

1. Definición e identificación de la estructura y componentes principales de un computador de propósito general atendiendo a su función y utilidad

Contenido

- 1.1. Procesador
- 1.2. Memorias RAM y xPROM
- 1.3. Interfaces de entrada/salida
- 1.4. Discos
- 1.5. Familias y tipos de procesadores
- 1.6. Clasificación por periféricos de entrada o de salida
- 1.7. Introducción al lenguaje ensamblador
- 1.8. Práctica: identificación y ensamblado de un computador
- 1.9. Sistemas operativos

Introducción

Un *sistema informático* está compuesto por tres componentes: *hardware*, *software* y *humano*. El componente *hardware* incluye al computador o cualquier otro dispositivo informático. El *software* incluye el sistema operativo y el conjunto de aplicaciones necesarias para que el usuario pueda desempeñar las funciones que se requieran en dicho sistema informático. Por último, existe un componente humano, que es el que hace posible que exista el sistema informático y que está compuesto por el personal técnico y por los usuarios.

En primer lugar, nos centraremos en el computador (ordenador) como el principal componente hardware del sistema informático. La estructura básica fue concebida por el matemático y físico John von Neumann en la década de los cuarenta, y estableció que una computadora debe constar de las siguientes partes:

- **Unidad central de procesamiento (CPU):** que contiene una unidad aritmético-lógica (ALU), registros, una unidad de control y un contador de programa. Aquí se decodificarán los datos procedentes de la memoria principal y se ejecutarán las operaciones.
- **Memoria principal:** en ella se almacenarán los datos e instrucciones.
- **Dispositivos de entrada y salida:** son dispositivos que permiten la interacción entre la computadora y el mundo exterior, siendo dispositivos de entrada los que nutren de datos a la computadora y dispositivos de salida los que muestran los resultados del procesamiento de los mismos. Como ejemplo de dispositivo de entrada cabe destacar el teclado y como ejemplo de dispositivo de salida, un monitor o una impresora.

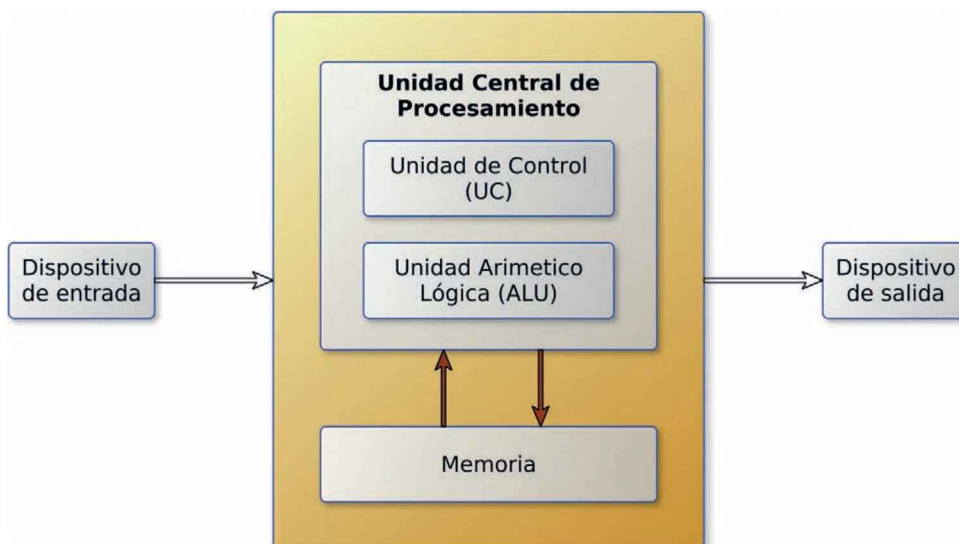


Figura 1. Arquitectura de von Neumann.

Una representación de la arquitectura von Neumann se puede ver en la Figura 1 de la página anterior.

Se dice que para que una máquina tenga arquitectura de von Neumann, debe almacenar tanto los programas como los datos en la memoria; cada celda de la memoria debe estar identificada de forma única mediante una dirección de memoria y los programas han de ejecutarse de manera secuencial.

1.1. Procesador

El procesador o microprocesador es uno de los elementos principales de los sistemas informáticos. Durante muchos años ha recibido todas las atenciones a la hora de discernir si un sistema informático es de alto rendimiento. No obstante, hoy en día es necesario conocer cada uno de los elementos que componen el sistema informático, así como el perfil del usuario al que va destinado el equipo, para poder adecuar un conjunto de elementos hardware u otros. Esto es debido en gran parte al cuello de botella existente en la transferencia de datos entre la memoria y el procesador, ya que esta velocidad de transmisión es inferior a la de procesamiento del procesador, provocando tiempos de espera en la recepción de datos al procesador, lo que es conocido como el *cuello de botella de von Neumann*. Es por ello que es muy importante conocer las características de los componentes que van a integrar el computador, de forma que todo vaya en armonía para obtener el mayor rendimiento posible en el ámbito del procesamiento demandado y evitar incurrir en costes de procesamiento innecesarios. El procesador es uno de los circuitos impresos (*microchip*) más complejos de todo el sistema informático y el rendimiento del sistema, según las tareas que se vayan a realizar con él, puede variar considerablemente con la elección de un procesador adecuado. Para poder estudiar el potencial de un procesador, existen muchas variables o características que se deben tener en cuenta. Estas características son conocidas como las principales magnitudes de un procesador. Estas magnitudes son las siguientes:

1. **Frecuencia.** La frecuencia determina el número de operaciones que realiza el microprocesador en un determinado espacio de tiempo. La frecuencia es medida en hercios [Hz], de modo que 1 Hz representa 1 operación por segundo. En la actualidad encontramos procesadores en los que su frecuencia oscila entre 1.2 GHz - 4.2 GHz. Estos procesadores pueden realizar entre 1.2 - 4.2 mil millones de operaciones por segundo.
2. **Tecnología de integración.** El microprocesador está compuesto por millones de transistores, con los cuales se construyen estructuras más complejas tales como puertas lógicas [AND, OR, NOT, XOR...]. La unidad de medida de

la tecnología de integración es la distancia que existe entre los transistores dentro del procesador. De este modo, encontramos transistores en los que su tecnología de integración es 14 nm (nanómetros), 22 nm, 34 nm, 45 nm, etc. A medida que la unidad es menor, mejor es la tecnología de integración, proporcionando los siguientes beneficios:

- a) Los transistores construidos son más pequeños, por lo que se integra un mayor número en el mismo espacio. Esto hace que **aumenten las prestaciones** (mayor memoria caché o unidades aritmético-lógicas).
 - b) Aumenta la velocidad de operación del transistor, ya que la distancia que tiene que recorrer el flujo eléctrico entre transistores es menor. Esto conlleva un posible **aumento de la frecuencia**.
 - c) **Disminuye el voltaje** que necesita el microprocesador para su funcionamiento. La disminución del voltaje provoca una disminución del calor disipado, causando un posible aumento de la frecuencia y obteniendo también una disminución del consumo eléctrico.
 - d) **Disminuye el coste de fabricación**, ya que la cantidad de silicio empleada es menor. De este modo, el precio por transistor comprado en los procesadores es menor en los nuevos procesadores.
3. **Paralelismo a nivel de instrucción.** Esta característica supone que varias instrucciones se ejecuten simultáneamente en lugar de secuencialmente. El procesador dispone de varias unidades funcionales que pueden trabajar en cadena con diferentes instrucciones, puesto que cada instrucción no tiene que hacer uso de todas las unidades funcionales al mismo tiempo. Por ello, cuando una instrucción está haciendo uso de una unidad funcional, otra instrucción puede trabajar simultáneamente en otra unidad funcional.
4. **Memorias caché.** El microprocesador necesita tener un acceso rápido a los datos para poder ejecutar las instrucciones. Por otro lado, el acceso a la memoria principal es muy lento en comparación con el microprocesador. Es por ello que es necesario que existan memorias más rápidas y cercanas al microprocesador. Estas memorias con mayor rendimiento son conocidas como memorias caché, las cuales son descritas en profundidad en la Sección 1.2.
5. **Conjunto de instrucciones.** Es el repertorio de instrucciones que el microprocesador puede entender y ejecutar. Esta magnitud es muy importante, puesto que determina en sí los tipos de datos nativos, las instrucciones que se pueden ejecutar, las interrupciones e incluso la arquitectura de la memoria. Es un parámetro que determina en gran medida el rendimiento del sistema. En la siguiente sección se describe en profundidad esta magnitud.

1.1.1. Identificación los distintos tipos de procesadores (CISC y RISC)

La magnitud que diferencia en mayor medida el tipo de procesador es el conjunto de instrucciones, puesto que si un procesador no interpreta adecuadamente las instrucciones con las que ha sido compilada una aplicación software, esta puede no funcionar o tener un rendimiento bajo frente al mismo software compilado con el conjunto de instrucciones adecuado.

Existen dos familias de procesadores totalmente opuestas en lo referente a la configuración del conjunto de instrucciones. No obstante, en la actualidad existe la tendencia de incluir ambas técnicas en los microprocesadores para poder aprovechar lo mejor de cada una de ellas.

- **CISC** (*Complex Instruction Set Computer*). El conjunto de instrucciones se denomina *complejo*, puesto que incorpora multitud de instrucciones potentes y especializadas en tareas concretas tales como gráficos, sonidos, Internet, virtualización, etc.
- **RISC** (*Reduced Instruction Set Computer*). El conjunto de instrucciones se denomina *reducido*. Las instrucciones son más simples y se ejecutan más rápidamente que las instrucciones complejas, puesto que estas deben desglosarse en instrucciones simples.

Los primeros ordenadores nacieron con un conjunto de instrucciones simples que fue aumentando poco a poco y, acorde con los avances tecnológicos de la época, se desplaza hacia una tecnología CISC. A finales de los años ochenta, el proceso se vuelve a invertir y se retorna a una tendencia de procesadores con tecnología RISC. En la actualidad se ha regresado a la tendencia de microprocesadores CISC, debido al auge de entornos gráficos, aplicaciones multimedia e Internet. Pero, en realidad, se fusionan ambas tecnologías para aprovechar al máximo los beneficios de cada una de ellas.

Estructura de un microprocesador

La estructura interna de un microprocesador está compuesta por unidad de control, unidad de proceso y buses. En la Figura 2 se muestra la estructura interna de un microprocesador. A continuación se describen cada uno de estos elementos en detalle.

- **Unidad de control.** Es el elemento encargado de sincronizar el funcionamiento de todos los elementos que intervienen en la ejecución de una instrucción. La unidad de control consta de las siguientes partes:

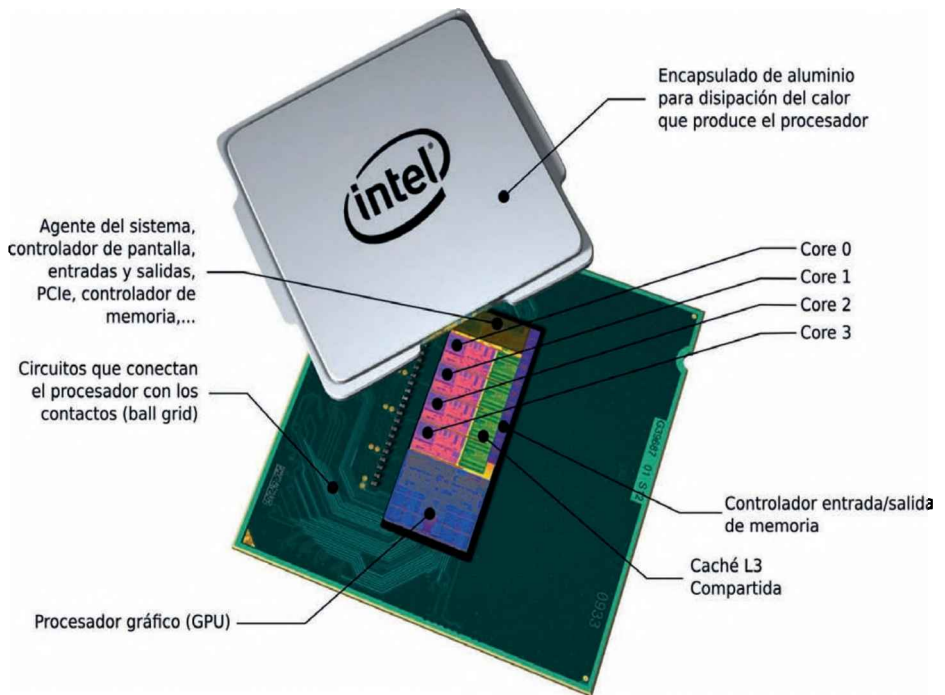


Figura 2. Estructura de un microprocesador actual.

- **Contador de programa.** Contiene la dirección de memoria de la siguiente instrucción a ejecutar. Normalmente estará ubicada en la siguiente posición de memoria, ya que es un proceso secuencial, pero en ciertas ocasiones no será tan sencillo, puesto que los programas pueden contener saltos, bifurcaciones y bucles.
- **Registro de instrucciones.** Este registro tiene la información de la instrucción que se está ejecutando en el momento. El formato de este registro es el siguiente:
 - **Código de operación.** Indica qué tipo de operación se va a realizar, de las que el microprocesador dispone en su repertorio de instrucciones. Por ejemplo, sumar, restar, multiplicar, etc.
 - **Operandos.** Son los datos sobre los que actúa la instrucción. Estos datos pueden estar ubicados en registros del microprocesador o en la memoria (ya sea caché o RAM). No todas las instrucciones requieren el mismo número de operandos, por tanto, el formato para cada instrucción es diferente. Este tipo de codificación se denomina *de forma*

to variable. Por otro lado, también existen microprocesadores con formato fijo, en los cuales todas las instrucciones tienen el mismo número de operandos, aunque no los necesiten. Este tipo de implementaciones simplifican la decodificación de la instrucción, pero sobrecargan algunas instrucciones que no requieren de todos los operandos.

- **Decodificador.** Es el elemento encargado de extraer el código de operación de la instrucción en curso. El decodificador averigua cuál es la instrucción que el programa requiere ejecutar. En los procesadores de tipo CISC suele existir una correspondencia directa entre la instrucción del programa y alguna de las instrucciones existentes en su repertorio. Por otro lado, en los procesadores RISC la tarea es más compleja, puesto que una instrucción del programa puede demandar la ejecución de varias instrucciones del repertorio de instrucciones del microprocesador, debido a que la instrucción no se encuentra directamente en el repertorio del microprocesador.
- **Reloj.** Es la señal del reloj de la placa base tras aplicarle un multiplicador interno al microprocesador. Establece los momentos en los que se deben realizar las operaciones para estar totalmente sincronizado con todos los componentes del sistema informático.
- **Secuenciador.** Este elemento pertenece exclusivamente a microprocesadores del tipo CISC, ya que es el que ejecutará secuencialmente cada una de las subinstrucciones a las que corresponde la instrucción CISC. Es decir, recibe desde el decodificador el código de operación y el conjunto de subinstrucciones que se deben ejecutar con los operandos recibidos.
- **Unidad de proceso.** La unidad de proceso está compuesta por unidades aritmético- lógicas (ALU) que se encargan de realizar las operaciones aritméticas (sumas, restas, productos, etc.) y las operaciones lógicas (OR, AND, NOT...); y por unidades de punto flotante (FPU), las cuales están especializadas en realizar operaciones matemáticas con números reales. La unidad aritmético-lógica está formada por los siguientes elementos:
 - **Circuito operacional.** Son los circuitos encargados de realizar las operaciones.
 - **Registros de entrada.** En ellos se almacenan los datos u operandos que intervienen en una instrucción antes de la realización de la operación. Estos registros también son utilizados para el almacenamiento de resultados intermedios.

- **Registros acumuladores.** Almacenan los resultados de las operaciones llevadas a cabo por el circuito operacional. Estos registros tienen una conexión directa al bus de datos para el envío de los resultados a la memoria o a la unidad de control.
- **Registro de estado (*flags*).** Estos registros almacenan información relativa a algunas condiciones que se produjeron en la última operación realizada y que son importantes para la ejecución de la siguiente operación. El más clásico es el registro con el acarreo producido por una operación anterior.
- **Unidad de punto flotante.** A partir del procesador 486, la unidad de proceso incorpora un coprocesador matemático o unidad de punto flotante (*float point unit*), la cual está especializada en realizar operaciones matemáticas con números reales.

