

11  
205



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA  
DE MEXICO

ESCUELA NACIONAL DE ESTUDIOS PROFESIONALES  
"ARAGON"

"ESTUDIO DEL SISTEMA CAD/CAM Y SUS  
APLICACIONES ENFOCADOS AL DISEÑO"

**T E S I S**

QUE PRESENTAN:  
JOAQUIN FLORES GONZALEZ  
JOSE SERGIO SANCHEZ ORTEGA  
PARA OBTENER EL TITULO DE:  
INGENIERO EN COMPUTACION



**ENEP**  
**ARAGON**

MEXICO, D. F.

1993

TESIS CON  
FALLA DE COPIA



## **UNAM – Dirección General de Bibliotecas Tesis Digitales Restricciones de uso**

### **DERECHOS RESERVADOS © PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

Todo el material contenido en esta tesis está protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

---

# CONTENIDO

---

INTRODUCCION	1
I INTRODUCCION AL CAD/CAM	5
I.1 Diseño y manufactura	5
I.2 Historia de la relación entre la computadora y el diseño	13
I.3 Aplicaciones	15
I.4 Estado del arte	18
I.5 Estructura de un sistema CAD a nivel hardware	20
I.6 Estación de diseño	23
I.7 Tecnologías utilizadas en el hardware	25
I.7.1 Tecnología vector	26
I.7.2 Tecnología raster	30
I.8 Periféricos utilizados por sistemas CAD en el diseño	31
I.9 Microprocesador utilizado con propósito de diseño	41
II CARACTERISTICAS DE LOS SISTEMAS CAD/CAM	43
II.1 Aspectos generales de sistemas existentes	43
II.2 Comparación y evaluación de los sistemas CAD/CAM	48
III ESTUDIO DE LOS COMPONENTES DE SOFTWARE QUE FORMAN UN AMBIENTE CAD/CAM	79
III.1 Estructura de un sistema CAD/CAM a nivel software	79
III.2 Bases de datos y CAD	84
III.3 Modelado gráfico	87
III.4 Software	92
III.4.1 Software gráfico	95
III.4.1.1 Kernel gráfico	97
III.4.1.2 Primitivas de salida	101
III.4.1.3 Atributos de las primitivas de salida	107

III.5 Interfases	120
III.6 Estándares	125
III.6.1 Gráficos y de comunicación	125
III.7 Aspectos del CAM	128
<b>IV SISTEMAS CAD/CAM. APLICACION, MANEJO Y DISEÑO</b>	<b>134</b>
IV.1 Autocad	134
IV.2 Prácticas	159
<b>CONCLUSIONES</b>	<b>172</b>
<b>BIBLIOGRAFIA</b>	<b>173</b>

# INTRODUCCION

---

## INTRODUCCION

---

### INTRODUCCION

Un poco más de la década pasada los diseños asistidos por computadora y la manufactura asistida por computadora (CAD/CAM), estaban en un campo verdaderamente muy esotérico, ninguno era de mucho interés práctico para un empresario o un industrial, a no ser que sus negocios fuera de la escala de grandes industrias con altas tecnologías tal como el espacio aéreo. Así mismo, ésta situación fué revolucionando por la invención del silicón, la llegada de los microprocesadores y la caída dramática del costo del hardware de la computadora. Actualmente los sistemas (CAD/CAM) se han divulgado en el mercado y en la escala de precio bajo, a tal grado que han llegado a ser de tecnología

posible y proporcionable para un rango amplio de pequeñas y medianas compañías en varias áreas tanto como la arquitectura y la ingeniería en general, de moldeo plástico y de consumo electrónico.

#### **CONCEPTOS Y DESCRIPCIONES**

Alguien en algún lugar debe tener una idea ó formar una idea de lo imaginado; lo que hará, cómo hacerlo y cómo se verá. Esta etapa inicial de la formación del concepto de un objeto, puede tomar lugar únicamente teniendola en mente, y hasta ahora al menos, la computadora no puede contribuir en nada a esto.

Un concepto puede ser una idea muy simple, como la realización de un componente existente, la cual bastará con introducir una especificación nueva. Esto puede ser también una idea elaborada extraordinariamente, así como decir movernos en el espacio. Un concepto puede ser muy general o extremadamente preciso, deslumbrantemente original o mundano totalmente.

La invención de un nuevo concepto puede ser el papel principal de un diseñador, como es por ejemplo, el caso con un arquitecto innovativo o un ingeniero que carga un problema completamente insólito; pero puede ser también un paso en el proceso de diseño el cual es así trivial y rutinario, que el diseñador está apenas consciente de tomarlo.

Pero cualquiera que sea la naturaleza del concepto y aunque grande o pequeño el grado de creatividad envueltos en la generación de éste, dependerá de conocimientos y experiencias existentes en el mundo real del creador.

Cualquier objeto, aunque en forma original o función será diferente de algún otro objeto existente o combinaciones de objetos y tendrá algunos propósitos los cuales pueden ser definidos en términos de objetos o eventos desconocidos. Por ejemplo si sacamos un invento de una "ratonera", se tendría que saber algo de ratones, de que tamaños son, donde viven, que comen, o si son inquisitivos.

Estos conocimientos son aparentemente así de simples porque es el material de cada día, es algo en el cual las computadoras tienen todavía un maestro. Las generaciones existentes de los sistemas CAD, por ejemplo, tienen un conocimiento limitado del mundo real en el cual la gente existe, que ellos no pueden entenderlo; en el mismo sentido como sus usuarios entiendan, como ellos relacionan la representación de algunos objetos materiales, mientras que otros representan el espacio dentro y alrededor de estos objetos. Todavía es imposible hacer que ellos tengan

cualquier entendimiento de los propósitos de hasta los más simples de los objetos.

Pero existe, por supuesto, una clase de concepto el cual un sistema CAD puede "pensar a cerca de éste" con una velocidad y técnica la cual a lo lejos excede de lo humano, siendo un concepto geométrico. La máquina puede ser incapaz de proporcionarnos entendimiento de las reglas borrosas y amorfas las cuales llamamos "sentido común" ó "experiencia", pero tiene una comprensión completamente envidiable de las reglas formales y precisas las cuales formarán una geometría constructiva o proyectiva. No puede saber de la dureza o suavidad de los materiales, de su textura o peso, de lo bonito o de la manera de como las imágenes de los objetos son representadas sobre la pantalla de video o de los propósitos para los cuales están realizados a futuro; pero sabe mucho representar tangentes, planos, de cortes y superficies oblicuas. Para eso es exactamente la clase de conocimientos abstractos, de codificación rigurosamente matemático y rígidos, la cual puede estar empaquetado en la forma de un programa de una computadora.

Esto es por supuesto, la clase de conocimientos sobre la cual los diseñadores confían de acuerdo a rutinas de funciones principales, y éste reúne todo un concepto general el cual se aplica a los sistemas CAD/CAM.

Un dibujo de ingeniería puede prepararse con herramientas distintas a las convencionales. Actualmente, la alternativa más popular es preparar un dibujo con ayuda de una computadora, método que se conoce como dibujo asistido por computadora, cuyas abreviaturas son CAD.

El dibujo o el diseño deseado que se exhibe en la pantalla de la computadora se convierte en un dibujo real mediante el sistema CAD, pero no todas las industrias están interesadas en este tipo de salidas en pantalla. Por ejemplo, en el diseño de una planta química, la planeación del sistema de tuberías para gas y líquido no requiere de un análisis gráfico, por tanto, algunos sistemas CAD no se basan en gráficas. Otras industrias manufactureras no siempre requieren dibujos, sino que la información se transmite directamente del sistema CAD al equipo de manufactura del producto.

Este método se conoce como CAD/CAM (diseño asistido por computadora/manufactura asistida por computadora, computer-aided design/computer-aided manufacturing).

CAD/CAM incrementa la exactitud, ya que se eliminan los errores que pueden darse en la preparación real del dibujo y en su interpretación. El equipo de manufactura puede incluir una amplia gama de tipos de maquinaria, como tornos,

fresadoras, etc. Las instrucciones pueden enviarse también al equipo robot para el manejo automático del producto.

CAD/CAM se adapta en particular al segmento de la industria mecanizada y es ahora cuando esta experiencia ha crecido en forma sorprendente.

**DEFINICION DE CAD/CAM.**

El término CAD/CAM se refiere a la integración de computadoras en el proceso de producción para improvisar productividad.

Así como las computadoras de negocios procesan datos numéricos, los sistemas CAD/CAM almacenan, recuperan, manipulan, y despliegan información gráfica (todo con inmejorable velocidad y precisión). Además, muchos pueden ser realizados en un tiempo dado por ingenieros, por lo que es un recurso mucho más valioso y poco común. La calidad del producto y la producción son también improvisados, optimizan el uso de energía, materiales y personal de manufactura.

---

## INTRODUCCION AL CAD/CAM

---

### I.1 DISEÑO Y MANUFACTURA

El Proceso de diseño es la secuencia de operaciones las cuales ligan un concepto, la idea de algo existente unicamente bajo el alcance de alguien, hasta la descripción; el diseño completo de ese algo, el cual se especifica con suficiente exactitud y en suficiente detalle para alguien que va a hacer uno de ellos. Esto, puede ser compuesto aproximadamente en las siguientes fases:

**DIBUJO.-** Creación de varios elementos geométricos (líneas, arcos, superficies, etc) los cuales juntos forman la descripción gráfica de un objeto.

**EVALUACION Y COMPROBACION.-** En intervalos regulares el diseñador tendrá que "retroceder", por decirlo así, para comprobar que la descripción esta tomando forma realmente al igualar el concepto con el cual él se puso en marcha y que esto es satisfactorio con respecto a otros.

**CORRECCION Y RECTIFICACION.-** Mientras y cuando los errores son detectados o el diseñador decide probar una solución diferente o modificar alguna parte de la descripción con el fin de improvisarlo, será necesario borrar y redibujar algunos elementos o en algunos casos, empezar todo otra vez desde el principio.

**ANALISIS.-**Una vez que la descripción ha alcanzado la etapa en la cual, al menos provisionalmente el diseñador está satisfecho con esto, lo mas probable es que tendrá que ser analizado con mas detalle. Si el objeto en cuestión es para formar parte de algunas estructuras o mecanismos grandes, por ejemplo, puede ser necesario producir dibujos ensamblados con el fin de comprobar que todos los componentes se adecuen juntos propiamente y que ellos no interfieran con cualquier otro. Puede también ser necesario calcular la resistencia física o la presión térmica de los objetos, y si estos procesos envuelven técnicas de análisis de elementos finitos puede tambien ser la parte intensiva mas grande y mas laboriosa del proceso completo.

**INFORMACION DE MANUFACTURA.-** Finalmente será necesario asegurar que la descripción contenga toda la información (dimensiones, tolerancias, etc) que se necesita en la etapa de manufactura.

Aunque cada una de estas fases representan una etapa en el proceso de diseño, en el sentido de que hay una progresión de una primera etapa, a través de una intermedia, a una etapa final, estas fases no forman una secuencia fija y rígida de pasos. En vez de eso, como cada diseñador sabe, el proceso es iterativo o cíclico en el cual las diferentes fases se entremezclan y el progreso ocurre solamente en sentido general. El diagrama de flujo mostrado en la figura 1, representa el proceso enormemente complejo y frecuentemente repetitivo del ir y venir entre diferentes fases las cuales pueden estar bajo el amplio avance del trabajo del diseñador.

El diseño asistido por computadora, como actualmente es manejado, puede estar remontado por al menos de tres fuentes completamente diferentes, las cuales responden a un intento para computerizar, una parte diferente del proceso de diseño.

El primero de estos afluentes, realmente uno en el cual en la actualidad quizá está descrito como la corriente

principal del CAD, fué concernido con la actualización de la creación de información gráfica. Quienes desarrollaron éste método estuvieron principalmente interesados en ayudar al diseñador durante las primeras tres fases (dibujos, evaluación y comprobación, corrección y rectificación) ideando programas gráficos básicos que generarían y combinarían elementos geométricos.

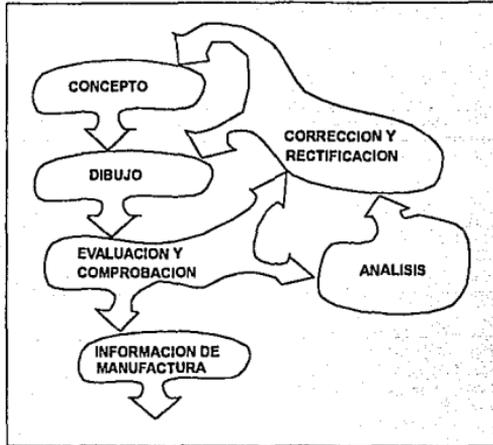


FIGURA 1.

Aunque muchos de las investigaciones que se iniciaron en programas gráficos actuales, fueron hechos a principios de los 90's, notablemente por el Dr. Patrick Hanratty trabajando para los Laboratorios de Investigación de la General Motors, el cual no encontró muchas aplicaciones inmediatas. Al mismo tiempo cuando el término computadora todavía era sinónimo con uno de los gigantes enormemente caro, la cual llamamos actualmente como una mainframe, diseñada para una decena de rutinas de funciones y servicios para cientos de usuarios simultáneamente, CAD no era una propuesta muy económica debido a las altas demandas que hacen sobre la capacidad de memoria y el tiempo de proceso de una máquina.

No fué sino hasta la llegada de la minicomputadora y, subsecuentemente a la llegada del microprocesador que fué posible consagrar una computadora única, primero a un sistema CAD multiusuario y más tarde, a una terminal única, en la que la programación gráfica estaba habilitada para realizar esto potencialmente como una herramienta de diseño de propósito general.

Hasta cierto punto las diferentes imperativas económicas influenciaron el desarrollo de la segunda fuente de la programación CAD actual (que concierne con el análisis de diseño). El punto en este caso fué que varias industrias (Aeroespaciales ó Manufactureras de semiconductor) las cuales se fueron extendiendo hasta las fronteras de la alta tecnología, las técnicas de producción y las técnicas analíticas las cuales se han estado desarrollando durante los 50s y 60s hicieron que los recursos humanos llegaran a un límite.

Solamente la velocidad y la capacidad de la computadora harían característico el uso de rutinas de análisis de elementos finitos.

En estos días, por supuesto, muchos de los programas analíticos tienden a ser desarrollados en casa para introducir las necesidades de una compañía particular. Pero un paquete de elementos finitos es ahora una parte estandar de muchos software de manufacturas CAD, y otro más especializado, es que la programación también comienza a ser generalmente disponible.

La tercer y última fuente del CAD mueve el esfuerzo para usar computadoras para improvisar y acelerar el flujo de información desde el diseño de oficina a una planta de fábrica construido sobre la tecnología existente del control numérico la cual ha sido ampliamente adoptada a mediados de los 60s. Esto es por supuesto, el puente el cual une CAD a CAM.

Muchos sistemas CAD actuales, todavía tienden a mostrar evidencias claras de que han sido derivadas de una u otra de las tres fuentes, todas ellas comparten una confianza común sobre la habilidad de las computadoras para construir y almacenar representaciones de modelos geométricos.

Aunque hablamos de diseño, no podemos desligarnos de la manufactura ya que si los consideramos como procesos pensaríamos que son dos procesos ó uno solo.

La mayoría de los problemas y confusiones que surgen aquí tienen poco o nada que hacer con el uso de las computadoras; ellas son esencialmente una consecuencia del

mal entendimiento de la relación entre el trabajo del diseñador (con o sin la ayuda de la computadora) y el proceso de producción.

El sentido común propondría que el diseño y la manufactura son en la mejor idea operaciones separadas y totalmente diferentes que son: después de todo, desarrolladas por personas diferentes, en diferentes lugares, en diferentes tiempos, usando diferentes herramientas y diferentes técnicas. Una vez que un diseño está completo, seguramente el trabajo del diseñador está hecho. El simplemente maneja la descripción terminada del objeto sobre alguien, además, para una representación de manufactura, quien lo toma indiferente y, usando la información contenida como una guía, realmente hace el objeto. Visto de esa manera, los dos procesos son etapas completamente separados en todos los procesos las cuales transforman un concepto a un producto como se muestra el diagrama de flujo de la figura 2.

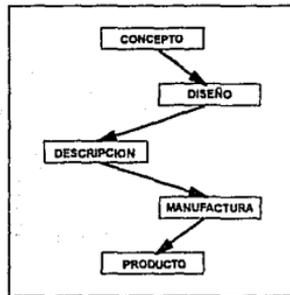


FIGURA 2.

Esto es ciertamente una mejor manera de ver las cosas. Desafortunadamente, aunque esto no es una representación muy precisa o útil de que realmente toma lugar con algo que es diseñado y manufacturado.

Se tiene en cuenta para empezar, con el punto de que muchos diseños no solo consisten de descripciones de que sea hecho, pero también de instrucciones de cómo está hecho.

Aunque el diseñador no le dice al manufacturero cómo debería empezar su trabajo, o qué equipo debería usar, es todavía probable que la selección de herramientas y técnicas en la etapa de manufactura habrá sido un factor importante en el pensamiento del diseñador.

En la práctica, es suficientemente claro, que el conocimiento de los materiales, el equipo y las técnicas del diseñador, las cuales están disponibles, serán una influencia importante sobre los diseños que él produce. En efecto, el trabajo de producir un diseño formal de cualquier complejidad, envolverá casi ciertamente la simulación, si solamente en la imaginación del diseñador, de algunos o todos los procesos de la manufactura.

En efecto, es frecuente que una gran parte de la responsabilidad sea del diseñador para planear como lograr la mejor manufactura y para preveer cualquier problema que surja.

Ciertamente, el caso donde el diseñador es simplemente limitado para decidir qué debería estar hecho, mientras que la pregunta de cómo deberá estar hecho es completamente dejada para el manufacturero que es la excepción rara y no la regla general.

Actualmente, si bien, muchas circunstancias en la cual la situación es invertida: donde las decisiones las cuales son, en teoría, materias de diseño, son dejadas a la discreción de estos responsables para el proceso de manufactura. Ningún artesano en la industria de la construcción, por ejemplo, esperaría a un arquitecto para especificar los últimos detalles del diseño de un edificio. Por lo contrario, un plomero o un electricista normalmente esperaría hacer mucho del diseño detallado de una instalación como un progreso del trabajo.

Una manera más exacta de pensar acerca del diseño y la manufactura, y la manera en la cual ellos se relacionan uno con otro, es además, verlos como dos aspectos de una continuidad única. Este arreglo puede ser representado diagramáticamente en la figura 3.

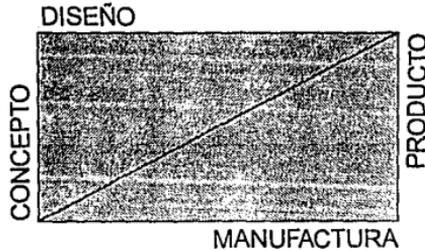


FIGURA 3.

Hay un flujo constante de información en ambas direcciones. Desde el sector de diseño, las descripciones y las instrucciones son pasadas al sector de manufactura, en lugar de la información acerca de la disponibilidad de herramientas y materiales, la economía relativa de procesos diferentes y así sucesivamente flujos de manufactura al diseño. La línea entre los dos debe, además de ser vista como una línea permeable y a menudo borrosa.

En efecto si nosotros consideramos el diagrama como una forma de representación, en términos generales, una relación que puede variar enormemente de un ejemplo a otro, debemos reconocer que la línea divisora la cual separa a los dos procesos, no es solamente débil, es también extremadamente elástica. Cualquiera de los dos procesos, en otras palabras, puede expandirse hasta que ocupe virtualmente todo el espacio continuo.

El siguiente ejemplo ilustra este punto.

Considerando primero, el caso de un carpintero quien ha sido empleado para construir un guardarropa en una recámara de alguien. Puede ser que sus instrucciones asciendan a no más que la petición vaga de que el guardarropa debería parecerse a uno en otro cuarto. En estas circunstancias el carpintero probablemente diseñará el guardarropa más o menos como él ideó, tomando en cuenta el espacio el cual debe ocupar y el material disponible para él. Diagramáticamente el proceso completo del diseño y manufactura del guardarropa podría ser representado en la figura 4, donde la función de la manufactura ha presionado virtualmente a que el diseño esté fuera de existencia.

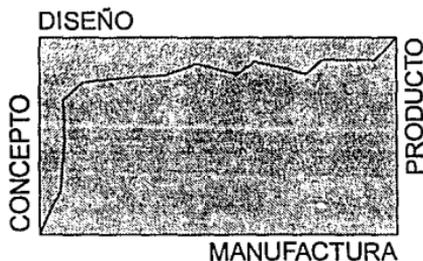


FIGURA 4.

Muchos de los sistemas CAD son todavía restringidos para el uso de datos geométricos principalmente, pueden entender la forma de los objetos en mayor detalle, pero pueden conocer poco de como serán los objetos, duros o suaves, calientes o fríos, pesados o ligeros, fuertes o débiles, frágil o manejable. El término CAM, similarmente, aplicado usualmente solo a procesos de manufactura donde el dato de control básico es geométrico. Esto significa que hay muchas aplicaciones en el cual las computadoras son usadas para ayudar a la manufactura pero no son categorizadas como CAM, el control por computadora de un proceso de una planta química por ejemplo.

## I.2 HISTORIA DE LA RELACION ENTRE LA COMPUTADORA Y EL DISEÑO

Los modernos sistemas de diseño asistido por computadora (CAD) y manufactura asistida por computadora fueron desarrollados en la década de los 60's. Inicialmente no interesaban mucho las innovaciones tecnológicas, CAD y CAM fueron impulsados en años recientes por la necesidad de impulsar la productividad industrial, actualmente son considerados por un gran número de personas como fundamentales en la productividad del mañana.

La ingeniería asistida por computadora es tan vieja como la computación, aunque el término comenzó a ser usado en 1980.

Desde sus inicios las computadoras han sido usadas por científicos e ingenieros para complementar métodos que no usaban computadoras.

A mediados de los 60's la NASA desarrolló un programa de computadora de propósito general para el análisis del campo continuo usando métodos de elementos finitos, llamado NASTRAN (Nasa Structural Analysis Program). Este programa, el cual es usado para el desarrollo estructural, transferencia de calor, acústica, electromagnética y otros tipos de campos involucrados en el análisis.

Actualmente CAE (Ingeniería Asistida por Computadora) tiene perdidos estos elementos finitos del análisis e incluye todos los sistemas de análisis y software para todas las disciplinas técnicas incluyendo aeronáutica, arquitectura, ingeniería mecánica, electrónica, ingeniería civil e ingeniería marina.

Muchos de los componentes del CAD/CAM fueron desarrollados en el periodo de 1950 y 1960. Las pantallas de gráficas fueron parte de las antiguas computadoras usadas a mediados de los 50's.

Los plotters digitales estuvieron disponibles más tarde en la década y los fotoplotters vinieron casi al mismo tiempo.

Los años 60's vieron la introducción comercial de pantallas gráficas y plumas ópticas, y el desarrollo de digitalizadores. En este tiempo algunas de las bases técnicas de software de gráficas emergieron, y no mucho tiempo después, computadoras interactivas y software en línea estuvieron disponibles.

A mediados de los años 60's se trabajó en los primeros sistemas CAD reconocibles. Estos sistemas experimentales, fueron desarrollados grandemente con recurso de grandes compañías: General Motors Research Laboratories quienes desarrollaron el DAC/1 (Design Augmented by Computer), (Diseño Aumentado por Computadora) el cual mas tarde se involucró dentro de un sistema operacional de CAD y otros proyectos similares fueron tomados bajo la Lockheed, McDonell Douglas, Boeing y otras industrias.

Todos estos sistemas primitivos fueron basados ampliamente en grandes computadoras y muchos fueron desarrollados en grupos con computadoras IBM Y CONTROL DATA.

Desafortunadamente, estos sistemas basados en mainframes fueron a la larga muy caros para todos pero en muy pocas aplicaciones.

Avanzados los 60's la tecnología de computadoras se habia desarrollado lo suficiente para ser viable economicamente, a sistemas CAD/CAM basados en minicomputadoras para ser construidos y comercializados, listos para usarse; sistemas CAD/CAM turnkey vinieron pronto al mercado.

Inicialmente los sistemas CAD/CAM comerciales fueron hechos primordialmente para la industria electrónica como dibujos y diseño asistido para la producción de tarjetas impresas de circuitos. Para el final de los 60's el número y complejidad de las tarjetas de circuitos impresos tuvieron que hacerse mas grandes por el mayor desarrollo y la exploración de tecnología electrónica, esto fue respaldado por las limitaciones tradicionales, métodos manuales de dibujo y diseño. Además, hubo una corta etapa de experiencia en la ingeniería electrónica. Algo tuvo que estar hecho para automatizar la metodología de ingeniería electrónica y mejorar la productividad.

### I.3 APLICACIONES

Desde hace algunos años, el uso más extenso de las gráficas de computadora ha sido como un auxiliar del diseño; generalmente conocidos como métodos CAD/CAM, los métodos del diseño asistidos por computadora ofrecen poderosas herramientas. A continuación se mencionan algunas de las principales aplicaciones de los sistemas de diseño asistido por computadora:

#### . INGENIERIA MECANICA

El diseño de partes y el dibujo mecánico se realizan interactivamente, produciendo perfiles o producciones más realistas. Cuando se han especificado las dimensiones de un objeto al sistema de computación, los diseñadores pueden observar cualquier lado del objeto para apreciar cómo será después de su construcción. Pueden hacerse cambios experimentales con libertad ya que, a diferencia del dibujo mecánico manual, el sistema CAD incorpora rápidamente modificaciones en el despliegue del objeto. El proceso de manufactura también se ve beneficiado ya que en los proyectos muestran con exactitud la forma en que se construirá el objeto.

#### . INGENIERIA ELECTRICA Y ELECTRONICA

Los ingenieros eléctricos y electrónicos trabajan con base en los métodos CAD, los circuitos electrónicos se diseñan comúnmente con sistemas interactivos de gráficas por computadora. Utilizando símbolos gráficos para presentar varias componentes, un diseñador puede construir un circuito de un componente de video agregando componentes en forma sucesiva al proyecto del circuito. El despliegue de gráficas puede utilizarse para experimentar esquemas de circuitos alternativos mientras que el diseñador intenta minimizar el número de componentes o bien el espacio que se requiere para el circuito.

#### . INGENIERIA AUTOMOTRIZ, AERONAUTICA, ESPACIAL Y NAVAL

Los diseñadores de automóviles, aviones, naves espaciales y barcos utilizan técnicas CAD en el diseño de varios tipos de vehículos. Los trazos con estructuras de alambres se utilizan para modelar componentes individuales y planear perfiles de superficies de vehículos. Las secciones de superficies y componentes de vehículos pueden diseñarse por separado y conjuntarse para exhibir el objeto en su

totalidad. A menudo se corren simulaciones de la operación de un vehículo para probar su rendimiento.

**. INGENIERIA CIVIL Y ARQUITECTURA**

Los diseños de edificios también se crean con sistemas CAD. Los arquitectos diseñan interactivamente planos de pisos o plantas, disposiciones de puertas y ventanas, y la construcción integral de un edificio. Trabajando a partir del despliegue visual del proyecto de un edificio, el diseñador eléctrico puede experimentar disposiciones de cableado, corrientes de electricidad y sistemas de prevención de incendios.

Los modelos tridimensionales de edificios, permiten a los arquitectos estudiar el aspecto de un solo edificio o de un grupo de ellos como una universidad o bien un complejo industrial.

**. OTRAS APLICACIONES**

**- Aplicaciones de representación de datos**

El desarrollo más grande para éste tipo de aplicaciones es en las gráficas de negocios.

**- Gráficas de negocios.**

Las empresas pueden usar gráficas y diagramas generadas por CAD para manejarlas y usarlas como herramientas de decisión de mercado.

**- Sistema cartográfico**

El mercado de la cartografía es representado no solamente por el productor de mapas, sino que también por la planeación de desarrollos de ciudades, utilidades públicas, compañías mineras, compañías petroleras y otras quienes necesitan mantenimiento a los registros cartográficos.

**- Sistemas de simulación**

Los sistemas de simulación son usados para ejecutar un adiestramiento, analizar escenarios que de otra manera sería difícil de crear.

- Aplicaciones de publicaciones gráficas

- Sistemas de fotocomposición.

Los sistemas de fotocomposición emplean muchas de las características de los sistemas CAD/CAM que pueden también ser usadas para aplicaciones de publicidad gráfica.

Los fotocompositores son sistemas que proporcionan algunos medios de combinación de textos, imágenes y películas ó dibujos.

#### **I.4 ESTADO DEL ARTE**

La computación ha entrado al mundo del arte y del diseño gráfico, una computadora tiene actualmente la posibilidad de concebir sellos postales, litografías, esculturas, diseños de telas ó obras gráficas que imitan antiguas fotografías.

La nueva técnica se conoce con el nombre de INFOGRAFIA (arte concebido por computadora).

La aplicación de la informática en el arte permite a los artistas sustituir los pomos de pintura, mármoles o tejidos por el teclado del computador y hasta completar al personaje elegido con rasgos que delatan su personalidad. Y en cuanto a los aficionados a las diversas manifestaciones artísticas, podran trasladar el museo a sus casas mediante un microchip con sus obras preferidas.

La nueva técnica se ajusta a un mundo predominantemente audiovisual, aunque muchos dudan que la infografía pueda considerarse realmente una expresión artística. Pero la máquina no obliga a abandonar los recursos y herramientas tradicionales; ambos pueden convivir en completa armonía y reforzarse entre sí.

La aparición en el mercado informático de software específico para usuarios con inclinaciones artísticas tuvo una acogida mas que favorable, en parte porque los programas son comprensibles aún para aquellos poco familiarizados con las computadoras personales. Y es mucho lo que se ha avanzado en esta línea, los precursores empleaban el software industrial de posibilidades muy reducidas: solo podian mover vectores en 2 dimensiones y trabajar con 8 colores simultáneos en pantalla. Actualmente todo "artista electrónico" tiene a su disposición hasta 4096 colores y si el usuario elige un equipo muy sofisticado contará con 16 millones de coloraciones.

Además se ha logrado simular el espacio en tres dimensiones y darle forma a cualquier escultura. Asimismo, se han creado espacios tridimensionales que, utilizando dispositivos especiales, otorgan la ilusión de traspasar la pantalla y penetrar en la obra misma.

Los programas de "pincél" permiten a los artistas crear pinturas en la pantalla de un monitor de video. En realidad, el artista podría hacer la pintura en una tableta de gráficas usando un estilo como entrada (lápiz óptico). El arte generado por computadora se usa ampliamente en aplicaciones comerciales. Los logotipos y diseños publicitarios de televisión ahora se producen comunmente con sistemas de gráficas.

Las aplicaciones creativas del arte hacen uso intenso de las gráficas de computadora. Puede crearse un diseño abstracto graficando funciones matemáticas en varios colores.

### I.5 ESTRUCTURA DE UN SISTEMA CAD/CAM A NIVEL HARDWARE

El sistema típico de CAD/CAM es modular, un módulo de Hardware y uno de Software.

Un sistema típico de CAD/CAM en su configuración básica incluye, un procesador central como una minicomputadora y una memoria masiva (para almacenamiento de programas y dibujos).

Los componentes de hardware para el CAD/CAM son disponibles en una variedad de tamaños, configuraciones y capacidades. Por lo tanto es posible seleccionar un sistema CAD que encuentre los requerimientos gráficos y computacionales particulares de un usuario. Las empresas de ingenieros que no están envueltas en producción seleccionarían un sistema exclusivamente para dibujar y diseñar funciones relacionadas. Las empresas manufactureras seleccionarían un sistema que sea fabricado por una gran firma de CAM/CAM. Por supuesto el hardware del CAD es de poco valor comparado con el software que soporta el sistema.

Un sistema CAD moderno está basado en una computadora gráfica interactiva. El alcance del CAD incluye también otros sistemas de computación, por ejemplo, el diseño computarizado ha sido especializado en forma de lote mejor que interactivamente.

El diseño por lotes significa que los datos son suministrados al sistema (una tarjeta de computadora es tradicionalmente usada para éste propósito) y entonces el sistema continúa desarrollando los detalles del diseño. La desventaja de la operación en lote es que hay un lapso de tiempo entre cuando los datos son entregados y cuando la respuesta es recibida de regreso como salida.

Con las gráficas interactivas, el sistema provee una respuesta inmediata para entradas para el usuario. El usuario y el sistema están en comunicación directa uno de otro, el usuario introduce comandos y responde a preguntas generadas por el sistema.

Típicamente, un sistema CAD incluirá los siguientes componentes de hardware:

- Uno ó más estaciones de diseño
- Una terminal gráfica
- Dispositivos interactivos de entrada
- Uno ó más plotters y otros dispositivos de salida

- Unidad central de proceso (CPU)
- Memoria secundaria.

