

Almacenamiento secundario

Cintas magnéticas

Al estar debajo de todo en la pirámide de las memorias, sabemos de entrada que su tipo de acceso es lento pero se caracteriza por tener gran capacidad de almacenamiento. Es memoria no volátil por definición.

Es un medio de almacenamiento histórico. Físicamente es un poliéster flexible cubierto de material magnetizable. Este permite alojar información binaria haciendo uso del magnetismo. Los VHS y los cassette se basan en este concepto. No se guarda la información de forma digital en estos si no que se hace en forma analógica.

Su limitación dada por el tiempo de acceso se debe al **acceso secuencial** a la información. Si estoy en el registro 1 y quiero llegar al N tengo que “leer” los N-1 del medio.

○ Cintas magnéticas

- Medio
 - Poliéster flexible cubierto de material magnetizable
 - Carretes abiertos
 - Paquetes cerrados (cartuchos)
 - Ancho de cinta entre 0.38 cm (0.25 pulgadas) y 1.27 cm (0.5 pulgadas)
 - Acceso secuencial a la información: si estoy en el registro 1 y quiero llegar al N tengo que “leer” los N-1 del medio
 - Si quiero leer un registro anterior tengo que rebobinar y volver a buscar el registro

Técnicas de grabación – Grabación en paralelo: En el ancho de la cinta, hay pistas con el material magnetizable para hacer la grabación, no se hace en toda la superficie. Se graban pistas en paralelo a lo largo de la cinta. Por cada surco de la pista se grababa 1 bit, por ende si tenía 9 pistas, grababa 9 bits por sección. Se usaban 8 bits de datos y 1 bit de paridad para detectar errores en la información grabada.

○ Cintas magnéticas

- Técnicas de grabación

- Grabación en paralelo

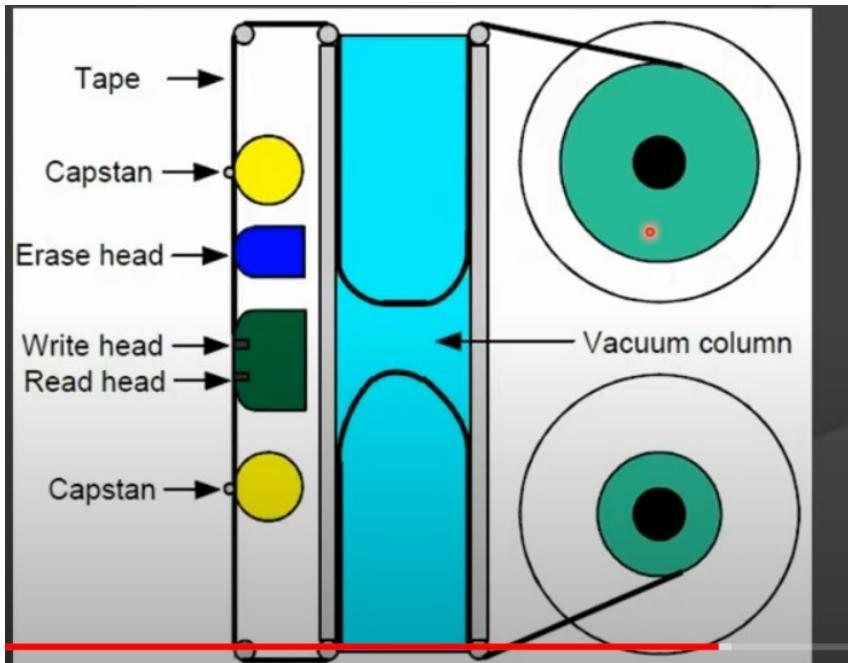
- Técnica usada originalmente
- Cabeza de grabación estacionaria
- Se graban pistas en paralelo a lo largo de la cinta
- Al principio eran de 9 pistas (8 bits de datos y 1 bit de paridad para detectar errores)
- Luego fueron 18 (palabra) o 36 (doble palabra) pistas

Table 1. Typical specifications of IBM reel-to-reel tape drives.

IBM Product No.	726	3420	3480
FCS (First customer shipment)	1953	1973	1985
Linear Density (BPI)	100	6250	38,000
Number of Tracks	7	9	18
Reel Capacity (MB)	2.2	156	200
Data Rate (KBytes/sec)	75	1250	3000
Recording Code	NRZI	GCR(0,2)	GCR(0,3)
Tape Transport	Vacuum	Vacuum	Cartridge

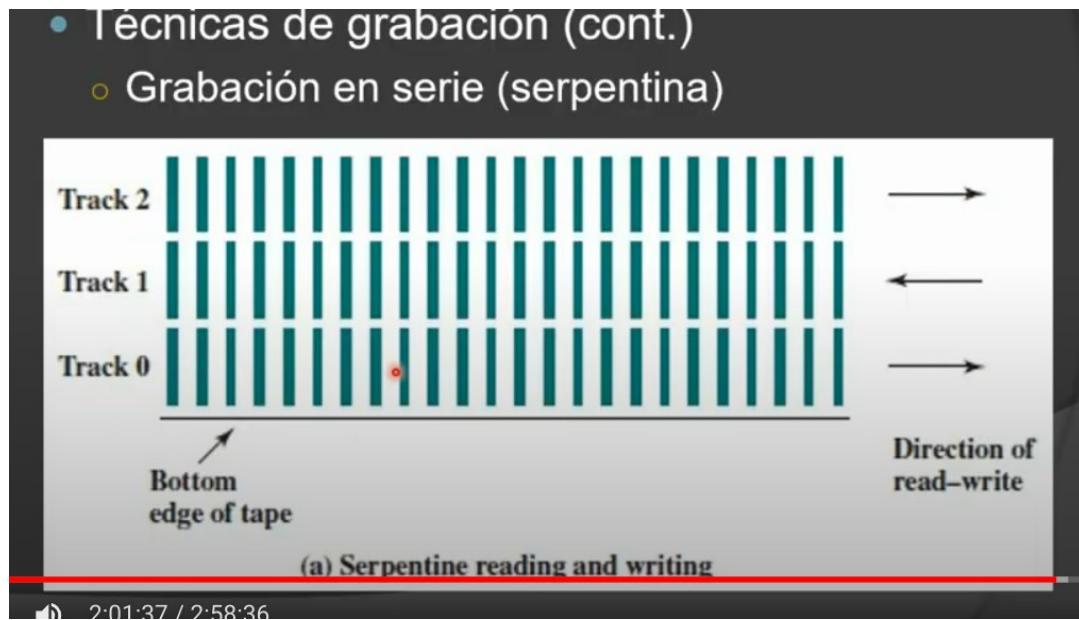
Siempre el proceso de grabación o de lectura es propensa a errores, en medios físicos sobre todo cuando no hay demasiados cambios entre los bits. Cuando esto sucede tiende a perderse la lectora o grabadora, dependiendo el medio. Para evitar esto, se codifica. Esto se hace para meter algún bit que corte esa monotonía. Eso conceptualmente es la técnica de encoding. En cualquier medio en el que se transfiera información suele suceder esto para evitar este tipo de errores.

Esquema:

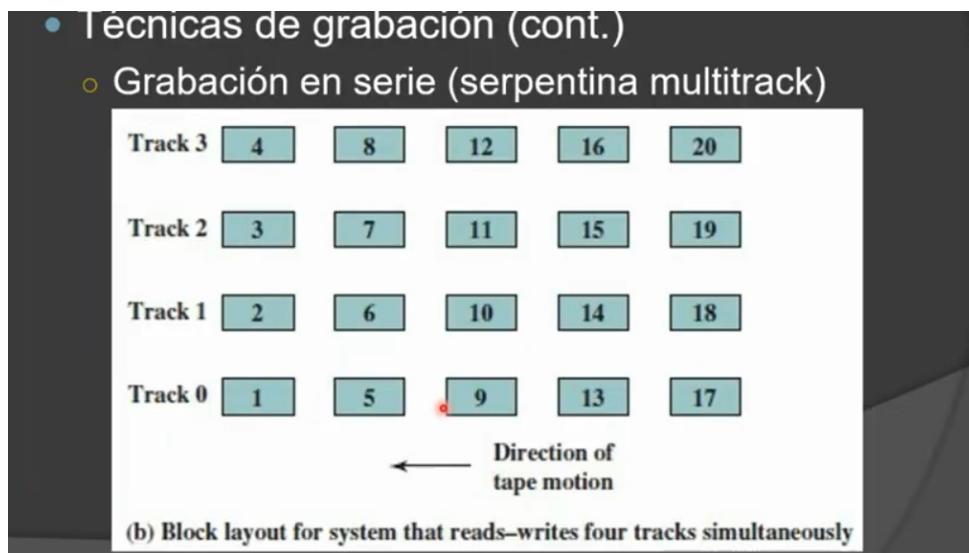


La cinta salía de un carrete y pasaba por la lectora/grabadora para llegar al otro carrete.

