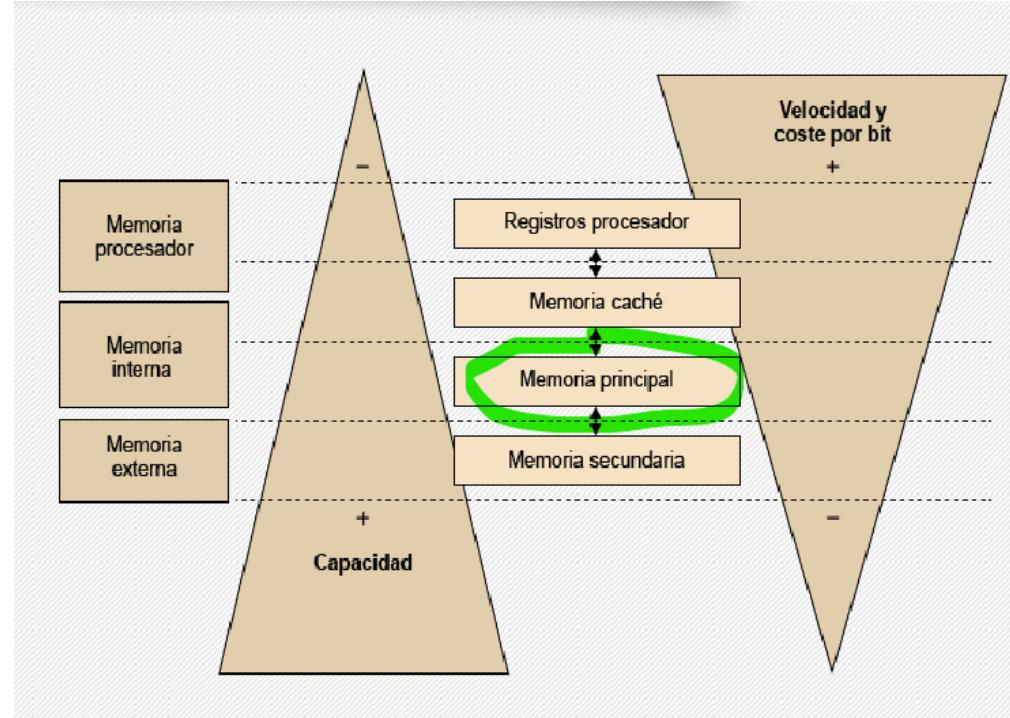


La memoria

Sistemas Informáticos

Jerarquía de memoria



La memoria.Definición

La memoria de un ordenador se puede definir como los circuitos que permiten almacenar y recuperar la información durante algún periodo de tiempo. La memoria se clasifica de forma genérica en Memorias volátiles (RAM - Random Access Memory) , Memorias no volátiles (ROM - Read Only Memory) y memoria Flash.

La memoria principal, también llamada RAM (Random Access Memory)

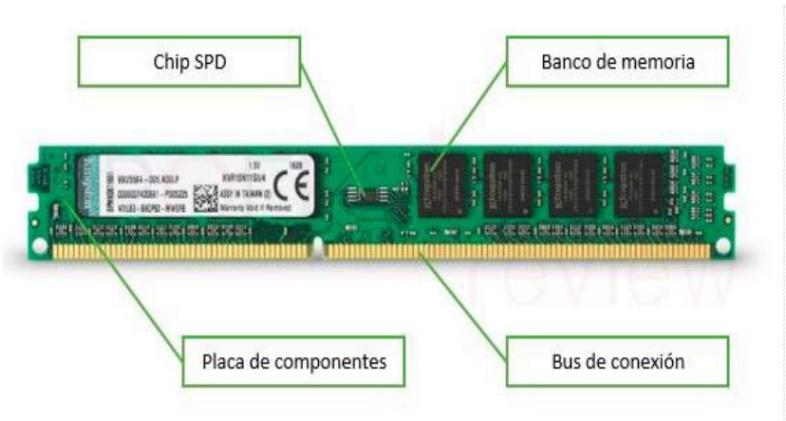
Es un componente electrónico que se encarga de almacenar temporalmente toda la lógica del ordenador como el sistema operativo, los programas que estamos ejecutando y otros datos para su funcionamiento, hasta que decidimos almacenarlos definitivamente en un medio físico como el disquete o el disco duro, ya que la RAM es volátil y al apagar el equipo pierde la información almacenada en ella. **Si la memoria RAM no existiera** las instrucciones deberían de ser tomadas directamente de los discos duros.

