

# 1

# Unidades funcionales de un ordenador digital

## vamos a conocer...

1. Arquitectura de Von Neumann
2. Unidades funcionales de un ordenador
3. Funcionamiento interno de un ordenador
4. Organización estructural de un ordenador
5. Software de un ordenador

### PRÁCTICA PROFESIONAL

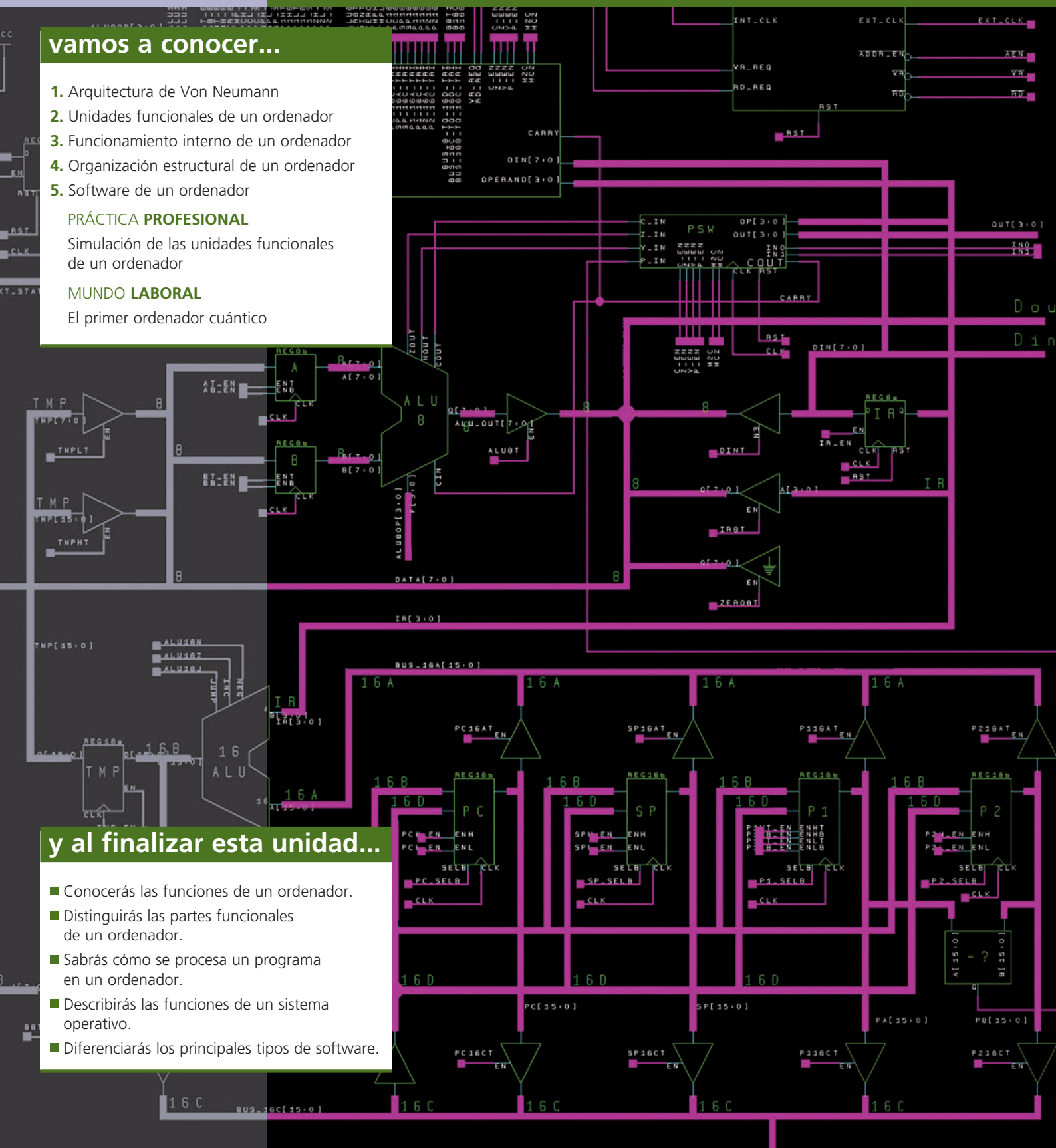
Simulación de las unidades funcionales de un ordenador

### MUNDO LABORAL

El primer ordenador cuántico

## y al finalizar esta unidad...

- Conocerás las funciones de un ordenador.
- Distinguirás las partes funcionales de un ordenador.
- Sabrás cómo se procesa un programa en un ordenador.
- Describirás las funciones de un sistema operativo.
- Diferenciarás los principales tipos de software.



## CASO PRÁCTICO INICIAL

### situación de partida

Santiago siempre se ha sentido atraído por el mundo de la informática. Ha tenido ordenador casi desde que tenía uso de razón y tiene claro que quiere dedicarse profesionalmente a ello.

Durante su vida ha tenido varios ordenadores: algunos heredados de sus padres o familiares y ya, cuando lo ha necesitado para sus estudios, ha logrado tener su propio ordenador portátil.

Se ha dado cuenta de que desde los primeros trastos que tuvo hasta su flamante último modelo, todos han tenido algunas cosas en común: su manera de funcionar.

Santiago siente curiosidad por saber cómo está organizado un ordenador para que realice cálculos matemáticos tan rápidamente, para que plasme fotos en una pantalla y permita escuchar música... Así que se decide a investigar por su cuenta.

### estudio del caso

*Analiza cada punto de la Unidad de Trabajo, con el objetivo de contestar las preguntas de este caso práctico.*

1. ¿Cómo es la información que trata el ordenador?
2. ¿Cómo se organiza funcionalmente un ordenador para trabajar de forma tan eficaz?
3. ¿Qué papel juega la memoria en un ordenador?
4. ¿Para qué sirve un periférico?
5. ¿Quién hace las operaciones en un ordenador?
6. ¿Dónde está el «cerebro» de un ordenador?
7. ¿Para qué sirve un programa? ¿Cómo funciona?
8. ¿Qué diferencia el hardware del software?
9. ¿Para qué sirve el software de un ordenador?
10. ¿Quién gestiona casi todas las tareas que podemos realizar en un ordenador?

# 1. Introducción



↑ Ejemplos de medición de una misma señal con un aparato analógico (arriba) y con uno digital (abajo).

Generalizando, podemos decir que un ordenador es un aparato cuya misión es procesar información. Esta definición hace referencia solo a su funcionalidad y no a su naturaleza. Así, a lo largo de la historia, hemos podido encontrar diferentes modelos de ordenadores dependiendo de la tecnología disponible en ese momento.

De hecho, la evolución de los ordenadores ha ido muy ligada, desde sus inicios, a los avances tecnológicos. Hoy en día esta vinculación se mantiene de tal manera que incluso existen muchos avances ya previstos para años futuros, a la espera de que la tecnología encuentre las soluciones que los haga factibles.

