

MONTAJE Y MANTENIMIENTO DE EQUIPOS

UT 4 – Componentes Internos del ordenador. II

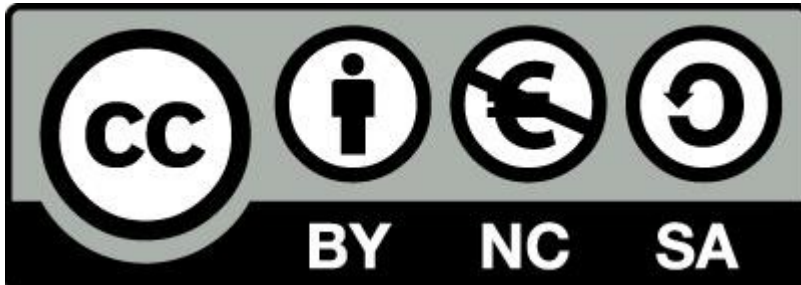
Mario García Alcázar

Índice de contenido

1. La memoria.....	4
1.1 Características de la memoria.....	5
1.2 Tipos de memorias.....	6
1.2.1 La memoria RAM. (Random Access Memory).....	6
1.2.1.1 Las memorias SIMM (Single In-Line Memory Modules).....	7
1.2.1.2 Las memorias DIMM (Double In-Line Memory Modules).....	8
1.2.1.3 Las memorias SO DIMMS.....	12
1.2.1.4 Las memorias de doble canal.....	12
1.2.1.5 Las memorias Buffered y Unbuffered.....	13
1.2.2 La memoria ROM. (Read Only Memory).....	14
1.2.3 La memoria caché.....	15
2. Dispositivos de almacenamiento.....	18
2.1 Los dispositivos magnéticos.....	18
2.1.1 El disco duro.....	19
2.1.2 El disquete.....	25
2.1.3 Las cintas magnéticas.....	25
2.2 Los dispositivos ópticos.....	26
2.3 Dispositivos flash.....	29
2.3.1 Unidades SSD.....	29
3. Periféricos.....	32
3.1 La estructura del controlador de E/S.....	33
3.2 Sincronización entre la CPU y el dispositivo de E/S.....	34
3.2.1 Entrada/salida controlada por programa.....	34
3.2.2 Entrada/salida controlada por interrupción.....	35
3.2.3 Estrada/salida por acceso directo a memoria DMA.....	37
4 Tarjetas gráficas actuales.....	39
4.1 Elementos de una tarjeta gráfica.....	39
4.2 Marcas comerciales.....	40
4.3 Tecnologías avanzadas.....	40
4.3.1 SLI. (<i>Scalable Link Interface</i>).....	40
4.3.2 Crossfire.....	42
4.3.3 Núcleos CUDA.....	44

Montaje y mantenimiento de equipos
UT4 – Componentes Internos del ordenador II

Esta obra esta sujeta a la Licencia Reconocimiento-NoComercial-SinObraDerivada 3.0 España de Creative Commons. Para ver una copia de esta licencia, visite <http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/3.0/es/> o envíe una carta Creative Commons, PO Box 1866, Mountain View, CA 94042, USA.



Última revisión Octubre de 2018.

1. La memoria.

La memoria del computador puede definirse como el conjunto de dispositivos que permiten almacenar información de forma temporal o permanente.

Para cada aplicación o programa que tenemos en un ordenador, por ejemplo Microsoft Word, OpenOffice o un juego cualquiera, **la memoria** almacena su código (secuencia de instrucciones).

La memoria por otra parte sólo es capaz de realizar dos operaciones.

- **Lectura.** Consiste en devolver un dato previamente almacenado.
- **Escritura.** Consiste en guardar un dato.

Normalmente, cuanto mayor velocidad tenga una memoria o dispositivo de almacenamiento, más caro será. No se puede disponer de un único dispositivo de altísima velocidad y gran capacidad para almacenar todos los datos, ya que su coste de fabricación sería demasiado elevado.

Por esto, los computadores actuales cuentan con varios tipos de memoria, de distintas características. En concreto podemos encontrar las siguientes:



El funcionamiento de este esquema es sencillo.

1. Inicialmente, el código y datos que usa cada aplicación esta guardado en un **dispositivo de almacenamiento** (disco duro, CD, ect).
2. Cuando ejecutamos dicha aplicación, el **sistema operativo**, lee su código y datos del **dispositivo de almacenamiento** y los escribe en la **memoria RAM**. Este conjunto de código y datos de la aplicación cargados en memoria RAM, se denominan **proceso**.
3. El **sistema operativo** lee de la memoria RAM, bloques de código o datos del **proceso** y los lleva los mas usados a la **memoria caché**.
4. El **sistema operativo** almacena resultados de operaciones intermedias en los registros de propósito general del microprocesador.
5. Si el proceso debe **almacenar datos de forma permanente**, se guardarán en alguno de los discos duros del sistema.

Como podemos ver, la idea es que el sistema funcionará mas rápidamente si los procesos en ejecución están alojados en memorias más rápidas, no obstante debido al reducido tamaño de estas, el sistema operativo se encargará de determinar en cada momento, qué datos deben estar en cada memoria.

1.1 Características de la memoria.

Podemos indicar las siguientes:

- **Tiempo de latencia CAS.** Es el tiempo de espera entre el acceso a un dato y el comienzo de la transferencia. Se mide en ciclos de reloj.

Por ejemplo una memoria con CL8 tardaría 8 ciclos de reloj antes de comenzar a realizar la transferencia de datos.

- **Frecuencia.** La frecuencia de una memoria nos indica el número de ciclos que puede procesar la memoria por segundo.

La velocidad de la memoria se mide en megahercios (MHz) o megatransfers (MT). Un MHz o MT equivale a 1 millón de ciclos por segundo.

Por ejemplo, una memoria que funcione a 800 MHz con una latencia de 10 CL, sería capaz de ejecutar 800 millones de ciclos de reloj por segundo. Como necesita 10 ciclos para cada lectura o escritura, podría realizar 80 millones de operaciones de lectura o escritura por segundo. En cada una de ellas procesará un número de bits igual al tamaño del bus de datos, con lo cual en un computador moderno, su capacidad de transferencia sería de 80 millones * 8 bytes/s.

Hay que indicar que los fabricantes no tienen en cuenta este valor a la hora de calcular la capacidad de transferencia de la memoria en MB/s

- **Tamaño** de la memoria, medido normalmente en MB o GB.

1.2 Tipos de memorias.

Seguidamente, veremos las características y funcionamiento de los diferentes tipos de memoria que podemos encontrarnos en un computador.

1.2.1 La memoria RAM. (Random Access Memory)

Las memorias RAM, también llamadas de acceso aleatorio se caracterizan por los siguientes aspectos:

- Son **volátiles**, es decir, pierden la información que almacenan cuando apagamos el computador.
- Se denominan de **acceso aleatorio** porque se tarda el mismo tiempo en leer o escribir en cualquiera de sus celdas o direcciones.
- Pueden **leerse y escribirse, tantas veces como sea necesario**. En contraposición con las memorias ROM que trataremos posteriormente.
- Están formadas mediante tecnología **DRAM** (Dinamic RAM). Esta tecnología se caracteriza porque cada bit se almacena por medio de un transistor. Los transistores son muy baratos, pero tienen el problema de que van perdiendo carga conforme pasa el tiempo, por lo cual regularmente, el

controlador de memoria, debe realizar procesos de reescritura, para no perder los datos. Durante estos procesos de reescritura no se puede acceder a la memoria, con la consiguiente pérdida de tiempo que esto produce.

A continuación analizaremos los principales tipos de memoria RAM existentes, agrupadas por sus factores de forma.

1.2.1.1 Las memorias SIMM (Single In-Line Memory Modules).

Los módulos SIMM fueron unos de los primeros factores de forma que se utilizaron para construir memorias RAM. Básicamente se caracterizan porque solo tienen una única fila de conectores en su base.

Estos módulos se presentaban en dos configuraciones con 30 ó 72 contactos. Los de 30 contactos manejaban bloques de datos de 8 bits y los de 72 contactos manejaban bloques de 32 bits.

Dentro de este tipo de memorias, las más importantes fueron las siguientes:

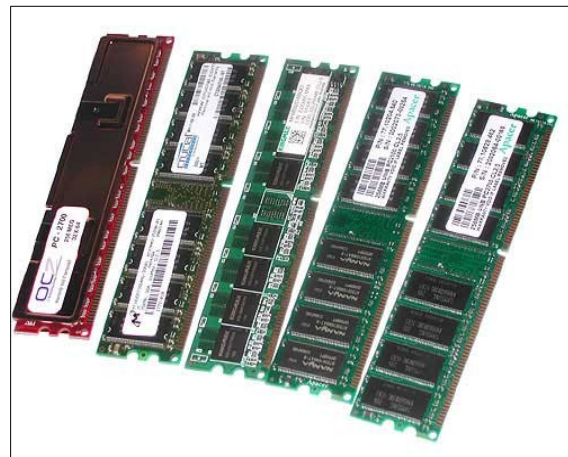
- **DRAM (Dinamic RAM).** Fueron módulos RAM que se usaron en los ordenadores previos a los 386. principalmente aprecian con factor de forma SIMM de 30 contactos.
- **EDO (Extended Data Output-RAM).** Estas memoras mejoraron la velocidad de las anteriores DRAM ya que permitían procesar nuevas peticiones mientras los datos de la anterior estaban todavía saliendo. Aparecen con formato SIMMs de 72 contactos o DIMMs de 168 contactos.