Las memorias no volátiles (ROM - Read Only Memory)

Se caracterizan por no perder los datos grabados cuando cesa la corriente eléctrica. Son usadas por tanto como registro de datos por un tiempo más largo

Memoria FLASH. Es un tipo de memoria EEPROM , no volátil, pero que permite la lectura y escritura de múltiples posiciones de memoria en la misma operación

La memoria RAM. Componentes físicos



Reloj

Las memorias RAM síncronas cuentan con un reloj que se encarga de sincronizar las operaciones de lectura y escritura de estos elementos. Las memorias asíncronas no llevan este tipo de elemento integrado.

Placa de componentes

Es la estructura que soporta los demás componentes y las pistas eléctricas que comunican cada una de las partes de estas.

Bancos de memoria

Son los componentes físicos encargados de almacenar los registros. Están formados chips de circuitos integrados compuestos en su interior por transistores y capacitores que forman celdas de almacenamiento.

Chip SPD

El chip SPD (Serial Presence Detect) es el encargado de almacenar datos relativos al módulo de memoria RAM. Estos datos son el tamaño de la memoria, el tiempo de acceso, velocidad y el tipo de memoria.

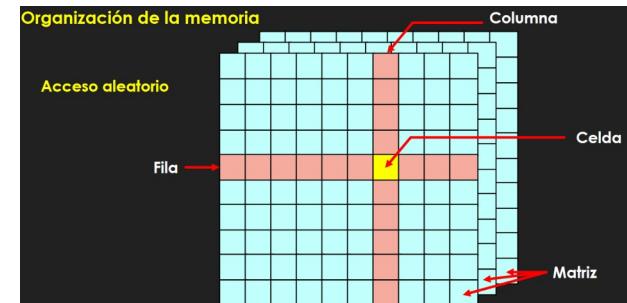
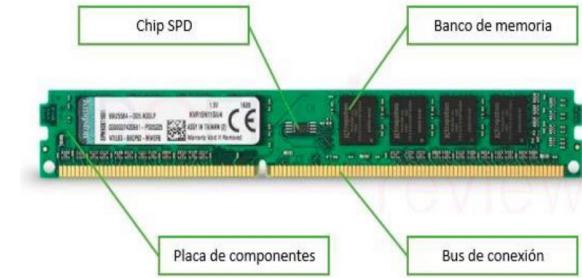
Bus de conexión

Este bus compuesto por contactos eléctricos y es el encargado de permitir la comunicación entre el módulo de memoria y la placa base.

La memoria RAM. Características generales

Su aspecto físico es el de una plaquita de circuito impreso llamada comúnmente módulo de memoria.

