

# Tema 5

---

## Soportes de Almacenamiento

## Soportes de Almacenamiento

---

- Características generales.
- Almacenamiento y Organización de datos.
- Tecnología RAID.
- Soportes de Almacenamiento:
  - CD-ROM
  - CD-I
  - CD-ROM/XA
  - Photo-CD
  - DVD

## Características Generales

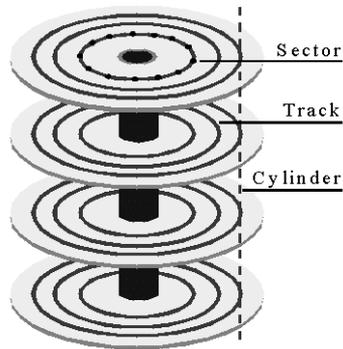
- Almacenamiento digital de objetos multimedia en dispositivos de alta capacidad de almacenamiento.
- El usuario puede almacenar y recuperar objetos del servidor.
- Aspectos fundamentales de diseño:
  - Almacenamiento y organización física de datos en el disco.
  - Recuperación de la información en tiempo real.
- Aplicaciones: Video Bajo Demanda, bibliotecas digitales, ...

## Almacenamiento y Organización de Datos

- Servidores de un sólo disco:
  - almacenamiento contiguo vs aleatorio.
- Servidores con múltiples discos (RAID):
  - Bloques de datos fijos vs variables.
  - Determinación de la unidad de entrelazado entre los discos (“striping unit”).
  - Tolerancia a fallos (se debilita en general)
- Jerarquías de almacenamiento
  - varios niveles

## Discos Magnéticos

- Se estructuran en: bandejas, cilindros, pistas, sectores.
- Almacenamiento contiguo vs. Aleatorio.



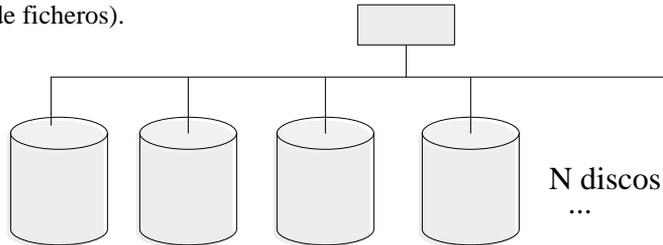
## Discos Magnéticos (II)

- **Parámetros de acceso:** tiempo de búsqueda, latencia de rotación, tiempo de transferencia.
  - Tiempo de Búsqueda: tiempo de posicionamiento de la cabeza lectora/escritora. El fabricante da el Tiempo de Búsqueda Máximo.
  - Latencia de Rotación: tiempo de rotación sobre la cabeza lectora/escritora. Depende del número de revoluciones por minuto (r.p.m.)
  - Tiempo de Transferencia: tiempo en realizarse la operación de acceso.
  - Tiempo de Servicio = Tiempo de Búsqueda + Tiempo de Rotación + Tiempo de Transferencia.
- **Objetivo:** que el tiempo de servicio se aproxime lo máximo posible al tiempo de transferencia, disminuyendo las sobrecargas de búsqueda y rotación.

## Tecnología RAID

- **RAID: Redundant Array of Independent Disks (Patterson, Gibson, Katz - 1988)**

- $n$  discos físicos se agrupan en un array de discos para constituir un único disco lógico.
- El driver del disco oculta la interfaz con el controlador del disk array: El resto de capas superiores del SO no se ven afectadas (e.g. sistema de ficheros).



## Tecnología RAID (II)

- La tasa de transferencia se multiplica por el número de discos del RAID.
- la información se distribuye de forma entrelazada entre los discos, en lo que se denomina unidad de entrelazado (striping unit)
- Para acceder a la información se accede en paralelo a  $n$  discos físicos, por lo que la tasa de transferencia se multiplica por este valor.

## Tecnología RAID (III)

---

- **Objetivos:**
  - maximizar la tasa de transferencia de cada disco (evitar tiempos altos de posicionamiento)
  - utilizar todos los discos (evitar “hot spots”), para ello balancear la carga entre ellos.
- **Parámetro de diseño:**
  - unidad de entrelazado (“striping unit”).
  - distribuir equitativamente la carga entre los discos.