Grabación en serie / en serpentina: Este es un sistema más moderno de grabación. Por cada pista hay posiciones en las que se puede almacenar la información y cuando se llega al final de una pista se graba en la de arriba en sentido contrario:



En este ejemplo se recorre una pista a la vez, pero se puede hacer de a varias (en paralelo):

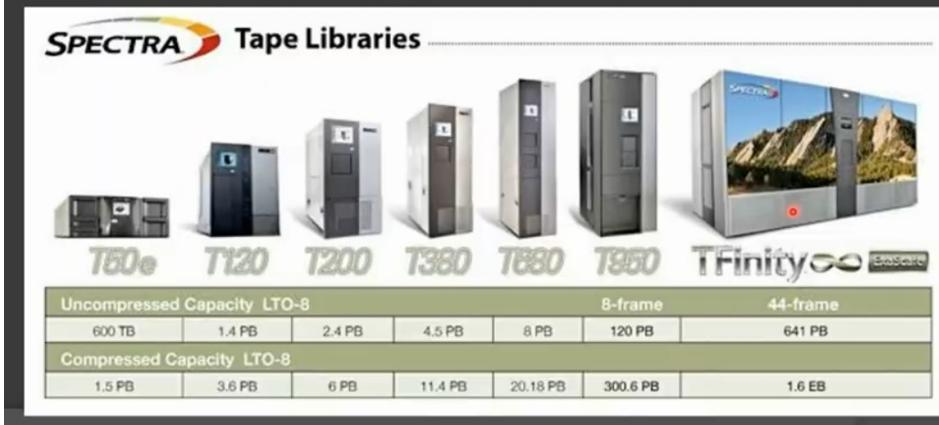


Son 4 pistas que se leen en serpentina de forma paralela. El Estándar LTO (Linear Tape Open) es el más común y hoy sigue en el mercado evolucionando.

A nivel comercial la capacidad es mayor de almacenamiento cuando la información es comprimida. Al no ser medios en los que se van a recurrir todo el tiempo a la información, si no que están pensados más para la perduración en el tiempo que la lectura/escritura consecutiva.

● Cintas magnéticas

- Estándar LTO (Linear Tape Open)
 - LTO-8 Tape Libraries



Después hay alternativas como el guardado en cintas helicoidales, donde el eje sobre el que se monta la cinta poseía cierta inclinación y se usaba para la grabación de VHS por ejemplo

Modo start-stop por bloque:

Cuando era el medio más utilizado de almacenamiento y era más frecuente tener que leer y guardar datos en cinta se usaba un sistema de bloques, de modo que cuando yo leía/grababa sobre un bloque en específico que precisaba, paraba la cinta. De modo que organizábamos por estos bloques para leer/guardar.

● Cintas magnéticas

- Usos y características
 - Fue el primer medio de almacenamiento secundario
 - Aun es usado para backup y archivo de información (30 años o más de duración) dado su bajo costo por byte y su capacidad de almacenamiento
 - Es el medio más lento de la pirámide de jerarquía de memoria
 - Marcas físicas en las cintas
 - BOT (Beginning of tape)
 - EOT (End of tape)

Discos rígidos magnéticos

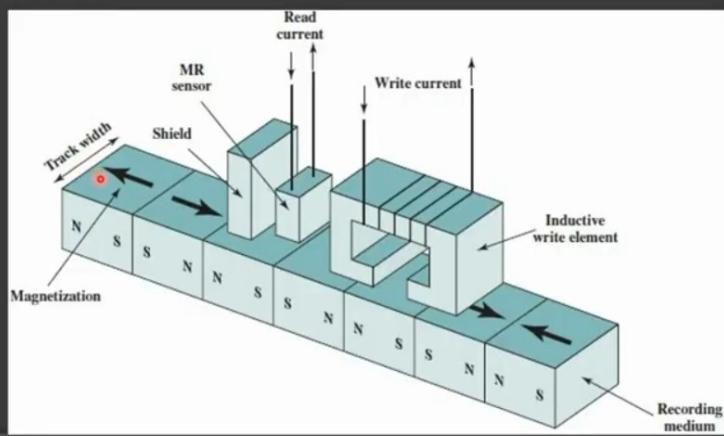
Historicamente predominaron en el mercado de las PC hogareñas, con uso habitual para la transacción de información del software instalado en el dispositivo. Este es un dispositivo mecánico construido en base a una serie de platos construidos de vidrio o aluminio y sobre ese plato en cada una de las superficies hay materia magnetizable. Esto es similar a las cintas en el sentido de guardar información binaria a partir de magnetizar con distintas polaridades al material en si.

La lecto-escritura se realizaba a partir de una cabeza que se encargaba de esto, de forma similar para ambas acciones. Hoy en día operan de forma diferente.

La lectura opera a partir de un sensor magneto-receptivo (MR sensor). Genera una resistencia eléctrica que varía según el magnetismo que tenga por debajo el sensor:

● Discos magnéticos

- Cabeza de lectura diferenciada de la de escritura



● Discos magnéticos

- Medio (cont.)
 - Mecanismos de lectura/escritura magnético
 - Cabeza de lectura diferenciada de la de escritura
 - Tiene un sensor magneto-resistivo (MR)
 - La resistencia eléctrica del material depende de la dirección de la magnetización del medio que se mueve por debajo
 - Se hace pasar una corriente a través del sensor MR y los cambios de resistencia se detectan como señales de voltaje
 - Provee mayores densidades de grabación y velocidades de operación que el mecanismo anterior

La grabación ocurre con una bobina que permite transitar una corriente eléctrica que genera un campo magnético que puede generar una polaridad u otra (norte/sur o 1/0).

Organización del disco magnético

En la superficie de un disco tiene dos cintas concéntricas:

- Discos magnéticos
 - Organización

The diagram illustrates the organization of a magnetic disk. It shows two concentric rings of data storage. The outer ring is divided into eight equal segments, each labeled 'IS' (InterSector gap). The inner ring is also divided into eight segments, each labeled 'ES'. Between the outer ring and the inner ring, there are four segments labeled 'TS' (InterTrack gap). Within each segment of the inner ring, there are three smaller segments labeled 'S1', 'S2', and 'S3', which are grouped together and labeled 'Sectors'. Arrows point from the labels to their respective parts of the disk. The top right corner of the slide contains the text '75.03 & 95.57 Organización del Computador'.

Entre cada pista hay un espacio donde no se graba información (inter-track-gap) para evitar que se mezcle la información magnética de una pista con la otra.

Después aparecen sectores donde se identifican cierta cantidad de bytes por cada uno. La cantidad de sectores y sus tamaños varían según la configuración del fabricante.

El intersector gap también funciona como separador entre sectores para evitar que se sobreesciba la información de un sector con otro.