- **Encapsulado.** Define el formato del zócalo de memoria donde se debe incorporar en la placa base, tanto por el número de contactos, su tamaño y la frecuencia de reloj a la que funciona.
- **Tipo de Memoria.** En general se clasifican en estáticas (**SRAM**) y dinámicas (**DRAM**). Siendo las primeras más caras y rápidas, La RAM dinámica necesita ser refrescada cientos de veces por segundo, mientras que la RAM estática no necesita ser refrescada tan frecuentemente, por lo que se suelen utilizar para la memoria caché.
- **Refresco.** Un módulo de memoria está fabricado a base de celdas eléctricas. El proceso de refresco recarga eléctricamente esas celdas, que se distribuyen en el chip en forma de filas. La tasa de refresco hace referencia al número de filas que se deben refrescar. Dos tasas de refresco típicas son las de 2 y 4 kb. Esto quiere decir que se refrescan 2000 o 4000 filas respectivamente. **Existen dos métodos** de refresco que son: El distribuido y En ráfagas (Bursa). El refresco distribuido carga **una fila** cada vez, en orden secuencial. El método de ráfaga carga **un grupo** completo de filas en una sola ráfaga.
- **Voltaje.** Los módulos de memoria tienen un voltaje de alimentación eléctrica típico necesario para su funcionamiento, 3,3 (SDRAM) , 2,4 (SDRAM DDR), 1,8 (SDRAM DDR2), 1,5 (SDRAM DDR3) , 1,2 (SDRAM DDR4) y siguen su evolución, trabajando cada vez más rápidas y con menor consumo de energía. **voltios Refresco.** Un módulo de memoria está fabricado a base de celdas eléctricas.
- **Velocidad de acceso.** Es el tiempo que se tarda en acceder a una celda de memoria. Se mide nanosegundos (ns) y cuanto menor sea mejor rendimiento proporciona.
- **Capacidad.** Es la cantidad de MB que permite almacenar.
- **Tasa de transferencia de datos.** Es la velocidad de datos a la que se pueden transferir. En las memorias actuales DDR se usa una nomenclatura que comienza con PC y luego indicando los bytes por segundo. Así tenemos PC2100, PC2700, PC3200 en el caso de los módulos DDR y PC-4200, PC-5300 y PC-6400 en el caso de los módulos DDR2, PC3 8500/10600/12800.en el caso de módulos DDR3 , para indicarnos 2100 bps, 2700 bps, 3200 bps , 4200 bps , 5300 bps y 6400 bps, 8500 bps, 10600 bps y 12800 bps respectivamente.
- **Frecuencia del bus de la placa base.** Según la frecuencia efectiva de este bus la memoria podrá transferir más o menos rápido, por lo que está muy ligada a la velocidad de transferencia de datos. Por esta razón las memorias DDR las encontraremos denominadas como DDR266, DDR333, DDR400 , DDR533 DDR2667 o DDR2800, DDR31333 o DDR42133 indicando que es para un bus de 266 Mhz, 333 Mhz, 400 Mhz , 533 Mhz, 667 Mhz 800 Mhz, 1333 Mhz o 2133 Mhz respectivamente.
- **Comprobación de errores.** Algunos módulos de RAM incorporan la comprobación de errores (llamada paridad) y algunos no; no mezcle los módulos.
- **Marca.** Existen diversos fabricantes de memorias como Kingston, Fujitsu, Siemens, etc.



La memoria RAM.tipos

Los dos tipos principales son la RAM estática (SRAM, Static RAM) y la RAM dinámica (DRAM, Dynamic RAM).

- SRAM (Static Random Access Memory). Memoria estática de acceso aleatorio.
 - Memoria RAM muy rápida que no necesita refresco.
 - Por sus características es bastante más cara.
 - Suele utilizarse como memoria caché.
- DRAM (Dinamic Random Access Memory). Memoria dinámica de acceso aleatorio.
 - Común en los ordenadores.
 - Requiere un refresco continuo, (debe de ser retroalimentada con corriente eléctrica) del orden de varios cientos de veces por segundo para mantener su contenido intacto.
 - Es un tipo de memoria asíncrona (no está sincronizada con los ciclos de reloj), por lo que es mas lenta que la SDRAM (síncrona), por lo que se dejó de utilizar en sustitución de la SDRAM.



Tecnologías de la memoria DRAM.

Las tecnologías que se han empleado y se emplean actualmente en la fabricación de memoria DRAM, en orden creciente de antigüedad y prestaciones (la mayoría de ellas con importantes mejoras en el direccionamiento) son:

- **FPM (Fast Page Mode). Memoria en modo paginado.** El nombre de esta memoria procede del modo en el que hace la transferencia de datos, que también es llamado **paginamiento rápido**. Era el tipo de memoria normal para las computadores 386, 486 y los primeros Pentium. Llegó a fabricarse en velocidades de 60ns y la forma que presentaban era en módulos **SIMM de 30 pines**, para los equipos 386 y 486 y para los equipos Pentium era en **SIMM de 72 pines**.

