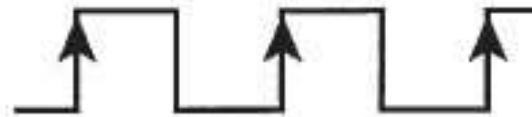




# SDR

1 transfer  
per clock cycle



Clock Freq = 100MHz  
Data Freq = 100MHz

# DDR

2 transfers  
per clock cycle



Clock Freq = 100MHz  
Data Freq = 200MHz

## Tipos de Memoria DRAM

- ✓ **DDR2:** funciona cuatro veces más rápido que el bus del sistema; lee o escribe cuatro unidades de datos en cada ciclo de reloj. 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.

Module Type	Chip Type	Base Clock Speed	Cycle Time	Cycles per Clock	Bus Speed	Bus Width	Module Transfer Rate	Dual-Channel Transfer Rate
PC2-3200	DDR2-400	200MHz	5.00ns	2	400MTps	8 bytes	3,200MBps	6,400MBps
PC2-4200	DDR2-533	266MHz	3.75ns	2	533MTps	8 bytes	4,266MBps	8,533MBps
PC2-5300	DDR2-667	333MHz	3.00ns	2	667MTps	8 bytes	5,333MBps	10,667MBps
PC2-6400	DDR2-800	400MHz	2.50ns	2	800MTps	8 bytes	6,400MBps	12,800MBps
PC2-8500	DDR2-1066	533MHz	1.88ns	2	1,066MTps	8 bytes	8,533MBps	17,066MBps

DDR = Double data rate

MHz = Million cycles per second

MTps = Million transfers per second

MBps = Million bytes per second

ns = Nanoseconds (billionths of a second)

**DDR2**

Module Type	Chip Type	Base Clock Speed	Cycle Time	Cycles per Clock	Bus Speed	Bus Width	Module Transfer Rate	Dual-Channel Transfer Rate	Tri-Channel Transfer Rate
PC3-6400	DDR3-800	400MHz	2.50ns	2	800MTps	8 bytes	6,400MBps	12,800MBps	19,200MBps
PC3-8500	DDR3-1066	533MHz	1.88ns	2	1,066MTps	8 bytes	8,533MBps	17,066MBps	25,600MBps
PC3-10600	DDR3-1333	667MHz	1.50ns	2	1,333MTps	8 bytes	10,667MBps	21,333MBps	32,000MBps
PC3-12800	DDR3-1600	800MHz	1.25ns	2	1,600MTps	8 bytes	12,800MBps	25,600MBps	38,400MBps
PC3-14900	DDR3-1866	933MHz	1.07ns	2	1,866MTps	8 bytes	14,933MBps	29,866MBps	44,800MBps
PC3-17000	DDR3-2133	1066MHz	0.94ns	2	2,133MTps	8 bytes	17,066MBps	34,133MBps	51,200MBps

DDR = Double data rate

MHz = Million cycles per second

MTps = Million transfers per second

MBps = Million bytes per second

ns = Nanoseconds (billionths of a second)

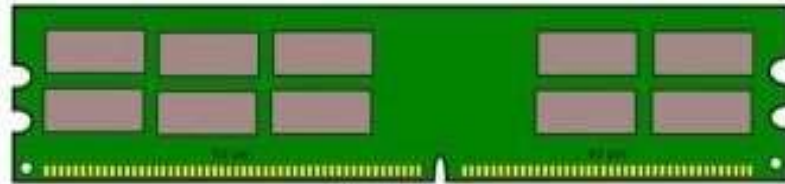
**DDR3**

- ✓ **DDR4:** Funciona dieciséis veces más rápido que el bus del sistema. Se caracterizan por tener 288 contactos (en lugar de los 240 de las DDR3). La tensión está entre 1,2 y 1,05V y con este tipo de memoria desaparece el uso de doble y triple canal, cada controlador de memoria está conectado a un módulo único.
- ✓ **DDR5:** Se espera su comercialización a lo largo del año 2019. Duplicará las tasas de transferencia de datos de las DDR4, siendo un 20% más eficaces y que permita el aumento de canales de memoria hasta 16, consiguiendo configuraciones que vayan de los 64Gb hasta los 128Gb.
- ✓ **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 sobrecalentamiento. Consolas de octava generación, como PlayStation 4 y Xbox One X, utilizan memoria GDDR5. El modelo original de Xbox One, sin embargo, utiliza memoria DDR3



