

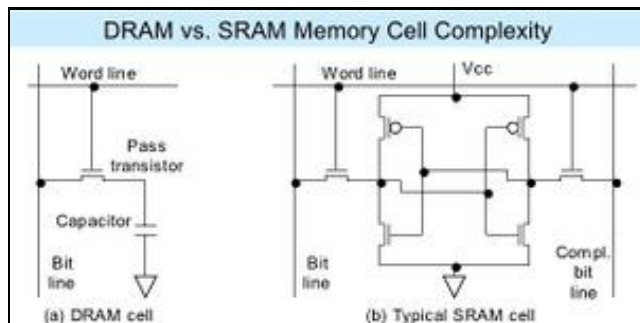
# 1 Memorias tipo RAM

As memorias RAM (*Random Access Memory* ? Memorias de Acceso Aleatorio) son memorias que precisan de alimentación eléctrica continua para que os datos almacenados no seu interior non se borren. O acceso aos datos almacenados é moi rápido e non varía independentemente do lugar onde se atopan gardados (Acceso aleatorio).

## 1.1 Sumario

- 1 Tipos de memoria RAM
- 2 Módulos de memoria RAM
  - ◊ 2.1 DIP (*Dual In-Line Package*)
  - ◊ 2.2 SIP (*Single In-Line Package*)
  - ◊ 2.3 SIMM (*Single In line Memory Module*)
  - ◊ 2.4 DIMM (*Dual In line Memory Module*)
    - ◊ 2.4.1 **SDRAM** (*Synchronous DRAM*)
    - ◊ 2.4.2 **RDRAM, RIMM ou RAMBUS**
    - ◊ 2.4.3 **DDR-SDRAM** (*Double Data Rate ? SDRAM*)
    - ◊ 2.4.4 **DDR2-SDRAM**
    - ◊ 2.4.5 **DDR3-SDRAM**
    - ◊ 2.4.6 **DDR4-SDRAM**
    - ◊ 2.4.7 Multi Channel DDR-SDRAM
    - ◊ 2.4.8 **SO-DIMM**
- 3 Algunhas definicións interesantes relativas á memoria RAM
- 4 Analizadores da Memoria RAM
- 5 Enlaces interesantes

## 1.2 Tipos de memoria RAM



- **DRAM** (*Dinamic RAM*): Compóñense de pequenos condensadores, que van perdendo a súa carga progresivamente, polo que é necesario refrescar periodicamente a memoria.
  - ◊ Características principais: Baratas, fáciles de integrar pero máis lentas que as SRAM.
  - ◊ Existen varios tipos, por orde de aparición: FPM, EDO, BEDO, SDRAM, DDR, RDRAM...
  - ◊ Empregadas para fabricar a Memoria Principal dos equipos.
- **SRAM** (*Static RAM*): Compóñense de pequenos transistores, que non necesitan refresco mentres manteñan a alimentación.
  - ◊ Características principais: Caras, Difíciles de integrar pero moi rápidas.
  - ◊ Empregadas para fabricar a Memoria Caché dos Microprocesadores.

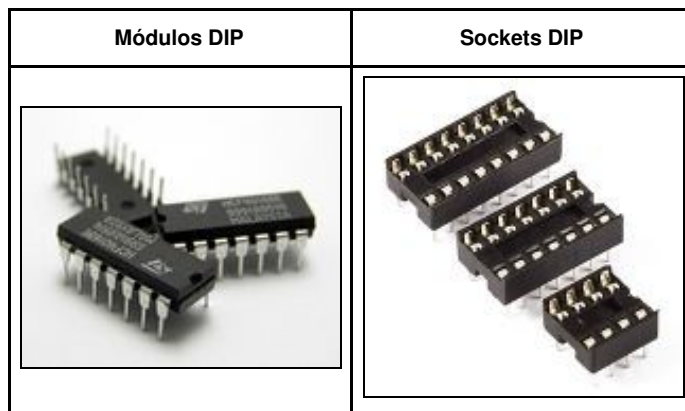
## 1.3 Módulos de memoria RAM

Trátanse todos de módulos que conteñen chips de memoria **DRAM** no seu interior. Atendendo a unha clasificación de máis antigos a máis modernos:

### 1.3.1 DIP (*Dual In-Line Package*)

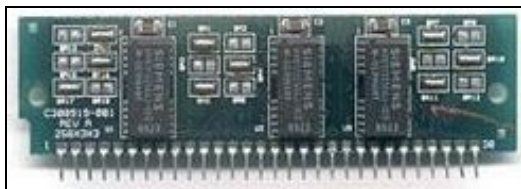
En microelectrónica, un **DIP** é un compoñente electrónico que ten dúas filas de pines paralelas. Trátase dun tipo de compoñentes que datan do 1964 e requiren *sockets* axeitados para a súa conexión nas placas de circuíto impreso. No caso das memorias, que é o que nos ocupa, é un tipo de

encapsulado moi antigo e xa non utilizado para a memoria RAM dende fai moitos anos.



### 1.3.2 SIP (Single In-Line Package)

Os **módulos de memoria SIP** consisten nun **PCB (Printed Circuit Board)** onde se montaron unha serie de chips de memoria. Teñen 30 pines, nunha soa liña, que se soldan a placa do ordenador. Este tipo de memorias foi empregado en moitos sistemas **80286** e **80386**, pero foron pronto remprazados por módulos SIMM.



