

CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN A LA INFORMÁTICA

La informática trata de la adquisición, representación, tratamiento y transmisión de la información. Estas operaciones se realizan automáticamente utilizando sistemas (máquinas) denominados computadores u ordenadores.

CONCEPTOS BÁSICOS

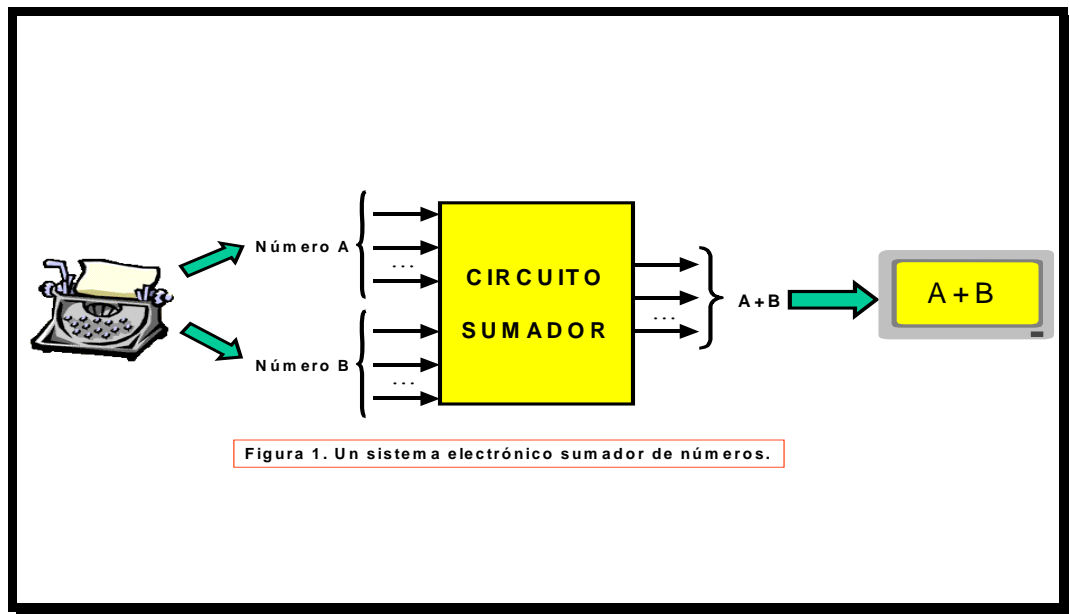
Definiciones

Informática es una palabra de origen francés¹ (acuñada por el ingeniero Philippe Dreyfus en 1962) formada por la contracción de los vocablos **INFORM**ación y auto**MÁTICA**. La Real Academia Española de la Lengua define la Informática como "*el conjunto de conocimientos científicos y técnicas que hacen posible el tratamiento automático de la información por medio de ordenadores*". El término *información* hace referencia aquí a la yuxtaposición de símbolos, con los que se representan convencionalmente hechos, objetos o ideas.

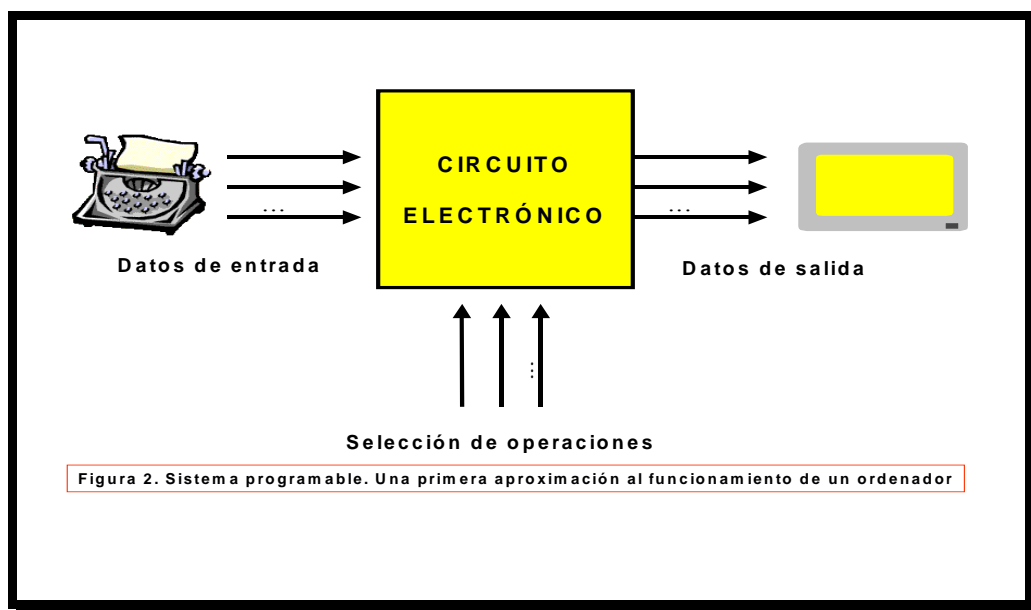
Computador, computadora u ordenador es una máquina (dispositivo electrónico) capaz de aceptar unos datos de entrada, efectuar con ellos una serie de operaciones (lógicas y aritméticas), y proporcionar la información resultante (datos) a través de un medio de salida; todo ello sin intervención de un operador humano y bajo el control de un programa de instrucciones previamente almacenado en el propio computador.

Si ilustramos esta definición mediante un ejemplo (entendiendo únicamente los conceptos generales, sin necesidad de introducirse en el mundo de la electrónica), imagine por un momento que desarrolla un circuito electrónico capaz de sumar dos números (introducidos por un teclado) y presentar el resultado en una pantalla. En la figura 1 se muestra un esquema de dicho dispositivo, cuya parte principal es un circuito encargado de recibir dos números como entrada, y devolver la suma como salida. Si ahora desea ampliar su dispositivo para que efectúe restas, deberá realizar cambios en el circuito, con toda seguridad. Aún más complicados serán los cambios si desea dotar de una funcionalidad más compleja a su dispositivo. E incluso mucho más si se debe realizar una secuencia de operaciones, una tras otra, para obtener el funcionamiento deseado.

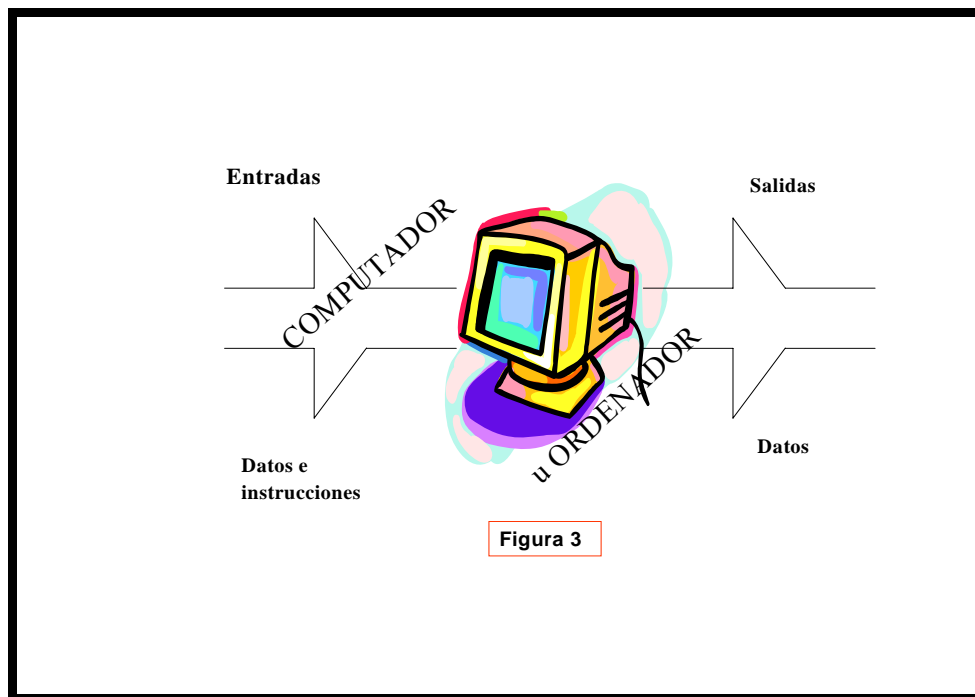
¹ La definición para Informatique dada por la Academia Francesa es la de "ciencia del tratamiento racional y automático de la información, considerando ésta como soporte de los conocimientos humanos y de las comunicaciones, en los campos técnico, económico y social".



Una solución consiste en crear un módulo electrónico capaz de realizar un conjunto de operaciones (figura 2), que se pueden seleccionar en cada momento. Las líneas digitales de la parte inferior permiten indicar al dispositivo cuál es la operación (instrucción) a realizar en cada instante. El circuito leerá los datos de entrada, realizará la operación seleccionada, y devolverá datos de salida (empleando las líneas destinadas a ello). Una secuencia de operaciones conforma un programa, que define totalmente el comportamiento del sistema electrónico. La solución presentada ofrece una gran ventaja: es posible cambiar el funcionamiento del dispositivo simplemente modificando el programa, sin necesidad de alterar su diseño electrónico. Un ordenador responde al comportamiento presentado.



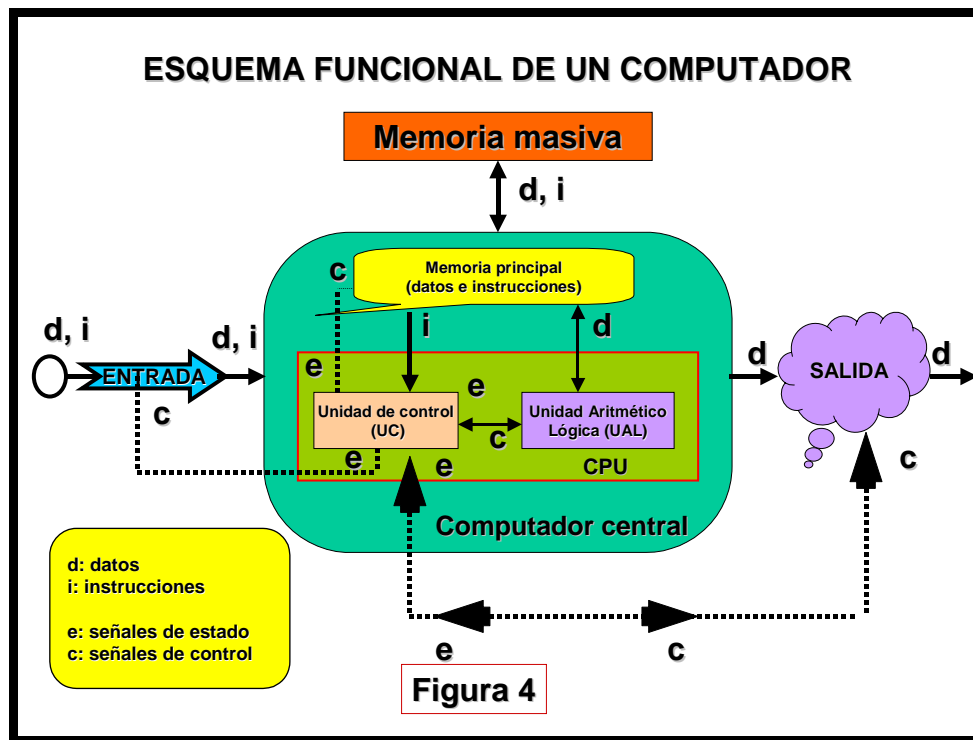
Un computador u ordenador (figura 3) puede considerarse como un sistema, cuyos resultados dependen de sus entradas, constituidas por datos o instrucciones.



Considerando la definición de computador, se puede decir que la Informática o Ciencia e Ingeniería de los computadores "es el campo de conocimiento que abarca todos los aspectos del diseño y uso de computadores".

ESTRUCTURA FUNCIONAL DE LOS COMPUTADORES.

En la figura 4 se puede ver el esquema general de un computador sencillo. Este diagrama corresponde a los primeros computadores, pero sigue siendo conceptualmente válido hoy día. Antiguamente cada unidad representada en la figura correspondía físicamente a un armario o módulo independiente, estando unas unidades conectadas a otras por medio de "mangueras" de cables. Era fácil identificar a simple vista cada una de las unidades. En la actualidad, y debido principalmente al desarrollo de la microelectrónica, varias unidades pueden estar en un mismo armario, en una misma tarjeta de circuitos integrados, o incluso (como ocurre con los microprocesadores) en un mismo circuito integrado.



Una vez presentadas las ideas más básicas, es el momento de introducir los elementos fundamentales del diseño de un ordenador. Entre otros muchos, un computador se compone de las siguientes unidades funcionales:

- UNIDAD DE ENTRADA (E).

Que es el dispositivo por donde se introducen en el computador los datos e instrucciones. En estas unidades se transforman las informaciones de entrada en señales binarias de naturaleza eléctrica. Un mismo computador puede tener distintas unidades de entrada. Son unidades de entrada: el teclado de un microcomputador, el teclado de un terminal, un digitalizador, una lectora de tarjetas de crédito, etc.

- UNIDAD DE SALIDA (S).

Que es un dispositivo por donde se obtienen los resultados de los programas ejecutados en el computador. La mayor parte de estas unidades (un computador suele tener varias de ellas) transforman las señales eléctricas binarias en caracteres escritos o visualizados. Son dispositivos de salida, unidades tales como una pantalla o monitor, una impresora o un registrador gráfico.

La E/S es el medio establecido para la comunicación de la CPU con su entorno exterior (es más un concepto que algo palpable). Mediante la definición de una cierta interfaz, la CPU puede recibir datos de los dispositivos que la rodean (denominados periféricos), operar con dicha información, y enviar los resultados generados hacia dichos dispositivos.

Como habrá intuido, los componentes de un ordenador deben hallarse conectados entre sí. El elemento encargado de dicha tarea es el **bus**. Un bus se debe entender como un grupo de "cables" (líneas digitales) que interconectan los bloques funcionales de un ordenador, permitiendo la interacción entre los mismos. Visto de otro modo, los componentes se enlazan al bus para conectarse así con el resto de elementos. Ya que el bus une a todos los elementos entre sí, podrían aparecer conflictos si varios de ellos intentan utilizar el bus al mismo tiempo. Esto obliga a establecer una regla importante: en cualquier instante, sólo un componente puede colocar información en el bus.

- **MEMORIA (M).**

Que es la unidad donde se almacenan tanto los datos como las instrucciones. Existen dos tipos básicos de memoria, diferenciados principalmente por su velocidad.

- ♦ **Memoria principal, central, o interna.** Es la memoria que actúa con mayor velocidad, y está ligada directamente a las unidades más rápidas del computador (unidad de control y unidad aritmético-lógica). Para que un programa se ejecute debe estar cargado (almacenado) en la memoria principal. En los computadores actuales está formada por circuitos electrónicos integrados. La memoria está dividida en posiciones (denominadas también palabras de memoria) de un determinado número de bits. Para leer o escribir una información es necesario dar la dirección de la posición. Normalmente hay una zona de la memoria en la que solo se puede leer (memoria ROM) y que es permanente (al desconectar el computador su información no se pierde), y otra en la que se puede leer y escribir (memoria RAM) y que es volátil. (Ver Anexo 1).
- ♦ **Memoria masiva auxiliar, secundaria o externa.** La memoria principal, aunque es muy rápida (se tarda del orden de un microsegundo o menos en leer o escribir en ella), no tiene gran capacidad para almacenar información. Para guardar masivamente información se utilizan otros tipos de memoria, tales como discos y cintas magnéticas, y discos ópticos, que son más lentos pero suelen tener más capacidad que la memoria principal (del orden de mil veces más lentos y más capaces). El conjunto de estas unidades se denomina memoria masiva auxiliar, o memoria externa, o memoria secundaria. Frecuentemente los datos y programas se graban (introduciéndolos por las unidades de entrada) en la memoria masiva; de esta forma, cuando se ejecute varias veces un programa o se utilicen repetidamente unos datos, no es necesario darlos de nuevo a través del dispositivo de entrada. La información guardada en un disco o cinta regrabable permanece indefinidamente hasta que el usuario la borre expresamente.

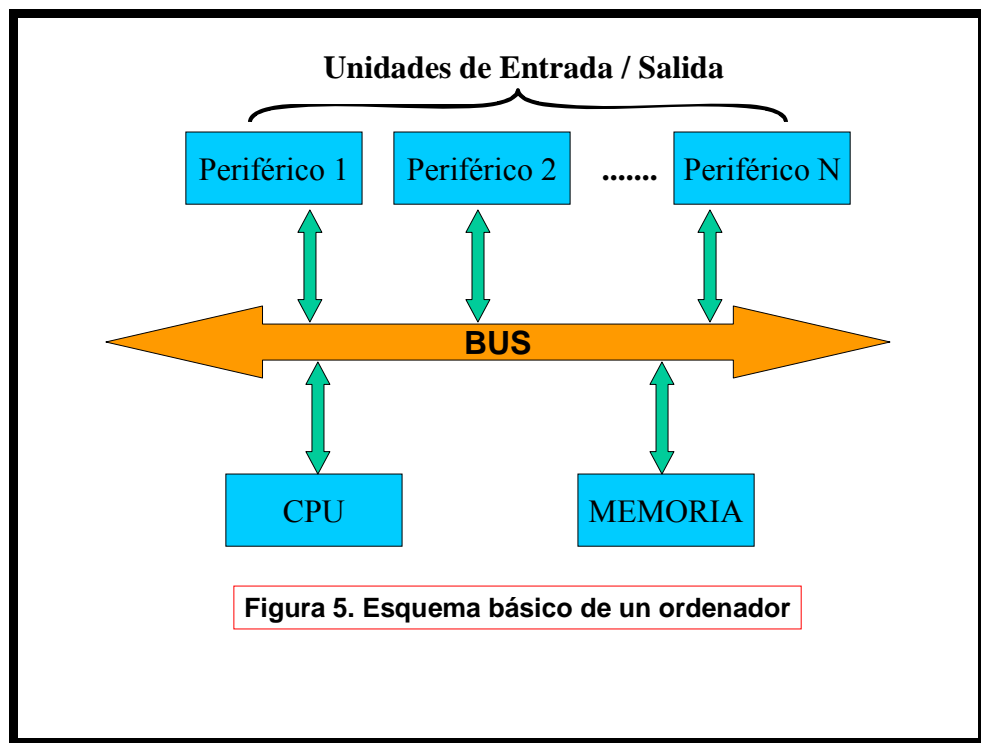
- UNIDAD ARITMÉTICO-LÓGICA o ALU (UAL).

(ALU son las siglas de Arithmetic Logic Unit). Esta unidad **contiene los circuitos electrónicos con los que se hacen las operaciones de tipo aritmético** (sumas, restas, etc.) y de tipo lógico (comparar dos números, hacer operaciones del álgebra de Boole binaria, etc.). Esta unidad también se puede denominar unidad de tratamiento o camino o ruta de datos, ya que aparte de considerar los circuitos específicos que realizan las operaciones aritmético-lógicas (ALU, propiamente dicha), se consideran también otros elementos auxiliares por donde se transmiten o almacenan temporalmente (registros) los datos al objeto de operar con ellos.

- UNIDAD DE CONTROL (UC).

La unidad de control detecta señales de estado procedentes de las distintas unidades, indicando su situación o condición de funcionamiento. Capta de la memoria una a una las instrucciones del programa, y genera, de acuerdo con el código de operación de la instrucción captada y con las señales de estado, señales de control dirigidas a todas las unidades, monitorizando las operaciones que implican la ejecución de la instrucción.

La figura 5 resume todo lo expuesto anteriormente, mostrando el esquema básico de un ordenador.



Unas unidades están interconectadas con otras según hemos visto en la figura anterior; ahora bien, existen diversas variantes a este esquema, dependiendo de la estructura o configuración concreta del computador. Un computador moderno puede tener gran cantidad (cientos) de unidades de entrada o salida. La conexión de las unidades de E/S puede hacerse directamente con un cable, o a través de una línea telefónica o de un enlace de radio o con una fibra óptica.

Se denominan periféricos de un computador al conjunto de unidades de E/S y de memoria masiva. Al resto de unidades, es decir, memoria principal, UC y ALU, las denominaremos **COMPUTADOR (ORDENADOR) CENTRAL**. La unidad de procesamiento central o CPU (siglas de Central Processing Unit) es el conjunto de unidad de control y unidad aritmético-lógica.

Un computador es un sistema complejo formado por distintas unidades, módulos o dispositivos ensamblados adecuadamente uno con otro. En muchos casos es necesario adaptar las características (niveles eléctricos, velocidad, etc.) de dos módulos que se acoplan, para que la conjunción de los dos funcione adecuadamente, o entre un módulo y su entorno. Estos elementos adaptadores que sirven de comunicación entre los dos módulos, genéricamente se denominan "interfaces".

El concepto de interfaz se aplica también a los programas, de forma que puede hablarse de la "interfaz entre dos programas" o "interfaz de usuario" (que es el conjunto de instrucciones que hace que un programa o aplicación intercambie información con el usuario del mismo).

La unidad de control tiene un reloj o generador de pulsos que sincroniza todas las operaciones elementales del computador. El período de esta señal se denomina "tiempo de ciclo", y está comprendido aproximadamente entre nanosegundos y varios microsegundos, dependiendo de la CPU.

La frecuencia del reloj -inverso del tiempo de ciclo- (que suele darse en millones de ciclos/segundo, o Megahercios, abreviadamente Mhz; o en miles de millones de ciclos/segundo, o Gigahercios, abreviadamente Ghz) **es un parámetro que en parte determina la velocidad de funcionamiento del computador.**

Otro parámetro de interés ligado a la implementación del computador es el **"ancho de banda"**, **que representa la cantidad de información transferida por segundo entre una unidad y otra.** Por ejemplo, decir que "el ancho de banda entre la memoria y la CPU es de 133 MB/s", quiere decir que en un segundo se pueden transferir 133 millones de bytes entre las unidades citadas.

Desde el punto de vista de los cálculos que realiza la ALU el byte es una unidad de información relativamente pequeña, por lo que se utiliza otra unidad superior denominada **"palabra"**.

Una palabra está formada por un número entero de bytes (1, 2, 4, 8 ó 16) y representa a los datos con los que opera la ALU o a las unidades de información que se transfieren entre la memoria principal y la CPU.

