

Fundamentos de Hardware

**UD2**  
**Sistemas informáticos.**  
**Estructura física.**

Parte II

**Profesor:** Francisco de Asís GONZÁLEZ CAVERO

---

## Índice de contenido

|   |    |
|---|----|
| 2.1. Memoria del PC.....                                    | 2  |
| 2.1.1. Tipos.....   | 2  |
| 2.1.1.1. ROM.....   | 2  |
| 2.1.1.2. RAM.....   | 3  |
| 2.1.2. Módulos.....   | 5  |
| 2.1.3. Características.....                                 | 6  |
| 2.1.3.1. Velocidad de acceso (ns).....                      | 6  |
| 2.1.3.2. Velocidad de reloj (MHz).....                      | 7  |
| 2.1.3.3. Latencias y CAS.....                               | 7  |
| 2.1.3.4. Ancho de banda (MB/s) y Dual / Triple Channel..... | 8  |
| 2.1.3.5. Voltaje.....                                       | 9  |
| 2.2. Dispositivos de almacenamiento.....                    | 10 |
| 2.2.1. Dispositivos magnéticos.....                         | 11 |
| 2.2.1.1. La cinta magnética o streamer.....                 | 12 |
| 2.2.1.2. El disquete.....                                   | 12 |
| 2.2.1.3. El disco duro.....                                 | 14 |
| 2.2.1.3.1. Estructura física.....                           | 15 |
| 2.2.1.3.2. Estructura lógica.....                           | 17 |
| 2.2.1.3.3. Características.....                             | 18 |
| 2.2.1.3.4. Interfaz de conexión.....                        | 19 |
| 2.2.1.3.4.1. Serial ATA.....                                | 19 |
| 2.2.1.3.4.2. ATA/ATAPI/PATA/IDE/EIDE.....                   | 20 |
| 2.2.1.3.4.3. SCSI y SAS.....                                | 22 |
| 2.2.2. Dispositivos ópticos.....                            | 24 |
| 2.2.2.1. CD.....  | 24 |
| 2.2.2.1.1. CD-ROM.....                                      | 25 |
| 2.2.2.1.2. CD-R.....  | 25 |
| 2.2.2.1.3. CD-RW.....                                       | 26 |
| 2.2.2.2. DVD.....   | 26 |
| 2.2.2.2.1. Blu-ray Disc (BD).....                           | 27 |
| 2.2.2.2.2. Dispositivos electrónicos.....                   | 28 |
| 2.2.2.2.2.1. Tarjetas.....                                  | 28 |
| 2.2.2.2.2.2. Memorias USB.....                              | 30 |
| 2.2.2.2.2.3. Unidades SSD.....                              | 30 |

## 2.1 Memoria del PC

Dentro de un PC, podemos organizar la memoria en **niveles** dependiendo de la capacidad, la velocidad en el acceso y el coste.

| Memoria                                  | Capacidad      | Tiempo de acceso              |
|--|----------------|-------------------------------|
| Registro CPU                             | 8 – 128 bits   | Menor que 1 nanosegundo       |
| Caché <sup>1</sup>                       | 10 KB – 512 MB | Menor que 5 nanosegundos      |
| Principal (RAM <sup>2</sup> )            | 10 MB – 12 GB  | Menor que 15 nanosegundos     |
| Secundaria (Discos, caché <sup>3</sup> ) | Hasta TB       | Menor que 10 milisegundos     |
| Auxiliar (USB, DVD, cintas)              | 1,44 MB – TB   | De 100 milisegundos a minutos |

<sup>1</sup> **Caché**. Suelen estar integradas en el microprocesador o en la placa. En ella se deposita una copia de los datos que está utilizando la CPU y que se prevé que se van a volver a utilizar (nos ahorramos ir a la memoria principal para volverlos a buscar).

<sup>2</sup> **RAM**. A la memoria principal se le suele llamar RAM para abreviar, pero veremos que actualmente es una evolución de dicho tipo de memoria.

<sup>3</sup> **Caché**. En este caso hacemos referencia a la memoria caché que podemos encontrar en los discos duros, impresoras, etc., cuya función es la de almacenar la información hasta que el dispositivo pueda tratarla (E/S). De esta manera el sistema se libera al no tener que estar pendiente de cuándo va a estar listo el dispositivo para poder realizar la operación indicada.

### 2.1.1 Tipos

En un principio, clasificamos la memoria interna en dos tipos, la memoria RAM y la memoria ROM.

- **RAM** (*Random Access Memory*). Memoria de acceso aleatorio, es decir, se puede acceder en cualquier orden. En ella es posible almacenar y modificar la información, pero es volátil, lo que significa que al interrumpirse la corriente, se pierde el contenido.
- **ROM** (*Read Only Memory*). Es una memoria de solo lectura, cuya información no puede ser modificada y que sirve, básicamente, para poder inicializar el PC. Es un tipo de memoria no volátil.

Veamos con detalle estos tipos de memoria.

#### 2.1.1.1 ROM

Este tipo de memoria es el que utilizaba la BIOS. La información que contiene la ROM se escribe en el momento de su fabricación y a partir de entonces, ya no puede cambiarse.

Este tipo de memoria ha evolucionado a lo largo del tiempo, dando lugar a los siguientes tipos:

- **PROM** (*Programmable ROM*). Es un tipo de memoria que puede ser escrita con un dispositivo especial llamado programador PROM. Este tipo de memoria sólo puede escribirse una vez.

- **EPROM (Erasable PROM).** Se puede borrar y volver a escribir un número finito de veces. El borrado se realiza con luz ultravioleta. Este tipo de memoria sólo admite unos cuantos borrados, después de los cuales queda inservible.
- **Flash Memory o EEPROM (Electrically EPROM).** Pueden ser borradas mediante una señal eléctrica y posteriormente escritas de nuevo. Tiene una vida finita y es el que se utiliza en las memorias USB y las cámaras de fotos. La BIOS de los ordenadores actuales está grabada en una ROM (EEPROM), que nos permitirá actualizarla.

### 2.1.1.2 RAM

Entre las memorias RAM se distinguen dos grandes tipos:

- **RAM estática o SRAM.** Es un tipo de memoria RAM que no pierde su contenido mientras recibe alimentación eléctrica. Es un tipo de memoria muy rápida pero muy costosa. Se suele utilizar para la caché del microprocesador y de la placa base.
- **RAM dinámica o DRAM.** Pierde el contenido con el tiempo aunque no se interrumpa el suministro de energía. Para evitar pérdidas de datos es necesario reescribir su contenido continuamente. Es lo que se llama *refresco* de la memoria. Tiene un rendimiento menor que la SRAM pero es más económica.  
Este es el tipo utilizado por la memoria principal del sistema y en el que nos vamos a centrar.

La evolución de las memorias DRAM han dado lugar a los siguientes tipos:

- **FPM (Fast Page Mode) y EDO (Extended Data Out).** Fueron los primeros tipos que se montaron en PC's domésticos. Están obsoletos.
- **SDRAM (Synchronous Dynamic RAM, RAM Dinámica Síncrona).** Fue la primera en sincronizarse con el reloj del sistema. Podemos encontrar las siguientes variantes de SDRAM:
  - **SDR.** Funciona a la misma velocidad que el bus del sistema, es decir, lee o escribe una unidad de datos por cada ciclo de reloj.
    - Tiene 168 contactos y 2 muescas.
    - Su voltaje es de 3,3V.
    - Tiene un ancho de bus de datos igual a 64 bits (8 bytes), lo que significa que en cada hercio (Hz) (o ciclo de reloj) envía 64 bits.
    - Calculamos los bytes que se envían por segundo a 100 y 133 MHz, o sea, la *Tasa de transferencia de datos*:
      - Para la **PC100**:  $8 \text{ bytes/Hz} \times 100 \text{ MHz} = 800 \text{ MB/s}$
      - Para la **PC133**:  $8 \text{ bytes/Hz} \times 133 \text{ MHz} = 1066 \text{ MB/s}$

- **DDR SDRAM** (*Double Data Rate SDRAM*, SDRAM de doble velocidad de datos). Permite la transferencia por dos canales distintos simultáneamente en un mismo ciclo de reloj. Supone una mejora con respecto a la anterior, ya que consigue duplicar la velocidad de operación hasta los 200 MHz o 266 MHz. Sus módulos tienen 184 contactos y únicamente una muesca. Su voltaje es de 2,5 V. Los tipos de DDR más comunes son:
  - **PC1600 (DDR200)**: velocidad de operación de 200 MHz y tasa de transferencia de datos de 1600 MB por segundo. Este valor se calcula así:  $8 \text{ bytes/Hz} \times 200 \text{ MHz} = 1600 \text{ MB/s}$
  - **PC2100 (DDR266)**: velocidad de operación de 266 MHz y tasa de transferencia de datos de 2100 MB por segundo. Este valor se calcula así:  $8 \text{ bytes/Hz} \times 266 \text{ MHz} = 2128 \text{ MB/s}$  (aproximadamente 2100 MB/s)
  - **PC2700 (DDR333)**: velocidad de operación de 333 MHz y tasa de transferencia de datos de 2664 MB por segundo.
  - **PC3200 (DDR400)**: velocidad de operación de 400 MHz y tasa de transferencia de datos de 3200 MB por segundo.
  - **PC4200 (DDR533)**: velocidad de operación de 533 MHz y tasa de transferencia de datos de 4200 MB por segundo.
- **DDR2 SDRAM**. Mejora de la DDR, funciona a una velocidad mayor y necesita menos voltaje con lo que se reduce el consumo de energía y la generación de calor. Sus módulos tienen 240 contactos y una sola muesca. Su voltaje es de 1,8V. Los tipos de DDR2 más comunes son:
  - **PC2-3200 (DDR2-400)**: velocidad de operación de 400 MHz y tasa de transferencia de datos de 3200 MB por segundo. Este valor se calcula así:  $8 \text{ bytes/Hz} \times 400 \text{ MHz} = 3200 \text{ MB/s}$
  - **PC2-4300 (DDR2-533)**: velocidad de operación de 533 MHz y tasa de transferencia de datos de 4264 MB por segundo. Este valor se calcula así:  $8 \text{ bytes/Hz} \times 533 \text{ MHz} = 4264 \text{ MB/s}$
  - **PC2-5300 (DDR2-667)**: velocidad de operación de 667 MHz y tasa de transferencia de datos de 5336 MB por segundo.
  - **PC2-6400 (DDR2-800)**: velocidad de operación de 800 MHz y tasa de transferencia de datos de 6400 MB por segundo.
  - **PC2-8500 (DDR2-1066)**: velocidad de operación de 1066 MHz y tasa de transferencia de datos de 8500 MB por segundo.
- **DDR3 SDRAM**. Evolución de la DDR2, soporta una mayor tasa de transferencia y admite módulos de hasta 8 GB. Sus módulos, al igual que las DDR2, tienen 240 contactos y una sola muesca, pero ésta se encuentra colocada en diferente posición que los anteriores, haciéndolos físicamente incompatibles. Su voltaje es de 1,5 V.
- **DDR4**. Se estima que se comenzará a comercializar en los próximos años. Su voltaje se verá reducido en gran medida, llegando a alcanzar 1,05V.