### 1.3.3 SIMM (Single In line Memory Module)

Os **SIMM** son un tipo de módulos de memoria empregados dende os primeiros anos de 1980 ata os últimos de 1990. O máis salientable destes módulos é que ofrecen un ancho de datos de 32 bits, polo que, como os microprocesadores tiñan un ancho de datos de 64 bits, era obrigatorio sempre colocar os módulos de dous en dous. Existen dous tipos de módulos SIMM dependendo do número de contactos:

- **Módulo SIMM de 30 contactos**



- **Módulo SIMM de 72 contactos**



### 1.3.4 DIMM (Dual In line Memory Module)

Os **DIMM** remprazaron aos SIMM para ofrecer un ancho do bus de datos de 64 bits e así eliminar a obrigatoriedade de ter que colocar os módulos de memoria de dous en dous (con un módulo colocado no PC este xa funcionaría).

Existen varios tipos de módulos DIMM, atendendo á evolución histórica (de máis antigos a máis modernos) temos os seguintes:

#### 1.3.4.1 SDRAM (Synchronous DRAM)

Os módulos de memoria **SDRAM** son os primeiros DIMM en chegar aos PCs.

A súa aparición data do 1993 e podemos dicir que dura ata o ano 2000 cando apareceron os módulos DDR.

**Traballan cunha voltaxe de 3,3 V** e, ao que se refire á frecuencia de traballo, e consecuente velocidade de transferencia, temos os seguintes tipos de módulos SDRAM:

Modelo	Ancho Bus (bits)	Frecuencia Bus (MHz)	Velocidade Transferencia (MB/s)
PC66	64	66	528
PC100	64	100	800
PC133	64	133	1.064

Na seguinte imaxe vemos o aspecto exterior dun módulo SDRAM. Como podemos observar, estes módulos **teñen 168 contactos en 3 tramos separados por 2 muescas.**



#### 1.3.4.2 RDRAM, RIMM ou RAMBUS

Os módulos de memoria **RDRAM** son un tipo de memoria DRAM deseñada pola empresa **RAMBUS**, de Intel. Comeza a súa comercialización no 1999. As RDRAM chegan como unha alternativa ás SDRAM que xa precisaban un relevo, pero se atoparon coa aparición das DDR-SDRAM (que veremos a continuación) que conseguirían velocidades de transferencia moi parecidas por moito menos precio.

No ano 2003 Intel decide empregar tamén nas súas placas base as memorias DDR-SDRAM desaparecendo así dos PCs as RDRAM. A idea de funcionamento das RDRAM era a de diminuír o ancho do bus pero aumentando moito a frecuencia de traballo. Algúns exemplos de modelos RDRAM son os seguintes:

Modelo	Ancho Bus (bits)	Frecuencia Bus (MHz)	Canles	Velocidade Transferencia (MB/s)
PC600	16	266	Single	1.066
PC800	16	400	Single	1.600
PC1066	16	533	Single	2.133
RIMM 2100	16	533	Single	2.133
RIMM 6400	32	800	Dual	6.400

Estas memorias traballaban a unha **voltaxe de 2,5 V**.

Na seguinte imaxe vemos o aspecto exterior dun módulo RDRAM. Como podemos observar, estes módulos **teñen 184 contactos en 2 tramos pero con 2 muescas practicamente pegadas no centro do módulo.**



#### 1.3.4.3 DDR-SDRAM (Double Data Rate ? SDRAM)

Os módulos de memoria DDR-SDRAM son un tipo de memorias DRAM nas que se se consegue o envío do dobre de datos por cada ciclo de reloxo, este aumento da velocidade da transferencia de datos conséguese aproveitando os francos de subida e de baixada da sinal de reloxo.

Este tipo de memorias apareceron no ano 2000 e a súa última revisión data do ano 2003, para dar paso, a continuación, a memoria DDR2. Estas memorias traballan a unha **voltaxe de 2,5 V** tal e como ocorría coas RDRAM que datan da mesma época.

A súa coincidencia no tempo coas RDRAM, o seu prezo máis baixo e unhas características similares en velocidade de transferencia de datos, fixeron que as DDR-SDRAM perduraran fronte ás RDRAM.

Modelo	Ancho Bus (bits)	Frecuencia Bus (MHz)	Velocidade Transferencia (MB/s)
DDR200 ou PC1600	64	100	1.600
DDR266 ou PC2100	64	133	2.100
DDR333 ou PC2700	64	166	2.700
DDR400 ou PC3200	64	200	3.200
DDR500 ou PC4000	64	250	4.000

Na seguinte imaxe vemos o aspecto exterior dun módulo RDRAM. Como podemos observar, estes módulos **teñen 184 contactos en 2 tramos separados por 1 muesca existente cara un lado do módulo:**



#### 1.3.4.4 DDR2-SDRAM

Memoria lanzada no segundo cuarto do ano 2003 (pasa a ser a máis vendida no ano 2007).

Estas memorias traballan a unha **voltaxe de 1,8 V** conseguindo así unha baixada no consumo enerxético dos equipos.

