



Periféricos



Periféricos

⌘ Dispositivos de entrada

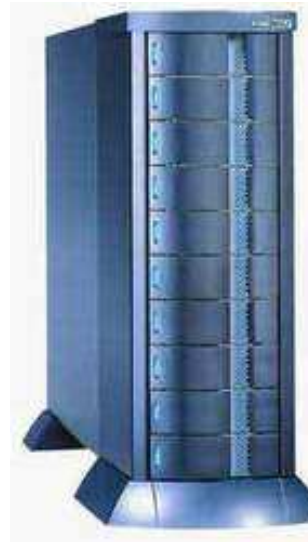
- ☑ Teclado
- ☑ Ratón
- ☑ Tableta digitalizadora
- ☑ Escáner
- ☑ Otros

⌘ Dispositivos de salida

- ☑ Monitores
- ☑ Tarjetas gráficas
- ☑ Impresoras y *plotters*

⌘ Dispositivos de almacenamiento masivo y sistemas RAID

- ☑ Dispositivos magnéticos
- ☑ Dispositivos ópticos
- ☑ Sistemas RAID





Bibliografía

⌘ Libros

- ⊞ Organización y Arquitectura de Computadores, W. Stallings
- ⊞ Introducción a la Informática, A. Prieto et al.
- ⊞ Estructura de Computadores y Periféricos, R.J. Martínez et al.
- ⊞ Upgrading and Repairing PCs, S. Mueller
- ⊞ Hardware y Componentes, P.A. López
- ⊞ Computer Peripherals, B.M. Cook et al.

⌘ Revistas

- ⊞ Byte
- ⊞ PC Actual
- ⊞ PC World
- ⊞ PC Plus

⌘ Páginas web

- ⊞ <http://atc.ugr.es/~acanas/arquitectura.html>
- ⊞ <http://www.conozcasuhardware.com/>

Dispositivos de entrada





Teclado

Hoy en día, el modo más habitual de introducir datos en el computador



AT extendido: 102 teclas (IBM, 1987)

Windows 95/98: 105 teclas

Normalmente se distinguen estas partes

1. **Teclado principal [QWERTY]**
2. **Teclas de desplazamiento del cursor**
3. **Teclado numérico**
4. **Teclado de funciones**
5. **Teclado de funciones locales**



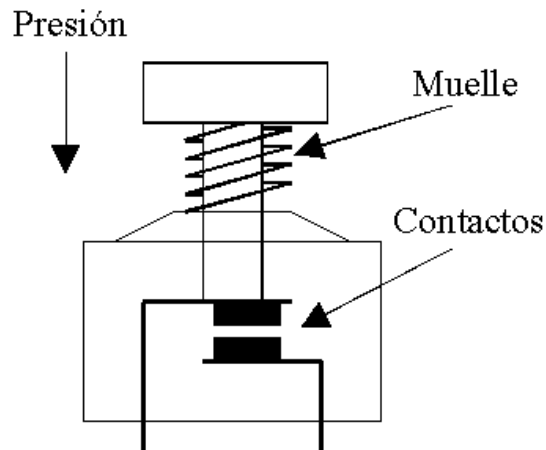
Tipos de teclados I

⌘ De contacto

☑ Mecánicos

2 contactos mecánicos

pulsar/soltar → contactos tocan/separan
duraderos, "duros" al tacto
problemas de rebotes

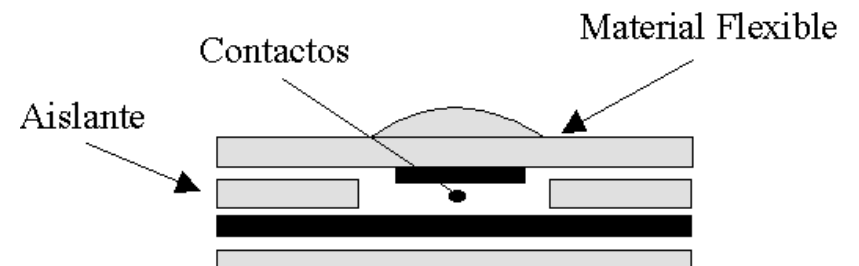


☑ De membrana

3 capas en todo el teclado

capa media → "agujeros" por cada tecla
contactos capa media/inferior
gran aislamiento →

utilización: condiciones extremas





Tipos de teclados II

⌘ No basados en contacto

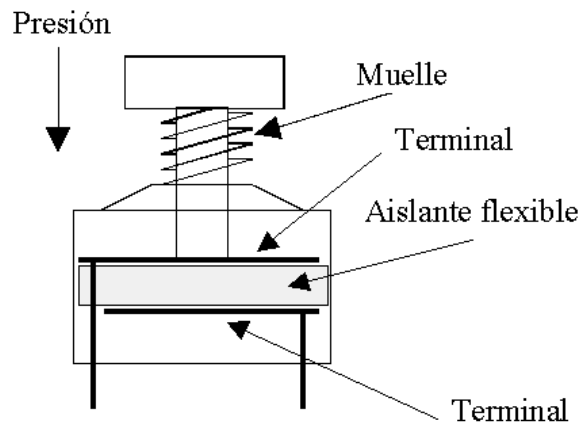
☑ Capacitivos

2 placas de condensador

pulsar → disminuye la distancia entre terminales
aumenta la capacidad → detecta tecla

duraderos, coste más elevado

calidad elevada (no contactos mecánicos)



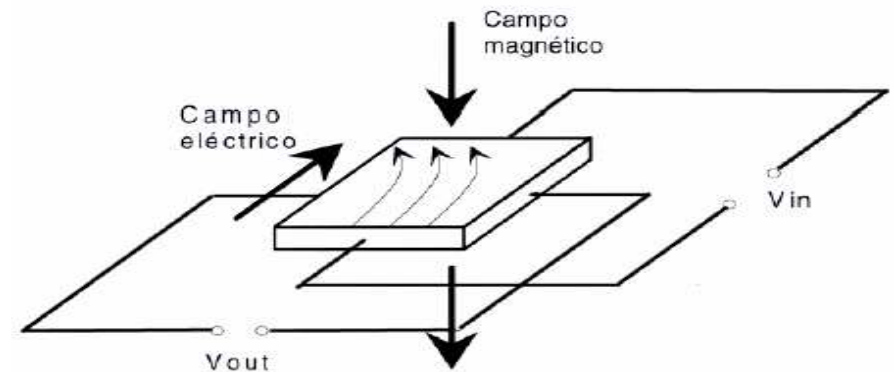
☑ De efecto *Hall*

material semiconductor

campo magnético

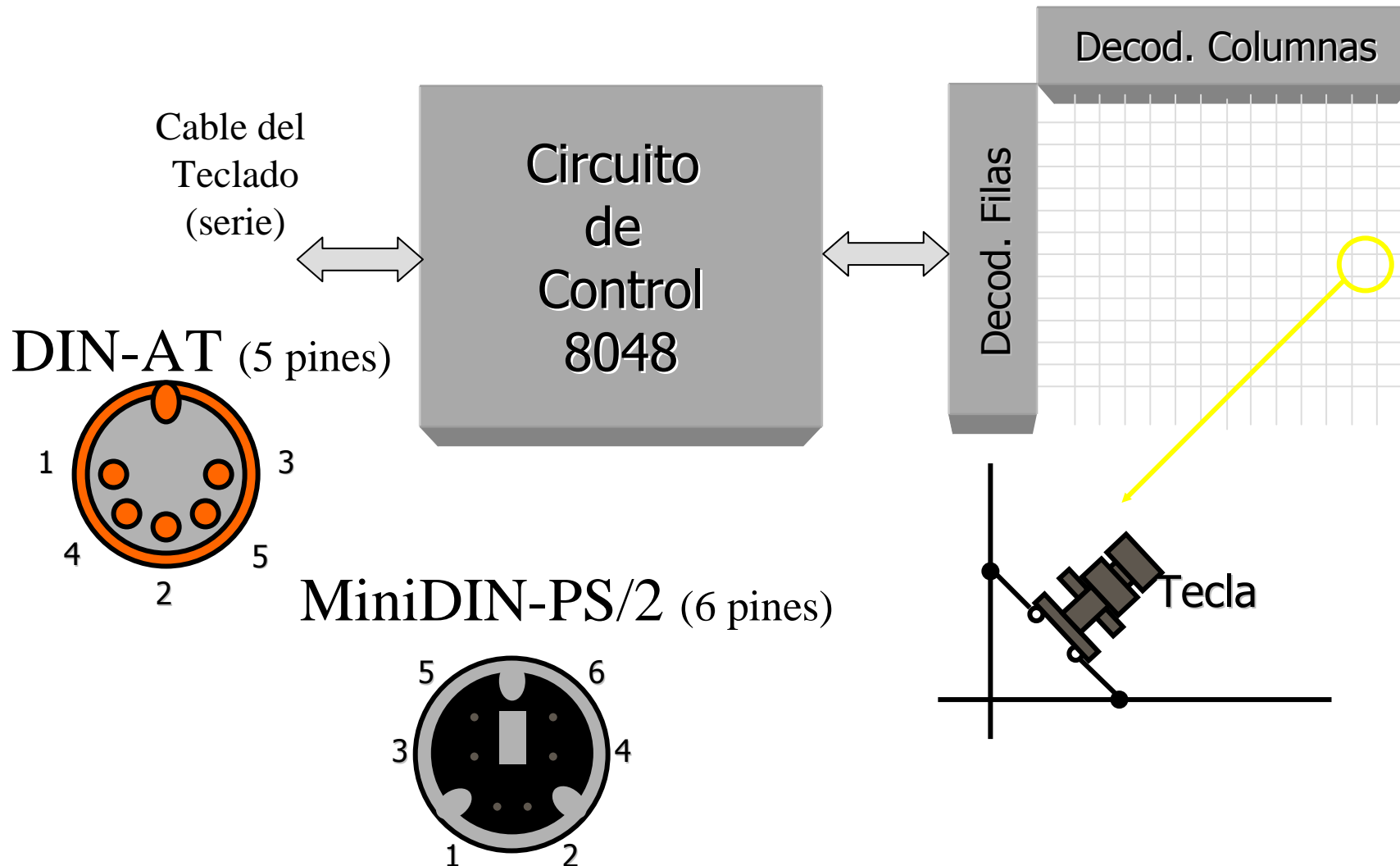
pulsar → variación del flujo magnético
cambio tensión → detecta tecla

caro, profesional, duradero





Teclado ↔ CPU





Ratón



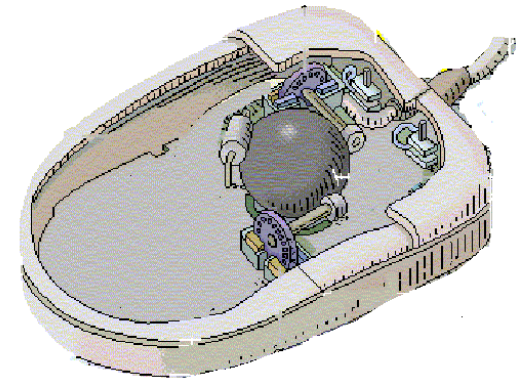
- ⌘ Sirve para escoger coordenadas de pantalla (x,y)
- ⌘ Los hay de uno, dos o tres botones
- ⌘ La comunicación se realiza a través de eventos del estilo
 - ☒ botón n pulsado
 - ☒ botón n soltado
 - ☒ el ratón se mueve (x,y) unidades
- ⌘ Primer ratón: Xerox, 1973 [ratón → 1968]



Ratón: clasificación I

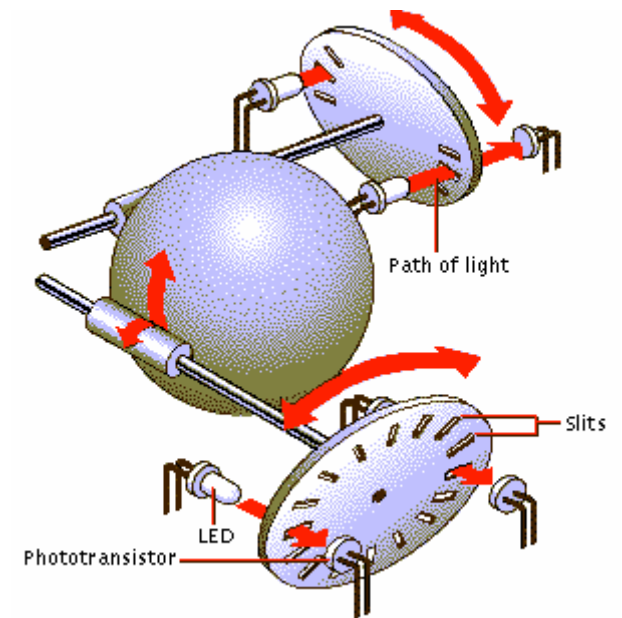
⌘ Mecánicos

- ☑ Bola y dos sensores perpendiculares (X,Y)
- ☑ Actualmente, en desuso



⌘ Opto-mecánicos

- ☑ Bola y dos ruedas dentadas perpendiculares (X,Y)
- ☑ Rueda → diodo emisor luz / fotodetector
- ☑ Impulsos que recibe el detector → contador
- ☑ Contadores X,Y → sentido movimiento, distancia....