1.1.2. Enumeración y clasificación de los conjuntos de instrucciones principales de un procesador de la familia 8086

En esta sección se va a mostrar el conjunto de instrucciones de un procesador de la familia 8086. Este procesador es especialmente importante, puesto que todos los procesadores actuales han ido construyendo su conjunto de instrucciones a partir de esta especificación, para mantener compatibilidad con los procesadores anteriores. De hecho, existe un conjunto de instrucciones bastante más amplio que el que a continuación se describe, pero que al final aportan azúcar sintáctico a lo que se puede conseguir con el conjunto de instrucciones básicas.

En la Tabla 1 se pueden ver algunas de las principales instrucciones disponibles en un procesador 8086, clasificadas por su funcionalidad. No obstante, se han omitido las instrucciones correspondientes a las relativas a conversión de datos, operaciones BCD y ASCII, rotación de bits, desplazamiento de bits y operaciones con los *flags*.

Categoría	Instrucción	Significado
Operaciones aritméticas	ADD	Suma operandos
	ADC	Suma operandos con un acarreo [desde un registro]
	SUB	Resta operandos
	SBB	Resta operandos con un acarreo [desde un registro]
	INC	Incrementa por 1 el operando

Categoría	Instrucción	Significado
Operaciones aritméticas	DEC	Decrementa por 1 el operando
	NEG	Negación del complemento a dos
	MUL	Multiplicación sin signo
	IMUL	Multiplicación con signo
	DIV	División sin signo
	IDIV	División con signo
Operaciones lógicas	AND	Y lógico
	OR	O lógico
	XOR	O exclusivo
	NOT	NO lógico
Movimiento de datos	MOV	Mueve los datos de un origen a un destino
	XCHG	Intercambia datos entre origen y destino
Operaciones con la pila de memoria	PUSH	Apila un dato en la pila de memoria
	POP	Extrae un dato desde la pila de memoria
Entrada y salida por puertos	IN	Entrada desde un puerto
	OUT	Salida desde un puerto
Comparaciones	CMP	Compara dos operandos
	TEST	Comparación lógica {Y} de dos operandos y ajuste de los registros de <i>flags</i>
Salto en el flujo de ejecución	JMP	La ejecución del programa salta a la dirección apuntada por JMP
	Jxx	Salto si se da una determinada condición. Existe un conjunto de instrucciones para saltar si un operando es mayor, menor o igual. Así sucede con la comparación de un registro con un determinado <i>flag</i> . Algunas de estas instrucciones son JA, JAE, JB, JL, JLE, etc.
Bucles	LOOP/LOOPx	Realiza iteraciones sobre un conjunto de instrucciones mientras se cumpla una determinada condición. Del mismo modo que para las instrucciones de salto existe un conjunto de instrucciones que permiten comparar entre registros y <i>flags</i> . Algunos ejemplos de instrucciones son LOOPE, LOOPNE, LOOPNZ y LOOPZ

Categoría	Instrucción	Significado
Llamadas a subrutinas (funciones)	CALL	Llamada a un procedimiento
	RET	Retorno desde un procedimiento
	RETN	Retorno desde un procedimiento cercano
	RETF	Retorno desde un procedimiento alejado
Interrupciones	INT	Llama a una interrupción por su código de interrupción
	INTO	Llama a una interrupción en caso de desbordamiento de memoria (<i>overflow</i>)
	IRET	Retorna de una interrupción
	HLT	El procesador se detiene (está en estado de parada)

Tabla 1. Algunas de las instrucciones del repertorio del microprocesador 8086.

1.1.3. Ventajas e inconvenientes de los modelos CISC y RISC

A lo largo de este capítulo, se han presentado los procesadores con el conjunto de instrucciones CISC y RISC. En esta sección se describe en mayor detalle cuáles son las principales ventajas e inconvenientes de utilizar un procesador con una u otra filosofía de desarrollo.

Los procesadores CISC tienen las siguientes ventajas e inconvenientes:

- **Ventajas.**
 - Más fácil la creación de compiladores, puesto que disminuye la dificultad de traducir lenguajes de alto nivel a código máquina.
 - La longitud del código generado es más corto, ya que las instrucciones son más cercanas a las de alto nivel.
 - Las memorias caché no requieren demasiado espacio para almacenar la secuencia de instrucciones a ejecutar por el procesador.
- **Inconvenientes.**
 - Compiladores ineficientes, puesto que no es fácil designar cuál es la mejor instrucción (de entre las complejas) para ejecutar una determinada tarea. Mayor es el problema cuando se quieren realizar tareas simples en las que no existe una instrucción equivalente en los procesadores CISC.

- Poco uso de las instrucciones y direccionamientos complejos.
- Accesos a memoria disminuyen velocidad de ejecución.
- Consumo energético elevado.

Por otro lado, los procesadores RISC tienen las siguientes ventajas e inconvenientes:

- **Ventajas**

- Microarquitectura más simple.
- Instrucciones más cortas, por lo tanto, se requiere menos tiempo de acceso a memoria para acceder a las instrucciones.
- Los compiladores son más sencillos y eficientes, pues las instrucciones son más básicas.
- Consumo energético considerablemente más bajo que los procesadores de la arquitectura CISC.

- **Inconvenientes**

- Mayor número de líneas de código para una función.
- La compatibilidad con arquitecturas antiguas es más difícil de mantener.

En la Tabla 2 se muestra un resumen de comparación entre los procesadores RISC y CISC.

RISC	CISC
Énfasis en el software	Énfasis en el hardware
Instrucciones del mismo tipo y con pocos tipos de direccionamiento a memoria	Instrucciones con diferentes tamaños y muchos tipos de direccionamiento a memoria
Utiliza muchos registros como memoria intermedia	Utiliza pocos registros como memoria intermedia
Paralelismo a nivel de instrucción (segmentación) es fácil	Paralelismo a nivel de instrucción (segmentación) es complicado
Instrucciones toman un ciclo de reloj	Instrucciones toman varios ciclos de reloj

Tabla 2. Resumen de comparación entre los procesadores RISC y CISC.

1.2. Memorias RAM y xPROM

Esta sección se centra en las memorias de acceso aleatorio (RAM) y las memorias xPROM. Las memorias de acceso aleatorio se dividen en memoria dinámica

[DRAM] y memoria estática [SRAM]. En esta sección se presentará la jerarquía de memoria dentro del PC, la cual incluye memorias RAM, xPROM, registros del procesador, memorias caché y memorias de almacenamiento secundario.

El microprocesador es el elemento que sufrió la evolución más rápida del sistema informático hace veinte años, con el incremento de su velocidad [frecuencia] de forma destacada frente a los otros elementos, incluida, por supuesto, la memoria. No obstante, un procesador con gran potencia de procesamiento de datos no es efectivo si no se dispone de una memoria que proporcione el espacio para almacenar los datos e instrucciones que deben ser procesadas.

1.2.1. Descripción de los modelos de memorias RAM actuales

La memoria RAM (*Random Access Memory*) es un tipo de memoria en la cual el acceso es aleatorio, es decir, se puede leer y escribir especificando la dirección de la celda donde se desea efectuar la operación, sin necesidad de recorrer todas las posiciones previas o anteriores. Además, las memorias RAM son volátiles, lo cual quiere decir que pierden su contenido cuando no se les suministra energía.

Otro importante concepto es con qué elementos están construidas las memorias. De este modo, surgen las memorias RAM dinámica [DRAM, *Dynamic RAM*], las cuales están construidas con condensadores. Cada condensador [que almacena un 0 o 1] pierde la carga [energía] a lo largo del tiempo, por lo que deben ser refrescadas periódicamente. Este hecho consume ciclos de reloj para realimentar la información almacenada en la memoria. Por otro lado, las memorias caché son construidas utilizando transistores y no es necesario consumir ciclos de refresco, lo que implica que son memorias mucho más rápidas y, por tanto, caras.

Los parámetros que determinan las características de la memoria principal, a tener en cuenta, son los siguientes:

- **Tamaño.** Suele indicarse en gigabytes y muestra la cantidad de información que puede ser almacenada.
- **Latencia o tiempo de acceso a memoria.** Se expresa en nanosegundos [mil millonésimas de segundo]. Según el fabricante de cada memoria RAM, esta puede expresarse en una de las siguientes mediciones:
 - **Tiempo de respuesta.** Es el tiempo que transcurre desde que la memoria recibe la dirección de la celda de memoria que hay que acceder/modificar hasta que el dato es recuperado/modificado.

- **Tiempo de ciclo de memoria.** Es el tiempo que transcurre desde que la memoria acepta una petición a realizar y queda preparada para aceptar la siguiente petición.
- **Ancho de banda.** Determina la cantidad de información transmitida entre la memoria principal y el microprocesador (o memorias caché). Lógicamente, este parámetro no depende únicamente de la memoria, sino también de las características del bus que transporta la información entre ambos elementos, puesto que el rendimiento real se verá mermado por la comunicación de datos.

Recordemos que el ancho de banda se obtiene multiplicando la frecuencia del elemento por la anchura del bus. En este caso, tanto la frecuencia como el ancho del bus (tamaño de la palabra) son parámetros proporcionados por la memoria del sistema informático.

SDRAM (*Synchronous Dynamic RAM*) es el acrónimo de RAM dinámica síncrona. Esta es la primera organización de memoria que tiene un comportamiento síncrono. Es decir, su funcionamiento está ligado al bus del sistema y al procesador. Las memorias SDRAM han sido clasificadas por el mercado en dos grandes bloques, en función de la cantidad de datos que pueden servir por ciclo de reloj.

- **SDR SDRAM.** Solamente se transmite un único dato por ciclo de reloj.
- **DDR SDRAM.** Se transmiten más de un dato por ciclo de reloj {2, 4, 8...}.

SDR SDRAM

Las memorias SDR SDRAM (*Single Data Rate Synchronous Dynamic RAM*) son un tipo de memorias SDRAM en las cuales se transmite un único dato por ciclo de reloj. El mercado rebautizó este tipo de memorias como SDRAM, omitiendo el SDR y creando confusión con las memorias DDR SDRAM, que también son memorias SDRAM. Este tipo de memorias fueron utilizadas en los Pentium 2, así como en los AMD K7, y su encapsulado fue en módulos DIMM de 168 contactos. Dependiendo de la frecuencia de trabajo, se encontraban tres modelos diferentes en el mercado. En la Tabla 3 se muestran las tres versiones más extendidas de esta familia de memorias. Es muy importante resaltar que el nombre de las memorias iba asociado a la frecuencia de las mismas. El ancho de banda era la unidad medida para poder realizar una comparativa entre los diferentes modelos. Entre los tres modelos, se debe destacar que el ancho de banda proporcionado por la primera, SDR SDRAM, era de 533 MB/s, mientras que la última proporcionaba un ancho de banda del doble, 1066 MB/s. Es necesario conocer

el modelo de memoria que se está utilizando en el sistema informático, puesto que puede suceder que la memoria no sea compatible con la placa base y que el ancho de banda que se requiere para brindar un servicio satisfactorio no sea suficiente con el modelo de memoria seleccionado.

Nombre	Frecuencia	Ancho de bus (tamaño palabra)	Ancho de banda (BW)
PC66	66 Mhz	64 bits (8 Bytes)	533 MB/s
PC100	100 Mhz	64 bits (8 Bytes)	800 MB/s
PC133	133 Mhz	64 bits (8 Bytes)	1066 MB/s

Tabla 3. Modelos de memorias SDR SDRAM.

DDR SDRAM

Las memorias DDR SDRAM (*Double Data Rate Synchronous Dynamic RAM*) permiten enviar hasta dos datos por ciclo. Este tipo de memorias son síncronas, como las memorias SDR SDRAM, pero en lugar de enviar un único dato por ciclo de reloj, permiten enviar dos datos, uno en el flanco de subida y otro en el flanco de bajada de cada ciclo. Este tipo de memorias se pueden visualizar como una memoria SDR SDRAM con un multiplicador x2 en su frecuencia. Por lo tanto, una memoria DDR SDRAM instalada en un sistema en el que el bus del sistema es de 100 Mhz funcionará realmente como si tuviera una frecuencia de 200 Mhz. Esto provoca un aumento en el ancho de banda, puesto que este es la frecuencia por el ancho de bus. Este tipo de memorias se encontraban en encapsulados del tipo DIMM de 184 contactos y existieron varios modelos, como se muestra en la Tabla 4. En la Figura 3 se puede ver una comparativa de los actuales modelos de memoria DDR SDRAM. Observe que la muesca cambia de sitio para que sea imposible insertar un módulo de memoria de un tipo en una placa base que no soporta dicho tipo. Otro punto interesante de la figura es que el tamaño de la memoria no cambia significativamente, mientras que el número de pines aumenta a medida que el modelo de memoria es más moderno. En la Tabla 4 se muestra el nombre, frecuencia, frecuencia efectiva, ancho de bus y ancho de banda de los diferentes modelos de memoria. Observe que el nombre asociado a cada módulo de memoria va ligado con la frecuencia efectiva o con el ancho de banda proporcionado por la memoria. Esta asignación del nombre es una estrategia comercial para aparentar más potencia frente a sus competidores y para que los usuarios puedan comprobar de modo rápido qué módulo de memoria es más potente.

Nombre	Frecuencia	Frecuencia efectiva	Ancho de bus (tamaño palabra)	Ancho de banda [BW]
DDR-200/PC-1600	100 Mhz	200 Mhz	64 bits	1600 MB/s
DDR-266/PC-2100	133 Mhz	266 Mhz	64 bits	2128 MB/s
DDR-333/PC-2700	166 Mhz	333 Mhz	64 bits	2656 MB/s
DDR-400/PC-3200	200 Mhz	400 Mhz	64 bits	3200 MB/s

Tabla 4. Modelos de memorias DDR SDRAM.

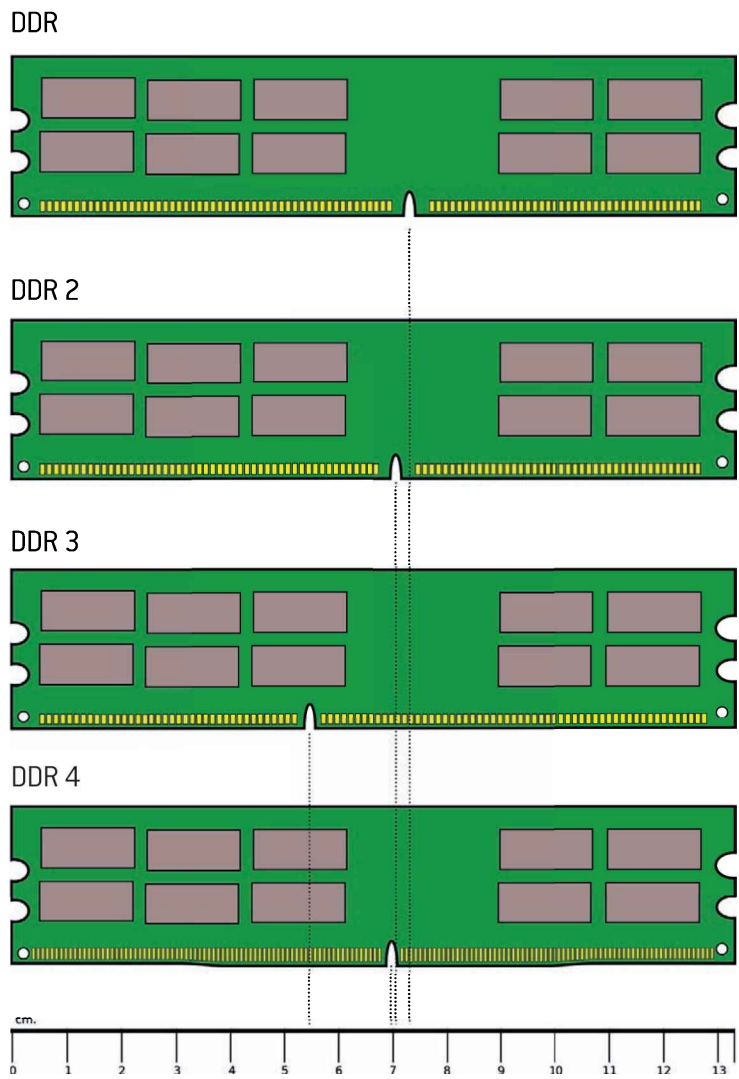


Figura 3. Comparación del tamaño y las muescas de los diferentes modelos de memoria DDR SDRAM.