1.2.1.2 Las memorias DIMM (Double In-Line Memory Modules).

Los módulos DIMM aparecieron como una mejora al factor de forma SIMM. Básicamente se caracterizan porque tienen dos filas de conectores en su base, una a cada lado. Además, estas memorias trabajan con bloques de 64 bits. Dentro de este tipo de memorias, las más importantes son las siguientes:

- **SDRAM.** Estos módulos funcionan de forma síncrona con la velocidad de la placa por lo que mejora sensiblemente los tiempos de latencia de las memorias EDO que vimos anteriormente. Aparecen en formato DIMM de 168 contactos con dos muescas en su base.
- **DDR SDRAM.** Es una tecnología derivada de la tecnología SDRAM. Se caracteriza por que permite realizar dos operaciones por cada ciclo de reloj, con lo cual se duplica la tasa de transferencia frente a las anteriores DRAM. Estas memorias aparecen principalmente con factores de forma DIMM de 168 pines y una sola muesca, por lo que no son compatibles con los zócalos DRAM.



Montaje y mantenimiento de equipos
UT4 – Componentes Internos del ordenador II

Debido a la capacidad de procesar dos operaciones por ciclo de reloj, cuando vemos la especificación comercial de alguna de estas memorias, la frecuencia viene duplicada.

Por ejemplo, si nos encontramos una memoria DDR 100 PC800, su frecuencia real será 50 Mhz, no obstante su capacidad de transferencia real será:

$$2 * (50 \text{ millones} * 8 \text{ Bytes/s}) = 800 \text{ MB/s}$$

También existe la denominación comercial PCxxx que indica la tasa de transferencia en MB/s.

IMPORTANTE: para calcular el valor teórico de capacidad de transferencia (PC), los fabricantes no tienen en cuenta la latencia CAS y usan múltiplos de 1000 en vez de 1024.

- **DDR2.** Es una evolución de las memorias DDR. Presenta velocidades más altas, menor consumo de energía y disipación térmica mejorada. Estos módulos se presentan con factor de forma DIMM de 240 pines, por lo que no son compatibles con DDR.

La tecnología DDR2 permite que los búferes de entrada / salida trabajen al doble de velocidad que el núcleo de la memoria, con lo cual se consigue que en cada ciclo de reloj puedan realizarse hasta 4 operaciones de lectura y escritura.

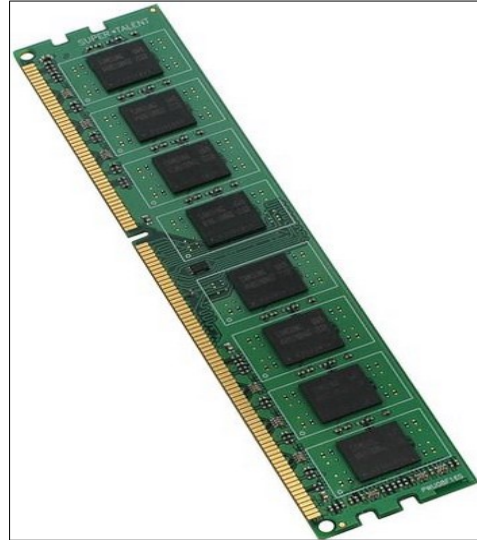
Por tanto, si tenemos una memoria DDR2 400 PC2-1600, su frecuencia real será de 100MHZ (400/4) y su capacidad de transferencia seria:

$$400 * 8 \text{ MB/s} = 1600 \text{ MB/s}$$


Montaje y mantenimiento de equipos
UT4 – Componentes Internos del ordenador II

- **DDR3.** Es una evolución de las memorias DDR2, en la cual se alcanzan mayores frecuencias y menores consumos debido principalmente a la mejora de la calidad de los componentes internos. En muchos casos, poseen varios bancos de memoria independientes e incluso disipadores térmicos.

Estos módulos se presentan con factor de forma DIMM de 240 pines, pero tienen la muesca en una posición distinta a las DDR2, por lo cual no son compatibles con ellas.



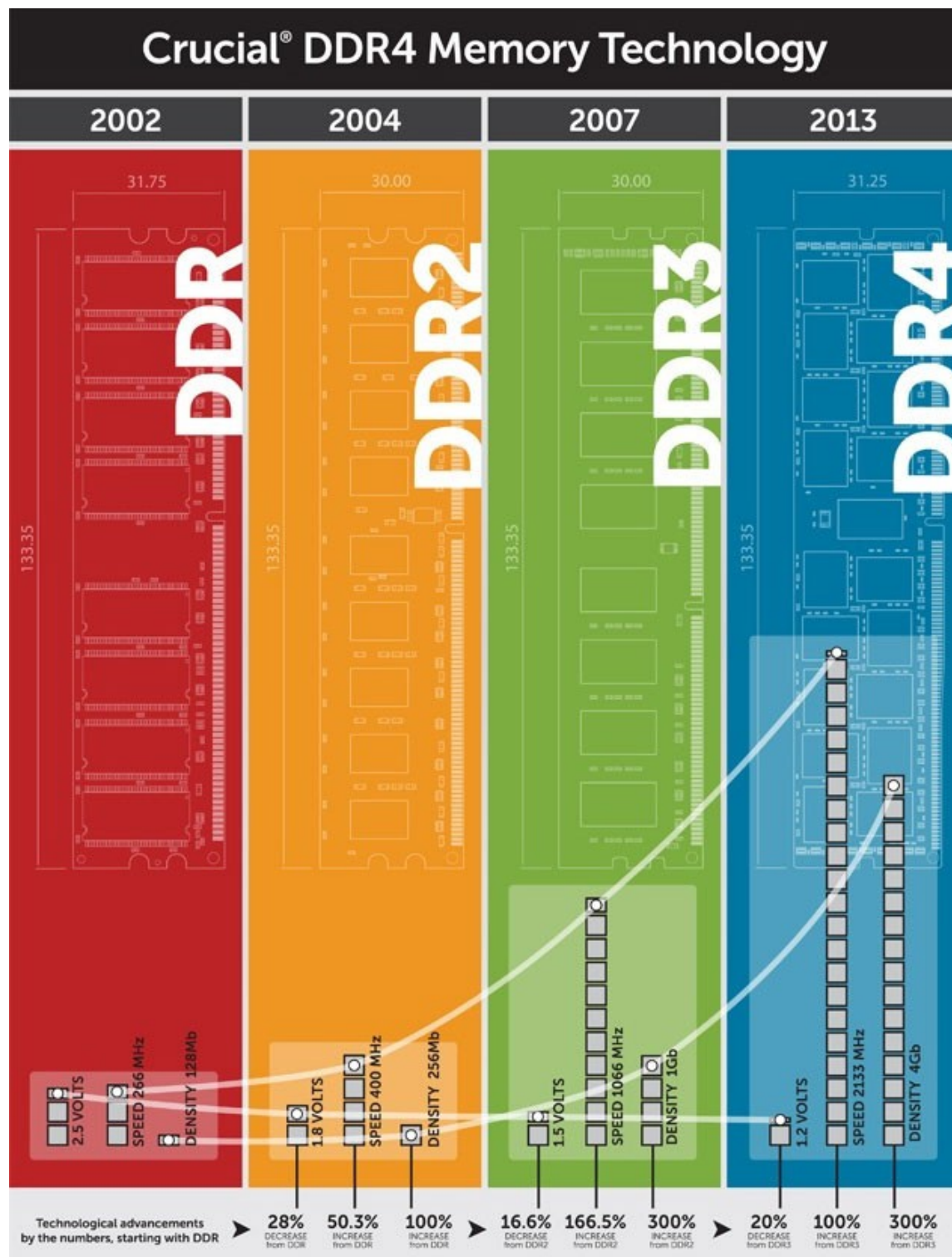
Las memorias DDR3 permiten que los búfferes de entrada / salida trabajen al cuádruple de velocidad que el núcleo de la memoria, con lo cual se consigue que en cada ciclo de reloj puedan realizarse hasta 8 operaciones de lectura y escritura.

Por tanto, si tenemos una memoria DDR3 1600, su frecuencia real será $1600/8=200\text{MHz}$ y su capacidad de transferencia $1600 * 8 \text{ MB/s} = \text{PC12800}$

- **DDR4.** Evolución de las memorias DDR3 que ha aparecido en el mercado a mediados de 2014.

Entre sus ventajas tenemos:

- Mayor velocidades ya que permite frecuencias de trabajo de hasta 3GHz.
- Menor consumo de energía, aproximadamente un 20% menor que DDR3.
- Mayor capacidad con módulos de hasta 16GB.



1.2.1.3 Las memorias SO DIMMS.

Son módulos especialmente diseñados para trabajar con ordenadores portátiles. La principal diferencia entre SO DIMM y DIMM, es que SO DIMM es más pequeño, por lo cual, es también más caro de fabricar.



Estas memorias pueden encontrarse en versiones DDR, DDR2, DDR3 y DDR4.

1.2.1.4 Las memorias de doble canal.

Desde que surgió la tecnología DDR, aparece también la configuración de doble canal (**Dual Channel**), que consiste en habilitar dos bancos de memoria cada uno de los cuales tendrá un canal propio de transmisión de datos con el NorthBridge. De esta forma, se dobla el ancho de banda efectivo del sistema, ya que se puede realizar accesos simultáneos a ambos bancos de memoria.



Para que esto funcione, los módulos conectados deben **ser del mismo tamaño, frecuencia y si es posible, hasta fabricante.**

En una placa que acepte esta tecnología, los slots de los dos bancos van pintados de distinto color.

La forma correcta de conectar la memoria es por pincharla en los slots del mismo color. Si tenemos por ejemplo dos módulos DDR2 idénticos, podríamos conectarlos en modo Dual Channel a la placa de la foto, pinchando los dos módulos en los conectores morados o en los naranjas.