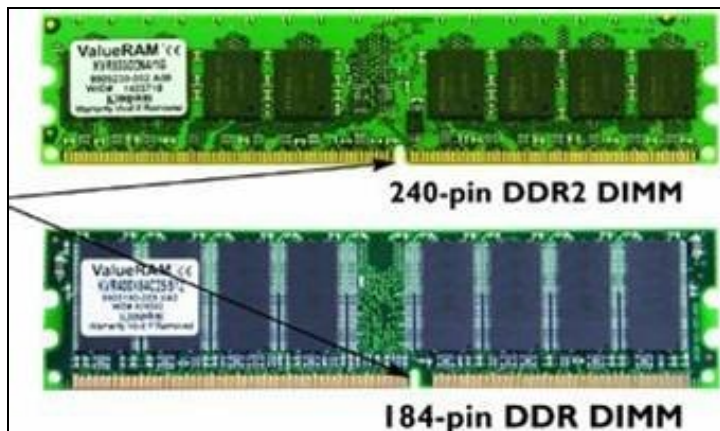
Os modelos, nomenclatura e velocidades acadados nestas memorias DDR2 podemos velos na seguinte táboa:

Modelo	Ancho Bus (bits)	Frecuencia Bus (MHz)	Velocidade Transferencia (MB/s)
DDR2-400 ou PC2-3200	64	200	3.200
DDR2-533 ou PC2-4200	64	266	4.200
DDR2-667 ou PC2-5300	64	333	5.300
DDR2-800 ou PC2-6400	64	400	6.400
DDR2-1000 ou PC2-8000	64	500	8.000
DDR2-1066 ou PC2-8500	64	533	8.500
DDR2-1150 ou PC2-9200	64	575	9.200
DDR2-1200 ou PC2-9600	64	600	9.600

Na seguinte imaxe vemos o aspecto exterior dun módulo de memoria DDR2. Como podemos observar, **estes módulos teñen 240 contactos en 2 tramos separados por 1 muesca existente cara un lado do módulo:**



Aínda que parezan case idénticos, **os módulos DDR son fisicamente distintos aos DDR2** (e así pasará cós subseguintes módulos DDR3 e DDR4):



### 1.3.4.5 DDR3-SDRAM

Memoria lanzada no ano 2007 para mellorar a transferencia de datos e o consumo da DDR2.

Estas memorias traballan a distintas voltaxes dependendo dos **submodelos** aparecidos da propia DDR3:

- ◇ DDR3 : 1,5 Voltios
- ◇ DDR3L (DDR3 *Low Voltage*) : 1,35 Voltios
- ◇ DDR3U (DDR3 *Ultra Low Voltage*) : 1,25 Voltios

**"Os módulos poden traballar todos a distintas voltaxes pero os dispositivos que especifiquen unha memoria en concreto só funcionarán con ese tipo de módulos"**

Os modelos, nomenclatura e velocidades acadados nestas memorias DDR3 podemos velos na seguinte táboa:

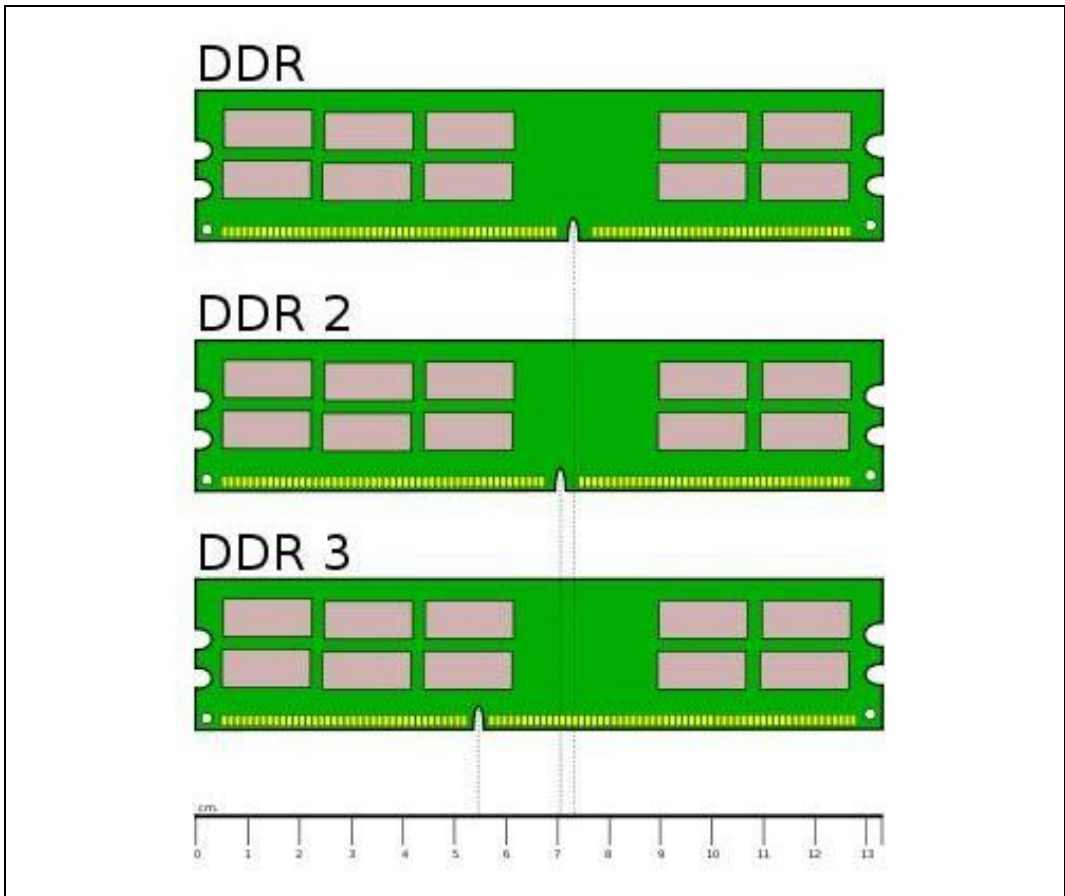
Modelo	Ancho Bus (bits)	Frecuencia Bus (MHz)	Velocidade Transferencia (MB/s)
DDR3-1066 ou PC3-8500	64	533	8.500
DDR3-1333 ou PC3-10600	64	666	10.600
DDR3-1600 ou PC3-12800	64	800	12.800
DDR3-1800 ou PC3-14400	64	900	14.400
DDR3-1866 ou PC3-15000	64	933	15.000
DDR3-2000 ou PC3-16000	64	1000	16.000