DDR2 SDRAM

Las memorias DDR2 SDRAM (*Double Data Rate type two Synchronous Dynamic Random-Access Memory*) fueron las sucesoras de las memorias DDR SDRAM. Este tipo de memoria conseguía multiplicar por 2 la cantidad de datos enviados por ciclo (frecuencia efectiva) a las memorias DDR SDRAM. Es decir, se enviaban dos datos en el flanco de subida y dos datos en el flanco de bajada. Se podría decir que este tipo de memorias aplicaban un multiplicador de x4 a las memorias SDR SDRAM. Esta mejora supone un incremento abismal en el ancho de banda de las memorias DDR2 frente a las antiguas DDR. Estas memorias siguen aumentando el número de pines de sus encapsulados, llegando a ser DIMMs con 240 pines. En la Tabla 5 se muestra la información relativa a las diferentes versiones de memorias DDR2 que existieron.

Nombre	Frecuencia	Frecuencia efectiva	Ancho de bus (tamaño palabra)	Ancho de banda [BW]
DDR2-400/PC2-3200	100 Mhz	400 Mhz	64 bits	3200 MB/s
DDR2-533/PC2-4200	133 Mhz	533 Mhz	64 bits	4266 MB/s
DDR2-666/PC2-5333	166 Mhz	666 Mhz	64 bits	5333 MB/s
DDR2-800/PC2-6400	200 Mhz	800 Mhz	64 bits	6400 MB/s

Tabla 5. Modelos de memorias DDR2 SDRAM.

DDR3 SDRAM

Las memorias DDR3 SDRAM (*Double Data Rate type three Synchronous Dynamic Random-Access Memory*) es el nombre de la tercera versión de memorias del tipo DDR. Este primer banco de memoria supuso una mejora en el consumo de las memorias, al margen del provocado en el rendimiento, al ser su frecuencia efectiva equivalente a un multiplicador de x8 de las memorias SDR SDRAM. Es decir, la memoria efectiva es dos veces la obtenida en las memorias DDR2. El encapsulado de las memorias DDR3 es DIMM con 240 pines, el mismo que el de las DDR2. No obstante, es imposible conectar un módulo de memoria DDR3 en una placa base de memoria DDR2 debido a que las muescas (el hueco en el factor de forma de las memorias) son incompatibles entre sí. El máximo tamaño al que se puede llegar con un solo banco de memoria RAM del tipo DDR3 SDRAM es de 128 GB, aunque en la práctica es complicado que se pueda llegar a dicha capacidad máxima, puesto que ya ha surgido el nuevo estándar DDR4 SDRAM que viene a sustituir a estas memorias. No obstante, los fabricantes empiezan a apostar por incorporar varios bancos de menor tamaño en lugar de un solo banco de gran capacidad, para poder hacer uso de otras características im-

portantes de las memorias como son el *dual channel* o *quad channel* (estas tecnologías consisten en tener varios módulos de memoria trabajando conjuntamente para conseguir un mayor rendimiento que si lo hacen de modo independiente, siendo la tecnología dual la que hace que las memorias trabajen en pares y *quad*, en conjuntos de cuatro módulos de memoria). En la Tabla 6 se muestran las diferentes versiones de memoria DDR3 SDRAM que han existido.

Nombre	Frecuencia	Frecuencia efectiva	Ancho de bus (tamaño palabra)	Ancho de banda (BW)
DDR3-800/PC3-6400	100 Mhz	800 Mhz	64 bits	6400 MB/s
DDR3-1066/PC3-8500	133,3 Mhz	1066,6 Mhz	64 bits	8500 MB/s
DDR3-1333/PC3-10600	166,6 Mhz	1333,3 Mhz	64 bits	10664 MB/s
DDR3-1600/PC3-12800	200 Mhz	1600 Mhz	64 bits	12800 MB/s
DDR3-1800/PC3-14900	233,3 Mhz	1866,6 Mhz	64 bits	14933 MB/s
DDR3-2133/PC3-17000	266,6 Mhz	2133,3 Mhz	64 bits	17066 MB/s

Tabla 6. Modelos de memorias DDR3 SDRAM.

DDR4 SDRAM

La memoria DDR4 SDRAM (*Double Data Rate type four Synchronous Dynamic Random-Access Memory*) es el último estándar de memorias DDR que ha aparecido; a fecha de publicación de este libro (junio 2016), estas son las últimas y más potentes memorias que existen en el mercado. Se ha continuado con la misma tendencia de ampliar la frecuencia efectiva que viene sucediendo en las anteriores versiones de memorias DDR. En esta versión se dispone de un multiplicador de x16 en comparación con una memoria SDR SDRAM y un multiplicador de 2 en comparación con la memoria DDR3 SDRAM. La capacidad máxima que se puede alcanzar en un solo módulo de memoria DDR4 es de 512 GB. En la actualidad el mercado se encuentra muy alejado de esta capacidad y tampoco se sabe si cuando se acerquen las memorias a dicha capacidad, surgirá un nuevo estándar de memoria. En la Tabla 7 se muestra las versiones existentes hasta el momento de este nuevo estándar.

Nombre	Frecuencia	Frecuencia efectiva	Ancho de bus (tamaño palabra)	Ancho de banda (BW)
DDR4-1600/PC4-12800	100 Mhz	1600 Mhz	64 bits	12800 MB/s
DDR4-2100/PC4-17000	133 Mhz	2133,3 Mhz	64 bits	17066 MB/s
DDR4-2400/PC4-19200	150 Mhz	2400 Mhz	64 bits	19200 MB/s
DDR4-2666/PC4-21000	166 Mhz	2666,6 Mhz	64 bits	21328 MB/s

Nombre	Frecuencia	Frecuencia efectiva	Ancho de bus (tamaño palabra)	Ancho de banda [BW]
DDR4-2800/PC4-22400	175 Mhz	2800 Mhz	64 bits	22400 MB/s
DDR4-3000/PC4-24000	187,5 Mhz	3000 Mhz	64 bits	24000 MB/s
DDR4-3200/PC4-25600	200 Mhz	3200 Mhz	64 bits	25600 MB/s
DDR4-3400/PC4-27200	212,5 Mhz	3400 Mhz	64 bits	27200 MB/s
DDR4-3600/PC4-28800	225 Mhz	3600 Mhz	64 bits	28800 MB/s
DDR4-3800/PC4-30400	237,5 Mhz	3800 Mhz	64 bits	30400 MB/s

Tabla 7. Modelos de memorias DDR4 SDRAM.

En la Figura 4 se muestra una gráfica que expresa el incremento del ancho de banda entre las memorias DDR3 SDRAM y DDR4 SDRAM. El lector puede observar cómo el salto generacional entre las diferentes memorias es notable. De este modo, se está tratando de eliminar el cuello de botella existente entre los procesadores y las memorias, las cuales tienen que aguantar el ritmo de datos que los nuevos procesadores están exprimiendo.

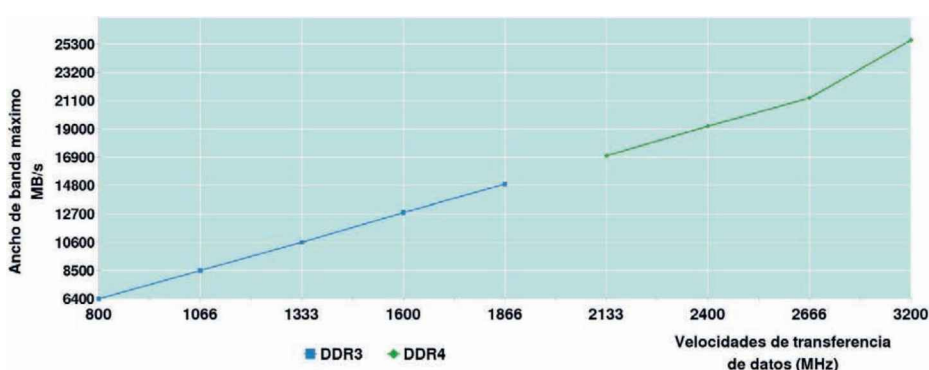


Figura 4. Comparación del ancho de banda entre DDR3 y DDR4.

1.2.2. Descripción de modelos de memorias xPROM

Las memorias ROM (*Read Only Memory*) son memorias de solo lectura. Estas memorias, inicialmente fueron construidas por semiconductores. Permiten también el acceso directo, es decir, no es necesario recorrer todas las celdas de memoria para localizar el dato que se quiere leer. En un principio, estas memorias eran solo de lectura y no se podían modificar. No obstante, hoy en día todas las memorias ROM son perfectamente modificables y el nombre es un residuo histórico. Una de las diferencias más notables de este tipo de memorias frente a las memorias RAM es que son memorias no volátiles. Su principal uso es

el alojamiento del software desarrollado para el arranque del sistema operativo (*boot*), el cual es el encargado de hacer un chequeo del hardware. Desde el punto de vista hardware, existen distintos tipos de ROM:

- **Memoria PROM (Memoria de solo lectura programable).** Es una variante de la memoria ROM, la cual puede ser programada por el usuario, normalmente técnico, mediante un dispositivo externo de escritura. Una vez que la memoria ha sido grabada, ya no puede volverse a cambiar. Es decir, la memoria se convierte en una memoria ROM que solamente permite la lectura.
- **Memoria EPROM (Memoria de solo lectura programable y borrable).** También llamada PROM reprogramable, estas memorias permiten grabar y borrar su contenido tantas veces como quiera el usuario/técnico. Esta memoria está sin programar inicialmente y es grabada utilizando una herramienta hardware. El principal inconveniente de este tipo de memoria es que si se quiere modificar el contenido de una celda de la memoria, es necesario borrar toda la información de la memoria.
- **Memoria EEPROM (Memoria de solo lectura programable y borrable electrónicamente).** Permite escribir cualquier celda de la memoria sin necesidad de tener que borrar todo el contenido de la memoria. Es decir, se eliminará solo el contenido que se desea sin tocar el resto de la memoria.
- **Memoria Flash.** Las memorias Flash son memorias ROM programables por software. La principal ventaja frente a todas las memorias anteriores es que no es necesario un dispositivo hardware para realizar modificaciones. Actualmente las BIOS de las tarjetas gráficas, placas bases y de otros dispositivos están almacenadas en memorias flash. Este tipo de memorias permite realizar las modificaciones con una aplicación software siendo totalmente transparente para los usuarios novatos. También es utilizada como almacenamiento externo en cámaras digitales, reproductores de música y dispositivos móviles.

1.2.3. Definición de memorias cachés

Las memorias caché son memorias construidas con transistores (SRAM) en lugar de con condensadores, como ocurre en la memoria DRAM. Este tipo de memoria obtiene un acceso mucho más rápido frente a las memorias DRAM por el hecho de ser construidas con transistores en lugar de con condensadores. Estas memorias generalmente están ubicadas en el propio proce-

sador y, por ello, tienen como principal inconveniente que, por cuestiones de espacio físico, son de tamaño muy inferior al de la memoria DRAM; es por esto por lo que estas memorias se miden en capacidades de KBytes y MBytes en lugar de GBytes, como es el caso de la memoria DDR3 o DDR4 (del tipo DRAM).

1.2.4. Niveles de caché

Actualmente existen tres niveles de memorias caché. Conforme más corto sea el camino para procesar el dato, más rápida y pequeña será dicha memoria caché, y en ella se almacenarán los datos que se procesan con mayor frecuencia. Según esto, los niveles de memoria caché son los siguientes:

- **Caché de nivel 1 o caché L1.** Es la de menor capacidad y la más rápida, está ubicada en el núcleo del procesador del sistema y en la actualidad hay procesadores que poseen capacidades de 64 KB por núcleo. En los procesadores con varios núcleos existirá, por tanto, una memoria caché L1 en cada núcleo. Las memorias caché L1 se dividen en dos tipos según la clase de información que almacenan.
 - Nivel 1 de datos o L1D.** Almacenan los datos que deben ser procesados.
 - Nivel 1 de instrucciones o L1I.** Almacenan las instrucciones que deben ser procesadas.
- **Caché de nivel 2 o caché L2.** Es más lenta que la caché L1 y se encuentra dentro del procesador, pero fuera del núcleo. Aquí se almacenarán los datos que sean accedidos con menor frecuencia que los almacenados en la caché L1. En la actualidad hay procesadores que poseen capacidades de 256 KB por núcleo.
- **Caché de nivel 3 o caché L3.** Es de mayor tamaño y más lenta que la caché L2. Tradicionalmente la caché L3 se situaba fuera del microprocesador, actualmente se integra dentro del mismo procesador y sirve de búfer de datos entre la memoria principal y la caché de segundo nivel L2. Como se puede ver en la Figura 4, que corresponde al diagrama de la memoria caché de un microprocesador multicore actual del fabricante Intel, esta está ubicada en el microprocesador y es compartida por cada uno de los core que integran el microprocesador. La gestión de esta caché, en esta familia de microprocesadores, es gestionada por la tecnología Intel Smart Cache.

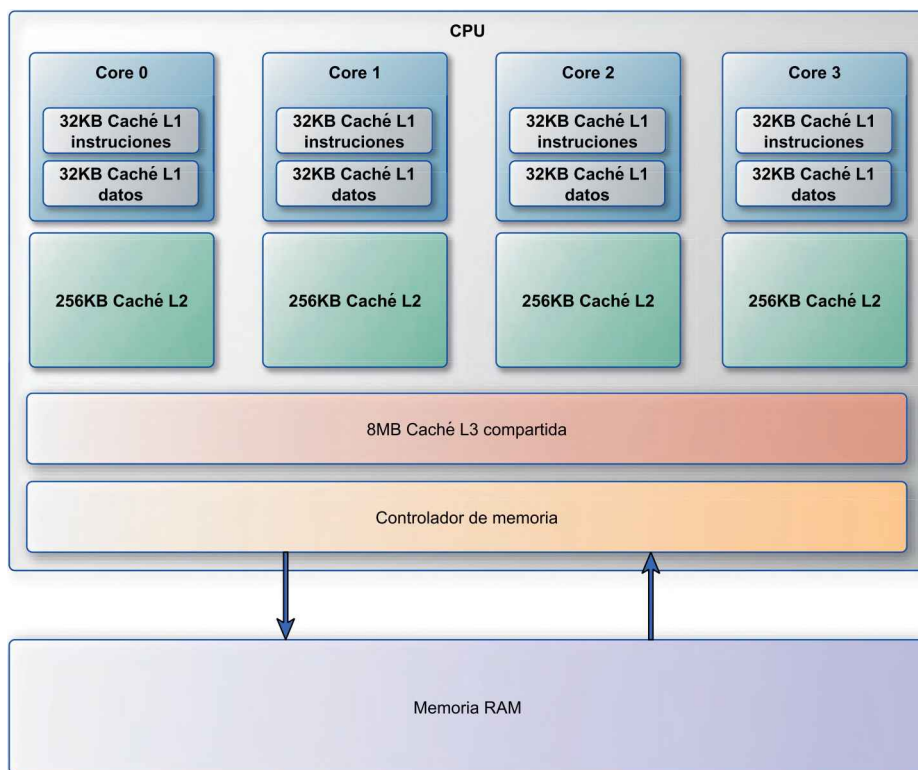


Figura 5. Ejemplo de memorias cachés de un microprocesador de la familia Intel Core.

