

## Periféricos de salida

### 6.1 INTRODUCCIÓN

Las impresoras, con las pantallas y teclados, completan el trío de periféricos de I/O (entrada/salida) estándar, que forman parte de todos los sistemas computadores comerciales y científicos. El propósito del ordenador es almacenar, procesar y proporcionar información que necesitaremos más adelante. Aunque la mayoría de las veces, esta información estará guardada en un medio de almacenamiento masivo, normalmente necesitamos tener esta información en el papel, y es por ello que la impresora es un componente básico del sistema. Muchas impresoras modernas pueden manejar material gráfico bastante bien, pero donde el principal propósito del sistema es producir gráficos de líneas, el plotter es la mejor elección. Los plotters son muy apreciados en entornos de ingeniería y arquitectura y en general en tareas de diseño asistido por ordenador (CAD: Computer Assisted Design).

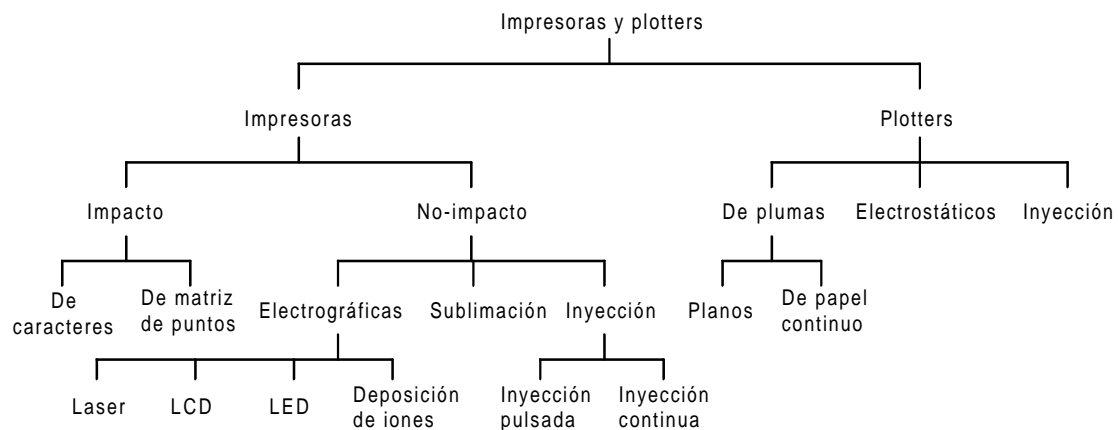


Fig. 6.1 Principales tipos de impresoras y plotters

La distinción entre impresoras y plotters, es que las impresoras construyen las imágenes o texto de cada página sistemáticamente, línea a línea, usando un conjunto límite de elementos discretos (caracteres, símbolos o puntos) mientras que los plotters crean la imagen dibujando líneas, moviendo un lápiz o pluma sobre el papel como se hace cuando se dibuja en un papel.

Dentro de esta amplia distinción existen muchos tipos de impresoras y varios tipos de plotters. Nosotros consideraremos sólo los más importantes de ellos.

Las impresoras pueden clasificarse de diferentes formas. Una posible clasificación distingue entre impresoras de páginas, líneas y caracteres según sea la operación simple a imprimir. Sin embargo, las impresoras de carácter, son controladas normalmente para leer una línea completa en un buffer interno antes de imprimirla, por lo que la posibilidad de escribir un carácter cada vez no está disponible para el usuario.

Las impresoras pueden clasificarse también en 'Solid Font Printers' (o de caracteres) y 'Matrix Printers' (o de matriz de puntos). Las impresoras de caracteres (o 'Solid Font') tienen un conjunto de caracteres predefinidos, como las máquinas de escribir. Las impresoras de matriz de puntos construyen lo que van a imprimir a partir de un array de puntos, con lo que pueden imprimir cualquier imagen. Una tercera división es entre las impresoras de Impacto, las cuales trabajan como las máquinas de escribir, y las de No Impacto, que utilizan otros métodos más silenciosos (Fig. 6.1).

## 6.2 IMPRESORAS DE IMPACTO

### 6.2.1 Máquinas de escribir y teletipos

Antes de que las pantallas de video (VDU o 'Vídeo Device Unit') se volvieran de uso común en 1960, la manera más usual para que el operador controlara y se comunicara con la computadora era en general un dispositivo periférico, que combinaba un teclado con una simple impresora. Dos de los dispositivos ya existentes fueron adoptados para el uso con la computadora. Uno de estos dispositivos fue la Teleimpresora o 'Teletipo'. El otro dispositivo fue la máquina de escribir eléctrica. Esta fue más popular que el teletipo, pero precisó de alguna modificación para hacerla compatible con la computadora.

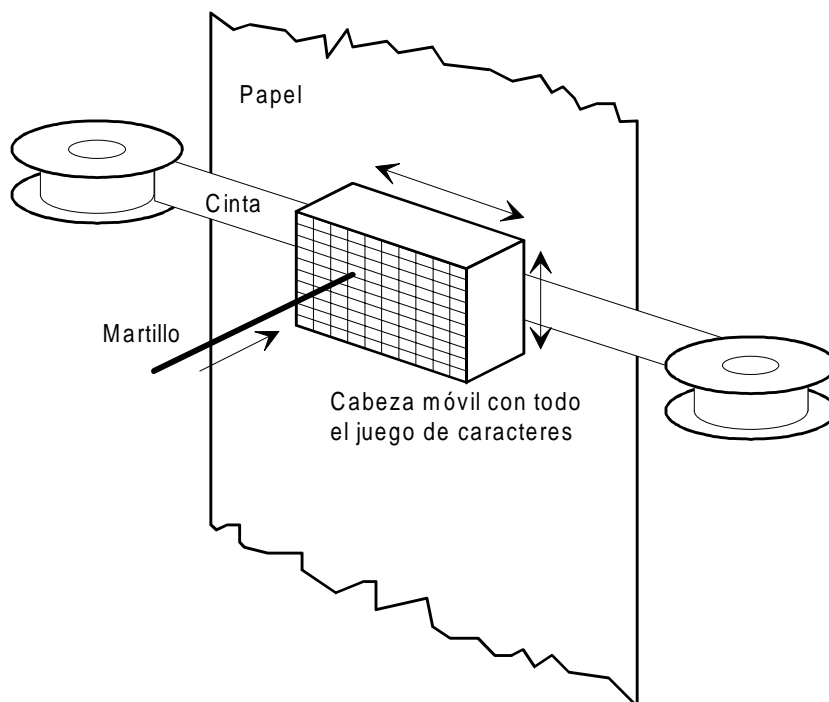


Fig. 6.2 Mecanismo de impresión de las teleimpresoras

La Teleimpresora se fabricó originalmente para el enlace en las comunicaciones de telegramas y Telex (Fig. 6.2). Presionando una de las teclas del teclado se envía un código que representa a un carácter de otra teleimpresora en el otro extremo del enlace. Aquí, un martillo golpea sobre el papel interponiendo entre ellos una cinta con tinta, la cual hace que el carácter se imprima. Cada impresora tiene un conjunto de 64 caracteres en una matriz rectangular. El código del carácter se identifica con una posición en la caja, y la caja es movida hasta enfrenar el martillo al carácter. La cabeza de impresión completa es entonces movida (incluyendo la matriz de caracteres y el mecanismo de martilleo) a través del papel, a la posición donde aparecerá el próximo carácter. La cinta con tinta es enrollada también en el ancho de un carácter, preparándose para imprimir el siguiente carácter sobre el trozo de cinta adyacente. Cuando el carácter que se envía es un retorno de carro, la cabeza de impresión es retornada a la parte izquierda del papel y éste se mueve hacia arriba una línea, preparándose para comenzar en la siguiente. Usualmente (pero opcionalmente), cada uno de los caracteres se imprime también en la teleimpresora que envía el mensaje, con lo que tendremos una copia del mensaje en cada uno de los terminales del enlace. Era común que los mensajes salientes se escribieran en rojo, y los entrantes en negro. Para permitir esto, se utiliza una cinta de dos colores. La mitad superior de la cinta será roja y la inferior será negra, moviéndose la cinta de tal forma, que enfrentaremos el color requerido a la zona de impresión. Cada cinta es utilizada muchas veces, ya que es reversible. Cuando la cinta llega al final, el carrete que aportaba cinta ya no puede continuar haciéndolo, de forma que la cinta se tensa más de lo habitual y esto activa un mecanismo que invierte el sentido de giro de los carretes. De esta forma el carrete que hasta ahora ha estado enrollando la cinta pasará a proporcionarla y ésta se irá enrollando en el carrete en el que estaba inicialmente.

