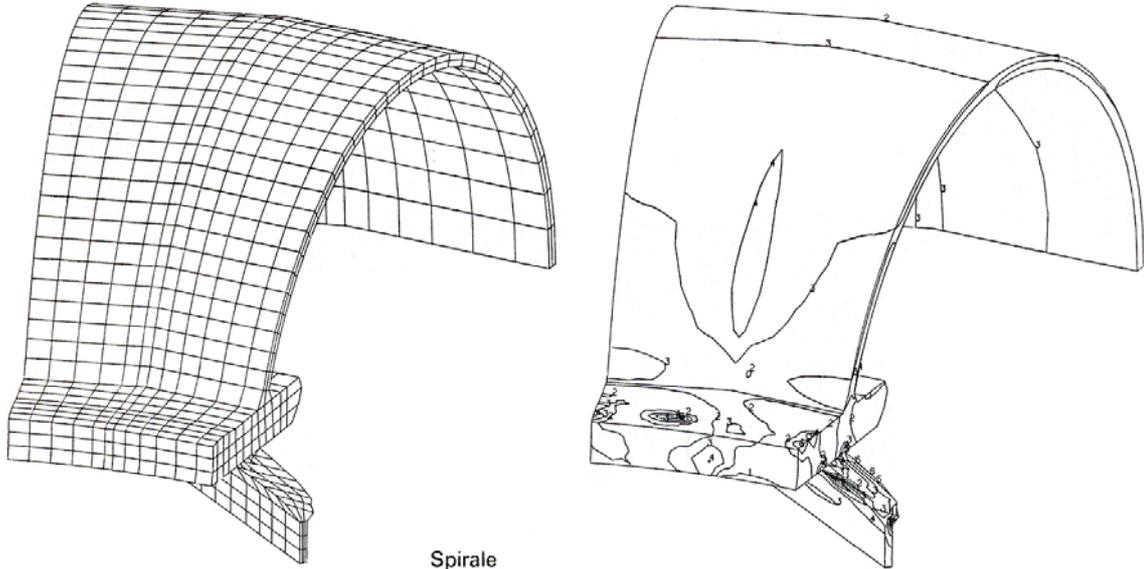
- Zur Auswertung und Darstellung der Ergebnisse der FE-Rechnungen bietet sich IMAGE als Postprozessor an.

Die Struktur kann sowohl verformt als auch unverformt in der gleichen Zeichnung dargestellt werden.



Ventilträger

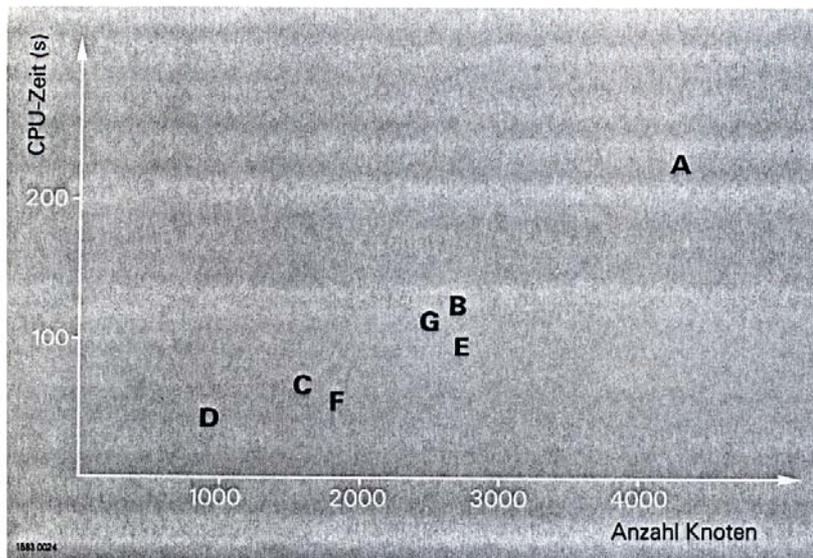
Die Darstellung der Ergebnisse (z. B. Spannungen, Temperatur usw.) ist in Form von Isolinien möglich.



