

## 3. El microprocesador

Un microprocesador es un procesador, o **Unidad Central de Proceso (CPU)**, que está implantado en un circuito integrado, o chip. En realidad, por sí solo no realiza ninguna función, pero cuando es conectado a otros circuitos pasa a ser el encargado de su control.

El prefijo «micro» ('muy pequeño') hace referencia al tamaño del procesador, y puede encontrarse en los ordenadores más potentes, o en los relojes más pequeños.

### 3.1. Arquitecturas de los microprocesadores (RISC, CISC)

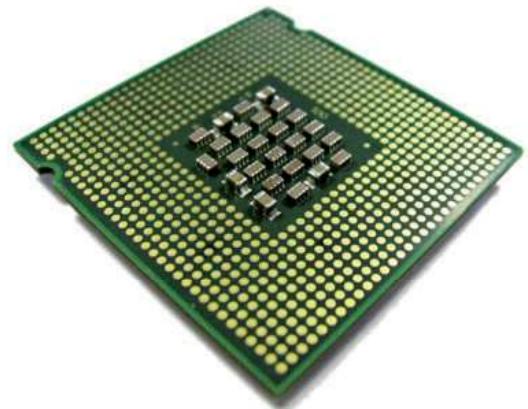
En los años 80, en el diseño de los procesadores, se trataba de dar cabida al mayor número de instrucciones posibles, ya que pensaban que cuantas más instrucciones tenía un procesador, más rápidamente se ejecutaban los programas. Siguiendo esta creencia, se almacenaban unas 200 o 300 instrucciones, algunas de ellas bastante complejas y con varios operandos, en lo que se denominaron **procesadores CISC**. Aunque este tipo de arquitectura permitía a los programadores realizar programas con menos código, cada instrucción requería varios ciclos de reloj para ejecutarse, por lo que la decodificación y secuenciación eran más complejas, y no eran útiles en aplicaciones que requerían una alta velocidad de ejecución.

Más adelante se comprobó que muchas de estas instrucciones no se utilizaban y que, por tanto, un procesador es más potente cuanto más complejo es. Así surge la tendencia a emplear procesadores RISC, que hasta los años 90 no se instala en los ordenadores personales. Los **procesadores RISC** realizan operaciones muy básicas y por tanto más rápidas que en el caso de los procesadores CISC. En este caso, el juego de instrucciones es mucho más reducido y, además, estas son sencillas y cada una de ellas se ejecuta en un solo ciclo de reloj, por lo que la decodificación y secuenciación son más simples. Por esta razón, la circuitería de un procesador RISC es más sencilla que la de un procesador CISC.

En cualquier caso, el objetivo de la arquitectura de procesadores es **reducir el rendimiento de la ejecución de los programas**, bien reduciendo el número de instrucciones, tal y como pretenden los procesadores CISC, o bien reduciendo el número de ciclos por instrucción, tal y como lo hacen los procesadores RISC.

También se pueden encontrar en el mercado **híbridos CISC/RISC**. Estos toman las mejores cualidades de ambas arquitecturas, como la técnica **SIMD**.

Por último, es importante hablar de la tecnología **EPIC**, desarrollada para aumentar las prestaciones gracias a la ejecución de múltiples instrucciones en paralelo mediante el acceso directo del software sobre el procesador.



▲ Microprocesador.

### vocabulario

#### CISC

**Complex Instruction Set Computer** (ordenadores con un conjunto de instrucciones complejo).

#### RISC

**Reduced Instruction Set Computer** (ordenadores con un conjunto de instrucciones reducido).

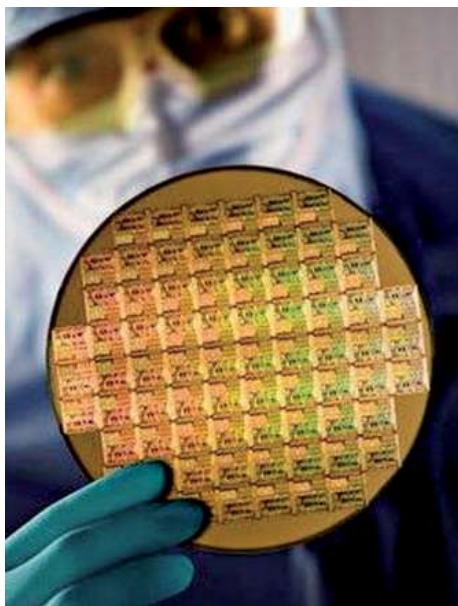
#### SIMD

**Single Instruction, Multiple Data** (una instrucción, múltiples datos).

#### EPIC

**Explicitly Parallel Instruction Computing** (procesamiento de instrucciones explícitamente en paralelo).

### 3.2. Características de un microprocesador



↑ Vista de una oblea o «wafer» de silicio.