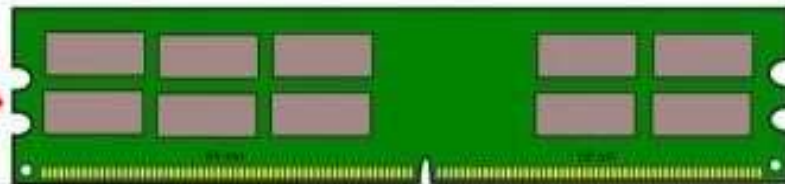
# Tipos de Memoria DRAM

DDR



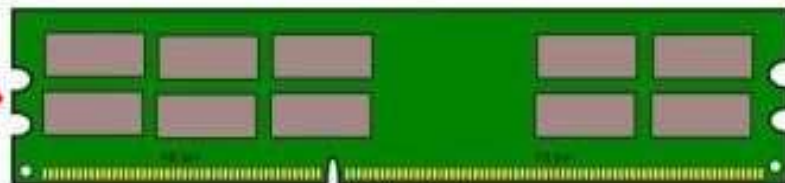
184-pin DDR SDRAM

DDR2



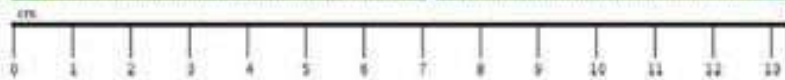
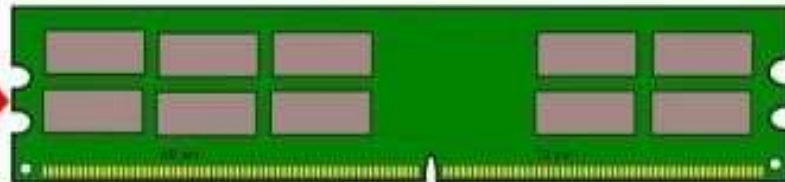
240-pin DDR2 SDRAM

DDR3



240-pin DDR3 SDRAM

DDR4



SDR-SDRAM



DDR-SDRAM



DDR2-SDRAM



DDR3-SDRAM



## SDRAM



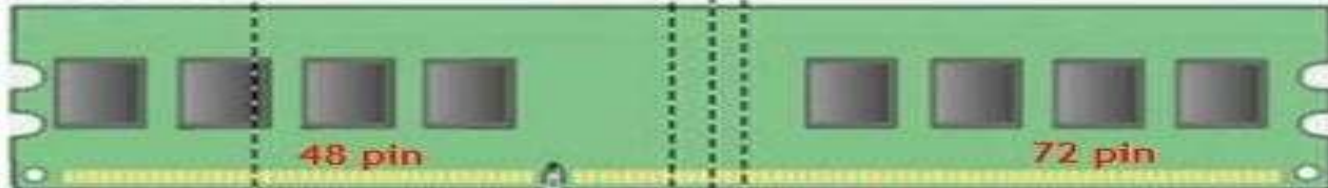
## DDR



## DDR2



## DDR3



## Tipos de Memoria DRAM




AM18-NUS on Nintendo 64



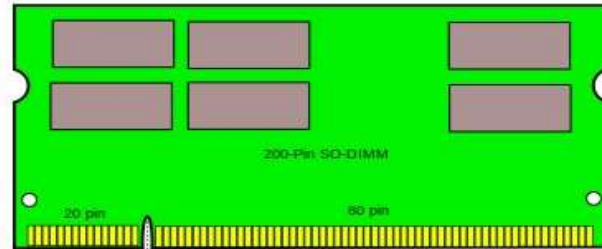
A Samsung RDRAM Installed with Pentium 4 1.5 GHz

- **SODIMM (Small Outline DIMM, DIMM de Contorno Pequeño):** es una versión compacta de módulos DIMM utilizada 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 modelos:
  - ✓ **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.

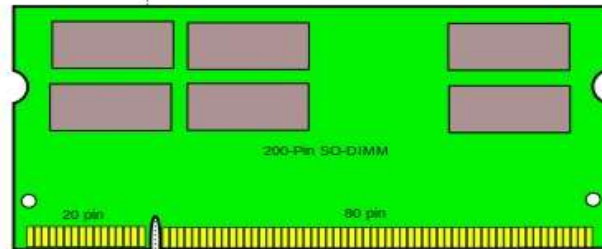
- 
- ✓ **SoDIMM DDR y DDR2:** tiene 200 contactos y una sola muesca. Se diferencia de la SoDIMM SDR porque la muesca se encuentra cerca del centro.
  - ✓ **SoDIMM DDR3:** tiene 204 contactos y una sola muesca.
  - ✓ **SoDIMM DDR4:** tiene 260 contactos y una sola muesca.

