

<b>1</b>	<b>Dispositivos de Almacenamiento.</b>	<b>1-2</b>
<b>1.1</b>	<b>Soportes, tipos y características.</b>	<b>1-3</b>
<b>1.2</b>	<b>Soportes Magnéticos.</b>	<b>1-3</b>
1.2.1	La Cinta Magnética.	1-4
	UNIDADES DLT	1-5
	UNIDADES QIC.	1-5
	UNIDADES TRAVAN	1-5
	LAS CINTAS DAT	1-5
	LA UNIDAD 8MM	1-5
1.2.2	Los Disquetes.	1-6
	Formatos de disco flexible.	1-6
	Estructura lógica del disco.	1-7
	Lectoras/Grabadoras de disco flexible	1-9
	Algunos problemas de las unidades de disco flexible	1-10
	Formateo de discos	1-11
1.2.3	Los Discos Duros.	1-11
	Estructura física de los discos duros.	1-12
	Estructura lógica del disco duro.	1-14
	Características de un disco duro.	1-15
	Factores de velocidad.	1-16
	Modos de Transferencia.	1-17
	Limites en el tamaño de los discos duros.	1-18
	Controladoras de disco duro.	1-19
	Controladora MFM.	1-19
	Las interfaces IDE y EIDE.	1-19
	La interfaz SCSI	1-22
	La interfaz Serial ATA	1-24
<b>1.3</b>	<b>Soportes Ópticos.</b>	<b>1-26</b>
1.3.1	La tecnología CD	1-26
	Lectura de un CD	1-27
	Estructuras de datos	1-28
	Soportes basados en la tecnología CD	1-29
	El CD-ROM	1-29
	Sistemas de ficheros en un CD-ROM	1-29
	Soportes CD-R y CD-RW	1-30
	La tecnología DVD	1-30
	El DVD Blu-Ray (Rayo azul).	1-32
	El HD-DVD.	1-32
<b>1.4</b>	<b>Soportes Magneto Ópticos.</b>	<b>1-33</b>
<b>1.5</b>	<b>Otros Soportes.</b>	<b>1-33</b>

---

# 1 Dispositivos de Almacenamiento.

---

Ya hemos visto que utilizamos la memoria del ordenador para almacenar instrucciones y datos, y hemos tratado un tipo especial de memoria que es la memoria principal del sistema. Debido a las limitaciones de almacenamiento de esta memoria principal, es necesario contar dispositivos de almacenamiento secundario o alternativo.

La memoria principal, también conocida como memoria interna forma el almacenamiento principal del sistema y suele ser conocida como memoria RAM.

La memoria secundaria forma el almacenamiento secundario del sistema, y suele referirse a dispositivos de almacenamiento como discos duros, unidades de cinta, disquetes, CD, etc.

Las limitaciones de la memoria principal o RAM son las siguientes:

El coste de cada mega de almacenamiento principal es muy, muy alto.

La memoria principal es volátil, con lo que se borra su contenido cada vez que apagamos el ordenador.

Es una memoria difícil de portar, es decir, trasladar de un ordenador a otro.

Todos estos inconvenientes no se dan en los dispositivos de almacenamiento secundario, que son económicos, persistentes y portables. Sin embargo, estos dispositivos secundarios son muy, muy lentos comparados con la memoria principal.

Podemos ver en esta tabla, la diferencia de coste existente entre las dispositivos de almacenamiento primarios (RAM) y secundarios.

Dispositivo	Capacidad MB.	Precio.	Precio por MB.	Precio por GB.
CD	700	0,50 €	despreciable	0,71 €
DISCO DURO	120.000 (120 G)	100 €	despreciable	0,83 €
MEMORIA RAM	512	100 €	0,19 €	200 €

En esta tabla, se reflejan las velocidades de acceso a un bit (valores aproximados) en los distintos dispositivos de almacenamiento.

Dispositivo	Tiempo de acceso
CD	100 milisegundos
DISCO DURO	10 milisegundos
MEMORIA RAM	50 nanosegundos. (1 nanosegundo es una millonésima de segundo).

Como podemos comprobar, la memoria principal o memoria RAM es una memoria extremadamente cara comparada con los dispositivos de almacenamiento secundarios, pero al mismo tiempo resulta extremadamente rápida.

Recordemos una vez mas que cualquier dato o instrucción que deba ser procesada por nuestra UCP debe estar forzosamente cargado en la memoria RAM, es decir, que la información grabada en cualquier soporte de almacenamiento (esta expresión suele referenciar a las memorias secundarias) debe ser copiada a la memoria RAM o memoria principal para poder ser procesada por el sistema informático.

---

## 1.1 SOPORTES, TIPOS Y CARACTERÍSTICAS.

---

Podemos definir un soporte de información como un medio físico que nos permite almacenar datos de tal forma que la computadora pueda manejarlos. Los soportes los podemos clasificar por su naturaleza física en los siguientes:

Soportes perforados (los primeros medios utilizados). Consistían en soportes (cintas, tarjetas) de cartón, a las que se hacían perforaciones con una especie de maquina de escribir que en lugar de letras tenía punzones. Luego otra maquina podía leer las perforaciones que se habían realizado en el papel simplemente haciendo chocar un alambre contra el mismo. Obviamente no son reutilizables, son de acceso secuencial y son muy frágiles.

Soportes magnéticos, que codifican y mantienen la información en algún medio magnetizable. Esto permite soportes de lectura escritura, de acceso directo en algunos casos y muy resistentes.

Soportes ópticos. Utilizan como medio para soportar la información algún elemento tratable mediante dispositivos ópticos. Los más importantes son los CD y los DVD. Estos soportes tienen una mayor capacidad que los magnéticos (óptica contra magnetismo) pero en cambio son menos reutilizables que aquellos.

Soportes magneto-ópticos, que utilizan los dos sistemas anteriores. Se pueden citar las unidades de disco magneto-ópticos (MO disks). Tienen las ventajas de ambos soportes.

Otros soportes. Últimamente, están apareciendo memorias electrónicas que se pueden utilizar como medios de almacenamiento, como las tarjetas de memoria que utilizan las cámaras digitales o los discos duros USB.

No vamos a comentar nada sobre los soportes perforados, ya que desaparecieron hace mucho.

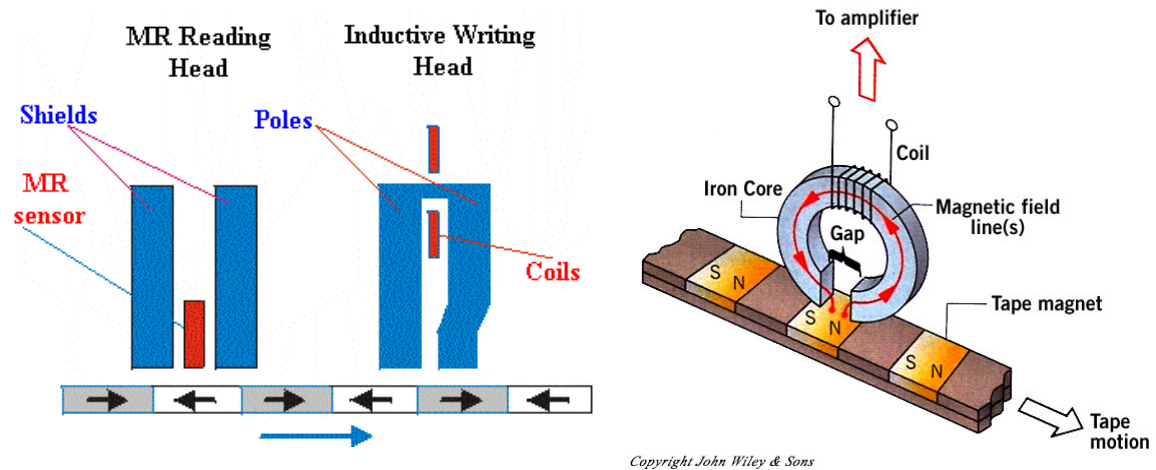
---

## 1.2 SOPORTES MAGNÉTICOS.

---

Los soportes magnéticos son elementos físicos compuestos por una base de plástico o metal recubierta de una fina capa de material magnético donde se registra la información en puntos magnetizables según el tipo de soporte. Se utiliza la propiedad que poseen determinados metales de imantarse al someterlos a la acción de un campo magnético, ya que mantienen la imantación al desaparecer este.

Igualmente se detectan los puntos magnetizados (y la dirección en la que se magnetizan) en el soporte por la corriente inducida que producen sobre un material conductor próximo. Estos soportes son los más utilizados en la actualidad como medios de almacenamiento económico para grabación y recuperación de información. En todos los casos, se trata de soportes reutilizables, ya que la información que contienen puede ser borrada y grabada cuantas veces sea necesario.



### 1.2.1 La Cinta Magnética.

La cinta magnética es un soporte de información continuo, que esta constituido por una base de material plástico recubierta en una de sus caras por una fina capa de material magnético. Sus principales características son su resistencia mecánica, una fuerte resistencia a los agentes físicos y la gran capacidad de almacenamiento relacionada directamente con la longitud de la cinta y la densidad de grabación. Existen tres tipos generalmente utilizados; las cintas magnéticas en casete, los cartuchos de cinta y las cintas universales.

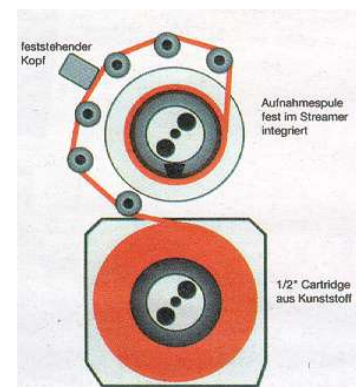
La gran desventaja de estos soportes, es la necesidad de realizar tanto una grabación como una lectura secuencial de los datos, siendo imposible realizar una lectura aleatoria de los mismos en un tiempo razonable. Es decir, no podemos acceder a un dato almacenado en una cinta magnética, sin leer todos los datos anteriores.



Aunque podría parecer en un principio, que las cintas magnéticas han sido desbancadas del mercado por los discos, se siguen utilizando como medio económico para almacenar grandes cantidades de datos de forma segura. Aun con el auge de los grabadores de CD y la irrupción de los grabadores de DVD, la capacidad de almacenamiento de estos sistemas es muy limitada con la que pueden proporcionar las cintas.

Con el tamaño actual de los discos duros, las unidades de cinta son las únicas unidades que nos permiten hacer una copia de seguridad completa sin tener que cambiar la unidad de almacenamiento durante todo el proceso, por lo que son ideales para las oficinas o empresas, que debido al trabajo constante diario con los ordenadores, deben hacer sus copias de seguridad fuera del horario laboral, cuando nadie está trabajando, con lo que la copia de seguridad tienen que funcionar sin que nadie la atienda.

Podemos encontrar varios tipos distintos de unidades de cinta en el mercado:



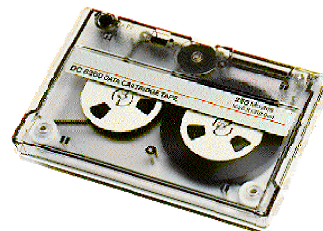
## UNIDADES DLT

Estas unidades utilizan cinta de media pulgada de ancho. Con este sistema, cuando el proceso de grabación llega al final de la cinta, se ha grabado la primera tanda de pistas y entonces los cabezales cambian de posición y se graba la siguiente serie de pistas aprovechando el movimiento inverso de la cinta, y así sucesivamente hasta que se llena la cinta. Hoy en día, la mayoría de las unidades que utilizan esta tecnología llegan a tener entre 128 y 208 pistas.

Además, el tipo de cabezal utilizado en estas unidades y el proceso de arrastre de la propia cinta minimizan el desgaste de la cinta, alargando la duración total de ésta hasta las 30.000 horas. HP tiene varios modelos de unidad de cinta DLT en su serie SURESTORE que alcanzan 40 Gigas de almacenamiento y permiten almacenar hasta 2,5 MB/segundo.

## UNIDADES QIC.

La primera unidad QIC (cinta de un cuarto de pulgada) fue presentada por 3M en 1992, y poco a poco se ha convertido en la unidad de cinta más popular. Los cartuchos QIC parecen cintas de casete, con dos carretes, uno para la cinta y otro para enrollarla, con un cinturón interno que los mueve por efecto del movimiento del motor de la unidad. Al igual que en el casete un eje de metal presiona la cinta contra una rueda de goma que la hace avanzar.

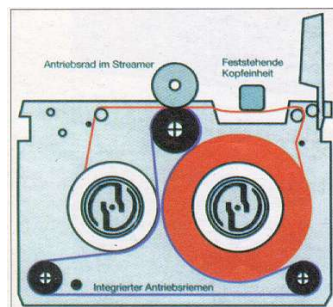


El cabezal es también como el de un casete, con una cabeza de escritura rodeada de dos cabezas de lectura, lo que permite leer los datos en ambos sentidos de giro.

La velocidad de lectura de estas cintas se basa en el número de cabezas que usemos. Así, con dos cabezas se logra una velocidad de 800 KB/segundo, y es habitual encontrar lectoras/grabadoras que montan hasta 36 cabezas, lo que nos da una velocidad de 12,8 MB/segundo. La capacidad máxima de este tipo de cinta se sitúa en los 2 GB sin compresión.

## UNIDADES TRAVAN

El inconveniente de las unidades QIC es la incompatibilidad existente entre las diferentes versiones que han ido apareciendo, por lo cual se creó la especificación TRAVAN, para garantizar la compatibilidad hacia atrás. Las capacidades de estas unidades son muy parecidas a las QIC.



## LAS CINTAS DAT

Se crearon como formato de audio con calidad CD, pero en 1998 SONY y HP definieron el estándar para el almacenamiento de datos digitales, aplicando esta tecnología al almacenamiento de datos. Las unidades DAT usan una cinta de 4mm y el sistema de grabación es similar al de las cintas de vídeo, siendo más lento que la tecnología lineal, por lo que solamente se usa cuando lo más importante es la capacidad.

En este tipo de cinta, nos encontramos con capacidades de 24 GB y transferencias de 2,2 MB/s.



## LA UNIDAD 8MM

Este estándar se diseñó originalmente para vídeo y en cuanto a su funcionamiento se parece a las unidades DAT, pero con mayores capacidades. Los estándares actuales para 8mm son de



unos 25 GB como máximo sin compresión y se pueden alcanzar transferencias de hasta 6 MB/s. Este tipo de cintas se usan en muchas cámaras de video digitales.

Cada tipo de unidad de cinta necesita una lectora/grabadora especial y no son compatibles entre sí. Asimismo, también es necesario usar un software especial de copia de seguridad que normalmente solo permite ser usado en sistemas operativos de gama alta.