#### saber más

Las obleas a partir de las que se fabrican los microprocesadores se denominan **«wafers»**.

Están compuestas por materiales semiconductores (fundamentalmente silicio) y tienen un espesor inferior a un milímetro.

Los microprocesadores tienen una serie de características importantes en función de las cuales se determinan sus prestaciones:

- **Nivel de integración:** cuanto más alto es el nivel de integración, es decir, cuanto menos espacio hay entre los componentes del microprocesador, más rápido es su funcionamiento. Esto es debido a que las señales llegan antes a su destino y, por tanto, se puede aumentar la frecuencia de reloj. Además, se disminuyen el consumo de energía y el calor generado.
- **Frecuencia de reloj:** es el número de ciclos de reloj que pueden darse en una unidad de tiempo. Con este parámetro se identifica la potencia del microprocesador, y se suele medir en megahercios (MHz) o en gigahercios (GHz).
- **Velocidad de ejecución de las instrucciones:** varía en función del número de ciclos de reloj que necesita una instrucción para ejecutarse.
- **Juego de instrucciones:** cada procesador dispone de un conjunto de instrucciones que puede utilizar. Cuantas más instrucciones, más complejo será su diseño.
- **Longitud de palabra:** es la cantidad máxima de información que se puede leer o escribir en un acceso a la memoria. Puede ser de 16, 32 o 64 bits.
- **Velocidad del bus del sistema:** es el canal que comunica la CPU con la memoria RAM. Su velocidad se mide con las mismas magnitudes que la velocidad de reloj, de modo que cuanto más rápido es el canal, mayor es su rendimiento.
- **Número de núcleos:** un microprocesador puede estar constituido a su vez por varios microprocesadores. En este caso, se dice que el microprocesador es multinúcleo. Estos microprocesadores tienen la capacidad de coordinar sus núcleos para que trabajen de forma cooperativa, con lo que se consigue aumentar notablemente el rendimiento del equipo.

Cuando un microprocesador tiene varios núcleos, los tiene siempre en número par. Así, podemos tenerlos de 2, 4, 6...

En la actualidad, es corriente encontrar microprocesadores de hasta 16 núcleos. Sin embargo, se han llegado a desarrollar microprocesadores de hasta 1.000 núcleos.

A pesar de lo que muchas veces se piensa, no es posible valorar únicamente la frecuencia de reloj para evaluar las prestaciones de un microprocesador.

Hace años, los procesadores de las diferentes compañías ofrecían arquitecturas similares, de modo que prácticamente era este parámetro el que determinaba la potencia de un microprocesador. Sin embargo, los procesadores han evolucionado enormemente en su diseño, proporcionando diferentes modelos de arquitecturas. De este modo, las características de estas pueden dar lugar a prestaciones muy diferentes, puesto que hay que tener en cuenta el resto de parámetros del microprocesador.

Por ejemplo, el hecho de tener un AMD Phenom X2 a 2,8 GHz y un Intel Core i7 930, también a 2,8 GHz, no implica que ambos ofrezcan las mismas prestaciones, puesto que son dos marcas y modelos totalmente diferentes.

No obstante, sí podríamos comparar dos microprocesadores AMD Phenom X2, a 2,4 y 2,8 GHz, puesto que el fabricante y el modelo son los mismos; por tanto, podemos determinar que el segundo será más rápido que el primero.

#### caso práctico inicial

El hecho de que dos microprocesadores posean las mismas frecuencias de reloj, no implica que sus prestaciones sean similares.

