

The background of the slide is a photograph of a server room. The room is dimly lit with a strong blue light emanating from the server racks. Several racks are visible, some with their doors open, revealing internal components. Cables are visible running along the top of the racks. The overall atmosphere is technical and modern.

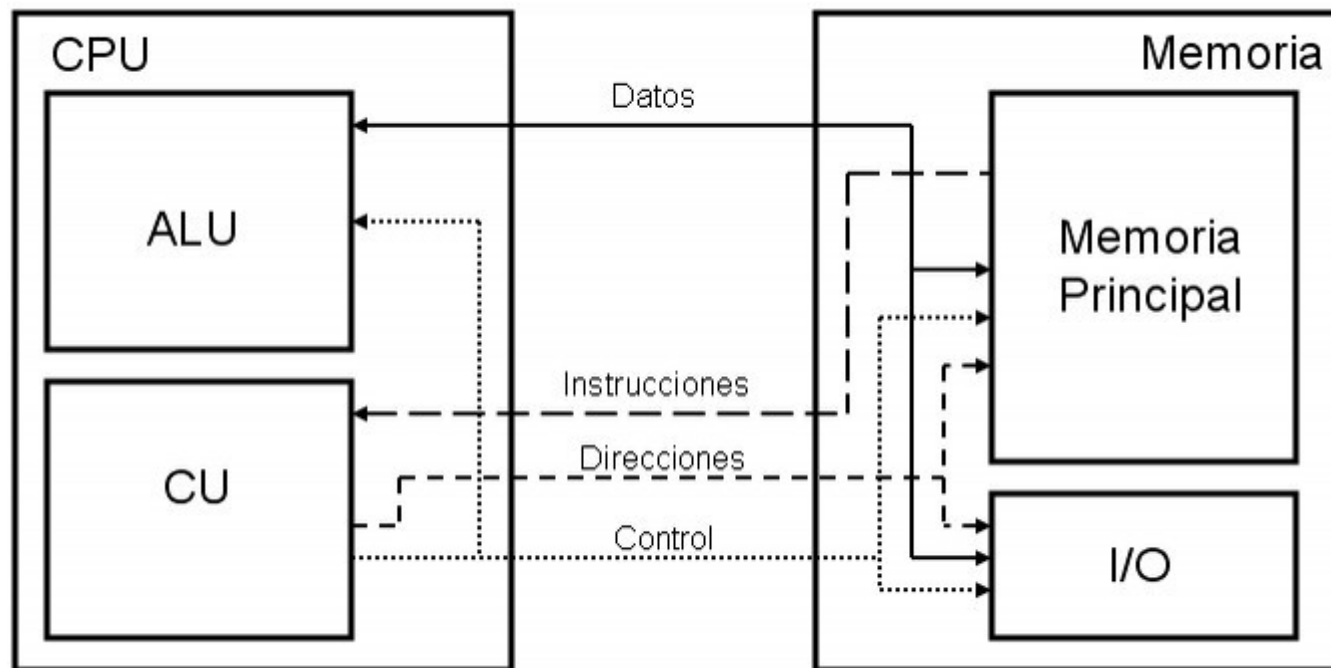
Tema 4: Memoria interna

Fundamentos de hardware

Profesor: Mario Alfonso Lasso Mesa
CFGS Administración de Sistemas en Red
IES Ciudad Jardín

Arquitectura de Von Neumann

- En la memoria principal se almacenan **datos e instrucciones**.
- A la información contenida en memoria se accede especificando la **dirección** donde se encuentra almacenada.
- La ejecución de un **programa** se realiza de forma **secuencial** pasando de una instrucción a la que le sigue. Cuando ejecutamos un programa en el ordenador se pasa una copia de este desde el **almacenamiento secundario** (disco duro) a la **memoria principal** (RAM). Las instrucciones del programa pasan a la CPU para su ejecución desde la memoria principal de forma **mucho más rápida** que si lo hicieran desde los dispositivos de almacenamiento secundario.



Memoria interna. Descripción

- Elemento básico: biestable, capaz de almacenar un **bit**.
- Registros, capaces de almacenar una **palabra**, formada por un conjunto de bits.
- Memorias, capaces de guardar millones de palabras.
- La memoria se encuentra dividida en **celdas** o palabras que se identifican mediante una dirección. El ancho en bits del **bus de direcciones** determina la cantidad de memoria máxima que se puede direccionar (16 TB con un bus de 64 bits, por ejemplo).
- El **ancho de palabra** normalmente viene determinado por el **bus de datos** (8, 16, 32 ó 64 bits).
- Las cantidades de memoria se expresan en **bytes** u **octetos** (8 bits) mediante prefijos:

Kilo : $1\text{ KB} = 2^{10}\text{ B} = 1024\text{ B}$

Mega : $1\text{ MB} = 2^{10}\text{ KB} = 1024\text{ KB}$

Giga : $1\text{ GB} = 2^{10}\text{ MB} = 1024\text{ MB}$

Tera : $1\text{ TB} = 2^{10}\text{ GB} = 1024\text{ GB}$

Peta : $1\text{ PB} = 2^{10}\text{ TB} = 1024\text{ TB}$

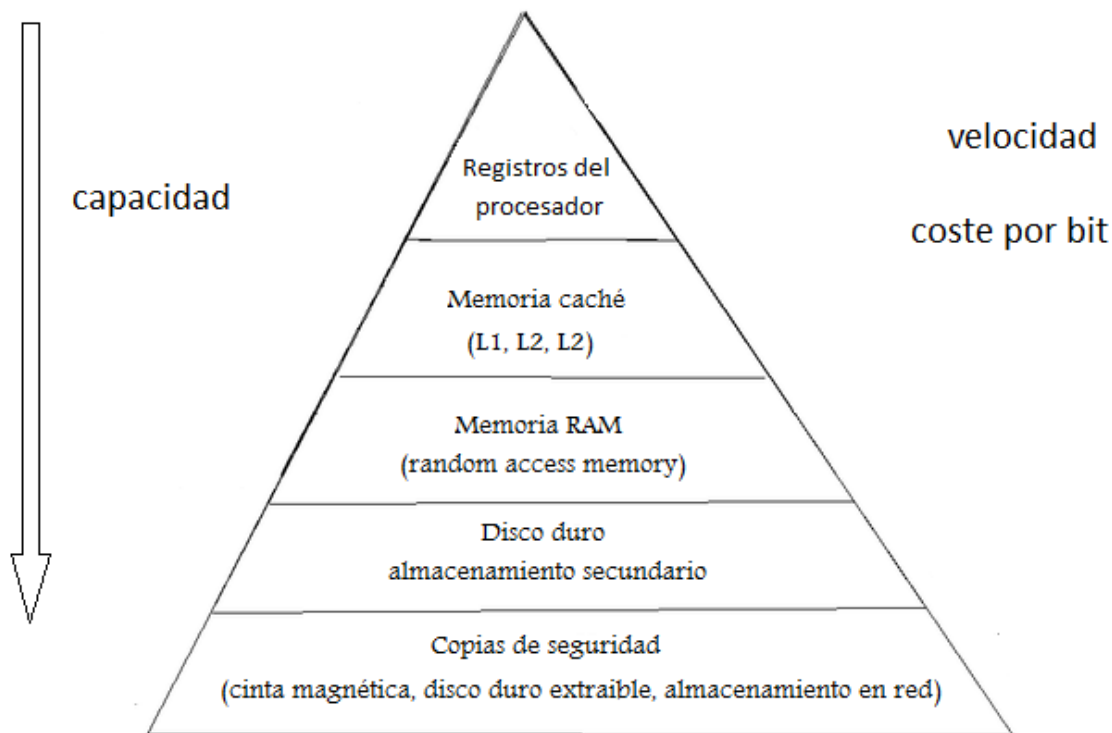
HPE The Machine: Computación
centrada en la memoria