## Tecnología RAID (IV)

---

- La fiabilidad se divide por el número de discos del array igualmente.
  - Ejemplo: para un disk array de 100 discos cuyo MTBF sea de 200000 horas (23 años), el MTBF global será de 2000 horas (tres meses).
- Para mejorar la fiabilidad se emplean técnicas de redundancia. Dos tipos:
  - la información redundante se distribuye entre un conjunto reducido de discos del array (RAID 0,1,2,3,4)
  - La información redundante se distribuye homogéneamente entre todos los discos (5, 6, ...)

## Servidores Multimedia basados en RAIDs

- Un servidor multimedia debe concebirse para un grupo amplio de usuarios
  - es necesario utilizar disk arrays (RAIDs).
- El servidor distribuye los datos del audio/video stream entre los discos del RAID.
- El política de almacenamiento es importante pues determina el rendimiento global obtenido.

## Configuración de RAIDs (I)

- Determinación de la unidad de “striping”.
  - Es una característica ajustable en la configuración de los parámetros del RAID.
- Alternativas:
  - Granularidad fina (e.g. De bytes) => mejor para Multimedia
    - tasas de transferencias muy altas ya que se accede a todos los discos del array para cada operación de E/S.
    - bajo nivel de concurrencia pues sólo puede atenderse una petición a un tiempo.
  - Granularidad gruesa (e.g. 64 Kbytes)
    - tasas de transferencia inferiores pues sólo entrará generalmente en funcionamiento un reducido número de discos del array.
    - Alto nivel de concurrencia pues varias operaciones pueden atenderse en paralelo.

## Configuración de RAIDs (II)

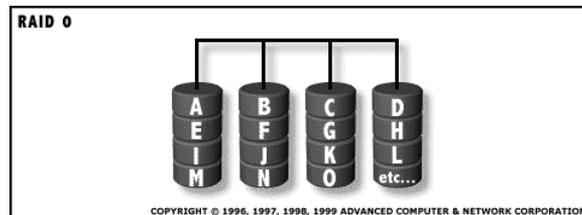
- Determinación de la unidad de “striping” por reglas prácticas dadas por Chen y Patterson:
  - Por simulación se ha obtenido la siguiente regla que hace un uso del 95% del *throughput* total del array (obtenida para cargas heterogéneas y diversos niveles de concurrencia):
    - $1 \text{ sector} + \frac{1}{4} * \text{tiempo de posicionamiento medio} * \text{tasa de transferencia} * (\text{nivel de concurrencia} - 1)$
    - la unidad de entrelazado es pequeña cuando el nivel de concurrencia es bajo, por lo que se accede a todos los discos; es grande si el nivel de concurrencia es alto, por lo que se pueden atender más peticiones en paralelo.
  - Si no se conoce el nivel de concurrencia podemos tomar la siguiente regla:
    - $\frac{2}{3} * \text{tiempo de posicionamiento medio} * \text{tasa de transferencia}$

## Tipos de RAIDs

- Los RAIDs se clasifican según cómo resuelven la tolerancia a fallos.
- Redundancia ante fallos: Posibles configuraciones de un RAID.
  - Los RAIDs tienen el inconveniente de que a mayor número de discos menor fiabilidad.
    - RAID Level 0.
    - RAID Level 1.
    - RAID Level 2.
    - ...
    - RAID Level 7

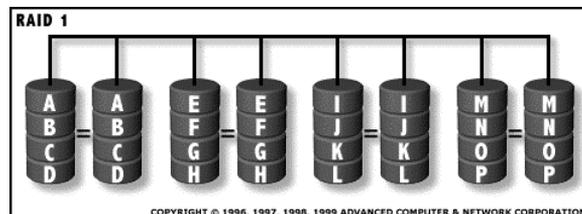
## RAID Level 0 - Array No Redundante

- El RAID Level 0 no utiliza ningún esquema para disponer de información redundante.
- Cualquier fallo implica pérdida de datos.
- Es el que mejor rendimiento posee ante operaciones de escritura.
- Otros esquemas con *mirroring* superan su rendimiento en operaciones de lectura.