Por otro lado, hay que tener en cuenta el tipo de información que puede procesar. Dicha información puede ser:

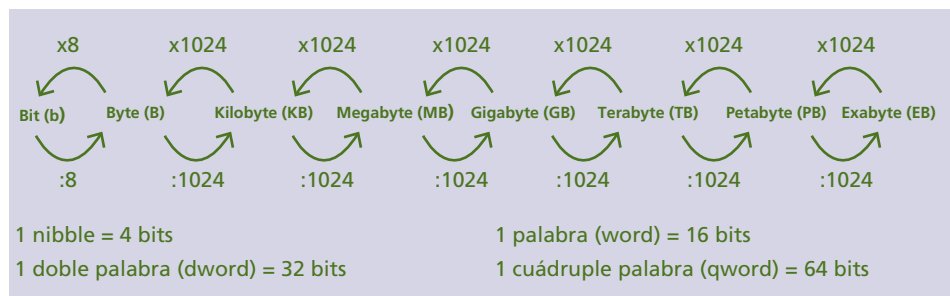
- **Analógica:** cuando entre dos valores de la información existen infinitos valores intermedios.
- **Digital:** en el caso de que la información tenga un valor concreto y entre dos valores contiguos no existan valores intermedios.

En la realidad, la mayor parte de las informaciones son de naturaleza analógica. Por ejemplo, la temperatura de una oficina, la velocidad de un coche, el peso de un saco...

Hay que diferenciar entre la naturaleza de la información y la del aparato que mide esa magnitud. Así, podemos encontrarnos con termómetros analógicos (que nos darán una medida analógica) o digitales (que nos darán una medida digital). Lo mismo podría suceder para el caso del velocímetro o de la báscula.

En función de la naturaleza de la información dispondremos de ordenadores analógicos (que manejan información analógica) o digitales (que manejan información digital). Los más comunes en la actualidad son los ordenadores digitales, que serán los que estudiaremos en este libro.

Para el ordenador, la unidad fundamental de información digital recibe el nombre de **bit** y tiene dos posibles valores: 0 o 1. La agrupación de bits da lugar a otras unidades, tal y como podemos observar en el siguiente cuadro:



## ACTIVIDADES

Utiliza Internet para responder a las siguientes cuestiones:

1. ¿Qué medidas de información existen mayores que el Exabyte?
2. ¿Para qué suelen utilizarse las unidades word, dword y qword?

## 2. Arquitectura de Von Neumann

Existen muchas opciones posibles a la hora de diseñar un ordenador digital. En la actualidad, la opción más aceptada es la denominada arquitectura de Von Neumann, propuesta por el matemático húngaro John von Neumann en 1945. Esta arquitectura consta de las siguientes partes:

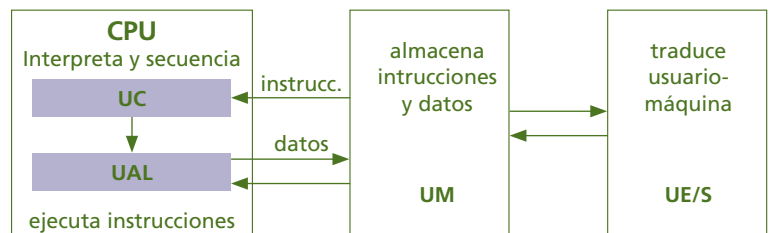
- **Unidad de Memoria (UM):** es la encargada de almacenar la información. Esta arquitectura se caracteriza por utilizar dicha unidad tanto para almacenar información como para programas. Aquí surge el concepto de programa almacenado. De esta manera, un ordenador puede utilizarse para varios cometidos sin necesidad de reprogramarlo.
- **Unidad de Entrada/Salida (UE/S):** su misión es realizar las operaciones de introducción y extracción de información en el ordenador. Es el bloque que le da realmente sentido a la utilidad de un ordenador, ya que le permite al usuario introducir información en él y al ordenador mostrarle información al usuario.
- **Unidad Aritmético-Lógica (UAL):** tiene como cometido realizar las operaciones necesarias para procesar la información.
- **Unidad de Control (UC):** su objetivo es gestionar y coordinar todas las unidades funcionales para obtener el fin deseado. Gran parte de la complejidad de un ordenador reside en el diseño de esta unidad ya que, dependiendo de cómo funcione, así será el rendimiento del equipo.
- **Buses de comunicación:** todas estas unidades se comunican entre sí a través de unos canales llamados buses. Los buses pueden ser de diferentes tipos, en función de lo que circule por ellos:
  - **Bus de datos (BD):** transfiere datos entre los elementos del ordenador.
  - **Bus de direcciones (BA):** transfiere direcciones entre la unidad de control y la unidad de memoria.
  - **Bus de control (BC):** emite las señales de control que gobiernan el funcionamiento de las unidades.

El conjunto de la UAL y la UC es lo que se conoce como **Unidad Central de Proceso (CPU)**.

Así pues, según esta arquitectura, el usuario proporciona una información de entrada a través de la UE/S. Esta información se traslada a la UM, que envía las instrucciones oportunas a la UC para que las interprete y ordene comenzar a la UAL la secuencia de cálculos que desembocará en la información de salida. Esta información, almacenada en la UM, se presenta al usuario a través de la UE/S, concluyendo así el ciclo.

### caso práctico inicial

El **ordenador** se organiza según la arquitectura de Von Neumann.



↑ Esquema básico de la arquitectura Von Neumann.

### ACTIVIDADES

3. Busca en Internet información sobre la arquitectura Harvard y su relación con la arquitectura de Von Neumann.
4. ¿Cuál sería la equivalencia física de las unidades funcionales de la arquitectura de Von Neumann?

## 3. Unidades funcionales de un ordenador



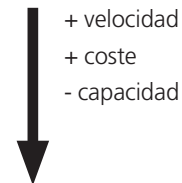
A continuación, vamos a analizar las unidades funcionales a través de una breve descripción de los elementos que las componen. Para no entrar en explicaciones complejas, nos centraremos en las partes más relevantes de cada unidad ya que, en función de la tecnología, existe una amplia gama de esquemas y registros intermedios en prácticamente todas las unidades.

### 3.1. Unidad de memoria

Antes de hablar de la unidad de memoria conviene indicar que la memoria en un ordenador se organiza en varios niveles en función de su velocidad. Esta distribución se denomina **jerarquía de memoria** y optimiza el uso de esta ya que la información se ubica en un determinado nivel según su probabilidad de ser utilizada: a mayor probabilidad, menor nivel.

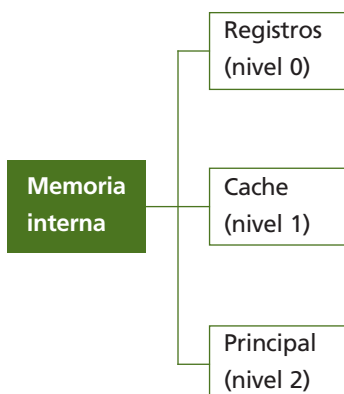
Los niveles están diseñados de forma que las memorias más rápidas se sitúan en los niveles más bajos. Existe una relación entre la velocidad de una memoria y su capacidad y coste: a mayor velocidad, mayor coste y menor capacidad. En general, los niveles de jerarquía de memoria son estos:

Nivel	Memoria	Velocidad	Capacidad
4	Auxiliar	< 10 KHz	GB a EB
3	Secundaria	> 100 KHz	GB a EB
2	Principal	> 66 MHz	MB a GB
1	Cache	> 200 MHz	KB a MB
0	Registros	> 1 GHz	bit



- **Auxiliar:** esta memoria se usa como soporte de respaldo de información, pudiendo situarse en medios extraíbles o en red.
- **Secundaria:** también llamada memoria de disco. Se utiliza para almacenar información de forma permanente, por lo que es de alta capacidad.
- **Principal:** conocida también como memoria RAM. Es el bloque que constituye realmente la UM. Se emplea para almacenar datos y programas de forma temporal.
- **Cache:** memoria intermedia entre la UM y la CPU utilizada como apoyo para acelerar los accesos de la CPU a la UM. La cache, en realidad, está dispuesta en varios niveles (L1, L2, L3, L4) siendo la L1 la más rápida y de menor capacidad, y la L4 la más lenta y de mayor capacidad. En función de la frecuencia de uso la información se va moviendo entre los diferentes niveles de la cache antes de abandonarla.
- **Registros:** son memorias de alta velocidad y baja capacidad utilizadas para el almacenamiento intermedio de datos en las unidades funcionales, especialmente en la UC y la UAL.