1.2.5. Determinación de su importancia en el rendimiento del sistema

La memoria es un elemento primordial en el rendimiento del sistema y, aunque siempre se recomienda que sea de gran capacidad, hay más parámetros a analizar. La memoria es un elemento muy importante que debe ser analizado, puesto que una mala elección puede suponer un elevado coste económico para la empresa.

Hay que recordar que todo el trabajo del sistema informático es llevado a cabo por el procesador. El procesador no tiene suficiente memoria interna (registros) para poder realizar todas las tareas que tiene que desempeñar. Es por esto que se dispone de memoria caché, la cual es la más rápida y cercana al procesador. Hay que tratar de escoger entre procesadores que tengan mayor cantidad de memoria caché y que esta sea integrada con los cores, puesto que a mayor cantidad de memoria caché integrada, mayor rendimiento tendrá el procesador como elemento independiente. No obstante, la memoria caché es cara y está limitada, por ello surge la memoria DRAM, la

cual es de mayor capacidad y permite disponer de un acceso más rápido que si se accede a un soporte de almacenamiento externo de los datos e instrucciones de los programas que se quieren ejecutar en el ordenador. Es importante resaltar que lo que determina la cantidad de memoria es la cantidad de aplicaciones software que se pueden realizar simultáneamente. Por lo tanto, no es tan determinante la capacidad como el ancho de banda. Si revisa las tablas de las memorias DRAM de las secciones anteriores, observará que hay un gran avance en el crecimiento del ancho de banda de las diferentes memorias. Llegado al punto en el que la capacidad de la memoria RAM es suficiente para las tareas que se quieren desempeñar, es muy importante elegir memorias RAM que proporcionen un mayor ancho de banda debido a que este parámetro es la tasa de datos que puede enviar o recibir desde la memoria hacia el procesador.

En resumen, el rendimiento de un sistema informático en cuanto a las tareas que puede desempeñar viene fuertemente ligado a la memoria del sistema. En primer lugar, la memoria caché ofrece un incremento en cálculo computacional a los procesadores por ser la memoria más cercana y su tarea no es almacenar las aplicaciones software, sino los cálculos o tareas que se están ejecutando en dicho momento por el software. En segundo lugar, la memoria RAM es la encargada de determinar cuántas aplicaciones software se pueden ejecutar simultáneamente. Finalmente, el ancho de banda determina cuál es la tasa de transferencia de datos entre el procesador y la memoria RAM.

1.2.6. Valoración de las memorias por velocidad y coste de unidad de almacenamiento

La relación entre las variables velocidad/rendimiento y coste de la unidad de almacenamiento están inversamente relacionadas. De tal modo que las memorias que ofrecen mayor rendimiento tienen un coste de unidad de almacenamiento superior y, por consiguiente, su capacidad es inferior a las memorias con un rendimiento inferior. En la Figura 6 se muestra la jerarquía de memorias existentes en un sistema informático. Observe cómo en la cúspide de la pirámide encontramos los registros del microprocesador, que son las memorias más rápidas y a la vez más limitadas en capacidad. A continuación, se encuentra la memoria caché en sus diferentes niveles. Fuera del microprocesador, se encuentran como memorias en el sistema informático por orden la memoria DRAM (hoy en día memorias DDR3 y DDR4) y los sistemas de almacenamiento externos en sus variantes de memoria de estado sólido (Discos SSD) y soportes mecánicos (discos rígidos o cintas magnéticas).

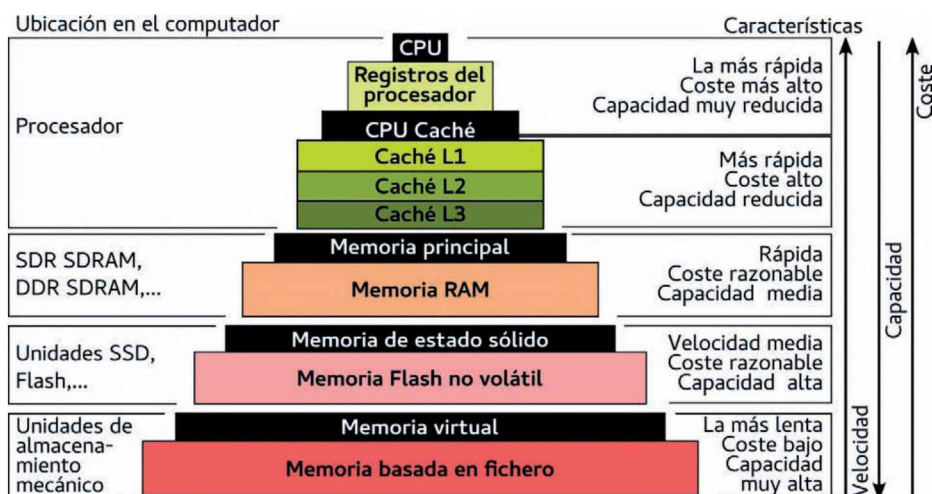


Figura 6. Pirámide de relación entre rendimiento y coste de almacenamiento en las memorias.

1.3. Interfaces de entrada/salida

Como se describió en la arquitectura de von Neumann, para que la computadora pueda interactuar con el mundo exterior, necesita de dispositivos de entrada/salida (E/S). Para la correcta comunicación entre la computadora y los dispositivos de E/S, son necesarios los interfaces de E/S, los cuales son los encargados de la operatoria de los dispositivos E/S, y será el sistema operativo el que se encargue de su gestión. Por tanto, un interfaz de E/S es un circuito encargado de la comunicación entre la CPU y el dispositivo E/S. Al conjunto de comandos que lanza la CPU para realizar las operaciones de control se le denomina controlador o *driver*.

Hasta donde sea posible, la interfaz debe ser igual para todos los dispositivos (independencia de dispositivos). Es frecuente en una computadora la existencia de varios tipos de interfaces E/S, debido a la necesidad de controlar dispositivos E/S de distinto diseño, y será el chipset de la placa base de la computadora el encargado de gestionar las diferentes interfaces.

1.3.1. Dispositivos externos

Se pueden distinguir tres tipos básicos de estos dispositivos externos:

- **Los que permiten al usuario interactuar con la computadora.**
 - Dispositivos de entrada. Teclado, ratón y escáner son dispositivos de entrada, permiten la entrada de datos del usuario a la computadora. El

teclado introduce datos en forma de caracteres, el ratón captura datos procedentes de señalización y el escáner recoge datos procedentes de imágenes.

- Dispositivos de salida. Monitor, impresora y un altavoz son dispositivos de salida. El monitor representa de forma gráfica la información requerida por el usuario, de igual forma la impresora mediante la impresión y el altavoz emite sonidos para que los pueda oír el usuario.
- **Los que permiten a la computadora comunicarse con otras computadoras.** Dispositivos tales como módem y tarjetas de red sirven tanto de entrada como de salida. Estos dispositivos permiten el envío y recepción de información entre computadoras, de forma que son las computadoras las que interactúan entre sí.
- **Los que permiten almacenamiento externo.** El término *externo* no se refiere a encontrarse fuera de la carcasa, sino que su ubicación puede ser interna o externa de la carcasa. Dispositivos tales como las disqueteras (*floppys*), unidades de CD y DVD o unidades flash pertenecen a este grupo de periféricos.

1.3.2. Enumeración general de tipos de interfaces más comunes

- **Serie.** También es conocido como puerto serie, puerto COM o RS-232. Es un puerto provisto de una conexión de 25 pines, conocida como DB-25, o de 9 pines, conocida como DB-9. Su principal característica es que envía y recibe los datos de bit en bit, lo que hace que sea más lento que el puerto paralelo, como veremos a continuación. La velocidad a la que circula oscila entre los 50 y los 115.200 bps. Podemos distinguir dos tipos de dispositivos que utilizan estas conexiones:
 - Equipo de Comunicación de Datos (DCE, *Data Communications Equipment*). Son puertos diseñados para dispositivos como módems, plotters, tarjetas adaptadoras, etc.
 - Equipo de Terminal de Datos (DTE, *Data Terminal Equipment*). Son puertos diseñados para los propios computadores o terminales.

La comunicación entre dispositivos se puede realizar de dos formas:

- **Síncrona.** Los equipos conectados se sincronizan al inicio de la comunicación y para mantener activa la conexión envían continuamente un carácter.
- **Asíncrona.** Se envía un bit de inicio y otro de fin de dato, incluso se añade un bit de paridad para que se verifique que el dato recibido es correcto.

- **Paralelo.** Es un puerto provisto de una conexión de 25 pines en un bus de comunicación bidireccional. Su principal característica es que puede enviar datos de byte en byte, por lo que envía 8 bits de forma simultánea, de ahí que se conozca por el nombre paralelo. Esta interfaz se utiliza para conectar periféricos como *plotters*, impresoras, escáneres e incluso unidades de disco externas a la computadora. En la actualidad prácticamente no se usa, ya que ha sido sustituida por la interfaz USB. Los principales modos del puerto paralelo son:
 - **SPP (*Standar Parallel Port*)**. Es el más compatible y el que tiene menor tasa de transferencia, de 150KB/s a 500KB/s.
 - **EPP (*Enhanced Parallel Port*)**. Es una mejora del anterior, permite la comunicación bidireccional entre la computadora y el dispositivo, es compatible con SPP y también mejora la tasa de transferencia del SPP, haciendo que pueda oscilar entre los 500KB/s y los 2MB/s. Gracias a estas tasas de transferencia, se utilizó sobre todo para dispositivos diseñados para transferir grandes capacidades de datos como unidades de disco externas, escáneres, unidades de cinta, etc.
 - **ECP (*Enhanced Capabilities Port*)**. Es otra mejora del puerto paralelo que permite una comunicación bidireccional y que además le añade la capacidad DMA (*Direct Access Memory*) para el envío directo de datos a la memoria RAM y reduciendo así los tiempos de respuesta. Fue diseñado para la conectividad de impresoras de alto rendimiento, su tasa de transferencia está en torno a 2,5MB/s y es compatible con el SSP y el EPP.

Los conectores para puerto paralelo son de tres tipos:

- **Tipo A.** DB25, conector de 25 pines para conectar a la computadora.
- **Tipo B.** Centronics (*Micro Ribbon*), conector de 36 pines para conectar a la impresora.
- **Tipo C.** Mini Centronis, conector de 36 pines.

Hay dos tipos de cables:

- **IEEE 1284 I:** es un cable que tiene en un extremo un conector de tipo A y en el otro, uno de tipo B.
- **IEEE 1284 II:** es un cable con ambos conectores de tipo C.
- **USB (*Universal Serial Bus*)**. Surge por la necesidad de estandarizar las conexiones entre los periféricos y las computadoras, además hoy en día se ha extendido como estándar también para la conexión entre dispositivos

electrónicos. Como ventajas sobre sus predecesores, destacan su mayor velocidad y la capacidad de proveer de alimentación eléctrica a periféricos y dispositivos electrónicos. Se utiliza para periféricos como teclados, ratones, memorias USB, joysticks, escáneres, impresoras, reproductores multimedia o discos duros externos. La aparición del USB ha provocado que puertos como el serie, paralelo o PS/2 hayan quedado obsoletos y se mantengan únicamente por compatibilidad en periféricos y computadoras antiguas.

Se clasifica según su tasa de transferencia:

USB 1.0	USB 1.1	USB 2.0	USB 3.0
188 KB/s	1,5 MB/s	60 MB/s	600 MB/s

Los cables USB admiten una longitud máxima de 5 metros y en la Figura 7 se pueden observar los distintos tipos de conectores USB disponibles.

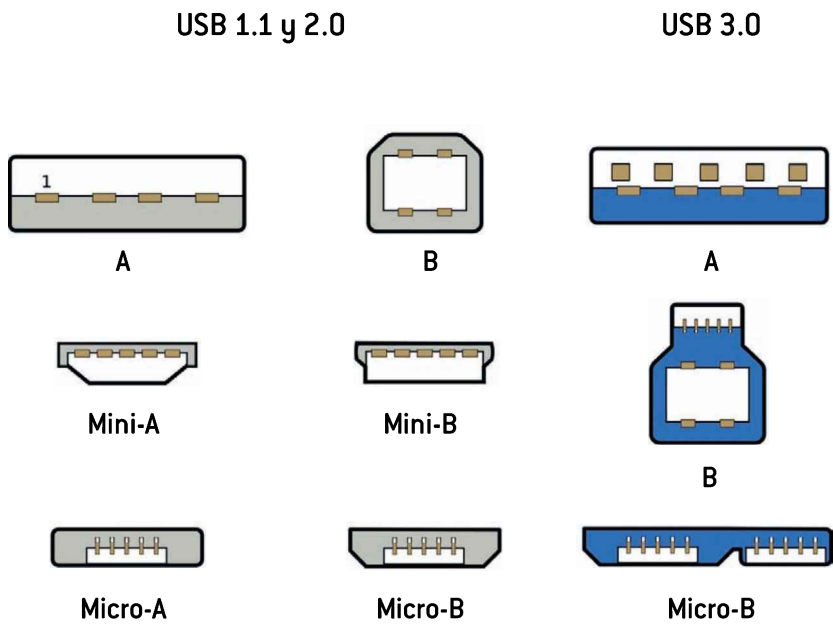


Figura 7. Varios tipos de conectores del puerto USB.

- **Inalámbricos.** La comunicación inalámbrica es aquella que no usa un medio de transmisión físico, sino que utiliza la modulación de ondas electromagnética a través del espacio. Esta tecnología es usada por antenas,

computadoras, PDA, *tablets*, teléfonos móviles, etc. En general, la tecnología inalámbrica utiliza ondas de radiofrecuencia de baja potencia y una banda específica, de uso libre o privada, para transmitir entre dispositivos. Los principales interfaces externos son:

- **IrDA (*Infrared Data Association*)**. Es una tecnología que basa su medio de transporte de datos en un haz de rayos lumínicos ubicados en la banda espectral infrarroja, no siendo dicho haz de rayos visibles al ojo humano. Por lo tanto, es una tecnología de comunicaciones inalámbrica. Como principales características se destaca que el estándar de longitud de transmisión oscila entre 0,2 metros y 1 metro dependiendo de la tecnología, la franja en la longitud de onda de funcionamiento se sitúa entre los 850 nm y los 900 nm, y su tasa de transferencia oscila desde los 2,4 kbit/s y 1 Gbit/s dependiendo del protocolo usado. Actualmente se ha implantado la tecnología infrarroja 10 GigalR, capaz de soportar distancias de varios metros. Existen varios protocolos de funcionamiento: PHY, IrLAP, IrLMP, IAS, Tiny TP, IrOBEX, IrCOMM y IrLAN. La principal desventaja que presenta esta tecnología es que los dispositivos tiene que estar alineados para que se establezca la comunicación.
- **Bluetooth**. Es una tecnología estándar para redes WPAN (*Wireless Personal Area Network*), que permiten la interconexión entre dispositivos, posibilitando la transmisión de datos y voz entre ellos. Está principalmente diseñado para ser usada en la comunicación de dispositivos móviles, eliminando cables y creando pequeñas redes inalámbricas. Entre otras, la principal mejora sobre IrDA es que los dispositivos no tienen que estar alineados, e incluso pueden atravesar obstáculos como paredes, aunque la potencia transmisión se reducirá. En función de la potencia de transmisión los dispositivos se clasifican como *clase 1*, *clase 2* y *clase 3*. Sus principales características son descritas en la Tabla 8. Otra clasificación es la basada en la tasa de transmisión, tal y como se describe en la Tabla 9.

Clase	Potencia máxima permitida		Radio de alcance
	mW	dBm	m
1	100	20	~100
2	2.5	4	~10
3	1	0	~1

Tabla 8. Clasificación de bluetooth por potencia de transmisión (Clases).

Los dispositivos aun siendo de clases distintas son compatibles.

Versión	Tasa de transferencia
V1.2	1 Mbits/s
2.0 + EDR	3 Mbits/s
3.0 + HS	24 Mbits/s
4.0	32 Mbits/s

Tabla 9. Tasa de transferencia de las versiones de dispositivos bluetooth.

