

# Arquitectura de computadores I

## Memoria externa

# Tipos de memoria externa

- Disco magnético
  - RAID
  - Removable
- Ópticos
  - CD-ROM
  - CD-Recordable (CD-R)
  - CD-R/W
  - DVD
- Cinta magnética
- Discos duros estado sólido SSD

# Disco magnético

- Plato circular construido con un material no magnético llamado substrato
- El substrato suele ser de aluminio.

Ahora el substrato suele ser de vidrio

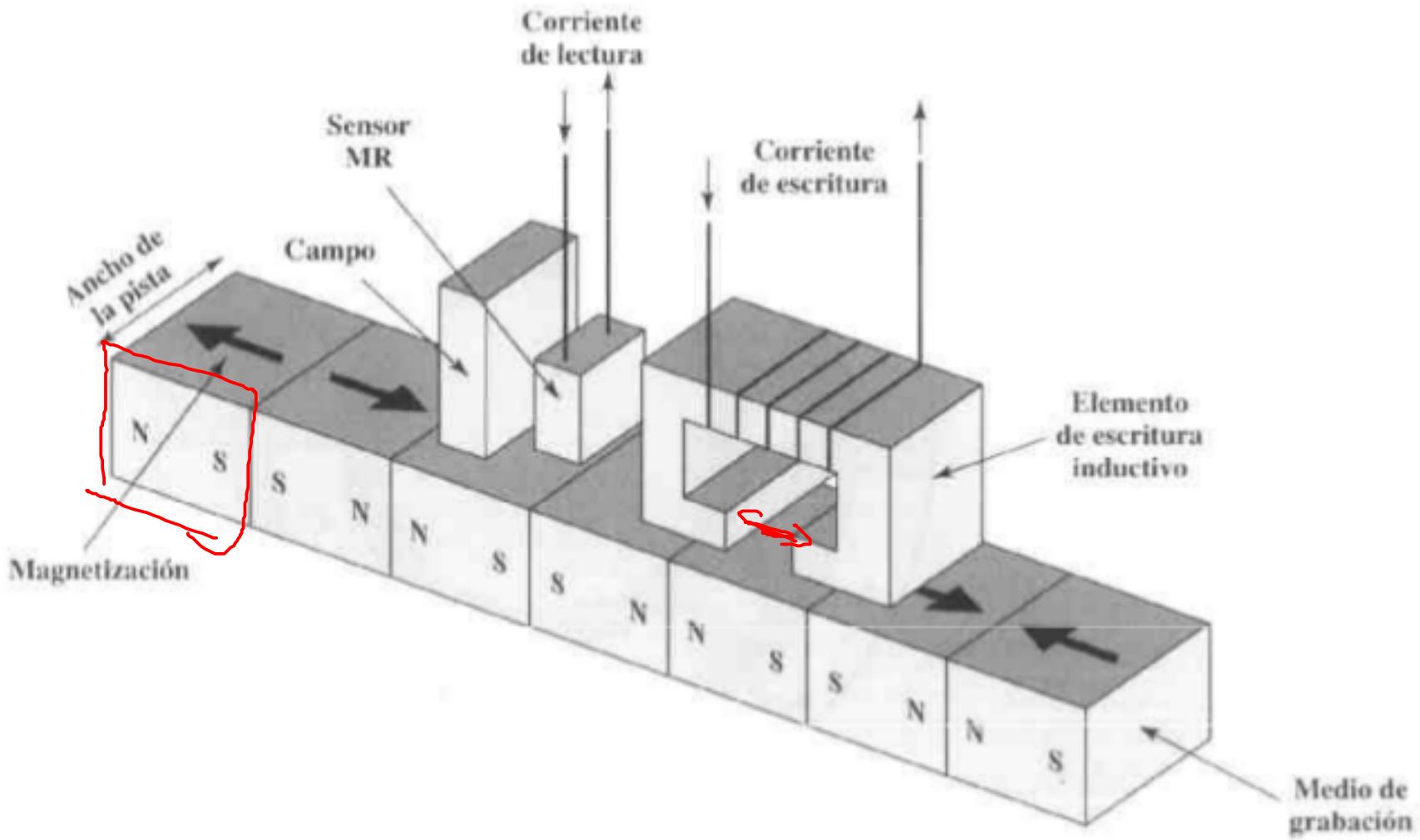
- Mejora uniformidad de la superficie
  - Incrementa fiabilidad
- Reducción en defectos
  - Reduce errores de escritura/lectura
- Mayor capacidad para resistir golpes y daños

# Mecanismos de lectura y escritura

- El grabado y la recuperación se realizan a través de una bobina llamada **cabeza**
- En muchos sistemas hay dos cabezas, una de lectura y otra de escritura
- Durante la lectura/escritura la cabeza está quieta mientras el plato rota
- Mecanismo de escritura
  - Corriente a través de una bobina produce un campo magnético
  - Se envían pulsos a la cabeza
  - Patrones magnéticos grabados en la superficie del disco
- Mecanismo de lectura
  - Campo magnético produce una corriente
  - La estructura de la cabeza es la misma para lectura y escritura
- Lectura (contemporanea)
  - Cabezas separadas de lectura y escritura
  - Sensor magnetico-resistivo
  - Resistencia electrica depende de la dirección del campo magnético
  - Mayor velocidad de operación y almacenamiento