---

### 1.2.2 Los Disquetes.

---

Hablar hoy en día de discos flexibles es casi anacrónico, aunque es un medio de almacenamiento de información que aún subsiste desde los primeros tiempos del PC. Pero la importancia de conocerlos radica en el hecho de que sus fundamentos son necesarios para comprender otros tipos de unidades. Los discos flexibles (conocidos en inglés como floppy disks) están muy cerca de entrar en el museo de antigüedades del mundo del PC. Fueron los elementos estrella de la distribución de software desde el nacimiento del PC hasta mediados de los años 90, cuando los CD-ROM ocuparon su lugar.

De hecho, en la era antigua del PC el centro de datos por excelencia era el disco flexible (el disco duro aún no se utilizaba).

Aunque actualmente la mayoría de los PC vienen equipados con una unidad de disco flexible, su uso está lejos de ser frecuente, ya que su capacidad de almacenamiento y velocidad son inadecuadas para las necesidades actuales. Sin embargo, dicho medio todavía resulta útil para tareas como el traslado de pequeños archivos entre ordenadores, almacenamiento de ficheros de tamaño reducido, y la instalación de software de pequeño tamaño, como es el caso de los controladores de hardware.

La clara desventaja de los discos flexibles respecto al resto de medios de almacenamiento no sólo radica en su baja capacidad, sino también en su bajo rendimiento. Sin embargo es conveniente tratar el disco flexible, ya que muchos de los conceptos que lo rodean se aplican a los discos duros.

#### Formatos de disco flexible.

---

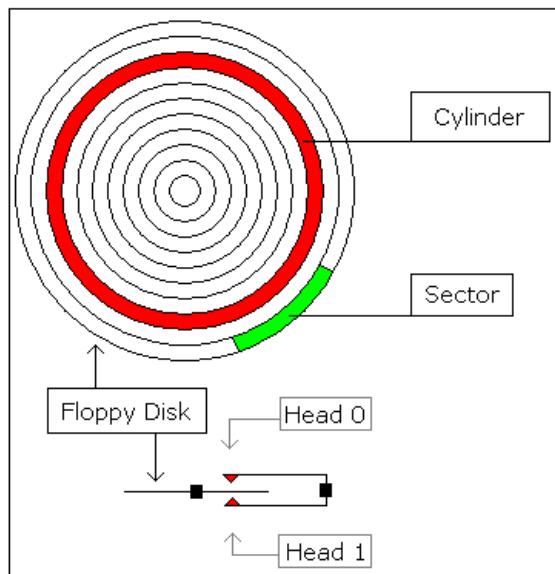
Los primeros formatos de disco utilizados eran de 8". Sin embargo, los formatos que más se han extendido han sido el disco de 5,25" y el de 3,5". No se debe olvidar que dichas indicaciones (en pulgadas) hacen referencia al lado del cuadrado que forma la carcasa del disco, y no al disco propiamente dicho. En todos estos formatos, el soporte de almacenamiento es una superficie circular maleable, de ahí el nombre de disco flexible. Sobre dicha superficie se encuentra un recubrimiento de material magnético, que es el que efectivamente almacena la información. En ambos casos, el disco se introduce en el interior de una carcasa de plástico, que lo protege del exterior. El disco de 5,25" es el más antiguo de los dos (de hecho, ya se puede dar por obsoleto). El auténtico disco se albergaba en el interior de una carcasa de plástico fina y frágil. En su centro aparecía un gran agujero, utilizado por la unidad para hacer girar el disco. También se podía apreciar una ventana en la carcasa, que dejaba ver el disco y permitía que la unidad leyera y escribiera datos en él. Una pequeña abertura en un lateral de la carcasa hacía el papel de protección contra escritura. Dicha protección se controlaba pegando o no un adhesivo sobre la abertura.



El disco de 5,25" presentaba varias desventajas. No sólo era un dispositivo muy lento y con muy poca capacidad de almacenamiento (de 100 Kb hasta 1,2 MB), sino que era extremadamente frágil. La carcasa de plástico no hacía un buen papel de protección: el simple hecho de colocar una etiqueta sobre el disco y escribir con un bolígrafo era suficiente para dañarlo. La existencia de una ventana en la carcasa que exponía el disco hacía muy sencilla la pérdida de datos. Para evitar esto último, era necesario mantener el disco en el interior de una funda de papel.



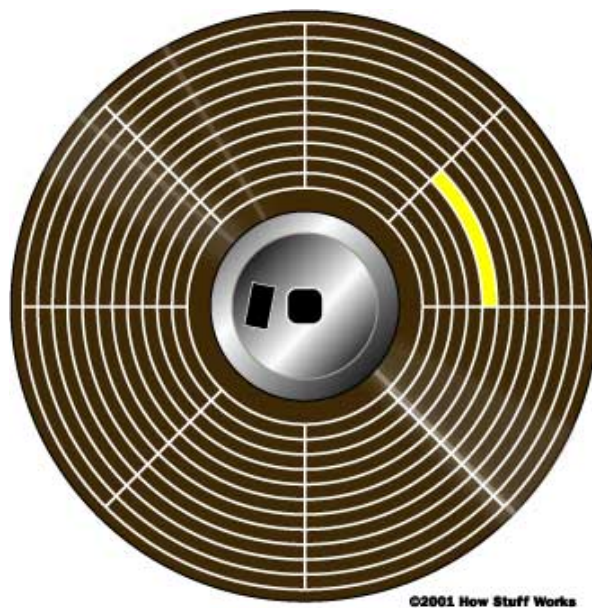
Debido a tal conjunto de problemas, el disco de 5,25" fue relevado por el formato de 3,5. El concepto es muy similar, pero soluciona todos los problemas antes planteados. En primer lugar, el tamaño es mucho más reducido, lo cual lo hace más manejable. La carcasa es mucho más rígida, por lo que el disco es más resistente a golpes y permite escribir sobre ella sin causar daños. La ventana de lectura y escritura ya no expone el disco, puesto que se halla cubierta por una protección metálica corrediza. Dicha protección se desplaza en el interior de la unidad, exponiendo el disco sólo cuando es realmente necesario. Esto hace que la duración de los datos se incremente notablemente. Además, la abertura circular que permite girar al disco ya no es un agujero, sino que presenta una pieza metálica. Esto proporciona todavía más protección. La protección contra escritura se controla mediante una pequeña pieza de plástico, que en ningún momento deja expuesto el interior del disco, lo que también contribuye a una mayor duración de la información.



### Estructura lógica del disco.

Como ya se ha comentado, el disco flexible consiste en una superficie circular maleable, recubierta de material magnético. La información se almacena mediante la introducción de pulsos magnéticos sobre el disco, y se lee siguiendo el mismo principio. En realidad, dicho principio es el mismo que se utiliza en las cintas magnéticas, salvo que en el disco flexible se almacena información en ambas caras del material. Antiguamente existían discos de una sola cara, e incluso discos de dos caras que había que girar manualmente. La superficie del disco se divide en anillos concéntricos denominados pistas. No se deben confundir con los microsurcos de un disco de vinilo, que se encuentran totalmente conectados en forma de espiral. En el caso de un disco magnético, las pistas son concéntricas, y por tanto inconexas. A su vez, hay una división radial que divide a todas las pistas en un mismo número de porciones, denominadas sectores.

En cada acceso, la unidad puede leer o escribir en el sector definido por una pista y una de las



©2001 How Stuff Works

porciones. El sector es la unidad más pequeña de lectura y escritura en un disco flexible, y suele albergar 512 bytes. Dicho de otro modo, en cada acceso se leen o escriben 512 bytes (esto se hace así por razones de rendimiento). Por ejemplo, si un disco tiene normalmente 80 pistas, 18 sectores y dos caras, se obtiene que  $80 \text{ pistas} \times 18 \text{ sectores/pista} \times 2 \text{ caras} \times 512 \text{ bytes} = 1,44 \text{ MB}$  de capacidad de almacenamiento (no olvidar que  $1 \text{ MB} = 1.024 \text{ bytes}$ ).

En el campo del almacenamiento en disco, un factor muy importante es la densidad superficial. Ésta mide lo concentrada que se halla la información en el disco. Por ello, si se comparan discos de igual tamaño, a mayor densidad superficial, mayor capacidad de almacenamiento. La densidad superficial se calcula como el producto de otras dos densidades: la densidad de pistas y la densidad lineal. La densidad de pistas indica la cantidad de pistas que existen por unidad de longitud, es decir lo “apretadas” que están las pistas. En esta definición, la longitud se mide en sentido radial, desde el centro del disco, y las unidades son pistas por pulgada (PPI). Otra posible medida es la densidad lineal, que informa sobre lo comprimida que se halla la información dentro de las pistas (es decir, lo “apretados” que están los bits en cada pista).

La densidad lineal se expresa en bits por pulgada por pista (BPI). La multiplicación de ambas densidades da lugar a la densidad superficial, que se mide en bits por pulgada cuadrada. En función de la densidad, existen dos especificaciones estándares: doble densidad (DD) y alta densidad (HD). Los discos DD de 5,25” tenían una densidad de 48 PPI, permitiendo almacenar tan sólo 360 Kb. La variante HD en 5,25” proporcionaba 1,2 MB de almacenamiento, utilizando 96 PPI. En el caso de los discos de 3,5”, se obtenían 720 Kb en DD, con 135 PPI. La variante HD obtenía 1,44 MB utilizando también 135 PPI. Entonces, ¿por qué ofrece el doble de capacidad? La respuesta es sencilla: porque duplica la densidad lineal. En el caso de los discos de 3,5” aún existe una especificación más: densidad extra-alta (ED). En este caso, se alcanza una capacidad de 2,88 MB también con 135 pistas por pulgada (duplicando la densidad lineal respecto a la variante HD).

Tipo	Capacidad	Caras	Sectores x Pista	Pista
5¼	160 KB.	1	8	40
5¼	320 KB.	2	8	40
5¼	180 KB.	1	9	40
5¼	360 KB.	2	9	40
5¼	1.2 MB.	2	15	80
3½	720 KB.	2	9	80
3½	1.44 MB.	2	18	80

Llegados a este punto, es importante indicar que con los discos HD se usan señales más suaves y dotadas de características diferentes a las de los discos DD. Se puede formatear un disco DD como HD (basta con realizar una perforación en la parte inferior derecha del disco), pero el soporte no está preparado para dicho tipo de almacenamiento y la información resultará menos duradera de lo esperado.

Otro concepto importante a la hora de comprender los disquetes, y que tendrá mayor importancia cuando tratemos el tema de los discos duros, es el cluster. Cuando el sistema operativo graba o lee información, no lee un sector, graba o lee un cluster completo, es decir, varios sectores adyacentes entre si. Es decir, el cluster es la mínima unidad a nivel de lectura o escritura del disco, a nivel lógico.

Imaginemos que tenemos un cluster de 32 KB, (desgraciadamente, el DOS y Windows 95 lo utilizan como defecto en los discos duros). Esto no tendría importancia si no fuera porque un cluster, como ya hemos dicho, es la mínima unidad de lectura o escritura, a nivel lógico, del



disco. Es decir, cuando grabamos un archivo, por ejemplo de 10 Kb, estamos empleando un cluster completo, lo que significa que se desperdician 22 Kb de ese cluster. Imaginaos ahora que grabamos 100 ficheros de 10 Kb; perderíamos 100x22 Kb, más de 2 Megas.

Sin embargo, este concepto de cluster ya hemos indicado que no presenta mayor importancia en los disquetes, dado que el cluster en los mismos se sitúa a niveles muy bajos.

Tipo de Disco	Sectores por Cluster
5¼ (360 KB)	2
5¼ (1.2 MB)	1
3½ (720 KB)	2
3½ (1.44 MB)	1

---

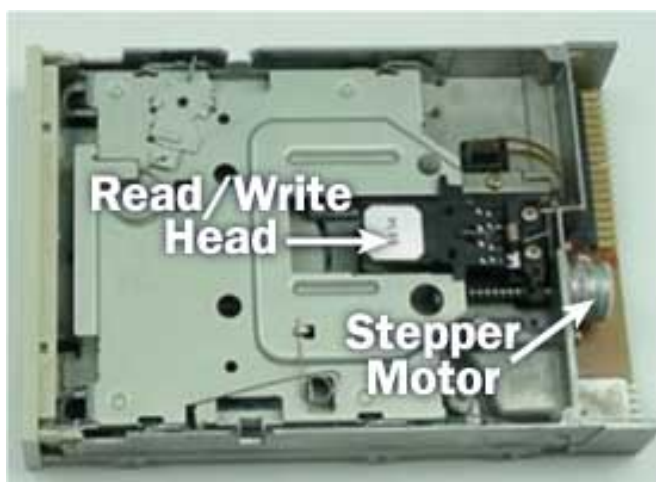
### Lectoras/Grabadoras de disco flexible

---

En la figura de la página siguiente se muestra el aspecto interno de una unidad de disco flexible. Un elemento fundamental son los cabezales de lectura y escritura, que se encargan de leer y almacenar la información, interaccionando magnéticamente con el disco. Existen dos cabezales que se mueven de forma solidaria: uno de ellos cubre el disco por la parte superior, y el otro por la parte inferior. De esta forma es posible leer o escribir ambas caras sin necesidad de extraer el disco y girarlo.

Los cabezales se montan sobre una pieza móvil, que forma parte del componente denominado "actuador". Este dispositivo se encarga de colocar los cabezales sobre la pista apropiada del disco, y se basa en un motor paso a paso (que realiza movimientos entre posiciones predefinidas).

Aún queda algo por resolver: el actuador permite seleccionar la pista, pero ¿cómo se selecciona el sector? En lugar de mover los cabezales hacia el sector deseado, resulta mucho más simple hacer girar el disco, mediante un motor. Todavía surge una pregunta: ¿cómo se determina cuál es el sector que está debajo de los cabezales en cada momento? Para ello se utiliza un punto de referencia, que consiste en una perforación realizada sobre el propio disco. Utilizando un sensor óptico, es sencillo averiguar el momento en que la perforación pasa por debajo del mismo (ya que deja pasar la radiación luminosa), y por tanto tomar un punto de referencia estable para localizar los sectores.