Na seguinte imaxe vemos o aspecto exterior dun módulo de memoria DDR3. Como podemos observar, **estes módulos teñen 240 contactos en 2 tramos separados por 1 muesca existente cara un lado do módulo.**



Así e todo, aínda que coinciden o número de contactos, **os módulos DDR2 e DDR3 non son compatibles**, pois a muesca está desprazada cara un lado do módulo:



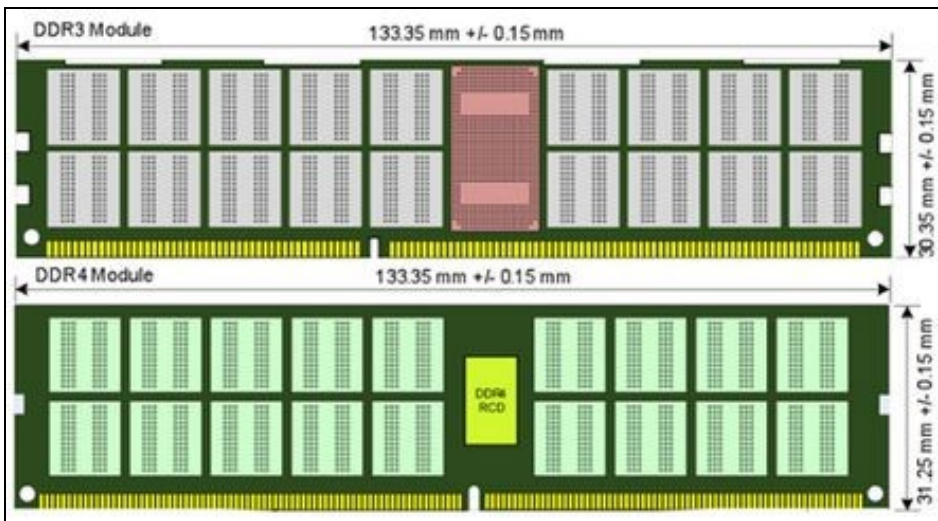


- Documento FAQs DDR3 de Kingston.

#### 1.3.4.6 DDR4-SDRAM

Memoria lanzada no ano 2014 para mellorar a transferencia de datos e o consumo da DDR3.

Estas memorias traballan a unha **voltaxe de 1,2 V** conseguindo así unha baixada no consumo enerxético dos equipos.

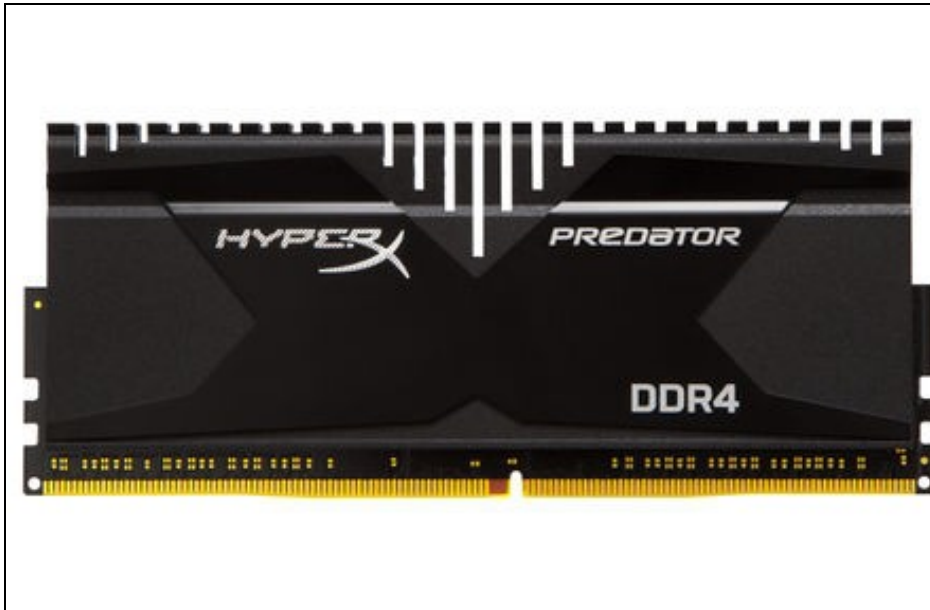


Os modelos, nomenclatura e velocidades acadados nestas memorias DDR4 podemos velos na seguinte táboa:

