



Universidad Nacional Autónoma de México

FACULTAD DE INGENIERIA



AVANCES Y PERSPECTIVAS DEL GRAFICADOR ELECTROSTATICO EN MEXICO

T E S I S
Que para obtener el Título de
Ingeniero Mecánico Eléctricista en el Area
Electrónica

P r e s e n t a
Fernando Alejandro Gómez Espinosa

DIRECTOR DE TESIS: ING JESUS RAMIREZ ORTEGA

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN



MEXICO, D. F.

1994



## **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.

A Dios, por la Salud y Trabajo que me ha brindado.

A Luis y Carmela, por el Amor que me han enseñado.

A Nestor, Lalo y Yeli, por todos aquellos momentos que nunca olvidare a su lado.

A Anapaula, por todas las Ilusiones que compartimos.

A Jesus, por su Apoyo en los momentos mas importantes de mi carrera.

A la Universidad Nacional Autonoma de México, por permitir mi Superación Moral y Academica.

**AVANCES Y PERSPECTIVAS  
DEL GRAFICADOR  
ELECTROSTÁTICO  
EN MÉXICO**

## INDICE TEMATICO:

I. INTRODUCCION	4
II. OBJETIVO	8
III. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	10
IV. HIPOTESIS	12
V. ANTECEDENTES HISTORICOS	14
VI. MATERIAL Y METODO	35
VII. RESULTADOS	46
VIII. ANALISIS DE RESULTADOS	50
IX. PERSPECTIVAS	59
X. COMENTARIOS	62
XI. CONCLUSIONES	64
XII. BIBLIOGRAFIA	67

# INTRODUCCION

## I. INTRODUCCION

El Diseño asistido por computadora es una herramienta cada dia más utilizada por Ingenieros, Arquitectos y Diseñadores.

Cada dia es sustituido un restirador por una computadora con un paquete de diseño asistido por computadora. Paquetes como AutoCad, MicroCadam y varios más sustituyen a las escuadras y portaminas tradicionales, y aquél que no se integre a las ventajas de esta tecnología, desaprovechará las bondades de un diseño más eficiente y en menor tiempo.

El resultado final de una jornada de trabajo enfrente de un monitor es la impresión del plano en un graficador, el cual se encarga de trazar cada linea creada en la computadora en una hoja de papel por diversos medios mecánicos.

Existen diferentes tipos de graficadores, el "Plotter" ó graficador de plumas convencional proporciona la impresión de planos utilizando plumas de distintos tipos en diferentes grosores y colores en una amplia variedad de tipos de papel y poliéster, en un tiempo mucho menor y con una calidad superior al más habil y experto dibujante.

¿Pero qué sucede cuando las necesidades de impresión de planos es de las siguientes características?:

- Alta calidad
- Más de 8 tipos de lineas distintas
- Más de 8 colores en un mismo plano
- Produccion de más planos por dia
- Capacidad para producir planos rápidamente
- dibujos que representen los diseños, las texturas y los colores que se aprecian en los actuales monitores de alta resolución
- Uso del graficador como un recurso compartido para distintos usuarios
- Obtención del mejor rendimiento en la relación costo x plano
- Conectividad (conexión del graficador a través de distintos tipos de computadoras, o instalación en un lugar lejano de la computadora principal).

En estos casos el Graficador de plumas no brinda resultados satisfactorios, especialmente cuando se trata de planos topográficos en donde los tonos de los colores representan distintos parámetros para los geólogos y topógrafos.

El graficador que satisface todas las necesidades anteriores es el electrostático (EPP) y es utilizado en aplicaciones tales como diseño de circuitos impresos, creación de mapas geofísicos, diseño mecánico y Artes gráficas.

Los graficadores electrostáticos son empleados por compañías con grandes volúmenes de impresión de planos, es decir tienen la necesidad de imprimir más de 20 planos con calidad de original en un solo día, con superficies rellenas en más del 15 % del área total del plano utilizando una amplia variedad de colores.

Los usuarios de artes gráficas tienen un volumen de impresión relativamente bajo en comparación con el offset, pero tienen la ventaja de poder crear imágenes personalizadas en computadora sin necesidad de hacer un tiraje extenso.

Un graficador electrostático (EPP, Electrostatic Pen Plotter), es un dispositivo de impresión de formato largo que produce planos a color o monocromáticos de alta calidad a través del procesamiento de vectores o datos en formato raster que contienen información para generar líneas, arcos y colores.

Un graficador electrostático es un graficador de alto rendimiento con capacidad de imprimir planos las 24 horas del día los 365 días del año. Actualmente es el dispositivo de impresión de planos más rápido en el mercado de los graficadores y el que más colores tiene disponibles.

Normalmente el límite de colores que utiliza este graficador está determinado por el software de aplicación, pues es capaz de utilizar hasta 8192 colores.

La resolución de un EPP es de 400 puntos por pulgada proporcionando alta calidad, precisión y detalle en la impresión de los planos.

Existen diferentes tipos de papel e incluso poliéster en los cuales un EPP puede imprimir los planos según sean las necesidades de calidad, presentación y economía del usuario.

Emplea una tecnología basada en el depósito de una carga electrostática en un papel tratado dieléctricamente creando así una imagen invisible, posteriormente el papel pasa a través de una serie de charolas que contienen tinta (negra, magenta, cyan y amarillo), convirtiendo la imagen latente en un plano patente.

Los graficadores electrostáticos pueden funcionar como un recurso compartido en un sistema de cómputo. Pueden conectarse directamente a cuatro computadoras con cuatro paquetes distintos y recibir información simultáneamente para ser impresa.

El funcionamiento de un graficador electrostático puede ser controlado externamente por una terminal externa o por una PC: asignando prioridades en la impresión, cancelando archivos enviados o re-imprimiéndolos.

Además existen varias opciones que configuran al graficador para adaptarlo a las necesidades específicas de impresión de cada compañía, como son la escala, rotación, número de copias, etc.

En un graficador electrostático existen algunas condiciones ambientales que deben ser controladas para lograr el funcionamiento apropiado como la humedad relativa.

Hoy en día son muy pocas las compañías que fabrican graficadores electrostáticos, y otras más como en el caso de Hewlett Packard se han retirado del mercado de este producto por problemas técnicos.

Este tipo de graficadores cada día tienen más aceptación en nuestro país, sobre todo por su aplicación en la impresión de planos de ingeniería, arquitectónicos y artes gráficas.

El precio de un EPP es inaccesible para la mayoría de los usuarios existentes, pero es la mejor opción de trabajo cuando las necesidades de impresión son las descritas anteriormente, incluyendo a los graficadores de inyección de tinta que se están haciendo cada vez más populares en el mercado.

El funcionamiento óptimo de los graficadores electrostáticos resultará favorable en la proliferación de este tipo de dispositivos de impresión de alto rendimiento en las grandes compañías existentes en nuestro país.

Establecer las condiciones necesarias para asegurar un máximo rendimiento de estos dispositivos es parte del presente estudio.

La experiencia en los graficadores utilizados en aplicaciones CAD y en los graficadores utilizados en las Artes Gráficas permitirán determinar los factores necesarios para realizar la instalación de estos equipos y el ambiente ideal de operación.

# OBJETIVO

## II. OBJETIVOS

1. Analizar el funcionamiento del graficador electrostático marca CalComp de la serie 68000.
2. Establecer las condiciones necesarias para el funcionamiento óptimo de un graficador electrostático.
3. Establecer el rendimiento, las ventajas y desventajas del graficador electrostático CalComp con los graficadores de formato largo existentes en el mercado.
4. Analizar las perspectivas del mercado de los graficadores de formato largo.

# PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

### III. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Grandes instituciones esperan contar con un producto confiable para producir planos precisos y de alta calidad. El grado de complejidad de estos planos y el alto volúmen de impresión son los factores determinantes para la elección de un graficador electrostático.

Sin embargo, existen ciertas variables que deben ser controladas para que el graficador tenga un funcionamiento eficiente y una larga duración.

El presente trabajo surge con la inquietud creada despues de la instalación en la ciudad de México del primer graficador electrostático para las Artes Gráficas, el graficador 68444GA. Durante este periodo ocurrieron diversas eventualidades que permitieron determinar las condiciones necesarias para el funcionamiento óptimo de este tipo de graficadores.

Los planteamientos sobre los que se desarrollará el presente trabajo son:

- ¿Es posible que un EPP realice planos de alta calidad en lugares en donde las condiciones ambientales son extremosas?
- ¿Cuáles parámetros deben ser vigilados para mantener en buen fucionamiento un graficador electrostático?
- ¿Qué otras opciones se tienen para realizar planos de formato largo a color de alto rendimiento?

# HIPOTESIS

#### IV. HIPOTESIS

En condiciones ambientales adecuadas el graficador electrostático CalComp tiene un 100% de posibilidades de tener un correcto funcionamiento en cualquier lugar de la República Mexicana.

La calidad de los planos que se obtienen a través del empleo de este dispositivo es alta en los graficadores empleados para las Artes Gráficas, y excelente para los graficadores empleados en el diseño tipo CAD.

El intervalo de variación de la humedad relativa del medio ambiente que permite obtener planos de alta calidad es del 30% al 60%.

Los graficadores electrostáticos son un producto de alto rendimiento con un mercado reducido, pero con grandes ventajas con respecto a los demás graficadores de formato largo.

# ANTECEDENTES HISTORICOS

## V. ANTECEDENTES HISTORICOS

En 1953 Bob Morton, Gene Seid y Rone Cone miembros de la División Autonetics de la Compañía Norteamericana de Aviación, estaban encargados del diseño de un dispositivo con el cual deberían de trazar la trayectoria de un misil; el resultado de este proyecto se consiguió despues de seis años de investigación, con el primer graficador de plumas en 1959.

El funcionamiento de estos graficadores estaba basado en el movimiento de un motor de pasos a través de una serie de incrementos positivos o negativos que permitían posicionar la pluma en el papel.

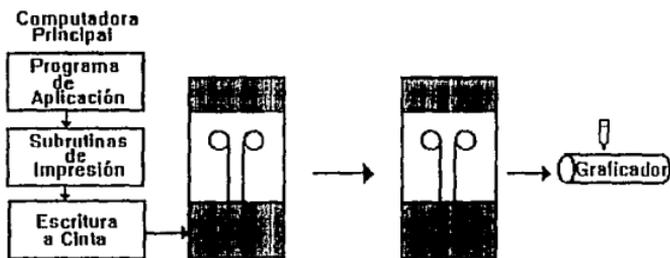
El motor era conectado mecánicamente a un cable, el cual movía el papel o la pluma una distancia exacta. Los primeros graficadores digitales tenían una resolución máxima de 200 pasos por pulgada en ambos ejes de graficación "X" y "Y", obteniendo 40,000 puntos en una pulgada cuadrada, con una velocidad mayor a una pulgada por segundo.