# Tipos de Memoria DRAM

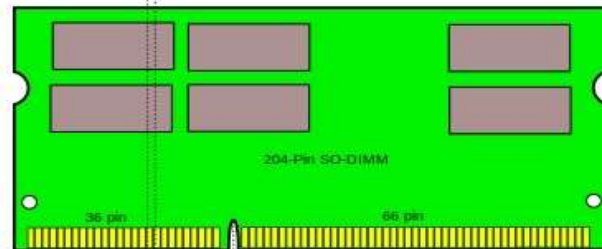
## SO-DIMM DDR



## SO-DIMM DDR 2



## SO-DIMM DDR 3



SD



DDR



DDR2



DDR3

RD



## Otro Tipo de Memoria RAM

- **FPM:** 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:** 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.
- **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

## Parámetros Característicos de las Memorias RAM (Cálculos e identificación)

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**.

- Puesto que de manera inevitable los módulos de memoria RAM pueden fallar, existen técnicas para la detección y corrección de errores en la transmisión de información.
  - ✓ Paridad: Los sistemas basados en el bit de Paridad permiten detectar errores de memoria pero no son capaces de corregirlos.
  - ✓ ECC: la técnica ECC (Error-Correcting Code) es capaz de detectar y corregir algunos errores.
- No todas los módulos de memoria incorporan la tecnología ECC debido al sobrecoste que supone y porque el resto del sistema debe ser compatible esa tecnología (procesador, placa base y la propia memoria).

## Parámetros Característicos de las Memorias RAM (Cálculos e identificación)

- Hay que tener en cuenta que la técnica de chequeo de errores hace que su rendimiento se vea mermado (aunque muy poco) puesto que tiene que hacer comprobaciones adicionales que las memorias sin esta tecnología no tienen que hacer.
- Por ello, las memorias ECC se suelen utilizar en sistemas que necesitan de un alto grado de tolerancia a fallos, donde un fallo en la memoria puede sobrecargar el sistema para corregirlo.
- **Frecuencia:** Nos indica el número de operaciones que puede realizar por segundo. Su medida es en Hz. 1 MHz = 1 millón de operaciones/s.

Ejemplo: 1GHz=1000MHz.

- **Ancho del bus:** el número de bits con los que puede trabajar de forma simultánea. Actualmente el bus de datos por el que viaja la información de la memoria es de 64 bits=8bytes.

## Parámetros Característicos de las Memorias RAM (Cálculos e identificación)

- **Velocidad de transferencia:** Cantidad de información transferida en un segundo. Se mide en MB/s.

$$V \text{ (MB/s)} = \text{frecuencia (MHz)} \times \text{ancho (bytes)}$$

➤ **Ejercicio: Calcular la velocidad de transferencia de una memoria DDR-400MHz**

- **Latencia:** Existen varios tipos de latencia (CAS, RAS, ACTIVE y PRECHARGE). Cada uno de ellos mide el tiempo que le cuesta a la memoria realizar una operación determinada, normalmente en cuanto al acceso a un dato o a su ubicación se refiere.
- La latencia CAS (o latencia CL) indica el tiempo que tarda la columna de un dato en ser localizada desde que éste es solicitado, concretamente expresa los ciclos de latencia de un módulo de memoria determinada de forma que una cifra más baja indica mayores velocidades (un módulo con latencia CL2 será más rápido que uno con CL4).

## *Parámetros Característicos de las Memorias RAM (Cálculos e identificación)*

- Debemos que tener en cuenta que al tratarse de tiempos de acceso, cuanto menores sean dichos valores, más rápida será la memoria.
- Por lo general, estos valores serán más alto cuanto mayor sea la frecuencia de la memoria, puesto que a velocidades mayores, más difícil es controlar la latencia. En cualquier caso, la cifra de latencia sólo debería utilizarse para medir módulos de igual frecuencia.
- Se pueden mezclar módulos con diferentes valores de latencia en un mismo sistema pero normalmente la latencia de toda la memoria será la de aquella que tenga la mayor latencia.

