

# **TEMA 4**

## **MEMORIA INTERNA. TIPOS. DIRECCIONAMIENTO. CARACTERÍSTICAS Y FUNCIONES**

### **INDICE:**

1.	INTRODUCCIÓN .....	1
2.	TIPOS Y FUNCIONES .....	1
2.1.	Memoria ROM.....	1
2.2.	Memoria RAM.....	2
2.3.	Tipos de RAM .....	2
3.	DIRECCIONAMIENTO.....	3
3.1.	Inmediato .....	3
3.2.	Directo .....	4
3.3.	Indirecto .....	4
3.4.	De registro .....	4
3.5.	Implícito.....	4
3.6.	Indexado .....	4
4.	CARACTERÍSTICAS.....	5
4.1.	Encapsulados .....	5
4.2.	Capacidad.....	5
4.3.	Frecuencia .....	6
4.4.	Latencia CAS.....	6
4.5.	Multi-channel.....	6
4.6.	Ancho de banda.....	7
4.7.	Detección de errores (ECC).....	7
5.	CONCLUSIÓN .....	7
6.	BIBLIOGRAFÍA .....	8
7.	NORMATIVA.....	8

Realizado por Cayetano Borja Carrillo

Tiempo de escritura: 1 hora y 55 minutos

## 1. INTRODUCCIÓN

La memoria interna o principal es aquella memoria estrictamente necesaria para que un sistema informático pueda funcionar y la única que es accedida directamente por el microprocesador, por lo que otras memorias como discos duros o pendrives no forman parte de la memoria interna.

Las características de la memoria interna están definidas en la arquitectura en la que se basa el sistema. Existen varias arquitecturas de computadoras, siendo la más extendida y la usada en la mayoría de los ordenadores que usamos a diario (PC, portátil, tableta, videoconsola, teléfono móvil, etc.) la arquitectura Von Neumann. Dicha arquitectura establece que un ordenador debe de disponer de una memoria principal capaz de almacenar tanto datos como instrucciones.

En este tema se desarrollan los tipos, el funcionamiento y las características de la memoria interna. Se trata de un tema de gran importancia dentro del campo de estudio del hardware, ya que es uno de los elementos fundamentales de un sistema informático.

## 2. TIPOS Y FUNCIONES

Existen 2 tipos de memorias que, en conjunto, forman la memoria interna. Estas son la memoria ROM y la RAM.

### 2.1. Memoria ROM

Se llama memoria ROM (*Read Only Memory*) o memoria de sólo lectura a este tipo de memoria porque originalmente no permitía la escritura. Sin embargo, las ROM más modernas, como EPROM y Flash EEPROM se siguen llamando ROM, aunque se puedan escribir sobre ellas, porque es algo que no se hace con frecuencia.

La ROM consiste en una pequeña memoria con una serie de programas que se ejecutan al arrancar el ordenador. El *software* almacenado en la ROM se denomina *firmware* y se divide en 2 partes: la rutina POST y la rutina de arranque.

- Rutina POST: La rutina POST (*Power-On Self-Test*) o autoprueba de arranque se encarga de verificar el estado del *hardware* al encender el ordenador. Si se detecta algún error, el arranque se paraliza y emitirá una serie de pitidos o parpadeos de leds característicos para cada tipo de error. En caso de no detectar ningún problema, dará paso a la rutina de arranque.
- Rutina de Arranque (*Bootstrapping*): Esta rutina se encarga de cargar el gestor de arranque para que busque el núcleo del sistema operativo, u otro *software booteable*, en una unidad de almacenamiento secundario y cargarlo en la RAM. A partir de este momento, el control del sistema es cedido al *software* cargado.

Desde la década de los 70, el *firmware* almacenado en esta memoria ha sido la BIOS (*Basic Input/Output System*) o sistema básico de entrada y salida, proporcionando una interfaz básica entre el usuario y el *hardware*.