- **WiFi (*Wireless Fidelity*)**. Es una tecnología que permite la interconexión entre dispositivos inalámbricos a una red, usando la banda de 2.4GHz en UHF y 5GHz en SHF. Las computadoras hoy día disponen [o permiten la integración] de dispositivos WiFi que posibilitan la conexión a dispositivos externos WiFi como impresoras, routers WiFi, puntos de acceso WiFi, teléfonos móviles, etc.; convirtiéndose de esta forma en un interfaz de entrada y salida. Existen tipos de WiFi basados en el estándar IEEE 802.11, los principales son el IEEE 802.11b, IEEE 802.11g y IEEE 802.11n, que operan en la banda de 2,4GHz con una tasa de transferencia de 11Mbit/s, 54 Mbit/s y 300 Mbit/s respectivamente. Recientemente ha surgido el IEEE 802.11ac, que opera en la banda de 5GHz, y a pesar de tener un alcance inferior, se beneficia de operar en una banda con menos interferencias. Esta tecnología dispone de un sistema de cifrados para evitar la usurpación de información en las transferencias entre los dispositivos.
- **Ethernet**. Es una tecnología usada para interconectar dispositivos de red mediante cable, aplicada generalmente en redes LAN (*Local Area Network*). Se pueden interconectar diferentes dispositivos como impresoras, numerosos tipos de elementos de red como *switches*, *hubs*, routers e incluso computadoras. Sus tasas de transferencia van desde los 10Mbit/s hasta los 100Gbit/s, dependiendo de la tecnología usada.
- **Vídeo**. Son los interfaces destinados a la salida de imagen hacia dispositivos de visualización como monitores, televisores, proyectores, etc. Principalmente hay 3 tipos:
 - **VGA (*Video Graphic Array*)** es un estándar desde finales de la década de los ochenta, consta de un conector de 15 pines y transmite una señal de vídeo RGB más un sincronismo de horizontal y vertical.
 - **DVI (*Digital Visual Interface*)** es un estándar para la conexión de pantallas digitales como monitores LCD, proyectores digitales, etc. Consta de un co-

ector de 29 pines y transmite una señal de vídeo RGB con un reloj y canal de datos de pantalla, con un ancho de banda de hasta 7,4Gbit/s.

- **HDMI (*High Definition Multimedia Interface*)** transmite audio y vídeo por el mismo interfaz, con un ancho de banda de 10 Gbit/s; se ha convertido en un estándar de vídeo muy utilizado en la actualidad debido a sus prestaciones, siendo capaz en su versión 2.0 de transmitir 4K de vídeo (2160p), 32 canales de audio y 2 *streamings* de vídeo de forma simultánea.
- Otros interfaces son los PS/2 para teclados y ratones, Minijack para entrada y salida de audio y Firewire (IEEE 1394), concebido para transferir grandes tasas de información y poder alimentar los dispositivos.

1.4. Discos

El primer disco duro es el Ramic I, creado por la compañía IBM en el año 1956. Este primer disco duro pesaba una tonelada aproximadamente y su capacidad de almacenamiento rondaba los 5 MiB. En la fotografía de la Figura 8 se muestran dos discos duros Ramic I en una habitación. Estos primeros discos duros estaban contruidos con válvulas de vacío y su mantenimiento era más complejo que los discos duros actuales. Los premios Nobel de Física Albert Fert y Peter Grünberg permitieron dar un salto en la capacidad de almacenamiento de los discos duros con sus investigaciones, consiguiendo un incremento anual del 60% en la capacidad de los discos duros durante la década de 1990. En la actualidad ya existen discos rígidos con capacidades de 10 TiB.

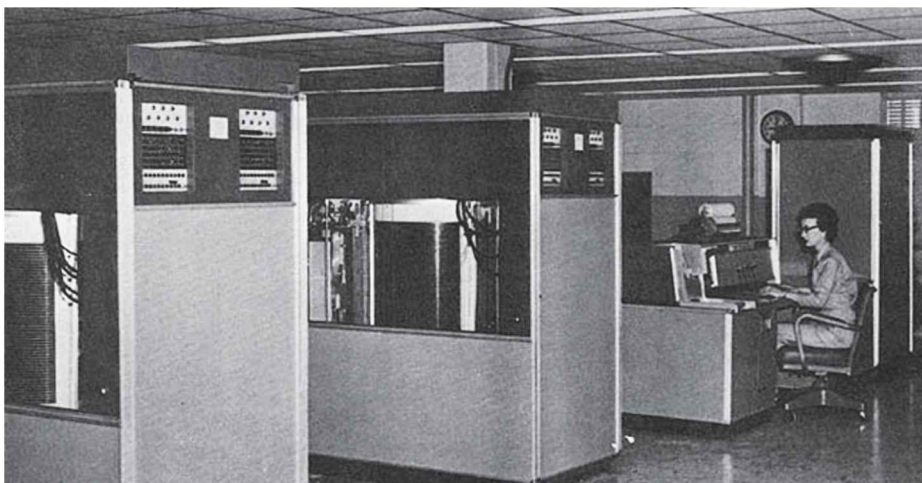


Figura 8. Fotografía del archivo del gobierno federal de los EE. UU. En primer plano aparecen dos unidades de disco. En segundo plano aparece la consola y la unidad de proceso para gestionar dichos discos.

1.4.1. Definición y descripción

Por sistemas de almacenamiento masivo o auxiliar, se entiende aquellos elementos del sistema informático que sirven para almacenar la información permanentemente. Los sistemas de almacenamiento surgen para evitar el problema de la pérdida de la información cuando se desconecta el suministro de energía eléctrica. Este tipo de memorias siempre son más lentas que las descritas hasta ahora. En la Figura 6 se mostró la pirámide de rendimiento de los diferentes tipos de memorias, y este tipo de memoria es la última en cuanto a rendimiento, pero la primera respecto a la capacidad de almacenar información.

En la actualidad se pueden clasificar los discos en dos grandes familias de sistemas de almacenamiento:

- **Discos duros rígidos (HDD, *Hard Disk Drive*)**. Están compuestos por uno o varios discos (entre 1 y 7) de aluminio o cristal, conocidos como *platos*. Estos platos giran todos sobre el mismo eje al que se encuentran unidos. Se dispone de un conjunto de cabezas lectora/grabadora que se desplazan gracias a un conjunto de brazos mecánicos sobre los diferentes platos para realizar las operaciones. Los cabezales nunca tocan los platos, ya que los dañarían, sino que vuelan muy cerca de estos.
- **Dispositivos de estado sólido (SSD, *Solid State Drive*)**. Están compuestos por chips de memoria flash para almacenar los datos, sustituyendo a los platos de los discos duros rígidos. Este tipo de unidades de almacenamiento permiten una serie de ventajas frente a los discos duros rígidos, que serán discutidas en la Sección 1.4.6.

En la fotografía de la Figura 9 se muestra el interior de dos discos duros. El disco duro de la izquierda corresponde a un disco magnético en el cual se puede observar un plato y la cabeza lectora sobre la última pista del mismo. Además, se puede ver claramente el brazo mecánico. Por otro lado, el disco de la derecha corresponde a un disco de estado sólido en el cual se pueden observar los chips de memoria soldados a la placa.



Figura 9. A la izquierda un disco mecánico y a la derecha un disco de estado sólido.

1.4.2. Identificación y localización de las partes de discos mecánicos

Los discos mecánicos están compuestos por un conjunto de partes y zonas que se muestran en la Figura 10 y son descritas a continuación.

- **Plato.** Son cada uno de los discos que se encuentran dentro del disco mecánico. Un disco mecánico puede tener en su interior un número variable de platos. Normalmente este número oscila entre 1 y 7 platos.
- **Cara.** Son cada uno de los lados de los que se compone un plato. Todo plato dispone de dos caras diferentes para almacenar información.
- **Pista.** Es una circunferencia dentro de una cara. Se empiezan a numerar desde el exterior hasta el interior, siendo la pista 0 la que se encuentra en el borde exterior.
- **Cilindro.** Es un conjunto de pistas alineadas verticalmente formando un cilindro. Las pistas, al estar alineadas verticalmente, pertenecen a diferentes platos.
- **Sector.** Las pistas se dividen en pequeñas porciones de espacio. Es la unidad mínima de lectura y grabación del disco mecánico. Inicialmente, el número de sectores era fijo en las pistas, provocando que se desperdiciara espacio, ya que las pistas externas pueden tener más sectores y de un tamaño de 512 bytes. Hoy en día el número de sectores no es fijo, sino que varía según las pistas, y el tamaño del sector está aumentando hacia un tamaño de 4 KBytes.
- **Cluster.** Es un conjunto contiguo de sectores en la misma pista.
- **Cabezal.** Es la cabeza que se encarga de leer/escribir en los diferentes platos. Pueden existir una o dos cabezas por cada plato, en función de si se pueden utilizar una o dos caras diferentes.

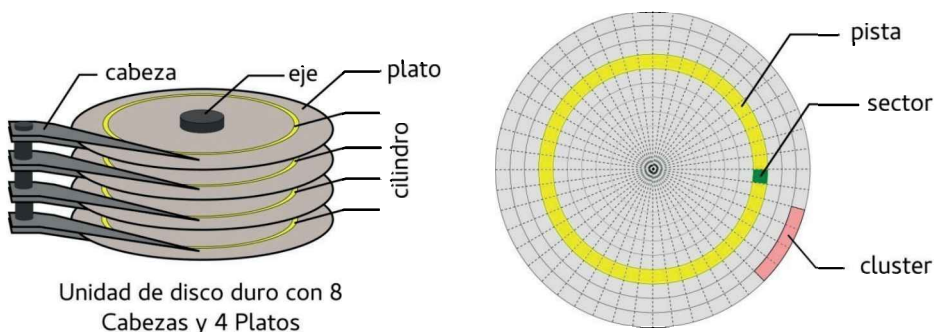


Figura 10. Diagrama de las partes y zonas por las que se compone un disco mecánico.

1.4.3. Clasificación de discos por su interfaz de Entrada/Salida

El interfaz de comunicación de entrada/salida de los discos permite la comunicación de este con otros elementos del sistema informático, como pueden ser la memoria RAM o la tarjeta gráfica. El interfaz de comunicación determina el ancho de banda máximo teórico del disco puesto, que se puede definir como el medio de comunicación entre los discos y los otros elementos. De este modo, se pueden encontrar los siguientes interfaces de entrada/salida:

- **IDE/PATA.** La interfaz PATA (*Parallel Advanced Technology Attachment*), originalmente llamada IDE (*Integrated Device Electronics*), es un interfaz creado en 1986 con un ancho de banda máximo de 166 MB/s y un máximo de 2 dispositivos trabajando (no simultáneamente).
- **SATA (*Serial Advanced Technology Attachment* o *Serial ATA*).** La interfaz SATA surge para sustituir al interfaz PATA. Aparece la primera versión en el año 2003 y actualmente existen tres versiones del estándar, en las que el ancho de banda oscila entre 150, 300 y 600 MB/s. Desde 2004 existe una versión conocida como eSATA (*external SATA*), que es utilizada como interfaz de entrada/salida para las conexiones externas a la carcasa.
- **SCSI (*Small computer System Interface*).** Este interfaz fue ideado a mediados de 1980 y ha sobrevivido hasta la actualidad. Hoy es utilizado en máquinas servidoras debido a que consigue un alto rendimiento frente a otras soluciones. Además, las configuraciones RAID han potenciado este interfaz al utilizar, en la mayoría de los casos, sistemas de almacenamiento con SCSI. No obstante, cada día aparecen más configuraciones RAID con el interfaz SATA, haciéndole perder fuerza en este nicho de mercado.
- **SAS (*Serial Attached SCSI*).** Es la interfaz en serie que sustituye a la interfaz SCSI (paralelo). Hasta el momento existen tres versiones diferentes: SAS-1 (3 Gbit/s), SAS-2 (6 Gbit/s) y SAS-3 (12 Gbit/s); además de encontrarse en fase de desarrollo la nueva versión SAS-4 prevista para el año 2017 (22.5 Gbit/s).
- **USB (*Universal Serial Bus*).** Es un bus definido como estándar por la industria (un grupo de grandes compañías como Microsoft, Intel, IBM o DEC lo desarrollaron conjuntamente) para la interconexión de cables y conectores. Es el interfaz más extendido en el mundo para todo tipo de periféricos (teclados, ratones, soportes de almacenamiento, webcams, etc.). El éxito de este interfaz ha sido el conseguir ser un verdadero estándar de interconexión.
- **Firewire/IEEE 1394.** Es un estándar en serie que proporciona un gran ancho de banda constante, algo ideal para los dispositivos que requieren trans-

portar una gran cantidad de información de modo heterogéneo, por ejemplo, cámaras de vídeo. El Firewire diseñado por Apple Inc. ha sido sustituido paulatinamente en los equipos por las últimas versiones de USB (3.0 y 3.1) y por el interfaz Thunderbolt.

- **Thunderbolt.** Es un interfaz ideado por Apple Inc. e Intel que utiliza la tecnología óptica para la transmisión de datos. El ancho de banda proporcionado por este interfaz es bastante superior al de sus directos competidores. En la actualidad existen dos versiones 1.0 (1250 MB/s) y 2.0 (2500 MB/s), pero se espera que en la próxima generación se puedan alcanzar anchos de banda superiores a los 12500 MB/s. Este interfaz nace con la intención de sustituir a Firewire y HDMI.
- **PCI Express.** Este interfaz es utilizado ampliamente para la incorporación de tarjetas de expansión y tarjetas gráficas. Aunque también existen versiones de sistemas de almacenamiento en estado sólido (SSD) que utilizan este interfaz. En la actualidad existen varias versiones que proporcionan diferentes anchos de banda: 1.1 (250 MB/s x canal), 2.0 (500 MB/s x canal), 3.0 (984,6 MB/s x canal) y 4.0 (1969,2 MB/s x canal). Observe que en el interfaz se especifica el canal, puesto que permite configuraciones de varios tamaños de canales (x1, x2, x4, x8, x16 y x32). De este modo se consiguen anchos de banda para los diferentes interfaces, según los canales, en los siguientes rangos: 1.0 (250 MB/s - 8 GB/s), 2.0 (500MB/s - 16 GB/s), 3.0 (984,6 MB/s - 31,508 GB/s) y 4.0 (1969,2 MB/s - 63,016 GB/s). Es importante resaltar que la capacidad del bus de transferencia (PCI Express) es solamente los buses de transferencia, el dispositivo de almacenamiento tiene que tener la capacidad para transmitir los datos. Es decir, de nada sirve tener un interfaz de comunicación que proporcione un gran ancho de banda si el soporte de almacenamiento es incapaz de generar dicha información.
- **M.2.** Este interfaz es el relevo generacional de las conexiones mSATA (versiones reducidas de SATA) para los soportes de almacenamiento de factor de forma reducido (portátiles), está basado en la versión de SATA 3.2. M.2. permite tres modos de funcionamiento diferentes: 1) Utilizando el interfaz SATA 3.0 para tener compatibilidad con sistemas antiguos; 2) Utilizando el interfaz SATA sobre PCI Express permitiendo mejorar el ancho de banda puesto se utiliza PCI Express como soporte físico (hardware) en lugar de SATA; 3) Utilizando el interfaz SATA sobre PCI Express pero utilizando comandos NVME, los cuales permiten obtener mayor rendimiento de los soportes de almacenamiento, puesto que se incorporan nuevos comandos software orientados a maximizar el rendimiento.

- **SATAe (SATA Express)**. Es un interfaz híbrido, pues soporta soportes de almacenamiento tanto SATA [3.2] como PCI Express. El límite de ancho de banda obtenido por SATA es superado hasta alcanzar casi los 2 GB/s al combinarse la transferencia con PCI Express.

1.4.4. Ventajas e inconvenientes de los distintos tipos de discos

Los diferentes tipos de discos e interfaces tienen sus ventajas e inconvenientes en función del uso que se va a dar de este. En la administración de sistemas informáticos siempre se debe tener claro que no existe una única solución general que siempre haya que escoger, sino que existe un abanico de posibles soluciones que se ajustan mejor o peor a un determinado problema. En las siguientes secciones se van a desarrollar análisis y comparativas de los tipos de discos e interfaces según las necesidades de un cliente. De este modo, en la Sección 1.4.5 se enumeran las principales ventajas de los discos de estado sólido frente a los discos mecánicos. En las siguientes secciones se realizan análisis de los interfaces más relevantes, de modo que en la Sección 1.4.6 se realiza un análisis de los discos SCSI hasta llegar a los vigentes SAS y en la Sección 1.4.7 se detallan las diferencias entre el interfaz IDE/PATA y SATA.