Spirale

● Die Sparsamkeit des IMAGE-Programms zeigt das folgende Diagramm, in dem die notwendigen CPU-Rechenzeiten (Prime 850) für das Aufzeichnen der hier gezeigten Strukturen in Sekunden angegeben sind. Die IO-Zeiten entsprechen etwa einem Drittel der CPU-Zeiten.

● Da IMAGE in Standard FORTRAN IV geschrieben wird, ist seine Installation auf jeder Anlage möglich, die über eine ausreichende Wortlänge (mindestens 32 Bit) verfügt. Die Anzahl benötigter Speicherplätze für die Variablen entspricht $12 \times$ der maximalen Anzahl Knotenpunkte.



- A Ventil
- B Kniegelenkprothese
- C Kniegelenkprothese (halb)
- D Prothese
- E Motorblock
- F Ventilträger
- G Spirale

SULZER®

Gebrüder Sulzer Aktiengesellschaft
CH-8401 Winterthur, Schweiz
Abteilung für Spannungsanalysen
und Materialverhalten

Telefon 052 81 11 22
Telegramme Gebsulzer Winterthur
Telex 896 060 11

d/28.84.00-III.83-10

IMAGE

Jedes Finite-Element-Programm muß heute umfassende Plotmöglichkeiten aufweisen. Ohne sie ist es undenkbar, ein FE-Modell mit vernünftigem Aufwand und der notwendigen Sicherheit auf Fehler zu untersuchen. Die herkömmlichen Plotprogramme haben nun aber den großen Nachteil, daß man schon bei kleinen Modellen vor lauter Linien auf der Zeichnung den Überblick verliert. Deshalb besteht ein dringendes Bedürfnis nach anschaulicheren Darstellungen. Eine Möglichkeit in dieser Richtung ist, die Sichtbarkeit der Linien zu berücksichtigen und die unsichtbaren Linien entweder ganz wegzulassen oder doch wenigstens anders darzustellen. Die wenigen Programme, die solche Abbildungen

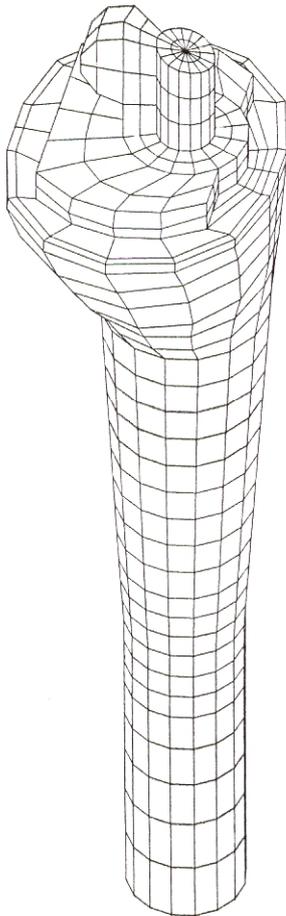
zulassen, haben den Nachteil, daß sie entweder auf bestimmte Strukturen beschränkt oder dann, besonders bei großen Modellen, relativ teuer in der Anwendung sind. Das Plotprogramm IMAGE, das die erwähnten Mängel auf beeindruckende Art und Weise aufhebt, läßt sich wie folgt kurz charakterisieren.

- IMAGE erstellt Zeichnungen von FE-Modellen für die Programme ANSYS, EASE2, NASTRAN und SAP 5, kann aber auf Wunsch an jedes FE-System angepaßt werden.

