



# Sistemas Informáticos.

## Estructura Funcional

### Objetivos del capítulo

- ✓ Valorar y debatir sobre la importancia de los sistemas informáticos en la actualidad.
- ✓ Conocer los pasos que se han dado en la evolución de la informática hasta llegar al momento actual.
- ✓ Identificar y caracterizar los elementos que constituyen los bloques funcionales de un equipo microinformático.
- ✓ Describir el papel de los diferentes elementos físicos y lógicos que constituyen un sistema informático.
- ✓ Analizar la arquitectura general de un equipo y los mecanismos de conexión entre dispositivos.
- ✓ Explicar el funcionamiento interno de un ordenador y conocer cómo se almacena y usa la información.

# 1.1 INTRODUCCIÓN A LOS SISTEMAS INFORMÁTICOS

## 1.1.1 DEFINICIÓN DE UN SISTEMA INFORMÁTICO

Vivimos rodeados de sistemas, formando parte de muchos de ellos. En ocasiones lo hacemos inconscientemente y otras no (ejemplos como sistemas financieros, sistemas políticos, sistemas sanitarios son claras muestras de los mismos).

En su acepción más general, llamamos **sistema** a *aquel conjunto ordenado de elementos que se relacionan entre sí y contribuyen a un determinado objetivo.*

Es evidente que existen múltiples tipos de sistemas pero para lo que nos ocupa, tomamos como punto de partida la idea de los **sistemas de comunicación** entendidos como *aquel conjunto de elementos que emiten, reciben e interpretan información.*

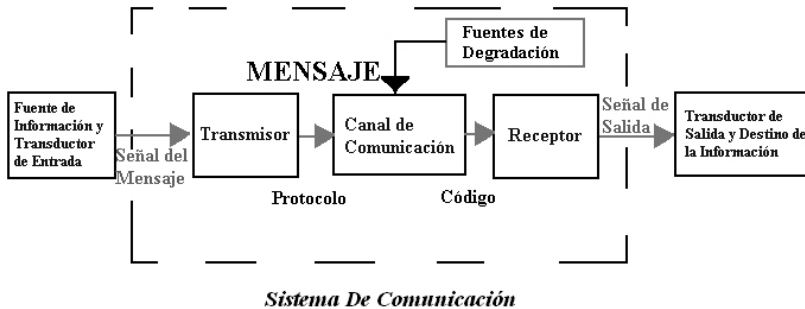


Figura 1.1. Esquema sistema de comunicación

En la actualidad, debido al auge de las redes de ordenadores y la evolución de las nuevas tecnologías, el término **sistema informático** ha desplazado en el ámbito profesional, que no en el doméstico o popular, a otros términos como ordenador o computador.

Hoy día, la popular definición de un **ordenador** como *máquina para el tratamiento automatizado o automático de la información*, empleada hace ahora sólo unas décadas en puntuales sectores como el militar o el científico, ha dado paso a grandes sistemas informáticos empleados en casi todos los ámbitos y con los que se crea una excesiva dependencia. Existen sistemas informáticos

en sectores tan dispares como el desarrollo industrial, la medicina, la enseñanza o la gestión empresarial sin olvidar el propio hogar.

### Definición de sistema informático

Un **sistema informático (SI)** es un conjunto de dispositivos, con al menos una CPU o unidad central de proceso, que estarán física y lógicamente conectados entre sí a través de canales, lo que se denomina **modo local**, o se comunicarán por medio de diversos dispositivos o medios de transporte, en el llamado **modo remoto**. Dichos elementos se integran por medio de una serie de componentes lógicos o software con los que pueden llegar a interactuar uno o varios agentes externos, entre ellos el hombre.

El **objetivo** de un sistema informático es el de **dar soporte al procesado, almacenamiento, entrada y salida de datos** que suelen formar parte de un sistema de información general o específico. Para tal fin es dotado de una serie de recursos que varían en función de la aplicación que se le da al mismo.

### Elementos de un sistema informático

Todo SI debe disponer de dos elementos básicos: un **sistema físico o hardware** y un **sistema lógico o software**, a los que hay que añadirle un tercero que, sin pertenecer intrínsecamente, no se puede pensar funcionando sin él: los **recursos humanos**.

Tradicionalmente, los elementos que componen un SI son:

- ✓ **Hardware.** Formado por aquellos elementos físicos del SI, siendo elementos hardware el elemento terminal, los canales y los soportes de la información.

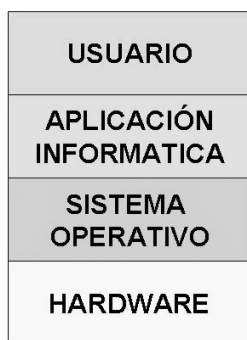
Lo constituyen dispositivos electrónicos y electromecánicos que proporcionan capacidad de captación de información, cálculos y presentación de información a través de dispositivos como sensores, unidades de procesado y almacenamiento, monitores, etc.

- ✓ **Software.** Aquellos elementos del sistema que no tienen naturaleza física y que se usan para el procesamiento de la información. Son programas de ordenador que suelen manejar estructuras de datos, entre

las que destacan las bases de datos, entendidas como colecciones de información organizadas y que sirven de soporte al sistema.

- ✓ **Personal.** Entendido como el conjunto de usuarios finales u operadores del SI.
- ✓ **Documentación.** Son todo aquel conjunto de manuales impresos o en formato digital y cualquier otra información descriptiva que explican los procedimientos del sistema informático.

En un SI el software está condicionado por el hardware tanto en su uso como en su evolución.



*Figura 1.2. Elementos de un sistema informático*

Todo sistema, y por supuesto un SI, se puede contemplar desde dos aspectos: **su descripción física** (cómo es físicamente, analizando los componentes que lo constituyen así como los elementos de interconexión) y su **descripción funcional** (funciones de sus componentes, cómo interactúan unos con otros, reglas o normas de comunicación, etc.)

A lo largo de este tema, junto con el siguiente, veremos con más detalle las características funcionales y físicas de un SI entendiendo por:

- ✓ **Estructura funcional del SI.** Aquella asociada al soporte físico o hardware que se encarga de estudiar las arquitecturas de organización y funcionamiento de los diversos componentes del mismo. Veremos la arquitectura tradicional o clásica de un ordenador personal o PC, que toma como punto de partida la histórica Arquitectura de Von Neumann.

- ✓ **Estructura física del SI.** También asociada al hardware. En este caso estudiaremos lo que comúnmente se denomina hardware comercial. Veremos cómo son físicamente, para qué sirven y qué características tienen los diferentes componentes actuales que componen un PC, integrados a partir de la placa base y recogidos dentro de un chasis, comunicándose con distintos dispositivos de entrada, salida o entrada-salida.

---

### 1.1.2 EVOLUCIÓN HISTÓRICA DE LOS SI

Para hablar de la evolución histórica debemos analizarla desde las dos perspectivas propuestas, de forma que hablaremos de evolución histórica desde un punto de vista físico y funcional.

#### 1.1.2.1 Evolución histórica desde un punto de vista físico

Las **computadoras**, entendidas como *máquinas para procesar datos*, no son un invento reciente ni mucho menos, sino que tienen detrás una larga historia y un interesante proceso evolutivo donde un grupo de personas, muchas caídas en el anonimato o el olvido, han contribuido aportando algún tipo de avance o mejora.

El hombre siempre ha buscado disponer de instrumentos al principio, y dispositivos después, capaces de efectuar cálculos precisos y rápidos. Hagamos un breve repaso de cómo hemos llegado a los sistemas informáticos actuales.

Hace más de 3.000 años a.c., ya los chinos, y posteriormente otras culturas, desarrollaron el **ábaco**, *objeto creado a partir de un número de cuentas engarzadas en varillas que representan cifras numéricas y que permite realizar cálculos sencillos y operaciones aritméticas*.



Figura 1.3. Ábaco



Se tiende a pensar que el origen del ábaco se encuentra en China, donde el uso de este instrumento aún es notable al igual que en Japón, aunque otros expertos dicen que nació en el Sahara, donde también se han encontrado estos instrumentos y se siguen empleando tanto para realizar cálculos aritméticos como para jugar a diversos juegos tradicionales de inteligencia. En las Islas Canarias son también muy abundantes.

El ábaco sigue estando vigente hoy día por almaceneros en Asia y en barrios chinos de Estados Unidos. Además, se enseña en las escuelas asiáticas, para aprender matemáticas simples a los niños, pero también en cursos más avanzados.

---

En Europa, hacia el siglo XVII, el creciente interés por nuevas ciencias como la astronomía y la navegación impulsó el desarrollo de lo que se denominaron las **calculadoras mecánicas**.

En 1614, **John Napier** inventó las tablas logarítmicas que permitían efectuar complejas multiplicaciones como simples sumas.

**Blaise Pascal** en 1642 crea una máquina mecánica capaz de sumar con un sistema de ruedas dentadas que llamó **la Pascalina**. Posteriormente, **Leibnitz** en 1671 le agregó la posibilidad de restar, multiplicar y dividir.

Fue ya en el siglo XIX cuando se dio un nuevo empuje evolutivo por medio de **Charles Babbage** que **diseñó** la primera computadora de uso general, llamada “Máquina Diferencial” y posteriormente una segunda llamada “Máquina Analítica”.

Un poco más tarde **Lady Ada Byron** se interesó por los descubrimientos de Babbage a quién ayudó e hizo una serie de aportaciones que la llevaron a ser considerada *la primera mujer programadora*.

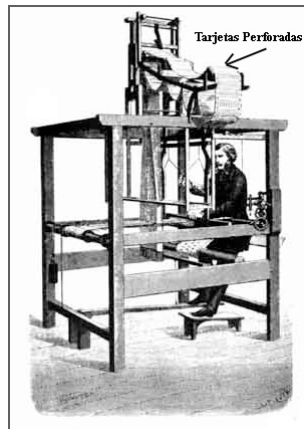
“

Charles Babbage (1792-1871), matemático e ingeniero británico fue un hombre adelantado a su tiempo y tuvo muchas ideas que no pudo desarrollar e implementar porque no se lo permitieron los avances tecnológicos de la época. Considerado el inventor de las máquinas calculadoras programables, dedicó sus últimos años y recursos en crear una máquina infalible que fuese capaz de predecir los ganadores de las carreras de caballos.

---

En 1804, **Joseph Jacquard** inventó un telar que se servía de tarjetas perforadas para controlar la creación de complejos diseños textiles.

Una **tarjeta perforada** es una superficie de papel, cartón o plástico con unas perforaciones distribuidas de forma que representan información (en binario para las computadoras).



**Figura 1.4.** Telar de Jacquard

Pero la primera operación real de procesamiento de datos la llevó a cabo **Herman Hollerith** en 1890 mediante el desarrollo de un sistema mecánico para llevar a cabo censos basado en tarjetas perforadas. Se usó en el censo de población en Estados Unidos donde se logró llevar a cabo el recuento en dos años y medio frente a los más de siete que se tardaba con anterioridad.