Un hecho importante (y que diferencia a los discos flexibles de los duros) es que los cabezales establecen contacto real con el disco. Es por ello que los discos flexibles giran a una velocidad modesta, usualmente de 360 revoluciones por minuto (RPM). Si giraran más rápido, el disco resultaría dañado debido al contacto físico. Junto con los cabezales se encuentra una bobina que, antes de escribir información en un sector, elimina su contenido. Otro componente importante es el sensor de cambio de disco. Dicho sensor envía una señal al controlador de la unidad cuando el usuario extrae un disco y lo reemplaza por uno nuevo. Esto mejora mucho el rendimiento, ya que el sistema no debe examinar continuamente si el contenido del disco ha cambiado. El sistema almacena el contenido del disco en una caché (porción de la memoria RAM), y accede a ella en lugar de al disco. Tan solo habrá que refrescar la caché cuando el sensor indique que el disco ha cambiado.

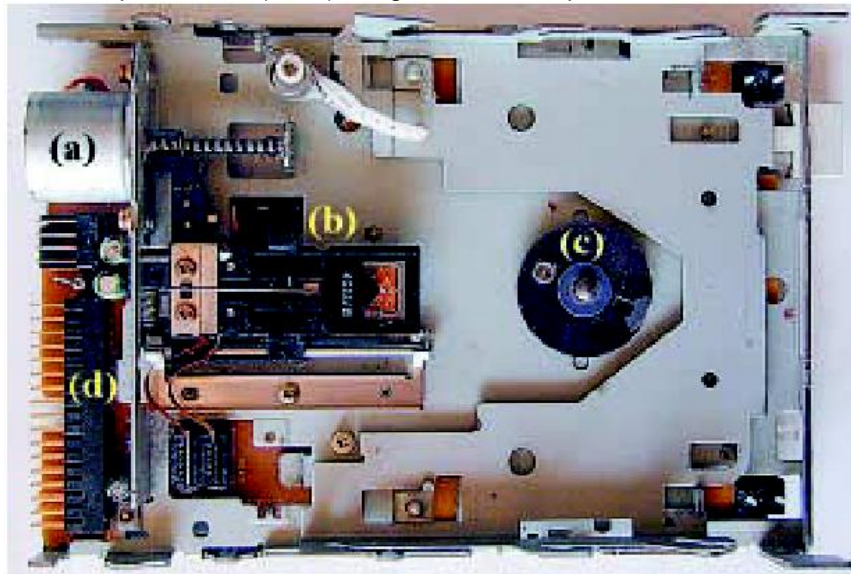


Figura 3. Estructura interna de una unidad de disco flexible. (a) Motor paso a paso, encargado de desplazar los cabezales de lectura y escritura. (b) Cabezales de lectura y escritura. (c) Motor giratorio. (d) Interfaz de conexión con el resto del sistema y alimentación.

Las unidades de disquetes necesitan un controlador para funcionar, este controlador se encuentra integrado en la propia unidad. Este controlador es el encargado de actuar sobre los elementos antes vistos (cabezales, actuador, etc.) de la forma apropiada y en el orden correcto. Además, debe proporcionar una interfaz de conexión con el resto del sistema para recibir órdenes, devolver información, y recibir las señales de alimentación.

---

### Algunos problemas de las unidades de disco flexible

---

Como ya hemos comentado, los cabezales se posicionan sobre las pistas mediante un motor que tiene varias posiciones previamente establecidas. Esto conduce a ciertos problemas conocidos. Si los discos se someten a elevadas temperaturas, la dilatación hará que las pistas se desplacen de la posición estándar. Al leer o escribir, el posicionador intentará acudir a las posiciones prefijadas, pero en realidad estará trabajando sobre pistas equivocadas, conduciendo a un evidente error.

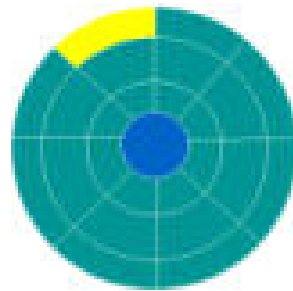
Otro problema típico es la pérdida de la alineación del posicionador. Si esto ocurre, el posicionador perderá la costumbre de buscar las pistas en las posiciones estándar, y por tanto acudirá a posiciones equivocadas. Si un disco se formatea y graba sobre una unidad con problemas de alineación, y se intenta leer en una unidad sana, se producirán errores. Cuando se intente acceder a una pista, se estará accediendo a una pista equivocada. La única solución para poder usar ese disco en la unidad sana es formatearlo de nuevo con esta última. El problema de alineación lo puede resolver el fabricante. Esta práctica era común antiguamente, cuando las unidades de disco flexible eran caras. Actualmente, el precio es tan económico que resulta más rentable adquirir una nueva unidad. El sensor de cambio de disco también puede generar importantes problemas. En efecto, supongamos que el sensor no funciona correctamente. En ese caso, si cambiamos de disco, el sistema pensará que el disco anterior aún permanece en la unidad. Al intentar leer un archivo, el sistema indicará que el archivo no se ha encontrado. La escritura es aún más peligrosa, puesto que corromperá el contenido del nuevo disco, ya que el sistema cree que escribe en el anterior.

---

## Formateo de discos

---

El proceso de formateo prepara un disco para que la información pueda ser almacenada y leída. La costumbre de emplear tan sólo un programa (el conocido FORMAT.COM de MS-DOS) ha conducido frecuentemente a pensar en un único procedimiento. Pero, en realidad, existen dos procesos diferentes: el formato a bajo nivel y el formato a alto nivel. Como veremos posteriormente, el formateo de discos duros implica un tercer procedimiento (creación de particiones). El formato a bajo nivel crea sobre el disco las estructuras que almacenarán la información (pistas y sectores). Esto implica crear las pistas y definir el inicio de los sectores dentro de cada pista. Este tipo de formato se conoce también como “formato real”, ya que se registra realmente la organización del disco. El formato a alto nivel crea las estructuras lógicas que empleará el sistema operativo, tales como la tabla de asignación de archivos (FAT) y el sistema de archivos.



No es más que una tabla que almacena la posición de los sectores que componen cada archivo, en su correcto orden (los archivos no tienen por qué ocupar sectores contiguos). La FAT se aloja en los primeros 63 sectores del disco.

Si se reformatea un disco a alto nivel, dicha tabla se vacía, de forma que el disco parece estar vacío de cara al usuario. Pero, en realidad, la información grabada en el disco sigue intacta. Por ello -si se emplean las herramientas adecuadas- es posible deshacer el formato y devolver el disco a su estado anterior. Mientras que el formato a bajo nivel se mantiene, el formato a alto nivel varía de unos sistemas operativos a otros. Cada sistema operativo tiene definido su propio sistema de archivos, empleando estructuras con diferentes características. Por tanto, cada sistema realizará el formato a alto nivel de una forma distinta (empleando programas de formateo diferentes). Como consecuencia, si se adquieren discos preformateados, se debe comprobar para qué sistema operativo son válidos, o será necesario formatearlos de nuevo.

---

### 1.2.3 Los Discos Duros.

---

En esta ocasión vamos a abordar un medio de almacenamiento interno y fijo. Ya no hay una unidad fija al PC y un soporte de almacenamiento extraíble (como en los disquetes), sino que ambas partes se encuentran en el interior del PC. De cara al usuario, el PC dispone de una unidad de gran capacidad y velocidad, sin ocupar espacio exterior, sin necesidad de emplear cables, y que no requiere de un soporte de almacenamiento extraíble. El disco duro va con el PC a todas partes, almacenando los datos vitales para los programas y el sistema operativo.



La tecnología en el campo de los discos duros ha demostrado un continuo y asombroso avance desde sus inicios en los años 50.

El avance tecnológico ha apuntado siempre hacia la mejora de dos parámetros: mayor capacidad y velocidad. También se ha perseguido la reducción de tamaño, aunque en un nivel de importancia inferior a los parámetros anteriores.

Para conseguir mayor capacidad, la lucha consiste en obtener mayores densidades superficiales de información. El aumento de la velocidad se consigue aumentando la velocidad

de giro del disco, que viene condicionada principalmente por las características de los cabezales de lectura y escritura. Tal y como se ha introducido, estos parámetros no han dejado de mejorar y continúan haciéndolo a una velocidad asombrosa. Otro parámetro en constante evolución es el precio por MB, que decrece también de forma asombrosa con el tiempo: los discos duros son cada día más rentables. El avance de los discos duros tiene un importante impacto en el rendimiento del PC. En primer lugar, los programas (empezando por el sistema operativo) son cada día más voluminosos y acceden a mayores cantidades de datos. Esto exige capacidad de almacenamiento (para almacenar los programas y los datos), además de velocidad (para agilizar el acceso a dichos datos). Por otro lado, el arranque del PC será más rápido cuanto más veloz sea el disco duro.

Otro punto importante radica en la capacidad multitarea de los sistemas operativos actuales. Cuando se ejecutan muchos procesos simultáneos, es probable que no haya suficiente memoria para albergarlos a todos. Lo mismo ocurre si no son muchos los procesos, pero consumen grandes cantidades de memoria. En esos casos, la memoria RAM no proporciona suficiente espacio de almacenamiento, y se utiliza el disco duro como memoria virtual. Si el disco duro no es suficientemente rápido y no dispone de mucho espacio libre, el usuario apreciará que sus programas se ejecutan lentamente y que el sistema operativo apenas responde.



Tal y como hemos introducido anteriormente, el disco duro inició su carrera en los años 50, y no ha parado de avanzar hasta la actualidad (de hecho, sigue avanzando). El primer disco duro fue desarrollado por IBM en 1956. Recibió el nombre de RAMAC (figura) y constaba internamente de 50 discos de 24" cada uno. La capacidad total ofrecida era de 5 MB. Sin embargo, el padre del disco duro moderno nació en 1973, también de la mano de IBM. Su nombre era 3340, y constaba de dos módulos de 30 MB, uno fijo y el otro extraíble. Estableciendo símiles entre algunas de sus características y las de un conocido rifle, fue bautizado con el apodo Winchester. Aunque mucho más avanzados, los discos duros actuales se basan totalmente en los conceptos introducidos en aquel disco duro. Uno de los conceptos principales radica en que las cabezas de lectura/escritura son flotantes (es decir, no existe contacto físico con la superficie del disco). De hecho una parte fundamental del avance consiste en optimizar la distancia entre las cabezas y el disco sin llegar al contacto. La entrada del disco duro en el mundo del PC se produjo con el lanzamiento de la variante PC XT. Se incorporaba un disco duro ST-412 de 10 MB, fabricado por Seagate.

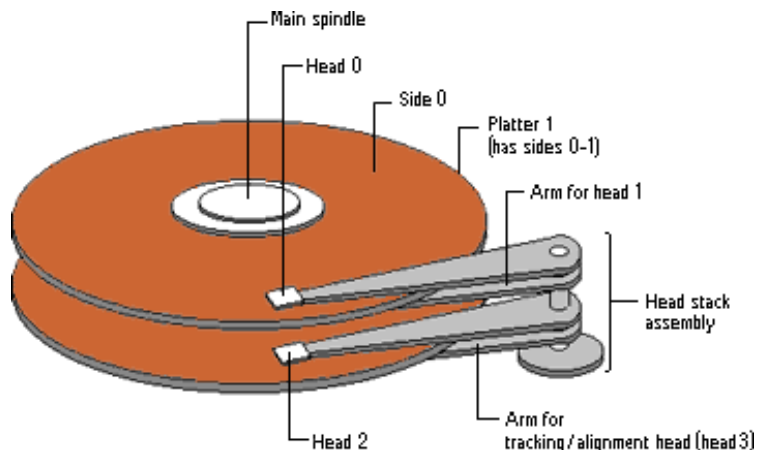
---

### Estructura física de los discos duros.

---



Básicamente, el disco duro está integrado por un conjunto de discos de igual diámetro, comúnmente denominados platos. Cada plato se compone de un sustrato de elevada rigidez, que se recubre con un material magnético. El nombre de disco duro proviene, precisamente, del alto grado de rigidez de los platos (en oposición a lo que ocurría con los discos flexibles). Los platos se hallan montados sobre un eje, y se mantiene una cierta distancia entre ellos, gracias a unos anillos separadores. El número usual de platos oscila entre 1 y 4 en discos duros normales. Los discos duros de alta capacidad pueden llegar a incorporar más de 10 platos. El eje se halla gobernado por un motor giratorio. Cuando el motor gira, el eje gira, y por tanto todos los platos giran a la misma velocidad.



Los elementos encargados de leer y escribir la información se denominan (al igual que ocurría en Los discos flexibles) cabezales de lectura y escritura. Estos se encargan de convertir bits en pulsos magnéticos (al escribir) o bien pulsos magnéticos en bits (al leer). Hay dos cabezales dedicados a cada plato. Uno de ellos se sitúa en la parte superior, mientras que el otro se sitúa en la cara inferior. De esta forma es posible acceder de manera rápida a ambas caras de cada plato.

Ya que el número usual de platos oscila de 1 a 4, el número habitual de cabezales oscilará entre 2 y 8. Como ya hemos indicado antes, la diferencia principal respecto a los discos flexibles radica en que los cabezales no tocan la superficie de los platos. Esto permite que el disco gire a mayor velocidad, generando menos calor y produciendo menos nivel de ruido. Mayor velocidad de giro significa menor tiempo de acceso a la información, y por tanto mayor velocidad de trabajo.

Conviene lograr que los cabezales se encuentren a una distancia óptima de los platos. Dicha distancia está relacionada con la potencia de las señales emitidas por los cabezales y por el disco. Si se trabaja con señales suaves, los cabezales deberían estar cerca de los platos. En otro caso, las señales no se recibirían correctamente por los cabezales al leer, ni quedarían bien registradas en los platos al escribir. En el lado opuesto, si se trabaja con señales fuertes, los cabezales deberían estar más alejados de los platos. La potencia de las señales está altamente condicionada por la densidad de la información. A mayor densidad, los bits se hallan más cercanos entre sí en los platos, y por tanto se requieren señales más suaves para evitar interferencias. Por ello, se deduce que a mayor densidad superficial, es necesaria una menor distancia entre cabezales y platos.



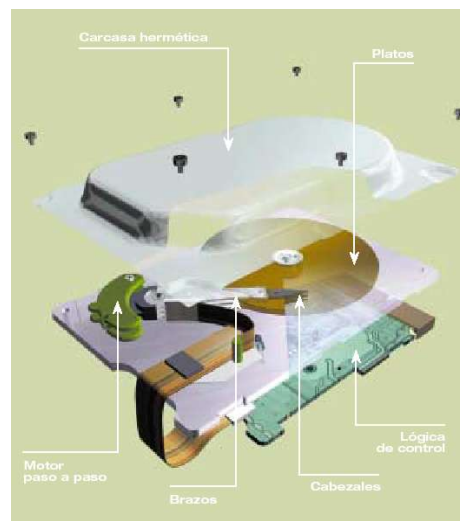
Los cabezales de lectura y escritura se montan sobre unos elementos denominados deslizadores. Estos presionan a los cabezales sobre los platos cuando el disco está parado. Cuando el disco gira, el flujo de aire desprendido hace que los deslizadores se desplacen, colocando a los cabezales a la distancia apropiada.