Estos componentes de hardware serían arreglados en una configuración como se ilustra en la figura 5.

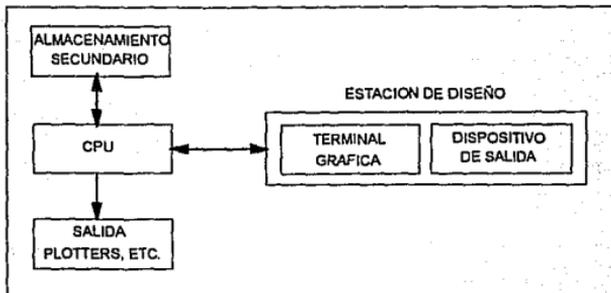


FIGURA 5.

#### CPU

El CPU opera como el cerebro central del sistema CAD. Es típicamente una computadora, ejecuta todas las operaciones matemáticas necesarias para realizar gráficas y otras funciones, y dirige varias operaciones dentro del sistema, éstas actividades incluyen:

- Manejo de la estación de trabajo de diseño (operaciones, entradas, ediciones, etc.).
- Copia datos actuales en disco o cintas magnéticas para almacenamientos semiactivos.
- Lee cintas magnéticas conteniendo datos del dibujo para revisión posible u otros usos.
- Transmite datos a y desde otras computadoras grandes.

Hay varios factores relacionados con la computadora y la tecnología de almacenamiento, los cuales es apropiado mencionar:

Primero, el costo de computadoras, y de la memoria de la computadora que continúan decreyéndose con el desarrollo de la tecnología. Esto permitirá a los futuros sistemas CAD usar computadoras más poderosas y con gran capacidad de memoria.

Segundo, los sistemas CAD normalmente usan unidades de memoria secundaria para reducir el costo de la memoria principal.

Tercero, muchos sistemas CAD tienen sus CPU's a grandes mainframes (frecuentemente llamado host de la computadora) para ganar accesos a la gran capacidad computacional y de memoria. El host de la computadora es llamado para ejecutar análisis numérico y análisis ingenieriles complejos, los cuales sobrecargarán el CPU del sistema CAD. Cuando el análisis es realizado por la computadora grande, el resultado es descargado al sistema gráfico para el despliegue y la salida de impresión.

Este procedimiento permite a cada computadora (el host más grande y el CPU gráfico más pequeño) funcionar de la mejor manera. Algunos sistemas CAD usan terminales "inteligentes" en un sistema de cómputo distribuido. Cada terminal contiene un microprocesador el cual funciona como un pequeño CPU para esa terminal. Este CPU puede manejar muchos de los comandos de entrada de usuario y solamente requerirá acceso al host de la computadora por el plotter, salida y accesos a la memoria secundaria. En esta configuración el host de la computadora servirá quizá a una docena de terminales inteligentes, después de que ayudaría a muchos de los requerimientos de un sistema CAD convencional.

#### ALMACENAMIENTO SECUNDARIO.

Además del almacenamiento primario de la computadora la capacidad de almacenamiento secundario es proporcionado en un sistema CAD. Usualmente toma la forma de un disco magnético o una cinta magnética. El propósito es usar la memoria secundaria para reducir el costo de la memoria principal en la computadora. La memoria secundaria puede ser usada para archivos de dibujo de ingeniería, el software de CAD el cual puede ser transferido a la memoria principal como se necesite, y archivos temporales para la salida del CPU, las cuales se descargarán en terminales gráficas individuales, plotters u otros dispositivos de salida.

## I.6 ESTACION DE DISEÑO

El corazón de cualquier sistema CAD/CAM es la terminal de diseño o estación de trabajo.

Aquí el ingeniero interactúa con el sistema para desarrollar un diseño de un producto en detalle, monitoreando su trabajo constantemente en un monitor de despliegue gráfico. Para los comandos de edición del sistema y respondiendo a las peticiones del sistema, el ingeniero crea su diseño (manipulando, modificando y refinando) todo sin tener que dibujar una línea sobre papel o redibujar un elemento de diseño existente. Una vez que el diseño se encuentra a su gusto, puede indicarle al sistema que haga una copia o que genere una grabación por computadora para guiar a las herramientas de una manera controlada por computadora en la parte de manufactura y prueba.

Cuando un diseño es desarrollado, el sistema gráfico está acumulando y almacenando datos físicamente relacionados, identificando la localidad precisa, dimensiones, texto descriptivo y otras propiedades de cada elemento de diseño que ayuda a definir la parte nueva o el producto. Usando éste dato de diseño relacionado, el sistema ayuda al usuario a hacer un análisis ingenieril complejo, genera listas especiales y reportes, detecta y señala un defecto del diseño antes de que la parte alcance la manufactura.

No todos los sistemas CAD/CAM realizan todas estas tareas.

La estación de trabajo del CAD es la interfase del sistema con el mundo exterior. Representa un factor significativo para determinar la eficiencia y conveniencia para un diseñador usar el sistema CAD.

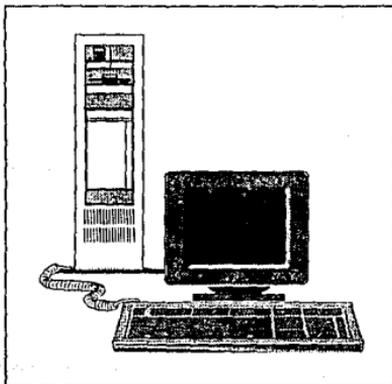
Una estación de trabajo debe tener las siguientes características:

- 1.- Debe tener interfase con la CPU.
- 2.- Debe generar una imagen gráfica fija para el usuario.
- 3.- Debe proveer descripción digital de una imagen gráfica.
- 4.- Debe traducir operaciones de computadora o funciones operativas.
- 5.- Debe facilitar comunicación entre el usuario y el sistema.

El uso de gráficas interactivas ha sido encontrado para ser el mejor método para realizar estas funciones. Una gráfica interactiva típica de estación de trabajo consistiría de los siguientes componentes de hardware:

- Una terminal gráfica.
- Dispositivos interactivos operadores de entrada.

Una estación de trabajo mostrando estos componentes es ilustrada en la figura 6.



**FIGURA 6.**

## I.7 TECNOLOGIAS UTILIZADAS EN EL HARDWARE

Los sistemas de gráficas interactivos emplean dos o mas unidades de procesamiento. Además de la unidad central de procesamiento o CPU, se utiliza un procesador de despliegues de uso general para interactuar con la CPU y controlar la operación del dispositivo de despliegue figura 7. El procesador de despliegue se utiliza para convertir información digital de la CPU en valores de tensión correspondiente que necesita el dispositivo de despliegue.

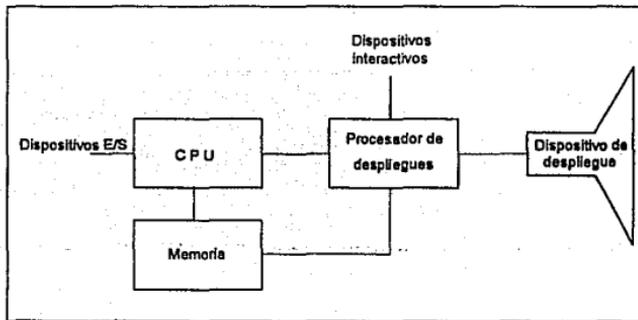


FIGURA 7.

Los programas de aplicaciones de sistemas de gráficas interactivos ofrecen información de figuras al procesador de despliegue en términos de niveles de intensidad de luz de puntos coordenados de la pantalla. En muchos monitores de gráficas, el origen coordenado se define en la esquina inferior izquierda de la pantalla figura 8. La superficie de la pantalla se representa después como el primer cuadrante de un sistema coordenado bidimensional, con valores positivos de  $x$  que crecen hacia la derecha y valores positivos de  $y$  que crecen de abajo hacia arriba.

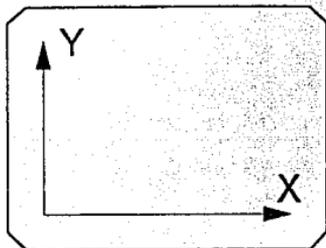


FIGURA 8.

Una tarea fundamental para el procesador de despliegue es la exhibición de segmentos de líneas. Los niveles de intensidad (o valores de color) que se usarán en posiciones coordenadas de graficación a lo largo de una línea son proporcionados por el programa de aplicaciones y se convierten en niveles de tensión, que después se aplican al dispositivo de despliegue.

Otra función común de un procesador de despliegues es la generación de caracteres. En todos los sistemas se dispone de un conjunto estándar de caracteres, pero algunos sistemas también permiten que se almacenen y reproduzcan modelos de caracteres generados por el usuario con el procesador de despliegues.

Los procesadores de despliegue avanzados están diseñados para realizar otras operaciones. Estas funciones incluyen la generación de varios estilos de líneas (punteadas (con líneas), punteadas (con puntos) o sólidas), despliegue de áreas con color, producción de líneas curvas y realización de ciertas transformaciones y manipulaciones de objetos desplegados. Asimismo, los procesadores de despliegue están diseñados comúnmente para interactuar con dispositivos de entrada interactivos, como una pluma luminosa.

#### 1.7.1 TECNOLOGIA VECTOR

La figura 9 es un diagrama simplificado de las operaciones lógicas que realiza un sistema con tecnología vector. Los comandos de gráficas de un programa de aplicaciones se traducen en un programa de archivo de despliegues, que es accesado por el procesador de despliegue

para renovar la pantalla. El procesador de despliegue entra en un ciclo a través de cada comando del programa de archivo de despliegues una vez durante cada ciclo de renovación.

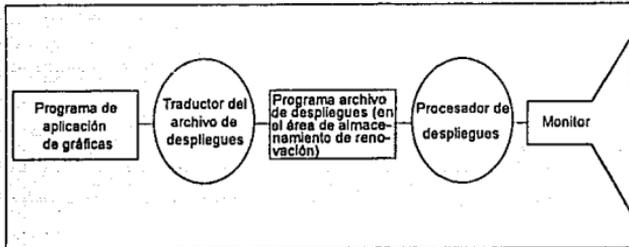


FIGURA 9.

Cuando un controlador de despliegues se incluye en un sistema con tecnología vector, se pueden usar dos archivos. Los comandos de gráficos traducidos se almacenan primero en un archivo de despliegues, como se muestra en la figura 10. Después el procesador de despliegues copia comandos en un archivo de despliegue de renovación para ser accedido por el controlador de despliegues. Este archivo de despliegue de renovación se crea aplicando las operaciones de visualización que seleccionan la vista particular que se desplegará en la pantalla. Durante el proceso de renovación, que ahora es realizado por el controlador de despliegues, el procesador de despliegue puede estar actualizando el archivo de renovación mientras se introducen comandos interactivos. Estas actualizaciones deben sincronizarse por el proceso de renovación, de manera que no se distorsione la imagen mientras está en proceso de renovación.

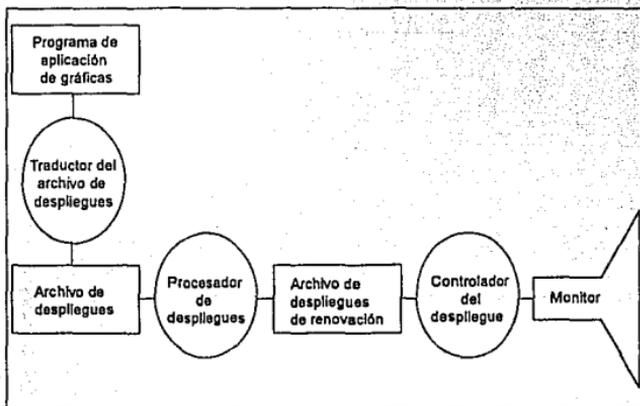


FIGURA 10.

Los modelos de gráficas se trazan en un sistema vector dirigiendo el haz de electrones a lo largo de las líneas componentes de la figura. Las líneas se definen por los valores de sus puntos extremos coordenados y estos valores coordenados de entrada se convierten en tensiones de deflexión X, y Y. Después se traza una línea a la vez, posicionando el haz para llenar la línea entre los puntos extremos especificados.

Las líneas rectas se trazan en sistema vector con un sistema generador de vectores, componente de hardware del procesador de despliegues ó controlador de despliegue, que produce tensiones de deflexión del haz de electrones. Estas tensiones de deflexión pueden generarse en una de dos formas.

**GENERADOR DE VECTORES ANALOGICOS:** Este generador envía el haz de electrones directamente de un punto extremo de la línea al otro variando linealmente las tensiones de deflexión. Esto produce una línea recta alisada entre los dos puntos.

**GENERADOR DE VECTORES DIGITALES:** Este generador calcula puntos sucesivos a lo largo de la línea, comenzando en un extremo y convirtiendo estos valores coordenados en tensiones; y así se construye una línea recta como un

conjunto de puntos. Aunque el método digital no produce una línea alisada como el método analógico, por lo general es más veloz y menos costoso. Los estilos de líneas, como una línea punteada, se manejan apagando y encendiendo alternativamente el haz de electrones conforme se traza la línea.

Las líneas curvas se generan por métodos similares a aquellos para trazar líneas rectas. Para la representación funcional de la curva, las instrumentaciones del hardware pueden idearse para desplegar la curva como una serie de segmentos de línea cortos o bien como un conjunto de puntos.

Los generadores de caracteres también utilizan el método del punto o bien el de la línea a fin de desplegar letras, números y otros símbolos. Un método común consiste en definir cada carácter como una retícula de puntos rectangular figura 11. La disposición de los puntos que se usan para definir cada carácter puede variar de 5 x 7 hasta 9 x 14, en despliegues de mayor calidad. Un carácter se despliega superponiendo la retícula rectangular en la pantalla en una posición coordenada específica. Un método de generación de línea para desplegar caracteres puede emplear también una retícula rectangular. En este caso, cada carácter se define como un conjunto de segmentos de línea dentro de la retícula en vez de un modelo de puntos.

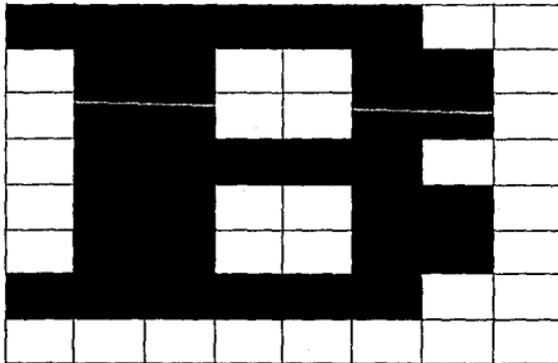


FIGURA 11.

### I.7.2 TECNOLOGIA RASTER.

La tecnología raster difiere con la tecnología vector en que el área de almacenamiento de renovación se utiliza para almacenar información de intensidad por cada posición de pantalla, en vez de comandos de gráficas. En estos sistemas el almacenamiento se conoce como buffer de estructura o como buffer de renovación o rastreador o mapa de bits figura 12. Cada posición del rastreador se llama elemento de figura o pixel. Las figuras se forman en pantalla desde el buffer de estructura, una línea a la vez, de arriba hacia abajo. Cada línea horizontal de pixeles se conoce como una línea de rastreo, y el proceso de generación de información de pixeles en el buffer de estructura del programa de aplicación se conoce como conversión de rastreo. Los valores de intensidad se introducen en el rastreador durante el tiempo de rastreo vertical.

Las posiciones de los pixeles en el buffer de estructura se organizan como un arreglo bidimensional de valores de intensidad, correspondientes a posiciones coordenadas de la pantalla. El número de posiciones de pixeles en el rastreador se denomina resolución del procesador de despliegue. Para generar las imágenes de la mejor calidad, la resolución del monitor de video debe ser igual o mayor que la resolución del buffer de estructura.

Los comandos de gráficas se traducen por medio del proceso de conversión del rastreador en valores de intensidad para almacenarse en el buffer de estructura. En un sistema simple de blanco y negro, cada punto de la pantalla esta apagado o encendido, de manera que se necesita un bit por pixel para controlar la intensidad de las posiciones de la pantalla. En sistemas de alta calidad se utilizan hasta 24 o mas bits por pixel, aunque los requerimientos de almacenamiento del buffer de estructura se vuelvan muy elevados.

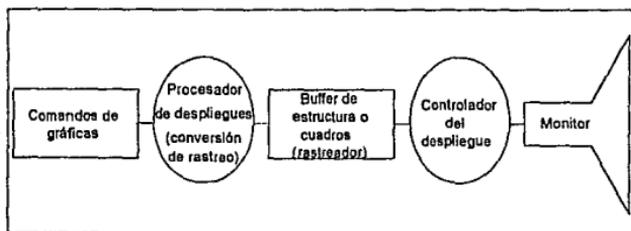
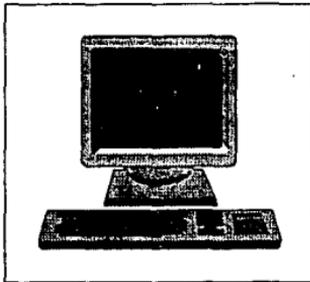


FIGURA 12.

**I.8 PERIFERICOS UTILIZADOS POR SISTEMAS CAD/CAM EN EL DISEÑO**

**DISPOSITIVOS DE DESPLIEGUE**

Los sistemas interactivos tienen como principal dispositivo de salida algún tipo de monitor de video figura 13.



**FIGURA 13.**

Dentro de éstos dispositivos de despliegue se encuentran :

- C.R.T. (Tubo de Rayos Catódicos) de Renovación.
- C.R.T. de Color.
- D.V.S.T. (Tubo de Almacenamiento con Vista Directa).
- Despliegue en Panel de Plasma.
- Monitores LED y LCD.
- Monitores Laser.
- Monitores tridimensionales.

A continuación se describe el funcionamiento y las características de estos dispositivos:

### CRT DE RENOVACION

Un disparador de electrones emite un haz de electrones, este haz atravieza un sistema de enfogue y deflexión que dirige el haz hacia los puntos específicos de la pantalla que tiene una cubierta de sustancia fosfórica. La sustancia fosfórica emite una pequeña mancha de luz en todos y cada uno de los puntos contactados por el haz de electrones. La sustancia fosfórica tiene la característica de que la luz que emite se extingue rápidamente.

Para conservar la brillantes del fósforo se traza la imagen varias veces dirigiendo rápidamente el haz de electrones hacia atrás sobre los mismos puntos. Este tipo de despliegue se le conoce como crt de renovación.

### CRT DE COLOR

Un crt de color se basa en la utilización de una combinación de sustancias fosfóricas que emiten luz en diferentes colores, combinando la luz emitida por las diferentes sustancias fosfóricas se genera una variedad de colores, en estos CRT se utilizan dos técnicas para la producción de despliegues:

#### - Método de Penetración del Haz

Este método es utilizado en CRT's con tecnología vector el método consiste en dos capas de sustancia fosfórica, por lo general, una verde y otra roja. El color que se exhibe depende de la penetración del haz de electrones. La velocidad del haz define la penetración de éste, por lo tanto, un haz de electrones lento excitará únicamente la capa exterior (roja). Un haz a velocidades intermedias proporciona 2 colores adicionales naranja y amarillo. A altas velocidades, el haz atravieza la capa roja y excita la capa verde.

El método de penetración es un método económico de producir colores en monitores con tecnología vector. Pero tienen la desventaja de generar solamente 4 colores.

#### - Método de Máscara de Sombra

Este método se usa comúnmente en sistemas con tecnología rastreador ya que producen una gama de colores mucho más amplia que el método de penetración de haz. Un CRT de máscara con sombra cubre la pantalla con modelos triangulares pequeños, cada uno de ellos contiene 3 puntos fluorescentes diferentes con muy poco espacio entre ellos.

Este tipo de CRT tiene 3 disparadores de electrones, uno para cada punto de color y una reticula de máscara con sombra apenas detrás de la pantalla cubierta con fósforo. Los tres haces de electrones son desviados y enfocados como grupo sobre la máscara de sombra, la cual contiene una serie de orificios alineados con los modelos de puntos fluorescentes.

La variación de color en CRT con máscara de sombra se obtienen combinando varios niveles de intensidad de los tres haces de electrones. La combinación de colores dependen de la cantidad de excitación de las sustancias fosfóricas roja, verde y azul del triángulo.

En sistemas de bajo costo, el haz de electrones solo puede encenderse o apagarse, limitando los despliegues a 8 colores. Los sistemas mas complejos pueden fijar niveles de intensidad intermedios de los haces de electrones, permitiendo con ello que se generen varios millones de colores.

#### TUBOS DE ALMACENAMIENTO CON VISTA DIRECTA

Un método más para conservar el despliegue en una pantalla consiste en almacenar la información dentro del CRT en vez de renovar la pantalla. Un tubo de almacenamiento con vista directa (DVST) almacena la información de la figura como una distribución de cargas detrás de la pantalla cubierta de fósforo. El DVST utiliza dos disparadores:

- Un disparador primario que se utiliza para trazar el modelo de la imagen en la reticula de almacenamiento, material no conductor, el disparador primario proporciona electrones de alta velocidad los cuales chocan contra la reticula de almacenamiento, eliminando electrones, que son atraídos hacia la reticula de control. Como la reticula de almacenamiento no es conductora, las áreas en donde se han suprimido electrones conservan la carga positiva neta. Este modelo de carga positiva almacenada en la reticula de almacenamiento es la definición de la figura.
- El disparador de flujo produce una línea continua de electrones de baja velocidad que atraviezan después la reticula de control y son atraídos hacia las áreas positivas de la reticula de almacenamiento. Estos electrones de baja velocidad penetran a través de la reticula de almacenamiento hacia la cubierta fosfórica, sin afectar apreciablemente en modelo de carga en la superficie de almacenamiento.

#### DESPLIEGUES DE PANEL DE PLASMA

Los despliegues en panel de plasma se contruyen llenando la región entre 2 placas de vidrio con gas neón, una serie de electrodos verticales y horizontales, colocados en los paneles de vidrio frontal y posterior. La manera en que se disponen los puntos individuales consiste en separar el gas neón con una placa de vidrio que contenga varios orificios con poco espacio entre si. Un punto de neón individual en un panel de plasma se enciende aplicando una "tensión de encendido" de aproximadamente de 120 volts al par de electrones verticales y horizontales adecuado. Una vez que el punto se enciende, la tensión de estos electrodos se reduce a un nivel de tensión de sustento (aproximadamente 90 volts) que mantiene encendida la celda de neón. Esto asegura que los puntos que se desplieguen continuen encendidos, mientras que los demas permanezcan apagados. El borrado se realiza disminuyendo el voltaje por debajo de la tensión de sustento. Por lo tanto, el panel de plasma es un dispositivo de memoria inherente que no requiere renovación.

Las desventajas del panel de plasma es el número limitado de puntos que pueden ser desplegados y su costo es mayor que un CRT. Las ventajas con respecto a un CRT, es que son dispositivos que no requieren renovación, tambien tienen pantallas planas y son transparentes, asi las imágenes desplegadas pueden sobreponerse.

#### MONITORES LED Y LCD

Las tecnologías utilizadas en estos dispositivos son los diodos emisores de luz (LED) y los despliegues en cristal líquido (LCD). Estos dispositivos emplean luz emitida de diodos o cristales en vez de sustancias fosfóricas o gas neón para desplegar una imagen. Los LED y LCD se utilizan en el diseño de minipantallas.

Una memoria auxiliar, semejante a la de un buffer de estructuras, se usa para almacenar los modelos de la pantalla de un despliegue. El sistema entra en un ciclo repetido a través del área de la memoria, encendiendo las posiciones LED o LCD adecuadas aplicando una tensión de encendido a pares de alambres horizontales y verticales. Cada LED o LCD encendido produce una pulsación de luz muy breve. Sin embargo, la tasa de encendido es lo suficientemente rápida para que la imagen sea percibida como un conjunto de puntos que centellean rápidamente.

## DISPOSITIVOS LASER

Otra técnica consiste en trazar modelos sobre película fotocromática que se oscurece temporalmente por la exposición a la luz. Los modelos se forman con un haz de rayo láser, deflexionado por espejos controlados electromecánicamente. Después se utiliza otra fuente de luz para proyectar las imágenes sobre una pantalla. Un cambio en las imágenes de la pantalla se obtiene enrollando el carrete de película en el siguiente cuadro vacío y repitiendo el proceso. Pueden desplegarse modelos muy complejos en tiempos muy cortos con estos sistemas con la desventaja de que no se puede hacer un borrado selectivo. Solo pueden hacerse cambios a una figura volviendo a trazar por completo los modelos en el siguiente cuadro de la película.

## MONITORES TRIDIMENSIONALES

Los monitores de graficas para despliegues tridimensionales se han ideado con una técnica que refleja una imagen de un CRT desde un espejo flexible vibratorio.

La operación de este dispositivo es como sigue: Conforme el espejo (espejo varifocal) vibra, cambia la longitud focal, estas vibraciones se sincronizan con el despliegue de un objeto en un CRT de manera que cada punto del objeto se refleje desde el espejo en una posición correspondiente a la profundidad de este punto. Un observador puede ver desde abajo, alrededor o bien sobre la parte superior del objeto. Este sistema puede tambien exhibir cortes bidimensionales de secciones transversales de objetos seleccionados en diferentes profundidades.

## DISPOSITIVOS DE COPIA DURA

Muchos sistemas de gráficas están equipados para producir salida en copia dura directamente de un monitor de video en la forma de acetatos o transparencias. Las figuras en copia dura también pueden obtenerse dirigiendo la salida de gráficas a una impresora o graficadora.

### Impresoras

Las impresoras, aunque inicialmente se diseñaron para producir páginas de textos, son dispositivos de gráficas aceptables para aplicaciones que no requieren salida de alta calidad.

Las impresoras producen salida por métodos de impacto o bien de no impacto.

**Impresoras de impacto:** Estos dispositivos oprimen caras de caracteres formados contra una cinta entintada contra el papel. La conocida impresora de líneas es un ejemplo de dispositivo de impacto con los tipos montados sobre bandas, cadenas, tambores o discos. Una cabeza de impresión de matriz de puntos, que contiene un arreglo rectangular de puntas muy finas, se usa a menudo en las impresoras de caracteres de impacto para formar caracteres individuales activando modelos seleccionados de puntas de contacto.

**Impresoras de no impacto:** Estas impresoras son más rápidas y silenciosas y con frecuencia se valen de un método de matriz de puntos para imprimir caracteres o trazar líneas. Los atomizadores de chorro de tinta, técnica laser, proceso xerográfico, métodos electrostáticos y métodos electrotérmicos, se emplean en el diseño de impresoras de no impacto.

El método de matriz de puntos ofrece mayores posibilidades para obtener salidas de gráficas. Además de imprimir modelos de caracteres prefijados, estas impresoras pueden adaptarse para imprimir cualquier combinación de puntos seleccionada por un programa de gráficas. Una página impresa puede considerarse ahora como una retícula de puntos con muy poco espacio entre sí, en vez de simplemente como un arreglo de posiciones de caracteres.

El método de chorro de tinta producen la salida arrojando tinta en hileras o líneas horizontales a través de un rollo de papel enrollado en un tambor. El flujo de la tinta, que está eléctricamente cargado, es desviado por un campo eléctrico para producir modelos de matriz de puntos.

Los métodos electrostáticos colocan una carga negativa dentro de una hoja de papel plana, una hilera completa a la vez hasta que se termina el papel. Después el papel se expone a un "toner". El toner está positivamente cargado y por eso es atraído a las áreas de carga negativa donde se adhiere para generar la salida especificada.

Los métodos electrotérmicos utilizan calor en la cabeza de impresión de la matriz de puntos para producir modelos en papel sensible al calor.

La impresora láser opera en forma análoga a una copiadora. El haz de láser crea una distribución de cargas de un tambor cubierto con un material fotoeléctrico, como el selenio. Se aplica toner al tambor y después se transfiere al papel.

#### **Graficadoras**

Estos dispositivos producen trazos de línea en copia dura. Las graphicadoras más comunes son las que usan plumas

de tinta, pero muchos dispositivos de graficación emplean ahora haces de rayos láser, atomizadores de chorro de tinta y métodos electrostáticos.

Las graficadoras de pluma normalmente usan una o más plumas de tinta montadas en un cartucho o barra transversal, para trazar líneas en una hoja de papel. El papel de la graficadora es plano o bien esta enrollado en un tambor o banda. La barra transversal puede moverse de un extremo de la graficadora al otro, mientras la pluma retrocede y se adelanta a lo largo de la barra.

Entre los comandos comunes para una graficadora de pluma de un programa de aplicaciones se incluyen aquellos para levantar y bajar la pluma y para desplazar la pluma a una posición especificada. Algunas graficadoras permiten el movimiento de la pluma solamente en pasos unitarios, mientras otras son capaces de aceptar comandos para realizar movimientos de más de una unidad en varias direcciones. Según las capacidades de una graficadora, pueden elegirse de 4 a 16 direcciones.

Los microprocesadores son colocados en las graficadoras para permitir la generación automática de figuras comunes como líneas, circunferencias y elipses.

## DISPOSITIVOS DE ENTRADA INTERACTIVOS

### Teclados

Un teclado alfanumérico de un sistema de gráficas tiene como función principal la introducción de textos. El teclado es un dispositivo eficaz para introducir datos no gráficos como rótulos de imágenes asociados con un despliegue de gráficas.

Las teclas de control del cursor y las teclas de funciones son características comunes que se encuentran en teclados de uso general. Las teclas de funciones permiten introducir operaciones de uso común con solo el golpe de una tecla y las teclas de control del cursor seleccionan posiciones coordenadas.

En aplicaciones especializadas, un teclado puede contener solo el conjunto de botones, discos marcadores o interruptores que seleccionan las operaciones de gráficas más comunes que se necesitan en una aplicación determinada. Los botones y los interruptores a menudo se emplean para introducir funciones predefinidas y los discos marcadores son dispositivos comunes para acceder valores escalares. Se seleccionan números reales contenidas en algún intervalo

definido para realizar la entrada con rotaciones del disco marcador. Los discos marcadores pueden utilizarse como dispositivos para desplazar el cursor de la pantalla. un disco controla el movimiento horizontal del cursor y un segundo disco puede controlar el desplazamiento vertical.

#### **Paneles de tacto**

Un panel de tacto es una placa transparente que se coloca sobre la pantalla del monitor. Cuando se hace contacto con la placa, la posición de contacto se graba por métodos ópticos, eléctricos o acústicos.

**Método Óptico:** Los paneles de tacto ópticos emplean una línea de diodos emisores de luz a lo largo de una arista vertical y a lo largo de una arista horizontal de la estructura del marco. Las aristas opuestas contienen detectores de luz. Estos detectores se utilizan para registrar cuales haces son interrumpidos cuando se hace contacto con el panel. Los dos haces que atraviezan y que son interrumpidos identifican las coordenadas horizontales y verticales de la posición de la pantalla.

**Método Eléctrico:** Un panel de tacto eléctrico se construye con 2 placas transparentes separadas por una pequeña distancia. Una de estas placas esta cubierta de un material conductor y la otra placa esta cubierta con un material resistente. Cuando se toca la placa exterior esta se ve forzada a hacer contacto con la interior. Ese contacto disminuye la tensión a través de la placa resistente que se convierte en los valores coordenados de la posición seleccionada en la pantalla.

**Método Acústico:** En paneles de tacto acústico se generan ondas sonoras de alta frecuencia en las posiciones horizontales y verticales a través de una placa de vidrio. El contacto con una pantalla hace que una parte de cada onda se refleje de la figura hacia los emisores. La posición en la pantalla en el punto de contacto se calcula a partir de una medida del intervalo de tiempo entre la transmisión de cada onda y su reflexión hacia el emisor.

#### **Lápiz óptico**

Estos dispositivos se utilizan para seleccionar posiciones en la pantalla detectando la luz que proviene de puntos colocados en la pantalla del CRT. Estos son sensibles al breve estallido de luz emitido de la cubierta de fósforo en el instante en que el haz de electrones choca contra un punto en particular. Un lápiz óptico genera una pulsación eléctrica que indica a la computadora registrar la posición coordenada del haz de electrones. Como el haz de electrones

recorre la pantalla de 30 a 60 veces por segundo, la detección de una mancha iluminada es prácticamente instantánea.

#### Tabletas o Digitalizadores

Otro dispositivo para seleccionar posiciones en la pantalla consiste en la activación de un cursor manual en las posiciones correspondientes sobre una superficie alisada. Un cursor manual contiene filamentos cruzados para visualizar posiciones, mientras que un estilo (dispositivo en forma de lápiz) se apunta en posiciones de la tableta, estos dos métodos son utilizados para introducir datos con una tableta. Las tabletas de gráficas ofrecen uno de los métodos más exactos para seleccionar posiciones coordinadas. También tienen otras ventajas. El desplazamiento de un estilo sobre la superficie de la tableta no bloquea la visión del usuario de ninguna parte de la pantalla, como lo hace una pluma óptica cuando se mueve sobre la pantalla.