La evolución de este tipo de graficadores vectoriales ha sido considerable, pues en la actualidad los graficadores vectoriales tienen 2032 pasos por pulgada de resolución, una velocidad máxima de 42 pulgadas por segundo y una aceleración de 4.8 veces la gravedad.

Los primeros graficadores necesitaban un controlador externo para poder recibir los datos a ser impresos. Los datos eran transmitidos al graficador a través de una cinta magnética en un lenguaje de programación como Fortran.

Las cintas magnéticas contenían los comandos necesarios para que el graficador moviera la pluma a lo largo de la hoja de papel y para que interpretara cuándo debería de subir o bajar la pluma para trazar una línea.

El controlador del graficador usaba las cintas magneticas como un buffer de memoria muy grande. A este proceso de impresión también se le conocía como impresión fuera de línea, debido a que los datos de impresión se creaban por separado del lugar de impresión.



**Impresión con Unidades de Cinta Magnética**

Una innovación más surgió en la década de los setentas proporcionando a las computadoras un controlador que permitía la impresión en línea.

El controlador contenía un disco duro en donde se depositaban los datos de impresión, de esta forma el controlador enviaba los datos al graficador y la computadora podía realizar otros trabajos mientras el graficador se encontraba trabajando.

De esta manera se reducían los costos, pues se eliminaban las costosas unidades de cinta magnética y el proceso de impresión era más directo.

El siguiente paso consistió en el desarrollo de subrutinas de impresión que pudieran convertir la información contenida en los vectores de datos en comandos de impresión para el graficador.

Mediante este nuevo proceso, algunas de las funciones que realizaba el programa de aplicación fueron cambiadas al controlador del graficador, éstas fueron:

1. Los comandos de graficación (delta), fueron mandados al controlador del graficador en lugar de comandos de movimiento; el controlador del graficador realizaba ahora esta conversión; la conversión de comandos delta a vectores es una labor intensiva y era programada en lenguaje ensamblador para reducir el tiempo de ejecución del programa
2. El texto era enviado al controlador del graficador en caracteres ASCII , en lugar de enviar comandos de movimiento. El controlador realizaba la conversión de texto a vectores y de vectores a comandos de movimiento.
3. El empleo de controladores con disco duro y de subrutinas de impresión permitieron el manejo de mayor información. La cantidad de datos que eran enviados al graficador era considerablemente menor al manejo con unidades de cinta magnética. Había ocasiones en que un plano con mucha información en formato a base de incrementos excedía 2400 pulgadas de cinta magnética. El nuevo formato vectorial, redujo la cantidad de escritura de datos hasta en un factor de 100.
4. Los datos en forma de vectores pueden ser manipulados matemáticamente y de esta manera pueden realizarse operaciones sobre ellos como escalarlos, cambiar el origen del plano, rotarlos, etc.

En los setentas, se incluyó el microprocesador en la arquitectura interna de los graficadores. El microprocesador reemplazó el empleo de varias tarjetas lógicas que empleaban los controladores por un diseño interno más compacto.

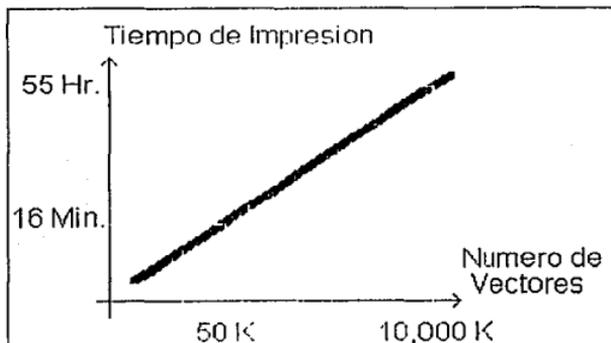
Estos nuevos controladores internos también recibían los datos en forma de vectores y caracteres de texto ASCII.

Con el desarrollo de los microprocesadores se abatieron los costos de los sistemas de cómputo y de los graficadores.

Una razón para los graficadores de formato Raster.

Con el tiempo, aumentaron las necesidades de impresión de las grandes compañías, el empleo de la computadora hizo más eficiente el diseño pero los graficadores vectoriales no brindaban los tiempos de respuesta para una producción extensiva. Era hora de mejorar el método de impresión.

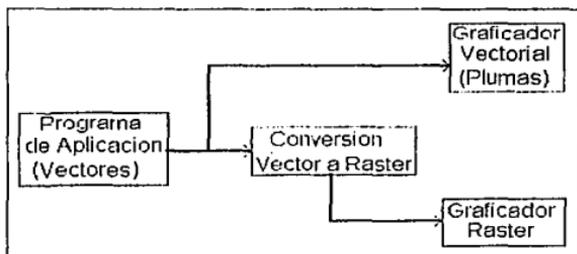
Analicemos este punto comparando el rendimiento de los graficadores vectoriales y el tiempo necesario de impresión. La siguiente gráfica nos muestra la relación entre los graficadores vectoriales y el tiempo necesario para graficar un plano de 10 MB de información en un formato de vectores. El tiempo necesario sería de: ¿ 55 horas ?



Los graficadores vectoriales (de plumas), cuentan con una gran precisión pero son equipos que requieren de la presencia del usuario, y su tiempo de impresión es considerablemente alto.

#### Graficadores de formato Raster.

La impresión con graficadores de formato raster requiere de un paso adicional para realizar dibujos a partir de vectores. El fabricante de los graficadores raster debe de proporcionar la conversión de vectores a datos raster (Vector-to-raster), debido a que la mayoría de las aplicaciones están consideradas para ser manejadas en formato vectorial.



En un principio la conversión (VRC) se efectuaba en un dispositivo separado del graficador o por el paquete de aplicación.

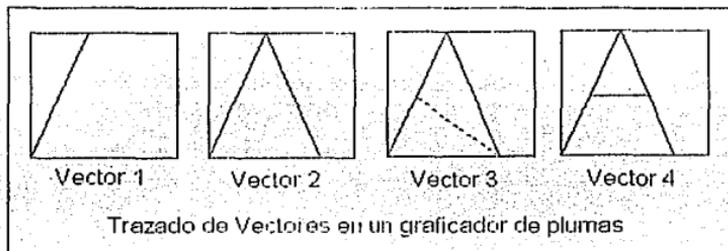
Los datos enviados al controlador eran del mismo formato que los enviados a un graficador de plumas, por lo que era sencillo conectar cualquier aplicación a este tipo de controladores.

Actualmente la conversión Vector-Raster se realiza en el interior del graficador electrostático. La tarjeta XP (Extra Performance) ayuda al microprocesador del graficador a realizar esta conversión en un 20% a 40%.

### Conversión de vectores a formato raster.

La conversión de vectores a raster es un proceso que nos permite crear imágenes por medio de puntos.

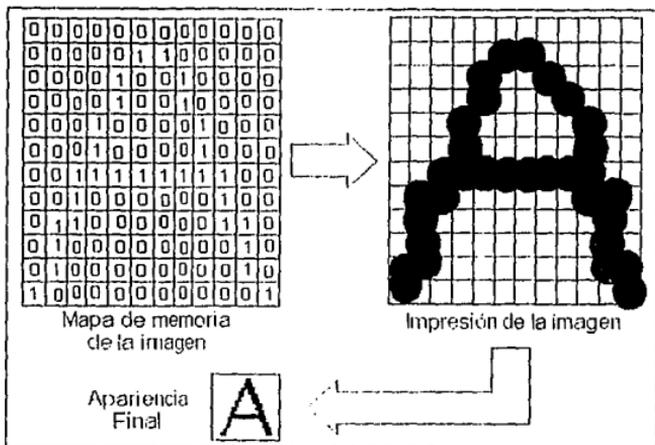
Para explicar el proceso de conversión de vectores a formato raster describiremos el proceso de impresión de la letra 'A' con vectores y después con puntos.



La figura anterior nos muestra el orden en que un graficador de plumas dibuja una serie de vectores para formar la letra "A". Ahora veremos como un graficador raster crea esta misma imagen.

El proceso de conversión de vectores a raster será dividido en dos pasos. En el primer paso se hará un arreglo lógico en memoria RAM y en el segundo se enviará al dispositivo de impresión.

- Un cero corresponde a un espacio en blanco o a un espacio vacío el cual será enviado al dispositivo de impresión raster.
- Un uno corresponde a un punto de la imagen, el cual será enviado al dispositivo de impresión raster.



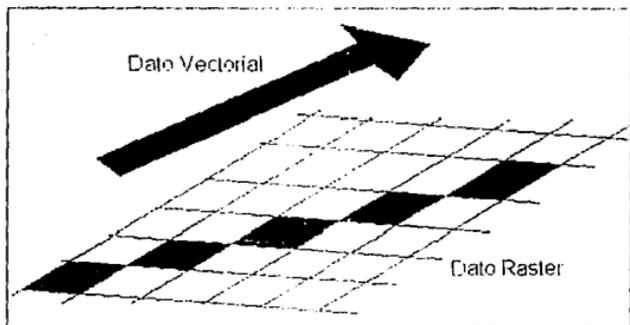
Quando el arreglo lógico de la imagen es enviado al dispositivo de impresión, los unos forman la imagen mediante la sobreposición de los puntos y los ceros no producirán imagen.

El tamaño del punto depende de la resolución del dispositivo de impresión, es decir, de la cantidad de puntos por pulgada que sea capaz de imprimir. La sobreposición de puntos forma líneas más suaves mientras mayor cantidad de puntos se tengan por pulgada.

El paso uno requiere que el proceso acepte información en formato vectorial y produzca una imagen rasterizada. Este es un proceso complicado, pero similar a la programación del movimiento de la pluma en un graficador de plumas.

- Un graficador de plumas mueve el centro de la pluma al paso más cercano del vector que será impreso.