U6 – Almacenamiento secundario

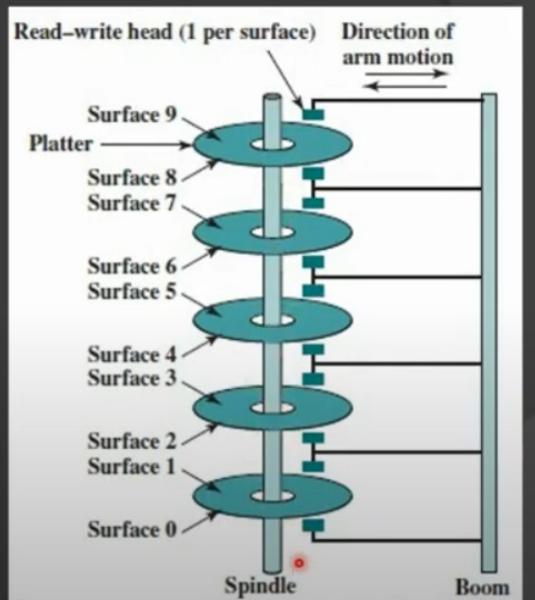
- Discos magnéticos
 - Organización
 - Pistas concéntricas
 - El ancho de la pista es igual al ancho de la cabeza lectora/grabadora
 - Entre las pistas hay un gap (Intertrack gap) para minimizar errores de desalineamiento de la cabeza e interferencias magnéticas
 - La superficie del disco está subdividida en sectores, en general de tamaño fijo (512 bytes)
 - Hay un gap (Intersector gap) entre los sectores para evitar errores de sincronización

○ Discos magnéticos

- Características físicas

○ Movimiento de la cabeza

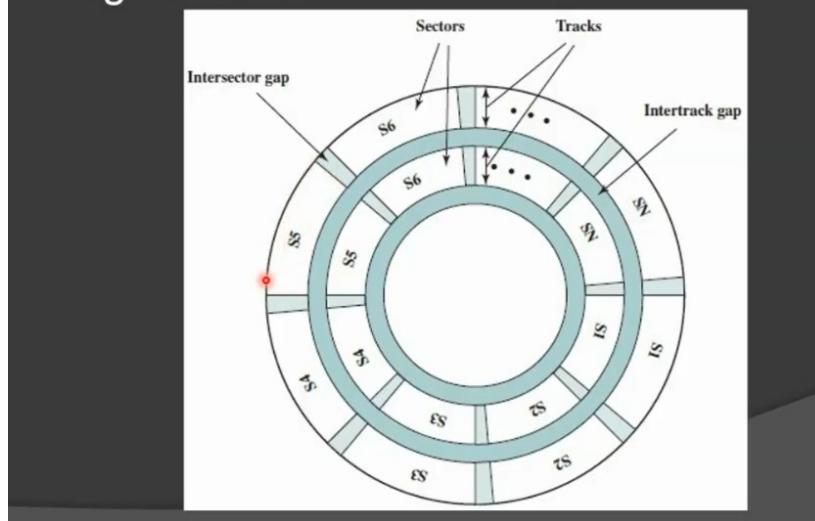
- Fija: había una cabeza lectora/grabadora por pista (muy costosos, no se usan más) Ej. IBM 2305
 - Móvil: hay una única cabeza lectora/grabadora por superficie del plato. Se mueve por todas las pistas y está montada en un brazo



Respecto a la organización del disco tenemos que el disco gira a una velocidad angular constante (rotación) para cada disco este dato se ve reflejado en el dato RPL de cada disco. Cuanto más veloz es el giro, menor tiempo de acceso puede proveer el medio de almacenamiento.

Siempre la cabeza lectora/grabadora en cualquier parte del disco, va a tener la misma tasa de transferencia. Cuanto más cerca esté del centro la distancia entre sectores es más compacta (esto es visible porque se reduce la longitud de circunferencia que rodea a dicho sector). Cada sector tiene el mismo tamaño, por ende acceder a un sector u otro del mismo tamaño se tarda lo mismo. Si yo me alejo, aumentando la longitud de circunferencia recorrida, voy a seguir tardando lo mismo para los sectores de mayor tamaño (los bits están más espaciados y esto sucede para esta distribución en específico).

- Organización



Los bits exteriores giran a mayor velocidad que los interiores (velocidad lineal mayor), pero al estar más espaciados hay una compensación y la velocidad de transferencia no se ve alterada.

La ventaja de este proceso es que le da simplicidad al movimiento de la cabeza lectora grabadora. Además es fácilmente identificable un determinado bloque de información identificando en qué pista, sector y superficie de plato se encuentra. Estos datos se entienden como **sector, pista y cabeza (asociado a cada una de las superficies)**. Hay una cabeza lectora grabadora por cada superficie.

La desventaja de esta distribución es que se desperdicia espacio para almacenar a medida que me alejo del centro de un disco, tal que los bits se encuentran más espaciados y ese espacio es inútil. No se aprovecha al máximo la capacidad física del formato.

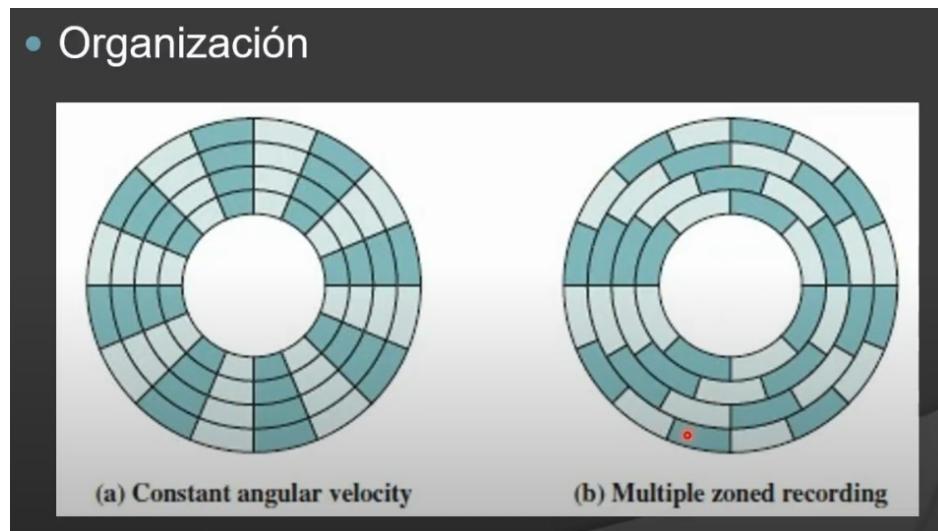
Organización Grabación multizona

Acá se agrupan ciertas pistas concéntricas y todas estas pistas conforman una zona concéntrica. Cada pista tiene la misma cantidad de sectores por pista, pero cuando uno pasa a una zona siguiente se aumenta la cantidad de sectores por pista. A medida que me acerco del centro del disco tengo más almacenamiento.

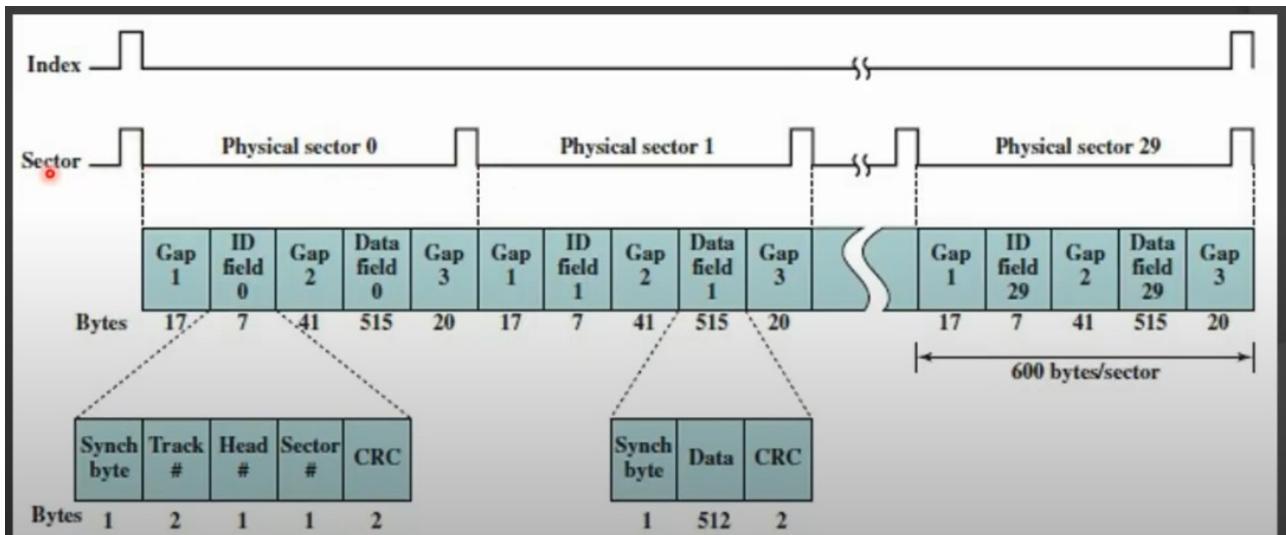
La ventaja es que voy a tener mayor capacidad de almacenamiento a medida que me alejo. La desventaja es que la velocidad de transferencia no se puede mantener constante al estar los bits más pegados. Habrá distintas tasas de transferencia por zona que la cabeza lectora grabadora tendrá que adaptarse para leerlas más rápido. Para lograr esto aumenta su complejidad en la circuitería.

