

A

Vocabulario

Lenguaje máquina. Conjunto de instrucciones codificadas que un ordenador puede interpretar y ejecutar directamente. Estas instrucciones son combinaciones binarias o hexadecimales dependientes de la máquina en la que se ejecutan.

Lenguaje de alto nivel. Lenguaje de programación que (a diferencia del de máquina) es independiente del ordenador que lo va a ejecutar, y que presenta mayores facilidades para el programador, pues emplea signos cercanos al lenguaje natural; por ejemplo, los lenguajes C, Pascal, Java o Cobol.

Memorias de semiconductores. Tipo de memoria que se emplea actualmente como memoria principal de las computadoras. La RAM pertenece a una clase particular de este tipo de memorias: la de direccionamiento cableado.

2. Arquitectura Von Neumann

Como ya se dijo en el apartado anterior, Von Neumann describió el fundamento teórico de construcción de un ordenador electrónico con programa almacenado.

La idea era conectar permanentemente las unidades del ordenador, de manera que su funcionamiento estuviera coordinado bajo un control central.

Esta arquitectura es todavía, aunque con pequeños cambios, la que emplean la mayoría de los fabricantes de ordenadores (véase la Figura 2.1).

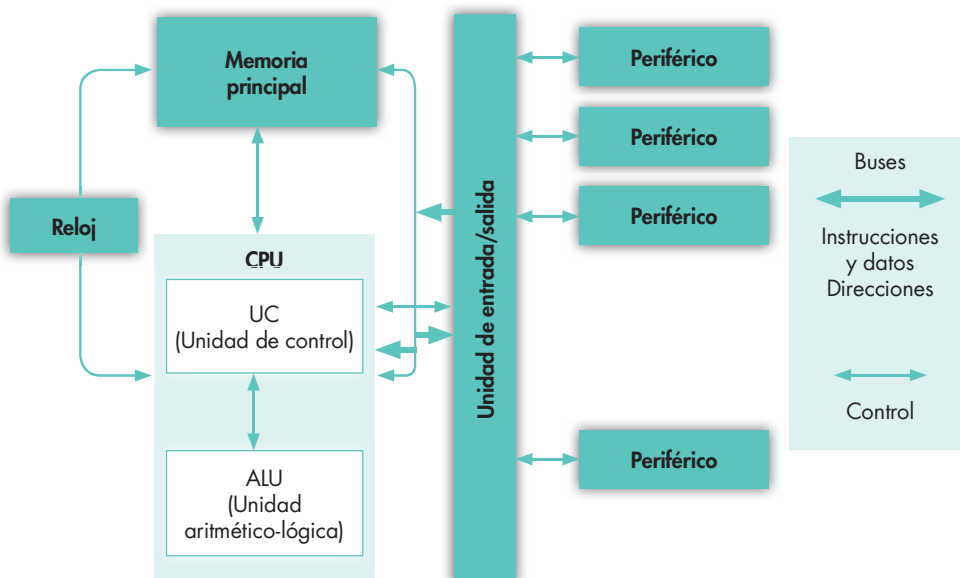


Fig. 2.1. Estructura general de un ordenador con arquitectura Von Neumann.

2.1. Unidad central de proceso (CPU)

Es el auténtico cerebro del ordenador: controla y gobierna todo el sistema. La **UCP**, o **CPU** (*Central Processing Unit*), como suele llamarse incluso en español, consiste en un circuito integrado que interpreta y ejecuta las instrucciones de los programas almacenados en memoria y que además toma los datos de las unidades de entrada, los procesa y los envía a las unidades o periféricos de salida. Es decir, se trata del componente del ordenador que se ocupa del control y el proceso de datos. La potencia de un sistema informático se mide principalmente por la de su CPU.

A la CPU también le podemos llamar *procesador* o *microprocesador*. Está formada por:

- **La unidad de control (UC)**, que interpreta y ejecuta las instrucciones máquina almacenadas en la memoria principal y genera las señales de control necesarias para ejecutarlas.
- **La unidad aritmético-lógica (UAL o ALU)**, que recibe los datos sobre los que efectúa operaciones de cálculo y comparaciones, toma decisiones lógicas (determina si una afirmación es cierta o falsa mediante las reglas del álgebra de Boole) y devuelve luego el resultado; todo ello bajo la supervisión de la unidad de control.
- Los **registros** de trabajo o de propósito general, donde se almacena información temporal, que constituyen el almacenamiento interno de la CPU. La UC, la UAL y los registros van a constituir el procesador central del sistema, encargado del control y la ejecución de todas las operaciones del sistema; podemos hacer una similitud entre el microprocesador (Intel, AMD) con estos componentes de la UCP.