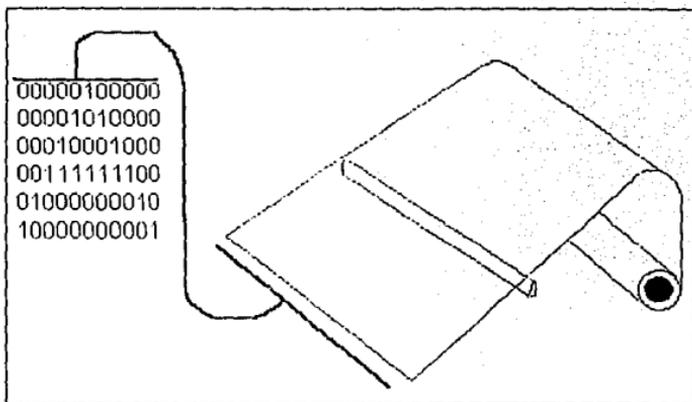
- Una copia de la imagen es creada por el vector a ser trazado al seleccionar los bits correspondientes en la memoria RAM.



La labor de activar bits en un arreglo de memoria por medio de un vector se denomina proceso de rasterización. Un vector puede ser rasterizado en una millonésima de segundo. Generar una copia rasterizada de la imagen es mucho más rápido que mover una pluma en un graficador vectorial.

Los datos rasterizados pueden ser almacenados por el graficador internamente.

El siguiente paso consiste en transmitir la información rasterizada al dispositivo de impresión. Cada línea rasterizada es enviada en un instante de tiempo al graficador. Cada bit (uno o cero) indica el estado lógico de la imagen en esa línea de rasterización. La cabeza térmica encenderá o se mantendrá apagada según sea el estado lógico.



El proceso de rasterización explicado con anterioridad se denomina rasterización completa de la imagen, y es utilizado por los dispositivos de raster de impresión pequeños. Los graficadores raster de formato largo emplean métodos más eficientes como el de rasterización parcial de la imagen.

Un pequeño cálculo aritmético nos mostrará la razón de porque el método de rasterización completa de la imagen no es empleado en los graficadores de formato largo. Las siguientes tablas muestran los números en bytes requeridos para obtener imágenes de varios tamaños.

Memoria necesaria para un dibujo a 200 puntos por pulgada de resolución.

Long. Eje x in.	Total de Puntos en el eje X	Long. Eje Y in.	Total de Puntos en el eje Y	Total de puntos de la imagen	Tamaño de la Imagen en Bytes
8.0	1,600	10.0	2,000	3,200,000	400,000
8.5	1,550	11.0	2,050	3,177,500	397,188
11	2,050	17.0	3,250	6,662,500	832,813
17	3,250	22.0	4,250	13,812,500	1,726,563
22	4,250	34.0	6,650	28,262,500	3,532,813
34	6,650	44.00	8,650	57,522,500	7,190,313

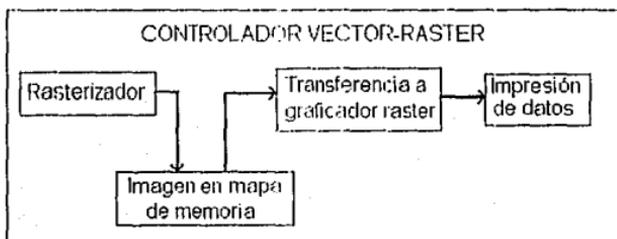
Memoria necesaria para un dibujo a 400 puntos por pulgada de resolución.

Long. Eje x in.	Total de Puntos en el eje X	Long. Eje Y in.	Total de Puntos en el eje Y	Total de puntos de la imagen	Tamaño de la Imagen en Bytes
8.0	3,200	10.0	4,000	12,800,000	1,600,000
8.5	3,400	11.0	4,400	14,960,000	1,870,000
11	4,400	17.0	6,800	29,920,000	3,740,000
17	6,800	22.0	8,800	59,840,000	14,960,000
22	8,800	34.0	13,600	119,680,000	14,960,000
34	13,600	44.00	17,600	239,360,000	29,920,000

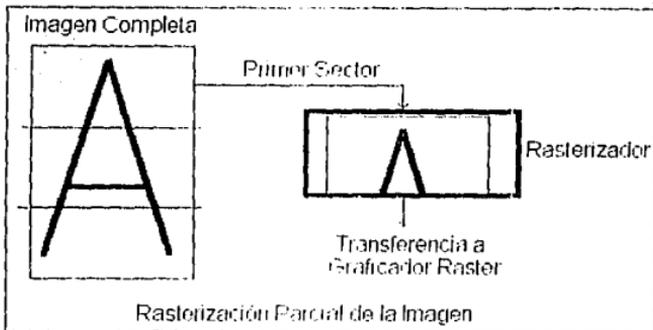
Los números que se encuentran en negrilla al final, representan un plano tamaño "E" de 34" x 44"; almacenar esta información en memoria RAM, lo cual sería muy costoso.

### Proceso de Rasterización parcial de un dibujo.

Una solución alternativa al proceso de rasterización completa de una imagen es la rasterización parcial. Esta técnica es empleada en los graficadores raster de formato grande. Una rasterización parcial de la imagen es realizada en un intervalo de tiempo, esta pequeña parte rasterizada de la imagen es llamada sector. La imagen total es dividida en varios sectores (cada sector está compuesto por varias líneas rasterizadas).

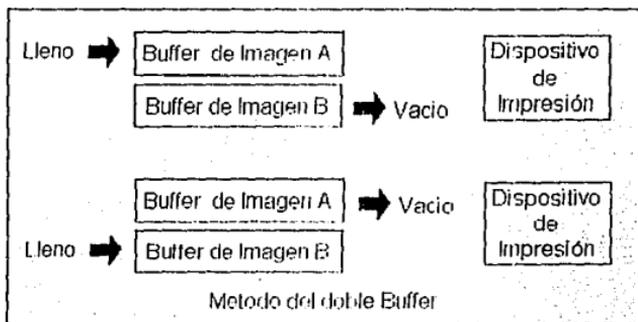


Los sectores son rasterizados cada uno a la vez. La memoria del dibujo rasterizado sólo necesita ser del tamaño del sector de imagen rasterizado. Cuando el primer sector de la imagen rasterizada es enviado al dispositivo de impresión, la memoria se encuentra lista para usarse por otro sector. Entonces otro sector es rasterizado.



### Transmisión de la información raster al dispositivo de impresión

En la actualidad la memoria de rasterización está dividida en dos partes, de esta manera se puede rasterizar un sector mientras el sector previamente rasterizado es enviado al dispositivo de impresión. A este proceso se le conoce como doble Buffer. Mientras un buffer del dibujo es vaciado, el otro buffer es desocupado. El proceso se muestra a continuación.



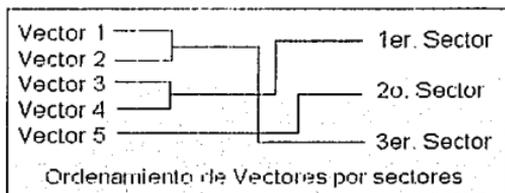
El siguiente problema es el de pasar los vectores al rasterizador de una manera eficiente y a un costo bajo. Lo que se necesita es un método de acceder los vectores por sectores.

El método de Accesar los vectores por sectores nos permitirá que el controlador identifique y rasterice rápidamente todos los vectores que:

1. Empiecen en un sector
2. Pasen por un sector.
3. Terminen en un sector

El proceso de acceder vectores de esta manera se llama sorteo. El método es similar al utilizado por algunas compañías de correos para acomodar la correspondencia. El servicio postal clasifica el correo utilizando el código postal, el cual es parte de la dirección.

En forma similar los vectores son clasificados en una parte apropiada de la memoria distribuyéndolos en cada sector. Los vectores son clasificados para tener un mejor acceso y ahorrar tiempo en el siguiente paso del proceso de rasterización. El sorteo está basado en el punto final del valor mínimo del eje "X" del vector. Cuando todos los vectores han sido clasificados, inicia el proceso de rasterización. Los vectores clasificados son almacenados en un disco duro interno.



La cantidad de archivos que puede almacenar un disco duro depende del tamaño del mismo. Cuando la capacidad del disco se sature, el siguiente archivo recibido desplazará al archivo residente en el disco duro con más antigüedad.

La información contenida en los vectores no es exclusivamente líneas, también contienen información más compleja como puede ser: arcos, relleno de áreas y textos.

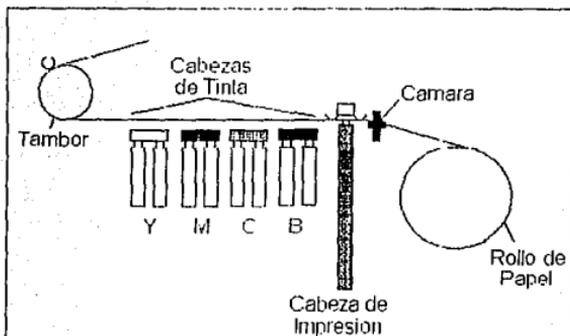
Tecnologías de impresión que emplean el proceso de rasterización.

Son cinco las tecnologías de impresión que emplean el proceso de rasterización

1. Graficadores Electroestáticos.(EPP)
2. Impresoras de transferencia térmica.
3. Graficadores de imagen directa. (DI)
4. Graficadores de inyección de tinta. (IJ)
5. Graficadores Láser

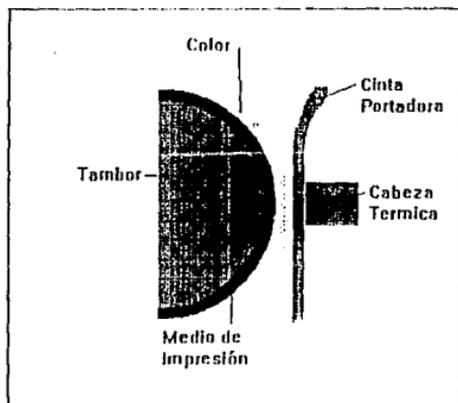
#### Impresión en Graficadores Electroestáticos

- Las agujas de la cabeza de impresión depositan una carga eléctrica en el papel de impresión.
- El papel (con la carga) se recorre hasta una charola que contiene la tinta.
- La tinta tiene una carga eléctrica opuesta a la carga depositada en el papel, por lo tanto pequeñas partículas de tinta son atraídas al papel.
- Cada carga depositada en el papel forma la imagen.



### Impresión de transferencia térmica

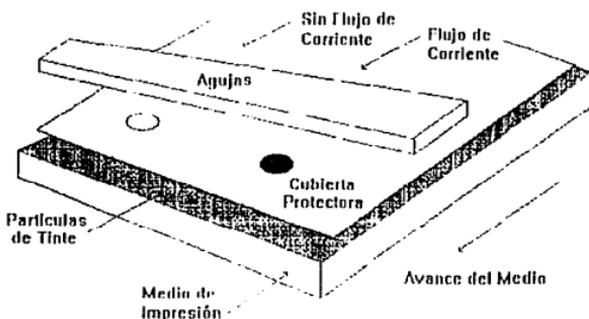
- Las agujas son calentadas rápidamente a alta temperatura.
- La aguja calentada transfiere una pequeña porción de color al medio de impresión de un sustrato que tiene color y que se encuentra entre el medio y la aguja.
- Con las partículas de color transferidas se forma el color.



