

Sistemas de almacenamiento externo

Índice

4.1. Sistemas de almacenamiento externo	168
4.1.1. Definición	168
4.1.2. Estructura	168
4.1.3. Tipos	169
Atendiendo a la tecnología	169
Atendiendo a la forma de almacenar la información	170
Atendiendo al acceso a la información	170
Atendiendo a la ubicación del sistema	170
Atendiendo a la conexión entre el soporte que almacena la información y la unidad lectora/grabadora	171
4.2. Dispositivos magnéticos	171
4.2.1. Funcionamiento	171
4.2.2. Discos magnéticos	175
Estructura física	175
Estructura lógica	176
Formato.	176
Formateo físico.	177
Formateo lógico	177
Discos duros	181
Discos flexibles	185

4. Sistemas de almacenamiento externo

4.2.3.	Cintas magnéticas	185
4.2.4.	Sistemas RAID	187
	RAID 0	188
	JBOD	189
	RAID 1	190
	RAID 2	191
	RAID 3	191
	RAID 4	191
	RAID 5	192
	RAID 6	193
	Niveles RAID anidados	193
	RAID 0+1	194
	RAID 1+0	195
4.3.	Dispositivos de almacenamiento óptico	195
4.3.1.	Funcionamiento	196
4.3.2.	Estructura física	197
4.3.3.	Estructura lógica	198
4.3.4.	Tipos	198
	Discos compactos	198
	DVD	199
	Blu-Ray	200
	HD-DVD	201
4.4.	Tarjetas de memoria	201
4.5.	Ejercicios	202

Sistemas de almacenamiento externo

4.1.1 Definición

Se denomina **periféricos** tanto a las unidades o dispositivos a través de los cuales la CPU se comunica con el mundo exterior, como a los sistemas que almacenan o archivan información, sirviendo de memoria auxiliar de la memoria principal. En este capítulo nos centraremos en el estudio de estos últimos.

Por sistemas de almacenamiento masivo o auxiliar se entiende aquellos periféricos que sirven para almacenar la información permanentemente y poder recuperarla de forma automática. Surgen para evitar el problema de la pérdida de la información cuando se desconecte el suministro de energía eléctrica. Son unas mil veces más lentos que las memorias centrales aunque admiten gran capacidad de almacenamiento y resultan mucho más baratos.

Además, todos los sistemas de almacenamiento de alta capacidad incluyen elementos móviles, lo que será determinante a la hora de su fiabilidad (mantenimiento).

4.1.2 Estructura

Cada periférico suele estar formado por dos partes claramente diferenciadas en cuanto a su misión y funcionamiento: una parte de almacenamiento (normalmente mecánica) y una parte de control (electrónica):

- **La parte mecánica** está formada básicamente por dispositivos electromecánicos (conmutadores manuales, relés, motores, electroimanes, servomecanismos, etc.), los controlados por los elementos electrónicos. La velocidad de funcionamiento de un periférico y el tiempo medio transcurrido entre averías suelen venir impuestos por los elementos mecánicos.
- **La parte electrónica o controlador de periférico** se encarga de interpretar las órdenes que le llegan de la CPU para la recepción o transmisión de datos y de generar las señales de control para la activación de los elementos elec-

4. Sistemas de almacenamiento externo

tromecánicos del periférico que producen o captan los datos en el soporte de información correspondiente (pantalla, impresora, disco magnético, etc.).

4.1.3 Tipos

Atendiendo a la tecnología

Para grabar datos en un soporte físico más o menos perdurable se usan casi en exclusiva dos tecnologías: **magnética** y **óptica**, aunque actualmente también están adquiriéndose dispositivos híbridos (tecnologías **magnetoóptica**, que utilizan una combinación de las dos tecnologías anteriores.

- **Tecnología magnética.** Se lleva usando desde hace decenas de años, tanto en el campo digital como en el analógico. Consiste en la aplicación de campos magnéticos a ciertos materiales cuyas partículas reaccionan a esa influencia, generalmente orientándose en unas determinadas posiciones que conservan tras dejar de aplicarse al campo magnético. Esas posiciones representan los datos.

Dispositivos magnéticos existen infinidad: desde las antiguas cintas de música hasta los Zip y Jaz, pasando por disqueteras, discos duros y otros similares. Todos se parecen en ser dispositivos grabadores a la vez que lectores, en su precio relativamente bajo por MB (lo que se deriva de ser tecnologías muy experimentadas) y en que son bastante delicados.

- **Tecnologías Ópticas.** Su primera aplicación comercial masiva fue el superexitoso CD de música, que data de comienzos de la década de los 80. Los fundamentos técnicos que se utilizan son relativamente sencillos de entender: un haz láser va leyendo (o escribiendo) microscópicos agujeros en la superficie de un disco.

La principal característica de los dispositivos ópticos es su fiabilidad. No les afectan los campos magnéticos, apenas les afectan la humedad ni el calor y pueden aguantar golpes importantes (siempre que su superficie esté protegida).

- **Tecnologías Magneto-ópticas.** Los dispositivos magneto-ópticos (MOs) utilizan un láser óptico, un campo magnético y un fotodetector para registrar los datos.

4. Sistemas de almacenamiento externo

Este método tiene una gran cantidad de beneficios entre los que se destaca su alta confiabilidad y durabilidad: los datos grabados bajo tecnología magnética normal (como la de los discos rígidos, diskettes y cintas) pueden ser fácilmente afectados por campos magnéticos imprevistos a temperaturas normales, provocando la pérdida de los datos.

Los discos magneto-ópticos están cubiertos con un material especial que puede ser magnetizado, pero sólo a una alta temperatura (150° C aproximadamente). Esto hace que la carga magnética no se vea afectada por la exposición a temperaturas normales.

Atendiendo a la forma de almacenar la información

- **Reutilizables.** Podemos emplear el mismo soporte todas las veces que deseamos, es decir, podemos regrabar la información. Ejemplo: cinta magnética, CD-RW.
- **No reutilizables.** Una vez que se graba la información no se puede modificar. En este caso, una vez creado sólo se puede leer. Ejemplo: CD-ROM.

Atendiendo al acceso a la información

- **Secuencial.** Para acceder a un dato tenemos que leer o escribir todos los anteriores. Ejemplo: La grabación de un CD-ROM es secuencial, vamos grabando uno a uno los datos en el orden en que queremos que aparezca.
- **Directo.** Podemos acceder a cualquier dato de forma casi inmediata. Ejemplo: La lectura de un CD-ROM es directa, podemos leer cualquier archivo de un CD-ROM sin necesidad de acceder a los demás.

Atendiendo a la ubicación del sistema

- **Interno.** La unidad lectora/grabadora se localiza dentro de la carcasa del ordenador. Ejemplos: La mayoría de las unidades de disco flexible, los discos duros, y las unidades lectoras de CD-ROM.
- **Externo.** La unidad lectora/grabadora se sitúa fuera del ordenador.

Atendiendo a la conexión entre el soporte que almacena la información y la unidad lectora/grabadora

- **Removibles o intercambiables.** El soporte que almacena la información se puede cambiar, permaneciendo la unidad lectora/grabadora. Ejemplo: los discos flexibles. Podemos cambiar de disco sin necesidad de cambiar la unidad lectora/grabadora.
- **No removibles o no intercambiables.** El soporte que almacena la información, y la unidad lectora/grabadora se encuentran unidos. Ejemplo: Los discos duros.

SECCION 4.2

Dispositivos magnéticos

Como ya mencionamos anteriormente, los dispositivos con soporte magnético se utilizan prácticamente desde los inicios de la informática. Se llaman discos magnéticos porque utilizan un soporte magnético para grabar y mantener los datos.

Una de las primeras diferencias respecto a la memoria volátil, RAM, son las unidades de información que se manejan en los accesos de lectura y escritura:

- **RAM.** La unidad mínima de acceso es el byte.
- **Disco.** La unidad mínima es el sector (512 bytes).

A continuación veremos su funcionamiento y los tipos más comunes y utilizados.

4.2.1 Funcionamiento

Los dispositivos de almacenamiento magnético contienen soportes de información constituidos por un sustrato tradicionalmente de aluminio pues:

- Debe tener un bajo coeficiente de dilatación, pues la fuerza *centrífuga* de la rotación y el calor en el interior de la unidad podría deformar el soporte dificultando la lectura y escritura.

4. Sistemas de almacenamiento externo

- La superficie debe ser muy lisa.

El dispositivo se encuentra recubierto por un material magnetizable (como óxido férrico u óxido de cromo). La información se graba en unidades elementales o celdas que forman líneas o pistas. Cada celda puede estar sin magnetizar o estar magnetizada en uno de dos estados magnéticos estables; dos de estas tres situaciones pueden representar los valores lógicos 0 y 1. La celda se comporta como un elemento de memoria ya que almacena un bit.

Para realizar una operación de escritura se hace pasar una corriente eléctrica por la cabeza, véase la figura 4.1. Esta corriente induce un campo magnético de forma que si se pasa por un material susceptible de ser magnetizado por la cercanía del campo, la zona afectada quedará magnetizada. Inviertiendo el sentido de la corriente, se invierte el sentido del campo, y por tanto el sentido de magnetización del soporte.