Muchas tabletas de gráficas se construyen con una retícula rectangular de alambres integrados en la superficie de la tableta. Cada alambre tiene una tensión ligeramente diferente, que se correlaciona con la posición coordinada del alambre. Las diferencias de tensión entre los alambres en las direcciones horizontal y vertical corresponden a diferencias coordinadas en estas direcciones sobre la pantalla. Algunas tabletas emplean campos electromagnéticos en vez de tensiones para registrar posiciones. Con estos sistemas, el estilo se utiliza para detectar pulsaciones en clave o cambios de fase en la retícula de alambres.

#### Palancas de mando

Una palanca de mando consiste en una pequeña barra vertical montada sobre una base que se utiliza para dar dirección al cursor alrededor de la pantalla. Algunas palancas seleccionan posiciones en la pantalla con movimiento real de la palanca. La distancia que la palanca se desplaza en cualquier dirección desde su posición central, corresponde al movimiento del cursor de la pantalla en esa dirección. Los potenciómetros se utilizan en la palanca de mando para medir la cantidad de movimiento y los resortes devuelven la palanca a la posición central cuando esta se libera. La palanca se utiliza para activar interruptores que hacen que el cursor de la pantalla se mueva a una razón constante en la dirección seleccionada.

### **Esfera de control**

La operación de una esfera de control es semejante a la de una palanca de mando. En este caso, el movimiento del cursor se obtiene desplazando una esfera en vez de una palanca. La esfera puede hacerse girar en cualquier dirección y los potenciómetros miden la cantidad y la dirección de la rotación.

### **Ratón**

Un ratón es una pequeña caja de manipulación con ruedas en la base. A medida que el ratón es movido a través de una superficie plana, las ruedas registran la cantidad y dirección del movimiento para convertirlo en un movimiento correspondiente del cursor de la pantalla. Los botones situados en la parte superior del ratón se emplean como interruptores para señalar la ejecución de alguna operación, como el registro de la posición del cursor.

### **Sistema de voz**

Estos sistemas se utilizan en algunas estaciones de trabajo de gráficas como dispositivos de entrada para aceptar comandos de voz. La entrada de voz puede usarse para iniciar operaciones de gráficas o para introducir datos. Estos sistemas operan ajustando una entrada contra un diccionario de palabras predefinido.

Un diccionario se elabora para un operador particular haciendo que el operador pronuncie las palabras-comando que se utilizarán en el sistema. Cada palabra se pronuncia varias veces hasta que el sistema establece un modelo de frecuencia de esa palabra en el diccionario junto con la función correspondiente que se realizará. Después, cuando se emite un comando de voz, el sistema busca en el diccionario un ajuste del modelo de frecuencia. La entrada de voz comúnmente se realiza a través de un micrófono de un juego de audífonos. Este micrófono, está diseñado para minimizar la entrada de otros sonidos de fondo. Si otro operador quisiera usar el sistema, el diccionario debe volver a crearse con los modelos de voz de ese operador. La ventaja sobre otros dispositivos de entrada es que el operador no tiene que distraerse de un dispositivo a otro para introducir un comando.

## I.9 MICROPROCESADOR UTILIZADO CON PROPOSITO DE DISEÑO

Los sistemas de gráficas interactivos emplean dos o más unidades de procesamiento. Además de la unidad central de procesamiento o CPU, se utiliza un procesador de despliegues de uso general para interactuar con la CPU y controlar la operación del dispositivo de despliegues. Los sistemas solitarios, como las microcomputadoras con capacidades de graficación, contienen ambos procesadores, en tanto que las terminales de gráficas conectadas a una computadora hùésped podrían contener solamente el procesador de despliegues.

Básicamente, el procesador de despliegues se utiliza para convertir información digital de la CPU en valores de tensión que necesita el dispositivo de despliegue.

La forma en la cual se realiza esta conversión de digital en analógico depende del tipo de dispositivo de despliegue que se usa y de las funciones de gráficas particulares que se instrumentarán en hardware. En algunos sistemas se usan más de un procesador para instrumentar las funciones de despliegue de gráficas.

Los programas de aplicaciones de sistemas de gráficas interactivos ofrecen información de figuras al procesador de despliegues en términos de niveles de intensidad de luz de puntos coordinados de la pantalla. Los sistemas de gráficas a menudo permiten que los programas de aplicaciones definan puntos de una figura utilizando cualquier referencia de coordenadas que convenga al usuario. Después una transformación es realizada por el sistema para convertir las coordenadas del usuario en valores de pantalla.

Una tarea fundamental para el procesador de despliegue es exhibición de segmentos de líneas. Los niveles de intensidad (o valores de color) que se usarán en posiciones coordinadas de graficación a lo largo de una línea son proporcionados por el programa de aplicaciones y se convierten en niveles de tensión, que después se aplican al dispositivo de despliegue. Para sistemas simples de blanco y negro, no necesita especificarse ninguna información de intensidad en el programa, ya que cualquier punto está encendido o bien apagado. Los sistemas de mayor calidad permiten que la intensidad de los puntos de la pantalla sea variada de manera que puedan desplegarse sombras de gris.

Otra función común del procesador de despliegues es la generación de caracteres. En todos los sistemas se dispone de un conjunto estandar de caracteres, pero algunos sistemas también permiten que se almacenen y produzcan modelos de caracteres generados por el usuario con el procesador de despliegues.

Los procesadores de despliegues avanzados están diseñados para realizar otras operaciones. Estas funciones incluyen la generación de varios estilos de líneas, despliegue de áreas con color, producción de líneas curvas y realización de ciertas transformaciones y manipulación de objetos desplegados. Asimismo, los procesadores están diseñados para interactuar con dispositivos de entrada interactivos.

En el caso de sistemas CRT de renovación, el procesador de despliegues puede ser solicitado también para entrar en un ciclo a través de la definición de la imagen, renovando la pantalla con la suficiente frecuencia para eliminar la fluctuación. La definición de la imagen se conserva en un área de almacenamiento de renovación. En muchos sistemas, esta tarea de renovación de la pantalla puede asignarse a un procesador adicional, llamado CONTROLADOR de despliegues. Este permite al procesador de despliegue dedicarse totalmente a las otras funciones.

---

## CARACTERISTICAS DE LOS SISTEMAS CAD/CAM

---

### II.1 ASPECTOS GENERALES DE SISTEMAS EXISTENTES

La automatización de los procesos industriales a través de los años ha dado lugar a un avance espectacular de la industria.

Todo ello ha sido posible gracias a una serie de factores entre las que se encuentran las nuevas tecnologías, en el campo mecánico la introducción de las computadoras y

sobre todo el control y la regulación de sistemas y procesos.

La incorporación de las computadoras en la producción es, sin lugar a dudas, el elemento puente que está permitiendo lograr la automatización integral de los procesos industriales. La aparición de la microelectrónica y de los microprocesadores han facilitado el desarrollo de técnicas de control complejas, la robotización, la implementación de sistemas de gobierno y la planificación. Todo lo concerniente a estos elementos llevan consigo la reducción de costos, el aumento de la productividad y la mejora del producto.

Las computadoras se perfilaron desde el primer momento como elementos neurálgicos en aspectos tan importantes como son por mencionar alguno, el diseño de objetos.

El diseño de objetos (llamense piezas mecánicas, casas, muebles, etc.) ha venido a ser un punto clave en las industrias de la fabricación de productos de uso común (la del automóvil, electrodomésticos, construcción) al reducir drásticamente el tiempo de creación de una pieza así como su conexión a las máquinas que la fabrican.

Desde la creación de los primeros paquetes comerciales de CAD hasta la fecha se han desarrollado un gran número de paquetes comerciales que evolucionan día con día, con respecto de los cambios en la tecnología de las computadoras.

Fué así como se desarrollaron paquetes CAD para las distintas tecnologías de los equipos de cómputo, y en cuanto a sistemas se refiere se les clasificó en tres categorías: sistemas grandes, de tamaño mediano y pequeños.

#### **CAE**

Bajo el nombre de Ingeniería Asistida por Computadora (Computer Aided Engineering) se agrupan habitualmente temas tales como los del CAD y la creación automatizada de dibujos y documentación. Sin embargo, el concepto de CAE, asociado a la concepción de un producto y a las etapas de investigación y diseño previas a su fabricación, sobre todo cuando ésta última es asistida por una computadora, se extiende cada vez más hasta incluir progresivamente a la propia fabricación. Podemos decir entonces que CAE es un proceso integrado que incluye todas las funciones de la ingeniería que van desde el diseño propiamente dicho hasta la fabricación, siendo el modelo geométrico de un producto el elemento central dentro del concepto de CAE y consiste en la representación del mismo en la memoria del computador.

Hay numerosos ejemplos del empleo del CAE, entre los que podemos citar el diseño y prueba de transmisores diferenciales de presión ó el diseño, prueba y fabricación de vastidores basados en microprocesadores para motores de corriente continua.

La ingeniería asistida por computadora da al diseñador la ventaja de probar la integridad del diseño en forma eficiente y precisa mediante sofisticadas técnicas como el modelado con elementos finitos, para análisis de esfuerzos y deformaciones, análisis de moldes para simular el flujo de inyección del plástico y el enfriamiento. También se recurre al modelado de elementos de mecanismos para análisis cinemáticos, dinámicos, síntesis y verificación de la acción del mecanismo mediante la simulación.

Con las técnicas mencionadas el diseñador evita la necesidad de crear prototipos y someterlos a las pruebas físicas, reduciendo los tiempos y costos de producción.

#### **CAL**

El aprendizaje asistido por computadora CAL, es una disciplina que comprende un gran número de aplicaciones:

1. Enseñanza asistida por computadora (CAI): normalmente referida a la enseñanza programada, inicialmente aplicada a repeticiones y repaso de lecciones.
2. Enseñanza gestionada por computadora: cuya finalidad es ayudar a seleccionar lecciones y poner trabajos a los estudiantes en función de la programación de la enseñanza y del nivel de cada alumno.
3. Aprendizaje experimental: cuya finalidad es la simulación de problemas en las ciencias.
4. Procesamiento de la información: su finalidad es el manejo de grandes bases de datos.
5. Procesamiento de palabras: su fin es de mejorar la capacidad de escritura de los alumnos.

Todas éstas y más aplicaciones de los CAL están a veces, incluidas dentro de los CAI, por otra parte éstos abordan temas de la enseñanza alejados de la educación de alumnos en las escuelas.

#### **CAI**

Quando hablamos de CAI (Instrucción o Inspección asistida por computadora) no nos estamos refiriendo a la

enseñanza del funcionamiento de una computadora, aunque también estaría incluido si tomamos la informática como una unidad didáctica, como puede ser la física, la geografía o las matemáticas. Se trata por consiguiente, de una técnica pedagógica que pretende informatizar la enseñanza, es decir que la computadora sea un medio para el aprendizaje, igual que lo es un libro o un proyector de diapositivas.

#### **CIM**

La tecnología CIM es la integración de la computadora y sistemas para modernizar los procesos de manufactura con el fin de que las empresas satisfagan las necesidades del mercado, incrementen la productividad, abatan costos y mejoren el nivel de calidad.

CIM está también dirigida a lograr una mayor eficiencia y efectividad en el diseño del producto y los procesos de control y la distribución de la información que es la base para la cooperación de entre las áreas de investigación, ingeniería, administración, mercadotecnia y finanzas, y con ello el avance para llegar a una automatización completa de alguna planta.

El desarrollo de la tecnología CIM incluye el diseño y aplicación de cada uno de los sistemas que intervienen en la fabricación de un objeto, es decir desde el diseño, la planeación y la fabricación; de tal modo que la salida de un sistema es la entrada del otro.

En función de las etapas básicas del proceso de manufactura, se implantan los sistemas de cómputo en cada una de esas áreas.

#### **CATVI**

CATVI (Análisis por computadora de imágenes variables en el tiempo), comprende métodos y técnicas de procesamientos de imágenes variables en el tiempo, con el fin de encontrar diferencias entre las secuencias de una escena, transmitida por un sensor de visión y almacenadas en un computador y que son causadas por el movimiento de objetos o por el sensor.

Básicamente, las finalidades de estos sistemas se pueden concretar en:

1. Identificar un objeto en las imágenes transmitidas por un sensor en movimiento.
2. Analizar el movimiento de un objeto respecto a un punto de referencia en una escena cuyas imágenes son

enseñanza del funcionamiento de una computadora, aunque también estaría incluido si tomamos la informática como una unidad didáctica, como puede ser la física, la geografía o las matemáticas. Se trata por consiguiente, de una técnica pedagógica que pretende informatizar la enseñanza, es decir que la computadora sea un medio para el aprendizaje, igual que lo es un libro o un proyector de diapositivas.

### **CIM**

La tecnología CIM es la integración de la computadora y sistemas para modernizar los procesos de manufactura con el fin de que las empresas satisfagan las necesidades del mercado, incrementen la productividad, abatan costos y mejoren el nivel de calidad.

CIM está también dirigida a lograr una mayor eficiencia y efectividad en el diseño del producto y los procesos de control y la distribución de la información que es la base para la cooperación de entre las áreas de investigación, ingeniería, administración, mercadotecnia y finanzas, y con ello el avance para llegar a una automatización completa de alguna planta.

El desarrollo de la tecnología CIM incluye el diseño y aplicación de cada uno de los sistemas que intervienen en la fabricación de un objeto, es decir desde el diseño, la planeación y la fabricación; de tal modo que la salida de un sistema es la entrada del otro.

En función de las etapas básicas del proceso de manufactura, se implantan los sistemas de cómputo en cada una de esas áreas.

### **CATVI**

CATVI (Análisis por computadora de imágenes variables en el tiempo), comprende métodos y técnicas de procesamientos de imágenes variables en el tiempo, con el fin de encontrar diferencias entre las secuencias de una escena, transmitida por un sensor de visión y almacenadas en un computador y que son causadas por el movimiento de objetos o por el sensor.

Básicamente, las finalidades de estos sistemas se pueden concretar en:

1. Identificar un objeto en las imágenes transmitidas por un sensor en movimiento.
2. Analizar el movimiento de un objeto respecto a un punto de referencia en una escena cuyas imágenes son

transmitidas por un sensor de visión.

Estos sistemas permiten, de acuerdo, con sus finalidades, su aplicación a objetivos tales como:

- Cartografía
- Guía de misiles
- Tráfico
- Meteorología
- Análisis tridimensional de objetos
- Aplicaciones en CAD/CAM etc.

En ésta última aplicación, el sistema debe tener un conocimiento de la naturaleza tridimensional o en dos dimensiones de los objetos en el espacio y al mismo tiempo ser capaz de interpretar cambios en los niveles de intensidad de los elementos individuales de las imágenes digitalizadas (píxeles).

#### FMS

El Sistema de Fabricación Flexible FMS, es un enfoque a la producción en serie por computadora que recoge todos los aspectos del CAM en un único sistema. El principio sobre el que se basa este enfoque es el de proporcionar la suficiente flexibilidad para producir componentes que puedan ser introducidos al sistema sobre una base completamente aleatoria.

Aunque todos los sistemas flexibles varían, incluyen los siguientes elementos:

1. Equipo de fabricación controlado por computadora (máquina CNC).
2. Enlace DNC (control numérico directo).
3. Software apropiado.
4. Dispositivo de transporte y carga automático.
5. Dispositivo de localización y almacenamiento automático.

## II.2 COMPARACION Y EVALUACION DE LOS SISTEMAS CAD/CAM

### CADAM

(COMPUTER AUGMENTED DESIGN AND MANUFACTURE)  
DISEÑO Y FABRICACION ENGROSADA POR COMPUTADORA

#### . COMPAÑIA

. Este programa fue realizado por la compañía IBM.

#### . FUNCION Y DESCRIPCION

Es un sistema interactivo de diseño y manufactura asistidos por computadora.

CADAM es un sistema de CAD/CAM. El CAD tiene las capacidades para diseñar cualquier objeto en dos o tres dimensiones.

El CAM es un sistema de control numérico interactivo por computadora, está diseñado para direccionar una máquina herramienta, que automáticamente producirá una pieza de forma rápida y precisa.

- Diseño y dibujo en 2 dimensiones
- Recuadros en 3 dimensiones
- Superficies en 3 dimensiones
- tubos en 3 dimensiones
- Generación de redes de elementos finitos en 3 D
- Gerencia y regeneración de trayectorias de corte del control numérico.
- El módulo de manejo de datos y el sistema de seguridad estan integrados en el paquete
- Las entradas pueden ser directamente desde terminales gráficas o por vía de interfases geométricas desde sistemas existentes
- La sola base de datos de Ingeniería permite a los usuarios con una seguridad apropiada niveles de acceso rápido a dibujos de Ingeniería.

#### . USUARIOS FINALES

Los usuarios finales son los ingenieros de diseño, dibujantes, ingenieros de producción y programadores de partes del control numérico.

. LENGUAJE DEL PROGRAMA

Fortran

. MODO Y USO

El modo es interactivo. Es manejado por menús desde pantallas y vía tabletas o teclado o funciones de keypad.

. ENTRADAS Y SALIDAS

Las entradas se realizan directamente a gráficos vía menús, teclados, etc.

Las salidas son gráficas, por impresora para dibujos de producción o ingenieriles; salidas de control numérico desde módulos de manufacturas pueden ser reprocesadas e intercambiadas con una variedad de controladores de máquinas.

. MEDIO AMBIENTE DE OPERACION SOPORTADO/SUMINISTRADO.

Los módulos de los programas corren bajo sistemas operativos estandares de IBM, VM; MVS y MVS/KA.

. SOFTWARE Y HARDWARE

Configuración del Software.

- Diseño interactivo CADAM
- Opción de fabricación
- Interfase geométrica
- Tercera dimensión interactiva
- Tubos en tercera dimensión y
- Generación de redes de elementos finitos en 3D.

Hardware soportado.

- Sistema monocromático 3250
- Sistema mono/color 5080.

. CAMPO DE APLICACION

- La Ingeniería en general
- Automovilístico
- Aeroespacial
- Construcción de barcos
- Arquitectura.

## CADKEY

### . COMPAÑIA

KPG Hardware house (Micro Control Systems Inc.).

### . FUNCION Y DESCRIPCION

Es un sistema de dibujo y diseño en 2 y 3 dimensiones para usarlo en PC's IBM, XT o AT y compatibles. Es manejado por menús e incluyen entidades de dibujos (líneas, puntos, arcos, círculos, textos y entidades de dimensión). Tiene una base de datos en 3 dimensiones, líneas ocultas, librería de modelos, una parte de manejo de archivos, Zoom y Pan (rodeo panorámico) y dimensionamiento automático.

### . USUARIOS FINALES

Usuarios gráficos en 3 dimensiones

### . LENGUAJE DEL PROGRAMA

Lenguaje C.

### . MODO Y USO

Interactivo. Es manejado por menús.

### . ENTRADAS Y SALIDAS

La entrada es vía digitalizador, ratón o teclado.

Las salidas son gráficas - parte dibujos, parte archivos.

### . MEDIO AMBIENTE DE OPERACION SOPORTADO/SUMINISTRADO

PCDOS, MSDOS versión 2.0 en adelante.

### . SOFTWARE Y HARDWARE

Configuración del software.

- Configuración para PC/MSDOS.

Hardware soportado.

- IBM PC, XT, AT y compatibles
- Plotters Hewlett Packard
- Ratón
- Tablet de espacio
- Impresoras Epson y IBM.

. CAMPO DE APLICACION

Gráficas en 2 y 3 dimensiones.

CAEDS  
(COMPUTER AIDED ENGINEERING DESIGN SYSTEM)

. COMPAÑIA

IBM.

. FUNCION Y DESCRIPCION

Sistema diseñado para resolver problemas de análisis y diseños mecánicos relacional al diseño conceptual de componentes complejos. También permite el análisis de estructuras sujetas a cargas térmicas, estáticas y dinámicas de diseños nuevos y existentes para establecer "capacidades para propósitos" usando técnicas de análisis de elementos finitos.

. USUARIOS FINALES

- Ingenieros diseñadores
- Analistas
- Diseñadores Industriales

. LENGUAJE DEL PROGRAMA

Fortran.

. MODO Y USO

Interactivo y en lote (batch). Es manejado por menús desde pantallas y vía tabletas o teclado o function Keypad.

. ENTRADAS Y SALIDAS

Las entradas son directas a gráficos vía menús teclados, etc.

Las salidas son gráficas, por impresoras, dibujos de ingeniería/producción dependiendo del módulo del programa.

. MEDIO AMBIENTE DE OPERACION SOPORTADO/SUMINISTRADO

Los módulos del programa corren bajo sistemas operativos estandares IBM: VM; MVS y MVS/XA.

. SOFTWARE Y HARDWARE

Configuración del software.

- Modelados (sólidos); gráficos ; solución de análisis de elementos finitos; análisis de estructura y análisis de sistemas mecánicos.

Hardware soportado.

- Sistema monocromático 3250
- Sistemas mono/color 5080
- IBM PC

. CAMPO DE APLICACION

- Ingenieros Mecánicos
- Distribución Térmica/Presión
- Diseño industrial

CATIA  
(COMPUTER AIDED TRIDIMENSIONAL INTERACTIVE APPLICATION)

. COMPAÑIA

IBM.

. FUNCION Y DESCRIPCION

Provee una base de datos simple con agrupaciones completas de modelos competentes, esto es recuadros en 3 dimensiones, superficies complejas modelados de volúmenes y modelados de sólidos en 3 dimensiones.

Los dibujos en 2 dimensiones pueden ser generados de cualquier forma, tradicional o directa desde un modelo de 3 dimensiones.

Dispone de los módulos de robótica y cinemática para ayudar evaluaciones de mecanismos complejos.

Dispone tambien de el módulo NC para maquinas 2-, 3- y multiejes.

. USUARIOS FINALES

- Ingenieros diseñadores
- Programadores de NC
- Ingenieros en robótica

. LENGUAJE DEL PROGRAMA

Fortran.

. MODO Y USO

Interactivo. Es manejado por menús desde la pantalla y vía tableta, teclado o teclas de función.

. ENTRADAS Y SALIDAS

Las entradas son directas a gráficos vía menús teclados, etc.

Las salidas son gráficas, por impresoras, salida para NC por procesador para herramientas de máquina y robots.

. MEDIO AMBIENTE DE OPERACION SOPORTADO/SUMINISTRADO

Los módulos del programa corren bajo sistemas operativos estandares IBM: VM; MVS y MVS/XA.

. SOFTWARE Y HARDWARE

Configuración del software.

- Diseño básico de 3 dimensiones, gráficos, sólidos, superficies avanzadas, librerías, cinemáticas, robóticas y NC.

Hardware soportado.

- Sistema monocromático 3250
- Sistemas mono/color 5080

. CAMPO DE APLICACION

- Automotriz, Aeroespacial, fábricas de computadoras, Industria pesada, fábrica de moldes, Inyectores de plástico, Diseño y Manufactura de muebles, Ingeniería biomédica y de instrumentos.

DESIGN BOARD PROFESSIONAL

. COMPAÑIA

MEGA CADD, INC.

. FUNCION Y DESCRIPCION

Los diseños y modelos en 2 y 3 dimensiones con paquetes de base de datos en 3 dimensión x, y, z. Puede crear perspectivas isométricas y caminar a través de ventanas. Tiene quite automático de líneas ocultas y puede ligar algún software de graficación popular de PC en 2 dimensión.

. USUARIOS FINALES

- Arquitectos
- Ingenieros y
- Diseñadores

. LENGUAJE DEL PROGRAMA

Fortran.

. MODO Y USO

Interactivo . Es manejado por menús.

. ENTRADAS Y SALIDAS

Desarrollo y manipulación en pantalla de gráficas en 3 dimensiones.

Las salidas son en plotters de línea o impresoras matriciales de puntos.

. MEDIO AMBIENTE DE OPERACION SOPORTADO/SUMINISTRADO

MS/DOS.

. SOFTWARE Y HARDWARE

Hardware soportado.

- IBM PC, XT, AT o compatibles con 512 KBs.

. CAMPO DE APLICACION

- Arquitectura
- Diseño Industrial
- Ingeniería
- Diseño y planeación urbana.

## GEOMOD

### . COMPAÑIA

GE-CAE Internacional.

### . FUNCION Y DESCRIPCION

Es una herramienta de modelado de sólidos en 3 dimensiones que permite a los diseñadores desarrollar descripciones geométricas de sus diseños bajo la computadora.

Los componentes pueden ser construidos en tres maneras, por perfiles primitivos (bloques conos, etc) en 2 dimensiones las cuales pueden ser resueltos o expulsados y destazados.

Cortando y uniendo operaciones permiten al diseñador adornar su geometría. Los cálculos propiamente de los componentes, son calculados y desplegados instantáneamente. Una característica de GEOMOD es la habilidad para manejar mecanismos de análisis. La geometría puede ser interconectada directamente a Supertab para modelados de elementos finitos.

### . USUARIOS FINALES

- Ingenieros mecánicos
- Diseñadores conceptuales

### . LENGUAJE DEL PROGRAMA

Fortran.

### . MODO Y USO

Interactivo y en lote (batch). Es manejado por menús con usuarios con habilidad de programación.

### . ENTRADAS Y SALIDAS

Las entradas son por tabletas digitalizadoras, teclados y archivos neutrales.

Las salidas son por Plotters y archivos neutrales.

. MEDIO AMBIENTE DE OPERACION SOPORTADO/SUMINISTRADO

DEC VAX (VMS); Apollo (Aegis); IBM (VM-CMS/MVS-TSO)

. SOFTWARE Y HARDWARE

Hardware soportado.

- DEC VAX; Apollo; IBM

. CAMPO DE APLICACION

- Ingenieros Mecánicos en diseños conceptuales.

## GEODRAW

### . COMPAÑIA

GE-CAE INTERNACIONAL.

### . FUNCION Y DESCRIPCION

GEODRAW es una interacción entre el dibujo de 2 dimensiones y el módulo de dimensionamiento del Geomod. El diseñador de conceptos puede adicionar dimensiones y notas al modelo de Geomod y crear dibujos ingenieriles.

GEODRAW tiene menús dinámicos y prompts para proveer accesos directos a comandos de uso común. Una capacidad de dimensionamiento dinámico dá la flexibilidad de trabajar en tiempo real y permiten incluir de uno a dos valores de tolerancias tan bien como los límites de dimensión.

Tiene disponible los métodos para crear líneas, arcos y ranurados.

### . USUARIOS FINALES

- Ingenieros diseñadores
- Analistas

### . LENGUAJE DEL PROGRAMA

Fortran.

### . MODO Y USO

Interactivo. Es manejado por menús.

### . ENTRADAS Y SALIDAS

Las entradas son por tableta digitalizadora y teclado.

Las salidas son por pantallas, por impresoras.

### . MEDIO AMBIENTE DE OPERACION SOPORTADO/SUMINISTRADO

DEC VAX (VMS); Apollo (Aegis).

. SOFTWARE Y HARDWARE

Hardware soportado.

- DEC VAX; Apollo.

. CAMPO DE APLICACION

- Dibujos de 2 dimensiones y documentación de modelos de sólidos.

I-DEAS  
(INTEGRATED DESIGN ENGINEERING ANALYSIS SYSTEM)

. COMPAÑIA

GE-CAE INTERNACIONAL.

. FUNCION Y DESCRIPCION

El software de I-DEAS cubre un rango de aplicaciones de Ingeniería mecánica y es diseñado en torno a una base de datos común con datos compatibles entre los programas de constitución.

Tiene capacidad para modelar sólidos, ensamblar sistemas, análisis cinemático, análisis por elemento finito, sistemas dinámicos, dibujo, etc.

Estas capacidades se encuentran distribuidas en familias de software, entre las cuales se tiene:

- . Modelado de sólidos
- . Análisis de Ingeniería
- . Sistemas dinámicos
- . Dibujo
- . Análisis de prueba de datos

I-DEAS integra estas familias en un solo paquete con una interfaz de usuario común y con una base de datos compartida.

Utilizando I-DEAS es posible integrar funciones de diseño, análisis, dibujo y prueba dentro de cada fase de desarrollo de un producto. Los diseños pueden reciclarse a través de la computadora hasta que se encuentre una solución, y entonces transferirlos, entre otros, a sistemas de manufactura.

I-DEAS incluye: Geomod, modelado de sólidos en 3 dimensiones; Geodraw, dibujos de 2 dimensiones; Supertab; pre y pos procesos de elementos finitos y soluciones (respuestas); Systan, sistemas dinámicos; Frame, análisis de transmisión.

. USUARIOS FINALES

- Ingenieros de diseño conceptual (mecánicos).

. LENGUAJE DEL PROGRAMA

Fortran 77.

. MODO Y USO

Interactivo y en lote (batch). Es manejado por menús con usuarios con habilidad de programación.

. ENTRADAS Y SALIDAS

Las entradas son por tabletas digitalizadoras, teclado, archivos neutrales.

Las salidas son por Plotters, archivos neutrales.

. MEDIO AMBIENTE DE OPERACION SOPORTADO/SUMINISTRADO

DEC VAX (VMS); Apollo (Aegis); IBM (VM-CMS/MVS-TSO).

. SOFTWARE Y HARDWARE

Hardware soportado.

- DEC VAX; Apollo; IBM.

. CAMPO DE APLICACION

- Ingenieros Mecánicos en diseño conceptual.

**AUTOSHADE**

**. COMPAÑIA.**

**AUTODESK.**

**. FUNCION Y DESCRIPCION.**

AUTOSHADE es un programa de sombreado de superficies. Las superficies son creados por medio del paquete AUTOCAD utilizando todas las facilidades que provee para generar objetos en tres dimensiones. Una vez construidos los objetos (no importa que tan complicados sean) se definen luces, cámaras y escenas que son transportadas por medio de un archivo hacia el paquete AUTOSHADE.

Dentro de AUTOSHADE se cargan escenas que se pueden procesar de distintas maneras:

- Vistas en planta, figuras de alambres, sombreado de forma rápida (menos precisión) o de forma completa (más precisión).

También es posible trabajar con una cámara a la cual es posible cambiarle el tipo de lente utilizado (y dar efectos de acercamiento / alejamiento), o la posición relativa de la cámara con respecto a los objetos.

En cuanto a luces. se puede modificar el tipo utilizado, así como sus valores de intensidad y componentes de rojo, verde y azul.

**MEDIO AMBIENTE DE OPERACION SOPORTADO/SUMINISTRADO**

Una computadora XT, AT o PS/2 con al menos 640KB de memoria y con un procesador matemático instalado.

Un video EGA o PGC (Professional Graphics Controller). Se recomienda el uso de un ratón para un mejor manejo.

### MATHCAD

El MATHCAD es un paquete que se utiliza para la solución de problemas matemáticos, además de servir como procesador de textos, facilitando así la tarea de estar cambiando de paquete para lograr una mejor presentación del trabajo.

MATHCAD resuelve una gran variedad de problemas que pueden ir desde una simple suma hasta un sistema de ecuaciones no lineales. Además abarca un área de aplicación bastante amplia, por ejemplo: realiza cálculos estadísticos, cuenta con librerías para graficar diagramas de Bode, Fractales, simula la caída de un cuerpo tomando en cuenta la fricción con el aire reportando una tabla de resultados, resuelve problemas relacionados con la Mecánica de Fluidos, tiene un juego llamado "LIFE" (utilizado en investigación de operaciones), solución de problemas mecánicos, etc.

El paquete ofrece alternativas para la forma en la cual se resuelve una operación; lo puede hacer automáticamente o por indicación del usuario.

Nos permite revisar las operaciones dimensionalmente lo cual es muy útil en problemas físicos o de aplicaciones de mecánica de fluidos.

### EUREKA

Dentro de la gran variedad de paquetes que existen para resolver problemas matemáticos; destaca EUREKA por su facilidad de uso y gran versatilidad. Permite la solución de ecuaciones de "n" grado polinomiales o trascendentes, proporcionando también una representación gráfica que permite observar la apariencia de la función y evaluar derivadas e integrales.

Se cuenta con la posibilidad de analizar sistemas de ecuaciones lineales.

Proporciona la opción de observar el comportamiento de una función a lo largo de todo su dominio, de tal suerte que se pueden analizar los máximos y mínimos de una función.

Cuenta, además, con facilidades para realizar cálculos estadísticos o de índole financiero.

### SURFER

SURFER es un paquete que sirve para crear gráficas en dos y tres dimensiones. Dentro de sus aplicaciones se encuentra la creación de mapas de contorno y dibujo de superficies a partir de datos en (x,y,z). Otras de las características de SURFER es que permite leer y graficar más de 10,000 puntos (x,y,z), escalar manual o automáticamente las gráficas, agregar etiquetas, títulos y leyendas, salvar configuraciones y datos para usarlos más tarde.