@

Web

http://www.youtube.com/watch?v=s_Ba292cGo

<http://www.youtube.com/watch?v=IEICV9CXFYU>

En estas páginas vas a encontrar unos vídeos que te servirán para aprender más sobre la fabricación de un chip de silicio.

- Para aceptar órdenes del usuario, acceder a los datos y presentar los resultados, la CPU se comunica a través de un conjunto de circuitos o conexiones llamado *bus*. El bus conecta la CPU a los dispositivos de almacenamiento (por ejemplo, un disco duro), los dispositivos de entrada (como el teclado o el ratón) y los dispositivos de salida (un monitor o una impresora, por ejemplo).

Los **buses** son los caminos a través de los cuales las instrucciones y los datos circulan entre las distintas unidades del ordenador.

En la Figura 2.2 podemos ver los componentes del procesador.

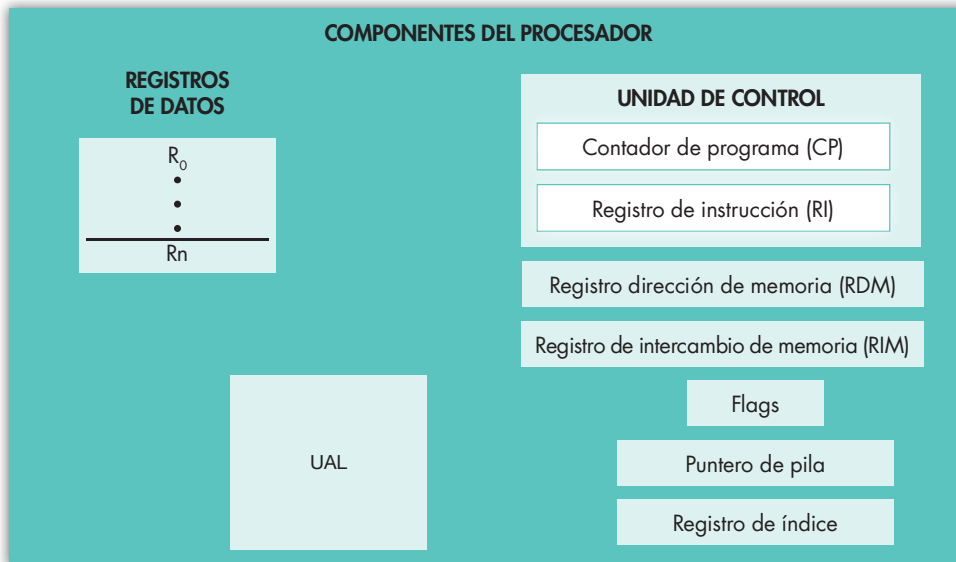


Fig. 2.2. Componentes del procesador.

2.2. La unidad de control

Como se dijo en el apartado anterior, la unidad de control se encarga de interpretar y ejecutar las instrucciones máquina que conforman los programas y de generar las señales de control necesarias para llevarlas a cabo.

Ejecuta las operaciones siguientes:

1

Extrae de la memoria principal la instrucción a ejecutar. Para ello dispone de dos registros: el contador de programa o de instrucciones (CP), en el que almacena la dirección de la celda que contiene la próxima instrucción a ejecutar, y el registro de instrucción (RI), en el que deposita el código de la instrucción a ejecutar. Está dividido en dos zonas: código de operación y dirección de memoria, donde se encuentra el operando.

3

Extrae de la memoria principal los datos necesarios para ejecutar la instrucción; es decir, ordena la lectura de la celda cuya dirección se encuentra en el RI (es la dirección del operando).

4

Ordena a la UAL que efectúe las operaciones necesarias. El resultado de este tratamiento se deposita en un registro especial de la UAL, el registro acumulador.

2

Una vez conocido el código de operación, la UC establece las conexiones con los circuitos de la UAL, que deberán intervenir en la operación.