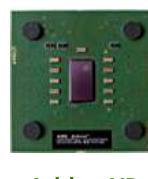
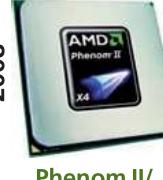
### 3.3. Microprocesadores más importantes de Intel



#### Arquitecturas

■ 4 bits ■ 8 bits ■ 16 bits ■ 32 bits ■ 64 bits

### 3.4. Microprocesadores más importantes de AMD

 <p><b>8080</b> 2-3,1 MHz / 40p</p>	 <p><b>8086</b> 5-10 MHz / 40p DIP</p>	 <p><b>8088</b> 5-10 MHz / 40p DIP</p>	 <p><b>80286</b> 6-25 MHz / 68p LLC</p>		
 <p><b>80386</b> 16-40 MHz / 132p PGA</p>	 <p><b>80486</b> 16-166 MHz / 168 PGA</p>	 <p><b>K5</b> 75-200 MHz / 296p PGA</p>	 <p><b>K6</b> 166-3.008 MHz / 321p PGA</p>		
 <p><b>Athlon</b> 266-2.800 MHz / 453p PGA</p>	 <p><b>Duron</b> 550-1.800 MHz / 453p PGA</p>				
 <p><b>Athlon XP</b> 1,3-1,7 MHz / 453p PGA</p>	 <p><b>Opteron / K8</b> 1,4-3 GHz / 939p</p>	 <p><b>Sempron / K7</b> 2,2-3,3 GHz / 453p PCA</p>	 <p><b>Athlon 64 / K8</b> 1,8-2,6 GHz / 754p mPGA</p>	 <p><b>Sempron/ K8</b> 2,5-3,8 MHz / 754p mPGA</p>	 <p><b>Turion 64</b> 1,6-2,4 GHz / 754p mPGA</p>
 <p><b>Turion 64 X2</b> 1,6-2,3 MHz / 634p mPGA</p>	 <p><b>Athlon 64 X2</b> 2,0-3,2 GHz / AM2 940p</p>	 <p><b>Phenom / K10</b> 1,8-2,6 MHz / AM2+ 940p</p>	 <p><b>Opteron Dual Core</b> 1,8-3,2 GHz / 1.207p LGA</p>	 <p><b>Opteron Quad Core</b> 1,7/3,1 GHz / 1.207p LGA</p>	 <p><b>Phenom II/ K10</b> 2,5-3,6 GHz / AM3 938p</p>
 <p><b>Opteron Six Core</b> 2,1-2,8 GHz / 1.207p LGA</p>	 <p><b>Athlon II / K10</b> 2,2-3,3 GHz / 938p PGA</p>	 <p><b>Opteron 6-12 Core</b> 1,7-2,3 GHz / 1.207p LGA</p>	 <p><b>Phenom III</b> AM3r2 938p</p>		

#### Arquitecturas

4 bits      8 bits      16 bits      32 bits      64 bits

## 4. El sistema de refrigeración

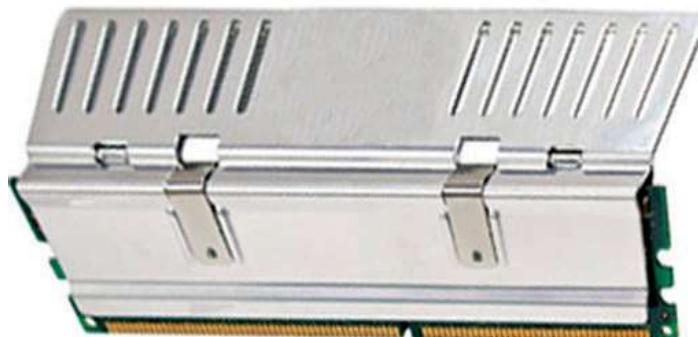
El sistema de refrigeración de un ordenador está compuesto por un conjunto de elementos que reducen el calor que desprenden los componentes electrónicos que se encuentran en el interior de la caja o chasis del ordenador.

A la hora de clasificar los componentes de refrigeración, se puede hablar de dos tipos de sistemas: sistemas de refrigeración pasiva y activa.

### 4.1. Sistema de refrigeración pasiva

Permite refrigerar los dispositivos sin medios mecánicos, y se utiliza generalmente con componentes que no disipan demasiado calor. Se pueden encontrar en las memorias, en el chipset de la placa base o incluso en la fuente de alimentación.