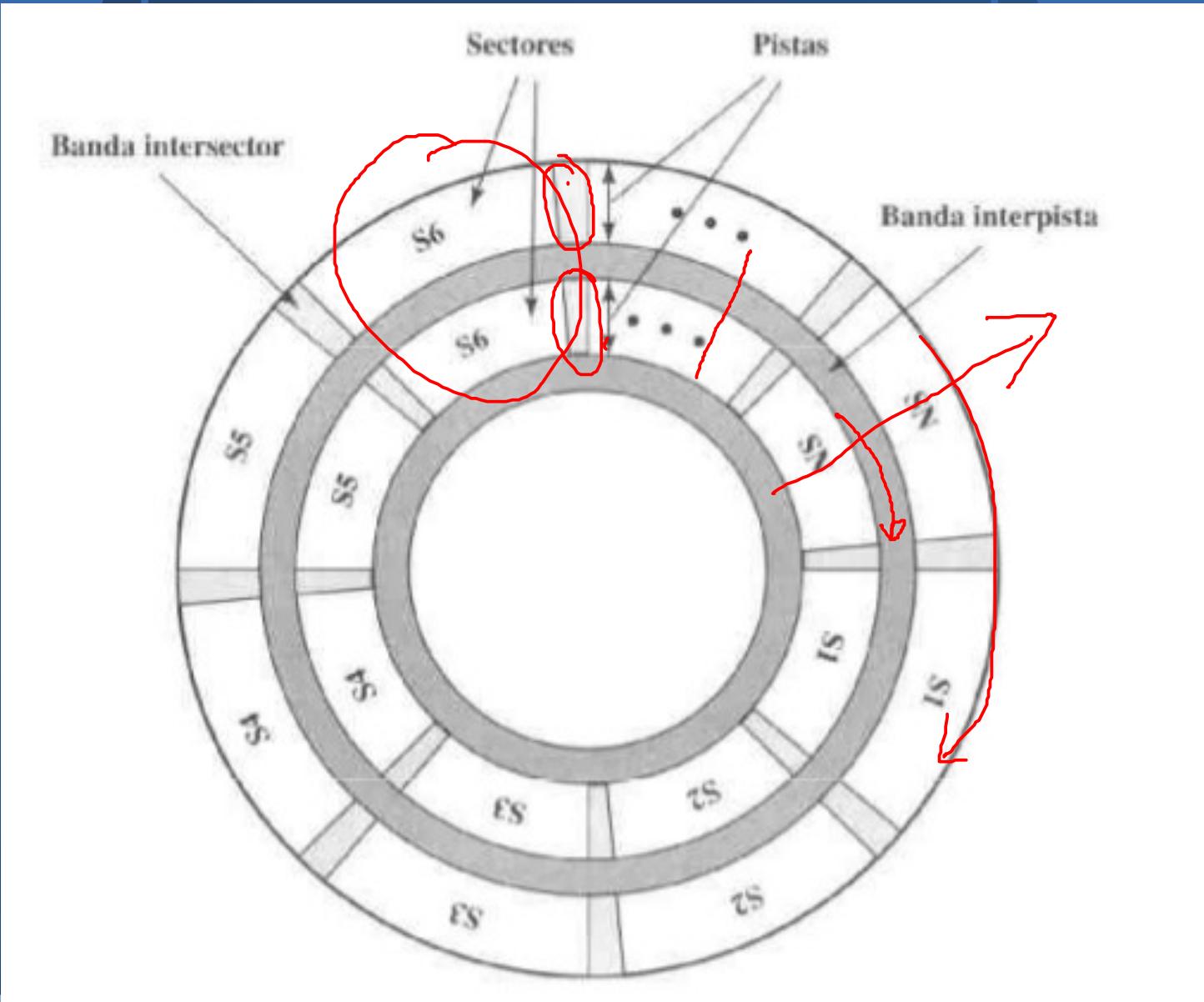
# Lectura y escritura



# Organización de datos y formato

- Anillos concéntricos o pistas
  - Cada pista es del mismo ancho que la cabeza
  - Pistas separadas por bandas vacías
  - Mismo número de bits por pista
- Pistas divididas en sectores
- Mayoría de sistemas tienen 512bytes por sector
- Sectores se separan entre sí con sectores vacíos

# Organización datos en el disco



# Velocidad en el disco

- Un bit cercano al centro rota más despacio que un bit más cerca al borde exterior del disco
- Para compensar este diferencia se incrementa el espacio entre diferentes pistas



## 1) Rotación a velocidad angular constante (CAV)

- El disco se divide en sectores en forma de trozo de tarta
- Los sectores y pistas son direcciónables
- La densidad dada en bits/pulgada aumenta que se mueve del exterior al centro

5400 rpm

7200 rpm

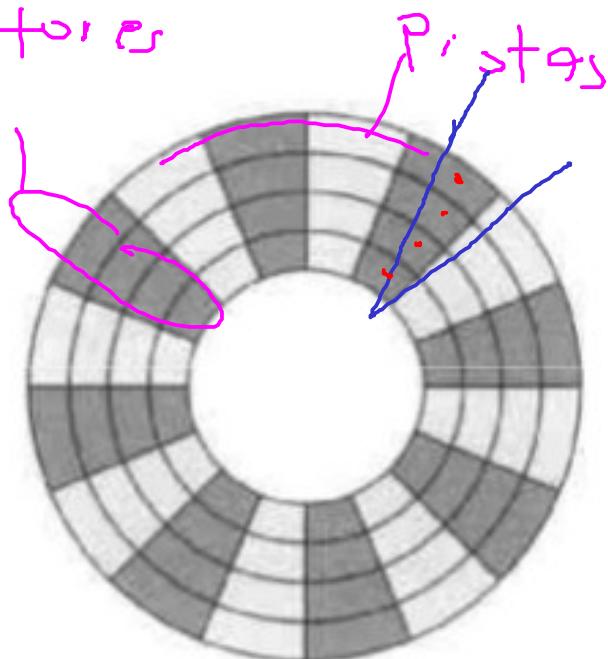
## 2) Grabación en multiples zonas

- Cada zona tiene un número dado de bits
- Las zonas más lejanas tienen más bits que las cercanas al centro
- Circuitería más compleja

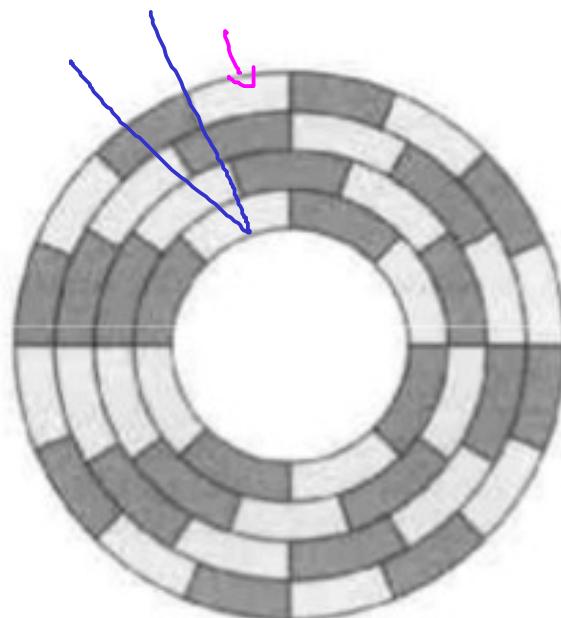


# Métodos de organización de disco

Sectores



(a) Velocidad angular constante



(b) Grabación en varias zonas

Ventaja: Es más sencillo de direccionar  
Desventaja: Menor capacidad, es que yo podríía almacenar más en las zonas externas

Ventajas: Mayor capacidad y mayor aprovechamiento del espacio  
Desventaja: Mayor complejidad de direccionamiento

# Encontrando sectores

- Debe ser capaz de identificar donde inicia y termina un sector
- Formato de disco
  - Información adicional no disponible para el usuario
  - Marca pistas y sectores
  - Existen formatos de bajo nivel y alto nivel

# Formato de disco

- Formato de bajo nivel
  - Máximo 4 particiones primarias
  - Una de las particiones primarias es extendida
  - Las particiones extendidas permiten particiones lógicas
- Formato de alto nivel
  - Como se asignan los archivos en los sectores
  - Windows: FAT, NTFS y EFS
  - Linux: EXT, JFS, Raiser y SWAP
  - Mac: HFS