**Hollerith** fundó la Tabulating Machine Company y vendió sus productos en todo el mundo. La demanda de sus máquinas se extendió incluso hasta Rusia. El primer censo llevado a cabo en Rusia en 1897, se registró con el Tabulador de Hollerith. En 1911, la Tabulating Machine Company, al unirse con otras Compañías, formó la Computing-Tabulating-Recording-Company. Para reflejar mejor el alcance de sus intereses comerciales, en 1924 la Compañía cambió el nombre por el de **International Bussines Machines Corporation** (IBM).

---

Por entonces ya estaba muy claro que el **sistema binario**, *basado en ceros y unos*, es el que daba soporte al ordenador. Se hacían necesarios *dispositivos electrónicos que permitiesen almacenar esa información*. A ese tipo de dispositivos se les llamó dispositivos **biestables** y la evolución electrónica de los mismos fue determinante en los siguientes pasos que se dieron.

Debido a los rápidos avances en el mundo de la electrónica, impulsados por la segunda guerra mundial, a partir de los años cuarenta, la historia de los ordenadores se clasifica por distintas etapas llamadas **generaciones** caracterizadas por los diferentes componentes que dan soporte a los biestables.

Podemos diferenciar las siguientes generaciones:

### 1ª Generación (1940-1956)

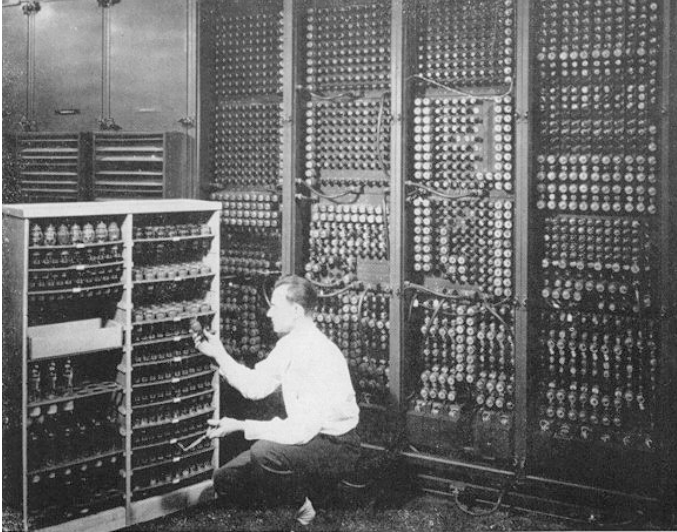
Comprende los primeros grandes ordenadores basados en la arquitectura Von Neumann, referente en el diseño actual de los ordenadores como veremos, y surgen por una necesidad vital al considerarse un instrumento armamentístico durante la Segunda Guerra Mundial.

Sus características principales son:

- Uso de la tecnología basada en **válvulas de vacío**, tecnología que sustituyó a los interruptores electromecánicos, para dar soporte a los biestables.
- Empleo de computadoras con **finés militares y científicos**.



- Máquinas muy grandes y pesadas, muy lentas en sus procesos, de tal forma que algunos programas largos implicaban días de espera. Aún así podían llegar a efectuar unos cinco mil cálculos por segundo.
- Destacan en esta época máquinas como el **ENIAC** o el **EDVAC**.



*Figura 1.5. Eniac*

“

Durante la Segunda Guerra Mundial, IBM comenzó a investigar en el campo de la informática. En 1944 terminó de construir el computador Automatic Sequence Controlled Calculator, también conocido como Mark I. El Mark I fue la primera máquina capaz de ejecutar cálculos complejos automáticamente, y estaba basada en interruptores electromecánicos.

En 1952, IBM creó el IBM 701, el primer gran computador basado en válvulas de vacío, tecnología que sustituyó a los interruptores electromecánicos. En 1954 introdujo la IBM 650.

.....

## 2ª Generación (1956-1963)

Esta etapa coincide con la aparición del **transistor** (1956). Las funciones del transistor son similares a las de las válvulas de vacío pero con ahorro significativo en tamaño y consumo.

Sus características principales son:

- Tecnología basada en **transistores**, con máquinas más pequeñas y de menor consumo energético.
- Sigue siendo el campo **científico** el de mayor aplicación aunque surgen computadoras con **finés comerciales**.
- Aparece la serie **IBM 7090** que se empieza a comercializar en grandes empresas.
- Empleo de los primeros periféricos.
- Aparece el concepto de **supercomputadora** como *aquel ordenador con capacidades de cálculo muy superiores a las comunes según la época*.
- Aparecen los primeros lenguajes de programación y los famosos **sistemas batch o de procesamiento por lotes**, que permitían la ejecución de un programa sin el control o supervisión directa del usuario (frente a los **sistemas interactivos** que exigen el control o la presencia del usuario).



Las supercomputadoras fueron introducidas en la década de los sesenta y fueron diseñadas principalmente por Seymour Cray en la compañía Control Data Corporation (CDC).

El término supercomputador o superordenador está en constante cambio de forma que los superordenadores de hoy tienden a convertirse en ordenadores ordinarios del mañana.

Los superordenadores actuales se usan para tareas de cálculos intensivos, tales como problemas que involucran física cuántica, predicción del clima, investigación de cambio climático, modelado de moléculas, simulaciones físicas tal como la simulación de aviones o automóviles en el viento, simulación de la detonación de armas nucleares e investigación en la fusión nuclear.

---

### 3ª Generación (1964-1971)

Se caracteriza por la aparición de los **circuitos integrados**. Se trata de integrar en un solo chip todos los transistores y circuitos analógicos que realizan las operaciones básicas de un ordenador. Este descubrimiento produjo grandes cambios en cuanto al tamaño de las computadoras, en velocidad, compatibilidad, etc.

Esta generación se caracteriza por:

- Uso de la tecnología basada primero en una **escala de integración pequeña (SSI)**, con *decenas de transistores*, para luego pasar a una **escala de integración media (MSI)** que empleaba *cientos de transistores* en cada chip.
- Aparecen nuevos soportes de almacenamiento e interacción como los discos flexibles magnéticos creados por IBM o el monitor.
- Nuevas técnicas y lenguajes de programación.
- Aparecen los conceptos de **miniordenador**, *computadora multiusuario de prestaciones intermedias*, frente a los grandes sistemas o **mainframe** hasta entonces, y el concepto de **estación de trabajo** o computadora de altas prestaciones para determinadas tareas específicas.
- Se emplean por primera vez lenguajes de alto nivel no específicos, los **lenguajes de programación de propósito general** (C, Pascal, Basic, etc).



A mediados de los 60 IBM lanzó el **System/360**, la primera arquitectura de computadores que permitía intercambiar los programas y periféricos entre los distintos equipos componentes de la arquitectura, al contrario de lo existente anteriormente, en que cada equipo era una caja cerrada incompatible con los demás. El desarrollo fue tan costoso que prácticamente llevó a la quiebra a IBM, pero tuvo tal éxito al lanzarse al mercado que los nuevos ingresos y el liderazgo que consiguió IBM respecto a sus competidores les resarcieron de todos los gastos. Este éxito provocó que la empresa fuera investigada por monopolio. De hecho, tuvo un juicio, que comenzó en 1969, en el que fue acusada de intentar monopolizar el mercado de los computadores empresariales, que se prolongó hasta 1983.

---

#### 4ª Generación (1971-1981)

Se caracteriza por la popularización del **microordenador** y de la **computadora personal o doméstica**. La tecnología permite integrar más circuitos en una sola pastilla. Esto reduce el espacio y el consumo haciendo asequible el ordenador a cualquier persona.

Sus características principales son:

- Tecnología de **alta escala de integración (LSI)** que empleaba miles de transistores (hasta 10.000).
- Aparece el **microprocesador** entendido como aquel circuito integrado que contiene algunos o todos los elementos hardware de la CPU.
- Proliferan los lenguajes de programación.
- Muchas familias comenzaron a tener computadoras en sus casas como las famosas Commodore 64 y 128, ZX Spectrum o Amstrad CPC.

### 5ª Generación (1982-1991)

El microprocesador sigue evolucionando reduciendo su tamaño y permitiendo muchas más operaciones y funcionalidades.

Sus características son:

- Tecnología **VLSI** o de **muy alta escala de integración** (de 10.000 a 100.000 transistores).
- Aparecen los microprocesadores de uso específico.
- Evolución muy rápida de la tecnología, lo que se fue a llamar la **Ley de Moore**.
- Desarrollo y expansión de la **tecnología multimedia**.
- En esta etapa la compañía Apple inventó la **arquitectura abierta**, que permitirá añadir, modernizar y cambiar sus componentes y la **interfaz gráfica de usuario o GUI**, que utiliza un conjunto de imágenes y objetos gráficos para representar información y acciones, en el cual se basan todos los sistemas operativos de la actualidad.
- Las computadoras bajaron sus precios, se hicieron accesibles a muchas más personas y se empezaron a utilizar en cada vez más diversos ámbitos.
- Aparecen microprocesadores trabajando en paralelo, y se extiende el uso generalizado de las redes.



La Ley de Moore se trata de una ley empírica, basada en la observación, formulada por el co-fundador de Intel, Gordon E. Moore en 1965 que expresa que aproximadamente cada 18 meses se duplica el número de transistores en un circuito integrado. Desde hace unas décadas se aplica sobre ordenadores personales y su cumplimiento se ha podido constatar hasta hoy día.

.....

### 6ª Generación (1992- actualidad)

Se emplean tecnologías superiores de integración como **ULSI** (*Ultra Large Scale Integration*) que empleaba entre 100.000 y 1.000.000 de transistores y la **GLSI** (*Giga Large Scale Integration*) con más de un millón de transistores.

En la actualidad la fabricación de las computadoras está basada en múltiples microprocesadores que trabajan al mismo tiempo de forma que algunas máquinas pueden llegar a realizar más de un billón de operaciones aritméticas por segundo.

Además, se ha extendido la conectividad de las computadoras mediante el **empleo de redes**, y cada vez crece más el uso de aplicaciones soportadas por la propia red como Internet.

Como supuestamente la sexta generación de computadoras está en marcha desde los años noventa, debemos por lo menos esbozar las características que deben tener las computadoras de esta generación. También mencionaremos algunos de los avances tecnológicos de la última década del siglo XX y lo que se espera lograr en el siglo XXI:

- Las computadoras de esta generación cuentan con **arquitectura paralelo-vectorial**, de tipo combinada que emplea cientos de microprocesadores vectoriales trabajando al mismo tiempo de forma que se han creado computadoras capaces de realizar más de un millón de millones de operaciones aritméticas de punto flotante por segundo (teraflops).
- Las **redes de área mundial** o **WAN** se han desarrollado pero seguirán creciendo desorbitadamente utilizando medios de comunicación como la fibra óptica y satélites, con anchos de banda impresionantes.