- **Disipador:** es el sistema de refrigeración básico, y está compuesto por un bloque de cobre o aluminio que se coloca en contacto con la superficie del microprocesador. Su forma y dimensiones siguen unos principios físicos de manera que aumentan la superficie de contacto del disipador con el aire, facilitando la transferencia de calor.



← Disipador de una memoria RAM.

- **La pasta térmica:** es un compuesto que se coloca entre la cápsula del microprocesador y el disipador, y permite que entre las superficies de ambos no haya huecos, mejorando así la transmisión del calor.

Esta pasta es viscosa, y su composición no solo facilita la transmisión de calor entre las superficies en contacto con ella, sino que se mantiene a lo largo del tiempo, evitando que se solidifique y disminuya su conductividad térmica. La pasta térmica contiene elementos conductores en su composición (fundamentalmente cobre, aluminio o plata), cada uno de los cuales tiene mayor conductividad térmica que su inmediato anterior.

Suele comercializarse en pequeñas jeringuillas que contienen la pasta térmica, aunque hay otras opciones, como cintas adhesivas térmicas, almohadillas, materiales térmicos compuestos fundamentalmente por silicona y grafito, etc.



← Pasta térmica.

#### caso práctico inicial

En un equipo es habitual encontrar un disipador, un ventilador y pasta térmica conductora entre el disipador y el microprocesador.

#### saber más

Según el Sistema Internacional de Unidades, la **conductividad de la pasta térmica** se indica en watts por metro Kelvin (W/[m·K]), y determina la capacidad de conducción del calor.

## 4.2. Sistemas de refrigeración activa



↑ Ventilador.

A diferencia de los anteriores, estos sistemas utilizan medios mecánicos para enfriar los dispositivos.

- **Ventilador:** generalmente, el tamaño del disipador es demasiado pequeño para eliminar todo el calor que produce el microprocesador, por lo que es habitual acoplar un ventilador que permita que el aire circule a través de él.

Obviamente, cuanto más aire genera el ventilador, mayor enfriamiento proporciona al microprocesador pero, a su vez, produce más ruido. Del mismo modo, cuanto más grande es el ventilador, menos revoluciones necesita para producir el mismo volumen de aire y, por tanto, menor es el ruido producido. Por ello, habrá que buscar el ventilador idóneo para nuestro microprocesador, combinando tamaño y velocidad de revolución, y tratando de obtener el menor ruido posible.

- **Refrigeración líquida:** se trata de un sistema relativamente nuevo de refrigeración para ordenadores con tarjetas de gama alta, y que, en general, alcanzan temperaturas elevadas. Se basa en el hecho de que el agua tiene una gran capacidad para disipar calor, y su funcionamiento es más silencioso que el de un ventilador.

Mediante la refrigeración líquida, lo más habitual es enfriar el microprocesador, la tarjeta gráfica y el disco duro, aunque también es posible aplicarla a otros componentes.

Consta de varios elementos: la **bomba**, que mantiene el flujo de agua constante, y ha de ser lo más silenciosa posible; el **radiador**, que enfriá el agua caliente que llega a los dispositivos, y suele utilizar un ventilador adicional; unos **tubos** que permiten interconectar todos los elementos; y por último, el **líquido** que circulará por el sistema, generalmente **anticongelante** diluido en agua destilada.

Algunos sistemas de refrigeración de agua pueden llegar a enfriar el refrigerante por debajo de la temperatura ambiente, lo que hace necesario, en algunos casos, anticongelante. Aparte, se utilizan aislamientos, como espumas o almohadillas de neopreno, que evitan daños en los componentes a causa de la condensación del vapor de agua.

En los ordenadores portátiles, a pesar tener elementos más pequeños, la refrigeración es algo muy complejo, puesto que el espacio es tan reducido que en ocasiones ni siquiera disponen de ranuras para ventilar el flujo de aire con el exterior. Una posibilidad es utilizar, junto con nuestro equipo portátil, **una base o alfombrilla refrigeradora**: se trata de una pequeña bandeja, por lo general ligeramente inclinada, que dispone de uno o más ventiladores que ofrecen refrigeración adicional al equipo que se coloca sobre ellas.