Jerarquía de memorias

Existen muchas tecnologías para fabricar memorias, caracterizadas por:

- **Coste** por bit
- **Tiempo** que se tarda en **acceder** a la información.
- **Capacidad** de almacenamiento o tamaño.

JERARQUÍA DE MEMORIA DEL COMPUTADOR



- Las memorias **más rápidas, más caras y con menos capacidad** son las que están más **cercanas al procesador**.
- La **memoria interna** se corresponde con los tres escalones superiores: registros de CPU, caché (SRAM) y memoria principal (DRAM).
- A medida que descendemos de nivel, el coste se reduce, el tiempo de acceso aumenta y la capacidad se hace mayor.
- Los niveles inferiores se denominan memoria secundaria y se corresponden con los **dispositivos externos**: discos magnéticos, discos ópticos y cintas magnéticas.
- **Fábrica de Kingston.**

Jerarquía de memorias

Nivel 0: Registros que componen la CPU

- Integrados en la CPU, están formados por **biestables** normalmente del tamaño de las instrucciones que maneja el procesador (32 ó 64 bits).
- Son capaces de realizar operaciones a la misma frecuencia que el procesador.
- Registros ALU (unidad aritmético-lógica):
 - **Acumulador**: guarda el resultado de la operación.
 - **Registros de propósito general** (r0 - rF): para almacenar temporalmente direcciones, datos y resultados intermedios.
 - **Biestables indicadores de condición** (*flag flip-flops*): on bits activados por el procesador indicando el estado (1 ó 0) de la última operación.
 - **Registros de datos** (DR): pueden ser empleados por cualquier instrucción de máquina que lleve a cabo operaciones sobre los datos.
 - **Registros de direcciones** (AR): contienen direcciones de la memoria principal.
- Registros UC (unidad de control):
 - **Registro de instrucción** (IR): Guarda la instrucción que se está ejecutando.
 - **Contador de programa** (PC): Almacena la dirección de la siguiente instrucción que se ha de ejecutar en la secuencia de instrucciones.
 - **Puntero a pila** (SP, Stack Pointer): mantiene la pista de la posición actual de la pila de llamadas (dirección de retorno donde el programa continuará tras la ejecución de una subrutina).