Los caracteres de la matriz pueden ser removibles, por lo que cualquier carácter puede estar en cualquier posición de la caja, aunque por supuesto, ello podría ser un inconveniente si los caracteres no se corresponden con la letra del teclado. Puesto que el número de posiciones es pequeño, sólo algunas figuras, y en su caso, letras mayúsculas pueden ser incluidas. Unos pocos caracteres se usan como caracteres de control (tales como el Retorno de Carro), por lo que, de hecho, pueden ser impresos, menos de 64 caracteres.

Un diseño alternativo, consiste en que el array de elementos de impresión está curvado en forma de cilindro. Ahora sólo uno de los movimientos necesarios para seleccionar el carácter es lineal, mientras que el otro es un giro. En este caso, todos los caracteres están puestos en la cara de un cilindro sólido, con lo que el alfabeto es fijo. Un principio similar fue utilizado en las máquinas de escribir de bola en las que los caracteres se disponían sobre una esfera. El aspecto de esta esfera era similar al de una pelota de golf por lo que a estas máquinas se las conocía como máquinas 'Golf ball'.

Las máquinas teletipo son lentas (alrededor de 7 caracteres por segundo) y ruidosas, además de tener un conjunto de caracteres restringido, pero fueron atractivas para los primeros diseñadores de computadoras, puesto que podían usarse sin ninguna modificación. Fue sólo necesario fijar la máquina al ordenador con un interfaz, que emulara a otra máquina teletipo. Por lo tanto, el teletipo se convirtió en la consola estándar para las primeras computadoras, antes de que se introdujera el VDU para reemplazarla.

Las máquinas de escribir eléctricas ya estaban disponibles cuando se iban introduciendo los ordenadores, y algunos de éstos se adaptaron para que se usasen como terminales del operador del ordenador en lugar de los teletipos. Eran más caras que los teletipos, pero daban una mejor calidad de impresión y un rango de caracteres más amplio, incluyendo las letras en minúscula. Algunas estaban disponibles para manejar papel más ancho, mientras que los teletipos estaban limitados a unas 8 pulgadas. Las primeras versiones, tales como los 'Flexowriter' disponían de un muelle para conducir cada tecla a su sitio cuando ésta era pulsada por el dedo. Más tarde IBM introdujo las máquinas de escribir 'Golf ball', en las que el enlace entre las teclas y el mecanismo de impresión era eléctrico en lugar de mecánico, y también el acarreo del papel permanecía estacionario,

mientras que la cabeza se movía a través de la página. Esto se adaptó mucho más fácilmente para el uso como periférico de un ordenador. También era mucho más rápido, alrededor de 15 caracteres por segundo, que las primeras adaptaciones de máquinas de escribir o teletipos, aunque bastante caro. Los elementos a imprimir estaban sobre una cabeza de superficie esférica que se rotaba e inclinaba para llevar el carácter requerido a la posición de impresión.

Los teletipos y máquinas de escribir se adecuaron para los computadores científicos, pero cuando los ordenadores comenzaron a usarse comercialmente, el volumen de las impresoras resultó demasiado grande, y se hicieron precisas impresoras mucho más rápidas. De nuevo, una máquina conveniente existía ya, esta vez fue el ahora olvidado campo de las tarjetas perforadoras. Esta máquina, llamada 'tabulador', leía los datos de una tarjeta perforada; cada tarjeta almacenaba sobre 80 caracteres alfanuméricos y se correspondía con una línea de impresión. El método de impresión fue el de conducir de nuevo el martillo al 'Slog' como en los teletipos, pero en este caso era un conjunto de 80 'Slogs' y su mecanismo de martillo. De esta forma, una línea completa era impresa a la vez, usando un cinturón entintado del ancho del papel, más que una cinta estrecha. Para permitir el espaciado normal entre caracteres, cada conjunto de 'Slogs' se arregló como una simple columna más que como un array rectangular. Por supuesto, no tenía teclado y no había dificultad para modificar esta máquina para imprimir datos alimentados desde el ordenador principal o desde las tarjetas perforadas. Esta máquina imprimía alrededor de dos líneas por segundo.

Estos tres tipos de máquinas, todas impresoras de impacto, fueron el sostén principal de los primeros ordenadores. Sin embargo, todas tenían unas limitaciones, especialmente de velocidad, y como los ordenadores industriales crecieron, se hizo necesario diseñar dispositivos según las necesidades del ordenador. También se introdujeron los VDU, siendo muy convenientes como estación de operación, donde los mensajes eran usualmente transitorios. Por lo tanto, las impresoras que ya hemos descrito se volvieron obsoletas.

### **6.2.2 Impresoras de margarita**

Las impresoras 'daisy-wheel' o de margarita (Fig. 6.3) trabajan de una forma similar a las máquinas de escribir 'Golf ball' y, efectivamente, ahora también hay máquinas de escribir margarita. Reciben este nombre debido a que el relieve que producen las letras sobre la esfera recuerda los hoyuelos de las pelotas de golf. El computador imprime, y sin embargo, no tiene un teclado pegado. Se trata de una impresora de impacto puro, e imprime un carácter cada vez, aunque en la mayoría de los casos, se acepta una línea completa como entrada desde el host, antes de imprimir.

Como en los teletipos, la impresora utiliza un martillo para golpear el carácter contra la cinta entintada y el papel. Para la impresión completa, la cabeza se mueve un carácter después de la impresión del primero. Sin embargo, en este caso, los caracteres no están separados, sino formados al final de unos 'pétalos' largos y flexibles, que parten radialmente desde un eje central. Este tipo de ensamblaje, de pétalos y eje, se llama 'printwheel', o más comúnmente margarita ('daisy wheel'). La rueda se rota hasta que el carácter apropiado se enfrenta al martillo, para la impresión. La margarita se fabrica de una sola pieza, y a menudo se moldea en plástico. Por tanto, no es posible reemplazar caracteres individualmente, aunque resulta fácil reemplazar la margarita completa. Esto permite variar el tipo y tamaño, usualmente 10 ó 12 caracteres por pulgada, aunque algunas impresoras y margaritas proporcionan un espaciado proporcional. Esto también permite el uso de conjuntos de caracteres especiales, para imprimir por ejemplo símbolos matemáticos o un alfabeto extranjero.

La mayoría de las margaritas se diseñan para imprimir 96 caracteres (que es un ASCII completo menos los caracteres de control), entre los que se incluyen las letras mayúsculas,

minúsculas, y los signos de puntuación. La margarita tiene pues, 96 pétalos. Algunas impresoras usan doble margarita. Esta tiene menos pétalos, en cada uno de los cuales hay dos caracteres (como las máquinas de escribir que tienen 2 caracteres en cada pulsador). La margarita se mueve arriba y abajo para realizar la selección entre ellos. Tales impresoras de doble margarita, a menudo poseen un conjunto de 128 caracteres.

Como el mecanismo de impresión es de un carácter a la vez, se puede retroceder, con el objeto de que los caracteres subrayados se escriban con dos pulsaciones. En la mayoría de estas máquinas, también puede hacerse una impresión doble o enfatizada, retrocediendo la cabeza e imprimiendo una segunda línea de caracteres, normalmente con un pequeño desplazamiento horizontal, para dar el énfasis.

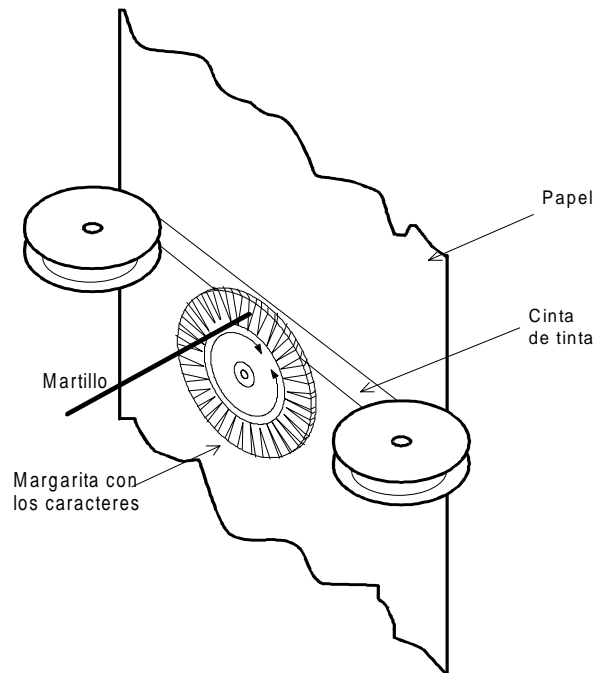


Fig. 6.3 Mecanismo de una impresora de margarita. El soporte de impresión tiene forma de margarita con un carácter en cada "pétalo"

Las impresoras de margarita usan una cinta estrecha que se mueve con cada pulsación, al igual que en las máquinas de escribir y en los teletipos. Puede ser usual que la cinta impregnada de tinta se enrolle de un carrete a otro, que es reversible de forma que la cinta se reutiliza cuando alcanza el final. Una alternativa es usar una cinta interminable que se introduce en un contenedor (sin carretes), y se saca por el final. Esto evita los mecanismos de reversión de la cinta. Además, también permite que la cinta sea girada sobre sí misma en el paso a través del contenedor, de tal forma que la golpeamos por la otra cara en la siguiente pasada. Algunas impresoras de margarita (al igual que algunas máquinas de escribir), pueden usar cintas de un sólo uso. Estas se basan en carbón, el cual se transfiere por completo al papel de un golpe, y la cinta no es reversible. Estas cintas dan una mejor calidad de impresión, pero por supuesto, su uso resulta más caro.