“La longitud de palabra”, por tanto, coincide con el número de bits (integrantes de datos o instrucciones) que se transmiten simultáneamente entre las unidades del computador central en un instante dado, que coincide con el número de bits de la mayoría de los datos e instrucciones con las que opera la CPU. En la mayoría de computadores de longitud de palabra de 32 bits el direccionamiento a memoria se efectúa por bytes, y es posible acceder directamente a bytes (8 bits), medias palabras (16 bits), y palabras (32 bits). Algunos incluso permiten acceder a dobles palabras (64 bits).

En la tabla siguiente se indican las longitudes de palabra de algunos computadores.

Longitud	Ejemplos
8 bits	Amstrad-8512; Sord M-5; Sinclair ZX-81; Dragón 64; Commodore Vic-20; Apple II; Hewlett Packard 125 μprocesadores: Intel 8080, 8085; Motorola 6800, 6809; Zilog 80; Rockwell 6502; Signetics 2650.
16 bits	Digital PDP, Rainbow; IMB PC-XT; Data General S/250, ONE μprocesadores: Intel 8086/8088; Motorola 6809; Z-8000; F-9440.
16/32 bits	Apple Macintosh μprocesadores: Motorola 6800
32 bits	DEC-VAX; Data General MV; IBM 360, 370, 4300; HP 9000; SUN SPARC; PC(386, 486, Pentium) μprocesadores: HP-9000; Intel iAPX432, 80386, 48466, Pentium; Bellmac-32; Motorola 68020.
36 bits	Univac-Sperry 1100
48 bits	Burrough 67000
60 bits	Control Data Corp. Cyber series 800, 6000, 7000, 170.
64 bits	IBM 4381 (64/32 bits), CRAY-Y-MP μprocesadores: Mips R4000, DEC Alpha

La CPU contiene en su interior elementos para memorizar temporalmente la información correspondiente a una palabra o a un byte, los cuales se denominan **REGISTROS**. Así, por ejemplo, cuando la ALU realiza una suma, ésta se efectúa entre dos datos que temporalmente la UC los almacena en dos registros, el resultado de la operación, a su vez, debe almacenarse en un registro (suele utilizarse uno de los registros de los sumandos).

La longitud de palabra, junto con el tiempo de ciclo, el ancho de banda y la capacidad de memoria, son factores muy importantes para determinar la potencia de un computador. La longitud de palabra determina, en cierta medida, la precisión de los cálculos, la capacidad máxima de la memoria principal y la variedad de instrucciones de la máquina.



Palabra (informática). De Wikipedia, la enciclopedia libre.

En el contexto de la [informática](#), una **palabra** es una cadena finita de [bits](#) que son manejados como un conjunto por la máquina. El tamaño o longitud de una palabra hace referencia al número de bits contenidos en ella, y es un aspecto muy importante en el momento de diseñar una [arquitectura de computadores](#).

El tamaño de una palabra se refleja en muchos aspectos de la estructura y las operaciones de las computadoras. La mayoría de los registros en un ordenador normalmente tienen el tamaño de la palabra. El valor numérico típico manipulado por un ordenador es probablemente el tamaño de palabra. La cantidad de datos transferidos entre la [CPU](#) del ordenador y el sistema de memoria a menudo es más de una palabra. Una dirección utilizada para designar una localización de memoria a menudo ocupa una palabra.

Los ordenadores modernos normalmente tienen un tamaño de palabra de 16, 32 ó 64 bits. Muchos otros tamaños se han utilizado en el pasado, como 8, 9, 12, 18, 24, 36, 39, 40, 48 y 60 bits, el slab (se usa para denominar la [memoria](#) disponible para incrementar una caché manteniendo su rendimiento. Representa una especie de zona de memoria física para la [caché](#) y su tamaño es múltiplo del tamaño de página) es uno de los ejemplos de uno de los primeros tamaños de palabra. Algunos de los primeros ordenadores eran [decimales](#) en vez de [binarios](#), típicamente teniendo un tamaño de palabra de 10 ó 12 dígitos decimales y algunos de los primeros ordenadores no tenían palabras de una longitud de palabra fija.

Algunas veces, el tamaño de una palabra se define para tener un valor particular por [compatibilidad hacia atrás](#) (en [informática](#), la **retrocompatibilidad** o **compatibilidad hacia atrás** (del inglés *backward compatibility*) es un concepto que, referido al [software](#), indica la capacidad de una aplicación informática para utilizar datos creados con versiones anteriores de ella misma, bien permitiendo abrirlos o incluso guardarlos con compatibilidad. El término también hace referencia a la capacidad de un sistema de permitir la ejecución o el uso de versiones del software anteriores a la actual. Referido al [hardware](#), representa la capacidad de ofrecer o soportar funcionalidad de versiones anteriores de un dispositivo) con los ordenadores anteriores. Los [microprocesadores](#) utilizados en [ordenadores personales](#) (por ejemplo, los [Intel Pentium](#) y los [AMD Athlon](#)) son un ejemplo de esto. Su arquitectura [IA-32](#) es una extensión del diseño original del [Intel 8086](#) que tenía un tamaño de palabra de 16 bits. Los procesadores IA-32 siguen soportando programas del 8086 ([x86](#)), así que el significado de "word" en el contexto IA-32 sigue siendo el mismo y se continua diciendo que son 16 bits, a pesar del hecho de que en la actualidad puede (y especialmente cuando el tamaño del operando por defecto es 32-bit) operar más como una máquina con un tamaño de palabra de 32 bits. Similarmente en la nueva arquitectura [x86-64](#), una "palabra" sigue siendo 16 bits, aunque los operandos de 64-bit ("cuádruple palabra") sean más comunes.

Utilización de palabras

Dependiendo de cómo se organiza un ordenador, las unidades de tamaño de palabra se pueden utilizar para:

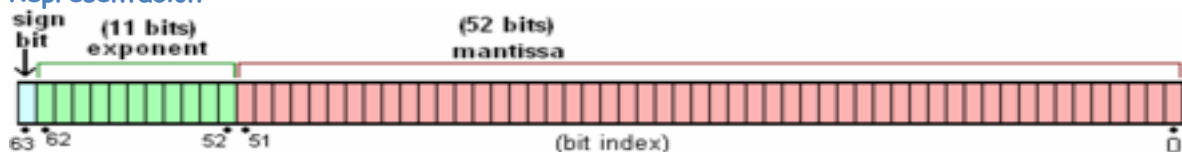
- **Números enteros:** Los contenedores de valores numéricos [enteros](#) pueden estar disponibles en varios tamaños diferentes, pero uno de los tamaños disponibles casi siempre será la *palabra*. Los otros tamaños, suelen ser múltiplos o fracciones del tamaño de palabra. Los tamaños más pequeños normalmente se utilizan sólo por eficiencia en la utilización de memoria, cuando se cargan en el procesador, sus valores normalmente son mayores, contenedores de tamaño palabra.
- **Números en coma flotante:** Los contenedores para valores numéricos en [coma flotante](#) son típicamente una palabra o un múltiplo de una palabra.

Coma flotante o punto flotante es un método de representación de [números reales](#) que se puede adaptar al [orden de magnitud](#) del valor a representar, usualmente trasladando la *coma decimal* —mediante un exponente— hacia la posición de la primera [cifra significativa](#) del valor.

De esta forma, con un número dado de dígitos representativos se obtiene mayor precisión que con la [coma fija](#), debido a que el valor de estos dígitos es siempre significativo sea el que sea el orden de magnitud del número a representar. Debido a esta adaptación, permite representar un rango mucho mayor de números (determinado por los valores límite que puede tomar el exponente).

Su uso es especialmente interesante en la [informática](#) pues permite trabajar con números decimales en rangos amplios, aunque también se usa el [truncado](#) de decimales.

Representación



Representación [binaria](#) de números en coma flotante de doble precisión.

Una representación en coma flotante se compone de tres números (**campos**) que siguen el siguiente patrón:

$$r = m \cdot b^e$$

r : valor real del número a representar

m : [mantisa](#) o **significando**, [dígitos significativos](#) del número. El tamaño máximo de este campo, usualmente fijo y limitado, determina la **precisión** de la representación. Este campo está usualmente **normalizado**, es decir, su parte entera sólo consta de un dígito (que será la primera cifra significativa del número a representar).

b : **base** del sistema de representación (10 en sistema decimal, 8 en sistema octal, 2 en [sistema binario](#), etc)

e : **exponente**, orden de magnitud del significando. El mínimo y máximo valor posible del exponente determinan el rango de valores representables. Cabe añadir que cuando e vale cero el valor real coincide con el significando.

En ciertos casos se usa como $r = s \cdot m \cdot b^e$, con un cuarto campo, s , que tiene el valor de 1 ó -1 según el signo del número (que se extrae del significando).

Sistema decimal

Notación científica

Con el fin de optimizar la notación de cifras de numerosos dígitos, se acude al uso de unidades múltiples en el caso de ser un valor métrico o a la coma flotante en los demás. Su uso es común en la física por los valores amplios e imprecisos que se acostumbran a obtener. Por esta razón también se incluye cierta permisividad con la inexactitud del valor. El error que puede surgir del empleo de este método se suele combinar al error calculado de los resultados.

El método utilizado es mover la coma a la parte más significativa de la cifra, es decir, variando el peso aritmético de los dígitos que lo componen. Para entender el significado de los números en coma flotante, acudimos a ejemplos más evidentes del sistema decimal:

- Supongamos que tenemos los siguientes números reales: 3135,07; 0,04576 y 0,063.
- Tomando de éstos sus 6 dígitos significativos, su conversión a notación de coma flotante normalizada, en donde la coma decimal se sitúa a la derecha del primer dígito, se escribirán $3,13507 \times 10^3$; $4,57600 \times 10^{-2}$ y $6,92337 \times 10^{-7}$.

Como se observa en estos ejemplos, la coma decimal se ha desplazado hacia la derecha o hacia la izquierda para obtener la misma estructura en la notación. La pérdida de información en el tercer caso es potencialmente despreciable, su error es del 0,001%.

En notación de coma fija, con 4 dígitos para los enteros y 2 dígitos, para los decimales se obtendría 3135,07; 0,04 y 69233704,06 pudiendo perder información importante en entornos no controlados de uso.

Sistema binario

Un valor real se puede extender a la izquierda o a la derecha de forma arbitraria. En la informática se dispone de una cantidad limitada de dígitos para representar un valor, un número real puede rebasar este rango con facilidad. La coma flotante proporciona un cambio de ponderación que en este entorno técnico permite almacenar valores con partes significativas de peso alejado a 0, esto es alejadas de la coma a su derecha o a su izquierda. La limitación se halla cuando existe información de peso mucho menor al de la parte significativa que es necesariamente truncado. Sin embargo, y según el uso, la relevancia de esos datos puede ser despreciable, razón por la cual el método es interesante pese a ser una potencial fuente de error.

Técnicamente no se puede *colocar* una coma en una cifra puesto que sólo se pueden manejar valores de 0 y 1. Para resolver el problema se fuerza que la mantisa esté normalizada, con lo cual se conoce la posición de la coma.

El bit de mayor peso define si hay signo negativo o no lo hay. Le siguen una serie de bits que definen el exponente en defecto a la mitad del rango de dichos bits. El resto de bits son la mantisa.

Emplearemos varios ejemplos en una notación de 16 bit para describir el método usado:

s	e	m	
1	100011	011101100	= 0xC6EC
0	011011	111001101	= 0x37CD
0	101001	000000001	= 0x5201

En este caso, el exponente ocupa 6 bits capaces de representar de 0 a 63, por lo tanto, al exponente se le suma 31 en esta notación. La mantisa, al ser normalizada, tendrá siempre un 1 en su parte entera. Este bit redundante se denomina **bit oculto** o implícito y no se incluye en esta notación.

La notación genérica mencionada arriba para la coma flotante es pues respectivamente:

$$-1 \times 1,011101100 \times 10^{100} = 10111,01100$$

$$1 \times 1,111001101 \times 10^{-110} = 0,000000000000001111001101$$

$$1 \times 1,000000001 \times 10^{1010} = 100000000010$$

(con todos los valores expresados en representación binaria)

La notación en coma flotante es más lenta de procesar y menos precisa que la notación en [coma fija](#), pero dado un tamaño fijo de dígitos, permite un mayor rango en los números que se pueden representar con ellos.

Debido a que las operaciones aritméticas que se realizan con números en coma flotante son muy complejas de realizar, muchos sistemas destinan un procesador especial para la realización específica de este tipo de operaciones, denominado [Unidad de Coma Flotante](#).

En ordenadores y calculadoras los números en coma flotante se suelen representar de forma distinta. Donde se debería escribir $m \times b^e$ se suele escribir mEe (por ejemplo $1.857252E06$, también escrito $1.857252E06$ y $1.857252E + 06$; otro ejemplo: $1.857252E - 06$) o incluso, sobre todo en calculadoras científicas: m^b , aunque técnicamente es incorrecto (por ejemplo 9.856723^{48}).

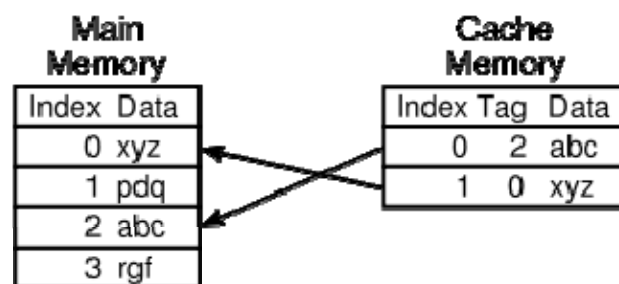
- **Direcciones:** Los contenedores para direcciones de memoria tienen que ser capaces de expresar el rango necesario de valores, pero no excesivamente grandes. A menudo el tamaño utilizado es el de la palabra pero puede ser un múltiplo o una fracción.

- **Registros:** Los registros son diseñados con un tamaño apropiado para el tipo de dato que almacenan, p.ej. enteros, números en coma flotante o direcciones. Muchas arquitecturas de computadores utilizan registros de "propósito general" que pueden albergar varios tipos de datos, estos registros se dimensionan para permitir los más grandes de estos tipos y el tamaño típico es el tamaño de palabra de la arquitectura.
- **Transferencia memoria-procesador:** Cuando el procesador lee del subsistema de memoria a un registro o escribe el valor de un registro en memoria, la cantidad de datos transferidos es a menudo una palabra. En los subsistemas de memoria simples, las palabras son transferidas sobre el [bus de datos](#) de memoria, que típicamente tiene un ancho de una palabra o media palabra. En los subsistemas de memoria que utilizan [cache](#), la transferencia de tamaño palabra se produce entre el procesador y la caché de nivel uno, en los niveles más bajos de la [jerarquía de memoria](#) las grandes transferencias (con múltiplos de la longitud de palabra) son normalmente utilizadas.

Caché. En [informática](#), una caché es un conjunto de datos duplicados de otros originales, con la propiedad de que los datos originales son costosos de acceder, normalmente en tiempo, respecto a la copia en el caché. Cuando se accede por primera vez a un dato, se hace una copia en el caché; los accesos siguientes se realizan a dicha copia, haciendo que el tiempo de acceso medio al dato sea menor.

El término caché puede utilizarse también para una zona de memoria de disco denominado [caché de disco](#) (*Disk cache* o *Cache buffer* en [inglés](#)).

Diagrama de una memoria caché de CPU.



Composición interna

La memoria caché está estructurada por celdas, donde cada celda almacena un byte. La entidad básica de almacenamiento la conforman las filas, llamados también líneas de caché. Por ejemplo, una caché L2 de 512 KB se distribuye en 16.384 filas y 32 columnas

Cuando se copia o se escribe información de la RAM, por cada movimiento siempre cubre una línea de caché.

La memoria caché tiene incorporado, un espacio de almacenamiento llamado Tag RAM, que indica a que porción de la RAM se halla asociada cada línea de caché, es decir permite traducir una dirección de RAM en una línea de caché concreta.

Diseño

En el diseño de la memoria caché se deben considerar varios factores que influyen directamente en el rendimiento de la memoria y por lo tanto en su objetivo de aumentar la velocidad de respuesta de la [jerarquía de memoria](#). Estos factores son las políticas de ubicación, extracción, reemplazo, escritura y el tamaño de la caché y de sus bloques.

Política de ubicación

Decide dónde debe colocarse un bloque de memoria principal que entra en la memoria caché. Las más utilizadas son:

- *Directa*: Al bloque n -ésimo de memoria principal le corresponde la posición $n \bmod k$ donde k es el número de bloques de la memoria caché.
- *Asociativa*: Cualquier bloque de memoria principal puede ir en cualquier lado del bloque de memoria caché.
- *Asociativa por conjuntos*: La memoria caché se divide en varios conjuntos de bloques, así al bloque i -ésimo de memoria principal le corresponde el conjunto $i \bmod (k/n)$ donde k es el número de bloques de memoria caché. Dicho bloque de memoria podrá ubicarse en cualquier posición dentro del conjunto asociado de la memoria caché.

Política de extracción

La política de extracción determina cuándo y que bloque de memoria principal hay que traer a memoria caché. Existen dos políticas muy extendidas:

- *Por demanda*: Un bloque sólo se trae a memoria caché cuando ha sido referenciado y se produzca un fallo.
- *Con prebúsqueda*: Cuando se referencia el bloque i -ésimo de memoria principal, se trae además el bloque $(i+1)$ -ésimo. Esta política se basa en la propiedad de localidad espacial de los programas.

Política de reemplazo

Determina qué bloque de memoria caché debe abandonarla cuando no existe espacio disponible para un bloque entrante. Básicamente hay cuatro políticas que son:

- *Aleatoria*: El bloque es reemplazado de forma [aleatoria](#).
- *FIFO*: Se usa un algoritmo *First In First Out* [FIFO](#) (PEPS, primero entrado primero salido en español) para determinar qué bloque debe abandonar la caché. Este algoritmo generalmente es poco eficiente.
- *Menos recientemente usado (LRU)*: Se sustituye el bloque que hace más tiempo que no se ha utilizado.
- *Menos frecuentemente usado (LFU)*: Se reemplaza el bloque que se ha usado con menos frecuencia.

Siendo la Aleatoria y la LRU las de mejor rendimiento.

Política de escritura

Determina cuándo se actualiza la información en memoria principal cuando se ha escrito en memoria caché. Existen dos políticas principales:

- *Escritura inmediata o escritura directa:* En inglés *Write Through*. Cuando se escribe en un bloque que se encuentra en memoria caché, la información se modifica también simultáneamente en memoria principal, manteniendo así la [coherencia](#) en todo momento. Suele combinarse con la técnica de "No carga en escritura" (*No Write Allocation*) que significa que, cuando haya que escribir en un bloque que no se encuentra en la caché, la modificación se realizará únicamente en memoria principal, sin traer dicho bloque a caché, y además sólo se actualizará la palabra concreta que haya cambiado.
 - *Escritura aplazada o post-escritura:* En inglés *Write Back*. Cuando se escribe en un bloque que se encuentra en memoria caché, queda marcado como *sucio* usando un [bit](#) especial llamado normalmente *dirty bit* o *bit de sucio*. Cuando el bloque sea desalojado de memoria caché (mediante la correspondiente política de reemplazo), se comprueba el bit de sucio, y si está activado se escribe la información de dicho bloque en memoria principal. Esta política suele combinarse con la técnica de "Carga en escritura" (*Write Allocation*), que significa que, cuando haya que escribir en un bloque que no se encuentra en la caché, traeremos a caché el bloque en cuestión y lo modificaremos ahí.
- **Resolución de unidades de dirección:** Es una arquitectura dada, los sucesivos valores de direcciones designan sucesivas unidades de memoria. En muchos ordenadores, la unidad puede ser un carácter o una palabra (algunos han utilizado una resolución de bit). Si la unidad es una palabra, entonces se puede acceder a una gran suma de memoria utilizando una dirección de un tamaño dado. Por otra parte, si la unidad es un byte, se pueden direccionar caracteres individuales (p.ej. seleccionados durante la operación de memoria).
 - **Instrucciones:** Las [instrucciones máquina](#) normalmente son fracciones o múltiplos de la longitud de palabra de la arquitectura. Esta es una elección natural ya que las instrucciones y los datos normalmente comparten el mismo subsistema de memoria. En la [arquitectura Harvard](#) el tamaño de palabra de instrucciones y datos no está relacionado.

Elección del tamaño de palabra

Cuando se diseña una arquitectura de computadores, la elección de la longitud de palabra es de substancial importancia. Hay consideraciones de diseño que promueven tamaños de agrupaciones de bits para usos particulares (p.ej. direcciones) y estas consideraciones apuntan a diferentes tamaños para diferentes usos. Sin embargo, las consideraciones de economía en diseños fuertemente apuestan por un tamaño o unos cuantos tamaños relacionados por múltiplos o fracciones (submúltiplos) de una longitud primaria. El tamaño elegido se convierte en la longitud de palabra de la arquitectura.

El tamaño de [carácter](#) es una de las influencias en la elección de la longitud de palabra. Antes de mediados de los [años 1960](#), los caracteres se almacenaban a menudo en seis bits, esto permitía como mucho 64 caracteres, así que los alfabetos se limitaban a las mayúsculas. Como es eficiente en tiempo y espacio que el tamaño de palabra sea un múltiplo del tamaño de carácter, las longitudes de palabra en este periodo eran normalmente múltiplos de 6 bits (en máquinas binarias). Una elección común fueron las palabras de 32 bits, que es también un buen tamaño para las propiedades numéricas de un formato en coma flotante.

Después de la introducción del [IBM S/360](#), diseño que utilizaba caracteres de 8 bits y soportaba letras minúsculas, el tamaño estándar de un carácter (o más correctamente, un [byte](#)) se convirtió en ocho bits. Los tamaños de palabra a partir de entonces fueron naturalmente múltiplos de Ocho bits, con 16, 32 y 64 bits siendo utilizados comúnmente.

En [arquitectura de ordenadores](#), **16 bits** es un adjetivo usado para describir [enteros](#), [direcciones de memoria](#) u otras unidades de datos que comprenden hasta 16 [bits](#) de ancho, o para referirse a una arquitectura de [CPU](#) y [ALU](#) basadas en [registros](#), [bus de direcciones](#) o [bus de datos](#) de ese ancho.