El continuo avance en la tecnología dedicada a los ordenadores portátiles ha incidido mucho en el campo de la refrigeración, llegando a desarrollar sistemas complejos, como la **refrigeración iónica**, que ioniza las partículas de aire neutras, creando un flujo de aire frío a través de los componentes internos del ordenador.



↑ Sistema de refrigeración líquida.



↑ Sistema de refrigeración iónica.

## 5. La memoria RAM

La memoria RAM es un dispositivo donde se almacenan los datos y las instrucciones necesarios para el correcto funcionamiento de un equipo. Es la memoria de trabajo que utilizan el sistema operativo y los programas.

Está formada por circuitos integrados, y su cualidad principal es la volatilidad, es decir, la información que se almacena en su interior permanece inalterada mientras se le suministra corriente eléctrica, aunque hay memorias RAM que no se comportan exactamente así.

### 5.1. Características

La memoria RAM tiene una serie de características que la hacen diferente a otro tipo de memorias:

- **Volatilez:** la volatilidad es una característica de las memorias RAM que determina el tiempo que permanecen los datos antes de desaparecer. Las memorias **RAM dinámicas (DRAM)** están formadas por condensadores que se «descargan», por lo que cada cierto tiempo, el controlador de memoria debe regrabar la información para que no se pierda, lo que se denomina «ciclo de refresco».

La memoria **RAM estática (SRAM)** está formada por semiconductores basados en biestables. Estos se autoalimentan y mantienen su estado siempre que no se interrumpa la alimentación eléctrica, por lo que no necesita ser regrabada o refrescada.

Tanto en una como en otra, cuando no se suministra corriente eléctrica, toda la información se pierde, por lo que son «volátiles»; pero, además, la memoria RAM dinámica tiene un inconveniente, y es que requiere un refresco continuo para no perder la información. Por esta razón, las segundas son más caras que las primeras, que no necesitan refrescarse continuamente.

- **Capacidad:** es la cantidad de datos que puede almacenar una memoria. Como cualquier tipo de memoria, la capacidad se mide en múltiplos de byte (8 bits): kilobytes, megabytes y gigabytes, principalmente.
- **Velocidad de acceso:** se mide en nanosegundos, y es el tiempo que se necesita para realizar una operación sobre la memoria, bien sea de escritura o de lectura de datos. Se denomina memoria «de acceso aleatorio», porque la información que contiene se puede leer o escribir con el mismo tiempo de acceso, independientemente de dónde se encuentre esta información.
- **Velocidad o frecuencia de reloj:** se mide en megahercios, y es la cantidad de veces por segundo que es posible acceder a la memoria. En ocasiones, esta velocidad no se refiere exactamente a la velocidad real del bus, puesto que depende de cuántos accesos se realicen por cada ciclo de reloj. Si en lugar de un acceso por ciclo se realizaran dos, el bus equivalente tendría una velocidad del doble de la indicada. Son lo que se denomina «megahercios efectivos o equivalentes».
- **Latencia:** es un parámetro que hace referencia a los retardos producidos en cada acceso de memoria. Es necesario que sea mínima para asegurar un óptimo funcionamiento de la memoria.
- **Tasa de transferencia o ancho de banda:** es un parámetro que se mide en MB/s o GB/s, y representa el número de datos que se pueden leer o escribir por unidad de tiempo.

### saber más

Además de las memorias de acceso aleatorio (RAM), también hay **memorias de acceso secuencial (SAM)**.

Su funcionamiento implica que, al acceder a una posición de memoria, es necesario leer previamente todas las posiciones que le preceden, por lo que la velocidad de la lectura depende de la posición del dato en memoria.

### recuerda

**Tasa de transferencia** = Frecuencia efectiva (MHz) x Ancho bus datos (bytes)

**Frecuencia efectiva** = Velocidad reloj (MHz) x N° de accesos por ciclo

Por tanto:

**Tasa de transferencia** = Velocidad reloj (MHz) x N° de Accesos por ciclo x Ancho bus (bytes)

Teniendo en cuenta que la **frecuencia efectiva** se obtiene multiplicando la velocidad de reloj por el número de accesos por ciclo, la **tasa de transferencia** será el producto de la frecuencia efectiva por el ancho de bus de datos, que en el caso de la memoria SDRAM es de 64 bits.