5

Finalmente, se incrementa en 1 el contenido del contador de programa, de manera que coincida con la dirección de la siguiente instrucción a ejecutar.



Toma nota

Una primera medida de la velocidad de un procesador lo da la frecuencia de su reloj, pero también se tienen en cuenta otros factores, como la cantidad de instrucciones ejecutadas por segundo (MIPS, millones de instrucciones por segundo) o el número de operaciones matemáticas efectuadas por segundo.

A. Componentes de la UC

Para realizar sus funciones, la UC, además del contador de programa y el registro de instrucción, cuenta con los componentes siguientes:

- **Descodificador de instrucción (DI).** Se encarga de extraer y analizar el código de operación de la instrucción en curso contenida en el RI, y genera las señales de control necesarias para ejecutar correctamente la instrucción.
- **Reloj.** Proporciona una sucesión de impulsos eléctricos a intervalos constantes. Va marcando los tiempos de ejecución de los pasos a realizar para cada instrucción y marca el ritmo de funcionamiento del descodificador de instrucción. Además, se encarga de sincronizar todo el sistema. La velocidad del reloj interno del procesador establece la rapidez con que se pueden procesar los datos. La velocidad de reloj se mide en gigahercios (GHz), dato que marca la velocidad de proceso del ordenador. Los modernos ordenadores poseen velocidades superiores a 3 GHz.

En los procesadores con doble núcleo, el fabricante suele indicar también la frecuencia de reloj. Otro factor fundamental para comparar la velocidad de dos micros es el número de microinstrucciones en cada ciclo; así, los procesadores AMD trabajan a una frecuencia más baja que los Intel, pero realizan más microinstrucciones en cada ciclo.

La mayoría de las CPU son de naturaleza sincrónica; están diseñadas y operan en función de una señal de sincronización; a esta señal se la conoce como *señal de reloj*, que normalmente toma la forma de una onda cuadrada periódica.

- **Secuenciador.** Este dispositivo genera órdenes o microórdenes elementales que, sincronizadas con los impulsos de reloj, hacen que se ejecute paso a paso y de manera ordenada la instrucción cargada en él.

2.3. Unidad aritmético-lógica (UAL)

Su función es operar con los datos que recibe siguiendo las órdenes de la UC. Se realizan tanto operaciones aritméticas como operaciones basadas en la lógica booleana.

La UAL necesita para llevar a cabo una operación aritmética el código de operación que indique la operación a efectuar. Por ejemplo, si queremos realizar una suma, hay que indicar el código de la suma, las direcciones de las celdas de memoria en las que se encuentran almacenados el primero y el segundo operandos y la celda en que se almacenará el resultado de la suma.

Una parte importante de la UAL es la **unidad de coma flotante** (FPU, *Floating-Point Unit*). Se conoce también con otros nombres: *unidad de punto flotante*, *coprocesador matemático*, *unidad de procesamiento numérico* (NPU) y *procesador de datos numérico* (NDP). Es la encargada de manejar todas las operaciones en coma flotante. Estas operaciones involucran la aritmética con números fraccionarios, operaciones matemáticas trigonométricas y logarítmicas.



¿Sabías que...?

Antes de la aparición y la introducción de la FPU, la UAL efectuaba las operaciones en coma flotante, pero era muy lenta, y lo que la FPU hace en un ciclo de reloj la ALU lo hacía en cien.

2.4. Los registros internos del microprocesador

En el interior del procesador existen unas celdas de memoria de alta velocidad que permiten a la CPU almacenar datos temporalmente mientras se efectúa alguna operación. Son los llamados **registros internos**, que constituyen la memoria interna del procesador. Están formados por un conjunto de bits que se manipulan en bloque. Este número varía dependiendo de la CPU, pero siempre son múltiplos de 8 (8, 16, 32...) y resultan imprescindibles para su funcionamiento.

El tamaño del registro indica el número de bits que puede manipular a la vez el procesador; cuanto mayor sea más potente será el micro, pues podrá trabajar con más cantidad de información a la vez.

Las primeras CPU tenían 8 bits. Las CPU de los primeros PC disponían de registros de 16 bits; solo podían ejecutar software de 16 bits, como DOS y Windows 3.x, pues con este software solo se pueden utilizar números de 16 bits para direccionar la memoria, lo que limita al procesador.