Por otra parte, ha que indicar que en las placas bases actuales, ya existen configuraciones de memoria de triple y cuádruple canal, que permiten el acceso simultaneo a tres o cuatro módulos de memoria, directamente desde el procesador sin acceder al puente norte. En este caso es también necesario que las memorias que comparten cada canal, sean exactamente del mismo tipo (frecuencia, tamaño y fabricante).



1.2.1.5 Las memorias Buffered y Unbuffered.

En muchas ocasiones podemos encontrar módulos DDR, DDR2 y DDR3 con denominación buffered o unbuffered. Las características de estas tecnologías son las siguientes:

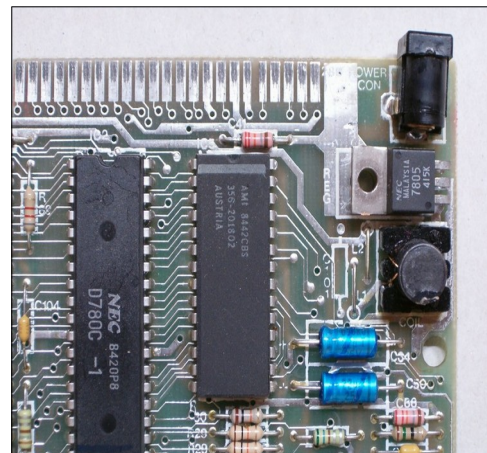
- Los módulos **Buffered** o **Registered** tienen registros incorporados que actúan como almacenamiento intermedio entre la CPU y la memoria. Estos registros almacenan temporalmente los datos a transferir mientras se aplica sobre ellos un algoritmo llamado **ECC**, para la detección y corrección de errores en los datos.
Este tipo de memoria aumenta la fiabilidad del sistema, pero es más lenta, ya que retarda los tiempos de transferencia de datos. Suele usarse por tanto en servidores donde es más importante la integridad de los datos que la propia velocidad de transferencia.
Por otra parte, estas memorias son más caras que las unbuffered.

- Los módulos **Unbuffered** o **Unregistered** se comunican directamente con el sistema sin registros intermedios. Esto hace que la memoria sea más rápida aunque menos segura que la Buffered.

1.2.2 La memoria ROM. (Read Only Memory)

Estas memorias se caracterizan básicamente por tres aspectos:

- Son **no volátiles**, es decir, no pierden la información aunque apaguemos el computador.
- Son también de **acceso aleatorio** como las memorias RAM.
- **Sólo permiten realizar una escritura**, la cual se hace normalmente en su proceso de fabricación, aunque a veces puede modificarse posteriormente con dispositivos especiales.



Las memorias ROM suelen ir soldadas a la placa base o a tarjetas de expansión y se utilizan para almacenar programas o datos requiere el computador para su funcionamiento y no se modificarán con el tiempo. Un ejemplo puede ser la memoria ROM de la BIOS donde se almacenan las rutinas de chequeo hardware e inicio del sistema operativo.

Podemos no obstante diferenciar entre diversos tipos de memorias ROM:

- **ROM.** Estas son las memorias ROM clásicas, cuyo funcionamiento ya hemos comentado. Simplemente añadir que los datos se escriben en ellas en el momento de su fabricación.
- **PROM.** (Programmable ROM). Estas memorias permiten realizar una única escritura y todas las lecturas que se requiera. Para ello, constan de una serie de fusibles de forma que cuando se escribe en ellas por primera vez, dichos fusibles se queman si deben almacenar un 1 y se dejan intactos en caso contrario. Lógicamente debido a que se modifica la estructura física del soporte, sólo puede hacerse un proceso de escritura.

- **EPROM.** (Electronic Programable PROM). Estas memorias ROM, se caracterizan porque pueden ser borradas y reescritas mediante un dispositivo especial. Para el borrado se aplica una luz ultravioleta al chip, que elimina todo el contenido de la memoria. Para la escritura, se aplican corrientes eléctricas para marcar en cada posición debe haber un cero o un uno.



- **EEPROM.** (Electronic Erasable Programable ROM). Estas memorias pueden ser borradas y reescritas como las EPROM, pero cuentan con la ventaja de que no se borran mediante rayos ultravioleta, sino mediante la aplicación de corrientes eléctricas por medio de un dispositivo especial, Esto permite que el borrado y la reescritura pueda hacerse sobre partes concretas de la memoria, sin la necesidad de borrar todo el contenido cada vez.

1.2.3 La memoria caché.

La memoria caché es un tipo de memoria integrada en el microprocesador que cuenta con las siguientes características:

- Es **volátil**.
- Es de **acceso aleatorio**.
- Es **más rápida que la memoria RAM**. Esto es debido a que utiliza tecnología SRAM (StAMDC RAM). En esta tecnología, cada bit se almacena en un biestable, y estos elementos no pierden carga conforme pasa el tiempo, por lo cual, no es necesario realizar ciclos de reescritura, como ocurría en las memorias RAM. Además, al estar integrada en el microprocesador, la transferencia de datos con la unidad de control, se realiza a través del bus trasero (**BSB**) cuyo ancho de banda es mayor que el bus frontal (**FSB**) que se usa para acceder a la RAM.

- Es **más cara que la memoria RAM**. Debido a que la tecnología SRAM de biestables es mas costosa que la tecnología DRAM (Dinamic RAM) de transistores empleada por todas las memorias RAM. Por este motivo tiene también un tamaño inferior a la RAM.

El concepto que está detrás de la utilización de la memoria caché es la regla “80/20” que establece que el 20% de los datos se usan el 80% del tiempo. La idea es por tanto, introducir esos datos más utilizados en una memoria más rápida y eficiente que la RAM.

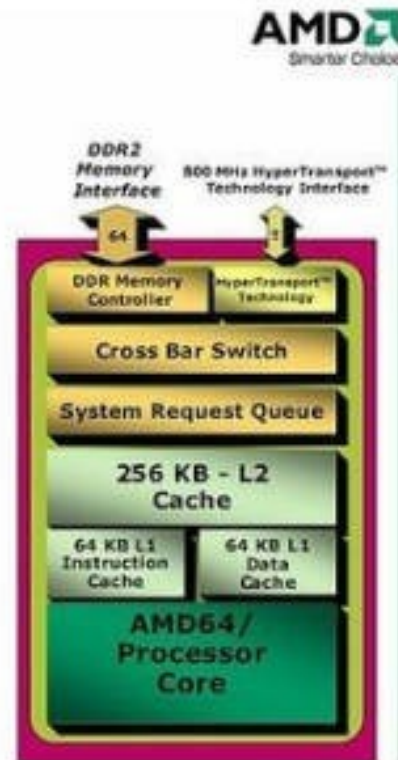
Hay que indicar también que en un microprocesador actual, podemos encontrar varios **niveles de caché**. Normalmente estos serán:

- **La caché L1.** Es la más rápida de todas las memorias caché, y solo la superan en velocidad los registros. Lógicamente está integrada dentro del microprocesador.
- **La caché L2.** Es más lenta aunque más grande que la caché L1. En sistemas antiguos esta soldada a la placa base, pero hoy en día viene también integrada en el microprocesador.
- **La caché L3.** Es la memoria caché más lenta y grande que podemos encontrarnos, aunque hoy por hoy es difícil verla en algún sistema. Está soldada a la placa base, aunque hoy por hoy es difícil verla en algún sistema.

Por último decir que estos niveles de memoria caché se ubican en cascada, como podemos ver en la siguiente figura.

BGA CPU

- AMD64 instruction set
- Integrated Memory Controller Supporting
 - DDR2-400 Single DIMM or SODIMM
- 16-lane 800 MHz HyperTransport™ Technology Link
- On-chip L1 & L2 Cache
 - 64 KB L1 ICache, 64 KB L1 DCache
 - 256 KB L2 Cache
- 1 GHz core frequency
- 8W TDP (CPU + Northbridge / Memory Controller)
- BGA package
 - 812 pins
 - 27x27 mm package



2. Dispositivos de almacenamiento.

Los dispositivos de almacenamiento, son una serie de elementos hardware que almacenan datos de forma no volátil, permitiendo además realizar todas las lecturas y escrituras que sean necesarias.

Estos dispositivos son más lentos que el resto de memorias del computador (RAM, ROM, caché, etc), pero también son más baratos de construir, lo cual conlleva que se fabriquen con unas capacidades mucho mayores que el resto de las memorias citadas anteriormente.

Por otra parte, los dispositivos de almacenamiento pueden clasificarse de varias formas:

- Según la tecnología empleada para almacenar los datos (magnética, óptica y SSD)
- Según su ubicación (internos o externos)
- Según el modo de acceso a los datos:
 - De acceso directo: Se puede acceder a un dato o registro de forma directa sin tener que leer ningún otro registro antes.
 - De acceso secuencial: Para acceder a un dato o registro, es necesario leer antes todos los registros que le preceden.

Seguidamente repasaremos la estructura y funcionamiento de los principales dispositivos de almacenamiento que podemos encontrar en un computador actual.

2.1 Los dispositivos magnéticos.

Los dispositivos magnéticos se caracterizan porque en su superficie tienen una capa de material férreo-magnético con una serie de posiciones físicas que pueden orientarse en un sentido o en otro, para almacenar así un 1 ó un 0. Estos dispositivos tendrán cabezales que se encargan de detectar la orientación de una posición en la lectura o de modificar dicha orientación en la escritura.

Los principales dispositivos magnéticos son el disco duro, el disquete, los discos zip y las cintas. Seguidamente trataremos en detalle cada uno de ellos.

2.1.1 El disco duro.

El disco duro es un dispositivo magnético de acceso directo, y podemos encontrarlos tanto internos como externos, conectados a buses IDE, SATA o USB.