## RAID Level 1 - Discos Espejos

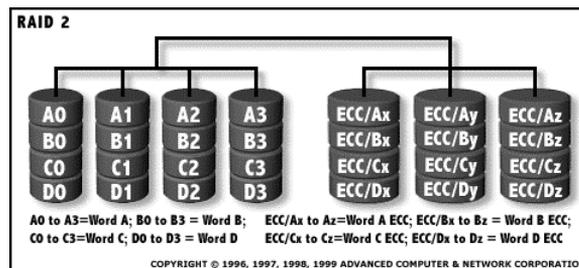
- Cada disco se encuentra replicado, de modo que las operaciones de escritura se lanzan sobre un disco y su disco espejo (redundante).
- Al estar toda la información replicada, es una estructura plenamente redundante.
- Al acceder a la información, ésta puede recuperarse de aquél disco que ofrezca un tiempo de servicio inferior (e.g. menor tiempo de búsqueda).



## RAID Level 2 - Códigos Hamming

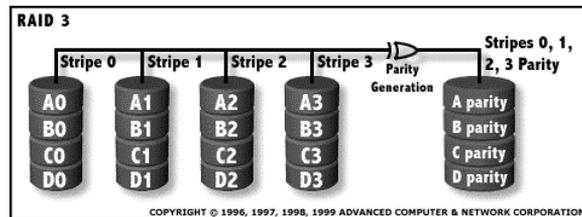
- Utiliza códigos Hamming de corrección de errores que se almacenan en discos adicionales.
- Se requieren tres discos de información de paridad por cada cuatro discos (un disco menos que en RAID Level 1).
- La información de paridad puede ser vista como la suma de la información del resto de los discos. Cuando un disco falla, basta restar al disco de paridad la información en el resto de los discos. La información restante es la información perdida.
- Se utiliza cuando la integridad de la información es requisito fundamental.

## RAID Level 2 - Códigos Hamming



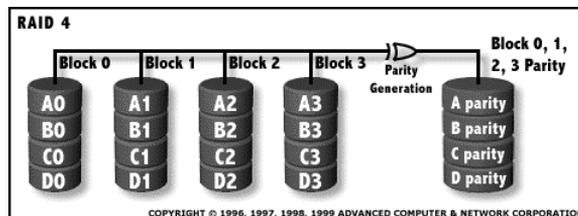
## RAID Level 3 - Entrelazado de Bit y Paridad XOR

- Utiliza un único disco para albergar la información de paridad.
- La información de paridad se obtiene mediante una operación XOR del resto de los discos, a nivel de bit.
- A partir del disco de paridad puede recuperarse la información del disco que haya fallado.
- Tiene el inconveniente de que el disco de paridad puede convertirse en un cuello de botella.



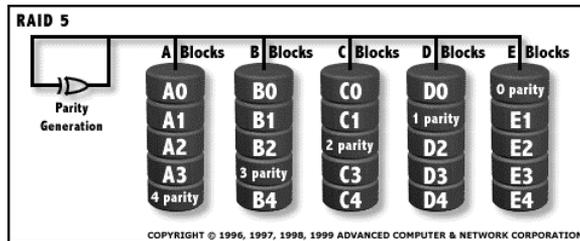
## RAID Level 4 - Entrelazado de Bloque y Paridad XOR

- De nuevo, un único disco alberga la información de paridad del resto de los discos.
- En este caso la operación XOR se realiza a nivel de bloque entre el resto de los discos.
- El tamaño de bloque es un parámetro a determinar por el diseñador.
- Ha quedado relegado por el siguiente nivel, debido a que el disco de paridad ha de actualizarse para todas las operaciones de escritura, convirtiéndose en un cuello de botella.



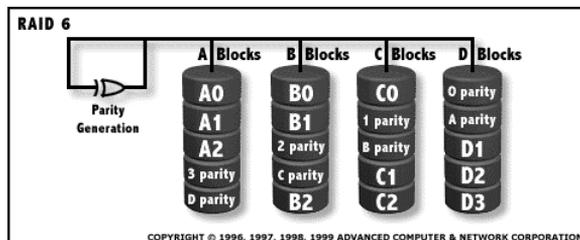
## RAID Level 5 - Entrelazado de Bloque con Distribución de Paridad

- La información de paridad se distribuye uniformemente a lo largo de todos los discos del array.
- Se elimina el cuello de botella existente en los esquemas anteriores que dependían en exceso del disco de paridad.
- Gran rendimiento para operaciones de lectura (todos los discos pueden ser leídos a un tiempo).
- Muy utilizados en aplicaciones de bases de datos y en servidores de ficheros.