Este es el que más predomina en el mercado tal que hay una ventaja enorme en hacer uso máximo de la capacidad.

Acá se ve la diferencia entre un disco tradicional y un multizona:



Se puede observar como a medida que me alejo del centro hay más sectores.



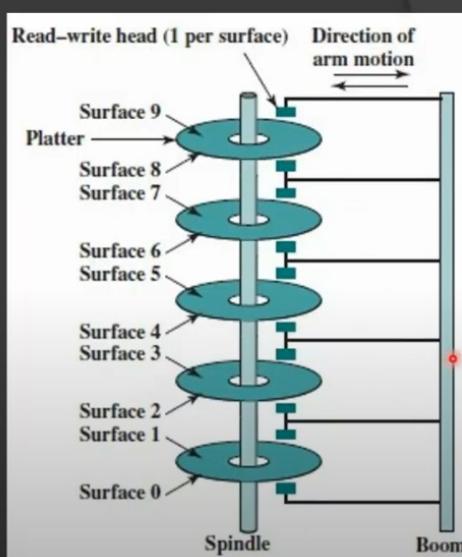
En el gráfico de arriba se puede observar como se compone cada sector. El data field, siendo la porción más grande de cada uno es donde se guardarán todos la datos. Hay bites de sincronización y de seteo de errores dentro del data field. Los Gaps son los espacios en blanco.

Cada sector fisico tiene 600 bytes. Se puede observar como en el identificador de cada uno (ID field) se encuentra el sector, la cabeza y la pista.

Todas las cabezas lectoras grabadoras se encuentran ancladas al eje y todas funcionan al mismo tiempo. Su movimiento está sincronizado y hay una cabeza por cada superficie:

○ Discos magnéticos

- Características físicas
 - Movimiento de la cabeza
 - Fija: había una cabeza lectora/grabadora por pista (muy costosos, no se usan más) Ej. IBM 2305
 - Móvil: hay una única cabeza lectora/grabadora por superficie del plato. Se mueve por todas las pistas y está montada en un brazo



Todos estos discos tienen una memoria caché incorporada que ya deja preparada cierta información que sabe que el disco principal seguramente le va a pedir. Esto hace más rápido la transferencia de ciertos archivos que se van a pedir mucho, tal que ir a buscar directamente a donde esta guardado es más lento.

○ Discos magnéticos

- Ejemplo: Seagate BarraCuda Pro
 - 12 TB capacidad
 - RPM: 7200
 - Latencia: 4.16ms
 - Cache: 256 MB



Parámetros de performance

Para que se de la lecto escritura en estos discos, tienen que ocurrir ciertos eventos temporales.

Tiempo de seek: Es el tiempo que debe tomarse la cabeza para posicionarse en la pista que quiere leer o escribir. Esto dependerá de donde este en la cabeza y a donde le pido que vaya. Hay un tiempo promedio que a veces el fabricante da.

Tiempo de demora rotacional o latencia: Es el tiempo que debe esperar la cabeza para que en la rotación del disco pase ese sector que quiero leer o escribir. Esto también es información que puede dar el fabricante

Tiempo de acceso: Suma del promedio de los dos anteriores.

Tiempo de transferencia: Una vez que se posiciona en la posición que desea leer o escribir hay un tiempo que se debe tomar para llevar esta información al cpu y guarde en la memoria en donde se específico ese buffer de lectura.

Tiempo total de lectura/escritura: De estos tiempos anteriores se puede sacar un tiempo de total que es la sumatoria del promedio del tiempo de transferencia y el de acceso.

○ Discos magnéticos

- Parámetros de performance (cont.)
 - Tiempo total lectura/escritura
 - $T = T_{seek} + 1 / 2r + b / rN$
 - r: velocidad de rotación en revoluciones por segundo
 - b: bytes a transferir
 - N: bytes por pista
 - Ejemplo:
 - Comparación de tiempos de lectura
 - Disco: tiempo seek promedio = 4ms; 15000 RPM; sectores de 512 bytes; 500 sectores por pista
 - Archivo: 2500 sectores (1,28 MB)
 - Organización secuencial
 - Organización aleatoria

$\frac{1}{2}r$ es una forma de calcular la latencia.

Cuando se esta usando una pc con un fin de guardar, borrar y estar escribiendo archivos todo el tiempo, va a suceder que siempre a un sector en particular se le puede asignar cierto bloque de información (archivo) y el espacio libre que quede de ese sector no se puede utilizar tal que cada sector solo cubre un bloque de información. A medida que sucede esto se da el proceso de **fragmentación**, que es lo que no me permite guardar los archivos de forma secuencial dado su tamaño variable. Esto lo que provoca es un efecto directo en la performance tal que afecta directamente al tiempo de acceso.

Si tengo un archivo completamente fragmentado se va a tardar mucho en poder leerlo. Esto es la **organización aleatoria**. Cuanto más fragmentada este la información en el disco, empeora el tiempo de acceso. Aumenta el tiempo de latencia cuanto más fragmentado este en el disco. Es por eso que el tiempo de lectura es mucho más rapido en un disco desfragmentado (organización secuencial).

El sistema operativo tiene capacidad de “clusterizar” una parte del disco, proceso mediante el cual se agrupan sectores específicos del mismo. Esto es una forma de hacer más eficiente la asignación de sectores, tal que son demasiados y tenerlos “empaquetados” en clusters le permite al SO administrar mejor esta tarea. Cuanto más grande es el cluster menor es el tiempo de acceso, ya que a partir de ahí no tengo información fragmentada. Como el cluster no se puede compartir, tener uno demasiado grande para poca información es inutilizar un montón de espacio.

Es así como en el disco el tamaño de cada archivo es del tamaño de un cluster:

Ubicación:	C:\Users\cbenitez\Dropbox\7503\Cuatrimestres\2C
Tamaño:	778 KB (797.273 bytes)
Tamaño en disco:	780 KB (798.720 bytes)

Cuanto más chico es el archivo, más desperdicio de memoria hay.

RAID (Redundant Array of Independent Disk)

En entornos empresariales se usa la arquitectura RAID: una serie de discos donde todas operan en forma independiente y en paralelo. Para el usuario se entiende como una única unidad lógica. Acá podemos procesar en paralelo distinta información de entrada y salida. Tenemos más confiabilidad de los datos tal que tengo capacidad de guardar copias de seguridad que me permiten no perder datos.

○ Discos magnéticos

- RAID (Redundant Array of Independent Disks)
 - Vectores de discos que operan en forma independiente y en paralelo
 - Se puede manejar un pedido de E/S en paralelo si los datos residen en discos separados
 - Hay distintas maneras de organizar la información y agregarle confiabilidad a los datos
 - RAID es un estandar que consiste en 7 niveles (0 a 6). Pueden implementarse combinaciones de niveles (ej. RAID 0+1, RAID 5+0, etc.)

Hay configuraciones distintas de RAID que son los estandares.

En esta arquitectura la información se guarda subdividiendo archivos en pequeñas partes (strips) y distribuyendolo en los distintos discos.

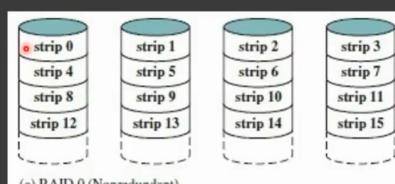
○ Discos magnéticos

- RAID – Características generales
 - Es un conjunto de discos que son vistos por el sistema operativo como una única unidad lógica
 - Los datos se distribuyen en los discos del vector en un esquema llamado “striping”
 - Se usa capacidad redundante para guardar información de paridad y garantizar recuperación ante fallas (a excepción de RAID 0)

Cada nivel tiene un nombre. El 0 es el de Stripping porque es el más sencillo en cuanto a funcionamiento. Todos los discos se dividen en strips del mism tamaño donde se ve gráficamente la secuencialidad:

○ Discos magnéticos

- RAID – Niveles
 - Nivel 0 (Stripping)
 - No incluye redundancia
 - Se requieren N discos
 - Se distribuyen los datos en el vector de discos en strips (pueden ser sectores, bloques u otra unidad)
 - Ventajas:
 - Simplicidad
 - Performance
 - Desventaja:
 - Riesgo ante fallos, no hay recuperación posible

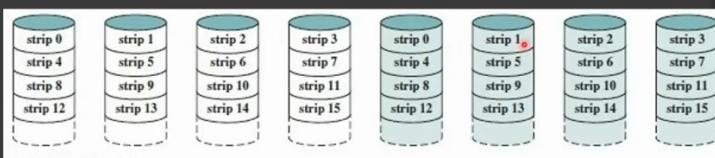


Como cada disco es independiente, puedo procesar en cada uno cada parte del archivo a su vez, ganando performance en su lectura. El riesgo de este nivel es que no hay soluciones para posibles fallos. Si un disco se rompe, hay probabilidad que la información de otro disco quede obsoleta.