El acceso a los bits de memoria se realiza por medio de coordenadas, **fila y columna**. Antes del modo paginado, era leido pulsando la fila y la columna de las líneas seleccionadas. Con el modo pagina, la fila se selecciona **solo una vez para todas las columnas** (bits) dentro de la fila, dando como resultado un rápido acceso

- **EDO RAM (Extended Data Out Random Access).** Memoria de acceso aleatorio con salida de datos extendida. Tecnología que permite a la memoria DRAM acortar el camino de transferencia de datos entre la memoria y la CPU. Esta memoria puede alcanzar velocidades de hasta 45ns. La transmisión **se efectuaba por bloques de memoria** y no por instrucción como lo venía haciendo las memorias FPM. Además **es asíncrona** lo que significa que no puede acceder a varios datos en el mismo ciclo de reloj. Ya no se utiliza en los ordenadores actuales. Se fabricaban en **SIMM y DIMM** para Pentium, Pentium Pro y Pentium II.

- **BEDO (Burst EDO).** Es un tipo más rápido de EDO que mejora la velocidad usando un contador de dirección para las siguientes direcciones y un estado, denominado **pipeline**, que solapa las operaciones, de manera que, mientras una instrucción se está ejecutando, la computadora está decodificando la siguiente instrucción.

- **PB SRAM (Pipeline Burst SRAM).** Utiliza también pipeline y se mueve en velocidades de acceso entre 4 ns y 8 ns.

Tecnologías de la memoria SDRAM.

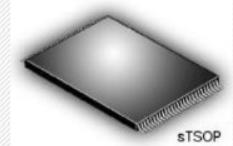
En las SDRAM, la lectura y escritura se sincronizan con el reloj interno de microprocesador, haciendo que el rendimiento en lectura/escritura entre este y la memoria se dispare considerablemente. Entre las memorias que podemos encontrar con este modo de funcionamiento tipo destaca:

- **SDRAM** (Synchronous Dynamic Random Access Memory). Memoria dinámica de paginación de acceso aleatorio. Tecnología DRAM que usa un reloj para sincronizar la entrada y salida de datos en la memoria de un chip. En las placas con el bus 100 MHz deben ser del tipo PC100. Alcanza velocidades de acceso de hasta 10 ns o inferiores.. Se presenta en módulos **DIMM**.
- **RDRAM** (Rambus DRAM) o **DRDRAM** (Direct Rambus DRAM). Memoria dinámica de acceso aleatorio para tecnología Rambus. Esta memoria tiene una transferencia de datos de 64 bits llegando en ocasiones a 1.6 Gbps. Se utilizan para Pentium 4 y evita los cuellos de botella entre la tarjeta gráfica AGP y la memoria del sistema. Muy cara y de poca repercusión comercial.
- **DDRAM** (Doubled Data Rate RAM) Memoria SDRAM pero con una doble tasa de transferencia de datos. Se refiere a que la memoria DDR procesa dos veces más datos que la SDRAM en cada ciclo de reloj. De esta manera, la memoria DDR con un bus de 133 MHz trabaja como si el bus fuera de 266 MHz. Gracias a ello, mientras una memoria PC133 puede transferir casi 1,1 gigabytes de datos en cada segundo (GBps), la memoria DDR266 transfiere datos a 2,1 GBps. Se proporciona en formato DIMM pero con 168 patillas en vez de los 184 habituales y con sólo una muesca. La DDR trabajará con tan sólo 2.5V, siendo ésta una reducción del 30% respecto a los 3.3V de la SDRAM, esta memoria se ha ido actualizando pasando por DDR2 (184 pins, 1.8 v), DDR3 (240 pins, 1.5 v), DDR4 (288 pins, 1.2 v).