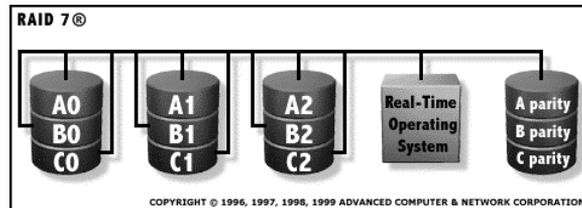
## RAID Level 6 - Tolerancia a Fallos Simultáneos

- Se basan en el nivel 5, añadiendo información para recuperación ante errores.
- Es posible que el sistema se recupere ante fallos que se produzcan en dos discos de forma simultánea.
- Ha sido relegado por su sucesor, el nivel 7.



## RAID Level 7 - Sistema Heterogéneo

- Posee una arquitectura física diferente incluyendo una caché común a todos los discos y un sistema operativo de tiempo real empotrado que gestiona todos los accesos al RAID.
- Los movimientos de las cabezas lectoras pueden hacerse de forma independiente.
- El sistema operativo se encarga de todas las operaciones necesarias: generación de la paridad, control del bus de E/S, control de la caché.



Sistemas Multimedia lagarcia

23

## Soportes de Almacenamiento Digital

- La tecnología de almacenamiento óptico es la más extendida:
  - tamaño reducido (compacto)
  - alta densidad de grabación
  - fácil manejo
  - bajo coste por Mbyte

Sistemas Multimedia lagarcia

24

## Perspectiva Histórica del Compact Disc

---

- CD-DA (Compact Disc-Digital Audio). CDs de música.
- CD-ROM.
- CD-I (Compact Disc-Interactive)
- CD-ROM/XA (eXtended Architecture)
- Photo-CD
- DVD

## CD-ROM

---

- Compact Disc Read Only Memory (CD-ROM).  
Idéntico al CD-DA sólo que los datos son interpretados por un ordenador.
- Es preciso disponer de un computador y una unidad de CD-ROM para poder acceder a los datos.
- Capacidad: sobre 650 Mbytes.
- No se dañan por rayos X.
- Son sin embargo, más lentos que los discos magnéticos (de 10 a 20 veces más lentos).

## CD-ROM

---

- ¿Por qué son más lentos que los discos magnéticos?

Los datos se almacenan en los CD-ROM con la misma densidad lineal desde la pista interna a la externa, por lo que hay que desacelerar la velocidad de rotación para mantener una tasa de datos constante conforme leemos pistas más externas.

Por otro lado, las cabezas lectoras ópticas son más pesadas que las magnéticas, por lo que la inercia es más grande.

## Capacidad del CD-ROM

---

- La capacidad típica es de 620 MBytes.
- Los más modernos llegan a 700 Mbytes.
- El estándar ISO-9660 define un sistema de ficheros para CD-ROM.

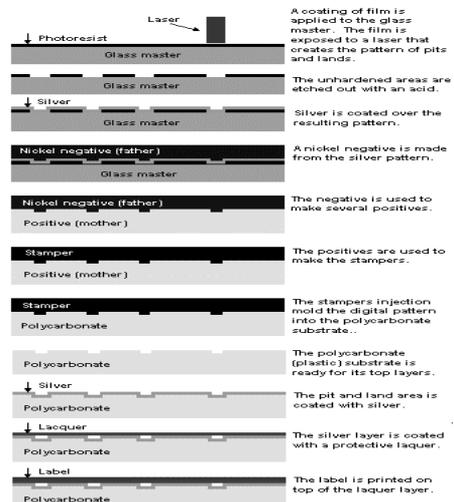
## Estructura Física de un CD-ROM

- Disco de 120 mm de diámetro y un grosor de 1.2 mm, con un hueco central de 15 mm.
- La superficie está protegida por una capa de metal reflectiva, cuya superficie se mantiene a un nivel de “tierra” (land), y que se agujerea en minas (pits) para grabar la información.
- Los pits tienen una profundidad de 12 micrometros y una anchura de 0.6 micrometros. El ancho de las lands va de 0.9 a 3.3 micrometros.
- La transición de pit a land, y de land a pit es un 1. El resto son ceros.