- Las tecnologías de esta generación ya han sido desarrolladas o están en ese proceso. Algunas de las más relevantes son la llamada **inteligencia artificial distribuida**, el empleo de la **teoría del caos**, uso de **sistemas difusos**, la **holografía**, **transistores ópticos**, **nanotecnología**, etc.

### 1.1.2.2 Evolución histórica desde un punto de vista funcional

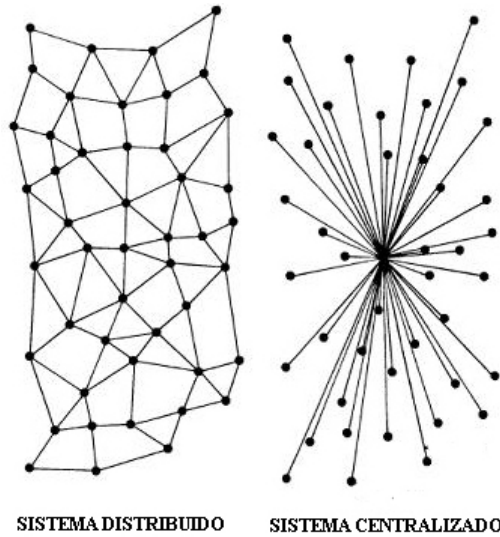
Desde un punto de vista funcional los ordenadores aparentemente no han evolucionado mucho a grandes rasgos ya que todavía sigue vigente el esquema de funcionamiento de la Arquitectura Von Neumann, con una serie de módulos funcionales comunes (elementos de entrada y salida, memoria principal y secundaria, procesador y buses), aunque sí han existido grandes cambios en la forma de comunicarse y operar entre sí.

El sistema informático ha evolucionado desde una primera situación en que todos los componentes del mismo se encontraban centralizados en un mismo lugar (bien en forma de chasis en un sistema monopuesto o a través de sala de ordenadores en sistemas multipuesto) y nos encontrábamos con **sistemas aislados**, hasta la situación actual en la que los componentes del sistema se pueden encontrar repartidos en diferentes lugares físicos dando lugar a sistemas conectados o en red que pueden llegar a colaborar entre sí dando lugar a los llamados **sistemas distribuidos**.

Pero esta evolución e implantación de los sistemas distribuidos ha pasado por diferentes fases y no se puede dar aún por finalizada.

Los sistemas actuales distribuidos se pueden organizar de forma vertical o jerárquica y de forma horizontal.

- a) Distribución vertical.** Existen varios niveles como son el primer nivel o corporativo, segundo nivel o departamental y el tercer nivel o puesto personal y en cada uno se usan distintos tipos de equipos con configuraciones también características.
- b) Distribución Horizontal.** Todos los equipos tienen la misma categoría, por lo menos no existe un equipo central en el primer nivel de la jerarquía. Suelen existir un conjunto de ordenadores conectados que cooperan entre sí pero sin que ninguno de ellos centralice la información.



*Figura 1.6. Sistemas distribuidos horizontal y vertical*

### 1.1.3 ESTRUCTURA BÁSICA DE UN SISTEMA INFORMÁTICO

Como ya se adelantó con anterioridad, un sistema informático está formado por tres componentes básicos:

- **Componente Físico o Hardware.** Es el conjunto de elementos tangibles necesarios para el tratamiento eficaz de la información y está formado por varios elementos: la unidad central de proceso o CPU, la memoria auxiliar y los dispositivos de entrada-salida o periféricos.
- **Componente Lógico o Software.** Es el conjunto de recursos lógicos necesarios para que el SI se encuentre en condiciones de realizar todos los trabajos que se le vayan a encomendar.
- **Componente Humano o Humanware.** Variado colectivo de personas encargados de desarrollar o gestionar el sistema, conocidos como profesionales informáticos, o de aprovechar las prestaciones del mismo, lo que se conoce como usuarios, que pueden ser en distintos grados o a distinto nivel de conocimiento y manejo.



*Figura 1.7. Esquema componentes de un sistema informático*



El papel e importancia de los diferentes componentes de un sistema informático ha ido cambiando a lo largo de la historia de forma que en un primer momento el elemento más importante fue el componente hardware.

En la actualidad ha tomado mucha más relevancia el componente software y es fundamental el papel del componente humano para poder sacar provecho a dichos sistemas.

---

#### **1.1.4 FUNCIONAMIENTO BÁSICO DE UN SISTEMA INFORMÁTICO**

Un sistema informático maneja información de todo tipo (números, texto, imágenes, sonidos, video, etc.), dándole entrada, salida o procesándola. Para ello utilizará mecanismos de representación, almacenamiento y presentación como veremos a continuación.

Bajo nuestra perspectiva humana es fácil diferenciar rápidamente lo que son números de lo que es texto, imagen, sonido o video, utilizando para ello los órganos sensoriales y el cerebro.

El ordenador en su funcionamiento trata de emular el comportamiento humano pero al ser una máquina digital, cuyo soporte es la electrónica, sólo es capaz de representar **información binaria** por lo que los ordenadores necesitan codificar la información del mundo real al equivalente binario y utilizar mecanismos para su presentación.



Puesto que toda la información de un ordenador se representa de forma binaria, se hizo indispensable el utilizar **unidades de medida** para poder indicar la capacidad de los dispositivos que manejaban dichos valores.

Las principales unidades de medida de bits son:

- Bit (de **Binary digIT**). Representa un dígito binario.
- Byte (B). Es el conjunto formado por ocho bits.
- Kilobyte (kB). Son 1.024 bytes.
- Megabyte (MB). Son 1.024 Kilobytes.
- Gigabyte (GB). Son 1.024 Megabytes.
- Terabyte (TB). Son 1.024 Gigabytes.
- Petabyte (PB). Son 1.024 Terabytes.
- Exabyte (EB). Son 1.024 Petabytes.



Existen unidades mayores al exabyte que con la evolución de la tecnología están empezando a emplearse como son: **Zettabyte** (1.024 Exabytes) y **Yottabyte** (1.024 Zettabytes).

Recuerda también no confundir los bits (b) con los bytes (B) en las unidades de medida. **¡No es lo mismo kb que kB!**

.....

Desde los inicios de la informática la codificación ha sido problemática entre otras cosas por la falta de acuerdo en la representación de esa información. Hoy día existen numerosos **estándares** para tal fin. Un estándar es un conjunto de especificaciones que regulan procesos como la fabricación de componentes en nuestro caso para garantizar la interoperabilidad.

Los números se almacenan dependiendo del tipo de valor que sea (natural, entero o real), utilizando diferentes sistemas de representación numérica como es el caso del **complemento a la base** (en sus diferentes versiones: C-1 y C-2) o el **exceso a la base** para números enteros o el **estándar IEEE 794** para números reales.

Para el caso del texto, lo que se hace es codificar cada carácter de la cadena a almacenar empleando una serie de valores binarios con los que se corresponde de acuerdo a un determinado código.

El código ASCII ha sido durante mucho tiempo el más empleado. Inicialmente era un código que utilizaba 7 bits para representar texto, lo que significaba que era capaz de codificar **127 caracteres**. Por ejemplo el número 65 (1000001 en binario) se utiliza para representar la “A”.

TABLA ASCII

Binario	000	001	010	011	100	101	110	111
Hex/Dec	0	1	2	3	4	5	6	7
0000	NUL	DLE	SP	0	@	P	`	p
0	0	16	32	48	64	80	96	112
0001	SOH	DC1	!	1	A	Q	a	q
1	1	17	33	49	65	81	97	113
0010	STX	DC2	“	2	B	R	b	r
2	2	18	34	50	66	82	98	114
0011	ETX	DC3	#	3	C	S	c	s
3	3	19	35	51	67	83	99	115
0100	EOT	DC4	\$	4	D	T	d	t
4	4	20	36	52	68	84	100	116
0101	ENQ	NAK	%	5	E	U	e	u
5	5	21	37	53	69	85	101	117
0110	ACK	SYN	&	6	F	V	f	v
6	6	22	38	54	70	86	102	118
0111	BEL	ETB	'	7	G	W	g	w
7	7	23	39	55	71	87	103	119
1000	BS	CAN	(	8	H	X	h	x
8	8	24	40	56	72	88	104	120
1001	HT	EM	)	9	I	Y	i	y
9	9	25	41	57	73	89	105	121
1010	LF	SUB	*	:	J	Z	j	z
A	10	26	42	58	74	90	106	122
1011	VT	ESC	+	;	K	[	k	{
B	11	27	43	59	75	91	107	123
1100	FF	FS	,	<	L	\	l	
C	12	28	44	60	76	92	108	124
1101	CR	GS	-	=	M	]	m	}
D	13	29	45	61	77	93	109	125
1110	SO	RS	.	>	N	^	n	~
E	14	30	46	62	78	94	110	126
1111	SI	US	/	?	O	_	o	DEL
F	15	31	47	63	79	95	111	127

Figura 1.8. Código ASCII

Poco después surgió un problema: este código es suficiente para los caracteres de la lengua inglesa, pero no para otras lenguas. Entonces se añadió el octavo bit para representar otros 128 caracteres que son distintos según

idiomas (Europa Occidental usa unos códigos que no utiliza Europa Oriental), llamándose así **ASCII Extendido**.

Una ampliación de este método de codificación es el código Unicode que puede utilizar hasta 4 bytes (32 bits) para representar cada carácter, con lo que es capaz de codificar cualquier símbolo en cualquier lengua del planeta utilizando el mismo conjunto de códigos.

Poco a poco es el código que se va extendiendo pero el dominio histórico que ha llevado el código ASCII complica su popularidad.

En el caso del almacenamiento de otro tipo de datos como imágenes, vídeo o audio, se necesita una codificación mucho más compleja, no bastando una correlación símbolo-secuencia de bits. Además en este tipo de información no hay un patrón que se repita, por lo que hay decenas de formas de codificar.

Para las imágenes una forma básica de codificarlas en binario son las llamadas **imágenes rasterizadas, matriciales o de mapa de bits**, en las que se almacena la información de cada píxel (*cada uno de los puntos distinguibles en la imagen*) descomponiéndolo en tres colores primarios (R o nivel de rojo, G o nivel de verde, B o nivel de azul), con valores de tamaño dependiendo del número de colores que admita la representación, lo que se conoce como **profundidad de color**.

Se establece un código formado por ceros y unos para cada color.

Por ejemplo, si tenemos una profundidad de color de cuatro colores (blanco, rojo, amarillo y negro), podemos establecer este código:

00-Blanco    01-Rojo    10-Amarillo    11-Negro

Hemos empleado dos bits para cada código y la imagen se representará mediante el código del color de cada punto de la imagen de forma ordenada.