A partir del 2010, aparece un nuevo estándar llamado UEFI (*Unified Extensible Firmware Interface*) como sustituto de la BIOS. UEFI realiza las mismas tareas que BIOS, pero además proporciona otras funciones como permitir el acceso remoto, soporte de discos con esquema de particiones GPT y, por tanto, soporte de particiones de más de 2TB, mayor velocidad de arranque, conectarse a Internet para actualizarse, permitir el manejo del ratón en su interfaz y mayor seguridad en el inicio gracias a “*Secure Boot*”, que impide la ejecución de aplicaciones no firmadas en el arranque del sistema.

## 2.2. Memoria RAM

La memoria RAM (*Random Access Memory*), o memoria de acceso aleatorio, es una memoria que almacena los datos e instrucciones que se están procesando o que ya han sido procesados. En términos generales, almacena el sistema operativo y los programas en ejecución. Es volátil, por lo que pierde toda la información cuando deja de recibir electricidad.

La RAM se organiza en una matriz de celdas capaces de almacenar 1 bit (un cero o un uno). Como un solo bit no da suficiente información, se agrupan varias celdas en la misma dirección formando una palabra de memoria. Por ejemplo, una memoria RAM con un ancho de palabra de 8 bits, tendrá 8 celdas por cada dirección de memoria.

La RAM se denomina “de acceso aleatorio” porque el tiempo que tarda en realizar una operación de lectura o escritura de una palabra, es siempre el mismo sin importar la dirección donde se encuentra, no siendo obligatorio seguir un orden secuencial para acceder a la información como si ocurre en algunas memorias secundarias.

El esquema de la memoria RAM es el siguiente:

Dirección	Información							
0000	1	1	0	0	1	0	1	1
0001	0	1	1	0	0	1	0	0
0002	0	0	0	1	1	0	1	0
0003	1	0	0	0	1	1	1	1
...								

Celda

Palabra de 8 bits

## 2.3. Tipos de RAM

Existen varios tipos de RAM cuya clasificación puede realizarse dependiendo de una serie de características como las siguientes:

### Según su necesidad de refresco

Según su necesidad de refresco, la RAM se puede clasificar en dinámica (DRAM) y estática (SRAM).

- **DRAM:** Se compone de condensadores capaces de almacenar energía eléctrica, donde un condensador con carga se interpreta como un “1” y sin carga como un “0”. Esta carga tiende a perderse con el tiempo, por lo que es necesario recargar los condensadores continuamente antes de que su energía se agote completamente.
- **SRAM:** Se compone de biestables capaces de mantener la información sin necesidad de un circuito de refresco. Esta memoria es más rápida y tiene un menor consumo energético que la DRAM, pero su coste económico por bit es muy elevado. Por este motivo, la SRAM solo se usa en pequeñas memorias como los registros internos del microprocesador y la memoria caché.

### Según su sincronización

Según su sincronización, la RAM se puede clasificar en asíncrona y síncrona.

- **RAM asíncrona:** La memoria no está sincronizada con el reloj del microprocesador, así que el cambio de estado (paso de una instrucción a otra) está determinado por las características propias de la memoria. Esta tecnología está en desuso ya que provoca tiempos de espera por parte del microprocesador. Algunos ejemplos son FPM-RAM y EDO-RAM.
- **RAM síncrona:** La RAM está sincronizada con el reloj del bus de direcciones, que es quien determina el cambio de estado. Esto elimina los tiempos de espera del microprocesador, pero es posible que éste intente leer una palabra de memoria antes de que sea escrita. Para evitar este problema, las RAM síncronas tienen integrado un controlador de memoria que permite retrasar la lectura de la palabra si es necesario. El controlador de memoria más extendido es el DDR (*Double Data Rate*) y sus actualizaciones DDR2, DDR3, DDR4 y DDR5. Algunos ejemplos de RAM síncronas son PC100, PC133 y SDRAM.