Level	Advantages	Disadvantages	Applications
0	I/O performance is greatly improved by spreading the I/O load across many channels and drives No parity calculation overhead is involved Very simple design Easy to implement	The failure of just one drive will result in all data in an array being lost	Video production and editing Image Editing Pre-press applications Any application requiring high bandwidth
1	100% redundancy of data means no rebuild is necessary in case of a disk failure, just a copy to the replacement disk Under certain circumstances, RAID 1 can sustain multiple simultaneous drive failures Simplest RAID storage subsystem design	Highest disk overhead of all RAID types (100%)—inefficient	Accounting Payroll Financial Any application requiring very high availability

El nivel 1 se llama espejado tal que lo que se hace es duplicar la información para una serie de discos en específico.

U6 – Almacenamiento secundario

- Discos magnéticos
 - RAID – Niveles
 - Nivel 1 (Espejado)
 - Redundancia por espejado de datos
 - Se requieren $2N$ discos
 - Ventajas:
 - Un pedido de lectura puede resolverse por cualquiera de los dos discos
 - La escritura se hace en forma independiente en cada disco y no se penaliza
 - Simple recuperación ante fallas
 - Alta disponibilidad de datos
 - Desventajas:
 - Costo

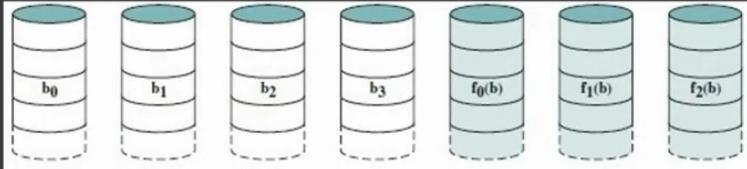
75.03 & 95.57 Organización del Computador

20

Gano disponibilidad tal que puedo acceder a cualquiera de los dos ante un pedido y gano confiabilidad tal que tengo siempre una copia en el otro disco. La probabilidad de que se me rompan los dos al mismo tiempo es baja. La única desventaja acá son los costos, pero en algunos ámbitos tiene sentido (como el financiero o bancario) donde es super relevante la seguridad de los datos.

El nivel 2 no está disponible comercialmente y en vez de duplicar los discos utiliza un algoritmo llamado “redundancia por código de Hamming”, que básicamente lo que hace es compactar la información guardada en por ejemplo 4 discos para guardarlos en 3 discos de paridad. Con esta paridad detecto errores y corregirlos. No es comercial tal que la implementación del código es de un costo alto.

U6 – Almacenamiento secundario

- Discos magnéticos
 - RAID – Niveles
 - Nivel 2 (Redundancia por código de Hamming)
 - Strips pequeños (un byte o palabra)
 - Se calcula redundancia por código autocorrector (ej. Hamming)
 - Se requieren $N + m$ discos
 - Se graban bits de paridad en discos separados
 - Se leen/escriben todos los discos en paralelo, en forma sincronizada
 - No existe uso comercial
 - Ventajas:
 - Disponibilidad de datos
 - Desventaja:
 - Costos por método de redundancia

(c) RAID 2 (Redundancy through Hamming code)

75.03 & 95.57 Organización del Computador

21

En su reemplazo se usa el nivel 3: Paridad por intercalamiento de bits. Es una paridad mucho más simple y tiene una confiabilidad bastante alta. Hoy por hoy los discos tienen un tiempo de vida útil muy grande y por lo tanto no es necesario tanta redundancia de datos.

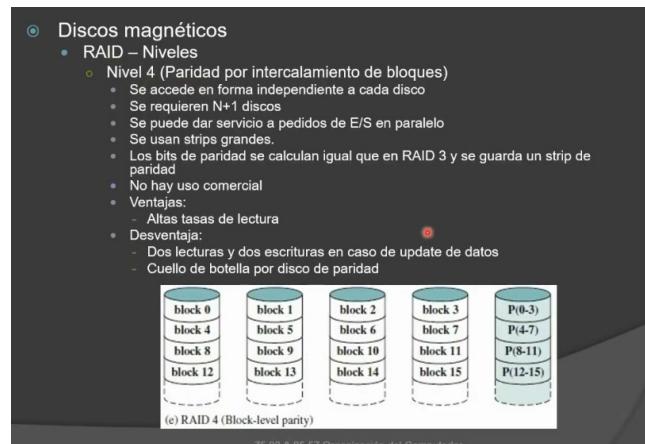
En el nivel 3 cambia que los strips son mucho más pequeños. En este nivel no funcionan de forma independiente todos los discos si no que funcionan todos en sincronia. Tiene un uso similar al nivel 0 y esta asociado mucho a la performance.

Level	Advantages	Disadvantages	Applications
2	Extremely high data transfer rates possible The higher the data transfer rate required, the better the ratio of data disks to ECC disks Relatively simple controller design compared to RAID levels 3, 4, & 5	Very high ratio of ECC disks to data disks with smaller word sizes—inefficient Entry level cost very high—requires very high transfer rate requirement to justify	No commercial implementations exist/not commercially viable
3	Very high read data transfer rate Very high write data transfer rate Disk failure has an insignificant impact on throughput Low ratio of ECC (parity) disks to data disks means high efficiency	Transaction rate equal to that of a single disk drive at best (if spindles are synchronized) Controller design is fairly complex	Video production and live streaming Image editing Video editing Prepress applications Any application requiring high throughput

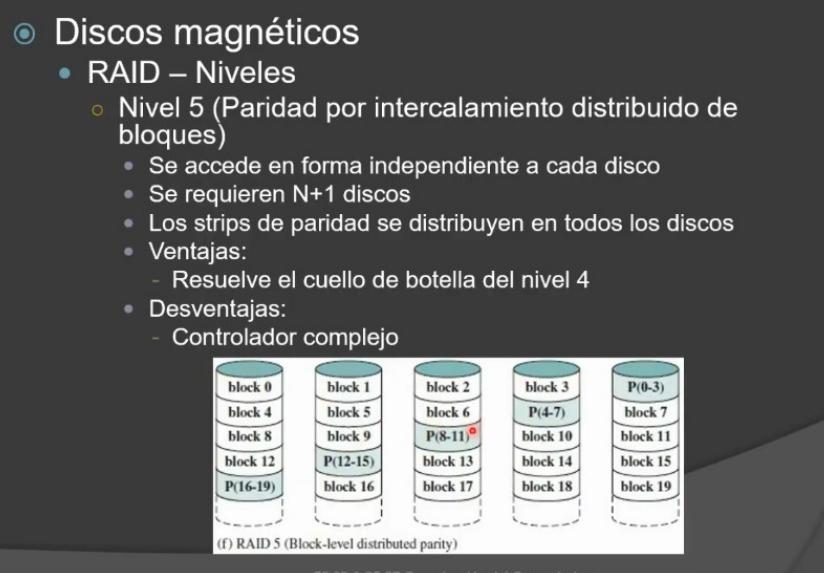
El algoritmo es sencillo y se aplica bit a bit. En un guardado sobre strips se subdivide en los distintos discos y en el de paridad. Reemplazas bits compactandolos con una función exclusive-OR. Si llega a fallar alguno de los discos, en vez de decirme que no puedo acceder a la información a la hora de querer acceder como usuario, se hace una reconstrucción de la información que había ahí en particular. Cuando un disco falla, la información se reconstruye a un modo reducido, tal que hay un mínimo impacto en querer reconstruir los bits sobre la información.

El nivel 4 no es implementable comercialmente, trabaja con discos independientes y strips grandes. Define un disco de paridad.