Modelo	Ancho Bus (bits)	Frecuencia Bus (MHz)	Velocidade Transferencia (MB/s)
DDR4-2133 ou PC4-17000	64	1066	17.056
DDR4-2400 ou PC4-19200	64	1200	19.200

Modelo	Ancho Bus (bits)	Frecuencia Bus (MHz)	Velocidade Transferencia (MB/s)
DDR4-2666 ou PC4-21300	64	1333	21.328
DDR4-2800 ou PC4-22400	64	1400	22.400
DDR4-3000 ou PC4-24000	64	1500	24.000
DDR4-3200 ou PC4-25600	64	1600	25.600

Na seguinte imaxe vemos o aspecto exterior dun módulo de memoria DDR4. Como podemos observar, **estes módulos teñen 288 contactos en 2 tramos separados por 1 muesca existente cara un lado do módulo. Ademais, tamén ten unha pequena curvatura nos pines do módulo:**



Temos os seguintes enlaces interesantes:

- ◊ [Chega a DDR4](#)
- ◊ [DDR4 Kingston](#)

Os Part Number das memorias Kingston:

- ◊ [Part Number Kingston HyperX \(Actual\)](#)
- ◊ [Guía de números de referencia para memoria ValueRAM](#)

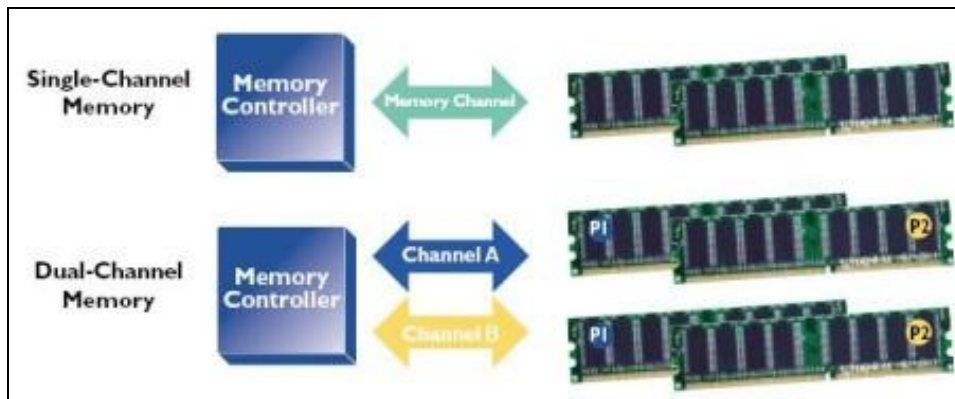
### 1.3.4.7 Multi Channel DDR-SDRAM

A **tecnoloxía de memoria multi-canle** aumenta a velocidade de transferencia de datos entre os módulos e o controlador ?engadindo máis canles de comunicación? entre eles.

A tecnoloxía *Multi Channel* DDR ten tres versións: **Dual-channel**, **Triple-channel** e **Quad-channel**. Como o seu nome indica, cada unha das tecnoloxías, respectivamente, emprega 2, 3 e 4 canles de datos para transferir a información a máis velocidade. Teoricamente, esta velocidade duplicase, triplícase e cuadríplícase, pero esta mellora só é teórica, pois probas realizadas demostran que non sempre na práctica se acadada esta mellora da velocidade.

- ◊ **Dual Channel DDR:** **Dual Channel** foi introducida por Intel no 2003 e segue sendo, a día de hoxe, a tecnoloxía Multi channel máis empregada. Tal e como sabemos xa, permite o incremento do rendemento grazas ao acceso simultáneo a dous módulos de memoria (cada un por unha canle independente de datos). Así, pódese deducir que, ?a velocidade teórica de acceso aos datos gardados na memoria DRAM dobra o seu valor?.

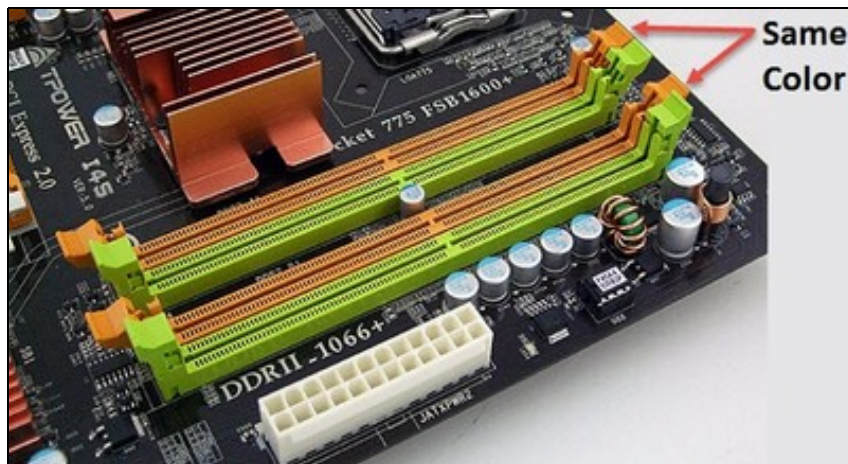
Para que un PC funcione en Dual Channel, deben ser idénticos ?de dous en dous? os módulos de memoria DDR (ou, DDR2, DDR3, DDR4). Idénticos en: frecuencia, latencias e fabricante. E tamén deben estar colocados eses módulos nos slots correspondentes tal e como manda o manual da placa base.