- ☑ Problema: suciedad rodillos



Ratón: clasificación II



⌘ Ópticos [Agilent Technologies, 1999]

- ☑ No utilizan bola para detectar el movimiento
- ☑ Emisor de luz y un receptor de la luz reflejada
- ☑ Superficie especial: retícula con líneas negras y azules
- ☑ La intensidad de la luz reflejada varía al pasar el fotodetector por encima de las líneas → movimiento
- ☑ Actualmente: cámara + procesador digital de señal (DSP)



Ratón: clasificación III

- ⌘ Sin cables
- ⌘ *Trackball* (opto-mecánico)





Ratón: clasificación IV

⌘ EN PORTÁTILES

⌘ *Track-point*

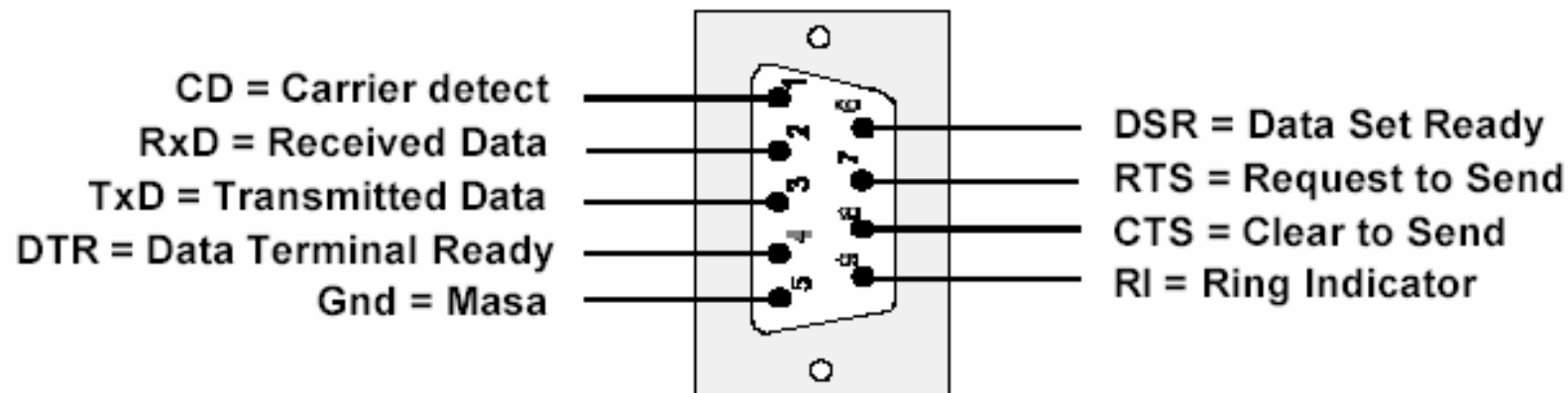
⌘ *Touch Pad [Glidepoint]*



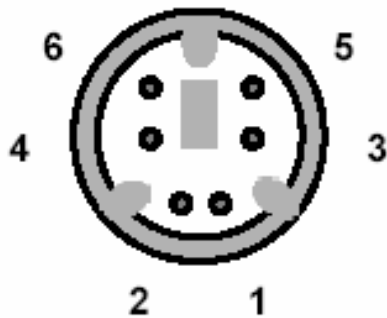


Ratón ↔ CPU

Conector serie DB-9 (9 pines)



Conector serie MiniDIN - PS/2 (6 pines)



Tres bytes serie:

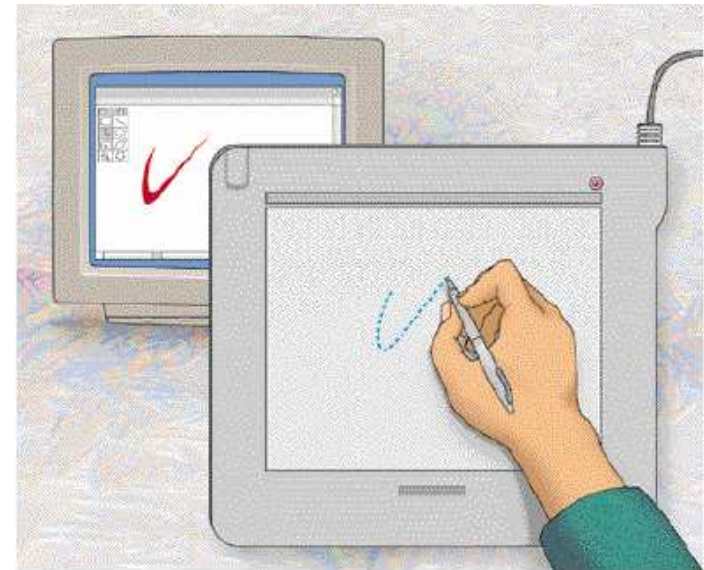
1° → estado botones, sentido mov.

2°/3° → #pulsos X + #pulsos Y



Tabletas digitalizadoras I

- ⌘ Sirve para introducir en el computador cualquier gráfico (CAD)
 - ☑ Tabla: se dibuja en ella
 - ☑ Puntero: puede tener distintas formas (lápiz, cursor con lupa...) y se utiliza para dibujar sobre la tabla
 - ☑ Circuito electrónico: para controlar el funcionamiento





Tabletas digitalizadoras II

⌘ Puntero

☒ Electromagnético

- ☒ Matriz de hilos muy densa (0,25 a 10 mm)
- ☒ El procesador de la tableta emite pulsos en X e Y
- ☒ El puntero detecta el pulso al coincidir X e Y → posición (X,Y)

☒ Por medio de ultrasonidos

- ☒ El puntero emite ultrasonidos que son recogidos por micrófonos
- ☒ A partir de esa señal se calcula la posición (X,Y)

☒ Por medio de presión

- ☒ Tableta → Rejilla similar a la de los teclados de membrana
- ☒ La posición (X,Y) se calcula por la presión del puntero en la tableta



Escáner I

⌘ Dispositivo para pasar imágenes en papel a formato digital (mapa de bits)

☑ Componentes:

- ☑ Sensor
- ☑ Motor
- ☑ Fuente de luz
- ☑ Conversor analógico-digital





Escáner II

⌘ Funcionamiento:

- ☑ La imagen se coloca sobre el cabezal lector
- ☑ Cabezal lector: fuente de luz y un sensor que mide la cantidad de luz reflejada
- ☑ Un filtro con los tres colores primarios (RGB) separa la intensidad de la luz de cada color en ese punto de la imagen
- ☑ El circuito electrónico transforma los valores analógicos de la intensidad en valores digitales
- ☑ Se fusionan los tres colores en cada uno de los puntos que forman la imagen



Escáner III

⌘ Parámetros:

☑ Resolución

☒ Grado de detalle: puntos por pulgada (ppp)

☒ Resolución óptica [1.200 ppp]:

- Horizontal: determinada por el número de sensores
- Vertical: determinada por el movimiento del motor

☒ Resolución interpolada [2.048 ppp]: software

☑ Profundidad de color

☒ Cantidad de información por píxel

☒ Normal: 24 bits (16 millones de colores)



Tipos de escáner

⌘ Escáner de mesa

- ☒ Normalmente A4, bastante buena resolución



⌘ Escáner de rodillo

- ☒ Sólo admite hojas sueltas



⌘ Escáner manual

- ☒ De coste bajo, sólo permite escanear imágenes pequeñas



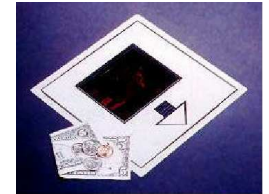
⌘ Escáner de diapositivas





Otros periféricos

⌘ Lectoras de marcas



⌘ Lectoras de tarjetas magnéticas



⌘ Pantalla táctil



⌘ *Joystick*

⌘ Cámaras de vídeo y fotos

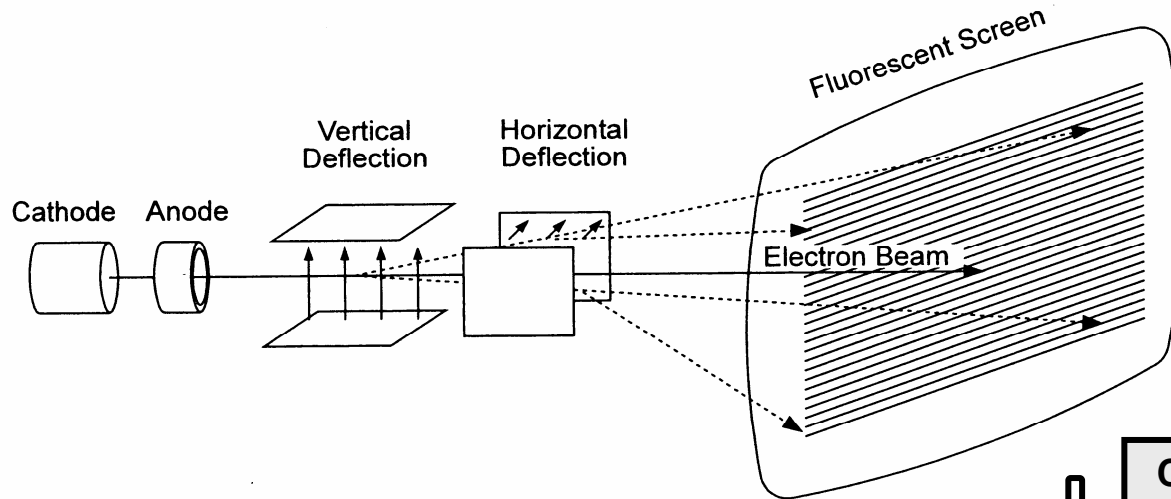


Dispositivos de salida



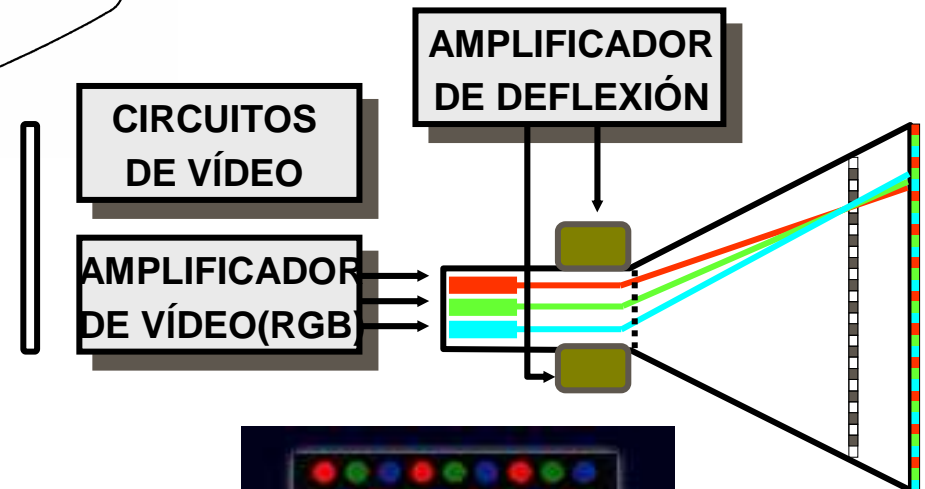


Monitores CRT



⌘ Funcionamiento:

- ☒ Pantalla: matriz de puntos de fósforo
- ☒ Haz de electrones que activa el fósforo
- ☒ Color RGB
 - ☒ 3 haces de electrones
 - ☒ punto de pantalla (píxel): 3 puntos fósforo
 - ☒ color aditivo: intensidad 3 haces RGB





Monitores CRT



⌘ Parámetros

- ⌘ **Tamaño de pantalla:** medida de la diagonal en pulgadas
- ⌘ **Resolución:** cantidad de píxeles posibles en horizontal y vertical (depende del tamaño de la pantalla) [por ejemplo, 17" → 1.280x1.024]
- ⌘ **Calidad de imagen:** lo lisa que es la pantalla, lo clara que es la imagen, si tiene reflejos o no, etc.
- ⌘ **Frecuencia de refresco:** indica cuántas veces por segundo redibuja la pantalla el cañón de electrones; causa el parpadeo de la pantalla; > 70 Hz
- ⌘ **Modo no entrelazado:** refresca todas las líneas de la pantalla en cada pasada (entrelazado → 2 pasadas, líneas impares/pares)
- ⌘ *Dot pitch:* distancia física entre puntos de pantalla; cuanto más pequeña, mejor calidad (0,25 mm)



Monitores planos



⌘ Pantallas LCD (*Liquid Crystal Display*)

- ⌘ Utilizan celdas de cristal líquido. Sin tubo de imagen
- ⌘ Se basan en el cambio de polaridad de la luz al atravesar un cristal líquido

- ⌘ 2 filtros polarizadores

- ⌘ Color: filtro adicional, 3 celdas RGB

- ⌘ 2 tecnologías:

- ⌘ Matriz pasiva (DSTN)

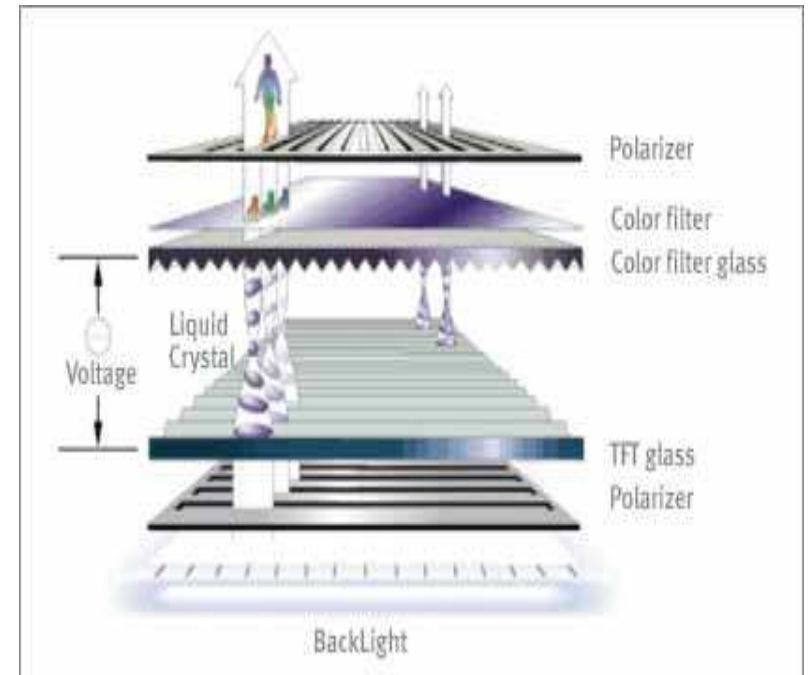
- ⌘ 1 transistor por fila y 1 por columna

- ⌘ 800x600 → 1.400 transistores

- ⌘ Matriz activa (TFT)

- ⌘ 1 transistor por píxel, mejor rendimiento

- ⌘ 800x600 → 480.000 transistores





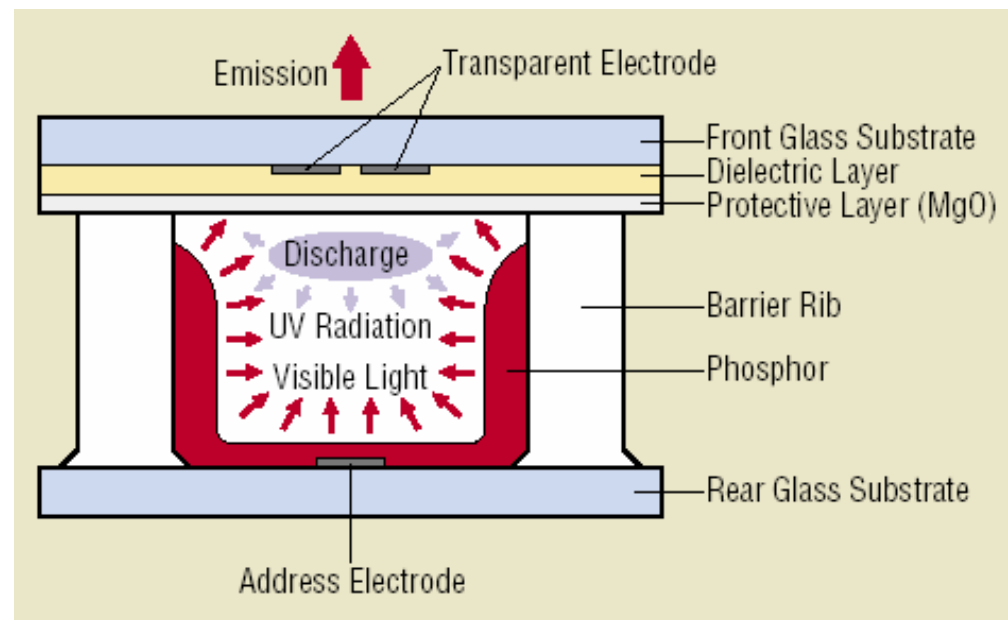
Otros monitores

⌘ Monitores de plasma (*PDP, Plasma Display Panel*)

- ⌘ Bombardea luz en lugar de electrones sobre una pantalla de gases nobles (Xenón), irradiando luz ultravioleta que se colorea con fósforo para dar la luz verde, roja o azul
- ⌘ Cada píxel es una pequeña bombilla de color
- ⌘ Gran luminosidad, mejor ángulo de visión, ausencia de parpadeo, gran consumo, elevado coste

⌘ Otros monitores

- ⌘ FED, LEP, DLP, etc.