Los niveles 0, 1 y 2 constituyen lo que se conoce como la **memoria interna** del equipo. El resto de niveles conforman la memoria externa.



Como hemos dicho, la unidad de memoria viene a coincidir con la memoria principal. En realidad, la unidad de memoria está compuesta por un elemento de memoria y dos registros auxiliares.

El elemento de memoria, a su vez, está compuesto por un conjunto de celdas, cada una de las cuales tiene capacidad para 1B.

Todas las celdas están identificadas por un número llamado **dirección de memoria**.

Las celdas de memoria se organizan en agrupaciones denominadas **arrays**, que pueden ser de las siguientes clases:

- **Unidimensionales:** constituyen una única hilera de celdas. Cada una de esas celdas se identifica con un número (0, 1, 2...).
- **Bidimensionales:** compuestas por varias hileras dispuestas una debajo de la otra. Cada hilera recibe el nombre de fila. Las celdas de cada una de las hileras con la misma posición constituyen una columna. Ahora cada celda se identifica por una tupla de dos números que señalan la fila y la columna a la que pertenece ( $\langle 0,3 \rangle$ ,  $\langle 2,2 \rangle$ ,  $\langle 4,0 \rangle$ ...).
- **Tridimensionales:** son las más comunes. Se trata de agrupaciones de arrays bidimensionales. En este caso la celda se localiza mediante una tupla de tres números que señalan el array bidimensional (o bloque), la fila y la columna dentro de ese bloque ( $\langle 1,2,3 \rangle$ ,  $\langle 4,4,4 \rangle$ ...)

Los **registros auxiliares** son:

- Un **registro de direcciones (RD)**, utilizado para almacenar de forma temporal la dirección de memoria de un dato o instrucción.
- Un **registro de datos (RM)**, que almacena temporalmente cualquier dato o instrucción que se intercambie con la memoria.

El registro de direcciones enlaza el bus de direcciones con la memoria de forma unidireccional: desde el bus hacia la memoria.

El registro de datos enlaza el bus de datos con la memoria de forma bidireccional: desde el bus a la memoria y viceversa.

Sobre la memoria se pueden realizar dos tipos de **operaciones**:

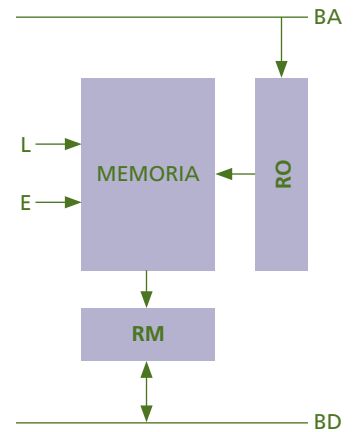
- **Lectura (L):** se accede a la información que contiene.
- **Escritura (E):** se introduce información en la memoria.

Estas dos operaciones trabajan en exclusión mutua, es decir, que durante el tiempo que se realiza una lectura o escritura la memoria no está disponible para ninguna otra operación.

En una operación de lectura se envía a través del BA la dirección de la celda a leer. Esta dirección se comunica al RD y se extrae la información al BD a través del RM.

En una operación de escritura se envía, por un lado, el dato a escribir al RM a través del BD y por otro, la dirección donde se escribirá al RD a través del BA.

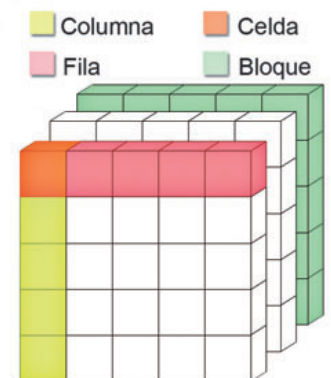
Del funcionamiento de la UM se desprende que la velocidad de la memoria no es un valor fijo, sino que depende en gran parte de cómo gestione la CPU sus acciones, de la carga del sistema, etc. En la práctica, como veremos más adelante, hay que buscar el equilibrio entre prestaciones y coste de los productos (procesador, memoria RAM...) para conseguir un rendimiento óptimo a un precio razonable.



↑ Esquema de la unidad de memoria.

### caso práctico inicial

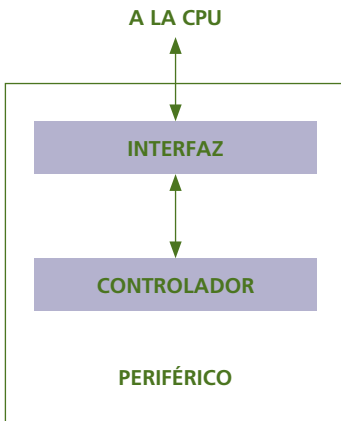
La **memoria** se encarga de suministrar la información para que esta pueda ser procesada.



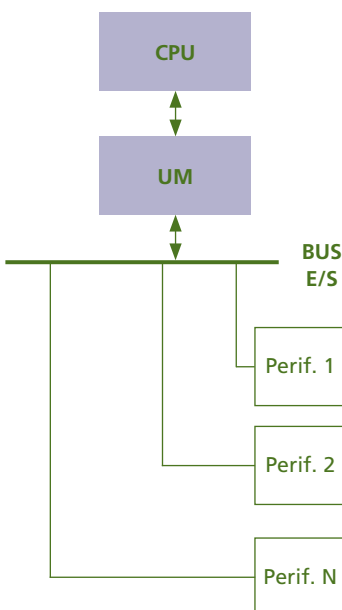
↑ Distribución interna de la unidad de memoria.

### caso práctico inicial

El **periférico** es el medio por el que usuario y ordenador se comunican.



↑ Esquema de la unidad de E/S.



↑ Arquitectura de bus de E/S para la gestión de periféricos.

## 3.2. Unidad de Entrada/Salida

Esta unidad es la encargada de establecer la comunicación entre el usuario y la CPU. Para llevar a cabo el enlace utiliza unos dispositivos denominados **periféricos**.

Podemos clasificar los periféricos, en función de su propósito, en:

- **Periféricos de entrada:** con ellos el usuario introduce la información en el ordenador.  
Ejemplos: ratón, teclado, escáner...
- **Periféricos de salida:** son utilizados por el ordenador para mostrar la información al usuario.  
Ejemplos: monitor, impresora, altavoces...
- **Periféricos de E/S:** pueden actuar en los dos sentidos del flujo de la información, tanto para introducir los datos como para mostrarlos. Este tipo de periféricos, a su vez, se clasifican en:
  - **Periféricos de comunicaciones:** se emplean para establecer una comunicación entre dos usuarios a través de los ordenadores.  
Ejemplos: módem, router, switch...
  - **Periféricos de almacenamiento:** se utilizan como memoria auxiliar a la principal del ordenador. En ellos se pueden realizar las mismas operaciones de lectura y escritura.