					00	00	00	00	00
					00	01	01	01	01
					00	01	01	01	01
					00	10	10	10	10
					00	10	10	10	10
					00	01	01	01	01
					00	01	01	01	01
					00	11	00	00	00
					00	11	00	00	00

**Figura 1.9.** Imagen bitmap de bandera de España

La imagen se representará dentro del ordenador por:

```
00000000000001010101000101010100101010100010101
0100001010101000101010100110000000011000000
```

La cantidad de información que supone la imagen viene dada por:

Tamaño Total = bits para cada color x  
resolución horizontal x resolución vertical

Para nuestro ejemplo, Tamaño Total = 2 x 5 x 9 = 90 bits.

Naturalmente en una imagen no sólo se graban los píxeles sino el tamaño de la imagen, el modelo de color, etc. De ahí que representar estos datos sea tan complejo para el ordenador (y tan complejo entenderlo para nosotros).

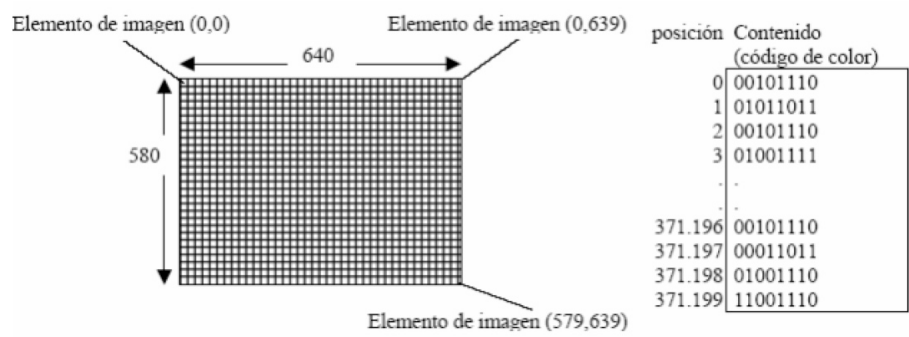


Figura 1.10. Imagen bitmap y almacenamiento de ésta

Existen otro tipo de imágenes llamadas **imágenes vectoriales**, **vectorizadas** o **escalables** donde la imagen se construye a partir de vectores, que son objetos formados matemáticamente como segmentos, polígonos, arcos y otras figuras, almacenándose distintos atributos matemáticos de los mismos (por ejemplo, un círculo blanco se define por la posición de su centro, el tamaño de su radio, el grosor y color de la línea y el color de relleno).



Uno de los mayores atractivos de los gráficos vectoriales es poder ampliar el tamaño de una imagen a voluntad sin sufrir el efecto de escalado que sufren los gráficos rasterizados. También permiten mover, estirar o transformar imágenes de forma muy sencilla lo que ha llevado a su uso muy extendido en la generación de imágenes en tres dimensiones tanto dinámicas como estáticas. En la actualidad todos los gráficos vectoriales son fácilmente traducibles a gráficos rasterizados.

En el caso del **audio** o **sonido**, que es por naturaleza información analógica o continua, es una onda que transcurre durante un tiempo. Para almacenar ese sonido habrá que representar de alguna forma esa onda para que después se pueda mandar la señal adecuada a dispositivos de salida de audio.

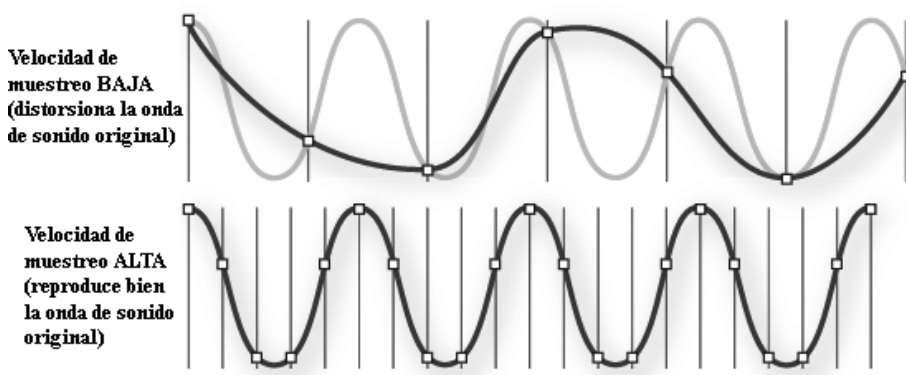
La onda de sonido suele tener un aspecto similar al siguiente, donde el eje horizontal representa el tiempo y el vertical la amplitud del sonido.



*Figura 1.11. Onda de sonido*

Para guardar el sonido de esa onda se toma el valor de la amplitud (altura de la onda) en binario con un número de bits, llamado **calidad del muestreo**, que determinará la calidad del mismo, habitualmente 16 o 32 bits. Esta operación se hace cada cierto tiempo, tomándose un número de puntos por segundo a lo que se llama **frecuencia** que se mide en hercios (puntos por segundos). Son frecuencias habituales las de la telefonía (8 kHz, 8.000 puntos por segundo), la radio (22 kHz) o el CD (44,1 kHz)

Para reproducir el sonido se reconstruye la onda a partir de los valores almacenados. Es evidente que a mayor frecuencia (más cerca estén los puntos), la onda formada se parecerá más a la original.



*Figura 1.12. Onda de sonido digital con distintas frecuencias de muestreo*

Hay que tener también en cuenta que la música puede ser **sonido mono**, con un solo canal de sonido o **sonido estéreo** lo que implica dos ondas o dos canales, uno para cada altavoz.

El tamaño de un sonido almacenado vendría dado por:

$$\text{Tamaño} = \text{número de canales} \times \text{calidad de muestreo} \\ \times \text{frecuencia} \times \text{duración (s)}$$

Por ejemplo, si tenemos 30 segundos de sonido estéreo con una calidad de 32 bits y con una frecuencia de 22 kHz, el tamaño que ocupará será:

$$\text{Tamaño} = 2 \times 32 \times 22.000 \times 30 = 42.240.000 \text{ bits} \\ = 5.280.000 \text{ bytes} = 5.156,26 \text{ kB}$$

Por último almacenar **video** es bastante sencillo si partimos de la base de que es una representación de imágenes o **frames** y sonido en el tiempo.

Una película no es más que una serie de cuadros desplegados unos tras otros para crear una ilusión de movimiento. El ritmo de imágenes por segundo es una característica del video llamada **frames por segundo (fps)**.

Vamos a ver un ejemplo con un video de 30 segundos grabado a una resolución 640x480 y 32 bits de profundidad de color a 30 fps con sonido estéreo de 32 bits de calidad con frecuencia de 22 kHz. ¿Cuánto ocupa todo el video?

Empezaremos calculando el tamaño de las imágenes:

$$\text{Tamaño de imagen} = 640 \times 480 \times 32 = 9.830.400 \text{ bits} = 1.200 \text{ kB.}$$

El número total de imágenes será: 30 (fps) x 30 (segundos) = 900 imágenes.

$$\text{La secuencia ocupará: } 1.200 \text{ kB} \times 900 \text{ (imágenes)} = 1.080.000 \text{ kB} = 1.054,68 \text{ MB}$$

Por otro lado calculamos el tamaño del sonido:

$$\text{Tamaño sonido} = 2 \text{ (estéreo)} \times 32 \text{ (bits)} \times 22.000 \text{ (Hz)} \times 30 \\ \text{(segundos)} = 42.240.000 \text{ bits} = 5.280.000 \text{ bytes} = 5.156,25 \text{ kB} \\ = 5,03 \text{ MB.}$$

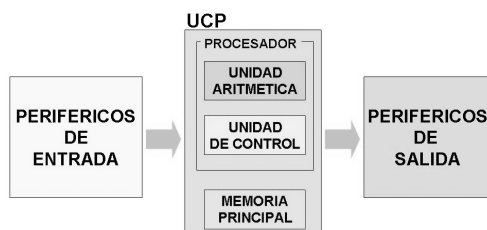
$$\text{El tamaño total del video sería la suma de ambas cantidades:} \\ 1.054,68 \text{ MB} + 5,03 \text{ MB} = 1.059,71 \text{ MB} = 1,034 \text{ GB.}$$

## 1.2 ESTRUCTURA FUNCIONAL DE UN SISTEMA INFORMÁTICO

### 1.2.1 ARQUITECTURA DE VON NEUMANN. ELEMENTOS FUNCIONALES DE UN SI

El elemento central del hardware de un SI es **la UCP o Unidad Central de Proceso**, de forma que su arquitectura determina el comportamiento funcional de dicho sistema.

El modelo básico de arquitectura empleado en los computadores digitales fue establecido en 1946 por **John Von Neumann**. Su aportación más significativa fue la de construir una computadora con programa almacenado ya que los computadores existentes hasta entonces trabajaban con programas cableados que se introducían estableciendo manualmente las conexiones entre las distintas unidades.



*Figura 1.13. Arquitectura de Von Neumann*

La idea de Von Neumann consistió en conectar permanentemente las unidades de las computadoras, siendo coordinado su funcionamiento por un elemento de control. Esta tecnología sigue estando vigente en la actualidad aunque con pequeñas modificaciones y sigue siendo empleada por la mayoría de los fabricantes.





**John Von Neumann** (1903-1957), nacido en Budapest, fue un niño prodigio con gran memoria fotográfica y talento para las matemáticas aunque su padre le prohibió dichos estudios porque pensaba que no era una carrera con la que ganar dinero así que lo engañó y estudiaba química en Berlín aunque estaba matriculado en Budapest en Matemáticas y sólo iba a los exámenes. En 1930 viaja a EEUU y al comenzar la Segunda Guerra Mundial trabaja para el gobierno americano y viendo las limitaciones del ENIAC y otras máquinas de computación definió un nuevo sistema lógico de computación.

---

En la imagen anterior observamos la estructura general de un ordenador según la **Arquitectura de Von Neumann**. Esta máquina se compone de **cuatro unidades básicas**:

- La **unidad de control (UC)**, que dispone de un contador de programa (CP) y un registro de instrucción (RI).
- La **unidad aritmético-lógica (UAL)**, con diversos registros para llevar a cabo operaciones como el registro acumulador (AC) o el registro de estado (RE).
- La **unidad de memoria**, con el registro de palabra (RM) y el registro de dirección (RD).
- La **unidad de entrada-salida**.

Este modelo era capaz de ejecutar una serie de instrucciones elementales que denominó **instrucciones-máquina**, que deben estar almacenadas en la memoria principal con el programa almacenado para poder ser leídas y ejecutadas.

El que se puedan ejecutar diferentes programas hacía que este tipo de máquinas fuesen llamadas de **propósito general**.