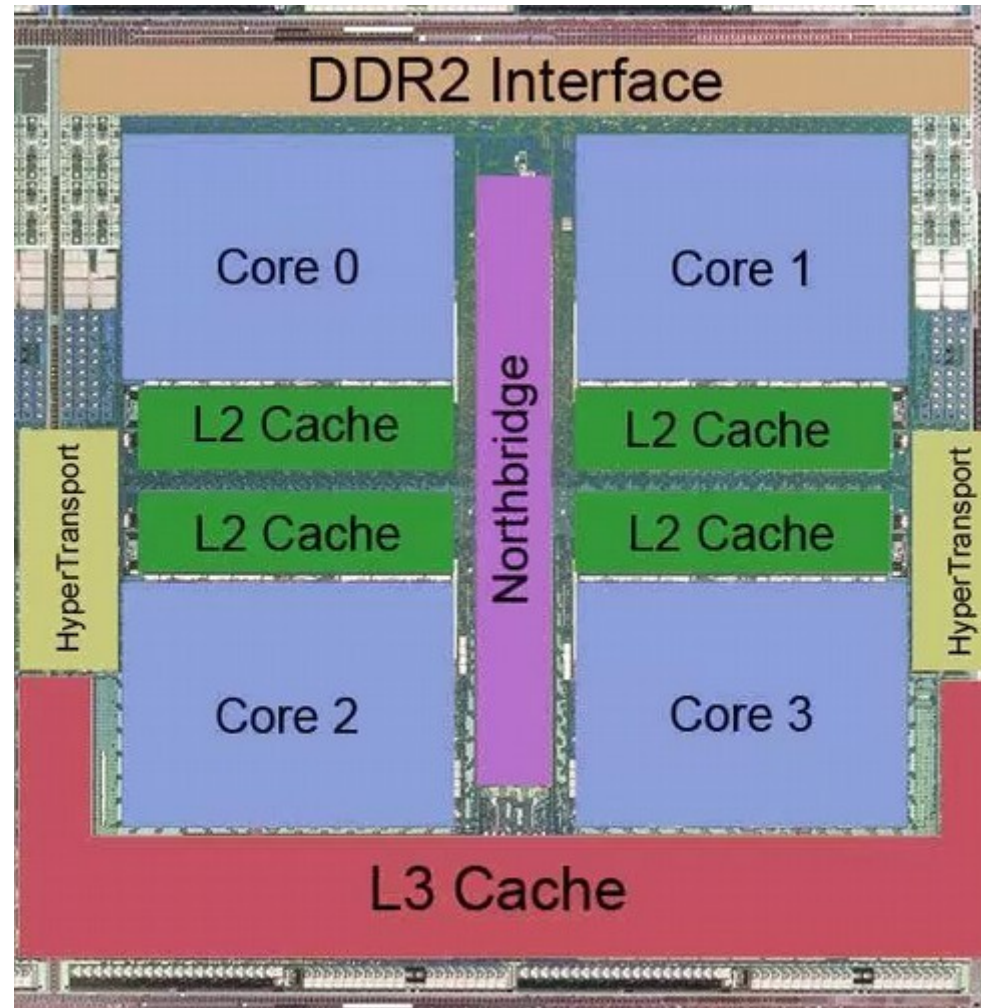
Jerarquía de memorias

Nivel 1: Caché

- La memoria caché sirve para mantener la información **usada con más frecuencia** por el procesador, evitando así accesos a la memoria principal que son lentos (de 30 a 200 ns) respecto a los tiempos de acceso a los registros del procesador (entre 0,25 y 0,5 ns, es decir, de 15 a 60 veces más rápido).
- Suele estar formada por circuitos integrados **SRAM** (Static Random Access Memory) o RAM estáticas que son aproximadamente de 8 a 16 veces más rápidos que los DRAM (Dynamic Random Access Memory) o RAM dinámica, que forman la memoria principal.
- Los microprocesadores modernos incluyen la caché en su propio chip estructurada con diferentes niveles:
 - **Caché primaria o L1**: Integrada siempre en el microprocesador, dividida en L1 datos y L1 instrucciones (8-128 KB).
 - **Caché de niveles L2 y L3**: Conectadas al microprocesador mediante el bus trasero o back side bus (más rápido que el frontal FSB). En ocasiones se encuentran integradas al microprocesador dependiendo del diseño. Se tiene L2 de datos y L2 de instrucciones (64-512 KB) y L3 de propósito general (512KB-5MB).
- La memoria caché puede estar compartida entre los distintos núcleos del procesador o ser independiente de cada núcleo. Actualmente se suelen tener L1 y L2 independientes de cada núcleo y L3 compartida.

Jerarquía de memorias

Nivel 1: Caché



Jerarquía de memorias

Nivel 2: Memoria principal

- Comúnmente llamada **RAM** (Random Access Memory) está organizada en grupos de **celdas** denominados palabras de memoria y su capacidad oscila entre los 256 MB y varios GB.
- Una **palabra** es el conjunto de bits que se pueden leer o memorizar, y su número de bits se denomina **ancho o longitud de palabra** o ancho de memoria.
- En el acceso a una posición de memoria intervienen el **bus de direcciones**, proporcionando la dirección de la celda, y el **bus de datos**, con la entrada o salida de palabras grabadas en la memoria.
- La memoria RAM es **de acceso rápido** pudiendo transferir instrucciones y datos desde y hacia la CPU mucho más rápido que los dispositivos de almacenamiento secundario.
- La tecnología más común utilizada es la de circuitos **RAM dinámicas**, en la que cada bit se almacena en forma de carga eléctrica en una celda constituida por un pequeño condensador.
- La RAM es una **memoria volátil**, de manera que la información se pierde cuando se desconecta la alimentación.

Características de la memoria

Algunos parámetros que hay que tener en cuenta en la memoria son:

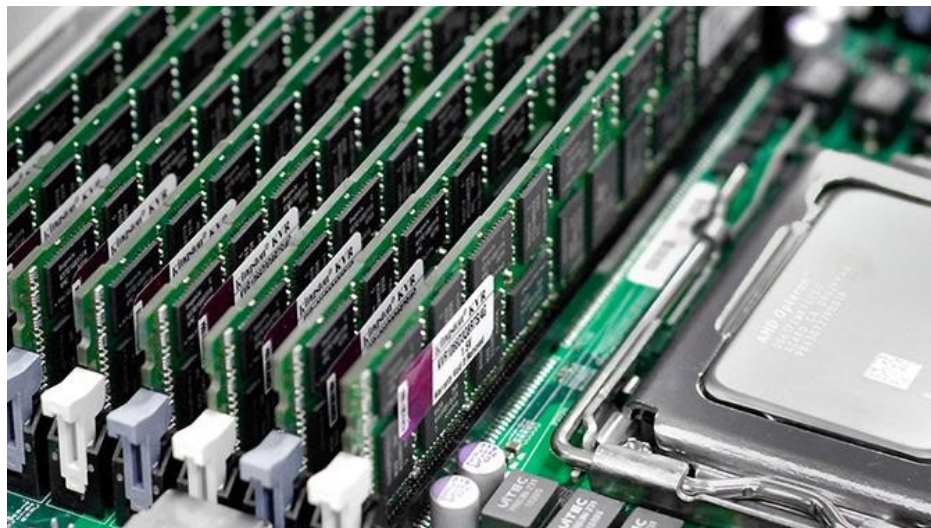
- La **velocidad**: Frecuencia (ciclos de reloj) a los que funciona la circuitería interna de la memoria. Se mide en megahercios (MHz). Por ejemplo, 800 MHz implica 800 millones de operaciones de lectura/escritura en un segundo.
- El **ancho de banda** o tasa de transferencia de datos: Es el número de bytes que se transfieren entre la memoria y la CPU por unidad de tiempo. Se mide en MB/s o GB/s. Dependerá del tiempo de ciclo, es decir, el tiempo mínimo entre dos lecturas sucesivas. El tiempo de ciclo es la inversa de la frecuencia de reloj que emplea la unidad de memoria.
- **Dual/triple channel**: Permite a la CPU, a través del controlador de memoria, acceder de forma simultánea e independiente a dos/tres módulos distintos de memoria (haciéndolo a bloques de 128 bits, en lugar de los 64 bits tradicionales), consiguiendo multiplicar el ancho de banda. Es preciso tener instalados al menos dos módulos de memoria de la misma capacidad, velocidad y tipo (DDR, DDR2, DDR3) en los slots correspondientes de la placa base (marcados con colores), y el chipset de la placa base debe soportar dicha tecnología. Es recomendable que los módulos de memoria sean idénticos (mismas frecuencia, latencias y fabricante). Las mejoras de rendimiento son particularmente perceptibles cuando se trabaja con controladoras de vídeo integradas a la placa base. En la actualidad el doble canal comienza a ser desplazado por el uso de canales triples y cuádruples (memorias DDR3 y DDR4, procesadores i7 Intel).