Los deslizadores se montan sobre unos elementos rígidos denominados brazos. Los brazos se unen a un eje, controlado por un motor paso a paso. Por tanto, los brazos se mueven solidarios. Esto significa que todos los cabezales siempre se moverán en conjunto, encontrándose siempre uno encima del otro. Los elementos internos del disco duro se gobiernan mediante un circuito controlador, que además se encarga de comunicar al disco duro con el resto del PC.

Es importante destacar la existencia de una memoria caché que actúa como almacenamiento intermedio para agilizar las transferencias entre disco duro y PC (y viceversa).

Para lograr un buen funcionamiento, el disco duro exige un alto nivel de precisión en su interior. Ante todo, se debe evitar a toda costa la entrada de partículas de polvo, que dañarían los cabezales con facilidad. Por ello, el interior del disco duro se aísla fuertemente del exterior, y los componentes se ensamblan en condiciones especiales (que aseguran un ambiente totalmente libre de polvo).

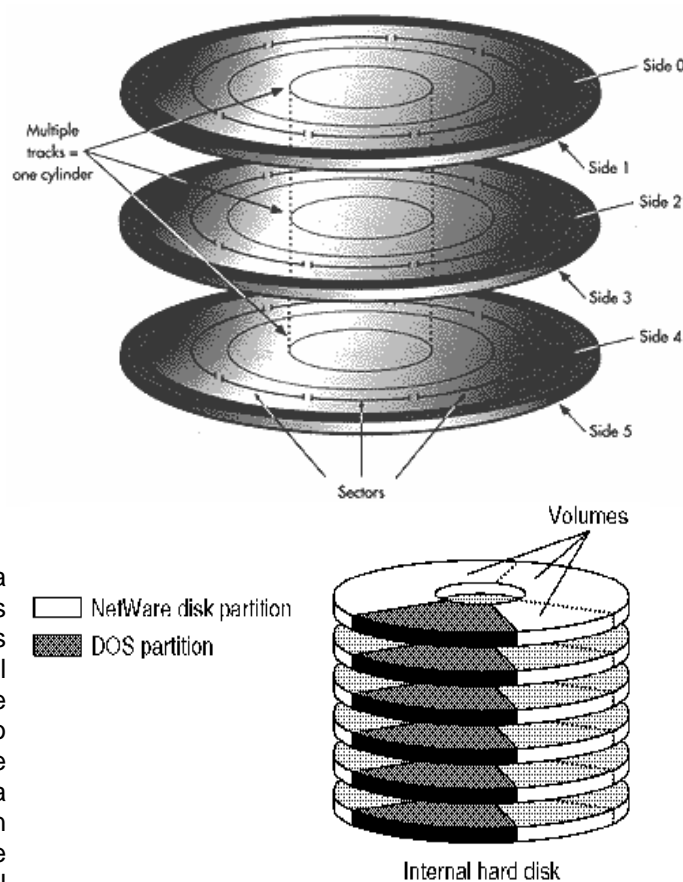


### Estructura lógica del disco duro.

Las estructuras de bajo nivel empleadas en los discos duros para almacenar información son una ampliación de las utilizadas en los discos flexibles. Al igual que ocurría con los discos flexibles, la superficie de cada plato queda dividida en pistas y sectores. La división es idéntica para todos los platos.

Los sectores siguen almacenando la misma cantidad de información: 512 bytes. Hay que anotar que dicha cantidad es realmente mayor. Normalmente se almacenan bytes adicionales, que se emplean para apoyar en el control de la unidad, y para la detección y corrección de errores. La disposición y utilización de estos bytes adicionales no sigue ningún estándar, y varía de un disco duro a otro. Cuantos más bytes adicionales se empleen, menor espacio efectivo quedará para el almacenamiento.

Existe una estructura superior al sector que ya tratamos en el tema de los disquetes. Los sectores contiguos se agrupan formando clusters (agrupaciones). De hecho, el disco duro toma el cluster como la unidad más pequeña de almacenamiento. En cada acceso, se lee o escribe un cluster. Al trabajar con bloques de información más grandes, el rendimiento queda afectado de forma positiva. Los clusters no tienen un tamaño estándar. Dicho tamaño depende de varios factores, y principalmente lo decide el sistema operativo.



Otra estructura de alto nivel son los denominados cilindros. Como ya se ha introducido, los cabezales se mueven en conjunto, al estar guiados por brazos solidarios. Cuando un cabezal está sobre una pista, el resto de cabezales está sobre la misma pista, a través de los diferentes platos (y caras) que componen el disco duro. Si imaginamos una disposición de anillos (pistas) situados uno sobre otro, obtenemos el esqueleto de un cilindro, y de ahí el nombre. Por tanto, decir que el disco está trabajando sobre el cilindro 3 significa que todos los cabezales están sobre la pista 3 de cada plato. Si un disco tiene 4 platos, tendrá 8 cabezales, y por tanto 8 pistas en cada cilindro.

Finalmente, la estructura de mayor nivel son las particiones, que no son más que grupos de cilindros contiguos. El disco se divide en varias particiones, que el sistema operativo hace ver como unidades lógicas diferentes. Aunque se trata del mismo disco, el usuario aprecia varias letras de unidad, y cree estar trabajando con varios discos duros de menor tamaño. Una de las ventajas de las particiones consiste en que los cabezales se deberán mover dentro de un grupo conexo de cilindros de menor tamaño, y por tanto deberán realizar menor recorrido para encontrar el cilindro deseado en cada acceso. Esto se traduce en una mayor velocidad de acceso a la información.

Llegados a este punto, es importante comentar cómo se direcciona la información en el disco duro. En un disco flexible, se empleaban dos coordenadas: pista y sector. En el caso del disco duro, pasamos al mundo tridimensional: la información se direcciona mediante la terna (cilindro, cabezal, sector). Una vez seleccionado un cilindro, hay que seleccionar cuál es la pista deseada dentro del mismo (esto es, seleccionar un cabezal). Dentro de dicha pista, se selecciona el sector deseado.

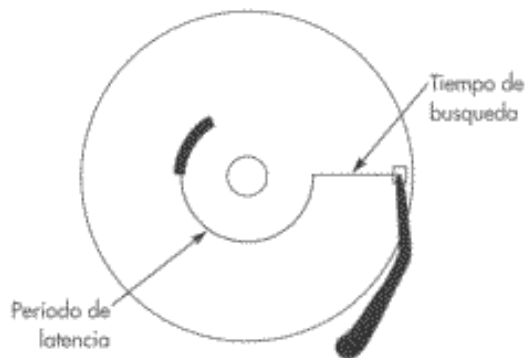
En el campo de la organización de la información, la principal diferencia respecto al disco flexible es una mayor densidad superficial. En efecto, la densidad de pistas y la densidad lineal son extremadamente mayores. Para optimizar la densidad superficial, algunos discos duros emplean una técnica denominada registro por zonas. Esta técnica se basa en un hecho sencillo: cuanto más al exterior del plato se encuentra una pista, mayor longitud presenta. Como, normalmente, todas las pistas almacenan el mismo número de bits, está claro que la información estará más comprimida en las pistas interiores que en las exteriores. El registro por zonas intenta aprovechar mejor el espacio, tratando de igualar la densidad de bits entre las diferentes pistas. Los discos duros modernos utilizan un procedimiento denominado Zone-bit-recording mediante el cual colocan un número de sectores distinto en función del diámetro de la pista, mas sectores en las pistas exteriores, y menos en las pistas interiores. Eso si, cada sector siempre tiene la misma capacidad, 512 Bytes.

### Características de un disco duro.

En cada acceso a la información, el disco duro realiza un amplio conjunto de tareas. A continuación indicamos los pasos fundamentales implicados en cada acceso a disco.

En primer lugar, se realizan varias etapas de traducción, que hacen que una dirección (un número que apunta a una posición del disco) se traduzca en una localización geométrica, de tipo (cilindro, cabezal, sector). A continuación, se hace girar el disco, si es que éste no estaba ya en marcha. Cuando el disco alcanza una

velocidad estable, se mueven los cabezales hacia el cilindro deseado, utilizando el motor paso a paso que controla los brazos. Una vez en el cilindro apropiado, se activa el cabezal correspondiente al plato deseado. Entonces, se espera el tiempo necesario para que el giro del



60 segundos ————— 3.600 vueltas

X ————— 0,5 vueltas

De donde sale que:

X = 0,0083 segundos = 8,3 milisegundos

$$X = \frac{0,5 \times 60}{3.600}$$

disco haga pasar al sector deseado bajo el cabezal. Cuando esto ocurre, se lee o se escribe la información en dicho sector.

Como ya hemos adelantado, este proceso sólo ha incluido los pasos fundamentales. En realidad el proceso implica varios pasos adicionales. Por ejemplo, no hay que olvidar la existencia de una caché que acelera las transferencias. El rendimiento del disco duro está determinado por la eficiencia con que se realizan estos pasos. Principalmente, el tiempo de acceso a la información es la suma del tiempo empleado en llevar los cabezales hacia el cilindro adecuado (**tiempo medio de búsqueda**) y el tiempo de giro del disco hasta encontrar el sector buscado (**latencia**). El tiempo de acceso total suele oscilar entre 10 y 20 milisegundos.

Otros elementos a tener en cuenta en el funcionamiento de la unidad es el tiempo medio entre fallos, **MTBF** (Mean Time Between Failures), que se mide en horas (15000, 20000, 30000, etc.) y a mayor número más fiabilidad del disco, ya que hay menor posibilidad de fallo de la unidad. Otro factor es el AUTOPARK o aparcamiento automático de las cabezas, consiste en el posicionamiento de las cabezas en un lugar fuera del alcance de la superficie del disco duro de manera automática al apagar el ordenador, esto evita posibles daños en la superficie del disco duro cuando la unidad es sometida a vibraciones o golpes en un posible traslado.

---

### Factores de velocidad.

---

Existen una serie de Factores de Velocidad relacionados con los discos duros que son necesarios conocer para comprender su funcionamiento y sus diferencias.

- ▶ Tiempo de búsqueda de pista a pista: intervalo de tiempo necesario para desplazar la cabeza de lectura y escritura desde una pista a otra adyacente.
- ▶ Tiempo medio de acceso: tiempo que tarda, como media, para desplazarse la cabeza a la posición actual. Este tiempo promedio para acceder a una pista arbitraria es equivalente al tiempo necesario para desplazarse sobre 1/3 de las pistas del disco duro. El antiguo IBM PC/XT utilizaba discos de 80 a 110 milisegundos mientras que hoy en día podemos encontrar discos duros con tiempos medios de acceso de 7 milisegundos.
- ▶ Velocidad de Rotación: Número de vueltas por minuto (RPM) que da el disco.
- ▶ Latencia Promedio: Es el promedio de tiempo para que el disco una vez en la pista correcta encuentre el sector deseado, es decir el tiempo que tarda el disco en dar media vuelta.
- ▶ Velocidad de transferencia: velocidad a la que los datos (bits) pueden transferirse desde el disco a la unidad central. Depende esencialmente de dos factores: la velocidad de rotación y la densidad de almacenamiento de los datos en una pista.

Una de las mejores maneras de disminuir los tiempos de acceso y de latencia, es subir el número de RPM del disco duro. Hace unos años todos los discos duros giraban a la misma velocidad unos 3600 rpm, la latencia resultante era de 8,3 milisegundos. Hoy nos encontramos con unidades girando a 5400 y 7200 rpm (un 50% más rápida). Algunos discos siguen usando los 3600 rpm para consumir menos energía.

RPM	1 Vuelta cada	Latencia
3600	16, 66 mseg.	8, 33 mseg.
4500	13, 33 mseg.	6, 66 mseg.
5400	11, 11 mseg.	5, 55 mseg.
7200	8, 33 mseg.	4, 16 mseg.
10000	6, 00 mseg.	3, 00 mseg.

El trabajar a velocidades elevadas plantea varios problemas: El primer problema es que a esta velocidad la disipación del calor se convierte en un problema, y la vibración del disco duro puede ser bastante alta.

Además de todas estas características de velocidades y tiempos de acceso de los discos duros existen una serie de técnicas que nos permiten aminorar los accesos a disco así como acelerar las transferencias de datos entre el sistema y el dispositivo en cuestión. Una de las técnicas más conocidas en la informática para hacer esto es la del uso de memorias intermedias, buffer o caches.

- ▶ **Buffer De Pista:** Es una memoria incluida en la electrónica de las unidades de disco, que almacena el contenido de una pista completa. Así cuando se hace una petición de lectura de una pista, esta se puede leer de una sola vez, enviando la información a la CPU.
- ▶ **Caches De Disco:** Pueden estar dentro del propio disco duro, en tarjetas especiales o bien a través de programas que usan la memoria central. La gestión de esta memoria es completamente invisible y consiste en almacenar en ella los datos más pedidos por la CPU y retirar de ella aquellos no solicitados en un determinado tiempo. Se usan para descargar al sistema de las lentas tareas de escritura en disco y aumentar la velocidad.

---

### Modos de Transferencia.

---

Los dispositivos IDE pueden transferir información principalmente empleando dos métodos: PIO y DMA; el modo PIO (Programmed I/O) depende del procesador para efectuar el trasiego de datos. A nivel de rendimiento no hay mayor problema, ya que los micros actuales tienen la suficiente capacidad para gestionar estas operaciones y alternarlas con otras, por supuesto. El otro método es el DMA; así la CPU se desentiende de la transferencia, teniendo ésta lugar por mediación de un chip DMA dedicado.

Modo de acceso	Transferencia máxima teórica	Comentario
PIO-0	3,3 MB/s	En discos muy antiguos, de 100 MB o menos
PIO-1	5,2 MB/s	En discos antiguos, de capacidad menor de unos 400 MB
PIO-2	8,3 MB/s	
PIO-3	11,1 MB/s	
PIO-4	16,6 MB/s	Típicos en discos de capacidad entre unos 400 MB y 2 GB
DMA-0	16,7 MB/s	Modos de baja velocidad no muy usados.
DMA-1	25,0 MB/s	
Ultra DMA-2	33,3 MB/s	El estándar hasta hace poco
Ultra DMA-3	44,4 MB/s	Prácticamente no se ha usado
Ultra DMA-4	66,7 MB/s	Otro estándar hasta hace poco
Ultra DMA-5	100,0 MB/s	Necesita un cable IDE especial.
Ultra DMA-6	133,0 MB/s	Necesita un cable IDE especial.