Esta tecnología es utilizada por impresoras de color en tamaño carta y doble carta.

#### Impresión de imagen directa

- El medio de impresión se encuentra tratado previamente, y reacciona directamente al calor. (papel térmico).
- La aguja es calentada rápidamente a alta temperatura.
- El calor aplicado al medio térmico provoca que las partículas reaccionen formando la imagen, de color negro o rojo (dependiendo de la cantidad de calor aplicado).



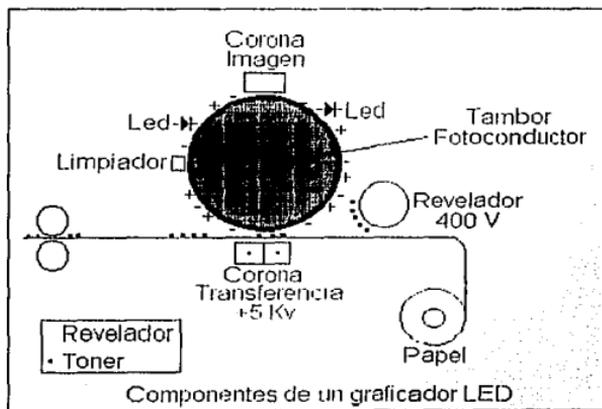
#### Graficadores de inyección de Tinta

El método de impresión de este tipo de graphicadores está basado en el rocío de tinta según sea la demanda, sobre algún sustrato de impresión, (papel, vellum, poliéster, etc).

## Graficadores Láser y LED

En los graphicadores Láser se tiene un láser que viaja a través de una serie de elementos así como espejos y lentes para hacer contacto con un tambor fotoconductor para obtener una imagen. Los graphicadores LED (Light Emitting Diode), imprimen la imagen utilizando una carga eléctrica para depositar la tinta sobre el papel, es por lo tanto un método electrostático, los dos elementos más importantes son: la fuente de luz y el tambor fotoconductor a través de los cuales se obtiene la imagen.

Los graphicadores LED utilizan un arreglo de leds como fuente emisora de luz, se necesitan 9,600 leds a lo ancho del graphicador para poder producir imágenes de 400 dpi de resolución.



## El primer graficador electrostático

A finales de los 70's Versatec (Xerox), introdujo al mercado el primer graficador electrostático,

Los primeros graficadores electrostáticos contaban con una resolución de 200 ppp, permitiéndonos imprimir hasta 279 mm. o 11 pulg. en hoja cortada o en rollo, pudiendo operar a una alta velocidad en gráficas o en formato de una impresora alfanumérica con una velocidad superior a los 36.7 mmps (1.45 ips), un máximo de 132 caracteres por línea y una copia en 6 segundos, contando con un controlador el cual permitía conectarse a casi todos los equipos disponibles en el momento, permitiendo en un principio sólo impresiones monocromáticas, con una precisión de 0.127 mm. (0.0005 pulg).

Al principio de los 80's, CalComp hizo lo propio con el modelo 5700, el cual era monocromático, de 400 puntos por pulgada y tenía un sistema que evitaba la evaporación de tinta al mínimo. Con los nuevos graficadores electrostáticos se mejoro el rendimiento en la impresión de planos. En 1984 CalComp fabricó el primer graficador raster electrostático a color del mercado, el modelo 5800.

Los graficadores 5800 introdujeron una lista de mejoras considerable, algunas de éstas fueron:

1024 lipos de relleno de áreas, 1024 definiciones de tipos de líneas y colores, las definiciones para los colores y los tipos de líneas se almacenaban en un disco duro interno, composición de colores específicos (saturación, tinte, claridad, etc), comunicación con monitores de color en formato RGB (Red-Blue-Green). Los datos en formato RGB pueden ser tratados a través de subrutinas Fortran, programas para manejar datos en forma de pixeles a color como los usados en procesamiento de imágenes (ej. médicas o satélite, disco

duro interno de 12 MB, sistema electrónico para alinear las pasadas a color, completa compatibilidad con los programas actuales de los usuarios.

### **Graficadores Electrostáticos en México**

Los primeros graphicadores electrostáticos que se tuvieron en México, fueron obtenidos por las grandes compañías automotrices y de diseño de maquinaria. Las necesidades de impresión de estas compañías era elevada, contaban con la necesidad de imprimir más de 20 planos a la semana, así como de compartir un mismo graphicador de alta calidad con diferentes usuarios.

Las primeras compañías que se tiene conocimiento que obtuvieron estos equipos fueron Ford Motor Company, planta motores en Chihuahua y Conek, Caterpillar en Monterrey, N.L., estos equipos tienen más de 10 años de operación en el mercado, son equipos que cuentan con un controlador aparte y tienen una resolución de 200 ppp.

A continuación se enlistan los graficadores electrostáticos que se cuentan dentro de la República Mexicana:

Cantidad	Modelo	MARCA	Compañía	Ubicación	Aplicación
2	5745	Calcomp	Ford Motor	Chihuahua	CAD
1	5745	Calcomp	Conek	Monterrey	CAD
2	5745	Calcomp	I.M.P	D.F.	CAD
1	58444XP	Calcomp	CIIRYSLER	D.F.	CAD
2	58436	Calcomp	V.W.	Puebla	CAD
1	68436	Calcomp	Pemex	Cd. del Carmen	CAD
1	68436	Calcomp	C.F.E.	D.F.	CAD
1	67436	Calcomp	American Yazaki	Cd. Juarez	CAD
1	68444XP	Calcomp	Essex Int.	Cd. Juarez	CAD
2	68444GA	Calcomp	Megagraphic	D.F.	Artes graficas
1	68436	Calcomp	P.G.R.	D.F.	CAD
1	36"	H.P.	Geocentro	D.F.	Geografico
1	36"	H.P.	I.C.A.	D.F.	CAD
1	36"	H.P.	Const. Xochimilco	D.F.	CAD
1	36"	Versatec	Transmision	Queretaro	CAD
1	36"	Versatec	C.F.E.	Laguna verde	CAD
1	36"	Versatec	BP petroleum	D.F.	CAD GEO
4	36"	Versatec	Pemex	Cd Carmen	CAD
1	36"	Versatec	Shclumberg	D.F.	CAD
1	36"	CalComp	Axa Yazaki	Monterrey	CAD

# MATERIAL Y METODO

## VI. Material y método.

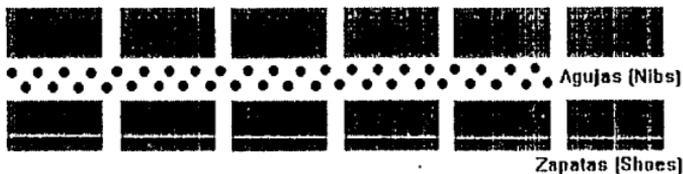
### Definición y funcionamiento.

Un graficador electrostático es una impresora de formato largo formada de varios subsistemas mecánicos, hidráulicos, eléctricos y electrónicos coordinados entre sí para producir un solo efecto: la impresión de planos o dibujos con una amplia variedad de colores y con la posibilidad de imprimir texturas y dibujos con calidad de fotografía de 400 puntos por pulgada de resolución máxima.

La impresión de los planos se realiza a partir de datos en formato raster que contienen la información necesaria para generar arcos, líneas, caracteres, relleno de áreas y separación de colores,

El número de colores disponible por este método es de 8192 y se forman por la combinación de 4 colores básicos: negro, cyan (azul), magenta (rojo) y amarillo.

Cada línea dibujada por un graficador electrostático está formada por la superimposición de puntos creados por agujas que se encuentran intercaladas en un arreglo de dos renglones a lo largo de la cabeza de impresión. Cada aguja tiene una posición lógica sobre la cabeza y es activada según sea el direccionamiento de los vectores de datos. Cada pulgada de la cabeza de impresión contiene 400 agujas intercaladas entre sí para crear líneas más suaves.



Elementos básicos de la cabeza de impresión

### Descripción de la cabeza de impresión

La cabeza de impresión esta compuesta básicamente por Nibs (agujas) y Shoes (Zapatatas).

Las zapatas son las piezas largas de metal colocadas en ambos lados de los extremos de las agujas (nibs). Una cabeza de impresión de 36" tiene 110 pares de Zapatas (Shoes). Durante la impresión, el procesador escoge secuencialmente estos pares de zapatas.

Las agujas son pequeños alambres alineados alternadamente en un par de renglones a lo largo de la cabeza. Los renglones se encuentran separados por una distancia de .010" (0.0254 mm). La distancia entre los dos renglones equivale a cuatro líneas rasterizadas. La primera aguja se encuentra localizada en el centro de la primera zapata. Cada aguja se encuentra situada en medio de las zapatas adyacentes.

### Secuencia de encendido de las Zapatas (Shoes).

Las zapatas contribuyen a magnetizar la superficie de papel, la carga eléctrica que depositan las agujas sobre el papel no es suficiente para atraer las partículas de tinta al papel, la carga depositada por las zapatas se suma a la depositada por las agujas, formando la imagen solamente en donde las agujas depositan su carga.

Durante el proceso de impresión, el papel pasa sobre la cabeza de imagen y se activa el punto que ha sido direccionado, depositando la carga electrostática sobre el papel. El papel con carga pasa posteriormente por una charola que contiene tinta y las partículas de la tinta son atraídas al punto cargado previamente produciendo el efecto visual del dolo de entrada.

Posteriormente una cuchilla de vacío remueve el exceso de tinta del papel. Este proceso se repite para cada color. formandose así un plano seco y listo para usarse después de la impresión del último color.

### Hardware

El graficador tiene dos tarjetas lógicas principales: la tarjeta de interfase y la tarjeta controladora.

### **Tarjeta de interfase**

Esta tarjeta es la interfase con el mundo externo. Recibe los datos de los puertos seriales (2), paralelos (2), y terminal, y los procesa para que sean impresos. También es la interfase con el disco duro, el cual es usado para almacenar vectores organizados, datos de impresión y el sistema operativo del graficador. Controla entre otros dispositivos al panel de control, a la tarjeta rasterizadora XP (Extra Performance) y transfiere los datos a la tarjeta opto.