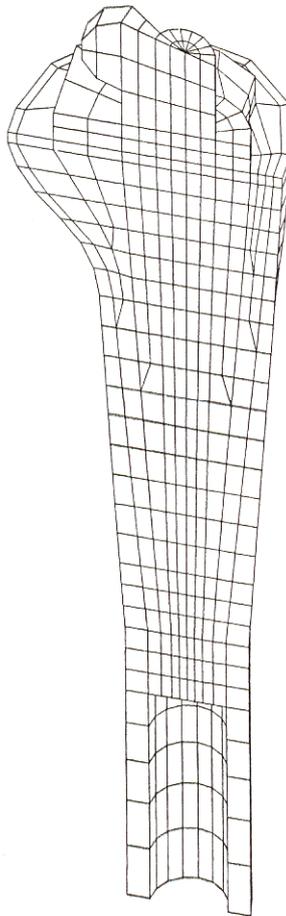
- IMAGE unterstützt alle Finite-Element-Typen, vom einfachen Dreieck bis zum isoparametrischen Element mit 20 Knoten.

- Tritt gegenseitiges Durchdringen von Elementen auf, so meldet IMAGE das und hilft damit, ein ungewolltes Überlappen von Teilstrukturen zu verhindern.

- Beliebige Ausschnittdarstellungen können mit Koordinaten-, Elementgruppen- oder Materialnummernangabe gewählt werden.



Kniegelenkprothese



Prothese

Otros paquetes de software para terminales gráficos son:

MEDUSA. Diseño parametrizado modelado en tres dimensiones y dibujado en dos.

AYGRAF. Software funcional.

DATAGRAF. Gráficos de gestión.

SYMTRAN. Generación de símbolos y diagramas.

IDEMS. Dibujo en dos dimensiones modelado en tres.

PDMS. Diseño de plantas industriales.

CD/2000. Diseño en tres dimensiones.

COMPAID. Ingeniería de plantas químicas.

GRAPHICS/1000. DGL (dibujo en dos dimensiones) AGP-3 (dibujo en tres dimensiones).

CATIA. Modelado en tres dimensiones, cinemática y control numérico.

DISPLA. Trazado de curvas, diagrama de barras, mapas y diagramas en tres dimensiones.

TELL-A-GRAF. Gráficos de gestión (interactivo).

FASTDRAW/3. Modelado por elementos finitos.

UNIGRAPHICS. Diseño en tres dimensiones, dibujo en dos dimensiones, FEM, control numérico.

DOGS. Dibujo en dos dimensiones, generación de listas de materiales.

BOXER. Modelado en tres dimensiones.

SAS/GRAPH. Trazado de curvas, diagramas de barras, mapas y diagramas en tres dimensiones.

SDRC GRAPHICS-SYSTEM. Pre y post procesado FEM, modelado en dos dimensiones y también en tres.

PLOT-10 IGL. Dibujo en dos y tres dimensiones compatible con CORE.

EASY GRAPHING. Gráficos de gestión (interactivo).

Además de muchos otros (véase COMPUTER GRAPHICS WORLD noviembre 82).

1.13 – OBJETIVOS

Esta tesis pretende crear un modelo matemático que cumpla con una serie de requisitos:

En su aplicación topográfica debe adaptarse lo más posible al terreno que pretende presentar gráficamente.

En el resto de aplicaciones debe cubrir los requisitos que se le impongan, de forma que sea posible visualizar a modo de superficie los parámetros que de otra forma sería difícil contemplar en conjunto.

Se va a hacer un intento de simplificar la labor topográfica permitiendo generar las alturas de los puntos situados en los vértices de una malla a partir del croquis topográfico clásico una vez determinados los puntos discretos del mismo en coordenadas cartesianas.

Se le va a exigir al modelo que permita su representación en forma de malla de alambre tanto en proyección ortogonal sobre el plano de referencia mediante la utilización del sistema acotado, como en proyección ortogonal sobre un plano vertical en cualquier posición, como en proyección cónica sobre un plano vertical también en cualquier posición respecto a la malla.

Se van a eliminar las líneas ocultas en cuanto a su representación en proyección cualquiera que sea su tipo.