Analizando dicha arquitectura observamos cómo cada elemento tenía una determinada función, era totalmente imprescindible y se comunicaba con otros elementos del sistema para conseguir su objetivo, que no era otro que procesar información y llevar a cabo la tarea para la que se le programó.

La **unidad de control**, tenía como función la de leer, una tras otra, las instrucciones-máquina almacenadas en la memoria principal, y generar señales de control necesarias para que toda la máquina funcionase y ejecutase las instrucciones leídas. Para conocer en todo momento la posición de memoria en la que estaba almacenada la siguiente instrucción a ejecutar existía un registro apuntador llamado **contador de programa** que contenía dicha información.

La **unidad aritmético-lógica** se empleaba para llevar a cabo una serie de operaciones elementales como sumas, restas, operaciones lógicas como AND, OR, NOT y otras, e incluso operaciones relacionales. Los datos sobre los que opera esta unidad provienen de la memoria principal y pueden estar almacenados de forma temporal en algunos registros de la propia ALU.



En computación juegan un papel fundamental las operaciones lógicas o booleanas que se implementan mediante dispositivos electrónicos llamados puertas lógicas que son la base de la implementación de los circuitos de conmutación integrados en un chip que trabajan con bits.

Las principales operaciones son:

- AND, donde  $F = A * B$
- OR, donde  $F = A + B$
- NOT, donde  $F = \bar{A}$                       siendo A y B valores binarios.

La **memoria principal**, formada por un conjunto de celdas de igual tamaño o número de bits que se identifican de forma individual a través de una dirección y sobre las que se podían realizar operaciones de lectura o escritura.

Cada celda suele estar formada por un conjunto de bits, denominándose **punto de memoria** que son el elemento básico de información y cuyos valores cero o uno se corresponden a estados de tensión diferentes. Las celdas se empleaban para almacenar tanto datos como instrucciones de máquina.

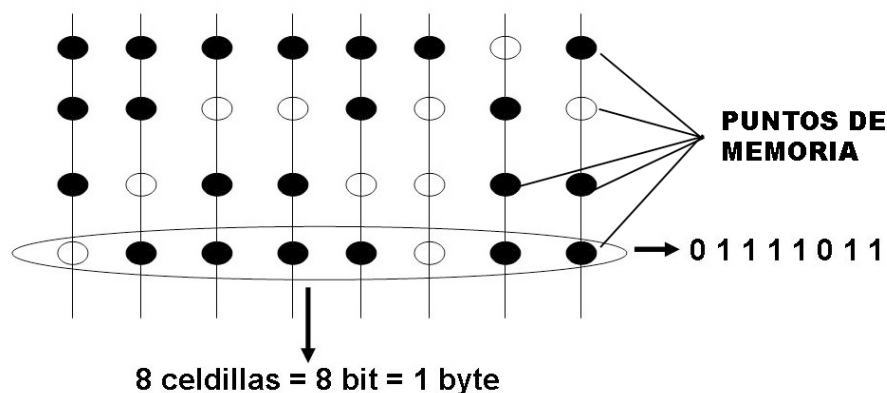


Figura 1.14. Memoria del ordenador. Punto de memoria

La **unidad de entrada-salida** llevaba a cabo la transferencia de información a través de **canales** asociados a dichas unidades externas que podían estar formadas por **memorias auxiliares o secundarias**, que servían de soporte de almacenamiento de gran capacidad, y otras, llamadas **periféricos**, que permitían la comunicación entre el sistema y el medio exterior mediante la carga de datos y programas en la memoria principal o la presentación de resultados, en aquel momento, impresos.

Por último, los **buses** eran *caminos a través de los cuales las instrucciones y los datos circulan entre las distintas unidades del ordenador*.

Teniendo en cuenta que la función principal de un ordenador es ejecutar programas, y que todo este esquema va encaminado a tal fin, para conocer el funcionamiento básico del mismo y cómo interaccionan las distintas unidades entre sí antes hay que dejar claro el concepto de programa.

Un **programa** es un *conjunto de instrucciones que son almacenadas secuencialmente en posiciones o direcciones sucesivas de memoria y que serán ejecutadas una detrás de otra*.

El funcionamiento del ordenador consistirá pues en ir extrayendo sucesivamente instrucciones de la memoria principal, interpretarlas, extraer de memoria los datos empleados en la operación (llamados operandos), enviarlos a la unidad que realiza las operaciones y hallar el resultado.

---

## 1.2.2 UNIDAD CENTRAL DE PROCESO

### 1.2.2.1 Componentes

La **unidad central de proceso (UCP)**, **central process unit (CPU)** o **procesador** es el componente central del ordenador, encargado de procesar la información y de dirigir la actividad de todo el sistema informático.

Está formada por una **unidad de control**, que lee, interpreta y ejecuta las instrucciones del programa activo, una **unidad aritmético-lógica** que ejecuta las operaciones lógicas y aritméticas y una zona de **registros** o de almacenamiento donde guardarse los datos que se están procesando.

Son también elementos característicos de la UCP la **frecuencia del reloj** (que marca el ritmo de ejecución de instrucciones), la **longitud de palabra** de datos y la **tecnología empleada** (RISC/CISC).

- **Unidad Aritmético-lógica o UAL.** Tiene como función la ejecución del conjunto de operaciones lógicas (AND, OR, NOT, etc.) y aritméticas propias del ordenador. Se compone de registros y de un conjunto de circuitos lógicos encargados de realizar dichas operaciones.
- **Unidad de Control o UC.** Se encarga de gobernar el ordenador. Para ello recibe e interpreta las instrucciones que se van a ejecutar.

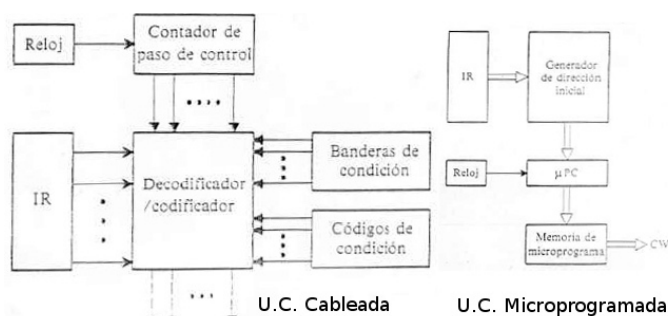
Normalmente estas instrucciones se transforman en una serie de **microinstrucciones** de bajo nivel dependientes de la arquitectura del procesador. La UC dispondrá de una serie de circuitería necesaria para leer la dirección de memoria de la siguiente instrucción a ejecutar, la localizará y la guardará en el registro de instrucción.

A partir de aquí hay dos posibilidades de unidad de control:

- **UC microprogramada.** Las instrucciones están implementadas mediante una memoria de control que contiene microprogramas asociadas a microinstrucciones en las que se descomponen.
- Mediante un elemento llamado **descodificador** transformará la información de este registro en datos comprensibles por otro componente llamado secuenciador encargado de analizar e

interpretar la salida del decodificador, y, según su valor, ejecutará un microprograma contenido en la memoria de control, que cuenta con las microinstrucciones necesarias para que se ejecute la instrucción. Son las más extendidas.

- **UC cableada.** Las instrucciones están implementas por hardware. Al finalizar la ejecución de una instrucción el registro contador de programa (CP) contiene información sobre la dirección de memoria donde se encuentra la siguiente instrucción a ejecutar. La circuitería de la UC lee de este registro CP la instrucción siguiente.



**Figura 1.15.** Lógica microprogramada y cableada

- **Frecuencia de Reloj.** El ordenador funciona en modo síncrono o sincronizado, siguiendo una secuencia ordenada de operaciones en el tiempo. Para ello necesita de un reloj que se encarga de generar impulsos. De esta forma, marca el principio, la duración y el final de cada operación. Dicho número de impulsos se mide en millones por segundo o megahercios (Mhz).

La frecuencia del reloj determina la velocidad en la transferencia de un dato entre dos dispositivos conectados al mismo bus.

Para la transferencia completa de un dato pueden ser necesarios varios ciclos de reloj, en cada uno de los cuales son ejecutadas las operaciones más elementales de dicha transferencia.



La frecuencia de reloj sólo es útil para comparar prestaciones entre microprocesadores de una misma familia y un mismo fabricante porque existen otros muchos factores que determinan la velocidad y el rendimiento de una computadora. Para comparar máquinas de distintas familias se emplean programas benchmarks. <https://www.cpubenchmark.net/>

El primer PC comercial usaba un procesador Intel 8080 a 2MHz (2.000.000 ciclos por segundo) cuando las actuales máquinas suelen oscilar entre los 2-4 GHz.

---

- **Longitud de la palabra de datos.** Determina la cantidad de información que es capaz de procesar simultáneamente la UCP en cada pulso de reloj. Se mide en bits. A mayor longitud de palabra mayor complejidad y circuitería a emplear en la UCP pero mayor será la potencia de proceso.

Es interesante conocer cómo tiene lugar este proceso de ejecución de instrucciones.

#### 1.2.2.2 Ejecución de instrucciones

Toda instrucción-máquina residente en memoria principal pasa por una serie de fases que van desde su captura a su interpretación y ejecución. Éstas son:

- ✓ **Carga, búsqueda o lectura (fetch).** La UC envía a la memoria principal la dirección de la instrucción a ejecutar, que está almacenada en el registro contador de programa (PC) y activa las señales de control necesarias para que ésta le entregue la mencionada instrucción.
- ✓ **Decodificación.** La UC recibe la instrucción, la analiza y, en su caso, lee los operandos de la memoria principal, enviando su dirección y activando las correspondientes señales de control.
- ✓ **Ejecución.** La UAL, bajo las órdenes de la UC, realiza la operación sobre los operandos, y, si es necesario, se graba el resultado en la memoria principal o en un registro.
- ✓ **Incremento del contador de programa (PC).** También denominado **puntero de instrucción (IP)**, con lo que se puede pasar a ejecutar la instrucción siguiente (aunque existen instrucciones que pueden

modificar el contenido del PC, dando lugar a bifurcaciones). Hay un tipo de bifurcaciones no programadas por causa de interrupciones externas e internas, las llamadas **traps**.