## 2.1.2 Módulos

Un módulo de memoria es un circuito impreso de pequeño tamaño que lleva soldados los circuitos integrados que componen la memoria. Además, tiene unos conectores de material conductor llamados contactos que son los que establecen la comunicación con la placa.



Hay que tener en cuenta que cada tipo de memoria suele tener asociado un tipo de módulo distinto (cambia el voltaje, el tipo y el número de señales eléctricas, etc). Además, para evitar confusiones al usuario, los módulos y las ranuras incluyen una serie de muescas en diversas posiciones que hacen imposible instalar módulos de características incompatibles con la placa.

Tenemos los siguientes tipos:

**SIMM** (*Single Inline Memory Module*): Usado en equipos anteriores al Pentium, se montaban con una inclinación de 45°. Los pines están duplicados (se repiten en ambas caras del módulo).

**DIMM** (*Double Inline Memory Module*): Los pines se reparten por igual entre las dos caras.

**RIMM** (*Rambus Inline Memory Module*): Son usados por la memoria de tipo Rambus.

**SO-DIMM** y **MICRO-DIMM**: Destinadas a portátiles y notebooks. El segundo tiene un formato más pequeño que el primero.

| TIPO       | Nº PINES | BUS DIRECCIONES (BITS) | TAMAÑO(cm) | MEMORIA      |
|------------|----------|------------------------|------------|--------------|
| SIMM       | 30       | 8                      | 8,9        | DRAM O FPM   |
| SIMM       | 32       | 32                     | 10,8       | FPM O EDO    |
| DIMM       | 168      | 64                     | 13,3       | SDRAM        |
| DIMM       | 184      | 64                     | 13,3       | DDR          |
| DIMM       | 240      | 64                     | 13,3       | DDR2 y DDR3* |
| RIMM       | 184      | 16                     | 13,3       | RDRAM        |
| RIMM       | 232      | 32                     | 13,3       | RDRAM        |
| SO-DIMM    | 204      | 64                     | 6,8        | DDR3         |
| SO-DIMM    | 200      | 64                     | 6,8        | DDR2         |
| MICRO-DIMM | 214      | 64                     | 5,4        | DDR2         |

\* Tienen las muescas en diferentes posiciones.

Los módulos vistos anteriormente pueden ser de los siguientes tipos:

- **Registered** y **unbuffered**: Cuando se instalan muchos módulos de memoria en un equipo (como sucede en los servidores), la estabilidad empieza a ser precaria por motivos eléctricos. Para evitar esto, se pueden añadir registros o *buffers* a los módulos (memoria intermedia), a costa de perder rendi-

miento. Estos módulos se conocen como *registered*, mientras que los que no llevan estos *buffers* se conocen como *unregistered* o *unbuffered*.

- **Con paridad o con ECC:** Cuando se utilizan los ordenadores para tareas consideradas como críticas, resulta importante asegurar la integridad de los datos de la memoria. Los métodos utilizados para lograr esto son la paridad y el ECC (*Error Correction Code*). Se necesitan bits de control por cada byte de información. También se pierde rendimiento.

**NOTA:** Aunque los módulos *registered* y *ECC* son tecnologías independientes, lo habitual es encontrar módulos que combinen las dos. Por norma general, los módulos *registered* y *ECC* se montan en servidores, y los *unbuffered* y *non-ECC* en equipos domésticos o de oficina.

## 2.1.3 Características

Existe una serie de datos técnicos que marcan las diferencias entre memorias que pueden ser incluso del mismo tipo, parámetros que las clasifican como mejores o peores, más o menos rápidas.

### 2.1.3.1 Velocidad de acceso (ns)

Un ciclo de memoria completo (un acceso de lectura o escritura) lleva cierto tiempo, debido a la naturaleza de los dispositivos electrónicos que forman las celdas de memoria.

El tiempo mínimo para realizar un ciclo de acceso es uno de los métodos clásicos para indicar la velocidad de una memoria; es el orden de varias decenas de ns (nanosegundos, la milmillonésima parte de un segundo, diez elevado a menos nueve). Por supuesto, cuanto *menos* tiempo (menos ns) se necesite para el ciclo, *más rápida* será la memoria.

Sin embargo, este método de expresar la velocidad empezó a caer en desuso con la aparición de la memoria SDRAM (es decir, la PC66, PC100 y PC 133, que quizás os suene más). Esto se debe a que dicha memoria es de tipo sincrónico, de manera que lo fundamental en este tipo de memoria es que sea capaz de funcionar a una cierta velocidad de bus, a unos ciertos MHz.

Por ello, la SDRAM capaz de funcionar con un bus de 133 MHz se denomina generalmente “PC133”; y tendrá un cierto tiempo de acceso en nanosegundos, que como máximo será la inversa de 133 MHz: 7,5 ns (o un poco menor, unos 7 ns, para dar cierto margen). En todo caso, esto no quiere decir ni mucho menos que los componentes electrónicos internos de estas memorias sean unas diez veces más rápidos que en las memorias EDO o anteriores; la diferencia global es debida sobre todo a otros avances que veremos cuando hablemos de estos tipos de memoria.

Por todo esto, lo que garantizan actualmente los fabricantes de memoria es que un determinado módulo sea capaz de trabajar de forma fiable con una determinada velocidad de bus máxima, y en eso es en lo que debemos fijarnos. Los nanosegundos serán tan bajos como sea necesario para hacerlo posible.

**NOTA:** Tanto antiguamente, con la expresión de la velocidad en ns, como hoy en día con la expresión en forma de velocidad de bus máxima, **lo ideal** para evitar problemas de inestabilidad (que pueden ser muy serios) sería que todos los módulos de memoria instalados en el PC fuesen absolutamente *idénticos*, de los mismos ns o para la *misma velocidad* de bus. E incluso del *mismo fabricante* y de similar remesa, a poder ser. Por supuesto, en la práctica existe un margen razonable para la compatibilidad, siendo posible en muchas ocasiones (¡pero nada garantiza que en todas, ojo!) utilizar memorias de distintas características, siempre que funcionen en las condiciones soportadas por la más lenta: por ejemplo, memorias DDR400 y DDR333 trabajando ambas con un bus de 333 MHz.

### 2.1.3.2 Velocidad de reloj (MHz)

Acabamos de decir que desde la aparición de la memoria SDRAM, lo normal es que la velocidad de la memoria se indique con un número que expresa la velocidad de reloj del bus máximo que puede soportar de forma fiable, como “PC100” para la SDRAM capaz de soportar un bus de 100 MHz.

Sin embargo, hoy en día la velocidad indicada en la designación de la memoria rara vez se refiere a la velocidad de bus *física*, real, sino que en general se trata de **MHz “efectivos o equivalentes”**.

Por ejemplo, la memoria DDR333 funciona como un bus físico de 166 MHz, pero lo aprovecha de forma doble por cada ciclo de reloj (**DDR, Double Data Rate**), por lo que “equivale” a un bus de 333 MHz que sólo se aprovecha una vez.

En todo caso, **dentro del mismo tipo de memoria no cabe duda de que una memoria capaz de funcionar mayor velocidad de reloj será más rápida. Ojo!!!, dentro del mismo tipo de memoria:** la memoria Rambus PC800 funcionaba a 800 MHz equivalentes (400 MHz físicos con doble aprovechamiento) y sin embargo en conjunto era más lenta que la DDR400, que funcionaba a “sólo” 400 MHz equivalentes (200 MHz físicos con doble aprovechamiento).

### 2.1.3.3 Latencias y CAS

De forma interna, la memoria RAM se puede entender como una tabla de celdas de datos en filas y columnas. Para acceder a un dato concreto, contenido en una de esas celdas, el controlador de memoria debe darle las “coordenadas” donde se encuentra dicho dato. Es decir, que el proceso completo para obtener el dato de una celda de memoria, pasa por darle la coordenada “columna” (CAS), darle la coordenada “fila” (RAS), y esperar a obtener el dato solicitado. Entre todos estos procesos existen ciertos “tiempos” que necesita la memoria para “estabilizar” electrónicamente las señales y poder responder a cada solicitud. Estos tiempos variarán en función de la calidad de la memoria y se conocen como **latencias o timings**.

Por lo tanto, cuanto menores sean, mejor, ya que hacen referencias a retardos. Las designaciones más empleadas en los módulos de memoria dan estos valores en una de estas dos formas:



- **CAS-tRCD-tRP-tRAS**, por ejemplo 8-8-7-24.
- **CAS-tRP-tRCD** (designación poco común hoy en día).

Se trata de datos relativos, ya que no conocemos las condiciones en que los fabricantes han obtenido esos resultados y a que esas prestaciones varían en función de la configuración del equipo. En la práctica, esas prestaciones pueden modificarse en función de la calidad de la memoria, del chipset de la placa y de otros módulos de memoria que podamos tener instalados. En caso de que no nos den todos los timings, siempre nos darán los datos de izquierda a derecha ya que es el orden de importancia.

Estos valores están expresados en ciclos de reloj; así, “CAS5” o “CL5” significa que el retardo CAS necesita al menos 5 ciclos de reloj, darle menos tiempo sería arriesgado. Nunca deberían ir solos, pues se refieren a los tiempos mínimos con los que es capaz de funcionar fiablemente una memoria a *una cierta velocidad de bus (MHz)*; si aumentamos estos valores (si le damos más tiempo a la memoria para que realice sus operaciones) probablemente podamos hacerla trabajar a mayor velocidad de bus, y a la inversa. Por ejemplo, una memoria DDR2 puede que sea CAS 4 (que necesite 4 ciclos de reloj) a 266 MHz, pero probablemente tendremos que configurar esa misma memoria a CAS 5 para que alcance 333 MHz de forma estable.

**NOTA:** Jugar con estos tiempos de latencia (mediante la BIOS del PC) puede mejorar el rendimiento pero entra en la categoría del *overclocking* y resulta bastante peligroso para la estabilidad del PC, pudiendo ocasionar cuelgues, pérdidas de datos e incluso que el PC no logre arrancar si empleamos valores más bajos de los especificados por el módulo de memoria.

Los valores de la CAS posibles **dependen** del tipo de memoria utilizada, del desarrollo de la tecnología y, como hemos comentado, de la velocidad en MHz a la que se emplee la memoria: en las memorias SDRAM y DDR los valores nominales son 3, 2,5 y 2 (de más lento a más rápido), mientras que en las DDR2 son 5, 4 y 3, y en las DDR3 son 9, 8 y 7. Lógicamente, la memoria con menores valores de CAS se considera de más calidad y es más cara, a veces hasta mucho más.

Sin duda, dentro del mismo tipo de memoria no cabe duda de que una memoria con menores latencias (y menor CAS) será más rápida; pero ojo, de nuevo *dentro del mismo tipo de memoria*. Para poder comparar tipos de memoria distintos, como DDR3 con DDR2, las latencias deberían venir expresadas en nanosegundos en lugar de en ciclos de reloj, lo cual puede hacerse con paciencia y una calculadora pero tiene poco interés práctico.

#### **2.1.3.4 Ancho de banda (MB/s) y Dual / Triple Channel**

Junto con las latencias que acabamos de explicar, éste es uno de los parámetros fundamentales en el rendimiento de la memoria que haga el software y del tipo de microprocesador utilizados: ciertos programas

acceden a ingentes cantidades de memoria de forma casi continua, mientras que otros se ejecutan casi todo el rato en la memoria caché del microprocesador.