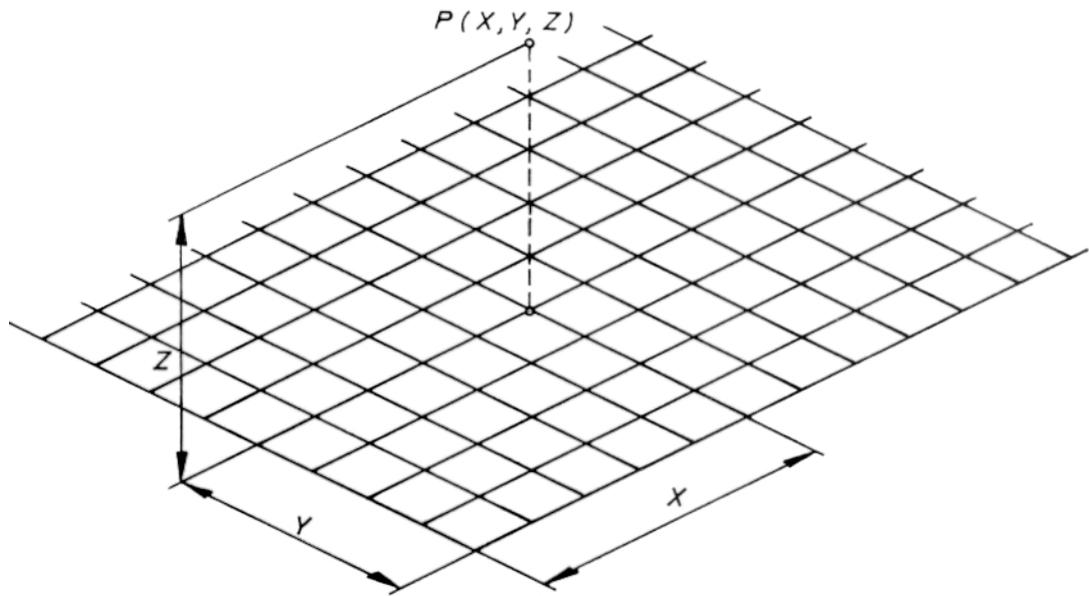
Se obtendrán las curvas de nivel correspondientes a la superficie, tanto en pantalla, como a través de un periférico (impresora o plotter), comprobando su relación con la solución hallada por métodos convencionales.

Se hará una discusión sobre los distintos métodos de trazado de curvas con obtención de los resultados para un mismo terreno y sus posibles aplicaciones a la industria.

Se abordará de manera matemática el estudio de los diferentes tipos de movimiento que se van a utilizar para conseguir los diferentes objetivos intentando no perder (mediante tratamiento matricial) el sentido de su orientación hacia el dibujo (esto se consigue haciendo que dichos movimientos se visualicen mediante procedimientos de dibujo y con menús que los hagan interactivos).

Dada la capacidad de memoria del sistema que se va a disponer, se ha utilizado una malla compuesta por cuatrocientos puntos distribuidos de la forma siguiente:

Las tres coordenadas de los puntos están situadas de forma que las dos primeras están dentro de un plano horizontal y dispuestas de manera uniforme sobre los vértices de una cuadrícula. La tercera coordenada será perpendicular al plano de la cuadrícula y su valor igual al de la distancia que separa el punto de dicho plano (Fig. 1-13-1).



COORDENADAS DE LOS PUNTOS DE LA MALLA

Figura 1-13-1

La posición de estos puntos (y por tanto su altura con respecto al plano de la cuadrícula) debe ajustarse a la altura real que correspondería a la superficie que se desee representar con respecto al plano horizontal que tomemos como referencia.

Dado que los valores de las magnitudes a medir pueden ser diversos, se deberá hacer una aplicación biyectiva para hacer corresponder dichos valores con las alturas que luego representaremos mediante nuestro modelo.

También se deberá hacer un cambio de escala de forma que se adapte al modelo que vamos a utilizar.