## Parámetros Característicos de las Memorias RAM (Cálculos e identificación)

**Ejercicio:** ¿Cuál sería la latencia en ns (nano segundos) para las siguientes memorias RAM?

- a) DDR3 1600MHZ y Latencia (CAS) = 8 CL
- b) DDR4 2666MHZ y Latencia (CAS) = 14CL

Datos:

Período= El tiempo que dura un ciclo de reloj.  
Período de una señal=  $1/\text{frecuencia}$

**Respuesta:**

a) Tiempo de Respuesta Inicial  $\rightarrow$  CL / Frecuencia  
 $8/1600 \cdot 10^6 = 0,005 \cdot 10^{-6} \rightarrow 5 \text{ ns } (5 \cdot 10^{-9} \text{ s})$

b) Tiempo de Respuesta Inicial  $\rightarrow$  CL / Frecuencia  
 $14/2666 \cdot 10^6 = 0,00525 \cdot 10^{-6} \rightarrow 5,25 \text{ ns } (5,25 \cdot 10^{-9} \text{ s})$

# Parámetros Característicos de las Memorias RAM (Cálculos e identificación)

- Ejemplos

Nombre estándar según velocidades	Nombre del módulo	Máxima capacidad de transferencia según el ancho de banda
DDR-200	PC1600	1.600 millones de bytes
DDR-266	PC2100	2.133 MiB/s
DDR-300	PC2400	2.400 MiB/s
DDR-333	PC2700	2.667 MiB/s
DDR-366	PC3000	2.933 MiB/s
DDR-400	PC3200	3.200 MiB/s
DDR-433	PC3500	3.500 MiB/s
DDR-466	PC3700	3.700 MiB/s
DDR-500	PC4000	4.000 MiB/s
DDR-533	PC4300	4.264 MiB/s

Velocidad de transferencia es 200 Mhz y la tasa de transferencia de datos es 1600 MB/s . Este valor se calcula:  
**8 Bytes X 200 Mhz = 1600 MB/s**

Velocidad de transferencia es 266 Mhz y la tasa de transferencia de datos es 2100 MB/s . Este valor se calcula:  
**8 Bytes X 266 Mhz = 2128 ≈ 2100 MB**

***(ancho datos en Bytes) \* (velocidad transferencia en MHz) = tasa transferencia (MB/s)***

## Parámetros Característicos de las Memorias RAM (Cálculos e identificación)

### ■ Ejemplos

Nombre estándar según velocidades	Nombre del módulo	Máxima capacidad de transferencia según el ancho de banda
DDR2-400	PC2-3.200	3.200 MiB/s
DDR2-533	PC2-4.200	4.264 MiB/s
DDR2-667	PC2-5.300 <sup>1</sup>	5.336 MiB/s
DDR2-800	PC2-6.400	6.400 MiB/s
DDR2-1.066	PC2-8.500	8.500 MiB/s

Velocidad de transferencia es 400 MHz y la tasa de transferencia de datos es 3.200 MB/s . Este valor se calcula:

$$8 \text{ Bytes} \times 400 \text{ MHz} = 3.200 \text{ MB/s}$$

La velocidad del bus de memoria es  $400 : 4 = 100 \text{ MHz}$

***(ancho datos en Bytes) \* (velocidad transferencia en MHz) = tasa transferencia (MB/s)***



## Parámetros Característicos de las Memorias RAM (Cálculos e identificación)

- Ejemplos

Nombre estándar según velocidades	Nombre del módulo	Máxima capacidad de transferencia según el ancho de banda
DDR3-800	PC3-6.400	6.400 MB/s
DDR3-1.066	PC3-8.500	8.533 MiB/s
DDR3-1.333	PC3-10.600	10.667 MiB/s
DDR3-1.600	PC3-12.800	12.800 MiB/s
DDR3-2.000	PC3-16.000	16.000 MiB/s
DDR3-2.133	PC3-17.000	17.067 MiB/s

Velocidad de transferencia es 800 MHz y la tasa de transferencia de datos es 6.400 MB/s . Este valor se calcula:

**8 Bytes X 800 MHz = 6.400 MB/s**

La velocidad del bus de memoria es 800MHz : 8 = 100 MHz

***(ancho datos en Bytes) \* (velocidad transferencia en MHz) = tasa transferencia (MB/s)***

- Ejemplos

*(DDR) 8B \* 2 bits/ciclo \* 800MHz = 128 MB/s*

*(DDR2) 8B \* 4 bits/ciclo \* 800MHz = 256 MB/s*

*(DDR3) 8B \* 8 bits/ciclo \* 800MHz = 512 MB/s*

*(DDR4) 8B \* 16 bits/ciclo \* 800MHz = 1024 MB/s*

*ancho datos (Byte) \* bits/ciclo \* velocidad bus memoria (MHz) = tasa transferencia memoria (MB/s)*