## EJEMPLOS

### ■ ¿Cuál es la equivalencia de una memoria DDR3-1600?

DDR3 → PC3 → 8 accesos/ciclo

1.600 → 1.600 MHz de frecuencia efectiva

Ancho de bus = 8B

Tasa\_de\_transferencia (MB/s) = Frecuencia\_efectiva (MHz) x Ancho bus (B)

Tasa de transferencia =  $1.600 \times 8 = 12.800 \text{ MB/s}$

Así que la equivalencia sería **PC3-12800**

Además, su velocidad de reloj sería...

Velocidad\_reloj = Frecuencia\_efectiva / accesos/ciclo =  $1.600 / 8 = 200 \text{ MHz}$

### ■ ¿Cuál es la equivalencia de una memoria PC2-3200?

PC2 → DDR2 → 4 accesos/ciclo

3.200 → 3.200 MHz de tasa de transferencia

Ancho de bus = 8B

Tasa\_de\_transferencia (MB/s) = Frecuencia\_efectiva (MHz) x Ancho bus (B)

Frecuencia efectiva =  $3.200 / 8 = 400 \text{ MHz}$

Así que la equivalencia sería **DD2-400**

Además, su velocidad de reloj sería...

Velocidad\_reloj = Frecuencia\_efectiva / accesos/ciclo =  $400 / 4 = 100 \text{ MHz}$

## saber más

Existen memorias denominadas «**de bajo voltaje**» o *low voltage*, que alcanzan los 1,25-1,35 V.

## caso práctico inicial

Los módulos de memoria, además de por la posición de sus muescas y el número de contactos, se reconocen por su tamaño:

- SIMM (30c) = 8,9 cm
- SIMM (72c) = 10,8 cm
- DIMM = 12,7 cm
- SO-DIMM = 6,36 cm
- Micro-DIMM = 3,8 cm

## vocabulario

### SDR

**Simple Data Rate** (tasa de datos simple).

### DDR

**Double Data Rate** (tasa de datos doble).

- **Voltaje:** es la tensión que necesita una memoria RAM para funcionar. Cuanto menor es este valor, menor consumo realiza nuestro equipo.

## 5.2. Tipos de módulos

Hay distintos tipos de módulos de memoria que se ajustan a los diferentes zócalos de la placa base.

- **SIMM:** era habitual encontrar módulos SIMM en las primeras placas base de los ordenadores de 32 bits. Estos módulos pueden ser de 30 o de 72 contactos.
- **DIMM:** el más utilizado en la actualidad, está destinado a equipos de 64 bits. Puede encontrarse con 168, 184 y 240 contactos en memorias SDR, DDR y DDR2/DDR3, respectivamente.
- **SO-DIMM:** similar al anterior pero con un tamaño relativamente inferior, puesto que su uso está dirigido a ordenadores portátiles, agendas electrónicas, o incluso impresoras. Puede hallarse con 144, 200 o 204 contactos para memorias SDR, DDR/DDR2 y DDR3, respectivamente, o con 72 y 100 contactos en dispositivos que precisan memoria auxiliar, tales como impresoras, tarjetas gráficas, etc.
- **Micro-DIMM:** este tipo de módulos es más pequeño incluso que los módulos SO-DIMM, al estar destinado a netbooks. Se pueden encontrar Micro-DIMM SDR con 144 contactos, Micro-DIMM DDR con 172 contactos, Micro-DIMM DDR2 con 172 y 214 contactos, y Micro-DIMM DDR3 con 214 contactos.
- **RIMM:** dirigido a módulos de memoria con tecnología RDRAM. Los módulos RIMM disponen de 184 contactos. Su coste era muy elevado, razón por la cual dejaron de utilizarse hacia finales de la pasada década.