El **ancho de banda** es la máxima cantidad de memoria que teóricamente podría trasladarse por segundo, expresada en MB/s (megabytes por segundo) o bien en GB/s (gigabytes por segundo). La regla de oro, “cuanto más, mejor”; que en la práctica se llegue a aprovechar o no es otro cantar.

Por ejemplo, la memoria DDR2-667 opera con bus físico de 333 MHz y doble aprovechamiento de cada ciclo de reloj (es decir, a 667 MHz equivalentes), con un ancho de bus de 64 bits (8 bytes), por lo que es capaz de transmitir hasta 5.333 MBytes/s...

... 5.333 MBytes/s **por canal de memoria**, porque el controlador de memoria puede permitir unir dos canales, en lo que se conoce como tecnología **Dual Channel** (de canal dual o, en correcto castellano, de doble canal), ¡o incluso **triple canal** en el caso del controlador para DDR3, integrado en los Intel Core i7 para *socket* LGA-1366! Con doble canal las cifras de ancho de banda efectivo se disparan incluso por encima de lo realmente aprovechable por la mayoría de programas, salvo en entornos de servidor realmente exigentes.

Para utilizar *Dual Channel* lo mejor es seguir al pie de la letra las indicaciones del fabricante de la placa base, que suelen resumirse en que se requieren varios módulos de memoria, de buena calidad e idénticos dos a dos (o tres a tres, si fuese el caso particular de los Core i7 para LGA-1366, si se emplean sólo dos módulos en lugar de tres, lógicamente lo que se obtiene es *Dual Channel*, no *Triple*).

Los problemas de compatibilidad al mezclar módulos de distinta marca, velocidad o incluso distinta remesa pueden ser serios e incluso impedir un funcionamiento fiable en modo *Dual / Triple Channel*, motivo por el que los fabricantes de memoria ofrecen *kits* de módulos “garantizados” para estas tecnologías.



### 2.1.3.5 Voltaje

Este parámetro no puede escogerse con total libertad, pues fundamentalmente depende del tipo de memoria instalado en el equipo. Un voltaje superior al nominal supone mayor consumo y temperatura del componente, pero a veces mejora la estabilidad, sobretodo cuando se realiza *overclocking* (práctica que, avisamos una vez más, puede ser peligrosa, especialmente en el caso del voltaje: si juega con esto, puede quemarse... o quemar la memoria).

Muchos fabricantes ofrecen módulos “de alto rendimiento” que requieren mayor voltaje, para lo que disponen de sistemas de refrigeración mejorados... pero deben usarse con cuidado: por ejemplo, Intel avisa que, dado que el controlador de memoria está integrado en los micros de arquitectura Nehalem (Core i7, i5, i3)

“cualquier cosa por encima del voltaje nominal JEDEC para la DDR3 (1,5 V +/- un 5 por ciento) puede dañar el microprocesador o reducir significativamente su vida útil”. Avisados quedan los *overclockers*...

## 2.2 Dispositivos de almacenamiento

Ya hemos visto que utilizamos la memoria del ordenador para almacenar instrucciones y datos, y hemos tratado un tipo especial de memoria que es la memoria principal del sistema. Debido a las limitaciones de almacenamiento de esta memoria principal, es necesario contar dispositivos de almacenamiento secundario o alternativo.

La memoria principal, también conocida como memoria interna forma el almacenamiento principal del sistema y suele ser conocida como memoria RAM. La memoria secundaria forma el almacenamiento secundario del sistema, y suele referirse a dispositivos de almacenamiento como discos duros, unidades de cinta, disquetes, CD, etc. Las limitaciones de la memoria principal o RAM son las siguientes:

- El coste de cada mega de almacenamiento principal es muy, muy alto.
- La memoria principal es volátil, con lo que se borra su contenido cada vez que apaguemos el ordenador.
- Es una memoria difícil de portar, es decir, trasladar de un ordenador a otro.

Todos estos inconvenientes no se dan en los dispositivos de almacenamiento secundario, que son económicos, persistentes y portables. Sin embargo, estos dispositivos secundarios son muy lentos comparados con la memoria principal.

Veamos un ejemplo. A 11 de febrero de 2011 encontramos los siguientes precios en una web de una tienda de Valencia:

- KINGSTON DDR3 2GB PC1333 → 21,80 €
- WESTERN DIGITAL 500GB SATA 2 32 MB CACHE → 36,60 €
- VERBATIM DVD+R 4,7GB BOBINA 25 DISCOS 16X → 24,80 €

En función de estos datos podemos establecer la siguiente tabla comparativa:

| Dispositivo | Precio por GB | Tiempo de acceso medio |
|-------------|---------------|------------------------|
| RAM         | 10,90 €       | 50 nanosegundos        |
| Disco duro  | 0,0732 €      | 10 milisegundos        |
| DVD         | 0,211 €       | 100 milisegundos       |

Como podemos comprobar, la memoria principal o memoria RAM es una memoria extremadamente cara comparada con los dispositivos de almacenamiento secundarios, pero al mismo

tiempo resulta extremadamente rápida. Recordemos una vez más que cualquier dato o instrucción que deba ser procesada por nuestra CPU debe estar forzosamente cargado en la memoria RAM, es decir, que la información grabada en cualquier soporte de almacenamiento (esta expresión suele referenciar a las memorias secundarias) debe ser copiada a la memoria RAM o memoria principal para poder ser procesada por el sistema informático.

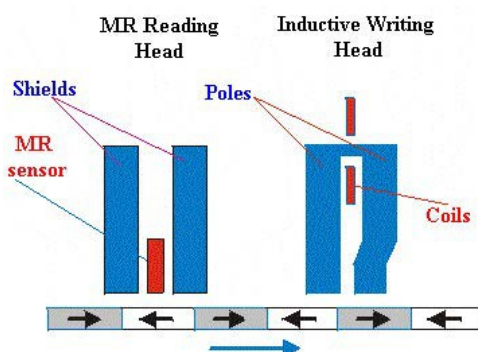
Podemos definir un soporte de información como un medio físico que nos permite almacenar datos de tal forma que la computadora pueda manejarlos. Los soportes los podemos clasificar por su naturaleza física en los siguientes:

- **Soportes perforados** (los primeros medios utilizados). Consistían en soportes (cintas, tarjetas) de cartón, a las que se hacían perforaciones con una especie de máquina de escribir que en lugar de letras tenía punzones. Luego otra máquina podía leer las perforaciones que se habían realizado en el papel simplemente haciendo chocar un alambre contra el mismo. Obviamente no son reutilizables, son de acceso secuencial y son muy frágiles.
- **Soportes magnéticos**, que codifican y mantienen la información en algún medio magnetizable. Esto permite soportes de lectura escritura, de acceso directo en algunos casos y muy resistentes.
- **Soportes ópticos**. Utilizan como medio para soportar la información algún elemento tratable mediante dispositivos ópticos. Los más importantes son los CD y los DVD. Estos soportes tienen una mayor capacidad que los magnéticos (óptica contra magnetismo) pero en cambio son menos reutilizables que aquellos.
- **Soportes magneto-ópticos**, que utilizan los dos sistemas anteriores. Se pueden citar las unidades de disco magneto-ópticos (MO disks). Tienen las ventajas de ambos soportes.
- **Soportes electrónicos**, la evolución de la memoria EEPROM ha permitido la aparición de dispositivos tales como las tarjetas de memoria que utilizan las cámaras digitales o las memorias USB.



Veamos con detalle los más utilizados actualmente; los dispositivos magnéticos, ópticos y electrónicos.

## 2.2.1 Dispositivos magnéticos



Los soportes magnéticos son elementos físicos compuestos por una base de plástico o metal recubierta de una fina capa de material magnético donde se registra la información en puntos magnetizables según el tipo de soporte. Se utiliza la propiedad que poseen determinados metales de imantarse al someterlos a la acción de un campo magnético, ya que mantienen la imantación al desaparecer este.

Igualmente se detectan los puntos magnetizados (y la dirección en la que se magnetizan) en el soporte por la corriente inducida que producen sobre un material conductor próximo. Estos soportes son los más utilizados en la actualidad como medios de almacenamiento económico para grabación y recuperación de información. En todos los casos, se trata de soportes reutilizables, ya que la información que contienen puede ser borrada y grabada cuantas veces sea necesario.

### 2.2.1.1 La cinta magnética o streamer

La cinta magnética es un soporte de información continuo, que esta constituido por una base de material plástico recubierta en una de sus caras por una fina capa de material magnético.

Sus principales características son su resistencia mecánica, una fuerte resistencia a los agentes físicos y la gran capacidad de almacenamiento relacionada directamente con la longitud de la cinta y la densidad de grabación. Existen tres tipos generalmente utilizados; las cintas magnéticas en casete, los cartuchos de cinta y las cintas universales.



La gran desventaja de estos soportes, es la necesidad de realizar tanto una grabación como una lectura secuencial de los datos, siendo imposible realizar una lectura aleatoria de los mismos en un tiempo razonable. Es decir, no podemos acceder a un dato almacenado en una cinta magnética, sin leer todos los datos anteriores.

Aunque podría parecer en un principio, que las cintas magnéticas han sido desbancadas del mercado por los discos, se siguen utilizando como medio económico para almacenar grandes cantidades de datos de forma segura. De hecho IBM anunció en enero de 2010 una cinta de 35 TB.



Hay que tener en cuenta que cada tipo de unidad de cinta necesita una lectora/grabadora especial y no son compatibles entre si (dependen del fabricante). Asimismo, también es necesario usar un software especial de copia de seguridad.

### 2.2.1.2 El disquete

Hablar hoy en día de discos flexibles es casi anacrónico, aunque es un medio de almacenamiento de información que aún subsiste desde los primeros tiempos del PC. Los discos flexibles (conocidos en inglés como floppy disks) están muy cerca de entrar en el museo de antigüedades del mundo del PC. Fueron los elementos estrella de la distribución de software desde el nacimiento del PC hasta mediados de los años 90, cuando los CD-ROM ocuparon su lugar.



La clara desventaja de los discos flexibles respecto al resto de medios de almacenamiento (CD, DVD, y memorias USB) no sólo radica en su baja capacidad, sino también en su bajo rendimiento. Sin embargo es conveniente tratar el disco flexible, ya que muchos de los conceptos que lo rodean se aplican a los discos duros.

Como ya se ha comentado, el disco flexible consiste en una superficie circular maleable, recubierta de material magnético. La información se almacena mediante la introducción de pulsos magnéticos sobre el disco, y se lee siguiendo el mismo principio. En realidad, dicho principio es el mismo que se utiliza en las cintas magnéticas, salvo que en el disco se almacena información en ambas caras del material.