Como vemos, hay una gran variedad de periféricos, por lo que deberá existir un sistema que permita el intercambio de información entre cualquiera de estos dispositivos y el ordenador.

Este sistema en cuestión consta de dos **partes**:

- **Interfaz:** se encarga de gestionar el intercambio de información entre el periférico y la CPU. Adapta la información específica de cada dispositivo a un conjunto de señales normalizadas de forma que actúa como interlocutor del periférico y la máquina.
- **Controlador:** su misión es gestionar directamente el periférico. Es un sistema electrónico o mecánico que suele ir integrado en el propio periférico, por lo que podemos deducir que es específico de este.

La gestión de la UE/S es uno de los pilares fundamentales en el rendimiento de un ordenador, ya que todos los dispositivos que se conectan al equipo compiten por el uso de la CPU para poder operar.

Una de las soluciones posibles pasa por la creación de un **bus de E/S**, de uso específico para los dispositivos. Este bus contiene líneas dedicadas para datos, direcciones y señales de control, de forma que se reduce de forma notable el problema de «cuello de botella» que podría plantearse en el equipo si durante el proceso de órdenes internas ocuparan los buses los periféricos.

La arquitectura de bus de E/S es el estándar más utilizado en los ordenadores de propósito general, por su simplicidad y flexibilidad.

Otras arquitecturas posibles para la gestión de E/S son:

- **E/S mapeada en memoria:** la memoria y la interfaz del periférico comparten los buses y las puertas de E/S; se tratan como si fueran direcciones de memoria.
- **E/S aislada:** cada uno de los dispositivos de E/S tiene un bus dedicado.



### 3.3. Unidad Aritmético-Lógica

La UAL es el verdadero núcleo de cálculo del ordenador ya que se encarga de realizar las operaciones aritméticas (suma, resta...) y lógicas (comparación, negación...) ordenadas por la UC.

El elemento principal en la UAL es el **operador**. Un operador es un componente electrónico cuya misión es realizar un cálculo. Los operadores se pueden clasificar según...

- **Su ámbito:** en **genéricos** (pueden realizar diferentes operaciones) o **específicos** (solo pueden realizar un tipo de operación).
- **El número de operandos:** en **monádicos** (solo una entrada, por ejemplo, el negador), **diádicos** (dos entradas, por ejemplo, el operador suma) o **triádicos** (tres entradas, por ejemplo, el condicional).
- **Su capacidad de operar:** en **serie** (reciben la información en una secuencia de bits y los procesan uno a uno hasta terminar toda la ristra) o en **paralelo** (receptan la información en bloques de bits, que procesan de forma simultánea).

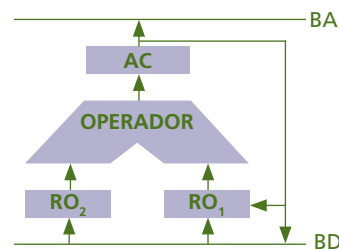
Toda la información que llega a la UAL se coloca en **registros**, que se utilizan como origen o destino de los datos que manejan los operadores de la UAL. Los registros con los que trabaja directamente el operador se llaman registros auxiliares y proporcionan la entrada de datos. El registro que recibe el resultado del operador se denomina **acumulador (AC)**.

#### caso práctico inicial

La UAL se encarga de realizar todos los **cálculos** aritméticos y lógicos necesarios.

#### caso práctico inicial

La UC actúa como el «**cerebro**» de un ordenador, ya que se encarga de gobernar el resto de elementos.

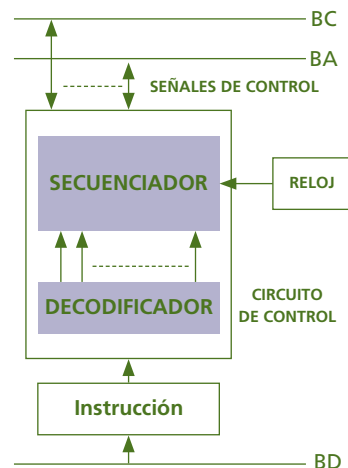


↑ Esquema básico de la UAL.

### 3.4. Unidad de Control

La UC se encarga de buscar las instrucciones en la UM, interpretarlas y generar en cada momento las órdenes necesarias para ejecutar la operación requerida por cada instrucción. La UC está compuesta por:

- **Circuito de control:** genera las señales de control necesarias para gobernar el ordenador. Sus partes principales son:
  - **Decodificador:** interpreta la instrucción y determina el conjunto de órdenes necesarias para llevarla a cabo.
  - **Secuenciador:** distribuye de forma ordenada las señales de control correspondientes a cada orden recibida.
- **Reloj:** es un circuito que genera pulsos, los cuales marcan la temporización básica del sistema. El reloj se utiliza como elemento sincronizador de todos los movimientos que se realizan en el ordenador.
- **Registros:** son utilizados por el circuito de control para labores auxiliares diversas (resultados intermedios, direcciones...).



↑ Esquema básico de la Unidad de Control.

## ACTIVIDADES

5. Si un bloque de memoria está compuesto por 128 celdas, ¿qué capacidad tendrá un módulo de memoria compuesto por 32 bloques?
6. Dibuja el esquema funcional de un operador triádico de la UAL.
7. ¿Qué es el overclocking? ¿Qué tiene que ver con la UC? ¿Cómo influye?