### 5.3. Tipos de memoria RAM

La memoria se puede clasificar en función de la tecnología utilizada para la fabricación de los chips. Así disponemos de:

#### RAM Estática (SRAM)

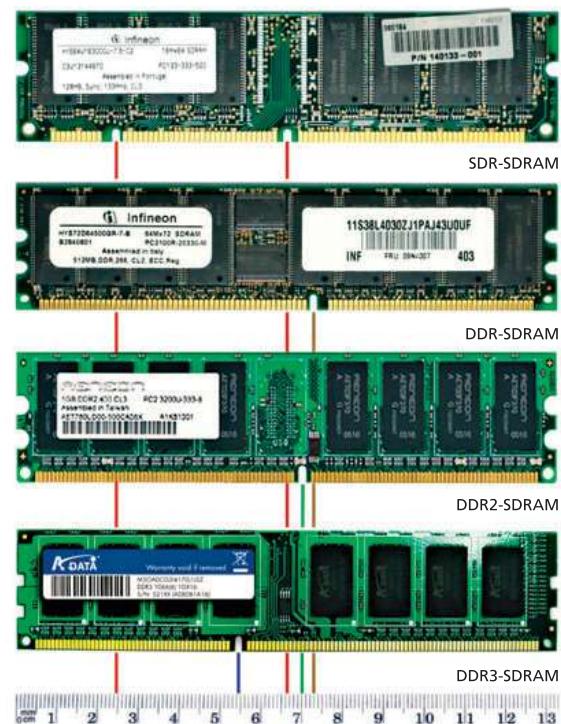
La **SRAM** (*Static RAM* o RAM Estática) es una memoria con una capacidad reducida, pero que alcanza grandes velocidades. Al estar compuesta por biestables, la información que contiene se conserva mientras se le suministre corriente eléctrica sin necesidad de ser actualizada constantemente. Su elevado precio hace que su uso se limite únicamente a memoria cache para microprocesadores.

#### RAM Dinámica (DRAM)

La **DRAM** (*Dynamic RAM*, RAM Dinámica), a diferencia de la anterior, tiene mayor capacidad, pero es mucho más lenta, y más barata. La información que contiene tiene que ser actualizada periódicamente con cada ciclo de reloj para evitar que se pierda. Este proceso se conoce como «refresco». Dado su bajo coste, se utiliza comúnmente como memoria principal en los equipos.

Hay varios tipos de memoria DRAM, entre los que destacan:

- **SDRAM (Synchronous Dynamic RAM, o RAM Dinámica Síncrona):** es un tipo de memoria DRAM cuya característica principal es que está sincronizada con las señales de reloj y, por tanto, con el bus de sistema del ordenador. 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. Un módulo SDR tiene 168 contactos y 2 muescas. Su voltaje es de 3,3 V.
  - **DDR:** funciona al doble de velocidad que el bus del sistema; lee o escribe dos unidades de datos en cada ciclo de reloj. Sus módulos tienen 184 contactos y únicamente 1 muesca. Su voltaje es de 2,5 V.
  - **DDR2:** funciona cuatro veces más rápido que el bus del sistema; lee o escribe cuatro unidades de datos en cada ciclo de reloj. Sus módulos tienen 240 contactos y 1 sola muesca. Su voltaje es de 1,8 V.
  - **DDR3:** funciona ocho veces más rápido que el bus del sistema; lee o escribe ocho unidades de datos en cada ciclo de reloj. Sus módulos, al igual que las memorias DDR2, tienen 240 contactos y 1 sola muesca, pero esta 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 1,05 V.
  - **GDDR (Graphics DDR, o DDR Gráfica):** desarrollada por la empresa ATI Technologies para tarjetas gráficas. Está basada en la memoria DDR, aunque mejora los sistemas de refrigeración interna de esta, reduciendo el sobrecalefamiento.



#### recuerda

En los tipos de memoria DDR, cada número representa el doble de velocidad que su inmediato anterior: lee o escribe el doble de datos en cada ciclo de reloj:

**SDR:** 1 unidad por ciclo.

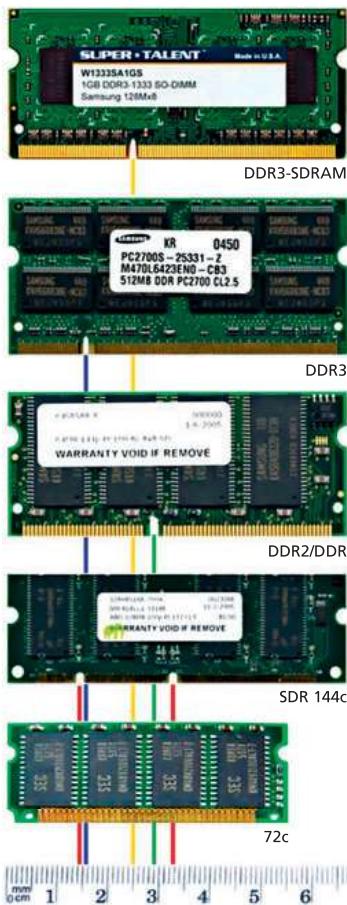
**DDR:** 2 unidades por ciclo.