Acá al trabajar de forma independiente los discos se supone que tendría más performance, pero al momento de querer buscar información en dos discos en simultáneo y si o si tengo que ir a buscar la paridad al grabar o escribir al disco que tengo reservado para esto. Al aumentar la cantidad de consultas que se deberían hacer, pierdo performance, hay cuello de botella.



En el nivel 5 este problema se resuelve a partir de distribuir la paridad y no concentrarla en un solo disco. Cuando este operando con dos discos independientes tengo la paridad para ir a consultarla en otros dos, por lo que no hay solapamiento.

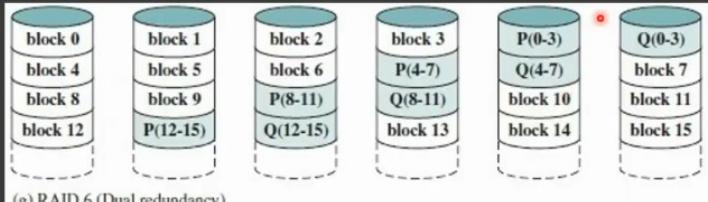


5	<p>Highest Read data transaction rate Low ratio of ECC (parity) disks to data disks means high efficiency Good aggregate transfer rate</p>	<p>Most complex controller design Difficult to rebuild in the event of a disk failure (as compared to RAID level 1)</p>	<p>File and application servers Database servers Web, e-mail, and news servers Intranet servers Most versatile RAID level</p>
---	--	---	---

Es el que se usa más a nivel empresa.

El nivel 6 es muy similar al anterior y agrega una porción de paridad por disco, para tener más redundancia y más confiabilidad:

● Discos magnéticos

- RAID – Niveles
 - Nivel 6 (Doble paridad por intercalamiento distribuido de bloques)
 - Se accede en forma independiente a cada disco
 - Se requieren $N+2$ discos
 - Se usan dos algoritmos de control de paridad
 - Ventajas:
 - Provee disponibilidad de datos extremadamente alta
 - Desventaja:
 - Controlador complejo
 - Costos por doble paridad

(g) RAID 6 (Dual redundancy)

75.03 & 95.57 Organización del Computador

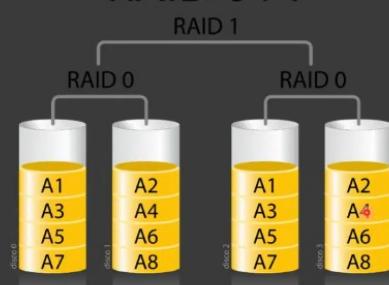
Son ideales para aplicaciones de información crítica, requiero persistencia absoluta (bancos en general):

6	<p>Provides for an extremely high data fault tolerance and can sustain multiple simultaneous drive failures</p>	<p>More complex controller design Controller overhead to compute parity addresses is extremely high</p>	<p>Perfect solution for mission critical applications</p>
---	---	---	---

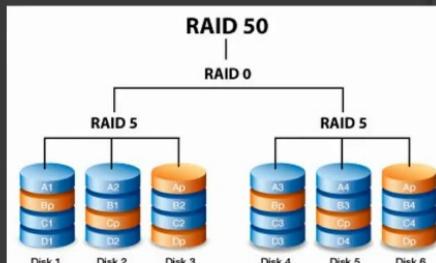
Niveles combinados

- RAID – Niveles combinados

RAID 0+1



RAID 50



Medios ópticos

Hoy en día por su almacenamiento escaso, en el mercado informático casi se descontinuo, sin embargo todavía hay cierta soluciones que los contemplan.

El concepto de grabación surge de otra industria. El CD nace como un estandar para compartir música en los años 80. Sobre un sustrato de vidrio de varias capas, una de ellas reflectivas (de aluminio) y hace luz de un haz de luz de laser muy puntual en una superficie muy pequeña. Ese laser rebota sobre la superficie reflectiva y depende de como sea el angulo en el cual rebota determina que tipo de información está alojada.

Se marcan huecos sobre un disco de vidrio y se llena con policarbonato cada hueco, siguiendo el patrón correspondiente. Esa marca fisica se le llama pit. En una determinada porción de superficie se espera que no haya ninguna marca. Entonces se interpreta un 0 o un 1 según este o no el pit.

Cuando no está se le llama Land:

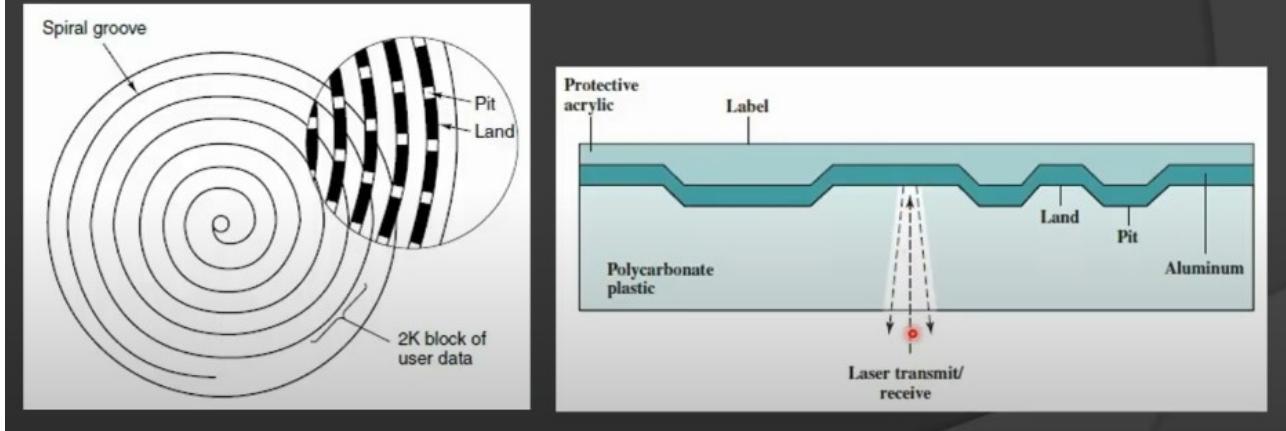
- CD (Compact Disc)
 - Estándar internacional (1980) entre Philips y Sony (Red book)
 - 120 mm de ancho x 1,2 mm de espesor
 - CLV (Constant Linear Velocity)
 - Pista única en forma de espiral
 - Sectores (2352 bytes)
 - Master:
 - Se graba con un laser infrarrojo de alto poder
 - Se marcan huecos sobre un disco de vidrio
 - Se hace un molde y se le inyecta policarbonato que sigue los patrones de los huecos
 - Se pone ~~lue~~go una capa reflectiva de aluminio sobre el sustrato
 - Encima se coloca una capa protectora de laca y una etiqueta
 - Pit: marca física (hueco)
 - Land: espacio de la superficie sin marcas
 - Bit en 1: transición entre pit-land o land-pit
 - Bit en 0: ausencia de transición en un tiempo determinado => CLV

Si hay una transición de pit a land o viceversa tengo un uno. Si en un determinado tiempo no hay transiciones, hay un cero. La tecnología de base esta pensada para que la velocidad lineal sea constante. El disco no se encuentra girando todo el tiempo si no que lo hace cuando quiere grabar o leer. Según la acción que yo quiera hacer, la velocidad de rotación del eje será distinta. Recordar que la velocidad lineal es constante, no así la angular.