Arquitecturas de palabra variable

Los primeros diseños de máquinas incluye algunos que utilizaban lo que a menudo se llamaba una *longitud de palabra variable*. En este tipo de organización, un operando numérico no tiene longitud fija sino que se detecta cuando termina con un carácter especial, como las máquinas utilizaban el [BDC](#) para números. Ejemplos de esta clase de máquinas son el [IBM 702](#), el [IBM 705](#), el [IBM 7080](#), el [IBM 7010](#), el [UNIVAC 1050](#), el [IBM 1401](#) y el [IBM 1620](#).

Muchas de estas máquinas trabajan con una unidad de memoria a la vez y como cada instrucción de datos tiene una longitud de varias unidades, cada instrucción tarda varios ciclos solamente en acceder a memoria. Por esta razón, estas máquinas a veces son tan lentas. Por ejemplo, las instrucciones de un IBM 1620 Modelo I tardan 8 ciclos sólo para leer 12 dígitos de la instrucción (el Modelo II lo redujo a 6 ciclos, pero reducía los tiempos a 4 ciclos si ambos campos de direcciones no se necesitaban en la instrucción).

Las potencias de 2

Los valores de datos pueden ocupar diferentes tamaños de memoria, porque, por ejemplo, algunos números necesitan ser capaces de tener más precisión que otros. Los tamaños comúnmente utilizados normalmente se eligen para ser múltiplos de [potencias de 2](#) de la unidad de resolución direcciones (byte o palabra). Esto es conveniente porque convirtiendo el índice de un elemento de un array en la dirección del elemento sólo requiere una operación de desplazamiento (que es sólo una pista

conductora en hardware) en vez de una multiplicación. En algunos casos esta relación puede también evitar la utilización de operaciones de división. Como resultado, muchos diseños de computadores modernos tienen tamaños de palabra (y otros tamaños de operandos) que son una potencia de 2 veces el tamaño de un byte.

Familias de tamaños

Según los diseños de computadores que se han hecho más complejos, la importancia central de un tamaño de palabra simple en una arquitectura ha decrecido. Aunque gran parte de hardware puede utilizar una amplia variedad de tamaños de datos, las fuerzas del mercado ejercen presión para mantener la [compatibilidad hacia atrás](#) mientras se extienden las capacidades de los procesadores. Como resultado, lo que tenía que haber sido el tamaño de palabra central en un diseño reciente tiene que coexistir como un tamaño alternativo a la longitud de palabra original en un diseño de compatibilidad hacia atrás. La longitud de palabra original permanece estando disponible en diseños futuros, formando las bases de un tamaño de familia.

Un gran ejemplo de esto se puede ver en los diseños [x86](#). La arquitectura del [8086](#) original claramente utilizaba un tamaño de palabra de 16 bits. El significativamente realizado diseño del [80386](#) añadido al 8086 es base de una organización que está basada en unidades de 32 bits. Si fuera un diseño libre, habría tenido un tamaño de palabra de 32 bits, pero como extensión del 8086, su tamaño de palabra continuó siendo considerado como 16 bits. Como resultado, se dice que el 80386 y sus sucesores son de "32-bit", pero normalmente no tienen una palabra de 32 bits. Esta misma situación ha vuelto a ocurrir recientemente en la misma línea, como las extensiones de arquitectura [AMD64](#) haciendo que predomine el tamaño de 64 bits sin descartar el soporte para 16 y 32 bits.

Se puede ver que una arquitectura de computadores actual está basada en una familia de tamaños relacionados estrechamente más que en un tamaño de palabra simple omnipresente. Los tamaños están íntimamente relacionados unos con otros mediante factores enteros, normalmente potencias de dos. Denominar a uno de ellos longitud de palabra de la arquitectura puede ser algo arbitrario y la longitud puede ser designada por la historia de la evolución de la arquitectura más que por las propiedades del tamaño propiamente dicho en un diseño reciente.

Dword y Qword

En ciencias de computadores, **Dword** (en inglés *double word*, doble palabra) es una unidad de datos que es dos veces el tamaño de una palabra. En las plataformas [x86](#), que tienen una longitud de palabra de 16 [bits](#), una unidad dword tiene una longitud de 32 [bits](#).

Qword (en inglés *quadruple word*, cuádruple palabra) es una unidad de datos que es dos veces el tamaño de una palabra. En las plataformas x86, esta unidad de datos es 64 bits.

Finalmente, Intel utiliza el término DQWord (en inglés **double quadruple word**, doble cuádruple palabra) para denotar datos de 128 bits, encontrado en la implementación del **SSE** ((Streaming **SIMD** Extensions) es una extensión al grupo de instrucciones MMX para procesadores **Pentium III**, introducida por **Intel** en febrero de **1999**. Las instrucciones SSE son especialmente adecuadas para decodificación de **MPEG2**, que es el **códec** utilizado normalmente en los **DVD**, procesamiento de gráficos tridimensionales y software de reconocimiento de voz. Estas fueron inicialmente conocidas como "KNI" por Katmai New Instructions (Katmai fue el nombre código de la primera revisión del núcleo del **Pentium III**, Intel estaba interesada en distinguir su nueva línea de procesadores de la generación anterior, el **Pentium II**. En febrero de **2001**, **AMD** agregó esta tecnología en su procesador **Athlon XP**.

Estas instrucciones operan con paquetes de operandos en **coma flotante** de precisión simple(FP).

Hay varios tipos de instrucciones SSE

- Instrucciones SSE de Transferencia de datos.
- Instrucciones SSE de Conversión.
- Instrucciones SSE Aritméticas.
- Instrucciones SSE lógicas.

Con la tecnología SSE, los microprocesadores **x86** fueron dotados de setenta nuevas instrucciones y de ocho registros nuevos: del xmm0 al xmm7. Estos registros tienen una extensión de 128 bits (es decir que pueden almacenar hasta 16 bytes de información cada uno). A diferencia de su antecesor, **MMX**, la utilización de SSE no implicaba la inhabilitación de la unidad de coma flotante (FPU en inglés) por lo que no era necesario habilitarla nuevamente, lo que significaba para MMX una significativa pérdida de velocidad) y sus antecesores.

Tabla de tamaños de palabra

Año	Arquitectura	Longitud de palabra (w)	Enteros	Punto flotante	Instrucción	Unidad de direcciones	Longitud de carácter
1941	Zuse Z3	22 b	-	w	8 b	w	-
1942	ABC	50 b	w	-	-	-	-
1944	Harvard Mark I	23 d	w	-	24 b	-	-
1946 (1948) {1953}	ENIAC (w/ Panel #16) {w/ Panel #26 }	10 d	$w, 2w$ (w) { w }	-	- ($2d, 4d, 6d, 8d$)	- { w }	-
1951	UNIVAC I	12 d	w	-	$\frac{1}{2}w$	w	1 d
1952	Máquina IAS	40 b	w	-	$\frac{1}{2}w$	w	5 b
1952	IBM 701	36 b	$\frac{1}{2}w, w$	-	$\frac{1}{2}w$	$\frac{1}{2}w, w$	6 b
1952	UNIVAC 60	n d	$1d, \dots 10d$	-	-	-	$2d, 3d$
1953	IBM 702	n d	$0d, \dots 511d$	-	$5d$	d	1 d
1953	UNIVAC 120	n d	$1d, \dots 10d$	-	-	-	$2d, 3d$

Año	Arquitectura	Longitud de palabra (w)	Enteros	Punto flotante	Instrucción	Unidad de direcciones	Longitud de carácter
1954 (1955)	IBM 650 (w/ IBM 653)	10 d	w	- (w)	w	w	2 d
1954	IBM 704	36 b	w	w	w	w	6 b
1954	IBM 705	n d	0d, ... 255d	-	5d	d	1 d
1954	IBM NORC	16 d	w	w, 2w	w	w	-
1956	IBM 305	n d	1d, ... 100d	-	10d	d	1 d
1958	UNIVAC II	12 d	w	-	$\frac{1}{2}w$	w	1 d
1958	SAGE	32 b	$\frac{1}{2}w$	-	w	w	6 b
1958	Autonetics Recomp II	40 b	w, 79 b, 8d, 15d	2w	$\frac{1}{2}w$	$\frac{1}{2}w, w$	5 b
1959	IBM 1401	n d	1d, ...	-	d, 2d, 4d, 5d, 7d, 8d	d	1 d
1959 (TBD)	IBM 1620	n d	2d, ...	- (4d, ... 102d)	12d	d	2 d
1960	LARC	12 d	w, 2w	w, 2w	w	w	2 d
1960	IBM 1410	n d	1d, ...	-	d, 2d, 6d, 7d, 11d, 12d	d	1 d
1960	IBM 7070	10 d	w	w	w	w, d	2 d
1960	PDP-1	18 b	w	-	w	w	6 b
1961	IBM 7030 (Stretch)	64 b	1b, ... 64b, 1d, ... 16d	w	$\frac{1}{2}w, w$	b, $\frac{1}{2}w, w$	1 b, ... 8 b
1961	IBM 7080	n d	0d, ... 255d	-	5d	d	1 d
1962	UNIVAC III	25 b, 6 d	w, 2w, 3w, 4w	-	w	w	6 b
1962	UNIVAC 1107	36 b	$\frac{1}{6}w, \frac{1}{3}w, \frac{1}{2}w, w$	w	w	w	6 b
1962	IBM 7010	n d	1d, ...	-	d, 2d, 6d, 7d, 11d, 12d	d	1 d
1962	IBM 7094	36 b	w	w, 2w	w	w	6 b
1963	Gemini Guidance Computer	39 b	26 b	-	13 b	13 b, 26 b	-
1963 (1966)	Apollo Guidance Computer	15 b	w	-	w, 2w	w	-
1964	CDC 6600	60 b	w	w	$\frac{1}{4}w, \frac{1}{2}w$	w	6 b
1965	IBM 360	32 b	$\frac{1}{2}w, w, 1d, \dots 16d$	w, 2w	$\frac{1}{2}w, w, 1\frac{1}{2}w$	8 b	8 b
1965	UNIVAC 1108	36 b	$\frac{1}{6}w, \frac{1}{4}w, \frac{1}{3}w, \frac{1}{2}w, w, 2w$	w, 2w	w	w	6 b, 9 b
1965	PDP-8	12 b	w	-	w	w	8 b
1970	PDP-11	16 b	w	2w, 4w	w, 2w, 3w	8 b	8 b
1971	Intel 4004	4 b	w, d	-	2w, 4w	w	-
1972	Intel 8008	8 b	w, 2d	-	w, 2w, 3w	w	8 b
1972	Calcomp 900	9 b	w	-	w, 2w	w	8 b
1974	Intel 8080	8 b	w, 2w, 2d	-	w, 2w, 3w	w	8 b
1975	Cray-1	64 b	24 b, w	w	$\frac{1}{4}w, \frac{1}{2}w$	w	8 b
1975	Motorola 6800	8 b	w, 2d	-	w, 2w, 3w	w	8 b

Año	Arquitectura	Longitud de palabra (w)	Enteros	Punto flotante	Instrucción	Unidad de direcciones	Longitud de carácter
1975	MOS Tech. 6501 MOS Tech. 6502	8 b	$w, 2d$	-	$w, 2w, 3w$	w	8 b
1976	Zilog Z80	8 b	$w, 2w, 2d$	-	$w, 2w, 3w, 4w, 5w$	w	8 b
1978 (1980)	Intel 8086 (w/ Intel 8087)	16 b	$\frac{1}{2}w, w, 2d$ ($w, 2w, 4w$)	- ($2w, 4w, 5w, 17d$)	$\frac{1}{2}w, w, \dots 7w$	8 b	8 b
1978	VAX-11/780	32 b	$\frac{1}{4}w, \frac{1}{2}w, w, 1d, \dots$ $31d, 1b, \dots 32b$	$w, 2w$	$\frac{1}{4}w, \dots 14\frac{1}{4}w$	8 b	8 b
1979	Motorola 68000	32 b	$\frac{1}{4}w, \frac{1}{2}w, w, 2d$	-	$\frac{1}{2}w, w, \dots 7\frac{1}{2}w$	8 b	8 b
1982 (1983)	Motorola 68020 (w/ Motorola 68881)	32 b	$\frac{1}{4}w, \frac{1}{2}w, w, 2d$	- ($w, 2w, 2\frac{1}{2}w$)	$\frac{1}{2}w, w, \dots 7\frac{1}{2}w$	8 b	8 b
1985	ARM1	32 b	w	-	w	8 b	8 b
1985	MIPS	32 b	$\frac{1}{4}w, \frac{1}{2}w, w$	$w, 2w$	w	8 b	8 b
1989	Intel 80486	16 b	$\frac{1}{2}w, w, 2d$ $w, 2w, 4w$	$2w, 4w, 5w, 17d$	$\frac{1}{2}w, w, \dots 7w$	8 b	8 b
1989	Motorola 68040	32 b	$\frac{1}{4}w, \frac{1}{2}w, w, 2d$	$w, 2w, 2\frac{1}{2}w$	$\frac{1}{2}w, w, \dots 7\frac{1}{2}w$	8 b	8 b
1991	PowerPC	32 b	$\frac{1}{4}w, \frac{1}{2}w, w$	$w, 2w$	w	8 b	8 b
2000	IA-64	64 b	8 b, $\frac{1}{4}w, \frac{1}{2}w, w$	$\frac{1}{2}w, w$	41 b	8 b	8 b
2002	XScale	32 b	w	$w, 2w$	$\frac{1}{2}w, w$	8 b	8 b

claves: b: bits, d: dígitos decimales, w: tamaño de palabra de arquitectura, n: tamaño variable



ARQUITECTURAS BÁSICAS.

Los ordenadores se pueden clasificar en base a su arquitectura. Existen dos arquitecturas principales, denominadas **Von Neumann** y **Hardvard**. La diferencia fundamental se encuentra en el modo de almacenar en la memoria las instrucciones y los datos con los que trabajan.

En las máquinas Von Neumann, las instrucciones y los datos conviven en el mismo espacio de memoria, sin existir separación física.

Los ordenadores con arquitectura Hardvard dividen el espacio de almacenamiento en dos bloques de memoria físicamente separados. Uno de los bloques almacena las instrucciones, y el otro almacena los datos. El acceso a dichos espacios de almacenamiento se realiza mediante buses diferentes, lo que hace posible la lectura simultánea de instrucciones y datos.

Las máquinas con arquitectura Hardvard presentan un mayor rendimiento en la ejecución de instrucciones, ya que pueden leer instrucciones y datos de forma simultánea. Hay que tener presente que en una memoria sólo se puede obtener un dato o instrucción en cada acceso (salvo en el caso de las memorias multipuerto). Para aclarar esto, considere el proceso de ejecución de una instrucción en una máquina Von Neumann:

- Primero se accede a la memoria para obtener la instrucción a ejecutar, y se descodifica dicha instrucción, conociendo así la operación a realizar y los operandos con los que trabajar.
- Después se realizan los accesos necesarios a la memoria (uno tras otro) para obtener los datos con los que operar. Por ejemplo, en la instrucción "MUL A,B" (multiplicar dato A por dato B), se requiere dos accesos a la memoria: uno para obtener el valor A, y otro para obtener el valor B. Finalmente, se ejecuta la instrucción, y se accede a la memoria para almacenar el resultado de la operación.

En una máquina con arquitectura Harvard, mientras la CPU obtiene los datos requeridos por una instrucción se puede leer -simultáneamente- la siguiente instrucción a ejecutar, con lo que el rendimiento es claramente superior. Evidentemente, esto no se puede hacer en una máquina Von Neumann, ya que mientras se accede a los datos, no es posible leer una instrucción al mismo tiempo, puesto que sólo hay una memoria, y un solo bus que la une a la CPU.

También existen máquinas con arquitectura Harvard modificada, que emplean dos buses diferentes para acceder a los datos. El funcionamiento mejora aún más, puesto que se puede leer una instrucción y dos datos de forma simultánea.

Es importante recordar que el PC es una máquina Von Neumann, y por tanto cumple con las características descritas para dicha arquitectura.



Arquitectura de los computadores es el diseño conceptual y la estructura operacional fundamental de un sistema de [computadora](#). Es decir, es un modelo y una descripción funcional de los requerimientos y las implementaciones de diseño para varias partes de una computadora, con especial interés en la forma en que la [unidad central de proceso](#) (CPU) trabaja internamente y accede a las direcciones de memoria.

También suele definirse como la forma de seleccionar e interconectar componentes de [hardware](#) para crear computadoras según los requerimientos de funcionalidad, rendimiento y costo.

La segmentación de instrucciones es similar al uso de una cadena de montaje en una fábrica de manufacturación. En las cadenas de montaje, el producto pasa a través de varias etapas de producción antes de tener el producto terminado. Cada etapa o segmento de la cadena está especializada en un área específica de la línea de producción y lleva a cabo siempre la misma actividad. Esta tecnología es aplicada en el diseño de procesadores eficientes. A estos procesadores se les conoce como pipeline processors.

Un pipeline processor está compuesto por una lista de segmentos lineales y secuenciales en donde cada segmento lleva a cabo una tarea o un grupo de tareas computacionales.

Los datos que provienen del exterior se introducen en el sistema para ser procesados. El computador realiza operaciones con los datos que tiene almacenados en memoria. El computador produce nuevos datos o información para uso externo. Las arquitecturas y los conjuntos de instrucciones se pueden clasificar considerando los siguientes aspectos:

- Almacenamiento de operandos en la CPU: donde se ubican los operandos aparte de la memoria.
- Número de operandos explícitos por instrucción: cuantos operandos se expresan en forma explícita en una instrucción típica. Normalmente son 0, 1, 2 y 3.
- Posición del operando: Puede cualquier operando estar en memoria o deben estar algunos o todos en los registros internos de la CPU. Como se especifica la dirección de memoria (modos de direccionamiento disponibles)
- Operaciones: Que operaciones están disponibles en el conjunto de instrucciones.
- Tipo y tamaño de operandos y como se especifican.

Almacenamiento de operandos en la CPU

La diferencia básica esta en el almacenamiento interno de la CPU. Las principales alternativas son:

- Pila
- Acumulador
- Conjunto de registros
- Características

En una arquitectura de acumulador un operando esta implícitamente en el acumulador siempre leyendo e ingresando datos. (Ej: calculadora Standard)

En la arquitectura de pila no es necesario nombrar a los operandos ya que estos se encuentran en el tope de la pila. (Ej: calculadora de pila HP)

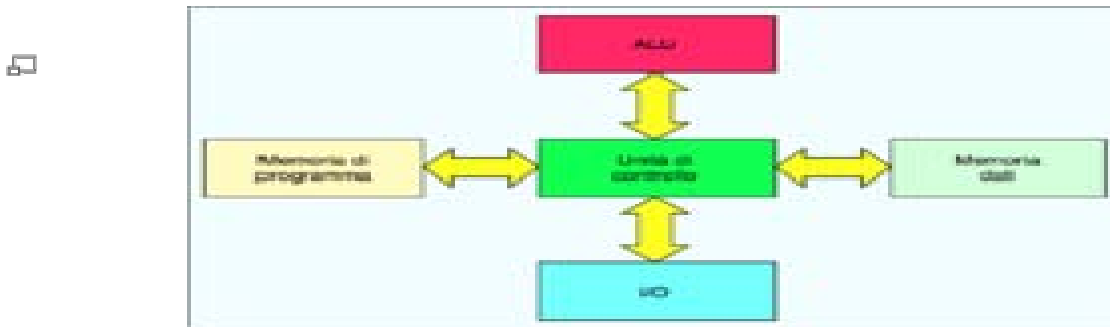
La arquitectura de registros tiene solo operandos explícitos (es aquel que se nombra) en registros o memoria.

Ventajas de los diferentes tipos de Arquitecturas

- Pila : Modelo sencillo para evaluar expresiones complejas (notación polaca inversa), instrucciones cortas, las instrucciones no van acompañadas.

- Acumulador: Instrucciones cortas. Minimiza estados internos de la maquina. (unidad de control sencilla)
- Registro: Modelo más general para el código de instrucciones parecidas. Automatiza generación de código y la reutilización de operandos. Reduce el tráfico a memoria. Un computador actualmente tiene como estándar 32 registros. El acceso a los datos es más rápido.

Arquitectura Harvard



El término **Arquitectura Harvard** originalmente se refería a las [arquitecturas de computadoras](#) que utilizaban dispositivos de almacenamiento físicamente separados para las instrucciones y para los datos (en oposición a la [Arquitectura Eckert-Mauchly](#)). El término proviene de la computadora [Harvard Mark I](#), que almacenaba las instrucciones en cintas perforadas y los datos en interruptores.

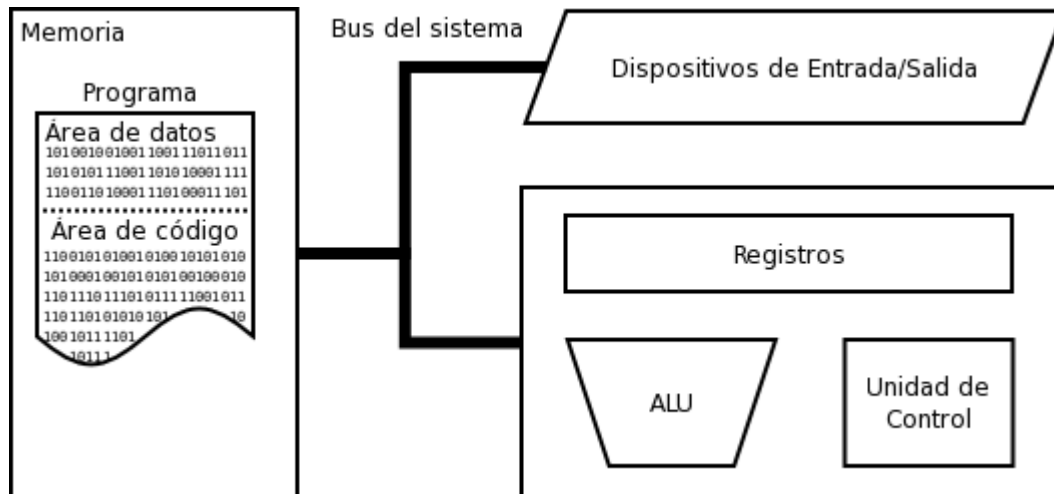
Todas las computadoras constan principalmente de dos partes, la [CPU](#) que procesa los datos, y la [memoria](#) que guarda los datos. Cuando hablamos de memoria manejamos dos parámetros, los datos en sí, y el lugar donde se encuentran almacenados (o [dirección](#)). Los dos son importantes para la CPU, pues muchas instrucciones frecuentes se traducen a algo así como "coge los datos de ésta dirección y añádelos a los datos de ésta otra dirección", sin saber en realidad qué es lo que contienen los datos.