Las margaritas no suelen llevar caracteres extras del 'IBM Graphics Set', excepto ruedas especiales en las que algunos caracteres estándares pueden haber sido reemplazados por otros. Las impresoras de margarita, pues, tienen un restringido número de caracteres a imprimir, y no pueden manejar gráficos. Además, son más bien lentas y ruidosas. Las impresoras de matriz son mejores en ambos aspectos, aunque con peor calidad de impresión (y no pueden utilizar cintas de un sólo uso). Las impresoras láser ofrecen una buena calidad de impresión y velocidad, pero son más caras que las anteriores. Por tanto, las impresoras de margarita quedaron restringidas a algunas

aplicaciones (tales como la correspondencia comercial) donde la calidad de impresión era fundamental y la velocidad no era crítica. Actualmente han quedado desbancadas por las mejores prestaciones de las impresoras láser.

Una impresora de margarita típica imprime de 20 a 30 caracteres por segundo, aunque se ha conseguido hasta 80 caracteres por segundo. Nótese sin embargo, que "caracteres por segundo" no es siempre un valor básico para la comparación de la velocidad entre las impresoras de carácter por golpe, puesto que el tiempo que se toma para el retorno de carro y la alimentación del papel afecta al rendimiento; y ello varía según el diseño. En particular, la impresión bidireccional es posible en algunas impresoras. En este caso, líneas alternas son impresas siguiendo direcciones opuestas. Este es el motivo fundamental de que estos tipos de impresoras no impriman caracteres individuales sino sólo líneas completas.

### 6.2.3 Impresoras de barril

Al contrario que los teletipos y las impresoras de margarita, las impresoras de barril (Fig. 6.4) dan una línea de impresión cada vez, y están diseñadas para una mayor rapidez de impresión, como sucesoras de las máquinas tipo columna basadas en 'tabuladores tarjetas punzón'. Se popularizaron en los años 60, pero ahora están obsoletas; se sustituyeron por las de fila, de banda y de línea (impresoras de matriz), y más recientemente, por las impresoras de no impacto.

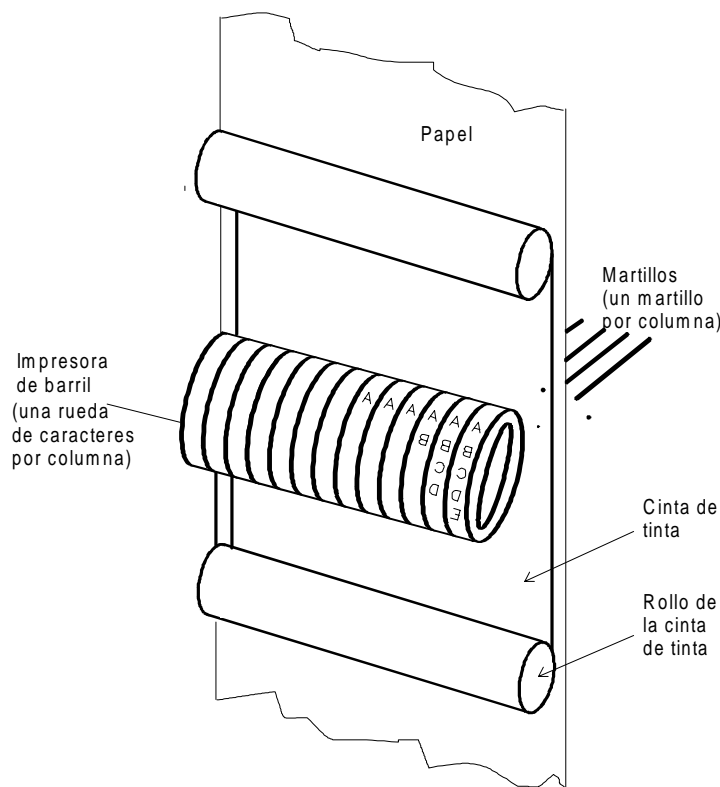


Fig. 6.4 Mecanismo de las impresoras de barril

Estas son, de nuevo, impresoras de impacto y 'Solid font'. El mecanismo es, en algunos aspectos, un cruce entre las impresoras de margarita, y las de 'Golf ball'. Los caracteres se encuentran en circunferencias, formando un cilindro, y éste gira a velocidad constante alrededor de un eje horizontal. Sin embargo, un conjunto de caracteres se mueve cada vez a su posición de impresión, y hay un conjunto separado para cada una de las posiciones de impresión en la línea (a menudo 132). Cada uno de los conjuntos puede fabricarse separadamente como una rueda de impresión ('printwheel'), pero todas las ruedas están ensambladas en un cilindro rígido que gira

como una unidad simple. Se pone una cinta del ancho del papel, entre el tambor y el papel. El martillo es movido durante un instante, cuando la letra requerida está enfrentada a él. El impacto debe ser muy corto, o el carácter saldrá manchado. El tiempo en el que el martillo golpea al carácter es también crítico, pues de lo contrario el carácter saldrá en una posición vertical errónea; asimismo, debe ajustarse la fuerza del impacto, para que todos los caracteres tengan el mismo tono de negro. En realidad, la característica de la salida de las impresoras de barril, es una línea ondulada de impresión, con densidad variada, puesto que el ajuste correcto es muy difícil, siendo ésta una de las razones por las que esta impresora cayó en desuso.

Las primeras impresoras de barril podían imprimir alrededor de 150 líneas por minuto; diseños posteriores llegaron a las 600 líneas por minuto, lo que equivale a 10 líneas por segundo o unos 1300 caracteres por segundo.

#### 6.2.4 Impresoras de banda de cadena y de tren

Este tipo de impresoras es similar, en principio, a las impresoras de barril, y, como ellas, tienen líneas de impresión por impacto: 'Solid font'. Sin embargo, los elementos, en vez de moverse verticalmente, se mueven horizontalmente. Para conseguir esto, tales elementos se emplazan en una banda de impresión, que es una banda o cinta de acero flexible que pasa sobre un par de poleas, una en cada extremo del papel, y localizada frente a la línea de impresión (Fig. 6.5). Ahora no es necesario todo el conjunto de caracteres en cada posición del carácter; un conjunto de caracteres lo hará todo. De este modo, cada carácter pasa a través de cada posición de impresión de la línea al mover el cinturón. De nuevo, eso sí, hay un martillo para cada posición de impresión, cada uno de los cuales se acciona cuando el carácter requerido pasa frente a él. Aún existe el problema del emborronamiento y el ajuste de los martillos para localizar el carácter correctamente pero no existen variaciones en el nivel de negro del carácter. Sin embargo, los errores de tiempo se muestran ahora como variaciones en el espaciamiento de los caracteres, en vez de en el alineamiento, por lo que resulta más estético.