Características de la memoria

- **Tiempo de acceso:** Es el tiempo máximo que tarda la CPU en leer o escribir el contenido de una posición de memoria. Se mide en nanosegundos.
- **Latencias CAS o CL:** Para acceder a la memoria primero se selecciona un banco, luego una fila, luego una columna, y finalmente se solicitan para leer los datos de la posición física de la celda de memoria. La latencia CAS (Column Address Select) es el número de ciclos de reloj que transcurren desde que la petición de datos es enviada por el controlador de memoria a la posición de memoria hasta que los datos son transmitidos a los pines de salida del modulo. La latencia CAS sólo especifica el tiempo entre la petición y el primer bit, siendo la velocidad de reloj la que determine la latencia entre bits. De este modo, leyendo grandes cantidades de datos, una velocidad de reloj más alta puede ser más eficiente en la práctica, incluso con una latencia CAS más alta (mayor a 5). Dada la misma velocidad de reloj, una memoria RAM tendrá mejor rendimiento cuanto menor sea la latencia CAS (DDR tiene latencias entre 1,5 y 3, mientras que DDR2 entre 3 y 5).
¿Qué es mejor una DDR200 CL2 o una DDR400 CL3?
- **ECC (Error Checking and Correction):** Todas las memorias RAM experimentan errores, debido a factores tales como fluctuaciones de energía, interferencias, componentes defectuosos, etc. Las memorias ECC son capaces de detectar errores de 1 a 4 bits y corregir errores que afecten a un sólo bit. Para tener un sistema con ECC, el chipset y las memorias deben soportarlo.

Características de la memoria

- Los módulos **buffered** o **registered** tienen registros incorporados que actúan como almacenamiento intermedio entre el controlador de memoria y la propia memoria asegurando una mayor integridad de los datos. Permiten conectar más módulos de memoria y de una capacidad más alta, sin que haya perturbaciones en las señales del controlador de memoria. Sin embargo, se agrega un ciclo de retardo para cada solicitud de acceso a una posición no consecutiva. Son más estables, algo más lentas y más caras que las unbuffered y suelen incorporar detección y corrección de errores (**ECC**). Se suelen usar en servidores y tienen un precio más alto que los módulos no registrados. Los módulos registered se distinguen de los unregistered por tener varios chips de pequeño tamaño y suelen ser algo más altos. Se pueden reconocer visualmente porque tienen un integrado mediano, cerca del centro geométrico del circuito impreso. La memoria registrada es incompatible con los controladores de memoria que no soportan el modo registrado, a pesar de que se pueden instalar físicamente en el zócalo. Se usan principalmente en **servidores**.



Tipos de memoria

- **Sólo lectura** (programables): No volátiles, es decir, no pierden la información en ausencia de alimentación.
 - **ROM** (Read Only Memory): Los datos se definen con una máscara durante la etapa final de fabricación. Resultan económicas si el volumen de producción es grande, siendo todos los chips iguales en la fabricación salvo en la última etapa.
 - **PROM** (Programmable Read Only Memory): Sólo se puede programar una vez, fundiendo sus fusibles, de forma que el proceso es irreversible. Son económicas en baja producción y la programación es rápida.
 - **EPROM** (Electrically Programmable ROM): Se trata de memorias PROM programables eléctricamente. Pueden borrarse y programarse muchas veces. Los chips tienen una ventana de cuarzo transparente a la luz ultravioleta que se usa para el borrado. Las EPROMs son más caras que las ROMs para bajos volúmenes de producción. Son ideales para el desarrollo de prototipos.
 - **EEPROM** (Electrically Erasable PROM): Memorias EPROM con posibilidad de borrado eléctrico. El tiempo de borrado es inferior al de las EPROMs. No necesitan rayos ultravioleta para el borrado, sino que basta con la tensión eléctrica. La programación y el borrado repetidos de celdas causan daños debido a los altos campos eléctricos aplicados. Las EEPROMs de tipo **FLASH** permiten borrar toda la matriz de celdas simultáneamente usando campos de menor intensidad. La BIOS de los ordenadores actuales está grabada en una EEPROM, más conocida como Flash-ROM, que nos permitirá actualizarla.

Tipos de memoria



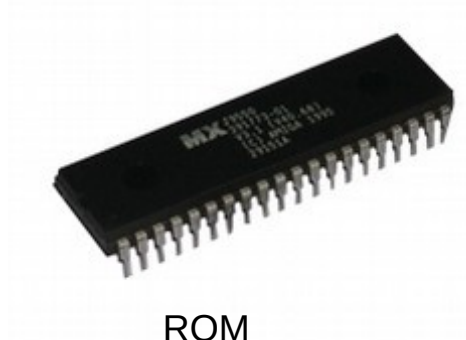
EPROM



PROM



BIOS



ROM



EEPROM

Tipos de memoria

- **Memoria CMOS:** Además de la memoria ROM necesaria para almacenar de forma permanente los programas de puesta en marcha y de diagnóstico, también se requiere de cierta memoria que pueda conservar datos de configuración de la computadora, tales como la cantidad de memoria, la fecha y hora, el tipo de monitor, la elección de velocidad de buses, los discos duros instalados, secuencia de arranque, overclock del procesador, activación de dispositivos, etc. Esta información se puede modificar por medio de una utilidad de la BIOS durante el arranque del sistema.



Esta memoria es una RAM de entre 64 y 256 bytes de capacidad. La tecnología CMOS requiere de muy poca energía para mantener los datos, por lo que puede cargarse con una batería de litio tipo botón y recargable que puede durar varios años. De este modo, los valores de la BIOS en la CMOS se mantienen aunque se apague la computadora.

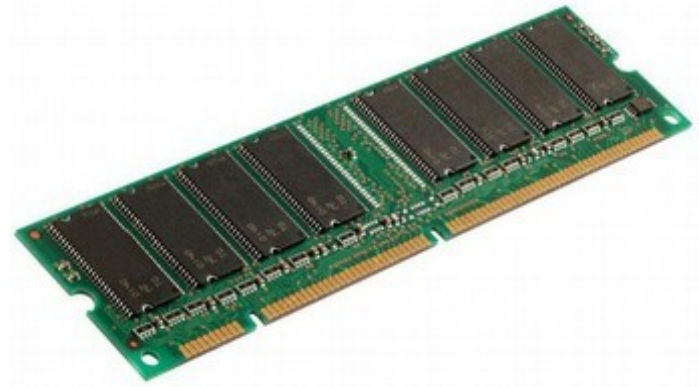
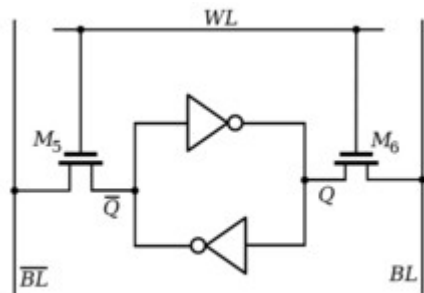
Tipos de memoria