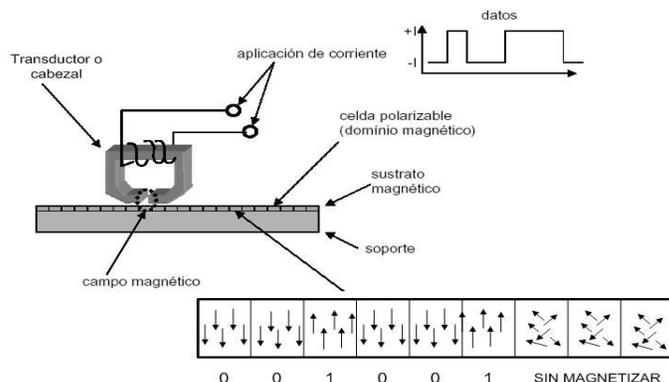


Figura 4.1: Escritura de un soporte magnético

En el caso de la lectura, si se mueve el cabezal de lectura por el material magnetizado, cada celda ejercerá sobre el cabezal una fuerza electromotriz (tensión) con una polaridad (+ o - respecto de tierra) que vendrá determinada por el estado de magnetización (S o N).

A lo largo del tiempo se han desarrollado diversos mecanismos que permiten codificar señales binarias mediante campos magnéticos. Podemos destacar los siguientes:

1. **Vuelta a cero (RZ, return to zero).** El 1 lógico se graba magnetizando el centro de la celda. El 0 es ausencia de magnetización.

4. Sistemas de almacenamiento externo

2. **Vuelta a saturación (RS, return to saturation).** El 1 se representa con un estado de magnetización en el centro de la celda. El resto de la celda, así como el 0 lógico, se representa con el estado de magnetización opuesto.
3. **Retorno a cero bipolar (BRZ, bipolar return to zero).** El 1 se representa por un estado de magnetización en el centro de la celda y el 0 por el estado de magnetización opuesto, también en el centro de la celda. Los extremos de la celda quedan sin magnetizar.
4. **Sin retorno a cero (NRZ, non-return zero).** El 1 se representa por un estado de magnetización en toda la celda y el cero por el estado contrario, también en toda la celda.
5. **Sin retorno a cero invertido (NRZI, non-return to zero invert).** El 1 lógico se representa por el cambio de magnetización en toda la celda, sobre el estado de la celda anterior. El 0 se representa por la ausencia de cambio de flujo.
6. **Codificación en fase (PE, phase encoding).** El 1 se representa por un cambio de sentido del flujo magnético, y el 0 por el cambio contrario. Estos cambios se realizan en el centro de la celda. Para poderse detectar dos ceros o dos unos consecutivos, al comienzo del segundo se efectúa también un cambio.
7. **Modulación de frecuencia (FM, frequency modulation).** Siempre se produce un cambio al comienzo de la celda. En el centro de la celda se producirá un cambio de magnetización si y sólo si se graba un 1.
8. **Coeficiente de pulso (PR, pulse ratio).** La celda tiene un primer intervalo de longitud $R1$ en un estado de magnetización (positivo, por ejemplo), y el segundo intervalo, de longitud $R2$, en el estado contrario (negativo, por el ejemplo). El 1 lógico se representa por un pulso tal que $R1/R2 \geq 1$, y el 0 lógico por un pulso tal que $R1/R2 < 1$.
9. **FM modificada (MFM, modified FM).** Similar a FM excepto que el cambio de estado al inicio de la celda se efectúa sólo si el bit precedente y actual son ambos 0.
10. **Modulación de frecuencia modificada-modificada (M2FM, modified-modified FM).** Igual que FM pero sólo se efectúa el cambio de estado al

4. Sistemas de almacenamiento externo

comienzo de la celda si la celda anterior no contiene ningún cambio (ni al principio ni en el centro), y la celda actual es un 0. (NO ENTRA)

Ejercicio 4.1 Empleando todas las codificaciones anteriores codificar los siguientes códigos: 100011101; 110111011110111110.

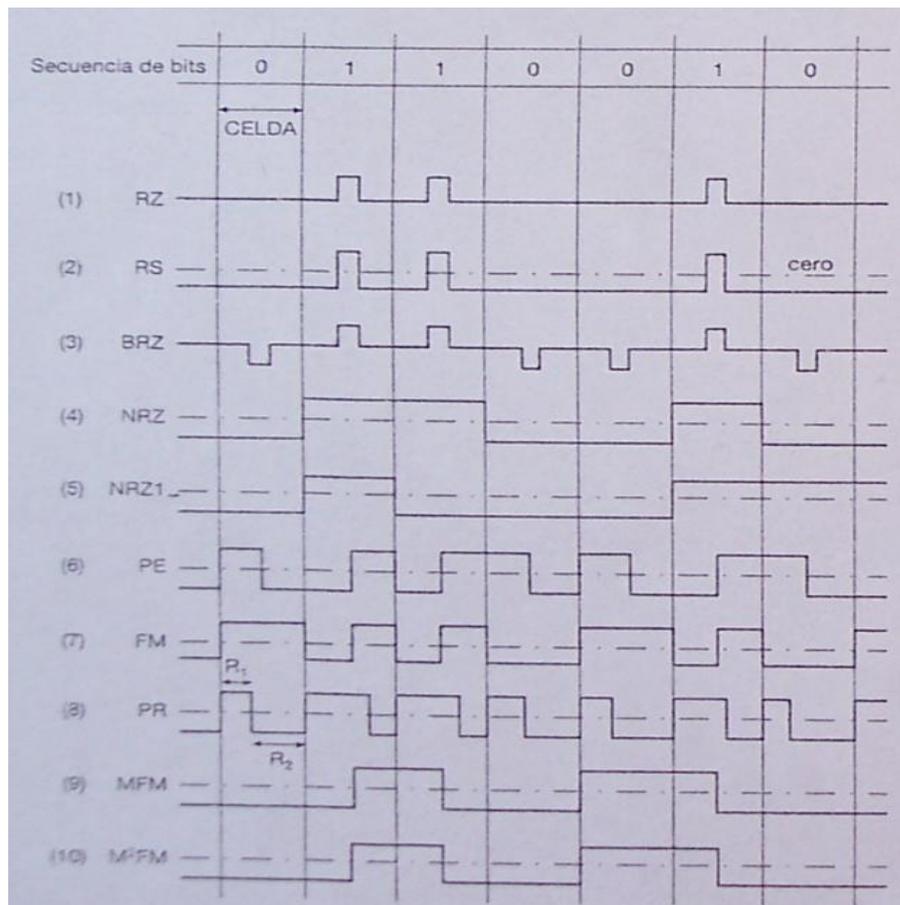


Figura 4.2: Escritura de un soporte magnético

4.2.2 Discos magnéticos

Estructura física

Un disco magnético es un disco, recubierto por una película magnética, que gira a una gran velocidad (5400 r.p.m, 7200 r.p.m, etc. . .). El plato o el disco puede ser de plástico flexible como los disquetes o discos flexibles o de un material rígido (usualmente aluminio) como los discos duros.

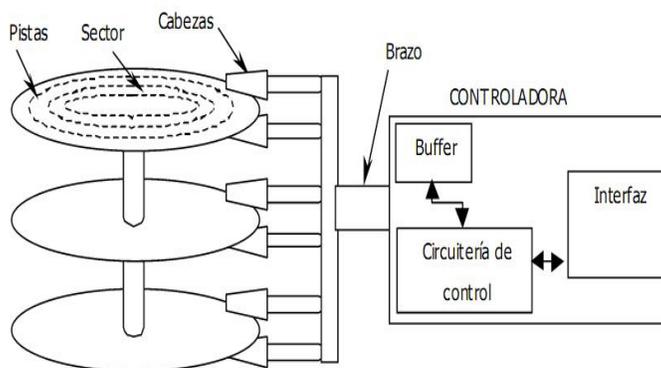


Figura 4.3: Composición interna de un disco magnético

Las partes mecánicas fundamentales de un disco magnético son las siguientes:

- **Cabeza de lectura/escritura.** Básicamente consiste en una espiral arrollada sobre un material ferromagnético. Cuando el plato gira a gran velocidad (como en los discos duros), la cabeza debe acercarse a éste sin rozarlo, de lo contrario se destrozaría. Por ello, la cabeza se inserta un **deslizador** que tiene forma aerodinámica, de manera que la cabeza ‘vuela’ sobre el plato. En principio, existen dos cabezas por cada disco, estas cabezas se mueven a la vez, pues están unidas al mismo brazo. Un multiplexor se encarga de conmutar la lectura/escritura entre una u otra cabeza.
- **Plato o disco.** Se compone de **sustrato y medio**. El primero es un material magnéticamente inerte y rígido, sobre el que se deposita el medio. Éste último será de algún material sensible al magnetismo (como el óxido de hierro) y sobre él se interactúa para guardar y recuperar la información.

4. Sistemas de almacenamiento externo

- **Motor de giro.** Es el encargado de imprimir velocidad al eje que lleva el plato. Por lo general, suelen girar a una velocidad que oscila entre las 3600 y 7200 rpm en el caso de los discos duros. En los discos flexibles suelen ser mucho menor.
- **Brazo y actuador.** El brazo soporta a los cabezales y se mueve como un todo. El actuador se encarga de mover el brazo y llevarlo a una pista concreta. Podemos encontrar dos tipos de actuadores: con motor paso a paso y tipo voice-coil que son mucho más rápidos.