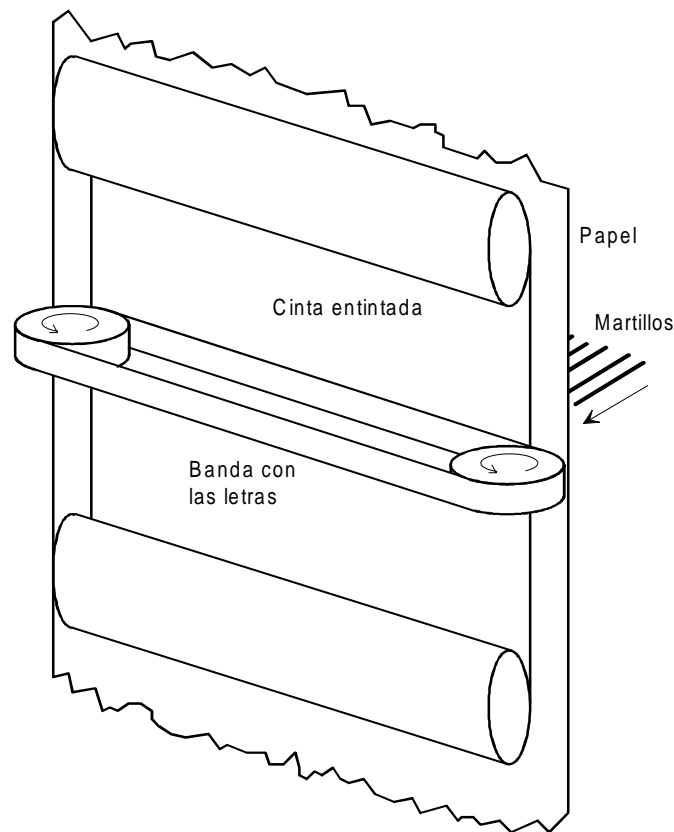


Fig. 6.5 Mecanismo de las impresoras de banda

En la práctica, y en interés del rendimiento, el conjunto de caracteres está repetido más de una vez en la banda -típicamente 4 veces-. No es necesario repetir cada carácter el mismo número de veces. Por ejemplo, puede haber en la banda 8 veces la 'e', y sólo una vez la 'ñ'. Usualmente, la banda es de metal, con los caracteres grabados sobre ella. Es imposible, por lo tanto, cambiar individualmente un carácter, pero no es demasiado difícil ( aunque es trabajo del técnico) cambiar la banda por otra con un conjunto diferente de caracteres. La impresora de banda se hizo popular a finales de los años 70, y aún se usa en grandes sistemas. Las impresoras de banda pueden imprimir sobre 2500 líneas por minuto; unos pocos modelos tienen un conjunto doble de martillos, y pueden alcanzar las 5000 líneas por minuto.

Las impresoras de tren y de cadena fueron las predecesoras de las impresoras de banda. En realidad, los caracteres en vez de llevarse en una banda continua, eran láminas individuales.

### 6.2.5 Impresoras de matriz de puntos

Hasta ahora, hemos discutido las impresoras "Solid font", en las que cada carácter se imprime presionando un elemento con la figura del carácter a imprimir, sobre una cinta entintada y el papel. El conjunto de caracteres está limitado por el tipo de elementos instalados en la impresora.

En la figura (6.6) se muestra la cabeza de una impresora de matriz de puntos. Estas impresoras no tienen predeterminado el conjunto de caracteres. En realidad, cada carácter está formado por un patrón de puntos, seleccionados de un array de puntos, los cuales cubren el área asignada al carácter. Si, por ejemplo, la matriz es de 9 puntos de alto y 7 puntos de ancho, la matriz es impresa por una columna de nueve pines (algunas veces llamados agujas). El conjunto de martillos puede adoptar cualquier combinación de pines que sea necesaria para imprimir los puntos necesarios en la primera columna. La cabeza se mueve a la posición de la segunda columna, y el conjunto de martillos adopta la combinación adecuada para imprimir esta segunda columna, y así hasta las siete columnas de la matriz que se hayan impreso. Al igual que en las impresoras de 'Solid font', hay una cinta con tinta entre el papel y los pines. Aquí, la tinta incorpora un lubricante para que los pines corran libremente por sus guías. La generación de los caracteres se realiza de forma similar a la mostrada en el capítulo anterior para dibujar caracteres en una pantalla de vídeo.

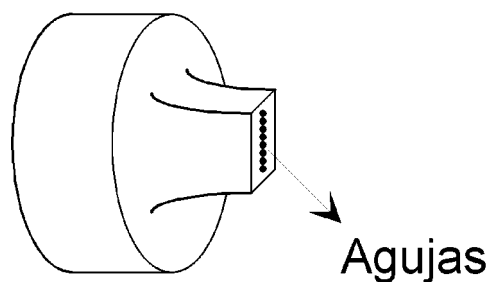


Fig. 6.6 Cabezal de una impresora de matriz de puntos

El número de puntos por posición en la matriz varía de una impresora a otra. Quizás la matriz más común es la de 9 puntos de alto y nueve puntos de ancho para cada carácter. Esto es suficiente para producir caracteres legibles pero no muy elegantes. En muchas impresoras, para prevenir esta restricción, coloca dos columnas sucesivas de pines. Algunas impresoras reducen la altura a 7 u 8 puntos acostando la bajada de las letras 'bajas' tales como 'y', 'p' y 'q'. Unas pocas igualmente modifican estas letras para que no tengan bajada, pero esto hace textos difíciles e incómodos de leer por lo que raramente se da.

Los caracteres impresos son más legibles cuantos más puntos tenga la matriz. Columnas extra pueden ser impresas reduciendo la distancia de los movimientos de la cabeza, después de que cada columna sea impresa. Sin embargo, la velocidad a la que los pines pueden ser conducidos está limitada, por lo que el tiempo de impresión de un carácter se incrementa. Sumarle filas a la matriz no es simple. Un método común es imprimir cada línea de caracteres dos veces, moviendo el papel entre pasos la mitad del espaciamiento de los pines de la impresora. La combinación de los pines en el segundo paso no necesita ser la misma que en el primer paso; esto permite mejorar la figura del carácter. Sin embargo, esto acorta la velocidad de impresión total. Muchas impresoras ofrecen una opción entre estos modos (descritos como 'near letter quality' o NLQ) y el modo borrador simple. Como en las impresoras de margarita, algunos incrementan su velocidad imprimiendo líneas alternativas en direcciones opuestas.

Otro método para incrementar el número de posiciones de puntos sin el requerimiento de la segunda pasada, es incrementar el número de pines en la cabeza de impresión. Los pines pueden ser situados en dos columnas escalonadas por lo que las filas de puntos son impresas de forma entrelazada. A menudo el número de pines es 24 y esto puede producir caracteres de la calidad de las impresoras de margarita, aunque la impresora de matriz no puede conseguir la mayor calidad de impresión porque no puede utilizar cintas de un sólo uso. Las impresoras de 24 agujas usualmente también ofrecen usualmente el modo borrador, con unas pocas columnas por carácter pero una mayor velocidad de impresión. Las impresoras disponibles pueden tener un rango de 7x7 a 36x50 puntos por carácter. Los más populares son los de 9 y 24 agujas, y se han llegado a comercializar hasta con 48.

La selección de los puntos con que se va a imprimir cada carácter, y de este modo la figura del carácter, está determinada por una tabla almacenada en memoria ROM dentro de la impresora. Su conjunto de caracteres es decidido por el diseñador de la impresora, al igual que en las impresoras 'Solid font'. Sin embargo, aquí es fácil cambiarlos con sólo cambiar el chip de ROM (o conjunto de chips) por otro. En algunas impresoras, varios conjuntos de caracteres pueden estar implementados y pueden seleccionarse por el programa conductor de la impresora o por ambos. Otra solución popular es un módulo en la caja de la impresora en el que el usuario puede colocar un cartucho conteniendo la ROM que define el conjunto de caracteres y sus opciones.

Algunas impresoras de matriz también permiten que el carácter sea cargado desde el ordenador host y almacenado en memoria RAM de la impresora. Esto es más útil cuando unos pocos caracteres especiales reemplazan algunos del conjunto estándar, por ejemplo en palabras técnicas o ciertos lenguajes extranjeros. Esta facilidad no se usa muy a menudo puesto que el conjunto estándar de caracteres es bastante extenso e incluye tanto todos los caracteres estándar ASCII como el 'conjunto gráfico extendido de IBM' aunque a veces, éste último sufra pequeñas variaciones.

La mayoría de las impresoras de matriz pueden imprimir también variantes de caracteres de su conjunto estándar. Negrita (producido por múltiples pasadas, como en las impresoras Solid-font) y caracteres subrayados son los más o menos estándar; Itálica es también común. Algunas impresoras, no necesariamente las más caras, ofrecen variantes tales como 'shadow' (sombra) y 'outline' (contorno), y también pueden imprimir caracteres en doble o cuádruple tamaño. El espaciado de los caracteres es a menudo seleccionable, generalmente 10, 12 y alrededor de 16 caracteres por pulgada, y algunas veces también es posible seleccionar el espaciado proporcional y por consiguiente la figura del carácter es ajustable.

Las impresoras de matriz pueden ofrecer una mayor variedad de caracteres que las impresoras 'Solid-font'. Además, este tipo de impresoras pueden trabajar en modo gráfico, en cuyo caso la página no es tratada como un conjunto de caracteres sino como una matriz de pixels, que pueden ser controlados individualmente por el programa, pudiéndose imprimir cualquier imagen.