En los últimos años la velocidad de las CPUs ha aumentado mucho en comparación a la de las memorias con las que trabaja, así que se debe poner mucha atención en reducir el número de veces que se accede a ella para mantener el rendimiento. Si, por ejemplo, cada instrucción ejecutada en la CPU requiere un acceso a la memoria, no se gana nada incrementando la velocidad de la CPU - este problema es conocido como 'limitación de memoria'.

Se puede fabricar memoria mucho más rápida, pero a costa de un precio muy alto. La solución, por tanto, es proporcionar una pequeña cantidad de memoria muy rápida conocida con el nombre de [caché](#). Mientras los datos que necesita el procesador estén en la caché, el rendimiento será mucho mayor que si la caché tiene que obtener primero los datos de la memoria principal. La optimización de la caché es un tema muy importante de cara al diseño de computadoras.

La arquitectura Harvard ofrece una solución particular a este problema. Las instrucciones y los datos se almacenan en cachés separadas para mejorar el rendimiento. Por otro lado, tiene el inconveniente de tener que dividir la cantidad de caché entre los dos, por lo que funciona mejor sólo cuando la frecuencia de lectura de instrucciones y de datos es aproximadamente la misma. Esta arquitectura suele utilizarse en DSPs, o [procesador de señal digital](#), usados habitualmente en productos para procesamiento de audio y video.

Arquitectura Eckert-Mauchly



La **arquitectura Eckert-Mauchly**, incorrectamente denominada de «Von Neumann», se refiere a las [arquitecturas de computadoras](#) que utilizan el mismo dispositivo de almacenamiento tanto para las instrucciones como para los datos (a diferencia de la [arquitectura Harvard](#)). El término se acuñó a partir del memorando *First Draft of a Report on the EDVAC (1945)* escrito por el conocido matemático [John von Neumann](#) en el que se proponía el concepto de programa almacenado. Dicho documento fue redactado en vistas a la construcción del sucesor de la [computadora ENIAC](#) y su contenido fue desarrollado por [John Presper Eckert](#), [John William Mauchly](#), [Arthur Burks](#) y otros durante varios meses antes de que von Neumann redactara el borrador del informe.

Los ordenadores con arquitectura Eckert-Mauchly constan de cinco partes: La [unidad aritmético-lógica](#) o [ALU](#), la [unidad de control](#), la [memoria](#), un [dispositivo de entrada/salida](#) y el [bus de datos](#) que proporciona un medio de transporte de los datos entre las distintas partes.

Un ordenador con arquitectura Eckert-Mauchly realiza o emula los siguientes pasos secuencialmente:

1. Enciende el ordenador y obtiene la siguiente instrucción desde la memoria en la [dirección](#) indicada por el [contador de programa](#) y la guarda en el [registro de instrucción](#).

2. Aumenta el contador de programa en la longitud de la instrucción para apuntar a la siguiente.
3. Descodifica la instrucción mediante la unidad de control. Ésta se encarga de coordinar el resto de componentes del ordenador para realizar una función determinada.
4. Se ejecuta la instrucción. Ésta puede cambiar el valor del contador del programa, permitiendo así operaciones repetitivas. El contador puede cambiar también cuando se cumpla una cierta condición aritmética, haciendo que el ordenador pueda 'tomar decisiones', que pueden alcanzar cualquier grado de complejidad, mediante la aritmética y lógica anteriores.
5. Vuelve al paso 2.

Hoy en día, la mayoría de ordenadores están basados en esta arquitectura, aunque pueden incluir otros dispositivos adicionales, (por ejemplo, para gestionar las interrupciones de dispositivos externos como ratón, teclado, etc).



CLASIFICACIÓN DE LOS COMPUTADORES.

En los procesos de tratamiento de la información, ésta se representa mediante magnitudes físicas (tensión, intensidad, presión, etc.).

Cuando las magnitudes físicas pueden tomar un valor cualquiera dentro de un rango prefijado, se dice que el sistema correspondiente es un **sistema analógico**. Por ejemplo, la velocidad de un vehículo se mide generando una tensión proporcional a la velocidad; la velocidad puede tomar un valor cualquiera desde cero hasta el valor máximo, y de igual forma la tensión que la representa puede tomar cualquier valor desde cero hasta un valor máximo.

Frente a los sistemas analógicos están los **sistemas digitales**, en los que las magnitudes físicas que se utilizan para representar la información sólo toman valores más discretos. Por ejemplo, si se utilizan señales de tensión para representar la información y estas señales toman sólo valores -5 voltios, 0 voltios, el sistema es digital.

Un sistema digital restringido a sólo dos valores discretos se dice que es binario. Concretamente, **los computadores son sistemas digitales binarios**.

Una de las formas de clasificar las máquinas de calcular tiene en cuenta como se representan internamente y se procesan los datos. Este criterio está ligado a las ideas de sistema analógico y sistema digital citadas anteriormente, y clasifica a las máquinas de calcular en:

- **Calculadoras analógicas.**

Son sistemas analógicos, en los que los datos se representan por señales físicas (eléctricas, por lo general) proporcionales a los valores de las variables. Se utilizan usualmente para resolver ecuaciones matemáticas (generalmente ecuaciones diferenciales), por simulación. Contienen una serie de circuitos o módulos que efectúan con sus señales de entrada operaciones tales como suma, resta, multiplicación, división e integración. Los módulos se interconectan manualmente con cables en un panel frontal.

Calculadora, en su acepción actual, es una máquina capaz de efectuar operaciones aritméticas bajo el control directo del usuario. Es decir, calculadora no es sinónimo de computadora, ya que la primera no enlaza automáticamente las operaciones que realiza, objetivo que se cubre con el programa almacenado en el caso segundo. La calculadora tampoco realiza operaciones de tipo lógico, y solo actúa con datos numéricos.

- **Calculadoras digitales y computadores (u ordenadores).**

Los datos se representan por señales eléctricas discretas (no continuas) que sólo pueden tomar dos valores. Los computadores son más lentos que las calculadoras analógicas, pero funcionan con mayor precisión y su campo de aplicación es mucho más amplio.

- **Calculadoras híbridas o computadores híbridos.**

Son las que tienen elementos o unidades de tipo analógico y de tipo digital.

Los ordenadores, se pueden clasificar atendiendo a diversos criterios.

Uno de ellos hace referencia al uso o propósito para el que fueron diseñados o construidos.

- ✓ **Computador de uso general.**

Es el computador que puede utilizarse para distinto tipo de aplicaciones, tales como gestión administrativa, cálculo científico o cálculos técnicos. Que realice una operación u otra depende del programa que el usuario ordene ejecutar.

- ✓ **Computador de uso específico.**

Es el computador que únicamente puede utilizarse para una aplicación concreta. Ej.: videojuego de bolsillo, robot, guiado de trayectoria de un misil, control de tráfico, etc. Se caracterizan porque ejecutan uno o muy pocos programas. Las unidades de entrada y salida están perfectamente adaptadas a la aplicación específica del computador. La mayoría de computadores de uso específico son computadores embebidos; éstos forman parte de algún sistema pero no se puede acceder a ellos directamente, tal es el caso de los relojes de cuarzo, cámaras, grabadores de video y otros muchos equipos domésticos e industriales.

Un tipo de computador que ha tenido y tiene una gran importancia, por estar siendo uno de los motores principales del desarrollo y difusión de la Informática, constituye los denominados microcomputadores (o microordenadores). Un microcomputador (o microordenador) es un computador cuyo procesador central es un microprocesador. Un microprocesador es uno o varios (muy pocos) circuitos integrados que realizan las funciones de procesador central (UC y ALU). Conviene resaltar el hecho de que el prefijo micro en este caso hace referencia al tamaño de la CPU, y no a las prestaciones de la misma.

El grado de integración de circuitos ha llegado a ser tan elevado que existen comercializados circuitos integrados que contienen no solo la CPU, sino también la memoria (ROM y RAM), y los circuitos de interfaz para la conexión de periféricos. Ejemplos de estos circuitos son TMS1000 (de 4 bits de longitud de palabra), Intel 8051 (8 bits) e Intel 8096 (32 bits). Usualmente estos circuitos se utilizan para la realización de computadores específicos (control de semáforos, control en máquinas lavadoras, etc.) y suelen denominarse microcontroladores.

Una clasificación muy frecuente se hace atendiendo a la potencia, capacidad o tamaño del computador. Esta clasificación es muy difusa, y se efectúa atendiendo a parámetros tales como longitud de palabra, velocidad de funcionamiento, capacidad de la memoria principal, y número de terminales (o usuarios) interactivos conectables, según se puede constatar en la siguiente tabla:

Clasificación de los computadores atendiendo a sus prestaciones

	Longitud de palabra (1)	Velocidad (2)	Memoria principal (3)	Nº. de usuarios (3)	Ejemplo
Supercomputador: Rápido. Puede operar con vectores de datos. Varios procesadores en paralelo. Cálculos a gran velocidad y gran cantidad de datos. Predicciones meteorológicas	64 (60) bits	1000 MIPS	Gbytes/Tbytes	> 150	CRAY
Computador grande (mainframe) Computadores clásicos con amplias posibilidades de procesamiento, memoria y E/S. Suelen requerir instalaciones especiales y son utilizados por instituciones que procesan gran cantidad de datos (bancos, compañías aéreas. Pueden ser utilizados concurrentemente por gran cantidad de usuarios conectados a través de redes, teniendo una gran capacidad de memoria masiva	32 (36) bits	< 100 MIPS	16 a 64 Mbytes/Gbytes	64 a 200	IBM/4361
Computador medio (minicomputador) Son similares a los mainframes pero a escala reducida de prestaciones y precio. Lo utilizan empresas de tipo medio	32 (48, 24, 16, 12) bits	1 a 50 MIPS	1 a 32 MBytes	8 a 150	DEC-VAX/8350

	Longitud de palabra (1)	Velocidad (2)	Memoria principal (3)	Nº. de usuarios (3)	Ejemplo
Estación de trabajo (workstation) Se utilizan en forma monousuario. Suelen utilizar sistema operativo UNIX, actúan conectadas a redes. Aplicaciones científico-técnicas.	32 bits	> 2 MIPS	2 a 32 MBytes	1	SUN 4
Computador personal/profesional (PC) Son microcomputadores de longitud de palabra de 16 a 32 bits. Se utilizan en forma monousuario, con uno o dos disquetes de 360 KBytes a 2,88 MBytes, pudiendo incluir un disco rígido o duro de 1 GBytes o mayor. La frecuencia del reloj suele variar de 32 a 200 MHz. La principal característica es la gran cantidad de programa que hay para ellos. Existen portátiles.	8 bits	1 MIPS	0,5 a >128 MBytes	1	INFINIDAD DE MODELOS Y MARCAS
Nanocomputadores (o computadores familiares o domésticos)	8 bits	0,2 MIPS	< 1 MBYTE	1	Amstrad-PCW/8512

- (1) Entre paréntesis figuran longitudes de palabra en desuso
- (2) MIPS son millones de instrucciones por segundo, y MHz es la frecuencia de reloj.
- (3) Ordenes de magnitud típica aproximados.

✓ Supercomputadores.

La característica fundamental de este tipo de computadores es su rapidez, con una longitud de palabra grande (64 bits), pudiendo algunos de ellos operar directamente con vectores de datos (procesadores vectoriales) y están constituidos por varios procesadores trabajando en paralelo. Se utilizan para realizar cálculos a gran velocidad con grandes cantidades de datos. Una aplicación típica de ellos es la realización de predicciones meteorológicas, ya que para ello se requiere efectuar cálculos muy complejos (que simulan matemáticamente el comportamiento de la atmósfera), con grandes cantidades de datos provenientes de multitud de estaciones meteorológicas, y a tiempo para poder realizar las predicciones con antelación. En estos casos el supercomputador se conecta directamente a otros computadores de menor potencia para controlar los datos de los terminales. Un CRAY, por ejemplo, puede actuar a una velocidad de procesamiento superior a 1.200 MIPS, disponer de una memoria principal de varios Gigabytes, y, con dos procesadores adicionales, llegar a gestionar hasta 10.000 terminales. El CRAY Y-MP admite hasta 8 procesadores con un tiempo de ciclo de 6 ns.

Los computadores de menor escala dentro de este grupo se denominan mini-supercomputadores, siendo su precio aproximadamente la décima parte de un supercomputador. Un ejemplo de ellos es el Convex C-2.

✓ **Grandes computadores o macrocomputadores (Mainframes).**

En este grupo se incluyen los computadores clásicos. Son grandes computadores de uso general con amplias posibilidades de procesamiento, memoria y E/S. Suelen requerir instalaciones especiales (con aire acondicionado, control de humedad ambiental, falso suelo para los cables de interconexión de las distintas unidades, y sistemas especiales de seguridad) y son utilizados por instituciones que procesan grandes cantidades de datos (servicio de proceso de datos de entidades bancarias, compañías aéreas, etc...). Otra característica típica de estos computadores es poder ser utilizados concurrentemente por gran cantidad de usuarios conectados a través de redes y disponer de una gran capacidad de memoria masiva.

✓ **Computadores medianos o minicomputadores.**

Hasta mediada la década de los sesenta, todos los computadores eran de tipo macrocomputador. En 1.965, surge el computador DEC PDP-8, que es considerado como el primer minicomputador comercializado; su longitud de palabra era de 12 bits y su coste diez veces menor que los computadores convencionales de la época. En este grupo, en la actualidad, se incluyen preferentemente los computadores de 16 bits de longitud de palabra, velocidades menores de 1 MIPS, y que admiten un uso interactivo por varias personas (normalmente de 8 a 32).

En el rango superior de estos equipos se encuentran los denominados "maxi-minis" o "super-minis", que se introdujeron a comienzos de la década de los ochenta para incluir sistemas organizados en palabras de 32 bits, capaces de soportar al menos 16 terminales remotos y con memoria principal mayor de 1 Megabyte. Suelen tener un microprocesador como CPU (son "microcomputadores"), y su desarrollo se promovió con el objetivo de conseguir sistemas con prestaciones próximas a los macrocomputadores con precios muy inferiores a éstos.

✓ **Estaciones de trabajo (Workstations).**

Suelen utilizarse en forma monousuario y disponen de pantalla, teclado y ratón. Su CPU es un microprocesador de gran potencia (de 32 a 64 bits) y por lo general actúan conectadas a redes a través de las cuales usan "servidores de archivos" (computadores sin pantalla y teclado que disponen de grandes capacidades de disco, y de cintas magnéticas, para ser utilizados por distintos computadores y terminales de la red). Operan a velocidades superiores a 2 MIPS, su capacidad de memoria oscila por lo general entre 2 y 32 Megabytes, suelen utilizar el sistema operativo UNIX, y su uso más extendido es en aplicaciones científico-técnicas (diseño con ayuda de computador -CAD-, aplicaciones gráficas, etc....).

✓ **Computadores profesionales / personales (PC/PS).**

Son microcomputadores de longitud de palabra de 16 o 32 bits, su memoria principal suele tener una capacidad del orden de NN Megabytes. Normalmente se utilizan en la forma monousuario, con disquetes de 720 KB a 2,88 MB, discos

rígidos de hasta NN Gigabytes, siendo su frecuencia de reloj variable de 32 MHz, en los modelos inferiores, hasta NNN MHz y N,N GHz, en los modelos superiores.

Una de las características fundamentales de estos sistemas es la gran cantidad de programas disponibles para ellos, y la gran compatibilidad entre unos y otros.

✓ **Nanocomputadores (o computadores familiares o domésticos).**

Son microcomputadores de bajo coste y limitada capacidad, ideados para uso doméstico con programas tales como videojuegos, control de la contabilidad familiar, o de tratamiento de textos. Frecuentemente utilizan como pantalla de salida un monitor convencional de TV. Su longitud de palabra es de 8 bits.

✓ **Calculadoras programables de bolsillo.**

Se caracterizan por su pequeño tamaño, alimentación a pilas, su entrada es un teclado sencillo que incluye teclas específicas para cada instrucción, su salida está constituida por un visualizador óptico (display), y disponen de una capacidad de memoria y lenguaje de programación muy limitados.

Hay que resaltar que esta clasificación tiene límites muy difusos. Con los avances tecnológicos y desarrollo de la microelectrónica, un computador considerado pequeño en la actualidad, tiene mayor capacidad y es más veloz que uno considerado grande hace tan sólo unos cinco años.

CLASIFICACIÓN DE LOS COMPUTADORES GENERACIONALMENTE.

La primera persona que construyó una máquina (que todavía no era un ordenador) fue el americano Herman Hollerit (1860-1929). En 1886, cuando trabajaba para la oficina del censo en EE.UU. se percató de que el procesamiento de los datos del censo del año 1880, no se había terminado en el momento de hacer el de 1890. Para resolver el problema diseñó una tarjeta que se debía perforar con los datos de cada uno de los encuestados. Estas fichas se introducían en una lectora que detectaba las perforaciones mediante un baño de mercurio (Hg), que al introducirse por los agujeros provocaba contactos eléctricos. Finalmente los datos se registraban en una tabuladora. Con ello se multiplicó por 100 la velocidad de proceso, 200 fichas por minuto.



Hollerit fundó su propia empresa, la Tabulating Machine Co. (1896), posteriormente convertida en la Computing Tabulating Recording (1911), tras pasar a manos de Thomas Watson se denominó en 1924 International Business Machines (IBM).

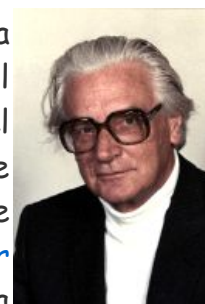
Otra gran empresa, Unisys, tiene su remoto origen en esta época. Al dejar Hollerit la Oficina del Censo, lo sustituyó James Powers, quien fundó en 1911 la Powers Accounting Machine Co., que pasó a formar parte en 1927 de la Remington-Rand Corporation. Esta empresa años más tarde construyó los primeros ordenadores Univac.

Hasta 1950 las empresas fundadas por Hollerit y Powers se dedicaron a la fabricación de tabuladoras para la gestión de grandes empresas y organismos oficiales. La primera tabuladora llegó a España en 1925 y se instaló en la entonces denominada Compañía Telefónica Nacional de España (actualmente [Telefónica de España S.A.](#)). En 1926 se instaló otra en el ayuntamiento de Barcelona. A finales de los años 1950 había unas 70 en toda España.

Desde el año 1.946 a la actualidad la evolución de los computadores se suele agrupar en cuatro generaciones. Lo que más claramente caracteriza cada generación es la tecnología usada, aunque se analizará brevemente, para cada generación, la evolución de los sistemas operativos y el software. Es de resaltar que los distintos autores consideran intervalos de tiempo diferentes para las distintas generaciones, aunque casi todos están de acuerdo con los hechos más notables de cada una de ellas. La evolución de los lenguajes de programación también se agrupa en cuatro generaciones, aunque no coincide en los años con las generaciones de los computadores.

Primera generación de computadores (1.946-1.957).

Los primeros ordenadores fueron electromecánicos (en base a relés). Aunque Jorge Stibz construyó en 1949 en los laboratorios Bell una máquina programable que trabajaba con números complejos, el **Complex Calculator**, se considera que el primer ordenador fue desarrollado en 1941, el **Z3** del alemán [Konrad Zuse](#) (1910-1995). Le siguió en 1944 el **Mark I** de [Howard Aiken](#) (1900-1973) y [Grace Hopper](#) (1906-1992), construido en la Universidad de Harvard con la colaboración de IBM. Pesaba cinco toneladas y tenía más de 750000 piezas y 800 km de cable.

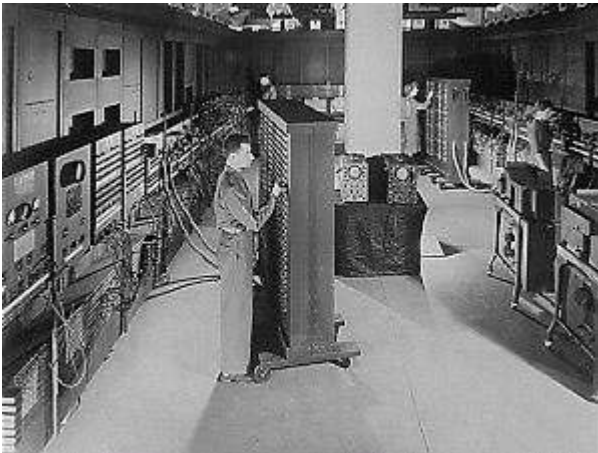


Durante los años 1950 Aiken trabajó activamente con investigadores españoles del Instituto de Electricidad y Automática del [CSIC](#), fundado por Torres Quevedo.

La sustitución de los relés por tubos de vacío dio lugar a la **Primera Generación** de ordenadores electrónicos. El primero fue fabricado en 1945, el **ENIAC** (Electronic Numerical Integrator and Calculator) de los estadounidenses [John Eckert](#) (1919-1995) y [John Mauchly](#) (1907-1980) que se usó en el cálculo de trayectorias de proyectiles. Acabada la guerra se utilizó para calcular el número pi con unos 2000 decimales, y para hacer los primeros diseños de la bomba de hidrógeno. Tenía 18000 tubos y pesaba 30000 kg. Era 300 veces más rápido que el Mark I y sólo costaba 400000 dólares frente a los cinco millones del Mark I. Sin embargo sólo tenía 20 registros de memoria, de 10 dígitos decimales; estaba pues muy lejos de cualquier ordenador personal. En un test de prueba en febrero de 1946 el Eniac resolvió en dos horas un problema de física nuclear que previamente habría requerido 100 años de trabajo de un hombre. Lo que lo



caracterizaba como a los ordenadores modernos no era simplemente su velocidad de cálculo sino el hecho de que combinando operaciones permitía realizar tareas que antes eran imposibles.