Estructura lógica

Los discos se subdividen en:

- **Plato.** Cada uno de los discos que hay dentro del disco duro.
- **Cara.** Cada uno de los dos lados de un plato.
- **Pistas.** Circunferencias completas entorno al eje de rotación del disco. Están numeradas desde fuera hacia dentro.
- **Cilíndros.** Conjunto de varias pistas; son todas las circunferencias que están alineadas verticalmente (una de cada cara).
- **Sectores.** Donde un sector es la unidad de transferencia en cada acceso al disco. Numerados en una secuencia única en toda la pista. De capacidad de 512 bytes.

Para conseguir un mayor rendimiento de las operaciones de E/S y disminuir el tamaño de las tablas de asignación de los sistemas operativos los bloques de información o sectores se agrupan en unidades de asignación o 'clusters' que componen la unidad atómica de direccionamiento.

Formato.

Antes de utilizar un disco es necesario efectuar sobre él unas grabaciones denominadas dar formato o 'formateo' del disco. Es una operación de varios niveles:

- **Formateo a bajo nivel ó físico.** Consiste en trazar con señales magnéticas las pistas o sectores.

4. Sistemas de almacenamiento externo

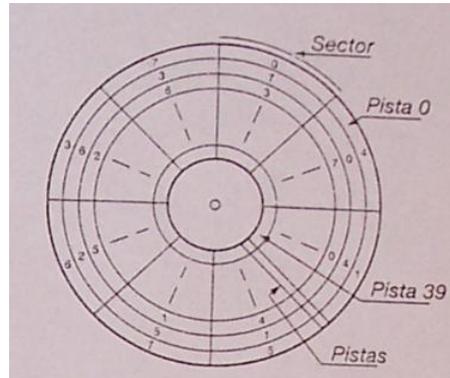


Figura 4.4: Composición Lógica de un disco

- **Formateo a alto nivel o lógico.** Consiste en organizar los sectores de modo que puedan ser utilizados por el sistema operativo.

Formateo físico.

Un disco debe formatearse físicamente antes de formatearse lógicamente. El formateo físico de un disco (también denominado formateo de bajo nivel) en general es realizado por el fabricante. El formateo físico divide un plato del disco duro en sus elementos físicos básicos: **pistas, sectores y cilindros**. Estos elementos definen la forma en la que los datos se registran y se leen del disco.

Después de que un disco se formatea físicamente, las propiedades magnéticas del revestimiento en ciertas áreas del disco pueden deteriorarse gradualmente. Como consecuencia, los cabezales de lectura/escritura del disco encuentran mayor dificultad para escribir una serie de bits en el disco que después pueda leerse. Cuando esto ocurre, los sectores que no contienen bien los datos se denominan 'sectores defectuosos'. Afortunadamente, la calidad de los discos modernos es tan elevada que los sectores defectuosos de este tipo son raros. Además, los PC modernos en general pueden determinar cuándo un sector es defectuoso, marcar el sector (de manera que nunca sea usado) y usar un sector alternativo.

Formateo lógico

Después de que un disco rígido ha sido formateado físicamente, debe formatearse lógicamente. El formateo lógico ubica un **Sistema de archivos** en el disco. Un sistema de archivos permite que un sistema operativo, como por ejemp-

4. Sistemas de almacenamiento externo

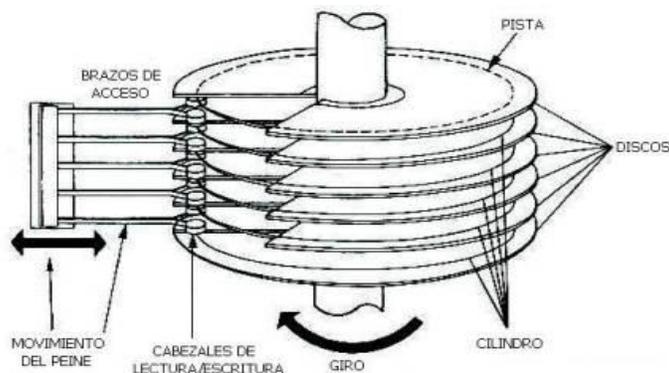


Figura 4.5: Componentes de un disco duro

lo, Windows NT, Ubuntu, OpenSuse, . . . , Utilice el espacio disponible para almacenar y recuperar archivos.

Antes de formatear lógicamente un disco, se puede dividir en **Particiones**. En cada partición puede aplicarse un sistema de archivos diferente.

Proceso de arranque.

Todos los ordenadores disponen de un pequeño programa almacenado en memoria ROM (actualmente flash-BIOS), encargado de tomar el control del ordenador en el momento de encenderlo. Lo primero que hace el programa de arranque es un breve **chequeo de los componentes hardware**. Si todo está en orden, intenta el arranque desde la primera unidad física indicada en la secuencia de arranque. Si el intento es fallido, repite la operación con la segunda unidad de la lista y así hasta que encuentre una unidad arrancable. Si no existiese ninguna, el programa de arranque mostraría una advertencia. Esta secuencia de arranque se define en el programa de configuración del ordenador (también llamado Setup, CMOS o BIOS). Lo usual es acceder a este programa pulsando la tecla Suprimir mientras se chequea la memoria RAM, sin embargo su forma de empleo depende del modelo del ordenador. Por ejemplo, la secuencia: **DVD, Lector de tarjetas, Disco Duro1, Disco Duro 2**, indica que primero se intentará arrancar desde la lectora/grabadora de DVD, si no fuera posible, desde la lectora de tarjetas en caso de que no fuera posible desde el disco duro1 y en caso de que este tampoco pudiera arrancar se recurriría a arrancar desde el disco duro 2.

Suponiendo que arrancamos desde el disco duro 1, el programa de arranque de la ROM cederá el control a su programa de inicialización (Master Boot). Este

4. Sistemas de almacenamiento externo

programa buscará en la tabla de particiones la **partición activa** y le cederá el control a su sector de arranque.

El programa contenido en el sector de arranque de la partición activa procederá al arranque del sistema operativo.

Master Boot Record.

La información de la estructura lógica del disco se encuentra en el sector de arranque maestro (**MBR: Master Boot Record**) es el primer sector de todo disco duro (**cabeza 0, cilindro 0, sector 1**) en él se almacena un pequeño programa de inicialización y la tabla de particiones.



Figura 4.6: Estructura del MBR

El MBR tradicionalmente está compuesto por 512 Bytes que se descomponen de la siguiente manera:

- 2 Bytes ← Firma de unidad arrancable.
- 64 Bytes ← Tabla de particiones.
- 446 Bytes ← Gestor de arranque (Código máquina).

Por cada partición existente en el disco duro, existe una entrada en la tabla de particiones donde se indica la posición de cada partición en el disco según la nomenclatura: cabeza (C), sector (S) y cilindro (C). Una estructura lógica de un disco con el MBR anterior podría ser la representada en la figura 4.7.

4. Sistemas de almacenamiento externo

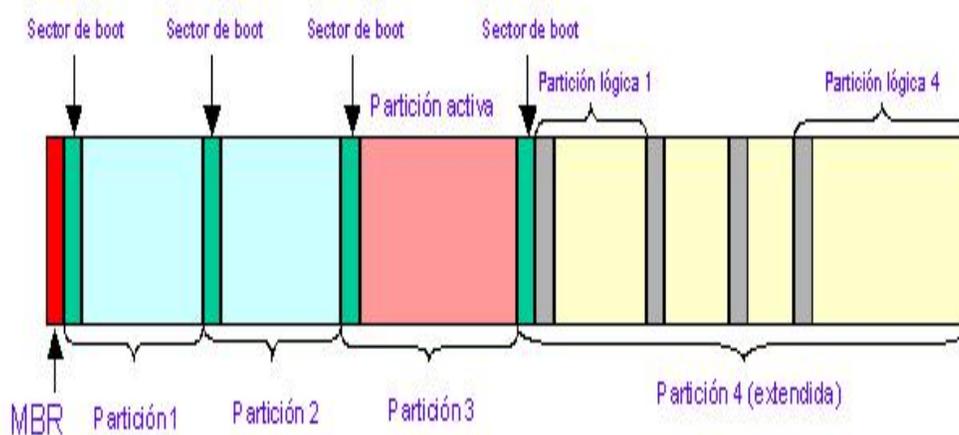


Figura 4.7: Estructura lógica de un Disco Duro

Particiones.

Cada disco duro constituye una unidad física distinta. Sin embargo, los sistemas operativos no trabajan con unidades físicas directamente sino con unidades lógicas. Dentro de una misma unidad física de disco duro puede haber varias unidades lógicas. Cada una de estas unidades lógicas constituye una partición del disco duro. Esto quiere decir que podemos dividir un disco duro en, por ejemplo, dos particiones (dos unidades lógicas dentro de una misma unidad física) y trabajar de la misma manera que si tuviésemos dos discos duros (una unidad lógica para cada unidad física). Existen dos tipos de particiones:

- **Primaria.** Son aquellas que pueden contener un Sistema Operativo y pueden ser particiones activas. Una partición activa es aquella a la que el programa de inicialización (Master Boot) cede el control al arrancar. El sistema operativo de la partición activa será el que se cargue al arrancar desde el disco duro. En un disco duro sólo pueden existir 4 particiones primarias (incluida la partición extendida, si existe).
- **Extendida.** Esta partición ocupa, al igual que el resto de las particiones primarias, una de las cuatro entradas posibles de la tabla de particiones. Dentro de una partición extendida se pueden definir Particiones Lógicas sin límite.