Con 32 bits se puede utilizar mayor cantidad de memoria, y el conjunto de instrucciones de 32 bits incluye algunas adicionales para la gestión de la memoria; en los micros de 16 bits estas instrucciones las realizaban **chips** (circuitos integrados) suplementarios.

Con una arquitectura de 64 bits se puede direccionar memoria casi infinita (2 elevado a 64), mientras que en la arquitectura de 32 bits el máximo de RAM se limita a 4 Gb (2 elevado a 32).

Los registros de la CPU se pueden dividir en dos tipos: visibles al usuario y de control y estado.



Toma nota

El 80386 de Intel fue el primer modelo de CPU que incluyó registros de 32 bits, por lo que era capaz de ejecutar software de esa cantidad de bits.

○ A. Registros visibles al usuario

Son aquellos que pueden ser referenciados por el lenguaje ensamblador, o de máquina, con el fin de optimizar el uso de los recursos. Se distinguen tres categorías:

- Registros de dirección.
- Registros de datos.
- Registros de condición.

○ B. Registros de control y de estado

Son los que intervienen en la ejecución de las instrucciones. Distinguimos los siguientes tipos:

- Contador de programa (CP).
- Registro de instrucción (RI).
- Registro de dirección de memoria (RDM).
- Registro de intercambio de memoria (RIM).

Estos cuatro registros funcionan de la manera siguiente:

- 1 El registro contador de programa (CP) tiene la dirección de memoria de la próxima instrucción a ejecutar; para buscarla, el contenido de esa posición es pasado al registro de dirección de memoria (RDM). La instrucción apuntada por el RDM se carga en el registro de intercambio de memoria (RIM), y desde aquí pasa al registro de instrucción (RI).
- 2 Seguidamente, el decodificador de instrucciones interpreta el contenido del RI, y se generan las órdenes oportunas para su ejecución.
- 3 El contador de programa (CP) se incrementa en 1, para apuntar a la siguiente instrucción a ejecutar.
- 4 Desde hace unos años comenzaron a aparecer procesadores con tecnología de 64 bits. A estas máquinas se les llamó supercomputadores. En España existen varios de estos supercomputadores, como el *Altamira* de la Universidad de Cantabria o el *Picasso* de la Universidad de Málaga.



Web

<http://www.youtube.com/watch?v=upWnl7b9Mv4>

En esta página encontrarás un vídeo que te servirá para comprender el funcionamiento de los buses de comunicación.



Vocabulario

Hertz o hercio. Es la frecuencia de vibraciones eléctricas (ciclos) por segundo. Abreviado «Hz»; un Hz es igual a un ciclo por segundo, es decir, es la frecuencia a la que funciona el reloj que marca los tiempos de ciclo del ordenador. Cuanto mayor es su valor, menores son los tiempos de ciclo de reloj, así que mayor será la velocidad de ejecución de los programas para una misma arquitectura. Se utilizan las medidas:

MHz o megahercios: Un millón de ciclos por segundo.

GHz o gigahercios: Mil millones de ciclos por segundo.

2.5. Buses de comunicación

Las unidades que integran el ordenador se comunican a través de los buses; son las líneas eléctricas u ópticas a través de las cuales se comunican las distintas unidades de un ordenador. Los buses son cables por los que circula la información en forma de bits. Distinguimos tres tipos de buses:

- **Bus de datos.** Permite establecer el intercambio de datos entre la CPU y el resto de unidades. Cada instrucción de un programa y cada byte de datos viaja por este bus. El intercambio de datos se realiza a través de un conjunto de líneas eléctricas, una por cada bit, y se transmiten todos a la vez de forma paralela.

La velocidad del bus de datos se mide en megahercios (MHz) o gigahercios (GHz).

Otra de las características de la CPU es el número de bits que transfiere simultáneamente a través de este bus. El tamaño del bus se mide en bits. Las CPU de los primeros PC tenían un bus de 8 bits y solo podían transferir un byte por cada ciclo de reloj. Los actuales micros tienen un bus de datos de 64 bits, con lo que pueden transferir en un ciclo de reloj hasta 8 bytes.