CRT vs TFT



⌘ CRT

- ⌘ Mejor contraste y brillo. Mejor definición de color. Menor coste
- ⌘ Mayor versatilidad: posibilidad elegir la resolución
- ⌘ Mejor *dot-pitch*: 0.24-0.26 mm (CRT) || 0.264-0.297 mm (TFT)
- ⌘ Mejor ángulo de visión lateral

⌘ TFT (*Thin Film Transistor*)

- ⌘ No parpadeo, no hay barrido de refresco
- ⌘ Menor consumo, peso y grosor
- ⌘ Menor nivel de radiación → invulnerable a interferencias
- ⌘ Mayor aprovechamiento área visual
- ⌘ TFT: posibilidad de celdas defectuosas → calidad imagen



Tarjetas gráficas I



⌘ Transmite al monitor la información a mostrar

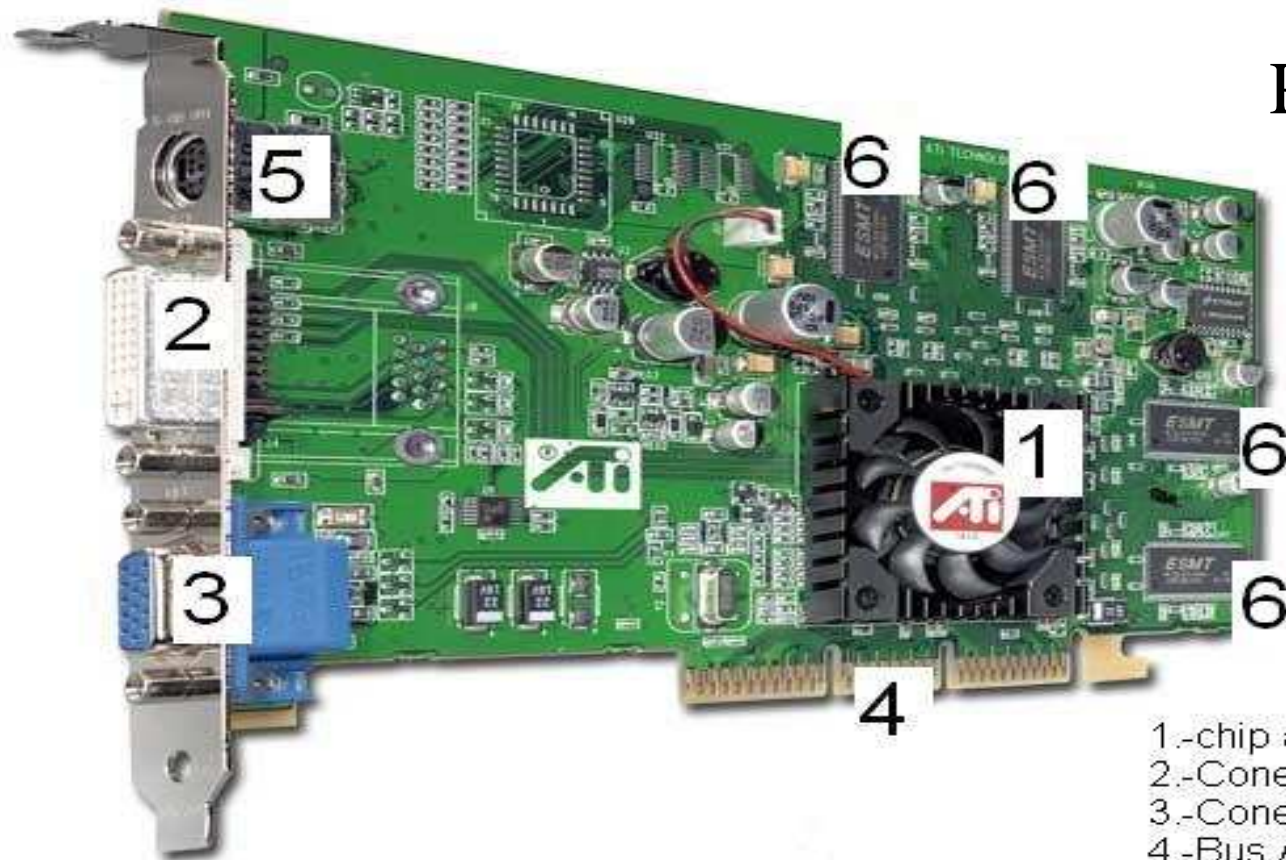
- ⊗ generar la información gráfica + efectos gráficos
→ la CPU no se dedica a las operaciones gráficas
- ⊗ convertir esa información digital en analógica

⌘ Componentes de una tarjeta gráfica

- ⊞ GPU: procesador gráfico
 - ⊗ complejidad superior a algunas CPUs (p.e., Pentium III)
 - ⊗ 64 ó 128 bits
- ⊞ Memoria de vídeo
 - ⊗ memorias de doble puerto (GPU+RAMDAC)
 - ⊗ 256 MB, DDR (DDR2 ó DDR3)
- ⊞ RAMDAC (RAM+DAC, *Digital to Analog Converter*)
 - ⊗ convierte la información digital en analógica para el monitor



Tarjetas gráficas II



Principales fabricantes:
Ati: Radeon
nVidia: GeForce

- 1.-chip ati radeon 8500
- 2.-Conector DVI
- 3.-Conector VGA
- 4.-Bus AGP
- 5.-Salida de television
- 6.-cuatro modulos de 16MBytes DDR



Tarjetas gráficas III



⌘ Modos de video:

☒ Modo texto

- ☒ carácter: código ASCII + atributo (2 bytes)
- ☒ la tarjeta almacena la definición píxel a píxel de cada carácter

☒ Modo gráfico

- ☒ los píxeles se manejan de forma individual
- ☒ color del píxel: suma de 3 colores binarios RGB
- ☒ bits de cada píxel: determina el número de colores posible
 - modo VGA estándar: 4 bits → 16 colores // 8 bits → 256 colores
 - modo *high color*: 16 bits → 65.536 colores
 - modo *true color*: 24 bits → 16 millones colores
- ☒ necesidad de gran cantidad de memoria

⌘ Resolución:

- ☒ número de píxeles que componen la pantalla de vídeo
- ☒ formato HxV: #píxeles horizontales x #píxeles verticales



Tarjetas gráficas IV



⌘ Estándares de vídeo:

- ⊞ MDA (*Monochrome Display Adapter*): texto monocromo, 720x350
- ⊞ Hércules: gráficos monocromo, 720x350
- ⊞ CGA (*Color Graphics Adapter*)
 - ⊞ 640x200 → 2 colores // 320x200 → 4 colores // 160x200 → 16 colores
- ⊞ EGA (*Enhanced Graphics Adapter*), 640x350, 16 colores
- ⊞ VGA (*Video Graphics Array*)
 - ⊞ multitud de modos de vídeo posibles:
 - 640x480 (16 colores), 320x200 (256 colores), etc.
 - ⊞ último estándar bien definido y aceptado
- ⊞ SVGA (*Super Video Graphics Array*), XGA (*Extended Graphics Array*), etc.
 - ⊞ mejoras de VGA (800x600, 1024x768, 16 bits de color)
 - ⊞ estándares diferentes según el fabricante → estándar *VESA Super VGA*

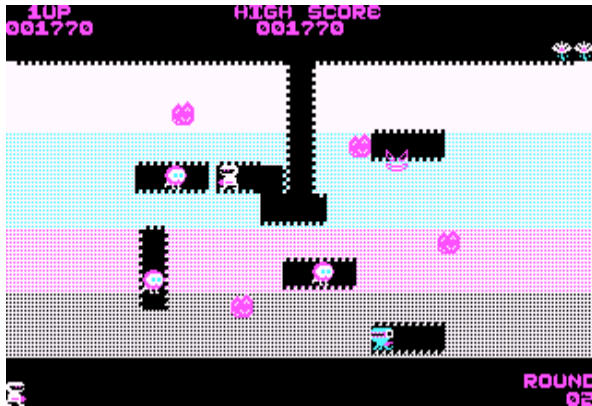
⌘ Gráficos 3D:

- ⊞ resolución + calidad (polígonos, texturas) + efectos (suavizado...)



Tarjetas gráficas IV

CGA



EGA



VGA



SVGA



Gráficos 3D





Tarjetas gráficas V



- ⌘ Buses: Evolución pareja a las tarjetas de vídeo
 - ⊞ ISA: 16 bits, 8 MHz, 8 MB/s, bajas prestaciones, EGA
 - ⊞ EISA: 32 bits, 8 MHz, 33 MB/s, VGA
 - ⊞ VLB (*bus local VESA*): SVGA
 - ⊞ 32 bits, 33 MHz, 132 MB/s, placas 486
 - ⊞ PCI: estándares SVGA, tarjetas 2D, placas Pentium
 - ⊞ 32 bits, 33 MHz, 132 MB/s
 - ⊞ 64 bits, 33 MHz, 264 MB/s
 - ⊞ AGP (*Accelerated Graphics Port*): gráficos 3D [1997]
 - ⊞ 64 bits, 66 MHz, 264 MB/s
 - ⊞ actualmente, AGP8x, 2,1 GB/s
 - ⊞ PCI Express:
 - ⊞ ancho de banda inicial: 2,5 GB/s (futuro → 16 GB/s)
 - ⊞ distintos tamaños: x1, x2, x4, x8, x12, x16 y x32 [x64 futuro]



Impresoras



⌘ Algunos parámetros:

☑ Velocidad impresión:

☒ *ppm*: páginas por minuto

☒ *cps*: caracteres por segundo (impresoras matriciales)

☑ Resolución: calidad de la imagen impresa

☒ *ppp*: puntos por pulgada

☑ Buffer de memoria: rendimiento CPU ↔ impresora

⌘ Interfaz de conexión: paralelo, serie, USB, red

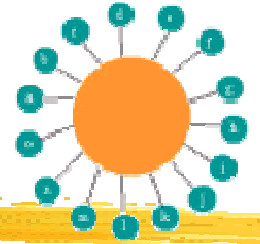
⌘ Clasificación:

☑ Impresoras de impacto: margarita, agujas

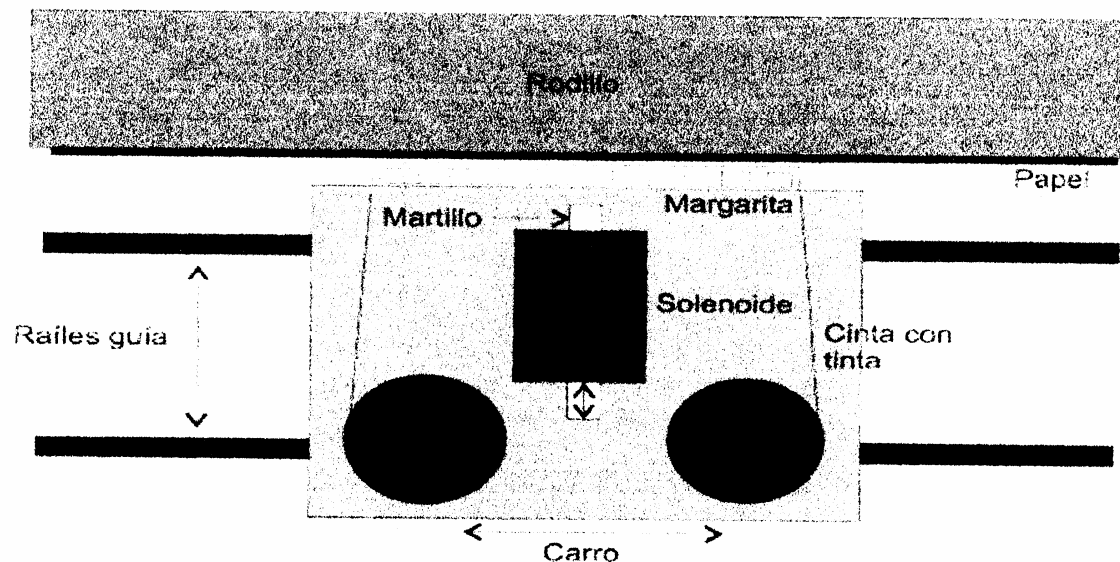
☑ Impresoras de no impacto: inyección de tinta, láser, térmicas