- **Lectura y escritura:** RAM (Random Access Memory). Volátiles, pierden la información en ausencia de alimentación. Se denomina de acceso aleatorio porque se puede leer o escribir en una posición de memoria con un tiempo de espera igual para cualquier posición, no siendo necesario seguir un orden para acceder a la información de la manera más rápida posible.
 - **SRAM:** Estáticas. Empleadas en las memorias caché. Se basan en biestables de tipo latch que mantienen la información mientras no se interrumpa la alimentación. La tecnología CMOS tiene un bajo consumo, sobre todo en standby, lo que hace que sea una tecnología adecuada para memoria volátil alimentada por baterías. Son de menos capacidad que las RAM dinámicas, así como más caras y rápidas. Al emplear un elevado número de transistores se ocupa mucha superficie.
 - **DRAM:** Dinámicas. Es la memoria principal RAM del computador. La información de cada celda se almacena en un condensador. Debido a las pérdidas por corrientes de fuga, la carga del condensador desaparece y debe refrescarse periódicamente, leyendo el contenido de cada celda para restaurar la tensión del condensador a su valor adecuado. La lectura es destructiva, por lo que también hay que restaurar su valor tras ella. El control de refresco puede estar en el propio chip o en el controlador de memoria. La DRAM es más pequeña que la SRAM, por lo que permite construir memorias de mayor tamaño y más económicas.

Tipos de memoria

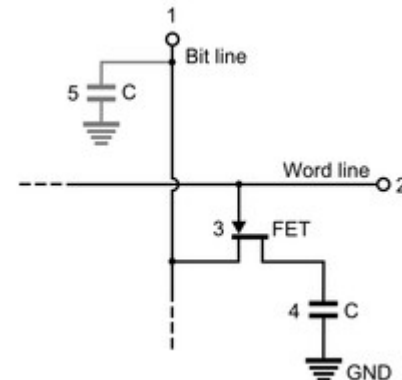


Celda SRAM mediante **biestable**: dos inversores en lazo con dos estados estables. Se puede mantener un '1' a la entrada de un inversor y un '0' a la entrada del otro, y viceversa. Las lecturas y escrituras se hacen mediante columna de datos (bit line)



Celda DRAM: El valor deseado 1 (voltaje alto) o 0 (voltaje bajo) se transmite a la columna de datos (bit line). La fila de datos (word line) activa los transistores nMOS (3) conectando la fila de datos con el valor a escribir al **condensador** de almacenamiento (4).

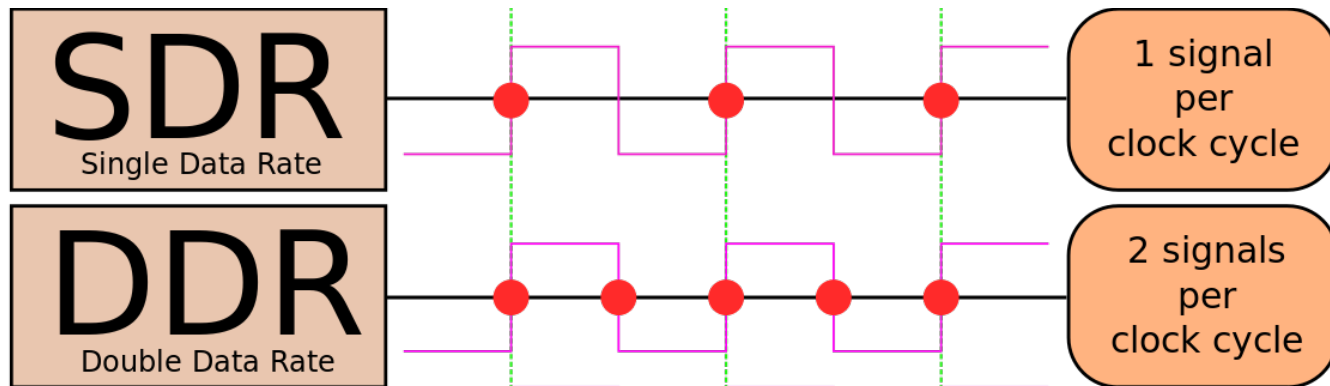
Para la lectura la fila (word line) transmite un valor lógico de 1 (voltaje alto) a la compuerta del transistor nMOS (3) que lo vuelve conductivo permitiendo que la carga almacenada en el condensador (4) sea transferida a la columna de datos (bit line).



Tipos de memoria

- **SDR SDRAM** (Single Data Rate Synchronous Dinamic Random Access Memory): Se sincroniza con el reloj del sistema para leer y escribir en modo ráfaga, lo que permite que la memoria funcione a las velocidades del bus de datos. La memoria SDRAM tiene un ancho de bus de datos de 64 bits; en cada hercio (Hz) (o ciclo de reloj) envía 64 bits (8 B), de forma que multiplicando por la frecuencia se obtiene la tasa de transferencia. Dependiendo de la frecuencia de trabajo se dividen en:
 - PC66: $8 \text{ bytes/Hz} \times 66.66 \text{ MHz} = 533 \text{ MB/s}$.
 - PC100: $8 \text{ bytes/Hz} \times 100 \text{ MHz} = 800 \text{ MB/s}$.
 - PC133: $8 \text{ bytes/Hz} \times 133 \text{ MHz} = 1066 \text{ MB/s}$.Presentan tiempos de acceso de entre 25 y 10 ns y normalmente son suministradas en módulos DIMM de 168 contactos con dos ranuras.
- **DDR SDRAM** (Double Data Rate SDRAM): Envía los datos por dos canales distintos simultáneamente en un mismo ciclo de reloj (uno en el flanco de subida del pulso de reloj y otro en el de bajada), duplicando así la tasa de transferencia de las memorias SDRAM. De este modo, trabaja al **doble de velocidad del bus del sistema**, sin necesidad de aumentar la frecuencia de reloj. Se presentan en módulos DIMM de 184 contactos. Soportan una capacidad máxima de 1GB. En función de **frecuencia efectiva** (MT/s), la cual es el doble que la frecuencia real del bus del sistema, y de la tasa de transferencia:
 - PC1600 ó DDR200, frecuencia de 200 MHz y 1600 MB/s de tasa transferencia.
 - PC2100 ó DDR266, frecuencia de 266 MHz y 2133 MB/s de tasa transferencia.
 - PC2700 ó DDR333, frecuencia de 333 MHz y 2700 MB/s de tasa transferencia.
 - PC3200 ó DDR400, frecuencia de 400 MHz y 3200 MB/s de tasa transferencia.También existen las especificaciones DDR466, DDR533 y DDR600.