## 4. Funcionamiento interno de un ordenador

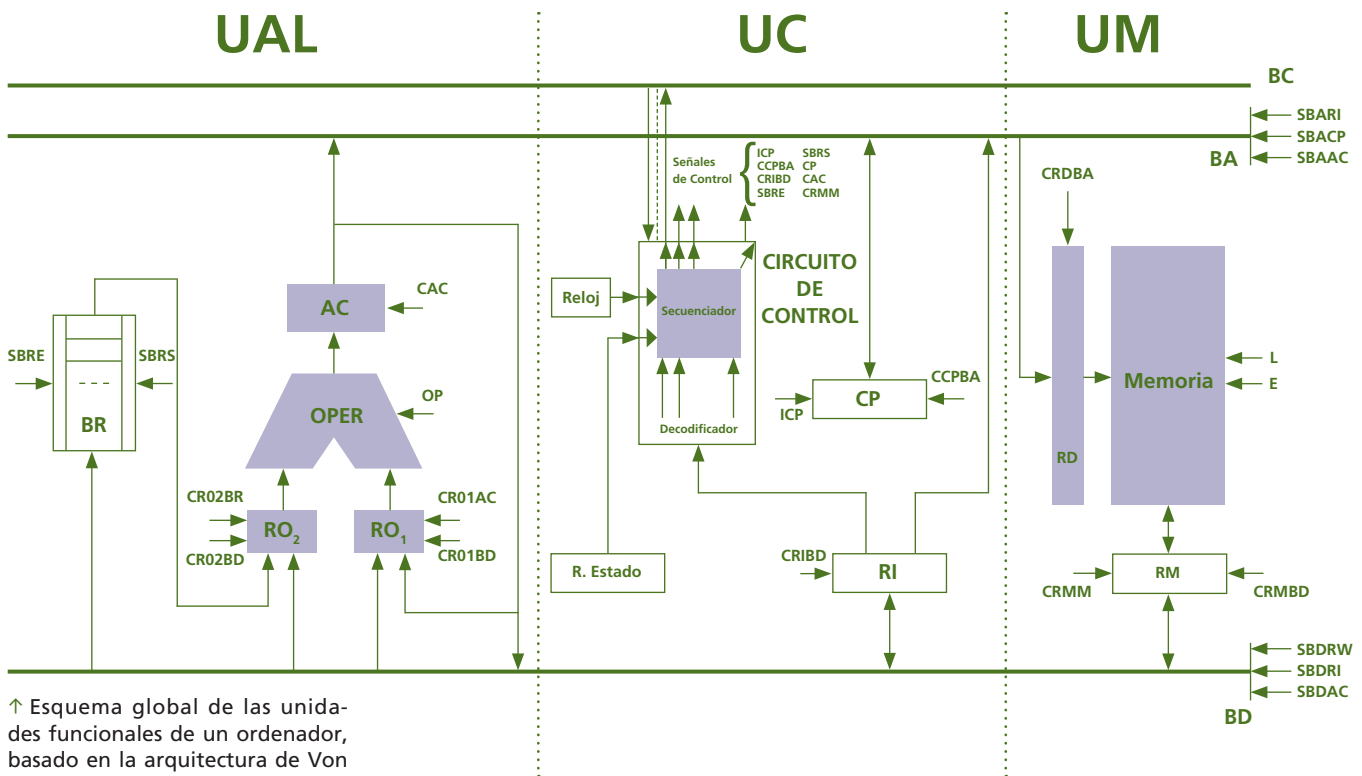
### caso práctico inicial

El **programa** permite ejecutar varias instrucciones para obtener resultados más elaborados que simples cálculos.

Como ya hemos comentado, la función básica de un ordenador es procesar información. Dicho procesamiento se lleva a cabo gracias a la ejecución en el ordenador de un programa. Un **programa** es un conjunto de instrucciones que se almacena en la unidad de memoria.

Cada una de estas instrucciones requiere una secuencia de operaciones que se conoce como el **ciclo de instrucción**, el cual consta de dos fases:

- **Fase de búsqueda:** se lee la instrucción desde la memoria.
- **Fase de ejecución:** se decodifica la instrucción y se lanza la secuencia de órdenes para llevar a cabo cada uno de los pasos que esta requiere.



↑ Esquema global de las unidades funcionales de un ordenador, basado en la arquitectura de Von Neumann.

### 4.1. Fases de búsqueda y de ejecución

Al comienzo del ciclo de instrucción la CPU busca en memoria una instrucción. Para saber la posición de la instrucción en memoria utiliza un registro de la UC llamado **contador de programa (CP)**, donde almacena la dirección de la siguiente instrucción. El CP aumenta al finalizar la fase de búsqueda, de manera que buscará la siguiente instrucción de forma secuencial (en la siguiente posición de memoria).

La instrucción se canaliza a través del BD hacia la UC, almacenándose en un registro especial llamado **registro intermedio (RI)**. Desde este registro accederá al circuito de control, que interpretará la instrucción y emitirá la secuencia de órdenes oportuna.

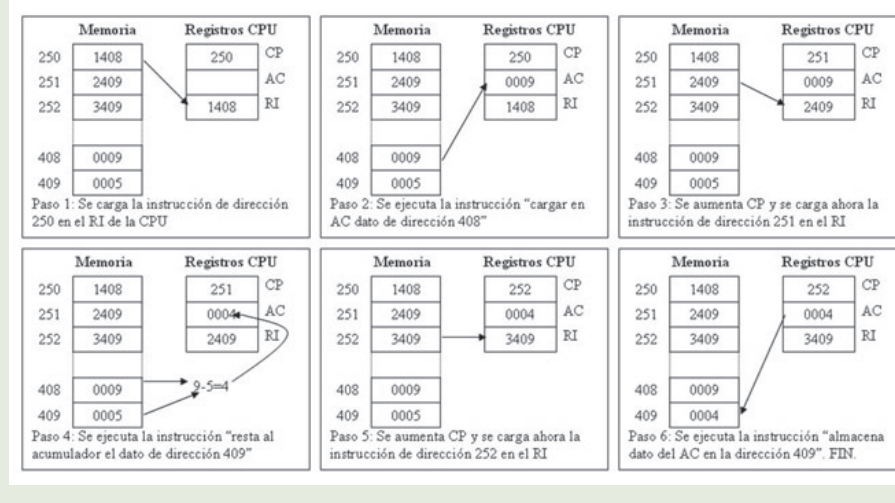
Los cálculos que ordene la UC se llevarán a cabo en la UAL. El resultado de cada operación se almacena en el acumulador (AC) y desde ahí puede reutilizarse para una nueva operación o enviarse a otra unidad para su uso.

## EJEMPLO

### Ejecución de un programa

El formato de la instrucción es operación-dirección. Las operaciones posibles son:

- 1 → Cargar el AC desde memoria
- 2 → Restar al AC de memoria
- 3 → Almacenar AC en memoria



## 4.2. Fase de interrupción

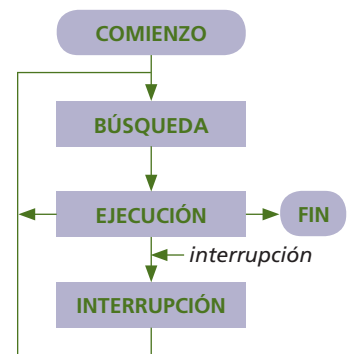
Cuando en el ciclo de instrucción interviene un periférico, es necesario cambiar el esquema de dos fases: la velocidad del periférico es mucho menor que la de la CPU y esto provoca que la CPU tenga que esperar a que el periférico complete cada operación de cada instrucción.

Para mejorar el rendimiento en este sentido, se introduce una fase adicional llamada **fase de interrupción**. En esta fase la CPU, antes de comenzar un nuevo ciclo de instrucción, comprueba si algún periférico quiere hacer uso de sus recursos. En caso negativo se continúa con el ciclo. En caso positivo se guarda el contexto del programa en ese momento (es decir, los valores de los registros) y se procesa la petición. Cuando la petición se ha procesado se recupera el contexto guardado y se continúa con el ciclo de instrucción.

La forma que tienen los periféricos de solicitar el uso de la CPU es a través de una petición llamada **interrupción**. Las interrupciones no se atienden de forma inmediata y es posible que la CPU las desactive o las active en función del mecanismo de gestión de interrupciones que tenga establecido.

Las interrupciones se pueden gestionar mediante dos técnicas distintas:

- **Distribuida (Daisy chain):** el periférico con bus más cercano a la CPU es el de mayor prioridad.
- **Centralizada:** cada periférico se conecta a un órgano común denominado «controlador de interrupciones», que gestiona las prioridades con la CPU a través de un codificador de prioridades.



↑ Fases del ciclo de instrucción.

### caso práctico inicial

El programa consiste en una ejecución cíclica de las fases de búsqueda, ejecución e interrupción.