Es la unidad de almacenamiento más utilizada, ya que proporciona altas velocidades de transferencia de datos y una gran capacidad. Actualmente esta capacidad es de hasta 8 TB pero aumenta en cuestión de meses.



Para comprender el funcionamiento de los discos duros, hemos de especificar dos conceptos, su **estructura física** y su **estructura lógica**.

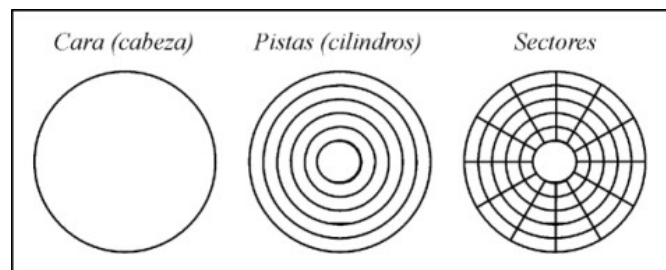
La **estructura física**, del disco duro es el diseño hardware con el que sale de fabrica. Aquí, a su vez hemos de diferenciar entre discos mecánicos y discos sólidos SSD o M2.

Para los discos mecánicos, se compone de una serie de platos, cada uno de los cuales tiene dos **superficies**.

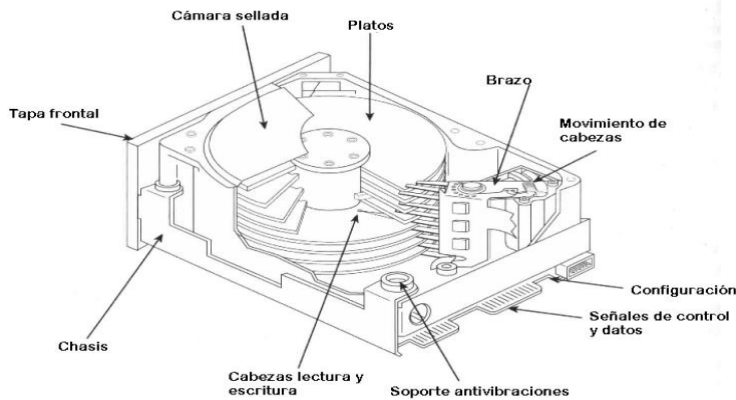
A su vez, cada **superficie** se divide a su vez en **pistas, sectores y cilindros**.

- Una **pista** es una zona con forma de anillo circular sobre la superficie.
- Un **cilindro** está constituido por el conjunto de pistas del mismo diámetro en todas las superficies.
- Un **sector** es una zona de almacenamiento de datos se ubica en una pista. Es también la unidad mínima de información que se procesa en un acceso al disco, ya sea de lectura o de escritura.

Hay que indicar que todas las pistas tienen el mismo número de sectores, y todos ellos son de la misma capacidad.



Montaje y mantenimiento de equipos UT4 – Componentes Internos del ordenador II



La geometría del disco determina la capacidad que tendrá. Por ejemplo, si tiene 255 superficies, 2434 cilindros, 63 sectores por pista y sus sectores son de 512 bytes, la capacidad total del disco será:

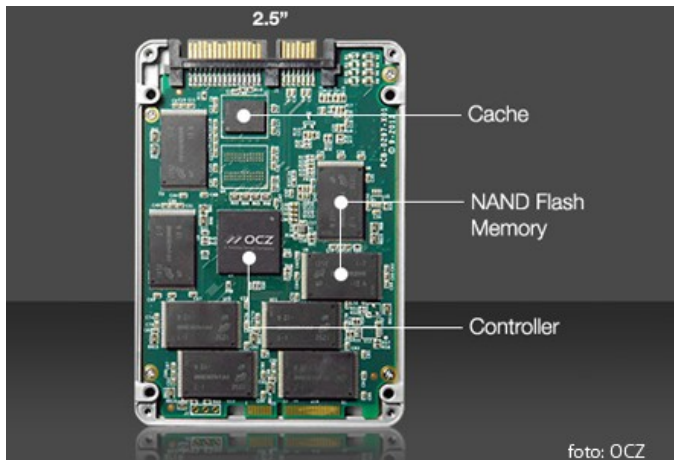
$255 \text{ superficies} * 2434 \text{ cilindros} * 63 \text{ sectores/pista} * 512 \text{ bytes/sector} = 19.092 \text{ MB}$

El funcionamiento del disco duro es sencillo.

Como ya se ha comentado, las superficies giran continuamente y los brazos se desplazan en una línea recta desde el exterior de la superficie hacia su centro y viceversa. Además, para evitar que la superficie del disco se deteriore por el contacto con los cabezales se calibran estos para que estén a una distancia de unos 10^4 NM de la superficie del disco. Esto se hace por medio de una corriente de aire que circula por el interior del disco.

En dispositivos magnéticos más baratos como los disquetes o cintas, los cabezales rozan la superficie del soporte.

En el caso de discos SSD SATA o M2, la estructura física difiere, ya que en este caso no existen superficies, ni pistas.



Básicamente encontramos los siguientes elementos:

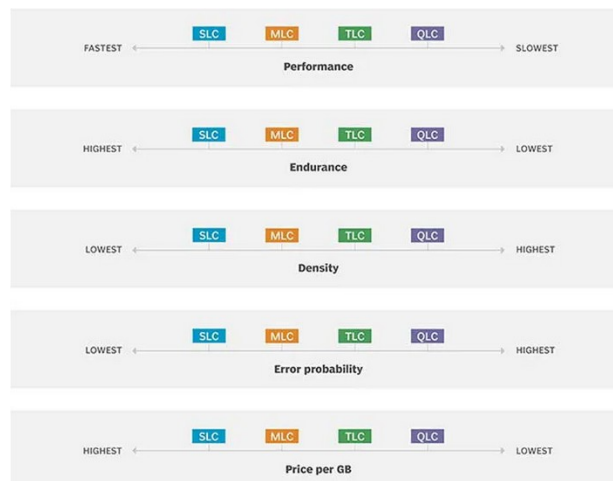
- **Chip controlador.**
Encargado de gestionar el funcionamiento hardware del disco.
- **Memoria cache.**
Se trata de memoria de alta velocidad que se usa como archivo temporal antes de la escritura definitiva en la memoria flash. Es una memoria volátil, en caso de pérdida súbita de energía, la información que contiene puede perderse. Algunos modelos ofrecen opciones de seguridad que impiden la pérdida de datos en estos casos.
- **Memoria de almacenamiento NAND.**
Es quien soporta la información, y una pieza muy valiosa, que representa sobre el 70% del coste de la unidad.

Existen 4 tipos básicos de memorias flash:

- **Memoria SLC (Single Layer Cell):** Este tipo de memoria NAND Flash es la más antigua del mercado. Cada una de las células de memoria es capaz de almacenar tan solo un bit de información (ya sea un 1 o un 0). Por tanto, es la que menos desgaste tiene de todos los tipos de memoria y la más rápida a la hora de acceder y grabar

datos en su interior, pero también es la que requiere mayor cantidad de espacio físico en el PCB de la unidad para almacenar una cantidad apreciable de datos.

- **Memoria MLC (Multi Layer Cell):** Por su lado, este tipo de memoria NAND Flash es la que comenzó a popularizar los primeros SSD entre los usuarios porque su precio era sensiblemente inferior al de los SSD que empleaban memoria SLC. Esta NAND es capaz de almacenar dos bits de información en cada celda, lo cual implica que el espacio físico para almacenamiento en el SSD aumentó bastante pero, a la par, disminuyó la resistencia de las células también bastante.
- **Memoria TLC (Triple Level Cell):** Este tipo de memoria NAND Flash tiene un rendimiento bastante inferior a las demás y el número de ciclos de escritura que toleran las células se ve fuertemente reducido por el hecho de que cada célula es capaz de almacenar hasta tres bits de información en su interior. Lo bueno que admite este tipo de memoria NAND es que la cantidad de espacio disponible para el almacenamiento también aumenta de la misma manera, consiguiendo un abaratamiento de la relación Gb/€.
- **Memoria QLC (Quad Layer Cell):** Esta memoria es una evolución de la memoria TLC y tiene, por tanto, las mismas virtudes y defectos que ella, algo peor dado que estas memorias son capaces de almacenar hasta cuatro bits por celda.



En su funcionamiento, estos discos no trabajan superficies ni pistas, sino con bloques de datos (que finalmente para el sistema operativo funcionan de la misma forma que los sectores de los discos mecánicos).

El problema, es que a la hora de escribir **sólo es posible hacerlo en bloques que hayan sido borrados previamente**. Esto provoca que el rendimiento pueda disminuir y que se produzca una **degradación del disco SSD**. Sin embargo, hay una tecnología llamada **TRIM**, que permite que al borrar un fichero, el disco SSD borre todos los bloques utilizados por este.

TRIM permite al SO comunicar al disco SSD qué bloques de datos ya no están en uso, como los datos dejados al borrar ficheros. Una operación del SO como un borrado generalmente sólo marca los bloques implicados como no usados en el área de localización del disco. TRIM permite que el SO pase esa información al controlador de la SSD.

Por otra parte hablaremos de la **estructura lógica** del disco. Esta define la forma en la que el sistema operativo va a almacenar los ficheros de los usuarios dentro del disco.

Los discos duros tienen muchos sectores para almacenar información, pero todos no tienen la misma función. Básicamente los sectores del disco se dividen en tres grupos:

- El **Master Boot Record**. Es el registro donde se guarda la información necesaria para hacer la carga del sistema operativo, en caso de que el disco sea de arranque. Siempre es el sector 0 del disco. Por tanto el proceso **POST** de la BIOS, ejecutará el programa que haya escrito en este sector para lanzar el sistema operativo o mostrar un selector al usuario.
- El **área de localización**. En estos sectores se guarda la información necesaria para saber qué sectores del área de datos pertenecen a un archivo o directorio y cuál es su localización física dentro del disco. Esta área de localización puede organizarse de distintas formas, con sistemas como FAT32, NTFS, EXT3, EXT4, etc.
- El **área de datos**. Es el conjunto de sectores donde se guardan los datos del usuario.