Tipos de memoria



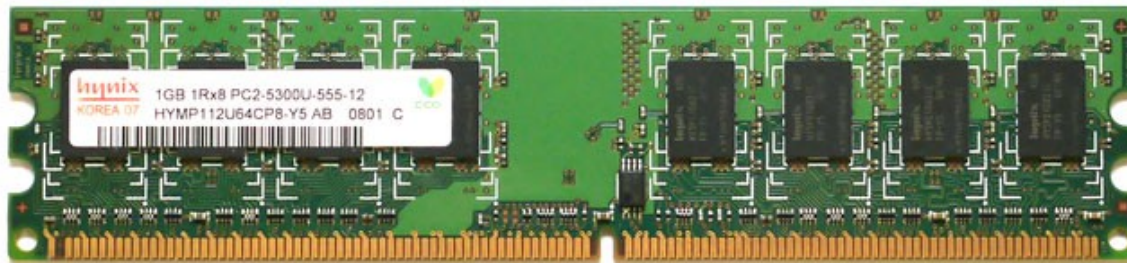
Dos módulos SDRAM, el de arriba es DDR-SDRAM con solo una ranura, mientras que el de abajo es una SDR PC-133 SDRAM con dos ranuras.



Tipos de memoria

- **DDR2 SDRAM:** Supone una mejora en velocidad con respecto a la DDR SDRAM, ya que permite que los búferes de entrada/salida trabajen al doble de la frecuencia del núcleo, consiguiendo que durante **cada ciclo de reloj se realicen cuatro transferencias (son capaces de doblar los bits transferidos a 4 en lugar de 2 por cada ciclo de reloj)**. Además, necesita menos voltaje (sólo 1,8 V en lugar de 2,5 V), con lo que se reduce el consumo de energía y la generación de calor. Permite capacidades de hasta 4 GB por módulo. Sin embargo, **las latencias son más altas que en las DDR**. Son suministradas en módulos DIMM con 240 pines y una sola ranura. Los tipos disponibles según la frecuencia efectiva (MT/s) máxima, la cual es 4 veces mayor que la frecuencia real del bus del sistema, y la tasa de transferencia (MB/s) máxima son los siguientes:
 - PC2-4200 ó DDR2-533: frecuencia de 533 MHz y 4200 MB/s de tasa de transferencia.
 - PC2-4800 ó DDR2-600: frecuencia de 600 MHz y 4800 MB/s de tasa de transferencia.
 - PC2-5300 ó DDR2-667: frecuencia de 667 MHz y 5300 MB/s de tasa de transferencia.
 - PC2-6400 ó DDR2-800: frecuencia de 800 MHz y 6400 MB/s de tasa de transferencia.
 - PC2-8600 ó DDR2-1066: frecuencia de 1066 MHz y 8600 MB/s de tasa de transferencia.
 - PC2-9200 ó DDR2-1150: frecuencia de 1150 MHz y 9200 MB/s de tasa de transferencia.
 - PC2-9600 ó DDR2-1200: frecuencia de 1200 MHz y 9600 MB/s de tasa de transferencia.

DDR2



Tipos de memoria

- **DDR3 SDRAM:** Son una mejora de las memorias DDR2, proporcionando mayor tasa de transferencia de datos (8 bits por ciclo) en niveles de bajo voltaje (1,5V), lo que lleva consigo una disminución del gasto global de consumo. Permite módulos de mayor capacidad, hasta 32 GB, y frecuencias efectivas desde 800 hasta 2600 MHz. 8 bits por ciclo. Permite la lectura/escritura de **8 bits por ciclo**, lo que duplica la tasa de transferencia del bus respecto a DDR2 sin tener que cambiar la frecuencia de reloj de las operaciones internas. Sin embargo, tienen el inconveniente de presentar **latencias más altas que las DDR2**. Los módulos DIMM DDR3 tienen 240 pines, el mismo número que DDR2, pero los DIMMs son físicamente incompatibles, debido a una ubicación diferente de la muesca. Los tipos disponibles según la frecuencia (MT/s) efectiva (4 veces mayor que la frecuencia del bus del sistema) y la tasa de transferencia (MB/s) son:
 - PC3-6400 ó DDR3-800: frecuencia de 800 MHz y 6400 MB/s de tasa de transferencia.
 - PC3-8600 ó DDR3-1066: frecuencia de 1066 MHz y 8600 MB/s de tasa de transferencia.
 - PC3-10600 ó DDR3-1333: frecuencia de 1333 MHz y 10600 MB/s de tasa de transferencia.
 - PC3-12800 ó DDR3-1600: frecuencia de 1600 MHz y 12800 MB/s de tasa de transferencia.
 - PC3-14900 ó DDR3-1866: frecuencia de 1866 MHz y 14900 MB/s de tasa de transferencia.
 - PC3-17000 ó DDR3-2133: frecuencia de 2133 MHz y 17000 MB/s de tasa de transferencia.
 - PC3-19200 ó DDR3-2400: frecuencia de 2400 MHz y 19200 MB/s de tasa de transferencia.
 - PC3-21300 ó DDR3-2666: frecuencia de 2666 MHz y 21300 MB/s de tasa de transferencia.

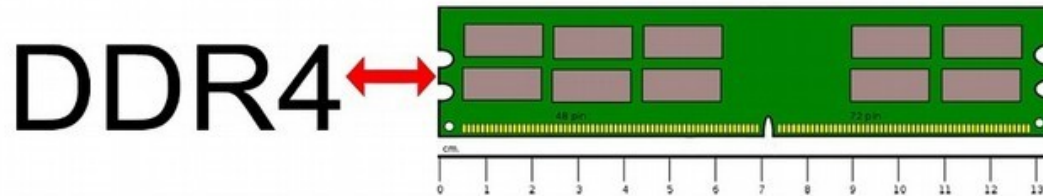
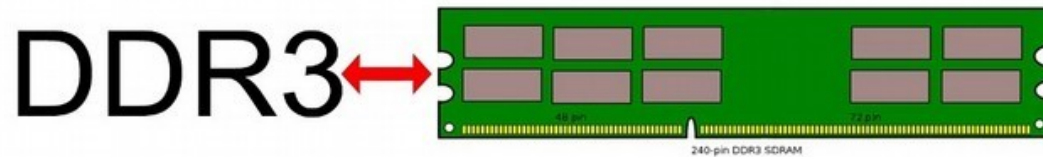
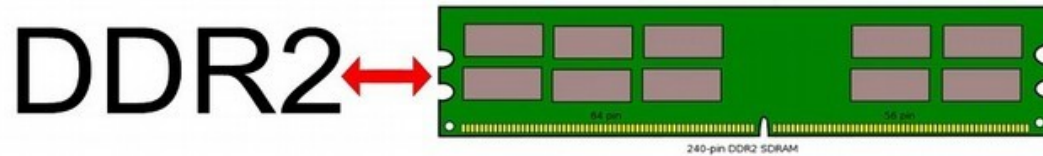
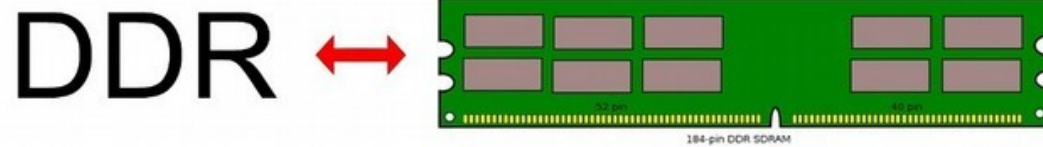
DDR3