Impresoras de margarita



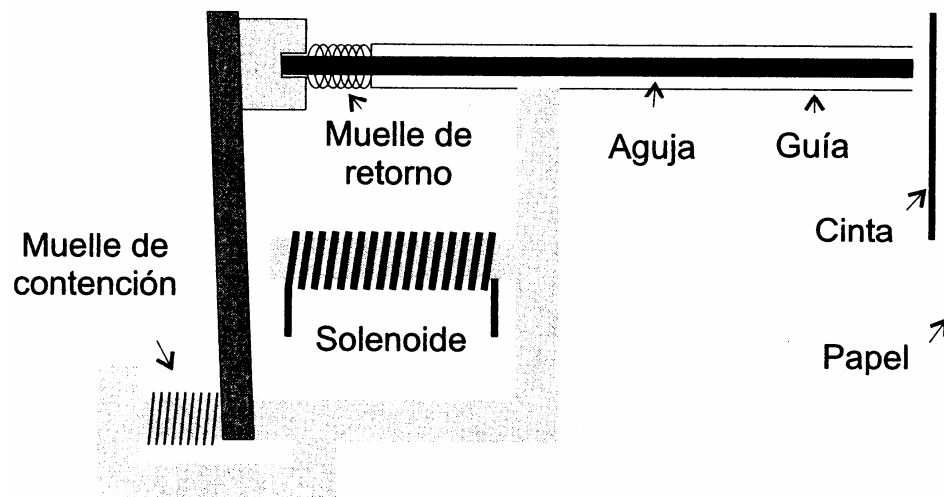
- ⌘ Tambor con el juego de caracteres (fuente) en relieve
- ⌘ El tambor rota hasta situarse en el carácter a imprimir y un martillo golpea el carácter sobre la cinta de tinta
- ⌘ El bloque tambor/martillo se desplaza horizontalmente
- ⌘ Impresoras en desuso: sólo texto, fuente → cambio tambor
- ⌘ Permiten obtener copias múltiples en papel autocopia





Impresoras de matriz de puntos (agujas)

- ⌘ Cabezal con varias agujas perpendiculares al papel
- ⌘ Al recibir un cierto voltaje, un solenoide empuja la aguja ésta hacia la cinta de tinta con la que se imprime un punto del carácter
- ⌘ Los caracteres se van imprimiendo columna a columna, ya que las agujas se organizan en una columna vertical
- ⌘ Calidad de impresión → número de agujas (hasta 27) [300 ppp]
- ⌘ Velocidad: hasta 500 cps
- ⌘ Escaso mantenimiento, papel continuo, copias múltiples





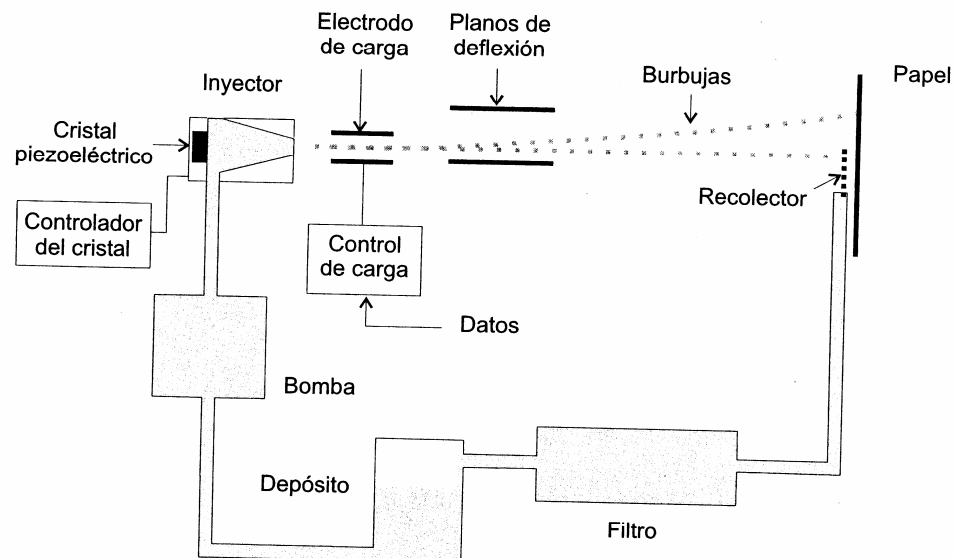
Impresoras de inyección de tinta I

- ⌘ Cabezal con varios inyectores que expulsan tinta sobre el papel
- ⌘ Color:
 - ⊞ combinación de azul claro, morado y amarillo (*CMY*)
 - ⊞ cabezales que producen tonos diferentes, o
 - ⊞ varios puntos de tinta por punto impreso → combinar colores en esos puntos
- ⌘ Dos formas de controlar la expulsión de la tinta:
 - ⊞ **Cristal piezo-eléctrico**: produce una vibración que empuja la tinta
 - ⊞ **Burbujas**: la gota de tinta se calienta en la cabeza de impresión y se vaporiza sobre el papel
- ⌘ **Piezo-eléctricas** [Epson]:
 - ⊞ 128 inyectores para el negro y 64 para cada color (*Cyan, Magenta, Yellow*)
 - ⊞ resolución: 1440 ppp
 - ⊞ velocidad: hasta 20 ppm en negro
- ⌘ **Burbujas** [Hewlett-Packard, Canon, Lexmark]:
 - ⊞ entre 300 y 600 inyectores, diámetro de 70 micras, gotas de tinta de 60 micras
 - ⊞ resolución: 1200 ppp
 - ⊞ velocidad: 15 ppm en negro (enfriado de la tinta) y 10 ppm en color



Impresoras de inyección de tinta II

- ⌘ Destinatario principal: usuario doméstico
 - ☒ Con papel especial se consiguen resultados óptimos → láser
- ⌘ Mantenimiento caro
 - ☒ Epson: no incluye cabezales de impresión en los cartuchos
 - ☒ Consumibles más baratos, necesidad de limpieza de cabezales (alto coste)
 - ☒ HP y Lexmark: incluyen los cabezales en el cartucho
 - ☒ Consumibles más caros, pero no es necesaria la limpieza de cabezales
 - ☒ Canon: ambas posibilidades+cartuchos de colores por separado (mayor coste)





Impresoras láser I [HP 1984]

- ⌘ Un rayo láser reflejado en un espejo dibuja la imagen electrostáticamente en un tambor cubierto por material sensible a la luz
- ⌘ El láser se enciende y se apaga a medida que pasa horizontalmente sobre el tambor, descargando eléctricamente esos puntos del tambor
- ⌘ Cada punto en el tambor se corresponde con un punto en la hoja de papel
- ⌘ Al pasar el tambor sobre el tóner, cargado negativamente, las áreas cargadas atraen partículas de tóner (puntos negros en la hoja). Las áreas no cargadas no atraen al tóner (puntos blancos)
- ⌘ A continuación, se pasa el papel sobre el tambor: el tóner del tambor se fija en la hoja de papel aplicando una descarga negativa sobre el papel
- ⌘ Un rodillo calentado a 260° funde las partículas de tóner sobre el papel
- ⌘ El último paso es limpiar el tóner sobrante del tambor para iniciar de nuevo el proceso de impresión de la siguiente página
- ⌘ Alta calidad (hasta 3600 ppp) y alta velocidad de impresión
- ⌘ Coste de mantenimiento: reemplazar el tóner y el tambor

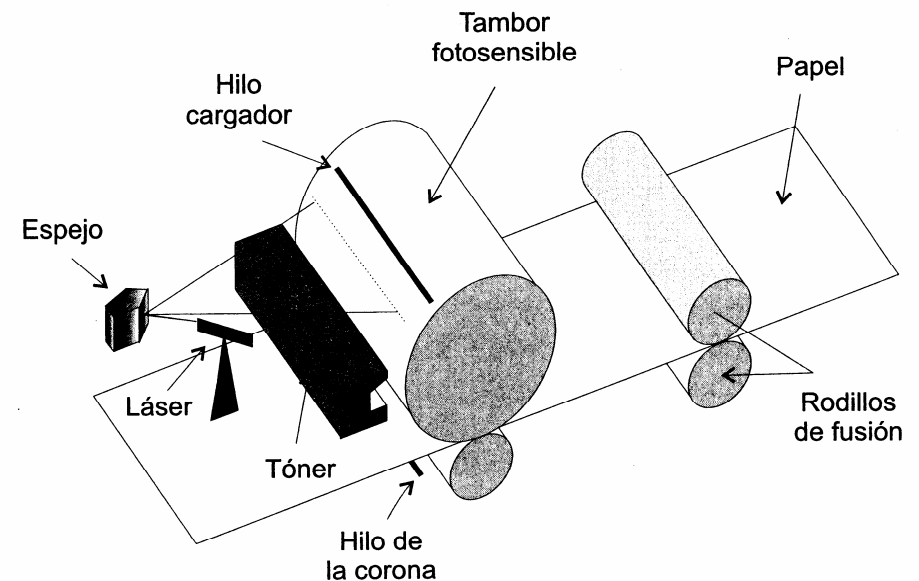


Impresoras láser II

⌘ Color:

- ☑ mezcla de azul claro, morado, amarillo y negro (CMYK)
- ☑ cuatro fases situando cada vez un tóner en la página
- ☑ velocidad: 3/5 ppm

⌘ En lugar de un rayo láser, existen impresoras que utilizan un conjunto de *leds* dispuestos en una tira para incidir sobre el tambor
→ impresoras de *leds*





Lenguajes descriptores de páginas

⌘ Impresora láser necesita toda la información de la página antes de imprimir

⌘ Dos opciones:

⊞ Mapa de bits:

⊗ La página se define como su bitmap y la impresora transfiere estos puntos sobre el papel

⊗ Se pierde portabilidad entre impresoras (resolución, tamaño página, etc.)

⊞ Lenguaje de descripción de páginas:

⊗ La página se define en un LAN por medio de vectores, formas geométricas y fuentes, caracteres

⊗ El procesador interno de la impresora traduce esta descripción a un mapa de bits específico para la impresora → portabilidad entre impresoras

⊗ Lenguajes: *PostScript 3* de Adobe Systems y *PCL 6* de Hewlett-Packard

- *PCL*: mayor rapidez de proceso // *PostScript*: mayor calidad

⊗ Mayor necesidad de recursos → actualmente las impresoras disponen de un microprocesador y de cierta cantidad de memoria



Otras impresoras

⌘ Impresoras de **tinta sólida**:

- ⊞ Bastoncillos de tinta sólida que se calientan para imprimir sobre el papel
- ⊞ Más económicas que las láser, menor mantenimiento
- ⊞ Resolución 1200 ppp y velocidad de 26 ppm en negro [Xerox Phaser 860dp]

⌘ Impresoras de **sublimación de tinta**:

- ⊞ La tinta se calienta hasta que se obtiene un gas que se expande sobre el papel → permite aplicar el color de una forma continua en lugar de por puntos
- ⊞ Aplicaciones gráficas y fotográficas con necesidades de calidad y resolución
- ⊞ Resolución hasta 1200 ppp, velocidad color < 1ppm, papel especial

⌘ Impresoras de **color térmicas**:

- ⊞ Papel especial que contiene 3 sustratos (CYM) sensibles a diferentes temperaturas
 - ⊞ cabezales térmicos que hacen 3 pasadas sobre el papel, activando el pigmento
 - ⊞ cabezales ultravioleta que fijan el pigmento en el papel
- ⊞ Cámaras fotográficas, impresión con colores bastante duraderos

⌘ Impresoras de **cera térmicas**:

- ⊞ Rodillos de colores que contienen películas plásticas recubiertas de cera coloreada
- ⊞ La impresora derrite los puntos de cera sobre un papel especial
- ⊞ Transparencias, resolución de 300 ppp y velocidad color < 1ppm



Plotters o trazadores

- ⌘ Reproducción de gráficos en formato A0 → aplicaciones CAD
- ⌘ **De plumillas:**
 - ⊞ Desplazamiento de varias plumillas sobre el papel
 - ⊞ Varias pasadas cambiando las plumillas (6/8) para imprimir en varios colores
 - ⊞ Dispositivos lentos y ruidosos
- ⌘ **Electrostáticos:**
 - ⊞ El papel se carga electrostáticamente y se pasa por un depósito de *tóner* líquido, impregnándose los puntos del papel que han recibido carga eléctrica
 - ⊞ Dispositivos rápidos pero caros
- ⌘ **Inyección de tinta:**
 - ⊞ Basados en la tecnología de inyección de tinta
 - ⊞ Impresoras de inyección de gran formato
 - ⊞ Dispositivos rápidos y silenciosos
- ⌘ Lenguajes para descripción de gráficos vectoriales: HP-GL
- ⌘ Los parámetros utilizados para medir las prestaciones de un *plotter* son los equivalentes a los de una impresora

Dispositivos de almacenamiento masivo y sistemas RAID





Dispositivos de memoria masiva

⌘ Dispositivos magnéticos:

- ☑ Disco magnético

- ☑ Cinta magnética

⌘ Dispositivos ópticos:

- ☑ Disco compacto (CD)

- ☑ Disco digital versatil (DVD)



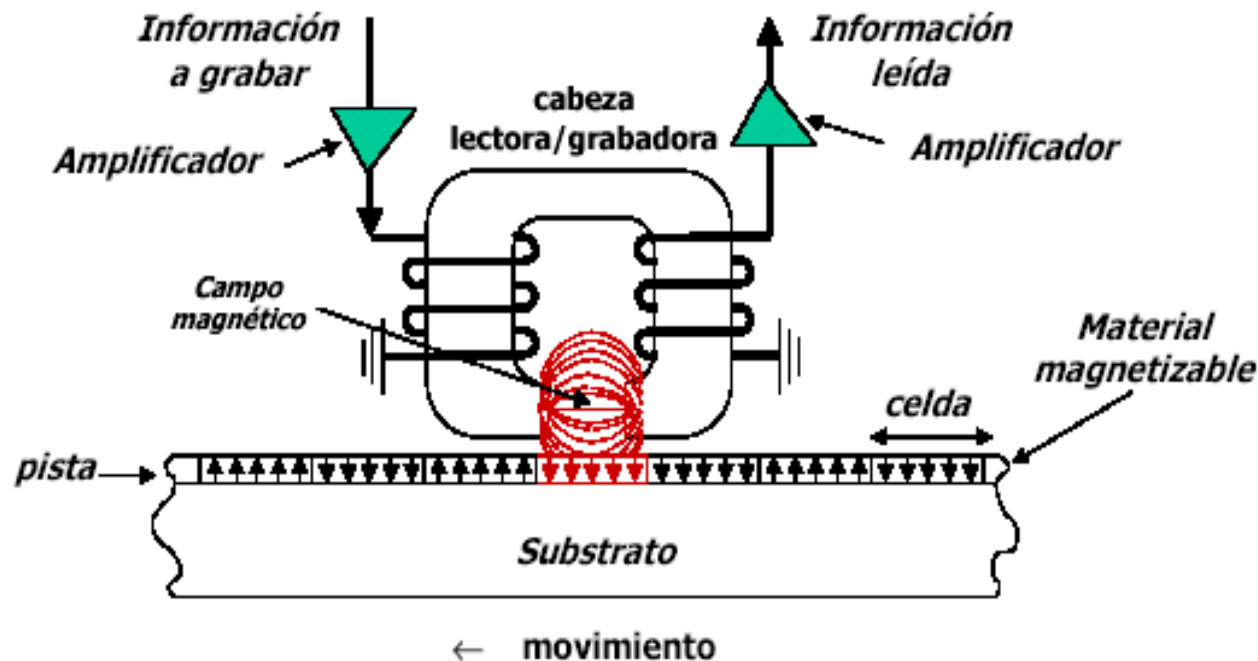
Escritura y lectura en forma magnética

- ⌘ Los dispositivos de almacenamiento magnético contienen soportes de información recubiertos de una película delgada de material magnético (partículas de metal u óxido).
- ⌘ La información se graba en unidades elementales o celdas que forman líneas o pistas.
- ⌘ Las celdas pueden estar sin magnetizar o magnetizadas. La magnetización se puede dar en dos direcciones, norte y sur, dos estados utilizados para codificar la información binaria.
- ⌘ Dentro de una celda todas las partículas están magnetizadas en la misma dirección.
- ⌘ Para escribir o leer una celda se utilizan señales eléctricas que actúan en una cabeza de lectura/escritura.