1.4.5. Análisis del disco de estado sólido y sus ventajas e inconvenientes como medio de almacenamiento sustitutivo de discos mecánicos

Es muy importante el salto tecnológico que se ha producido con la aparición de los discos de estado sólido frente a los discos mecánicos y es por ello que en esta sección se va a proceder a realizar un pequeño análisis de ventajas e inconvenientes de este tipo de discos frente a los discos mecánicos.

- **Ventajas**
 - **Ancho de banda en las operaciones de lectura y escritura.** Una de las principales características que diferencia a los discos de estado sólido de los mecánicos es su gran ancho de banda en las operaciones debido a que no es necesario realizar ningún movimiento mecánico, el acceso se realiza en memorias flash. Esta característica destaca más aún en los arranques del sistema o cuándo se va a requerir de acceso a gran cantidad de datos, puesto que el ancho de banda en este tipo de operaciones es el cuello de botella.
 - **Resistencia a golpes.** Esta clase de soportes de almacenamiento no dispone de partes que estén en movimiento y sean frágiles ante golpes. En

este caso un golpe en un disco SSD puede no ser dramático, mientras que en un disco mecánico esto puede llevar a la rotura del dispositivo y a la necesidad de sustituirlo.

- **Ausencia de ruido.** Al no disponer de partes mecánicas, apenas se produce ruido.
- **Consumo energético.** Al no disponer de partes mecánicas que requieran de movimiento, no es necesario un consumo de energía tan elevado. Esto es vital en los portátiles, puesto que la batería de los mismos puede aumentar hasta horas.

- **Inconvenientes**

- **Precio del almacenamiento.** El precio de los dispositivos SSD es hoy en día más caro que el de los dispositivos mecánicos, esto provoca que los dispositivos tengan poca capacidad, insuficiente para el uso que hacen la mayoría de usuarios o para brindar un buen servicio a clientes. Este inconveniente poco a poco se irá resolviendo, a medida que la tecnología se vaya implantando como la solución mayoritaria.
- **Número limitado de operaciones de escritura.** Los dispositivos SSD, por su construcción física, tienen un número limitado de escrituras; una vez que se ha alcanzado este límite el dispositivo no podrá utilizarse. Este es más que suficiente para un uso doméstico en la mayoría de los dispositivos. No obstante, los fabricantes indican que la vida útil de un disco SSD puede ser de 7 años, aunque existen técnicas y sistemas de ficheros (BTRFS) orientados a mejorar la vida útil de estos dispositivos.

Tras la exposición de las ventajas e inconvenientes, la pregunta es cuándo se debe utilizar un disco SSD. Los discos SSD son verdaderamente útiles para albergar el sistema operativo, ya que los sistemas operativos pueden almacenarse en relativamente poco espacio (en discos de 128 GB o menos) y permiten acelerar la carga del sistema y de las aplicaciones. Por otro lado, los discos SSD no deberían ser utilizados en algunas particiones en las que haya mucho tránsito de escrituras (ficheros temporales), ni tampoco para albergar muchos datos estáticos de los usuarios, por ejemplo, vídeos, fotografías, etc., debido a que la capacidad es muy limitada.

1.4.6. Análisis del disco SCSI y su interfaz

Los discos SCSI (*Small Computer System Interface*) son un estándar de conexión y transferencia de datos para sistemas de almacenamiento orientado al mercado de servidores.

A continuación se resumen los tipos de discos SCSI que existen:

- **SCSI 1.** Inicialmente, con un bus de 8 bits y un ancho de banda de 5 MB/s. Tenía la novedad de que permitía disponer de hasta 8 dispositivos conectados a la vez, algo impensable para otros interfaces.
- **SCSI 2.** El cual se dividía en las siguientes categorías:
 - **Fast.** El ancho de banda se multiplicaba y permitía un cable de hasta tres metros. Algo muy importante para las cabinas de disco.
 - **Wide.** En este caso se aumentaba el ancho del bus de 8 a 16 bits y el número de dispositivos simultáneos se aumentaba hasta 16.
- **SCSI 3.X.** Esta versión de SCSI se subdivide en función de la versión concreta, existiendo varias implementaciones para la versión 3.1, 3.2, 3.3 y 3.4.
 - **3.1. SPI. (*Parallel Interface o Ultra SCSI*).** Esta versión se derivó en tres tipos de interfaz diferentes:
 - **Ultra.** Permitía hasta 15 dispositivos, pero aumentaba el ancho de banda a los 20 MB/s. En la industria se le conoce también como Fast 20 o SCSI-3.
 - **Ultra wide.** El ancho de banda aumentaba hasta 40 MB/s debido a que el ancho del bus se multiplicaba por dos. En la industria se le conoce como Fast SCSI-3.
 - **Ultra 2.** El ancho de banda aumentaba hasta 80 MB/s y la longitud del cable hasta los 12 metros. En la industria es conocido como Fast 40.
 - **3.2. Firewire (IEEE 1394).** La versión 3.2 de SCSI fue conocida o derivada al proyecto de IEEE 1394 o Firewire, el cual ha sido tratado en la sección anterior.
 - **3.3. SSA (*Serial Storage Architecture*).** Desarrollado por IBM a principios de 1990, fue utilizada para la transmisión de datos en serie entre soportes de almacenamiento. Permitían hasta 192 dispositivos y el cable admite distancias de hasta 25 metros.
 - **3.4. Fibre Channel.** Es una tecnología que utiliza cables de fibra óptica (permitiendo distancias de hasta 10 km) o cable coaxial (24 metros), con un ancho de banda entre 2 Gbit/s (250 MB/s) y 16 Gbit/s (2000 MB/s). Esta tecnología ha sustituido a SSA de IBM.
- **SAS (*Serial Attachment SCSI*).** Es el actual interfaz de transferencia de datos, que ha sustituido a SCSI en su versión paralela. Este interfaz continúa utilizando comandos de SCSI para la interacción con los dispositivos SAS. Se

permite la conexión de hasta 65535 dispositivos y existen diferentes versiones con diferentes anchos de banda: SAS-1 (3 Gbit/s), SAS-2 (6 Gbit/s), SAS-3 (12 Gbit/s) y SAS-4 (22.5 Gbit/s).

1.4.7. Análisis del disco SATA y comparación con los discos PATA

Los discos IDE/PATA y SATA son muy diferentes tanto en la especificación física como en las características de rendimiento. Los discos IDE han sido totalmente sustituidos hoy en día por otras interfaces tales como SATA, USB, SCSI, etc. No obstante, en la Tabla 10 se muestra una comparativa entre los dos interfaces.

	PATA	SATA
Nombre	<i>Integrated Drive Electronics/ Parallel Advanced Technology Attachment</i>	<i>Serial Advanced Technology Attachment</i>
Ventajas	Ninguna frente a SATA hoy en día (2016). Antiguamente era la compatibilidad y el precio, justamente hoy son inconvenientes	Compatibilidad Precio Mayor ancho de banda
Desventajas	Poco compatible	Ninguna frente a PATA hoy en día. Si se compara con otros interfaces como Thunderbolt o SAS, sí se pueden encontrar diferencias.
Hot-Plug	No	Sí
Ancho de banda	hasta 133 MB/s	hasta 12 Gbit/s
Cable de datos	Ancho de hasta 18 pulgadas	Fino y largo. Están separados en dos conexiones (datos y energía)
Año de creación	1986	2003
Jumpers	Es posible configurar un disco como maestro y otro esclavo	Permiten configuraciones hardware

Tabla 10. Comparativa entre PATA y SATA.

1.5. Familias y tipos de procesadores

Cuando se habla de familias de microprocesadores, se agrupan todos aquellos microprocesadores que tienen una arquitectura compatible para la ejecución de software.

1.5.1. Clasificación de las familias de los procesadores basándose en su compatibilidad con el microprocesador 8086 de Intel (CISC y RISC)

El pionero y el que sentó las bases fue Intel con el microprocesador i8086, con el que se definió la arquitectura X86. Estos procesadores son CISC (*Complex Instruction Set Computer*), es decir, son procesadores caracterizados por poseer un conjunto muy amplio de instrucciones, y, por otro lado, tenemos otra familia de procesadores llamada RISC (*Reduced Instruction Set Computer*), basada en un conjunto reducido de instrucciones con el fin de reducir el número de accesos a memoria, gracias a que se posibilita (al contrario que la familia CISC) la segmentación y paralelización en la ejecución de instrucciones.

Procesadores de la familia CISC son los Motorola 68000, Zilog Z80, la familia Intel X86 al completo y la AMD X86-64, y a la familia RISC pertenecen los procesadores AMD K5, PowerPC, DEC Alpha, MIPS, ARM y SPARC. Ha habido etapas en las que ha existido la compatibilidad entre RISC y CISC, como es el caso de los Pentium Pro de Intel, que tuvieron compatibilidad con la familia RISC y los AMD K5, que tuvieron compatibilidad con la arquitectura CISC.

1.5.2. Clasificación y modelos de procesador de 64 bits

Cuando se hace referencia a *procesadores de 64 bits*, realmente se describe la anchura de los registros, los buses de dirección buses de datos e instrucciones, que serán de 64 bits.

A pesar de estar divulgada de forma común en la actualidad, esta arquitectura de procesadores no es nueva, sino que los procesadores de 64 bits datan desde 1960 en servidores y estaciones de trabajo bajo la familia RISC.

En 2001 Intel lanza la tecnología IA-64, que instaura en los procesadores Intel Itanium y también un año después en los Intel Itanium2, ambos destinados a servidores.

Posteriormente, en 2003, AMD lanza la tecnología AMD64 para procesadores AMD Athlon64, Opteron, Sempron y Turion64, que ya eran procesadores que no solo estaban destinados a estaciones de trabajo y servidores, sino también a computadoras de escritorio.

Intel, en 2004, incorpora el conjunto de instrucciones X86-64 de 64 bits al conjunto de instrucciones x86 que tenían heredados los Pentium4, pasando de esta forma de fabricar Pentium4 de 32 bits a fabricar Pentium4 de 64 bits.

A medida que ha ido evolucionando la fabricación de los procesadores, se ha ido instaurando como estándar la arquitectura de 64 bits en estos, siendo en la actualidad casi todos los procesadores de Intel y AMD de 64 bits.

Se pueden enumerar algunos modelos de 64 bits posteriores al año 2004:

- Intel: Xeon (2005) para servidores y estaciones de trabajo, Pentium Xtreme Edition y PentiumD (2005) principalmente para ordenadores de escritorio, Intel Core2Duo (2006) y la actual familia Intel Core (desde 2010).
- AMD: Athlon64 X2 y Turion64 X2 (2005) con dos núcleos. Al igual que ocurre con Intel, desde ese año los procesadores de AMD han sido de 64 bits, Phenom II (2008) y Athlon II (2009).

Debido al lapso de tiempo tan amplio, no se mencionan todos los procesadores, pero sí los que han marcado hitos a lo largo de este tiempo.

1.5.3. Ventajas e inconvenientes de las diferentes soluciones de los principales fabricantes

Los principales fabricantes de microprocesadores a nivel mundial son Intel y AMD. Las empresas propietarias de ambas marcas fabrican procesadores de alta calidad y, como es lógico, existen diferencias, que, en líneas generales, se pueden resumir en una tabla donde se reflejan las ventajas e inconvenientes de unos y otros, siempre buscando la comparación entre procesadores de la misma línea y con las prestaciones más cercanas posibles en ambas marcas:

	Intel	AMD
Consumo energético	Menor	Mayor
Temperatura (deriva directamente del consumo energético)	Menor	Mayor
Juegos	Aceptable	Mayor rendimiento en juegos, sobre todo desde la adquisición del fabricante de procesadores gráficos ATI en 2006
Multimedia	Menor	Mayor, debido al motor de gráficos que incorpora desde 2006
Overclocking	Menos flexible	Más flexible
Rendimiento general	Mayor	Levemente inferior
Uso por fabricantes de ordenadores	Mayor, casi el triple	Menor

Tabla 11. Comparativa entre Intel y AMD.

1.5.4. Historia de los procesadores Intel desde el modelo 8086 a la familia Pentium

En 1978 y 1979 Intel lanza los microprocesadores 8086 y 8088, que estaban basados en el diseño del Intel 8080 y el Intel 8085, y que son compatibles a nivel de ensamblador con el Intel 8080. En febrero de 1982, Intel lanza el microprocesador 80286, denominado 286, con velocidades de entre 6 y 25 MHz, y se utiliza por primera vez para la fabricación de ordenadores clónicos. En octubre de 1985, Intel lanza el i80386 con arquitectura de x86, también conocido como 386, y que oscilaba entre los 16 y 40 MHz. Su principal característica fue su arquitectura de 32 bits. En 1988 Intel lanza el 80386SX, que sacrificaba el bus de datos para dejarlo en 16 bits, abaratando el coste y posibilitando así la actualización de los 286 antiguos. La aparición de estos procesadores coincide con la aceptación del entorno gráfico del sistema operativo Windows.

En 1989 Intel comercializa el 80486DX nuevamente con tecnología de 32 bits, al que le incorpora una memoria caché L1 en el chip del microprocesador, un conjunto de instrucciones optimizadas y una unidad de coma flotante, haciéndolo el doble de rápido que los 386 y 387 a la misma velocidad de reloj. La velocidad de estos microprocesadores oscilaba entre los 16 y 100 MHz. En 1993 aparece en el mercado el primer Intel Pentium, conocido como P54C. Su velocidad oscilaba entre los 60 y 200 MHz y poseía una arquitectura de 32 bits, con más unidades funcionales gracias a la tecnología de integración de 8 micras. Tenía un bus de datos de 64 bits que le permitía acceso a memoria de 64 bits. Se le añade la arquitectura *pipeline*, que le permite ejecutar dos operaciones a la vez. En 1995 Intel lanza el Pentium Pro, al que se le incorpora mayor cantidad de memoria caché en el propio microprocesador. Presentó inconvenientes, ya que su rendimiento con aplicaciones de 16 bits era inferior al del Pentium y, aunque surgió con la meta de reemplazar al Pentium, quedó destinado a servidores y estaciones de trabajo donde sí se ejecutaban sistemas operativos de 32 bits como Windows NT y UNIX.

En 1997 sale al mercado el Intel Pentium 2 basado en el núcleo P6, mejorando el rendimiento en la ejecución de código de 16 bits, y se añaden un conjunto de extensiones multimedia llamadas MMX. La memoria caché L2 se saca del núcleo del procesador y se coloca en un circuito impreso junto al procesador. Tiene 32KB de caché L1, 16KB para datos y 16KB para instrucciones. En 1998 aparece en el mercado el primer procesador Xeon con nombre Pentium II Xeon, que utilizaba tanto el chipset 440GX como el 450NX. En 1999 surge el Pentium III. La mejora más significativa sobre su predecesor, el Pentium II, consiste en la introducción del conjunto de instrucciones SSE, dirigidas a la mejora en la decodifi-

cación MPEG2. Los Pentium III, al igual que los Pentium II, tienen un equivalente tanto para alto rendimiento, Xeon, como para necesidades con menos requerimientos de cómputo y, por tanto, más económicos, la versión Celeron.

A finales del año 2000, nace el primer Pentium 4; se mantuvo esta denominación hasta agosto de 2008. Es la séptima generación de procesadores basada en la arquitectura x86. En los Pentium 4 se lanza un diseño nuevo, mejorando el rendimiento hasta el punto de poder renderizar gráficas en 3D en tiempo real. Comienza el avance de los ordenadores portátiles y en 2003 Intel lanza el Pentium M, basado en la arquitectura x86. A pesar de llevar cerca de tres años el Pentium 4 en el mercado, el Pentium M es un Pentium III mejorado y con un consumo de potencia optimizado para ampliar la autonomía de los portátiles, generando menos calor que los procesadores de escritorio. Estos procesadores formarán parte de la plataforma Intel Centrino.