## **3. DIRECCIONAMIENTO**

El direccionamiento es un mecanismo que permite al microprocesador obtener la ubicación donde se encuentran los datos u operandos que necesita para ejecutar ciertas instrucciones. Algunos de los modos de direccionamiento son los siguientes:

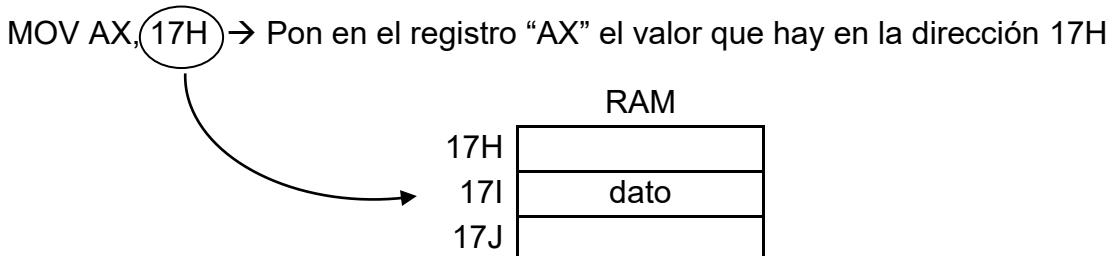
### **3.1. Inmediato**

En este modo, el dato es una constante que se encuentra incluido dentro de la propia instrucción. Ejemplo:

MOV AX, 12 → Pon en el registro “AX” el dato con valor 12

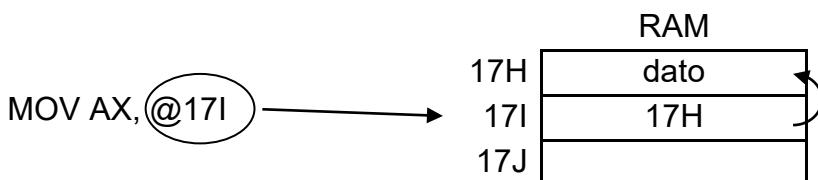
### 3.2. Directo

La instrucción contiene la dirección de memoria RAM donde se encuentra el dato que necesita. En este caso, el valor del operando puede ser variable. Ejemplo:



### 3.3. Indirecto

La instrucción contiene una dirección que indica la dirección efectiva del dato. Este modo presenta la desventaja de realizar 2 accesos a memoria, pero puede ser útil cuando se trabaja con punteros, ya que los punteros son variables que contienen direcciones de datos y no los datos en sí. Ejemplo:



### 3.4. De registro

Ocurre cuando los datos residen en los registros internos del microprocesador. Ejemplo:

MOV AX, BX → Mueve el valor del registro “BX” y ponlo en el registro “AX”.

### 3.5. Implícito

En este modo, no es necesario especificar la dirección donde se encuentra el dato ya que su ubicación se encuentra implícita en el tipo de instrucción. Por ejemplo, en una pila, los elementos se colocan (*operación push*) y se extraen (*pop*) siempre de la cima de la pila. Ejemplo:

POP AX → Pon el valor que hay en la cima de la pila en el registro “AX”.

### 3.6. Indexado

En este modo, la dirección donde se encuentra el dato se calcula sumando un desplazamiento a una dirección base. La dirección base se encuentra en un registro de la CPU y el desplazamiento se especifica en la instrucción.

## 4. CARACTERÍSTICAS

A continuación, se describen las principales características de la memoria RAM.

### 4.1. Encapsulados

Un encapsulado o módulo consiste en una placa con un circuito impreso en el que se montan los chips de memoria. A lo largo de la historia de la informática se han utilizado los siguientes encapsulados:

- **SIPP:** En este antiguo encapsulado, los chips de memoria sólo se montan por una cara y los contactos son un conjunto de pines.
- **SIMM:** En este encapsulado, los chips de memoria pueden montarse por las dos caras y los contactos son unos chapados metálicos. Los contactos de ambas caras están interconectados.
- **DIMM:** Al igual que SIMM, el encapsulado DIMM puede tener chips de memoria en ambas caras y los contactos son unos chapados. La diferencia está en que, en este caso, los contactos de cada cara son independientes. Este formato es el que se utiliza en la actualidad y existe una variación más pequeña llamada SO-DIMM diseñada para usarse en portátiles y *barebones*.
- **RIMM:** Esta memoria, también conocida como Rambus, surgió a mediados de los 90 y era muy potente para la época. Debido a sus altas frecuencias, era necesario acoplarle un disipador para refrigerarlo. Esta tecnología está en desuso porque las SDRAM, que son más baratas, superaron su rendimiento.