Escritura y lectura en forma magnética

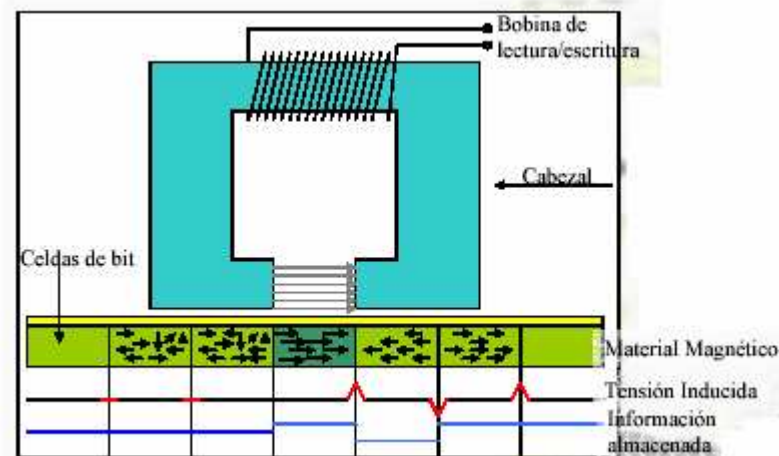
- ⌘ En el proceso de escritura la cabeza que actúa sobre la superficie magnética organiza y orienta las partículas de una celda mediante impulsos eléctricos que crean un campo magnético.





Escritura y lectura en forma magnética

- ⌘ En el proceso de lectura la superficie gira debajo del cabezal de lectura/escritura: se producen variaciones en el flujo magnético del cabezal, debidas a las diferentes magnetizaciones de las celdas de bit.
- ⌘ Al pasar de una zona con un sentido de magnetización a otra zona con sentido distinto, se produce un cambio en el flujo magnético de la bobina del cabezal generando pulsos de voltaje.
- ⌘ Se debe muestrear la superficie a una velocidad determinada para poder leer cada celda: necesidad de sincronización.





Códigos de grabación magnética

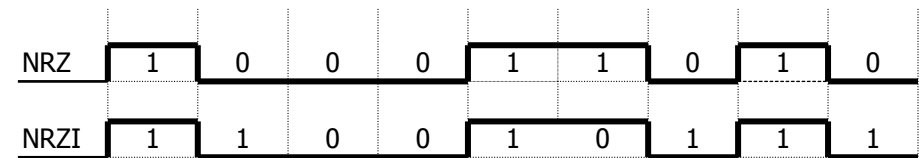
- ⌘ La información magnética se almacena codificada en una secuencia de celdas de bit magnetizadas en ambas direcciones
- ⌘ La codificación más simple utiliza una celda para representar cada bit: problemas de sincronía. Soluciones:
 - ⊗ Códigos no autoreloj: utilizar una pista especial de celdas que van en paralelo con la pista de datos que contengan una secuencia de cambios de flujo que se pueda utilizar para resincronizar los circuitos de temporización. Se utiliza una cabeza adicional.
 - ⊗ Códigos autoreloj: usar una codificación que garantice los cambios de flujo regularmente.



Códigos de grabación magnética

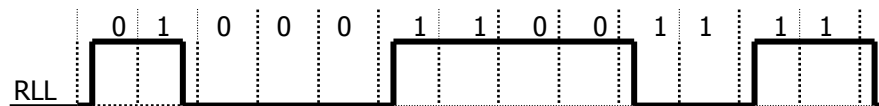
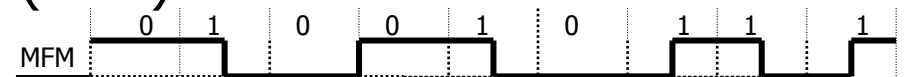
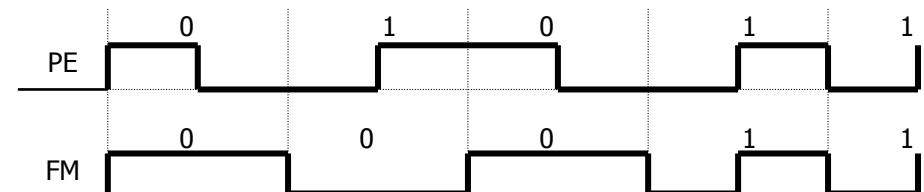
⌘ Códigos no autoreloj:

- ☑ No retorno a cero (NRZ)
- ☑ No retorno a cero invertido (NRZI)



⌘ Códigos autoreloj:

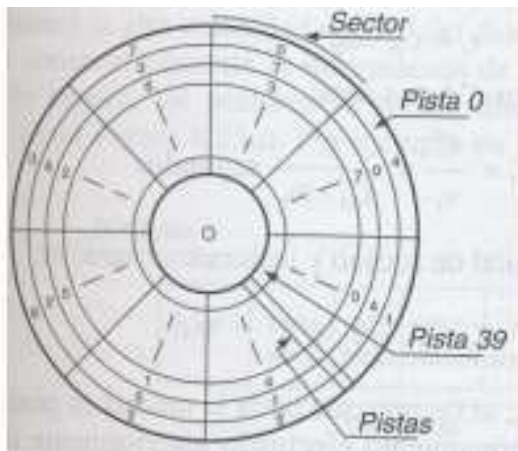
- ☑ Codificación de fase (PE)
- ☑ Modulación de frecuencia (FM)
- ☑ Modulación de frecuencia modificada (MFM)
- ☑ Carrera de distancia limitada (RLL)





Discos magnéticos

- ⌘ Principal soporte utilizado como memoria masiva.
- ⌘ Dispositivos de acceso directo con tiempos de acceso pequeños (10-100ms), gran capacidad de almacenamiento y bajo coste.
- ⌘ Un disco magnético es un plato circular construido con metal (discos rígidos) o plástico (discos flexibles), cubierto por un material magnetizable.

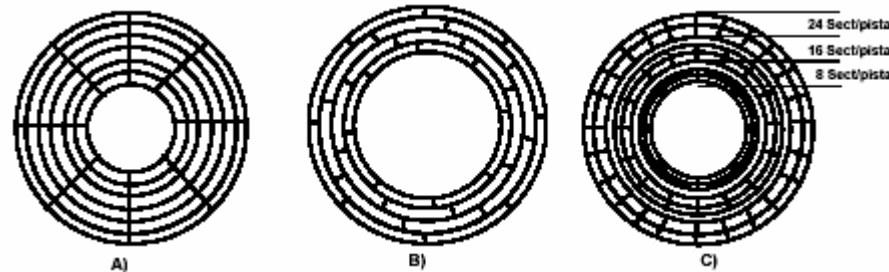


- ⌘ La información se guarda en circunferencias concéntricas denominadas pistas.
- ⌘ El disco (y cada pista) se divide en arcos iguales denominados sectores.



Discos magnéticos

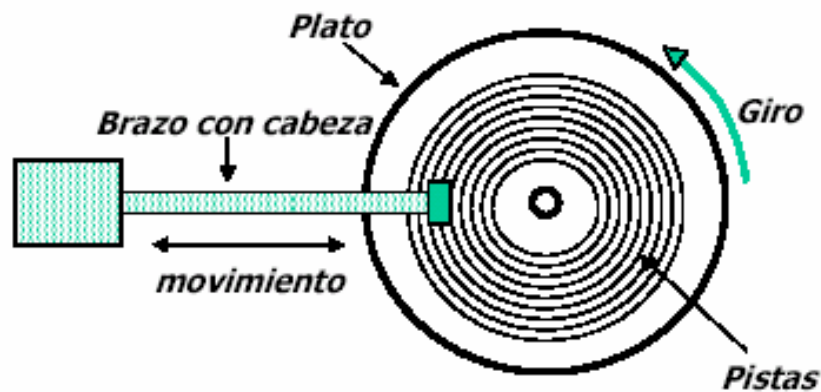
- ⌘ Existen 3 posibles geometrías para la disposición de sectores en pistas:
 - ☑ A) CAV: la densidad de grabación es menor en las pistas exteriores, la velocidad de rotación no varía de pista a pista
 - ☑ B) CLV: las pistas externas contienen más información que las internas, rotando el disco más rápidamente en ellas
 - ☑ C) ZCAV: las pistas contiguas se agrupan por zonas. En las zonas más exteriores se incrementa la velocidad angular, y por lo tanto, la densidad de grabación.
 - ☑ Lo usual es utilizar CAV. Los discos más modernos utilizan ZCAV.





Discos magnéticos

- ⌘ Los sectores de las pistas más exteriores son de mayor longitud: menor densidad de grabación.
- ⌘ La unidad física típica de lectura/escritura es el sector (de 512B a un 1 KB).
- ⌘ Hay sistemas que transfieren conjuntos de sectores, bloques o clusters, de 4-64 sectores.



- ⌘ Para acceder al disco, la cabeza de lectura/escritura se debe posicionar en la pista a acceder y esperar a que el sector requerido pase por debajo de la cabeza.



Discos magnéticos: tiempo de acceso

- ⌘ En el acceso de un bloque de información hay que considerar tres operaciones:
 - ☑ **Tiempo de búsqueda:** la cabeza debe posicionarse en la pista donde está el sector inicial del bloque a transferir
 - ☑ **Tiempo de espera o latencia rotacional:** la cabeza espera encima de la pista hasta que el sector a acceder se posicione debajo de ella
 - ☑ **Tiempo de lectura o escritura de los bytes a transferir**



Discos magnéticos

Características de los sistemas de discos

⌘ Desplazamiento de cabezas

- ⌘ Cabeza fija (una por pista)
- ⌘ Cabeza móvil (una por superficie)

⌘ Transportabilidad de disco

- ⌘ Disco fijo
- ⌘ Disco intercambiable

⌘ Superficies

- ⌘ Superficie única
- ⌘ Superficie doble

⌘ Platos

- ⌘ Plato único
- ⌘ Múltiples platos

⌘ Mecanismo de la cabeza

- ⌘ Contacto (disquete)
- ⌘ Separación fija
- ⌘ Separación aerodinámica (Winchester)



Discos magnéticos: tipos

⌘ Discos de cabezas fijas:

- ☑ Disponen de una cabeza por cada pista
- ☑ Tiempo de acceso pequeño, determinado por la velocidad de giro del disco
- ☑ Hay unidades con uno o varios platos

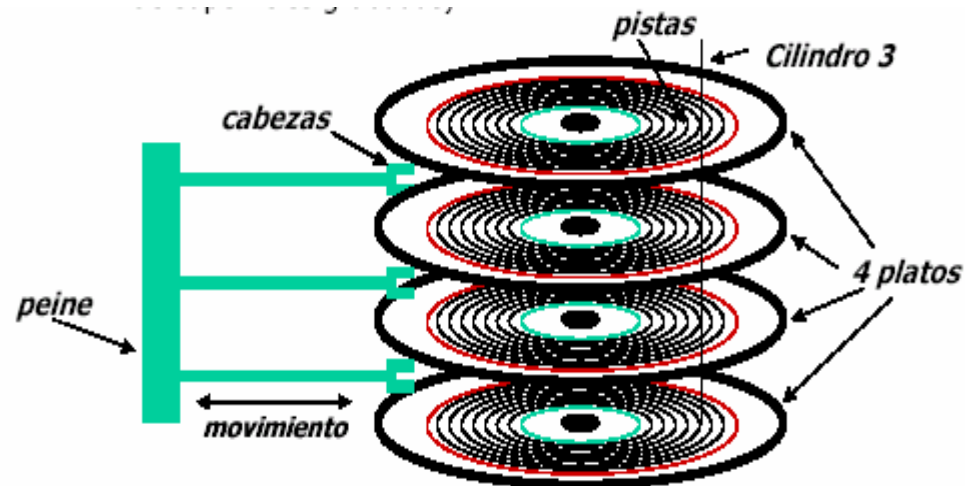
⌘ Paquetes de discos:

- ☑ Unidades compuestas por varios platos que giran alrededor de un eje común.
- ☑ Consta de una única cabeza por superficie de grabación. Todas las cabezas se mueven simultáneamente y cada una lee o escribe en el sector correspondiente a su superficie



Discos magnéticos: tipos

- ☒ **Cilindro:** grupo de pistas de igual radio (tantos cilindros como pistas)





Discos magnéticos: tipos

⌘ Discos-cartuchos

- ☒ Un único plato con dos superficies de grabación
- ☒ Usualmente unidades duales, con dos subsistemas: uno de plato fijo (para el SO y demás software importante) y otro con un plato intercambiable que se puede reemplazar si las cabezas se retiran y el disco se para
- ☒ Generalmente la velocidad de rotación es de 2400 rpm
- ☒ Hoy en día hay discos intercambiables (cartuchos) de 5¼" y de 3½" con capacidades de hasta 1,5 GB
- ☒ Casos particulares:
 - ☒ discos Jaz con capacidades de 1 y 2 GB
 - ☒ discos SyJet, capacidad de 1,5 GB
 - ☒ discos SparQ, capacidad de 1GB