SURFER esta formado por cinco subprogramas: GRID, TOPO, SURF, VIEV, y PLOT. Los cuales se describen a continuación:

- El programa GRID es usado para crear mallas regulares de datos irregulares (x,y,z) suministrados por el usuario. GRID recibe sus datos de archivos ASCII, de archivos Lotus WKS o bien por medio del teclado y los datos de salida los guarda en archivos con extensión ".GRD" y pueden ser de naturaleza ASCII o en binario.

- El programa TOPO es usado para crear los mapas de contornos de los archivos con extensión ".GRD" generados por GRID.

- El programa SURF es usado para crear dibujos de superficies de los archivos con extensión ".GRD".

- El programa PLOT.EXE es usado para enviar archivos con extensión ".PLT" generados por SURF, y TOPO, a una impresora o un plotter.

El paquete también cuenta con un programa GRAFIT que sirve para crear gráficas en dos dimensiones con alta resolución, gráficas de barras y gráficas circulares.

### MEDIO AMBIENTE DE OPERACION SOPORTADO/SUMINISTRADO

Se requiere para su funcionamiento de un mínimo de 256KB de memoria residente, del Sistema Operativo DOS 2.0 o posterior. Además soporta una gran cantidad de impresoras y plotters. Como equipo opcional puede tener un disco duro, un adaptador gráfico Hercules y un Coprocesador matemático.

## ANIMATOR

### . COMPAÑIA

AUTODESK.

### . FUNCION Y DESCRIPCION

ANIMATOR es un programa de aplicación con poderosas características para dibujo y pintura con muy sofisticadas herramientas para crear animaciones.

También puede usarse para:

- Crear imágenes de video
- Procesamiento de imágenes
- Presentaciones gráficas
- Entretenimiento.

Este programa nos permite crear miles de imágenes (en 320 x 200 pixeles, con 256 colores en monitores tipo VGA), que son llamados frames (marcos) que pueden llegar hasta una velocidad de 70 por segundo.

Por cada marco se pueden crear paletas de hasta 256 colores de un total de 262, 144 colores posibles. Estas animaciones, llamadas flics se pueden transferir a cintas de video.

### MEDIO AMBIENTE DE OPERACION SOPORTADO/SUMINISTRADO

- Computadora Personal IBM o compatible, basada en el procesador 8086 con una velocidad de 8 MHz o mayor.
- PC-DOS 2.0 o versión más reciente.
- 640 KB de memoria RAM
- Tarjeta de video VGA y monitor con resolución de 320 x 200 pixeles y 256 colores.
- Un disco duro de 10 MB.
- Un ratón o una tableta SummSketch.

La velocidad de ejecución y eficiencia de ANIMATOR, se incrementa notablemente en un procesador 80386.

### MICROCAP II

Este es un paquete para aplicaciones en diseño de circuitos electrónicos, en donde es posible obtener su comportamiento de respuesta en frecuencia, así como su correspondiente función de transferencia.

MICROCAP II también nos permite simular el comportamiento que pueden seguir dos nodos de un circuito en corriente directa, esto es, uno con respecto a otro. Otra posibilidad es simular el mismo comportamiento pero con corriente alterna.

Se cuenta también con la posibilidad de realizar un análisis del circuito en el dominio de Fourier, así como alterar los valores de los parámetros de excitación del circuito y los parámetros de los elementos utilizados en éste para observar el comportamiento que presenta la simulación.

Además el paquete desarrolla un análisis numérico de cada uno de los parámetros importantes como son: ganancia, ángulo de fase y frecuencia de corte (en forma gráfica).

### ORCAD

Es una herramienta para diseño esquemático de circuitos, que por medio de menús permite la creación, edición, manipulación, e impresión de esquemas electrónicos.

DRAFT: Es un programa cargador de ORCAD, que permite crear, editar y salvar hojas esquemáticas. Además, carga los manejadores de los dispositivos necesarios como son: impresora, video, gráficator así como las librerías necesarias.

Dentro de las características de DRAFT se incluye:

- Acceso a más de 3000 componentes en las librerías
- Partes equivalentes a D'Morgan
- Crear líneas, buses, conectores, etiquetas, etc.
- Rotación y espejos de elementos
- Movimiento, copias y borrado de objetos
- Disponibilidad de una malla visible de puntos
- Paneo automático de la hoja de trabajo
- 5 niveles de acercamiento
- Nivel limitado de jerarquía
- Directorio de librerías
- Soporta cinco tamaño de hojas de trabajo

Con respecto a la base de datos, se cuenta con librerías muy extensas y que son las más comunes en la industria, entre las cuales se pueden mencionar; TTL, CMOS, MEMORY y MICROPROCESADORES.

Además, se cuenta con una serie de utilerías para realizar las funciones de rastreo de la organización jerárquica de las hojas esquemáticas. mostrar el número de componentes utilizados durante el diseño, proporcionar un diagnóstico de fallas simples (como cortocircuitos o entradas que no tienen fuente), así como identificación de elementos que se encuentren duplicados entre otras.

**TANGO-PCB**

Otro paquete dedicado a la producción y diseño de tarjetas de circuitos impresos es TANGO-PCB. Es un sistema muy completo que puede ser instalado en equipos PS/2, PC/XT/AT y compatibles.

El sistema es un conjunto de programas que se encargan de procesar cada una de las fases involucradas en el diseño de un circuito impreso, por ejemplo: editar la tarjeta, imprimir las capas del circuito impreso, checar reglas de diseño, ruteo, editar archivo que contiene la lista de conexiones entre los diferentes componentes, dividir el circuito impreso en capas independientes, ect.

El sistema TANGO-PCB ofrece una precisión de 1 milésima de pulgada, cuenta con librerías de componentes de uso más común (resistencias, capacitores, CI TTL, CMOS), que pueden ser adaptadas a las necesidades de los usuarios mediante la modificación y adición de nuevos componentes, maneja múltiples capas de señales (6 capas) y por separado se pueden crear los planos de tierra y potencia, posee diferentes anchos de líneas y formas de "pads" y conectores (puntos de conexión).

## PALCAD

### . FUNCION Y DESCRIPCION

El sistema surge como un proyecto tésis, en el Departamento de sistemas, Laboratorio de CAD representando los primeros desarrollos de Diseños asistidos por computadoras dentro de la UNAM.

Para este proyecto se utilizan estaciones de trabajo RT-PC bajo un entorno Unix; el cual consiste en un ambiente para diseños de sistemas digitales orientado a PAL's.

Los dispositivos PAL (Arreglo lógico programable) son empleados para lograr una reducción considerable de un circuito lógico, proporcionando las siguientes ventajas: reducción física del número de compuertas en un circuito, la opción de reprogramar el dispositivo con la finalidad de ser utilizado en nuevas aplicaciones, reducción del tiempo de respuesta de los diseños al sustituir elementos convencionales TTL por dispositivos PAL, así como permitir una ganancia en la reducción de un circuito lógico de 4:1, lo cual, físicamente se traduce en una mayor integración.

Tradicionalmente la velocidad de respuesta, la simplicidad de arquitectura y el uso de flip-flop D en la salida, son los criterios más importantes para la selección de los dispositivos PAL para la realización de aplicaciones especializadas.

Por otra parte se recurre a la técnica de Algoritmo de Máquina de Estados como fase inicial del sistema, con la cual se manipulan los diferentes iconos con los cuales se elabora la carta ASM. Posteriormente, se procede a generar la tabla de estados que nos proporciona la información referente a Estado presente, Entradas, Estado siguiente, salida en estado presente y salidas condicionales.

Para la obtención de las funciones booleanas que caracterizan el sistema, se emplea la tabla de excitación de flip-flop D (dado que una de las características de los PAL es la utilización de flip-flop D en la macrocelda de salida) para obtener finalmente las siguientes funciones:

Funcion(es) Estado siguiente, Salida(s) en estado presente, Salida(s) condicionales.

Se integraron algunos elementos de un ambiente CAD como auxilio en las fases iniciales de agregación de información gráfica, de la cual, el sistema extrae los atributos no gráficos de la misma y los procesa.

Finalmente, para la obtención del mapa de fusibles, así como el tipo de dispositivo que se debe utilizar, se emplea el programa PLAN, al cual se le debe proporcionar las funciones booleanas para poder generar el mapa de fusibles y el formato JEDEC (dicho formato posee opciones que son utilizadas para realizar la transferencia de datos entre el sistema de desarrollo para dispositivos lógicos programables y el dispositivo programador).

## CBDS (CIRCUIT BOARD DESIGN SYSTEM)

### . FUNCION Y DESCRIPCION

CBDS es un software de CAD que soporta todas las fases del proceso de diseño de tarjetas de circuitos impresos.

CBDS está formado por dos grandes grupos CPS (Circuit Pack System), y DVS (Design Verification System).

El CPS es empleado en la creación del diagrama esquemático, el diseño de la capa física, la generación de datos de manufactura y definición de componentes así como su modificación.

El DVS cuenta con funciones las cuales realizan una simulación lógica, puede también dar patrones de pruebas para ser usados con equipo automático de pruebas.

CBDS ofrece las siguientes ventajas:

- Mejorar la producción
- Reducir los errores de diseño y modificaciones
- Facilidad en rediseñar el circuito impreso
- Reducción de prototipos
- Diseño Estandarizado
- Documentación automática y consistente
- Habilidad en el manejo de diseños complejos
- Manufactura Automática.

## HARVARD GRAPHICS

### . FUNCION Y DESCRIPCION

Proporciona la solución completa para las presentaciones gráficas.

Con el Harvard Graphics, se pueden crear varios tipos de gráficos, los cuales pueden contener palabras, gráficas e imágenes.

La representación de gráficas estadísticas de todo tipo y con diferentes apariencias, ya sea mediante barras, pags y gráficas bidimensionales de ejes (x,y), es posible mediante este paquete.

Permite graficar varias curvas en una misma gráfica, con diferentes características (colores, dos o tres dimensiones, barras con diferentes rellenos, etc.).

Cuenta con una amplia variedad de selección de salidas disponibles.

Harvard Graphics proporciona una amplia variedad de gráficas de texto y gráficos analíticos diseñados para audiencias de negocios y técnicas.

- Conformar con técnicas de diseño las gráficas.
- Grafica de diferentes tamaños.
- Prepara presentaciones.
- Crea despliegues de gráficos, textos, etc.
- Importa datos, textos y gráficos.
- Trabaja eficientemente en un tiempo mínimo.

### . MODO Y USO

Es manejado por menús desde teclado o por medio de un ratón, para tener mayor rapidéz.

### . ENTRADAS Y SALIDAS

Las entradas se realizan directamente a gráficos via menús, teclados, etc.

las salidas son gráficas, por impresora y/o graficadores (plotters).

. MEDIO AMBIENTE DE OPERACION SOPORTADO/SUMNISTRADO

Computadora IBM o compatible.

## STORYBOARD PLUS

### . FUNCION Y DESCRIPCION

Ayuda a crear presentaciones en color o historias en presentaciones animadas.

Storyboard Plus consiste de cinco módulos:

**PICTURE MAKER.** Permite crear imágenes y gráficas para presentaciones.  
Dibuja rectángulos, cuadrados, círculos, elipses y líneas.

**PICTURE TAKER.** Es similar a una cámara que captura lo que aparece en la pantalla y en la historia de un archivo. Puede capturar pantallas de gráficos y de textos desde otras aplicaciones del DOS.

**TEXT MAKER.** Permite crear y editar pantallas de texto para usarlos en historias.

**STORY EDITOR.** Es el módulo que se usa para coleccionar presentaciones.  
Hace un fácil arreglo de las imágenes y pantallas de texto en una secuencia y selección especial.

**STORY TELLER.** Permite desplegar presentaciones que se han creado con Story Editor. Se puede presentar historias en un monitor grande o en un proyector de video, si el equipo es soportado por la configuración del sistema.

Storyboard Plus contiene una variedad de librerías, las cuales poseen una serie de figuras previamente creadas y que es posible modificar en cuanto a tamaño, lugar y color.

### . MEDIO AMBIENTE DE OPERACION SOPORTADO/SUMINISTRADO

- Este paquete corre en cualquier computadora PC compatible.

- Acepta todas las tarjetas de video.

## SMARTWORK

### . FUNCION Y DESCRIPCION

Es un paquete de cómputo diseñado para auxiliar en el diseño y producción de originales para tabletas de circuito impreso.

La introducción de las técnicas de diseño asistido por computadora ha revolucionado esta etapa del desarrollo de un proyecto electrónico. Con una computadora personal y el paquete SMARTWORK tanto el diseñador experto como el principiante pueden producir dibujos de circuitos impresos de calidad profesional en una fracción del tiempo que esto tomaría utilizando las técnicas convencionales.

Este sistema de diseño computarizado permite la rápida y precisa revisión y modificación del trabajo previo.

La pantalla de la computadora muestra una porción del área de trabajo, permite moverse alrededor de la misma.

El programa permite elegir entre la observación de uno o ambos lados de la tableta de circuito impreso simultáneamente.

Usando el teclado se pueden poner y borrar puntos de conexión (pads) y conexiones (pistas).

Este software tiene la capacidad de extender conexiones eléctricas (busca rutas más óptimas de conexión).

Ofrece dos tipos de anchos de pistas y es posible realizar trazos horizontales, verticales y de 45 grados.

### . LENGUAJE DEL PROGRAMA

C.

### . MEDIO AMBIENTE DE OPERACION SOPORTADO/SUMINISTRADO

- Computadora personal IBM o IBM-XT ó compatible, con Sistema Operativo MS-DOS 2.0 o posterior.
- Tarjeta adaptadora para gráficos IBM
- Impresora de Matriz de puntos
- Graficador (Plotter)
- Ratón

ESTA TESIS NO DEBE  
SALIR DE LA BIBLIOTECA

**CAPITULO TRES**

---

**ESTUDIO DE LOS  
COMPONENTES DE SOFTWARE  
QUE FORMAN UN AMBIENTE  
CAD/CAM**

---

**III.1 ESTRUCTURA DE UN SISTEMA CAD/CAM A  
NIVEL SOFTWARE**

El propósito de todo software es proporcionar instrucciones programadas para la operación de los dispositivos hardware.

#### NIVELES DE SOFTWARE

El software se comunica en un modelo de código denominado lenguaje. El lenguaje más primitivo se llama código máquina, que habla directamente al equipo hardware en sus señales binarias (2 dígitos) o hexadecimales (dieciséis dígitos). El lenguaje ensamblador es una técnica taquigráfica de escribir código máquina. Permite al programador escribir un código nemotécnico, es decir, codificando en letras similares al comando descriptivo tales como LDA (cargar registro A). El comando en lenguaje ensamblador se convierte en código máquina por otro programa denominado ensamblador.

La comunicación directa de un programa código máquina proporciona respuesta rápida del ordenador, pero el trabajo árduo de escribir tales programas, incluso en ensamblador, hace que el lenguaje máquina sea muy poco práctico para aplicaciones de alguna complejidad.

La escritura de software es mucho menos farragosa con la ayuda de lenguajes de alto nivel, que se utilizan en la mayoría de las áreas de CAD y CAM.

Los traductores convierten lenguajes de alto nivel en mensajes binarios que pueden ser interpretados por el hardware. Los traductores pueden ser de tipo compilador o intérprete. Los intérpretes traducen los lenguajes de alto nivel sentencia a sentencia, lo que ahorra tiempo. Uno de los lenguajes de alto nivel interpretados más populares y de "usuario amigable" es el Basic, que se utiliza ampliamente en microordenadores personales. El Basic es muy barato y versátil pero las respuestas lentas del ordenador limitan su utilización a programas muy simples. Los compiladores son más caros, pero proporcionan un tiempo de respuesta menor, ya que ellos traducen rápidamente todo el programa a lenguaje binario antes de que se ejecute en código máquina. Los lenguajes compilados de alto nivel más utilizados en software CAD/CAM son Fortran, Pascal y C.

El software CAD se puede catalogar, generalmente, como:

- 1) Software del sistema ó
- 2) Software de aplicaciones

La figura 14 muestra donde está situado el software CAD dentro de la estructura jerárquica de sistemas de software.

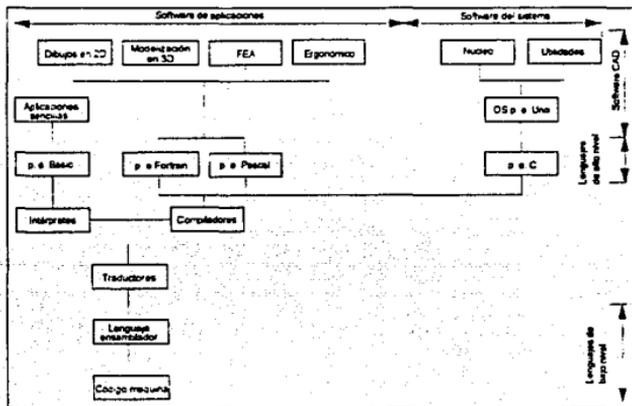


FIGURA 14.

## SOFTWARE DEL SISTEMA

### El Sistema Operativo

El sistema operativo (SO) es la facilidad más importante en el software del sistema CAD. La función de un SO es gestionar y organizar las operaciones del ordenador comprendidas dentro del sistema CAD.

Los sistemas operativos más importantes se dividen en dos partes:

- 1) Un programa principal denominado núcleo.
- 2) Una colección de programas periféricos denominados utilidades.

El Núcleo del OS.

Las funciones típicas del núcleo del OS incluyen:

- a) Organizar el espacio de almacenamiento en los dispositivos hardware tales como discos duros, disquetes y cintas magnéticas en unidades donde se puede almacenar y recuperar la información. Estas unidades se conocen como

archivos. Cuando se emplean discos, esta parte de software se conoce como Sistema Operativo en disco (DOS).

b) Suministrar directorios y realizar búsquedas, para archivos existentes y utilidades. Se pueden especificar diferentes tipos de operaciones de búsqueda, siendo una de las más útiles la búsqueda exploratoria. Esta permite al usuario obtener una lista de archivos relativos a un grupo de clasificación específica. La búsqueda exploratoria es también una característica común de los sistemas de gestión de bases de datos.

c) Gestionar la ejecución simultánea de diferentes programas (denominado tiempo compartido) y la comunicación entre estos programas.

d) Gestionar la operación de interfase entre los programas y el hardware externo.

#### Utilidades SO

Estos programas opcionales que complementan el núcleo realizan tareas específicas del sistema CAD, tales como operaciones de menú de pantalla y operaciones de ficheros de dibujos especiales.

#### SOFTWARE DE APLICACION

El software de aplicación se suministra, habitualmente, como paquetes en disco y está escrito en lenguajes de alto nivel por compañías especializadas. Estos paquetes pueden estar diseñados para un determinado ordenador, aunque lo ideal es que sean compatibles con una amplia gama de software diferente. Los paquetes de software de aplicación están orientados a tareas asistidas por ordenador específicas. La mayor parte del software de aplicación CAD está escrito en lenguajes compiladores tales como Fortran y Pascal, aunque existen algunos paquetes para microordenadores muy simples escritos en Basic.

Las aplicaciones CAD típicas incluyen:

1) PAQUETES DE DIBUJO EN 2D, disponibles con diversos grados de sofisticación y que corren en microordenadores y miniordenadores de 16 bits y en ordenadores centrales. Los paquetes de dibujo contienen una determinada gama de servicios de dibujo.

2) PAQUETES DE MODELIZACION EN 3D, que funcionan con máxima eficiencia en miniordenadores de 32 bits. Sin embargo, existen algunos paquetes de este tipo disponibles para microordenadores.

3) **PAQUETES DE ANALISIS DE ELEMENTOS FINITOS (FEA)**, normalmente escritos en Fortran. Como ocurre con el modelado 3D, estos paquetes se han diseñado tradicionalmente para ejecutarse en miniordenadores y ordenadores centrales, pero en muchos casos FEA pueden ser utilizados con eficacia en microordenadores de 16 bits. Todos los paquetes de este tipo incorporan su propio sistema de modelado en 3D.

4) **DIVERSOS PROGRAMAS BASICOS**. Además de los paquetes CAD avanzados, existen miles de paquetes comerciales simples, normalmente escritos en Basic y disponibles para microordenadores de 8 ó 16 bits. Las aplicaciones más típicas son: análisis de tensiones simples, centroides y segundos movimientos de área, cálculos de carga en apoyos y desarrollos de superficies sencillas.

#### GENERACION DEL SOFTWARE DE APLICACIONES

Los programas de aplicación CAD están realizados fundamentalmente a partir de algoritmos. Un algoritmo es un conjunto de reglas o procedimientos que resuelven problemas matemáticos. Los procedimientos utilizados tienen normalmente, naturaleza repetitiva.

Los algoritmos varían ampliamente en complejidad. La mayoría de las primitivas definen puntos y líneas. Estas se pueden desarrollar en procedimientos más avanzados para definir curvas, superficies y áreas rellenas. Se requieren otros algoritmos para procedimientos de transformación y para definición de estilos de líneas y colores. Algunos de los algoritmos más sofisticados incluyen efectos ópticos en modelado de 3D. Estos realizan modelos matemáticos de rayos de luz que se pueden utilizar para simular borrados de líneas ocultas y efectos de sombras. Las subrutinas avanzadas denominadas macros, realizan múltiples procedimientos bajo la acción de un comando. Las macros son especialmente importantes para desarrollar librerías de dibujo estandar de CAD.

La eficiencia del algoritmo reside en la simplicidad del formato comparado con la complejidad del problema que puede resolver. Un algoritmo complejo para realizar operaciones satisfactorias necesita bastantes recursos de proceso y por consiguiente una potencia de cálculo muy alta. Los avances en tecnología CAD/CAM dependen, por consiguiente, de la habilidad de los programadores en el diseño de algoritmos ingeniosos y de los desarrollos en tecnología de los microprocesadores y de los avances del hardware.

### **III.2 BASES DE DATOS Y CAD**

Una base de datos es una colección de archivos que contienen datos.

Los datos gráficos almacenados en los archivos de las bases de datos CAD se pueden agrupar en las siguientes categorías:

- a) **DATOS GEOMETRICOS**, es decir puntos, líneas, círculos, planos, sólidos.
- b) **DATOS TIPO-LINEA**, es decir sólidos, líneas, etc.
- c) **DATOS TIPO-TEXTO**.
- d) **DATOS** que definen **MODELOS DE RAYADOS Y AREAS DE RELLENO**
- e) **DATOS EN CAPAS**. Los principios del estratificado.
- f) **ASOCIATIVIDAD DE DATOS**. Gobierna las relaciones entre elementos geométricos y la geometría colindante. La asociatividad geométrica se requiere para describir formas, componentes y símbolos estandar.
- g) **CONECTIVIDAD DE DATOS**. Define la forma en que los componentes se agrupan en un conjunto.
- h) **DATOS DE ATRIBUTOS**. Son los datos relativos a dibujos que no pueden aparecer en la pantalla gráfica. Los atributos de los dibujos típicos incluyen especificaciones de material sobre elementos fabricados, tamaños, escalas y suministradores de artículos comprados a terceros en dibujos de ensamblajes. Los dibujos juegan un importante papel como campos de datos de los archivos de los sistemas de gestión de bases de datos (DBMS).

La información para el manejo de software proporciona un sistema integrado de manejo de datos para CAD/CAM. Las actividades del diseño y la manufactura asistida por computadora, el cual incluye diseño de dibujos, modelos en 3 dimensiones, análisis de elementos finitos, máquinas con herramientas de programación, planeación de producción, etc., debería de partir de una base de datos común.

Muchas compañías actualmente almacenan detalle de productos en archivos de computadoras.

Los datos gráficos pueden ser almacenados junto con los datos alfanuméricos para proporcionar un sistema de base de datos de productos muy potencial.

El éxito de una base de datos depende del método de estructura de los datos y la velocidad en la cual la información puede ser introducida y recuperada.

Hay actualmente muchos métodos de almacenamiento de datos. Una estructura similar a un árbol es popular; contiene apuntadores de tal manera que los usuarios pueden trazar una ruta a través de la base de datos hacia la información requerida. Un despliegue gráfico puede ser usado en gran ventaja porque una gran cantidad de información puede ser desplegada rápidamente, haciendo uso de una gran mayoría de sensaciones visuales que ayudan a la toma de decisiones.

Una organización secuencial de una base de datos no es adecuada para una aplicación de CAD.

Hay tres tipos de archivos de datos en disco:

Archivos de trabajo	Alta velocidad	Acceso random	formato imagen
Archivos semi-permanente	Media velocidad	Acceso secuencial	Formato binario
Archivo permanente	Baja velocidad	Acceso secuencial	Formato ASC II

Los archivos de trabajo son ideales para el almacenamiento temporal de volúmenes de datos tan grandes que son soportados en esencia.

Los archivos semipermanentes pueden ser borrados. Esto quiere decir que deben ser usados para el almacenamiento de archivos de trabajo sobre períodos de días o semanas. Los archivos permanentes son para datos de archivos, y son usualmente almacenados en cintas magnéticas.

#### ESTRUCTURA Y CONTENIDO DE UNA BASE DE DATOS CAD

En el software gráfico: casi todas las funciones de un sistema CAD dependen de una base de datos. La base de datos de los diseños asistidos por computadora contienen los modelos de aplicación, diseños, dibujos, ensambles e información alfanumérica tales como propiedades de materiales y texto. La base de datos también incluye mucho del software gráfico interactivo, tales como comandos del sistema, menús de funciones, y rutinas de salida a plotters.

La base de datos reside en la memoria de la computadora (almacenamiento primario) y en almacenamiento secundario. Además partes particulares de la base de datos puede ser intercambiada fácilmente entre el almacenamiento primario y el secundario como se requiera.

Foley y Van Dam definen los ingredientes básicos del modelo de aplicación el cual debe ser transportada a la base de datos. La estructura del modelo siguiente es dibujado después de sus sugerencias de la organización de la base de datos:

1. Elementos gráficos básicos (puntos y otros elementos)
2. Geometría (forma) de los componentes del modelo y su plano en el espacio.
3. Topología ó estructura de los modelos (cómo los diferentes componentes son conectados para formar el modelo).
4. Datos de aplicación específica, tales como las propiedades de los materiales.
5. Programas de análisis de aplicación específica, tales como programas de análisis de elementos finitos.

La lista representa un bloque aproximado para formular el modelo, con la categoría 1 siendo los ingredientes más elementales. Estos se combinan para formar los componentes en la categoría 2, las cuales son usadas para construir la categoría 3 y la 4. La estructura del modelo consiste de ambos datos y procedimientos para conectar, describir, y analizar el modelo.

El modelo de la base de datos puede ser organizada en varias maneras. Esto depende del tipo de modelo (mecánico, eléctrico, etc.) y la preferencia del diseñador del sistema CAD. Algunos sistemas se inclinan hacia mas descripciones completas de los modelos almacenados explícitamente como datos. Esto requiere mas espacio de almacenamiento. Otros sistemas son diseñados para almacenar un mínimo de datos pero con más procedimientos completos tales que los modelos pueden ser recomputados cuando se necesite. Esto salva el espacio de almacenamiento, pero requiere más tiempo de computadora.

### III.3 MODELADO GRAFICO

Un uso importante de las gráficas es el diseño y representación de diferentes tipos de sistemas. Los sistemas arquitectónicos y de ingeniería, como los proyectos de construcción y los esquemas de circuitos electrónicos comúnmente se conjuntan utilizando métodos de diseño con ayuda de la computadora. Los métodos gráficos se utilizan asimismo para presentar sistemas económicos, financieros, organizacionales, científicos, sociales y ambientales. Las representaciones de estos sistemas a menudo se construyen para simular el comportamiento de un sistema en diversas condiciones. El resultado de la simulación puede servir de herramienta educativa o de base para tomar decisiones con respecto al sistema. Para ser efectivo en estas diversas aplicaciones, un paquete de gráficas debe poseer métodos eficaces para construir y manipular las representaciones del sistema gráfico.

#### CONCEPTOS BASICOS DE MODELADO

La creación y manipulación de la representación de un sistema recibe el nombre de modelado. Cualquier representación individual se denomina modelo del sistema. Los modelos de un sistema pueden definirse gráficamente o bien pueden ser puramente descriptivos, como un conjunto de ecuaciones que definen las relaciones existentes entre parámetros del sistema. Los modelos gráficos a menudo se conocen como modelos geométricos, debido a que las partes componentes de un sistema se representan con entidades geométricas como líneas, polígonos o circunferencias.

#### REPRESENTACION DE MODELOS

La figura 15 muestra una representación de un circuito lógico, el cual ilustra las características comunes a muchos modelos de sistemas. Las partes, componentes del sistema se despliegan como estructuras geométricas, llamadas símbolos y las reacciones establecidas entre los símbolos se representan con una red de líneas de conexión, se utilizan 3 símbolos estandar para representar compuertas lógicas de las operaciones booleanas: AND, OR, NOT.

Las líneas de conexión definen relaciones en términos del flujo de entrada y salida a través de las partes del sistema.

El posicionamiento repetido de algunos símbolos básicos en un método común de construcción de modelos complejos. Cada ocurrencia de un símbolo dentro de un modelo se

denomina instancia de ese símbolo. Tenemos una instancia para los símbolos OR y NOT y dos instancias del símbolo AND.

En muchos casos, los símbolos específicos para representar las partes de un sistema son dictados por la descripción del sistema. Para modelos de circuitos, se utiliza símbolos electrónicos o lógicos estandar. Con modelos que representan conceptos abstractos, como sistemas políticos, financieros o económicos, los símbolos pueden ser cualquier modelo geométrico adecuado.

La información que describe un modelo por lo general se ofrece como una combinación de datos geométricos y no geométricos. La información geométrica incluye posiciones coordenadas para localizar las partes componentes, primitivas de salida y funciones de atributo para definir la estructura de las partes y datos para construir conexiones entre las partes. La información no geométrica incluye rótulos de texto, algoritmos que describen las características de operación del modelo y normas para determinar las relaciones o conexiones entre las partes componentes, si éstas no se especifican como datos geométricos.

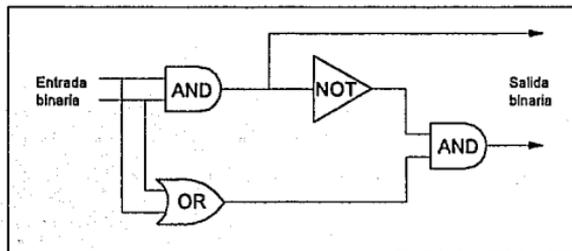


FIGURA 15.

La información que se necesita para construir y manipular un modelo con frecuencia se almacena en algún tipo de estructura de datos, como una tabla o lista ligada. Esta información podría especificarse también en procedimientos. En general, una especificación de un modelo que contendrá estructuras de datos y procedimientos, aunque algunos modelos se definen completamente con estructuras de datos y otros utilizan solo especificaciones de procedimientos.

Una aplicación para realizar el modelado sólido de objetos podría emplear principalmente información tomada de alguna estructura de datos para definir las posiciones coordenadas, con muy pocos procedimientos.

Para poner un ejemplo de la forma en que pueden usarse las combinaciones de estructuras de datos y procedimientos, se considerarán algunas especificaciones de modelo alternativas para el circuito lógico de la figura 15.

Un método consiste en definir las componentes lógicas en una tabla de datos figura 16, con procedimientos de procesamiento que se utiliza para especificar como se harán las conexiones de la red y la forma en que opera el circuito. Los datos geométricos de esta tabla incluyen coordenadas y parámetros necesarios para trazar y posicionar las compuertas. Estos símbolos podrían trazarse como figuras poligonales o bien podrían formarse como combinaciones de segmentos rectilíneos y arcos elípticos. Los rótulos de cada una de las partes componentes también se han incluido en la tabla, aunque los rótulos podrían omitirse si los símbolos se despliegan como figuras que se reconocen comúnmente. Entonces se usarían procedimientos para desplegar las compuertas y construir las líneas de conexión, con base a las posiciones coordenadas de los compuertas y el orden especificado para conectarlas.

Otro método para especificar el modelo del circuito consiste en definir la mayor parte del sistema que sea posible en estructuras de datos. Las líneas conectoras, así como las compuertas, podrían definirse en una tabla de datos que enlista en forma explícita los puntos extremos de cada una de las líneas del circuito. Entonces un solo procedimiento podría desplegar el circuito y calcular la salida. Yendo al otro extremo, el modelo podría definirse completamente en los procedimientos sin utilizar estructuras de datos externas.

CODIGO DEL SIMBOLO	DESCRIPCION GEOMETRICA	ROTULO IDENTIFICADOR
Compuerta 1	(Coordenadas y otros parámetros)	AND
Compuerta 2	:	OR
Compuerta 3	:	NOT
Compuerta 4	:	AND

FIGURA 16.