Antiguamente existían discos de una sola cara, e incluso discos de dos caras que había que girar manualmente. La superficie del disco se divide en anillos concéntricos denominados **pistas**. No se deben confundir con los microsurcos de un disco de vinilo, que se encuentran totalmente conectados en forma de espiral. En el caso de un disco magnético, las **pistas** son concéntricas, y por tanto inconexas. A su vez, hay una división radial que divide a todas las pistas en un mismo número de porciones, denominadas **sectores**. En cada acceso, la unidad puede leer o escribir en el sector definido por una pista y una de las porciones. El sector es la unidad más pequeña de lectura y escritura en un disco flexible, y suele albergar 512 bytes. Dicho de otro modo, en cada acceso se leen o escriben 512 bytes (esto se hace así por razones de rendimiento). Por ejemplo, si un disco tiene normalmente 80 pistas, 18 sectores y dos caras, se obtiene que  $80 \text{ pistas} \times 18 \text{ sectores/pista} \times 2 \text{ caras} \times 512 \text{ bytes} = 1,44 \text{ MB}$  de capacidad de almacenamiento (no olvidar que  $1 \text{ MB} = 1.024 \text{ bytes}$ ).

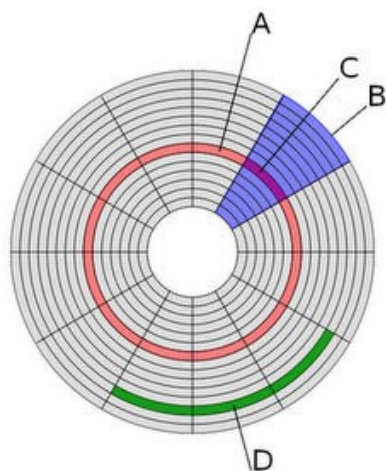
En el campo del almacenamiento en disco, un factor muy importante es la **densidad superficial**. Ésta mide lo concentrada que se halla la información en el disco. Por ello, si se comparan discos de igual tamaño, a mayor densidad superficial, mayor capacidad de almacenamiento. La densidad superficial se calcula como el producto de otras dos densidades: la **densidad de pistas** y la **densidad lineal**. La densidad de pistas indica la cantidad de pistas que existen por unidad de longitud, es decir lo “apretadas” que están las pistas. En esta definición, la longitud se mide en sentido radial, desde el centro del disco, y las unidades son pistas por pulgada (PPI). Otra posible medida es la densidad lineal, que informa sobre lo comprimida que se halla la información dentro de las pistas (es decir, lo “apretados” que están los bits en cada pista). La densidad lineal se expresa en bits por pulgada por pista (BPI). La multiplicación de ambas densidades da lugar a la densidad superficial, que se mide en bits por pulgada cuadrada. En función de la densidad, existen dos especificaciones estándares: doble densidad (DD) y alta densidad (HD). Los discos DD de 5,25” tenían una densidad de 48



PPI, permitiendo almacenar tan sólo 360 Kb. La variante HD en 5,25" proporcionaba 1,2 MB de almacenamiento, utilizando 96 PPI. En el caso de los discos de 3,5", se obtenían 720 Kb en DD, con 135 PPI. La variante HD obtenía 1,44 MB utilizando también 135 PPI. Entonces, ¿por qué ofrece el doble de capacidad? La respuesta es sencilla: porque duplica la densidad lineal. En el caso de los discos de 3,5" aún existe una especificación más: densidad extra-alta (ED). En este caso, se alcanza una capacidad de 2,88 MB también con 135 pistas por pulgada (duplicando la densidad lineal respecto a la variante HD).

Otro concepto importante a la hora de comprender los disquetes, y que tendrá mayor importancia cuando tratemos el tema de los discos duros, es el **cluster**. Cuando el sistema operativo graba o lee información, no lee un sector, graba o lee un cluster completo, es decir, varios sectores adyacentes entre si. Es decir, el cluster es la mínima unidad a nivel de lectura o escritura del disco, a nivel lógico.

Imaginemos que tenemos un cluster de 32 KB, (desgraciadamente, el DOS y Windows 95 lo utilizan como defecto en los discos duros). Esto no tendría importancia si no fuera porque un cluster, como ya hemos dicho, es la mínima unidad de lectura o escritura, a nivel lógico, del disco. Es decir, cuando grabamos un archivo, por ejemplo de 10 Kb, estamos empleando un cluster completo, lo que significa que se desperdician 22 Kb de ese cluster. Imaginaos ahora que grabamos 100 ficheros de 10 Kb; perderíamos 100x22 Kb, más de 2 Megas. Sin embargo, este concepto de cluster no presenta mayor importancia en los disquetes, dado que el cluster en los mismos se sitúa a niveles muy bajos.



A: Pista.

B: Sector.

C: Sector de una pista.

D: Clúster.

Un hecho importante (y que diferencia a los disquetes de discos duros) es que los cabezales establecen contacto real con el disco. Es por ello que los discos flexibles giran a una velocidad modesta, usualmente de 360 revoluciones por minuto (RPM). Si giraran más rápido, el disco resultaría dañado debido al contacto físico (aunque a la larga, los disquetes acaban dañándose).

### 2.2.1.3 El disco duro

En esta ocasión vamos a abordar un medio de almacenamiento interno y fijo. Ya no hay una unidad fija al PC y un soporte de almacenamiento extraíble (como en los disquetes), sino que ambas partes se encuentran en el

interior del PC. De cara al usuario, el PC dispone de una unidad de gran capacidad y velocidad, sin ocupar espacio exterior, sin necesidad de emplear cables, y que no requiere de un soporte de almacenamiento extraíble. El disco duro va con el PC a todas partes, almacenando los datos vitales para los programas y el sistema operativo.

La tecnología en el campo de los discos duros ha demostrado un continuo y asombroso avance desde sus inicios en los años 50. El avance tecnológico ha apuntado siempre hacia la mejora de dos parámetros: mayor capacidad y velocidad. También se ha perseguido la reducción de tamaño, aunque en un nivel de importancia inferior a los parámetros anteriores.

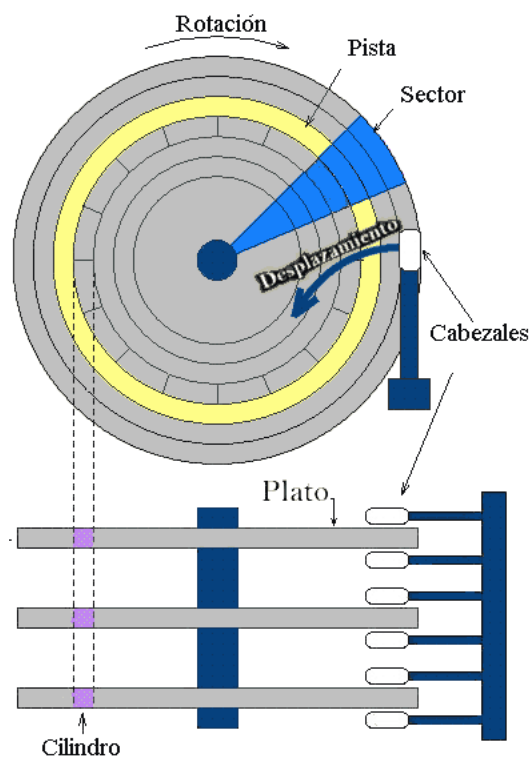
Para conseguir mayor capacidad, la lucha consiste en obtener mayores densidades superficiales de información. El aumento de la velocidad se consigue aumentando la velocidad de giro del disco, que viene condicionada principalmente por las características de los cabezales de lectura y escritura. Tal y como se ha introducido, estos parámetros no han dejado de mejorar y continúan haciéndolo a una velocidad asombrosa. Uno de los conceptos principales radica en que las cabezas de lectura/escritura son flotantes (es decir, no existe contacto físico con la superficie del disco). De hecho una parte fundamental del avance consiste en optimizar la distancia entre las cabezas y el disco sin llegar al contacto.

Otro parámetro en constante evolución es el precio por MB, que decrece también de forma asombrosa con el tiempo: los discos duros son cada día más rentables. El avance de los discos duros tiene un importante impacto en el rendimiento del PC. En primer lugar, los programas (empezando por el sistema operativo) son cada día más voluminosos y acceden a mayores cantidades de datos. Esto exige capacidad de almacenamiento (para almacenar los programas y los datos), además de velocidad (para agilizar el acceso a dichos datos). Por otro lado, el arranque del PC será más rápido cuanto más veloz sea el disco duro.

Otro punto importante radica en la capacidad multitarea de los sistemas operativos actuales. Cuando se ejecutan muchos procesos simultáneos, es probable que no haya suficiente memoria para albergarlos a todos. Lo mismo ocurre si no son muchos los procesos, pero consumen grandes cantidades de memoria. En esos casos, la memoria RAM no proporciona suficiente espacio de almacenamiento, y se utiliza el disco duro como memoria virtual. Si el disco duro no es suficientemente rápido y no dispone de mucho espacio libre, el usuario apreciará que sus programas se ejecutan lentamente y que el sistema operativo apenas responde.

### 2.2.1.3.1 Estructura física

Básicamente, el disco duro está integrado por un conjunto de discos de igual diámetro, comúnmente denominados **platos**. Cada plato se compone de un sustrato de elevada rigidez, que se recubre con un material magnético. El nombre de disco duro proviene, precisamente, del alto grado de rigidez de los





platos (en oposición a lo que ocurría con los discos flexibles) Los platos se hallan montados sobre un **eje**, y se mantiene una cierta distancia entre ellos, gracias a unos anillos separadores. El número usual de platos oscila entre 1 y 4 en discos duros normales. Los discos duros de alta capacidad pueden llegar a incorporar más de 10 platos. El eje se halla gobernado por un motor giratorio. Cuando el motor gira, el eje gira, y por tanto todos los platos giran a la misma velocidad. Los elementos encargados de leer y escribir la información se denominan (al igual que ocurría en los discos flexibles) **cabezales** de lectura y escritura. Estos se encargan de convertir bits en pulsos magnéticos (al escribir) o bien pulsos magnéticos en bits (al leer). Hay dos cabezales dedicados a cada plato. Uno de ellos se sitúa en la parte superior, mientras que El otro se sitúa en la cara inferior. De esta forma es posible acceder de manera rápida a ambas caras de cada plato. Ya que el número usual de platos oscila de 1 a 4, el número habitual de cabezales oscilará entre 2 y 8. Como ya hemos indicado antes, la diferencia principal respecto a los discos flexibles radica en que los cabezales no tocan la superficie de los platos. Esto permite que el disco gire a mayor velocidad, generando menos calor y produciendo menos nivel de ruido. Mayor velocidad de giro significa menor tiempo de acceso a la información, y por tanto mayor velocidad de trabajo.

Conviene lograr que los cabezales se encuentren a una distancia óptima de los platos, dicha distancia está relacionada con la potencia de las señales emitidas por los cabezales y por el disco. Si se trabaja con señales suaves, los cabezales deberían estar cerca de los platos. En otro caso, las señales no se recibirían correctamente por los cabezales al leer, ni quedarían bien registradas en los platos al escribir. En el lado opuesto, si se trabaja con señales fuertes, los cabezales deberían estar más alejados de los platos. La potencia de las señales está altamente condicionada por la densidad de la información. A mayor densidad, los bits se hallan más cercanos entre sí en los platos, y por tanto se requieren señales más suaves para evitar interferencias. Por ello, se deduce que a mayor densidad superficial, es necesaria una menor distancia entre cabezales y platos. Los cabezales de lectura y escritura se montan sobre unos elementos denominados **deslizadores**. Estos presionan a los cabezales sobre los platos cuando el disco está parado. Cuando el disco gira, el flujo de aire desprendido hace que los deslizadores se desplacen, colocando a los cabezales a la distancia apropiada.