### **Tarjeta controladora**

Actúa como una esclava de la tarjeta de interfase. Controla los motores, bombas, válvulas, detecta el tipo de papel y realiza otras funciones mecánicas, las demás tarjetas son: La tarjeta de la cámara y detección de la humedad, la tarjeta opto, cuatro tarjetas de agujas, la tarjeta "shoe", la tarjeta de alto voltaje, la tarjeta de distribución de energía, y la tarjeta de opciones.

### **Tarjeta Opto**

Separa ópticamente el alto voltaje de los voltajes de control.

### **Tarjetas de puntos y tarjeta de Zapatas**

Proporcionan el alto voltaje a la cabeza de impresión.

### **Tarjeta de la fuente de poder**

Alimenta el alto voltaje positivo y negativo necesario.

### **Tarjeta de distribución de energía**

Contiene los circuitos necesarios para controlar las opciones del graficador.

### **Procesador de alto rendimiento XP**

Este procesador de alto rendimiento ayuda a realizar la conversión de datos en forma de vectores (907) a datos en formato raster (CCRF). De esta forma el procesador principal se encarga de recibir los datos de los cuatro puertos de entrada mientras el procesador XP de rasterizarlos.

## **Operación**

### **Secuencia de encendido**

Cuando se cierra el switch del transformador de alimentación, 120 VAC alimentan a la tarjeta de distribución de energía. Cuando se cierra el switch del panel de control se alimentan 120 VAC a la fuente de alto voltaje y bajo voltaje, a los ventiladores, al humidificador, y las tarjetas controladora y de interfase permanecen en un estado de reset hasta que se estabilizan los voltajes, posteriormente las rutinas de inicialización empiezan.

### **Inicialización de la tarjeta de interfase**

El proceso de inicialización de la tarjeta de interfase consiste en la ejecución secuencial de varias rutinas que determinan el modo de operación del graficador así como del correcto funcionamiento de componentes.

Al igual que en una PC, el graficador electrostático tiene un disco duro en el que reside un sistema operativo, el cual identifica a cada uno de los elementos del sistema, y verifica su correcto funcionamiento.

Si ocurre algún error durante esta etapa de inicialización, se identifica según el mensaje que se despliega en la terminal o en la pantalla de cristal líquido del graficador. La acción correctiva correspondiente debe realizarse para que la rutina de inicialización sea ejecutada completamente. Las causas de error en algún paso de esta rutina de inicialización pueden ser ocasionadas por errores de archivos en el disco duro o un error en la tarjeta de interfase. Después de que el graficador realiza todas las rutinas anteriores, se encuentra listo para recibir datos por cualquiera de sus dos puertos seriales o por los dos puertos paralelos.

### **Marca de registro**

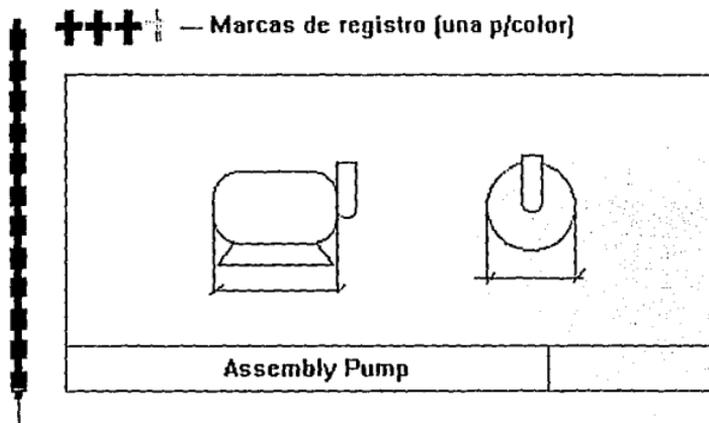
En el proceso de impresión a color, el graficador combina 4 pasadas de colores en la misma área de papel, cada pasada contiene la información necesaria y única para formar los elementos de ese color.

Para asegurar que la impresión de cada color sea colocada exactamente sobre el color anterior, el graficador emplea una marca de registro que coloca en la primera pasada de impresión a color, esta marca es un registro que imprime en el lado derecho del papel, afuera del área normal de impresión.

Durante las subsecuentes pasadas de cada color, una cámara monitorea la posición de esta marca con respecto a los datos que son impresos en ese momento. Si ocurre una expansión o contracción en el papel en ese momento, el sistema de registro efectúa las correcciones necesarias en ese momento.

El sistema mecánico reposiciona la cabeza de impresión para compensar la distorsión en el eje -Y- del papel. En el eje -X- el circuito de impresión demora o adelanta la impresión de las líneas rasterizadas.

Normalmente la marca de registro se imprime durante una pasada previa a las de color, (5 en total). Si la pasada de acondicionamiento se deshabilita, la marca de registro se imprime durante la pasada de color negro.



### Marca de localización [Tracking]

#### Secuencia de Impresión

Durante este proceso el graficador activa el seguro de aire, infla la vejiga que presiona el papel contra la cabeza de impresión, abre la válvula de regreso de tinta, activa a 3/4 la bomba de tinta y abre la válvula de alimentación, la charola de tinta sube hasta encontrarse con el papel, de esta forma el papel se adhiere a la charola de color negro creándose así un vacío por las canaletas de la charola, por donde fluye libremente la tinta.

### **Imagen y Tinte**

El motor mueve el rollo de papel hacia adelante y la cabeza de impresión deposita una carga electrostática en el papel, el sensor de la concentración de tinta detecta cuándo es necesario abrir las válvulas de tinta concentrada para mantener la densidad constante. La tinta fluye por una charola con carga eléctrica opuesta a la depositada por la aguja de impresión, las partículas de tinta se adhieren en el papel formando la imagen.

### **Secuencia de secado (después de imagen y tinte)**

Cuando termina de imprimir el color en turno la vejiga de impresión se desinfla, el alto voltaje se apaga, la válvula de alimentación de tinta se apaga, la válvula de retorno se cierra, la charola de tinta se inclina y succiona el excedente de tinta depositada sobre el papel, la bomba de toner se enciende al 100%, el papel avanza para secarse, la cabeza de tinta baja y el papel se detiene.

### **Detección de humedad**

La tarjeta electrónica que contiene a la cámara, tiene en el lado opuesto a un capacitor variable a la humedad, el cual cambia su capacitancia según sea la humedad relativa de en el interior del compartimento del graficador.

### **Control del Humedificador**

El humidificador se activa cuando la humedad relativa en el interior del graficador es menor al 40% y se desactiva cuando la humedad relativa es mayor al 60%.

### **Detección de la cámara**

#### **Corrección en el eje -Y-**

Mientras se está imprimiendo, el procesador detecta la marca de registro en el eje -Y- cada 10 ms. La salida de la tarjeta de la cámara se conecta a los amplificadores operacionales. Estos amplificadores entregan un voltaje proporcional al desplazamiento de la marca de registro, (derecha, izquierda o centro). El convertidor A/D convierte el voltaje en un valor digital.

El convertidor A/D tiene ocho salidas. El multiplexor de entrada determina cuál entrada convertir y en cuál registro almacenar el valor digital.

El multiplexor de lectura determina cuál registro proporciona el dato cuando es direccionado por el procesador. El procesador matemáticamente determina si alguna corrección es necesaria. En caso de requerirse una corrección, el procesador le ordena al motor de pasos el movimiento en la dirección necesaria.

#### Corrección en el eje -X-

Una interrupción se genera cada vez que ocurre una transición de ancho a delgado en la marca de registro.

El procesador hace caso omiso a la transición de ancho a delgado en la marca de registro. El procesador sabe la distancia existente entre las transiciones sucesivas. El codificador cuenta los pulsos codificados entre cada interrupción y calcula la diferencia. Si ocurre un error significativo, el procesador alarga o acorta el plano por un pulso codificado. Las correcciones tienen efecto cada cinco interrupciones.

#### Control de la cabeza de Impresión

La cámara detecta el movimiento del papel en el eje -Y-. Cuando el procesador detecta el movimiento de la marca de registro hacia el lado izquierdo o derecho, realiza una compensación mediante el movimiento del motor de pasos que controla el movimiento de la cabeza de impresión en un incremento positivo, negativo, de un paso completo o medio paso según sea el caso.

Esta acción correctiva se lleva a cabo cada vez que la marca de registro cambia de ancho a delgado y de delgado a ancho.

#### Sistema de tintas/ Monitoreo automático.

El sistema de flujo de tinta a través del graficador es un diseño exclusivo creado para evitar el escape de vapores del graficador, conservar el nivel de densidad adecuado en las tintas y asegurar que el plano esté seco al terminar de ser impreso.

## Conectividad:

### Puertos de interfase

El graficador electrostático 68000 tiene dos puertos asíncronos seriales RS-232-C que pueden ser configurados hasta 38,400 baudios por segundo utilizando los protocolos de comunicaciones CTS, ACKNAK, XONXOFF y HPGL.

También tiene dos puertos paralelos Centronics o Dataproducts, los cuales aceptan datos de 8 bits a 330K bytes por segundo.

Un puerto serial más se encuentra disponible para conectar una terminal o una PC con un programa de emulación de terminal para configurar los parámetros de los puertos, la calibración del graficador y realizar operaciones de control en la impresión de los archivos.

Los sistemas de cómputo que pueden enviar datos a este dispositivo son de lo más variado incluyendo a :PC , XT, AT, o equivalente, PS/2, Macintosh II, DEC VAX, DCE Host, a sistemas con canal IBM (emulación impresora IBM 3211/3811) con una interfase 913, a una unidad de control IBM 3270/3170 con el convertidor 902C, con una emulación IBM 2780/3780 con el convertidor de protocolo 901, con un servidor de impresión de red Ethernet con el servidor 980, con el software convertidor 925-907, el cual opera en sistemas RT,RS-600, DEC VAX, DEC Station, Sun 3, Sun 4 (SPARC) y Workstations Apollo.

Los formatos de los datos que pueden ser impresos en este tipo de graficadores también es muy amplio, como por ejemplo: PCI (Plotter Controller Interfase), CPGL (Emulación HP), CCRF (Calcomp Compressed raster format), Green Sheet (Emulación raster Versatec), Postscript.

**Método:**

El presente, es un trabajo prospectivo, experimental, longitudinal y comparativo efectuado en la compañía Bit Graphica de México S.A. de C.V., durante el periodo de Febrero de 1992 a Enero de 1994 con respecto al funcionamiento de graficadores electrostáticos marca CalComp.