- **Bus de direcciones.** Transmite direcciones entre la CPU y la memoria. El bus de direcciones funciona sincronizado con el de datos. Es el empleado por la CPU para seleccionar la dirección de memoria o el dispositivo de entrada/salida con el cual va a intercambiar información. El bus de direcciones es necesario para conocer las direcciones de los datos que se envían a (o que se reciben desde) la CPU por el bus de datos. Para determinar el volumen de memoria directamente accesible o direccionable por la CPU, hay que tener en cuenta el número de líneas o bits que forman el bus de direcciones. Cuanto mayor sea el número de bits, mayor es el rango de memoria direccionable. Por ejemplo, si el bus de direcciones tiene 10 bits, se podrá acceder a 2^{10} posiciones de memoria; es decir, 1024 celdas. Si tiene 16, accederá a 2^{16} posiciones, o sea, 65 536. En la actualidad se utiliza un bus de 36 bits.

- **Bus de control de la CPU.** Genera los impulsos eléctricos necesarios para gobernar el resto de elementos.

2.6. La memoria principal, la RAM

En la memoria principal o memoria **RAM** (*Ramdon Access Memory*, memoria de acceso aleatorio) se almacenan dos tipos de información: *el programa* o secuencia de instrucciones a ejecutar y *los datos* que manejan dichas instrucciones. La manipulación de los programas y los datos está dirigida por la CPU, y más concretamente por la unidad de control (véase la Figura 2.3).

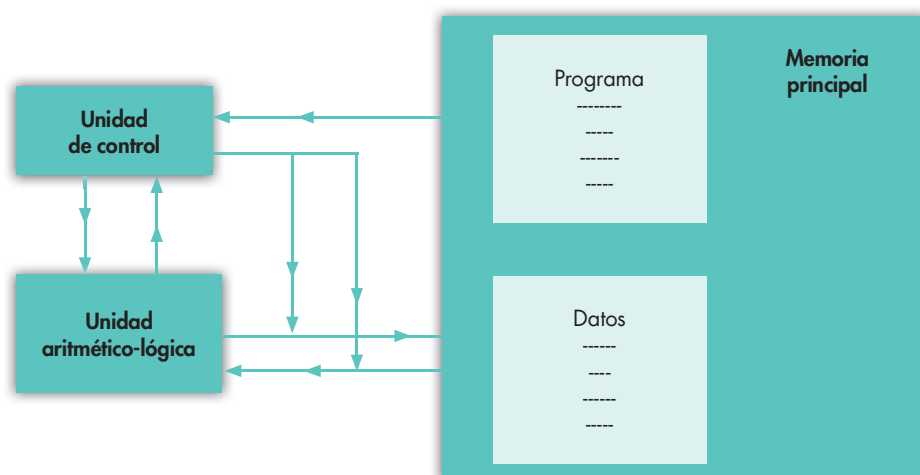


Fig. 2.3. Memoria principal y su conexión a la CPU.

La RAM está formada por un conjunto de casillas o posiciones de memoria capaces de almacenar un dato o una instrucción. Cada *casilla contiene 8 bits*, es decir, un byte, de manera que si la RAM es de 1 KB ($2^{10} = 1\,024$ bytes), dispondrá de 1 024 celdas de memoria y podrá almacenar 1 024 caracteres. Si la memoria es de 1 MB, podrá almacenar 2^{20} bytes, o lo que es lo mismo, 1 048 576 caracteres.

En la memoria RAM es donde se almacenan los datos y los programas que se están ejecutando en ese momento en el ordenador; cuando se apaga el ordenador, el contenido de la RAM desaparece, por eso se dice que esta memoria es *volátil*. En las unidades siguientes se estudiará más sobre memorias.

Cada una de las casillas que forman la memoria se identifica con un número; es lo que se conoce como *dirección de memoria*. Su finalidad es que la unidad de control pueda diferenciar unas casillas de otras.

Para poder realizar operaciones de lectura o de escritura en una celda de memoria, se utilizan **el registro de dirección (RDM), el registro de intercambio de datos (RIM) y el selector de memoria** o decodificador de direcciones, que es el dispositivo que conecta la celda de memoria cuya dirección figura en el RDM con el registro de intercambio RIM, y que posibilita la transferencia de los datos en un sentido o en otro dependiendo de la operación de lectura o de escritura.