### 4.2. Capacidad

La capacidad de una memoria determina la cantidad de dígitos binarios (ceros y unos) que puede almacenar. A cada dígito binario se le denomina bit, del inglés *Binary Digit*, y una cadena de 8 bits forma un Byte, que es la unidad de medida que se usa en la informática para representar la información digital.

Existen 2 normas para expresar los múltiplos del Byte: el Sistema Internacional (base 10) y el ISO/IEC 80000-13 (base 2). A continuación, se muestra una tabla con los múltiplos del Byte bajo el estándar ISO/IES 80000-13.

Unidad	Equivalencia
1 byte (B)	8 bits (8 dígitos)
1 kibibyte (KiB)	$2^{10}$ bytes = 1024 B
1 mebibyte (MiB)	$2^{20}$ bytes = 1024 KiB
1 gibibyte (GiB)	$2^{30}$ bytes = 1024 MiB
1 tebibyte (TiB)	$2^{40}$ bytes = 1024 GiB

1 pebibyte (PiB)	$2^{50}$ bytes = 1024 TiB
1 exbibyte (EiB)	$2^{60}$ bytes = 1024 PiB
1 zebibyte (ZiB)	$2^{70}$ bytes = 1024 EiB
1 yobibyte (YiB)	$2^{80}$ bytes = 1024 ZiB

#### 4.3. Frecuencia

La frecuencia de la memoria RAM indica la cantidad de ciclos que puede realizar en cada segundo. Cada operación de lectura y escritura se realiza en un ciclo. La unidad de medida es el hercio (Hz) y los múltiplos del Hz son los siguientes:

Unidad	Equivalencia
1 hercio (Hz)	Un ciclo por segundo
1 kilohercio (KHz)	1000 Hz
1 megahercio (MHz)	1000 KHz
1 gigahercio (GHz)	1000 MHz

#### 4.4. Latencia CAS

La latencia CAS (*Column Access Strobe Latency*), o simplemente latencia, indica el tiempo que pasa desde que se solicita leer una dirección de memoria hasta que la información empieza a salir de la RAM. Se podría decir que indica el tiempo de respuesta de la RAM.

Se suele dar este parámetro en ciclos de reloj (CL), donde una memoria con CL11 significa que tardará 11 ciclos de reloj (Hz) en sacar los datos que se han solicitado. Se puede calcular el tiempo de latencia en segundos mediante la siguiente fórmula:

$$\text{Tiempo de latencia (segundos)} = \frac{CL}{\text{Frecuencia (Hz)}}$$

#### 4.5. Multi-channel

*Multi-channel* es una tecnología de memorias que permite al microprocesador acceder a varios módulos de memoria RAM simultáneamente, aumentando el rendimiento general del sistema informático.

Para trabajar en *multi-channel*, los módulos de RAM deben tener las mismas características (misma frecuencia, misma latencia, mismo voltaje, etc.) y tienen que colocarse en los distintos canales de una misma ranura (normalmente en las ranuras del mismo color).

Dependiendo de la placa base, se puede trabajar en *Dual Channel*, *Tri Channel* o *Quad Channel*. Ejemplo: Dada la siguiente estructura de ranuras:

Negra	Ranura 1, cara 1
Roja	Ranura 2, cara 1
Negra	Ranura 1, cara 2
Roja	Ranura 2, cara 2

Si tenemos 2 módulos iguales y se quiere aprovechar la tecnología *Dual Channel*, ambos módulos se tienen que introducir en los *slots* negros o rojos. Si se introducen en colores distintos, el ordenador funcionará, pero con un rendimiento menor.