Los sistemas operativos deben instalarse en particiones primarias, ya que de otra manera no podrían arrancar. El resto de particiones que no contengan un

4. Sistemas de almacenamiento externo

sistema operativo, es más conveniente crearlas como particiones lógicas. Por dos razones: primera, no se malgastan entradas de la tabla de particiones del disco duro y, segunda, se evitan problemas para acceder a estos datos desde los sistemas operativos instalados. Las particiones lógicas son los lugares ideales para contener las unidades que deben ser visibles desde todos los sistemas operativos.

Sistema Ficheros.

Los sistemas de archivos determinan las estructuras necesarias para almacenar y manejar los datos. Un sistema de archivo desempeña tres funciones principales:

1. Control del espacio disponible y asignado.
2. Mantenimiento de directorios y nombres de archivos.
3. Controlar donde se encuentra el conjunto de clusters que forman un archivo.

Algunos sistemas de archivos son:

- Sistema de Archivos de Nueva Tecnología (NTFS), este es el sistema de archivos que permite utilizar todas las características de seguridad y protección de archivos de Windows NT
- Sistema de Archivos NetWare
- Ext2, Ext3 y Ext4.

Discos duros

El disco duro es uno de los dispositivos imprescindibles de una computadora. En él se pueden almacenar las grandes cantidades de información que requieren las últimas aplicaciones del mercado, de forma más o menos segura y rápida, sin olvidar la gran ventaja que supone poder modificar en cualquier momento su contenido. Se podrá almacenar tanta información como permita su capacidad.

Físicamente, un disco duro está formado por varios discos apilados y unidos por un eje dentro de una caja. Estos discos están hechos de una aleación de aluminio y recubiertos magnéticamente. El número de discos que componen un disco duro depende de la capacidad de la unidad.

La organización descrita pertenece a la llamada estructura Winchester. Corresponde a una tecnología de discos sellados, desarrollada por IBM.

Características.

Las características más importantes del disco duro son:

- **Tiempo de acceso.** Que viene determinado por el tiempo en posicionar el brazo en la pista deseada (tiempo de búsqueda t_b) más el tiempo que tarda el sector buscado en pasar por delante de la cabecera por efecto de la rotación (tiempo de latencia t_l).
- **Velocidad de transferencia.** Es la velocidad a la que se transmiten los bits de un sector y viene dada por la velocidad de giro o rotación y la densidad de grabación angular.
- **Capacidad de almacenamiento.** La capacidad de almacenamiento hace referencia a la cantidad de información que puede grabarse o almacenar en un disco duro. Antes se medía en Megabytes (MB), actualmente se mide en Gigabytes (GB).
- **Velocidad de rotación (RPM).** Es la velocidad a la que gira el disco, más precisamente, la velocidad a la que giran los platos del disco, que es donde se almacenan magnéticamente los datos. La regla es: a mayor velocidad de rotación, más alta será la transferencia de datos, pero también mayor será el ruido y mayor será el calor generado por el disco rígido. Se mide en número revoluciones por minuto (RPM).
- **Memoria caché (tamaño del buffer).** El buffer o caché es una memoria que va incluida en la controladora interna del disco duro, de modo que todos los datos que se leen y escriben a disco duro se almacenan primeramente en el buffer.

El buffer es muy útil cuando se está grabando de un disco rígido a un CD-ROM, pero en general, cuanto más grande mejor, ya que contribuye de modo importante a la velocidad de búsqueda de datos.

Los bloques que se transfieren suelen estar constituidos por conjuntos de sectores denominados grupos o unidades de asignación, también llamados clúster. Siempre que se hace una transferencia de información, toda la información se trocea en clusters. Un fichero siempre se graba de tal forma que se complete un número entero de clústers, aunque se desperdicie espacio. Por ejemplo, si el tamaño de la unidad de asignación de un disco es de 2 Kb y grabamos un fichero

4. Sistemas de almacenamiento externo

de 3468 bytes, el fichero ocuparía en realidad 4 Kb (4096 bytes) y se desperdiciarían un trozo del último clúster, exactamente 4096 bytes - 3468 bytes = 628 bytes.

Los sectores de las pistas exteriores son de mayor longitud que las interiores; ahora bien, el número de bits grabados en cada sector es siempre el mismo.

La lectura y escritura en la superficie del disco se hace mediante una cabeza que está insertada en un brazo móvil que se desplaza hacia el centro o hacia la parte externa del disco. Para leer o grabar un sector, el brazo sitúa la cabeza encima de la pista correspondiente y espera a que el sector en cuestión se posicione bajo ella. En el acceso, por tanto, hay que considerar dos tiempos, el tiempo de búsqueda de pista y el tiempo de espera (latency time) al sector. La fórmula que relaciona el tiempo de espera con la velocidad de rotación (en revoluciones por minuto) es:

$$t_l = \frac{1}{2} \cdot \frac{60}{W_r} \quad (4.1)$$

Por ejemplo, si la velocidad de rotación es de 3600 rpm, el tiempo medio de espera será:

$$t_l = \frac{1}{2} \cdot \frac{60}{3600} = 0,00833 \text{segundos} = 8,33 \text{ms} \quad (4.2)$$

El tiempo medio de acceso, en el caso de que los procesos de búsqueda de pista y espera de sector no se superpongan, vendrá dado por la suma del tiempo medio de búsqueda más el tiempo medio de espera.

Ejercicio 4.2 *Calcula el tiempo medio de acceso de un disco magnético que gira a 5000 rpm y tiene un tiempo medio de búsqueda de pista de 12 ms*

Ejercicio 4.3 *Calcula el espacio real que ocuparán en un disco cinco ficheros que ocupan 10456 bytes, 2230 bytes, 55 KB, 33 KB, 320 bytes teniendo en cuenta que el tamaño de la unidad de asignación es de 4KB.*

Ejercicio 4.4 *Calcula el porcentaje de espacio en disco que se desperdicia respecto del total de espacio ocupado para los ficheros del ejercicio anterior.*

ECC

Todos los discos duros utilizan, al igual que la memoria, un sistema de corrección de errores (ECC) para evitar problemas de integridad en el trasiego de

4. Sistemas de almacenamiento externo

datos. Junto con los datos almacenados en cada sector se reservan unos bits que contienen los códigos, generados por un algoritmo, que permiten su posterior validación en el proceso de lectura de los datos e incluso podrán llevar a cabo correcciones si se detecta algún error. Todo este proceso lo lleva a cabo el propio controlador del disco, de forma totalmente transparente y sin afectar a las prestaciones del dispositivo.

SMART

Una de las funcionalidades incluidas ya de forma habitual en los discos duros es la que se conoce con las siglas SMART. Esta tecnología, desarrollada por la empresa IBM, implementa una serie de rutinas que constantemente monitorizan los principales parámetros de funcionamiento del disco, almacenando la información obtenida y lanzando determinados avisos o alertas cuando se advierte que algunos parámetros alcanzan un determinado umbral de errores. Algunos de los indicadores que advertirían de posibles problemas son los siguientes: **Número de sectores erróneos, altura de los cabezales, número de errores ECC o temperatura excesiva.**

Los parámetros más característicos a controlar son los siguientes:

- **Temperatura del disco.** El aumento de la temperatura a menudo es señal de problemas de motor del disco.
- **De datos.** Reducción en la tasa de transferencia de la unidad puede ser señal diversos problemas internos.
- **Tiempo de partida (spin-up).** Cambios en el tiempo de partida pueden reflejar problemas con el motor del disco.
- **Contador de sectores reasignados.** La unidad Reasigna muchos sectores internos debido a los errores detectados, esto puede significar que la unidad va a fallar definitivamente.
- **Velocidad de búsqueda (Seek time).**
- **Altura de Vuelo del Cabezal.** La tendencia a la baja en altura de vuelo a menudo presagian un accidente del cabezal.

Discos flexibles

Antes de la llegada del disco duro, los discos flexibles eran utilizados para almacenar los programas y el sistema operativo del ordenador. Posteriormente se usaban para soporte adicional de información y pequeñas copias de seguridad. Actualmente está prácticamente en desuso, debido a la aparición de otros dispositivos con mucha más capacidad y mucho más rápidos, como los CD, DVD, Memoria flash,...

En estos dispositivos, el medio se encuentra sobre un sustrato flexible, protegido por una carcasa de plástico. Al contrario que en el caso de los discos duros, el medio es extraíble e independiente de la parte mecánica encargada de la lectura y escritura de la información. Podemos distinguir tres tecnologías:

- **Convencionales.** En estos dispositivos, los cabezales de lectura y escritura están en contacto con la superficie del disquete cuando rota. Precisamente por ello se produce una pequeña cantidad de abrasión que origina el deterioro de los discos. Pueden ser de dos tipos: 5.25 pulgadas y 3.5 pulgadas. Suelen ser bastante lentos, propensos a errores y poco fiables. Alcanzan capacidades de hasta 1.22 MB (5,25") y 2.88 MB (3.5").
- **Discos HIFD (Disco flexible de alta capacidad).** Fue desarrollado conjuntamente por Fujitsu y Sony, ideado como el sustituto de los disquetes convencionales. Alcanza capacidades de hasta 200 MB con discos de tamaño similar a los discos flexibles de 3.5".
- **Flópticos.** Utilizan un láser para situar las cabezas con gran precisión sobre un sustrato flexible, aunque la lectura y escritura son puramente magnéticos. Podemos encontrar dos tipos de discos **LS120**, **LS240** y **discos ZIP**.