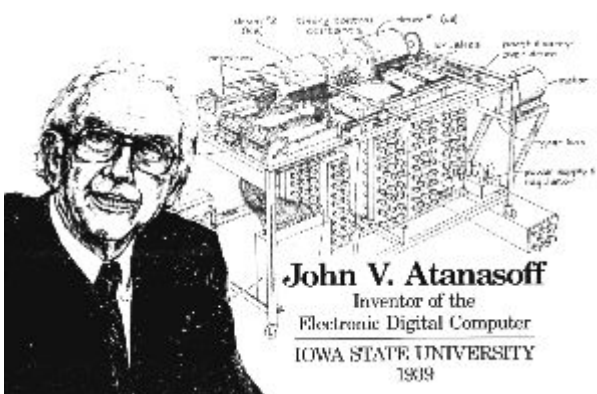


Antes del ENIAC, en 1940 se crearon otras máquinas electrónicas, un pequeño calculador del físico **John Atanasoff** (1903-1995) que no era automático ni



programable y varias máquinas británicas para descifrar los mensajes del ejército alemán, por ejemplo, en 1943 el Colossus. La batalla legal por la palabra "Computer" la ganó en el año 1973 póstumamente Atanasoff.

Echerk y Mauchly crearon la Electronic Control Co, que en 1950 fue adquirida por la Remington-Rand, allí diseñaron el primer ordenador electrónico de gestión, el **UNIVAC** (UNiversal Automatic Computer). El aparato tuvo gran éxito y copó el mercado, que hasta entonces había sido feudo de IBM. En respuesta IBM creó una serie de ordenadores excelentes, como el IBM 705 en 1952, desbancando a Univac, mediante una publicidad agresiva. El UNIVAC II no salió hasta 1958, cuando IBM ya había recobrado el liderato. De poco les había servido una fusión con Sperry Gyroscope Co (1955) para crear la Sperry Rand Corporation.



En 1945 mientras se construía el ENIAC, se incorporó al equipo el prestigioso matemático húngaro **Johannes Von Neumann** (1903-1957), quien propuso que los programas se almacenasen en la memoria como si fuesen datos, y no en una memoria especial, como se



hacía desde el diseño de Babbage, equipo que se iba a llamar EDVAC. Los informes fueron tan precisos que otros se adelantaron y así el primer ordenador tipo Von Neumann fue el **EDSAC** (Electronic Delay Storage Automatic Calculator) construido el año 1949 por Mauricio Wilkes (1913-) en la Universidad de Cambridge. De esta generación sólo llegó uno a España, un IBM 650, contratado por **RENFE** en 1958.

1. Tecnología.

Utilizaba dispositivos electrónicos, y más concretamente tubos de vacío. Tenían dos serios inconvenientes: la velocidad de cómputo estaba limitada por la inercia de las partes móviles, y la transmisión de información por medios mecánicos (engranajes, ejes, etc...) era engorrosa y nada fiable. Sin embargo, en los computadores electrónicos las partes móviles son los electrones, y la información es transmitida por corrientes eléctricas que se desplazan a velocidades próximas a la de la luz (300.000 km/s).

2. Computadores.

El primer computador electrónico de uso general que funcionó satisfactoriamente fue el ENIAC, siendo construido entre 1.943 y 1.946 por un físico (Dr. J. Presper Ecker) y un ingeniero eléctrico (John Mauchly) de la Escuela Moore de la Universidad de Pennsylvania. La motivación de la construcción de este computador fue la misma que la de Babbage al construir su máquina de diferencias: realizar automáticamente tablas matemáticas. Contenía cerca de 18.000 válvulas de vacío y unos 1.500 relés. Para cambiar de un programa a otro era necesario extraer el panel de control, cambiar manualmente las interconexiones y volverlo a insertar. Posteriormente, el control se realizó con tarjetas perforadas. Las entradas y salidas se hacían con tarjetas perforadas. Era capaz de efectuar 300 operaciones aritméticas por segundo (en 3 ms realizaba multiplicaciones de 10 dígitos). Su memoria de trabajo contenía 20 acumuladores, cada uno de los cuales memorizaba un número decimal de 10 cifras.

Pesaba más de 30 toneladas y requería una superficie de más de 140 m². Posteriormente, en el verano de 1.944 John von Neumann comenzó a colaborar en la construcción del ENIAC, contribuyendo a la concepción de un nuevo computador, el EDVAC y sus sugerencias más relevantes se centraron en:

- Utilizar la estructuración realizada por Babbage para las distintas unidades funcionales del computador: entrada, salida, unidad aritmética, unidad de control y memoria.
- Utilizar una representación binaria para la realización de operaciones aritméticas (no la aritmética decimal que utilizaba el ENIAC).
- El concepto de programa almacenado en la memoria. La memoria debe utilizarse tanto para almacenar datos como instrucciones.

La mayoría de computadores actuales siguen estos criterios y por ello se suelen denominar *arquitecturas von Neumann*.

El primer computador comercial fabricado en serie fue el UNIVAC I (1.951). Utilizaba como memoria líneas de retardo de mercurio y podía realizar 1.000 operaciones por segundo. La primera unidad construida fue adquirida por la oficina de censos de Estados Unidos y estuvo en servicio durante doce años constantemente (las veinticuatro horas del día).

Un computador que puede considerarse como fin de esta primera generación fue el IBM 704, dotado de registros índices y coma flotante por hardware, utilizando un programa de control que puede considerarse un rudimentario sistema operativo.

3. Software.

Los computadores de la primera generación no disponían de sistema operativo, y la introducción y control de la ejecución de programas se hacía manualmente. En un intervalo de tiempo dado, sólo un programador tenía acceso al computador, lo que implicaba que la CPU estuviese frecuentemente desocupada, cuando se realizaban transferencias de datos con periféricos de entrada/salida o mientras se cambiaba el turno de un programador a otro.

Los computadores en el período 1.946 a 1.956, se programaban en **lenguaje máquina**, estando constituida cada instrucción por una secuencia de números, con los consiguientes inconvenientes en cuanto a legibilidad, falta de versatilidad, dependencia del computador, etc...Un hecho a destacar es que el concepto de subrutina ya estaba presente en esta primera etapa, como método de no tener que reprogramar módulos comunes a un mismo programa o a distintos programas (subrutinas abiertas).

A comienzos de 1.950 se idean los primeros lenguajes simbólicos, con los que las operaciones se pueden representar por nemónicos. Así en 1.953 Rochester diseñó un **lenguaje ensamblador** e implementó el programa correspondiente que traducía instrucciones simbólicas e instrucciones máquina. También se desarrollaron otras ayudas a la programación como generadores de programas y los primeros esbozos de compiladores.

Segunda generación de computadores (1.955-1.964).

Se considera el inicio en 1958 con la sustitución de los tubos de vacío por los transistores. Los primeros ordenadores transistorizados fueron dos pequeños modelos de NCR y RCA. Los primeros de IBM y Sperry Rand fueron el **IBM 7070** (1960) y el **UNIVAC 1107** (1962), respectivamente. Bull comercializó los Gamma 30 y 60. Durante esta época se introdujeron las unidades de cinta y discos magnéticos, y las lectoras de tarjetas perforadas e impresoras de alta velocidad. Así mismo aparecieron algunos **lenguajes** de programación, el **COBOL** (1959), el Algol (1960), el **LISP** (1962) y el **FORTAN** que fue creado en 1954 para IBM, por **John Backus** (1924-).



El segundo ordenador instalado en España, y primero de la segunda generación llegó en 1959, era un UNIVAC UCT, contratado por la antigua Junta de Energía Nuclear, actualmente **CIEMAT**. La era de la informática llegó realmente a nuestro país en 1961, en la Feria de Muestras de Barcelona, se presentó un IBM 1401.

Los primeros ejemplares se instalaron en 1962, Sevillana de Electricidad (empresa del grupo **ENDESA**), Galerías Preciados (Actualmente propiedad de El Corte Inglés S.A.) y **Ministerio de Hacienda**. En 1967 IBM donó a la **Universidad Complutense** de Madrid un ordenador científico, modelo 7094.

1. Tecnología.

Las válvulas termoiónicas ocupaban un gran volumen, necesitaban una energía considerable y liberaban una cantidad exorbitante de calor, lo que implicaba la necesidad de unas instalaciones muy complejas reguladas en temperatura y humedad. Además el tiempo de vida de los triodos era muy limitado, produciéndose con una gran frecuencia averías.

Estos problemas se solucionaron con el transistor, desarrollado en los laboratorios de la Bell Telephone en 1.948. Un transistor está constituido por un trozo pequeño de semiconductor cristalino (los iniciales eran de Germanio y posteriormente de Silicio), al que se le han introducido impurezas de **tipo n** (Arsénico, Bismuto, Fósforo) y de **tipo p** (Aluminio, Galio o Boro, por ejemplo), y al insertarse dentro de la estructura cristalina producen gran cantidad de electrones (de carga negativa) o huecos (de carga positiva), respectivamente. El transistor se confecciona con un cristal de Si con dos zonas de tipo n (**emisor y colector**), entre las que se ubicaba otra más pequeña de tipo p (**base**), obteniéndose así un **transistor n-p-n** (también los hay p-n-p). Habitualmente el circuito de entrada se forma entre el terminal de base y de emisor, y el circuito de salida se forma entre los terminales de colector y emisor

Esta época se caracteriza también por la utilización masiva de **núcleos de ferrita** como elementos básicos de la memoria principal. Las memorias de ferrita se forman por paneles o mallas rectangulares de hilos conductores, dispuestos en filas y columnas. En cada vértice se sitúa un núcleo de ferrita, por cuyo interior pasan los hilos correspondientes de la malla. Cada núcleo puede seleccionarse individualmente activando su hilo de fila y su hilo de columna. Al pasar corriente eléctrica por uno de los hilos (hilo de escritura) la ferrita se magnetiza, norte, con lo que almacena un bit de información, un 1, por ejemplo; si la corriente pasase en sentido contrario se magnetizaría en sentido contrario, sur, almacenándose un 0; es decir, cada anillo de ferrita es soporte físico de un bit. Los paneles de ferrita pueden disponerse formando paralelepípedos, de, por ejemplo, 8 paneles de altura, en las que las 8 ferritas de una vertical corresponderían a los bits de un byte.

2. Computadores.

De esta generación fueron relevantes los IBM 7090 y 7094, que esencialmente eran versiones transistorizadas del IBM 704, disponiendo de **canales E/S** (posteriormente denominados **procesadores de E/S**), que eran procesadores de uso específico para controlar las operaciones de entrada/salida.

En esta época se generalizó el uso de registros índices y de hardware para coma flotante.

Otros computadores significativos de esta etapa fueron el UNIVAC 1004, IBM 1620 y CDC 1604.

3. Software.

Los lenguajes ensambladores son mucho más fáciles de usar que los lenguajes máquina, no obstante, el tipo de instrucciones de que disponen sigue muy alejado del tipo de problemas reales que se pretenden resolver. Asimismo, distintos computadores tienen diferentes lenguajes ensambladores, siendo prácticamente nula la transportabilidad de los programas: un programa en lenguaje ensamblador realizado para una CPU no funciona en otra distinta. A mediados de la década de los cincuenta se empezaron a introducir **lenguajes de alto nivel**, que permitían escribir programas en una forma más próxima a la naturaleza del problema a resolver que al conjunto de instrucciones que interpreta directamente la CPU (instrucciones máquina). Estos lenguajes, además, podían utilizarse en distintas máquinas.

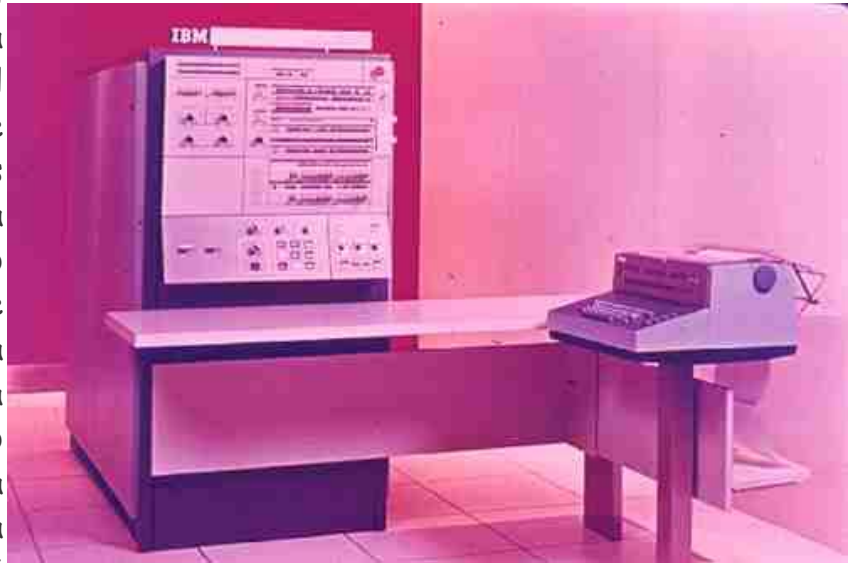
De 1.954 a 1.957, bajo la dirección de John Backus de IBM, se desarrolló el primer lenguaje de programación de amplia difusión: el FORTRAN (FORMula TRANslator, o traductor de fórmulas), proyectado para la programación de aplicaciones de cálculo científico y técnico. Permite la redacción de expresiones algebraicas en una notación muy próxima a la notación algebraica convencional. Es de destacar que los primeros computadores se desarrollaron pensando en la resolución de problemas de tipo matemático. Después del FORTRAN se desarrollaron varios lenguajes de importancia: ALGOL58, ALGOL60, LISP (expresiones simbólicas y aplicaciones de inteligencia artificial), SNOBOL (aplicaciones de tratamiento de caracteres), COBOL (gestión administrativa), etc...

En la primera generación de computadores, cada trabajo o programa se procesaba independientemente. Cuando acababa un programa, se detenía la máquina, y se debía preparar manualmente para la traducción, o carga y ejecución del siguiente. Con las mejoras hardware de los sistemas de entrada/salida, fue posible, mientras el computador procesaba un trabajo, preparar nuevos trabajos y grabarlos en una cinta magnética uno detrás de otro, de forma que se constituía una **cola de trabajos** (procesamiento ~batch~ en la cinta). Una vez que una cinta contenía una cola de trabajos, se colocaba en una unidad de entrada del computador central, y éste, por medio de un **programa supervisor** o **monitor**, que residía permanentemente en memoria, iba cargando programa tras programa tan pronto como pudiera ejecutarlos.

En esta generación los fabricantes de computadores suministraban gran cantidad de software tal como compiladores, bibliotecas de subrutinas, y programas de supervisión más o menos sofisticados (sistemas operativos).

Tercera generación de computadores (1.965-1.970).

La principal característica de esta generación fue el uso del circuito integrado, que se incorporó a mediados de los años 1960. Destaca la familia **IBM 360** en cuyo desarrollo invirtió 5000 millones de dólares de aquella época(1964) y sobre todo la **IBM 370** (1970), el producto más famoso de esta generación. En cuanto a Sperry Rand, en 1965 introdujo la famosa serie 1100.



Durante esta época surgieron la multiprogramación y el tiempo compartido. También tuvo lugar la denominada "**crisis del software**" Se intentó la creación de lenguajes universales, el PL/1 (1964) y se estandarizaron los lenguajes más utilizados: Fortran (1966), Algol (1968) y el COBOL (1970). También datan de esta generación el BASIC (1964) y el Pascal (1971)

En España durante el trienio 1964-67 las tabuladoras fueron sustituidas masivamente por ordenadores, y prácticamente desaparecieron al entrar en la década de los 70. En 1970 el parque de ordenadores e distribuía así: Madrid 50%, Barcelona 34% y el resto lo tenían los grandes bancos del norte y algunas cajas de ahorros.

Los miniordenadores surgieron a finales de los 60, como elemento de transición entre las generaciones tercera y cuarta, con los circuitos integrados de media escala (MSI). Sus destinatarios fueron grandes y medianas empresas. Disponían de varias terminales y se organizaban en redes. Destaca la familia **PDP 11** de la desaparecida Digital Equipment Corporation.

1. Tecnología.

En 1.958 Kilby de Texas Instruments concibió la idea de realizar un **circuito integrado monolítico**; esto es, la construcción de un circuito entero en un sustrato de Ge o Si. En distintos sustratos construyó una resistencia, un condensador, transistores, etc... Las conexiones entre los distintos elementos los realizó por termocompresión con hilos de oro; aunque ya en su patente indicaba la posibilidad de que los componentes podrían ser integrados en un único sustrato de semiconductor y las interconexiones sugería se efectuasen

depositando sobre la superficie pistas o tiras de material conductor. En 1.960, anunció su idea en un congreso sobre los *circuitos sólidos* más adelante denominados **circuitos integrados**. Algunos de los hechos más relevantes de la nueva tecnología son:

- El bajo coste de los transistores que incluye el circuito integrado, hizo posible diseños de circuitos cada vez más complejos y perfectos.
- Al estar los componentes de un circuito muy próximos, en el mismo cristal, los retardos en la transmisión de señales entre distintos puntos son mínimos.
- Se reduce el consumo de energía y la fiabilidad de los circuitos.
- Se consigue una gran miniaturización.
- Se reduce considerablemente el coste, ya que:
 - Se puede automatizar considerablemente la construcción de los circuitos, pudiéndose fabricar en grandes series.
 - Los nuevos dispositivos no sólo contienen conmutadores, sino circuitos complejos; es decir, se reduce considerablemente el trabajo manual de interconexión de componentes, se construye simultánea y automáticamente todo el circuito.

Clasificación de los circuitos integrados según su grado de integración.

Año	Grado de integración	Nº. de puertas lógicas	Nº. de transistores	Funciones integradas
1.960	SSI: pequeña escala	1 a 10	4 a 100	puertas lógicas (NAND, OR, AND)
1.966	MSI: media escala	10 a 100	100 a 1.000	Circuitos aritméticos, registros
1.969	LSI: gran escala	100 a 1.000	1.000 a 10.000	Memorias
1.975	VLSI: muy gran escala	10.000 en adelante	100.000 en adelante	Microprocesadores DRAMs, Microcontroladores

Recordaremos que el ENIAC contenía aproximadamente 20.000 conmutadores (18.000 válvulas de vacío y unos 1.500 relés), con lo que todos sus circuitos hubiesen podido integrarse fácilmente en un circuito VLSI.

Tecnológicamente, la tercera generación de computadores se caracteriza por la utilización de circuitos integrados SSI y MSI, reemplazando a los circuitos de transistores discretos, y consiguiéndose así una reducción significativa en coste y tamaño físico. También paulatinamente se fueron imponiendo las memorias realizadas con circuitos integrados, desplazando a las memorias de núcleos de ferrita.

2. Computadores:

En esta etapa se desarrollaron grandes computadores, así como procedimientos para compartir los recursos del computador (CPU, memoria, periféricos, etc.). Es de especial importancia destacar el desarrollo de la **memoria virtual**, técnica que permitía al usuario disponer de una memoria mayor que la capacidad física real de la memoria principal.

En cuanto al diseño arquitectónico del computador se hizo un amplio uso del concepto de **microprogramación**, para el diseño de la unidad de control, introducido en 1.951 por el inglés Maurice V. Wilkes, pudiendo considerarse que la consolidación de esta técnica se debe a su introducción en algunos modelos de la serie IBM 360, aparecida a mediados de la década de los sesenta.

Puede considerarse que el computador más significativo de la época fue el IBM 360, comercializado a partir de 1.965, siendo uno de los aspectos más destacables, el haberlo concebido como un computador versátil tanto para aplicaciones comerciales como científico-técnicas, ya que todos los modelos de la serie tenían el mismo repertorio de lenguaje máquina (es decir, teóricamente los programas eran compatibles) y el mismo sistema operativo, difiriendo tan sólo en precio y prestaciones (memoria máxima, velocidad, número de E/S, periféricos permitidos, etc....), debido a diferentes implementaciones físicas. Algunos modelos de la serie 360 difundieron por primera vez nuevas técnicas tales como microprogramación, memoria caché, canales de E/S, controladores DMA, etc.. y fue el primer computador comercial que utilizó circuitos integrados (SSI).

Otros equipos destacados de esta generación fueron el UNIVAC 1.108, el IBM 370, y los supercomputadores escalares CDC 6.600 (que utilizó por primera vez el concepto de procesador de E/S programable). En 1.963 la empresa Digital Equipment Corporation (DEC) comenzó a comercializar una serie de computadores calificada DPD, que se denominaron **minicomputadores** y en cierta medida fueron revolucionarios, ya que se trataba de comercializar pequeños equipos informáticos (longitud de palabra reducida: 16 bits, número y tipo de periféricos muy limitados, etc...), que aprovecharan al máximo las posibilidades de la tecnología de circuitos integrados.

3. Software.

Una de las características más destacables de la tercera generación de computadores fue el desarrollo de grandes computadores atendiendo a un gran número de terminales. Se difundieron sistemas operativos que utilizaban técnicas tales como multiprogramación, multiprocesamiento, secuencias múltiples, dispositivos de entrada/salida virtuales (~spool~). Cada computador (o serie compatible de ellos) se utilizaba con un sistema operativo específico diseñado por el propio constructor del hardware.

En la segunda mitad de la década de los sesenta se idearon nuevos lenguajes de programación de alto nivel tales como el BASIC, PL/I, APL, Pascal.

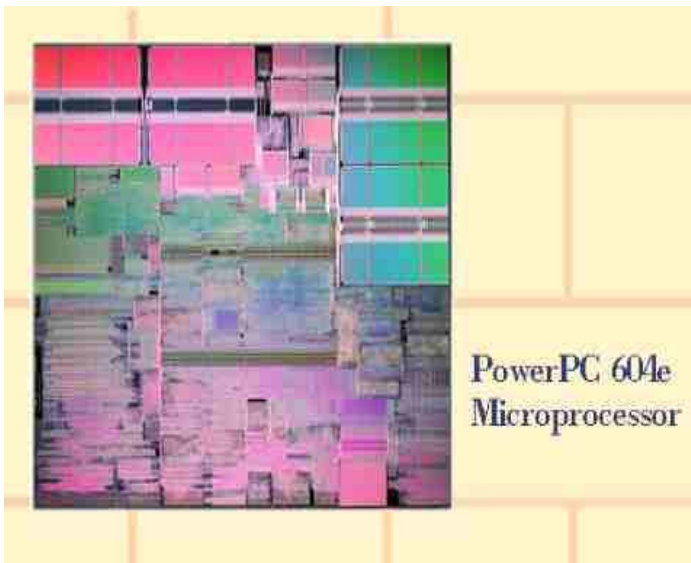
Cuarta generación de computadores (1.971-.....).