En todas las BIOS “modernas” nos encontramos con la opción de “auto detectar discos duros”, que facilita mucho la instalación de un disco duro. Pero hay que tener mucho cuidado con los

modos PIO, ya que un disco duro con información almacenada en un modo PIO concreto, será ilegible en otro ordenador que intente usar un modo PIO distinto, llegando a destruir toda la información almacenada. En la actualidad nos encontramos con modos que aumentan aun más la velocidad de transferencia, destacando los modos UDMA 100 y UDMA 133.

---

### Limites en el tamaño de los discos duros.

---

Cuando se diseñó el primer disco duro de 10 MB, nadie que no fuera tomado por loco podía predecir las enormes capacidades de los discos duros actuales. Debido a este vertiginoso aumento de capacidades, se han ido llegando a ciertos límites de capacidades impuestos por el diseño de la BIOS del ordenador (Basic Input Output System) o de los propios sistemas operativos. Esto trae como consecuencia que nuestro ordenador no reconozca un disco duro moderno de gran capacidad o que sólo reconozca una parte. Los casos siguientes dependiendo del elemento que origina el problema, se solucionan bien actualizando la BIOS del ordenador o bien, actualizando el sistema operativo utilizado.

#### ► Límite de 528 MB.

Las BIOS antiguas (anteriores a 1994 aproximadamente) no soportan discos duros superiores a esta capacidad. Estos discos duros se caracterizan por tener más de 1024 cilindros. La solución consiste en actualizar la BIOS o en utilizar un programa residente en el sector de arranque del disco duro (como el Disk Manager de Seagate o el Ontrack Disk Manager de Quantum) que filtre los accesos a los discos. Estos métodos realizan una conversión de los valores reales de cilindros, cabezas y sectores del disco duro (CHS) a unos valores virtuales que no superen el límite de los 1024 cilindros (LBA).

Por ejemplo, el disco duro de Seagate con valores reales de 6253 cilindros, 16 cabezas y 63 sectores se convierte a unos valores virtuales de 781 cilindros, 128 cabezas y 63 sectores. Como podemos observar, el valor de 128 cabezas (64 platos) no es una cifra real, pero permite la disminución del número de cilindros de forma que no supere el límite de 1024 y sigan siendo direccionales los mismos sectores (igual capacidad). Mediante esta conversión, los sistemas operativos pueden acceder al espacio por encima de los 528 MB. Estos parámetros virtuales, proporcionados por el fabricante, son conocidos por el nombre de LBA (Logical Block Addressing, direccionamiento lógico de bloques). Para discos duros que superen este límite, es la opción recomendada.

Advertencia: Una vez que existen datos en el disco duro, no se debe cambiar el modo del disco duro ya que los sectores se direccionan de otra manera y esto puede desencadenar pérdida de datos.

#### ► Límite de 2 GB

Las BIOS de algunos ordenadores no soportan discos duros de más de 4092 cilindros (aproximadamente 2 GB). En estos casos, es necesario actualizar la BIOS a una que reconozca discos de más capacidad. Este límite coincide también con el tamaño máximo de las particiones FAT (no del disco). Viene impuesto por la utilización de una FAT de 16 bits, que sólo es capaz de direccionar  $2^16$  clusters = 65.536. Como el tamaño máximo del cluster es de 32 KB (64 sectores), la capacidad resultante es  $65.536 \text{ clusters} * 32 \text{ KB/cluster} = 2.097.152 \text{ KB} = 2 \text{ GB}$ .

#### ► Límite de 8,4 GB

Igualmente al caso anterior, este límite lo tienen algunas BIOS y algunos sistemas operativos como DOS y Windows 95. Para superar este límite es necesario una BIOS actualizada y un sistema operativo que lo permita (como Windows 95 OSR2 ó Windows 98, que están basados en FAT32). También es posible utilizar un controlador de discos duros residente en memoria, como alternativa a BIOS no actualizadas.



### ► Límite de 2 TB

Este es el límite de las particiones FAT32, todavía lejos de las capacidades de los discos duros actuales.

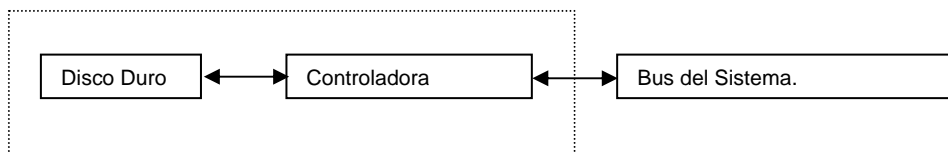
Aparte de los modos CHS (normal) y LBA también podemos usar un tercer modo, conocido como "large" que puede usarse cuando la controladora del disco duro no puede trabajar en LBA. Este modo funciona con muy pocos discos duros y no es recomendable su uso.

---

### Controladoras de disco duro.

---

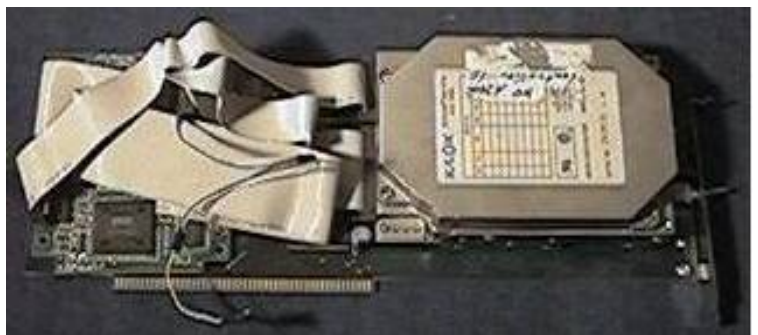
Hasta aquí hemos visto la estructura del disco duro, pero nos falta una pieza vital: la controladora. Es un componente electrónico que gestiona el flujo de datos entre el sistema y el disco, siendo responsable de factores como el formato en que se almacenan los datos, su tasa de transferencia, velocidad, etcétera. Es decir, es la pieza encargada de la lógica de control del disco duro.



Veamos los tipos de controladoras que se han venido usando:

### Controladora MFM.

Los primeros discos duros eran gestionados por controladoras ST506, un estándar creado por la conocida empresa Seagate. Dentro de esta norma se implementaron los modos MFM y RLL, dos sistemas para el almacenamiento de datos que, si bien diferentes en su funcionamiento, a nivel físico y externo del disco presentaban la misma apariencia.



Por esto, eran conocidos de forma genérica en el mundillo informático como "discos MFM". Estas unidades incluían externamente tres conectores: el primero, y común a cualquier disco duro, es el de alimentación. En los restantes se conectaba un cable de control y un cable de datos, desde el disco a la controladora; el cable de control gestionaba la posición de los cabezales y el de datos transmitía el flujo de información desde y hasta la controladora. Como se puede comprobar, estas controladoras eran una pieza de hardware distinta del disco duro, que debía ser "pinchada" en nuestro ordenador para poder usar los discos duros MFM.

En cualquier caso, la tasa de transferencia de estas unidades no era precisamente como para tirar cohetes: una media de 0,6 MB/segundo en MFM y 1 MB/segundo para RLL. Y en cuanto a capacidad, las unidades MFM no solían tener más de 40 Megas, 120 Megas en las RLL.

### Las interfaces IDE y EIDE.

El término IDE (Integrated Drive Electronics) procede del año 1986, cuando las firmas Compaq corporation, Western Digital y Control Data Corporation trabajaban juntas en un proyecto común. Se trataba de integrar un chip controlador fabricado por Western Digital en una unidad de disco duro. Como su propio nombre indica, esta tecnología permitía integrar la controladora en el propio disco duro, de modo que no se necesitaba una tarjeta externa.

En 1988, se formó un grupo industrial denominado CAM (Common Access Method o método de acceso común), el cual desarrolló un estándar que cubría la integración de dispositivos controladores en unidades de almacenamiento, y su conexión al PC.

Dicho estándar fue aprobado en 1991, bajo el nombre de ATA (AT Attachment). Mientras que IDE se refiere a las unidades de almacenamiento que integran el circuito controlador asociado, ATA hace referencia a la interfaz para interconectar los dispositivos IDE y el PC.

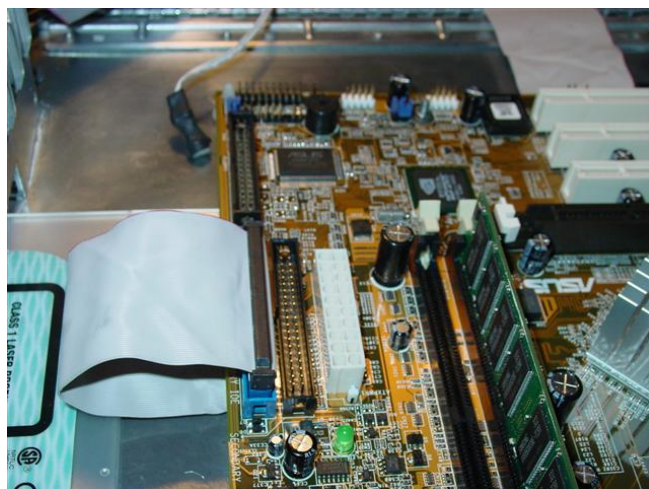
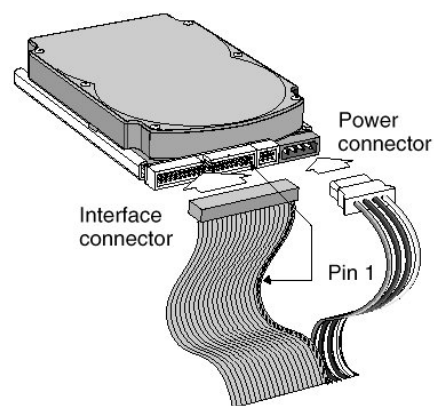
La interfaz IDE presentaba una serie de problemas, entre los que sobresalían la baja velocidad de transferencia y la imposibilidad de montar en el sistema más de dos discos duros. Como solución apareció la interfaz ATA-2, conocida como EIDE (Enhanced IDE). Hoy en día cuando hablamos de IDE, realmente estamos hablando de EIDE.

Las distintas versiones y mejoras que ha ido experimentando este interfaz son las siguientes:

Interfaz	Modo de transferencia
ATA-1	8,3 MB/s
ATA-2	No usada
ATA-3	No usada
ATA-4 (ATAPI 4)	Ultra DMA 0,1,2
ATA-5 (ATAPI 5)	Ultra DMA 3, 4
ATA-6 (ATAPI 6)	Ultra DMA 5
ATA-7 (ATAPI 7)	Ultra DMA 6

Tal y como acabamos de introducir, en una unidad de almacenamiento IDE el dispositivo controlador correspondiente se encuentra integrado en la propia unidad. Esto hace que sean necesarios menos componentes, y que la integración entre unidad y controlador sea óptima, y realizada por el fabricante. Como se puede intuir, esto proporciona muchas ventajas. En primer lugar, la conexión al bus del sistema es realmente simple. Dicha conexión se suele realizar de forma directa, mediante conectores soldados sobre la placa base. Esto evita utilizar ranuras de expansión, dejándolas libres para otros dispositivos.

Además, el coste de producción de una placa base con conectores IDE es menor que el que implica disponer de una tarjeta controladora. Otro factor importante es la reducción del número de



cables necesarios, ya que la unión entre dispositivo y controlador ya viene implementada en el propio dispositivo. El controlador –al estar integrado se halla conectado al dispositivo mediante conexiones de pequeña longitud, consiguiendo que la resistencia a interferencias sea óptima, y en general mejores prestaciones.

Por otro lado, el fabricante no se debe preocupar por respetar ninguna interfaz estándar entre el controlador y el dispositivo, detalle que flexibiliza el diseño y permite, así, obtener mejores productos. En otras palabras, cada unidad y su controlador forman un producto independiente. Todos estos detalles justifican que los anteriores controladores MFM desaparecieran rápidamente.

### Conectores y cables IDE

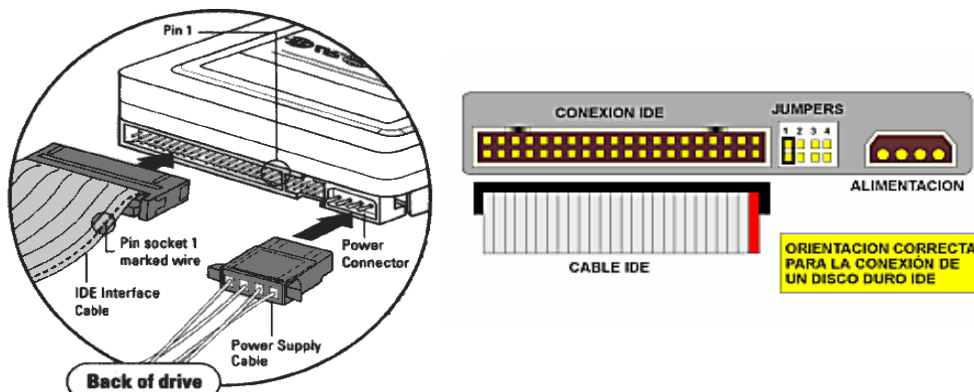
Un cable IDE estándar presenta tres conectores: uno de ellos se une a un conector IDE de la placa base, y los dos restantes (cercanos entre ellos) permiten conectar dos dispositivos IDE. Hay que anotar que existen otras posibles configuraciones, pero la expuesta aquí es la más común. El cable es de tipo cinta y plano, con 40 hilos colocados en paralelo y aislados entre sí. El hilo correspondiente a una de las extremidades del cable se halla coloreado en rojo. Dicha parte del cable se conecta al pin número 1 del conector de la placa base, y también de los dispositivos. El cable no debe superar los 45 centímetros de longitud. Cada conector IDE presenta 40 puntos de conexión (normalmente denominados “pines”).



### Configuración de jumpers

Muchos dispositivos IDE soportan tres tipos de configuraciones: dispositivo simple, maestro o esclavo. Estos modos se suelen seleccionar mediante una pequeña serie de conmutadores o jumpers, que suelen aparecer en la parte trasera del dispositivo. El modo simple indica que la unidad está sola en el sistema, y por tanto responde a todos los comandos IDE recibidos. Cuando hay dos unidades en el mismo cable IDE, una se configura como maestro y la otra como esclavo. La unidad maestra responderá únicamente a los comandos IDE maestro, y la unidad esclava hará lo mismo con los comandos esclavo.

Normalmente un dispositivo se puede configurar como Maestro, Maestro único, Esclavo o Cable Select, que indica que el dispositivo será maestro o esclavo según el conector del cable donde lo conectemos. (No funciona con todos los cables IDE).