4.2.3 Cintas magnéticas

Las cintas magnéticas han sido un sistema de almacenamiento de información desde 1950 ideado por IBM. En este tiempo las cintas magnéticas han tenido una evolución tecnológica. Las cintas magnéticas modernas normalmente están empaquetadas en cartuchos y cassetes.

Cuando la cantidad de información es inmensa, las cintas pueden ser sustancialmente más económicas que otros métodos de almacenamiento de información.

4. Sistemas de almacenamiento externo

Las cintas han sido siempre usadas para sistemas de computación de alta gama (servidores). Actualmente son empleadas como medio para realizar backups de datos. En el año 2008, se ha presentado la cinta magnética de mayor tamaño (Sun StorageTek T10000B) la cual puede almacenar hasta 1 TB de datos sin emplear ninguna técnica de compresión.

Las cintas consisten en un soporte blando flexible sobre el que se deposita una fina película magnética. Ésta película estará compuesta de diferentes materiales magnéticos: óxido de hierro, Cr, Fe-Co, Co-Ni, etc. Durante el proceso de lectura y escritura, esta banda de material magnetizable debe moverse delante de la cabeza de lectura/escritura que es la responsable de traducir las señales magnéticas en eléctricas o a la inversa.

Son dispositivos de almacenamiento de tipo secuencial, lo que es su principal inconveniente, ya que no soportan el acceso aleatorio a los datos, por lo que la unidad de lectura ha de explorar la cinta hasta hallar una información específica. Es por esto que, la rapidez de acceso en las cintas es menor que la de discos.

Las cintas suelen utilizarse como medio de soporte para realizar copias de seguridad de discos duros y como soporte para el almacenamiento de grandes bases de datos.

Podemos encontrar multitud de tipos a lo largo de la historia de las cintas:

- 1951 - UNISERVO
- 1952 - IBM 7 track
- 1958 - TX-2 tape system
- 1962 - LINCTape
- 1963 - DECtape
- 1964 - 9 Track
- 1964 - Magnetic selectric
- 1972 - QIC
- 1975 - KC Standard
- 1976 - DC100
- 1977 - Datassette
- 1979 - DECtapeII
- 1979 - Exatron Stringy Floppy
- 1983 - ZX Microdrive
- 1984 - Rotronics Wafadrive
- 1984 - IBM 3480
- 1984 - DLT 1986 - SLR
- 1987 - Data8
- 1989 - DDS/DAT
- 1992 - Ampex DST
- 1994 - Mammoth
- 1995 - IBM 3590
- 1995 - Redwood SD-3
- 1995 - Travan
- 1996 - AIT
- 1997 - IBM 3570 MP
- 1998 - T9840
- 1999 - VXA
- 2000 - T9940
- 2000 - LTO Ultrium
- 2003 - SAIT
- 2006 - T10000

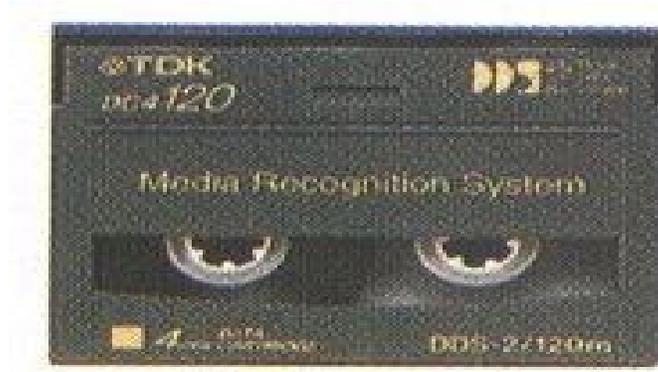


Figura 4.8: Cinta DAT

4.2.4 Sistemas RAID

RAID proviene de ‘Redundant Array of Inexpensive Disk’ traducido como ‘conjunto redundante de discos baratos’, pero realmente este sistema no es precisamente barato con lo que se ha renombrado como ‘Redundant Array of Independent Disk’ que significaría ‘conjunto redundante de discos independientes’.

Un sistema RAID es un sistema de almacenamiento que usa múltiples discos duros entre los que distribuye o replica los datos. Esta distribución de los datos viene definida según una configuración lo que se ha denominado como el nivel RAID.

Las principales ventajas de un sistema RAID son:

- Mayor integridad.
- Mayor tolerancia a fallos.
- Mayor Throughput (Rendimiento).
- Mayor capacidad.

Cuando los sistemas RAID surgieron originalmente se constituían de discos antiguos y baratos que se reutilizaban para obtener discos de mayor prestaciones. En el nivel más simple, como veremos, un RAID combina varios discos duros en una sola unidad lógica. Así, en lugar de ver varios discos duros diferentes, el sistema operativo ve uno solo. Como consecuencia del abaratamiento de los discos

4. Sistemas de almacenamiento externo

duros y la mayor disponibilidad de las opciones RAID incluidas en los chipsets de las placas base, los RAID se encuentran ya disponible en los ordenadores personales.

Los niveles RAID más empleados son:

- **RAID 0.** Conjunto dividido.
- **RAID 1.** Conjunto en espejo.
- **RAID 5.** Conjunto dividido con paridad distribuida.

RAID 0

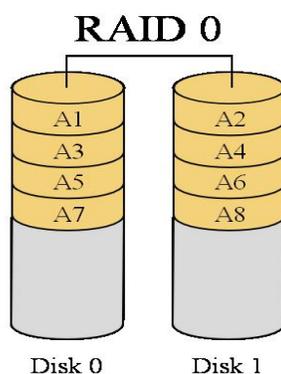


Figura 4.9: RAID 0

RAID 0, es el sistema más básico, también se le conoce como conjunto dividido. En este sistema RAID lo que se hace es distribuir los datos equitativamente entre dos o más discos sin información de paridad (chequeo de seguridad) lo que no produce un aumento en la redundancia de información.

Como el propio RAID dice por sus siglas 'Redundante' este sistema RAID 0 no es redundante, por eso mismo al principio no era considerado como un nivel RAID. El RAID 0 es empleado para obtener un mayor rendimiento a la hora de usar los datos.

Supongamos que el sistema RAID se monta en 2 discos duros, uno de un tamaño de 1 TB y otro con un tamaño de 3 TB. El tamaño del conjunto resultante será de 2 TB, pues se tomará 1 TB de cada uno de los discos. Desechándose para

4. Sistemas de almacenamiento externo

el sistema RAID los 2 TB del segundo disco, los cuales se podrán emplear para otras funciones de almacenamiento o de swap.

Para obtener un buen rendimiento en un sistema RAID 0 se deben dividir las operaciones de lectura y escritura en bloques de igual tamaño y deben ser distribuidos equitativamente entre los diferentes discos.

En RAID 0 si necesitamos acceder a todos los sectores de un solo disco el tiempo de búsqueda empleado será el de dicho disco. En cambio si los sectores a acceder están distribuidos equitativamente entre los discos, entonces el tiempo de búsqueda empleado estará en el intervalo del tiempo más rápido y el más lento de los discos. La velocidad de transferencia del conjunto **será la suma de la de todos los discos**, limitada sólo por la velocidad de la controladora RAID.

Un sistema RAID 0 es útil para configuraciones en las que necesitemos hacer uso de solamente lecturas.

JBOD

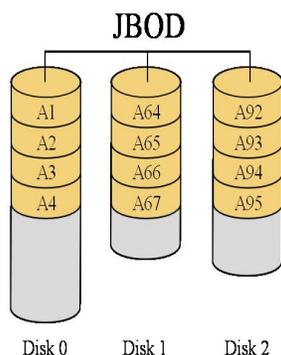


Figura 4.10: JBOD

JBOD al igual que RAID 0 no era un sistema RAID puro al comienzo de esta denominación, más aún, sigue sin ser nombrado como un nivel RAID. JBOD significa 'Just a Bunch Of Drivers' (Sólo un montón de discos). Como su nombre indica es un montón de discos duros que forman una gran unidad virtual.

JBOD es justamente lo contrario que la partición, la cual es de una unidad física se producen diversas unidades lógicas, pues desde varias unidades físicas se consigue obtener una sola unidad lógica.

4. Sistemas de almacenamiento externo

JBOD se usa cuando queremos combinar varios discos duros antiguos de poco tamaño en uno de mayor tamaño.

La principal ventaja de JBOD frente a un sistema RAID es que, en caso de que un disco falle, el RAID 0 pierde todos los datos mientras que JBOD sólo se pierden los datos del disco afectado.

RAID 1

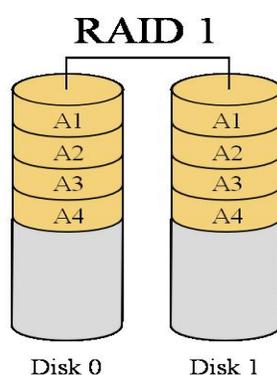


Figura 4.11: RAID 1

Un sistema RAID 1 crea una copia exacta (o espejo) de un conjunto de datos en dos o más discos. Esto resulta útil cuando el rendimiento en lectura es más importante que la capacidad. Un RAID 1 será tan grande como el disco más pequeño. En estos sistemas lo que se produce es un incremento exponencial de la fiabilidad.