En 2005 Intel introduce dos núcleos de Pentium 4 en el mismo encapsulado, surgiendo los Pentium D. Su proceso de fabricación comenzó con una tecnología de integración de 90nm y en su segunda generación fue de 65nm. El lanzamiento del procesador Intel Xeon Dual Core fue a mediados de 2006, dando un 80% más de rendimiento por vatio y siendo un 60% más rápido que el de la competencia. Era capaz de ejecutar aplicaciones de 32 y 64 bits. En este año también surgen bajo la marca Core 3 los Intel SOLO de un núcleo, DUO de doble núcleo, QUAD de cuatro núcleos y EXTREME de dos o de cuatro núcleos, y ve la luz la tecnología VPro para el entorno empresarial. Bajo la marca Core 2, surgen los procesadores comerciales de 64 bits de doble núcleo con un conjunto de instrucciones bajo x86_64. A finales de este mismo año, surgen los Intel Core 2 Quad de 4 núcleos y un 65% más rápidos que los Core2Duo.

En 2008 comienza la apuesta por la reducción del consumo y el coste, e Intel introduce en el mercado los procesadores Atom, que son fabricados con una tecnología de integración de 45nm y destinados a dispositivos de baja potencia, ultraportátiles, teléfonos móviles y otros dispositivos de bajos requerimientos, sobre todo enfocados a su uso en internet. En 2010 nacen los Intel Core i3, i5 e i7 de cuatro núcleos, estos estaban provistos de la tecnología Hyper Threading. En los Core i5 y Core i7 se introduce el Turbo Boost, que permite al procesador aumentar la velocidad de procesamiento de los núcleos por encima de la frecuencia operativa básica si fuera necesario.

En 2011 surge la segunda generación de procesadores Intel Core, también conocidos como Sandy Bridge, en estos procesadores Intel añade mejoras en la tecnología Turbo Boost, perfecciona la arquitectura y realiza cambios en la memoria caché. También introduce en el procesador un motor gráfico, aumentan-

do el rendimiento 3D y multimedia. Se fabrican con tecnología de integración de 32nm. Este mismo año se lanza la tercera generación de procesadores Intel Core, conocidos como Ivy Bridge, reduciendo la tecnología de integración de 32nm a 22nm y aumentando así el número de unidades funcionales dentro del chip, lo que acrecienta la posibilidad de ejecución de un mayor número de tareas simultáneas. En 2013 surge la cuarta generación de procesadores Intel Core, conocidos como Haswell, con tecnología de integración de 22nm, con más extensiones y un menor consumo. La quinta generación de procesadores Intel Core, conocida como Broadwell, surge a finales de 2014 y se fabrica con una tecnología de integración de 14nm.

Por último, en agosto de 2015, es lanzada la sexta generación de procesadores Intel Core, conocidos como Skylake, que se fabrica también con 14nm de tecnología de integración, pero con más rendimiento y menor consumo energético.

1.5.5. Comparación con AMD

AMD son las siglas de la empresa de semiconductores estadounidense Advanced Micro Devices, Inc., que fue fundada en 1969 y que a lo largo de la historia se ha consolidado como uno de los principales fabricantes de microprocesadores. Sus comienzos con los microprocesadores fueron realizando una copia (mediante ingeniería inversa) de un modelo de Intel, el Intel 8080, al que AMD llamó AMD 9080, además de producir de forma simultánea los microprocesadores Am2901, Am29116 y Am293xx, pertenecientes a la familia de procesadores AMD29000, que también se denominó como 29K, y que tenían arquitectura RISC. Posteriormente, AMD firma un contrato con Intel derivado de una imposición de IBM, por la que fabrica con licencia procesadores 8086 y 8088. Después AMD, gracias a este mismo contrato, fabrica procesadores 80286.

Tras una serie de sucesos judiciales debido a la ruptura del contrato por parte de Intel, AMD lanza en 1991 el procesador Am386, equivalente al Intel 80386, y en el año 1993 surge el Am486. Estos microprocesadores fueron muy vendidos, no consiguieron superar las ventas de Intel, pero llegaron a montarse en ordenadores de primeras marcas como Compaq y estuvieron muy extendidos entre los fabricantes OEM.

En el año 1996, tras la compra de NexGen, que poseía derechos de compatibilidad con procesadores x86, AMD fabrica completamente su primer procesador de la familia x86, que denomina K5, y que competirá con los Intel Pentium. En el año 1997 lanza el AMD K6, que compitió con los Intel Pentium II. Posteriormente, para poder hacer frente a los Intel Pentium III, AMD lanza los procesado-

res K6-2 y K6-3 en el año 1999, llegando a alcanzar frecuencias de 450MHz con el K6-3. En el año 2000 comercializa el AMD K7 bajo la marca Athlon, que compete con los primeros Pentium 4. Ese mismo año lanza también un procesador de bajo coste para afrontar la línea económica de Intel, el procesador Celeron, bajo la denominación AMD Duron que, al igual que Intel, se basaba en tener menor cantidad de memoria caché de nivel 2, pero manteniendo la frecuencia de trabajo. Intel conservó las denominaciones Pentium 4 y Celeron, pero las evolucionó y consiguió aumentar la frecuencia de trabajo, obligando a AMD a hacer lo mismo, y sacó al mercado los AthlonXP y Sempron, incluyendo las instrucciones SSE y 3DNow!

En el año 2003 AMD lanza el procesador AMD Athlon64, conocido también como K8, con arquitectura de 64 bits, al que le incorpora la tecnología *Cool'n'Quiet*, que permite una reducción de la frecuencia de trabajo para bajar la temperatura y disminuir el ruido de los ventiladores cuando se requiere poco uso del procesador. Ese mismo año, para competir con la línea de procesadores corporativos IA-64 de Intel, AMD lanza los AMD Opteron, diseñados para servidores y basados en procesador K8. En 2005 lanza un procesador de doble núcleo denominado Athlon64 X2, que competirá con el Intel Pentium Dual Core (Pentium D). En 2007 AMD comercializa el procesador AMD Phenom, que da lugar a la arquitectura K8L, con que se introduce en los procesadores Quad Core, para competir con los Intel Core, que tenía modelos con 4 núcleos. A partir de aquí, surge la batalla por la reducción de la tecnología de integración, y en el año 2009 AMD debe pasar de los 65nm a los 45nm, surgiendo de esta forma los procesadores Athlon II y Phenom II con soporte para memoria DDR3, compitiendo con los Intel Core evolucionados y actuales, conocidos como i3, i5 e i7, e introduciendo hasta 6 núcleos en su procesador AMD Phenom II X6 1100T. Esta arquitectura está vigente hasta la actualidad con evoluciones en cuanto a consumo y reducción de la tecnología de integración.

1.5.6. Procesador Power. Ventajas y tipos de periféricos

Power hace referencia a una arquitectura de procesador con un conjunto de instrucciones RISC diseñado por IBM y su nombre procede de las siglas *Performance Optimization With Enhanced Risc*. El procesador Power nace como tal en el año 1990 y ha ido evolucionando hasta la actualidad, llegando al procesador Power8.

En 1991 surgió una alianza entre Motorola, IBM y Apple que desarrolló el procesador PowerPC y que fue ensamblado en los ordenadores de Apple hasta que, en el año 2006, Apple decide ensamblar sus ordenadores con procesadores Intel.

En la actualidad está en el mercado el procesador Power8, con una tecnología de integración de 22nm y que cuenta con una arquitectura Power ISA (*Instruction Set Architecture*) de 64 bits y de hasta 12 núcleos con 8 hilos por núcleo, permitiendo una ejecución total de 96 hilos en paralelo y alcanzando una frecuencia de trabajo de hasta 4.2GHz. Cuenta también con una caché L1 de 32 KB para las instrucciones y 64KB para los datos por núcleo, una caché L2 de 512KB por núcleo y una L3 de hasta 96MB en el procesador, y otra caché L4 de hasta 128MB externa al procesador. Además, IBM ha desarrollado procesadores basados en el Power para consolas como el Gekko para la Nintendo GameCube, Cell para la Sony Play Station 3, Broadway para la Nintendo Wii y la CPU de 3 núcleos y 1MB de caché L2 de la consola de Microsoft Xbox 360.

Está basado en una arquitectura con un conjunto de instrucciones RISC, lo que le permite un rendimiento muy alto con un consumo de energía menor y es uno de los motivos por los que se monta en estaciones de trabajo, servidores y supercomputadores. Otra ventaja es que los costes de fabricación son más económicos que los de la arquitectura x86.

En el ámbito de los ordenadores personales, el procesador Power más difundido fue el PowerPC, que se implantaba en los ordenadores PowerMac gracias a la alianza entre IBM, Apple y Freescale. Eran ordenadores diseñados para tener alto rendimiento, sobre todo en entornos de altas necesidades gráficas y de altos requerimientos de cálculo, por lo que los periféricos que se conectan a estos ordenadores tienen grandes velocidades de transferencia.

Para las conexiones de gráficas y de red se utilizan interfaces PCI Express, para las conexiones de medios de almacenamiento se utilizan interfaces SATA, para los equipos personales y para estaciones de trabajo, servidores y supercomputadores se utilizan interfaces SCSI y SAS. Como salida de gráficos para ordenadores de sobremesa y estaciones de trabajo para diseño, la salida de gráficos al monitor se hace a través de la interfaz HDMI, que además permite también salida de audio desde el ordenador al mismo dispositivo de visualización. También se utilizan como interfaz de transferencia de datos hacia medios de almacenamiento externos, además de los puertos USB, los puertos eSATA, que proporcionan tasas de transferencia muy altas y estables.

1.6. Clasificación por periféricos de entrada o de salida

Los periféricos son dispositivos hardware que permiten a la computadora la comunicación con el exterior y/o la interacción con el usuario; también se consideran periféricos los sistemas de almacenamiento. Los periféricos se comunican

con el procesador y la memoria principal mediante el subsistema de entrada/salida (E/S), y se conectan a las interfaces E/S para su comunicación en el subsistema E/S.

Los periféricos se clasifican en las siguientes categorías:

- **Periféricos de entrada.** Son todos los que permiten obtener datos externos a la computadora y pueden ser obtenidos por el usuario o por otro dispositivo. Periféricos de entrada son el teclado, el ratón, un escáner, una videocámara, una webcam, un micrófono, es escáner de código de barras, etc. Todos ellos proveen de datos externos a la computadora para que los procese.
- **Periféricos de salida.** Al contrario que los periféricos de entrada, son los que recogen la información de la computadora y reproducen de la forma en la que se ha programado que tienen que hacerlo, generalmente para que sea entendible por el usuario. Los periféricos de salida más habituales son el monitor de la computadora, la impresora, un altavoz, etc., e incluso el led de actividad del disco duro en un ordenador se considera un periférico de salida que indica al usuario si el sistema de almacenamiento de la computadora tiene actividad en ese momento.
- **Periféricos de entrada y salida.** Son dispositivos que tienen la capacidad de realizar operaciones de entrada y salida de datos. Ejemplos de estos periféricos son las pantallas táctiles, que muestran de forma gráfica los datos que procesa la computadora y al mismo tiempo son capaces de recoger datos mediante el contacto con su superficie, o una impresora multifunción, que es un dispositivo puede adquirir información mediante el escáner y actuar como periférico de salida con impresión.
- **Periféricos de almacenamiento.** Son los dispositivos que usamos para almacenar la información de forma externa a la memoria principal, estos pueden desconectarse de forma que la información permanezca en ellos, al contrario de los que ocurre con la memoria principal, y pueden estar ubicados en el interior o en el exterior de la computadora. Existen muchos tipos de periféricos de almacenamientos, desde las tarjetas perforadas, hasta los discos duros de estado sólido (SSD), es decir, desde las tarjetas perforadas, que es el periférico de almacenamiento más antiguo, hasta el más moderno. Más ejemplos de periféricos de almacenamiento son los disquetes, las cintas magnéticas, los discos ópticos (CD, DVD, Blu-ray Disc), discos magneto-ópticos, discos duros, memorias flash, etc.
- **Periféricos de comunicación.** Permiten la interacción con otro periférico de comunicación con el fin de que dos o más computadoras puedan comunicarse

para intercambiar información. Mediante los periféricos de comunicaciones se pueden comunicar directamente dos computadoras, o bien mediante la conexión de otros dispositivos de comunicación. Los principales periféricos de comunicación son las tarjetas de red (NIC), módems, concentradores (HUBs), conmutadores de red (switches), encaminadores (routers), sistemas de comunicación inalámbricos como Wi-Fi, IrDA o Bluetooth.

1.7. Introducción al lenguaje ensamblador

El lenguaje de programación de más bajo nivel es el ensamblador (*assembler*). Este lenguaje es utilizado para gestionar las operaciones asociadas a los microprocesadores y circuitos integrados del computador. Permite crear rutinas a los programadores sin necesidad de utilizar el código binario, para ello se hace uso del conjunto de instrucciones del procesador. En la Sección 1.1.2. se describen algunas de las instrucciones de los procesadores basados en el x86.

En el Ejemplo 1 se muestra un código de ejemplo en ensamblador en el cual se compara el valor mayor entre los registros *AX* y *BX*. Observe que los registros *AX* y *BX* se inicializan con los valores 10 y 5. El siguiente paso consiste en realizar la resta de *AX* y *BX* para saber si el valor es menor que 0, se provocará un salto a la etiqueta *A_MENOR_B* en caso de que *A* sea positivo, quiere decir que es mayor que *B*, y se ejecutará la instrucción *mov CX, AX*, la cual mueve el valor del registro *AX* al registro *CX*. Finalmente, se produce el salto a la etiqueta *FIN*, la cual conduce a la instrucción *ret*, que finaliza el código. Si observa el código de la etiqueta *A_MENOR_B*, comprobará que es idéntico, pero mueve el valor del registro *BX* al registro *CX*.

```
mov AX, 10
mov BX, 5

sub AX, BX
js A_MENOR_B
mov CX, AX
jmp FIN
A_MENOR_B:
mov CX, BX
FIN:
Ret
```

Ejemplo 1. Código ensamblador que calcula el valor mayor entre dos registros.

1.8. Práctica: identificación y ensamblado de un computador

Cuando exista la necesidad de realizar la configuración de una computadora nueva, lo primero que hay que hacer es analizar los requisitos que tendrá que cumplir para afrontar el procesamiento de información que va a desempeñar. Por ejemplo, si es una computadora que va a funcionar como servidor de base de datos con grandes volúmenes de información y multitud de peticiones simultáneas de procesamiento de información, necesitará más de un procesador potente, gran cantidad de memoria y con velocidades de acceso y transferencia muy rápidas y dispositivos de almacenamiento muy rápidos; si, por el contrario, la computadora está destinada a un usuario que va a desempeñar funciones de oficina básicas, el hardware no tiene que ser de alto rendimiento y se puede centrar la configuración alrededor de componentes hardware de gama básica.

El proceso de ensamblaje de una computadora siempre es mejor que lo realice un profesional, que es el que conoce las medidas de seguridad necesarias para realizar dicha tarea. A continuación se describe el proceso de ensamblaje de una computadora.

Si nos decidimos a realizar proceso de ensamblaje nosotros mismos, debemos asegurar no conectar la corriente hasta que sea seguro hacerlo. También es conveniente tener a mano un botiquín de primeros auxilios, ya que son frecuentes los cortes por los filos cortantes que hay, sobre todo, en los chasis, aunque si el chasis es de buena calidad no deberían existir estos filos. También debemos tomar medidas de precaución para no provocar averías en ninguno de los dispositivos hardware que compondrán la computadora y, para esto, será necesario el uso de una pulsera antiestática.

Es necesario saber que cada conector solo se puede conectar de una manera única, y están diseñados con formas para que no haya equivocaciones en esto, pero conviene no forzar nada en las conexiones y fijaciones. De la misma forma, hay que consultar los manuales para saber el tipo de tornillos que se utilizan para la fijación de cada componente hardware al chasis, básicamente son de dos tipos de rosca, pero es importante usar la rosca adecuada a cada dispositivo.