Na seguinte táboa podemos ver algún exemplo da mellora teórica na velocidade de transferencia dos datos:

Tipo	Ancho Bus (bits)	PC133	DDR266	DDR333	DDR400
Single-Channel	64	1,1 GB/s	2,1 GB/s	2,7 GB/s	3,2 GB/s
Dual-Channel	128		4,2 GB/s	5,4 GB/s	6,4 GB/s

Para mais información sobre *Dual Channel* DDR ler o seguinte [Whitepaper de Kingston](#).

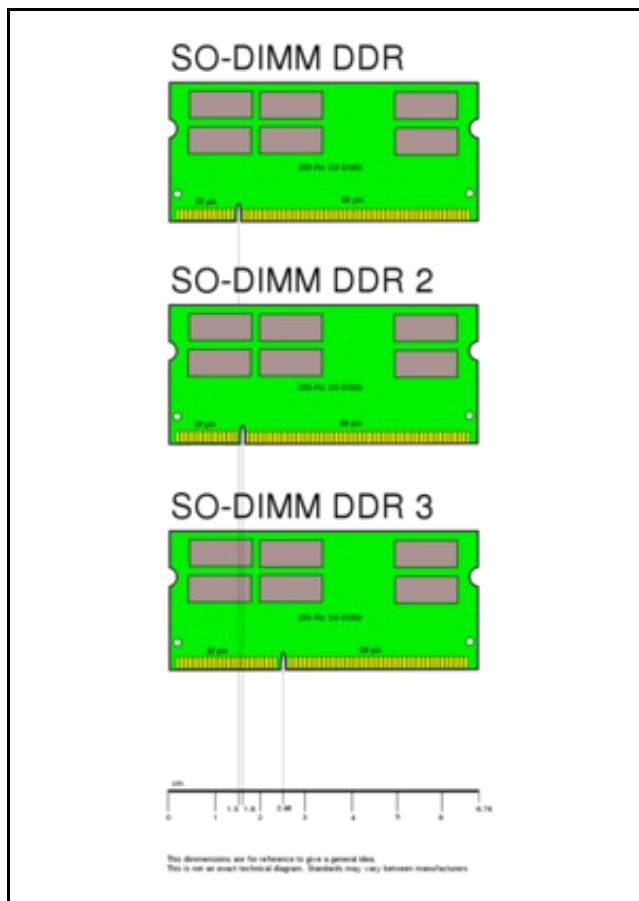


- ◊ **Quad Channel DDR:** A tecnoloxía de ?catro canles? é a seguinte que máis imos poder atopar (a de ?tres canles? raramente a atoparemos en ningunha placa base. Foi introducida no ano 2010, pero só a atoparemos en placas de moi alto prezo. Como podemos deducir, para conseguir aproveitar esta tecnoloxía teremos que instalar na placa base catro módulos idénticos (normalmente estas placas base veñen coa posibilidade de instalar ata 8 módulos de memoria DRAM). Tamén é importante indicar que se nestas placas só conectamos dous módulos de DRAM estes funcionarán a Dual e se conectamos tres funcionarán a Triple.





### 1.3.4.8 SO-DIMM



SODIMM DDR

As memorias **SO-DIMM** (*Small Outline DIMM*) consisten nunha versión compacta dos módulos DIMM convencionais, contando con menos contactos que os módulos normais:

- ◊ SDRAM : 144-pin
- ◊ DDR e DDR2 : 200-pin
- ◊ DDR3 : 204-pin
- ◊ DDR4 : 260-pin

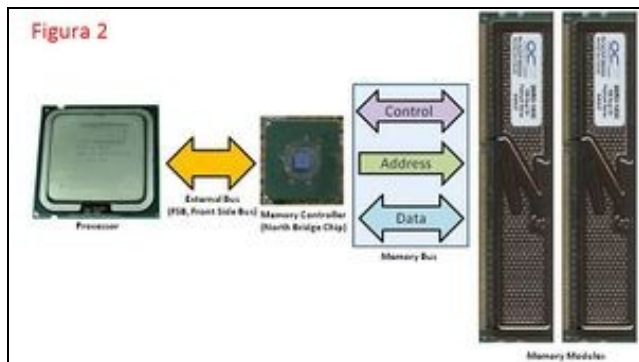
Dado o seu tamaño tan compacto, estes módulos de memoria suelen emplearse en laptops, PDAs, notebooks, impresoras de tamaño reducido e en equipos de sobremesa e terminales ultracompactos (baseados en placas base Mini-ITX).



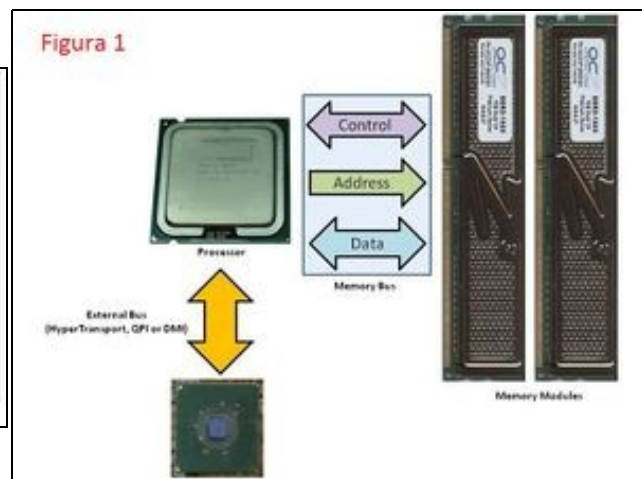
## 1.4 Algunhas definicións interesantes relativas á memoria RAM

- **FSB (Front Side Bus):** Este é o nome do dato (dado en MHz) que define a velocidade coa que se comunica a Ponte Norte có Microprocesador (hoxe en día o ancho do FSB é de 8 Bytes).