Fisicamente hay una única pista en espiral. Se puede relacionar con el concepto de pista del disco magnético (no así su tecnología). La pista se divide en sectores y tienen determinados surcos. En la siguiente ilustración se puede notar las distintas capas en un corte transversal:

○ Medios ópticos

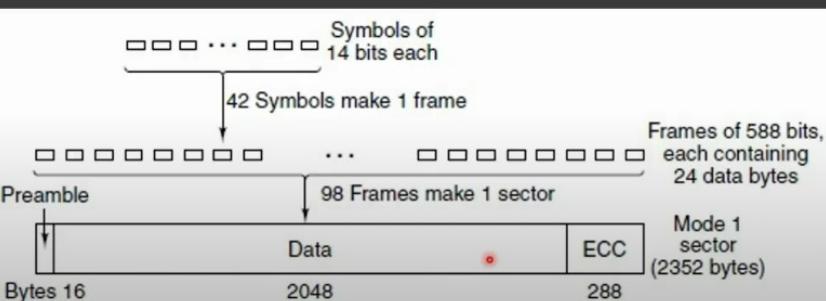
- CD (Compact Disc)



Dependiendo si se encuentra con un land o con un pit, el angulo de reflexión será distinto. Como la forma de leer 1 y 0 es compleja, este medio de almacenamiento es propenso a errores. Por eso hay mucha redundancia de datos. Es por eso que en la grabación de audio hay mucho más almacenamiento, el resto de bytes se usa para paridad y detección de errores:

- Medios ópticos
- CD-ROM (Compact Disc-Read Only Memory)
 - Estándar internacional (1984) (Yellow book)
 - Encoding EFM (Eight to Fourteen Modulation)
 - Modos
 - Modo 1 (Datos): 2048 bytes de datos
 - Modo 2 (Audio): 2336 bytes => 74 minutos
 - Filesystem (Modo 1): ISO 9660

- Medios ópticos
- CD-ROM (Compact Disc-Read Only Memory)



Fue evolucionando la tecnología del CD hasta el punto de poder grabarlos y desgrabarlos en uso hogareño. Fue cambiando los materiales a partir de el material reflectivo con capas de pintura, que con el laser se quema y marca puntos sobre el CD, simulando el pit. En vez de un surco fisico, aparece esta marca oscura.

○ Medios ópticos

- CD-RW (Compact Disc-Rewriteable)
 - Se usa un material que puede tener dos estados con reflectividades diferentes
 - Cristalino: refleja la luz
 - Amorfo: no refleja la luz
 - Para escribir se usa alto poder en el laser para pasar el material de estado cristalino a amorfo (represento un pit)
 - Para borrar se usa medio poder en el laser y se pasa el material de estado amorfo a cristalino nuevamente
 - Para leer se usa bajo poder en el laser

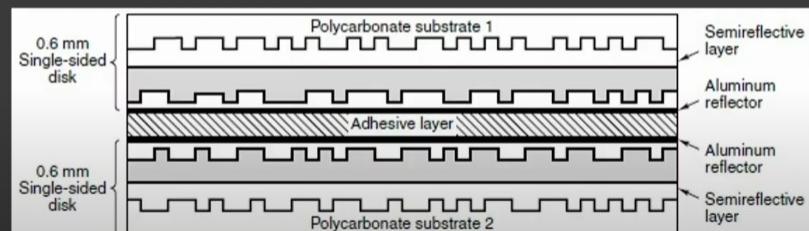
El DVD no viene de la industria de la música, si no del video. En el mismo disco se vario el tamaño del pit (el laser se hizo más preciso) y la espiral se pudo poner más encimada para alojar más información. También aparecieron formatos de dos lados o doble capa:

○ Medios ópticos

- DVD (Digital Versatile Disk)
 - Diseño general igual al de los CDs
 - Pensados para la industria de distribución de video
 - Mejoras con respecto al CD:
 - Pits más pequeños (0,4 μm versus 0,8 μm del CD)
 - Espiral más encimada (0,74 μm entre pistas versus 1,6 μm del CD)
 - Laser color rojo (a 0,65 μm versus 0,78 μm del CD)
 - Capacidad mejorada a 4,7 GB
 - Formatos definidos:
 - Un solo lado, una sola capa (4,7 GB)
 - Un solo lado, dos capas (8,5 GB)
 - Dos lados, una sola capa (9,4 GB)
 - Doble lado, dos capas (17 GB)

○ Medios ópticos

- DVD (Digital Versatile Disk)
 - Formato doble lado, dos capas

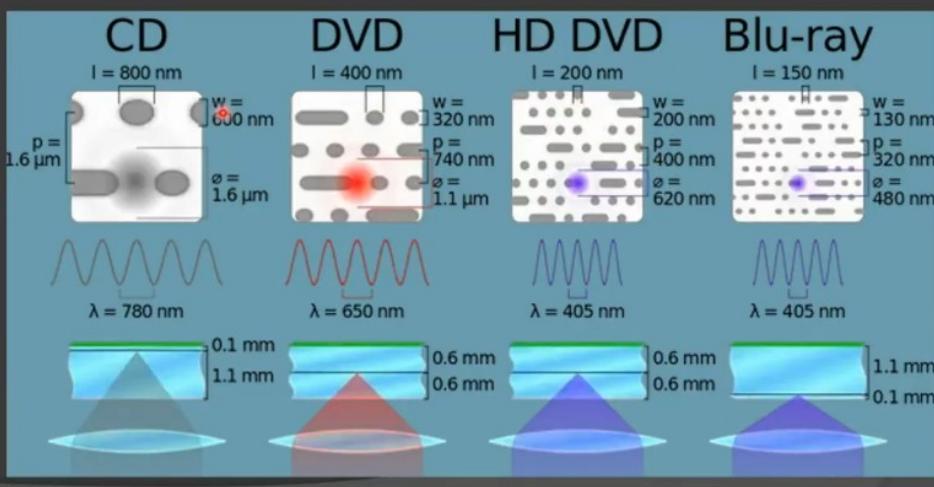


La industria del video de alta definición fue haciendo uso de los láseres cada vez más pequeños, pistas más compactas, bits más pequeños y un aumento en su capacidad:

○ Medios ópticos

- HD (High Definition)
 - Se crearon dos estándares para poder distribuir video de alta definición
 - HD-DVD (High Definition – Digital Versatile Disk)
 - Blue-ray Disc (BD)
 - Blue-ray fue la tecnología que predominó
 - Se basa en un láser azul de 0,405 μm
 - La capacidad es de 25 GB para la versión de una sola capa y 50 GB para la de doble capa
 - BD-R: usa tecnología similar a CD-R para permitir hacer una grabación única
 - BD-RE: usa tecnología similar a CD-RW para poder grabar/borrar varias veces

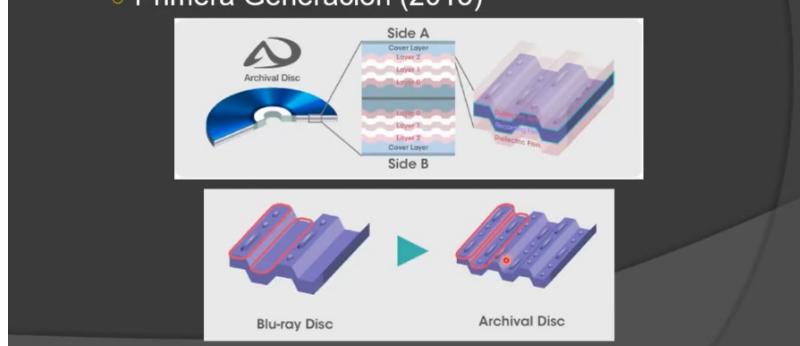
• Comparación CD-DVD-HD DVD-BlueRay



Hoy en día aparecen soluciones de algunos fabricantes como Sony donde explotan más la capacidad de almacenamiento haciendo uso de técnicas para guardar hasta 300GB de capacidad. Estos discos se pueden poner en cartuchos para usarlos todos juntos y tener una capacidad más grande.

Parte de lo que hacen es poner el material en forma de onda para guardar información en el desnivel:

- Sony / Panasonic: Tecnología “Archival Disc”
 - Primera Generación (2015)



la generación fue evolucionando a partir de la cantidad de capas y materiales que se usaban. Luego aparecieron los de segunda y tercera generación con capacidades mayores:

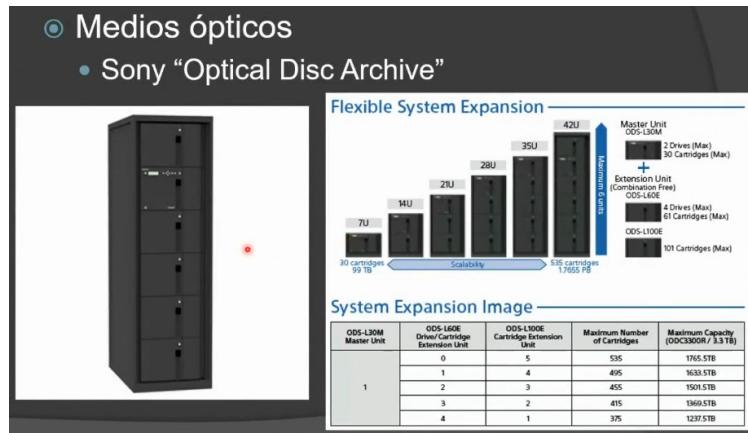
- Sony / Panasonic: Tecnología “Archival Disc”
 - Segunda Generación
 - 500 GB de capacidad
 - Mismas características que la primera generación más:
 - Alta densidad lineal
 - Tecnología de cancelación de interferencias entre símbolos
 - Tercera Generación
 - 1 TB de capacidad
 - Mismas características que la segunda generación más:
 - Tecnología de grabación multinivel

Se puede llegar a tener hasta 3.3 TB por cartucho:

- Sony “Optical Disc Archive”
 - Nuevo sistema de almacenamiento basado en discos ópticos
 - Cartridges con Archival Discs (3.3 TB)



Esto comercialmente se vende a partir de sistemas que puedan contener muchos cartuchos y las capacidades totales aumentan bastante.