## La interfaz SCSI

Además de IDE, hay otra interfaz que goza de una enorme aceptación, denominada SCSI (Small Computer System Interface). La interfaz SCSI permite al PC intercambiar datos con todo tipo de dispositivos: discos duros, CDROM, impresoras, etc. Algunos PC soportan SCSI en la propia placa base, pero no se trata de la opción más usual. Normalmente, es necesario instalar una tarjeta adaptadora SCSI en una de las ranuras de expansión del sistema, que es la que permite la conexión de los dispositivos (interna o externamente).

Dicha tarjeta es fácil de encontrar y se instala de forma sencilla. Una de las principales ventajas de SCSI es el gran número de dispositivos que puede controlar. Mientras que IDE sólo soporta dos unidades y EIDE llega hasta cuatro, SCSI permite la conexión de hasta 8 dispositivos (incluyendo la tarjeta controladora SCSI), utilizando tan sólo una ranura de expansión. Además, la velocidad de transferencia es superior a la que caracteriza a la interfaz IDE. Si se desea aumentar la capacidad de expansión, se puede instalar una segunda tarjeta controladora SCSI, lo que permite conectar 7 periféricos más. Mejor aún, existen tarjetas controladoras que soportan 15 periféricos, consumiendo tan sólo una ranura de expansión.

Por supuesto, es posible instalar discos IDE y SCSI simultáneamente en un PC. La unidad IDE seguirá siendo el disco de arranque y los dispositivos SCSI proporcionarán capacidad de almacenamiento adicional.

También es interesante señalar que, en caso de no disponer de ranuras de expansión libres, existen adaptadores que permiten conectar dispositivos SCSI al puerto paralelo. Los dispositivos trabajarán a una velocidad considerablemente menor, pero esta solución puede resultar interesante en algunos casos.

### Versiones de SCSI

Aunque SCSI se considera un único estándar, se presenta en diferentes variantes: SCSI, SCSI-2, SCSI-3, Fast SCSI, Fast Wide SCSI, Ultra SCSI, Wide Ultra SCSI, Ultra2 SCSI, Wide Ultra2 SCSI, Ultra 3 SCSI, Ultra4 SCSI, etc. Las diferencias principales radican en las longitudes de cable permitidas, las velocidades de transferencia alcanzadas y el número de dispositivos soportados. El modificador "Wide" indica que se trabaja con 16 bits en lugar de ocho, permitiendo la conexión de 15 periféricos. La variante más actual se encuentra en discos duros muy rápidos y se denomina Ultra320, alcanzando 320 MB por segundo.



La compatibilidad entre las diferentes versiones de SCSI está asegurada en ambos sentidos. Si se usa una tarjeta controladora SCSI antigua con un dispositivo SCSI más moderno, este último funcionará a la máxima velocidad que permita la tarjeta (por tanto, quedará ralentizado). En el caso opuesto (tarjeta moderna y dispositivo antiguo), el dispositivo SCSI funcionará a la máxima velocidad que le sea posible (desaprovechando la velocidad que es capaz de dar la tarjeta controladora).

### Conectores SCSI

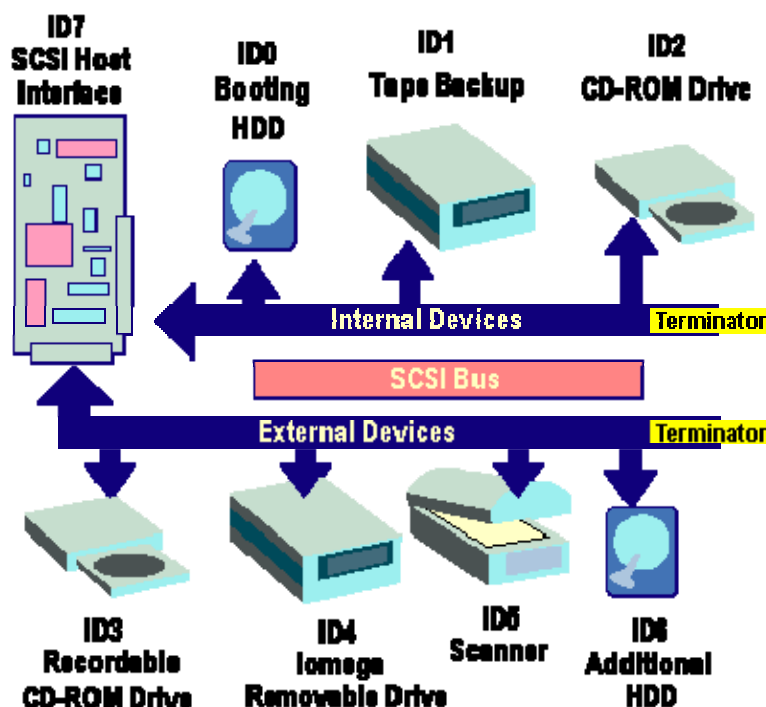
Los dispositivos y tarjetas controladoras SCSI pueden presentar diferentes tipos de conectores. El conector tipo Centronics de 50 contactos se utiliza con las variantes SCSI, Fast SCSI y Ultra SCSI a 8 bits. Este conector se conoce también bajo el nombre de conector SCSI-1, y está



presente en multitud de discos duros, escáneres y grabadoras de CD. Otras variantes utilizan otros tipos distintos de conectores.

### El bus SCSI

Los dispositivos SCSI se conectan a la tarjeta controladora en forma de cadena, definiendo un bus que opera de forma independiente al resto del PC. En efecto –y al contrario que en la interfaz IDE– el bus SCSI permite que los dispositivos intercambien información sin necesidad de consumir tiempo de procesamiento de la CPU. Esto último explica la superioridad de SCSI sobre IDE en términos de velocidad. Cada dispositivo SCSI dispone de dos conectores, de forma que uno de ellos se conecta al dispositivo anterior en la cadena, y el otro se conecta al dispositivo siguiente. Uno de los extremos de la cadena se une al conector externo de la tarjeta



controladora. Ésta es la configuración típica, en que la tarjeta controladora forma uno de los extremos de la cadena.

Además, la tarjeta controladora dispone de un segundo conector, destinado a la conexión de dispositivos internos. Estos formarán otra cadena –instalada en el interior del PC– y por tanto la tarjeta adaptadora ya no quedará en un extremo. Una vez la cadena ha sido implementada, es necesario conectar unos elementos denominados terminadores en sus extremos. La instalación de terminadores es obligatoria, ya que evitan comportamientos no deseados en las señales de alta frecuencia que circulan por el bus. Los terminadores vienen incluidos al comprar dispositivos SCSI, por lo que su adquisición no acarrea problemas. Un dispositivo SCSI suele incorporar un terminador aplicado en el conector destinado al siguiente componente de la cadena. Por tanto, sólo habrá que quitarlo si hay que añadir otro dispositivo después de él. La tarjeta controladora suele incorporar un terminador en el conector destinado a dispositivos internos. Sólo será necesario eliminarlo si se va a extender la cadena con dispositivos internos.

En cualquier caso, la regla a recordar es que los terminadores deben colocarse en los extremos de la cadena (que pueden ser dispositivos SCSI o la propia tarjeta controladora). En cuanto al direccionamiento del bus, los dispositivos incluidos en la cadena se acceden –desde el punto de vista de la BIOS a través de un identificador o ID (que irá de 0 a 7, o bien de 0 a 15,



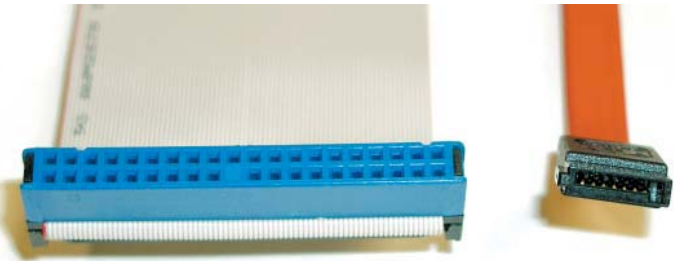
dependiendo del número de dispositivos soportados). Sin embargo, cada dispositivo puede ser interpretado como un conjunto de hasta 8 unidades lógicas.

Hoy en día, la velocidad del interfaz IDE se está acercando mucho a la del interfaz SCSI, e incluso llega a superarla en varios modelos. Sin embargo, la gran ventaja de SCSI consiste en que permite que los dispositivos SCSI trabajen entre ellos sin cargar de trabajo a la CPU, por lo que un dispositivo SCSI a igual velocidad teórica que un dispositivo IDE, es más rápido.

### La interfaz Serial ATA

Tradicionalmente, cuando se quería obtener velocidad se optaba por un bus paralelo mejor que por uno serie. En serie los bits se envían de uno en uno y, en principio, tardan más que en paralelo, donde se envían en grupos de 8, 16... Según el ancho del bus. Por ello se usaban preferentemente buses paralelo y los serie estaban relegados a aplicaciones de baja velocidad. El problema es que los buses paralelos cada vez son más anchos y esto supone que necesitan cada vez más conductores. Esto dificulta el diseño de chips, placas y conectores, por lo que la tendencia natural es volver a sistemas de transmisión en serie mejorados, que eliminan el problema del elevado número de conductores.

El bus FireWire, en serie, proviene del SCSI y está sustituyéndolo en numerosas aplicaciones de forma ventajosa. El USB reemplaza al clásico Centronics (paralelo) e incluso para el PCI hay proyectos de convertirlo a un bus serie (PCI Express). En el caso del ATA no podía ser menos, la conversión a Serial ATA ofrece una primera ventaja al eliminar las anchas fajas de cables que perjudicaban la ventilación del interior de los equipos, reducir el espacio ocupado por los conectores y eliminar una gran cantidad de conexiones en chipsets y placas base, simplificando y abaratando los diseños. De un diseño con 16 señales de control y un bus de 16 bits, usando conectores de 40 pines, se pasa a otro de dos pares diferenciales y tres masas, en un cable de siete hilos. Técnicamente, el paso de 16 a un bit supone la necesidad de incrementar la velocidad de reloj para mantener la velocidad de transferencia. Esto es así porque con 16 bits de anchura se transmiten dos bytes con cada pulso de reloj, de modo que para conseguir una velocidad de 100 MB/s (ATA-6) sería necesario un reloj de 50 MHz. En la práctica se transmiten dos bytes en la subida de flancos y otros dos en la bajada (DDR), reduciendo la velocidad necesaria a 25 MHz. En cambio con un bit serían necesarios ocho pulsos de reloj, de manera que la velocidad del mismo debe ser elevada a 1 GHz para conseguir los mismos 100 MB/s (teniendo en cuenta que la codificación que se emplea tiene una eficiencia del 80%). Como la especificación Serial ATA-1 funciona a 150 MB/s, la velocidad real del reloj será de 1,5 GHz. Trabajar con frecuencias tan elevadas genera numerosos problemas de transmisión, que se resuelven utilizando señales diferenciales de bajo voltaje en lugar de las señales sencillas que se empleaban en el ATA paralelo. Esto crea la necesidad de utilizar cables con dos pares diferenciales en lugar de sólo con dos hilos, y a la vez habilita al nuevo protocolo para trabajar a velocidades aún superiores a los 150 MB/s en futuras versiones.



Cable de alimentación (izquierda) y de datos (derecha) en la interfaz ATA.

Pero no se cambia un bus de conexión sólo para que los cables ocupen menos, las ventajas son mucho más profundas. Para empezar, ya no se trata de un bus, puesto que no interconecta varios dispositivos, sino de un puerto o conexión punto a punto en la que cada disco se conecta por separado y sin compartir el ancho de banda con otros elementos.

De este modo, se necesitará un conector Serial ATA en la placa base por cada disco que se quiera conectar. La primera consecuencia de esto es que desaparece la necesidad de distinguir como maestro y esclavo a los discos que se conectan en un mismo bus, de manera que se simplifica la instalación y configuración de equipos. A efectos del resto del sistema, todos los discos Serial ATA aparecerán como maestros conectados en controladoras diferentes, siendo su manejo totalmente transparente y sin necesidad de controladores adicionales, puesto que se realiza una emulación del ATA estándar (paralelo) que normalmente se implementará en la BIOS.

No obstante es posible que, de forma opcional, se permita configurar el sistema para que simule la presencia de un disco maestro y otro esclavo conectados a una misma controladora. Además, los discos ya no tienen que compartir el ancho de banda, lo que permite acceder a varios de forma simultánea sin que se produzcan cuellos de botella. El ATA estándar, como debe de ser compatible con la primera implementación, tiene que soportar señales de 5 voltios. Sin embargo esto es un problema, pues con la reducción cada vez mayor de los diseños de los chips, resulta cada vez más complicado que los circuitos puedan soportar esa tensión. En Serial ATA se reducen los niveles empleados hasta 0,25 V (con señales diferenciales) lo que permite diseñar circuitos aún más pequeños

	<b>SATA (Serial ATA)</b>	<b>PATA (Paralelo ATA)</b>
<b>Velocidad</b>	150 a 600 MB/s	Hasta 133 MB/s
<b>Longitud máxima del cable</b>	1 m	0,45 m
<b>Conector</b>	7 pines	40 pines
<b>Cable</b>	Doble twinaxial	Plano, 40 u 80 hilos
<b>Alimentación</b>	15 hilos: 12, 5 y 3,3 V	4 hilos: 12 y 5 V
<b>Tipo de conexión</b>	Puerto	Bus
<b>Configuración de discos</b>	No	Maestro / Esclavo
<b>Interfaz en discos de 2,5 y 3,5"</b>	Común	Diferente
<b>Conexión en caliente</b>	Sí	No
<b>Sensibilidad al ruido</b>	Baja	Alta

### El cable

El cable serial ATA consiste en dos pares diferenciales y tres masas. En el conector, cada uno de los pares se sitúa entre dos masas, siendo la central común para ambos. En el cable, cada par transcurre en el interior de un blindaje de masa, es decir, formando un cable twinaxial. Puesto que son dos pares, tenemos una configuración de doble twinaxial. Su longitud máxima es de un metro, más del doble de la permitida en el ATA estándar. En realidad ni siquiera son imprescindibles las masas,



sino que se implementan como una forma de reducir los acoplamientos parásitos (crosstalk), al igual que en el cable de 80 hilos en ATA-4, y permiten alcanzar mayores distancias. Además, en la especificación Serial ATA se ha previsto que existan dispositivos de conexión directa (sin cable), para lo cual deberán conectarse tanto los hilos de datos como los de alimentación que también se han rediseñado.