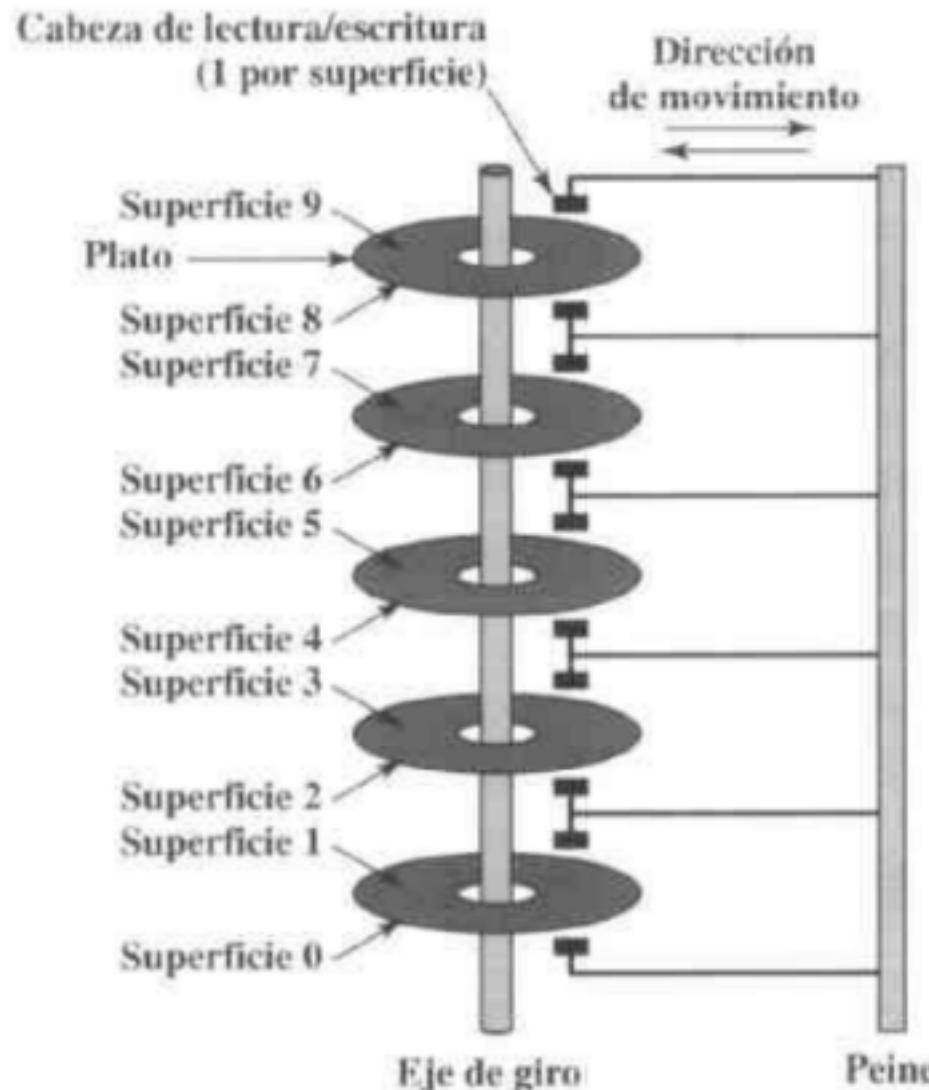
# Discos removibles

- Disco removable
  - Puede ser removido y reemplazado por otro disco
  - Provee capacidad de almacenamiento ilimitado
  - Fácil transferencia de datos entre sistemas
- Discos no removibles
  - Montado permanentemente

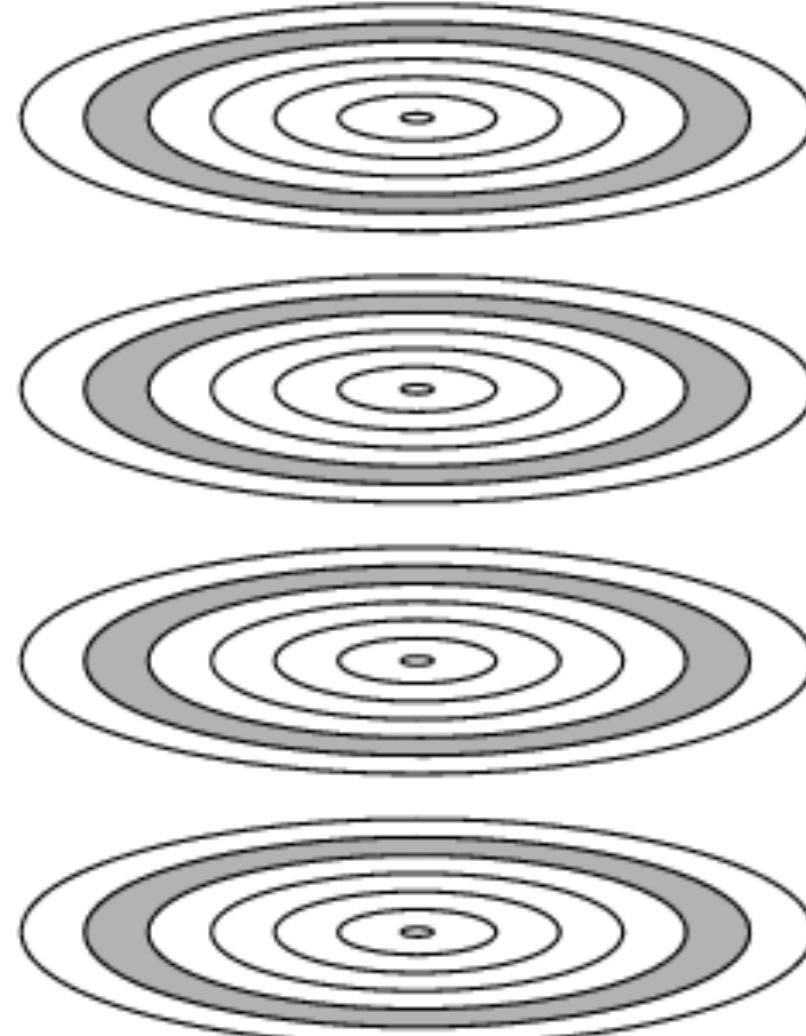
# Multiples platos

- Una cabeza por lado
- Las cabezas están juntas y alineadas
- Los sectores están alineados en cada plato
- Datos son localizados por el movimiento del cilindro
  - Reduce el movimiento de la cabeza
  - Incrementa la velocidad de transferencia

# Multiples platos



# Pistas y cilindros



# Disquette

- 8", 5.25", 3.5"
- Poca capacidad
  - 1.44Mbyte (2.88M nunca fue popular)
- Lento
- Universal
- ¿Obsoleto?

<https://en.wikipedia.org/wiki/SuperDisk>

# Velocidad de los discos

- Tiempo de búsqueda
  - Mover la cabeza a la pista correcta
- Latencia rotacional
  - Es el tiempo que se tarda en localizar los datos una vez la cabeza esté en el sector, suele ser de 4ms
- Tiempo de acceso: Búsqueda + Latencia
- Tiempo de transferencia

$$T = \frac{b}{rN}$$

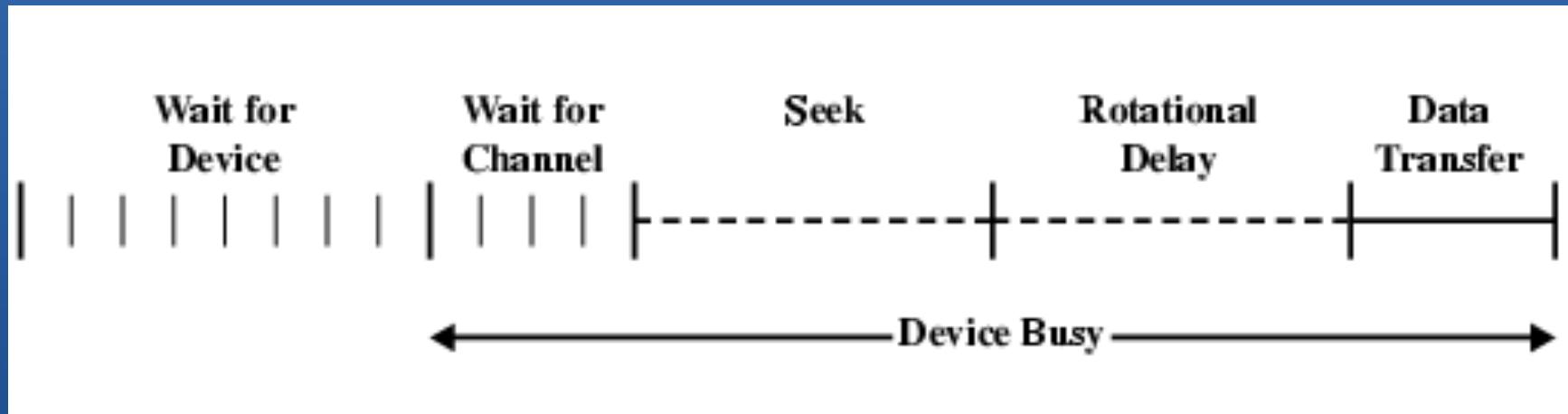
T = Tiempo

b = Número de bytes a transferir

N = Número de bytes en una pista

r = Velocidad en una pista

# Tiempo de transferencia de discos



# RAID

- Es un arreglo de discos independientes redundantes
- 6 niveles
- Conjunto de discos físicos vistos como un sólo disco por el sistema operativo
- Los datos están distribuidos a lo largo de los discos físicos
- Puede usarse la capacidad redundante para almacenar información de forma segura

# RAID 0

- No hay redundancia
- Datos distribuidos a través de todos los discos
- Mayor capacidad de discos
- Incrementa velocidad
  - Requerimientos de datos probablemente no están en el mismo disco
  - Discos se leen en paralelo
  - Un conjunto de datos es preferiblemente almacenado en multiples discos

# RAID 1

- Discos espejos
- Datos son almacenados a través de los discos
- 2 copias de cada dato
- Lectura desde cualquier disco
- Escritura en ambos
- Recuperación de información es sencilla
- Costoso