○ A. Ejecución de una instrucción

La CPU ejecuta los programas que se encuentran cargados en la memoria principal; estos están formados por un conjunto de instrucciones que se ejecutan en dos fases:

- **Fase de búsqueda.** Consiste en localizar la instrucción a ejecutar dentro de la memoria principal y llevarla a la UC para procesarla.
- **Fase de ejecución.** Es la realización de las acciones que llevan asociadas las instrucciones. Por ejemplo, una suma o una resta.



Vocabulario

MFLOPS (*Million Floating-point Operations Per Second*). Millones de operaciones en coma flotante por segundo: expresa la potencia de cálculo científico de un ordenador.



Actividades

1. Calcula la potencia de tres microprocesadores en MIPS (millones de instrucciones por segundo) sabiendo lo que tardan en ejecutar un programa que contiene 10.000 instrucciones:

Microprocesador	Tiempo de ejecución	MIPS
Micro 1	10 segundos	
Micro 2	4 segundos	
Micro 3	2 segundos	

2. Ve a las propiedades de tu ordenador y calcula qué capacidad de memoria tiene tu equipo.
3. Dadas las siguientes capacidades de memoria, indica cuántos caracteres podrán almacenar estas memorias:

Capacidad	Número de caracteres
2 GB	
2 MB	
4 KB	

A

Vocabulario

Soportes magnéticos. Dispositivos para el almacenamiento de información, consistentes en una base de plástico recubiertos por una capa magnética sobre la que se sitúan las cabezas de lectura y escritura, que lo que hacen es modificar la corriente eléctrica de manera que la grabación se produce gracias a pequeños puntos magnetizados.

El tipo más común es el disco duro, aunque se iniciaron con las cintas magnéticas (primera generación de ordenadores), que duraron poco.

Disco compacto. CD (*Compact Disc*). Es un soporte digital óptico utilizado para almacenar cualquier tipo de información (audio, vídeo, documentos y otros datos). Tiene una capacidad de 740-750 MB.

DVD. (*Digital Versatile Disc o disco versátil digital*) Es un formato de almacenamiento óptico que puede ser usado para guardar datos, incluyendo películas con alta calidad de vídeo y audio. Se asemeja a los CD en cuanto a sus dimensiones físicas (diámetro de 12 o de 8 cm), pero están codificados en un formato distinto y a una densidad mucho mayor.

Blu-Ray. Es un formato de disco óptico de nueva generación de 12 cm de diámetro (igual que el CD y el DVD) para vídeo de alta definición y almacenamiento de datos de alta densidad. Su capacidad de almacenamiento actualmente llega a 50 GB a doble capa y a 25 GB a una capa.

B. Jerarquía de las memorias

La memoria se organiza en niveles dependiendo de la capacidad, la velocidad en el acceso y el coste. El nivel superior estará constituido por memorias muy rápidas, de menor capacidad, y tiempo de acceso mínimo y coste alto. Cuanto más pequeño sea el hardware, este será más rápido y más caro. Cada nivel es más pequeño, más caro y más rápido que el siguiente (véase la Tabla 2.1).

Nivel	Dispositivo	Capacidad	Tiempo de acceso
0	Registros CPU	8-128 bits	Menor que 1 ns.
1	Caché	10 KB a 512 MB	Menor que 5 ns.
2	Principal (RAM)	De 10 MB a 10 GB	Menor o igual a 15 ns.
3	Secundaria disco	De GB a TB	Menor que 10 ms.
4	Auxiliar	De 1,44 MB a TB	De 100 ms a min.

Tabla 2.1. Niveles de jerarquía de las memorias.

- **Registros de la CPU;** son memorias de baja capacidad pero de alta velocidad, integradas en el procesador, que permiten guardar y acceder a valores muy usados, generalmente en operaciones matemáticas. El tiempo de acceso es inferior al 1 ns (10^{-9} s).
- **Memoria caché** o tampón; de baja capacidad, muy rápidas, con tiempos de acceso inferiores a los 5 ns. Se interponen entre el procesador y la memoria principal. La memoria caché permite acelerar el acceso a los datos, trasladándolos a un medio más rápido cuando se supone que van a leerse o a modificarse pronto. Cuando se accede por primera vez a un dato, se hace una copia en la caché; los accesos posteriores se realizan a dicha copia, logrando que el tiempo de acceso medio al dato sea menor.
- **Memoria principal (RAM);** es más lenta y de mayor capacidad que la caché.
- **Memoria secundaria o de disco;** estas son de alta capacidad y oscilan entre varios Gb o Tb. El tiempo de acceso se mide en milisegundos (10^{-6} s). Lo forman los discos duros del ordenador, tanto internos como externos, donde se almacenan todos los programas y archivos para un uso posterior. En el caso de que la memoria principal sea insuficiente, utiliza espacio de los discos duros como apoyo; a esta memoria se le denomina *memoria virtual*.