Un programa puede por supuesto usar el modo gráfico para imprimir caracteres, pero las figuras y tamaños de éste se definen ahora por el programa y por lo tanto no hay restricción de número y forma de ellos. Este rasgo es usado por programas que imprimen pancartas o posters de distintas anchuras y longitudes.

El coste que hay que pagar para usar el modo gráfico es la mayor lentitud de la impresora. Esto no se debe a la impresora en sí misma, ya que no se toma mayor tiempo para imprimir cualquier conjunto de puntos que represente. Sin embargo es necesaria mucha más información para definir una página en modo gráfico que en modo carácter, puesto que un bit describe cada punto mientras que en modo carácter un byte describe el carácter completo. La velocidad con la que la información puede ser pasada a la impresora está limitada por la interfaz entre la impresora y el 'host'. A menudo, sin embargo es más restrictiva la velocidad con la que el programa genera la imagen.

El número de pixels de la página depende tanto del número de agujas de la cabeza como de la distancia en la que la cabeza se mueve horizontalmente entre cada columna de martillos, y la distancia en que la cabeza es movida verticalmente después de que una línea haya sido impresa. Lo último no es necesariamente un múltiplo de la altura cubierta por el conjunto de pines, porque las líneas pueden ser entrelazadas para dar mejor definición. De este modo, no porque la cabeza tenga mayor número de pines, la imagen tendrá mayor resolución, aunque sí puede imprimir más rápido.

La velocidad de modo carácter varía entre alrededor de 40 y 500 caracteres por segundo, dependiendo del precio y de la calidad de impresión, pero 150 caracteres por segundo en modo borrador y 50 en modo NLQ son valores típicos.

Las impresoras de matriz son más versátiles que las impresoras 'Solid-font'. Su fabricación es más barata que la de las impresoras de margarita y además son menos ruidosas y más rápidas que éstas, aunque no son tan rápidas como las de línea.

### **6.2.6 Impresoras de matriz de líneas**

Las impresoras de matriz que hemos descrito anteriormente son impresoras de una línea de un carácter cada vez. Sin embargo, para un mayor rendimiento hay otro tipo de matrices de impacto, las cuales no imprimen carácter a carácter.

En este tipo de impresoras, los pines están dispuestos horizontalmente y espaciados a lo largo de toda la línea en intervalos iguales, típicamente media pulgada. Los pines y los mecanismos que lo conducen están montados en una carcasa o lanzadera "shuttle" (Fig. 6.7), y éste se mueve paralelamente a la línea de impresión, pulsando las agujas cuando estén enfrentadas al lugar donde se debe imprimir. Entonces, el papel se mueve hacia arriba un tanto correspondiente al espaciado vertical de los puntos y el proceso se repite, con la lanzadera moviéndose en la dirección contraria. Este proceso se repite durante toda la página.

Las impresoras de matriz lineal son mucho más rápidas que las impresoras de matriz convencional. Una máquina típica puede imprimir unas 900 líneas por minuto en modo borrador y la mitad de este valor en modo NLQ. Aunque no sean tan rápidas como las impresoras de banda, la posibilidad de variar las fuentes y realizar gráficos hace que las impresoras de matriz lineal sean más útiles para muchas aplicaciones.

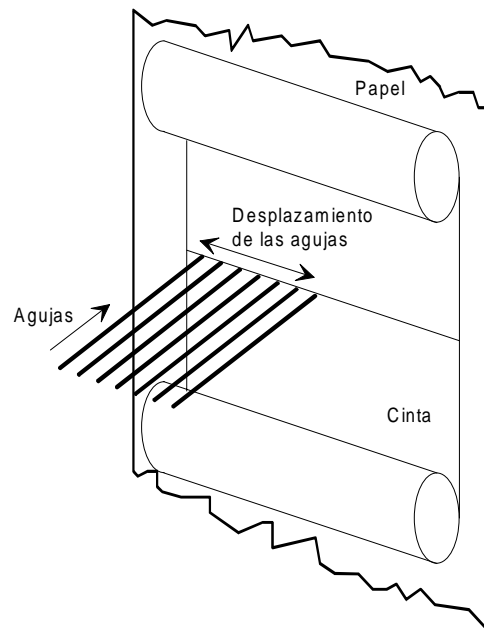


Fig. 6.7 Mecanismo de las impresoras de lanzadera "shuttle" o de matriz lineal

### 6.2.7 Impresoras de color de matriz

Los caracteres pueden imprimirse escogiendo dos colores usando una cinta con los dos colores, como usan las máquinas de escribir, y algunas impresoras 'solid-font'.

Sin embargo, una vez que la impresora está en modo gráfico, el uso del color se vuelve mucho más atractivo, especialmente si los tres colores básicos pueden ser impresos de forma combinada para dar una mayor gama de colores. Las impresoras de matriz actuales pueden imprimir generalmente en seis colores más el negro y el blanco. Algunas de estas son un poco más caras que las de un sólo color además su mantenimiento es algo más costoso, puesto que la vida de la cinta es más corta.

Entre las impresoras hay detalles que varían, pero el principio básico es que cada línea (si es carácter o gráfico) se imprime tres o cuatro veces: una vez en cada color básico, y algunas veces también una en negro. En cada color requerido sólo se pintan los puntos relativos a ese color. Las cintas tienen tres colores intermedios y cada color se obtiene sobreimpresionando dos o tres colores básicos uno sobre otro. Por ejemplo, el verde sobreimpresionando cyan sobre amarillo. Los colores básicos más comunes en las impresoras son: cyan, magenta y amarillo, los cuales contrastan con la técnica visual donde se usan los verdaderos colores primarios: rojo, azul y verde. En principio, imprimiendo los tres colores primarios debe obtenerse el negro, pero en realidad se consigue el marrón difuso, por lo que las cintas además tienen una banda de color negro por si la impresión no requiere colores.

El color producido por las impresiones de matriz de impacto no es muy bueno, y tiende a hacerse peor a medida que la cinta envejece, debido a que la reutilización de la cinta no hace un uso homogéneo de los distintos colores. Además, la tinta puede ser llevada de una banda de color a otra distinta por los pins. Estos problemas reducen la vida útil de la cinta, que ya es corta puesto que las cintas se pasan tres o cuatro veces por la línea de impresión. Por estas razones, las impresoras de matriz de impacto de color no fueron muy usadas.

### 6.3 IMPRESORAS DE NO IMPACTO

Algunas impresoras de no-impacto han estado disponibles desde hace bastante tiempo, pero no han sido muy utilizadas debido a su alto costo y problemas tales como el deterioro de la imagen o la imposibilidad de usar papel de 'calco' para producir múltiples copias. Sin embargo, con la llegada de las impresoras láser y otras máquinas de altas prestaciones, las impresoras de no-impacto se han hecho muy populares.

#### 6.3.1 Impresoras de chispa electrostática

Los métodos electrostáticos para marcar en papel fueron usados antes de la existencia de los ordenadores. Necesitaban un papel preparado especialmente, en el que la cara base, generalmente negra tenía una delgada superficie metalizada sobre ella. El papel pasa bajo un rodillo conectado a tierra y bajo una aguja de metal. Cuando se aplica un voltaje a la aguja, se produce una chispa, la cuál pincha la superficie metalizada y por lo tanto puntea la hoja negra.

Los caracteres están grabados. El papel se mueve continuamente y la aguja se mueve a través de él para representar la traza de la señal. Cuando este método se adopta para imprimir caracteres, éstos se forman por un patrón de puntos al igual que ocurría con las impresoras de impacto de matriz. El movimiento de la aguja se reemplaza por una fila de agujas, y éstas se accionan cuando el papel pasa bajo ellas para construir el carácter.

Las impresoras electrostáticas son simples, compactas y virtualmente silenciosas, y la grabación es permanente. Sin embargo, aquí el papel es caro. Estas impresoras se usan sólo para algunas aplicaciones, normalmente donde el papel es estrecho (con lo que sólo se necesitan unas pocas agujas) y su uso es intermitente. Un ejemplo es la impresión en la solicitud de entradas de teatro.