El criterio de inclusión utilizado es:

- Graficadores Electrostáticos marca CalComp, Versatec y Raster Graphics.
- Graficadores de Inyección de tinta
- Graficadores Térmicos
- Graficadores Láser

El método empleado se basa en la variación de los parámetros de operación que afectan directamente a la calidad de impresión del graficador Electrostático CalComp. Con los datos obtenidos se realizará un análisis para determinar las acciones preventivas o correctivas que mejoren esta calidad.

Los parametros a evaluar son:

1. Calidad de impresión del graficador electrostático CalComp:
  - a) Presencia de franjas en los planos.
  - b) Desaparición de imagen.
  - c) Baja Intensidad en los colores.
  - d) Formación de trasfondo indeseado.

Los graficadores que forman el universo de trabajo son:

<u>Cant</u>	<u>Modelo</u>	<u>Compañía</u>	<u>Aplicación</u>
1	68436	CFE	CAD
1	58444XP	Chrysler de México	CAD
2	68444GA	MegaGraphics de México	Artes Gráficas
1	68444	Essex Internacional (Ciudad Juarez)	CAD
1	67436	American Yazaki (Ciudad Juarez)	CAD
1	5742	Conek, Caterpillar (Monterrey, N.L.)	CAD

Los graficadores que forman el grupo de control son los cuatro primeros de la tabla anterior, siendo el 50% de aplicación tipo CAD (CFE y Chrysler) y el otro 50% para las Artes Gráficas.

MegaGraphics de México es una compañía dedicada a la publicidad y el diseño de anuncios por computadora, tiene en sus instalaciones 2 graficadores electrostáticos con opción GA (Graphics Arts por sus siglas en inglés).

Essex Internacional y American Yazaki son compañías maquiladoras que utilizan paquetes de diseño como Autocad y MicroCadam respectivamente.

Caterpillar es una compañía dedicada al diseño de maquinaria entre otros productos.

Asimismo se hará un análisis de las ventajas y desventajas de los graficadores de formato largo existentes y las tendencias a futuro del mercado.

# RESULTADOS

## VII. RESULTADOS

### Graficadores Electrostáticos CalComp.

Los graphicadores electrostáticos serie 68000 son un dispositivo de impresión de alta calidad con resolución de 400 puntos por pulgada máximo, aceptan una amplia variedad de formatos de entrada: CCGL (960, 907, PCI), HPGL, CCRF (raster comprimido) y mediante ciertos dispositivos de interfase aumentan sus posibilidades de conectividad con otros formatos, como son:

Interfase	Formato
913 IBM	Emulación controlador de impresión 3211/3811 con salida Dataproducts.
902C	Permite la conexión a través de cable coaxial a una unidad de control IBM 3270/3170 con salida Centronics.
901	Emulación IBM 2780/3780 a través de la conversión de protocolos, usualmente desde un modem a un canal serial de comunicación.

PrintBridge Formato Postscript

GreenSheet Formato de impresión manejado por Versatec.

Tiene además compensación automática de papel y densidad de tintas, manejo de rollo y procesador de alto rendimiento, el medio ambiente de trabajo es: 59 °F a 95 °F / 15 °C a 35 °C y 20 % a 60 % de humedad relativa.

La longitud máxima de imagen en color es de 32.8 fl/ 10m y en monocromático es el largo total del rollo. Tiene 8192 tipos de líneas, 8192 colores, el diámetro de la aguja es de 0023 in/ .0584 mm (en la cabeza de impresión), el diámetro del punto es .0037 in/ .0940 mm (sobre la superficie de papel), la precisión con que cuenta este graficador es de +/- 0.1 %

En cuanto al rendimiento del graficador, la Vel. max de impresión es de 2.0 ips/50.8 mm/ps, el tiempo necesario para imprimir un plano tamaño "E" en Bond, Vellum ó Poliester:

-Monocromatico:	1 minuto 47 segundos
-Color (Líneas):	6 minutos 22 segundos
-Color (Áreas):	18 minutos 45 segundos

Tiempo de secado de planos NO necesario.

Como características adicionales de este graficador se puede enunciar la recepción concurrente de datos por los 2 puertos seriales y por los 2 puertos paralelos, e Impresión simultánea a la recepción de datos.

### **Graficadores electrostáticos Versatec, Xerox:**

Los graphicadores Versatec sustituyen la tradicional cabeza de impresión formada con agujas, por un diseño rectangular, la tecnología se denomina ASI (Advanced Silicon Imaging), básicamente es una cabeza de silicón amorfo con estructura de vidrio sin llegar a ser cristal. La resolución también es 400 dpi, reconocen HPGL 1/2 e interfase Versatec (VPI, Versatec Paralell Interfase). Tienen un puerto serial y un puerto paralelo (VPI). El rango de humedad de operación es: 20% a 70%. La velocidad de impresión es de 1 ips. No tienen recepción concurrente de datos ni impresión simultánea a la recepción.

Por ser de tecnología electrostática no requieren de tiempo adicional para el secado de los planos después de la impresión.

### **Graficadores electrostáticos Raster Graphics**

Los graphicadores electrostáticos RG serie ColorStation, también tienen tecnología de impresión ASI, sistema de transporte de papel para realizar impresiones en hoja cortada mediante el corte del rollo de papel, tienen 200 dpi en la cabeza de impresión y 400 dpi mediante la doble impresión. El formato estándar que maneja es HPGL. La velocidad de impresión máxima por pasada es de 6 ips en 200 dpi de resolución. La calidad de impresión es muy sensible en condiciones de humedad relativa baja. Tiene un puerto RS-232 y un puerto centronics, no tiene carga concurrente.

### **Graficador de Inyección de tinta Hewlett-Packard**

Los graphicadores de inyección de tinta rocían pequeñas gotas de tinta sobre el medio de impresión según sea la demanda. Tienen 300 dpi de resolución y simulan 600 dpi. Los formatos estándar que reconocen son HPGL 1/2 y HPRTL. Tienen un puerto serial RS-232C y un puerto Centronics. Doscientos cincuenta y seis colores se encuentran disponibles en este graphicador. El rango de humedad relativa de operación es del 20 % al 60 %. La exactitud es de 0.2 %.

El rendimiento del graphicador en la impresión de planos tamaño "E" es el siguiente:

-5 mins. 53 segs. para un plano de líneas, 9 mins. 27 segs. para un plano de color de líneas, 46 mins. para un plano a color de relleno de áreas. Además, se necesita de un tiempo para que los planos sequen por completo,

estos son: 1 min. 25 segs. en papel bond, 2 min. 35 segs. en Vellum y 6 minutos en poliester.

No tiene carga concurrente e impresión simultánea a la recepción de datos.

#### Graficadores Laser

Los graphicadores laser permiten un alto rendimiento en el volumen de impresión, tiene memoria RAM de 16 MB, disco duro de 120 MB, resolución de 400 x 400 dpi, reconocimiento automático del formato de datos recibido, recepción simultánea de datos. Los formatos que reconocen son: CCGL (907, PCI), HPGL 1/2, CCRF, CCRF sin comprimir, CALS CCIT Grupo IV tipo 1, TIFF G3/G4, Windows. Tiene 2 puertos RS-232, 1 puerto Centronics, el rango de temperatura de operación es de 20°C a 27 °C y el rango de humedad de operación es del 35% a 70%. Este graphicador es monocromático, tiene 1024 tipos de líneas.

#### Graficadores térmicos

Los graphicadores térmicos permiten un volumen de impresión elevado, tienen 400 x 400 dpi de resolución, 3 puertos seriales RS-232C y un puerto paralelo, con recepción concurrente por los cuatro puertos, e impresión simultánea, cuentan con un disco duro de 50 MB en el cual los archivos son depositados en una fila de impresión y donde se pueden controlar la impresión desde una terminal a través de otro puerto RS-232C.

# ANALISIS DE RESULTADOS

## VIII. Analisis de resultados

### Graficador Electrostático CalComp

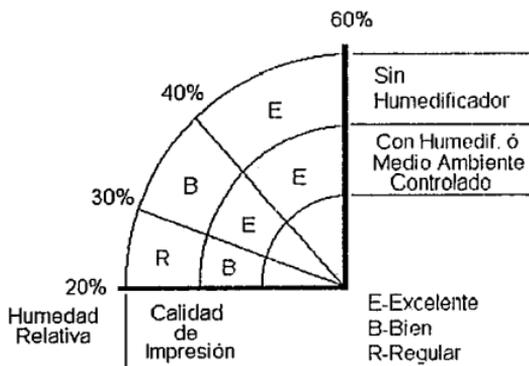
Debido a la naturaleza de impresión electrostática, muchos factores interactúan afectando a la calidad de impresión. Factores como el tipo de papel, humedad, temperatura y calibración propia del graficador influyen en la calidad de impresión de un plano.

#### Influencia de la humedad en la calidad de impresión

Se analizaron un total de 7 graficadores electrostáticos en donde la variable fué la humedad del medio ambiente. En cinco graficadores, la humedad del medio ambiente estaba controlada o el graficador contaba con humidificador instalado, en los restantes no existía control alguno. Los resultados que se obtuvieron fueron:

En donde los términos para evaluar la calidad de impresión fueron:

- E-Excelente: para una imagen limpia de franjas verticales y



horizontales, alta intensidad en los colores, sin transfondo y detalles precisos.

- B-Bien: Existencia de franjas horizontales o verticales menores (difíciles de percibir), formación de trasfondo menor. La intensidad de los colores empieza a degradarse.
- R-Regular: Presencia de franjas horizontales y/o verticales evidente, trasfondo y pérdida de pequeños detalles trazados con la línea más delgada, intensidad de colores irregular y cambiante plano con plano.

Los parámetros recomendados para los graficadores empleados en Artes Graficas son:

- El rango de la humedad relativa es del 50% al 60% (Ideal al 55%)
- La calibración de los voltajes de las agujas y zapatas son más altos que para un graficador CAD (Zapata=10, Trasfondo=1, Aguja=10)
- Pasada de acondicionamiento de papel habilitada
- Velocidad de rasterización=5
- El negro está formado como resultado de la impresión de 4 colores.
- Las tintas son químicamente distintas
- La limpieza de las cabezas de tinta debe de ser diaria.
- Reemplazo de las tintas cuando la densidad de los colores no es la adecuada.

## Factores que afectan la calidad de Impresión

### Franjas horizontales y verticales

La presencia de franjas en los planos se manifiesta en la variación de la densidad de un sólido o en el relleno de un área, las franjas son evidentes en los cambios de tono de un mismo color y pueden ser horizontales o verticales.