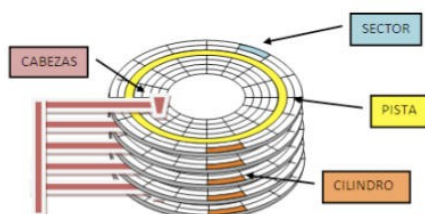
Los elementos internos del disco duro se gobiernan mediante un circuito controlador, que además se encarga de comunicar al disco duro con el resto del PC. Es importante destacar la existencia de una memoria caché que actúa como almacenamiento intermedio para agilizar las transferencias entre disco duro y PC (y viceversa). Para lograr un buen funcionamiento, el disco duro exige un alto nivel de precisión en su interior. Ante todo, se debe evitar a toda costa la entrada de partículas de polvo, que dañarían los cabezales con facilidad. Por ello, el interior del disco duro se aísla fuertemente del exterior, y los componentes se ensamblan en condiciones especiales (que aseguran un ambiente totalmente libre de polvo).



### 2.2.1.3.2 Estructura lógica

Las estructuras de bajo nivel empleadas en los discos duros para almacenar información son una ampliación de las utilizadas en los discos flexibles. Al igual que ocurría con los discos flexibles, la superficie de cada plato queda dividida en pistas y sectores. La división es idéntica para todos los platos.

Los sectores siguen almacenando la misma cantidad de información: 512 bytes. Hay que anotar que dicha cantidad es realmente mayor. Normalmente se almacenan bytes adicionales, que se emplean para apoyar en el control de la unidad, y para la detección y corrección de errores. La disposición y utilización de estos bytes adicionales no sigue ningún estándar, y varía de un disco duro a otro. Cuantos más bytes adicionales se empleen, menor espacio efectivo quedará para el almacenamiento.



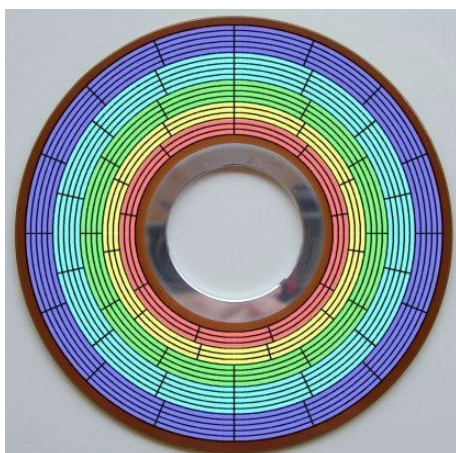
Existe una estructura superior al sector que ya tratamos en el tema de los disquetes. Los sectores contiguos se agrupan formando **clusters** (agrupaciones). De hecho, el disco duro toma el cluster como la unidad más pequeña de almacenamiento. En cada acceso, se lee o escribe un cluster. Al trabajar con bloques de información más grandes, el rendimiento queda afectado de forma positiva. Los clusters no tienen un tamaño estándar. Dicho tamaño depende de varios factores, y principalmente lo decide el sistema operativo (en Windows 7 es 4096 KB).

Otra estructura de alto nivel son los denominados **cilindros**. Como ya se ha introducido, los cabezales se mueven en conjunto, al estar guiados por brazos solidarios. Cuando un cabezal está sobre una pista, el resto de cabezales está sobre la misma pista, a través de los diferentes platos (y caras) que componen el disco duro. Si imaginamos una disposición de anillos (pistas) situados uno sobre otro, obtenemos el esqueleto de un cilindro, y de ahí el nombre. Por tanto, decir que el disco está trabajando sobre el cilindro 3 significa que todos

los cabezales están sobre la pista 3 de cada plato. Si un disco tiene 4 platos, tendrá 8 cabezales, y por tanto 8 pistas en cada cilindro.

Finalmente, la estructura de mayor nivel son las particiones, que no son más que grupos de cilindros contiguos. El disco se divide en varias particiones, que el sistema operativo hace ver como unidades lógicas diferentes. Aunque se trata del mismo disco, el usuario aprecia varias letras de unidad, y cree estar trabajando con varios discos duros de menor tamaño. Una de las ventajas de las particiones consiste en que los cabezales se deberán mover dentro de un grupo conexo de cilindros de menor tamaño, y por tanto deberán realizar menor recorrido para encontrar el cilindro deseado en cada acceso. Esto se traduce en una mayor velocidad de acceso a la información.

Llegados a este punto, es importante comentar cómo se direcciona la información en el disco duro. En un disco flexible, se empleaban dos coordenadas: pista y sector. En el caso del disco duro, pasamos al mundo tridimensional: la información se direcciona mediante la terna (cilindro, cabezal, sector). Una vez seleccionando un cilindro, hay que seleccionar cuál es la pista deseada dentro del mismo (esto es, seleccionar un cabezal). Dentro de dicha pista, se selecciona el sector deseado.



En el campo de la organización de la información, la principal diferencia respecto al disco flexible es una mayor densidad superficial. En efecto, la densidad de pistas y la densidad lineal son extremadamente mayores. Para optimizar la densidad superficial, algunos discos duros emplean una técnica denominada registro por zonas. Esta técnica se basa en un hecho sencillo: cuanto más al exterior del plato se encuentra una pista, mayor longitud presenta. Como, normalmente, todas las pistas almacenan el mismo número de bits, está claro que la información estará más comprimida en las pistas interiores que en las exteriores. El registro por zonas intenta aprovechar mejor el espacio, tratando de igualar la densidad de bits entre las diferentes pistas. Los discos duros modernos utilizan un procedimiento denominado **Zone-bit-recording** mediante el cual colocan un número de sectores distinto en función del diámetro de la pista, mas sectores en las pistas exteriores, y menos en las pistas interiores. Eso si, cada sector siempre tiene la misma capacidad, 512 bytes.

to denominado **Zone-bit-recording** mediante el cual colocan un número de sectores distinto en función del diámetro de la pista, mas sectores en las pistas exteriores, y menos en las pistas interiores. Eso si, cada sector siempre tiene la misma capacidad, 512 bytes.

### 2.2.1.3.3 Características

A la hora de elegir un disco duro, nos fijaremos en las siguientes características:

- **Tiempo de búsqueda de pista a pista:** intervalo de tiempo necesario para desplazar la cabeza de lectura y escritura desde una pista a otra adyacente.
- **Tiempo medio de acceso:** tiempo que tarda, como media, para desplazarse la cabeza a la posición actual. Este tiempo promedio para acceder a una pista arbitraria es equivalente al tiempo necesario para desplazarse sobre 1/3 de las pistas del disco duro. El antiguo IBM PC/XT utilizaba discos de 80

a 110 milisegundos mientras que hoy en día podemos encontrar discos duros con tiempos medios de acceso de 7 milisegundos.

- **Velocidad de Rotación:** Número de vueltas por minuto (RPM) que da el disco. Actualmente, lo normal es encontrar discos de 7200 rpm.
- **Latencia Promedio:** Es el promedio de tiempo para que el disco una vez en la pista correcta encuentre el sector deseado, es decir el tiempo que tarda el disco en dar media vuelta.
- **Velocidad de transferencia interna:** velocidad máxima a la que puede leerse o escribirse en el interior del dispositivo en un determinado momento. Depende esencialmente de dos factores: la velocidad de rotación y la densidad de almacenamiento de los datos en una pista. No es un dato que el fabricante suela proporcionar.
- **Velocidad de transferencia externa o de la interfaz:** velocidad a la que los datos (bits) pueden transferirse desde el disco al resto del sistema. Suele estar muy por encima de la interna.
- **Capacidad de almacenamiento:** Una de las características más importante, por no decir la principal, es la capacidad de almacenamiento. Actualmente se mide en GB o TB y los fabricantes suelen usar el Sistema Internacional, es decir  $1000\text{ GB} = 1\text{ TB}$ .
- **Caché del disco:** La caché del disco almacenara las lecturas/escrituras de manera temporal hasta que el disco pueda atenderlas, dejando libre al sistema para proseguir con otras operaciones.
- **Interfaz:** Indica el método y tipo de conexión que utilizaremos para conectarlo al resto del PC.

### 2.2.1.3.4 Interfaz de conexión

#### 2.2.1.3.4.1 Serial ATA

Tradicionalmente, cuando se quería obtener velocidad se optaba por un bus paralelo mejor que por uno serie. En serie los bits se envían de uno en uno y, en principio, tardan más que en paralelo, donde se envían en grupos de 8, 16...(según el ancho del bus). Por ello se usaban preferentemente buses paralelo y los serie estaban relegados a aplicaciones de baja velocidad. El problema es que los buses paralelos cada vez son más anchos y esto supone que necesitan cada vez más conductores. Esto dificulta el diseño de chips, placas y conectores, por lo que la tendencia natural es volver a sistemas de transmisión en serie mejorados, que eliminan el problema del elevado número de conductores.

En el caso del Serial ATA, se ha optado por esta solución; se reduce los 16 bits del ATA o Parallel ATA a sólo 1 bit, pero transmitido a 1.5 GHz, 3 GHz ó 6 GHz (según versión). Para asegurar la integridad de los datos a estas velocidades, se utilizan 10 bits para enviar 8 bits.



| Nombre                  | Transferencia (MB/s) | Norma         |
|-------------------------|----------------------|---------------|
| SATA, SATA/150          | 150                  | SATA 1.0      |
| SATA2, SATAII, SATA/300 | 300                  | SATA rev 2.0. |
| SATA3, SATA/600         | 600                  | SATA rev 3.0  |

#### 2.2.1.3.4.2 ATA/ATAPI/PATA/IDE/EIDE

Este es un clásico ejemplo de “abuso del lenguaje” en el sector informático, el primer nombre que surge, es el que se queda. Un poco de historia para aclarar conceptos.

El término **IDE** (Integrated Drive Electronics) procede del año 1986, cuando las firmas Compaq corporation, Western Digital y Control Data Corporation trabajaban juntas en un proyecto común. Se trataba de integrar un chip controlador fabricado por Western Digital en una unidad de disco duro. Como su propio nombre indica, esta tecnología permitía integrar la controladora en el propio disco duro, de modo que no se necesitaba una tarjeta externa.

En 1988, se formó un grupo industrial denominado CAM (Common Access Method o método de acceso común), el cual desarrolló un estándar que cubría la integración de dispositivos controladores en unidades de almacenamiento, y su conexión al PC. Dicho estándar fue aprobado en 1991, bajo el nombre de **ATA** (AT Attachment). Mientras que IDE se refiere a las unidades de almacenamiento que integran el circuito controlador asociado, ATA hace referencia a la interfaz para interconectar los dispositivos IDE y el PC. El puerto ATA controla los dispositivos de almacenamiento masivo de datos, como los discos duros y **ATAPI** (*Advanced Technology Attachment Packet Interface*) añade dispositivos como las unidades CD-ROM y DVD.