# RAID 2

- Discos están sincronizados
- Corrección de errores a través del calculo de los bits correspondientes en los discos
- Se utiliza corrección de error de Hamming utilizando discos de paridad
- Excesivamente redundante
  - Costoso
  - No usado

# RAID 3

- Similar a RAID 2
- Sólo un disco es redundante
- Un sólo bit de paridad para cada conjunto de bits
- Datos en discos fallidos pueden ser recuperados desde la información de paridad
- Alta transferencia de datos

# RAID 4

- Cada disco opera independientemente
- Buena para discos de intensa escritura y lectura
- El bit de paridad es calculado a través de los datos en cada disco
- Los bits de paridad son almacenados en el disco de paridad

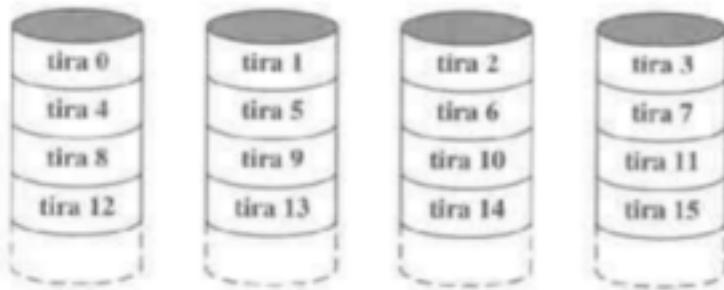
# RAID 5

- Como RAID 4
- La paridad es almacenada a través de todos los discos
- Se utilizan técnicas de localización para la paridad
- La información de paridad se encuentra distribuida en todos los discos a diferencia de RAID 4
- Utilizado en los servidores de red

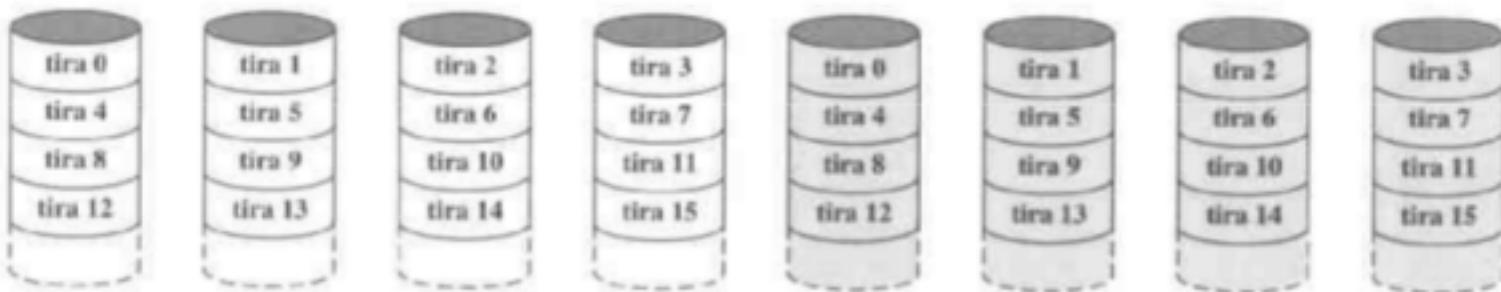
# RAID 6

- Dos calculos de paridad
- La paridad es almacenada en bloques separados en diferentes discos
- Si se requieren N discos se deben instalar  $N+2$
- Alta confiabilidad
  - Se necesita que fallen al menos 3 discos
  - Reducción en la velocidad de escritura

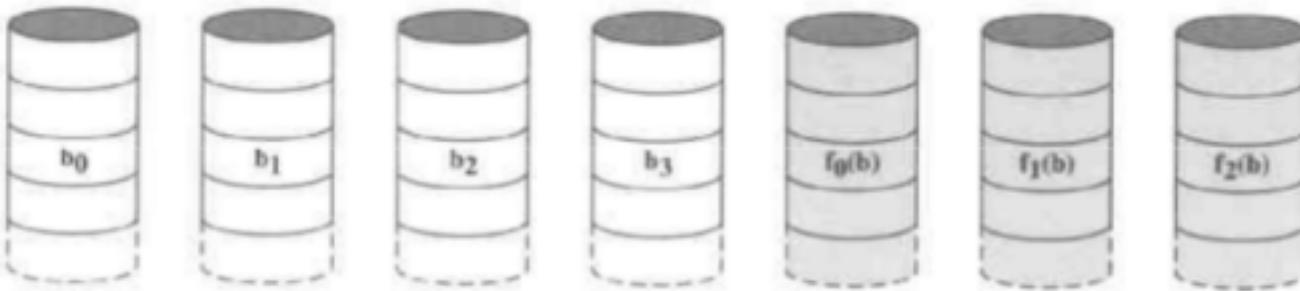
# RAID 0, 1, 2



(a) RAID 0 (no redundante)

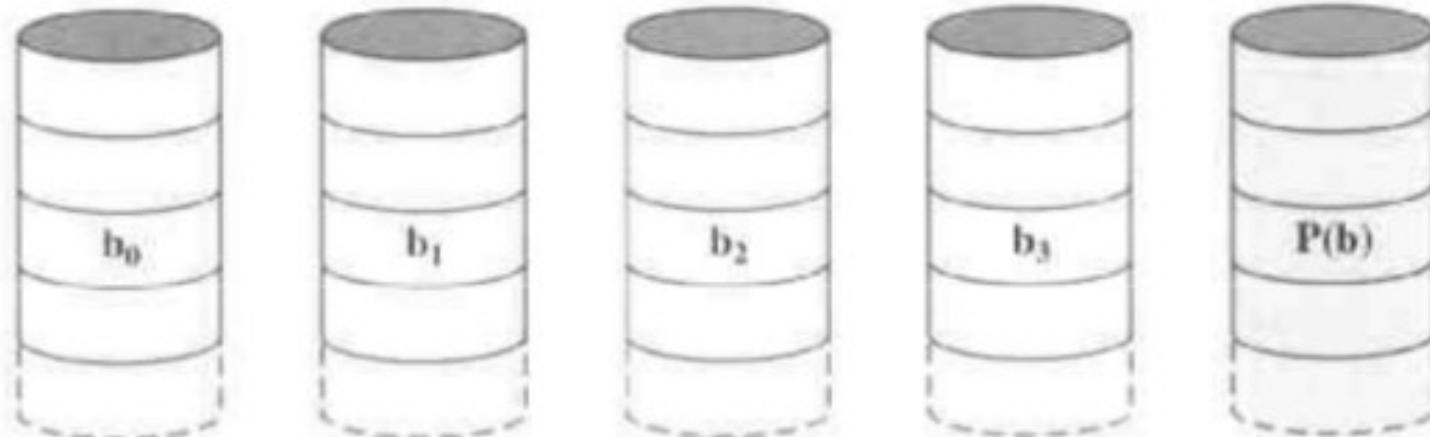


(b) RAID 1 (reflejado)

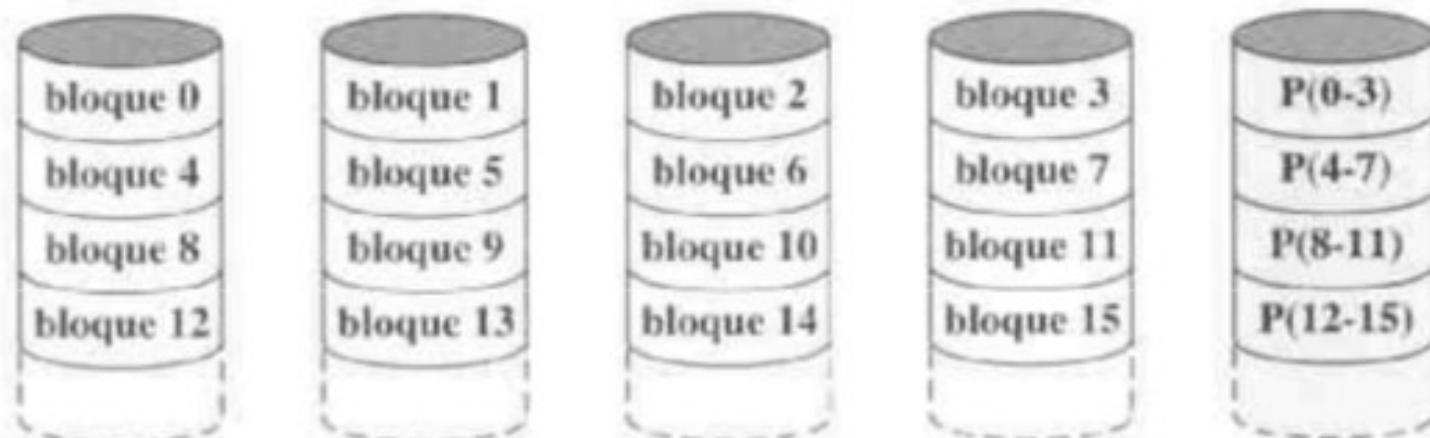


(c) RAID 2 (redundancia con código Hamming)