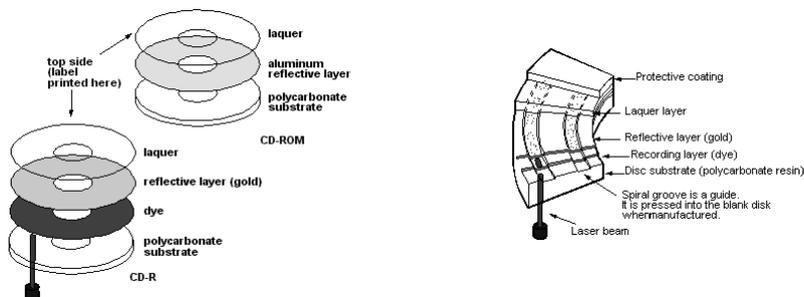
## Creación de un CD-ROM

- Creación de un CD-ROM

El proceso de grabación se denomina *mastering*. Un laser de una corta longitud de onda y alta potencia pasa a través de una lente y forma un agujero en la superficie reflectiva para cada pit.

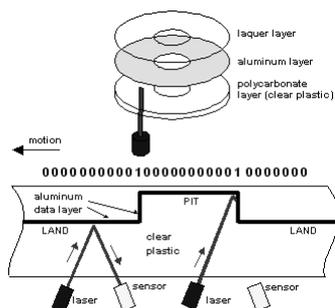


## Capas de un CD-ROM



## Codificación de los datos

- Las transiciones adyacentes muy cercanas no pueden ser leídas, por lo que ha de existir mayor separación entre los cambios consecutivos.
- Cada 8 bits se codifica con 14 bits tomados de una tabla de conversión.
- Para evitar que dos símbolos consecutivos puedan finalizar y comenzar con “1s”, se añaden bits de relleno (merge)



## **Velocidad y Capacidad de Almacenamiento**

---

- El flujo sostenido es de 1.2288 Mbps.
- Capacidad: se mide en minutos de audio siendo el máximo de 60 minutos, aunque pueden llegar a 74 minutos.
- Con 60 minutos el número de bloques es de 270.000, siendo cada bloque de 2048 bytes, lo que se traduce en 553 Mbytes.
- Para 74 minutos, el número de bloques es de 333000, siendo la capacidad de 682 Mbytes.

## **CD-I**

---

- Compact Disc-Interactive. Sistema de entretenimiento basado en CD, que no requiere de un computador para su funcionamiento.
- Puede conectarse a una TV o a un equipo de música estéreo, y dispone de un control remoto para operar sobre el mismo.
- Puede almacenar imágenes y música. Es compatible con el CD-ROM

## **CD-ROM/XA**

---

- Extensión del CD-ROM que permite almacenar audio y video entrelazado y datos de computador (e.g. programas).
- Un lector de CD-ROM/XA puede presentar audio e imágenes simultáneamente. Se requiere un hardware especial para manejar el audio.

## **Photo-CD**

---

- Se utiliza para grabar fotografías como imágenes digitales en un disco compacto.
- Tecnología desarrollada por Philips.
- Permite grabar fotografías en diferentes sesiones (multisesión).
- Puede ser leído tanto por CD-I como por CD-ROM/XA

## Estándares de CD

---

- Red Book. Compact Disc Digital Audio.
- Yellow Book. Estándar para CD-ROM.
- Green Book. Estándar para CD-I.
- Orange Book. Estándar para discos compactos de una única escritura (write-once).

## DVD

---

- **Digital Versatile Disc (DVD)**. Última generación de discos de almacenamiento ópticos. Se trata de discos compactos de mayor capacidad de almacenamiento que los CD-ROM, que pueden almacenar video, audio y datos.
- Único formato digital para almacenar todo tipo de información, sustituyendo a los CD-DA, CD-ROM, cintas VHS e incluso a las cintas de juegos.
- Calidad video MPEG-2 y audio Dolby AC3.
- Capacidad hasta 17 GBytes (26 veces superior al CD-ROM). Su capacidad normal es de 8.4 Gbytes.
- Gran acogida entre los fabricantes (Sony, Philips, ...)

## Tecnología DVD (I)

---

- El DVD se compone de 2 discos compactos de 12 cm solapados de 0.6 mm de grosor cada uno (mismo grosor total que el CD).
- Permite almacenar mayor densidad de información que el Disco Compacto, mediante el uso de un láser de menor longitud de onda (635-650 nm), que puede leer *pits* de menor anchura.
- Permite duplicar el número de *pits* por pista y duplicar el número de pistas. Adicionalmente otros avances tecnológicos mejoran la densidad total (modulación de canal, formato del sector, etc.).