Esta tecnología compiten con las memorias de cinta al tener características similares en los costos, capacidades velocidades, etc.

Medios de estado sólido

Los SSD (Solid State Drive). Esta hecho de componentes electrónicos de estado sólido (semiconductores). Se va todo lo mecánico y es por eso que se entienden como los más performativos (arriba de la piramide). Son parecidos a la memoria RAM en como están echo pero estos permiten persistir la información por más que se haya desconectado la corriente eléctrica:

○ SSD (Solid State Drive)

- Definición

“Dispositivo de almacenamiento secundario hecho con componentes electrónicos de estado sólido (semiconductores)”

- Historia

- Basados en RAM (volátiles – energía auxiliar)
 - Texas memory: 16KB (1978)
- Basados en flash (no volátiles)
 - M-Systems (1995)

- Tecnología actual

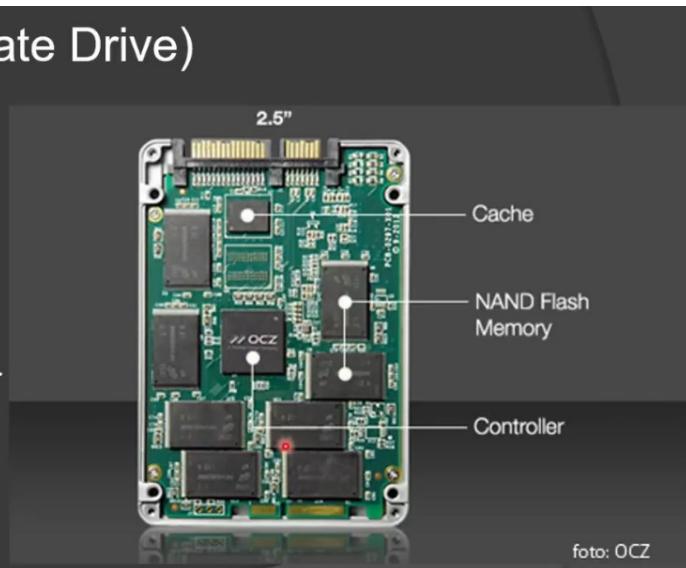
- NAND Flash

Los primeros intentos fueron poner una energía auxiliar para que no haya volatilidad. A partir del año 95' cuando realmente se consigue la no volatilidad. Hoy en día las más usadas son las NAND Flash.

○ SSD (Solid State Drive)

- Arquitectura

- Controlador
- Cache
- Memorias
- NAND flash
- Condensador



○ Disco Magnético vs. SSD



○ SSD (Solid State Drive)

- Comparación con discos magnéticos

- Ventajas

- Arranque más rápido
 - Gran velocidad de lectura y escritura
 - Baja latencia de lectura y escritura
 - Menor consumo de energía
 - Menor producción de calor
 - Sin ruido
 - Mejor MTBF (tiempo medio entre fallas)
 - Mayor seguridad de datos
 - Rendimiento determinístico
 - Menor peso y tamaño
 - Mayor resistencia a golpes, caídas y vibraciones

El arranque es más rápido tal que no depende de ningún elemento mecánico tenga que tomar cierta velocidad. La velocidad de lectura y escritura es instantáneo de forma electrónica, habiendo un camino directo a cada byte. Ya no se dependen de elementos físicos para acceder a un dato. La latencia es bajísima, consume menos energía, produce menos calor, no hay ruido ya que no hay movimientos mecánicos.

Tiene mejor MTBF (tarda más en fallar). Hay mayor seguridad de datos, tal que si yo borro lo que hay en el disco es casi imposible restaurar los datos.

No importa cuantos bytes le pida o que tipo de información, el rendimiento es determinístico, es decir siempre va a tardar lo mismo para traer cierta información debido al camino directo trazado.

Por su concepción tiene menor peso y tamaño y mayor resistencia a golpes, caídas y vibraciones.

● SSD (Solid State Drive)

- Comparación con discos magnéticos

- Ventajas

- Arranque más rápido
 - Gran velocidad de lectura y escritura
 - Baja latencia de lectura y escritura
 - Menor consumo de energía
 - Menor producción de calor
 - Sin ruido
 - Mejor MTBF (tiempo medio entre fallas)
 - Mayor seguridad de datos
 - Rendimiento determinístico
 - Menor peso y tamaño
 - Mayor resistencia a golpes, caídas y vibraciones

Los discos magnéticos siguen en el mercado ya que su costo por unidad de almacenamiento sigue siendo menor, al ser costoso los componentes electrónicos.

● SSD (Solid State Drive)

- Comparación con discos magnéticos

- Desventajas

- Precio (\$/GB)
 - Menos recuperación ante fallos
 - Capacidad
 - Vida útil

El disco magnético sigue pudiendo tener más capacidades que los SSD. La vida útil del disco magnético tiene una durabilidad mucho más prolongada y la recuperación ante fallos es más sencilla.

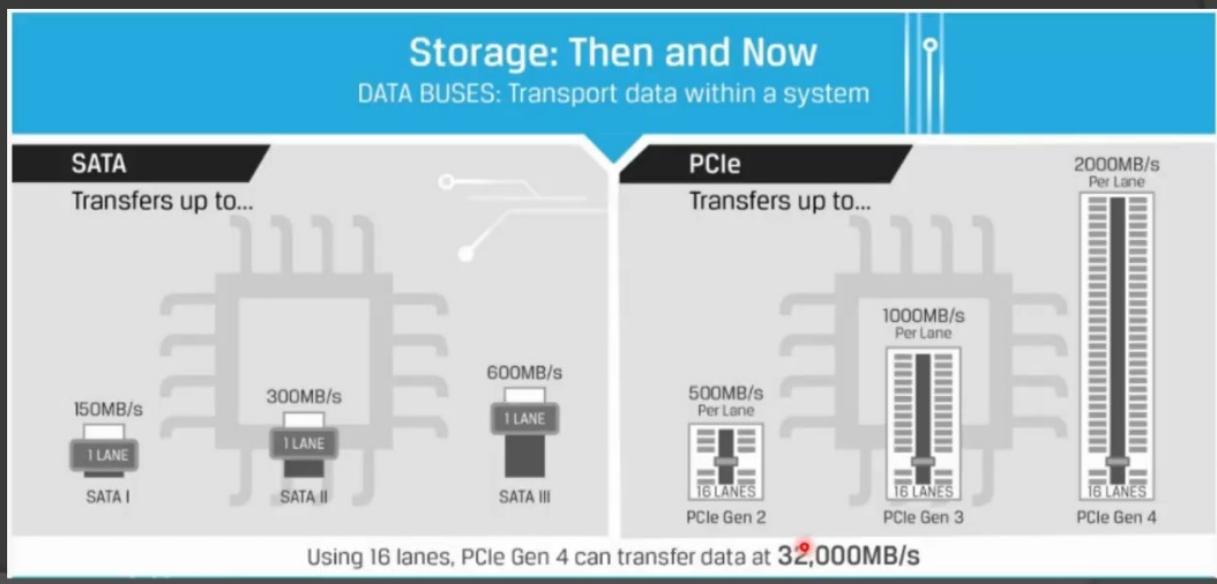
Interfaces externas más comunes

○ Tecnologías SSD

- PCIe / SATA (interface externa)
- AHCI / NVME (interface de comunicación)
- M.2 / 2.5" SATA / mSATA (form factor)

○ Tecnologías SSD

- Interface externa



○ Tecnologías SSD

- Form factor