Como vimos no apartado do chipset, hoxe en día a memoria comunícase directamente có Microprocesador por medio dunha canle con nome diferente dependendo do fabricante.



Memoria - Procesador FSB



Memoria - Procesador Directo

- **Latencia CAS (CAS Latency ou CL):** Este dato ven a indicar, dun modo simple, o número de ciclos de reloxo dende que se realiza a demanda de datos ata que estes se poñen a disposición do bus de memoria. **Canto mais reducida sexa a latencia, mais rápido será o módulo con respecto a outro que traballe á mesma frecuencia.** Vexamos un par de exemplos:

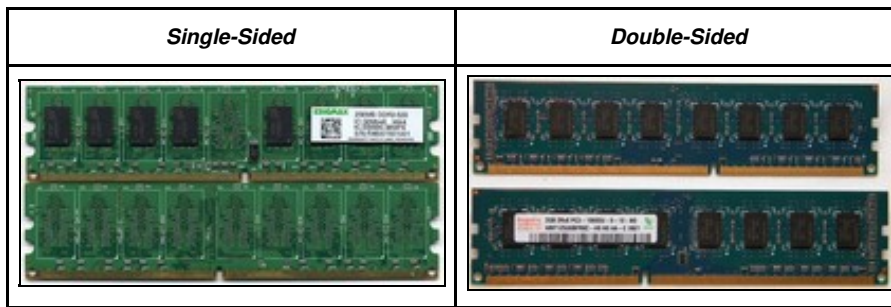
### - Módulo DDR2-1066 con CL5:

- 1.- A frecuencia de traballo do módulo DDR2-1066 é de  $1066 / 2 = 533$  MHz
- 2.- Tempo de cada ciclo:  $T = (533 \cdot 10^6)^{-1}$  segundos =  $1,876 \cdot 10^{-9}$  s = 1,876 ns
- 2.- Latencia CAS =  $T \cdot CL = 1,876 \cdot 5 = 9,38$  ns

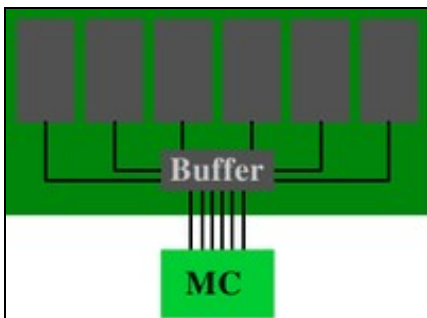
### - Módulo DDR3-1800 con CL8:

- 1.- A frecuencia de traballo do módulo DDR3-1800 é de  $1800 / 2 = 900$  MHz
- 2.- Tempo de cada ciclo:  $T = (900 \cdot 10^6)^{-1}$  segundos =  $1,111 \cdot 10^{-9}$  s = 1,111 ns
- 3.- Latencia CAS =  $T \cdot CL = 1,111 \cdot 8 = 8,89$  ns

- **Single-Sided (SS) e Double-Sided (DS):** Os módulos de memoria *Single-Sided* son os que só teñen *chips* de memoria nunha das súas caras. E, polo tanto, os módulos *Double-Sided* serán os que teñen *chips* de memoria nas dúas caras.



- **DDR3L-RS e DDR4-RS:** Son memorias que reducen ata un 70% o **IDD6** ou **self refresh**, sendo este o gasto da DRAM cando o reloxo do controlador de memoria está desactivado, feito que se da cando o equipo está en suspensión (standby).
- **ECC (Recoñecemento e corrección de erros - Error Checking and Correcting):** As memorias que teñen esta característica son capaces de recoñecer erros internos (erros de 1 bit ou erros de 2 bits). Os de 1 bit corríxense en funcionamento. En resumo, as memorias con función ECC son mais fiables, polo que normalmente se empregan en servidores. Para equipos domésticos non é habitual a utilización de módulos de memoria ECC pois teñen maior prezo e fanse un pouco máis lentas.



- **Rexistrada (Registered):** Os módulos de memoria que conteñen o distintivo de rexistrada dispoñen dunha memoria intermedia (*Buffer*) adicional que evita certos problemas que poderían xurdir ao empregar máis de 4 módulos DIMM nun ordenador. A maioría son módulos equipados ademais con ECC, polo que, o normal, é o seu uso en servidores.

A memoria convencional é a **unbuffered** ou **unregistered**.

Cando se trata de módulos DIMM, os módulos de memoria tipo **registered** son chamados **RDIMM**, mentres que os módulos de tipo **unregistered** son chamados **UDIMM**.



- **Chipkill:** O termo *chipkill* nos indica un custoso proceso para detectar e corrixir erros de máis dun bit en memorias ECC. Este proceso permite detectar erros de memoria e inhabilitar dun modo selectivo as partes problemáticas da memoria. Esta tecnoloxía non está dispoñible para PCs de sobremesa xa que non é realmente necesaria.