# RAID 3 & 4

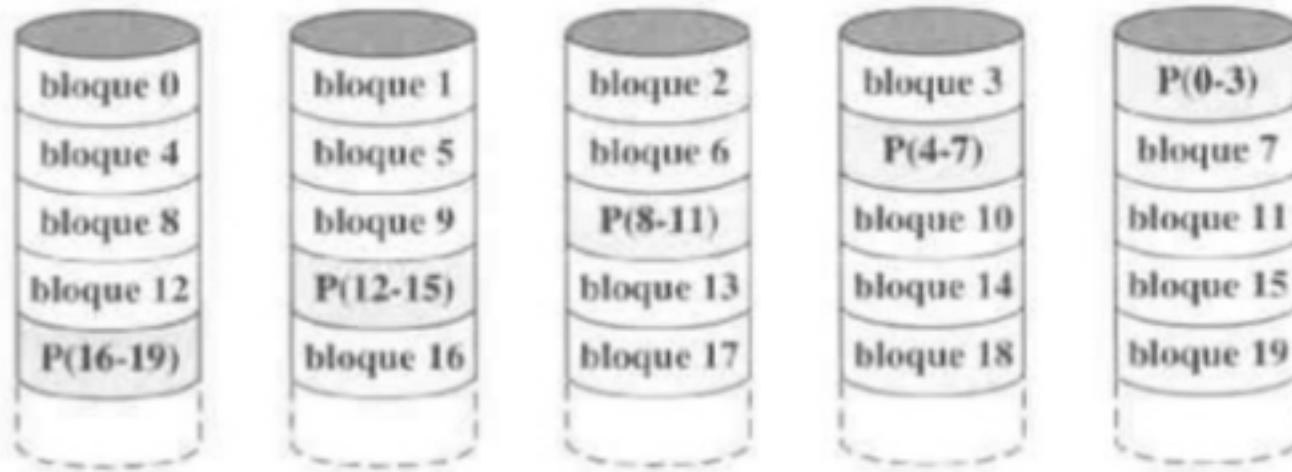


(a) RAID 3 (bit de paridad intercalada)

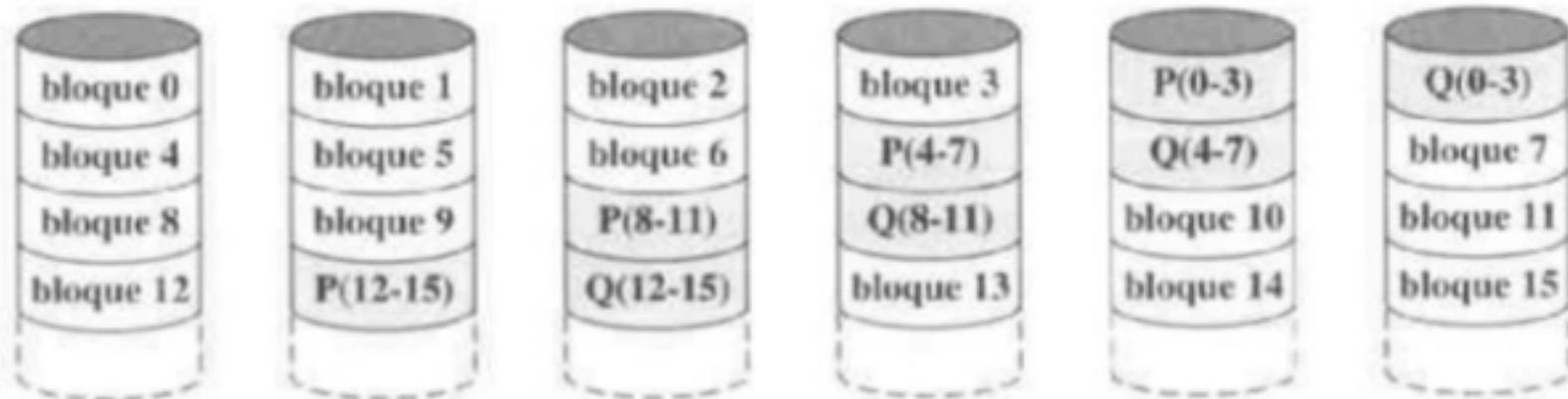


(b) RAID 4 (paridad en bloques)

# RAID 5 & 6

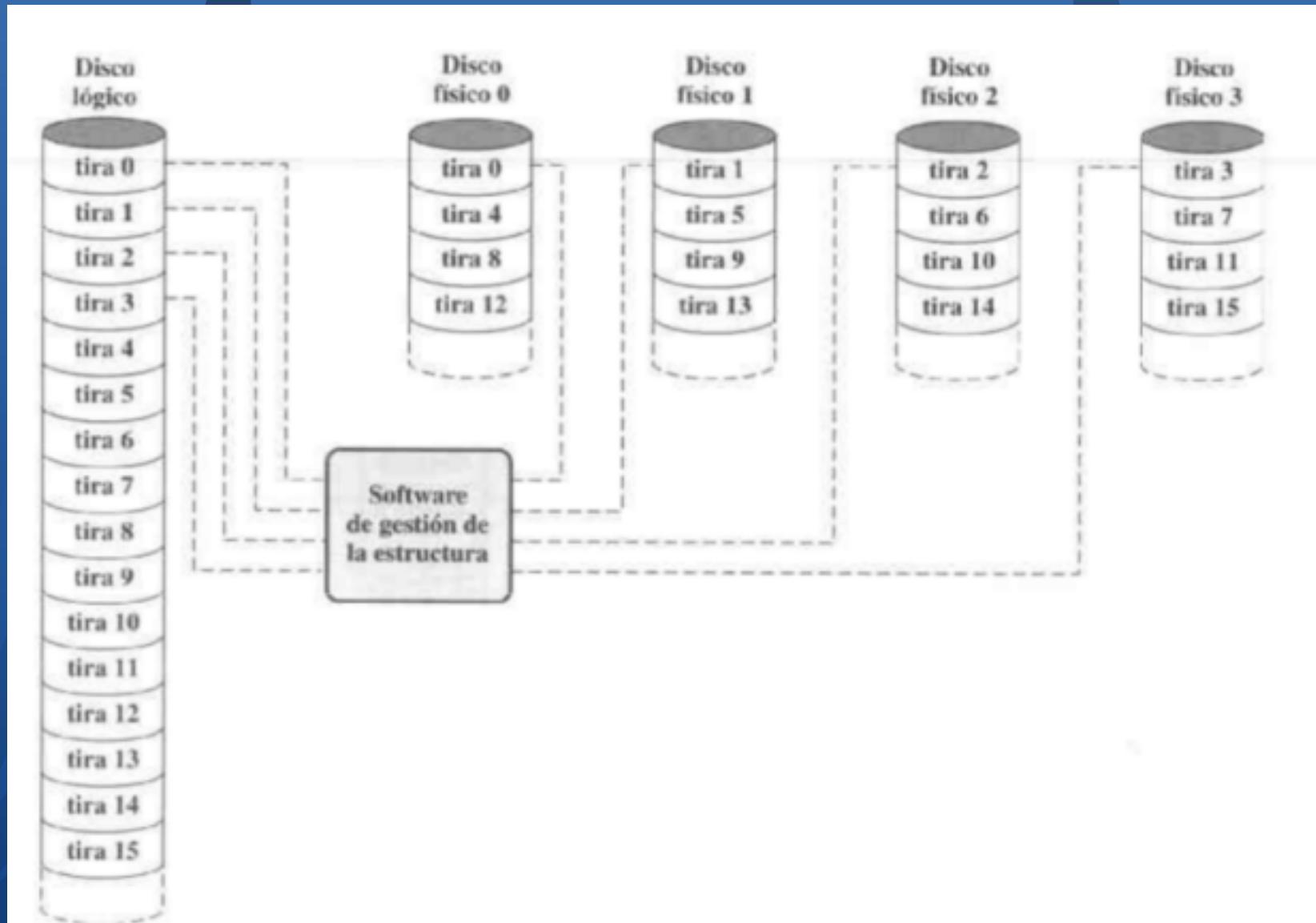


(c) RAID 5 (paridad distribuida a nivel de bloque)