Tipos de encapsulado

Los chips de memoria sobre todo DRAM suelen presentarse en cuatro formas de encapsulado: DIP, SOJ , TSOP y STSOP

- **DIP. (Dual Inline Package, Encapsulado Dual en Línea).** Muy popular en los tiempos en que los circuitos se insertaban directamente en la placa. Podían aparecer soldados o incrustados en los zócalos en placa.
- **SOJ (Small Outlined J-Lead, Alineación de pequeñas patillas de forma de J).** Este encapsulado se monta directamente sobre la superficie del circuito impreso. En las ampliaciones de las antiguas tarjetas gráficas solían utilizarse este tipo de chips
- **TSOP (Thin, Small Outlined Package, encapsulado de patillas pequeñas y delgadas alineadas) .** Se afianzaron en el mercado con el nacimiento de los módulos SIMM, hasta el punto de convertirse actualmente en la forma de encapsulado DRAM más extendida.
- **STSOP (Shrink Thin Small Outline Package, encapsulado de patillas pequeñas y delgadas alineadas encogidas).** Tiene las mismas características que TSOP pero la mitad de tamaño. Permitiendo añadir más chips en los módulos DRAM en la misma cantidad de espacio

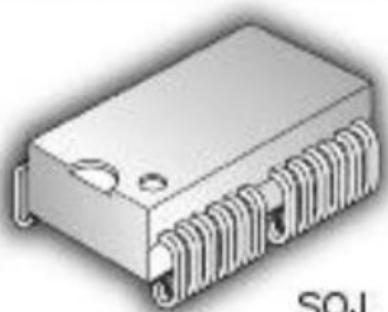


Tipos de encapsulado

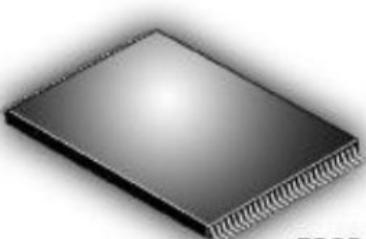
DIP



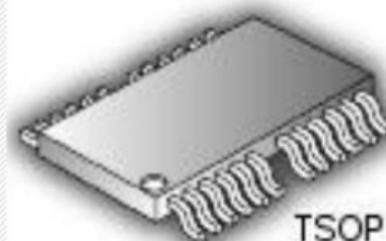
SOJ



sTSOP



TSOP



Integración de los chips de memoria

Los chips vistos anteriormente, sobre todo TSOP y STSOP se agrupan e integran en una plaquita de circuito impreso llamada módulos de memoria. Estos pueden ser de varios tipos:

- SIMM de 30 contactos (en equipos antiguos).



- SIMM de 72 contactos (en equipos antiguos).



- DIMM (Dual In-Line Memory Module, Módulo de memoria dual en linea). Aquí podemos encontrar de 168 contactos (SDRAM), 184 contactos (SDRAM DDR) y 240 contactos (SDRAM DDR2/3), 288 contactos (SDRAM DDR4 / 5)



SO-DIMM

El módulo SO-DIMM o "Small Outline Dual In-line Memory Module" es el tipo de memoria utilizada en portátiles y mini portátiles.

Módulos SO-DIMM de 100-pines tienen dos muescas

Módulos SO-DIMM de 144-pines tienen una sola muesca cercano al centro.

Módulos SO-DIMM de 200-pines tienen una sola muesca localizada más hacia un lado. La localización exacta de la muesca varía según el fabricante de la memoria.

Módulos SO-DIMM de 204-pines tienen una sola muesca más hacia un lado. La cantidad de pines indica que este tipo de módulo es de la clase de memoria DDR3.

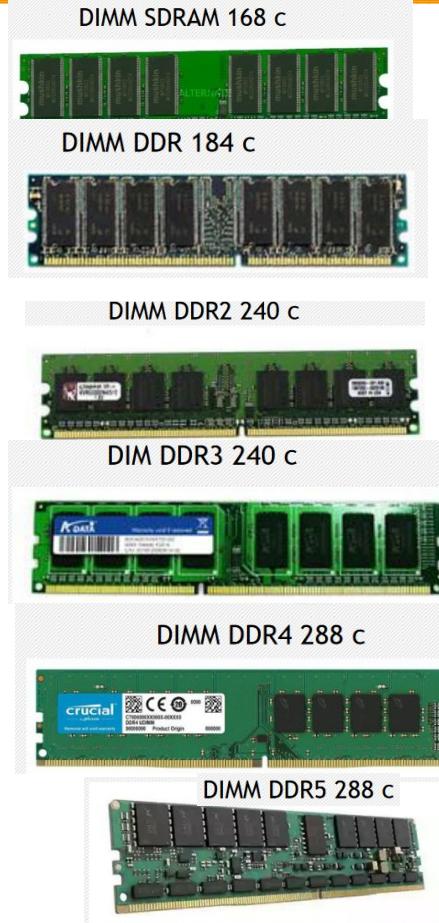
Módulos SO-DIMM de 260 pines para la DDR4