## ACTIVIDADES

8. Simula la ejecución de los siguientes programas almacenados en memoria sabiendo que las instrucciones están dadas en formato operación-dirección y que las operaciones posibles son las siguientes:

- |                              |                                   |
|------------------------------|-----------------------------------|
| 1 → Cargar AC desde memoria. | 4 → Restar al AC de memoria.      |
| 2 → Almacenar AC en memoria. | 5 → Multiplicar al AC de memoria. |
| 3 → Sumar al AC de memoria.  | 6 → Dividir al AC de memoria.     |

Para cada paso indica los valores de los registros de la CPU implicados y explica qué sucede.

Programa 1		Programa 2		Programa 3	
100	1300	110	1302	110	1304
101	3301	111	4303	111	5305
102	2301	112	2303	112	2305
	⋮		⋮		⋮
300	0016	302	0013	304	0025
301	0007	303	0010	305	0003

Programa 4		Programa 5		Programa 6	
130	1309	140	1310	150	1317
131	6308	141	3310	151	5315
132	3307	142	3313	152	4316
133	4306	143	4312	153	5315
134	2309	144	2312	154	2314
	⋮		⋮		⋮
306	0003	310	0005	314	0001
307	0006	311	0010	315	0002
308	0002	312	0015	316	0003
309	0008	313	0020	317	0004

9. Expresa matemáticamente las operaciones que se han realizado en cada uno de los programas.

10. Utiliza un esquema de memoria similar al de los ejercicios anteriores para diseñar un programa que realice la operación  $A+B-(C+D \cdot E)$ .

11. Busca en Internet qué son las líneas IRQ y para qué se utilizan. Pon algunos ejemplos de las líneas IRQ más frecuentes.

# 5. Organización estructural de un ordenador

De una forma generalista, podemos decir que el ordenador está compuesto por dos bloques claramente diferenciados:

- **Hardware:** parte física de un ordenador.
- **Software:** datos y programas que se utilizan en el ordenador.

Desde el punto de vista estructural el ordenador dispone estos dos bloques en varios niveles, de forma que para que los elementos de un nivel funcionen será necesario utilizar los que se encuentran en el nivel inferior.

Los **niveles** de los que hablamos son los siguientes:

- El **primer nivel** lo constituyen los componentes electrónicos, tales como diodos, resistencias, condensadores, etc.
- El **segundo nivel** es el del circuito electrónico, en el que se combinan componentes electrónicos para conseguir elementos de una funcionalidad determinada: biestables, osciladores, puertas lógicas, etc.
- El **tercer nivel** es el del circuito digital, en el que la composición de los circuitos anteriores produce circuitos combinacionales y secuenciales capaces de realizar operaciones aritméticas y lógicas: sumadores, comparadores, multiplicadores, decodificadores, etc.
- El **cuarto nivel** se denomina transferencia entre registros, y lo conforman los registros, las memorias y los buses que los comunican.
- El **quinto nivel** es el de la CPU. Es el primer nivel específicamente de programación y en él se construyen los programas en un lenguaje comprensible por la CPU (lenguaje máquina).
- El **sexto nivel** lo constituye el sistema operativo, un conjunto de programas orientados a facilitar el uso del hardware del ordenador.
- El **séptimo nivel** está compuesto por programas en lenguajes de alto nivel. Este tipo de programas tienen la particularidad de poder escribirse de una forma más sencilla que los de bajo nivel. Para poder ejecutarse deben pasar por un proceso de conversión a lenguaje de bajo nivel denominado compilación.
- El **octavo nivel** es el último y está formado por las aplicaciones, que son paquetes de programas que tienen un fin específico: procesadores de texto, reproductores multimedia, navegadores, etc.

caso práctico inicial

El **hardware** es la parte tangible de un ordenador y el **software** es lo que le da utilidad al hardware.

saber más

La **programación de la CPU** se conoce como programación en bajo nivel.



ZONA DE HARDWARE				ZONA DE SOFTWARE			
Nivel 1	Nivel 2	Nivel 3	Nivel 4	Nivel 5	Nivel 6	Nivel 7	Nivel 8
Componente	Circuito electrónico	Circuito digital	TR	CPU	Sistema operativo	Programas lenguaje alto nivel	Paquetes aplicaciones
Transistores, resistencias, condensadores	Puertas lógicas biestables inversores	Sumadores, multiplexores, decodificadores	Buses, registros, memorias	Programas lenguaje y máquina ensamblador	Windows, Ubuntu, MacOS	Programas en C, Java, .NET	AutoCad, Nero

← Organización estructural del ordenador.

## 6. Software de un ordenador

### caso práctico inicial

El software tiene como objetivo **explotar el hardware**.



↑ Capas de software para el soporte de hardware.

### saber más

La parte esencial de un sistema operativo recibe el nombre de **núcleo** o **kernel**.

### saber más

Muchos aparatos electrónicos disponen de una versión muy simplificada de sistema operativo llamada **firmware**.

El software es el conjunto de datos y programas que utiliza el ordenador. No es muy complicado deducir que el software es necesario para dar utilidad al hardware que constituye el ordenador. De hecho, prácticamente todos los ordenadores incluyen unos paquetes de software más o menos completos para poder utilizarse en el acto sin necesidad de instalaciones posteriores.

El software puede ser gratuito o de pago, aunque también existen versiones intermedias llamadas «demos».

Hay muchas formas de catalogar el software pero la más habitual es esta:

- **Software de base:** constituye una capa que rodea al hardware para facilitar su utilización de cara al usuario del equipo. Como su propio nombre indica, sirve de base para el resto del software que se instale en el equipo. El ejemplo más representativo es el sistema operativo.
- **Software de aplicación:** cualquier programa que se instala sobre el sistema operativo para cumplir un cometido específico. El software de aplicación suele ser dependiente del sistema operativo e independiente del hardware del equipo.

### 6.1. Software de base

El sistema operativo proporciona una mayor comodidad a los usuarios haciendo que el ordenador sea más fácil de utilizar que por interacción directa con el hardware. Por otro lado, el sistema operativo gestiona los recursos del equipo aumentando su eficiencia, gestiona el hardware del equipo por interacción directa con él. En cualquier caso, el sistema operativo debe ofrecer las siguientes funciones:

- **Creación de programas** mediante otros programas (depuradores, compiladores, enlazadores...) que sin formar parte del sistema operativo pueden acceder a capas inferiores a través de él.
- **Ejecución de programas** gestionando la carga de las instrucciones y los datos en memoria, preparando los dispositivos de E/S...
- **Operaciones de E/S** estableciendo la comunicación entre la CPU y el dispositivo a través de los controladores y administrando las prioridades en el transcurso de la operación.
- **Gestión del sistema de archivos** manteniendo el modelo de almacenamiento establecido y realizando las operaciones oportunas mediante la aplicación de los mecanismos de control y protección.
- **Detección de errores** ocasionados tanto a nivel de hardware como de software. En este sentido, el sistema operativo tiene que ser capaz de detectarlos y solucionarlos o, al menos, de intentar que tengan el menor impacto posible sobre el resto del sistema.
- **Control de acceso al sistema** vigilando este y sus recursos para garantizar que todos ellos son permitidos. Esto se hace a través de una política de seguridad acorde a las circunstancias.

Cualquier equipo informático necesita un sistema operativo para poder trabajar que no tiene por qué residir en el propio equipo, de hecho, algunos ordenadores carecen de soporte de almacenamiento y cuando se inician, utilizan uno remoto. Este tipo de equipos se denominan coloquialmente «terminales tontos».