Actividades

4. Relaciona memoria con capacidad.




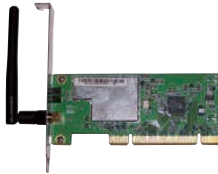
Memoria	Capacidad
Caché	500 GB
RAM	256 KB
Auxiliar	3 bytes
Registros CPU	4 GB

5. Relaciona memoria con tiempo de acceso.

Memoria	Tiempo de acceso
Caché	0.006 ns
RAM	600 ms
Auxiliar	2 ns
Registros CPU	6 ns

2.7. Unidades de entrada y de salida: los periféricos

Los periféricos son dispositivos que se conectan al ordenador y permiten almacenar información y comunicar al ordenador con el mundo exterior. Se pueden clasificar en:

	Descripción	Imagen
Periféricos de entrada	Son los que introducen datos externos a la computadora para su posterior tratamiento por parte de la CPU. Los periféricos de entrada más habituales son: teclado, ratón, cámara web, escáner, micrófono, escáner de código de barras, joystick, pantalla táctil.	
Periféricos de salida	Son los que reciben información que es procesada por la CPU y la reproducen para que sea perceptible para el usuario. Por ejemplo: monitor, impresora, altavoces, auriculares, fax.	
Periféricos de almacenamiento	Se encargan de guardar los datos de forma que permanezca para usos posteriores. Pueden ser internos, como un disco duro, o externos, como un CD. Los más comunes son: disco duro, grabadora/lectora de CD/DVD, Blu-Ray, HD-DVD, memoria flash, lectora/grabadora de cintas magnéticas, lector/grabador de disquetes, discos portátiles.	
Periféricos de comunicación	Facilitan la interacción entre dos o más ordenadores o entre un ordenador y otro periférico externo. Entre ellos se encuentran los siguientes: fax-módem, tarjeta de red, tarjeta wireless, tarjeta bluetooth, controladores de puertos (serie, paralelo, infrarrojo, etc.), HUB.	

2.8. Arranque del ordenador

La memoria ROM (*Read Only Memory*), o de solo lectura, se usa para almacenar programas o datos que tienen que ver con el diseño del sistema principal, o con alguna de sus partes, como la tarjeta de vídeo, la controladora de las unidades de disco, la tarjeta de sonido, etc. Son fundamentales en el proceso de arranque del ordenador.

Cuando encendemos el ordenador, la fuente de alimentación lleva corriente a todos los componentes, incluyendo a la CPU, que envía una orden al chip de la memoria ROM de la BIOS (*Basic Input/Output System*, sistema básico de entrada/salida), donde se encuentran grabadas las rutinas del POST (*Power-On Self-Test*, autocomprobación diagnóstica de encendido o programa de arranque).

Si la BIOS no encuentra nada anormal, continúa el proceso de arranque del ordenador. Posteriormente, ejecuta instrucciones del SO trasladándolas a la RAM y aparece la primera pantalla del sistema operativo.

Una vez arrancado, podremos ejecutar cualquier programa (el programa elegido se cargará en la RAM); además, podremos introducir datos utilizando los periféricos de entrada. Mientras hacemos estas operaciones, la CPU está procesando las instrucciones y los datos que están almacenados de forma temporal en la RAM.

Una vez que finaliza el proceso con los datos, obtendremos los resultados y podremos dirigirlos hacia un dispositivo de salida (por ejemplo, la impresora) o guardarlos en un periférico de almacenamiento.



Importante

Para que el ordenador pueda arrancar, los programas de arranque y otros de utilidades básicas se guardan en la ROM, que tiene especificado pedir un disco de sistema (CD, disco flexible A, disco duro, unidad USB, etcétera). Una vez se introduce este disco, el control lo asume el sistema operativo.