Tipo de memoria	DIMM	SO-DIMM
SDR	168 pines	100 / 144 pines
DDR	184 pines	200 pines
DDR2	240 pines	200 pines
DDR3	240 pines	204 pines
DDR4	288 pines	260 pines

Memoria DIMM

- **SDRAM** de 168 contactos con frecuencias de 66, 100, 120 o 133 Mhz.
- **SDRAM DDR** (Double Data Rate SDRAM) son una evolución de los módulos DIMM. Se trata de módulos del tipo DIMM, de 184 contactos y 64bits, con una velocidad de bus de memoria de entre 100MHz y 200MHz, pero al realizar dos accesos por ciclo de reloj las velocidades efectivas de trabajo se sitúan entre los 200MHz y los 400MHz.
- **SDRAM DDR2** Son una evolución de los módulos DDR SDRAM. Se trata de módulos del tipo DIMM, en este caso de 240 contactos y 64bits. Tienen unas velocidades de bus de memoria real de entre 100MHz y 266MHz. La principal característica de estos módulos es que son capaces de realizar cuatro accesos por ciclo de reloj (dos de ida y dos de vuelta), lo que hace que su velocidad de bus de memoria efectiva sea el resultado de multiplicar su velocidad de bus de memoria real por 4.
- **SDRAM DDR 3**. Este tipo de memorias son memorias del tipo SDRAM DIMM, de 64bits y 240 contactos, aunque no son compatibles con las memorias DDR2, ya que se trata de otra tecnología y además físicamente llevan la muesca de posicionamiento en otra situación. Se trata de memorias con una velocidad de bus de memoria real de entre 100MHz y 250MHz, lo que da una velocidad de bus de memoria efectiva de entre 800MHz y 2000MHz con un consumo de entre 0 y 1.5 voltios (entre un 16% y un 25% menor que una DDR2) y una capacidad máxima de transferencia de datos de 15.0GB/s.
- **SDRAM DDR 4**. Son del tiempo SDRAM DIMM de 64 bits y 288 contactos, no son compatibles con las otras memorias llevan desplazada la muesca y además son de mayor grosor. Su velocidad efectiva va desde 2133-3200 Mhz, con un consumo de 0 y 1.2 v. Cambia su topología descartando los enfoques de doble y triple canal, cada controlador de memoria está conectado a un módulo único. Trabaja con un canal de 72 bits.
- **SDRAM DDR 5**. Son las últimas memorias aparecidas, tienen 288 contactos, no son compatibles con las DDR 4, multiplica en número de chips por módulo, trabaja con 2 canales de 40 bits de transferencia, dobla el tamaño de la ráfagas de datos de 8 a 16, tendrá un voltaje de 1.1 v y contará con una velocidad a partir de 4800 MT/s.
- **RIMM** (Rambus In-Line Memory Module) Es una marca comercial para un módulo de memoria Direct Rambus y funciona con frecuencias de 600, 700 u 800 Mhz, siendo mucho más caros y rápidos que los módulos DIMM



Otras memorias. VRAM

VRAM (Vídeo RAM), una memoria de propósito especial usada por los adaptadores de vídeo. A diferencia de la convencional memoria RAM, la VRAM puede ser accedida por dos diferentes **dispositivos de forma simultánea**. Esto permite que un monitor pueda acceder a la VRAM para las actualizaciones de la pantalla al mismo tiempo que un procesador gráfico suministra nuevos datos. VRAM permite mejores rendimientos gráficos aunque es más cara que la RAM normal.

la VRAM cuenta con una particularidad: **las altas frecuencias a las que trabaja**.

EJ. Mientras que la memoria DDR4 funciona con un bus de datos de 128 bits y una frecuencia de reloj de 3000 MHz, la memoria GDDR5X utilizada en tarjetas gráficas como la GTX 1080 un bus de 256 bits y una velocidad de 11 GHz.