## 6.2. Software de aplicación

El software de aplicación, o simplemente **aplicación**, tiene un objetivo definido y, como se ha comentado anteriormente, es dependiente del sistema operativo e independiente del hardware del equipo en el que se instala.

Por lo tanto, es necesario que antes de la instalación de una aplicación en un equipo esté instalado el sistema operativo.

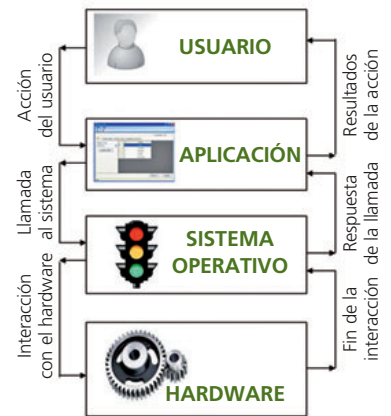
La independencia de las aplicaciones con el hardware no es completa y así podemos encontrarnos con algunas aplicaciones que funcionen bajo determinados requisitos de hardware, tales como un modelo concreto de tarjeta gráfica, de tarjeta de sonido, etc.

Las aplicaciones interactúan con la capa de hardware a través del sistema operativo. La forma en que una aplicación se comunica con el sistema operativo para requerir una acción por su parte recibe el nombre de **llamada al sistema**.

Ejemplos de llamadas podrían ser crear un archivo, enviar un mensaje, liberar memoria, acceder a un periférico, etc.

Es complicado establecer una **clasificación de los tipos de aplicaciones** ya que la variedad de estas es enorme. Una posible forma sería esta:

- **Software científico:** especialmente diseñado para labores científica, como puede ser la interpretación de medidas, análisis de sustancias...
- **Software técnico:** utilizado específicamente en tareas de índole técnica, como son el diseño de edificios, la contabilidad, la animación, etc.
- **Software multimedia:** enfocado a fines lúdicos especialmente, aunque también puede utilizarse en el campo empresarial, educativo, etc. Estas aplicaciones hacen uso de dispositivos multimedia (audio, vídeo...).
- **Software ofimático:** orientado a la explotación administrativa a través de procesadores de texto, hojas de cálculo, bases de datos, etc.
- **Software de utilidad:** comprende todas las herramientas que configuran o administran una o más características del sistema operativo o del equipo (a través de este), como puede ser un limpiador de registro, un liberador de memoria, un antivirus, un cortafuegos, etc.
- **Software de explotación:** son todas aquellas aplicaciones que explotan una o más características del equipo. Por ejemplo, un videojuego, un grabador de DVD, un visor de imágenes, un navegador de Internet, etc.
- **Software comercial:** normalmente está hecho a medida (según las necesidades del cliente) y orientado a la gestión de empresas: control de ventas, gestión de almacén, generación de facturas, etc.



↑ Ejecución de una llamada al sistema.

### saber más

Los sistemas operativos proporcionan unos paquetes llamados **bibliotecas**, que agrupan llamadas al sistema y otras instrucciones.

## ACTIVIDADES

12. Busca varios ejemplos de software de base y software de aplicaciones.
13. Razona qué tipos de software podríamos encontrar en un equipo de la secretaría de tu centro.
14. Cuando decimos que el sistema operativo actúa gestionando los recursos para aumentar su eficiencia, ¿a qué recursos nos estamos refiriendo? Enuméralos.

# ACTIVIDADES FINALES

- 1. Las siguientes imágenes pertenecen a tres soportes de información.



Cinta de datos  
Capacidad: 100 GB  
Precio: 59 €



Memoria RAM  
Capacidad: 2 GB  
Precio: 45 €



Disco duro  
Capacidad: 320 GB  
Precio: 43 €

Responde a las siguientes cuestiones:

- ¿Qué tipo de memoria es cada uno de ellos?
- ¿En qué nivel de la jerarquía de memorias estarían encuadrados?
- ¿Se mantiene la relación capacidad-coste comentada en la Unidad? ¿Por qué?
- Tomando como base el soporte de memoria de menor nivel, calcula cuál debería ser el precio de los otros soportes si se mantuviera fielmente la relación capacidad-coste.

- 2. Con la ayuda de la tabla de unidades de información, realiza los cálculos necesarios para completar, en tu cuaderno, los espacios vacíos en las siguientes relaciones:

4 GB = \_\_\_\_\_ MB      2048 KB = \_\_\_\_\_ MB      40 B = \_\_\_\_\_ bits  
 $3 \cdot 10^8$  MB = \_\_\_\_\_ GB      0,4 TB = \_\_\_\_\_ MB      8 dword = \_\_\_\_\_ bits  
 $2,56 \cdot 10^6$  KB = \_\_\_\_\_ GB      2 EB = \_\_\_\_\_ GB      4096 bit = \_\_\_\_\_ KB

- 3. Clasifica, en tu cuaderno, las siguientes operaciones en función de si son aritméticas o lógicas:

suma                      negación  
 comparación          unión  
 multiplicación        resta  
 división                intersección

Operaciones aritméticas	Operaciones lógicas

- 4. A continuación, se te suministra un listado de software de diferente índole. Deberás crear un cuadro con los distintos tipos de software estudiados en la Unidad y encuadrar cada elemento de la lista en el apartado más adecuado. Utiliza Internet para buscar información sobre aquellos que no conozcas.

ACDSee	Nero9	Avast	Microsoft Visual Basic
Ad-aware	NOD32	ContaPlus	Ubuntu
MacOS	OpenOffice	Corel Draw	Winamp
Adobe Reader	Panda	Dev C++	Windows Live Messenger
Alcohol 120%	Photoshop	Eclipse	Windows Media Player
Internet Explorer	PowerDVD	Microsoft Office	Windows Server 2008
AtomixMP3	QuickTime	Everest	Windows 7
Kaspersky	Zone Alarm	Firefox	WinZip



# EVALÚA TUS CONOCIMIENTOS

Resuelve en tu cuaderno o bloc de notas

1. ¿Cuál de las siguientes afirmaciones es cierta?
  - a) La CPU es la unión de la UAL y la UM.
  - b) La UC es la unión de la CPU y la UAL.
  - c) La CPU es la unión de la UAL, la UM y la UC.
  - d) Ninguna de las anteriores.
2. ¿Cuál de las siguientes memorias es más rápida?
  - a) Cache.
  - b) Secundaria.
  - c) Registro.
  - d) Principal.
3. ¿Cuál de los siguientes niveles de cache está más próximo a la CPU?
  - a) L1.
  - b) L2.
  - c) L3.
  - d) L4.
4. La parte del periférico que gestiona el intercambio de información se denomina:
  - a) Controlador.
  - b) Interfaz.
  - c) Driver.
  - d) Bus.
5. ¿Cuántos registros de entrada tiene un operador diádico?
  - a) Uno.
  - b) Dos.
  - c) Tres.
  - d) Cuatro.
6. El elemento encargado de sincronizar las acciones del equipo es el:
  - a) Sincronizador.
  - b) Secuenciador.
  - c) Reloj.
  - d) No existe tal elemento.
7. ¿Cuándo termina un programa?
  - a) Después de la fase de búsqueda.
  - b) Después de la fase de interrupción.
  - c) Después de la fase de ejecución.
  - d) Después de la fase de finalización.
8. ¿Qué nivel de la organización estructural del ordenador se encuentra en la zona de hardware y en la de software?
  - a) El del sistema operativo.
  - b) El cuarto nivel.
  - c) El del circuito digital.
  - d) El quinto nivel.
9. ¿Cuál de las siguientes afirmaciones es cierta?
  - a) El software de base es específico del hardware.
  - b) El software de base es específico de las aplicaciones.
  - c) Las aplicaciones son específicas del hardware.
  - d) Las aplicaciones son específicas del software de base.
10. ¿Cuál de las siguientes afirmaciones es cierta?
  - a) Las aplicaciones interactúan directamente con el hardware.
  - b) La llamada al sistema comunica al usuario con la CPU.
  - c) La aplicación se comunica con el hardware a través del SO.
  - d) El usuario no puede programar las llamadas al sistema.