### La alimentación

La conexión de alimentación de dispositivos Serial ATA también ha sufrido modificaciones, abandonándose el gran conector de cuatro pines que se empleaba hasta ahora en discos duros y CDROM y hasta el más pequeño usado en las disqueteras. La nueva conexión tiene 15 hilos (2 reservados para futuros usos) y proporciona alimentación a 12, 5 y 3,3 voltios, a pesar de lo cual ocupa bastante menos y está diseñada para poder hacer una conexión directa del dispositivo a la placa. No obstante, se ha previsto la convivencia de un conector de alimentación compatible con los anteriores en los dispositivos, para facilitar la transición.

---

## 1.3 SOPORTES ÓPTICOS.

---

Básicamente, los discos ópticos son un soporte digital de almacenamiento de datos basado en el comportamiento de la radiación luminosa. La primera generación de discos ópticos fue introducida por la firma Philips, en colaboración con Sony, a finales de los años 80. La tecnología asociada a dichos discos fue denominada CD (Compact Disc), y se ha convertido en el soporte más utilizado actualmente para el almacenamiento y distribución de audio y software (entre otros tipos de información).

---

### 1.3.1 La tecnología CD

---

Un disco basado en la tecnología CD es capaz de almacenar 74 minutos de audio (650 MB de datos y programas), e incluso existen variantes capaces de almacenar hasta 99 minutos (870 MB de datos y programas). En principio, la grabación de un CD se realiza en fábrica. Antes de comenzar, se utiliza un láser muy potente para realizar perforaciones en un disco maestro. Dichas perforaciones son las que almacenan la información digital. A partir del disco maestro se genera un molde, que se utilizará para grabar copias.

El material básico que compone un CD es una pieza de poli carbonato circular de 1,2 Mm. de

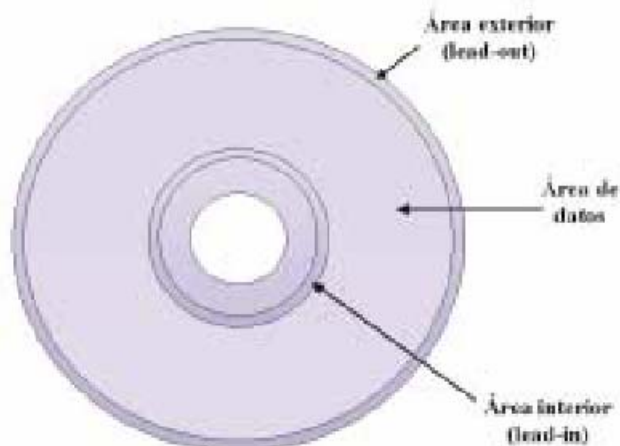


espesor Empleando el molde, se “copian” las perforaciones (antes realizadas sobre el disco maestro) sobre la pieza de poli carbonato. En otras palabras, el grabado se hace “a presión”, y no mediante un láser como ocurría en el disco maestro. Las zonas perforadas se denominan “huecos” (más conocidos como pits) y las zonas sin perforar se denominan lands.

Tras la perforación, el bloque de poli carbonato se recubre de una delgada capa de aluminio, de tan sólo 0,125 micras. Sobre ésta se deposita otra capa de acrílico transparente, que sirve como protección. Finalmente, se imprime la etiqueta del CD sobre la capa de acrílico.

Una vez producido, en un disco CD se pueden distinguir tres áreas principales.

- ▶ El área interior (lead-in) contiene dos canales de información. Uno de ellos contiene silencio digital (estados lógicos 0) y el otro la tabla de contenido del CD. A esta zona le precede información para la alineación del láser de lectura con el comienzo de la zona de datos.
- ▶ El área de datos contiene la información grabada en el CD (música, programas, vídeo, etc.).
- ▶ Finalmente, el área exterior (lead-out) contiene silencio digital, indicando el final del CD.



---

### Lectura de un CD

La lectura de un CD consiste en la conversión de los lands y pits a información digital (ceros y unos). El elemento fundamental para la lectura de un CD es un láser de baja potencia, que emite radiación infrarroja y que se enfoca hacia la parte inferior del CD. La luz atraviesa la capa de poli carbonato e incide sobre la capa de aluminio. Si el haz incide sobre un hueco (pit), el porcentaje de luz reflejada es muy pequeño. Por el contrario, si el haz incide sobre una zona plana (land), un gran porcentaje de luz es reflejada. La radiación luminosa reflejada se dirige hacia una foto detectora que, en función de la intensidad de la luz recibida, puede detectar fácilmente si se ha enfocado un land o un pit.

La transformación de lands y pits a valores digitales no sigue una correspondencia directa. En otras palabras, un land no significa un valor digital “0”, y un pit no significa un valor digital “1”. En realidad, un land indica mantener el estado digital anterior, y un pit indica invertir el estado anterior. Con esto se consigue minimizar la cantidad de perforaciones necesarias sobre el CD, lo que permite grabar un CD más rápidamente.

Un CD no contiene pistas concéntricas, como ocurría en los discos magnéticos. En cambio, el CD presenta una sola pista, que se dispone en forma de espiral, cubriendo toda el área de datos. La espiral comienza en la parte interior del disco, justo después del área interior. Esto se hace así para permitir recortar el radio del CD y poder obtener versiones más pequeñas (como son los conocidos CD-Single o CD8). La anchura de la espiral es sumamente fina: tan sólo 0,5 micras. La separación entre vueltas es, de nuevo, muy reducida: 1,6 micras.

Esto explica que un solo CD pueda almacenar cantidades de información tan elevadas. Para ilustrar lo que esto significa, basta decir que si se “desenrollara” la espiral hasta convertirla en una línea recta, tendría una longitud de unos 5 kilómetros. Cada vuelta de la espiral presenta la misma densidad lineal (bits por pulgada por pista) de información, al contrario que ocurría en los discos flexibles y duros. Como a mayor distancia del centro del disco, una vuelta de la

espiral presenta mayor longitud, también presentará mayor cantidad de información. Esto proporciona un mejor aprovechamiento del espacio del disco, consiguiendo mayor capacidad de almacenamiento.

En el caso de los discos magnéticos se aplicaba una velocidad angular constante (conocida como CAV) al rotar los discos. En cambio, los CD se hacen girar a velocidad lineal constante (CLV). Esto se hace para que la información se lea a “ritmo” constante. Si el disco fuera CAV, las vueltas de la espiral más alejadas del centro girarían con mayor velocidad lineal. Visto de otro modo, si el disco gira un cierto ángulo, el número de bits comprendidos en dicho ángulo es mayor conforme la espiral se aleja del centro.

Esto significaría que se producirían más bits por segundo conforme la espiral se aleja del centro. Para compensar este efecto, la velocidad angular de giro del disco se reduce proporcionalmente conforme la espiral se desplaza hacia el exterior. En el ámbito práctico, la velocidad angular varía desde 500 RPM (en la parte interior del disco) hasta 200 RPM (en la parte exterior).

El dispositivo lector de un CD tiene un diseño sencillo, en comparación con las unidades de disco duro. Pero –como hemos podido comprobar– las dimensiones con las que se almacena la información en un CD son extremadamente reducidas. Esto se traduce en que el dispositivo lector de CD deberá caracterizarse por mecanismos de una precisión extrema.

En primer lugar, el lector debe presentar un motor giratorio cuya velocidad angular se pueda variar con elevada precisión (el incremento de velocidad a aplicar es extremadamente pequeño entre vueltas de la espiral). El láser se debe focalizar con suma precisión sobre la espiral, de forma que se puedan detectar lands y pits. Además, el láser debe seguir la evolución de la espiral (es decir, aplicar desviaciones de 1,6 micras con cada vuelta de la espiral). Por ello, el láser se monta sobre un dispositivo deslizante denominado “sistema de seguimiento”. Éste desplaza el láser desde el centro del disco hacia el exterior, siguiendo la espiral con suma precisión (no hay que olvidar que este sistema debe desplazarse con una precisión del orden de la micra). Tras la detección de lands y pits mediante la foto detectora, se encuentra el hardware que traduce dicha información a datos digitales. Dicho hardware varía según el tipo de información almacenada (por ejemplo, en el caso de la información audible, es necesaria una conversión digital /analógica).

---

### Estructuras de datos

---

Tal y como ocurría con los discos magnéticos, no resulta útil acceder a la información en forma de bits. En cambio, es más eficaz agrupar la información en estructuras de alto nivel. Dichas estructuras (totalmente análogas a los sectores) tienen diferentes formatos dependiendo del tipo de información almacenada. Por ejemplo, en el caso del almacenamiento de audio, multitud de bits se agrupan bajo estructuras que incluyen datos como el instante de reproducción (horas, minutos y segundos), e incluso información para detectar y corregir errores. Dichas estructuras se agrupan en divisiones lógicas de mayor nivel, denominadas pistas. En un CD de audio, cada pista suele corresponder a un tema musical. Pueden existir hasta 99 pistas en un CD.

No es nada improbable que un CD salga de fábrica con errores en la información almacenada, lo que significa que algunos bits pueden tener su estado lógico invertido. Por ello, las estructuras de almacenamiento de información suelen incluir códigos para la detección de errores (denominados EDC) e incluso para la corrección de los mismos (denominados ECC) si la pérdida de información es crítica. Por ejemplo, en el almacenamiento de software no se puede permitir ningún error, y por tanto es necesaria la existencia de códigos EDC y ECC. En el caso de audio o vídeo, un error no es tan grave y basta con detectarlo. El reproductor puede emplear diversos algoritmos (como la interpolación) para predecir el valor real de los bits perdidos y, de esta forma, el usuario no percibe la existencia del error.



## Soportes basados en la tecnología CD

---

La tecnología CD ha dado lugar a diferentes variantes de soporte de almacenamiento. Todas siguen los principios de dicha tecnología, y se caracterizan principalmente por la naturaleza de la información almacenada y el formato empleado al almacenar los datos (que afecta directamente a la forma de recuperarlos). Las especificaciones correspondientes a cada variante se encuentran incluidas en documentos estándares, que reciben una denominación “por colores”.

Nombre del documento	Variantes descritas	Comentarios
Libro rojo	CD-audio, CD-Graphics, CD-Text	
Libro amarillo	CD-ROM y CD-ROM XA	Photo-CD es una variante de XA
Libro verde	CD interactivo (CD-I)	Almacenamiento multimedia para reproductores “inteligentes”
Libro naranja	CD grabables con multisesión: CD-MO, CD-R, CD-RW	
Libro blanco	Vídeo CD	Karaoke-CD, VCD, Super VCD
Libro azul	CD Extra	No es grabable
Libro morado	DDCD	CD-R y CD-RW de 1,3 GB.

En los próximos apartados nos centraremos en las variantes más relacionadas con el almacenamiento de datos en el mundo del PC: CD-ROM, CD-R y CD-RW.

### El CD-ROM

---

El CD-ROM es la variante de la tecnología CD empleada para almacenar datos y programas informáticos. Un CD-ROM puede almacenar hasta 870 MB de información, y todas sus características están especificadas en el “libro amarillo”. La principal diferencia entre un CDROM y un CD-audio es el formato de almacenamiento de los datos. En un CD-ROM, el área de datos se divide en sectores, cuyo contenido difiere del presente en las estructuras propias de un CD-audio. Existen dos tipos de sectores: modo 1 (empleados en los CDROM) y modo 2 (utilizados en los CDROM XA, variante derivada del CDROM). Los sectores modo 2 se dividen, a su vez, en dos variantes, denominadas form1 y form2. Los sectores modo 1 contienen información para la detección y corrección de errores (EDC + ECC), ya que en un CD-ROM es imprescindible asegurar que cualquier error será corregido.

### Sistemas de ficheros en un CD-ROM

---

Tal y como ocurría con los discos magnéticos, los usuarios de PC no desean trabajar con sectores, sino con estructuras de almacenamiento de todavía mayor nivel de abstracción. Por ello se define un sistema de archivos que hace que el usuario trabaje con ficheros, un concepto mucho más cercano al entendimiento humano.

El formato estándar más empleado en los CD-ROM es el denominado ISO 9660. Éste comienza en el instante 00:02:16, o lo que es lo mismo, en el sector 166 (que es el sector 66 de la pista 1). En los CD-ROM multisesión, el sistema de ficheros ISO 9660 se almacena en la primera pista de datos de cada sesión que contenga datos CDROM. La primera especificación de este sistema de ficheros presentaba varias deficiencias, sobre todo relacionadas con el uso bajo Windows 95. Para solventarlas, se creó una extensión de dicho sistema, denominada JOLIET. A continuación, vamos a repasar las deficiencias corregidas.

En primer lugar, los nombres de ficheros sólo podían contener mayúsculas, números y guiones bajos, y estaban limitados a 8 caracteres con 3 caracteres de extensión. Además, la profundidad de subdirectorios estaba limitada a 8 niveles. Finalmente, el formato de nombres de directorios estaba bastante limitado. Existen otros sistemas de ficheros ampliamente conocidos, como HFS (utilizado en sistemas Macintosh) y ECMA 168 (sistemas UNIX).

---

### Soportes CD-R y CD-RW

---

El CD-ROM es un soporte muy adecuado para el almacenamiento de grandes cantidades de datos, pero perdería gran parte de su potencial si los datos sólo pudieran ser grabados en fábrica. Por ello nació la variante CD-R (Compact Disc Recordable o CD grabable). Un CD-R se puede grabar desde un PC, pero una vez los datos se han grabado, ya no es posible borrarlos. Por ello, también se les denomina WORM (Write Once, Read Múltiple). En cambio, esto no impide que un CD-R se pueda grabar en distintas sesiones. De esta forma, el usuario graba los datos deseados en una sesión, y puede continuar añadiendo datos en futuras sesiones. Lo que no es posible es sobrescribir los datos que ya han sido grabados.

El CD-R contiene una espiral pregrabada, pero no está compuesta de aluminio, sino de un pigmento translúcido (recubierto de una capa reflectora). Cuando el láser incide sobre dicha sustancia, ésta se calienta y produce una decoloración. En la lectura, el haz atraviesa la capa translúcida y se refleja en la capa reflectora. En su retorno, la radiación pierde poca intensidad si atraviesa una zona sin decolorar. Si se atraviesa una zona decolorada, se pierde bastante intensidad. De esta forma se simulan los huecos (pits) con zonas decoloradas, y las zonas planas (lands) con zonas sin quemar. Además, los cambios de intensidad que sufre la luz son muy similares a los que ocurren en un CD grabado en fábrica, por lo que se puede acceder a un CD-R desde un lector de CD-ROM sin problemas.