Este tipo de memoria tiene un consumo menor, lo que le permite aumentar el voltaje manteniendo la temperatura a niveles adecuados mientras se obtiene un gran rendimiento y frecuencia.

Las **SGRAM (Synchronous Graphic RAM)** ofrecen las mismas capacidades de la memoria SDRAM pero para las tarjetas gráficas y se utiliza en algunas tarjetas gráficas aceleradoras 3D

GDDR4 SGRAM (de las siglas en inglés **Graphics Double Data Rate type four Synchronous Graphics Random-Access Memory**) es un tipo de memoria utilizado en las tarjetas gráficas especificado por la JEDEC. Utiliza la misma tecnología que DDR2_SDRAM

GDDR5 SGRAM es una memoria de acceso aleatorio con la misma base tecnológica que DDR3_SDRAM y usa 8n prefetch para alcanzar los más altos anchos de banda. Velocidades de hasta 9 Gbps, y la nueva versión GDDR5X hasta 14 Gbps

GDDR6 SGRAM es el relevo de la GDDR5 con 1,2 voltios, velocidades de transferencia de hasta 16 Gbps, ancho de banda de 72 GBps, compiten con las HBM2. Las GDDR6 tienen mayor frecuencia que las DDR4.

Otras memorias. VRAM

Características	GDDR5/5X	GDDR6
Voltaje	1,5V	1,3V
Manufacturer	Samsung, Micron y Hynix	Samsung, Micron y Hynix
Transfer Speeds	8 Gbps GDDR5	16 Gbps
	14 Gbps GDDR5X	
Formato	FBGA190, 0.65 mm pitch, 14x10mm	FBGA180, 0.75 mm pitch, 14×12 mm
Configuración I/O	X16/x32	X8/x16
Canales	1	2
Tamaños	512 MB, 1 GB, 2 GB, 4 GB y 8 GB	8 GB y 16 GB

Funcionamiento de la memoria RAM

En orden jerárquico la memoria RAM, se encuentra en el nivel siguiente a la memoria cache del procesador.

Existen tres tipos de señales que el controlador de memoria RAM debe gestionar, señales de datos, señales de direccionamiento y señales de control. Estas señales circulan principalmente por los buses de datos y de direcciones y otras líneas de control.

Bus de datos

Esta línea se encarga de llevar la información desde el controlador de memoria hasta el procesador y los demás chips que la requieran. Si el procesador es de 64 los datos irán agrupados en bloques de 64 bits.

Bus de direcciones

Esta línea se encarga de transportar las direcciones de memoria que contienen los datos. Este bus es independiente al bus de direcciones del sistema. El ancho de bus de esta línea será el ancho de la memoria RAM y del procesador, actualmente 64 bits. El bus de direcciones está conectado físicamente al procesador y a la memoria RAM.

Bus de control

Por este bus viajarán las señales de control tales como las señales de alimentación Vdd, las señales de Lectura (RD) o de escritura (RW), la señal de reloj (Clock) y la señal de reseteo (Reset)