Con respecto a las herramientas necesarias, nos bastará con un juego de destornilladores de estrella, otros planos, unos alicates con punta, a ser posible con punta curva, otros planos, unas llaves de tubo pequeñas para las fijaciones de la placa base al chasis y unas pinzas. Con esto basta para ensamblar una computadora.

En primer lugar, se prepara el chasis donde se albergarán todos los componentes hardware que compondrán la computadora, se quitan las fijaciones de la tapa del chasis por donde se introducen los componentes y se colocan las fija-

ciones de la placa base en la posición que coincida con el factor de forma de la placa base a ensamblar.

Si el chasis no incluye fuente de alimentación, esta se fija a él en el lugar designado por el fabricante. Actualmente la tendencia de los fabricantes de chasis es designar su ubicación en la parte inferior del mismo, para evitar el aumento de temperatura e impedir así que se reduzca su vida de uso. La placa base incluye una chapa para la protección de los conectores del panel trasero y este ha de ser fijado en el lugar que el chasis tiene designado para ello.

Una vez preparado el chasis, nos centramos en la fijación del procesador y la memoria principal a la placa base, este proceso es muy importante que se realice fuera de la caja para evitar una rotura de la placa base. Según el tipo de *socket* del procesador, la placa base tendrá un sistema de fijación para este, así que si no se conoce, es necesario consultar el manual que proporciona el fabricante de la placa base. Se desembala el procesador y se inserta en el *socket* siguiendo las instrucciones del fabricante, y se ancla el disipador a la placa base, asegurándonos de no quitar la pasta térmica que viene en la parte de contacto del disipador con el encapsulado del procesador para favorecer el contacto entre ambos y la transferencia de calor. Se enchufa el ventilador del disipador al conector correspondiente de la placa base, generalmente llamado *sys fan* o *cpu fan*, y para su localización basta con consultar el manual de la placa base.

Seguidamente, podemos insertar la memoria principal RAM en las ranuras destinadas a ella (zócalos de memoria RAM) y en la posición adecuada, han de quedar bien fijadas con los anclajes que hay en los extremos del zócalo de memoria y en las muescas que hay en los módulos de memoria RAM.

Ya se puede introducir la placa base en el chasis, con mucho cuidado de no dañarla, y se fija con los tornillos proporcionados por el fabricante del chasis en los anclajes que se colocaron anteriormente.

El siguiente paso consiste en conectar los cables del panel frontal del chasis en el lugar designado en la placa base, para saber su ubicación y el orden en el que se deben conectar los cables hay que consultar el manual de la placa base, es muy importante hacerlo indica el fabricante de la placa base, ya que se puede provocar una avería en esta. Si debido al diseño y/o tamaño del chasis es difícil realizar esta operación dentro del chasis, se puede conectar todo antes de anclar la placa base al chasis. Con esto quedarán conectados el botón de encendido o *power*, el botón de reinicio o *reset*, el led que indica el estado de encendido (encendido, suspendido o apagado) de la computadora y el led de actividad del sistema de almacenamiento. En algunos chasis se incluye un led para indicar la

actividad del dispositivo de red, pero esto debe soportarlo la placa base o la tarjeta de red si se conecta una a la placa base. El chasis, por lo general, también incluye un pequeño altavoz para verificaciones sonoras acerca del correcto funcionamiento de la computadora y este se conecta también a la placa base en un conector de 4 pines denominado *speaker*, para saber su ubicación exacta hay que consultar el manual de la placa base.

Si la placa base no incluye una tarjeta de vídeo integrada o es necesario añadir una, es el momento de hacerlo antes de que haya más cables y dispositivos que dificulten su inserción. Para ello, basta con insertar la tarjeta en el zócalo de expansión PCIe y fijarla con el sistema que tenga el chasis, puede ser mediante un tornillo o algún tipo de fijación rápida.

Ya es posible conectar la fuente de alimentación a la placa base y, para ello, tenemos que enchufar el conector de 20 o 24 pines (depende de la fuente de la placa base) en el conector de alimentación P1 o ATX de la placa base y el conector P4 también de la placa base. Con esto ya podríamos encender nuestra computadora, pero aún no tenemos conectado ningún sistema de almacenamiento de información, pero sí podremos saber si hasta ahora hemos conectado todo correctamente y no hay ningún dispositivo defectuoso de los ensamblados hasta ahora.

Si al conectar la fuente de alimentación a la electricidad y presionar el botón de encendido, todo marcha correctamente oiremos un único pitido y aparecerá la presentación del sistema básico de entrada/salida (BIOS). Si, por el contrario, no aparece nada en la pantalla, lo más probable es que se escuchen pitidos, si los pitidos son largos e intermitentes, puede haber una mala conexión de un módulo de memoria RAM o algún módulo de memoria RAM está defectuoso, y si son cortos e intermitentes, ocurrirá lo mismo, pero con la tarjeta gráfica. En algunas placas base, cuando el cable VGA del monitor no está conectado a la tarjeta gráfica, la computadora emite los pitidos como si se tratase de una falla de la tarjeta gráfica. Una vez verificado que todo marcha correctamente, se desenchufa de la corriente eléctrica y se presiona el botón de encendido para descargar la energía eléctrica acumulada en los circuitos electrónicos.

En este punto ya se pueden ensamblar los dispositivos que compondrán el sistema de almacenamiento, generalmente se suele conectar una unidad lectora de discos ópticos (CD, DVD, Blu-ray Disc) y uno o más discos duros en la computadora. En la imagen de la Figura 11 se puede observar que se ha ensamblado con dos discos duros y una unidad óptica. Se insertan los discos en la ubicación designada por el fabricante del chasis y se fijan con el sistema que

proporciona el fabricante del chasis, generalmente suelen ser tornillos o un sistema de anclaje rápido. Se conectan los cables de transferencia de datos serial-ATA tanto en los dispositivos de almacenamiento como en los conectores correspondientes en la placa base, hay que consultar el manual de la placa base para ver su ubicación y el orden de conexión según la configuración diseñada para el sistema de almacenamiento. Se conectan los cables de alimentación a los dispositivos de almacenamiento.

Con esto ya encendería la computadora y se podría realizar la carga del sistema operativo, pero es posible que la computadora se haya diseñado con un sistema de almacenamiento adicional, como es el caso de las unidades lectoras de tarjetas de memoria, estas por lo general no necesitan alimentación y se conectan a una interfaz USB. Para el correcto ensamblaje y conexión, lo primero sería introducirlo en el lugar designado para ello en el chasis, que por lo general será una bahía de 3,5" o de 5 1/4", dependiendo del dispositivo lector, y se fija con el sistema proporcionado por el fabricante del chasis o del propio fabricante del dispositivo lector; se enchufa el conector al conector interno USB de la placa base, para saber su ubicación y la forma correcta de conectarlo consultar el manual que proporciona el fabricante de la placa base. Este tipo de dispositivos reciben la corriente eléctrica por el mismo conector USB, ya que, como se explicó en este mismo capítulo, esta es una característica de la interfaz USB.

En la actualidad es frecuente que el chasis incluya conectores USB delanteros para facilitar la conexión de dispositivos USB, y estos se conectan de la misma forma que el lector de tarjetas de memoria en la placa base. También se incluye la posibilidad de conexión de altavoces o auriculares y micrófonos por la parte frontal del chasis, estos se conectan en el lugar adecuado, generalmente se denomina *FP_Audio*, y su ubicación y forma de conexión viene detallada en el manual de la placa base. En las computadoras se suele generar mucho calor y es de vital importancia su extracción, y es por ello por lo que conviene conectar ventiladores adicionales e introducir un ventilador en la parte alta del chasis, de forma que expulse el aire del interior del chasis hacia el exterior.

Es muy importante que, para que el resultado final sea seguro, los cables queden bien recogidos, impidiendo que puedan bloquear las aspas de los ventiladores, evitando roturas en los cables que puedan provocar cortocircuitos o que las aspas del ventilador no giren y esto provoque un aumento de la temperatura y la posible rotura de los componentes hardware, dejando la computadora inutilizada.

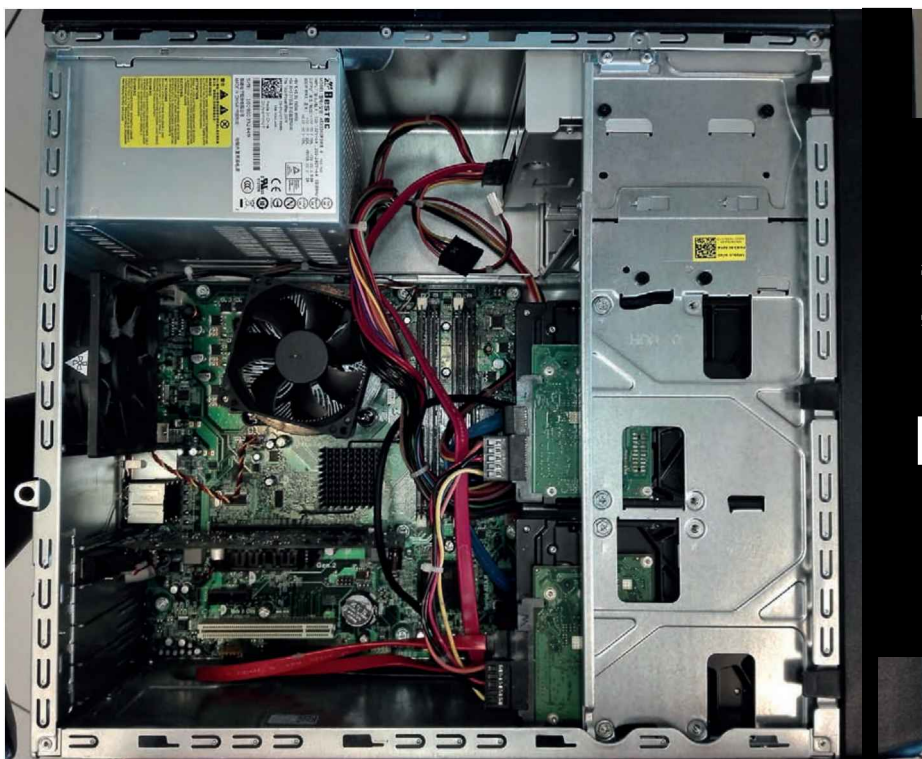


Figura 11. Interior de un computador.

En la Figura 11 se pueden observar errores comunes en el resultado del ensamblaje de esta computadora: los cables no están bien recogidos y existe la posibilidad de interferir en el funcionamiento del ventilador que refrigera directamente el procesador, los discos duros no tienen todos los tornillos de fijación necesarios, lo que provocará vibraciones que derivarán en la rotura de ellos, y además se puede observar que los conectores de los cables de alimentación y datos de uno de los discos duros no están bien conectados y pueden derivar en errores aleatorios.

1.9. Sistemas operativos

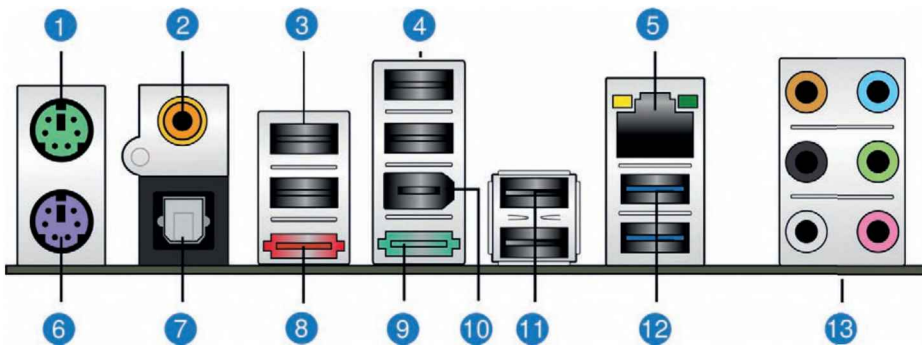
Como ya se ha ido describiendo a lo largo de este capítulo, una computadora está compuesta de uno o más procesadores, una memoria principal y dispositivos periféricos, esto obliga a la necesidad de un software que sea capaz de gestionarlo de manera que sea transparente para los usuarios de la computadora, de esto se encarga el sistema operativo.

Existen muchos sistemas operativos además de las conocidas familias Windows de Microsoft y OSX de Apple, estos se ejecutan en muy pocas arquitecturas de procesadores, mientras que otras familias como Linux y *BSD se ejecutan bajo diversas arquitecturas de procesadores, citando un ejemplo de sistema operativo Linux, la distribución Debian se puede ejecutar en arquitecturas como Intel x86, Intel x86-64, ARM de 32 y 64 bits, MIPS, PowerPC, IBM Power e IBM s/390.

ACTIVIDADES

1. ¿Cuáles son los elementos que componen la arquitectura de von Neumann?
2. ¿Los siguientes elementos cumplen la arquitectura de von Neumann? En caso afirmativo describe cada una de las partes:
 - a. Un teléfono móvil contemporáneo.
 - b. Un monitor.
 - c. Una *tablet*.
 - d. Una impresora.
 - e. *Raspberry Pi*, *Orange Pi*, derivados.
3. ¿Cuáles son las principales magnitudes de un microprocesador? ¿Cuál es la magnitud que tiene más implicaciones en el rendimiento del microprocesador?
4. ¿El paralelismo a nivel de instrucción es una característica hardware o software de los procesadores? ¿Y el conjunto de instrucciones?
5. ¿Qué diferencias existen entre procesadores CISC y RISC? ¿Cuál es la tendencia actual de los procesadores? Enumera algunos de los conjuntos de instrucciones más representativos hoy en día (Investigación).
6. ¿Puede un microprocesador disponer de varias unidades aritmético-lógicas? ¿Qué quiere decir que un procesador disponga de doble, cuatro u ocho procesadores?
7. ¿Qué es el lenguaje ensamblador? ¿En qué casos se deben desarrollar aplicaciones software en este lenguaje?
8. Resume las ventajas e inconvenientes de los procesadores con conjuntos de instrucciones CISC y RISC.
9. ¿Qué significan las siglas SDR SDRAM y DDR SDRAM? ¿Qué diferencia a las memorias SDR SDRAM y DDR SDRAM?
10. ¿Cómo puedes conocer el ancho de banda de los modelos de memoria actuales? Investiga acerca de las últimas versiones de memoria DDR4.
11. En el momento en que aparezcan las memorias DDR5, ¿cuál será su multiplicador?
12. Enumera y describe los diferentes modelos de memoria ROM. ¿Cuál es la diferencia principal que existen entre ellas?

13. La jerarquía de memorias de caché, ¿por cuántos niveles está compuesta? ¿Por qué la memoria caché L1 se divide en dos partes?
14. Explica la importancia de la jerarquía de memorias en un sistema informático. ¿Por qué afecta tanto al rendimiento del sistema?
15. ¿Qué tres tipos de dispositivos externos existen? Dentro de los dispositivos que permiten la interacción del usuario con la computadora, enumera al menos 3 de cada uno de los tipos existentes.
16. Dada la siguiente imagen:



Identifique los puertos E/S y realice una breve descripción de cada uno de ellos.

17. ¿Cuál es el principal objetivo de USB cuando surge? ¿Cuáles son los anchos de banda de las diferentes versiones?
18. ¿Cuáles son los puertos más importantes de vídeo y cuál utilizarías hoy en día?
19. ¿Cuáles son las diferencias entre los discos mecánicos y los de estado sólido? Analiza las ventajas e inconvenientes de utilizar discos de estado sólido.
20. Describe las partes principales de un disco mecánico.
21. Enumera los interfaces que se utilizan en la actualidad para los discos.
22. ¿En la actualidad existe alguna ventaja para utilizar IDE frente a SATA?
23. Busca procesadores de 64 bits cuyo fabricante no sea ni Intel ni AMD.
24. ¿Qué conjunto de instrucciones tuvo, quién fue el diseñador y cuál fue el modelo más popular de los procesadores Power?
25. Describe paso a paso los pasos para ensamblar un computador.