Hay que indicar que si un disco tiene varias particiones, cada una de ellas tendrá un área de datos y otra de localización.

Seguidamente trataremos algunos aspectos importantes acerca de las características de los discos:

- **La capacidad**. Es la cantidad de información que podemos almacenar.
- **El tiempo de acceso**. Es el tiempo que tarda el cabezal en posicionarse sobre el sector que se desea leer o escribir. Este tiempo es la suma del tiempo que tarda el cabezal en posicionarse sobre la pista deseada (llamado **tiempo de búsqueda**) y el tiempo que tarda en girar el disco para que el sector deseado de la pista esté debajo del cabezal (**tiempo de latencia**). El tiempo de latencia será menor cuanto mayor sea la velocidad de giro del disco. Hay que indicar que estos tiempos no son siempre iguales ya que dependen de la posición inicial de la superficie y del cabezal, por lo que los fabricantes indican tiempos promedio. Estos tiempos se expresan en microsegundos (ms).

- **La densidad de datos.** Como vimos en los dibujos anteriores, hay sectores más grandes que otros, pero **todos almacenan el mismo número de bits.** Simplemente en unos sectores, los bits se “aprietan” más que en otros. La densidad de datos siempre es mayor en los cilindros interiores.
- La existencia o no de **memoria cache.** El disco puede tener una pequeña memoria intermedia de acceso rápido, donde se almacenan los ficheros que más se usan, de forma que se agilicen los accesos a estos. El propio disco se encarga de seleccionar qué ficheros deben almacenarse en dicha caché y cuando escribirlos en los sectores del disco duro.
- La **velocidad de transferencia.** Es la velocidad con la que se realizan lecturas y escrituras. Normalmente se expresa en MB/s y puede tener distintos valores para la lectura y para la escritura.

2.1.2 El disquete.

Son dispositivos magnéticos de acceso directo.

Existieron con tamaños de 8 y 5-¼ pulgadas, aunque hoy en día sólo perduran los de 3-½ pulgadas, los cuales pueden almacenar 1,44 MB.

Son soportes de poca capacidad y baja tasa de transferencia, que hoy en día han caído en desuso.

2.1.3 Las cintas magnéticas.

Son dispositivos magnéticos de acceso secuencial. Esto quiere decir que para acceder a determinados datos, la cabeza lectora ha de pasar antes por los datos que le preceden.

Su principal uso es el de realizar copias de seguridad de otros sistemas de almacenamiento de gran tamaño, como por ejemplo un disco duro.

Las cintas son bastante baratas y alcanzan capacidades de hasta 400 GB en modo normal u 800 GB con compresión hardware.

En la actualidad se están desarrollando nuevas versiones con capacidades de hasta 35 TB.



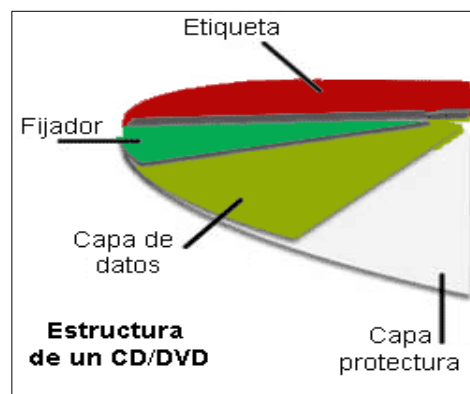
2.2 Los dispositivos ópticos.

Estos dispositivos permiten leer o escribir datos utilizando un haz de luz, en vez de un cabezal magnético.

En las lecturas, el lector lanza un haz láser que rebota contra la superficie del disco y es captada por un sensor, a partir de ahí, según la intensidad de la señal captada, se determina si el soporte tiene un 1 ó un 0.

En las escrituras, se lanza otro haz láser de alta intensidad, que quema superficie del disco, para almacenar un 0 ó un 1. En el caso de CDs reescribibles, no se quema el disco, sino que al calentarse un punto de este, los cristales que lo forman se orientan en un sentido u otro para almacenar el bit.

En cuanto a su **estructura física**, básicamente está formada por una etiqueta, una capa protectora, un material brillante (normalmente aluminio) y una base de policarbonato.



Además, las siglas del DVD nos muestran las operaciones que podemos realizar con ellos. Concretamente podemos tener R (lectura), W (escritura) o RW (lectura, escritura y regrabación). También podemos ver los símbolos + y -. Estos hacen referencia al método de grabación física de datos que se realiza sobre el soporte. Entre otras diferencias, destaca que en los +R los agujeros son 1 mientras que en los -R los agujeros son 0.

Por otra parte, la **estructura lógica** del CD o DVD consta de los siguientes elementos:

- **Área de sistema.** Es usada para calibrar el láser.
- **Área de datos.**
 - Lead-in. Donde tenemos:
 - El TOC o tabla de contenidos.
 - Los datos del CD

- Lead-out. Donde tendremos la marca de fin de sesión, si existe.

La información del área de datos, se puede estructurar también con diversos **formatos**, como son el ISO 9660, el sistema Joilet o el UDF. Hay que indicar también, que estos discos no tienen pistas, cilindros ni sectores. La información se almacena en ellos en forma de espiral (como en un tocadiscos).

Por último indicar los **principales tipos de sistemas ópticos** que podemos encontrar:

- **El CD-ROM.** Fueron los primeros dispositivos ópticos en aparecer. Su **capacidad** es de 650 o 700 MB y permiten velocidades de transferencia que van desde su velocidad base de 150KB/s en su versión x1 hasta los más de 7MB/s en unidades x52.

La capacidad de transferencia base de estos dispositivos es de 150KB/s. A partir de aquí, si tenemos un CD-ROM x2, lógicamente su capacidad de transferencia sería de $2 * 150\text{KB/s}$, es decir 300KB/s.

Además, dada una unidad de CD, las velocidades de escritura, lectura o regrabación, no tienen por qué ser idénticas. Por ejemplo, si tenemos un CD que comercialmente se denomina CD 52x,32x,16x, esto significa que la velocidad de lectura es $150 * 52 \text{ KB/s}$, la de escritura es de $150 * 32 \text{ KB/s}$ y la de reescritura es de $150 * 16 \text{ KB/s}$

- **El DVD.** La tecnología del DVD fue una mejora con respecto a los CDs. Básicamente su funcionamiento es el mismo, pero se obtienen mejoras en la capacidad de almacenamiento, debido a que el haz láser tiene una mayor precisión, con lo que se consigue que el espacio necesario para almacenar un 0 o un 1 en el soporte sea menor.

Los DVDs actuales, permiten en algunos casos almacenar datos en ambas caras del soporte. Además, aportan la tecnología de doble capa. Esto consiste en que se ubican dos capas de grabación de datos en cada cara del soporte.

Las **capacidades de almacenamiento**, dependen por tanto de las caras y capas del soporte. Básicamente podemos encontrar los siguientes formatos:

- DVD – 5. Con una capa y una cara tienen una capacidad de 4,7GB
- DVD – 9. Con dos capas y una cara permite tienen una capacidad de 8,5GB.
- DVD-10: Con dos caras y una capa en ambas. Tienen 9.4 GB de capacidad.

- DVD-18: Con dos caras y capa doble en ambas. Tienen 17 GB de capacidad.

Las **velocidades de transferencia** en unidades de DVD se miden con el mismo sistema de multiplicadores que se explicó con los CD, solo que en este caso la velocidad de transferencia básica es de 1350 KB/s.

- El **Blue-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. Su **capacidad** de almacenamiento actualmente llega a 50 [GB](#) a doble capa y a 25 [GB](#) a una capa.
El aumento en la capacidad respecto a los DVD, se basa en una mayor precisión en el haz láser que permite almacenar la información en espacios más reducidos.
La **velocidad de transferencia** de datos es de 36 [Mbit/s](#) (54 Mbps para BD-ROM), pero ya están en desarrollo prototipos a velocidad de transferencia 2x (el doble, 72 Mbit por segundo). Ya está disponible el BD-RE (formato reescribible) estándar, así como los formatos BD-R (grabable) y el BD-ROM, como parte de la versión 2.0 de las especificaciones del Blu-ray.

2.3 Dispositivos flash.

Estos dispositivos permiten almacenar datos usando como soporte una memoria flash (como las memoras USB).

2.3.1 Unidades SSD.

Sus siglas significan (Solid state drive), por tanto, son también llamadas unidades de estado sólido o discos de estado sólido.

En comparación con los discos duros tradicionales, las unidades de estado sólido **son menos sensibles a los golpes, son prácticamente inaudibles y tienen un menor tiempo de acceso y de latencia.**

Tenemos dos variedades de discos SSD, diferenciados por el puerto al que se conectan y las velocidades de lectura y escritura que alcanzan:

- Disco SSD con interfaz SATA3.



Montaje y mantenimiento de equipos
UT4 – Componentes Internos del ordenador II

- Disco SSD con interfaz NVMe. Se conectan a un puerto PCIExpress x4 y debido a que esta conexión es mas rápida que SATA 3, alcanzan mayores velocidades de lectura y escritura que los discos clásicos.