### JERARQUIAS DE SIMBOLOS

Muchos modelos pueden organizarse como una jerarquía de símbolos. los "bloques fundamentales" básicos del modelo se definen como simples figuras geométricas adecuadas al tipo de modelo en consideración. Estos símbolos básicos pueden usarse para formar objetos compuestos denominados módulos, los cuales pueden agruparse para formar módulos de nivel superior y así sucesivamente para las diversas componentes del modelo. En el caso mas simple, podemos describir un modelo mediante una jerarquía de un nivel de partes componentes, como en la figura 17. Para este ejemplo de circuito, se supone que las compuertas se posicionan y conectan entre sí con líneas rectas de acuerdo con las normas de conexión que se especifican con cada descripción de compuerta. Los símbolos de esta descripción jerárquica son las compuertas lógicas. Aunque las compuertas mismas podrían describirse como jerarquías (formadas a partir de líneas rectas, arcos elípticos y textos) ese tipo de descripción no sería adecuado para construir circuitos lógicos, en los cuales los bloques fundamentales más simples son compuertas. Para una aplicación en que quisieramos diseñar diferentes figuras geométricas, los símbolos básicos podrían definirse como segmentos rectilíneos y arcos.

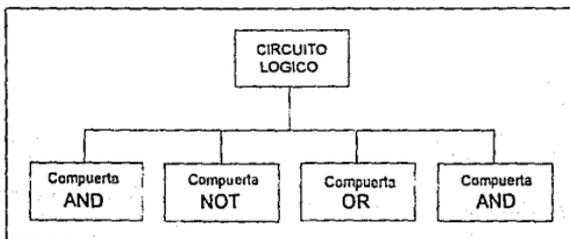


FIGURA 17.

### PAQUETES DE MODELADO

Los sistemas gráficos de propósito general usualmente no se diseñan para dar cabida a aplicaciones de modelado extensas. Las rutinas que se necesitan para manejar procedimientos de modelado y estructuras de datos con frecuencia se constituyen como paquetes de modelado aparte y

por tanto, los paquetes de gráficas estandar pueden adaptarse para hacer interfaz con el sistema de modelado.

El objetivo de las rutinas de gráficas es el de proporcionar métodos para generar y manipular despliegues de salida finales. Las rutinas de modelado, en contraste, ofrecen un medio de definición y reacomodación de representaciones de modelos en términos de jerarquías de símbolos, que después son procesadas por las rutinas de gráficas para su despliegue. Los sistemas diseñados específicamente para modelado pueden integrar las funciones de modelado y graficación en un paquete.

Los símbolos de que se dispone en un paquete de modelado se definen y estructuran de acuerdo con el tipo de aplicación para la cual se haya diseñado el paquete. Los paquetes de modelado pueden diseñarse para crear despliegues en dos o en tres dimensiones.

### **III.4 SOFTWARE**

El software es la "inteligencia" dentro de la "mente" de la computadora. El término es usado para referir a los datos y a los programas. Los programas son listas de instrucciones para la computadora, indicándole una serie de acciones a tomar: los datos es el término usado para la información sobre la cual estas acciones son desarrolladas en respuesta a las instrucciones del programa.

Los programas pueden ser en modo interactivo o batch. Trabajando un programa en modo batch, el usuario introduce datos pero no interactúa con la computadora durante el procesamiento de los datos. Un ejemplo de un proceso batch es la entrada de una lista de coordenadas describiendo un modelo tridimensional para presentación de un programa de análisis estructural. Solamente la salida del programa analítico da al usuario realimentación (el usuario no puede decir si las cosas fueron erróneas durante la entrada de los datos o el proceso hasta que el análisis completo este terminado). Es muy típico que los usuarios de un programa batch presenten un trabajo y después pondrán atención a otra cosa mejor que esperar los resultados; en algunos ambientes, el resultado puede no llegar hasta uno o dos días después.

Los programas interactivos, por otro lado, proporcionan una variedad de respuestas inmediatas a los usuarios. El usuario otra vez, puede responder modificando acciones tempranas o desarrollando otras. Por ejemplo, el usuario de un programa interactivo puede introducir un punto sobre una tableta digitalizadora; el sistema responde destellando el punto sobre una pantalla. El usuario puede entonces introducir otro punto y requerir que una línea sea dibujada entre los puntos; el sistema responde desplegando el resultado.

Muchos sistemas CAD son interactivos, aunque, es apropiado en algunos ejemplos considerar programas batch. Un buen ejemplo es el AutoCAD. Acepta entradas desde teclados o digitalizadores mouse através de menús, desplegando el resultado en pantalla o en otros dispositivos de salida.

Así como existen dispositivos hardware vector y raster. También hay formatos de datos vector y raster. En el formato vector, las coordenadas de los puntos finales de las líneas son almacenadas para describir una imagen; en el formato raster, los códigos describen el contenido de los elementos de las imágenes, o pixeles, y son almacenados en secuencia.

Casi todos los sistemas CAD almacenan los datos únicamente en formato vector. Este formato es más compacto que el formato raster para aplicaciones actuales de CAD; esto es requiere menos espacio en la computadora. Algunas

publicaciones técnicas recientes de sistemas almacenan ambos datos; los datos raster es disponible para asimilar, editar, y reproducir imágenes de tono continuos (en formato de pantalla).

El software incluye las categorías siguientes:

- . Gráficas
- . Análisis
- . Manejo de datos
- . Otros

### Gráficas

Los programas gráficos CAD caen en cuatro categorías:

- . Rutinas de dibujos (plotting)
- . Librerías de propósito general
- . Paquetes de usuarios finales de propósito general
- . Paquetes de usuarios finales de propósito especial

Las rutinas son segmentos de programas que pueden ser usados por los programadores para crear programas, pero son usualmente incompletas desde el punto de vista de usuarios: las librerías son colecciones de rutinas. En nuestro uso, los paquetes de usuarios finales son programas completos en el sentido de que pueden ser usados por cualquier persona.

### Rutinas de dibujos

Muchos fabricantes de plumas y plotter electrostáticos proporcionan rutinas de dibujo con estos equipos. Estos son segmentos de programas; usualmente en Fortran. Por ejemplo, una rutina de dibujo común es LINE; los argumentos pasados a LINE son coordenadas de puntos finales, en alguna unidad conveniente.

Estas rutinas usualmente incluyen segmentos tales como CIRCLE, TEXT, CONIC, y otros elementos de dibujos básicos.

### Análisis

Los programas de análisis vienen bajo el encabezado del software de diseño. Los modelos creados en un sistema CAD pueden ser pasados a programas de análisis. Frecuentemente, los resultados de los análisis pueden ser vistos también en forma gráfica.

El software de análisis es frecuente en la variedad de batch. Muchos programas de análisis popular requieren potencia de computación substancial. Las sistemas de

computadoras CAD son pequeños para un software de análisis extensivo para correr junto con los programas gráficos interactivos; los arreglos son además comunes en modelos, los cuales son transmitidas a sistemas de computadoras grandes para medios de telecomunicaciones.

Algunas formas de análisis son partes de sistemas interactivos.

#### **Manejo de datos**

El manejo de datos de diseño y dibujo es más complejo que el manejo puramente textual de información por la naturaleza del dibujo de los datos. Los dibujos ocupan relativamente grandes cantidades de memoria; estos frecuentemente contienen una abundancia de diversos componentes en las que su clasificación es difícil y ellos deben frecuentemente ser accedidos por varios miembros de un proyecto simultáneamente en equipo. Esta puesta de requerimientos hace inconveniente el uso de esquemas estandar que son indigentes a la operación de sistemas de muchos sistemas de computación.

#### **Otros**

Otros tipos de software son vendidos junto con el software de CAD. Estos incluyen código para planeación de procesos asistidos por computadoras, programación de robots y varios otros productos que no son CAD, pero se comunican amigablemente.

### III.4.1 SOFTWARE GRAFICO

#### INTRODUCCION

El software gráfico es la colección de programas escritos para hacer convenientes la operación de sistemas gráficos de computadoras. Incluyen programas para generar imágenes sobre la pantalla, para manipular las imágenes, y para acoplar varios tipos de interacciones entre el usuario y el sistema. Además para el software gráfico, ellos pueden ser programas adicionales para implementar ciertas funciones especializadas relacionadas con CAD/CAM. Estos incluyen programas de análisis de diseño (análisis de elementos finitos y simulación cinemática) y programas de planeación de manufacturas (planeación de procesos automáticos y programación de partes de control numérico).

El software gráfico para un particular sistema gráfico es muy funcional de acuerdo al tipo de hardware usado en el sistema. El software debe ser escrito especialmente para el tipo de monitor y el tipo de dispositivos de entradas usado en el sistema.

Newman and Sproull lista seis grandes reglas que deberían ser consideradas en el diseño de software gráfico:

1. **Simplicidad.** El software gráfico debe ser fácil de usar.
2. **Consistente.** El paquete debe operar de una manera consistente y predecible para el usuario.
3. **Completo.** No debería omitir inconvenientes en la puesta de funciones gráficas.
4. **Fuerte.** El sistema gráfico debe ser tolerante en menor importancia del mal uso del operador.
5. **Ejecutable.** Dentro de las limitaciones impuestas por el hardware del sistema, la ejecución debe ser explotada tanto como sea posible por el software. Los programas gráficos deben ser eficientes y veloces en respuesta, deben ser rápidos y consistentes.
6. **Económico.** Los programas gráficos no deben ser grandes o caros como para hacer su uso prohibitivo.

#### LA CONFIGURACION DEL SOFTWARE DE UN SISTEMA GRAFICO

En la operación de los sistemas gráficos para el usuario, una variedad de actividades toman lugar, los cuales pueden ser divididos en tres categorías:

1. Interacción con la terminal gráfica para alterar imágenes sobre la pantalla.
2. Construir un modelo de algo físico fuera de la imágenes sobre la pantalla. Los modelos son algunas veces llamados modelos de aplicación.
3. Introducir el modelo en la memoria de la computadora y/o en el almacenamiento secundario.

Trabajando el usuario en combinación con los sistemas gráficos desarrolla varias actividades mejores que la secuencial. El usuario construye un modelo físico y entradas a la memoria para interactuar describiendo imágenes a el sistema.

La razón de separar estas actividades en esta manera es que corresponden la configuración general del paquete de software usado con los sistemas gráficos interactivos. El software gráfico puede ser dividido en tres módulos de acuerdo a un modelo conceptual sugerido por Foley and Van Dam:

1. El paquete gráfico (Foley and Van Dam lo llamaron el sistema gráfico)
2. El programa de aplicación
3. La aplicación de base de datos

Esta configuración del software es ilustrada en la figura 10. El módulo central es el programa de aplicación. Controla el almacenamiento de datos y recupera los datos fuera de la aplicación de la base de datos. Este programa de aplicación es manejado por el usuario através de paquetes de gráficas.

El programa de aplicación es implementado por el usuario para construir el modelo de una entidad cuya imagen es vista en la pantalla gráfica. Los programas de aplicación son escritos para áreas de problemas particulares. Las áreas de problemas en ingeniería de diseño incluirían la arquitectura, construcción, componentes mecánicos, electrónicos, de ingeniería química, e ingeniería aeroespacial. Otras áreas de problemas en el diseño incluye simuladores de vuelos, despliegue gráfico de datos y análisis matemáticos. En cada caso, el software de aplicación es desarrollado en grande con imágenes y convensionen las cuales son apropiadas para este campo.

El paquete gráfico es el software soportado entre el usuario y las terminales gráficas. Maneja la interacción

gráfica entre el usuario y el sistema. También sirve como la interfase entre el usuario y el software de aplicación. El paquete gráfico consiste de subrutinas de entrada y subrutinas de salidas. La rutina de entrada acepta comandos de entrada y datos desde el usuario y avanzando con el programa de aplicación. Las subrutinas de salida controlan la terminal de despliegue (u otros dispositivos de salida) y convierte los modelos de aplicación en dos o tres dimensiones de dibujos gráficos.

El tercer módulo es la base de datos. La base de datos contiene definiciones matemáticas, numéricas, y definiciones lógicas de los modelos de aplicación, tales como circuitos electrónicos, componentes mecánicos, cuerpos de automóviles, etc. También incluye información alfanumérica asociada con los modelos, tales como proyectos de materiales, propiedades de la masa, y otros datos. El contenido de la base de datos puede ser desplegado fácilmente sobre el monitor o en otros dispositivos de salida.

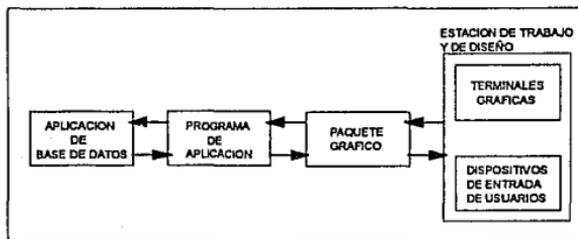


FIGURA 18.

#### III.4.1.1 KERNEL GRAFICO

El objetivo principal del software de gráficas estandarizado es la portabilidad. Cuando los paquetes se diseñan con funciones de gráficas estándar, el software puede moverse fácilmente hacia diferentes tipos de sistemas de hardware y usarse en diferentes instrumentaciones y aplicaciones. Sin normas, los programas diseñados para un sistema de hardware a menudo no pueden transferirse a otro sin reescribir el software.

Las organizaciones internacionales y nacionales de planeación de normas de muchos países han cooperado en un esfuerzo por crear un estándar que se acepte en general para las gráficas de computadora. Después de realizar un esfuerzo considerable, este trabajo sobre normas condujo a la creación del Sistema Kernel de Gráficas (GKS). Este sistema ha sido adoptado como norma de software de gráficas por la International Standards Organization (ISO) y por varias organizaciones nacionales de normas, como el American National Standards Institute (ANSI). Aunque GKS se diseñó originalmente como paquete de gráficas bidimensional, después se creó una extensión tridimensional de GKS.

Las funciones finales de GKS, adoptadas como normas, se vieron influenciadas por varias normas de gráficas propuestas con anterioridad. De particular importancia entre estas proposiciones iniciales es el Sistema de Gráficas de Núcleo (o simplemente núcleo), creado por el Graphics Standards Planning Committee de la SIGGRAPH, el Grupo de Interés Especial sobre Gráficas de Computadora de la Association for Computing Machinery (ACM).

Las funciones de gráficas estandar se definen como un conjunto de especificaciones abstractas, independientes de cualquier lenguaje de programación. Para instrumentar una norma de gráficas en un lenguaje de programación determinado, debe definirse una vinculación de lenguaje. Esta vinculación define la sintaxis para acceder las varias funciones de gráficas que se especifican dentro de la norma. Por ejemplo, GKS especifica una función para generar una secuencia de segmentos rectilíneos conectados con el título descriptivo.

polyline (n, x, y)

En FORTRAN 77, este procedimiento se instrumenta como una subrutina con el nombre GLP. un programador de gráficas, utilizando FORTRAN, invocaría este procedimiento con la proposición para llamar la subrutina

CALL GPL(N, X, Y)

Se han definido vinculaciones de lenguaje GKS para el FORTRAN, Pascal, Ada, C, PL/1 y COBOL. Cada vinculación del lenguaje se define para hacer aprovechar al máximo las capacidades del lenguaje correspondiente y para manejar varios aspectos de sintaxis, como los tipos de datos, paso de parámetros y errores.

Aunque GKS presenta una especificación de funciones básicas de gráficas, no ofrece una metodología estandar para una interfaz de gráficas con dispositivos de salida. Tampoco especifica métodos para modelado en tiempo real ni para almacenar y transmitir imágenes. Se han creado normas especiales para cada una de las tres áreas. La estandarización de los métodos de interfaz de dispositivo se da en el sistema de Interfaz de las Gráficas de Computadora (CGI). El sistema Metaarchivo de Gráficas de Computadora (CGM) especifica normas para archivar y trasportar imágenes. Y la Norma de Gráficas Interactiva Jerárquica del Programador (PHIGS) define métodos estándar para modelado en tiempo real y otras capacidades de programación de nivel superior no consideradas por GKS.

#### LIBRERIAS DE PROPOSITO GENERAL

Algunas firmas de software venden rutinas tratando de abarcar cada vez más funciones como aquellos con rutinas de graficación y las que permiten trabajar con una variedad de dispositivos gráficos. Semejantes rutinas incluyen funciones de digitalización, creación y manejo de símbolos, manipulación de desplegados (PAN, ZOOM, ETC).

Un conjunto de librerías que nos proporcionan las funciones gráficas son las que componen la filosofía WIMP (ventanas, iconos, mouse, punteros).

Las utilidades WIMP prporcionan un servicio de menú de pantalla pull-down que parece probable que sustituya a los menús de tablero y otros tipos de menú de pantalla.

Los menús de pantalla pull-down incorporan unas franjas de celdas rectangulares que se muestran alrededor del perímetro de la pantalla. En cada celda se muestra una opción de menú pictórica, denominada icono. Los iconos se pueden seleccionar utilizando cualquiera de los dispositivos descritos anteriormente. Sin embargo, el ratón es, actualmente, el mas popular. Se mueve por cualquier superficie, haciendolo en correspondencia sobre la pantalla. Cuando la flecha se posiciona sobre el icono deseado, se presiona un botón del ratón y aparece un menú secundario en una ventana de la pantalla.

#### LIBRERIAS DE PROPOSITO ESPECIFICO

Algunas rutinas son diseñadas para funcionar en un estrecho rango de funciones, las rutinas que son creadas para dibujar formas estructurales utilizadas en la ingeniería civil no pueden ser utilizadas en el diseño de un circuito electrónico, éste es un ejemplo de las rutinas de

propósito específico. Aunque su función principal de estas rutinas es la de graficar, no pueden ser utilizadas para una gran variedad de aplicaciones.

#### **FUNCIONES DE GRAFICAS**

Un paquete de gráficas de uso general ofrece a los usuarios una variedad de funciones para crear y manipular imágenes. Estas rutinas pueden categorizarse según se ocupen de salida, entrada, atributos, transformaciones de segmentos, visualización o control general.

Las estructuras básicas de imágenes se conocen como primitivas de salida. Entre ellas se incluyen cadenas de caracteres y entidades geométricas, como puntos, líneas rectas, polígonos y circunferencias. Las rutinas para la generación de primitivas de salida ofrecen las herramientas básicas para la construcción de figuras.

Los atributos son las propiedades de las primitivas de salida. Incluyen especificaciones de color e intensidad, estilos de líneas, estilos de texto y modelos de llenado de áreas. Las funciones dentro de esta categoría pueden usarse para fijar los atributos de grupos de primitivas de salida.

Dada la definición de primitivas y atributos de una figura en coordenadas mundiales, un paquete de gráficas proyecta una vista seleccionada de la imagen en un dispositivo de salida. Las transformaciones de vistas se utilizan para especificar la vista que se presentará y la porción del área en el despliegue de salida que se usará.

Las imágenes pueden subdividirse en partes componentes o segmentos. Cada segmento define una unidad lógica de la figura. Una escena con varios objetos podría definir la construcción de cada objeto en un segmento nombrado por separado. Las rutinas para procesar segmentos realizan operaciones como la creación, supresión y transformación de segmentos.

Las aplicaciones de gráficas interactivas hacen uso de varios tipos de dispositivos de entrada, como plumas luminosas, tablas y palancas de mando. Las operaciones de entrada se emplean para controlar y procesar los datos que fluyen desde estos dispositivos interactivos.

Por último, un paquete de gráficas contiene comúnmente varias tareas de mantenimiento, como el borrado de la pantalla de un despliegue o la inicialización de parámetros. Podemos agrupar las funciones para realizar estos trabajos rutinarios en el encabezado operaciones de control.

### III.4.1.2 PRIMITIVAS DE SALIDA

Las componentes geométricas más simples de una imagen son los puntos y las líneas, otros tipos de componentes geométricas son las áreas poligonales, figuras curvas y cadenas de caracteres. Todas estas componentes también son conocidas como primitivas de salida.

Los procedimientos que despliegan primitivas de salida producen estructuras geométricas. Dichos procedimientos toman la coordenada de la entrada e invocan algoritmos de despliegue para construir una figura geométrica en un dispositivo de salida seleccionado.

#### PUNTOS Y LINEAS

La graficación de puntos se instrumenta o implanta en un paquete de gráficas mediante la conversión de la información sobre las coordenadas de un programa de aplicaciones en instrucciones adecuadas para el dispositivo de salida en uso. Por ejemplo, en un monitor el haz de electrones se enciende para iluminar un punto fosforescente en la localidad especificada de la pantalla. En un sistema rastreador este se logra fijando el valor del bit en la posición coordenada que se especifica dentro del buffer de cuadros en 1. Por lo tanto, mientras el haz de electrones recorre cada línea de rastreo horizontal, este emite un estallido de electrones (traza un punto) siempre que se encuentre un valor de uno en el buffer de cuadros o de estructura.

Las instrucciones de trazo de líneas de un programa de aplicación definen líneas componentes de una imagen especificando las coordenadas de puntos extremos de cada línea. El despliegue de rastreo con rastreador, produce una línea graficando píxeles entre 2 extremos especificados.

Las posiciones de los píxeles se calculan a partir de la ecuación de la recta y los bits adecuados se colocan en el buffer de cuadros. Leyendo el buffer de cuadros, el controlador del despliegue activa después posiciones correspondientes en la pantalla. Como los píxeles se grafican en posiciones enteras, la línea trazada sólo puede aproximar posiciones de líneas reales entre los puntos extremos especificados.

#### Algoritmo de Bresenham

El algoritmo de bresenham es un algoritmo de línea muy efectivo para determinar las posiciones del pixel. Este

algoritmo halla las coordenadas enteras mas próximas a la trayectoria real de la recta utilizando aritmética entera.

- 1.- Dé como entrada los extremos de la línea, almacenar el extremo izquierdo en  $(x_1, y_1)$ , almacene el extremo derecho en  $(x_2, y_2)$ .
- 2.- El Primer punto que se selecciona para desplegarse es el punto extremo izquierdo  $(x_1, y_1)$ .
- 3.- Calcular

$$Ax = x_2 - x_1 \quad (1)$$

$$Ay = y_2 - y_1 \quad (2)$$

$$p_1 = 2Ay - Ax \quad (3)$$

si  $p_1 = 0$  el siguiente punto a desplegar es  $(x_1+1, y_1)$

en caso contrario el punto a desplegar es  $(x_1+1, y_1+1)$

- 4.- Continuar incrementando la coordenada x en pasos unitarios. En la posición  $x_{i+1}$ , la coordenada que se seleccionará, será  $y_i$  o bien  $y_{i+1}$ , según  $p_i < 0$  ó  $p_i \geq 0$ . Los cálculos de cada parámetro p dependen del último. Si  $p_i < 0$ , la forma del siguiente parámetro es

$$p_{i+1} = p_i + 2Ay \quad (4)$$

Pero si  $p_i \geq 0$

$$p_{i+1} = p_i + 2(Ay - Ax) \quad (5)$$

Por lo tanto si  $p_{i+1} < 0$  la sig. coordenada y que se selecciona es  $y_{i+1}$ . En caso contrario, seleccione  $y_{i+1}+1$ .

- 5.- Repita los procedimientos del paso 4 hasta que la coordenada x llegue a  $x_2$ .

Un procedimiento para implantar el algoritmo anterior se da en el programa que sigue. Las coordenadas de los puntos extremos de la recta sirven de entrada para este procedimiento a través de los parámetros  $x_1, y_1, x_2, y_2$ . La llamada de PutPixel fija la posición en el buffer de estructura para los puntos seleccionados.

```

Program linea;
uses crt, graph;
Var
MaxX, MaxY, CodigoError, ModoGraf, DrvGraf : Integer;
{*****}

procedure bres_line (x1, y1, x2, y2, color : integer);
var
dx, dy, x, y, x_end, p, const1, const2 : integer;
begin
dx := abs(x1 - x2);
dy := abs(y1 - y2);
p := 2 * dy - dx;
const1 := 2 * dy;
const2 := 2 * (dy - dx);
if x1 > x2 then begin
x := x2; y := y2;
x_end := x1
end
else begin
x := x1; y := y1;
x_end := x2
end;
PutPixel (x,y,color);
while x < x_end do begin
x := x + 1;
if p < 0 then p := p + const1
else begin
y := y + 1;
p := p + const2
end;
PutPixel (x, y, color);
end
end;
{*****}
Begin
DrvGraf := Detect;
InitGraph(DrvGraf,Modograf,'C:\TP');
CodigoError := GraphResult;
If CodigoError <> grOK Then
Begin
WriteLn('Error de gráficos: ',GraphErrorMsg(CodigoError));
Halt;
End;

MaxX := GetMaxX;
MaxY := GetMaxY;

repeat
bres_line (Random(MaxX),
Random(MaxY),
Random(MaxX),
Random(MaxY),
White);
Until KeyPressed;

CloseGraph;
End.
    
```

## ELIPSES Y CIRCUNFERENCIAS

### Circunferencias

Como la circunferencia es una componente común de muchos tipos de imágenes y gráficas, los procedimientos para generar circunferencias y elipses se incluyen a menudo en paquetes de gráficos. Los parámetros básicos que definen una circunferencia son las coordenadas del centro  $(x_c, y_c)$  y el radio  $r$  figura 19. Podemos expresar la ecuación de una circunferencia en varias formas, mediante parámetros de coordenadas Cartesianas o polares.

Una forma estándar de la ecuación de la circunferencia es el teorema de pitágoras:

$$(x - x_c)^2 + (y - y_c)^2 = r^2 \quad (6)$$

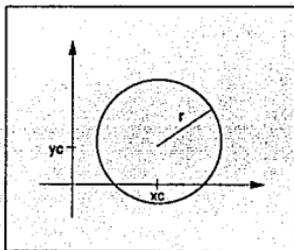


FIGURA 19.

### Algoritmo de circunferencia de Bresenham

Como sucede en el algoritmo de generación de líneas, las posiciones enteras a lo largo de una trayectoria circular pueden obtenerse determinando cual de los dos pixeles está más próximo a la circunferencia en cada etapa.

- 1.- Seleccione la primera posición para el despliegue como

$$(x_i, y_i) = (0, r) \quad (7)$$

- 2.- Calcular el Primer parámetro como

$P_i = 3 - 2r$  (8)

si  $p_i < 0$ , la sig. posición es  $(x_{i+1}, y_i)$   
de lo contrario, la sig posición es  $(x_{i+1}, y_{i-1})$ .

3.- Continúe incrementando la coordenada x en pasos unitarios y calcule cada parámetro sucesivo p a partir del anterior. Si para el parámetro anterior se halló que  $p_i < 0$  entonces

$$P_{i+1} = P_i + 4x_i + 6 \quad (9)$$

en caso contrario (para  $P_i \geq 0$ )

$$P_{i+1} = P_i + 4(x_i - y_i) + 10 \quad (10)$$

Por lo tanto, si  $p_{i+1} < 0$ , el sig. punto seleccionado es  $(x_{i+2}, y_{i+1})$ . De lo contrario, el siguiente punto es  $(x_{i+2}, y_{i+1}-1)$ .

La coordenada y es  $y_{i+1}=y_i$ , si  $p_i < 0$  o bien  $y_{i+1}=y_i-1$ , si  $p_i \geq 0$ .

4.- Repita los procedimientos del Paso 3 hasta que las coordenadas x y y sean iguales.

El procedimiento que sigue es un código de este algoritmo de circunferencia. La entrada para el procedimiento son las coordenadas del centro y del radio de la circunferencia. El procedimiento carga el arreglo del buffer de estructura con puntos situados en la circunferencia por medio de llamadas de la operación PutPixel.

```

Program circunferencia;
uses crt, graph;
Var
MaxX, MaxY, CodigoError, ModoGraf, DrvGraf : Integer;

{*****}

procedure Bres_circle (x_centro, y_centro, radio, color : integer);
var
  P, X, Y : integer;
procedure plot_circle_points;
begin
  PutPixel (x_centro + x, y_centro + y, color);
  PutPixel (x_centro - x, y_centro + y, color);
  PutPixel (x_centro + x, y_centro - y, color);
  PutPixel (x_centro - x, y_centro - y, color);
  PutPixel (x_centro + y, y_centro + x, color);
  PutPixel (x_centro - y, y_centro + x, color);
  PutPixel (x_centro + y, y_centro - x, color);
  PutPixel (x_centro - y, y_centro - x, color);
end;

```

```

begin
  x:= 0;
  y:= radio;
  p:= 3 - 2 * radio;
  while x < y do begin
    plot_circle_points;
    if p < 0 then p:= p + 4 * x + 6
    else begin
      p:= p + 4 * (x - y) + 10;
      y:= y - 1
    end;
    x:= x + 1
  end;
  if x = y then plot_circle_points
end;

(*****)
Begin
  DrvGraf := Detect;
  InitGraph(DrvGraf, Modograf, 'C:\TP');
  CodigoError := GraphResult;
  If CodigoError <> grOK Then
    Begin
      WriteLN('Error de gráficos: ', GraphErrorMsg(CodigoError));
      Halt;
    End;

  MaxX := GetMaxX;
  MaxY := GetMaxY;

  repeat
    bres_circle (100, {(Random(MaxX),)
                      200, {Random(MaxY),)
                      50, {Random(MaxX),)
                      White);
  Until KeyPressed;

  CloseGraph;
End.

```

### Elipses

Un algoritmo de trazo de circunferencias puede ampliarse para dibujar circunferencias o elipses. En la figura 20 se muestra una orientación de una elipse, con r1 que marca el eje semimayor y r2 como el eje semimenor. La forma estándar de la ecuación elíptica es

$$(x - xc / r1)^2 + (y - yc / r2)^2 = 1 \quad (11)$$

El algoritmo de Bresenham puede modificarse para generar formas elípticas utilizando la ecuación de la elipse en vez de la ecuación de la circunferencia.

Las coordenadas del centro de la elipse se asignan a los parámetros xc y yc y los ejes semimayor y semimenor se especifican en r1 y r2.

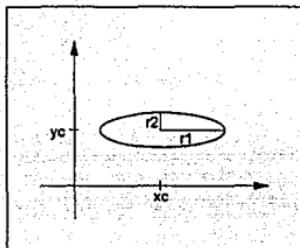


FIGURA 20.

#### OTRAS CURVAS

Los procedimientos para desplegar varias curvas utilizan métodos similares a aquellos que generan circunferencias y elipses. Las curvas que se encuentran comunmente incluyen funciones seno, funciones exponenciales, polinomiales, distribuciones de probabilidad y funciones de spline. Si se puede expresar una curva en forma funcional  $y=f(x)$ , los valores de  $y$  pueden calcularse y trazarse con respecto a un intervalo especificado de  $x$ . Los valores coordenados deben redondearse al entero mas próximo y la trayectoria de la curva puede llenarse con puntos individuales o segmentos rectilíneos. En muchas aplicaciones, las curvas aproximadas con segmentos de recta son mas adecuadas.

Las consideraciones de simetría mejoran la eficiencia de algunos algoritmos de generacion de curvas. Muchas curvas tienen patrones repetidos, de manera que puede ser posible obtener mas de un punto sobre la curva con un solo cálculo.

#### III.4.1.3 ATRIBUTOS DE LAS PRIMITIVAS DE SALIDA

Se pueden desplegar primitivas de salida con una variedad de atributos. Por ejemplo, las líneas pueden ser punteadas o con guiones, anchas o delgadas. Las áreas pueden llenarse con un color determinado o con una combinacion de colores. El texto puede aparecer leyendose de izquierda a derecha, diagonalmente inclinada a través de la pantalla o bien en columnas verticales.

La manera de incorporar opciones de atributos en un paquete de gráficas consiste de ampliar la lista de

parámetros asociada con cada comando primitivo de salida para incluir los atributos adecuados. Por ejemplo, un comando de trazo de puntos podría contener un parámetro de color, además de parámetros coordenados.

### **ESTILOS DE LINEA**

Los atributos del estilo de una línea determinan la forma en que se desplegará una línea por medio de una rutina de trazo de líneas. Los atributos comunes de una línea son su tipo, su anchura, y su color. Las rutinas para el trazo de líneas deben estructurarse para producir líneas con las características especificadas.

#### **Tipo de línea**

Los atributos del tipo de línea incluyen las líneas sólidas, líneas punteadas con líneas y líneas punteadas. Estos se implantan en un paquete de gráficas a través de modificaciones a los algoritmos de trazo de líneas a fin de acomodar el tipo de línea solicitado. Cuando se va a desplegar una línea punteada como líneas, el algoritmo de trazo de líneas produce secciones sólidas cortas a lo largo de la línea mientras se dejan en blanco secciones que intervienen.