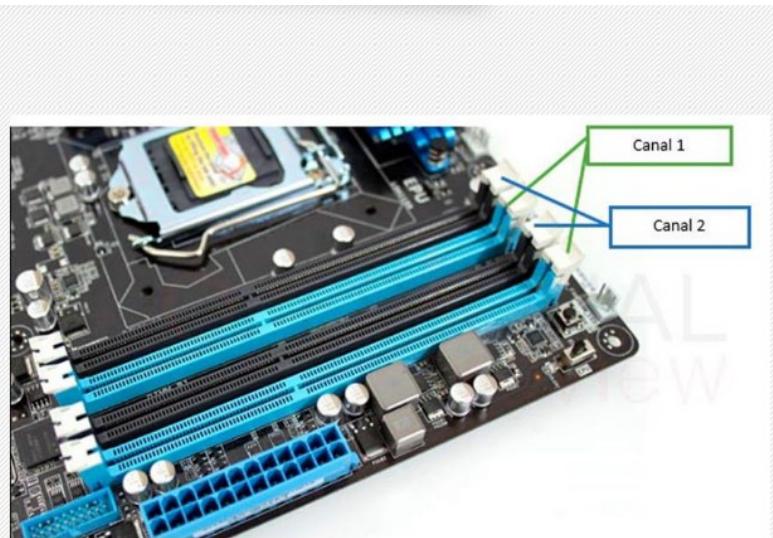
Funcionamiento en Dual Channel

La tecnología de doble canal permite un incremento de rendimiento del equipo gracias a que será posible el acceso simultáneo a dos módulos distintos de memoria. Cuando está activa la configuración de dual channel será posible acceder a bloques de una extensión de **128 bits** en lugar de los 64 típicos.

Para conseguir esto es necesario:

1. Un controlador de memoria adicional situado en el chipset del puente norte de la placa base.
2. Los módulos de memoria deben ser del mismo tipo, tener la misma capacidad y velocidad.
3. Deberán estar instalados en los slots indicados en la placa base (normalmente son los pares 1-3 y 2-4).

Actualmente también podemos encontrar esta tecnología utilizando triple canal o hasta cuádruple canal con las nuevas memorias DDR4.



Memoria ROM. Arquitectura y tipos

En muchos casos se necesita disponer de una memoria que almacene programas y datos que **no se pierdan al apagar el equipo** y que puedan ser actualizados de vez en cuando, **como es el caso de la BIOS**. Las memorias ROM (Read Only Memory) son memoria de sólo lectura no volátiles que nos ayudan en esta función. Existen varios que detallamos a continuación:

- **PROM** (Programmable Read Only Memory). Memoria programable de sólo lectura. Permite una única programación. Una vez hecho, esta memoria equivale a una ROM.
- **EPROM** (Erasable Programmable Read Only Memory). Memoria de sólo lectura programable y borrable. Memoria ROM que el usuario puede reprogramar electrónicamente con un programador PROM. Se borra exponiéndola a rayos ultravioleta.
- **EEPROM** (Electrically Erasable PROM). Memoria de sólo lectura programable y borrable eléctricamente. Su contenido puede alterarse mediante señales eléctricas sin necesidad de programadores o borradores.
- **FLASH ROM**. Denominada así por la velocidad con la que puede reprogramarse. Utilizan tecnología de borrado eléctrico al igual que las EEPROM. Las memorias flash pueden borrarse enteras en unos cuantos segundos, mucho más rápido que las EPROM y las EEPROM. Se utiliza habitualmente para las BIOS. Además, las ROM son usadas de forma generalizada en calculadoras y dispositivos periféricos tales como impresoras láser, cuyas fuentes están almacenadas en este tipo de memorias

Memoria Intel Optane

Intel Optane es un nuevo tipo de memoria intermedia para PC, a efectos prácticos intel Optane actúa como una memoria caché entre la CPU y el disco duro, acelerando los accesos al disco duro de una manera espectacular.

Está pensada principalmente para acelerar la velocidad de los discos duros magnéticos HDD rotatorios, combinando un disco HDD con una memoria Optane tenemos un rendimiento similar al de una unidad SSD de estado sólido

Características de Intel Optane:

- Hace de intermediaria entre el disco HDD y la CPU, almacenando gran cantidad de información del disco duro, para que así cuando la CPU necesite la información pueda disponer de ella más rápido. En caso que Optane no tenga la información requerida entonces la va a buscar al disco duro.
- Es una memoria intermedia **no volátil**, es decir, que aunque apagues el ordenador esta memoria no se borra, se mantiene tal cual como la dejaste, por tanto al arrancar el ordenador todo estará en su sitio y ya nada más empezar todo irá rápido.
- Posee un algoritmo llamado **3D Xpoint**, este algoritmo es capaz de aprender tus hábitos con el ordenador, se aprende las cosas típicas que haces como abrir el email, arrancar tu juego favorito, abrir el youtube... para acelerar expresamente estos procesos.
- Intel Optane es compatible a partir de la séptima generación de procesadores intel Core.



Intel® Optane™ SSD Use Cases