Entre sus ventajas e inconvenientes, con respecto a los discos duros tradicionales, podemos citar las siguientes:

Ventajas:

- Arranque más rápido, al no tener platos que necesiten alcanzar una velocidad constante.
- Gran velocidad de escritura.
- Mayor rapidez de lectura, incluso 20 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.
- 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.
- Rendimiento determinístico. A diferencia de los discos duros mecánicos, el rendimiento de los SSD es constante y determinístico a través del almacenamiento entero. El tiempo de "búsqueda" constante.
- Menor peso y tamaño que un disco duro tradicional de similar capacidad.
- Soporta caídas, golpes y vibraciones sin estropearse y sin descalibrarse como pasaba con los antiguos discos duros, gracias a carecer de elementos mecánicos.

Desventajas:

- Precio. Los precios de las memorias flash son considerablemente más altos.
- Capacidad. Debido al mayor precio, se fabrican unidades de menor capacidad.
- Menor vida útil, dado a que los chip de memoria NAND que se usan para almacenar la información se degradan con el paso del tiempo.
No obstante, muchos controladores de discos actuales, incluyen gestores de desgaste para distribuir uniformemente el uso de cada chip NAND.

3. Periféricos.

Los dispositivos periféricos, son aquellos que permiten importar y/o exportar información entre el computador y el mundo exterior.

En un sistema informático tenemos tres tipos de periféricos:

- De **entrada** de datos, como el teclado o el ratón.
- De **salida** de datos, como una impresora o un monitor.
- De **entrada/salida**, como una tarjeta de sonido.

En este capítulo, no trataremos las particularidades de cada tipo de periférico, en vez de esto, estudiaremos la forma en la cual dichos dispositivos se comunican y coordinan con el computador.

Para realizar una operación de entrada/salida, el computador deberá realizar las siguientes tareas:

- **Direccionamiento** o selección del dispositivo que debe realizar la operación de E/S.
- **Transferencia de datos** entre el microprocesador y el dispositivo. Dentro de la transferencia de datos se realizarán también:
 - Controles de detección de errores mediante envío de información de redundancia (bits de paridad, CRC, etc).
 - Conversión de códigos, ya que es posible que el periférico utilice una codificación de la información distinta a la del computador.
- **Sincronización y coordinación de las operaciones.** Esta función es necesaria ya que los dispositivos y CPU funcionan a diferente velocidad.

Hay que indicar también, que en el proceso de comunicación entre la CPU y un periférico, intervienen los siguientes elementos:

- El **gestor de entrada/salida** del sistema operativo. Todo sistema operativo tiene una serie de procesos cuya función es gestionar de forma general, la transferencia de información entre los periféricos y la CPU.
- El **driver**. Es el programa que se encarga de gestionar la transferencia de datos entre el gestor de entrada/salida del sistema operativo y el controlador de un periférico concreto. Entre sus funciones está interpretar el

tipo de operación a realizar sobre el dispositivo, realizar las conversiones de códigos que se requieran y regular su funcionamiento.

- El **controlador**. Es un sistema hardware que se ocupa de gestionar directamente el funcionamiento mecánico del dispositivo periférico. En el caso de un disco duro, generaría señales para gobernar el movimiento de las cabezas lectoras, el giro del disco, el funcionamiento de sus buffers internos, etc.
- El **periférico** propiamente dicho.

En los siguientes apartados, trataremos la estructura básica de un controlador y la forma en la que se realiza la sincronización entre la CPU y el periférico.

3.1 La estructura del controlador de E/S

Los controladores son dispositivos hardware que van asociados a los periféricos y constan de uno o varios procesadores de propósito específico para el dispositivo que controlan, así como de varios registros o incluso memoria. Por ejemplo, una tarjeta gráfica, podría considerarse como el controlador asociado al monitor. El controlador oculta a la CPU los detalles concretos de temporización, formato de datos y principios físicos de funcionamiento del periférico.

Los elementos que forman el controlador son los siguientes:

Registros

- o **Registro de datos**. Permite almacenar temporalmente los datos que se transfieren al periférico o a la CPU. Ejemplos de estos registros son los buffers de los discos duros o de las impresoras.
- o **Registro de control**. Permite configurar y programar temporalmente las funciones del dispositivo
- o **Registro de estado**. Almacena el estado del dispositivo periférico.
- o **Microprocesador**. Procesador de propósito específico encargado de gestionar el funcionamiento físico del periférico.

A continuación, estudiaremos un ejemplo básico de petición de servicio de un programa a un periférico, en este caso, una impresora.

1. Inicialmente el **programa** se comunica con el **gestor de entrada/salida** del sistema operativo, para enviarle los datos a imprimir y el identificador de la impresora.

2. El **gestor de entrada/salida**, envía los datos recibidos al proceso del **driver** de la impresora a la que se desea acceder.
3. El **driver** modifica los datos recibidos para que sean entendidos por el **controlador** del dispositivo y se los envía.
4. El **controlador** de la impresora recibirá:
5. Los datos a imprimir a través del bus de datos. Estos datos se almacenarán en el buffer o registros de datos.
6. La orden de imprimir, con las opciones de impresión seleccionadas, a través del bus de control. Esta información se almacenará en el registro de control.
7. El **controlador** de la impresora enviará las órdenes necesarias a la impresora para que imprima la información almacenada en el buffer.
8. El **controlador** almacenará el resultado de la operación de impresión en el registro de estado.
9. El **driver**, recibe el valor del registro de estado del **controlador** y se lo envía al **gestor de entrada/salida** del sistema operativo, que analizará si el resultado ha sido o no satisfactorio y actuará en consecuencia.

3.2 Sincronización entre la CPU y el dispositivo de E/S

Como estudiamos anteriormente, el computador trabaja a una velocidad mucho mayor que los dispositivos periféricos, por tanto, a la hora de realizar una operación de entrada salida, es necesario un proceso de sincronización entre la CPU y el periférico.

Esta sincronización puede realizarse mediante tres mecanismos: Por programa; por interrupciones; o por DMA.

3.2.1 Entrada/salida controlada por programa.

Este es el sistema más sencillo de entrada/salida y consiste en que la CPU va preguntando a los dispositivos si tienen algún dato que enviar o si están listos para recibir datos. La implementación de los pasos a seguir se hace mediante instrucciones de programa.

Presenta varios inconvenientes, ya que si los dispositivos tienen algo urgente que enviar, deben esperar a ser preguntados por la CPU, cuando así lo indique el programa. Además, la mayoría de las preguntas tendrán respuesta negativa, con la consiguiente pérdida de tiempo.

3.2.2 Entrada/salida controlada por interrupción.

Este sistema permite a los periféricos requerir la atención de la CPU mediante unas señales eléctricas llamadas interrupciones.

Una **interrupción** provoca la detención momentánea de la ejecución del programa que se esté ejecutando en la CPU y la bifurcación a una posición de memoria donde comienza **la rutina de tratamiento de la interrupción (RTI)**, que se encarga de realizar las operaciones de entrada/salida y, posteriormente retorna al punto donde se había interrumpido la ejecución del programa.

Los pasos a seguir en este mecanismo son los siguientes:

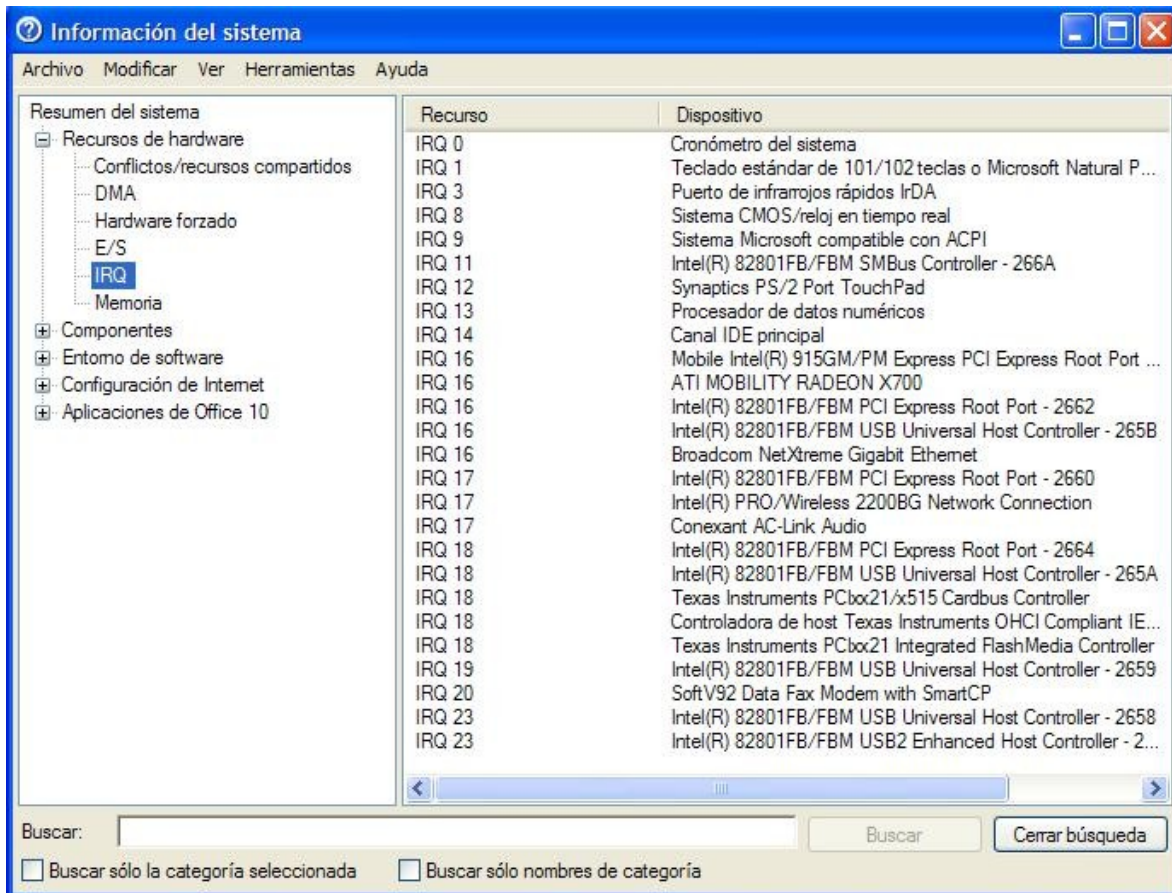
1. Normalmente, la CPU tiene activado el sistema de captura de interrupciones poniendo a 1 el bit correspondiente de su **registro de estado (RE)**. Este registro es lógicamente de propósito específico y funciona de la misma forma que el registro de flags de la ALU. Cada uno de sus bits indica una posible situación especial del microprocesador.
2. Uno de los periféricos genera una **señal de interrupción**.
3. La CPU desactiva la captura de interrupciones, poniendo a 0 el bit correspondiente de su **registro de estado (RE)**.
4. La CPU finaliza la ejecución de la **instrucción código máquina** en curso y guarda el valor de todos los registros de la CPU (registro contador de programa, registro de instrucción, registros de propósito general, etc) en la pila del proceso en memoria RAM.
5. La CPU accede a memoria caché, donde se ubica el llamado **vector de interrupción**, el cual es una tabla donde para cada **código de interrupción** se indica la dirección de memoria donde está el programa o **rutina** a ejecutar para su tratamiento.
6. La CPU ejecuta el programa o **rutina de tratamiento de la interrupción**. En este caso, esta rutina realizará las operaciones de entrada/salida.
7. Se restaura el estado de la CPU, cargando la pila del proceso que se estaba ejecutando en los registros de la CPU.
8. Finalmente, la CPU habilita nuevamente la captura de interrupciones, poniendo a 1 el bit correspondiente de su **registro de estado (RE)**.