(d) RAID 6 (redundancia doble)

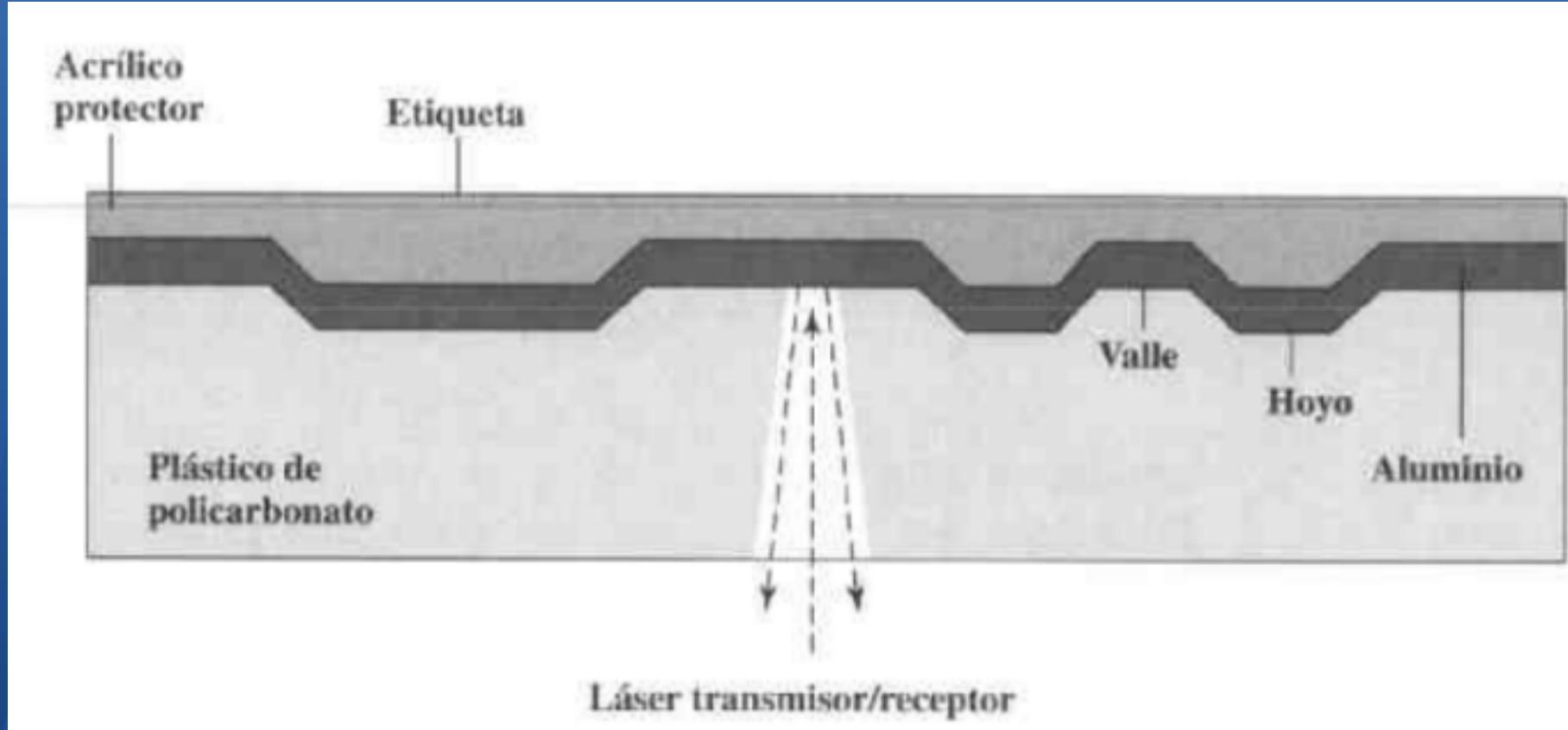
# Mapeo de datos para RAID 0



# Almacenamiento óptico CD-ROM

- Originalmente para audio
- 650Mbytes o 70 minutes de audio
- Policarbonato con un metal altamente reflectivo, principalmente aluminio
- Datos almacenados como hoyos
- Lectura por un laser reflectivo
- Densidad constante de almacenamiento
- Velocidad constante lineal

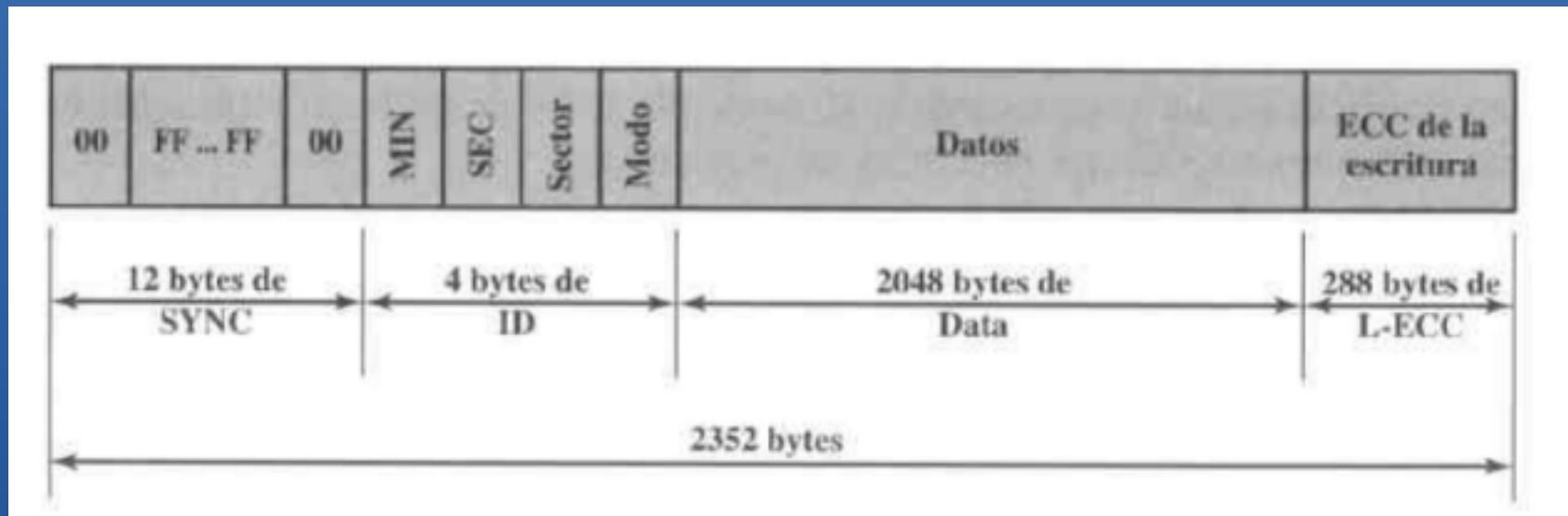
# Operación del CD



# Velocidad de CD-ROM

- Audio es de velocidad única
  - Velocidad constante
  - $1.2 \text{ ms}^{-1}$
  - Pista tiene un largo de 5.27km
  - Toma 4391 segundos = 73.2 minutos
- Otras velocidad son tomadas como múltiples
- Ejemplo 24x