Discos magnéticos: tipos

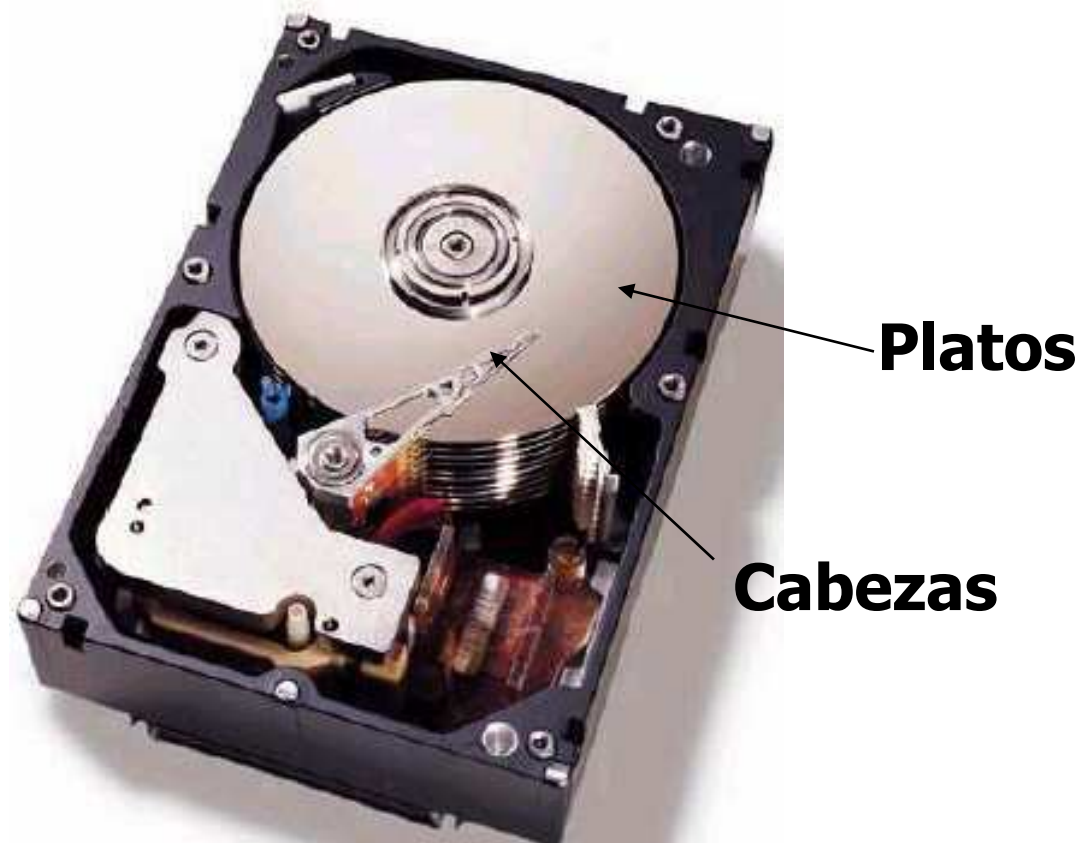
⌘ Discos Winchester:

- ☑ Hoy en día los discos duros utilizan esta tecnología.
- ☑ Paquetes de discos con platos herméticamente cerrados y fijos.
- ☑ Se reducen los efectos de la suciedad ambiental, las cabezas pueden operar más cerca de la superficie del disco (pueden operar a una distancia entre 0,5-3 μm):
 - ☒ se pueden utilizar cabezas más estrechas alcanzando una densidad de datos mayor.
- ☑ La superficie se recubre de una película lubricante para que el contacto cabeza-superficie no sea perjudicial.
- ☑ Método de grabación: MFM o RLL



Discos magnéticos: tipos

⌘ Discos Winchester





Discos magnéticos: tipos

Discos Winchester

Característica	Valor
Densidades de grabación	Radial: 800-2000 pistas/cm Transversal: 50000 a 100000 bits/cm
Nº de cilindros	300-3000
Nº de cabezas	2-256
Sectores/pista	8-64
Bytes/sector	512
Tamaño plato	14", 5¼", 3½", 2 ½", 1,8" y 1,3"
Tiempo de búsqueda	5-16 ms
Velocidad de rotación	3600, 5400, 7200, 10800 rpm
Velocidad de transferencia	5-20 MB/s
Interfaces	ST506, ESDI, SCSI-2, SCSI-3, IDE, EIDE, SATA



Discos magnéticos: Disquetes

- ⌘ Discos pequeños formados por un único plato flexible (hecho de Mylar, un material plástico, recubierto de óxido férrico)
- ⌘ El cabezal está en contacto con la superficie del disco
 - ☑ Mayor densidad de grabación
 - ☑ Mayor desgaste de la superficie
- ⌘ Intercambiables
- ⌘ Tamaños: 8", 5¼", 3½", 3", 4". Los más utilizados son de 3½".



Discos magnéticos: Disquetes

Características

Tamaño	5¼"	3½"
Densidad	Doble/alta	Doble/alta/EHD
Capacidad	360 KB-1,2 MB	720 KB-2,88 MB
Nº superficies	2	2
Nº pistas	40-80	80-160
Sectores/pista	9-15	9-18
Bytes/sector	512	512
Sectores/cluster	1-2	1-2
Total clusters	354-2371	713-2863
Archivos en directorio	112-224	112-240
Rotación (rpm)	300-360	300



Discos magnéticos: Disquetes de altas prestaciones

- ⌘ **HiFD:** superficie magnetizable de película delgada, con mejora de los sistemas de protección contra contaminación ambiental y detección automática de errores, además de información pregrabada para posicionar la cabeza con gran precisión
- ⌘ **Unidades flópticas:** tienen marcas impresas con gran precisión para que el dispositivo posicione la cabeza con exactitud por medio de un láser
 - ☒ **ZIP:** se ensamblan herméticamente sellados con tiempo de acceso medio de 26 ms; no son compatibles con los disquetes tradicionales
 - ☒ **Superdisk (LS):** introducen el concepto de grabación por zonas y son compatibles con los disquetes tradicionales



Discos magnéticos: Disquetes de altas prestaciones

Tipo	HiFD	LS-120/240	ZIP
Capacidad	200 MB	120, 240 MB	100, 250, 750 MB
Vel. máx. de transferencia	7,3 MB/s	0,4-1,9 MB/s	1-7,5 MB/s
Vel. de giro (rpm)	3600	720-1400	2980
Tiempo de acceso	49 ms	70 ms	29 ms
Compatibilidad con disquetes tradicionales	Sí	Sí	No



Cintas magnéticas



- ⌘ Se basa en los mismos principios de lectura/escritura que las cintas de los casetes convencionales
- ⌘ Es un plástico (poliéster) muy flexible recubierto de un óxido magnetizable de unas 100 μm de espesor
- ⌘ La cinta está enrollada y la lectura y grabación se realizan haciéndola pasar por una estación de lectura/escritura al transferirla de un eje de giro de enrollamiento a otro
- ⌘ Los datos se almacenan en pistas paralelas sobre la longitud de la cinta
- ⌘ Soporte de información barato, de gran capacidad pero muy lento (acceso secuencial):
 - ⌘ Hoy en día usadas principalmente para **copias de seguridad** ("back-up")



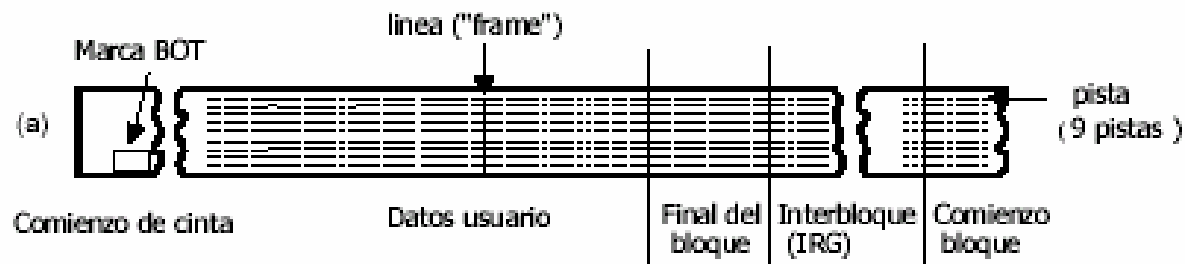
Cintas magnéticas

- ⌘ La cinta se divide en bloques físicos o particiones de longitud establecida (normalmente entre 200 y 1024B)
- ⌘ Cada bloque que se transfiere se guarda en un buffer intermedio. Cuando se llena el buffer la cinta se detiene esperando a que se efectúe la transmisión. Debido a que la cinta no puede detenerse instantáneamente, entre dos bloques suele haber un espacio que se desperdicia llamado interbloque o IRG (*inter-record-gap*)
- ⌘ Cada bloque contiene además de los datos secuencias preestablecidas de caracteres, espacios identificadores de los límites del bloque e información adicional redundante para detectar posibles errores de grabación

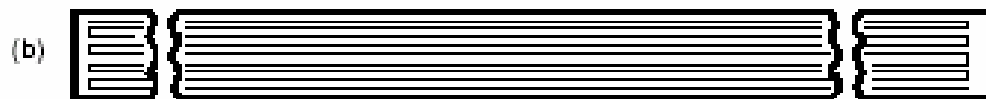


Cintas magnéticas

⌘ Formas de grabación de una cinta



(a) Registro paralelo



(b) Registro en serpentina



(c) Registro en espiga



Cintas magnéticas: tipos

⌘ Cintas clásicas o de carrete

- ☑ Cinta de 1/2" de ancho
- ☑ Cintas de columna de vacío o de brazos tensores

⌘ Cartuchos

- ☑ Cinta de 1/4" de ancho (6mm)

⌘ Casetes

- ☑ De audio (4mm de ancho)
- ☑ Exabyte/AIT (8mm de ancho)
- ☑ DAT (digitales de audio) (4mm de ancho)
- ☑ DLT (Digital Linear Tape)
- ☑ LTO (Linear Tape Open)



Cintas de carrete

- ⌘ Ancho de $\frac{1}{2}$ " , espesor de 0,025 mm y longitudes típicas de 600, 1200, 1600, 2400 y 4800 pies
- ⌘ Velocidad de grabación usual de 75 pulgadas/s (i/s)
- ⌘ Densidades típicas de 800, 1600, 3200 y 6250 bits/pulgada (b/i)
- ⌘ Al inicio y fin de la cinta hay unas marcas metálicas llamadas BOT y EOT para su detección automática
- ⌘ Generalmente se lee o escribe en paralelo el contenido de varias pistas, requiriéndose una bobina lectora/grabadora por pista
- ⌘ **Cintas de columnas de vacío:** las columnas sirven para mantener constante la tensión de la cinta bajo la estación de lectura/grabación y la velocidad de lectura/grabación es constante
- ⌘ **Cintas de brazos tensores:** más sencillas (no necesitan columnas de vacío), pero obtienen velocidades menores



Cartuchos (QIC)



- ⌘ Diseñados fundamentalmente para copias de seguridad de unidades de disco
- ⌘ Densidad de grabación elevada (hasta 12500 b/i) y tamaño pequeño
- ⌘ La grabación se realiza en serpentina:
 - ☑ En cada instante sólo se graba una pista
 - ☑ La cabeza se sitúa en la primera pista hasta llegar al final y en ese momento desciende a la siguiente pista
- ⌘ Usualmente 15 cm*10 cm*1,5 cm, con anchura de cinta de 1/4"



Cartuchos

⌘ 2 tipos:

☑ **Arranque/parada (start/stop):** intercambian bloques de longitud similar a las cintas tradicionales

☑ **De bobinado continuo (streaming):** intercambian bloques de gran longitud consiguiendo aprovechar la cinta un 95% más (apenas hay IRGs)

⌘ Velocidad relativa de movimiento de la cinta: 30-90 i/s

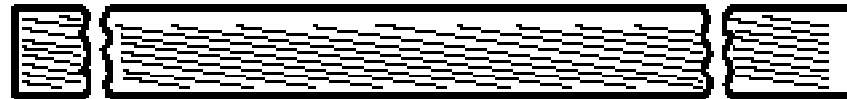
⌘ Capacidades de almacenamiento: 1,2 GB

⌘ TRAVAN: 40 GB (2:1), 2 MB/s



Unidades de casete de 8 mm (*Exabyte, AIT*)

- ⌘ Usan las mismas cintas que las cámaras de vídeo Sony (8 mm de ancho)
- ⌘ Dimensiones: 8,5 cm * 6,3 cm * 1,4 cm
- ⌘ Sistema de grabación de barrido helicoidal (las pistas se graban en forma de espiga con un ángulo de 6° respecto al eje longitudinal de la cinta): toda la cinta se graba de una sola pasada



- ⌘ Desplazamiento del tambor de la cinta: unas 30 i/s
- ⌘ Capacidad: 3,5-14 GB
- ⌘ AIT (*Advanced Intelligent Tape*):
 - ⌘ Sony y Seagate
 - ⌘ AIT-4: 400 GB, tasa de transferencia: 48 MB/s

Unidades DAT

(*Digital Audio Tapes*)



- ⌘ Cintas de 4 mm de ancho
- ⌘ Usan tecnología de grabación digital y también el barrido helicoidal, pero más lento que Exabyte (0,32 i/s)
- ⌘ La cabeza gira constantemente a 2000 rpm
- ⌘ Son las de menor velocidad lineal (8,5 mm/s) → menor fricción, mayor duración y menor calor disipado durante las operaciones de lectura y escritura
- ⌘ Tecnología DDS (*Digital Data Storage*)



Comparación de cintas magnéticas

	Carrete	Cartucho	Exabyte	DAT (DDS-5)
Ancho de la cinta	1/2"	1/4"	8 mm	4 mm
Longitud	600-4800 pies	140-1020 pies	60 minutos	170 m (DAT72)
Método de grabación	Analógico	Analógico	Analógico	Digital
Forma de grabación	Paralelo	Serpentina	Helicoidal	Helicoidal
Nº de pistas	7 o 9	9-144	Espiga	Espiga
Densidad de grabación (b/i)	800-6250	8000-96000	54 Kb/i	122 Kb/i (DDS-3)
Velocidad lineal	30-75 i/s	30-120 i/s	10,8 mm/s	0,32 i/s
Vel. máx. transferencia datos	60-470 KB/s	90 KB/s		3,5 MB/s
Capacidad	340 MB aprox.	60 MB-40 GB	3,5-14 GB	72 GB (compr.)