El elemento que provocó el nacimiento de esta generación se considera habitualmente, aunque con cierta controversia, el microprocesador **Intel 4004**, desarrollado por **Intel** en 1971. El primer ordenador personal en EE.UU. fue el **Altair 8800** (1974) de la desaparecida empresa MITS. Microsoft tuvo el acierto de construir un intérprete BASIC para él, MITS sobrevivió un par de años, pero Microsoft inició un despegue imparable, dando un gran salto al



4004
Microprocessor
1971

facilitar a IBM el sistema operativo MS-DOS para el PC, que a su vez lo adquirió a otra empresa. Las imágenes siguientes muestran microprocesadores bajo distintas escalas de ampliación.



En 1971 apareció el **PET 2001** de Commodore, empresa absorbida por la holandesa Tulip, el **TRS 80** de Radio Shack y el **Apple II**, fabricado en un garaje por dos jóvenes norteamericanos: **Steven Jobs** (1955-) y **Stephen Wozniak** (1950-). A partir de 1980 se produce una eclosión de marcas. Destaca el **Sinclair ZX80**, precedente del ZX81 y del Spectrum, fabricante absorbido por Amstrad, que consiguió gran éxito vendiendo productos de muy baja calidad fabricados en Corea. Amstrad, como es lógico, abandonó la informática, aunque sigue con equipos musicales y antenas de televisión, de muy baja calidad. En Agosto de 1981 se presentó el IBM PC, que dio lugar a la difusión masiva de la informática personal.

Sin embargo la microinformática, contrariamente a lo que se cree, no comenzó en EE.UU, pues en el año 1973 se creó en España, con la invención del primer ordenador personal, el **Kentelek 8**, a cargo de la empresa Distesa (de la conocida editorial Anaya), el diseñador fue Manuel Puigbó Rocafort. Jordi Ustrell diseñó posteriormente otro ordenador personal par la empresa catalana EINA.

Como se ha visto, desde el ábaco hasta las primeras calculadoras mecánicas pasaron 12 siglos, desde estas últimas al primer ordenador transcurrieron dos siglos y desde el Mark I al primer microordenador pasaron 28 años. Desde entonces la velocidad de desarrollo es difícil de imaginar.

Una de las peculiaridades de la actual generación de computadores es el concepto de "sistemas abiertos". Cada computador en las generaciones anteriores estaba muy ligado a su fabricante, de forma que el software y el hardware era suministrado, tanto en su configuración inicial, como en ampliaciones posteriores, por el fabricante original. Con los **sistemas abiertos** la filosofía es distinta: el usuario puede configurar su sistema a medida, adquiriendo software y hardware complementario a terceros fabricantes. Entre los logros de esta generación se encuentra:

1. Tecnología.

Se utilizan circuitos integrados LSI y VLSI, lo que permitió (1.995) la comercialización de circuitos integrados de memoria conteniendo 1Gbits, con tiempos de acceso de 35 ns, y el desarrollo de los microprocesadores y microcontroladores, que permitieron la difusión de la informática en gran escala.

Muchas funciones hardware de gran complejidad se implementan con circuitos integrados, con las consiguientes ventajas en cuanto a precio, miniaturización, ahorro de consumo y fiabilidad: controladores DMA, gestores de memoria, gestores de memoria virtual, controladores de E/S, coprocesadores aritméticos, etc... Cabe destacar la miniaturización y aumento de la velocidad de las memorias de circuito integrado. En 1.970 INTEL comercializa las primeras RAM dinámicas (DRAM), y desde entonces se ha logrado un incremento de su capacidad constante: al multiplicarse por cuatro (4) su capacidad cada tres (3) años. Así en 1.980 se comercializaron chips de 64 KB con tiempos de acceso del orden de 250 ns., ya en 1.992 había chips de 16 Mb con tiempos de acceso de 90 ns., y en 1.995 Hitachi anunció DRAMs de 1 Gbit con tiempos de acceso de 33 ns.

2. Computadores.

El aspecto de mayor relevancia es la comercialización de los computadores personales (PC's), que supuso la difusión plena, incluso a nivel familiar. Un hecho notable ha sido el desarrollo de la teleinformática, que permite la creación de grandes redes de computadores, tanto de área local como de áreas públicas, distribuyendo eficientemente los recursos tanto hardware como software.

En cuanto a avances arquitectónicos es de destacar el surgimiento de procesadores de conjunto reducido de instrucciones (RISC), en los que, además de tener un repertorio de instrucciones máquina muy limitado, se tiende a que todas éstas sean de longitud fija, con pocos modos de direccionamiento y los trasvases entre CPU y memoria sólo se realizan con instrucciones específicas de carga-almacenamiento y operaciones sólo con datos en registros para facilitar la optimización de la segmentación de cauce. También es de destacar la

comercialización de supercomputadores de distintos tipos, como vectoriales, matriciales y multiprocesador.

3. Software.

En el comienzo de esta generación se anuncia el primer computador con memoria virtual (IBM-370, año 1.972). Una de las características de la presente generación es la difusión de sistemas operativos estándar, no dependientes directamente de los constructores de hardware, y, por tanto, utilizables por distintos modelos de computadores. Los casos más sobresalientes son el UNIX proyectado inicialmente para minicomputadores y en la actualidad muy utilizado para estaciones de trabajo y computadores superiores, el MS/DOS para computadores personales, el OS/2, Windows NT y Windows 95.

También es de destacar el desarrollo de sistemas operativos de red y sistemas operativos distribuidos. Con un **sistema operativo de red**, un usuario de un computador puede realizar operaciones tales como introducirse a través de la red de un computador remoto, ejecutar programas allí, o copiar archivos de un computador a otro. Un **sistema operativo distribuido** permite al usuario trabajar aparentemente con un único computador, siendo el sistema operativo el que automáticamente distribuye (de forma "transparente" para el usuario) su programa o programas y archivos en diferentes computadores. Por ejemplo, se puede consultar un dato a una base de datos distribuida entre varios computadores y el sistema operativo puede encaminar adecuadamente la consulta y su respuesta.

A partir de 1.971 se consolidan conceptos nuevos de programación, tales como el de programación lógica, y el de programación dirigida a objetos que supone una herramienta que facilita notablemente el desarrollo de las facultades creativas del programador. Cabe destacar el desarrollo del lenguaje de programación lógica PROLOG que es especialmente útil en aplicaciones de lenguaje natural, demostración automática de teoremas, construcción de sistemas expertos y consulta de bases de datos inteligentes.

¿Quinta generación de computadores?

En octubre de 1981 el mundo de los ordenadores se vio sacudido por el anuncio hecho en Japón, de una iniciativa de investigación y desarrollo orientada a producir una nueva generación de ordenadores en la primera década de los años de los 90, a los que se les dio el nombre de ordenadores de quinta generación.

Los ordenadores de esta generación deberían de ser capaces de resolver problemas muy complicados, algunos de los cuales requieren toda la experiencia, capacidad de razonamiento e inteligencia de las personas para ser resueltos. Deberían de ser capaces de trabajar con grandes subconjuntos de los lenguajes naturales y

estar asentados en grandes bases de conocimientos. A pesar de su complejidad los ordenadores de esta generación se están diseñando para ser manejados por personas no expertas en informática.

Para conseguir estos fines tan ambiciosos estos equipos no tendrán un único procesador, sino un gran número agrupado en tres subsistemas fundamentales: un sistema inteligente, un mecanismo de inferencia y una interfaz de usuario inteligente.

Los avances se sitúan en materia de teleinformática, y un todavía progresivo disminución de tamaño y coste del equipo, así como de técnicas de programación y desarrollo de Inteligencia Artificial, y de control de procesos (robotización).

A los 10 años, se vio el fracaso del proyecto, actualmente no están desarrollados estos ordenadores, aunque se trabajó en distintos países, cuyos programas de investigación más importantes fueron los siguientes:

- EE.UU.:Proyectos DARPA y MCC
- Unión Europea: Proyecto Sprit
- Reino Unido: Proyecto Alvey
- Japón: Proyecto ICOT

Resumen comparativo de las cuatro generaciones de computadores

	Primera	Segunda	Tercera	Cuarta
Años	1946-54	1955-63	1964-70	1.971 à
Tecnología (dispositivos y período de reloj)	Tubos de vacío Memorias de líneas de retardo ms	Transistores Memorias de núcleos de ferritas μs	C.I. (SSI y MSI) Memorias de C.I. ns	C.I. (LSI y VLSI) Memorias DRAM ns
Arquitectura y Estructura	Aritmética de punto fijo	Aritmética exponencial Registros índices Procesadores de E/S	Microprogramaci ón Memorias cachés Memoria Virtual	Microprocesador es Arquitecturas RISC y paralelas
Sistemas Operativos	Sin S.O.	Monitores «batch»	Multiprogramaci ón Multiprocesamien to	S.O. en red S.O. distribuidos
Computadores representativos	ENIAC, UNIVAC I IBM 702, 650	IBM 1401, 1620, 7094 UNIVAC 1004 CDC 1604	IBM 360, 370 DEC PDP minicomp. UNIVAC 1100	DEC VAX, Alpha DG Eclipse, Aviion Cray-1,IBM-PC HP 9000/750 WS

LAS GENERACIONES EN EL DESARROLLO DE LOS LENGUAJES DE PROGRAMACIÓN.

El concepto de generación de computadores (hardware) no coincide con el dado por los especialistas para los lenguajes de programación.

Usualmente se conocen como lenguajes de primera generación a los lenguajes máquina (hasta 1.952). En la segunda generación (1.949 a 1.956) se suelen incluir las primeras ayudas a la programación tales como rutinas interpretativas, lenguajes ensambladores, y generadores de programas.

Se conocen como lenguajes de tercera generación (de 1.954 a la actualidad) los **lenguajes imperativos** o lenguajes de alto nivel clásicos: FORTRAN, COBOL, LISP, SNOBOL, APL, BASIC, Pascal, C y Ada.

En la cuarta generación (1.961 a la actualidad) se incluyen los **lenguajes funcionales**, en su doble vertiente de **lenguajes de programación lógica** (Prolog) y **lenguajes de programación dirigida a objetos** (Smatalk, C++, etc..). No obstante lo anterior, vulgarmente se conoce como **lenguajes de cuarta generación** o **4G**, lenguajes o entornos de programación para uso de paquetes comerciales concretos (dBASE, ORACLE, FOCUS, etc...), que sirven de puente para aproximar cada vez más el computador a la aplicación y al lenguaje natural.

La tendencia actual más relevante de los lenguajes de programación es tratar de desarrollar entornos de programación y programas lo más cómodos posibles de utilizar y como consecuencia lo más próximo posible al lenguaje natural.

Generaciones de la evolución de los lenguajes de programación

Años ➡	-1.952	1949-56	1954-actual.	1961-actual.
Lenguajes	L. máquina, Subrt. «abiertas»	Rutinas interpretativas. Ensambladores. Programas de ayuda. Primeros compiladores.	FORTRAN, COBOL, LISP, ALGOL, SNOBOL, Pascal, Ada	Entornos de programación. Paquetes integrados. L. declarativos: C++ Prolog. Smalltalk

SOPORTE FÍSICO (HARDWARE) Y SOPORTE LÓGICO (SOFTWARE).

El soporte físico, o hardware de un computador es la máquina en sí: el conjunto de circuitos electrónicos, cables, armarios, dispositivos electromecánicos, y otros elementos físicos que lo conforman.

El soporte lógico, software o logical de un computador es el conjunto de programas (del sistema operativo, de utilidades y de los usuarios) ejecutables por él.

Para que un computador funcione es necesario utilizar programas; es decir, un computador con tan sólo soporte físico no funciona; tan imprescindible es el hardware como el software.

INTRODUCCIÓN A LA INFORMÁTICA PARA PC's.

BREVE HISTORIA DE LOS ORDENADORES PERSONALES.

Los ordenadores personales nacieron con el objetivo de acercar los ordenadores a pequeñas empresas y a los hogares, donde antes era imposible disponer de uno. Tras la invención del microprocesador, dicha intención estaba cada vez más cerca de hacerse realidad.

Un primer acontecimiento importante ocurría en 1971: Intel desarrollaba su primer microprocesador, el 4004. Se trataba de un procesador de 4 bits, que reducía considerablemente la necesidad de implementar circuitos adicionales para su funcionamiento.

En 1972, Intel lanzó los procesadores 8008 y 8080, en este caso de 8 bits y capaces de acceder a 18 KB de memoria.

Un desarrollo clave se realizó en el centro de investigación Xerox en Palo Alto (PARC), en el año 1973. Un equipo desarrolló un ordenador con un aspecto que se aproximaba bastante al de un PC actual, y al que se bautizó con el nombre de Alto. Incluso disponía de un dispositivo de entrada muy similar a un ratón. Lamentablemente, el estado de la tecnología en aquel momento impidió el éxito del proyecto.

Desde que en 1974 la revista "Radio Electronics" presentaba en portada el "Mark-8" con microprocesador 8080 de INTEL (8 bits, 6.000 transistores y a una velocidad de 2 MHz.) hasta la fecha, muchos han sido los avances tecnológicos que han hecho del ordenador, en un principio restringido a minorías, un "electrodoméstico" más de cualquier hogar y por supuesto herramienta imprescindible de todo sector profesional.

En 1975 apareció un kit con 256 bytes de memoria RAM, llamado "Altair". Esta máquina carecía de teclado y pantalla (tan sólo presentaba interruptores y luces), pero su arquitectura basada en la conexión de tarjetas dio lugar al bus estándar S-100 más tarde. Casi simultáneamente se iniciaba la oferta de complementos para el citado ordenador.

Bill Gates y Paul Allen realizaron un intérprete de BASIC para el nuevo microordenador, fundando para su comercialización la empresa "MicroSoft".

En 1976, Intel anunciaba su nuevo procesador 8085, capaz de trabajar a 5 MHz y con un bus de 8 bits. Por su parte, Zilog introducía el procesador Z80, basado en el 8080 de Intel. Ese mismo año, MOS Technology introduce el procesador 6052. Basado en este procesador, se lanza el Apple-I, sucedido posteriormente por el Apple-II.

Como se puede observar, iban apareciendo nuevos microprocesadores, y al tiempo se iban desarrollando nuevos ordenadores personales basados en dichas CPU.

A partir de ese momento el arcaico mercado informático (el primer microordenador "UNIVAL" apareció en 1.951), se divide entre diversos fabricantes con el sistema operativo "CP/M" y "Apple".

Los primeros disponían de programas como "WordStar" y "dBASE II" que se harían muy populares. El segundo y gracias al programa "Visicalc" se introdujo en el sector financiero.

En la década de los 80 imperaban ordenadores personales como ZX-Spectrum (sucesor del ZX-80 y ZX-81, creados por Sir Clive Sinclair). Commodore lanzó su VIC-20, y posteriormente el Commodore 64 (a partir del procesador 6052). Estos ordenadores se basaban en procesadores de 8 bits y manejaban un máximo de 64 KBs de memoria. Amstrad (con su PC) y los ordenadores MSX intentaron rebasar este límite, manteniendo los chips empleados, pero no lograron el éxito deseado.

El nacimiento del PC.

En 1.981, "IBM" lanzó su "PC" (Personal Computer u Ordenador Personal) con el microprocesador 8088 de "INTEL" (16 bits a 5 MHz.), con 64 KBs de memoria RAM, ampliables a 64 ó 256 KBs y lógicamente sin disco duro, ya que el almacenamiento externo se realizaba mediante cintas de cassette, que después se transformaron en unidades de disco de 5'25 pulgadas, encargando a "MicroSoft" un sistema operativo para el citado ordenador. Había nacido el "MS-DOS/PC-DOS".

Es en ese momento cuando se produce el verdadero auge del sector informático tanto de Hardware como de Software. Numerosos son los fabricantes que se apresuran a ofrecer ordenadores totalmente "compatibles" con el "PC" de "IBM", ya que el gigante azul había marcado la pauta.

En 1982/3 aparecía el 80286, (PC-XT) con 184.000 transistores. Era 4 veces más rápido que el 8088 aunque corriera a 8 MHz. Disponía de 16 bits y podía romper la barrera de los 640 Kb. de memoria. Su principal novedad era un disco duro de 10 MBs. Esta característica tardó en aprovecharse por falta de Software adecuado. Era totalmente compatible con los 8086/8088 ejecutando toda su librería de programas. "IBM" no lo utilizaría hasta 1.984 para sus famosos "AT's", que ofrecían ranuras de expansión de 16 bits (empleando el estándar industrial ISA) y 20 MBs de disco duro. Todos los sucesores de dicho ordenador quedan dentro de la categoría AT, aunque actualmente se hace referencia a ellos bajo el nombre de PC.

Tan solo "Apple" con sus "Macintosh", seguía un rumbo diferente, especializándose en el sector de la autoedición, pero mientras "XT's" y "AT's" invadían el mercado informático.

La gran oferta de Software, convertían a estas máquinas en algo más que simples herramientas de trabajo.

En 1.985 se produce otro paso importante con la aparición del 80386DX. Inicialmente funcionaba a una velocidad de 16 MHz. y contenía 275.000 transistores.

Tenía 15 veces más potencia que el 8088 a una velocidad inicial de 16 MHz., pero lo más destacable era su microprocesador de 32 bits.

En 1.987 "IBM" intenta tomar de nuevo las riendas de algo que inició ella, presentando el "Personal System/2", así como el sistema operativo "OS/2". En esta ocasión sus competidores no siguen esa tendencia y continúan con la estructura tradicional "ISA".

En 1.988 aparece el 80386SX que se anuncia como un híbrido entre el 286 y el 386 puro. Disponía de un bus externo de 16 bits e interno de 32.

En 1.989 "INTEL" presentaba el 486 DX que con 1.2 millones de transistores doblaba la velocidad de proceso del 386DX y corría inicialmente a 25, 33 y 50 MHz. "INTEL" suprimió el 80 de la denominación inicial, aunque popularmente ya hacía tiempo que los microprocesadores eran conocidos por sus últimas cifras. Lo más importante de este microprocesador es que incorporaba de origen un coprocesador matemático, cada vez más solicitado para cálculo y aplicaciones científicas.

En 1.991 aparece el 486SX idéntico al anterior, pero con el coprocesador desactivado.

Este rápido repaso de la historia de los microprocesadores nos lleva al "Pentium", un 586 para entendernos. Un nuevo paso adelante que amplía la velocidad y las prestaciones de estas pequeñas máquinas que cada vez son más próximas a los grandes ordenadores. El "PENTIUM" posee 3 millones de transistores y es superior 3,5 veces a un 486DX-2 a 66 MHz.

"INTEL" ha utilizado para este nuevo microprocesador una arquitectura interna de tipo super escalar (dos unidades de proceso (CPU) de 32 bits, semejantes cada una a un 486 trabajando en paralelo), lo que le permite ejecutar varias instrucciones para cada ciclo de reloj. Por otro lado el microprocesador se comunica con el exterior por un bus (Conductor de gran capacidad incluido en un circuito eléctrico, utilizado para conectar tres o más elementos, a menudo en la forma de una barra gruesa de cobre. En los ordenadores digitales, conductor o conjunto de conductores paralelos que transmiten datos o direcciones entre distintas partes del sistema) de 64 bits.

Si en apenas unos años, la informática y concretamente el "PC" ha avanzado a esta velocidad, llegando a existir más de NNN millones en todo el mundo, ¿qué puede ocurrir en esta última década del siglo XX?. Tal vez el "PowerPc" basado en una estructura "Risc" tenga la palabra y tome el relevo, todo es cuestión de potencia, velocidad y precio.

Y efectivamente, el relevo casi está tomado. Todos hemos oído hablar de la tecnología MMX, Pentium II, Celeron, Xeon, AMD K6, Pentium III, Pentium IV, etc..., velocidades de 166, 200, 233, 266, 300, 400, 833 MHz, etc. y hasta que cantidad de GHz llegaremos?.

Es muy probable que tras leer la introducción anterior, se encuentre con que ignora el significado de ciertos acrónimos (Palabras formadas de las letras o sílabas iniciales de las sucesivas partes de un término compuesto) , y por que no decirlo: "le viene todo un poco grande".

No se preocupe y mucho menos se desanime, este manual tratará de dar luz a sus dudas. Seguidamente vamos a conocer unas denominaciones que sin lugar a dudas le serán de utilidad. Lea todo y de lo que le queden lagunas o no comprenda, formule las correspondientes preguntas a su profesor.

Diseño del primer PC de IBM

El IBM PC, presentado en agosto de 1981, fue un equipo cuyo objetivo era el mercado doméstico, con lo cual se comprenderán fácilmente las limitaciones existentes en la primera generación.

Externamente estaba integrado por tres piezas, la unidad central, de sobremesa y de gran tamaño (como es típico en los productos de EE.UU.), la pantalla, monocroma y de modo texto y un teclado. A esto se podía añadir una impresora de nueve agujas, con la marca IBM pero fabricada por la japonesa Epson.

Por lo que respecta al microprocesador se trataba del Intel 8088, una versión, con el bus recortado a la mitad de ancho, del 8086. Esta CPU suponía un avance respecto a los microordenadores comercializados en esa época, pues todos eran de 8 bit, a excepción del Olivetti M20, que incluía una CPU Zilog 8000 de 16 bit, aunque el 8088 no era un auténtico 16 bit.

El usar la CPU Intel 8088, con bus externo de 8 bit, tenía una explicación, poder usar todos los "chips" de acompañamiento (que en aquella época eran bastantes) existentes en el mercado, a precio barato, de 8 bit. Si se hubiera empleado la CPU Intel 8086, como hicieron de inmediato otras empresas como Olivetti en su M24 y Victor, todos estos chips habrían de ser de 16 bit, con un precio muy elevado en aquella época.



Así se concluye que IBM, buscó el fabricar un equipo novedoso en su CPU, aunque limitando al máximo el precio de sus componentes, para mantener un producto de calidad alta, prestaciones superiores frente a los productos domésticos de la competencia, y a un precio que le permitiera mantener los grandes márgenes comerciales.