# Formato CD-ROM



- Modo 0=Campo de datos vacío
- Modo 1=2048 byte + corrección errores
- Modo 2=2336 byte de datos

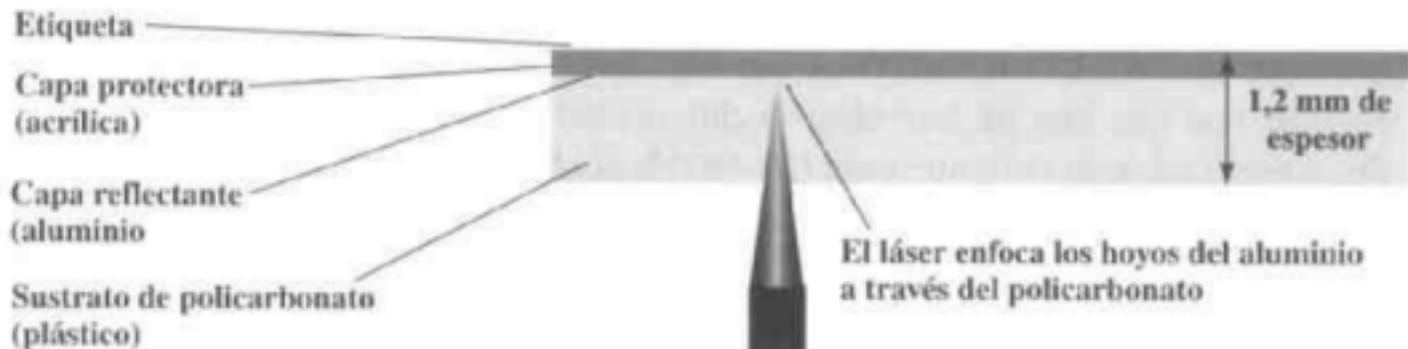
# Otros almacenamientos ópticos

- CD-graable (CD-R)
  - Una escritura
  - Varias lecturas
- CD-RW
  - Borrable
  - Puede borrarse entre 500000 y 1 millón de veces
  - Cambio de fase
    - El material tiene dos diferentes estados de reflectividad

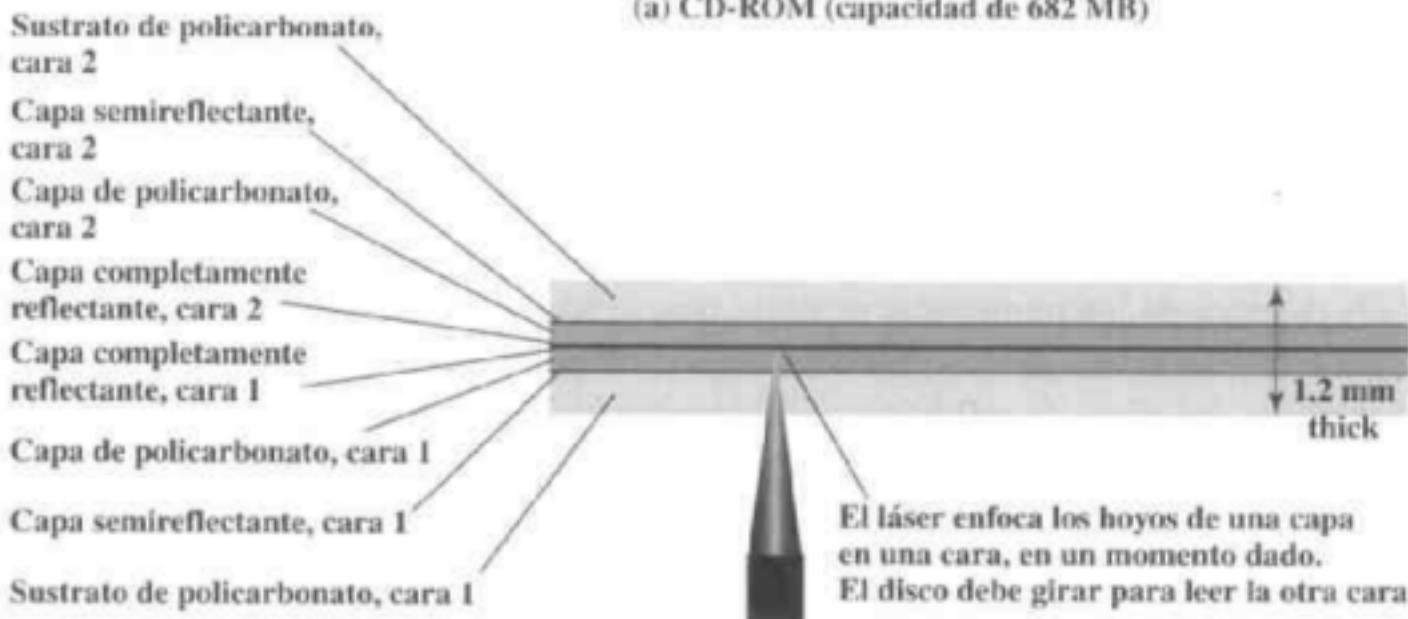
# Tecnología DVD

- Multicapa
- Alta capacidad (4.7G por capa)
- Finalmente estandarizado
- Solía codificarse la grabación por areas

# CD y DVD

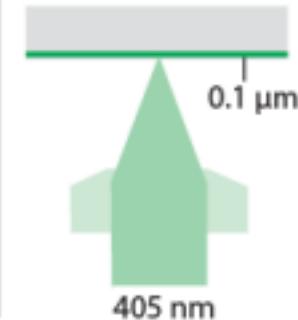
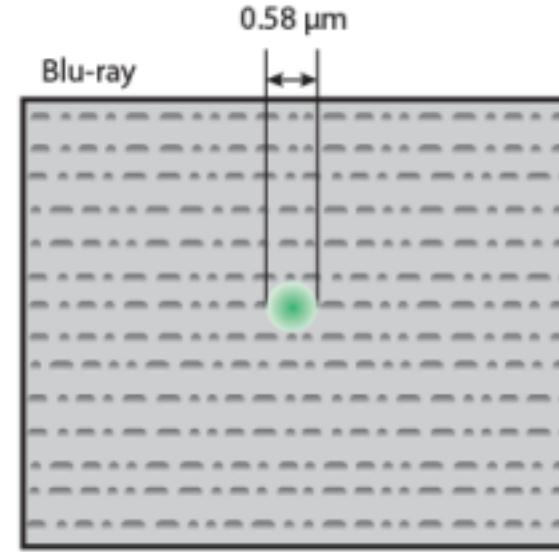
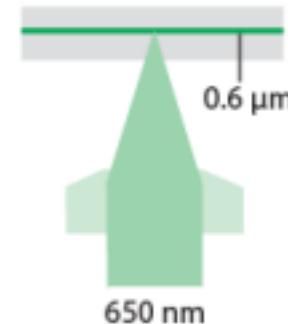
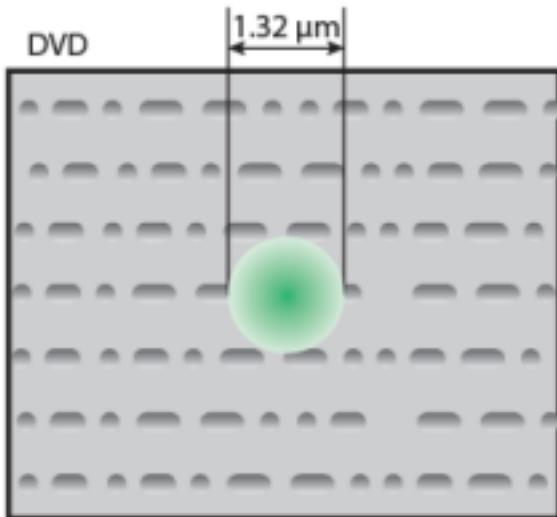
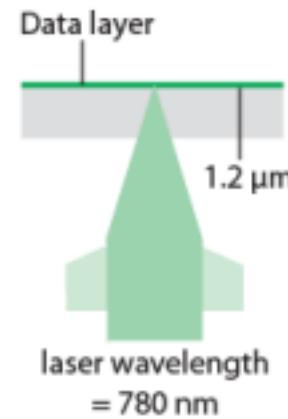
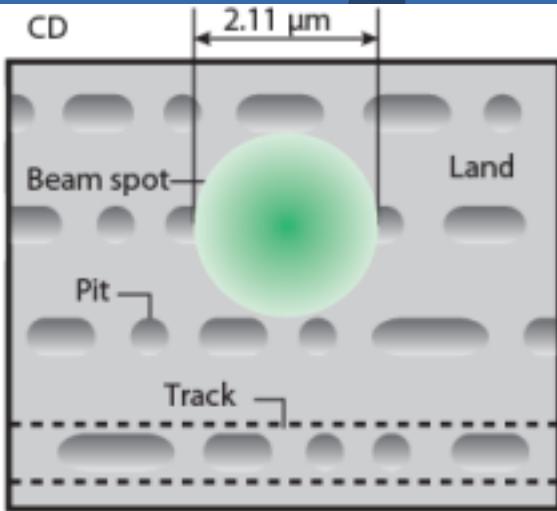