Unidades DLT y LTO

(*Digital Linear Tape / Linear Tape Open*)

- ⌘ Tecnologías más empleadas para backup
- ⌘ DLT: DEC y Quantum // LTO: IBM, HP y Seagate
- ⌘ Tecnología multicanal y multicabeza
- ⌘ Sistemas ECC para la gestión de errores
- ⌘ LTO presenta dos formatos: *Ultrium* y *Accelis*
- ⌘ Capacidad
 - ☒ DLT: hasta 600 GB
 - ☒ LTO: Ultrium hasta 800 GB // Accelis hasta 400 GB
- ⌘ Tasas de transferencia
 - ☒ DLT: 72 MB/s
 - ☒ LTO: Ultrium, 160 MB/s // Accelis, 320 MB/s (T acceso: 6,5 s)



Discos ópticos

- ⌘ Dispositivos para almacenamiento masivo de información cuya lectura se efectúa por medios ópticos
- ⌘ Tipos más relevantes
 - ⊞ Discos compactos:
 - ⊗ Disco compacto de solo lectura (CD-ROM)
 - ⊗ Discos compactos grabables (CD-R)
 - ⊗ Discos compactos regrabables (CD-RW)
 - ⊞ Disco digital versátil (DVD)
- ⌘ Tienen el mismo fundamento que los discos compactos de audio
- ⌘ CD: 1x → 150 kB/s ↔ DVD: 1x → 1,32 MB/s



Discos ópticos

- ⌘ Alta capacidad de almacenamiento (típicamente 650 MB – 1 GB)
- ⌘ El coste por bit es el más bajo de todos los dispositivos de memoria masiva (unos 0,005 € por MB)
- ⌘ Los soportes de grabación son intercambiables, unas 10 veces más lentos que los discos duros y el doble de rápidos que los disquetes
- ⌘ La degradación o pérdida de información es prácticamente nula, ya que no se producen desgastes por lectura y no necesitan altos requisitos en la lectura de sus superficies externas
- ⌘ La información se suele graba en espiral y no en círculos concéntricos



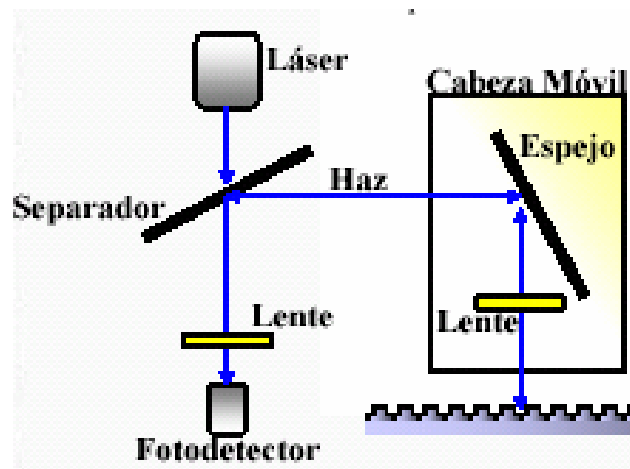
CD-ROM

- ⌘ Proceso de grabación complejo
- ⌘ Aplicaciones: enciclopedias, manuales de computadores, SOs, ...
- ⌘ Inicialmente, la velocidad lineal de lectura era constante (CLV): herencia de los CDs de audio donde se necesita conseguir una lectura de datos constante por unidad de tiempo (variaciones de velocidades de rotación de 210 a 539 rpm)
- ⌘ Con el aumento de la velocidad de los lectores, la variación de la velocidad de rotación no es lo suficiente como para mantener la velocidad lineal constante



CD-ROM

- ⌘ Utilizan como medio de codificación de los datos un haz de luz emitida por un diodo láser infrarrojo sobre una superficie óptica
- ⌘ La cabeza lectora está formada por un espejo y una lente, que focaliza el haz del láser sobre un punto determinado del disco.

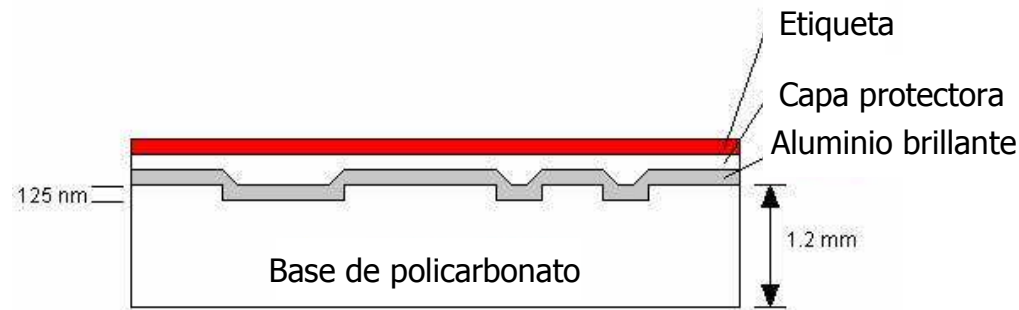


- ⌘ Durante el proceso de lectura el disco gira y la cabeza lectora se mueve radialmente para acceder a las diferentes partes del disco.



CD-ROM

- ⌘ La información es guardada en forma de hoyos (*pits*) y valles (*lands*), grabados mecánicamente sobre aluminio brillante

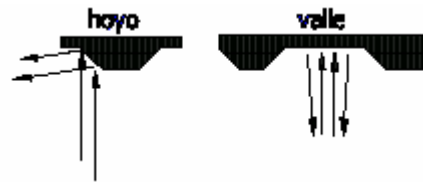


- ⌘ Cuando el láser se focaliza sobre un punto del disco se refleja una cantidad de luz que depende de si incidió en un hoyo o en un valle; los hoyos reflejan la luz de forma dispersa
- ⌘ El fotodetector transforma la luz reflejada en una señal eléctrica.



CD-ROM

- ⌘ El haz se refleja perpendicularmente en las superficies planas y se desvía en los bordes de los hoyos



- ⌘ Los unos son cambios de hoyos a valles o de valles a hoyos y los ceros son superficies planas (cada $0,3 \mu\text{m}$ de longitud)





CD-ROM

- ⌘ La información binaria de datos se transforma en un código especial: código de canal (cada byte ASCII se representa por 14 bits)
- ⌘ Los hoyos sobresalen de los valles $0,12 \mu\text{m}$ y tienen $0,6 \mu\text{m}$ de longitud; la longitud a lo largo de la pista de hoyos y valles varía entre $0,9$ y $3,3 \mu\text{m}$ y la separación radial entre 2 pistas consecutivas es $1,6 \mu\text{m}$, por lo que se consigue una densidad de 16000 pistas/pulgada
- ⌘ La información se organiza en bloques (sectores) desde el punto de vista del formato lógico, cada uno de 2352 B: 12 B de sincronización, 4 B de identificación, 2048 B de datos del usuario y 288 B de detección y corrección de errores (códigos EDC y ECC)



CD-R

- ⌘ Similares a las unidades CD-ROM, pero con un láser más potente para hacer grabaciones
- ⌘ Cada disco puede grabarse una sola vez
- ⌘ La capa reflectante es de oro en vez de aluminio con una capa de tinte inicialmente transparente
- ⌘ Al grabar, se quema el tinte y se elimina su transparencia, haciéndolo más oscuro y menos reflectivo
- ⌘ Los puntos negros se interpretan como transiciones hoyo-valle o viceversa



CD-RW

- ⌘ CD regrabable unas mil veces
- ⌘ Similares a los anteriores, la capa de tinte tiene dos estados posibles (cristalino o amorfo), con dos índices de reflexión distintos (alto y bajo, respectivamente)
- ⌘ 3 potencias posibles del láser:
 - ☒ Alta: funde el tinte, haciéndolo pasar de cristalino a amorfo (para borrar lo que había)
 - ☒ Media: funde el tinte, haciéndolo pasar a cristalino (para grabar información)
 - ☒ Baja: no altera el estado (para leer)



DVD

- ⌘ Proyectados como sustitutos de cintas de vídeo analógicas VHS
 - ☑ Usan compresión MPEG-2, con lo que se pueden grabar películas en alta calidad (resolución: 720*480) de hasta 133 minutos de duración
 - ☑ Se puede acceder a imágenes de forma directa
 - ☑ Se pueden guardar más de 32 subtítulos y 8 idiomas de voz (audio)
- ⌘ Posteriormente, su uso se extendió a los computadores



DVD

- ⌘ Mismo fundamento físico que los CDs, con mejoras:
 - ☑ Hoyos más pequeños ($0,4 \mu\text{m}$ en vez de $0,8 \mu\text{m}$)
 - ☑ La espiral es más estrecha ($0,74 \mu\text{m}$ en vez de $1,6 \mu\text{m}$)
 - ☑ La longitud de onda del láser es menor ($0,65 \mu\text{m}$ en vez de $0,78 \mu\text{m}$)
 - ☑ Se pueden superponer dos capas, la primera semitransparente. El láser se enfoca en la capa en la que se quiere leer
 - ☑ Se pueden leer y grabar ambas capas



Capacidades de discos DVD

	8 cm de diámetro		12 cm de diámetro	
1 cara, 1 capa	DVD-1	1,4 GB	DVD-5	4,7 GB
1 cara, 2 capas	DVD-2	2,6 GB	DVD-9	8,5 GB
2 cara, 1 capa	DVD-3	2,9 GB	DVD-10	9,4 GB
2 cara, 2 capas	DVD-4	5,3 GB	DVD-18	17 GB



DVD: versiones grabables

⌘ DVD-RAM:

- ☑ Grabación en pistas concéntricas, no espiral
- ☑ No es compatible con la mayoría de los lectores DVD-ROM
- ☑ Discos alojados en una carcasa de plástico
- ☑ Tipo I: 5,2 GB (2 caras) // Tipo II: 9,4 GB (1 cara, extraíble)
- ☑ Más barato pero más lento
- ☑ Permite más de 100000 procesos de escritura y organización aleatoria, para poder competir con los modernos discos compactos magnéticos tales como Jaz

⌘ DVD-R(W):

- ☑ El primer formato utilizado
- ☑ Lo reconocen la mayoría de los lectores DVD-ROM
- ☑ Reutilizables unas 1000 veces



DVD: versiones grabables

⌘ DVD+R(W):

- ☑ Tecnología más cara que la -R.
- ☑ Total compatibilidad con las reproductoras de DVD-Video y DVD-ROM
- ☑ Permite aplicar diferentes calidades de grabación, se utiliza el mismo disco tanto para datos como para video, se puede interrumpir la grabación y mantener la compatibilidad con los reproductores DVD-Video...
- ☑ Reescribibles unas 1000 veces

⌘ Hoy día las regrabadoras son duales, +R(W) y -R(W).

⌘ Se está trabajando en el sustituto del DVD

- ☑ HD DVD (High Density DVD): 20 GB / 40 GB (1/2 capas). Compatible con los DVD actuales
- ☑ Blu-ray Disc: 27 GB / 54 GB (1/2 capas). No compatible. Mayor coste



Características de medios ópticos

	CD	DVD (8 cm)	DVD (12 cm)
Capacidad	650 MB	1,4-5,3 GB	4,7-17 GB
Factor de velocidad (x)	553 KB/s	3,3 MB/s	3,3 MB/s
Velocidad de transferencia	> 12*x	> 4*x	> 4*x
Tiempo medio de acceso	75 ms	120 ms	120 ms



Sistemas RAID

- ⌘ RAID → *Redundant Array of Independent Discs*, 1987
- ⌘ Combinar varios discos, pequeños y baratos, en un sólo dispositivo lógico de disco y distribuir los datos a través de las unidades físicas
 - ☑ Mayor rendimiento en las E/S → acceso paralelo
 - ☑ Proveer al sistema de E/S de tolerancia a fallos (redundancia)
- ⌘ Aumento del rendimiento de las E/S:
 - ☑ Gestión paralela de peticiones independientes de E/S
 - ☑ Gestión paralela de una petición de E/S
- ⌘ 7 niveles de RAID: desde RAID-0 a RAID-6, los niveles 2 y 4 no se ofrecen comercialmente



RAID-0 (No Redundante)

- ⌘ El disco lógico se divide en una serie de bandas entrelazadas (*Disk Striping*), a lo largo de las que se distribuyen los datos de usuario y del sistema
- ⌘ Una banda puede ser: un bloque físico, un sector, otra unidad
- ⌘ El sistema admite hasta n (*#discos*) accesos en paralelo
- ⌘ Influencia del tamaño de la banda
 - ☑ Bandas grandes $\rightarrow n$ peticiones simultáneas, 1 por disco
 - ☑ Bandas pequeñas \rightarrow aumenta el rendimiento de 1 petición, al estar distribuida en los n discos
- ⌘ RAID-0 no incluye redundancia para tolerancia a fallos



RAID-0 (No redundante)

⌘ Esquema:

disco 0	disco 1	disco 2	disco 3
banda 0	banda 1	banda 2	banda 3
banda 4	banda 5	banda 6	banda 7
banda 8	banda 9	banda 10	banda 11
banda 12	banda 13	banda 14	banda 15
banda 16	banda 17	banda 18	banda 19

- Aplicaciones que requieran un gran ancho de banda: tratamiento de video, imagen, etc.



RAID-1 (Disco espejo)

- ⌘ La redundancia se obtiene replicando el contenido de todos los discos ($n+n$ discos físicos)
- ⌘ Cada disco del conjunto tiene un disco espejo que contiene los mismos datos
- ⌘ Recuperación tras fallo sencilla → acceder a la réplica
- ⌘ **Lecturas** → el nivel de paralelismo se duplica respecto a RAID-0. Además, si se divide cada acceso de forma que ambos discos participen, se produce una mejora mayor.
- ⌘ **Escrituras** → requiere escribir los dos discos en paralelo
- ⌘ Desventaja: coste, requiere el doble de discos físicos



RAID-1 (Disco espejo)

⌘ Esquema:

disco 0	disco 1	disco 2	disco 3
banda 0	banda 5	banda 0	banda 5
banda 1	banda 6	banda 1	banda 6
banda 2	banda 7	banda 2	banda 7
banda 3	banda 8	banda 3	banda 8
banda 4	banda 9	banda 4	banda 9

⌘ Aplicaciones que requieren gran disponibilidad de información: gestión empresarial, bases de datos, etc.