### Ejemplo de secuencia de acciones en la ejecución de una instrucción

Veamos un simple y elemental ejemplo en el que queremos ejecutar una suma de un valor contenido en el registro acumulador (AC) con otro que está en memoria:

DESCRIPCION DE LA OPERACION		OPERACIONES CON REGISTROS
1	Llevar el <b>contenido del CP</b> al bus de direcciones.	RD := CP
2	Introducir el contenido del bus de direcciones en el <b>registro de dirección de memoria</b> para descodificar la posición de la instrucción a ejecutar.	
3	Hacer una <b>lectura en memoria</b> y cargar la instrucción.	RM := M[RD]
4	Llevar el contenido del registro de memoria al bus de memoria.	RI := RM
5	El contenido del bus de memoria se introduce en el registro de instrucciones.	
6	Se incrementa el contador de programa quedando preparado para la ejecución siguiente.	CP := CP + 1
7	A continuación se hace una lectura en memoria del operando implicado (pasos 8-10)	
8	El contenido de la dirección del operando pasa al bus de direcciones.	RD := RLCDO
9	El contenido del bus de direcciones se debe introducir en el registro de dirección de memoria para descodificar la posición del operando implicado en la suma.	
10	Lectura del operando direccionado	RM := M[RD]
11	El contenido del registro de memoria se debe llevar al <b>bus de memoria</b>	RT := RM
12	El contenido del bus de memoria se debe pasar al <b>registro temporal</b> para que acceda a la ALU.	
13	El contenido del acumulador debe entrar en la ALU para sumarse al operando llegado de memoria.	AC := AC + RT
14	Se debe indicar a la ALU la <b>operación a realizar</b> mediante una señal (señal suma)	
15	El resultado obtenido se debe <b>guardar</b> en el acumulador.	

**Figura 1.16.** Pasos en la ejecución de una instrucción

Todas estas acciones se ejecutan durante las cuatro fases de ejecución de una instrucción, antes descritas, por lo que algunas de ellas se deberán solapar entre sí.

## El Juego de Instrucciones

La forma de representación de una instrucción para ser almacenada en memoria se denomina **formato de instrucción**. Dicho formato especifica el significado de cada uno de los bits que constituyen la instrucción, denominándose **longitud del formato** al número de bits que la componen.

Para simplificar su decodificación la instrucción se divide en una serie de campos (cadenas de bits contiguos), estando referido cada campo a un tipo de información específico.

El tipo de información que debe contener una instrucción es la siguiente:

- ✓ Operación.
- ✓ Dirección de los operandos.
- ✓ Dirección del resultado.
- ✓ Dirección de la siguiente instrucción.
- ✓ Tipos de representación de operandos.

Las instrucciones-máquina de un ordenador disponen de un campo denominado **código de operación (opcode)** que especifica la operación que realiza la instrucción. Además, la mayoría usan uno o varios campos donde se recogen el/los operandos donde se incluye información a partir de la cuál obtenerlos.

Existen muchos **tipos de instrucciones** según el tipo de operación a llevar a cabo: de transferencia de información, aritmético-lógicas, de desplazamientos, de transferencias de control (saltos condicionales, bifurcaciones, llamadas y retornos de procedimientos, etc.).

Cada instrucción se suele identificar con un **nemotécnico** que hace referencia a la función que realiza la instrucción (move, store, load, clear, set, push, pop, etc.).



También es interesante conocer las distintas formas que tienen las instrucciones de direccionar a los operandos que en ellas se hacen referencia, los tipos o **modos de direccionamiento**, siendo los más representativos: direccionamiento implícito, inmediato, directo, indirecto, por registro, indirecto por registro, paginado y segmentado.

➤ **Direccionamiento Inmediato**



➤ **Direccionamiento directo:**

• **Absoluto**



• **Relativo (A contador de programa, registro base, registro índice o pila).**



➤ **Direccionamiento indirecto**



*Figura 1.17. Modos de direccionamiento en instrucciones*

### 1.2.2.3 ARQUITECTURAS DE PROCESADOR RISC Y CISC

El procesador es todo un complejo universo en sí mismo y, aunque los primeros modelos eran comparativamente muy similares, con su evolución se han ido desarrollando distintos diseños que han afectado a numerosos

elementos siendo de destacar las diferentes tendencias desarrolladas asociadas al **juego de instrucciones** que empleaban.

Podemos decir que frente a esta cuestión caben dos filosofías de diseño: las denominadas **arquitecturas CISC y RISC**.

La **arquitectura CISC** (*complex instruction set computer*), que ya se daba en los primeros diseños de UCP, se caracterizaba por disponer de un **grupo amplio de instrucciones complejas y potentes**. El ordenador era más potente a medida que era más amplio su repertorio de instrucciones.

Toman como principio la **microprogramación**, que significa que cada instrucción de máquina es interpretada, empleando un microprograma localizado en una memoria en el circuito integrado del procesador. Las instrucciones compuestas son codificadas internamente y ejecutadas con una serie de microinstrucciones que se almacenan en una memoria de control.

Esto era efectivo y muy práctico porque al principio la memoria principal era más lenta que la UCP y el tiempo de una instrucción podía ser de varios ciclos de reloj ya que cuando una instrucción era procesada en un único ciclo de reloj, no se podía continuar con la siguiente instrucción inmediatamente ya que todavía no estaba lista (al ser la memoria principal mucho más lenta que la de control).

Buscando aumentar la velocidad de procesamiento se descubrió que con una determinada arquitectura, la ejecución de programas compilados directamente con microinstrucciones estando residentes en memoria externa al circuito resultaba más eficiente.

A finales de los setenta, al aumentar las prestaciones de la memoria principal la consecuencia inmediata fue que ya no tenía que esperar la UC a ésta, lo que permitió trabajar con instrucciones mucho más simples que se completasen en un ciclo de reloj y acelerando la ejecución de instrucciones.

Esta arquitectura es conocida como **RISC** (*reduced instruction set computer*) y está formada por un **juego de instrucciones lo más reducido posible**, la mayoría completadas en un ciclo de reloj.

Debido a que se tiene un conjunto de instrucciones simplificado, éstas se pueden implantar por hardware directamente en la CPU, lo que elimina el microcódigo y la necesidad de decodificar instrucciones complejas.

ARQUITECTURA CISC (pocas instrucciones complejas)	ARQUITECTURA RISC (muchas instrucciones pequeñas)
- Formatos de instrucción de varios tamaños	- Formatos de instrucción de pocos tamaños
- Interpreta microinstrucciones	- Interpreta microoperaciones
- Muchos modos de direccionamiento	- Pocos modos de direccionamiento
- Pocos registros de propósito general	- Muchos registros de propósito general
- Repertorio de instrucciones flexible	- Repertorio de instrucciones rígido.
- Son lentas. Ejecución por software	- Son rápidas. Ejecución directa por Hardware
- UC microprogramada.	- UC cableada.

Figura 1.18. Arquitecturas RISC y CISC

Para ejecutar una tarea se necesitan más instrucciones en RISC que en CISC, ya que en RISC las instrucciones son más elementales. Pero el hecho de disponer hoy de memorias tan rápidas y buses de alta velocidad hace que existan diversos mecanismos como el llamado **pipeline**, para que se lleguen incluso a solapar varias instrucciones en un mismo ciclo.



Realmente las diferencias son cada vez más borrosas entre las **arquitecturas CISC y RISC**. Las CPU actuales combinan elementos de ambas y no son fáciles de encasillar ya que desde hace tiempo se ha empezado a investigar sobre microprocesadores “híbridos”, con el propósito de obtener ventajas procedentes de ambas tecnologías.

.....

#### 1.2.2.4 Características de una CPU

Una vez estudiada la arquitectura y el principio de funcionamiento de una CPU podemos deducir que existen una serie de parámetros que sirven para determinar su capacidad de proceso que básicamente serían:

- ✓ **Velocidad de procesador.** Determina el ritmo de ejecución de instrucciones. Se mide en hercios y múltiplos de éstos.
- ✓ **Juego de instrucciones.** Cada tipo de CPU tiene un juego de instrucciones característico.
- ✓ **Tamaño del bus de datos y direcciones.** Se mide en bits, siendo hoy día habitual los 64 y 128 bits de tamaño.
- ✓ **Número de registros** de que dispone.
- ✓ **Líneas y señales de interrupción** que implementa.

---

#### 1.2.3 LA MEMORIA. FUNCIONES Y TIPOS

La memoria es aquel elemento o unidad encargado de almacenar la información que necesita el ordenador, por tanto, las instrucciones que forman los programas y los datos que se emplean en su ejecución.

Se encuentra dividida en **celdas o palabras** que se identifican mediante una dirección y sobre las que se llevan a cabo operaciones de lectura y/o escritura.

El elemento básico de la memoria digital es el **biestable**, dispositivo electrónico capaz de almacenar un bit.

Mediante agrupamientos de estos dispositivos en distintas variantes tecnológicas que determinan las características de las memorias (el coste por bit, el tiempo de acceso y la capacidad o tamaño), se establece lo que se ha dado en llamar una **jerarquía de memorias**.

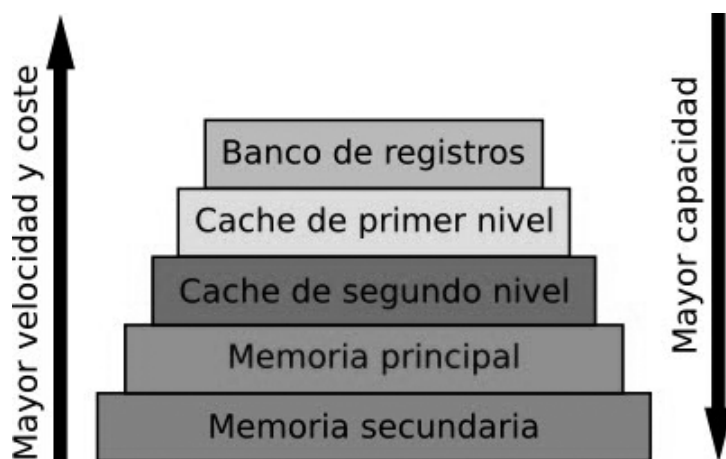


Figura 1.19. Esquema jerárquico de memorias

Históricamente han existido dos tipos de memorias que se diferencian, principalmente, por su velocidad y coste, la **memoria interna** y la **memoria externa** o **secundaria**.

### 1.2.3.1 Memoria principal o interna

Se compone de los tres escalones superiores de la figura representada en el gráfico: un conjunto de **registros**, la **memoria caché** y la **memoria principal**.

Cabe recordar que el procesador es el elemento principal del ordenador y que interesa que las instrucciones y los datos con los que va a trabajar estén los más próximos a él.

Cuando la CPU no encuentra un dato en alguno de los niveles de la memoria interna se obtiene del nivel inmediatamente inferior.

A medida que descendemos de nivel, el coste de adquisición se reduce, la velocidad disminuye, el tiempo de acceso aumenta y la capacidad será mayor.

Los **registros**, integrados en la CPU, están formados por un conjunto de biestables y almacenan bloques de bits que habitualmente se denominan

**palabras.** Son capaces de realizar operaciones a la misma frecuencia que el procesador y su capacidad es muy pequeña.

La **memoria caché** es un tipo de memoria intermedia entre el procesador y la memoria principal. Este tipo de memoria suele estar formada por circuitos integrados **SRAM** o **RAM estáticos** que suelen ser más rápidos que los circuitos **DRAM** o **RAM dinámicos** empleados en la memoria principal.