(a) CD-ROM (capacidad de 682 MB)



(b) DVD-ROM, doble superficie-doble cara (capacidad 17 GB)

# Características de memoria óptica



# Cinta magnética

- Acceso serial
- Lenta
- Muy confiable
- Enfocada a copias de seguridad

# Discos estado sólido

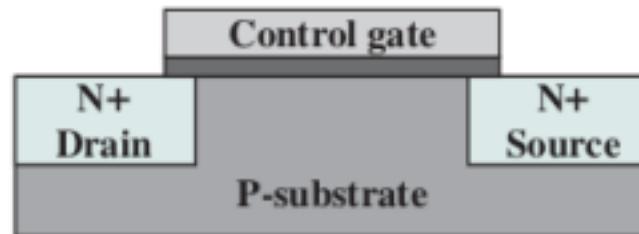
- Son un reemplazo de los discos duros HDD
- Tienen componentes en estado sólido
- Están compuestos por los mismos componentes que las memorias Flash

# Discos estado sólido

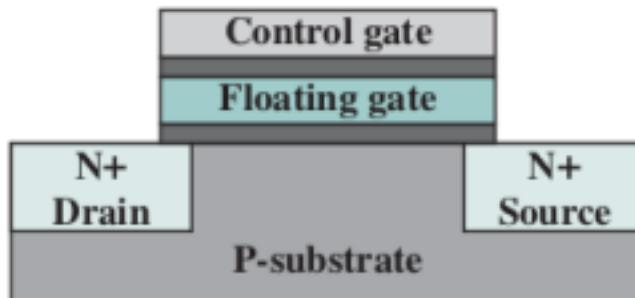
Las memorias Flash trabajan con una capa de oxido

- Para almacenar información se aplica un gran voltaje a través de la capa de oxido.
- Los electrones quedan atrapados entre la capa de óxido y la estructura de la celda. Generando una capa flotante, que puede tener carga
- Si no hay carga almacenada en la capa flotante se considera como 1, en otro caso como 0

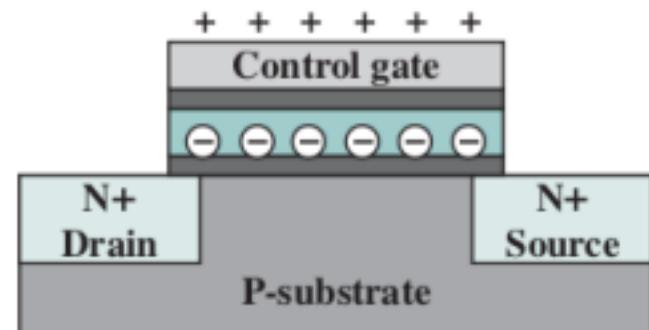
# Discos estado sólido



(a) Transistor structure



(b) Flash memory cell in one state



(c) Flash memory cell in zero state

# Discos estado sólido

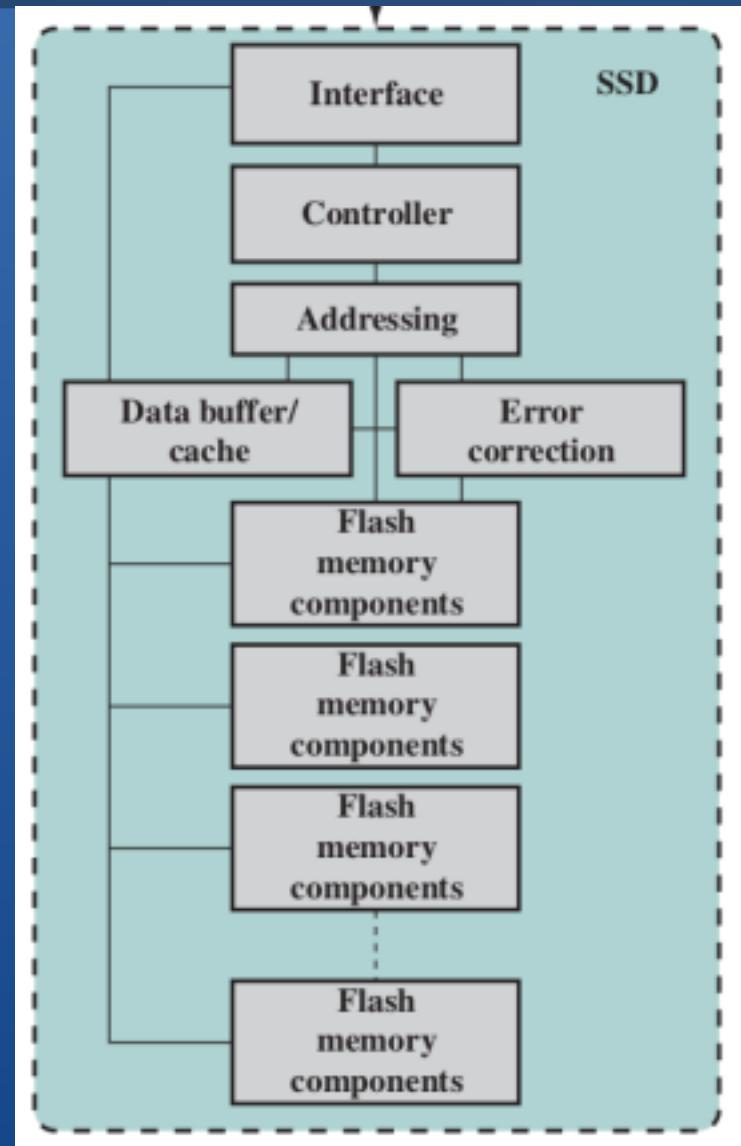
## Ventajas

- Son más rápidos que los HDD
- Son menos susceptibles frente a golpes o vibraciones
- Consumen menos energía
- Presentan menor latencia

# Discos estado sólido

	<b>NAND Flash Drives</b>	<b>Disk Drives</b>
I/O per second (sustained)	Read: 45,000 Write: 15,000	300
Throughput (MB/s)	Read: 200+ Write: 100+	up to 80
Random access time (ms)	0.1	4–10
Storage capacity	up to 256 GB	up to 4 TB

# Discos estado sólido



# Discos estado sólido

## Desventajas

- Si se dejan de utilizar mucho tiempo, se pierde información
- Suele garantizarse alrededor de 100 semanas de almacenamiento sin alimentación
- Van perdiendo velocidad a medida del paso de los años

# ¿Preguntas?

- Próxima clase
  - Dispositivos de entrada y salida