La interfaz IDE presentaba una serie de problemas, entre los que sobresalían la baja velocidad de transferencia y la imposibilidad de montar en el sistema más de dos discos duros. Como solución apareció la interfaz ATA-2, conocida como **EIDE** (*Enhanced IDE*). Hoy en día cuando hablamos de IDE, realmente estamos hablando de EIDE.

El nombre de **PATA** (*Parallel ATA*) surge para diferenciarlo del SATA (antes, con ATA sobraba, ya que solo había un tipo).

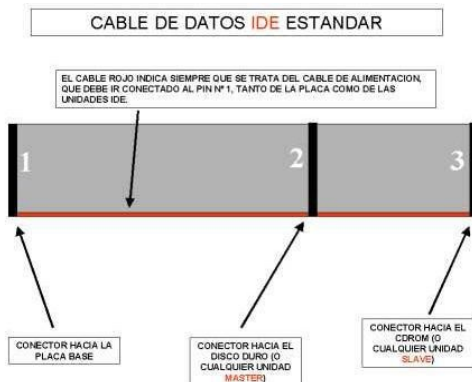
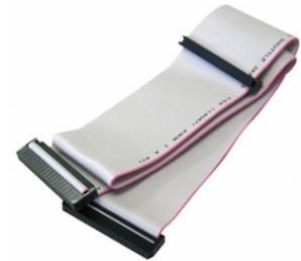
Los dispositivos IDE pueden transferir información principalmente empleando dos métodos: PIO y DMA; el modo **PIO** (*Programmed I/O*) depende del procesador para efectuar el trasiego de datos. A nivel de rendimiento no hay mayor problema, ya que los micros actuales tienen la suficiente capacidad para gestionar estas

| Interfaz                  | Modo de acceso | Transferencia | Nota                                       |
|---------------------------|----------------|---------------|--|
| ATA-1                     | PIO-0          | 3,3 MB/s      | Discos de 100 MB o menos                   |
|                           | PIO-1          | 5,2 MB/s      | Discos de 400 MB o menos                   |
|                           | PIO-2          | 8,3 MB/s      |  |
| ATA-2, ATA-3              | PIO-3          | 11,1 MB/s     | Discos entre 400 MB y 2 GB                 |
|                           | PIO-4          | 16,6 MB/s     |  |
| ATA-3, ATA-4, ATA/ATAPI-4 | DMA-0          | 16,7 MB/s     | Poco usados. Tecnología S.M.A.R.T.         |
|                           | DMA-1          | 25,0 MB/s     |  |
|                           | Ultra DMA-2    | 33,3 MB/s     |  |
| ATA-5, ATA/ATAPI-5        | Ultra DMA-3    | 44,4 MB/s     | Ya obsoletos.                              |
|                           | Ultra DMA-4    | 66,7 MB/s     |  |
| ATA-6,ATA/ATAPI-6         | Ultra DMA-5    | 100,0 MB/s    | Son los que podemos encontrar actualmente. |
| ATA-7,ATA/ATAPI-7         | Ultra DMA-6    | 133,3 MB/s    |  |

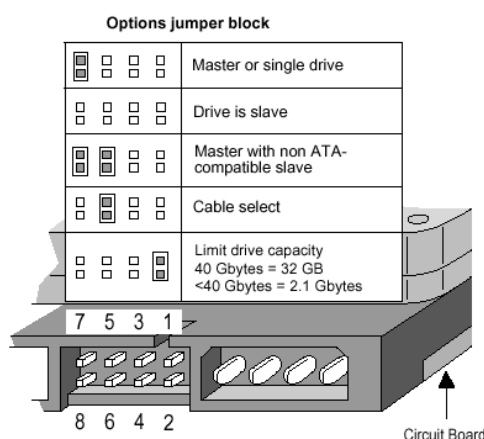


operaciones y alternarlas con otras, por supuesto. El otro método es el **DMA**; así la CPU se desentiende de la transferencia, teniendo ésta lugar por mediación de un chip DMA dedicado.

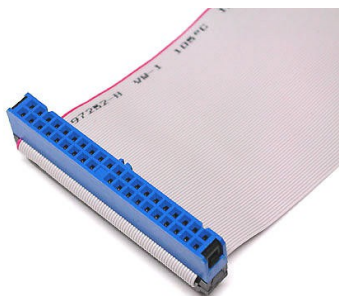
Un cable IDE estándar presenta tres conectores: uno de ellos se une a un conector IDE de la placa base, y los dos restantes (cercanos entre ellos) permiten conectar dos dispositivos IDE. Hay que anotar que existen otras posibles configuraciones, pero la expuesta aquí es la más común. El cable es de tipo cinta y plano, con 40 hilos colocados en paralelo y aislados entre sí. El hilo correspondiente a una de las extremidades del cable se halla coloreado en rojo. Dicha parte del cable se conecta al pin número 1 del conector de la placa base, y también de los dispositivos. El cable no debe superar los 45 centímetros de longitud. Cada conector IDE presenta 40 puntos de conexión (normalmente denominados “pines”).



Muchos dispositivos IDE soportan tres tipos de configuraciones: **dispositivo simple**, **maestro (master)** o **esclavo (slave)**. Estos modos se suelen seleccionar mediante una pequeña serie de conmutadores o *jumpers*, que suelen aparecer en la parte trasera del dispositivo. El modo simple indica que la unidad está sola en el sistema, y por tanto responde a todos los comandos IDE recibidos. Cuando hay dos unidades en el mismo cable IDE, una se configura como maestro y la otra como esclavo. La unidad maestra responderá únicamente a los comandos IDE maestro, y la unidad esclava hará lo mismo con los comandos esclavo. Normalmente un dispositivo se puede configurar como Maestro, Maestro único, Esclavo o Cable Select, que indica que el dispositivo será maestro o esclavo según el conector del cable donde lo conectemos. (No funciona con todos los cables IDE).



Según el estándar ATA, los conectores de los cables IDE pueden tener pequeñas variaciones físicas, por lo que deberemos de comprobar los conectores antes de proceder al montaje.



#### 2.2.1.3.4.3 SCSI y SAS

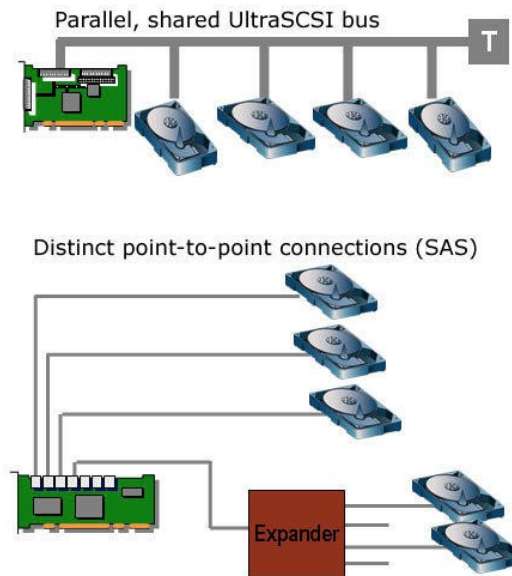
Además de IDE, hay otra interfaz que goza de una enorme aceptación, denominada **SCSI** (*Small Computer System Interface*).

La interfaz SCSI permite al PC intercambiar datos con todo tipo de dispositivos: discos duros, CDROM, impresoras, etc. Algunos PC soportan SCSI en la propia placa base, pero no se trata de la opción más usual. Normalmente, es necesario instalar una **tarjeta controladora SCSI** en una de las ranuras de expansión del sistema, que es la que permite la conexión de los dispositivos (interna o externamente).

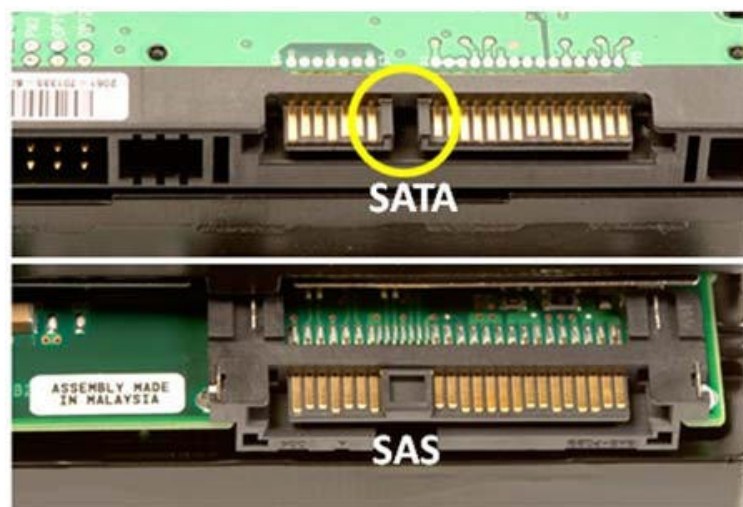
Una de las principales ventajas de SCSI es el gran número de dispositivos que puede controlar. Mientras que IDE sólo soporta dos unidades, SCSI permite la conexión de hasta 8 dispositivos (incluyendo la tarjeta controladora SCSI), utilizando tan sólo una ranura de expansión. Además, la velocidad de transferencia es superior a la que caracteriza a la interfaz IDE. Si se desea aumentar la capacidad de expansión, se puede instalar una segunda tarjeta controladora SCSI, lo que permite conectar 7 periféricos más. Mejor aún, existen tarjetas controladoras que soportan **15 periféricos**, consumiendo tan sólo una ranura de expansión.

Por supuesto, es posible instalar discos IDE y SCSI simultáneamente en un PC. La unidad IDE seguirá siendo el disco de arranque y los dispositivos SCSI proporcionarán capacidad de almacenamiento adicional.

El sistema SCSI ha evolucionado (al igual que el IDE) hacia los sistemas SAS (Serial Attached SCSI). Es una interfaz de transferencia de datos en serie.



Además, el conector es el mismo que en la interfaz SATA y permite utilizar estos discos duros, para aplicaciones con menos necesidad de velocidad, ahorrando costos. Por lo tanto, los discos SATA pueden ser utilizados por controladoras SAS pero no a la inversa, una controladora SATA no reconoce discos SAS.





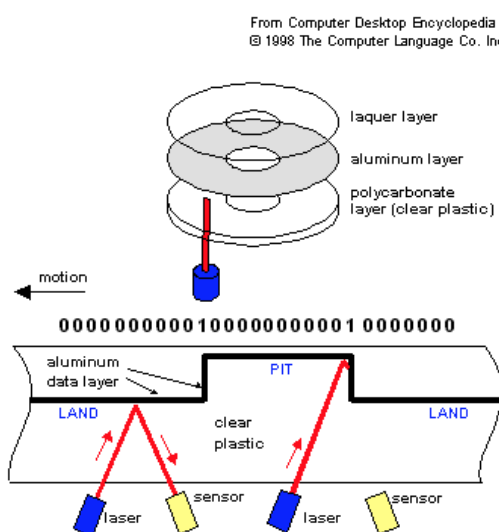
## 2.2.2 Dispositivos ópticos

Básicamente, los discos ópticos son un soporte digital de almacenamiento de datos basado en el comportamiento de la radiación luminosa. La primera generación de discos ópticos fue introducida por la firma Philips, en colaboración con Sony, a finales de los años 80. La tecnología asociada a dichos discos fue denominada CD (Compact Disc), y se ha convertido en el soporte más utilizado actualmente para el almacenamiento y distribución de audio y software (entre otros tipos de información).