### Franjas Horizontales

Las franjas horizontales ocurren con una variación en la densidad de los colores a lo ancho del papel. Generalmente este tipo de franjas es el más fácil de identificar y corregir. Las franjas horizontales ocurren cuando la velocidad de avance del papel es mayor que la velocidad recepción de datos del controlador. El graficador se detiene para esperar a recibir más datos y cuando los recibe aumenta su velocidad de avance, provocando un movimiento

interrumpido. Cuando el movimiento del papel se detiene sobre la charola de tinta, el flujo de tinta provoca que la forma de la charola se marque sobre el papel. Esta acción se puede corregir si se cambia al modo normal de impresión, pues el graficador calcula la máxima velocidad constante para cada pasada. Si el problema es evidente aún después de seleccionar el modo normal de impresión, entonces el problema se corrige al disminuir la velocidad de rasterización; al especificar una velocidad menor de operación el problema se elimina con la desventaja de que la tinta tiene mayor tiempo de contacto con el papel y puede ocurrir cierto trasfondo indeseado.

### Franjas verticales

Este tipo de franjas ocurre en dirección paralela al movimiento del papel, y es más evidente cuando la humedad relativa del medio ambiente es baja. Este efecto puede tener tres causas principales:

1. Tipo de papel no identificado por el graficador. El graficador puede imprimir con distintos tipos de papel según sean las necesidades del usuario. Cada rollo de papel tiene diferentes muescas en el centro en donde se enrolla según sea el tipo del que se trate, el rollo de papel se monta al graficador mediante unos adaptadores que tienen unos imanes en los extremos, el graficador cuando se enciende o cada vez que se abre la tapa principal realiza una secuencia de reconocimiento de papel para determinar automáticamente el ancho de tiempo de encendido de impresión, para cada tipo de papel. Cuando el usuario emplea un tipo de papel que el graficador no puede reconocer, la compensación no se lleva a efecto.
2. Ancho de tiempo de encendido pequeño. El problema se reduce si los pulsos de tiempo de encendido son mayores a una velocidad de impresión menor.
3. Humedad relativa baja. Cuando la humedad relativa es baja la conductividad del papel es menor, por lo tanto las franjas verticales aumentan, para reducir este efecto la humedad relativa del medio ambiente debe de ser lo mas cercana posible al 50%.

La aparición de franjas en planos CAD no es visible.

### **Desaparición de Imagen**

Como su nombre lo indica, es la ausencia de un punto en donde debería existir. Suelen suceder cuando el graficador traza líneas de ancho mínimo.

Para corregir este problema se puede especificar una mayor intensidad para las líneas, incrementar el voltaje de operación de un color en particular, o incrementar el ancho de la línea. Este problema también es causado cuando existen residuos papel o tinta sobre la cabeza de impresión.

La desventaja de incrementar el voltaje de operación de un color es la posible aparición de trasfondo indeseado.

### **Baja intensidad en los colores.**

Cuando la densidad de los colores es baja, los colores son opacos. Para mejorar el aspecto de los colores y que sean brillantes se pueden modificar los parámetros de operación de los voltajes de las agujas y de las zapatas la calidad en las tintas ya no es óptima y se necesita el reemplazo.

### **Formación de trasfondo indeseado.**

Este efecto ocurre como una muy ligera mancha uniforme de algún color en la parte del papel en donde el graficador no imprime, es más evidente cuando se espera tener un fondo completamente blanco en nuestra imagen. Una de las posibles causas de este problema puede ser debida a que los voltajes de operación son muy altos o el tipo de papel no es reconocido por el graficador. Así como existe voltaje de operación para las agujas y zapatas, existe un voltaje opuesto a éstos que se aplica para evitar el efecto del trasfondo indeseado.

### **Ventajas**

Recepción concurrente de 4 puertos (dos seriales y dos paralelos), impresión y recepción de datos simultanea, impresión de planos de distintos tamaños para evitar el desperdicio de papel, rápida rasterización, rápida impresión, secado inmediato despues de la impresión. impresión sin atención del usuario, 400 dpi de resolución.

### **Desventajas**

-Manejo de tintas, humedad relativa necesaria

### Graficador Electrostático Versatec

Versatec introdujo al mercado sus nuevos graphicadores como "tipo laser con ASI", en donde ASI significa por sus siglas en inglés (Advanced Silicon Image). En este tipo de graphicadores se sustituye la tradicional cabeza de impresión formada con agujas redondas por un diseño rectangular en un silicón amorfo con estructura de cristal sin llegar a ser vidrio, ésta es una tecnología muy similar a la utilizada por el otro fabricante de graphicadores electrostáticos: RasterGraphics. Con este diseño Versatec asegura que se obtienen imágenes más nítidas. Sin embargo los usuarios difieren de opinión, pues en las impresiones topográficas y sísmicas (que es en donde Versatec tiene a sus principales usuarios, porque los paquetes de aplicación tradicionalmente tienen programas para imprimir en esta marca de graphicadores), se quejan de las imágenes con "cuadritos". A pesar de lo que se diga, los graphicadores Versatec siguen siendo ELECTROSTATICOS.

### Rendimiento

La velocidad de impresión es de una pulgada por segundo. La rasterización de la información a imprimir se realiza en la computadora, la tarjeta controladora es opcional.

### Calidad de Impresión

A pesar de que XES anuncia que con el diseño rectangular de los puntos se obtienen mejores colores, la calidad de impresión sigue siendo muy dependiente de las condiciones ambientales de operación y del sistema de concentración de linternas que no es automático.

### Graficador Electrostático Raster Graphics

RasterGraphics es una compañía de reciente creación y los canales de distribución de sus productos son limitados, en México no existe un centro de distribución y servicio.

El graphicador de RasterGraphics imprime sobre hojas cortadas, a pesar de que tiene un rollo de papel, éste es cortado antes de cada impresión, la longitud de impresión máxima es de 50", los líneas en dibujos tipo CAD son escalonadas debido a los puntos cuadrados de su cabeza de impresión, la cual tiene solo 200 dpi de resolución y para poder obtener 400 dpi se necesitan 2

pasadas por cada color, teniendo un efecto negativo en el registro y la calidad de los puntos.

#### Rendimiento

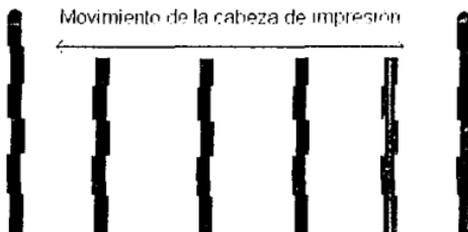
La característica más promocionada de RG es la velocidad de impresión de 6 ips, durante una demostración se imprimió un archivo de tamaño "E", a color, de 400 dpi, el cual tomó 6 min. en imprimirse por completo, en un graficador CalComp el mismo archivo tardó menos de 5min en imprimirse.

#### Graficador de inyección de tinta

La velocidad de impresión en un graficador de inyección de tinta es hasta 10 veces más lenta en comparación con un electrostático, no tiene carga concurrente de archivos, la capacidad de memoria es limitada y no acepta disco duro. Esta tecnología de impresión a base de rocío de tinta según la demanda, tiene el principal inconveniente el secado de la tinta sobre el papel, siendo esta a base de agua necesita mayor tiempo para secar por completo en materiales como el poliéster. Un archivo de 250 KB impreso a color en papel poliéster necesita más de 11 minutos para secar por completo mientras un graficador electrostático no necesita tiempo para secado de planos

La impresión de planos está limitada a la capacidad de tinta almacenada en un cartucho de tinta de 27 cc., además es muy difícil saber si la capacidad restante en el cartucho será suficiente para la impresión completa del plano. El costo por plano es muy variable y depende de la cantidad de tinta empleada en cada plano. La impresión de un plano con el 5 % del área cubierta de tinta tiene un costo de \$1.56 Dlls, sin embargo la impresión de un plano con el 50% del área cubierta tiene un costo de \$11.50 Dlls.

Este tipo de graficadores no imprime líneas completamente rectas a lo largo del eje "x", pues la formación de éstas se realiza con en movimiento continuo del deposito de tinta sobre el papel, ocurriendo un ligero defasamiento en el trazado de la línea como lo indica la figura:



### **Ventajas**

Mayor flexibilidad a la humedad relativa del medio ambiente (5% al 70%).

Costo de la unidad más económica

### **Desventajas**

Presencia de franjas horizontales en la impresión de áreas rellenas, cantidad limitada de tinta en cada cartucho, reemplazo de los cartuchos de tinta a diferentes intervalos de los rollos de papel. (Un rollo puede imprimir 38 planos tamaño "E", 90 x 120 cms, mientras que un juego de cartuchos imprime en promedio 62 planos), imposibilidad para detectar cuándo un cartucho está vacío o lleno, costo por plano según el porcentaje de rellenado de área en el dibujo, áreas con rellenado encimado, espacio vacío entre rellenos, chorreo de tinta en las fibras del papel bond, ondulaciones en el papel en zonas con rellenado de áreas (debido a que la tinta tiene una base de agua), mayor tiempo necesario para impresión, necesidad de secado del plano después de la impresión, el tiempo de impresión depende del sustrato utilizado (es el doble en vellum y poliéster comparado al bond). El tiempo de secado después de la impresión también es dependiente del sustrato utilizado (1 minuto para bond y 4 minutos para vellum y poliéster). El graficador de inyección de tinta es ineficiente en impresión secuencial de planos, pues no es capaz de realizar multitareas (impresión simultánea a la impresión). 300 dpi de resolución, presencia del usuario necesaria para la impresión secuencial. 0.2% de exactitud, 256 colores disponibles.

### **Graficador Térmico CalComp**

Este graficador es un dispositivo de alto rendimiento, de alta calidad en sus impresiones, utilizado principalmente en compañías con volúmenes altos de impresión de planos monocromáticos, el papel que utiliza es el único consumible necesario para poder realizar la impresión, tiene 400 dpi de resolución.

### **Ventajas**

No necesita de plumas, tintas o algún otro consumible diferente al papel, no tiene problemas de secado de planos, así como todos los problemas ocasionados por la tinta en los graficadores de inyección. El rellenado de áreas

no tiene costo adicional, por lo que el costo por plano es constante y menor a cualquier otro graficador en grandes volúmenes de impresión.

#### **Desventajas**

Empleo de un papel especial para imprimir y dificultad para fotoreproducir los planos en copiadoras antiguas, 2 colores máximo mediante el empleo de papel bicolor.

#### **Graficador Laser**

Los graficadores laser tienen 400 dpi de resolución, tienen la capacidad de reconocer automáticamente el formato de los datos que está recibiendo, interpretarlos e imprimirlos, tienen 1 o 2 rollos de papel para poder imprimir en diferentes tamaños y ahorrar así papel.