#### 4.6. Ancho de banda

En ancho de banda indica la cantidad máxima de información que puede transmitir el bus de memoria por segundo. Para calcularlo, es necesario conocer 3 aspectos:

- La frecuencia de operación del bus.
- El ancho de palabra.
- El número de canales por donde se transmite la información.

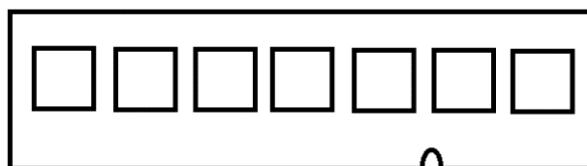
Conociendo estos valores, el ancho de banda se calcula con la siguiente fórmula:

$$\text{Ancho de Banda (MB/s)} = \text{Frecuencia (MHz)} * \text{Ancho de palabra (Bytes)} * \text{Canales}$$

#### 4.7. Detección de errores (ECC)

Las interferencias electromagnéticas, los fallos eléctricos y otros agentes pueden alterar el valor de la carga de los condensadores de una DRAM lo suficiente como para corromper la información. Las memorias con la característica ECC (*Error Correction Code*) añaden un chip de memoria extra para almacenar información redundante, de forma que se pueda regenerar la información que se corrompa.

Se puede reconocer un módulo de memoria con ECC fácilmente porque su número de chips es impar. En la siguiente imagen se muestra un módulo de RAM con 7 chips de memoria, por lo que se deduce que tiene ECC.



### 5. CONCLUSIÓN

La memoria interna es un componente fundamental en el *hardware* de un ordenador. Está compuesta por dos tipos de memoria: ROM y RAM, las cuales son necesarias para el funcionamiento de un sistema informático.

## Tema 4

La ROM se encarga de arrancar el sistema, mientras que la RAM se encarga de almacenar los datos e instrucciones que se están procesando. Para que el procesador pueda acceder a esos datos, existen varios modos de direccionamiento como el inmediato, directo, indirecto, de registro, implícito e indexado.

Es importante destacar que no todas las RAM son iguales. Cada una tiene sus propias características como el tipo de encapsulado, capacidad de almacenamiento, frecuencia de funcionamiento, latencia, configuración *multi-channel*, ancho de banda y recuperación de errores mediante ECC.

A lo largo del tiempo, la tecnología aplicada en la memoria interna ha evolucionado significativamente y continúa haciéndolo. Las memorias cada vez son más rápidas, más seguras, de mayor capacidad y de menor consumo, pero su función principal ha permanecido inalterada en el tiempo.

## 6. BIBLIOGRAFÍA

- Mano, M. M. (1994). *Arquitectura de computadoras* (3<sup>a</sup> ed.). Pearson Educación.
- López Ureña, L. A. et al. (1997). *Fundamentos de Informática* (1<sup>a</sup> ed.). Ra-ma.
- Prieto Espinosa, A. et al. (2006). *Introducción a la informática* (4<sup>a</sup> ed.). McGraw-Hill.
- Brookshear, J. G. (2012). *Introducción a la computación* (11<sup>a</sup> ed.). Pearson Educación.

## 7. NORMATIVA

Para el desarrollo de este tema, se ha tenido en cuenta la siguiente normativa, donde se especifican los contenidos, competencias y criterios de evaluación de los Ciclos Formativos y Bachillerato en Andalucía:

- Orden 7 de julio de 2009 (SMR). La parte correspondiente al módulo “Montaje y Mantenimiento de Equipos”.
- Orden 19 de julio de 2010 (ASIR). La parte correspondiente al módulo “Fundamentos del Hardware”.
- Orden 16 de junio de 2011 (DAW/DAM). La parte correspondiente al módulo “Sistemas Informáticos”.
- Instrucción 13/2022 (Bachillerato). La parte correspondiente a la asignatura “Tecnologías de la Información y Comunicación”