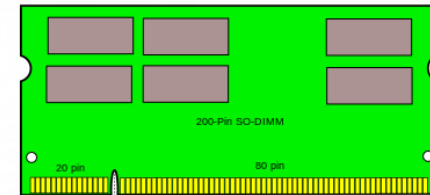
Tipos de memoria

- **DDR4 SDRAM:** al igual que las DDR3, se envían 8 bits por ciclo, pero presentan una tasa más alta de frecuencias de reloj y, por tanto, de transferencias de datos. Además, consumen menos que las DDR3 (de 1,2 a 1,05 V para DDR4 y de 1,5 a 1,2 para DDR3) y dispone de mayores capacidades de DIMM (de 4 a 128 GB). La frecuencia va de 1600 a 4600 MHz, en comparación a los 800 – 2666 MHz de DDR3. Además con DDR4 desaparece el uso de doble y triple canal, cada controlador de memoria está conectado a un módulo único. En 2013, las primeras memorias DDR4 SDRAM fueron lanzadas al mercado, junto a chipsets y placas base compatibles. Los módulos DIMM DDR4 tienen un total de 288 pines (260 pines para SODIMM). No son compatibles con versiones anteriores por diferencias en los voltajes, interfaz física y otros factores. Tienen una mayor latencia, lo que reduce su rendimiento. Los estándares de memoria DDR4 actualmente en el mercado, según su frecuencia efectiva (MT/s) y su tasa de transferencia (MB/s) son:
 - PC4-12800 ó DDR4-1600: funciona a un máx de 1600 MHz y 12800 MB/s.
 - PC4-14900 ó DDR4-1866: funciona a un máx de 1866 MHz y 14900 MB/s.
 - PC4-17000 ó DDR4-2133: funciona a un máx de 2133 MHz y 17000 MB/s.
 - PC4-19200 ó DDR4-2400: funciona a un máx de 2400 MHz y 19200 MB/s.
 - PC4-21300 ó DDR4-2666: funciona a un máx de 2666 MHz y 21300 MB/s.
 - PC4-24000 ó DDR4-3000: funciona a un máx. de 3000 MHz y 24000 MB/s.
 - PC4-25600 ó DDR4-3200: funciona a un máx. de 3200 MHz y 25600 MB/s.
 - PC4-28800 ó DDR4-3600: funciona a un máx. de 3600 MHz y 28800 MB/s.
 - PC4-32000 ó DDR4-4000: funciona a un máx. de 4000 MHz y 32000 MB/s.
 - PC4-36800 ó DDR4-4600: funciona a un máx. de 4600 MHz y 36800 MB/s.

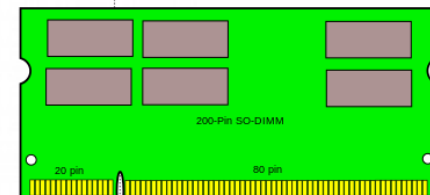
Tipos de memoria



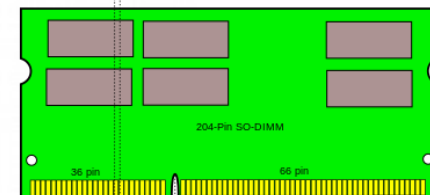
SO-DIMM DDR



SO-DIMM DDR 2



SO-DIMM DDR 3



This dimensions are for reference to give a general idea.
This is not an exact technical diagram. Standards may vary between manufacturers

La memoria RAM DDR5 será mucho más rápida que la DDR4

Módulos de memoria

Comercialmente las memorias se suministran en pequeñas tarjetas de circuito impreso denominados módulos de memoria que agrupan varios chips integrados y que se insertan directamente en las regletas de conectores de las placas base. Se tienen los siguientes tipos de módulos de memoria:

- **SIMM** (Single Inline Memory Module): Puede contener 8 chips de 32 ó 64 Mbits cada uno, siendo la capacidad total del módulo de 32 ó 64 MB. Hay versiones con conectores de 30 ó 72 contactos, según sea de 8 ó 32 bits el ancho de la palabra.
- **DIMM** (Dual Inline Memory Module): Los contactos están por las dos superficies de la tarjeta. Es capaz de leer datos de 64 bits. El formato DIMM es similar al SIMM, pero físicamente es más grande. Se distingue por tener una muesca en los dos lados y otras dos en la fila de contactos. Existen módulos DIMM de 32, 64, 128, 256 y 512 MB y de 1, 2, 4, 8, 16 y 32 GB. En la actualidad módulos DIMMs de 184, 240 y 288 contactos para las memorias SDRAM de tipo DDR, DDR2, DDR3 y DDR4, respectivamente.
- **SO-DIMM** (Small Outline DIMM) y **Micro-DIMM**: Son módulos DIMM minituarizados que han sido ideados para portátiles y pequeños equipos. El segundo tiene un formato más pequeño que el primero. Los SO-DIMM para memorias DDR (200 contactos), DDR2 (200 contactos) y DDR3 (204 contactos) se diferencian porque tienen la muesca en distinta posición.
- **RIMM** (Rambus Inline Memory Module): Módulos de 168 contactos y 184 contactos, con 64 de ancho de bus adicionales (232). Incluyen una placa metálica que recubre los chips del módulo para disipar mejor el calor, ya que trabajan a altas frecuencias. Aunque ha dejado de utilizarse, se usaba en la videoconsolas PS. Todos los zócalos de un banco deben estar ocupados y si no, habrá que instalar un módulo de continuidad para cerrar el canal.