#### **Rendimiento**

Mayor a 250 planos por semana, 2000 planos tamaño "C" con 5 % de relleno de área por galón de toner.

#### **Ventajas**

Alta producción de planos, amplia compatibilidad con diferentes formatos, mayor tolerancia a las condiciones ambientales.

#### **Desventajas**

Monocromático, uso de toner.

# PERSPECTIVAS

## IX. PERSPECTIVAS

El mercado de los graficadores de formato largo esta constituido por cinco diferentes tipos de tecnologías de impresión: El tradicional "Plotter" o graficador vectorial (de plumas), de inyección de tinta, de imagen directa, Laser y Electrostáticos. En ese mismo orden podemos clasificar el precio de estos graficadores. El mercado actual de los graficadores lo podemos ilustrar con la siguiente imagen:



Existen tres fabricantes de graficadores Electrostáticos:

Xerox/Versatec es el fabricante mas antiguo de este tipo de dispositivos, con la mayor base de graficadores instalados en el mundo, comunmente utilizados para planos topograficos, de exploración y circuitos integrados.

CalComp lider mundial en el campo de los graficadores, fundada en 1953, lanzo su primer electrostático en 1980 y es el fabricante con la mayor base instalada en la Republica Mexicana.

Raster Graphics/OCE es el más nuevo en este mercado, con nueva tecnología, alta calidad de impresión y con un producto balanceado en cuanto a su relación costo rendimiento.

En Septiembre de 1992 Hewlett-Packard anuncia su retiro del mercado de los graficadores electrostáticos, según fuentes directas de la compañía iban a vender el producto restante en almacén y proporcionar soporte técnico por siete años más. Según Bill Flynn de BIS Strategic Decisions (Norwell Massachusetts), HP era el fabricante número tres del mercado de electrostáticos, atrás de CalComp y del líder Xerox / Versatec. También expuso que el mercado de los electrostáticos estaba medido en los pocos miles, y que era muy bajo comparado con el resto del mercado de los graficadores. El éxito que ha tenido Hewlett-Packard con los graficadores de inyección de tinta, y las futuras normas de regulación de tintas basadas en solventes, pueden haber contribuido a que HP deje el mercado. La última noticia del mercado es que HP ha construido su último graficador de plumas y no planean fabricar ningún otro producto para graficadores de plumas.

En 1992 el graficador vectorial era el producto que dominaba el mercado con un 75%, a continuación seguía el graficador de inyección de tinta y el de imagen directa con un 20.8% y por último los electrostáticos con 4.2%.

Para 1993 el mercado de los graficadores vectoriales se redujo a 61%, los de inyección de tinta aumentaron a 25%, los de imagen directa 7%, los laser 2% y los electrostáticos 5%.

Actualmente los graficadores de inyección de tinta están teniendo mucha aceptación, cuya tecnología de impresión es a base de rocío de tinta sobre papel. Se espera que el graficador de inyección de tinta ocupe el lugar de los graficadores vectoriales hasta con un 60%

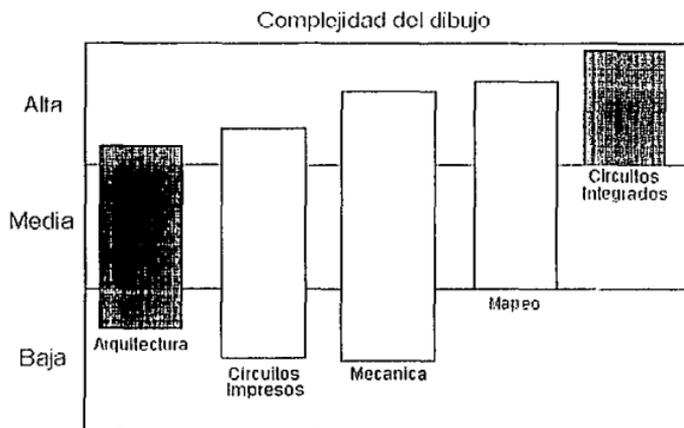
Es cierto que el mercado de los graficadores electrostáticos es reducido, en comparación con el resto de los graficadores, y que el precio es el más alto de todos pero también es cierto que la producción de electrostáticos seguirá vigente por muchos años más, porque sus características en cuanto al rendimiento, son muy particulares.

# COMENTARIOS

## X. COMENTARIOS

Los usuarios comunes de los graficadores electrostáticos son grandes compañías, como la Industria Aeroespacial, Automotriz, Gobierno y de Diseño de Semiconductores. Las aplicaciones que utilizan manejan datos complejos de información, como exploración y mapeo, Diseño de Circuitos Integrados, Modelado de Sólidos y Publicidad.

Podemos clasificar el grado de complejidad de los datos con que trabajan las aplicaciones anteriores de la siguiente manera:



La implantación de este tipo de graficadores en grandes compañías se verá favorecida en los próximos años debido al alto rendimiento de estos dispositivos. Sin embargo los graficadores de inyección de tinta han evolucionado y podrán sustituir a los graficadores electrostáticos en las aplicaciones CAD, pues ofrecen calidad comparable al electrostático con 360 dpi, mayor flexibilidad al medio ambiente, papel de impresión más económico y colores suficientes para las necesidades CAD. Quizá en un futuro la única aplicación para la que se utilicen los graficadores electrostáticos sea en las artes gráficas o cuando se tenga un volumen de impresión mayor al que un graficador de inyección de tinta sea capaz de cubrir.

# CONCLUSIONES

## XI, CONCLUSIONES

Las condiciones ambientales son un factor muy importante para obtener calidad en los colores en los graficadores electrostáticos, mientras más cercana sea la humedad al 50% y la temperatura a 22 °C mejor será la intensidad de los colores. La calidad de las tintas y el papel también es un factor importante en el resultado de impresión.

Las tintas al igual que los químicos empleados en fotografía tienen cierta caducidad, y deben de ser reemplazados cada 6 meses para asegurar uniformidad en los colores. En los graficadores empleados para las Artes Gráficas el reemplazo de los químicos se recomienda cada dos rollos de papel, mientras que en los graficadores con aplicación CAD los químicos son reemplazados hasta que la botella de tinta está casi vacía.

El papel debe de almacenarse en un lugar húmedo y oscuro de preferencia, libre de los rayos solares y en sus empaques originales. Si el graficador no ha sido usado en algún tiempo, conviene avanzar el papel para imprimir en un área que no ha sido afectada por el medio ambiente.

Es muy fácil que la variación de un solo factor de los anteriores afecte considerablemente la calidad de impresión, por lo que se debe de mantener todos los parámetros vigilados, ya que para obtener calidad en las impresiones, a menudo se debe de modificar más de un solo parámetro. El usuario final deberá decidir cuáles son las características de impresión son más importantes, para tomar los pasos necesarios para optimizar la calidad.

Los graficadores electrostáticos son empleados por compañías con grandes volúmenes de impresión de planos, es decir tienen la necesidad de imprimir más de 20 planos con calidad de original en un solo día, con superficies rellenas en más del 15 % del área total del plano utilizando una amplia variedad de colores.

El usuario de un graficador electrostático de Artes Gráficas debe de tener mayor control de los parámetros de operación para obtener imágenes de alta calidad. El rango de variación es más estrecho, sin embargo los graficadores con aplicación CAD tienen más flexibilidad y permiten una mayor variación de la humedad relativa del medio ambiente, las franjas horizontales y verticales son casi imperceptibles en un plano formado de líneas, asimismo los tonos de cada color son más fácilmente perceptibles en planos en donde se tienen rellenos.

de áreas. La formación de trasfondo es más fácil de controlar en este tipo de graficadores.

Las tintas para un graficador GA son diferentes porque permiten una mayor variedad de colores, más reales a los estándares de la industria de las Artes Gráficas.

Los graficadores laser constituyen una buena opción para los usuarios que necesitan alta producción y resolución. Las condiciones ambientales de este tipo de graficadores son mas favorables en comparación con los graficadores electrostáticos, son dispositivos costosos diseñados para compañías medianas o grandes con una necesidad de impresión mayor a los 250 planos por semana, monocromáticos, con aplicaciones CAD, mapeo, Gis, para ser utilizado como un recurso compartido en estaciones de trabajo.

Los graficadores térmicos son equipos de alto rendimiento cuya única desventaja para algunos usuarios es el papel térmico que emplea, aunque éste ha tenido mejoras considerables para brindar almacenamiento de planos de hasta 20 años, no es del completo agrado para algunos usuarios. Este "inconveniente" es generosamente sustituido por las ventajas de trabajar sin plumas, tintas y demas consumibles que añaden un costo adicional a cada plano.

Por último, los graficadores de inyección de tinta son dispositivos que se han popularizado últimamente, y aunque tienen ciertas desventajas que han sido ampliamente analizadas en el presente, tienen un costo por unidad accesible para compañías pequeñas y medianas y con una calidad de impresión aceptable en planos sin relleno de áreas. Actualmente existen graficadores de inyección de tinta a color que pueden imprimir paneles extensos para publicidad con una calidad aceptable pero sin que sean accesibles al público por su costo y mantenimiento de la unidad. Los actuales graficadores de inyección de tinta a color permitirán sustituir a los graficadores electrostáticos en las aplicaciones tipo CAD, pues brindan una amplia gama de colores a un costo accesible.

# BIBLIOGRAFIA

## XII. BIBLIOGRAFIA

- "What is a GA?", Interoffice communication IOC No. 93-GAXF-001, GA & Print Bridge cross-functional team, Marzo 15, 93.

- "EPPSHARE", 94 LF Plotter forecasts, Sharon Pi

- "Worldwide plotter market", Plotter Division of CalComp, 1993.

- "Especificaciones técnicas de los graficadores electrostáticos 58000", CalComp, MO420-190 Julio 1989.

- "Electrostatic and thermal transfer supplies", CalComp, 1988.

- "68000 Series color Electrostatic Plotter, User Guide", CalComp M0016-030, Septiembre de 1991.

- "Graphics systems connectivity", CalComp T5047-CRA, 1991.

- "67/68000 Series Electrostatic Plotter, Maintenance Manual", CalComp, Febrero 1993.

- "Xes 8770 Monochrome Electrostatic Plotter", Competitive Flash, Sharon Pi, CalComp, Junio 14, 1993.

- "ColorStation 436", Folletos con especificaciones, RasterGraphics, 1993.

- Investigación directa, diversas compañías, Febrero 1992-Febrero 1994.