#### **Anchura de línea**

La implantación de las opciones de anchura de las líneas depende del tipo de dispositivo de salida que se utilice. Una línea ancha en el monitor de video podría trazarse como líneas paralelas adyacentes, mientras que una graficadora de pluma podría requerir cambios de pluma. Como sucede con otros atributos, puede usarse un comando de anchura de línea para fijar la anchura regular de la línea en la lista de atributos. Este valor es utilizado por los algoritmos de trazo de líneas para controlar la anchura de líneas generadas con comandos primitivos de salida.

#### **Color e intensidad**

Varias opciones de color y nivel de intensidad pueden ponerse a disposición de un usuario, según las capacidades y objetivos de diseño de un sistema determinado.

Algunos sistemas ofrecen una amplia selección de colores; otros sólo tienen unas cuantas opciones. Los sistemas de rastreo con rastreador, por ejemplo, a menudo se diseñan para desplegar muchos colores, mientras que los monitores de rastreo al azar comúnmente ofrecen sólo unas

cuantas selecciones de color, si es que alguna. A los códigos de color por lo general se les asigna valores numéricos que varían desde 0 a través de enteros positivos. En el caso de un CRT, estos códigos de color se convierten en ubicaciones de nivel de intensidad para los haces de electrones en monitores de máscara de sombra o de penetración del haz. Con una graficadora de color, los códigos podrían controlar los depósitos de chorro de tinta o los cambios de la pluma.

#### LLENADO DE AREAS

Una ventaja de los sistemas rastreadores es su facultad de almacenar fácilmente, así como de desplegar áreas llenas de color o de un modelo de sombreado. Los modelos de llenado de estas áreas se almacenan como valores de color o de intensidad en un buffer de cuadros. Se han creado varios algoritmos para desplegar áreas llenas en los sistemas con rastreador. Un método hace uso de la definición de la frontera con el fin de identificar qué píxeles pertenecen al interior de un área. Otros métodos comienzan desde una posición en el interior del área y pintan hacia afuera desde este punto.

Un algoritmo de línea de rastreo emplea las intersecciones ubicadas entre las fronteras o límites del área y las líneas de rastreo para identificar píxeles que están dentro del área. La figura 21 ilustra un perfil de un área y una línea de rastreo individual que atraviesa el polígono. Las posiciones de los píxeles a lo largo de la línea de rastreo que están en la definición del polígono se fijan en los valores de intensidad o color que se especifique. Primero se considera como pueden constituirse un algoritmo de conversión de rastreo para polígonos. Este algoritmo puede adaptarse después a otras figuras, como la circunferencia, sustituyendo las ecuaciones de la recta con las que definen la frontera de la figura que se llenará.

Tomando por separado cada línea de rastreo, un algoritmo de conversión de rastreo localiza los puntos de intersección de la línea de rastreo con cada arista del área por llenar. Avanzando de izquierda a derecha, las intersecciones se forman en pares y los píxeles que intervienen se fijan en la intensidad o color de llenado que se especifique.

En el ejemplo de la figura 21, los cuatro puntos de intersección con los límites del polígono definen dos tramos de píxeles interiores.

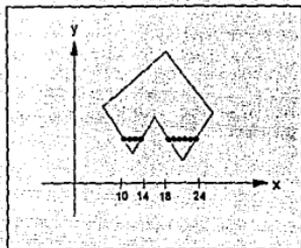


FIGURA 21.

#### TRANSFORMACIONES BIDIMENSIONALES

En muchas aplicaciones las formas y gráficas creadas con las primitivas de salida, existe la necesidad de alterar o manipular los despliegues. Algunas veces se necesita reducir el tamaño de un objeto o gráfica para colocarlo en un despliegue mas grande. También podría desearse probar la apariencia de modelos de diseño reacomodando las posiciones relativas y los tamaños también relativos de las partes del modelo.

En aplicaciones de animación, se necesita producir movimiento continuo de objetos desplegados alrededor de la pantalla. Estas manipulaciones se llevan a cabo aplicando transformaciones geométricas adecuadas a los puntos coordenados de un despliegue. Las transformaciones básicas son:

La traslación

La escalación

La rotación

Los objetos desplegados se definen por conjuntos de puntos coordenados. Las transformaciones geométricas son procedimientos para calcular nuevas posiciones de coordenadas de estos puntos, como lo requiere un cambio especificado en tamaño y orientación del objeto.

**Traslación:** la traslación es el movimiento en línea recta de un objeto de una posición a otra. Se traslada de un punto de la posición coordenada  $(x,y)$  a una nueva posición  $(x',y')$  agregando distancias de traslación  $T_x, T_y$ .

$$x' = x + Tx \quad y' = y + Ty \quad (12)$$

El par de distancia de traslación, (tx,ty) se denomina también vector de traslación o bien vector de cambio.

**Escalación:** Una transformación para alterar el tamaño de un objeto se denomina escalación. Esta operación puede efectuarse con polígonos multiplicando los valores coordenados (x,y) de cada vértice de frontera por los factores de escalación  $S_x$  y  $S_y$  para producir las coordenadas transformadas (x',y').

$$x' = x * S_x \quad y' = y * S_y \quad (13)$$

El factor de escalación  $S_x$  hace objetos a escala en la dirección x, mientras que  $S_y$  lo hace en la dirección y.

**Rotación:** La transformación de puntos de un objeto situados en trayectorias circulares se llama rotación. Este tipo de transformación se especifica con un ángulo de rotación, el cual determina la cantidad de rotación de cada vértice de un polígono. La figura 22 ilustra el desplazamiento de un punto de la posición (x,y) a la posición (x',y'), como lo determina un ángulo de rotación especificado  $\theta$  relativo al eje coordenado. En esta figura, el ángulo  $\phi$  es la posición angular original del punto desde la horizontal.

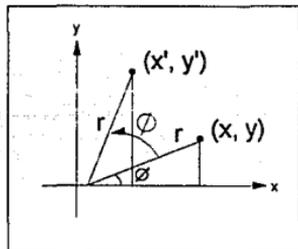


FIGURA 22.

Podemos determinar las ecuaciones de transformación de la rotación del punto de las relaciones existentes entre los lados de los triángulos rectángulos que se muestran y los

ángulos asociados. Mediante el uso de estos triángulos e identidades trigonométricas normales, se puede escribir

$$x' = r \cos(\phi + \theta) = r \cos\phi \cos\theta - r \operatorname{sen}\phi \operatorname{sen}\theta \quad (14)$$

$$y' = r \operatorname{sen}(\phi + \theta) = r \operatorname{sen}\phi \cos\theta + r \cos\phi \operatorname{sen}\theta \quad (15)$$

donde  $r$  es la distancia del punto desde el origen. También se tiene

$$x = r \cos\phi, \quad y = r \operatorname{sen}\phi \quad (16)$$

de modo que las ecuaciones anteriores pueden volver a expresarse en términos de  $x$  y  $y$  como

$$x' = x \cos\theta - y \operatorname{sen}\theta \quad (17)$$

$$y' = y \cos\theta + x \operatorname{sen}\theta \quad (18)$$

Se puede hacer que los objetos giren alrededor de un punto arbitrario modificando las ecuaciones anteriores para incluir las coordenadas  $(x_R, y_R)$  para el punto de rotación seleccionado (o punto pivote). Las ecuaciones se expresan así:

$$x' = x_R + (x - x_R) \cos\theta - (y - y_R) \operatorname{sen}\theta \quad (19)$$

$$y' = y_R + (y - y_R) \cos\theta + (x - x_R) \operatorname{sen}\theta \quad (20)$$

Existen muchas aplicaciones que hacen uso de las transformaciones básicas en varias combinaciones. Una figura, construida a partir de un conjunto de formas definidas, comúnmente requiere que cada forma se reduzca a escala, se haga girar y se traslade para que se adapte a la posición adecuada en la figura. Esta secuencia o sucesión de transformaciones podría llevarse a cabo paso a paso. Primero, las coordenadas que definen el objeto podrían reducirse a escala, después podría hacerse girar estas coordenadas a escala y finalmente las coordenadas rotadas podrían trasladarse a la localidad requerida. Un método más eficaz consiste en calcular las coordenadas finales en forma directa mediante el uso de los métodos matriciales, con cada una de las transformaciones básicas expresadas en forma de matriz.

Podemos escribir ecuaciones de transformación en forma de matriz consistente en expresar primero los puntos como coordenadas homogéneas. Esto significa que una posición coordenada bidimensional  $(x, y)$  se representa como la triada  $[xh \ yh \ w]$ , donde

$$xh = x * w, \quad yh = y * w \quad (21)$$

El parámetro  $w$  recibe un valor distinto de cero con la clase de transformaciones que se representarán. Para las transformaciones bidimensionales, se puede hacer  $w = 1$ .

Con las posiciones coordenadas expresadas en forma homogénea, las ecuaciones de transformación básicas pueden representarse como multiplicaciones matriciales que emplean matrices de transformación de 3 por 3. La ecuación 12 de transformación se convierte en :

$$[ x' \ y' \ 1 ] = [ x \ y \ 1 ] \begin{matrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 \\ T_x & T_y & 1 \end{matrix} \quad (22)$$

el vector de traslación se presenta como:

$$T(T_x, T_y) = \begin{matrix} 1 & 0 & 1 \\ 0 & 1 & 0 \\ T_x & T_y & 1 \end{matrix} \quad (23)$$

La forma matricial de las ecuaciones de traslación en forma compacta se convierte en:

$$P' = P * T(T_x, T_y) \quad (24)$$

Análogamente las ecuaciones de escalación 13 se escriben como:

$$[x' \ y' \ 1] = [x \ y \ 1] \begin{matrix} S_x & 0 & 0 \\ 0 & S_y & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{matrix} \quad (25)$$

el factor de escalación

$$S(S_x, S_y) = \begin{matrix} S_x & 0 & 0 \\ 0 & S_y & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{matrix} \quad (26)$$

y en forma compacta como

$$P' = P * S(S_x, S_y) \quad (27)$$

de las ecuaciones de rotación 17 y 18

$$[x' \ y' \ 1] = [x \ y \ 1] \begin{matrix} \cos \theta & \text{sen } \theta & 0 \\ -\text{sen } \theta & \cos \theta & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{matrix} \quad (28)$$

donde la rotación  $R(\theta)$  se representa

$$R(\theta) = \begin{pmatrix} \cos \theta & \text{sen } \theta & 0 \\ -\text{sen } \theta & \cos \theta & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{pmatrix} \quad (29)$$

y de manera compacta como

$$P' = P * R(\theta) \quad (30)$$

#### TRANSFORMACIONES COMPUESTAS

Cualquier sucesión de transformaciones pueden representarse como una matriz de transformación compuesta calculando el producto de las matrices de transformación individuales. La formación de productos de matrices de transformación por lo general se conoce como eslabonamiento o composición de matrices.

**Traslación.**- Dos traslaciones sucesivas de un objeto pueden efectuarse eslabonando primero las matrices de traslación, aplicando después la matriz compuesta a los puntos coordenados. Especificando las 2 distancias de traslación sucesivas como  $(Tx_1, Ty_1)$  y  $(Tx_2, Ty_2)$  se calcula la matriz compuesta como:

$$\begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 1 & 0 \\ Tx_1 & Ty_1 & 0 & Tx_2 & Ty_2 & 0 & Tx_1+Tx_2 & Ty_1+Ty_2 & 1 \end{pmatrix} \quad (31)$$

que demuestra que 2 traslaciones sucesivas son aditivas

$$T(Tx_1, Ty_1) * T(Tx_2, Ty_2) = T(Tx_1+Tx_2, Ty_1+Ty_2) \quad (32)$$

La transformación de puntos coordenados se expresa como

$$P' = P * T(Tx_1+Tx_2, Ty_1+Ty_2) \quad (33)$$

**Escalación:** el eslabonamiento de matrices de transformación de dos operaciones sucesivas de escalación produce la siguiente matriz de escalación compuesta:

$$S(Sx_1, Sy_1) * S(Sx_2, Sy_2) = S(Sx_1 * Sx_2, Sy_1 * Sy_2) \quad (34)$$

la matriz resultante en este caso demuestra que las operaciones de escalación son multiplicativas.

**Rotación:** la matriz compuesta de dos rotaciones se calcula como

$$R(\phi_1) * R(\phi_2) = R(\phi_1 + \phi_2) \quad (35)$$

Como sucede en el caso de las traslaciones, las rotaciones sucesivas son aditivas.

#### OTRAS TRANSFORMACIONES

**Reflexión:** La reflexión es una transformación que produce una imagen de espejo en un objeto. La imagen del espejo se genera relativa a un eje de reflexión. Los objetos pueden reflejarse con respecto al eje x mediante el uso de la siguiente matriz de transformación.

$$\begin{matrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & -1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{matrix} \quad (36)$$

Esta transformación conserva inalterados los valores de x pero modifica los valores de y.

Una reflexión con respecto a y modifica las coordenadas x mientras mantiene inalteradas las coordenadas y. Esta reflexión puede efectuarse con la matriz de transformación.

$$\begin{matrix} -1 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{matrix} \quad (37)$$

**Corte:** Estas transformaciones producen distorsiones de figuras que representan un efecto de doblez o de corte, como si un objeto estuviese compuesto de capas que se hacen deslizar la una sobre la otra.

Dos transformaciones de corte comunes son aquellas del corte de la dirección x y el corte en la dirección y.

Un corte en la dirección x se produce con la matriz de transformación

$$\begin{matrix} 1 & 0 & 0 \\ SHx & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{matrix} \quad (38)$$

Al parámetro SHx se le puede asignar cualquier número real. Esta transformación solo afecta los valores de las coordenadas x; los valores de las coordenadas y permanecen inalterados.

Puede construirse una matriz de transformación de corte semejante para generar al corte en la dirección y:

$$\begin{matrix} 1 & SHY & 0 \\ 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{matrix} \quad (39)$$

Esta transformación genera cambios verticales en las posiciones coordenadas.

El parámetro SHY puede fijarse en cualquier número real, el cual altera los componentes Y de una posición coordenada por una cantidad que es proporcional al valor x.

La figura 23 ilustra la conversión de un cuadrado en un paralelogramo con SHY = 2.

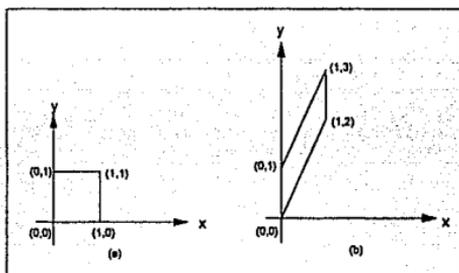


FIGURA 23.

#### VENTANAS, RECORTES Y SEGMENTOS

los programas de aplicaciones CAD/CAM definen imágenes en un sistema de coordenadas mundiales. Este puede ser cualquier sistema de coordenadas Cartesianas que un usuario halle conveniente. Las imágenes definidas en coordenadas mundiales son mapeadas por el sistema de gráficas en coordenadas de dispositivo. Comúnmente, un paquete de gráficas permite a un usuario especificar qué área de la definición de la imagen se desplegará y dónde se colocará en el dispositivo de despliegue. Podría elegirse una sola área para el despliegue o bien podrían seleccionarse varias áreas. Estas áreas pueden colocarse en localidades aparte del despliegue o bien un área puede servir como una pequeña inserción en un área mayor. Este proceso de transformación implica operaciones para trasladar y escalar áreas seleccionadas y para borrar partes de la imagen que estén

fuera de las áreas. Estas operaciones se conocen como colocación de ventanas y recorte.

**Ventanas:** un área rectangular que se especifica en coordenadas mundiales, se denomina ventana. El área rectangular en el dispositivo de despliegue en el cual se coloca la ventana se llama puerta de visión. El paso de una ventana en una puerta de visión se llama transformación de la visión o bien transformación de normalización. Los límites de la ventana se especifica en coordenadas mundiales. Las coordenadas de dispositivo normalizadas se usan con mayor frecuencia para la especificación de la puerta de visión, aunque las coordenadas del dispositivo pueden emplearse si hay solamente un dispositivo de salida en el sistema. Las posiciones de coordenadas que se expresan en coordenadas de dispositivo normalizadas deben convertirse a las coordenadas del dispositivo antes de que un dispositivo de salida específico haga el despliegue. Una rutina específica del dispositivo se incluye en paquetes de gráficas con éste fin. La ventaja de emplear coordenadas de dispositivo normalizadas es que el paquete de gráficas es considerablemente independiente del dispositivo, pueden utilizarse diferentes dispositivos de salida ofreciendo los conductores adecuados del dispositivo.

**Recortes:** el trazo del área de una ventana en una puerta de visión produce el despliegue solamente de las partes de la imagen que estan dentro de la ventana. Todo lo que esta fuera de la ventana se desprecia. Los procedimientos para eliminar todas las partes de una imagen definida situada fuera de fronteras especificadas se conocen como algoritmos de recorte o simplemente recorte.

la transformación de colocación de ventanas a menudo se realiza por el recorte de la ventana, trazando despues el interior de la ventana en la puerta de visión. Alternativamente, algunos paquetes trazan la definición en coordenadas mundiales en coordenadas de dispositivo normalizadas primero y despues se recortan los limites de la puerta de visión.

**Segmentos :** en muchas aplicaciones, los despliegues de gráficas se manejan más eficientemente definiendo y modificando una imagen como un conjunto de subimágenes.

Un conjunto de primitivas de salida (y sus atributos asociados) que estan dispuestas y rotuladas como un grupo se denominan segmento. Para ofrecer operaciones con segmentos, un paquete de gráficas debe incluir capacidades para crear y borrar segmentos. Cuando un usuario crea segmentos, las posiciones coordenadas y los valores de los atributos que se

especifican en el segmento se almacenan como un grupo rotulado en una lista de segmentos del sistema.

Los paquetes ofrecen la creación, el borrado, modificación, reapertura de segmentos.

#### REPRESENTACIONES TRIDIMENSIONALES

Los objetos sólidos pueden representarse para despliegues de gráficas en varias formas. en algunos casos, puede darse una descripción precisa de un objeto en términos de superficies bien definidas. Un cubo se construye con 6 caras planas; un cilindro es una combinación de una superficie curva y 2 superficies planas; y una esfera se forma con una sola superficie curva. Cuando deben representarse objetos más complejos, se utilizan métodos de aproximación para definir los objetos.

Una manera en que el usuario representa un objeto arbitrario en un paquete de graficas consiste en determinar su forma aproximada con un conjunto de caras poligonales planas. Las superficies de sólidos podrían describirse también mediante ecuaciones de curvas paramétricas o bien representaciones fractales. En algunas aplicaciones, las definiciones de sólidos se dan como métodos de construcción que forman los sólidos a partir de formas o figuras mas simples. Una técnica para construir un sólido consiste en desplazar un modelo bidimensional a través de una región en el espacio, creando un volumen. Otra técnica de construcción hace uso de métodos de geometría sólida o del espacio para combinar un conjunto básico de objetos tridimensionales, como bloques, pirámides y cilindros.

#### Transformaciones tridimensionales

Los métodos para trasladar, escalar y hacer girar objetos en 3 dimensiones se amplían de métodos bidimensionales incluyendo consideraciones para la coordenada z.

**Traslación:** En una representación coordenada homogénea tridimensional, un punto es trasladado de la posición  $(x,y,z)$  a la posición  $(x',y',z')$  con la operación matricial

$$\begin{bmatrix} x' & y' & z' & 1 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} x & y & z & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \\ T_x & T_y & T_z & 1 \end{bmatrix} \quad (40)$$

Los parámetros Tx, Ty y Tz que especifican distancias de traslación para las coordenadas, reciben la asignación de cualquier valor real. La representación matricial es equivalente a las 3 ecuaciones.

$$x' = x + Tx, \quad y' = y + Ty, \quad z' = z + Tz \quad (41)$$

Un objeto se traslada en 3 dimensiones transformando cada punto definidor del objeto. La traslación de un objeto, representada como un conjunto de superficies poligonales se efectúa trasladando los valores coordenados para cada vértice de cada superficie. El conjunto de posiciones coordenadas trasladadas de los vértices define entonces la nueva posición del objeto.

**Escalación:** La operación matricial para realizar la escalación en 3 dimensiones relativa al origen coordenado

$$[x' \ y' \ z' \ 1] = [x \ y \ z \ 1] \begin{matrix} Sx & 0 & 0 & 0 \\ 0 & Sy & 0 & 0 \\ 0 & 0 & Sz & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{matrix} \quad (42)$$

donde los parámetros de escalación Sx, Sy y Sz se les asigna cualquier valor positivo, esta operación matricial escala un punto en (x,y,z) a la posición (x',y',z') con las ecuaciones de escalación

$$x' = x * Sx, \quad y' = y * Sy, \quad z' = z * Sz \quad (43)$$

Como la transformación se aplica para definir puntos en un objeto, el objeto se escala y se desplaza en relación con el origen coordenado. Si los parámetros de transformación no son todos iguales, las dimensiones relativas del objeto también se combinan. Una escalación uniforme (Sx=Sy=Sz) preserva la forma original de un objeto.

**Rotación:** Para especificar una transformación de rotación de un objeto, se debe designar un eje de rotación (en torno al cual se hará girar un objeto) y la cantidad de rotación angular. En aplicaciones bidimensionales, el eje de rotación siempre es perpendicular al plano xy. En 3 dimensiones, un eje de rotación puede tener cualquier orientación espacial.

Los ejes de rotación más fáciles de manejar son aquellos que son paralelos a los ejes coordenados. Asimismo, podemos valernos de las rotaciones en torno a los 3 ejes paralelos con el fin de producir una rotación en torno a cualquier eje de rotación especificado en forma arbitraria.

### III.5 INTERFASES

Al diseñar un paquete de gráficas, necesitamos considerar no solo las operaciones de graficación que se efectuarán sino también la forma en que estas operaciones se pondrán a disposición de un usuario. Esta interfaz debe diseñarse de manera que se proporcione un medio adecuado y efectivo para que el usuario accese funciones de gráficas básicas, como el despliegue de objetos, establecimiento de atributos de realización de transformaciones.

Cualquiera que sea el tipo de aplicación al que se destine, necesitamos decidir que diálogo interactivo sirve mejor al usuario, el tipo de rutinas de manipulación que se utilizarán y los dispositivos de salida que resultan adecuados para el tipo de aplicación implicada.

#### COMPONENTES DE LA INTERFAZ DEL USUARIO

Existen muchos factores que se incluyen en el diseño de la interfaz del usuario. Además de las operaciones específicas que se pondrán a disposición del usuario, debemos considerar cómo se organizan los menús, cómo responderá el paquete de gráficas a la entrada y a errores, cómo se organizará el despliegue de salida y cómo se documentará y explicará el paquete al usuario. Para ayudarnos a explorar estos factores, consideramos el diseño de la interfaz de un usuario en términos de las componentes que siguen.

Modelo del usuario

Lenguaje de comando

Formato de menú

Métodos de retroalimentación

Formatos de salida

#### Modelo del usuario

El diseño de la interfaz de un usuario comienza con el modelo del usuario. El modelo determina la estructura conceptual que se le presentará al usuario. El modelo describe para lo que está diseñado el sistema y de qué operaciones de graficación se dispone.

Básicamente, el modelo del usuario define el sistema de gráfica en términos de objetos y las operaciones que pueden efectuarse con los objetos. Para un sistema de proyección de

una instalación, los objetos pudieran definirse como un conjunto de elementos de mobiliario ( mesas, sillas, etc) y entre las operaciones a disposición se incluirían aquellas para posicionar y eliminar diferentes piezas de mobiliaria dentro del proyecto de la instalación.

Objetos como los elementos de mobiliario y de circuitos se denominan objetos de aplicación. Además de estos, el modelo del usuario podría contener otros objetos de control. Ejemplos de objetos de control son los cursores para seleccionar posiciones en la pantalla, símbolos de selección y retículas de posicionamiento.

Sólo deben emplearse conceptos bien conocidos en el modelo del usuario. El modelo no debe contener referencias de conceptos que puedan ser desconocidas para un usuario. Por ejemplo, no existe ninguna razón para suponer que un arquitecto conocería los términos de la estructura de datos.

En conjunto, el modelo del usuario debe ser lo más simple y consistente que sea posible. Un modelo complicado es difícil de entender para un usuario y le resulta complicado trabajar con él en forma eficiente. El número de objetos y operaciones de graficación del modelo deben minimizarse a sólo aquellas que se necesitan en la aplicación. Esto hace que al usuario le sea fácil aprender el sistema. Por el otro lado, si el paquete se simplifica demasiado, puede ser fácil de aprender pero difícil de aplicar. El diseñador del modelo del usuario debe buscar asimismo consistencia. Los objetos y las operaciones no deben definirse en diferentes formas cuando se utilicen en distintos contextos.

#### **Lenguaje de comando**

El lenguaje interactivo elegido para un paquete de gráficas debe ser lo más natural posible para que el usuario lo aprenda, con todas las operaciones especificadas en términos relativos al área de aplicación. Los comandos deben diseñarse de modo que el usuario no tenga que aprender nuevos conceptos, así como también el nuevo lenguaje.

#### **- Minimización de la memorización**

Cada operación del lenguaje de comando debe estructurarse de manera que un usuario pueda entenderla con facilidad y recuerde el objetivo de la misma. Deben evitarse los formatos de comandos oscuros, complicados, inconsistentes y abreviados. Sólo confunden a un usuario y reducen la efectividad del paquete de gráficas.

Para un usuario menos experimentado, un lenguaje de comando con pocas operaciones fácilmente asimilables es por lo general más efectivo que un conjunto de operaciones grande y general. Un conjunto de comandos simplificado es fácil de aprender y recordar, y el usuario puede concentrarse en la aplicación en vez del lenguaje.

#### - Facilidades de ayuda para el usuario

Es muy importante que se incluyan facilidades de ayuda en el lenguaje de comando. Diferentes niveles de ayuda permiten a los usuarios principiantes obtener instrucciones detalladas, mientras que los más experimentados pueden obtener solicitudes de entrada breves que no interrumpan su concentración.

Las facilidades de ayuda pueden incluir una sesión "tutorial" que ofrezca instrucción acerca de cómo utilizar el sistema. Un principiante puede revisar el paquete y hacer un repaso general de las funciones del paquete y de la forma en que opera el conjunto de comandos básicos. Pueden ofrecerse varias aplicaciones de ejemplo de manera que el usuario pueda apreciar la forma en que las operaciones trabajan en realidad en aplicaciones comunes.

#### - Respaldo y manejo de errores

Durante cualquier secuencia de operaciones, debe disponerse de algún mecanismo sencillo de respaldo o aborto.

Con frecuencia, una operación puede cancelarse antes de que se complete la ejecución, con el sistema restituido en el estado en que se encontraba antes de que se iniciara la operación. Con la capacidad del respaldo en algún punto, un usuario puede explorar con confianza las capacidades del sistema, sabiendo que pueden eliminarse los efectos de cualquier error.

El respaldo puede ofrecerse en muchas formas. Las posiciones de ventanas y puertas de visión pueden probarse y los objetos pueden llevarse a diferentes posiciones antes de decidir su ubicación final. Algunas veces un sistema puede respaldarse a través de varias operaciones, permitiendo al usuario volver a colocar el sistema en algún punto especificado.

En un sistema con extensas capacidades de respaldo, todas las entradas podrían salvarse de manera que un usuario pueda respaldar y "volver a correr" cualquier parte de una sesión.

### Formato de menú

Muchos paquetes de gráficas utilizan menús. En algunos casos, toda la entrada del usuario se especifica con selecciones del menú. cuando se emplean menús en el programa, el usuario es liberado de la carga de recordar opciones de entrada. Esto no sólo reduce la cantidad de memorización que se requiere del usuario enlistando la gama de opciones disponibles, sino que también impide que el usuario seleccione las que no sean válidas en ese punto. Además, los menús pueden alterarse fácilmente para dar cabida a diferentes aplicaciones, mientras las llaves o botones de función deben reprogramarse y volver a rotularse si van a alterarse. Los menús pueden utilizarse como el mecanismo de entrada de operaciones y valores de parámetros.

En general, los menús con menos opciones son más efectivos, ya que reducen la cantidad de tiempo de búsqueda que se necesita para encontrar una opción determinada y ocupan menos espacio en la pantalla. Por lo general, los menús se colocan en un lado de la pantalla de manera que no interfieran con la imagen desplegada. Cuando se va a presentar un menú extenso con largas descripciones de cada opción, quizá tenga que ocupar toda la pantalla tal que la imagen y el menú se desplieguen en forma alternada. Esto puede tener un efecto de interrupción en la sucesión de ideas del usuario, ya que la continuidad visual con la imagen se pierde cada vez que se hace una selección del menú. Los menús que ocupan toda la pantalla deben evitarse acortando las descripciones de las opciones de menú y dividiendo las selecciones en dos o más submenús.

Los elementos listados en un menú pueden presentarse como cadenas de caracteres o bien como íconos gráficos. Tales símbolos son de utilidad en la presentación de menús para el diseño de circuitos y la planificación de proyectos de instalaciones. Los íconos pueden usarse asimismo para describir los significados de algunas acciones.

Las ventajas de los íconos son que por lo general ocupan menos espacio y se reorganizan más rápidamente que las descripciones de texto correspondientes.

### Métodos de retroalimentación

Una parte importante de cualquier sistema de gráficas es la cantidad de retroalimentación suministrada a un usuario. El sistema necesita realizar un diálogo interactivo e informar al usuario qué está haciendo el sistema en cada etapa. Esto es particularmente importante cuando el tiempo de respuesta es alto. Sin retroalimentación, un usuario puede empezar a preguntarse

qué está haciendo el sistema y si la entrada debe volver a darse.

Conforme cada entrada del usuario es recibida, debe aparecer una respuesta inmediatamente en la pantalla. El mensaje debe de ser breve e indicar con claridad el tipo de procesamiento en proceso. Esto no sólo informa al usuario que la entrada se ha recibida, sino que también le indica en qué está trabajando el sistema de manera que pueda corregirse cualquier entrada de error.

#### **Formatos de salida**

La información que se presenta al usuario de un paquete de gráficas incluye una combinación de imágenes, menús, mensajes de salida y otras formas de diálogo generadas por el sistema. Existen muchas posibilidades para disponer y presentar esta información de salida al usuario y el diseñador de un paquete de graficas debe considerar la mejor manera de diseñar los formatos de salida para lograr la mayor efectividad visual. Las consideraciones en el diseño de formatos de salida incluyen estructuras de menú y mensajes, figuras de iconos y símbolos y los proyectos en toda la pantalla.

La estructura de muchos símbolos que se utilizan en un paquete de gráficas depende del tipo de aplicación para la cual se dirige el paquete, como el diseño eléctrico, planificación arquitectónica o proyectos de instalación. Las formas o figuras de los símbolos se escogen de modo que ofrezcan una imagen todavía más clara y simple del objeto u operación que se supone deben representar. Otros símbolos, como los cursores o apuntadores de menú, deben diseñarse para que sean claramente diferentes de los iconos. En algunos casos, un paquete puede permitir al usuario especificar la forma de algunos símbolos.

Con algunas aplicaciones conviene tener una capacidad de acercamiento a disposición. Esto permite a un usuario ampliar partes seleccionadas de una imagen o bien mostrar una vista mas amplia de una escena, como si el usuario se alejara de una pequeña zona de una imagen mayor de modo que llene el área de trabajo. El agrandamiento puede realizarse para desplegar detalles adicionales que no pueden apreciarse en la imagen total.

### III.6 ESTANDARES

#### III.6.1 ESTANDARES GRAFICOS Y DE COMUNICACION

El software se puede obtener como parte de un sistema CAD completo (incluyendo todos los elementos hardware) de un suministrador. Esto se denomina sistema llave en mano, que puede resultar muy satisfactorio para muchas empresas. Los proveedores de sistemas llave en mano raramente suministran todos los elementos del sistema. Por ejemplo, en muchos casos producen el software y compran el hardware de otras varias fuentes.

Alternativamente, los usuarios eligen paquetes software de aplicación especializados de diferentes suministradores y obtienen así la combinación adecuada de programas que cubren las propias necesidades. Esto naturalmente, es solamente posible si todos los paquetes pueden ejecutarse sobre el mismo ordenador central y su hardware asociado.

En cualquiera de los casos anteriores, se necesita que el software y el hardware sean capaces de comunicarse entre sí por medio de códigos estandar de datos gráficos. Los principales objetivos de la estandarización gráfica son, pues:

- a) Proporcionar versatilidad en la combinación de los elementos software y hardware en sistemas llave en mano.
- b) Permitir la creación de paquetes de software de aplicaciones portables que se puedan ejecutar con facilidad en una amplia gama de configuraciones hardware.
- c) Permitir la transferencia de datos gráficos entre dos o más empresas que puedan tener sistemas CAD diferentes.