La configuración básica estaba integrada por:

- CPU Intel 8088 a 4.77 MHz
- 64 kO RAM
- Controladora de vídeo modo texto
- Controladora de impresora (Centronics)
- Monitor exclusivamente de modo texto
- Cinta de cassette para almacenar datos y programas
- Lenguaje BASIC en ROM
- Teclado, de 84 teclas

Sin embargo esta versión no se llegó a comercializar pues se sustituyó la unidad de cassette por una de disco flexible de 160 kOctetos de capacidad, y como es lógico con su controladora. A su vez se introdujo el sistema operativo PC-DOS 1.0, proporcionado, aunque no creado, por Microsoft (en aquella época sólo era conocida por su lenguaje BASIC) a IBM.

La gran ventaja de este equipo era su facilidad de ampliación debido a los "slots" o zócalos de que disponía, lo cual dio origen a que un gran número de empresas independientes crearan tarjetas electrónicas adaptables, que realizaban funciones no disponibles en el PC o que mejoraban las existentes. Estos zócalos constituyen el tan conocido BUS de expansión del PC, que dio lugar al BUS AT, un estándar a nivel microinformático, conocido como Bus ISA. Se define como ancho de banda del bus, la cantidad de bits que puede transportar por unidad de tiempo, siendo inferior a 4 MO/s.

El éxito de este equipo fue superior al previsto por IBM, prueba de ello es que no estuvo disponible en Europa hasta casi dos años después de su lanzamiento en EE.UU., momento en que se empezó a fabricar en Escocia (R.U.).

Este éxito se debió a la gran fama de IBM, pues en esa época había equipos muy superiores, como los antes citados de Olivetti y Victor, y a precios más asequibles.



Dado que las especificaciones técnicas fueron hechas públicas por IBM, esto dio origen, como se ha comentado previamente, al nacimiento de gran cantidad de empresas que crearon tarjetas adaptables al bus. Entre ellas se pueden citar, por ejemplo, tarjetas con un reloj con batería, pues el PC perdía la hora al apagarlo, tarjetas de vídeo con posibilidades gráficas y que por lo tanto soportaban un monitor gráfico y a veces en colores, tarjetas de comunicaciones como por ejemplo tipo modem o telex, y otras muchas posibilidades.

IBM reaccionó con alguna lentitud, presentando algunas mejoras en su PC, conocido como IBM PC XT, en el que incorporó un disco duro de 20 MO con interface MFM (actualmente desaparecida), con su controladora, y una tarjeta de vídeo que soportaba monitores en color y gráficos, pero con una resolución baja (640*200

puntos), que para lo único que servían era para destrozar la vista de los usuarios. A su vez incluyó disqueteras para soportes con capacidad de 360 kO.

Simultáneamente aparecieron los primeros microordenadores clónicos y compatibles. Por ejemplo, en EE.UU. Olivetti Docutel presentó el Olivetti PC, una copia casi idéntica del IBM PC XT, aunque con mejores prestaciones y precio más bajo; en Europa apareció el Olivetti M24, con CPU Intel 8086, y buses de 16 bit, lo cual lo hizo muy superior al XT de IBM, siendo un gran éxito a nivel mundial (se comercializó con las siguientes marcas: AT&T, Toshiba, Logabax, Xerox, Hermes ...). A su vez la francesa Bull presentó un clónico del IBM PC XT, copia exacta, aunque lo raro es que tenía prestaciones inferiores al de IBM; cosa incomprensible. De esta forma fueron apareciendo equipos que intentaban superar a los de IBM, pero aun no había dado comienzo la época de los clónicos a bajo precio y montados en base a piezas fabricadas en Formosa y otros países asiáticos.

La gran difusión de estos equipos, hizo que aparecieran gran cantidad de programas, lo cual reforzó el liderazgo de los PC's de IBM.

También surgió un equipo de IBM conocido como portable (no portátil), que además de ser bastante voluminoso, no tenía autonomía eléctrica, es decir había que enchufarlo a la red. Otro inconveniente fue que la pantalla era de tubo de rayos catódicos, como los ordenadores de sobremesa, aunque de pequeñas dimensiones, pero con toda la problemática que conllevan para su transporte. Este equipo no era muy asequible ni en precio ni en portabilidad, por lo que otras empresas intentaron mejorarlo, así surgió, con este propósito, Compaq, empresa que recientemente ha sido comprada por Hewlett Packard.

El PC AT de IBM

Al descubrir IBM, que su equipo se estaba usando a nivel profesional, y poco a nivel doméstico, y que por otra parte la competencia ofrecía equipos con más prestaciones más baratos y totalmente compatibles, decidió sacar una versión mejorada de sus PC's, que denominó AT (Tecnología Avanzada). Este incluía una CPU de 16 bit, superior a la 8086, era la 80286 de Intel, cuya principal diferencia respecto a la 8086 era el bus de direcciones de 20 bit, en vez de 16, por lo que podía direccionar mucha más memoria, aunque en aquella época no era una gran necesidad.

Otra diferencia fundamental, era que los "slots" de expansión constituían un bus de 16 bit, lo cual permitía utilizar las tarjetas de los XT, a 8 bit, y las nuevas que se crearan para él. Este BUS AT se ha convertido en un estándar (Bus ISA) ampliamente usado hasta hace poco tiempo.

A su vez la frecuencia de reloj pasó a ser de 6 u 8 MHz, frente a los 4.77 del PC original.

Dado que Intel dió licencias para que sus CPU's fueran fabricadas por otras empresas (Fujitsu, Siemens, AMD, Harris, ...), se abarataron los costes de tal forma, que apareció el fenómeno de los clónicos tal como lo conocemos actualmente, lo cual perjudicó mucho a IBM, pues el mercado no sólo se distribuía entre IBM y las marcas de prestigio que comercializaban compatibles (Olivetti, Bull, Compaq, Xerox, AT&T, Philips, NCR y algunas otras), sino que empresas con pocos medios y con gastos nulos de investigación, pues gran parte del producto lo copiaban ilegalmente, podían ofrecer equipos clónicos a precios imbatibles, aunque la mayoría de las veces con una calidad y seguridad para el usuario ínfimas.

La arquitectura de un AT estaba compuesta por:

- Fuente de alimentación conmutada
- Placa base o placa madre, que incorpora:
- CPU Intel 80286 con frecuencia de reloj desde 6 hasta 20 MHz
- Memoria RAM de 1 MO. ampliable
- Conjunto de chips (ChipSet), que gestionan el sistema
- Tarjeta controladora de vídeo, gráfico y color (640*200)
- Tarjeta comunicaciones RS 232C
- Tarjeta controladora impresora (Centronics)
- Tarjeta controladora de dos discos duros MFM y dos disqueteras
- Tarjeta para ampliación de memoria
- Bus con los "slots" de expansión
- Bus Local PC Reloj en tiempo real, con batería
- Teclado mejorado de 104 teclas

Parte o en algunos casos todas, las tarjetas indicadas hubo fabricantes que las incluyeron en la placa base, dejando así más zócalos libres en le BUS AT, para posteriores ampliaciones.

Los IBM PS/2

Ante la situación de competencia en la que se vio inmersa IBM, actuó de dos formas, la primera fue exigir a todos los fabricantes que le habían copiado sus productos el pago de los "royalties" correspondientes, a lo cual, dado el inmenso poder de IBM, no se negaron, y por otra parte diseñar una nueva línea de equipos, legalmente muy difíciles de copiar por su gran detalle de patentes. De esta forma nacieron los IBM PS/2.

Una de las innovaciones de estos equipos era el bus a 32 bit, podían incluir CPU Intel 386, muy mejorado, en el que se introducían las tarjetas de expansión, pues IBM lo cambió por completo, llamándole "Microchannel", lo cual dió lugar a los equipos con arquitectura MCA (Arquitectura Microcanal). Otra innovación fue el cambio de tipo de monitores, y por lo tanto de controladora, se introdujeron los monitores analógicos, con una resolución superior a los previamente empleados (digitales) y con una variedad

de colores muy superior. Estas dos innovaciones supusieron que no valía nada de lo anterior y que además los clónicos, en principio se verían desplazados del mercado.

A su vez se introdujeron nuevas CPU's de Intel, las 386 y 386SX, con mejoras significativas frente a sus predecesoras.

La arquitectura MCA fue comercializada por algunos fabricantes aparte de IBM, como por ejemplo Olivetti, pero con muy poco éxito. Además dado que estos equipos, incluso los de IBM se difundieron poco, todas las tarjetas de ampliación diseñadas para ellos eran caras, lo cual hacía de esta arquitectura un producto poco atractivo.

Simultáneamente a la aparición de estos equipos se comercializó un nuevo sistema operativo denominado OS/2, desarrollado entre IBM y Microsoft, aunque las versiones posteriores fueron creadas por IBM; actualmente ya no se comercializa.

A su vez Compaq creó un bus específico para sus equipos de gama alta, el denominado Triflex, que comprende tres buses interconectados, uno de 128 bit para la memoria, otro de 64 bit para uno o dos microprocesadores 486 (a 267 MO/s) y un bus EISA (que se describirá en el apartado siguiente).

El reconocimiento del fracaso de la arquitectura MCA, por parte de IBM, está claro, pues una nueva generación de equipos que comercializó posteriormente, para uso doméstico, los PS/1, no utilizaban arquitectura MCA. A su vez como no logró frenar el avance de los clónicos, IBM decidió comercializar clónicos de países asiáticos, con la marca Ambra, lo cual acabó en fracaso al poco tiempo.

Actualmente IBM ha cerrado las divisiones de PC's domésticos, en varios países, debido a la baja cuota de mercado que alcanzan, aunque permanece en tercer lugar por número de PC's vendidos a nivel mundial, por detrás de Dell y Hewlett Packard.

EL BUS EISA

Dado que la arquitectura MCA era muy cerrada, un grupo de fabricantes de microordenadores, AST Research, Compaq Computer, Epson, Hewlett-Packard, NEC, Olivetti, Tandy, WYSE, and Zenith Data Systems, decidieron crear un bus con prestaciones superiores al ISA, pero que a su vez fuera compatible con él, esto dio origen al bus EISA (Extendido ISA). Sus características eran: 32 bit, ancho de banda de 33 MO/s y frecuencia de reloj 8 MHz.

EISA sólo se ha usado en los microordenadores de gama alta y ha tenido poca difusión, a pesar de sus ventajas sobre ISA y a valer las tarjetas de expansión existentes, lo cual repercutió en que no se abarataran los precios.

De forma que en el año 1992 la situación era la siguiente:

- Bus ISA, un auténtico cuello de botella
- Bus MCA, muy restringido y sin difusión al gran público
- Bus EISA, sólo usado en equipos de gama alta
- Bus Local PC existiendo demanda para un ancho de banda aún mayor, lo cual daría origen a otros buses.

Bus Local VESA

Es una extensión de la arquitectura tradicional del PC, dado que el bus ISA era cuello de botella, la solución es conectar algunos dispositivos directamente a la CPU, mediante un bus conocido como bus local. Este ha de tener el mismo ancho que el microprocesador (16 bit en un 286 o 386SX y 32 bit en un 386DX o 486), por lo que eran realidad las velocidades elevadas. Lo ideal es conectar a este bus las controladoras de vídeo y de disco duro, mientras que otras tarjetas que no requieren grandes velocidades se mantienen en el bus ISA.

Surgieron algunos problemas, pues la CPU no puede soportar la conexión directa de más de dos o tres tarjetas, además el diseño de la placa base ha de hacerse de forma que las distancias sean mínimas para evitar retrasos. También es conveniente usar memorias caché.

Su principal ventaja es que cuadruplican el ancho de banda, llegando a 133 MO/s.

VESA es el acrónimo de la Asociación de Fabricantes de Controladoras de Vídeo (Video Electronics Standards Association), que agrupa a más de 120 fabricantes, y fueron los que lo propusieron, disponible desde finales de 1992 y desde 1996 fuera de uso.

Este bus va a la misma velocidad que el procesador, siendo una solución sencilla, que no incluye soporte de DMA ni de interrupciones, lo que obliga a la mayoría de las tarjetas a estar conectadas a los dos buses, el ISA y el VESA, para aprovechar del primero las características de E/S y del segundo el ancho de banda.

Al salir al mercado las placas madre con bus VESA, su precio era algo superior al de las con bus ISA, hubo una época en que dominaron el mercado, pero han desaparecido del mercado, frente al bus PCI. Para equipos Pentium sólo se llegaron a fabricar algunas placas VESA.

Bus Local PCI

Introducción

PCI es abreviatura de "Peripheral Component Interface", diseñado por Intel. En 1992 Intel y otras compañías formaron el PCI Special Interest Group para

promocionar, supervisar y mejorar el desarrollo de PCI como estándar de bus local abierto y no propietario. Este grupo cuenta con más de 160 fabricantes. Es una solución completa, dado que a diferencia del VESA incluye ventajas como el soporte de interrupciones y DMA, lo cual implicaba que necesita tres chips específicos, y por lo tanto un coste superior.

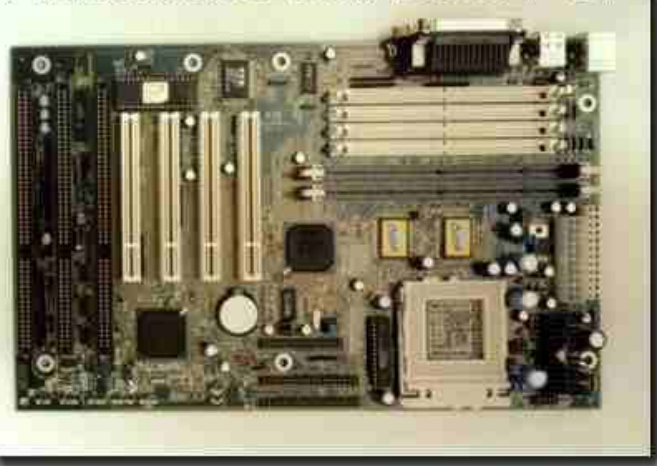
Las especificaciones del bus local PCI ofrecen un número de beneficios clave:

- Altas prestaciones
- Compatibilidad
- Independencia del procesador.
- Flexibilidad de plataforma
- Bus Local PC rentabilidad
- Soporte futuro

Altas prestaciones

Al contrario del bus local VESA que sólo está pensado para acelerar las aplicaciones gráficas, PCI es una solución de sistema global. Proporciona mayores prestaciones para los adaptadores de redes, unidades de disco duro, vídeo animado, gráficos y otros periféricos que requieren gran velocidad.

Placa base con BUS PCI



Funcionando a una velocidad de reloj de 33 MHz, PCI emplea un bus de datos de 32 bit y ancho de banda de 132 MO/s, frente a 5 MO/s del bus ISA.

Otras características para permitir operaciones simultáneas, mantener el bus lleno de datos y minimizar los estados de espera de la CPU, son:

- **Ráfagas Lineales.**

Es un método de transferencia de datos que asegura que el bus siempre tenga datos. Estas ráfagas permiten utilizar más ancho de banda para enviar datos en vez de direcciones.

Además PCI es único, pues soporta tanto lecturas como escrituras en ráfaga, muy importante con aceleradores gráficos, cuando más del 90% de los accesos de datos de la CPU, son escrituras a la memoria de vídeo desde la memoria principal. Aunque en los nuevos diseños se está dando otro tratamiento más eficaz a los sistemas gráficos.

- **Baja latencia de acceso**

Los dispositivos diseñados para soportar PCI tienen una baja latencia de acceso, lo que reduce en más de un orden de magnitud el tiempo requerido para que un periférico obtenga el control del bus después de requerir el acceso. Por ejemplo una tarjeta de red Ethernet, puede tener grandes ficheros de datos llegando a su tampón. Esperando acceder al bus, la tarjeta no puede transferir los datos de los ficheros a la CPU lo bastante rápido para evitar una sobrecarga del tampón, lo que obliga a almacenar en una RAM adicional los contenidos de los ficheros. Como los dispositivos PCI soportan tiempos de acceso, la tarjeta de red puede enviar datos más rápidamente a la CPU, redundando en un precio inferior al no necesitarse RAM adicional.

○ **Concurrencia y Maestros de Bus**

Las mejoras de prestaciones también se logran mediante la posibilidad de PCI de ser maestro de bus y permitir la concurrencia. En la mayoría de los buses existe el dominio de bus, que permite a cualquiera de un número de periféricos inteligentes tomar el control del bus para acelerar las tareas de proceso intensivo de alta prioridad. La posibilidad de concurrencia, única de PCI, asegura que el microprocesador opera simultáneamente con estos maestros, en vez de esperarlos.

Compatibilidad

Es compatible, en la arquitectura de placas base, con ISA, EISA y MCA, y a veces también se encuentran placas que incluyen el VESA. A su vez cualquier tarjeta PCI funcionará con cualquier sistema compatible PCI, sin que importe el tipo de bus de expansión o Bus Local PC de CPU en uso.

Independencia del procesador

La arquitectura independiente del procesador de PCI dispone de un diseño único de tampón intermediario entre el subsistema de la CPU y los periféricos. Lo normal es que si se añaden a la CPU más dispositivos, se degradan las prestaciones y baja la fiabilidad. El uso del tampón permite a los usuarios ampliar su sistema al añadir múltiples dispositivos periféricos e introducir variaciones de prestaciones a diferentes velocidades de reloj. El diseño independiente del microprocesador asegura que los diseños de las placas no se quedarán obsoletos.

Soporte de plataforma flexible

PCI proporciona una solución de bus local económica para cualquier tipo de equipo, no sólo los normales, sino para los servidores y los portátiles.

Rentabilidad

PCI se diseñó con un objetivo de bajar los costes globales de los desarrollos. Utiliza "chips", ya sean fabricados por Intel o por otras empresas como VIA y Opti, altamente integrados, para incorporar funciones de sistema como controladores de DRAM y caché, eliminando costes y espacio asociados con la circuitería de soporte. Frente a los chips VESA con 80 patillas, los PCI son más pequeños, pues multiplexan los buses de datos y direcciones.

Desarrollos posteriores del bus PCI

Dado que la arquitectura de este bus es muy flexible, se efectuó un desarrollo específico para equipos de aplicaciones industriales. Empresas de dicho entorno crearon unas especificaciones dando lugar al denominado Compact PCI, que ofrece la posibilidad de diseñar ordenadores con dimensiones reducidas, (placas de 160 * 100 mm) soportando ambientes agresivos. Otra de las ventajas es que se pueden crear puentes con otros buses estándares en la industria, como VME y STD.

La versión 2.2 de las especificaciones, ofrece como novedad más importante, que los nuevos equipos de acuerdo con esta versión, permiten el intercambio de placas en el bus, sin necesidad de apagar el ordenador. La última versión está operativa desde junio de 2004 y se denomina PCI Express, siendo muy superior en prestaciones respecto al bus AGP, que se creó para mejorar la velocidad de acceso de los controladores gráficos al microprocesador del ordenador.

Comparación entre buses

Nombre	Nº bit	V.MHz	Ancho MO/s
ISA	16	8	<4
MCA	32	10	33
VESA	64	=CPU	133
PCI	32	33	133

Bus 1394 FireWire

En 1995 el "Institute of Electrical and Electronics Engineers (IEEE)" estableció las bases de un nuevo estándar, el bus serie de elevadas prestaciones IEEE1394. Desde 1986 se ha tendido a unificar los diferentes buses en serie, la aparición de nuevos dispositivos grandes consumidores de un gran ancho de banda, como los DVD, ha dado lugar al nacimiento de las especificaciones del bus Firewire. Esta norma se puede resumir en los siguientes puntos:

- Transferencia de datos en tiempo real para aplicaciones multimedia.
- Flujos de transferencia de hasta 200 Mb/s, ampliable en el futuro hasta 800 Mb/s.
- Conexión en caliente (sin desconectar la alimentación eléctrica), sin pérdida de datos.
- Topología de red flexible, incluyendo al de bus y en grafo.
- Sin necesidad de terminadores en los extremos.
- Conectores comunes para todos los componentes
- Posibilidad de conectar entre sí hasta 63 dispositivos

Presenta ventajas frente al resto de buses, incluso frente al USB, aunque no puede competir en precio. Frente al bus PCI, de momento es más lento. Los productos más usuales con este bus son, cámaras digitales, cámaras de vídeo, discos, sistemas de captura, cintas DAT (Digital Audio Tape), CD's, ZIP's, sistemas de almacenamiento magnetoópticos e impresoras.

USB Universal Serial Bus

Este bus serie permite conectar más que ordenadores y periféricos. Puede conectarse con hasta 127 dispositivos como fotografía digital, monitores, teclados, ratones impresoras y escáneres. Está reemplazando rápidamente a otras interfaces como la centronics y la serie RS 32C.

El estándar más reciente es el 2.0, que permite una velocidad de transmisión desde 12 Mb/s hasta 480 MB/s y es compatible con la versión previa. La conexión se transmite mediante un par de cables, de hasta cinco metros de longitud, mientras que por otro par circula la información de retorno.

Historia de Internet

La agencia ARPA y su misión

En 1958 se organizó en los EE.UU. la agencia gubernamental de investigación, ARPA (Advanced Research Projects Agency) creada en respuesta a los desafíos tecnológicos y militares de la U.R.S.S. de la cual surgirán una década mas tarde los fundamentos de la futura red Internet. La agencia, bajo control del Departamento de Defensa se organizó en forma independiente de la comunidad de investigación y desarrollo militar.

Su misión durante las próximas décadas la llevará a desarrollar y proveer aplicaciones tecnológicas no convencionales para la defensa de EE.UU. ampliando la frontera tecnológica a favor de una organización reducida en número, pero flexible, libre de condicionamientos y dotada de científicos de elite. ARPA será la responsable de una gran parte de la investigación en ordenadores y comunicaciones de carácter innovador en EE.UU. durante los próximos años.

Inicio. Los grandes ordenadores

Como se ha visto, hacia la década de 1960, los ordenadores eran máquinas grandes e inmóviles, no podían comunicarse entre ellas y la transmisión entre usuarios tampoco era posible. Para usar un ordenador diferente del propio, el usuario debía trasladarse físicamente al otro o usar soportes de almacenamiento con los programas y datos a usar. Científicos de diferentes universidades estaban frustrados, compartir información con sus colegas era una labor muy ardua y compleja. Los investigadores más afortunados eran capaces de comunicarse mediante terminales que usaban módems. Pero el uso de teléfono era costoso, y los científicos trataron de encontrar mecanismos más eficientes de usar las líneas telefónicas para transmitir datos. Un sistema, llamado multiplexor permitía a cada uno tener una fracción de tiempo en la línea telefónica.