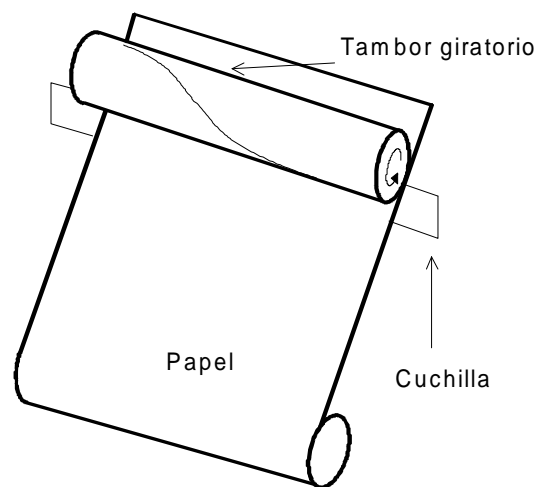


Fig. 6.8 Mecanismo de las impresoras electroquímicas (tipo hélice)

#### 6.3.2 Impresoras electroquímicas

Este método también se introdujo antes que los computadores, en receptores de facsímil ('fax'). Aquí como en el método de la chispa electrostática aparecen puntos visibles donde pasa la corriente a través de un papel preparado. En este caso, el papel es blanco y está impregnado por un producto químico, de tal manera que al pasar una corriente eléctrica a través de él se produce un punto negro. El voltaje necesario para producir la corriente es bastante bajo. Para usarla es necesario mantener el papel húmedo, pero ahora se está usando papel seco. Estas impresoras son prácticamente silenciosas.

En las máquinas de fax, el papel pasa entre un metal perpendicular (Fig. 6.8) como el filo de una navaja y una hélice giratoria, como la paleta de un cortacésped. El punto de contacto (a través del papel) sigue una serie de líneas paralelas a través del papel, como en las pantallas de CRT. El dispositivo puede por lo tanto reproducir imágenes gráficas. Este mecanismo obviamente puede adaptarse para imágenes generadas con un computador, y se ha usado alguna vez para este propósito. Sin embargo, tales impresoras son lentas y las imágenes se despintan con el tiempo. No son muy utilizadas en aplicaciones con el computador.

### **6.3.3 Impresoras térmicas**

Estas son impresoras de matriz muy similar en su diseño a las impresoras de matriz de impacto excepto que la fila de agujas y martillos en la cabeza de la impresora son reemplazados por una fila de elementos de calefacción muy pequeños. La impresora puede ser usada en modo térmico directo con un papel térmico especialmente preparado, que es inicialmente blanco, pero se pone negro cuando se calienta por encima de cierta temperatura. Este tipo de papel se usa ahora bastante en receptores fax. Los elementos calefactores forman un patrón de puntos de la misma forma que las agujas de las impresoras de impacto de matriz. Los elementos han de ser fabricados pequeños para permitir unos 24 elementos por cabeza, por lo que la definición es comparable a la de las impresoras de impacto, y varios estilos de letras (al menos 'borrador' y 'NLQ') pueden estar disponibles. Imprimiendo son virtualmente silenciosas. Como inconvenientes podemos señalar que la imagen no es completamente permanente y el papel térmico cuesta tres o cuatro veces más que el papel normal.

También es posible usar las impresoras térmicas en procesos de transferencia térmica, usando papel blanco y una cinta especial. La cinta de transferencia térmica tiene un revestimiento de cera que se derrite cuando se calienta y es transferido al papel. Esto da una imagen permanente, y usualmente más negra que una de papel térmico. Tiende a tener una superficie brillante como los lápices de cera. Cada cinta se usa una sola vez, por lo que el costo de la cinta sube el precio de grabación del papel (es necesario usar un papel de una superficie muy lisa). Algunas impresoras térmicas son fabricadas exclusivamente para un proceso u otro. Pero muchos pueden usarse con papel térmico sin cinta o papel normal con una cinta de transferencia térmica.

Como con las impresoras de impacto, la impresión de color requiere unos pequeños cambios en la impresora. La cinta en lugar de ser toda negra, lleva tres colores básicos. Esta es generalmente arreglada como una secuencia de sectores, siendo cada sector capaz de imprimir una línea completa. Al final de cada paso, la cinta avanza al comienzo del próximo sector de color. Estas impresoras dan un mejor color que las impresoras de impacto, particularmente porque la cinta se usa una sola vez. No puede obtener un buen color negro imprimiendo los tres colores básicos, por lo que es necesario un sector negro en la cinta. Por otro lado, como la cinta no es reutilizada, su uso es bastante caro.

Las impresoras de matriz térmicas no son muy caras y su rendimiento es similar a las impresoras de matriz de impacto lentas.

Una modificación de las impresoras térmicas de transferencia usa el proceso llamado tinte por sublimación. Aunque son más complejas y caras, nos permiten variar la intensidad de cada color primario y por tanto dan mayor rango de colores, llegando casi a calidad fotográfica pero son muy caras y su coste de mantenimiento es muy elevado.

### **6.3.4 Impresoras electrográficas**

Las impresoras de no impacto de alto rendimiento son generalmente impresoras de páginas, esto es, se introduce una página completa desde el host al buffer de la impresora, y entonces se imprime en una operación. El tipo más importante es la impresora electrográfica o electrofotográfica que a veces es descrita como impresora electrostática (el principio básico es en

realidad electrostático, aunque la tecnología es bastante diferente a la de las impresoras de chispa electrostática descritas anteriormente).

La primera de estas impresoras fue la 'Xeronic' diseñada por Xerox Corporation en 1910 usando la electrografía (o 'xerografía'), principio que acababa de ser introducido por la compañía para las máquinas fotocopadoras; y por supuesto es el más usado en las fotocopadoras de hoy día. El proceso depende de hecho de ciertos materiales, tales como el selenio, el cual almacenará una carga eléctrica mientras permanezca a oscuras, pero se descargará por la incidencia de la luz. De este modo, si la imagen está brillando bajo una película de este material, la carga será retenida en las partes oscuras de la imagen y se perderá en las partes claras. La superficie es entonces explorada con unos polvos aislantes negros (toner), el cual agarra donde la película está cargada, pero falla en cualquier otro sitio. Cuando la hoja es presionada, el polvo de la superficie se transfiere a ella. El papel se calienta para derretir el polvo y fusionarlo al papel, dando una imagen permanente.

La principal diferencia entre la fotocopadora y la impresora es el proceso por el que se forma la imagen. En la fotocopadora esto se hace iluminando el documento original y focalizando su imagen en un tambor mediante un sistema de lentes. En las impresoras Xeronic, una pantalla de tubo de rayos catódicos reemplaza el documento; la información que va a ser impresa se muestra en la pantalla de la misma forma que una pantalla VDU.

El papel se mueve continuamente a través de la impresora, y el rendimiento es alto, mucho más que en los modelos anteriores. La potencia de calentamiento es tan grande que el papel puede quemarse si el calentador permanece encendido mientras el papel está parado. Se usó el papel continuo, y se cortaba por la máquina cuando detectaba las marcas de página en el papel.

La impresora Xeronic era muy compleja y cara, pero su rendimiento era mayor (varias páginas por segundo) que las demás impresoras de su tiempo. En la mayoría de los casos fue utilizada off-line; es decir, los datos que iban a imprimirse eran escritos por el host en un fichero de una cinta magnética, la cinta se llevaba a un conductor de cinta, el cual sólo estaba conectado a la impresora.

La impresora Xeronic ha sido reemplazada por las impresoras láser. Estas trabajan con un principio similar, pero es conveniente describirlas en un apartado separado.

### **6.3.5 Impresoras Láser**

Las impresoras láser (Fig. 6.9) utilizan el mismo método que las impresoras electrográficas, como la Xeronic. La única diferencia en principio es que en lugar de usar un rayo de electrones para formar la imagen en la pantalla de CRT, se usa un rayo de luz formado por un láser que forma la imagen directamente en la superficie del tambor. Usualmente se utiliza un láser semiconductor pero en algunas impresoras de alto rendimiento se usan láseres de gas. La imagen se construye con un rayo controlado para generar puntos brillantes y oscuros. Algunas impresoras láser pueden manejar niveles intermedios de gris. El rayo es deflectado a lo largo de una línea (paralela al eje de abscisa del tambor) inclinando un espejo; y la rotación del tambor proporciona el barrido vertical. El espejo inclinado es de hecho una serie de superficies reflectantes en un tambor giratorio.

La mayoría de las impresoras láser están diseñadas para colocarlas encima de una mesa y usar hojas sueltas. Son impresoras de página, por lo que la memoria propia de la impresora debe almacenar al menos una página completa. El mecanismo puede imprimir con una definición muy alta, a menudo 300, 600 o 1200 puntos por pulgada, y a veces incluso más. Una imagen de una página completa a 400 puntos por pulgada puede necesitar alrededor de 16 megabytes para definirla. La impresora debe tener este buffer de almacenamiento, que es caro, y la interfaz entre el host y la impresora (o a veces software del host) restringe el rango de datos, por lo que la

impresión en modo gráfico es lenta. Esto no es problema en modo carácter donde los símbolos están definidos en ROM (o en RAM cargada por el host) dentro de la impresora.