#### NIVELES DE COMUNICACIONES ESTANDARES DE GRAFICOS

El mayor problema en la introducción de estandares y especificaciones gráficas ha sido el de conseguir su aceptación internacional. Sin embargo, algunos han alcanzado ya una posición predominante y poseen diversos grados de adopción para los dos institutos de estandares más importantes, denominados ANSI (American Standar Institute) e ISO (Internacional Standar Organization).

Los niveles de comunicación de estandares gráficos se ilustran en la figura 24 y se pueden agrupar como sigue:

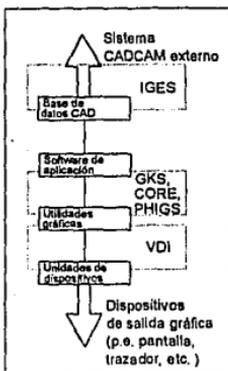


FIGURA 24.

a) Comunicación entre software de utilidades gráficas y dispositivos de salida gráfica (por ejemplo, pantallas, trazadores, etc).

El estándar más importante de esta categoría es VDI (Interfase de dispositivo visual). Aunque, actualmente, se le denomina CGI (Interfase gráfica de Ordenador) el término VDI subsiste todavía en muchos ámbitos. VDI especifica un formato estándar para transferir datos gráficos entre los programas de utilidad gráfica y los dispositivos. Un direccionador de dispositivo es un programa a medida del usuario que convierte los códigos gráficos estándar en datos significativos a un tipo específico de dispositivo de salida gráfica.

b) Comunicación entre software de aplicaciones y utilidades gráficas. El estándar más aceptado universalmente es el GKS (Sistema de núcleo gráfico) desarrollado en Alemania Federal en 1979. GKS es un conjunto de estándares gráficos que proporcionan una interfase entre paquetes software de aplicaciones y programas de utilidades gráficas de cualquier sistema CAD. GKS es similar conceptualmente al primer estándar americano denominado CORE, que se utiliza aún por algunos fabricantes CAD. Recientemente se ha propuesto un conjunto de estándares denominados PHIGS (Interfase jerárquica para programadores de gráficos), cuyo

propósito es eliminar algunas de las actuales restricciones de GKS.

Las facilidades más avanzadas en la especificación PHIGS incluyen estructuras jerárquicas de datos gráficos muy sofisticadas y la inclusión de la geometría de datos en 3D.

C) Comunicaciones entre diferentes sistemas CAD. La especificación más importante es aquí IGES (Especificación de intercambio gráfico inicial) que se desarrolló entre 1979 y 1982 y que ha sido parcialmente adoptada por ANSI.

IGES es un formato estandar de códigos para datos CAD/CAM que es independiente de cualquier suministrador del sistema. Es posible así que se transfieran datos de fabricación y gráficos entre sistemas diferentes. IGES clasifica los diferentes tipos de datos en entidades que pueden ser de las tres categorías siguientes:

- 1) GEOMETRIA, por ejemplo, puntos, líneas, áreas, planos, nodos de elementos finitos, etc.
- 2) ANOTACION, es decir, tipos de dimensión, líneas de centro, puntas de flecha, etc.
- 3) ESTRUCTURA, es decir, grupos geométricos, marco definiciones, matrices circulares, etc.

La figura 25 muestra la filosofía de los datos intercambiados vía IGES.

Para usar IGES, cada sistema CAD/CAM se suplementa con dos programas traductores: un pre-procesador y un post-procesador. Los datos de salida se obtienen de la base de datos CAD del sistema CAD/CAM que transmite y se convierten en entidades IGES por el pre-procesador. Estos datos independientes se transmiten, entonces, al post-procesador del sistema CAD/CAM receptor. El post-procesador convierte las entidades IGES en datos específicos comprensibles por el sistema receptor.

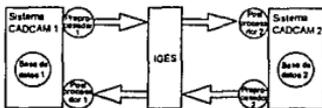


FIGURA 25.

### **III.7 ASPECTOS DEL CAM**

#### **CONTROL NUMERICO**

NC es una técnica que controla las acciones de las máquinas por medio de instrucciones en forma de un código alfanumérico.

Las instrucciones codificadas se suministran a la máquina como bloques de información. Cada bloque se interpreta por la máquina NC como una instrucción para realizar una simple operación. Por ejemplo, un bloque de instrucción típica podría comandar una máquina NC para mover un eje relativo a la pieza de trabajo en una dirección y distancia establecidas y a una velocidad y alimentación de ejes también establecidas. Las aplicaciones típicas de NC incluyen torneado, fresado, oxicorte, soldadura, estampación y perforación.

Un programa NC es un conjunto de bloques de intrucciones que comanda la máquina NC para realizar una tarea específica. La más común de tales tareas es el maquinado completo de un componente de ingeniería, o pieza. Este tipo de programa NC se denomina por consiguiente programa de pieza, y es uno de los principales componentes de un proceso CAD/CAM.

Las máquinas NC tradicionales no contienen inteligencia local y por consiguiente su programa de pieza tiene que alimentarse manualmente normalmente por medio de una cinta de papel perforada. Trabajando con el dibujo del componente diseñado y con las hojas de planificación, el programador de pieza escribe los bloques de programa para las operaciones de maquinado requeridas manualmente. Esto se realiza normalmente en un lugar remoto en la máquina NC. El programa se copia entonces con el teclado de una máquina perforadora de papel que convierte cada carácter del programa (letra, número, o signo de puntuación) en una hilera de perforaciones sobre una cinta de papel. cada hilera sucesiva tiene un modelo particular que representa un número de código binario para el carácter del lenguaje NC teclado.

Una vez que el programa se ha perforado, la cinta de papel se extrae de la máquina perforadora y se alimenta a la unidad de control de máquina (MCU) de la máquina NC. Al no tener memoria, la MCU solo puede leer simples bloques de instrucciones con las respectivas operaciones de maquinado que tiene lugar después de que ha sido leído cada bloque.

Se puede producir así cualquier número de componentes idénticos utilizando la misma cinta de papel NC, que se puede almacenar para usos futuros.

### CONTROL NUMERICO POR ORDENADOR (CNC)

CNC utiliza los principios esenciales del NC tradicional, pero emplea un programa almacenado para realizar las funciones NC básicas. El ordenador está ubicado dentro de la unidad de control de la máquina y permiten que se creen programas de piezas a través de su software y almacenarlos en memoria.

El método básico de creación de programas de piezas CNC se denomina Entrada Manual de Datos (MDI) que involucra la entrada de instrucciones por el teclado que, como el ordenador, está anexionado a la máquina.

El propio programa de piezas CNC no cambia en formato del NC. Se teclan los mismos bloques de instrucciones alfanuméricos en el teclado CNC que los que se introducirían en la cinta perforada de la máquina NC. El ordenador CNC convierte las instrucciones alfanuméricas en impulsos binarios conforme a los estándares ASCII/ISO o códigos NC EIA.

Una vez creado, el programa de piezas puede ser ejecutado cuantas veces se desee directamente desde la memoria. Puede ser almacenado permanentemente en una cinta de papel perforado (generado automáticamente desde un computador CNC), pero los modernos sistemas CNC almacenan los programas de pieza en casetes de cinta magnética o discos magnéticos floppy similares a aquellos usados en aplicaciones CAD.

CNC tiene las siguientes ventajas sobre el tradicional NC:

a) Los programas de pieza se pueden introducir y editar directamente en la unidad de máquina, sin tener que pasar por el proceso inicial de cinta de papel perforada.

b) El programa de pieza completo se puede almacenar en la memoria del ordenador y ejecutarse como un ciclo de producción completo en lugar de tener la máquina que realizar operaciones simples cada vez que lee un bloque de instrucciones.

c) El programa de pieza CNC sólo necesita ser cargado una vez para cualquier número de ejecuciones del programa que se desee.

d) El software CNC puede contener procedimientos automáticos para rutinas de maquinado comunes ("ciclos pre-establecidos"). Los cuales se pueden activar mediante simples instrucciones del programa.

e) Los programas CNC pueden incluir subrutinas para secuencias de maquinado repetidas. Una vez programadas, se pueden llamar repetidamente en cualquier etapa posterior del programa, eliminando así la necesidad de datos de entrada idénticos.

f) El software CNC puede incluir facilidades de compensación de herramientas que permiten una versatilidad en el tamaño de las herramientas en la producción de un componente en particular. Por ejemplo, la línea de corte de un perfil maquinado se puede desplazar, independientemente del tamaño de la herramienta elegida.

g) Se pueden parametrizar formas similares dentro del programa de pieza CNC, con dimensiones individuales tan variadas como se desee de la misma forma que en la creación de una macro paramétrica de estándares de dibujo de una librería CAD.

h) CNC permite comunicación directa con otro sistema informático tal como una base de datos CAD, con ordenadores centrales de control numérico directo (DNC) y con sistemas CAPM.

#### **CARACTERISTICAS DEL PROGRAMA**

1) Ciclos preestablecidos o ciclos fijos, son procedimientos automáticos para rutinas de operación comunes que se pueden accionar con un comando de programa sencillo ahorrándose así una gran cantidad de tiempo y esfuerzo. La naturaleza del ciclo preestablecido depende del tipo de aplicación CNC.

2) Bucles de programa que se pueden utilizar para minimizar pasos de programación laboriosos (por ejemplo, un determinado número de perforaciones enrejilladas igualmente separadas). Se puede incluir un simple comando que indique al ordenador el "salto hacia atrás" para repetir el comando un cierto número de veces después de establecer cada vez un cierto incremento.

Se pueden incluir en el programa "bucles dentro de bucles" complejos. Tal secuencia se denomina bucle anidado.

3) Como en el software CAD una macro de programa CNC es una subrutina que acciona un cierto número de operaciones en respuesta a un simple comando. Las macros CNC, como los bucles, se utilizan para controlar operaciones de fabricación repetitivas. A diferencia de los bucles, una macro, una vez escrita, comienza con un número de secuencia

externo a la estructura principal del programa y se puede llamar, cuando se requiera, en cualquier etapa del programa.

Una macro puede ser:

- a) Tipo sistema (es decir, integrada en el software del sistema) o
- b) Definida por el usuario (es decir, programada individualmente por el usuario).

Las macros del sistema están contenidas en una librería de la base de datos y se pueden llamar y ejecutar por medio de un simple comando dentro del programa de pieza. Realizan, por consiguiente una función similar a los ciclos preestablecidos. Sin embargo, mientras el término "ciclo preestablecido" se refiere normalmente a subrutinas fijas contenidas dentro de la memoria central de la máquina CNC, las macros del sistema se almacenan en el paquete de discos del software.

Las macros definidas por el usuario se pueden considerar como estandares en la librería de la base de datos para utilizarse en un programa de pieza futuro, o alternativamente crearse como una sección integral de un programa de pieza concreto.

Las macros paramétricas se utilizan para realizar formas repetidas con características similares, pudiéndose alterar las especificaciones y dimensiones individuales (es decir, parámetros), requeridas cada vez que sean llamadas.

#### CONTROL NUMERICO DIRECTO (DNC)

La entrada manual de datos en el teclado CNC tiene el inconveniente de hacer que la máquina esté inoperativa mientras se está introduciendo o editando el programa.

En un sistema DNC se puede crear el programa de pieza en un host central que alimenta directamente los datos a la máquina CNC. Se pueden acoplar diversas máquinas CNC al ordenador principal y trabajar mientras que se está desarrollando el programa de pieza.

Particularmente el DNC es autoapropiado para técnicas de programación de piezas asistidas por ordenador y para simulación gráfica de procesos de producción. También el ordenador central puede recibir datos de otros sistemas tales como CAD y gestión de la producción a través de una base de datos común. DNC puede llegar así a ser una componente vital enlazada a un sistema CAD/CAM y es una organización de fabricación integrada con ordenador (CIM).

### PROGRAMACION DE PIEZAS ASISTIDAS POR ORDENADOR (CAPP)

Aunque el DNC se puede realizar introduciendo los códigos del programa de pieza en el ordenador central, los programas se crean incrementalmente bien mediante un enlace CAD/CAM directo o bien mediante paquetes de software CAPP de "usuario amigable". Los paquetes CAPP emplean, normalmente, formas del lenguaje simplificadas, técnicas gráficas; o una combinación de ambas. La programación de piezas gráfica se realiza con pantallas VDU y se conoce habitualmente como Control numérico gráfico (GNC). Los sistemas gráficos pueden proporcionar, también, simulaciones de corte de herramientas y producción de datos tales como ciclos de tiempo.

El software CAPP proporciona facilidades adicionales, tales como la posibilidad de realizar cálculos trigonométricos complejos.

El formato CAPP específico depende de la empresa que escriba el paquete de software. Sin embargo, muchos paquetes se basan en sistemas APT (Herramientas programadas automáticamente), que son compatibles en una amplia gama de ordenadores y máquinas CNC. APT es, efectivamente, tanto un sistema de programación como un lenguaje de programación de piezas, que se emplea internacionalmente.

#### Estructura del software CAPP

La mayoría de los paquetes de software CAPP se dividen en tres secciones principales:

- . Definición de la geometría
- . Procesador de fabricación
- . Post-procesador

#### 1) Definición de la Geometría

Supone la descomposición de la forma del componente en sus elementos geométricos primitivos. En el sistema APT, estas primitivas incluyen puntos, líneas, círculos, planos, cilindros, conos y esferas.

#### 2) El procesador de fabricación

Utiliza las definiciones geométricas para generar los datos necesarios para producir el componente. Los datos típicos que se introducen en esta etapa son el tamaño de la herramienta de corte, la velocidad del husillo, y la velocidad de alimentación.

### 3) El post-procesador

Es la parte del paquete de software CAPP que convierte las sentencias similares al inglés del lenguaje APT en instrucciones codificadas que pueden ser entendidas por la máquina CNC. Los post-procesadores son, comparativamente hablando, simples programas.

La principal ventaja de CAPP es su versatilidad y uso amigable. Una vez que se ha elegido e instalado este software, la programación de las piezas no supone tener que estar familiarizado con los diferentes sistemas de máquinas CNC y sus complejos códigos, lo que supondría un gran gasto de tiempo y la realización de áridos cálculos. CAPP requiere, solamente, el conocimiento de un simple lenguaje y una experiencia en la fabricación.

---

**SISTEMAS CAD/CAM.  
APLICACION, MANEJO Y  
DISEÑO.**

---

**IV.1 AUTOCAD**

En el pasado para diseñar un objeto con tres dimensiones era necesario utilizar una estación de trabajo especializada. En la actualidad, el SOFTWARE para el diseño asistido por computadora "CAD" ha evolucionado de tal manera que es accesible para cualquier usuario.

Existen programas que permiten diseñar edificios, paisajes, moléculas, automóviles, robots, etc. En todos los casos se construye un modelo simple y alrededor de él se generan dibujos para darle las dimensiones correctas.

Los programas más comunes son: AutoCAD, CADKEY, DataCAD, DesingCAD 3D, MAXICAD, MegaModel, MicroStation PC, ModelMate Plus, VersaCAD Desing, entre otros.

AutoCAD es uno de los paquetes de Diseño Asistido por Computadora para usuarios de PC's con el cual se pueden realizar todo tipo de dibujos al mismo nivel que cualquier otro paquete de diseño en equipo grandes (mainframes). Las aplicaciones CAD son poderosos instrumentos para elaborar con rapidéz y velocidad un dibujo o modificarlo.

Prácticamente no existe una limitante para realizar dibujos con AutoCAD algunas de estas posibilidades son:

- Diseño arquitectónico de toda clase.
- Facilidad de planeación y de diseño de interiores.
- Diagramas de organización y de Flujo.
- Dibujos de aplicación en ingeniería electrónica, química, civil, mecánica, etc.
- Graficación y representación de funciones matemáticas y científicas
- Trazo de líneas de alta calidad.

Entre otras características del AutoCAD sobresalen la capacidad de realizar dibujos en 2 o 3 dimensiones, introducción de textos, todo tipo de líneas, dibujos isométricos, etc. Como manejo de dibujos ofrece el copiado de partes o dibujos enteros, borrado y modificación más rápida sin necesidad de repetir todo el dibujo, llenado de áreas dentro del dibujo.

#### REQUERIMIENTOS DE EQUIPO

El paquete AutoCAD para un usuario de pc requiere como equipo mínimo :

- Una microcomputadora
  - 1 MB de Memoria RAM
  - Disco duro
  - Coprocesador Matemático (opcional)
  - Unidad de disco flexible
- Impresora con capacidad gráfica o Plotter (graficador)
- Dispositivo de señalamiento

- Ratón
- Tableta digitalizadora
- Touch Pen
- Monitor de alta resolución (VGA)
- Software de AutoCAD.

#### EJECUCION DE AUTOCAD

Para llamar a AutoCAD se debe ejecutar el archivo ACAD.EXE, lo mismo que se hace con cualquier otro archivo ejecutable del DOS. Se escribe la siguiente línea de órdenes:

```
C:>acad
```

Después de escribir la orden ACAD, se pulsa la tecla INTRO. Al pulsar INTRO otra vez se verá una pantalla como la de la figura 26. Ya está todo listo para ejecutar AutoCAD por primera vez.

#### PRIMERAS SESIONES CON AUTOCAD

Elige la opción 1, "Comenzar un NUEVO dibujo". Basta con presionar la tecla numérica 1 y pulsar INTRO. Al hacerlo, se verá la siguiente línea adicional en la pantalla:

---

#### A U T O C A D

Copyright (C) 1982,83,84,85,86,87,88,89 Autodesk, Inc.

Versión 100 (1/16/89) IBM PC

Programas complementarios para dibujo avanzado ADE-3

Número de series: 12-345678

Menú principal

0. salir de AutoCAD
1. Comenzar un NUEVO dibujo
2. Editar un dibujo ya EXISTENTE
3. Trazar un dibujo (salida trazador)
4. Trazar un dibujo en impresora gráfica
5. Configurar AutoCAD
6. Utilitarios de ficheros.
7. Compilar fichero de descripción de forma/tipo de letra
8. Convertir un fichero de dibujo de formato anterior

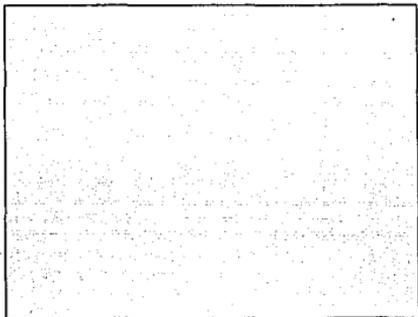
Su elección:

---

FIGURA 26.

En este indicador se puede escribir el nombre que se quiera, de longitud menor o igual a ocho caracteres.

Si se ha realizado todo correctamente hasta ahora, se verá una pantalla como la de la figura 27.



MENU:

COMMAND:

FIGURA 27.

#### FAMILIARIZARSE CON LA PANTALLA

Para trabajar con AutoCAD, se deben entender las diferentes partes de la pantalla de AutoCAD mostradas en la figura 27. El trabajo con AutoCAD se realiza a través de una compleja interacción con esta pantalla. La pantalla se divide en un área de dibujo, un área de órdenes y un área de menú.

#### EL AREA DE DIBUJO

El área más grande de la pantalla es el área de dibujo de AutoCAD. Empieza en la esquina superior izquierda. Está limitada a la derecha por el área del menú y en la base por el área de órdenes.

El área de dibujo tiene varias características únicas, en la esquina superior izquierda se verá el indicador "Capa"

Una capa de AutoCAD se refiere a una "hoja" en la que se puede dibujar.

A la derecha del indicador de capa hay una serie de números, en este caso 0.0000,0.0000. Estos números indican las coordenadas actuales de las líneas indicadoras. El sistema de coordenadas de AutoCAD se basa en tres direcciones, denotadas por X, Y y Z,.

En la esquina inferior izquierda inferior del área del dibujo está el símbolo del Sistema de Coordenadas. Este símbolo consta de dos flechas, una que apunta hacia el norte y la otra hacia el este, conectadas en sus partes finales. Este símbolo cambiará al usar AutoCAD.

#### **EL AREA DE MENU**

En el extremo derecho de la pantalla se visualizará el área de menú. Esta área se utiliza para seleccionar elementos del menú. El menú que se ve la primera vez que se ejecuta AutoCAD contiene una selección de órdenes que se organiza para facilitar el uso de AutoCAD de una forma efectiva. Los elementos del menú son órdenes o palabras que conducen a otros menús. Los elementos del menú se seleccionan moviendo el dispositivo apuntador hasta que las líneas indicadoras entren en el área del menú. Se advertirá que estamos en el área del menú porque las letras del elemento del menú seleccionado por el cursor se visualizarán en "video inverso".

#### **EL AREA DE ORDENES**

El fondo de la pantalla de AutoCAD contiene tres líneas de texto que muestran la línea de órdenes y las dos últimas que se han introducido.

AutoCAD guarda una lista de las órdenes que se han introducido. Si se pulsa la tecla F1 se visualizará una pantalla completa de órdenes. Esta tecla desplaza hacia adelante y hacia atrás la lista de órdenes y el área de dibujo.

#### **EDITOR DE DIBUJO**

Quando se encuentra con el editor de dibujo al haber seleccionado las opciones 1 o 2 del menú principal, AutoCAD limpia la pantalla y entonces despliega su dibujo como lo dejó (si éste es un nuevo dibujo, la pantalla permanece en blanco) sobre la columna derecha de la pantalla aparece un menú de comandos y en la parte inferior el aviso:

Command:

Esto significa que AutoCAD está en modo comando y se encuentra listo para aceptar un comando. Puede ahora usar los comandos de AutoCAD para crear, examinar, modificar y hacer gráficas de sus dibujos.

#### ENTRADA DE DATOS

Después de que un comando es introducido, necesitará proporcionar información adicional que el programa necesita para ejecutar la función. En el caso de entidades del dibujo, por ejemplo: debe indicar el punto en el dibujo donde la entidad debe aparecer. Algunas cantidades también proporcionan valores numéricos que especifiquen altura y ancho.

Si los datos que introduce no corresponde al tipo de datos requeridos por el comando, el mensaje:

\* Invalid \*

Aparece, y será interrogado de nuevo por el comando o regresado a la línea de petición.

#### EXPRESION DE COORDENADAS

En AutoCAD, las coordenadas se expresan con un método atribuido al filósofo Descartes. Los valores de las coordenadas son sus ordenadas (o valores sobre los ejes) tomadas conjuntamente; como los valores se miden en cada eje desde el origen de coordenadas (en donde X, Y y Z son 0), las coordenadas tienen que ser grupos de números que hacen referencia al mismo origen.

AutoCAD ofrece grandes posibilidades para controlar la expresión de coordenadas según como se especifiquen en respuesta a una petición, se pueden introducir coordenadas absolutas, relativas, polares o universales.

#### Coordenadas Absolutas

Cuando AutoCAD solicita que se le introduzcan los valores de unas coordenadas, podemos hacerlos escribiéndolos. Al utilizar este método, hay que separar las coordenadas con comas. Por ejemplo, un posible punto bidimensional se expresaría en la forma 2.36,8.965. Primero va el valor X, seguido de una coma y del valor Y.

### Coordenadas Relativas

Mientras que las coordenadas absolutas se refieren al sistema de ordenadas en sí mismo, las coordenadas relativas hacen referencia a las coordenadas del último punto especificado. Por ejemplo, si las coordenadas absolutas de un punto son 10,20 y especificamos un segundo punto a 5,10 del primero, la posición absoluta del segundo punto será 15,30. Cuando queremos utilizar posiciones relativas al último punto introducido, hay que ponerles delante el carácter @, como @ 5,10.

### Coordenadas Polares

Si desea expresar las coordenadas de un punto mediante la distancia y un ángulo desde el último punto introducido, hay que utilizar de las coordenadas polares. Primero se introduce el carácter @, seguido de la distancia, luego un carácter <, y a continuación un ángulo. El ángulo especifica la deflexión de la nueva línea respecto al eje X.

### Coordenadas Universales

El Sistema de Coordenadas Universales (SCU) es absoluto. A diferencia de los sistemas personales (SPC), éste no puede ser modificado. Si desea referirse al SCU en vez de al SCP para señalar un punto, hay que preceder las coordenadas con un asterisco. Un ejemplo de coordenadas en SCU es \*3.14,1.61.

### UNIDADES

AutoCAD ofrece un amplio rango de tipos numéricos para expresar distancias y ángulos. La orden UNIDADES permite modificar las unidades utilizadas en un dibujo.

### COMANDOS DE UTILIDAD

#### Comando HELP

Puede usar el comando help o " ? " para obtener una lista de los comandos de AutoCAD en caso de que haya olvidado el nombre de alguno.

COMMAND : HELP o " ? "

Si desea la lista de comandos de AutoCAD de ayuda general solo presione la barra espaciadora o RETURN en respuesta al aviso "Command Name".

#### **Comando END**

Si esta creando un dibujo ya almacenado, está utilizando el editor de AutoCAD, y cuando termine de editar deberá regresar al menú principal, esto asegura que los cambios serán previamente grabados en disco.

Existen otros dos comandos con diferentes funciones que pueden cumplir con esto.

#### **Comando Quit**

Este comando regresa al usuario al menú principal pero no actualiza el dibujo. Si hubo errores o modificó parte del dibujo y desea descartar todos los cambios hechos en la sesión de edición, puede introducir el comando QUIT, a los cual aparecerá la pregunta : Desea descartar los cambios del dibujo, a lo cual deberá responder sí.

#### **Comando ENDSV**

El comando ENDSV lo saca del editor de dibujo y salva los cambios hechos en un archivo que es generado por AutoCAD mientras está editando el dibujo.

#### **Comando SAVE**

Actualiza sin abandonar, frecuentemente es conveniente salvar los cambios periódicamente, sin necesidad de salir del editor, y proteger así su trabajo de posibles daños y otros desastres: puede hacer esto con el comando SAVE.

Aquí puede salvar con el nombre de default, es decir, con el que inicio la sesión de edición o salvar con otro nombre, a lo cual la computadora verificará si no existe otro archivo con el nuevo nombre.

#### **Comando STATUS**

Existen muchos defaults, modos y extensiones utilizadas por AutoCAD. El comando STATUS reporta el valor actual de muchas de ellas.

### Comando LIMITS

Utilizando el comando Limits puede designar el límite del editor para el dibujo actual.

Las opciones del comando limits son :

ON / OFF /LOWER LEFT CORNER < VALOR ACTUAL >

- ON** Activa el límite con el cual verifica si los puntos introducidos caen dentro del límite, si intenta introducir puntos fuera del rango limitado, éstos serán rechazados (sin embargo una cantidad como un círculo puede empezar entre los límites, pero extenderse hasta fuera de ellos)
- OFF** Desactiva el chequeo del límite, pero recordando que el valor del límite para la próxima es activado.
- A POINT** Especifica un nuevo valor para el límite inferior izquierdo y resulta en un aviso para un nuevo límite superior derecho

### Comando UNITS

El comando units es invocado como sigue:

Command : UNITS

El siguiente menú es desplegado:

System of Units:

1. Scientific
2. Decimal
3. Engineering
4. Architectural

Enter choice, 1 to 4 <default> :

Seleccione el formato de coordenadas que prefiera. El default es el formato mostrado, puede retener este formato simplemente presionando RETURN. Para ilustrar varios formatos mostraré una distancia de 15.5 unidades que serán desplegadas en cada formato.

Scientific	: 1.55E+01
Decimal	: 15.50
Engineering	: 1'-3.50
Architectural	: 1'-3 1/2

Note que los formatos Engineering y Architectural producen "pies y pulgadas", estos formatos asumen que cada unidad de dibujo representa una pulgada.

#### ANGULO - SELECCION DE FORMATO

Después que ha seleccionado el formato y precisión para coordenadas y distancias, el Comando UNITS procede a ángulos y presenta el siguiente menú:

1. Decimal Degrees
2. Degrees / Minutes / Seconds
3. Grads
4. Radius

Seleccione el formato de medida de ángulo que prefiera o presione RETURN para usar el default.

Como la mayoría de los textos para computadoras no incluyen símbolos especiales para las diversas medidas de ángulos. AutoCAD utiliza la siguiente conversión: grados decimales son desplegados como números decimales sin adornos, los grados son antepuestos con una letra minúscula "d" y los radianes son antepuestos con una letra minúscula "r".

#### COMANDO FILES

AutocAD despliega el siguiente menú:

0. Exit file utility menú
1. List drawing files
2. List user especificied files
3. Delete files
4. Rename files
5. Copy files

Enter selection:

#### LISTING DRAWING FILE NAMES

Seleccionar la opción 1 del menú Utilidades de archivos, se listará el nombre de todos los archivos de dibujo de AutoCAD (".DWG"). AutoCAD necesita saber la trayectoria del directorio de sus dibujos por lo que desplegará el mensaje:

Enter Prefix:

Aquí puede indicar el drive o nombre del directorio actual sobre el drive en uso.

#### **LISTING OTHER FILE NAMES**

En esta opción se puede investigar por archivos diferentes a los de dibujo, cuando selecciona esta opción AutoCAD avisa:

Enter file search especification:

#### **DELETING FILES**

La opción 3 del menú le permite borrar archivos seleccionados, el aviso que mostrara AutoCAD es:

Enter file deletion especification:

#### **RENAMING FILES**

Seleccione la opción 4 del menú la cual le permitirá cambiar el nombre de un archivo existente. Un diálogo semejante es mostrado:

Enter current file name:

Enter new file name:

#### **COPYING FILES**

Utilizando la opción número 5 del menú puede hacer copias de un archivo existente, con un simple diálogo:

Source file name:

Destination filename:

#### **COMANDO SHELL**

El formato del Comando shell es como sigue:

Command : Shell

Después de unos segundos aparece el aviso:

DOS COMMAND:

Puede resolver con cualquier comando del sistema operativo.

Para regresar al programa de AutoCAD sera necesario escribir "EXIT".

## COMANDOS DE TRAZO

### Comando LINE

La cantidad fundamental de dibujo es la línea, para dibujar una, introduzca el comando LINE, entonces será interrogado para cuantificar ambos extremos de la línea. Por ejemplo:

Command: From point : 1,1  
To point: 5,2  
To point: (space or RETURN)

Para ahorrar tiempo el comando LINE permanece activo e interrogar por un nuevo punto después de cada punto que especificó. Cuando ha terminado de introducir una serie de líneas conectadas, introduzca un espacio o RETURN para terminar el comando LINE.

Deshacer líneas cuando dibuja una secuencia de líneas puede destacar borrando el segmento más reciente y continuar del final de segmento anterior, puede hacer esto sin salir del Comando LINE respondiendo al aviso "to point" con una "y".

### Comando POINT

Para colocar un punto en el dibujo introduzca el Comando POINT. Será interrogado para dar la localización del punto.

Ejemplo:

Command: POINT Point : 5,6

### Comando CIRCLE

Puede dibujar un círculo con el comando CIRCLE de cuatro formas:

1. Centro y Radio
2. Centro y Diámetro
3. 3 puntos del círculo
4. 2 puntos del círculo

### 1. Centro y Radio

Este es el método por default como es indicado por el aviso.

Comando: CIRCLE 3P/28/<CENTER POINTER>=5,5  
DIAMETER/<RADIUS>:3

### 2. Centro y Diámetro

Si prefiere especificar mejor el diámetro que el radio simplemente introduzca una "D" en respuesta al aviso "Diameter/<Radius>:" AutoCAD entonces interroga por diámetro del círculo. Ejemplo:

Command: CIRCLE 3P/2P/<CENTER POINT>: 5,5  
DIAMETER/<RADIUS>: D  
DIAMETER: 6

### 3. 3 puntos del círculo

Puede dibujar un círculo introduzca 3 puntos de su circunferencia resuelva "63P" al aviso "3P/2P/<Center Point>: Ejemplo:

Command: CIRCLE 3P/2P/<CENTER POINT>: 3P  
First point: 6,5  
Second point: 7,4  
Third point: 6,3

### 4. 2 puntos del círculo

Si resuelve el aviso "3P/2P/<Center Point>: con "2P", AutoCAD le permite especificar los extremos del diámetro del círculo.

### Comando ARC

Arcos son círculos parciales y son dibujados usando el comando ARC. 8 diferentes métodos son proporcionados para especificar un arco. Puede crear un arco:

1. 3 puntos sobre el arco
2. Punto inicial, centro y punto final
3. Punto inicial, centro y ángulo incluido
4. Punto inicial, centro, longitud de la cuerda
5. Punto inicial, punto final y radio
6. Punto inicial, punto final, ángulo incluido
7. Punto inicial, punto final dirección inicial

### 8. Continuación línea / arco anterior

En esta lista, centro se refiere a el punto central del círculo del cual el arco es parte.

El método por default es 3 puntos sobre el arco, el cual es similar al método especificado del círculo. Los otros métodos son especificados invocando una letra seguido por un espacio o RETURN donde:

A	-	ángulo incluido
C	-	centro
D	-	dirección inicial
E	-	punto final
L	-	longitud de la cuerda
R	-	radio

Si cuenta con el paquete ABC-2 puede introducir "DRAS" (modo de arrastramiento), cuando es avisado por el ultimo parámetro de cada método.