Cuando dos o más dispositivos generan a la vez una petición de interrupción, la CPU determinará en qué orden se atenderán.

En el bus de control de PC existen 16 ó 24 líneas de **IRQ (Interrupt Request)** que se muestran en la siguiente tabla junto con el dispositivo al que están asignadas.

Es posible tener dos dispositivos en la misma IRQ cuando son compatibles

Montaje y mantenimiento de equipos
UT4 – Componentes Internos del ordenador II



3.2.3 Estrada/salida por acceso directo a memoria DMA.

Consiste en un módulo integrado en el chipset de la placa, que permite transferir datos directamente entre la memoria y los dispositivos de entrada/salida. Normalmente es usado para transferir datos entre tarjetas gráficas y la memoria RAM, sin necesidad de sobrecargar de trabajo a la CPU.

Los elementos que forman el controlador DMA es la siguiente:

- **Circuito de control.** Encargado de gestionar las transferencias entre el dispositivo periférico y la memoria
- **Registro de datos.** Para almacenar temporalmente los datos a transferir a memoria o al periférico.
- **Registro de dirección.** Para almacenar la dirección de memoria a la que se desea acceder.
- **Registro contador de palabras.** Almacena el número de palabras (conjuntos de 64 bits) que quedan por transmitir a memoria. Cuando llega 0, se finaliza la operación DMA.

En su **funcionamiento**, cuando se realiza una operación DMA, la CPU manda un mensaje al controlador DMA con la siguiente información:

Tipo de operación (lectura de memoria o escritura en memoria)

Dirección del periférico.

Posición de memoria donde comienza el bloque de datos a transmitir.

Número de palabras que contienen el bloque.

Durante el tiempo que dura la operación de entrada/salida, la memoria es gestionada por la DMA, y no por la CPU. Al finalizar la operación de entrada/salida por DMA, se genera una llamada a la CPU para que vuelva a tomar el control de la memoria.

El controlador DMA puede gestionar el bus de la placa base de distintas formas:

- Por **ráfagas**. El DMA toma el bus de la placa y no lo libera hasta haber transferido un bloque de datos. LA operación de entrada/salida es rápida, pero puede dejar inactiva a la CPU durante muchos ciclos de reloj al impedirle acceder a la memoria.
- Por **robo de ciclos**. El DMA toma el control del bus durante un ciclo para transferir una sola palabra del bloque de datos y después libera el bus para permitir el acceso de la CPU a memoria. Es una solución intermedia, en la cuál la operación de entrada/salida no ralentiza mucho a la CPU.

- De forma **transparente**. El DMA sólo accede al bus en los ciclos en los cuales la CPU no necesita acceder a memoria. De esta forma la operación de entrada/salida es más lenta, pero no ralentiza en absoluto a la CPU.

4 Tarjetas gráficas actuales.

En este apartado trataremos las principales características y tecnologías de las tarjetas gráficas que podemos encontrar actualmente en el mercado.

4.1 Elementos de una tarjeta gráfica.

- **GPU.**

Es el equivalente para una tarjeta gráfica del procesador de un ordenador. Las principales características a tener en cuenta son:

- La velocidad de reloj. Indica la velocidad a la que trabaja la CPU de la tarjeta gráfica, por ejemplo 500MHz.
- Existencia de tecnología Turbobost.
- Máxima resolución en píxeles. Indica las líneas verticales y horizontales que puede representar una tarjeta, por ejemplo 800x600 en caso de una VGA clásica o 2500x1600 en una tarjeta actual.
- Núcleos CUDA.
- Tecnologías gráficas soportadas (OPENGL, DIRECTX10, 11 o 12)
- Soporte a tecnología Crossfire.
- Soporte a tecnología SLI

- **La memoria.**

Las tarjetas gráficas incorporan bancos de memoria RAM soldadas y no extraíbles. Las principales características de a tener en cuenta sobre estas memorias son como en el caso de las RAM convencionales la capacidad y la frecuencia de reloj.

A lo largo del tiempo se han desarrollado diversos tipos de RAM para tarjetas gráficas. Actualmente podemos encontrar tarjetas con memoria de tipo **GDDR5**.

También hay que saber que cuando vemos las características de una tarjeta, podemos encontrar que la memoria RAM puede ser:

- **Dedicada.** Módulos GDDR soldados en placa de la tarjeta
- **Compartida.** Esto indica que la tarjeta hace uso de cierta cantidad de RAM del ordenador, con lo cual el rendimiento es menor. Este tipo de memoria se denomina **TurboCaché** en las tarjetas **NVIDIA** e **HyperMemory** en las **AMD**.

Normalmente las tarjetas suelen tener una RAM dedicada y aparte están preparadas para hacer uso de cierta cantidad de la RAM del sistema como memoria compartida.

- **Salidas de vídeo.**

Son los diferentes conectores que nos permitirán comunicar la tarjeta con el monitor.

Existen diversos formatos, desde el clásico conector VGA hasta puertos con mayor capacidad de transferencia como DVI o HDMI.

4.2 Marcas comerciales.

A la hora de determinar el fabricante de una tarjeta gráfica, hay que diferenciar entre el creador de la GPU y el encargado del diseño de la placa y ensamblaje de los componentes.

En el caso de la GPU, los principales fabricantes son **NVIDIA** y **AMD**. No obstante si hablamos de la empresa encargada del ensamblaje hay muchas más variedad, por ejemplo: **ASUS, EVGA, GIGABYTE, Shapire**, etc.

En este tema no vamos a entrar en qué fabricante es mejor, ya que hay opiniones para todos los gustos.

4.3 Tecnologías avanzadas.

En este apartado comentaremos el funcionamiento de algunas de las principales tecnologías que han aparecido en los últimos tiempos con respecto a las tarjetas gráficas, en concreto hablaremos de SLI, Crossfire y los núcleos CUDA.

4.3.1 SLI. (Scalable Link Interface)

Es un sistema que permite conectar dos tarjetas gráficas para que produzcan una sola señal sumando la potencia de ambas.

Se trata de una aplicación de procesamiento paralelo desarrollado por **Nvidia** en su versión inicial en el año 1.998 por **3Dfx** para sus tarjetas **Voodoo2**, que al sumar la capacidad de procesamiento de ambas tarjetas genera un incremento en la capacidad de procesamiento igual a la suma de ambas tarjetas.

El proyecto fue abandonado con la estandarización del puerto para gráficas **AGP**, no obstante, en el año 2.004 **Nvidia** relanzó este proyecto, esta vez aprovechando las prestaciones que ofrecen las nuevas tarjetas gráficas y sobre todo el puerto **PCI express 16x**.

Este sistema funciona solo en placas base con dos puertos PCIe 16x para gráfica, desarrolladas específicamente para soportar esta tecnología (no todas las placas base que tienen 2 puertos PCIe 16x soportan SLI).

Las dos tarjetas se conectan mediante un pequeño **conector SLI** de circuito impreso a un conector que tienen estas tarjetas. Este conector sirve de enlace para transmitir datos de sincronización, visualización y píxeles entre las dos GPUs. Proporcionando comunicación entre los dos procesadores gráficos a velocidades que llegan a 1 GB/s. sin consumir ancho de banda del bus PCI express.



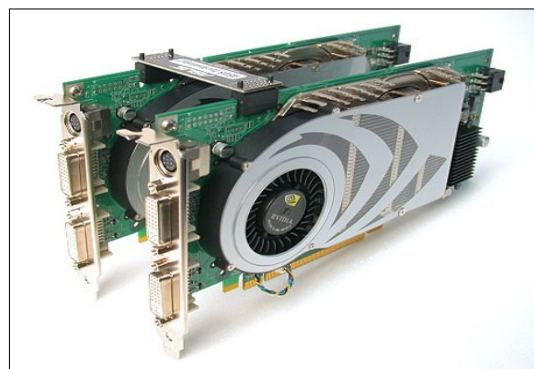
El software distribuye la carga de trabajo de dos formas:

- **SFR** o *Split Frame Rendering*, que analiza la imagen a desplegar en un frame y divide la carga equitativamente entre los dos GPUs.
- **AFR** o *Alternate Frame Rendering*, en la que cada frame es procesado por un GPU de manera alternada, es decir, un cuadro es procesado por el primer GPU y el siguiente por el segundo.