Para permitir que la información almacenada se pueda borrar y reescribir, nacieron los CD-RW (CD Re-Writable o CD re-grabables). Se basan en las propiedades de cambio de fase de una sustancia, que es la que forma la espiral. En su estado cristalino, dicha sustancia refleja la luz sin problemas. Si se calienta dicha capa hasta una cierta temperatura (mediante el láser), la sustancia pasa a un estado amorfo de baja reflectividad. La propiedad de interés radica en que, si se calienta la sustancia hasta una segunda temperatura (más alta) y se deja enfriar, ésta alcanza el estado cristalino de nuevo. Estas propiedades permiten el re-grabado, puesto que hacen posible el cambio de estado en ambos sentidos. Los CD-R y CDRW son menos tolerantes a las altas temperaturas y a la luz solar que los CD de fábrica. También son más susceptibles a los daños físicos. Además, tras varios (miles) procesos de re-grabado, la sustancia que forma la espiral desarrolla cierta tendencia a no cambiar de estado, por lo que es probable la aparición de errores. Si el número de errores no es elevado, los códigos de detección y corrección de errores harán que este efecto sea transparente al usuario. Cuando el número de errores sea excesivo, el disco quedará inservible.

---

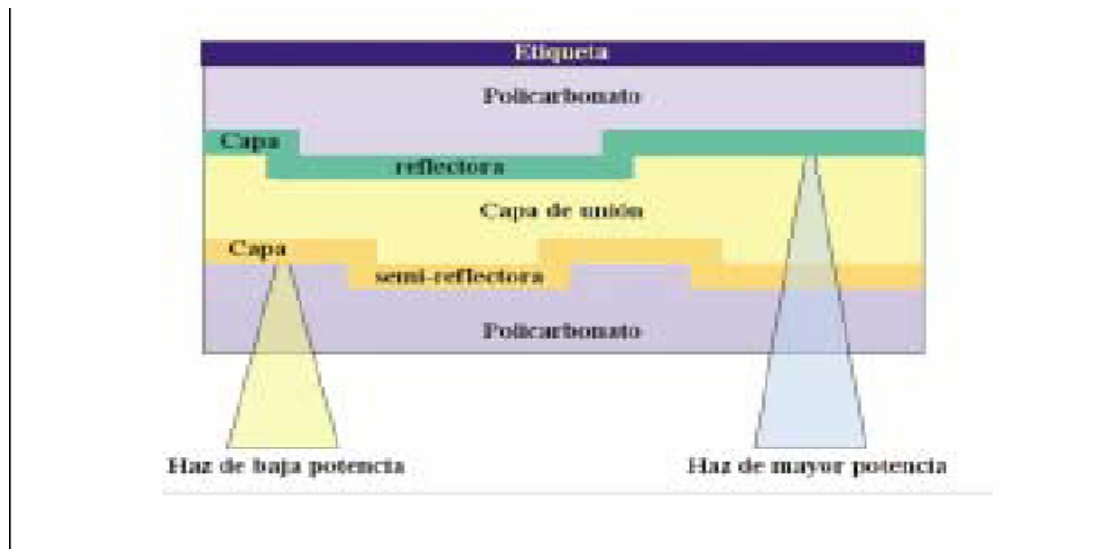
### La tecnología DVD

---

DVD son las siglas de Digital Versatile Disc. La tecnología DVD permite fabricar discos ópticos con una gran capacidad de almacenamiento, suficiente para acomodar una película completa

en un solo CD. No se debe caer en el error de asociar la tecnología DVD con el cine, lo que recae en el formato DVD-Vídeo. DVD permite almacenar audio de altísima calidad (mayor que la de un CD audio) en su formato DVD-audio, e incluso masivas cantidades de datos en su formato DVD-ROM. Los DVD utilizan la misma filosofía que el CD para almacenar la información, pero permiten emplear una o dos caras, y pueden contener una o dos capas de información en cada cara. Cada capa se graba sobre un sustrato de poli carbonato (como en el CD), y ambos sustratos se enlazan mediante una capa de unión transparente. Además de disponer de hasta dos caras/dos capas, la densidad de información es muy superior a la de un CD. Por todo ello, la capacidad de almacenamiento llega hasta los 17 GB en la variante de 2 caras y 2 capas por cara, pero la fabricación resulta extremadamente compleja, por lo que este formato no es fácil de encontrar. En caso de disponer de dos capas de información en una cara, la capa exterior es semi-reflectora, mientras que la interior es reflectora. De esta forma es posible acceder a la capa interior, atravesando primero la exterior. Para leer la capa semi-reflectora, el láser se enfoca sobre ésta con baja potencia. Si se aumenta la potencia del láser, la capa semi- reflectora es atravesada, y se lee la reflectora.

La radiación reflejada atraviesa de nuevo sin problemas la capa semi-reflectora y alcanza a la foto-detectora.



Para finalizar, es interesante anotar que existen equivalentes del CD-RW basados en la tecnología DVD, es decir DVD que pueden ser grabados y regrabados.

Con el formato DVD se han desarrollado comercialmente varios sistemas distintos de grabación y regrabación, con sus respectivas unidades y soportes: DVD-RAM, DVD-R, DVD-RW, DVD+R y DVD+RW. Cada uno de ellos tiene características y prestaciones distintas.

**DVD-RAM.** Los discos no son compatibles con los lectores de DVD-ROM, por lo que necesitan lectores específicos. Su gran ventaja es que tanto las grabadoras como los propios discos, tienen un coste bastante inferior a las otras soluciones en estos momentos. En un principio, su capacidad es de unos 5 GB, aunque esta cifra va aumentando rápidamente. En la actualidad parece ser que este sistema está desapareciendo poco a poco.

**DVD-R y DVD-RW.** Estos discos sí son compatibles con los lectores de DVD-ROM, y permiten almacenar 4,7 GB por DVD. Tienen la ventaja de que son utilizados por dispositivos como la consola de juegos PS2, lo que ha hecho que se puedan encontrar DVD-R de muchas marcas, y a unos precios muy económicos.

DVD+R y DVD+RW. Ha sido el último formato en aparecer. Es compatible con los reproductores DVD-ROM. Asimismo, los precios están bajando rápidamente dado que este formato es el que se está montando en cámaras de video.

En la actualidad lo normal es que las propias unidades grabadoras de DVD sean multiformato, es decir, que permitan grabar en cualquiera de los formatos anteriores. Normalmente, vamos a grabar en +R si necesitamos mayor velocidad o capacidad, y grabaremos en -R si deseamos hacerlo a un precio económico o si necesitamos compatibilidad con ciertos dispositivos que solo leen -R.

Las actuales unidades permiten también ya grabar a doble capa, lo que permite duplicar la capacidad de un DVD, aunque aun estos consumibles están a un precio elevado.

---

### El DVD Blu-Ray (Rayo azul).

---

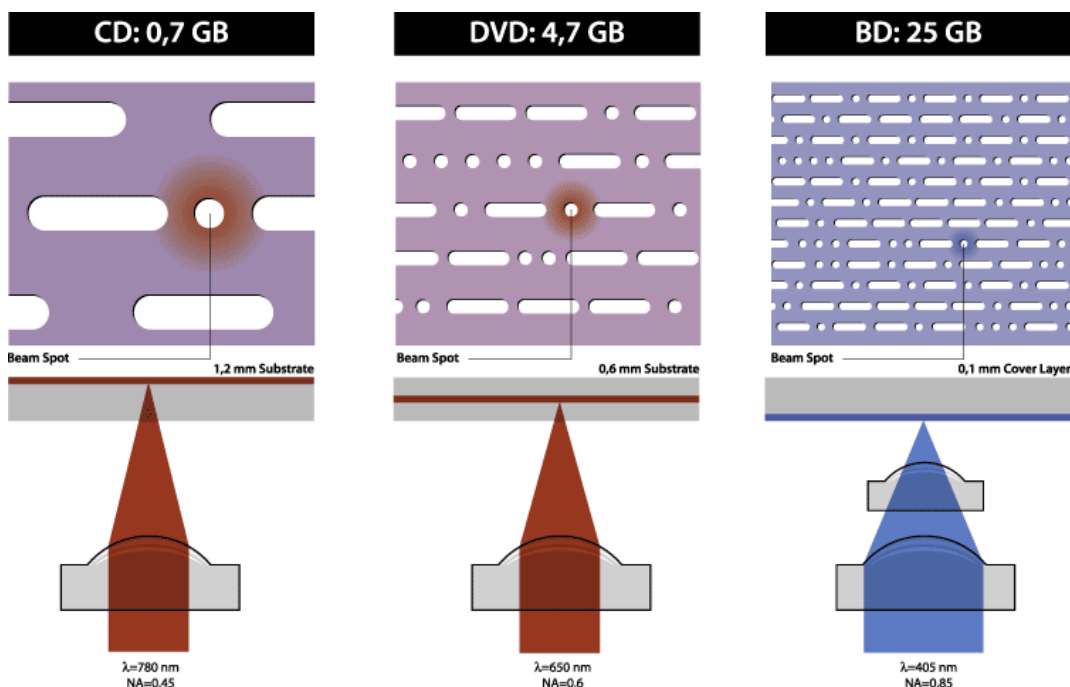
Se llama blu ray por que básicamente consiste en sustituir el láser que se usa habitualmente en los DVD, por un nuevo tipo de láser de color azul de longitud de onda corta que permite obtener "puntos" mucho más pequeños. Se pueden llegar a almacenar hasta 25 GB en un DVD del mismo tamaño que los actuales o 50 GB si se usa la doble capa. Esta tecnología está promovida por Sony, Philips y Walt Disney entre otros y se han conseguido crear hasta 8 capas en un único DVD BR.

---

### El HD-DVD.

---

También se basa en el uso del rayo láser azul, y está promovido por el DVD Forum. Tiene una capacidad inferior a la del Blu-Ray, 15 GB, pero es muchísimo más fácil y económico de construir, tanto las unidades lectura-grabación, como los propios soportes. Entre los partidarios de esta tecnología que compite con Blu-Ray están Toshiba, Sanyo, Warner, Paramount, Universal Pictures y Microsoft.



---

## 1.4 SOPORTES MAGNETO ÓPTICOS.

---

Las unidades magneto ópticas, utilizan discos magnéticos (al igual que los discos duros) pero estos discos están formados por unas superficies que no pueden ser magnetizadas (cambiar su polaridad) a menos que el punto que se quiere magnetizar aumente su temperatura significativamente.

En estas unidades, un láser calienta el punto deseado, y una vez que se alcanza una determinada temperatura, una cabeza magnética cambia la polaridad de dicho punto. Al enfriarse el mismo, la información grabada queda fijada, y es prácticamente imposible cambiarla.

De este modo, se consigue una mayor densidad de grabación en una unidad magneto óptica, (MO) que en un disco magnético convencional y una mayor resistencia a campos magnéticos

Muchas compañías como Fujitsu o Sony tienen discos MO, que llegan a alcanzar capacidades de 1,3 GB y son portables. El problema de estas unidades, es su mayor coste en relación con los discos duros y la baja velocidad que alcanzan. Un problema añadido es que dicha tecnología cuenta con muy pocos fabricantes que la apoyen, en estos momentos solo la desarrolla sony, por lo que tienen un precio elevado y además por políticas de la compañía no usa los estándares del mercado, sino soluciones propias de la empresa.



---

## 1.5 OTROS SOPORTES.

---







Las tarjetas de memoria Flash (memorias que no necesitan alimentación eléctrica para mantener su información) se están introduciendo en el mercado. De momento han monopolizado algunos ámbitos, como las cámaras digitales y los ordenadores de mano en formato de tarjeta y las pequeñas memorias portátiles conocidas llaveros USB o Pen Drives.





En el formato de tarjeta digital, podemos encontrar varias soluciones basadas en las memorias flash:

También existen otros dispositivos, en los cuales se une una tarjeta de este tipo a un puerto USB. Esto permite obtener un medio de almacenamiento ligero, transportable, con una capacidad interesante y una velocidad aceptable. Este tipo de dispositivos han ido desterrando a los disquetes, dado que los superan en todos los aspectos y su precio es cada vez más económico.

<b>Tarjetas de memoria</b>			
<b>Tipos</b>		<b>Precio (aprox.)</b>	<b>Algunos detalles</b>
<b>Smartmedia</b> 		64 Mb: 22 € 128 Mb: 34 € 256 Mb: No hay	Las puedes encontrar con distintas capacidades, que van desde los 8 hasta los 128 Mb. Sus dimensiones son 45 x 37 x 0,76 mm.
<b>Compact Flash</b> 		64 Mb: 24 € 128 Mb: 40 € 256 Mb: 67 €	Existen dos tipos distintos (I y II). Sus medidas son, respectivamente, de 36,4 x 40 x 3,3 mm y de 36,4 x 40 x 5 mm, y llegan hasta 1 Gb de capacidad.
<b>Memory Stick</b> 		64 Mb: 60 € 128 Mb: 80 € 256 Mb: 160 €	Empleado por las cámaras de Sony. Sus dimensiones son de 21 x 50 x 2,8 mm, y su capacidad va desde los 8 Mb hasta 1Gb.
<b>Secure Digital (SD)</b> 		64 Mb: 27 € 128 Mb: 57 € 256 Mb: 93 €	De dimensiones muy reducidas (32 x 24 x 2,1 mm). Su capacidad de almacenamiento oscila entre los 8 y los 512 Mb.
<b>Multimedia Card</b> 		64 Mb: 35 € 128 Mb: 57 € 256 Mb: 89 €	Muy pequeña (32 x 24 x 2,1 mm) y de poco peso (apenas dos gramos). En ellas se pueden guardar entre 8 y 512 MB de información.
<b>XD-Picture Card</b> 		64 Mb: 41 € 128 Mb: 74 € 256 Mb: 129 €	La más reciente en aparecer, y la más pequeña de todas. De momento su capacidad va de 32 a 256 Mb. Sus medidas son de 20 x 25 1,7 mm.

Es, con muchísima diferencia, el sistema de almacenamiento más utilizado. Todas estas tarjetas emplean memoria flash, un chip capaz de guardar información sin necesidad de alimentación eléctrica. Es el mismo tipo de memoria usada en la BIOS de los ordenadores. El chip está dentro de una carcasa de plástico con conectores a través de los que se produce la transferencia de datos. Las ventajas de este método son evidentes. Las tarjetas de memoria tienen dimensiones reducidas, son muy resistentes y consumen muy poca energía cuando se guardan y leen las imágenes. Existen muchos tipos de tarjetas... y cada fabricante de cámaras usa uno distinto. Esta tabla te servirá de guía.

Actualmente la capacidad de estas tarjetas esta aumentando constantemente, así como su velocidad. Los fabricantes ya están empezando a encontrarse con el problema de que estas tarjetas pueden suministrar más ancho de banda del que pueden soportar los puertos que se usan para comunicarlasy con los dispositivos.