El rendimiento de lectura se incrementa aproximadamente como múltiplo lineal del número de copias, es decir podemos estar leyendo dos datos diferentes, pero necesarios, desde distintos discos duros.

Al contrario que en la lectura, en la escritura, el rendimiento no mejora puesto que tenemos que escribir todos los datos en todos los discos del RAID 1.

La principal ventaja de los sistemas RAID 1 es que se pueden ofrecer entornos 24/7 puesto que mientras un disco hace el respaldo, el chequeo, la configuración, la sustitución tendremos otro disco como espejo de toda la información sin que los usuarios noten las actividades de mantenimiento.

4. Sistemas de almacenamiento externo

RAID 2

Un RAID 2 divide los datos a nivel de bits en lugar de a nivel de bloques y usa un **código de Hamming** para la corrección de errores. Los discos son sincronizados por la controladora para funcionar al unísono. Éste es el único nivel RAID original que **actualmente no se usa**.

RAID 3

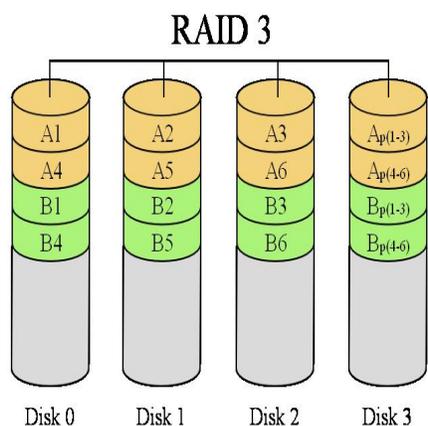


Figura 4.12: RAID 3

Un RAID 3 usa división a nivel de bytes con un disco de paridad dedicado. **El RAID 3 se usa rara vez en la práctica.** Uno de sus efectos secundarios es que **no puede atender varias peticiones simultáneas**. Pues, cualquier operación de lectura o escritura exige activar todos los discos del conjunto.

RAID 4

Un RAID 4 usa división a nivel de bloques con un disco de paridad dedicado. Necesita un mínimo de 3 discos físicos. El RAID 4 es parecido al RAID 3 excepto porque divide a nivel de bloques en lugar de a nivel de bytes. Esto permite que cada miembro del conjunto funcione independientemente cuando se solicita un único bloque. Si la controladora de disco lo permite, un conjunto RAID 4 puede servir varias peticiones de lectura simultáneamente. En principio también sería posible servir varias peticiones de escritura simultáneamente, pero al estar toda la

4. Sistemas de almacenamiento externo

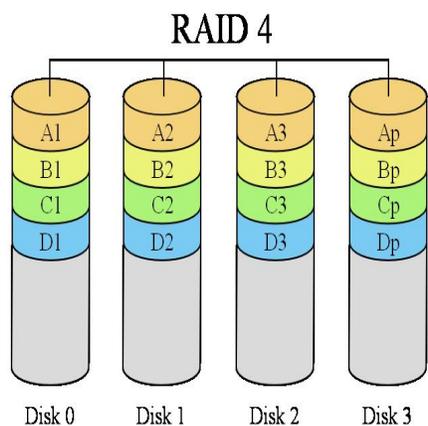


Figura 4.13: RAID 4

información de paridad en un solo disco, éste se convertiría en el cuello de botella del conjunto.

En el gráfico de ejemplo anterior, una petición del bloque «A1» sería servida por el disco 1. Una petición simultánea del bloque «B1» tendría que esperar, pero una petición de «B2» podría atenderse concurrentemente.

RAID 5

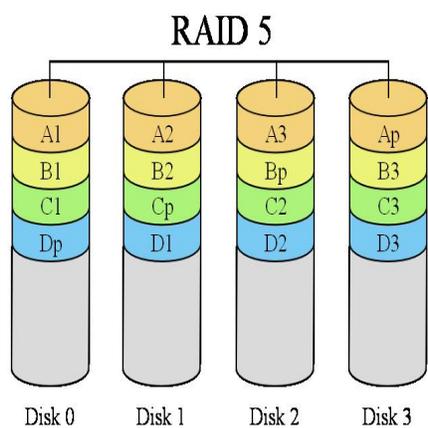


Figura 4.14: RAID 5

4. Sistemas de almacenamiento externo

El nivel 5 es similar al nivel 4, es decir que la paridad se calcula a nivel del bloque pero se distribuye en todas las unidades del clúster.

De esta manera, el RAID 5 mejora en gran medida el acceso a los datos (tanto en escritura como en lectura) ya que el acceso a los bits de paridad se distribuye en las diferentes unidades del clúster.

RAID-5 brinda rendimientos muy similares a los obtenidos en RAID-0 al tiempo que asegura una alta tolerancia de errores. Por este motivo, es uno de los mejores modos RAID en términos de rendimiento y confiabilidad. Ya que el espacio utilizable de unidad en un clúster de n unidades equivale a $n-1$ unidades, se recomienda contar con un gran número de unidades para lograr que el RAID 5 sea más ‘rentable’.

RAID 6

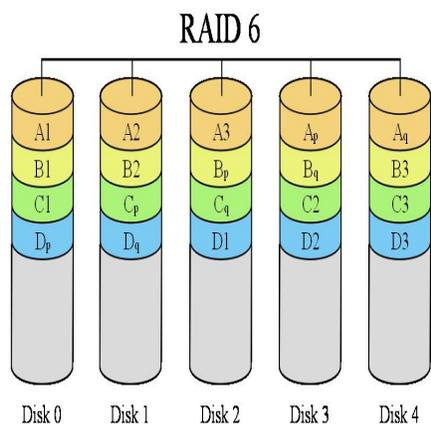


Figura 4.15: RAID 6

Se agregó el nivel 6 a los niveles definidos por los investigadores de Berkeley. Se define el uso de dos funciones de paridad y su almacenamiento en dos unidades dedicadas. Este nivel asegura redundancia en caso de que ambas unidades se dañen simultáneamente. Esto significa que se necesitan al menos 4 unidades para implementar el sistema RAID-6.

Niveles RAID anidados

Los niveles RAID anidados más comúnmente usados son:

4. Sistemas de almacenamiento externo

- **RAID 0+1.** Un espejo de divisiones.
- **RAID 1+0.** Una división de espejos.

RAID 0+1

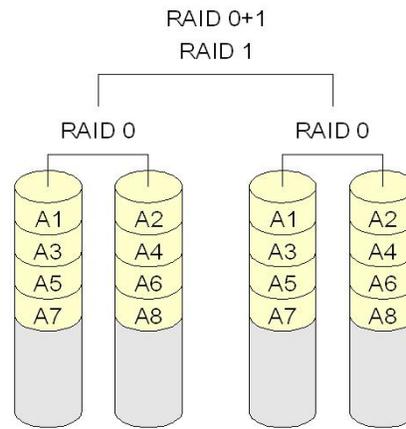


Figura 4.16: RAID 0+1

Un RAID 0+1 o RAID 01 es un sistema RAID usado para replicar y compartir datos entre varios discos. Un RAID 0+1 es un espejo de divisiones.

En primer lugar se crean dos conjuntos RAID 0 (dividiendo los datos en discos) y luego, sobre los anteriores, se crea un conjunto RAID 1 (realizando un espejo de los anteriores). La ventaja de un RAID 0+1 es que cuando un disco duro falla, los datos perdidos pueden ser copiados del otro conjunto de nivel 0 para reconstruir el conjunto global.

El RAID 0+1 no es tan robusto como un RAID 1+0, no pudiendo tolerar dos fallos simultáneos de discos salvo que sean en la misma división. Con la cada vez mayor capacidad de las unidades de discos, el riesgo de fallo de los discos es cada vez mayor.

Dados estos cada vez mayores riesgos del RAID 0+1 (y su vulnerabilidad ante los fallos dobles simultáneos), muchos entornos empresariales críticos están empezando a evaluar configuraciones RAID más tolerantes a fallos que añaden un mecanismo de paridad subyacente.

RAID 1+0

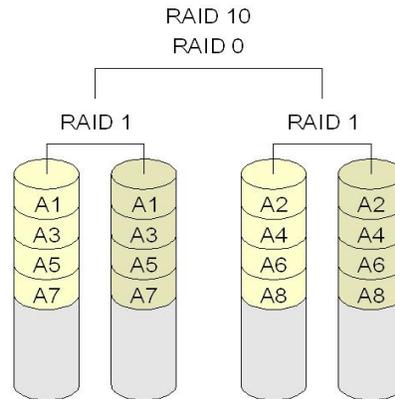


Figura 4.17: RAID 1+0

Un RAID 1+0, RAID 10, es parecido a un RAID 0+1 con la excepción de que los niveles RAID que lo forman se invierte: el RAID 10 es una división de espejos.

El RAID 10 es a menudo la mejor elección para bases de datos de altas prestaciones, debido a que la ausencia de cálculos de paridad proporciona mayor velocidad de escritura.

SECCION 4.3

Dispositivos de almacenamiento óptico

Los primeros CDs de audio aparecieron en 1983, desarrollados conjuntamente por Sony y Philips. Enseguida se adaptaron a los computadores (dando lugar a los CD-ROM) proporcionando un dispositivo de almacenamiento excelente, gracias a su gran capacidad y fiabilidad. Posteriormente, como evolución del CD convencional, apareció el DVD que posee una mayor capacidad y velocidad de transferencia.