**DDR2:** 4 unidades por ciclo.

**DDR3:** 8 unidades por ciclo.

## saber más

La Play Station 2 y la 3 utilizan RAMBUS DRAM, que proporciona un ancho de banda de 3,2 GB/s.



## vocabulario

### FPM

**Fast Page Mode** (Modo de Página Rápido).

### EDO

**Extended Data Output** (salida de datos extendida).

### BEDO

**Burst EDO** (EDO a ráfagas).

### VCM

**Virtual Channel Memory** (memoria de canal virtual).

### ECC

**Error Correcting Code** (código de corrección de error).

- **RDRAM (Rambus DRAM)**: se trata de una memoria de gama alta creada por la empresa Rambus. Tiene un bus de datos de tan solo 16 bits (2 Bytes), y trabaja a mayor velocidad, alcanzando 400 MHz (800 MHz equivalentes). Suele estar destinada a funcionar como bus de sistema.

Es importante incidir en la necesidad de una **adecuada orientación del módulo** a la hora de introducirlo en el zócalo de memoria. Para ello, los módulos disponen de **muescas** situadas en diferentes posiciones en función del tipo de memoria. Así, la memoria SDR dispone de dos muescas, a diferencia de las memorias DDR que tienen una, cuya posición varía según sea DDR, DDR2 o DDR3.

Además de las diferencias físicas, las memorias SDR y DDR son incompatibles entre sí. Incluso existen ciertas intolerancias entre memorias del mismo tipo (SDR o DDR) por lo que es recomendable utilizar siempre el mismo modelo si se emplean varios módulos.

- **SoDIMM (Small Outline DIMM, DIMM de Contorno Pequeño)**: se trata de una versión compacta de módulos DIMM utilizada como memoria RAM para portátiles. Los módulos SoDIMM, a pesar de tener prácticamente las mismas características de capacidad y velocidad que sus respectivos DIMM, suelen ser más caros debido a su reducido tamaño. Podemos encontrar los siguientes en el mercado:
  - **SoDIMM SDR**: tiene 100, 144 o 200 contactos. El primero tiene dos muescas, el segundo una relativamente centrada, y el último una muesca cerca de uno de los laterales.
  - **SoDIMM DDR y DDR2**: tiene 200 contactos y una sola muesca. Se diferencia de la SoDIMM SDR porque la muesca se encuentra cerca del centro.
  - **SoDIMM DDR3**: tiene 204 contactos y una sola muesca.

## 5.4. Otros tipos de memoria RAM

- **FPM**: es un tipo de memoria dinámica más rápida que la DRAM, en la que a los bits de memoria se accede por medio de coordenadas, de modo que una vez localizada una fila, es posible leer el resto de datos de las columnas contiguas, consiguiendo rápido acceso.
- **EDO**: es un tipo de memoria dinámica similar al anterior, aunque con un rendimiento ligeramente mayor. Este tipo de memoria permite que el controlador acceda y lea diferentes datos simultáneamente, reduciendo los estados de espera y mejorando así la velocidad.
- **BEDO**: mejora la memoria EDO, alcanzando velocidades un 30-35% mayores que esta, y casi el doble que FPM.
- **VC-SDRAM, o VCM**: este tipo de memoria aumenta las prestaciones de la SDRAM, ya que agrega al módulo registros SRAM que permiten el almacenamiento temporal de datos.

Además, existen las memorias **ECC**, cualidad que se aplica a otros tipos de memoria y que permite detectar errores de datos y corregirlos; este sistema de corrección de errores las hace ligeramente más lentas. Suelen emplearse en sistemas con aplicaciones críticas. Las memorias ECC deben ser soportadas por la placa, y la BIOS tiene que tener activada la opción de ECC. Las memorias que no son ECC se denominan **non-ECC**.