### 2.2.2.1 CD

Un disco basado en la tecnología CD es capaz de almacenar 74 minutos de audio (650 MB de datos y programas), e incluso existen variantes capaces de almacenar hasta 99 minutos (870 MB de datos y programas), aunque lo habitual es encontrarlos de 700 MB.

En principio, la grabación de un CD se realiza en fábrica. Antes de comenzar, se utiliza un láser muy potente para realizar perforaciones en un disco maestro. Dichas perforaciones son las que almacenan la información digital. A partir del disco maestro se genera un molde, que se utilizará para grabar copias.



El material básico que compone un CD es una pieza de policarbonato circular de 1,2 mm de espesor. Empleando el molde, se “copian” las perforaciones (antes realizadas sobre el disco maestro) sobre la pieza de poli carbonato. En otras palabras, el grabado se hace “a presión”, y no mediante un láser como ocurría en el disco maestro. Las zonas perforadas se denominan “huecos” (más conocidos como *pits*) y las zonas sin perforar se denominan *lands*. Tras la perforación, el bloque de policarbonato se recubre de una delgada capa de aluminio, de tan sólo 0,125 micras. Sobre ésta se deposita otra capa de acrílico transparente, que sirve como protección. Finalmente, se imprime la etiqueta del CD sobre la capa de acrílico.

El elemento fundamental para la lectura de un CD es un láser de baja potencia, que emite radiación infrarroja y que se enfoca hacia la parte inferior del CD. La luz atraviesa la capa de policarbonato e incide sobre la capa de aluminio. Si el haz incide sobre un hueco (*pit*), el porcentaje de luz reflejada es muy pequeño. Por el

contrario, si el haz incide sobre una zona plana (*land*), un gran porcentaje de luz es reflejada. La radiación luminosa reflejada se dirige hacia una foto detectora que, en función de la intensidad de la luz recibida, puede detectar fácilmente si se ha enfocado un *land* o un *pit*.

La transformación de *lands* y *pits* a valores digitales no sigue una correspondencia directa. En otras palabras, un *land* no significa un valor digital “0”, y un *pit* no significa un valor digital “1”. En realidad, un *land* indica mantener el estado digital anterior, y un *pit* indica invertir el estado anterior. Con esto se consigue minimizar la cantidad de perforaciones necesarias sobre el CD, lo que permite grabar un CD más rápidamente.

Un CD no contiene pistas concéntricas, como ocurría en los discos magnéticos. En cambio, el CD presenta una sola pista, que se dispone en forma de espiral, cubriendo toda el área de datos. La espiral comienza en la parte interior del disco, justo después del área interior. Esto se hace así para permitir recortar el radio del CD y poder obtener versiones más pequeñas (como son los conocidos CD-Single o CD8). La anchura de la espiral es sumamente fina: tan sólo 0,5 micras. La separación entre vueltas es, de nuevo, muy reducida: 1,6 micras. Esto explica que un solo CD pueda almacenar cantidades de información tan elevadas. Para ilustrar lo que esto significa, basta decir que si se “desenrollara” la espiral hasta convertirla en una línea recta, tendría una longitud de unos 5 kilómetros. Cada vuelta de la espiral presenta la misma densidad lineal (bits por pulgada por pista) de información, al contrario que ocurría en los discos flexibles y duros. Como a mayor distancia del centro del disco, una vuelta de la espiral presenta mayor longitud, también presentará mayor cantidad de información. Esto proporciona un mejor aprovechamiento del espacio del disco, consiguiendo mayor capacidad de almacenamiento.

Veamos ahora las variantes más relacionadas con el almacenamiento de datos en el mundo del PC: CD-ROM, CD-R y CD-RW.

### **2.2.2.1.1 CD-ROM**

El CD-ROM es la variante de la tecnología CD empleada para almacenar datos y programas informáticos. Un CD-ROM puede almacenar hasta 870 MB de información, y todas sus características están especificadas en el “libro amarillo”. La principal diferencia entre un CD-ROM y un CD-audio es el formato de almacenamiento de los datos.

### **2.2.2.1.2 CD-R**

El CD-ROM es un soporte muy adecuado para el almacenamiento de grandes cantidades de datos, pero perdía gran parte de su potencial, ya que los datos sólo se podían grabar en la fábrica. Por ello nació la variante CD-R (Compact Disc Recordable o CD grabable).

Un CD-R se puede grabar desde un PC, pero una vez los datos se han grabado, ya no es posible borrarlos. Por ello, también se les denomina WORM (*Write Once, Read Multiple*). En cambio, esto no impide que un CD-R se pueda grabar en distintas sesiones. De esta forma, el usuario graba los datos deseados en una sesión, y puede continuar añadiendo datos en futuras sesiones. Lo que no es posible es sobrescribir los datos que ya han sido grabados.

El CD-R contiene una espiral pregrabada, pero no está compuesta de aluminio, sino de un pigmento translúcido (recubierto de una capa reflectora). Cuando el láser incide sobre dicha sustancia, ésta se calienta y produce una decoloración. En la lectura, el haz atraviesa la capa translúcida y se refleja en la capa reflectora. En su retorno, la radiación pierde poca intensidad si atraviesa una zona sin decolorar. Si se atraviesa una zona decolorada, se pierde bastante intensidad. De esta forma se simulan los huecos (*pits*) con zonas decoloradas, y las zonas planas (*lands*) con zonas sin quemar. Además, los cambios de intensidad que sufre la luz son muy similares a los que ocurren en un CD grabado en fábrica, por lo que se puede acceder a un CD-R desde un lector de CD-ROM sin problemas.

### 2.2.2.1.3 CD-RW

Para permitir que la información almacenada se pueda borrar y reescribir nacieron los CD-RW (*CD Re-Writable* o CD re-grabables). Se basan en las propiedades de cambio de fase de una sustancia, que es la que forma la espiral. En su estado cristalino, dicha sustancia refleja la luz sin problemas. Si se calienta dicha capa hasta una cierta temperatura (mediante el láser), la sustancia pasa a un estado amorfo de baja reflectividad. La propiedad de interés radica en que, si se calienta la sustancia hasta una segunda temperatura (más alta) y se deja enfriar, ésta alcanza el estado cristalino de nuevo. Estas propiedades permiten el re-grabado, puesto que hacen posible el cambio de estado en ambos sentidos.

Los CD-R y CD-RW son menos tolerantes a las altas temperaturas y a la luz solar que los CD de fábrica. También son más susceptibles a los daños físicos. Además, tras varios (miles) procesos de re-grabado, la sustancia que forma la espiral desarrolla cierta tendencia a no cambiar de estado, por lo que es probable la aparición de errores. Si el número de errores no es elevado, los códigos de detección y corrección de errores harán que este efecto sea transparente al usuario. Cuando el número de errores sea excesivo, el disco quedará inservible.

### 2.2.2.2 DVD

DVD son las siglas de *Digital Versatile Disc*. La tecnología DVD permite fabricar discos ópticos con una gran capacidad de almacenamiento. DVD permite almacenar audio de altísima calidad (mayor que la de un CD audio), películas y cantidades de datos muy elevadas.

Los DVD utilizan la misma filosofía que el CD para almacenar la información, pero permiten emplear una o dos caras, y pueden contener una o dos capas de información en cada cara. Cada capa se graba sobre un sustrato de polycarbonato (como en el CD), y ambos sustratos se enlazan mediante una capa de unión transparente.

| CAPAS | CARAS | CAPACIDAD |
|-------|-------|-----------|
| 1     | 1     | 4,7 GB    |
| 2     | 1     | 8,5 GB    |
| 1     | 2     | 9,4 GB    |
| 2     | 2     | 17 GB     |

Además de disponer de hasta dos caras/dos capas, la densidad de información es muy superior a la de un CD. Por todo ello, la capacidad de almacenamiento llega hasta los 17 GB en la variante de 2 caras y 2 capas por cara, pero la fabricación resulta extremadamente compleja, por lo que este formato no es fácil de encontrar.

En caso de disponer de dos capas de información en una cara, la capa exterior es semi-reflectora, mientras que la interior es reflectora. De esta forma es posible acceder a la capa interior, atravesando primero la exterior. Para leer la capa semi-reflectora, el láser se enfoca sobre ésta con baja potencia. Si se aumenta la potencia del láser, la capa semi-reflectora es atravesada, y se lee la reflectora.

Para finalizar, es interesante anotar que existen equivalentes del CD-RW basados en la tecnología DVD, es decir DVD que pueden ser grabados y regrabados. Con el formato DVD se han desarrollado comercialmente varios sistemas distintos de grabación y regrabación, con sus respectivas unidades y soportes: DVD-RAM, DVD-R, DVD-RW, DVD+R y DVD+RW. Cada uno de ellos tiene características y prestaciones distintas:

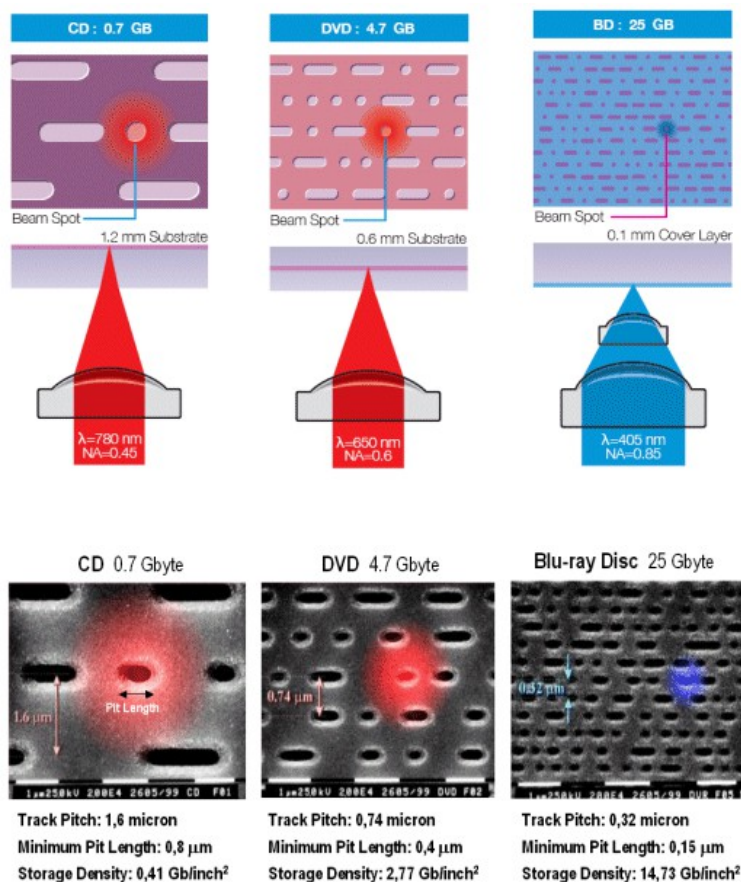
- **DVD-RAM.** Los discos no son compatibles con los lectores de DVD-ROM, por lo que necesitan lectores específicos. Su gran ventaja es que tanto las grabadoras como los propios discos, tienen un coste bastante inferior a las otras soluciones en estos momentos. En un principio, su capacidad es de unos 5 GB, aunque esta cifra va aumentando rápidamente. En la actualidad parece ser que este sistema esta desapareciendo poco a poco.
- **DVD-R y DVD-RW.** Estos discos sí son compatibles con los lectores de DVD-ROM, y permiten almacenar 4,7 GB por DVD. Tienen la ventaja de que son utilizados por dispositivos como la consola de juegos PS2, lo que ha hecho que se puedan encontrar DVD-R de muchas marcas, y a unos precios muy económicos.
- **DVD+R y DVD+RW.** Ha sido el último formato en aparecer. Es compatible con los reproductores DVD-ROM. Asimismo, los precios están bajando rápidamente dado que este formato es el que se esta montando en cámaras de video.