#### • **Single, Dual and Quad Rank:**

O termo *Rank (rango)* foi creado por **JEDEC**, para distinguir entre o número de bancos de memoria nun módulo en oposición ao número de bancos de memoria nun compoñente ou chip. Este concepto vale para todos os factores de forma pero é máis utilizado para memoria pertencente a servidores.

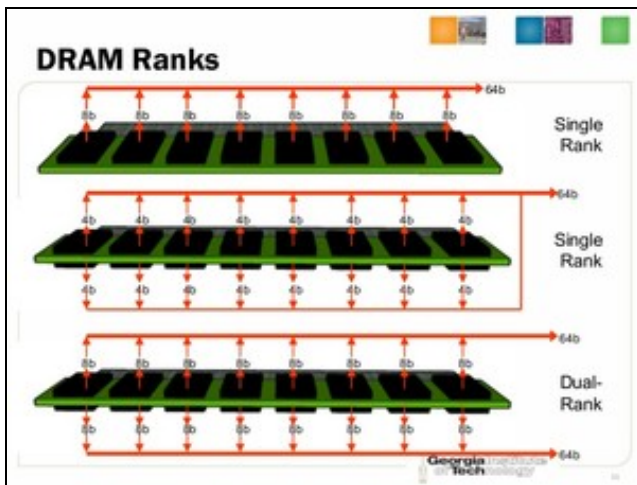
Un memory *Rank* é, simplemente, un bloque ou área de datos que é creado usando algúns ou todos os *chips* dun módulo. O *rank* pode ser de 64 bits de ancho ou, en sistemas ECC, de 72 bits. Dependendo de como foi fabricado o módulo, este pode ter unha, dúas ou catro áreas de datos de 64 bits de ancho (ou de 72 bits, tal e como se comentou). Isto é ao que se refire cando se fala de *Single Rank*, *Dual Rank* ou *Quad Rank*. Por exemplo, **Crucial** indica este feito poñendo nos módulos a etiqueta: 1Rx4, 2Rx4, 2Rx8, etc.

O x4 e x8 indica o número de bancos no *chip* de memoria. Este é o número que determina o *Rank* do módulo definitivo. Noutras palabras, se un módulo ten *chips* en ambos lados (DS) pode ser igual *Single Ranked*, *Dual Ranked* ou *Quad Ranked*, dependendo de como estes *chips* estean fabricados.

Tendo un módulo *Dual* ou *Quad Ranked* é o mesmo que ter dous ou catro módulos DRAM combinados nun único módulo. Por exemplo, pódese acceder a catro *Single Rank* 4GB RDIMM como a un único *Quad Rank* 16GB RDIMM (se o sistema é compatible, claro).

O problema cun *Rank* alto é que os servidores, moitas veces, teñen un límite en como poden ser direccionados estes *Ranks*. Por exemplo,

un servidor con 4 *slots* de memoria pode estar limitado a un total de 8 *Ranks*. Isto significa que podemos instalar 4 módulos *Single Rank* ou 4 módulos *Dual Rank* pero só 2 módulos *Quad Rank* (se instalamos máis excederíase a cantidade de *Ranks* que o sistema pode direccionar).



## 1.5 Analizadores da Memoria RAM

Se un módulo de memoria RAM do noso equipo está avariado, o mais normal é que a placa base avise cunha serie de pitidos característicos cando o equipo se encende. Así e todo hai veces que, aínda que un módulo teña certas celas de memoria avariadas, o BIOS non as detecta e, polo tanto, o equipo encende con normalidade. Este tipo de avarías son difíciles de detectar pois son do tipo:

- Estamos instalando SO ou un programa e o equipo se queda no intento.
- Traballando normalmente o equipo se queda colgado ou nos aparece o famoso "pantallazo azul" no caso dun SO Windows.

Estes síntomas poden ser devidos a moitas avarías distintas: Faios nos módulos de memoria, na placa, no micro, o equipo quéntase, o lector de DVDs está mal, o CD está raiado, o disco duro está avariado,... Entre todas estas posibilidades tamén está unha avaría nos módulos da Memoria RAM, así que é fundamental ter o xeito de comprobar que estes compoñentes se atopen en bo estado. Existen moitos programas, tanto gratuítos como de pago, que permiten analizar a integridade da memoria RAM, algúns deles: [memtest](#), [simmtester](#),...

- Para comprobar a memoria existente no noso equipo Windows e realizar un chequeo:

```
PS> Get-WmiObject -Class Win32_PhysicalMemory
...
...
PS> winsat mem
...
> Rendimiento de la memoria      17880.76 MB/s
...
PS> mdsched.exe
```

- En linux:

```
$ cat /proc/meminfo
...
$ free -m
...
```

## 1.6 Enlaces interesantes

- [JEDEC - Organismo de estandarización de memorias](#)
- [Aquí](#) podes atopar os principais fabricantes de RAM.
- En [Memoryx](#) ou en [Crucial](#) podes atopar o modelo de memoria RAM que ten o teu equipo ou periférico e facer unha estimación do que te pode custar a súa ampliación.
- Na [web de Kingston](#) podemos atopar información sobre a memoria RAM e aclaracións moi útiles.