Como todas las impresoras de impacto, las impresoras láser no pueden hacer copias de carbón. Sin embargo, como la página completa se encuentra en memoria, puede repetirse su impresión todas las veces que se quiera sin tener que ser retransmitida sobre la interfaz. La impresión de copias repetidas es por tanto más rápida que la impresión de la primera copia. Las impresoras láser fueron diseñadas originalmente para usos profesionales, pero la reducción de costes y su alta calidad las ha popularizado siendo el tipo de impresora de calidad más habitual para trabajos que no precisan color y pueden imprimir de 6 a 10 páginas por minuto, aunque existen impresoras de mayores prestaciones capaces de imprimir más de 100 páginas por minuto.

Aunque no muy caras en su rendimiento, las impresoras láser no son baratas de mantener. No necesitan cintas o un papel especial, pero el tóner de fotocopiadora es caro y el tambor necesita ser reemplazado regularmente. Las impresoras recientes usan tambores (ocasionalmente "correas flexibles") revestidos de componentes orgánicos. Estos son más baratos y menos tóxicos que los antiguos con revestimiento de selenio.

Las impresoras láser, como las fotocopiadoras pueden usar tóner de otros colores distintos al negro, aunque normalmente sólo utilizan uno a la vez. Es posible diseñar un mecanismo que solape tres imágenes en tres colores, y esto produce el color a imprimir. Ya están disponibles fotocopiadoras en color. Sin embargo, todavía han aparecido pocas impresoras láser a color, esto puede deberse a que la impresión de colores se dejará para otro tipo de impresoras, tales como las de chorro de tinta o las de sublimación de ceras.

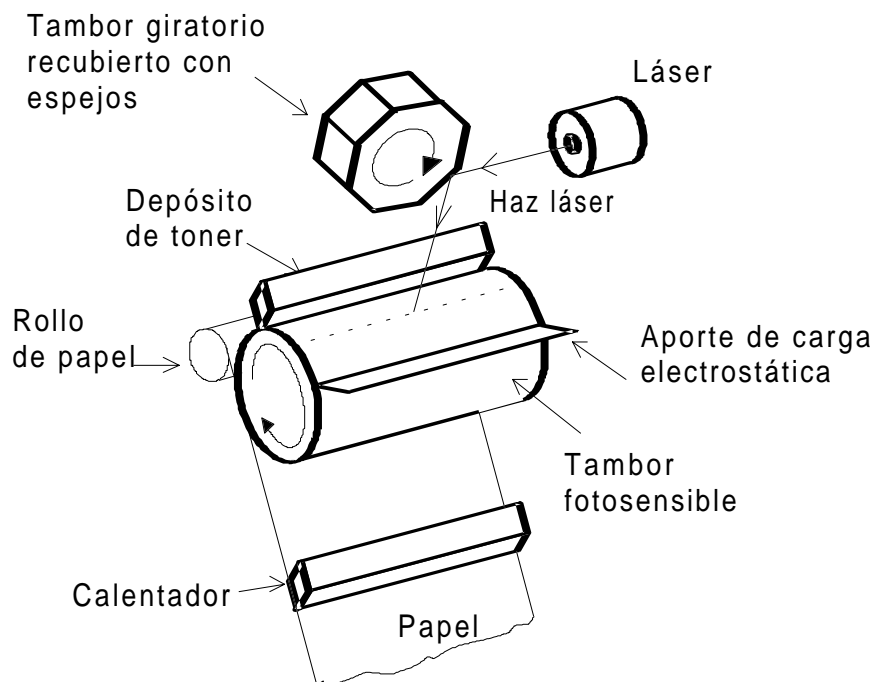


Fig. 6.9 Mecanismo de impresión de las impresoras láser

### 6.3.6 Impresoras LED, LCD y de deposición de iones

La primera de estas impresoras electrográficas trabaja con un principio similar al que usan las láser; construye la imagen de la página de tal forma que la imagen esté en el tambor fotosensible. Sin embargo en lugar de formar cada línea de rastreo con un rayo láser modulado, se forma directamente emitiendo luz de una serie de celdas, una por cada pixel de la línea. En las

impresoras LED cada celda es un semiconductor LED (Light Emitting Diode), similar al usado en algunos display aunque más pequeño. En las impresoras LCD cada celda es un obturador; usando tecnología LCD (cristal líquido) que controla la luz que pasa a través de ella desde una lámpara montada detrás del array LCD. Las características LCD y LED son en general similares a las de las impresoras láser.

Las impresoras de deposición de iones trabajan de la misma forma, pero cada una de las celdas emite un rayo de iones cargados en lugar de un rayo de luz, y el tambor no es sensible a la luz. El tambor tiene una gran superficie de aislamiento, por lo que se puede transferir el toner a un papel sin usar la técnica por calor. De aquí se obtiene que la vida del tambor es infinita y por tanto las impresoras son más baratas de mantener, pero son más caras a la hora de fabricarlas. Por ello son utilizadas en aplicaciones de gran volumen. Pueden imprimir sobre 75 páginas por minuto.

### **6.3.7 Impresoras magnetográficas**

Este tipo de impresoras de nuevo trabajan de una forma similar a las impresoras electrográficas, pero en este caso el tambor está recubierto por una capa magnetizable como los discos magnéticos, y la información se escribe sobre él por una cabeza magnética al igual que en los discos. El toner en polvo seco, que es magnetizable es atraído a la superficie. Las impresoras magnetográficas tienen muchas de las características de las láser, pero la tecnología es difícil y existen pocos dispositivos en el mercado.

### **6.3.8 Impresoras de inyección de tinta**

Son impresoras de matriz y su principio de funcionamiento es simple. En lugar de agujas, como las impresoras de impacto, tienen un conjunto de boquillas y una salida de tinta por cada una para formar un punto en el papel. Los caracteres o las imágenes se construyen por patrones de puntos como en cualquier impresora de matriz. Existen dos técnicas básicas para impulsar la tinta fuera del cabezal de impresión. Por una parte está el sistema empleado en las impresoras de Hewlett Packard y otros fabricantes, en las que un pequeño elemento calefactor produce la ebullición de la tinta generándose una burbuja que empuja una pequeña gota hacia el exterior. Por otra parte tenemos la tecnología liderada por Epson en la que emplean un pequeño elemento piezoeléctrico que empuja a la tinta de forma mecánica. Las prestaciones de ambas tecnologías son similares, pero los compuestos empleados para las tintas deben ser distintos.

La calidad de este tipo de impresoras es excelente, especialmente cuando se utiliza el color. Su principal inconveniente es que la calidad y el realismo depende fuertemente de las características del papel y los papeles que ofrecen buenos resultados resultan excesivamente caros.

Una variante de este esquema es el Continuous-Set o Synchronous Printing. En este caso, cada boquilla tiene una caída continua de tinta en cada posición de pixel; pero las caídas no necesarias se desvían con un campo eléctrico y se conducen a unos canalizadores que la recogen y devuelven al depósito de tinta.

### **6.3.9 Plotters de plumas**

Los plotters pueden agruparse con las impresoras puesto que ambos periféricos pueden representar información en el papel. Sin embargo, mientras que las impresoras construyen la página sistemáticamente por la impresión de puntos individuales o figuras de caracteres predeterminadas, los plotters dibujan la imagen línea a línea, moviendo una pluma a través de un papel como lo haría un delineante. Hay dos tipos básicos de plotters: el 'flat-bed plotter' y el 'drum plotter'. En el primer tipo, el papel se coloca sobre la base del plotter y la pluma se mueve en dos dimensiones, de manera que puede llegar a cualquier punto del papel. En el segundo tipo el papel se fija sobre a un tambor, o simplemente se sitúa sobre él y se fija en una posición por la presión de unos rodillos (como en la máquina de escribir). La pluma se mueve en una única dimensión y el

papel es movido en uno u otro sentido para lograr alcanzar la segunda dimensión. En los dos casos, la pluma puede ser levantada o bajada, por lo que puede moverse sin dibujar nada.

El movimiento en las dos direcciones se controla independientemente y, por lo tanto, puede dibujarse cualquier línea recta o curva. Las líneas son definidas en términos matemáticos: las líneas rectas, por las coordenadas de cada final y las curvas por expresiones matemáticas más complejas. El software asociado con el plotter interpreta estas expresiones y mueve la pluma y el tambor coordinadamente. Algunos plotters usan motores paso a paso para conducir la pluma y el tambor en pequeños incrementos, por lo que líneas no paralelas a los ejes pueden construirse como escalones muy pequeños. Otros son capaces de movimientos lineales y, por lo tanto, pueden dibujar líneas continuas si se les proporciona el software adecuado.