4. Sistemas de almacenamiento externo

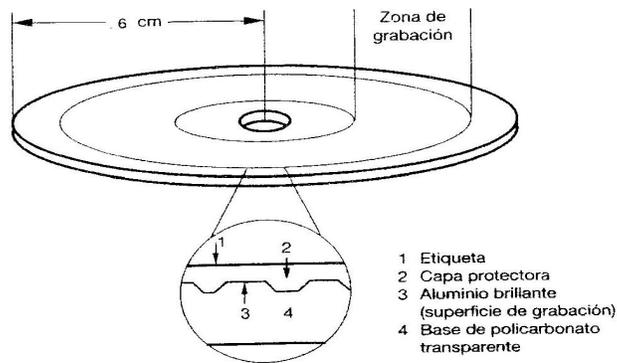


Figura 4.18: Disco óptico

4.3.1 Funcionamiento

Los discos ópticos están formados por una lámina circular de plástico con una fina capa de material metálico reflectante, recubiertas a su vez por un barniz transparente para su protección del polvo. Un haz láser va leyendo microscópicos agujeros 'pits' o espacios planos 'lands', de forma que si el láser es reflejado o no, se interpretará de forma digital como un 1 o un 0. Un sistema óptico con lentes encamina el haz luminoso, y lo enfoca como un punto en la capa del disco que almacena los datos. Los datos se graban en una única pista que se sigue desde dentro del disco hacia fuera.

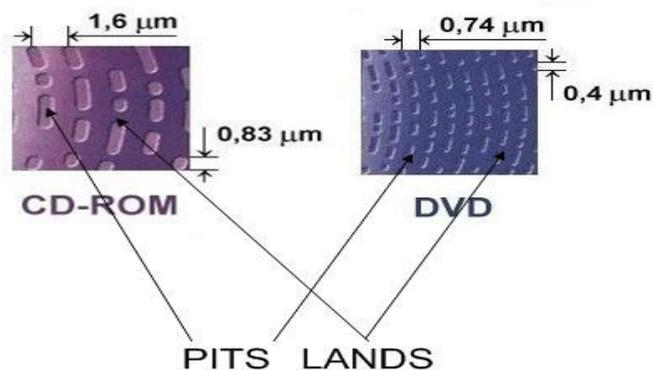


Figura 4.19: Pits y Lands de un CD y un DVD

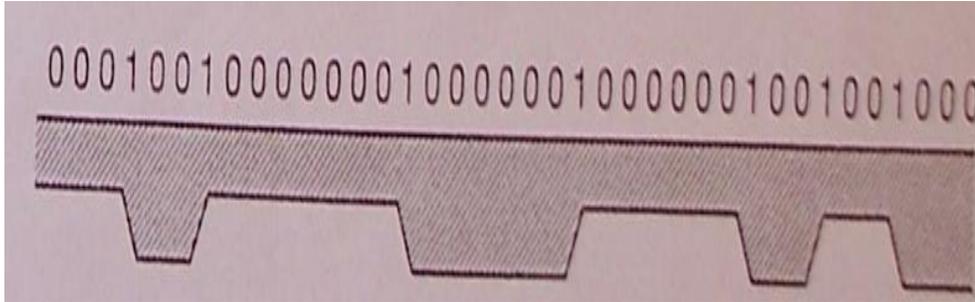


Figura 4.20: Grabación dispositivo óptico

4.3.2 Estructura física

Debido a sus características propias, estos dispositivos tendrán tanto componentes ópticos como mecánicos.

Los componentes ópticos se encargan de leer y escribir la información en la superficie del medio. Está constituido por un láser, un foto sensor, una lente objetivo (para enfocar el láser) y una serie de espejos, que permiten dirigir el haz de luz láser con precisión sobre la superficie del medio y recoger su reflejo hacia el fotosensor.

Los componentes mecánicos son los siguientes:

- **Motor de giro.** Se encarga de hacer girar el disco. Habitualmente se hace uso de una de estas tres técnicas:
 - **Velocidad Lineal Constante (CLV).** Mantiene fija la velocidad de lectura, variando para ello la velocidad de giro: más rápido en el interior y más lento en el exterior del disco. El problema es que se producen cambios bruscos de velocidad.
 - **Velocidad Angular Constante (CAV).** En este caso, la velocidad de giro es constante. Esto produce una mayor velocidad de lectura en el exterior que en el interior, sin embargo interesa que ésta sea constante.
 - **Mixto.** Se usa CAV en el interior y CLV en el exterior.
- **Actuador.** Se encarga de colocar la cabeza en la posición correcta para la lectura o escritura de la información. La cabeza, no entra nunca en contacto con el medio, evitando así el desgaste del mismo.

4. Sistemas de almacenamiento externo

- **Mecanismo de enfoque.** Para una correcta lectura, el láser debe estar perfectamente enfocado sobre la superficie de disco con una precisión de $\pm 0.5 \mu\text{m}$. Sin embargo la superficie de un disco tiene desviaciones de $\pm 0.4 \text{ mm}$. El mecanismo de enfoque se encarga de mover el objetivo de forma automática para mantener el foco.
- **Mecanismo de seguimiento de pista.** Este mecanismo asegura el correcto seguimiento de la pista, corrigiendo la posición de la cabeza según las variaciones que se producen en ésta. Para conseguir esto, el haz láser se subdivide en tres: uno central y dos laterales (uno a cada lado de la pista). El haz central se usa para la lectura y los otros dos para comprobar el desplazamiento sobre la pista. Cada haz láser tendrá su propio sensor óptico.

4.3.3 Estructura lógica

Un CD está formado por sectores dispuestos en una espiral que comienza en el centro del disco y finaliza en la periferia. Todos los sectores ocupan el mismo espacio y cada uno consta de 2352 bytes lógicos, 2048 de los cuales se dedican al almacenamiento de datos y el resto a sincronización, cabecera del sector y corrección y detección de errores.

Toda la información escrita en un CD usa codificación CIRC (Cross-Intervaled Redd-solomon Code). Todo CD tiene dos capas de corrección de errores, llamadas C1 y C2. C1 corrige errores de bit al nivel más bajo, C2 se aplica a los bytes en una trama (24 bytes por trama, 98 tramas por sector).

4.3.4 Tipos

Discos compactos

Dentro de los CDs encontramos diversos estándares según el uso que se vaya a hacer de ellos. Los más comunes y utilizados son:

- **CD-DA (CD-Digital Audio).** Almacenan 74 minutos de música en estéreo (16 bits/muestra a 44.1 Khz).

4. Sistemas de almacenamiento externo

- **CD-ROM (CD-Read Only Memory).** Se usan para almacenamiento de datos. Cada sector incluye campos de sincronismo y corrección de errores.
- **CD-R (CD-Recordable).** Son CDs que se pueden grabar una vez. Están preformateados con las cabeceras y los campos de sincronismo de cada sector. Para grabar, se usa un láser de gran potencia que altera el medio creando los valles sobre la capa de aluminio.
- **CD-RW (CD-Rewritable).** Son CDs que se pueden grabar múltiples veces. El medio es un material orgánico que puede ser cristalino o amorfo: si se deja enfriar lentamente cristaliza y refleja la luz. En caso contrario, la no cristalización dispersará la luz. El medio perderá sus propiedades tras aproximadamente unas 1000 escrituras.

DVD

Disco de Vídeo Digital, o más recientemente Disco Versátil Digital. Es la evolución de los CD. Las unidades de DVD permiten leer la mayoría de los CD, y aquí ambos son discos ópticos; no obstante, los lectores de CD no permiten leer discos DVD.

El DVD usa la misma tecnología que los CDs pero utiliza un láser más fino y además es capaz de utilizar ambas caras del disco y hasta dos capas por cada cara, mientras que el CD sólo utiliza una cara y una capa. Por eso sus capacidades son mayores llegando hasta los 18 GB en los DVD de doble capa y doble cara.

Al igual que ocurre con los CDs, los DVDs tiene diversas aplicaciones y formatos:

- **Digital Vídeo Disc.** Este es el formato utilizado para almacenamiento de vídeo. Soporta 8.5 horas de vídeo en MPEG-2, 8 canales de sonido y 32 canales de subtítulos.
- **DVD-ROM.** También existen formatos grabables: DVD/R, DVD+RW, DVD-RW y DVD/RAM.
- **DVD-Audio.** Es un nuevo formato para música con la intención de sustituir al CD-DA. Utiliza codificación PCM con muestras de 24 bits. Se pueden muestrear 6 canales a 96 Khz o bien 2 canales a 196 Khz, proporcionando unas dos horas de música.

4. Sistemas de almacenamiento externo

Otra clasificación interesante es según su número de capas o caras:

- DVD-5: una cara, capa simple. 4.7 GB o 4.38 gibibyte (GiB) - Discos DVD± R/RW.
- DVD-9: una cara, capa doble. 8.5 GB o 7.92 GiB - Discos DVD+R DL.
- DVD-10: dos caras, capa simple en ambas. 9.4 GB o 8.75 GiB - Discos DVD± R/RW.
- DVD-14: dos caras, capa doble en una, capa simple en la otra. 13,3 GB o 12,3 GiB - Raramente utilizado.
- DVD-18: dos caras, capa doble en ambas. 17.1 GB o 15.9 GiB - Discos DVD+R.