# PRÁCTICA PROFESIONAL

## HERRAMIENTAS

No se precisa ninguna herramienta específica.

## MATERIAL

No se precisa ningún material específico.

## Simulación de las unidades funcionales de un ordenador

### OBJETIVOS

- Asimilar el concepto de unidad funcional.
- Aplicar el concepto de unidad funcional, de forma intuitiva, a diferentes escenarios.

### DESARROLLO

Para nuestra actividad vamos a simular el comportamiento de una unidad funcional de un ordenador en el desempeño de la acción «Quiero saber el resultado de 23 x 5».

1. Para ello, se dividirá la clase en cuatro grupos. Cada grupo será una unidad funcional.
2. El profesor indicará a cada grupo qué unidad funcional es. Él hará el papel de usuario.
3. Para cada uno de los enunciados, todos los grupos harán en su cuaderno de prácticas un planteamiento como este:

Enunciado: .....	
¿Qué hace la UC?	
¿Qué hace la UAL?	
¿Qué contiene la UM?	
¿Qué hace la UE/S?	

4. El profesor leerá el enunciado y acto seguido la UC planificará los pasos que tendrá que seguir para cumplir su misión adecuadamente. A continuación se los comunicará al resto de la clase y comenzará la simulación.
5. La simulación comienza en el momento en que la UC da permiso a la UE/S para que le dé la información que ha «introducido» el usuario en el «equipo».
6. Cada orden de la UC se llevará a cabo sin condición. Al final habrá que discutir si la secuencia ha sido la correcta.



Los pasos a seguir podrían ser estos:

<b>Usuario → Accede a la calculadora mediante el ratón.</b>	
<b>UE/S → Recoge la información del usuario y va en busca de la UC.</b>	
<b>Órdenes de la UC:</b>	<b>Acciones del resto:</b>
Da permiso a la UE/S para hablar con él.	UE/S → Le comunica la petición.
Ordena a la UAL cargar la calculadora en la UM.	UM → Almacena la calculadora.
Ordena a la UM almacenar los datos «23 x 5».	UM → Almacena los datos «23 x 5».
Ordena a la UAL localizar los datos «23 x 5».	UAL → Localiza los datos «23 x 5».
	UM → Facilita los datos a la UAL.
Ordena a la UAL realizar la operación.	UAL → Hace la operación.
Ordena a la UAL almacenar la operación en la UM.	UAL → Facilita el resultado a la UM.
	UM → Almacena el resultado.
Ordena a la UAL que localice al monitor.	UAL → Localiza el monitor.
Ordena a la UAL que localice el resultado anterior en la UM.	UAL → Localiza el resultado en la UM.
	UM → Facilita el resultado a la UAL.
Ordena a la UAL que busque a la UE/S.	UAL → Le localiza a la UE/S.
Ordena a la UE/S que muestre el resultado.	UE/S → Muestra el resultado.

7. Recoge en tu cuaderno de prácticas todas las órdenes que habéis seguido cada uno de los grupos y, si es necesario, indica qué órdenes no han sido dadas correctamente.
8. Discute con tus compañeros sobre la posibilidad de complicar más el proceso mediante la descomposición de muchas de las órdenes que ha dado la UC.
9. Ahora los grupos rotan en el desempeño de la unidad funcional. Podéis probar con estos enunciados o utilizar los que vosotros queráis inventaros.

## Actividades

1. Repite la actividad con los siguientes enunciados:
  - «Quiero saber el resultado de  $40 + 7$ .»
  - «Quiero escuchar la canción 2 del CD.»
  - «Quiero eliminar una imagen de la cámara de fotos.»
2. ¿Qué crees que sucedería si la UC no supiera dar adecuadamente las órdenes?
3. ¿Por qué es importante tener una buena velocidad de reloj?
4. ¿Quién hace realmente casi todo el trabajo en un ordenador?
5. Para estas acciones, ¿en qué crees que influiría el hecho de tener una memoria principal mucho más grande? ¿Por qué?

# MUNDO LABORAL

## El primer ordenador cuántico



La pequeña empresa canadiense D-Wave Systems ha construido el primer prototipo de ordenador cuántico con posibilidades comerciales, según informa en un comunicado.

El ordenador cuántico es el sueño de todas las agencias de seguridad del mundo y de todos los hackers. Los bits de los ordenadores actuales oscilan constantemente entre el 0 y el 1 mientras llevan a cabo su trabajo. La física

cuántica permite a partículas, como un átomo, un electrón o un fotón, estar en dos sitios a la vez, lo que quiere decir que pueden representar el 1 y el 0 al mismo tiempo, permitiendo hacer cálculos mucho más complejos.

Mediante una técnica llamada informática cuántica adiabática, enfrían circuitos en un estado de superconductividad en el que los electrones fluyen libremente, llegando de esta manera al estado qubital.

El qubit es la unidad mínima de información cuántica y se diferencia del bit clásico en que puede asumir el 1 y el 0, no únicamente el 1 o el 0. Un estado qubital es, pues, la superposición cuántica de esos dos estados.

Lo que ha anunciado D-Wave es la construcción de un prototipo de 16 qubit hecho artesanalmente a partir del elemento químico Niobio, cuya principal característica es, precisamente, su superconductividad.

Para la demostración, los operarios de D-Wave controlaron remotamente el ordenador cuántico, situado en Burnaby, desde un ordenador portátil que estaba en California. Al ordenador cuántico le fueron dados tres problemas a resolver: buscar estructuras moleculares que casaran con una determinada molécula, crear un complicado plan de asientos o rellenar un sudoku.

Publicado en *Tendencias21.net* por Raúl Morales.

[www.tendencias21.net/Crean-el-primer-ordenador-cuantico-comercialmente-viable\\_a1403.html](http://www.tendencias21.net/Crean-el-primer-ordenador-cuantico-comercialmente-viable_a1403.html).

### Actividades

1. ¿Crees que el ordenador cuántico será útil?
2. ¿Por qué supone una mejora tan notable el uso de este tipo de ordenadores?
3. ¿Cuáles crees que serán los principales problemas a los que se enfrentan los fabricantes de ordenadores de cara a sacar al mercado un ordenador cuántico?
4. Busca en Internet información sobre los primeros microprocesadores cuánticos.
5. ¿Qué otras tendencias en arquitectura de ordenadores crees que se podrán plantear en los próximos años?

# EN RESUMEN