Los caracteres pueden ser dibujados como una serie de líneas. Sin embargo, puede haber problemas al grabar el programa para definirlos. La mayoría de los plotters ofrecen un conjunto de caracteres estándar, en unos cuantos tamaños útiles, que pueden ser especificados por sus códigos de caracteres como se hacía con las impresoras.

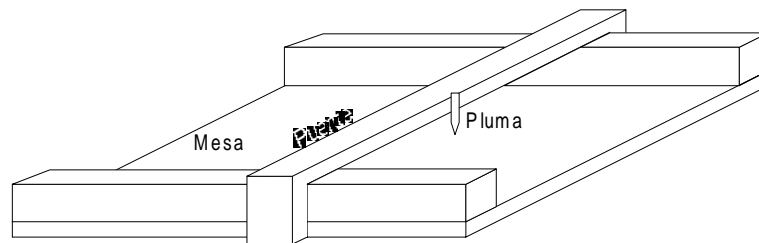


Fig. 6.10 Plotter de plumas plano "flat bed"

Las plumas generalmente son de tipo de punta de bola o de fibra. Están disponibles en un rango de colores, ancho de línea y distintos tipos de tintas para imprimir en papel, transparencias u, ocasionalmente, cristal o metal. Para dibujar con varios colores o anchos de línea pueden usarse diferentes plumas por turnos. En los plotters de bajo coste, la actividad se detiene para que las plumas de color sean cambiadas de forma manual. En plotters de mayor calidad las plumas se cambian automáticamente.

Los plotters funcionan mejor cuando se dibujan líneas. Sin embargo, las áreas de color se rellenan dibujando líneas paralelas, lo cual tiende a ser lento, incluso con plumas que dibujen puntos más anchos. De hecho, los plotters son generalmente lentos aunque, por supuesto, el tiempo que se toman dependerá del número y longitud de las líneas que se están dibujando.

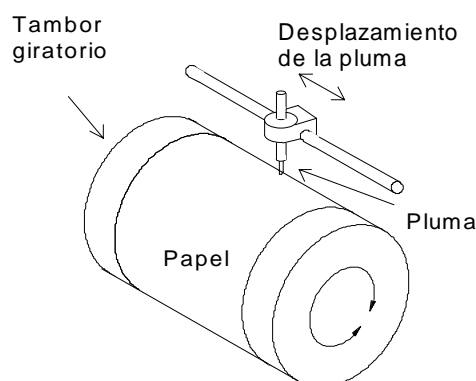


Fig. 6.11 Mecanismo de plotter de tipo tambor, o de papel continuo

Los plotters 'flat bed' (Fig. 6.10) tienen una mejor precisión que los de tipo 'drum' (Fig. 6.11) y son necesarios si se está usando un medio rígido. Sin embargo, se vuelven más caros a medida que el tamaño del papel se va haciendo mayor, por lo que para tamaños por encima de A2 ó A3 suelen usarse los plotters de tambor de forma casi exclusiva, excepto si hace falta una gran precisión o hay que dibujar sobre un medio rígido.

Claramente, el método por el que las instrucciones de software mueven la pluma deberían ser estándar. No existe un estándar universal, pero las especificaciones tienden a ser las mismas que las de las firmas que llevan la delantera en el desarrollo de plotters. La más popular es la de Hewlett Packard, o HPGL ('Hewlett Packard Graphic Language').

Los plotters son tan comunes como las impresoras, teniendo dos importantes campos de aplicación: el primero es el CAD (Computer Aided Design), donde habitualmente ingenieros y arquitectos usan plotters de gran precisión; el otro es en aplicaciones de presentación gráfica, en el campo comercial. Aquí los plotters son usados para dar una imagen mejor de la presentación de caracteres coloreados y gráficas, a menudo como acompañante de un proyector de diapositivas. Para estos propósitos se usan habitualmente los plotters de A4 ó A3, siendo el cambio automático de las plumas esencial. Estos plotters son algo más caros que las buenas impresoras matriciales. Los plotters de precisión son mucho más caros.

En la actualidad, los plotters de plumillas han dejado paso a los de inyección de tinta que emplean la misma técnica que las impresoras. Esto ha hecho que los plotters planos o de reducidas dimensiones hayan desaparecido del mercado en beneficio de este tipo de impresoras. El nombre de ploter ha quedado relegado a los de tambor y de grandes dimensiones y que pueden crear documentos de dimensiones considerables ( $>1m^2$ ) y trabajar con papel continuo. La diferencia fundamental entre estos plotters y las impresoras de inyección es que emplean un cabezal de impresión permanente y que no es reemplazado a la vez que se cambia el cartucho de tinta. Esto hace que sean cabezales más costosos pero permiten una mayor economía al permitir añadir tinta de cualquier color básico (negro, amarillo, cyan o magenta) sin necesidad de cambiar el cabezal de impresión.

### **6.3.10 Plotters electrostáticos**

Aunque se describen como plotters, son más bien impresoras de matriz; la imagen se construye con un conjunto de plumas y es transferida al papel de la misma forma que en las impresoras láser. Sin embargo, estos plotters tienen controles que aceptan datos en forma de definición de líneas (vectores), rango de caracteres o pixels. Se diseñan para utilizarse con grandes hojas de papel y usan un tambor o mecanismo híbrido. La definición es, típicamente, de 400 puntos por pulgada. Estos plotters pueden ser usados para usar tres colores básicos, como en las impresoras de matriz. Sin embargo, esto requiere el mecanismo triplicado o bien realizar múltiples pasadas, lo cual tiene sentido cuando queremos mucha precisión.

En todo caso, el plotter en sí mismo o el host tienen que convertir la información de vector en forma 'raster'. Esto usa una gran cantidad de potencia del ordenador y suele realizarse por un hardware dedicado mejor que por el software.

Los plotters electrostáticos no pueden alcanzar la resolución de los mejores plotters de pluma, pero como contrapartida son más rápidos. También son más efectivos donde las letras son la parte fundamental, ya que cada letra es formada como una alta definición de patrones de puntos más que como una secuencia de líneas dibujadas.

## 6.4 DITHERING O ENTRAMADO

Esta es una técnica usada en varios tipos de impresoras, en las monocromas para producir escalas de grises, y en las de color para incrementar el rango de colores. El principio de esta técnica se muestra en la figura (6.12) y consiste en que cada pixel (en el sentido de la menor unidad cuyo color o intensidad es definida por el computador) se representa por un grupo de puntos (normalmente 4 ó 9) formando un array rectangular. Supongamos que tenemos una matriz de 4 puntos: si el conjunto de 4 que tenemos de 0 a 4 puntos pueden ser negros, conseguimos el efecto de tener 4 niveles de gris además del blanco. Si la impresora es de color, cada uno de los tres colores básicos puede tomar 4 intensidades diferentes, con lo cual ampliamos el número de colores.

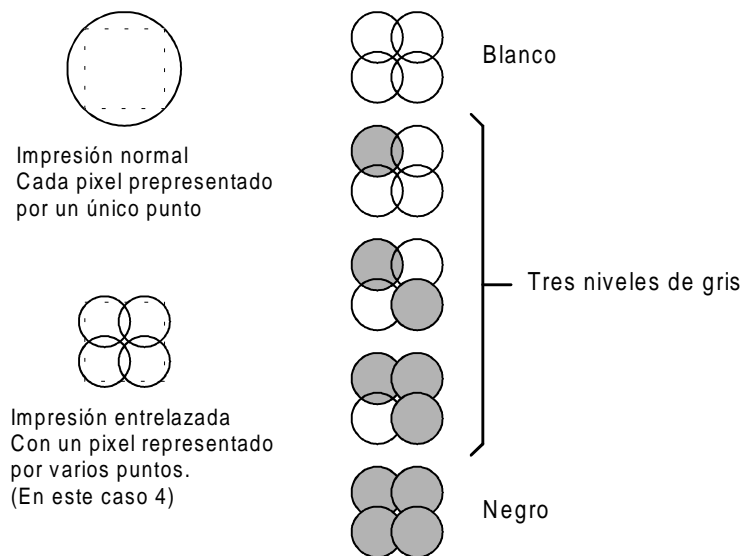


Fig. 6.12 Dithering o entramado

El inconveniente que tiene es que debemos partir por la mitad el espaciado de los puntos en cada dirección (imprimiendo cuatro veces los puntos) o partir por la mitad la resolución. La segunda solución es perfectamente aceptable, por ejemplo, cuando todo el rango de colores no se utiliza para las líneas pero sí se rellenan áreas de líneas dibujadas o caracteres.