Módulos de memoria



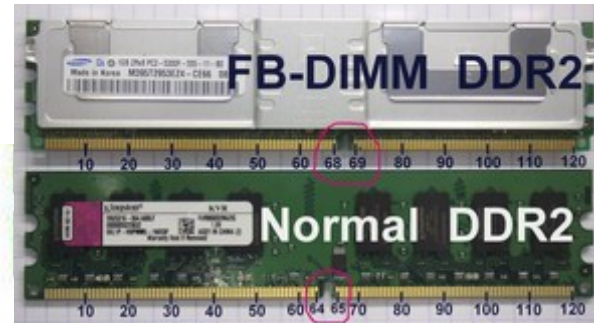
30 pin SIMM



72 pin SIMM



MicroDIMM
(rare)



100 pin DIMM
printer RAM



72 pin SODIMM
(rare)



144 pin SDRAM
SODIMM



200 pin DDR
SODIMM



200 pin DDR-2
SODIMM

(c) 2007-2009 www.canadaram.com



168 pin SDRAM DIMM



184 pin DDR DIMM



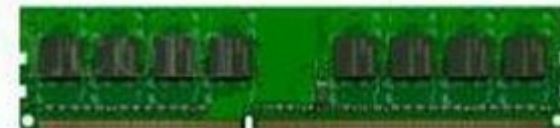
240 pin DDR-2 DIMM



240 pin DDR-2 FB-DIMM, standard & Apple heatsink



203 pin DDR-3 SODIMM



240 pin DDR-3 DIMM

Acceso a la memoria

- **Registro de direcciones de memoria:** Antes de realizar una operación de lectura/escritura, se ha de colocar en este registro la dirección de la celda que va a intervenir en la operación. Dependiendo del número de bits que contenga el registro de dirección (condicionado por el bus de dirección), se tendrá una determinada capacidad de memoria.
- **Decodificador de dirección o selector de memoria:** Se activa cada vez que se produce una orden de lectura/escritura, conectando la celda de memoria, cuya dirección se encuentra en el registro de dirección, con el registro de datos y posibilitando la transferencia de datos en un sentido u otro.
- **Registro de datos:** Almacena el dato que se ha leído de memoria o el dato que se va a escribir en memoria.

Tanto para el acceso de lectura como para el de escritura a la memoria, hay que suministrar una dirección. Para la lectura de un dato almacenado en memoria:

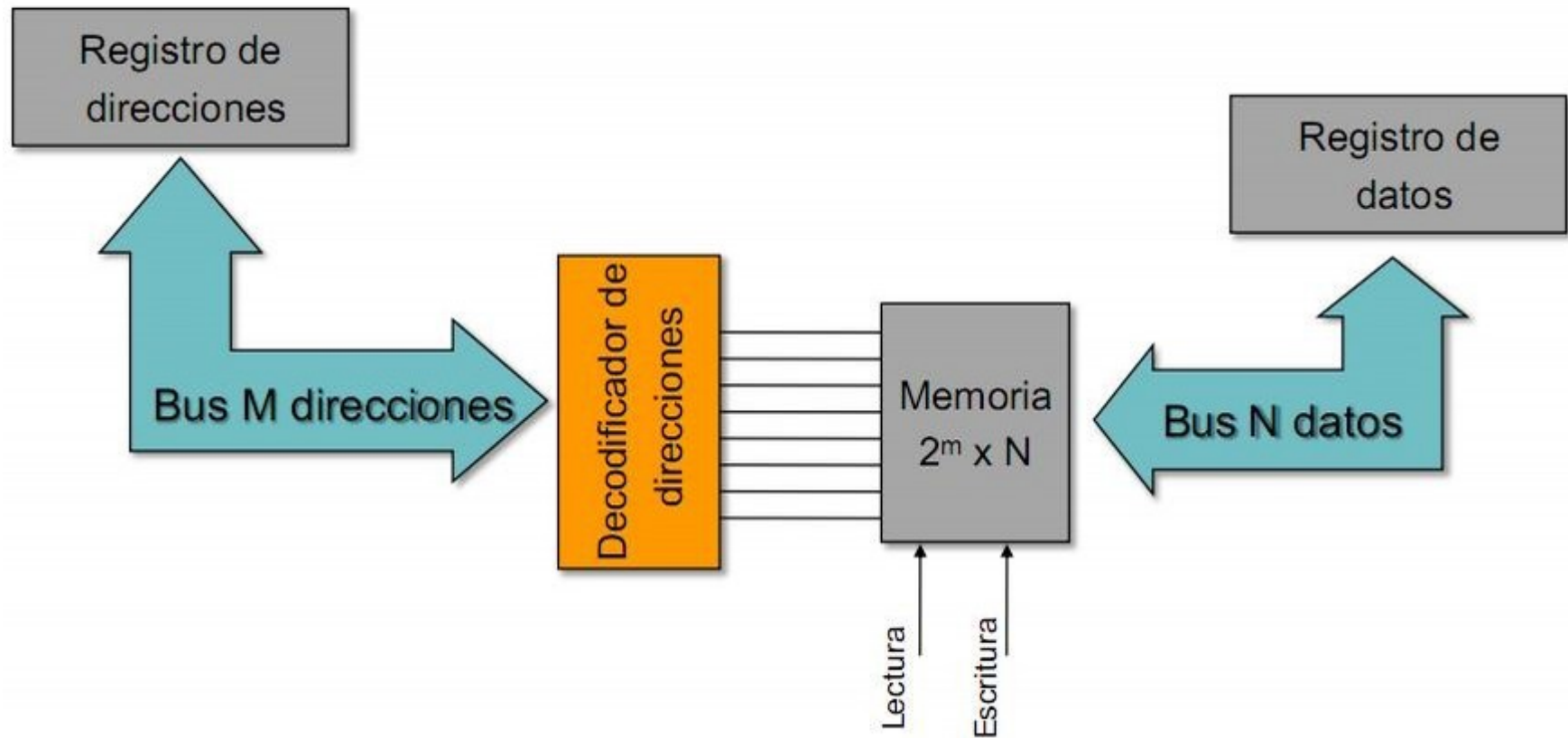
1. Se pasa la dirección al registro de dirección.
2. Mediante el decodificador se accede a la dirección.
3. Se pasa el dato que está en esa dirección al registro de datos.

Para la escritura de un dato en memoria:

1. Se transfiere la dirección en la que se va a escribir al registro de dirección.
2. Se transfiere el dato al registro de datos.
3. Se pasa el contenido del registro de datos a la dirección que contiene el registro de dirección.

Acceso a la memoria

Esquema de funcionamiento de una memoria: lectura/escritura



A photograph of a server room with blue ambient lighting. Several server racks are visible, some with glass doors open, revealing internal components. Cables are organized on overhead trays.

¿Preguntas?

Mario Alfonso Lasso Mesa
mlasso83@hotmail.com