Al ser más rápidos, son más caros y voluminosos, de menor capacidad y mayor consumo energético.

Este tipo de memorias se emplean para mantener la información más comúnmente usada por el procesador, evitando accesos continuos y más lentos a memoria principal.

Los microprocesadores actuales incluyen en su propio chip total o parcialmente su caché.



Existen tres tipos diferentes de memoria caché para procesadores:

- Caché de Primer nivel o L1:** Integrada en el núcleo del procesador, trabajando a la misma velocidad que éste. Su tamaño varía de un procesador a otro y suele estar dividida en dos partes dedicadas, una para instrucciones y otra para datos.
- Caché de Segundo nivel o L2:** Integrada también en el procesador, aunque no directamente en el núcleo, tiene las mismas ventajas que la caché L1, aunque es algo más lenta que ésta. La caché L2 suele ser mayor que la caché L1. A diferencia de la caché L1, esta no está dividida, y su utilización está más encaminada a programas que al sistema.
- Caché de Tercer nivel o L3:** Es un tipo de memoria caché más lenta que la L2, muy poco utilizada en la actualidad, incorporada a la placa base.

.....

La memoria principal de un ordenador está organizada en grupos de celdas de memoria llamados **palabras de memoria**. Una palabra es el conjunto de bits que se pueden leer o memorizar en un instante dado y al número de bits se le denomina ancho de memoria o longitud de palabra.

Las distintas memorias se clasifican atendiendo a la posibilidad de lectura o escritura en las mismas. Hablamos de:

- **Memorias de sólo lectura o programables.** No volátiles, no pierden la información en ausencia de alimentación.

Son memorias de este tipo: **ROM, PROM, EPROM, EEPROM.**

- **Memorias de lectura y Escritura.** La llamada memoria RAM, son memorias volátiles, que pierden la información en ausencia de alimentación.

Son memorias de este tipo: **SRAM, DRAM.**

### 1.2.3.2 Memoria secundaria o auxiliar

El gran inconveniente de la memoria principal, a pesar de ser muy rápida, es su baja capacidad de almacenamiento por lo que para guardar información de forma masiva se usan otros tipos de memorias.

La información guardada en este tipo de memorias permanece indefinidamente hasta que el usuario la borre de manera expresa (es lo que se denomina un almacenamiento **no volátil**).

Estos dispositivos tienen mucha más capacidad que las memorias internas pero no podemos ejecutar programas desde esta memoria, es necesario pasar el programa completo o parte de éste a la memoria RAM para su ejecución.

Además pueden llegar a ser intercambiables, pudiéndose cambiar el soporte de almacenamiento de la información sin necesidad de cambiar la unidad lectora/ grabadora (cd, dvd o disco flexible).

Se puede llevar a cabo una **clasificación de este tipo de memorias** según diferentes criterios.

✓ Según la **tecnología empleada:**

- **Tecnología Magnética.** Emplean sustrato de plástico o aluminio cubierto de material magnetizable (óxido férrico o de cromo). La

información se graba en celdas que forman líneas o pistas. Cada celda puede estar sin magnetizar o magnetizada con dos posibles valores: norte (0) y sur (1).

- **Tecnología Óptica.** Usan energía lumínica (como el rayo láser) para almacenar o leer información. Los ceros o unos se representan por la presencia o ausencia de señal luminosa.
  - **Tecnología Magneto-Óptica.** Los soportes originarios poseen una magnetización previa (norte o sur) y mediante láser es posible cambiar la magnetización de las celdas.
  - **Tecnología Flash-USB.** Usan memorias semiconductoras de tipo flash nand, con la característica de que no necesitan refresco al usar tecnología de puerta flotante.
- ✓ Según el **tipo de operaciones** que se pueda realizar sobre los mismos:
- **Reutilizables** (cinta magnética, disco cd-rw, etc.).
  - **No Reutilizables** (disco cd-rom, etc.).
- ✓ Según la **forma de acceder** a la información:
- **Secuencial** (cinta magnética).
  - **Directo** (cd-rom, disco duro).
- ✓ Según la **ubicación física de dicha unidad**:
- **Interna** (disco duro, unidad flexible).
  - **Externa** (memoria USB, discos duros externos).
- ✓ Según la relación existente entre el soporte de almacenamiento y el elemento que lleva a cabo la lectura escritura:
- **Removibles** (discos flexibles).
  - **No removibles** (discos duros).

Recordemos que este tipo de memoria aparece recogida en el esquema de Von Newmann como formando parte del subsistema de entrada-salida siendo periféricos de almacenamiento.



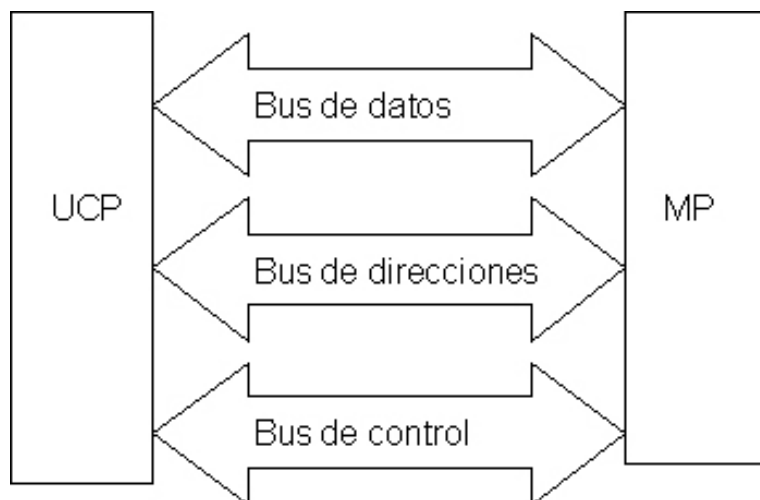
### 1.2.4 BUSES: ARQUITECTURAS Y FUNCIONAMIENTO

La interconexión de todas las unidades estudiadas se lleva a cabo a través de una serie de canales de conexión denominados **buses** que, físicamente, son un conjunto de líneas por las que se transmite la información binaria (sea de una instrucción, un dato, o una dirección, en un instante dado).

Se denomina **ancho de bus** al tamaño de ese número de hilos o bits que se transmiten simultáneamente por uno de esos canales.

Se pueden distinguir tres tipos de buses:

- ✓ **Bus de datos (bidireccional)**. Transporta datos procedentes o con destino a la memoria principal y las unidades de entrada-salida. Cabe destacar cómo la velocidad de este bus en su conexión con la memoria RAM es un factor determinante en el rendimiento del sistema.
- ✓ **Bus de direcciones (unidireccional)**. Transporta las direcciones de la unidad de control a la memoria principal o a los periféricos.
- ✓ **Bus de control (bidireccional)**. Transporta las señales de control (microórdenes) generadas por la unidad de control.



*Figura 1.20. Tipos de buses en un ordenador*

Se suele denominar **ruta de datos** o **datapath** a todos aquellos elementos (buses, registros y circuitos lógicos) interconectados y encargados de transferir, memorizar y procesar las informaciones (instrucciones, direcciones y operandos) en su conexión con la memoria principal y los dispositivos periféricos.

---

### 1.2.5 SUBSISTEMA DE E/S. CONTROLADORES Y PERIFÉRICOS

Un ordenador tendría una utilidad nula sin la presencia de algún medio que permitiese realizar las entradas y salidas de datos para poder interactuar con el medio. El concepto de entrada y salida hace referencia a toda comunicación o intercambio de información entre la CPU o la memoria central con el exterior.

Estas operaciones se suelen llevar a cabo a través de una cada vez más amplia gama de dispositivos externos llamados **periféricos** que proporcionan al ordenador las vías para intercambiar datos con el exterior.

La parte del equipo que permite esta comunicación es la **unidad de entrada-salida**, entendiendo por tal concepto en arquitecturas reales a un conjunto de módulos o **canales de entrada-salida** encargados de gobernar uno o más periféricos asociados a los que suministra la inteligencia necesaria para su funcionamiento coordinado con el ordenador.

Estos **módulos de entrada-salida** estarían formados por los **controladores de periféricos** (circuitos de interfaz), de forma que cada periférico necesita su propio controlador para comunicarse con la CPU y los **puertos de entrada-salida**, que son registros que se conectan directamente a uno de los buses del ordenador. Cada puerto tiene asociada una dirección o código, de forma que el procesador ve al periférico como un puerto o un conjunto de puertos.

Básicamente estos módulos o canales se usan para resolver las diferencias (velocidad de transmisión, formato de datos, etc.) que pueden existir entre el procesador y dichos periféricos. Sus funciones fundamentales son direccionamiento, transferencia y sincronización.

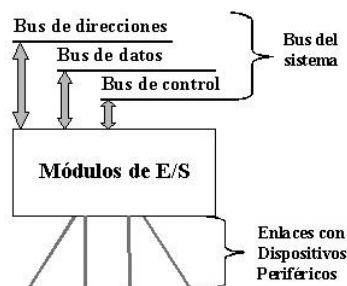


Figura 1.21. Módulos o canales de entrada-salida

Existen distintas arquitecturas de ordenador **según el direccionamiento** de los dispositivos de entrada-salida.

- ✓ **Buses separados de memoria y entrada-salida.**
- ✓ **Entrada-salida mapeada en memoria o máquina de bus único.**  
Los puertos de entrada-salida se tratan como si fuesen direcciones de memoria.

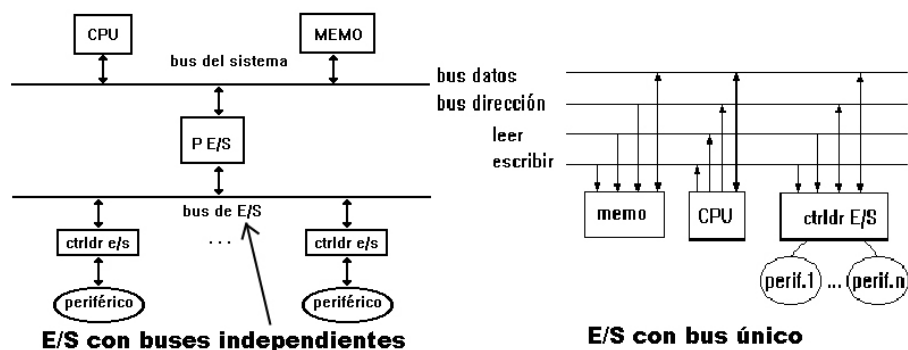


Figura 1.22. Entrada-salida mapeada a memoria o de bus único

También existen distintas arquitecturas de ordenador según como se establece el **control del tránsito de datos**:

- ✓ **Entrada-salida controlada por programa.** Mediante la ejecución de unas instrucciones especiales si es de bus separado (in, out, etc.)

e instrucciones de almacenamiento si es entrada-salida mapeada a memoria. Usada en periféricos con velocidades menores que la CPU.