Blu-Ray

Blu-Ray es un formato de disco óptico de nueva generación de 12 cm de diámetro (igual que el CD y el DVD) para vídeo de alta definición y almacenamiento de datos de alta densidad. De hecho, compite por convertirse en el estándar de medios ópticos sucesor del DVD. Su rival es el HD-DVD (vencido a fecha de 2008). El disco Blu-Ray hace uso de un láser de color azul de 405 nanómetros, a diferencia del DVD, el cual usa un láser de color rojo de 650 nanómetros. Esto permite grabar más información en un disco del mismo tamaño.

Blu-Ray obtiene su nombre del color azul del rayo láser ('blue ray' en español significa 'ray azul'). La letra 'e' de la palabra original 'blue' fue eliminada debido a que, en algunos países, no se puede registrar para un nombre comercial una palabra común. Este rayo azul muestra una longitud de onda corta de 405 nm y, junto con otras técnicas, permite almacenar sustancialmente más datos (25 GB, 50 GB) que un DVD o un CD.

Blu-ray fue desarrollado en conjunto por un grupo de compañías tecnológicas llamado Asociación de disco Blu-ray (BDA en inglés), liderado por Sony y Philips.

La velocidad de transferencia de datos es de 36 Mbits/s (54 Mbps para BD-ROM), pero prototipos a 2x de velocidad con 72 Mbps de velocidad de transferencia están en desarrollo. El BD-RE (formato reescribible) estándar ya está disponible, así como los formatos BD-R (grabable) y el BD-ROM, como parte de la versión

4. Sistemas de almacenamiento externo

2.0 de las especificaciones del Blu-ray. El 19 de mayo de 2005, TDK anunció un prototipo de disco Blu-ray de cuatro capas de 100GB.

El 3 de octubre de 2007, Hitachi anunció que había desarrollado un prototipo de BD-ROM de 100 GB que a diferencia de la versión de TDK y Panasonic, era compatible con los lectores disponibles en el mercado y solo requerían una actualización de firmware. Hitachi también comentó que está desarrollando una versión de 200GB.

HD-DVD

HD-DVD (High Definition Digital Versatile Disc) es un formato de almacenamiento óptico desarrollado como un estándar para el DVD de alta definición por las empresas Toshiba, Microsoft y NEC, así como por varias productoras de cine.

Existen HD-DVD de una capa, con una capacidad de 15 GB (unas 4 horas de vídeo de alta definición) y de doble capa, con una capacidad de 30 GB. Toshiba ha anunciado que existe en desarrollo un disco con triple capa, que alcanzaría los 51 GB de capacidad (17 GB por capa). En el caso de los HD-DVD-RW las capacidades son de 20 y 32 GB, respectivamente, para una o dos capas. La velocidad de transferencia del dispositivo se estima en 36,5 Mbps. El HD-DVD trabaja con un láser violeta con una longitud de onda de 405 nm.

SECCION 4.4

Tarjetas de memoria

Las tarjetas de memoria flash son tal y como indican su nombre memorias que por sus prestaciones se han englobado en sistemas de almacenamiento externo, pues almacenan la información una vez que se pierde la energía en el dispositivo. Estas memorias son construidas con semiconductores y hoy en día pueden llegar hasta 256 GB.

Las tarjetas de memoria se empiezan a imponer como sustituto de los disquetes, aunque a día de hoy el verdadero ‘verdugo’ de los disquetes han sido las memorias con interfaz USB (pen-drive).

El problema de las tarjetas de memoria es que no existe un estándar ni de facto ni de empresas, sino que cada compañía o grupo de compañías ha producido su

4. Sistemas de almacenamiento externo

propio tipo de memoria. La primera tarjeta de PC, PCMCIA, surgió a finales de 1990 y tenía el tamaño de una tarjeta de visita. A la misma par surgieron otros formatos de memoria más pequeños (ideales para dispositivos móviles): CompactFlash, SmartMedia, SD, MiniSD, MicroSD,...

Pero la creación de formatos no se paró ahí, poco después surgieron otros populares formatos como: SD/MMC, Memory Stick, XD-Picture Card, aún más pequeñas que las anteriores para introducirse en las PDAs, móviles, etc.

A fecha de hoy, la mayoría de los PC tienen ranuras lectoras de tarjetas de varios tipos como son: Memory Stick, CompactFlash, SD e incluso algunos soportan más tarjetas de memoria o existen adaptadores.

SECCION 4.5

Ejercicios

1. Teniendo en cuenta que para un disco de 500 GB, el tamaño de la unidad de asignación es de 512 bytes, ¿Cuántos ficheros de 750 bytes harían falta para llenar un disco?
2. Calcula el espacio real que ocuparán en un disco cuatro ficheros de 108405 bytes, 33KB, 270KB y 360 bytes respectivamente, teniendo en cuenta que el tamaño del clúster o unidad de asignación es
 - a) de 16KB.
 - b) de 32KB.
3. Calcula el porcentaje de disco que se desperdicia sobre el total de lo que ocupan los cuatro ficheros del ejercicio anterior.
4. Generalizando el resultado del ejercicio anterior, ¿cuánto espacio se podría esperar que desperdicie un disco de 80GB?
5. Un disco magnético que gira a 11000 rpm tiene un tiempo medio de búsqueda de pista de 7 ms. Calcula el tiempo medio de espera de sector y el tiempo medio de acceso.
6. Calcula el tiempo medio de acceso de un disco magnético que gira a 9600 rpm y tiene un cabezal de lectura/escritura que se desplaza a una velocidad de 4 metros por segundo. El diámetro del disco es de 9 cm.

4. Sistemas de almacenamiento externo

7. Calcula el precio por megabyte para un disco DVD-ROM de 4,7GB y para un disco de 1 TB suponiendo que el primero cuesta 35 céntimos de euro y el segundo 104 euros.
8. Las cintas magnéticas se utilizaban para hacer copias de seguridad, pero eran poco prácticas para almacenar programas o datos que se usan con frecuencia, ¿cuál crees que es el motivo? ¿Se siguen usando en la actualidad? Razona tu respuesta.
9. Hemos creado un fichero de texto que contiene tan solo 40 letras. Cada letra está codificada en ASCII-8 bits. Después de grabar el fichero en el disco duro, comprobamos que ocupa 40 bytes. Sin embargo, si restamos el espacio libre que teníamos antes de grabar el fichero y el que tenemos ahora, ¡hay una diferencia de 8 KB!, ¿qué ha pasado?
10. Calcula el espacio real (por cada fichero y en total) que ocuparán en un disco cuatro ficheros de 28KB, 133KB, 143 bytes y 1244 bytes respectivamente, teniendo en cuenta que el tamaño del clúster o unidad de asignación es de 8KB.
11. Mediante las 10 codificaciones de grabación magnética (NRZ, FM, ...) estudiadas en el curso realizar la codificación de los siguientes códigos:
 - a) 111111
 - b) 000001
 - c) 101010
 - d) 110011
 - e) 100010
12. ¿Cuánto tiempo tardará en transferirse un fichero de 400Mb en condiciones ideales en un disco duro con protocolo:
 - a) USB 1.1
 - b) USB 2.0
 - c) USB 3.0
 - d) SATAI
 - e) SATAII

4. Sistemas de almacenamiento externo

f) SATAIII

13. ¿Cuál es la función del sector de arranque?
14. ¿Qué información contiene el disco duro relativa al sistema operativo?
15. ¿Qué es un cluster? ¿Por qué se utiliza como unidad lógica de almacenamiento el cluster?
16. ¿Cómo representan los discos ópticos un 1 y un 0?
17. ¿Cuál es la estructura lógica de un disco duro? Define (con tus propias palabras) los elementos que lo forman.
18. ¿Cuál es la función del MBR?
19. Diferencias entre DVD-RW y DVD+RW
20. ¿Porque un lector de DVD puede leer CD-ROM? ¿Porque un lector de CD no puede leer un DVD?
21. RAID:
 - ¿En que consiste?
 - Explicar los tipos de RAID: RAID 0, RAID 1, RAID 0+1 y RAID 5
 - ¿Qué tipo de RAID utilizarías para una aplicación que no es crítica pero necesita velocidad? ¿Y para otra en la que la criticidad de los datos es importante?
22. ¿Cuál es la función del sector de arranque?¿Dónde se encuentra el sector de arranque en un disquete, y en un disco duro?
23. ¿Qué información contiene relativa al sistema operativo (el sector de arranque)?
24. ¿Por qué se utiliza como unidad lógica de almacenamiento el cluster?
25. ¿Cómo funcionan las cabezas de lectura/escritura en un disco duro?
26. ¿Cómo está dividido físicamente el disco?
27. ¿Cómo se calcula el número total de sectores de un disco? ¿ Y su capacidad?

4. Sistemas de almacenamiento externo

28. ¿Cuál es la unidad de almacenamiento principal del ordenador? ¿Por que?
29. Componentes de una unidad de disco duro
30. ¿Qué pasos hay que seguir para instalar un disco duro?
31. ¿Cuándo hay que configurar el disco duro como maestro? ¿Y como esclavo?
32. Al instalar un disco duro virgen ¿siempre hay que hacer un partición?
33. Definición de partición primaria y extendida. ¿Para que sirven? ¿Cuántas particiones se pueden crear como máximo en un disco?
34. Enumera los tipos de CD-ROM
35. ¿Cómo representan los discos ópticos un 1 y un 0?