En la actualidad lo normal es que las propias unidades grabadoras de DVD sean multiformato o duales, es decir, que permitan grabar en cualquiera de los formatos anteriores. Normalmente, vamos a grabar en +R si necesitamos mayor velocidad o capacidad, y grabaremos en -R si deseamos hacerlo a un precio económico o si necesitamos compatibilidad con ciertos dispositivos que solo leen -R. Las actuales unidades permiten también ya grabar a doble capa, lo que permite duplicar la capacidad de un DVD.

#### 2.2.2.2.1 **Blu-ray Disc (BD)**

Se llama Blu-ray por que básicamente consiste en sustituir el láser que se usa habitualmente en los DVD, por un nuevo tipo de láser de color azul de longitud de onda corta que permite obtener "puntos" mucho más pequeños. Se pueden llegar a almacenar hasta 25 GB en un disco del mismo tamaño que los actuales o 50 GB si se usa la doble capa. Esta tecnología esta promovida por Sony, Philips y Walt Disney entre otros y se han conseguido crear hasta 8 capas en un único disco BD. Tenemos también el BD-ROM, el BD-R y el BD-RW. Los reproductores y grabadores BD son compatibles con los formatos de CD y DVD



## 2.2.2.2.2 Dispositivos electrónicos

Las tarjetas de memoria Flash (memorias que no necesitan alimentación eléctrica para mantener su información) son un tipo de memoria EEPROM que están gozando de una gran aceptación en los mercados. De momento han monopolizado algunos ámbitos, como las cámaras digitales y los ordenadores de mano en formato de tarjeta y las pequeñas memorias portátiles conocidas como llaveros USB o Pen Drives y los más modernos discos SSD.



### 2.2.2.2.2.1 Tarjetas

En el formato de tarjeta digital, podemos encontrar varias soluciones basadas en las memorias Flash ya que, por ejemplo, cada fabricante de cámara digital desarrolla su propio formato, aunque se suele tender hacia el formato SD.



Veamos algunos de los más conocidos:

- **CompactFlash (CF):** Se trata de tipo de tarjeta que más se usa en la actualidad en el campo de las cámaras digitales, aunque también se usa con otros dispositivos, como las PDA's. Fue desarrollado por SanDisk en 1994 y existen dos modalidades de tarjetas CF:
  - Type I de 3,3 mm de espesor y menor capacidad
  - Type II de 5,5 mm y de alta capacidad. Existe un modelo singular dentro de este grupo llamado Microdrive (Ver más abajo).



Las tarjetas CF son extraordinariamente robustas, aguantando golpes y condiciones adversas sin perder datos. Además tienen una gran capacidad de almacenamiento llegando hasta varios GB.

- **MultiMedia Card (MMC):** Es uno de los tipos de tarjeta de menor tamaño en la actualidad, comparable a un sello postal. También se trata de un ingenio de SanDisk que data de 1997.
- **Secure Digital (SD):** Es semejante en tamaño y aspecto a las MMC, y se viene usando cada vez más desde su lanzamiento en el 2001. Se trata de un desarrollo conjunto de Matsushita, SanDisk y Toshiba. Se usa en todo tipo de dispositivos de última generación como cámaras digitales, teléfonos móviles, agendas personales, reproductores digitales de música...
- **xD Picture Card:** Se trata de uno de los formatos de más reducido tamaño. Fue desarrollado en el 2002 por Olympus y Fujifilm. La caracterizan su bajo consumo eléctrico y su elevada velocidad de lectura y escritura. Ello permite que ofrezcan excelentes resultados cuando las cámaras digitales operan en modo ráfaga.
- **Memory Stick (MS):** Se trata de un tipo de tarjeta ideado por Sony en el 98. Inicialmente sólo era usado en cámaras digitales Sony, pero gracias a los últimos acuerdos con diferentes firmas se pueden ver en equipos de otros fabricantes e incluso en otra gama de dispositivos como los reproductores de MP3. Sobre la base de las tarjetas MS se han elaborado variantes que se describen a continuación.
- **Memory Stick Pro (MS-PRO):** Se trata de uno de los desarrollos más recientes que viene de la mano de SanDisk y Sony (2003). Eleva los límites de capacidad al orden del 1 GB, y se ha anunciado que llegará a los 32 GB. Al tiempo mejora considerablemente las velocidades de escritura y lectura, manteniendo funciones de securización de los datos almacenados.



A estos formatos hay que añadir sus versiones mini, destinadas a PDA's y teléfonos móviles (mini SD, micro SD, Memory Stick Duo, etc).

También existen otros dispositivos, en los cuales se une una tarjeta de este tipo a un puerto USB. Esto permite obtener un medio de almacenamiento ligero, transportable, con una capacidad interesante y una velocidad aceptable. Este tipo de dispositivos han ido desterrando a los disquetes, dado que los superan en todos los aspectos y su precio es cada vez más económico. También es común encontrar numerosos lectores y adaptadores de tarjetas para instalar en el PC o conectarlos por USB.



Actualmente la capacidad de estas tarjetas esta aumentando constantemente, así como su velocidad. Los fabricantes ya están empezando a encontrarse con el problema de que estas tarjetas pueden suministrar más ancho de banda del que pueden soportar los puertos que se usan para comunicarlas con los dispositivos.

#### 2.2.2.2.2 Memorias USB

Una memoria USB (*Universal Serial Bus*; en inglés *USB flash drive*) es un dispositivo de almacenamiento masivo que utiliza memoria flash para guardar la información que puede requerir. Se conecta mediante un puerto USB y la información que a éste se le introduzca puede ser modificada millones de veces durante su vida útil. Estas memorias son resistentes a los rasguños (externos), al polvo, y algunos al agua —que han afectado a las formas previas de almacenamiento portátil—, como los disquetes, discos compactos y los DVD. Estas memorias se han convertido en el sistema de almacenamiento y transporte personal de datos más utilizado, desplazando en este uso a los tradicionales disquetes, y a los CD.



Se pueden encontrar en el mercado fácilmente memorias con capacidad que van desde 1GB hasta 256 GB; aunque resultan inconvenientes a partir de los 64GB por su elevado costo. Esto supone, como mínimo, el equivalente a 180 CD de 700MB o 91.000 disquetes de 1.44 MB aproximadamente.

Los sistemas operativos actuales pueden leer y escribir en las memorias sin más que enchufarlas a un conector USB del equipo encendido, recibiendo la energía de alimentación a través del propio conector que cuenta con 5 voltios y 2,5 vatios como máximo.

#### 2.2.2.2.3 Unidades SSD

Una Unidad de Estado Sólido o SSD (acrónimo de *solid-state drive*) es un dispositivo de almacenamiento de datos que usa memoria no volátil tales como flash, o memoria volátil como la SDRAM, para almacenar datos, en lugar de los platos giratorios magnéticos encontrados en los discos duros convencionales.

Los SSD basados en SDRAM proporcionan una rauda velocidad de acceso a datos y se utilizan principalmente para acelerar aplicaciones que de otra manera serían mermadas por la latencia del resto de sistemas.



Estos SSD incorporan una batería o bien un adaptador de corriente continua, además de un sistema de copia de seguridad de almacenamiento para desconexiones abruptas que al restablecerse vuelve a volcarse a la memoria no volátil, algo similar al sistema de hibernación de los sistemas operativos. Estos SSD son generalmente equipados con las mismas DIMMs de RAM que cualquier ordenador corriente, permitiendo su sustitución o expansión. Sin embargo, las mejoras de las memorias flash están acortando las diferencias en

términos de rendimiento, además de ser más económicos.

En comparación con los discos duros tradicionales, los SSD son menos susceptibles a golpes, son prácticamente inaudibles y tienen un menor tiempo de acceso y de latencia. Los SSD hacen uso de la misma interfaz que los discos duros, y por tanto son fácilmente intercambiables sin tener que recurrir a adaptadores o tarjetas de expansión para compatibilizarlos con el equipo.

Aunque técnicamente no son discos a veces se traduce erróneamente en español la 'D' de SSD como *disk* cuando en realidad representa la palabra *drive*, que podría traducirse como unidad o dispositivo.

Se han desarrollado dispositivos que combinan ambas tecnologías, es decir discos duros y memorias flash, se denominan discos duros híbridos.

Veamos las ventajas e inconvenientes de los discos SSD basados en memoria Flash respecto de los discos duros magnéticos.

### **Ventajas:**

- Arranque más rápido, al no tener platos que necesiten coger una velocidad constante.
- Gran velocidad de escritura.
- Mayor rapidez de lectura – Incluso más de 10 veces más que los discos duros tradicionales más rápidos gracias a RAIDs internos en un mismo SSD.
- Baja latencia de lectura y escritura, cientos de veces más rápido que los discos mecánicos.
- Lanzamiento y arranque de aplicaciones en menor tiempo – Resultado de la mayor velocidad de lectura y especialmente del tiempo de búsqueda. Pero solo si la aplicación reside en flash y es más dependiente de la velocidad de lectura que de otros aspectos.
- Menor consumo de energía y producción de calor – Resultado de no tener elementos mecánicos.
- Sin ruido – La misma carencia de partes mecánicas los hace completamente inaudibles.
- Mejorado el tiempo medio entre fallos, superando 2 millones de horas, muy superior al de los discos duros.
- Seguridad – permitiendo una muy rápida "limpieza" de los datos almacenados.
- El rendimiento no se deteriora mientras el medio se llena (desfragmentación).



- Menor peso y tamaño que un disco duro tradicional de similar capacidad.
- Resistente – Soporta caídas, golpes y vibraciones sin estropearse y sin descalibrarse como pasaba con los antiguos discos duros, ya que carece de elementos mecánicos.
- Borrado más seguro e irrecuperable de datos.

**Desventajas:**

- Precio – Los precios de las memorias flash son considerablemente más altos en relación Precio/GB, la principal razón de su baja demanda. Sin embargo, ésta no es una desventaja técnica. Según se establezcan en el mercado irá mermando su precio y comparándose a los discos duros mecánicos, que en teoría son más caros de producir al llevar más piezas.
- Menor recuperación – Después de un fallo, los datos se pierden completamente, pues la celda es destruida, mientras que en un disco duro normal que sufre daño mecánico los datos son frecuentemente recuperables usando ayuda de expertos.
- Capacidad – A día de hoy, tienen menor capacidad máxima que la de un disco duro convencional, que llega a superar los 3 Terabytes