- ✓ **Entrada-salida por acceso directo a memoria.** Todas las funciones se implementan mediante un circuito controlador llamado **controlador de DMA** (*direct access memory*).

Por último también existen diferentes arquitecturas según el modo en que se produce la **sincronización de la CPU con los periféricos**:

- ✓ **Entrada-salida con sincronización por sondeo y selección.** La CPU hace encuesta o consulta a los dispositivos de su situación y los va atendiendo.
- ✓ **Entrada-salida con sincronización por interrupciones.** Los dispositivos son los que interrumpen la ejecución del programa en CPU cuando están en disposición de realizar una operación de entrada-salida.



## RESUMEN DEL CAPÍTULO

En este capítulo se explica el funcionamiento básico de un sistema informático, lo que se ha llamado su estructura funcional.

Para ello, en primer lugar se lleva a cabo un análisis del recorrido histórico de la evolución de las computadoras que nos ha llevado al momento actual. A continuación, tomándose como punto de partida la Arquitectura de Von Neumann se hace una descripción detallada de cómo funciona un ordenador, estudiando desde cómo se almacena cualquier tipo de información en el mismo hasta cuáles son y cómo funcionan los diferentes componentes que procesan la información.

Se estudian uno a uno los componentes de la arquitectura Von Neumann: la unidad central de proceso, la memoria, los buses y los subsistemas de entrada-salida siempre desde un punto de vista funcional u operativo.



# EJERCICIOS PROPUESTOS

- **1.** Elabora una línea cronológica donde señales desde el ábaco hasta la actualidad los principales acontecimientos históricos relacionados con la historia de la informática y de los ordenadores. Trata de ampliar los contenidos que se recogen en el libro e investiga qué aportaciones se han llevado a cabo por españoles.
- **2.** Emplea la Tabla ASCII para llevar a cabo la codificación de un mensaje en binario y hexadecimal que posteriormente tratará de descifrar tu compañero en clase.
- **3.** Abre el “Bloc de Notas” e introduce el siguiente texto: *“En este ejercicio vamos a comprobar el tamaño de una misma información almacenada en distintos formatos de representación”*.
  - a) Guarda el documento como utf8.txt eligiendo el formato UTF-8.
  - b) Guarda el documento, ahora como ansi.txt eligiendo la codificación ANSI.
  - c) Por último, guarda el documento, pero esta vez como unicode.txt empleando codificación de caracteres UNICODE.  
Con el navegador de archivos comprueba el tamaño de los ficheros que acabas de crear. ¿Cuál es su longitud en bytes? ¿Por qué si contienen el mismo texto, su longitud es diferente? ¿Sabrías explicar por qué los archivos tienen esa longitud?
- **4.** Calcula:
  - 4.1** Si realizamos una foto con nuestra cámara digital de 10 Mpx con una resolución de 3.648 x 2.736. Suponiendo que la profundidad de color es de 24 bits y que no hay compresión, ¿qué tamaño ocupará dicha imagen?
  - 4.2** Si grabásemos una conversación telefónica de 15 minutos con calidad 16 bits, frecuencia 8 kHz y en estéreo, ¿cuánto ocuparía dicha conversación?
  - 4.3** Nuestro móvil graba videos con una resolución de 320x200 con 16 bits de color y a 20 fps. El sonido es mono, con calidad de 16 bits y 22kHz. Si el móvil tiene una tarjeta de memoria de 1 GB, ¿cuánto tiempo de video cabe en él?
- **5.** Investiga sobre los principales sistemas de codificación de color (RGB, CMYK y otros), su modo de empleo y para qué se emplean.
- **6.** ¿Cuáles son las ventajas e inconvenientes de los formatos gráficos de mapa de bits frente a los formatos vectoriales? Investiga sobre los diferentes estándares en el mercado.
- **7.** Calcula:
  - 7.1** Si una película en formato DivX ocupa 700 MB ¿cuántas películas caben en un DVD que tiene 4,7 GB de capacidad?

- 7.2** Considerando que un disco musical tiene una media de 12 canciones y una canción mp3 ocupe una media de 3.300 kB, ¿de qué capacidad deberá ser un reproductor mp3 para poder llevar en él hasta 100 discos musicales y gastarnos lo mínimo posible: 2 GB, 4 GB, 8 GB o 16 GB?
- 7.3** Una cámara de fotos tiene una tarjeta de memoria de 2 GB. Si hacemos fotos a una resolución de 1.024 x 768 a color verdadero con 32 bits, ¿cuántas fotos podremos hacer?
- **8.** Calcula la salida de estas funciones lógicas para valores de  $x$  e  $y$ :
- 8.1**  $f(x,y) = (x \text{ AND } y) \text{ OR } x$
- 8.2**  $f(x,y) = (\bar{x} \text{ OR } y) \text{ OR } (x \text{ AND } y)$
- 8.3**  $f(x,y) = (x \text{ AND } \bar{x}) \text{ OR } y$
- **9.** A partir de la arquitectura propuesta en el libro y el ejemplo de cómo se lleva a cabo una simple operación describe paso a paso cómo tiene lugar una operación de multiplicación de dos valores en memoria.
- **10.** Enumera ventajas e inconvenientes de la arquitectura RISC frente a la CISC. Busca ejemplos de máquinas actuales que basen su arquitectura en cada una de ellas.
- **11.** ¿Qué es el pipeline? Busca otras técnicas similares que persigan optimizar el procesamiento del microprocesador.
- **12.** Observa la BIOS de tu ordenador y con la ayuda de manuales y/o Internet, trata de averiguar el significado de los parámetros relativos a la memoria que emplean.
- **13.** Estudia las características, ventajas e inconvenientes de la tecnología magnética frente a la óptica y averigua dispositivos y soportes de cada tipo.



# TEST DE CONOCIMIENTOS

**1** Elige la respuesta falsa:

- a)** Llamamos sistema a aquel conjunto ordenado de elementos que se relacionan entre sí y contribuyen a un determinado objetivo.
- b)** Un protocolo es aquel conjunto de normas que controla o regula la comunicación en un sistema de comunicación.
- c)** Un sistema Informático es aquel en el que todos los elementos del sistema lo constituyen componentes informáticos.
- d)** Un computador es una máquina que permite el tratamiento automatizado o automático de la información.

**2** Elige la respuesta correcta:

- a)** Existen sistemas informáticos que no necesitan CPU para funcionar.
- b)** Un SI está formado exclusivamente por dos elementos, el Hardware y el Software)
- c)** En un SI el software está condicionado por el hardware tanto en su uso como en su evolución.
- d)** La descripción funcional de un SI se encarga de analizar los componentes que constituyen el sistema físicamente y los elementos de interconexión.

**3** Elige la respuesta correcta:

- a)** El ENIAC era una máquina muy grande y pesada que pertenecía a la segunda generación.
- b)** La Pascalina, creada por Pascal, era capaz de sumar, restar, multiplicar y dividir.
- c)** Charles Babbage diseñó y construyó la máquina analítica y la máquina diferencial.
- d)** Las llamadas generaciones del ordenador vienen marcadas por la evolución electrónica de los dispositivos biestables.

**4** Elige la respuesta correcta:

- a)** La válvula de vacío es más pequeña y consume menos energía que el transistor.
- b)** El uso del monitor, elemento fundamental en la interacción con el ordenador, se inició en la primera generación.
- c)** La tecnología multimedia se desarrolló a partir de la Quinta Generación.
- d)** Los entornos gráficos que emplean los estándares actuales aparecieron ya en la Sexta Generación.

5

Elige la respuesta falsa:

- a) Hacen falta estándares para llevar a cabo una codificación de la información idónea y que permita la fácil comunicación entre distintas máquinas.
- b) El estándar IEEE 794 se emplea para codificar números enteros.
- c) En la representación de información en el ordenador el código más empleado es el código ASCII.
- d) Unicode es un código que hace uso de 4 bytes (32 bits) para representar cada valor.

6

Elige la respuesta falsa:

- a) El byte es la unidad más pequeña de información del ordenador.
- b) Un Terabyte son 1.024 Megabytes.
- c) Un Kilobyte son 8.192 bits.
- d) Hacen falta 1.048.576 Kilobytes para completar un Gigabyte)

7

Elige la respuesta correcta:

- a) Las instrucciones máquina deben residir en memoria secundaria para poder ser leídas y ejecutadas.
- b) La máquina de Von Neumann no era de propósito general sino específico (permitía hacer un determinado tipo de tareas).
- c) Los datos que opera la unidad aritmético-lógica provienen de memoria principal.

- d) La unidad de entrada-salida la componen exclusivamente los periféricos.

8

Elige la respuesta falsa:

- a) Un programa es un conjunto de instrucciones almacenadas secuencialmente y que serán ejecutadas una tras otra.
- b) La UC microprogramada emplea una memoria de control que contiene microprogramas asociados a microinstrucciones que se ejecutan.
- c) El ordenador funciona de modo asíncrono empleando para ello un reloj que se encarga de generar impulsos.
- d) La longitud de palabra de datos determina la cantidad de información que es capaz de procesar simultáneamente la UCP en cada pulso de reloj.

9

Elige la respuesta falsa:

- a) Las instrucciones suelen traer información asociada a los operandos cuando hagan uso de los mismos.
- b) Las dos principales arquitecturas de procesador, RISC y CISC están diseñadas a partir de diferentes tendencias asociadas al juego de instrucciones que manejan.
- c) La primera fase en la ejecución de una instrucción-máquina es la decodificación de ésta para saber qué hacer.



- d) El formato de instrucción especifica la forma de representación de una instrucción para ser almacenada en memoria.

**10** Elige la respuesta verdadera:

- a) Históricamente han existido tres grandes tipos de memoria: registros, memoria caché y memoria principal.
- b) Los registros pueden llegar a estar integrados en la CPU.
- c) No existe diferencia de velocidad ni coste entre la memoria interna y la externa.
- d) La memoria caché es un tipo de memoria intermedia entre la memoria secundaria y la memoria principal.

**11** Elige la respuesta falsa:

- a) La tecnología magnética presenta muchas más ventajas frente a la óptica.
- b) Un disco cd-rom es un tipo de soporte no reutilizable)
- c) Los buses son un conjunto de líneas por las que se transmite la información binaria.
- d) El ancho de bus determina el número de bits que pueden transmitirse simultáneamente por estos canales.

**12** Elige la respuesta falsa:

- a) Los módulos de entrada-salida surgen para resolver diferencias entre el procesador y los periféricos.
- b) La entrada-salida mapeada a memoria emplea buses separados de memoria y entrada-salida.
- c) La entrada-salida por acceso directo a memoria emplea un circuito controlador llamado DMA.
- d) En la entrada-salida con sincronización por interrupciones los dispositivos pueden cambiar la ejecución del programa en CPU cuando necesitan atender una petición.