Para poder trabajar con más comodidad nuestra malla estará acotada en tres dimensiones de forma que los valores van a estar comprendidos entre los que a continuación se detallan:

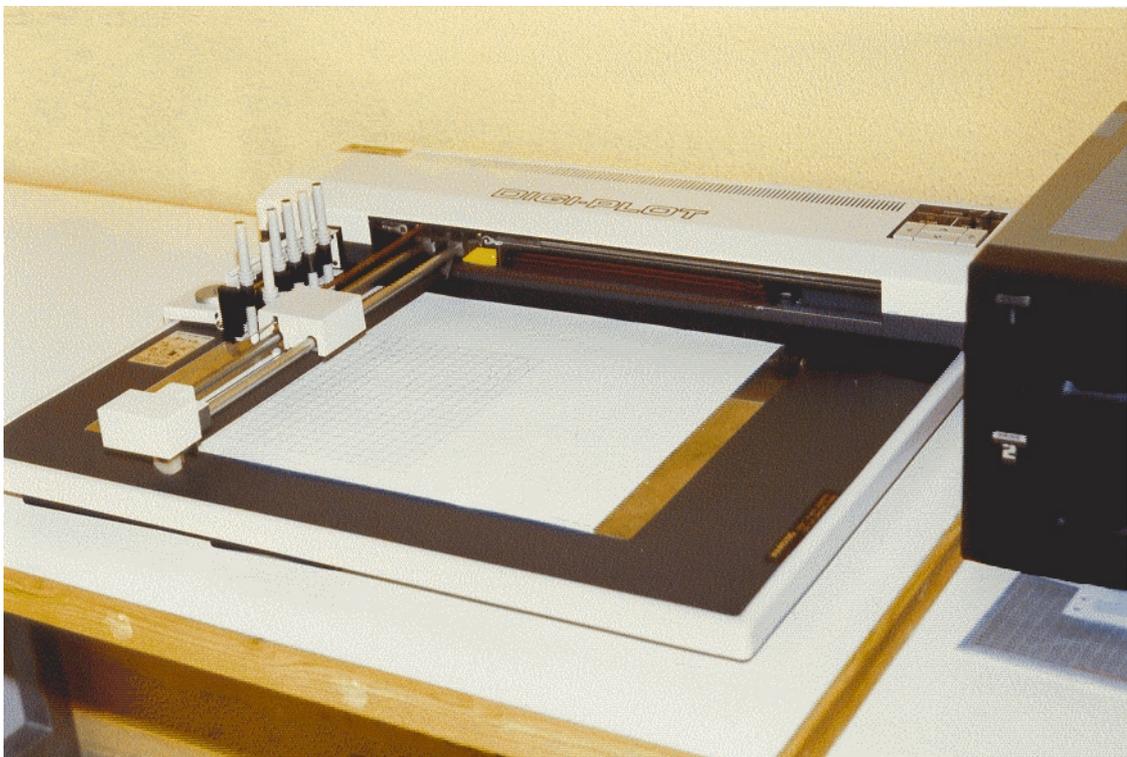
$$10 \leq X \leq 200 \qquad 10 \leq Y \leq 200 \qquad 0 \leq Z \leq 200$$

Esto significa que la tercera dimensión debe corresponder a una magnitud susceptible de ser medida y asignada de forma continua a cada punto de un plano, punto que identificaremos con las coordenadas X e Y.

También está dentro de los objetivos de esta tesis hacer una representación de mallas en las que puedan coexistir dos puntos diferentes con las mismas coordenadas X e Y pero con coordenadas Z distintas. Este tipo de representación vamos a denominarla de coordenadas ficticias y va a ser adecuado para la confección de carteles publicitarios, anagramas, etc.

Por último se hará una exposición en la que se dejará una vía a seguir para que otros investigadores puedan continuar por ese camino a partir del estado en que se concluye en esta tesis.

1.14 – EQUIPO UTILIZADO



FOTOGRAFIA EQUIPO UTILIZADO