### Ejercicio:

Calcular:

1. **Velocidad bus memoria** para ancho 32bits y tasa de 1600MB/s (DDR2)
2. **Tasa de transferencia memoria** para ancho 64bits, velocidad bus memoria 200MHz (DDR3)
3. **Ancho datos** para velocidad bus memoria 800MHz y tasa 3200MB/s (DDR)

- Las memorias RAM tienen una serie de letras y número impresas por el fabricante que proporcionan la siguiente información:
  - ✓ **Fabricante:** suelen aparecer las iniciales , logotipo o código del fabricante.
  - ✓ **Bit cuádruple:** Si es de este tipo, aparecerá un cuatro.

- ✓ **Capacidad (en MBytes)**
- ✓ **Velocidad acceso:** asociada al tiempo de acceso, expresada en nanosegundos.
- ✓ **Frecuencia de reloj (MHz)**
- ✓ **Voltaje**


□ **Ejemplo: Corsair DIMM 8GB DDR3 PC3-1600 200MHz 2x4GB”** Desglosemos cada palabra:

- **Corsair:** Es el nombre del fabricante de la memoria Ram.
- **DIMM:** Es el factor de forma o la referencia de la Ram.
- **8GB:** Es la memoria máxima que tiene el modulo Ram.

- **DDR3:** DDR es la tecnología, y 3 es el tipo o la evolución de esa tecnología.
- **PC3-1600:** PC3 es un sinónimo de DDR3, esto equivale a decir que PC=DDR y PC2=DDR2 y 1600 es la tasa de transferencia en MB/sg.
- **200 MHz:** Es la velocidad de la memoria en MegaHertz (MHz).
- **2x4GB:** significa que se compra 2 memorias ram de 4GB cada una en el mismo pack de forma que con las dos tenemos 8GB...

**Ejemplo: Kingston ValueRAM SO-DIMM DDR3L 1600 PC3-12800 4GB CL11**

- **Kingston:** marca de la memoria RAM
- **SO-DIMM:** Es el factor de forma o la referencia de la Ram.
- **DDR3:** DDR es la tecnología, y 3 es el tipo o la evolución de esa tecnología.

- 
- **PC3-1600:** PC3 es un sinónimo de DDR3, esto equivale a decir que PC=DDR y PC2=DDR2 y 1600 es la tasa de transferencia en MB/sg.
  - **12800:** Es la velocidad de la memoria en MegaHertz (MHz) que se obtiene de multiplicar 8 Bytes \* 1600 MB/sg .
  - **4GB:** Es la memoria máxima que tiene el modulo Ram.
  - **CL11:** CL (Cas Latency) es uno de los datos más importantes, y significa el tiempo que pasó desde que se selección la fila y columna de acceso a la memoria y salió el dato hace el procesador. Cuanto más bajo sea este valor, mejor será nuestra memoria ram. Si por el contrario tenemos una ram que va a muchos MHz pero que tiene un CL muy alto, tendremos una memoria normal porque una cosa descompensa la otra.



**Ejemplo:** Supongamos un módulo de memoria RAM de la marca *Kingston*, concretamente de la serie ValueRam, que contiene la siguiente etiqueta: KVR533D2N4K2/512

- **KVR:** Fabricante y modelo, Kingston ValueRam
- **533:** Velocidad, 533 MHz
- **D2:** Tecnología, DDR2
- **N:** Non ECC
- **4:** Latencia CAS
- **K2:** Kit 2 módulos
- **512:** Capacidad, en MB en este caso (cuando se trata de GB aparece la letra G a la derecha de la cantidad)

-

**Ejercicio: Identificar los datos que muestran las siguientes memorias RAM:**

- **Crucial DDR4 2400 PC4-19200 8GB CL17**
- **G.Skill Aegis DDR4 2133 PC4-17000 4GB CL15**
- **Kingston HyperX Predator DDR4 2666 PC4-21300 8GB 1x8GB CL13**
- **Crucial SO-DIMM DDR4 2400 PC4-19200 4GB CL17**
- **Corsair Vengeance LPX DDR4 2133 PC4-17000 16GB 2x8GB CL13**
- **Kingston DDR3 1600 PC3-12800 4GB CL11**