En un principio las dos tarjetas gráficas tenían que ser **exactamente iguales, de la misma marca, modelo y capacidad**.

Esto con el tiempo ha cambiado, pudiéndose en la actualidad aplicar al sistema dos tarjetas gráficas de diferente fabricante, siempre y cuando tengan el mismo **GPU**. Incluso se pueden mezclar dos tarjetas que tengan diferente capacidad de memoria, aunque en este caso el resultante no será la suma de ambas, sino el resultado de multiplicar la menor x 2, desperdiciándose el resto de memoria.

En el caso de dos tarjetas gráficas iguales se puede llegar a aumentar el rendimiento entre un 75% y un 100%.



4.3.2 Crossfire.

CrossFire es el nombre que **AMD/AMD** a dado a su sistema de doble GPU, diseñado como respuesta al sistema **SLI** de **NVidia**.

Al igual que SLI, requiere dos slots **PCI express x16**.

En principio esta tecnología lo único que posibilita es que ambas tarjetas compartan la carga de trabajo de la renderización de las imágenes. El resto de tareas relacionadas con el procesamiento gráfico solo son llevadas a cabo por una GPU.

Para la distribución de este proceso de renderización **AMD/AMD** utiliza tres sistemas diferentes:

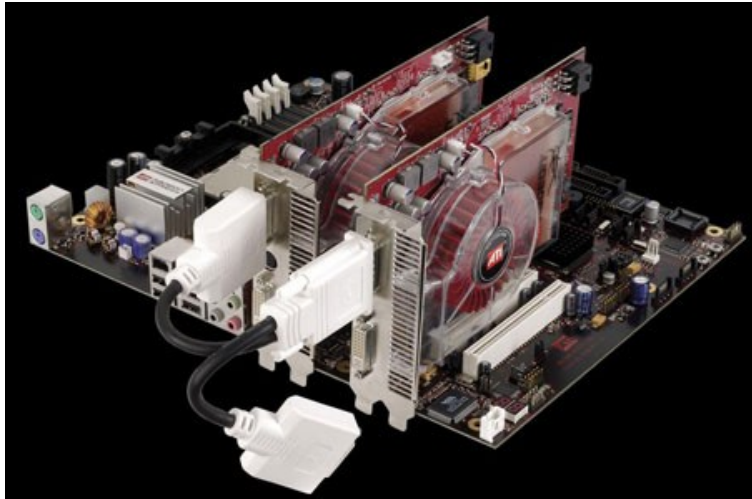
- **AFR** o *Alternate Frame Rendering*, que es el método que proporciona un mayor incremento en el rendimiento, y que consiste en que cada tarjeta gráfica renderiza frames alternos (igual a uno de los sistemas empleados por **SLI**, del mismo nombre).
- **Scicorring**, que lo que se hace es dividir cada frame en dos partes. Estas partes no tienen por qué ser iguales ya que la extensión de imagen que renderiza cada tarjeta se asigna dinámicamente.
- **STB** o *Super Tile Board*, que divide la imagen en pequeñas porciones de 32x32 píxeles creando una especie de malla o tablero. En este caso cada tarjeta renderiza pequeños cuadrados alternos de la imagen dividida, superponiendo después las imágenes generadas por cada tarjeta, creando así la imagen que se mostrará por pantalla.

En cuanto al sistema de conexión de las tarjetas **CrossFire** se utilizan hasta tres sistemas diferentes para realizar esta conexión:

- La utilizada para las tarjetas de la gama baja consiste en utilizar el propio bus PCIe para transmitir los datos visuales entre las dos GPUs. Este sistema fue desechado para las tarjetas de gama superior, debido al excesivo consumo de ancho de banda de PCIe para resoluciones muy grandes, lo que significa un descenso en el rendimiento total del sistema.

Montaje y mantenimiento de equipos
UT4 – Componentes Internos del ordenador II

- La forma más utilizada de montar *CrossFire* en el resto de tarjeta de AMD es utilizando una tarjeta *CrossFire Master* y otra *CrossFire Slave*. La primera sustituye una de sus conexiones DVI por una conexión especial que mediante un cable externo nos permite enlazar ambas tarjetas gráficas entre sí y a la vez con el monitor.



- El tercer sistema, y a la vez el más nuevo, consiste en algo muy parecido al puente empleado en el sistema SLI, pero en este caso con dos conectores de circuito impreso en vez de uno solo, como es el caso de NVidia. Hasta el momento este método solo está siendo utilizado en las tarjetas de la serie **PRO**. Así se consigue una tasa de transferencia casi el doble del conseguido por el único puente del sistema **SLI** (de hasta 2Mbs).



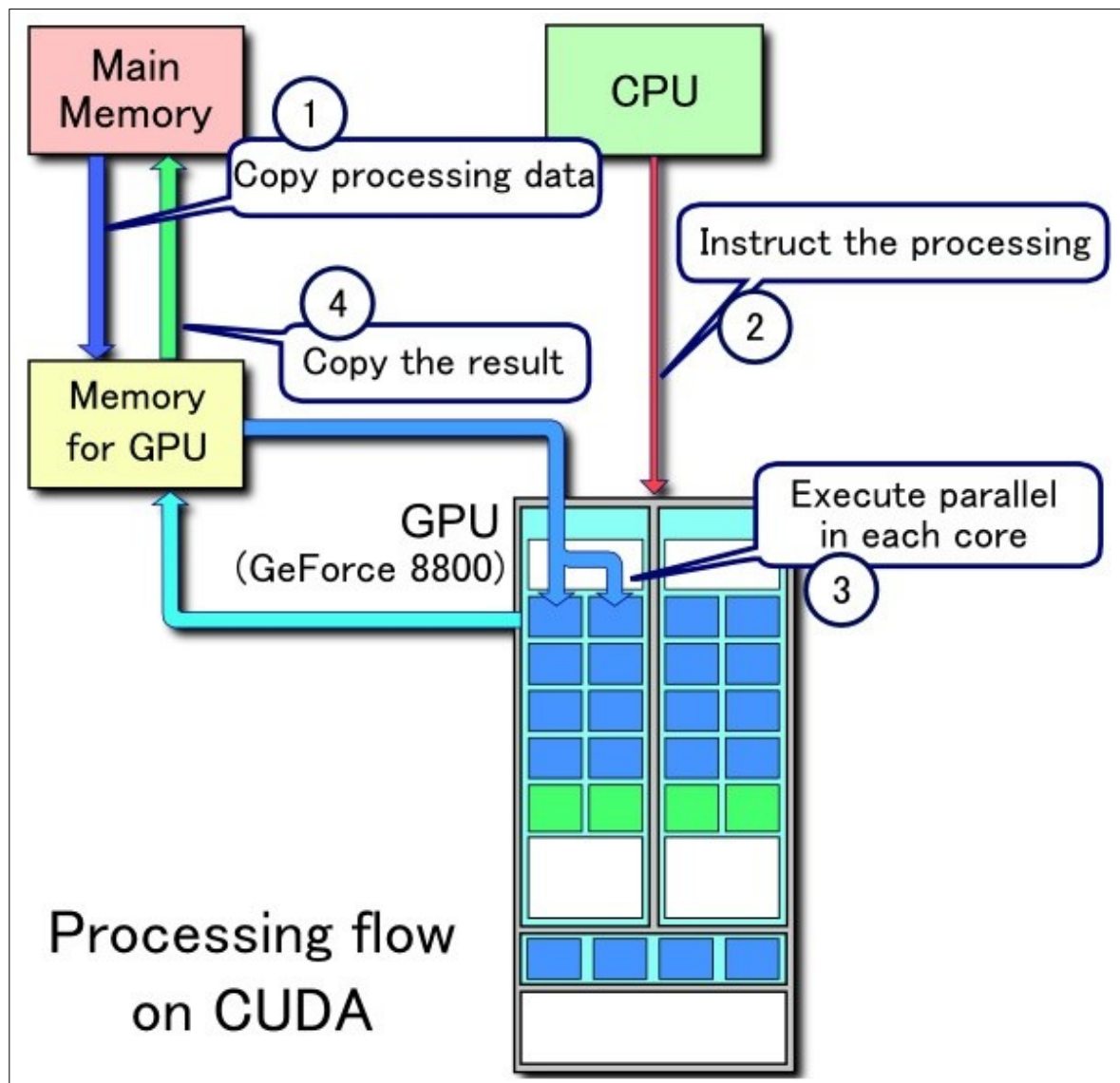
4.3.3 Núcleos CUDA.

CUDA es una tecnología desarrollada por **Nvidia** para permitir el procesamiento paralelo de instrucciones gráficas en la GPU de la tarjeta, con el consiguiente aumento de la velocidad y rendimiento de esta.

La tarjeta gráfica con **CUDA** se presenta como un procesador masivamente paralelo. La GPU consta de varios procesadores orientados al procesamiento gráfico, cada uno de los cuales está formado a su vez por varios núcleos.

Por ejemplo, en la tarjeta GeForce 8800GTX, ésta viene con 16 multiprocesadores, cada uno de los cuales lleva 8 núcleos. Por tanto estamos hablando de 128 núcleos para procesamiento paralelo.

Actualmente se desarrollan aplicaciones CUDA con lenguajes de programación de propósito general como C o C++.



Por otra parte, hay que indicar que las tarjetas AMD implementan una tecnología similar llamada **unidades de computo**.