A continuación describimos dos de los ocho opciones del Comando arc.

#### 3 puntos del ARCO

Este es el método por default para especificar un arco. El primero y tercer punto son los puntos finales. Un ejemplo es:

```
Command : ARC Center/<Start point>:7,4
          Center/End/<second point>:6,5
          End point:6,3
```

Donde los puntos finales del arco son 7,4 y 6,5 ademas, este ultimo punto 6,3 puede ser enlazada con una línea o arco.

#### Inicio, Centro, Final

Especifica un arco dibujado en contra de las manecillas del reloj del inicio al final, con un punto central especificado.

#### COMANDO TRACE

Le permite dibujar líneas con distinto grosor y tenerlas si el Comando fill es activado.

```
Command : TRACE WIDTH : .3
```

from point : 1.1  
to point : 4.1  
to point : 4.4

#### COMANDO TEXT

Puede agregar texto a un dibujo con el comando TEXT. El texto puede ser de distintos modelos o fuentes, cada uno puede ser: comprimido, extendido, reflejado. Los textos pueden tener cualquier tamaño:

Command : Text  
Starting point (or acrs):

AutoCAD esperara alguna de las siguiente opciones:

Starting Point : Justifica el texto a la izquierda

A (aligned) : Interroga por dos puntos sobre el cual el texto estará ajustado

C (centered): Interroga por un punto y centra el texto basado en ese punto.

R (rights) : Avisa por un punto y justifica a la derecha el texto basado en ese punto.

S (style) : Pregunta por un nuevo estilo de texto, entonces regresa el aviso "starting point".

#### COMANDO SOLID

Permite dibujar unas regiones sólidas introduciendolas como secciones triangulares o rectangulares, si esta activado el Comando fill.

Para dibujar una sección rectangular escriba primero dos puntos opuestos sobre la misma línea, enseguida el punto en la esquina opuesta al punto inicial y por último el punto que cerrará el área. Ejemplo:

Command : Solid  
First point: 4,8  
Second point: 7,8  
Third point: 4,7  
Four point: 7,7

**COMANDO STYLE**

Es usado para crear y modificar un estilo de texto, el formato es:

```
Command : STYLE text style name (or ?):
          name
Font Style <default>: (filename)
Height <default>: (scale valor)
Obliquing angle <default>: (value)
Backwards? <y/n>:
Upside - Down ? <y/n>:
```

**COMANDOS DE INVESTIGACION/EDICION  
PROCESO DE SELECCION**

Los comandos descritos a continuación interrogan para seleccionar uno a más objetos o removerlos.

Cuando AutoCAD necesita información para seleccionar uno o más objetos despliega el siguiente mensaje:

Select objects or Window or Last:

Puede responder con alguna de las siguientes opciones:

**A POINT**

Investiga por una cantidad que cruza el punto designado. Esa cantidad es seleccionada.

**M (multiple)**

Ocasiona que AutoCAD examine el dibujo para un grupo de puntos, al introducir la opción "M", AutoCAD repetirá el aviso "select/remove objects..."

**W (window)**

Permite designar todos los objetos contenidos en un arco rectangular o "ventana"(window).

**L (last)**

Selecciona el objeto más reciente del dibujo desplegado en la pantalla.

**U (undo)**

Si selecciona un objeto (o varios) inadvertidamente, utilice esta opción para removerla. Cada "U" remueve el grupo de entidades más recientes.

**R (remove)**

El proceso selección de objetos empieza en modo "add", significa que cualquiera nuevos objetos designados son agregados a la selección. Para enlazar a modo "remove" utilice la opción "R". El aviso "select objects..." cambia a "remove objects...".

**COMANDO ERASE**

Permite especificar entidades a ser borradas en permanente del dibujo.

**COMANDO MOVE**

Permite mover una o más entidades de su localización. Después de seleccionar los objetos a ser desplazados AutoCAD interroga para introducir un vector de desplazamiento (indicando que tan lejos serán desplazados los objetos).

**COMANDO COPY**

Para copiar objetos existentes introduzca el comando COPY, este comando coloca copias en el destino especificado conservando el original intacto. El formato es:

Command : Copy

Select objects or window or last:(seleccione los objetos a copiar)

Base point or displacement:(punto de Origen o Distancia)

Second point of displacement:(punto destino o solo return)

**COMANDO MIRROR**

Permite crear el reflejo de la imagen del objeto existente en su dibujo, pudiendo borrar o retener el objeto original.

Command : Mirror  
Select objects or window or  
last:(objetos a ser reflejados)  
First point of mirror line:(primer  
punto)  
Second point:(segundo punto)  
Delete old objects ? : <N> (Y o N):

#### COMANDO CHANGE

Permite modificar las propiedades de una entidad existente, primero debe indicar cual objeto quiere cambiar.

Command : Change  
Select objects or window or  
last:(objetos deseados)

Cuando ha seleccionado el objeto a ser cambiado, el siguiente aviso aparece:

Change point (or layer or elevation):

#### COMANDO BREAK

Para dividir un objeto introduzca el comando BREAK entonces seleccione el objeto a ser cortado insertando los dos puntos que lo engloban.

Command : Break  
Select object:(specify object to be  
broken)  
Enter first point:(point to one end of  
deletion)  
Enter second point:(point to other end  
of deletion)

#### COMANDO FILLET

Redondea la esquina entre dos líneas, o las une con un arco, pudiendo indicar el radio de este.

Command : Fillet  
Polyline/Radius/<select two lines>:

Si las dos líneas que selecciona son segmentos de un polyline, estas deben ser entonces adyacentes o separadas por otro segmento.

#### COMANDO ARRAY

Permite hacer múltiples copias de un objeto seleccionado en un área circular o rectangular, resultando que cada objeto pueda ser manipulado independientemente. El formato es:

Command : ARRAY  
Select objects or Window or Last:  
Rectangular or Circular array (R/C):

#### Arreglo Rectangular

Si un arreglo rectangular es seleccionado, AutoCAD interroga por el número de renglones y columnas de dicho arreglo. Si el número de renglones y columnas resulta demasiado grande entonces se le preguntara si realmente es eso lo que pretende.

#### Arreglo Circular

El próximo aviso al elegir un arreglo circular es:

Center point to array:

Responda con el punto alrededor del cual los objetivos van a ser rotados para formar el arreglo, el siguiente aviso es:

Angle between items :

Usted debe responder con el espacio angular deseado entre los objetos en grados decimales. Si es positivo los items serán insertados en contra de las manecillas del reloj, si es negativo en dirección con las manecillas del reloj.

#### COMANDO REPEAT Y ENDREP

Estos comandos proporcionan una alternativa para crear un fondo rectangular, repitiendo el objeto en el fondo, sin embargo, es preferible usar el comando array para crear arreglos rectangulares; para comenzar a repetir un grupo introduzca:

Command : REPEAT

Después indicara el objeto que se repetirá con molde.

Command: CIRCLE "3p/2p/(center point):  
1,1  
Diameter/<radius>:.25  
Command : Line From Point: 1,1,

To point 0.25>.30  
To point RETURN

Una vez dibujado el objeto con el Comando ENDREP, indicara el número de veces a repetirlo así como el espacio entre renglones y columnas.

Command : ENDREP  
Columns: 5 Rows: 2  
Column distance : 0.75  
Row Distance: 0.5

#### COMANDO LIST

Permite examinar los datos almacenados para una entidad. El formato es:

Command : LIST  
Select Objects or Window or Last:

La información que es listada depende del tipo de entidad, sin embargo, el tipo de entidad, posición en el dibujo y el estrato del dibujo, son siempre listados para cualquier entidad.

#### COMANDO DBLIST

Lista informativa de cada entidad del dibujo, y es principalmente usada en ejercicios de adiestramiento y depuración. El formato es :

Command : DBLIST

También puede utilizar Ctrl+o para pulsar la ejecución de información o Ctrl+q para direccionar a la impresora.

#### COMANDO DIST

Mide la distancia y ángulo entre dos puntos designados para desplegar la distancia en unidades del dibujo.

Command : DIST  
First point:  
Second point:  
Distance= <distancia calculada>  
Angle=<angulo>  
Delta X= cambio en X    Delta Y= cambio  
en Y

#### COMANDO AREA

Permite especificar cualquier número de puntos encerrando un espacio sobre el dibujo. AutoCAD calcula entonces el área y perímetro del espacio definido.

```
Command : Area
First point:
Second point:
Next point:
Next point: RETURN
AREA = <Area Calculada>
Perimeter=<Perímetro>
```

#### COMANDO ZOOM

El Comando zoom tiene el siguiente formato:

```
Command : Zomm
```

El comando contiene las siguientes opciones (A CELPW):

De las cuales mencionaremos algunas

**A:** Muestra todo el dibujo desplegado en la pantalla sobre los límites de extensión actual.

**W:** Le permite especificar el arco a expandir introduciendo solo esquinas opuestas a manera de formar una ventana rectangular.

**C:** Permite especificar la localización de la ventana introduciendo el punto central del nuevo desplegado. Puede opcionalmente determinar la altura de la ventana.

#### COMANDO PAN

Le permite ver una porción en especial del dibujo sin afectar el tamaño de éste.

**Displacement:** Se refiere a la dirección a mover el dibujo, y que tan lejos moverlo. (desplazamiento).

```
Command : Pan Displacement: -5, -3
Second Point: (RETURN)
```

Si se hubiera designado un segundo punto, el desplazamiento se realizaría del primero al segundo.

**COMANDO VIEW**

En muchas circunstancias, es necesario cambiar de una porción de un extenso dibujo a otra. Puede utilizar repetidamente los comandos ZOOM y PAN para lograr esto, pero resulta más conveniente usar VIEW. El formato es:

```
Command: VIEW ?/Delete/ Restore/ Save/
Window:
          (select one)
View name: (name)
```

Produce una lista de los "views" nombrando actualmente conocidos por el dibujo, mostrando su nombre, punto central y tamaño, de existir una lista muy larga es posible que exceda la pantalla, por lo que AutoCAD pausará cada pantalla llena con el aviso

```
----- More -----
para continuar la lista presione RETURN.
```

**COMANDO REGENAUTO**

Algunos comandos cambian las propiedades básicas de cualquier cantidad en su dibujo afectando no solo aquellas entidades que permanecen en la pantalla sino las que están fuera de esta y aquellas que residen en el estrato. De hecho algunos cambios afectan solo entidades que aparecen en la pantalla.

Cuando hace tales cambios, normalmente el comando en cuestión regenera automáticamente el dibujo íntegro para asegurar que el desplegado de la pantalla refleja el estado actual del dibujo, sin embargo se pueden utilizar distintos comandos que ocasionen cambios y ejecuten un regeneramiento después de cada uno de ellos si es necesario.

```
Command: REGENAUTO On/Off <current>:
ESTRATO, COLOR Y TIPOS DE LINEA
```

**COMANDO LAYER**

```
FORMATO:
?/SET/NEW/ON/OFF/COLOR/LTYPE/FREEZE/THAW:
```

El Comando LAYER permite controlar todos los aspectos del sistema de capas de AutoCAD. Podemos listar las capas disponibles, fijar la capa actual, crear nuevas capas y activarlas y desactivarlas. También podemos seleccionar un color o un tipo de línea de capa. A continuación describimos algunas de las opciones.

**COLOR :** establece el color. Podemos introducir el nombre o el numero del color. También nos permite introducir el nombre de una capa o una lista de nombres de capas, separados por comas. Las capas designadas tomarán el color especificado.

**LTYPE:** El tipo de líneas será asociado con las capas que se indiquen, siempre que existan dichas capas y tipos de líneas.

#### **COMANDO LINETYPE**

**FORMATO:**  
**?/LOAD/CREATE:**

La orden **LINETYPE** se utiliza para definir tipos de líneas desde bibliotecas y establecer el tipo de línea activo. Las opciones son las siguientes:

**LOAD:** Para utilizar tipos de líneas en nuestros dibujos, hay que cargarlos primero. Podemos cargar cualquier número de tipos de línea, introduciendo sus nombres separados por comas.

**CREATE:** Para crear un tipo de línea, hay que utilizar códigos especiales con letras. En primer lugar, habrá que introducir un nombre nuevo para el tipo de línea y, a continuación, el archivo donde queremos almacenarlo.

#### **COMANDO LTSCALE**

**FORMATO:**  
**LTSCALE**  
**NEW SCALE FACTOR <DEFAULT>:**

Al dibujar los tipos de líneas, los puntos y tramos de que constan tendrán un cierto tamaño. Para modificar los tamaños de los puntos y tramos del tipo de línea, podemos utilizar un factor de escala global.

#### **AYUDA PARA DIBUJAR**

##### **COMANDO SNAP**

Se puede definir una retícula de referencia con el comando **SNAP**. Esta retícula determinará donde se pueden localizar las líneas indicadoras cuando se active el modo de referencia. Cuando el modo de referencia está desactivado,

las líneas indicadoras se moverán suavemente bajo el control del dispositivo apuntador. La retícula cuenta con opciones para definir los intervalos en las direcciones X e Y, también con la cual puede definir el sentido o la inclinación de la retícula o para definir un estilo normal o isométrico.

#### COMANDO GRID

La orden GRID permite visualizar una retícula formada por puntos distribuidos de forma equidistante. Podemos activarla o desactivarla, establecer los intervalos de la retícula para que coincidan con los intervalos de las coordenadas, o determinar la relación de aspecto entre los puntos verticales y horizontales de la retícula.

#### COMANDO AXIS

La orden AXIS permite mostrar marcas en los bordes inferior y derecho del área de dibujo. Las marcas son pequeñas líneas equidistantes que se proyectan hacia afuera desde cada línea marginal. Son útiles para situar rápidamente las líneas indicadoras en el punto deseado del dibujo. Con las opciones de la orden axis podemos mostrar y ocultar los ejes, nos permite fijar el espaciado, activar y desactivar las marcas de los ejes.

#### COMANDO ORTHO

La orden ORTHO permite activar o desactivar la variable del sistema homode. Si está activa, el modo ORTHO hará que todas las líneas dibujadas mediante líneas móviles estén limitadas a las direcciones verticales y horizontales de la retícula de limitación de coordenada activa.

#### OBJETOS COMPLETOS - BLOQUES

#### COMANDO BLOCK

La orden BLOCK permite crear un nuevo objeto a partir de una selección de objetos. EL objeto creado se denomina objeto compuesto, ya que está formado por una colección de otros objetos. Los objetos compuestos pueden contener entidades u otros objetos, limitados exclusivamente por la capacidad de su sistema.

Las opciones del sistema nos permite seleccionar el nombre del bloque, nos permitirá También seleccionar un punto de inserción, el cual sera utilizado para insertar un bloque en un dibujo.

#### COMANDO INSERT

Existen dos formas de utilizar la orden INSERT para introducir dibujos preparados previamente en el dibujo que se está trabajando. Si hemos utilizado las órdenes BLOCK o WBLOCK, los bloques creados pueden ser insertados en nuestro dibujo. Cuando se escriben en disco, son iguales que los dibujos, así que podemos utilizar la orden INSERT para insertarlos. Para realizar la inserción, sólo necesitamos introducir el nombre del bloque, el punto de inserción, un factor de escala y un ángulo de rotación los cuales se definen en las opciones de la orden.

#### COMANDO WBLOCK

Si se usa la WBLOCK para crear un bloque de entidades o bloques en un dibujo, se puede grabar en bloque en un archivo de disco con su propio nombre u otro nombre que se elija. En primer lugar un indicador pedirá un nombre de archivo, que puede ser cualquier nombre permitido por el sistema operativo. Después de introducir el nombre del archivo deseado, un indicador pedirá el nombre del bloque que se quiere almacenar con el nombre del archivo especificado.

## IV.2 PRACTICAS

Las prácticas que a continuación se presentan han sido desarrolladas de la manera más sencilla, utilizando los comandos de **AUTOCAD** en su forma mas simple con el fin de que el usuario conozca el funcionamiento del comando.

No se pretende hacer del usuario un experto sino que de acuerdo a sus necesidades, iniciativa y creatividad en combinación con los fundamentos de **AUTOCAD**, éste pueda desarrollar sus propios dibujos, diagramas, planos, etc.

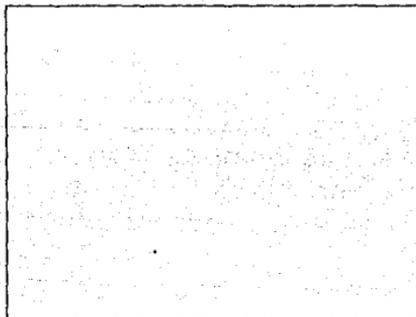
PRACTICA No. 1

COMANDOS DE TRAZO I

- 1.- El comando POINT dibuja un punto en el área de dibujo;  
al teclearlo el sistema solicitará la ubicación del  
punto como sigue:

COMMAND : POINT Point : 10,7

apareciendo en pantalla un punto como en la figura 1.



MENU:

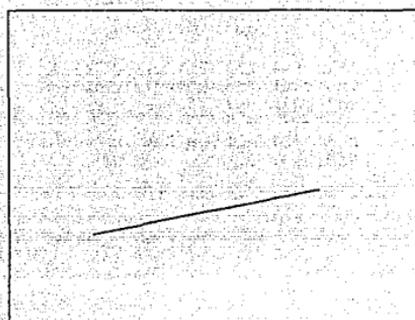
COMMAND:

FIGURA 1.

- 2.- Teclee el comando LINE, el cual contestará con el  
letterero que solicitará los puntos inicial y final de la  
línea.:

COMMAND: LINE From Point : 7,8  
to point : 5,2  
to point : (SPACE TO RETURN)

apareciendo en pantalla una imagen similar a la figura 2.



MENU :

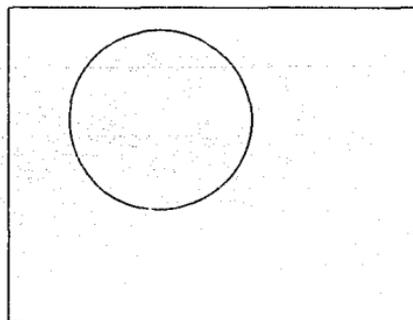
COMMAND:

FIGURA 2.

3.- El comando CIRCLE se presentará en la línea de comandos en su método por definición como sigue :

```
COMMAND : CIRCLE 3P/2P/<CENTER POINT>: 10,13  
DIAMETER/<RADIUS>: 4
```

al terminar de definir los parámetros la pantalla mostrará el círculo (figura 3).



MENU :

COMMAND:

FIGURA 3.

4.- Comando ARC. Este comando tiene diferentes métodos, el método utilizado es el que nos solicita el punto inicial, punto final y radio del arco

```
COMMAND : ARC Center/<Start Point>: 17,10  
Center/End/<Second Point>: E  
End point: 17,15  
Center: 17,12.5  
Angle/Direction/Radius/<Center point>: R  
Radius : 2.5
```

La figura 4 nos muestra éste método.

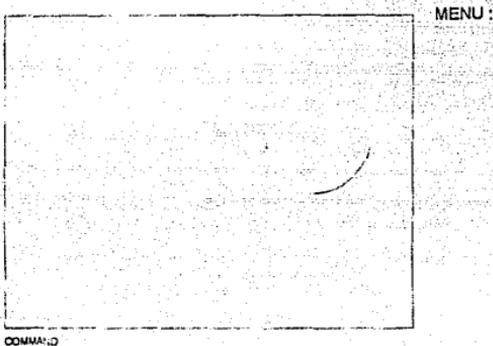
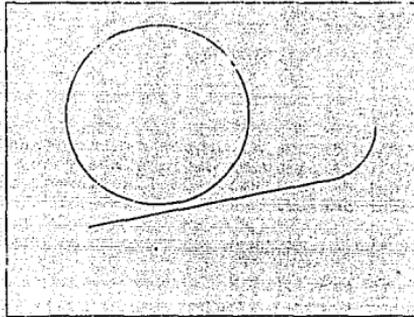


FIGURA 4.

Al final de la ejecución de los presentes comandos la pantalla es como la mostrada en la figura 5.

El usuario puede realizar los comandos modificando los parámetros para realizar sus propios dibujos.



MENU :

COMMAND :

FIGURA 5.

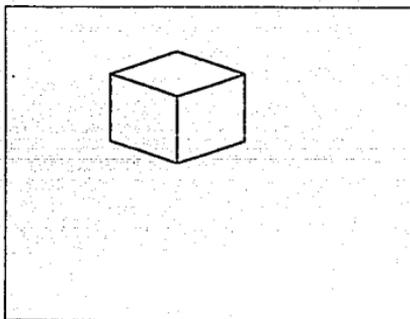
PRACTICA No. 2

COMANDOS DE TRAZO II

- 1.- El comando TRACE define el grosor de una línea el comando solicitará el ancho de la línea y los puntos inicial y final de la línea o de las líneas, el comando Fill debe estar activo:

```
COMMAND: TRACE Width : 5
          from point :8,15
          to point : 8,12
          to point : 10,10
          to point : 14,12
          to point : 14,15
          to point : 10,16
          to point : 8,15
          to point : 10,14
          to point : 14,15
          to point : 10,14
          to point : 10,10
```

Despues de esto deberá tener en la pantalla una figura similar a la figura 6.



MENU:

COMMAND:

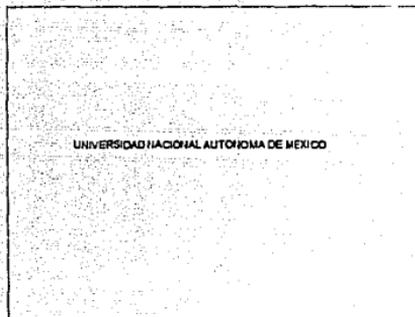
FIGURA 6.

- 2.- Para ejecutar el comando TEXT debemos posicionarnos en el centro de la pantalla y definiremos que el texto que

sea accedido sea colocado al centro a partir del punto seleccionado, por ejemplo el punto 12,12

```
COMMAND : TEXT
          Starting Point (or ACRS) : C
          UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO
```

Apareciendo en pantalla una imagen similar a la figura 7.



MENU:

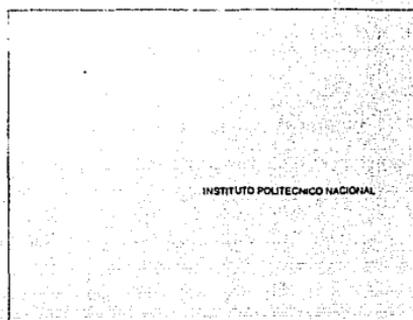
COMMAND:

FIGURA 7.

Otra opción de comando TEXT es la que define que el texto deberá estar alineado a la derecha de donde se encuentra el cursor, con el punto como 10,12:

```
COMMAND : TEXT
          Starting Point (or ACRS) : R
          INSTITUTO POLITECNICO NACIONAL
```

y la pantalla mostrará una figura (figura 8) como la siguiente:



MENU:

COMMAND

FIGURA 8.

## PRACTICA No. 3

- 1.- Con el comando línea forme el triángulo en la parte superior de el área de dibujo desde el punto  $P1=3,18$ ,  $P2=10,18$  y  $P3=3$   
from point :8,15
- 2.- Con el comando línea definir un marco a la carátula del punto  $P1=3$ ,  $P2=25,3$  y  $P3=2,18$ , también un marco de los puntos  $P1=3,2.5$ ,  $P2=25,2.5$ ,  $P3=25,18$
- 3.- Definir un círculo con centro en el punto  $C=7,6$  y con radio 2
- 4.- Agregar un texto en el punto 4,13 con un ángulo de 45 grados. En el punto  $P=17,17$ ,  $P=12.5,10$ ,  $P=12.5,9$ , y  $P=6,7$ .

Después de acceder todos los datos la lámina deberá ser similar a la que se muestra en la figura 9.

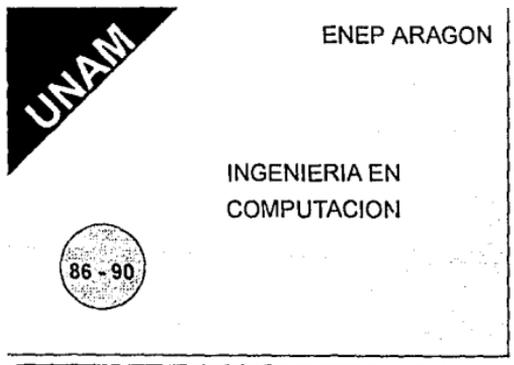
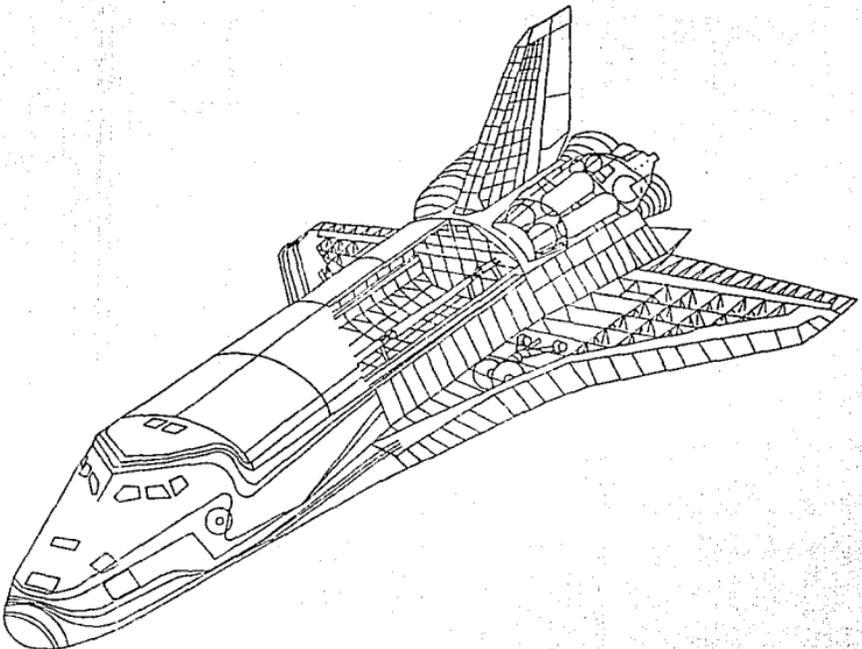
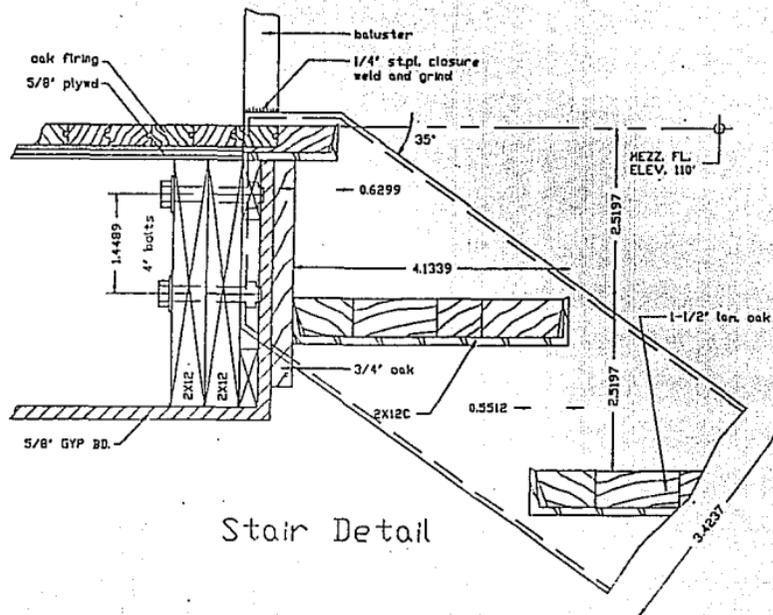


FIGURA 9.

EJEMPLO DE APLICACION I

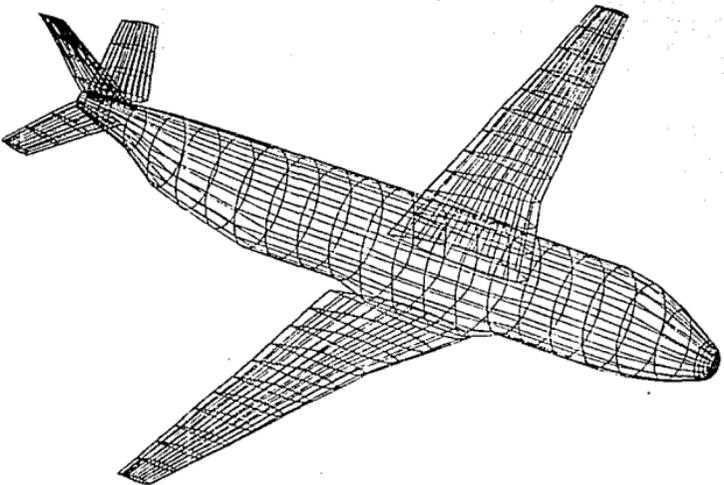




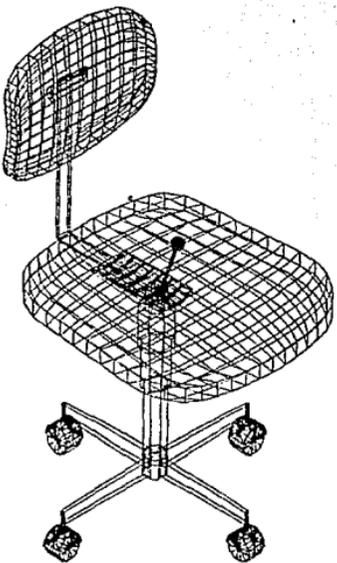
Stair Detail

EJEMPLO DE APLICACION II

EJEMPLO DE APLICACION III



EJEMPLO DE APLICACION IV



---

## CONCLUSIONES

---

El presente trabajo nos proporciona una idea de la variedad de opciones con las que se cuenta en los sistemas CAD/CAM.

Actualmente los sistemas CAD/CAM se han ido desarrollando de una manera sorprendentemente favorable para la industria; ya que con estos sistemas ha sido posible el diseño y fabricación de su manufactura.

Existen actualmente en el mercado hardware y software para la función del diseño; el software hecho para trabajar en ambiente en pc y abaratamiento de equipo, lo que hace que los sistemas CAD/CAM sean mas accesibles a las industrias mediana y pequeña; así como a las instituciones de enseñanza.

De acuerdo a las funciones del diseño asistido por computadora, que son la graficación, análisis, diseño y flujo de información hacia el control numérico se mostraron diferentes aplicaciones que apoyan la estructura original de los sistemas CAD/CAM. Con ello tenemos un panorama conceptual de qué herramientas se podrían manejar para nuestros propios diseños.

Estos sistemas permiten agilizar el proceso de diseño y demandar costos encontrados por iteraciones de ajuste en las fases de manufactura y producción.

Los problemas que en el desarrollo de productos se presentan, pueden ser atendidos por estos sistemas y serán un factor importante en el desarrollo de las industrias.

---

# BIBLIOGRAFIA

---

- BOWMAN DANIEL  
CAD/CAM SYSTEM
  
- CRESPO DANIEL  
DISEÑO FABRICACION E INGENIERIA ASISTIDOS POR COMPUTADORA
  
- DONALD HEARN / M. PAULINE BAKER  
GRAFICAS POR COMPUTADORA
  
- HAWKES BARRY  
CAD/CAM SISTEMAS
  
- KENNEDY E. LEE  
DISEÑO POR COMPUTADORA
  
- MIKELL P. GROOVER / EMORY W. ZIMMERS, JR.  
CAD/CAM  
COMPUTER-AIDED DESIGN AND MANUFACTURING
  
- NELLY T.  
DESARROLLOS SIGNIFICATIVOS DEL CAD/CAM EN LOS ULTIMOS 25  
AÑOS
  
- PAD Y C.  
ELEMENTS OF CAD AND MANUFACTURING
  
- PALACIO DE MINERIA (CURSO)  
INTRODUCCION AL DISEÑO ASISTIDO POR COMPUTADORAS
  
- PALACIO DE MINERIA (MEMORIAS DE CURSO)  
INTRODUCCION AL DISEÑO ASISTIDO POR COMPUTADORAS
  
- ROUSE N. E.  
CAD SU APLICACION PRACTICA

**BIBLIOGRAFIA**

---

- STEPHEN O'BRIEN  
TURBO PASCAL 6  
MANUAL DE REFERENCIA
  
- UNAM (DEPARTAMENTO DE INGENIERIA DE SISTEMAS)  
PANORAMICA DE LA GRAFICACION Y EL DISEÑO ASISTIDO POR  
COMPUTADORA
  
- VOISINET  
INTRODUCCION AL CAD