RAID-2

(Redundante con código Hamming)

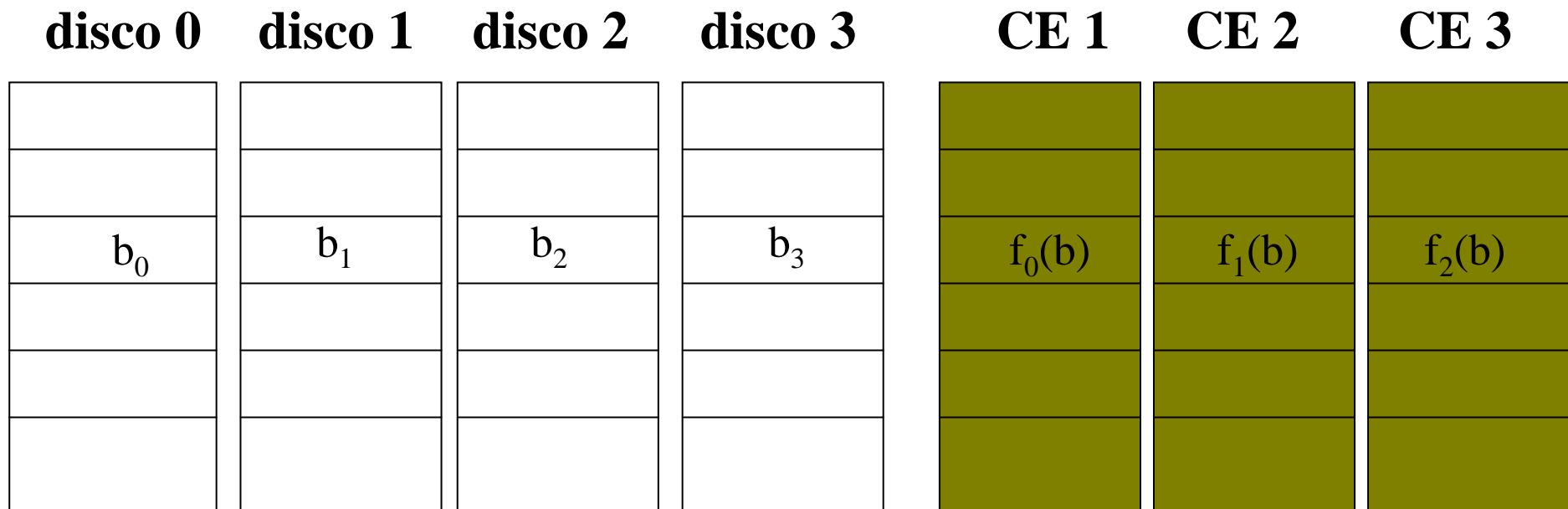
- ⌘ Define bandas muy pequeñas (byte o palabra) para obtener altas tasas de transferencia en una petición de E/S → todos los discos participan en una petición de E/S
- ⌘ Redundancia:
 - ☑ códigos Hamming (corrige errores de 1 bit, detecta errores de 2 bits)
 - ☑ se calculan a partir de los datos de cada disco
 - ☑ se almacenan en discos de paridad independientes al conjunto
- ⌘ **Lectura** → acceso a todos los discos de datos de forma simultánea y control de errores utilizando los discos de paridad
- ⌘ **Escritura** → escritura en todos los discos de datos, cálculo de los códigos de error y escritura de los discos de paridad
- ⌘ No se utiliza: mala relación coste (#discos) / rendimiento

RAID-2

(Redundante con código Hamming)



⌘ Esquema:



Discos de Datos

#discos CE \rightarrow proporcional a \log (#discos datos)

**Discos de
Códigos de Error**



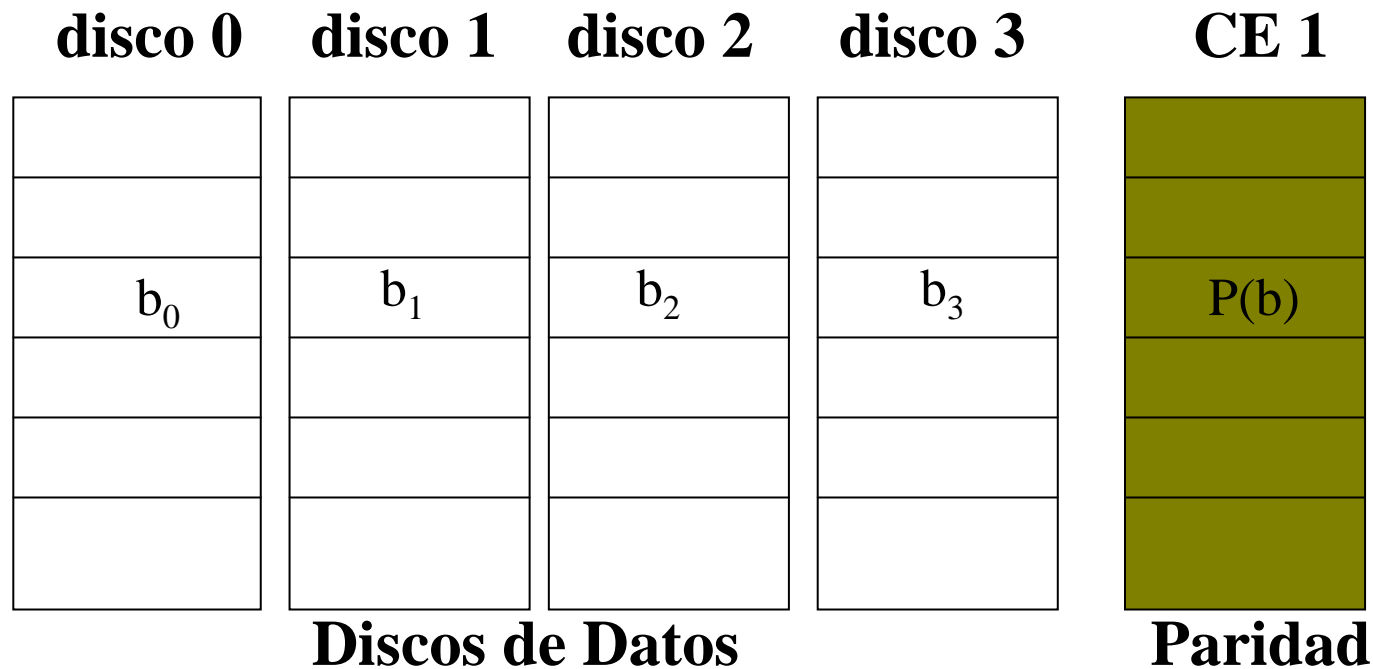
RAID-3 (Bit de paridad intercalado)

- ⌘ Organización similar a RAID-2, pero utiliza un único disco redundante para el control de paridad
- ⌘ Redundancia:
 - ☑ se calcula un bit de paridad para el conjunto de bits individuales en la misma posición de los discos de datos
 - ☑ en caso de error en un disco, su contenido se recupera a través del resto de discos de datos y del disco de paridad
- ⌘ Utilizado en aplicaciones que requieren elevado ancho de banda en E/S, pero el rendimiento orientado a transacciones sufre (sólo es posible una petición de E/S a la vez)
- ⌘ Aplicaciones de tratamiento de video e imagen



RAID-3 (Bit de paridad intercalado)

⌘ Esquema:



$$P(i) = D3(i) \oplus D2(i) \oplus D1(i) \oplus D0(i)$$

Si falla el disco 1: $D1(i) = P(i) \oplus D3(i) \oplus D2(i) \oplus D0(i)$



RAID-4 (Paridad en bloques)

- ⌘ Organización similar a RAID-3, pero con bandas de gran tamaño
- ⌘ Utilizado en aplicaciones que requieren alto rendimiento de transacciones → es posible el tratamiento de n peticiones de E/S en paralelo (acceso independiente a los discos)
- ⌘ Escrituras que no supongan acceso a todos los discos requieren 4 acciones de E/S:
 - ⊞ escritura del nuevo dato
 - ⊞ lectura del resto de discos en esas bandas
 - ⊞ lectura del disco de paridad y recalcular la nueva paridad
 - ⊞ escritura del disco de paridad
- ⌘ Al tratar peticiones simultáneas, en escritura, el disco de paridad se convierte en un cuello de botella → n escrituras en el disco
 - ⊞ no se utiliza, se prefiere el esquema RAID-5



RAID-4 (Paridad en bloques)

⌘ Esquema:

disco 0	disco 1	disco 2	disco 3	disco paridad
bloque 0	bloque 1	bloque 2	bloque 3	P(0-3)
bloque 4	bloque 5	bloque 6	bloque 7	P(4-7)
bloque 8	bloque 9	bloque 10	bloque 11	P(8-11)
bloque 12	bloque 13	bloque 14	bloque 15	P(12-15)
bloque 16	bloque 17	bloque 18	bloque 19	P(16-19)

Discos de Datos

RAID-5

(Paridad en bloques distribuida)



- ⌘ Organización similar a RAID-4, pero distribuyendo la información de paridad a lo largo de todos los discos del conjunto
- ⌘ Elimina el cuello de botella que suponía el disco de paridad
- ⌘ Esta estructura permite que se realicen varias escrituras simultáneamente
- ⌘ Opción con mayor versatilidad (servidores, bases datos, web, etc.)



RAID-5

(Paridad en bloques distribuida)

⌘ Esquema

disco 0	disco 1	disco 2	disco 3	disco 4
bloque 0	bloque 1	bloque 2	bloque 3	P(0-3)
bloque 4	bloque 5	bloque 6	P(4-7)	bloque 7
bloque 8	bloque 9	P(8-11)	bloque 10	bloque 11
bloque 12	P(12-15)	bloque 13	bloque 14	bloque 15
P(16-19)	bloque 16	bloque 17	bloque 18	bloque 19

Discos de Datos y Paridad ($n+1$ discos)



RAID-6 (Redundancia doble)

- ⌘ Extensión de RAID-5 que utiliza dos cálculos de paridad distintos y se almacenan en bloques separados en distintos discos
- ⌘ Utiliza dos discos redundantes
- ⌘ Dos algoritmos de comprobación de datos distintos: P y Q (*códigos de Reed-Solomon*). Se pueden recuperar datos incluso con 2 discos con fallo
- ⌘ Disponibilidad de los datos muy alta
- ⌘ Por contra, mayor penalización en escritura → doble paridad



RAID-6 (Redundancia doble)

⌘ Esquema

disco 0	disco 1	disco 2	disco 3	disco 4	disco 5
bloque 0	bloque 1	bloque 2	bloque 3	P(0-3)	Q(0-3)
bloque 4	bloque 5	bloque 6	P(4-7)	Q(4-7)	bloque 7
bloque 8	bloque 9	P(8-11)	Q(8-11)	bloque 10	bloque 11
bloque 12	P(12-15)	Q(12-15)	bloque 13	bloque 14	bloque 15
P(16-19)	Q(16-19)	bloque 16	bloque 17	bloque 18	bloque 19

Discos de Datos y Paridad ($n+2$ discos)



RAID 0+1

- ⌘ Los discos se dividen en dos bloques (el número de discos debe ser par, y como mínimo se necesitan 4 discos)
- ⌘ Dentro de cada bloque se aplica *striping* (RAID-0)
- ⌘ Cada bloque es una copia exacta del otro (RAID-1)
- ⌘ Se consigue la tolerancia a fallos de RAID-1 con el rendimiento de RAID-0
- ⌘ Costoso: se suele utilizar en servidores de aplicaciones



RAID 0+1

⌘ Esquema:

disco 0	disco 1	disco 2	disco 3	disco 4	disco 5	disco 6	disco 7
banda 0	banda 1	banda 2	banda 3	banda 0	banda 1	banda 2	banda 3
banda 4	banda 5	banda 6	banda 7	banda 4	banda 5	banda 6	banda 7
banda 8	banda 9	banda 10	banda 11	banda 8	banda 9	banda 10	banda 11
banda 12	banda 13	banda 14	banda 15	banda 12	banda 13	banda 14	banda 15
banda 16	banda 17	banda 18	banda 19	banda 16	banda 17	banda 18	banda 19

⌘ Si un disco falla dentro de un bloque, se pierde el bloque entero



RAID 1+0

- ⌘ Los discos se dividen en bloques de dos discos cada uno (el número de discos debe ser par, y como mínimo se necesitan 4 discos)
- ⌘ Los dos discos de un bloque son una copia exacta uno del otro (RAID-1)
- ⌘ Se aplica *striping* (RAID-0) a través de los discos de los distintos bloques
- ⌘ La tolerancia a fallos es mayor que en RAID 0+1: si falla un disco de un bloque se utiliza el otro. El rendimiento alcanzado es similar.
- ⌘ Coste elevado



RAID 1+0

⌘ Esquema:

disco 0		disco 1		disco 2		disco 3		disco 4		disco 5		disco 6		disco 7	
banda 0	banda 0	banda 1	banda 1	banda 2	banda 2	banda 3	banda 3	banda 4	banda 4	banda 5	banda 5	banda 6	banda 6	banda 7	banda 7
banda 4	banda 4	banda 5	banda 5	banda 6	banda 6	banda 7	banda 7	banda 8	banda 8	banda 9	banda 9	banda 10	banda 10	banda 11	banda 11
banda 8	banda 8	banda 9	banda 9	banda 10	banda 10	banda 11	banda 11	banda 12	banda 12	banda 13	banda 13	banda 14	banda 14	banda 15	banda 15
banda 12	banda 12	banda 13	banda 13	banda 14	banda 14	banda 15	banda 15	banda 16	banda 16	banda 17	banda 17	banda 18	banda 18	banda 19	banda 19
banda 16	banda 16	banda 17	banda 17	banda 18	banda 18										

⌘ Si un disco falla dentro de un bloque, se utiliza el otro



RAID: otras combinaciones

- ⌘ Otras combinaciones de niveles que se utilizan: RAID 0+3, 3+0, 0+5, 5+0, 1+5, y 5+1.
- ⌘ Al combinar dos niveles distintos se pueden obtener las ventajas de ambos niveles aumentando el rendimiento
- ⌘ Estas combinaciones son a menudo muy complicadas de implementar y requieren hardware caro.
- ⌘ Normalmente, utilizar combinaciones de niveles implica no poder utilizar una solución software, y por lo tanto, necesitar un controlador hardware.



RAID: implementaciones

- ⌘ El controlador RAID es el que controla cómo están los datos almacenados y cómo se acceden a través de los distintos discos. El sistema operativo sólo ve un dispositivo lógico
- ⌘ Las funciones de un controlador RAID se pueden implementar en software o hardware.
- ⌘ SOFTWARE
 - ☑ Utiliza tiempo de procesador por lo que no se utiliza con niveles RAID complejos, el sistema se puede ralentizar de forma considerable en estos casos
 - ☑ Limitado a niveles RAID 0, 1 y 5
 - ☑ Normalmente implementado a nivel de sistema operativo
 - ☑ Es más barato que los sistemas hardware
 - ☑ No incluyen la posibilidad de cambiar discos en caliente



RAID: implementaciones

⌘ HARDWARE



- ☑ Pueden utilizar interfaces SCSI o IDE/ATA
- ☑ El controlador puede ser externo o interno
 - ☒ Interno: es una tarjeta como un adaptador SCSI o IDE al que se conectan los discos, en algún caso puede estar integrado en la placa base. Puede incluir una cache.
 - ☒ Externo: el controlador RAID y los discos van en una caja aparte. Suelen soportar más niveles RAID y más discos, por lo que son más complejos. Normalmente utilizan interfaz SCSI, para equipos de alto rendimiento. Más caros que los controladores internos.
- ☑ Algunos fabricantes: Adaptec, Seagate, StoreData, Mylex, ATTO, Fujitsu, etc.