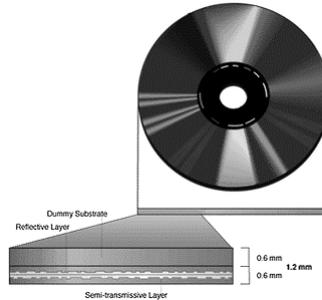
## Tecnología DVD (II)

---

- Permite almacenar 4.7 GB de datos por cada cara, lo que supone un total de 9.4 GB.
- Puede llegar a un total de 17 GB (26 veces un CD-ROM), utilizando dos capas de datos en lugar de una sola, llegando cada capa a 8.5 GB. La primera capa es semitransparente y puede accederse a cualquiera de las capas, interior o exterior, modulando la potencia del rayo láser lector.
- La velocidad de acceso puede llegar a 2.7 MB/seg.

## Tecnología DVD (III)

- Tecnología de Doble Capa



## Comparativa DVD vs. CD-ROM

	CD-ROM	DVD
Diámetro	120 mm	120 mm
Grosor	1.2 mm	0.6 mm
Pit	0.834 nm	0.40 nm
Láser	780 nm	640 nm
Capacidad	0.65 GB	4.7 GB
Número Discos	1	1,2,4

## DVD

---

- Existen distintas variantes de DVD:
  - **DVD-Video** (denominado DVD a secas) almacena programas de video, y se precisa de un reproductor y un equipo de TV para visualizar la película.
  - **DVD-ROM** almacena datos (e.g. Programas) y precisa de una unidad lectora adherida al bus de E/S de un computador para poder acceder a los datos. DVD-ROM incluye las siguientes variantes: DVD-R, DVD-RAM, DVD-RW, DVD+RW;

## Características del DVD (I)

---

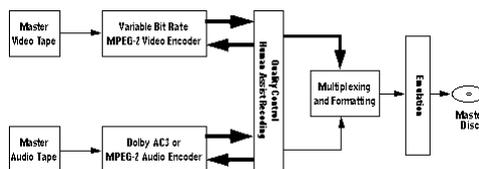
- 2 horas de video digital de alta calidad (puede llegar a 8 horas).
- Soporte para pantalla formato cine (16:9).
- Hasta 8 pistas para audio digital (múltiples lenguajes, ...), con 8 canales cada una.
- Hasta 32 pistas para subtítulos/karaoke.
- Hasta 9 ángulos de cámara (seleccionables durante la reproducción).
- Menús interactivos (para juegos, preguntas, ...).
- Texto identificativo multi-lenguaje para título, personajes, álbumes, etc.

## Características del DVD (II)

- Rebobinado instantáneo, incluido búsquedas en títulos, capítulos, etc.
- Duradero.
- Insensible a campos magnéticos.
- Resistente al calor.
- Tamaño compacto (fácil de manejar, empaquetar, ...; los lectores pueden ser portables; Reproducción barata)
- Llave de acceso (e.g. Para niños).
- Programables (reproducción de secciones en el orden deseado)
- Compatibles con CDs de audio (CD-DA).

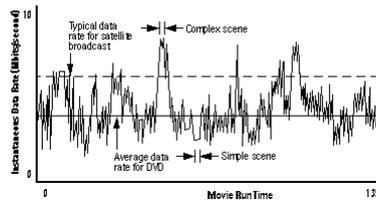
## Grabación de DVD

- Proceso de *Mastering*



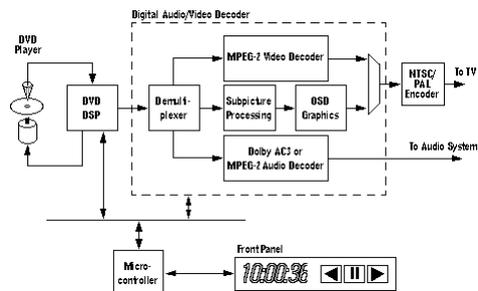
## Codificación MPEG-2

- DVD se basa en codificación de flujo variable MPEG-2



## Reproductores DVD

- Esquema de un reproductor DVD



# DVD-ROM

- Esquema de una unidad DVD-ROM