1962 Se pueden enviar mensajes.

Hacia finales de la década de 1960, durante la Guerra Fría, Paul Baran y sus colaboradores en Rand Corporation mantenían sus mentes fijadas en un problema: Si las redes de ordenadores fueran dañados por una guerra nuclear, ¿cómo podría el ejército estadounidense continuar comunicándose?

Una de las respuestas fue mediante una nueva forma de multiplexor que debería descomponer cada comunicación en pequeños segmentos llamados "mensajes". Una red - consistente en ordenadores conectados por líneas telefónicas - debería enviar esos mensajes rápidamente. Cada mensaje debería contener información de la ruta a seguir, de modo que cada máquina del sistema debería saber a donde enviar cada mensaje. Esta combinación de mensajes titulados más componentes de red pequeños permitiría que la información siempre estaría disponible y que la red siempre se mantendría funcionando.

El Sistema de Baran no fue del todo intuitivo, ingeniosamente descartó la noción de que el camino más corto entre dos puntos es la línea recta, en cambio, estuvo diseñado para el mejor servicio posible, lo más duradero posible, para el mayor número de usuarios posible y bajo las peores condiciones imaginables.

Esta técnica se denominó "conmutación de paquetes". Los primeros nodos de conmutación fueron creados bajo la dirección de Donald Davies en el Laboratorio Nacional de Física, Inglaterra.

Los laboratorios de red en 1960 eran locales, operaban solamente en un edificio. Grandes aplicaciones empezaron a aparecer con el nuevo invento.

1963 La Red Intergaláctica de ordenadores.

JCR Licklider, pionero de la computación, tuvo por primera vez una visión de algo parecido a un sistema Internet. El líder de la Oficina de tecnología de procesamiento de Información de la Agencia Americana de Proyectos de Investigación Avanzados (ARPA) envió un memorando premonitorio a los "Miembros y afiliados de la Red Intergaláctica de Computadoras"

En esta comunicación Licklider sostenía que los ordenadores podrían ayudar a los investigadores a compartir información. También predijo un día en el que comunidades de personas con intereses comunes podrían comunicarse con otros - Presentaba una visión nueva.

En el laboratorio de Lincoln en Massachussets el experto en ordenadores Larry Roberts tuvo una visión similar. Roberts vislumbró los beneficios potenciales de las redes de ordenadores trabajando juntos; como Licklider, él creía que el trabajo de red debería constituir una comunidad de uso de sistemas informáticos.

Trabajando con Thomas Marill, Roberts usó una línea telefónica dedicada para conectar su computador TX-2 al ordenador de Systems Development Corporation en Santa Mónica.

Mientras este enlace rudimentario permitió a su ordenador ingresar en el otro y ejecutar programas en éste, se hizo, pero con costos prohibitivos y no prácticos. Pero era sólo el inicio.

1969 Cuestiones clave

En 1966 la oficina de Tecnología de procesamiento de Información de ARPA proporcionó facilidades a 17 centros en todo EEUU. Para una afortunada minoría ARPA cubría los costos de líneas telefónicas a larga distancia para que los investigadores clave puedan usar recursos de ordenadores directamente desde sus oficinas. Bob Taylor uno de aquellos pocos afortunados.

Un Psicólogo que trabajaba con J.C.R. Licklider en IPTO, Taylor, tenía tres terminales en su oficina. Cada una con una línea telefónica separada que conectaba a un ordenador distante. Las tres terminales de Taylor lo conectaban con: MIT, Berkeley y la Corporación de Desarrollo de Sistemas en Santa Mónica, respectivamente.

Pero Taylor no estaba conforme. Un día, sentado frente a sus tres ordenadores, se preguntó ¿Por qué necesitaba él todo aquello? Por qué no se hacía que un terminal pudiera conversar a todos los ordenadores a través del país o una red que conecte a ellos. ¿Porqué un terminal no podría hacer todo esto?

Las bases de Internet fueron planteadas.

1969 - Nacimiento de ARPANET

ARPA dio la respuesta a las preguntas clave de Bob Taylor, encargó la construcción de una red de ordenadores experimental. Basados en la tecnología de intercambio de paquetes de Paul Baran, esta Red de la Agencia de Proyectos de Investigación Avanzada (Advanced Research Projects Agency Network) o ARPANET, ayudaría a los investigadores a trabajar más eficazmente y explorar rumbos para las redes de computadoras.

Una compañía de Cambridge, Mass., llamada Bolt, Beranek and Newman ganó el contrato para construir los conmutadores de paquetes, o Interface Message Processors (IMPs), que serían usados como nodos de ordenadores para esta nueva RED.

En Septiembre de 1969, el primer IMP llegó a la UCLA, un centro de investigación fundado por ARPA. Los científicos de Computadoras Len Kleinrock y los estudiantes graduados Vinton Cerf llamaron a la matriz de UCLA; su curiosidad sobre la arquitectura de la red los llevó a la creación del Centro de Medición de Red de ARPA. EL equipo haría el seguimiento de todo lo que podría hacer la comunidad ARPA.

Pocas semanas después los IMPs fueron cambiados al Instituto de Investigación Stanford en Menlo Park, California. El cual proveía el nuevo Centro de Información de Red; la Universidad de California en Santa Bárbara la cual alojó el sistema Interactivo en línea UCSB; y la Universidad de Utah en Salt Lake City, donde ordenadores para gráficos estaban en su inicio. Una vez que ellas hubieron conectado por medio de líneas telefónicas, los IMPs en estos cuatro sitios empezaron a intercambiar paquetes a larga distancia y nació ARPANET

Las cosas ya no volverían a ser las mismas

1972 Comienza la fiesta de Arpanet

La Red ARPANET inicialmente brindó tres servicios: Acceso a ordenadores remotos y otros dispositivos como un terminal de usuario remoto (actualmente denominado Telnet), compartir información a través de la transferencia de archivos, e impresión remota o salida a impresoras en otras ubicaciones.

Sorprendentemente, el e-mail entre ordenadores conectados no estuvo entre la oferta inicial. "No sabíamos que e-mail era importante" confesó después Vint Cerf de UCLA "No estábamos seguros de qué es lo que ocurriría con el tiempo", no fue sino hasta años después que primer mensaje de e-mail: [//www.exitoeexportador.com/stats2.htm](http://www.exitoeexportador.com/stats2.htm) de ARPANET fue enviado.

A medida que ARPANET crecía, hacia 1971, fue expandida hasta 15 nodos y en 1972 incluía 37, los miembros no estaban satisfechos.

ARPANET tuvo su presentación en octubre del año siguiente, cuando ARPANET IMP y un terminal multiplexor fueron configurados en la Conferencia Internacional en Comunicaciones de Computadora. En Washington DC. "Esta fue la primera demostración en público de los que podía hacer la conmutación de paquetes, y esto haría que la gente tome esta tecnología seriamente", dijo Bolt, Beranek and Newman's Alex McKenzie. El evento fue un éxito, los expertos dijeron que el potencial de la Red estaba en crecimiento. En la década siguiente en un ordenador se conectaba a la red cada 20 días con la posibilidad de que cientos o miles de personas compartieran uno de cualquiera de esos equipos.

La comunidad informática se empezó a hablar abiertamente de una red global.

1981 El clan del ARPANET

Las dos redes más importantes formadas para centros de educación y enseñanza fueron CSNET (Computer Science NETwork; posteriormente the Computer+ Science Network), y BITNET ("Because It's Time" or "Because It's There" NETwork). Muchas otras redes para propósitos especiales se desarrollaron en todo el mundo como la red de paquetes por satélite, paquetes para la comunicación de la voz y los paquetes de radio.

Por enlazar usuarios con intereses comunes, ARPANET y sus redes compañeras tuvieron un importante impacto técnico y social. Quienes compartían entusiasmos extracurriculares formaron la "comunidad virtual de interés", usuarios con una curiosidad común dentro de Internet misma que formaron los "net communities" para explorar todo desde algoritmos de rutas hasta la demografía de la red.

Los científicos empezaron a comunicarse colectivamente por medio de las listas de correo electrónico rápidamente desarrolladas. Miles de discusiones florecieron sobre todos los tópicos inimaginables. A nadie sorprendió que uno de los primeros y mejor enterados grupos de discusión fue los "sf-lovers" conformado por los admiradores de la red de ciencia ficción.

1983 TCP/IP: el Esperanto de la computación.

El desarrollo de redes fuera de ARPANET creó nuevos competidores. Tenían dificultades en interconectarse, debido no precisamente al hardware (diferentes ordenadores podían utilizar ARPANET) sino más bien a la incompatibilidad en los protocolos de comunicación. Aun el satélite del propio ARPA y las redes de paquetes de radio no podían conectarse a ARPANET

Ante esto ARPA auspició el desarrollo de un nuevo estándar de comunicación llamado Transmission Control Protocol/ Protocol Internetwork (TCP/IP), que fue un conjunto de protocolos que permitían la conexión de las redes, ordenadores de diferentes redes podrían ahora comunicarse una con otra. Cada red utilizó IP para comunicarse con las otras. Debido a que los científicos se referían a la "red de redes" como "Internet" este nuevo grupo de redes que utilizaban TCP/IP empezó a ser conocido como Internet.

El Nacimiento de "Internet"

A finales de la década de 1970 muchas redes de investigación, del gobierno y educativas utilizaban TCP/IP. Pero el ARPANET y la red de información de defensa no realizaron el cambio oficialmente sino hasta el uno de enero de 1983. Fecha del nacimiento oficial de Internet

Tanto ARPANET como Internet continuaron su desarrollo en tamaño e importancia. Proporcionaron medios para la comunicación y cierta forma de convivencia entre los científicos de todo el mundo, permitiéndoles trabajar juntos, compartir información y la utilización de fuentes distantes.

1988 Intrusos en Internet.

A pesar de su gran crecimiento, Internet permaneció siendo desconocida para el público hasta Octubre de 1988 cuando un programa intruso o "worm" originó algo devastador.

Internet worm empezó su vida como un simple programa lanzado por el estudiante Robert Morris Jr. Más destructivo que un virus de computadora el "worm" activaba el envío de copias de si mismo por Internet a otros ordenadores donde a su vez cada copia se multiplicaba. Antes que el "worm" fuera exterminado miles de ordenadores habían sido sobrecargados o fueron deliberadamente desactivadas por cuestiones de seguridad.

Por primera vez, pero difícilmente la ultima, Internet apareció en las noticias.

Desde ese entonces programadores y expertos en seguridad crean nuevas herramientas para combatir cualquier escalada de guerra tecnológica y en búsqueda de informes y problemas de abuso de la red.

1990 Archie aparece en escena

Como es de suponer el crecimiento del número de usuarios y el volumen de información disponible había originado una especie de jungla de información, en la que no existía mapa o referencia alguna. A finales de los 80 y principios de los 90 desconcertados usuarios idearon herramientas para localizar y ordenar la información.

Estos lineamientos ayudaron a su vez a otros usuarios a encontrar el camino y transformaron a Internet en un mundo amigable para el usuario.

"Archie fue el primero de estos programas que permitía a los usuarios obtener una lista de direcciones de Internet "FPT holdings" con una simple consulta.

1990 FIN DE ARPANET

El uno de junio de 1990 ARPANET fue desinstalado. Los lugares donde ARPANET había sido originalmente conectado fueron reemplazados por otras redes nuevas en Internet.

1991 El más popular "Gopher" "Archie" fue seguido por Gopher quien se convirtió en el "Navegador en Internet" más popular. Les permitía a los propietarios de la información organizar sus datos en menús. Los usuarios podían entonces ver, desplazarse y hacer selecciones desde ese menú.

El éxito de Gopher fue tremendo, en dos años miles de servidores Gopher se unieron a la red en todo el mundo, cada uno con su colección de directorios, archivos y punteros a información en otros Gophers.

Pero su éxito creaba un problema obvio: ¿Cómo encontrar algo en el "gopherespacio" ya que el plan original no contemplaba un índice?

La solución fue una solución similar al Archie, llamado Verónica (Very Easy Rodent Oriented Net-wide Index to Computerized Archieves) desarrollado por dos estudiantes, la base de datos Verónica tenía hacia 1993 más de un millón de entradas desde el menú Gopher.

1992 Tejiendo la Red

Mientras tanto, en Suiza, Tim Berners-Lee ideó una manera de organizar la información basada en Internet y los recursos que él necesitaba para sus investigaciones. Llamó a su sistema el World Wide Web, conocida también como WWW o W3.

Para conectar piezas individuales de información, Berners-Lee usó hipertextos, que contienen punteros y direcciones a otros temas.

Señalando un hipertexto el usuario le dice a su ordenador "toma la dirección asociada y vamos para allá". Las direcciones en un documento Web, llamados URL (Universal Resource Locator) apuntan a enlaces en cualquier lugar de Internet.

Berners-Lee diseñó la Web para investigadores en alta energía. El WWW también empezó a ser usado para navegar y ver su propia información en Línea.

1993 Mosaic

Marc Andersen, del National Center for Supercomputing Applications (NCSA) diseñó MOSAIC, un navegador por el Web que hizo más accesible y amigable.

MOSAIC permite a los usuarios recuperar elementos multimedia con una simple pulsación de ratón y no necesitan elaborar documentos complicados para publicar gráficos, imágenes, etc.

La combinación de Web y Mosaic y programas similares como Netscape Internet Navigator y Opera han transformado la apariencia de la red, formando una red mundial de texto y recursos, la red empezó a incorporar multimedia e información a color.

Desde 1997. La red hoy

A lo largo de su historia, Internet se ha transformado a sí mismo no sólo para las necesidades y deseos de sus usuarios, sino la visión de sus pioneros como Paul baran, J.C.R. Licklider y (más recientemente) Tim Berners-Lee y Marc Andersen. Su trabajo ha permitido a la gente a través del mundo formar parte de esta comunidad Global.

Durante los últimos años, Internet se ha ido haciendo virtualmente accesible para cualquier persona. Más del 80% de los estadounidenses puede tener acceso a internet por 20 US\$ mensuales, este uso está incrementándose exponencialmente. Se han creado abundantes empresas proveedoras de acceso a Internet, quienes ofrecen el acceso con tarifa plana.

En España ha disminuido de forma considerable el precio de las conexiones telefónicas a Internet y se ha mejorado la calidad con la implantación de operadoras de cable por televisión.

Internet se ha convertido en una oportunidad de negocio. Las empresas están tratando de determinar cuál será el modo en que este mundo virtual recibirá los productos y usuarios mañana. A su vez se ha convertido en un intercambio anárquico de información, es un fenómeno cultural vertiginoso del cambio del mismo mundo.

Unos 446 millones de personas usaban internet a fines de 2001 a nivel mundial y cerca de la cuarta parte estaba en Estados Unidos mientras que sólo el 4% en América Latina. Existen 133.4 millones de internautas en América del Norte (30% del total), 139.3 millones en Europa (31%), 145.9 millones en Asia Pacífico (32%), 22 millones en América Latina (4%) y 5.3 millones en África (1.2%), según el estudio de la empresa eMarketer. Cerca de 119 millones de ellos (26%) están en EE.UU.

Internet llega al cielo

Desde el cinco de enero de 2003, los pasajeros de la empresa aérea Lufthansa disponen de acceso a internet en el trayecto a Washington, gracias a la incorporación de servicios inalámbricos de banda ancha en los aviones. La velocidad de recepción es de 20 Mb/s y la de envío desde el avión es de un Mb/s. El servicio WLAN lo ofrece Vodafone y la conexión en el aire es mediante un satélite de Boeing.

Internet multiplica por 3500 veces la velocidad de transmisión de datos

Por primera vez en la historia se ha conseguido enviar mediante fibra óptica 6.7 gigas de información, que es el equivalente a dos películas de DVD, un total de cuatro horas de visionado, a través de 11000 kilómetros en menos de un minuto.

Según relata la revista Wired, la información fue enviada sin comprimir a 923 megabits por segundo durante 58 segundos desde California hasta Holanda, lo que supone una velocidad 3500 veces superior a la conexión doméstica de banda ancha.

Aunque desde 1984 se duplica cada año la velocidad de transmisión de datos a través de Internet, en esta ocasión se ha producido un salto sin precedentes que centuplica las posibilidades operacionales de la red de redes.

Para los científicos del Centro de Acelerador Lineal de Stanford, artífices de la proeza, en el futuro las aplicaciones de este sustancial aumento de la velocidad de transmisión tendrá múltiples aplicaciones prácticas.

Colectivos beneficiados

Entre ellas destacan la posibilidad de que un equipo de médicos pueda discutir en tiempo real, a través de Internet, el diagnóstico de un paciente en situación de riesgo e incluso analizar sus radiografías.

También tendrá aplicaciones en el campo de la física de partículas, toda vez que diferentes grupos de investigación podrán colaborar entre ellos sin necesidad de realizar viaje alguno, utilizando esta velocidad de transmisión para la transferencia de datos.

Otros campos que se beneficiarán directamente de esta tecnología son las investigaciones que se desarrollan en el marco del Genoma Humano, así como en astronomía.

El Proyecto Genoma Humano podría transferir sus enormes bases de datos más rápidamente sobre Internet. De la misma forma, los astrónomos podrán compartir datos de telescopios localizados en diferentes partes del mundo y los físicos de partículas intercambiar en tiempo real datos de laboratorios muy distantes entre sí.

Impacto generalizado

El impacto también puede ser generalizado, ya que la demanda de banda ancha en Internet tiene grandes expectativas a las que el experimento de Stanford podría dar satisfacción.

Un estudio de IDC revela al respecto que el crecimiento de las conexiones de banda ancha podría duplicarse en los próximos cinco años, lo que supondría pasar de los 180 petabits actuales a los 5200 petabits en 2007.

Para hacernos una idea de lo que esto significa, IDC desvela que en la actualidad la Biblioteca del Congreso de Estados Unidos, accesible desde Internet, representa una capacidad de memoria de 10 Terabytes y que, si sus previsiones se cumplen, en 2007 el tráfico diario de Internet será 64000 veces mayor que el peso que representa hoy la Biblioteca del Congreso.

Dado que la carga necesaria para soportar este tráfico será colosal, han surgido dudas sobre la capacidad de Internet para aceptarla, por lo que el experimento de Stanford puede venir en ayuda de esta hipótesis de desarrollo de la red de redes.

Internet en los hogares españoles

Sólo el 17.4% de los hogares españoles disponen de acceso a Internet, según informa el Gobierno en una reciente respuesta parlamentaria al diputado socialista González Serna, citando la última encuesta del Instituto Nacional de Estadística y la Comisión del Mercado de las Telecomunicaciones, de diciembre de 2002.

Madrid y Cataluña encabezan dicha clasificación, con un 25,9% y un 23,7% de sus hogares dotados de conexión a la Red, respectivamente. A continuación se sitúan el País Vasco (21,9%) y Baleares (20,9).

La siguiente comunidad es Aragón, con un 19.4% de sus hogares conectados a Internet, seguida de Canarias, con un 19%, y Navarra, con un 18,2%, que cierra el cupo de regiones (siete, en total) que están por encima de la media nacional (17.4).

Ya por debajo de la misma figuran la Comunidad Valenciana, con un 15.2%; La Rioja, con un 14.1%; Asturias, con un 13.3%; y Andalucía, con un 12.9%.

Tanto en Cantabria como en Castilla y León la disponibilidad de acceso a Internet en los hogares es del 12.4%, mientras que en Galicia se sitúa una décima por debajo, en el 12.3%. En Murcia, la penetración se sitúa en el 11.5%, mientras que cierran la lista Extremadura, con una cifra del 8%, y Castilla-La Mancha, con el 7.6%.

Premiados los creadores de internet

Internet ha revolucionado completamente los procesos de transmisión de la información, permitiendo que ésta fluya sin restricción por todo el mundo. Este trascendental proceso de investigación y desarrollo ha sido liderado por diferentes personas y equipos que, con una gran visión de futuro, han diseñado y establecido los protocolos, la tecnología de interconexión y los servicios de accesibilidad que han hecho posible lo que hace sólo unos años era una utopía. Los trabajos de Lawrence Roberts, Robert Kahn, Vinton Cerf y Tim Berners-Lee constituyen, en este sentido, un definitivo avance al servicio de la humanidad.

El jurado del Premio Príncipe de Asturias de Investigación Científica y Técnica 2002, reunido en Oviedo, concedió dicho premio a los creadores de internet.

Vinton Cerf (1943-)

Fue el creador, junto con Robert Khan, del protocolo TCP/IP, usado actualmente para la conexión de ordenadores en internet, sin el cual no habrían alcanzado el desarrollo actual las redes de ordenadores. Vinton diseñó entre 1982 y 1986 el primer servicio de correo electrónico de internet, denominado MCI MAIL, precursor de los sistemas actuales.

Actualmente colabora con la NASA (EE.UU.) en el diseño de una ampliación de internet a nivel interplanetario.

Lawrence Roberts (1937-)

Fue el responsable de la sistematización de las fórmulas que permiten el enrutamiento y localización de los servidores en las redes. Trabajó en una de las primeras empresas que usaron la conmutación de paquetes, desarrollando el protocolo X25.

Actualmente dirige la empresa Caspian Networks, dedicada a la investigación sobre redes. Sus proyectos están dirigidos a la optimización y mejora de internet.

Robert Khan (1938-)

Fue coinventor de los protocolos TCP/IP que simplificaron la conexión de ordenadores de muy distintas características. Fue el responsable de la puesta en marcha de la Agencia de Proyectos Avanzados para la Defensa de EE.UU: (DARPA). Organizó la primera demostración pública de Arpanet, en Octubre de 1972, en Washington D.C, Este mismo año pasó a ser director del IPTO, dependiente de DARPA; desde este lugar inició el programa multimillonario del gobierno norteamericano: Strategic Computing Program, lo que supondrá el mayor paso dado hasta aquel entonces en la investigación informática.

Actualmente trabaja en la tecnología IP, en su nuevo formato IPv6, que permite un rango muy superior, frente a la actual, de direcciones.

Tim Berners-Lee (1955-)

Físico del Reino Unido, cuando trabajaba en el CERN en Ginebra (Suiza), en un laboratorio de partículas elementales, se le ocurrió en 1990 aplicar las ideas del hipertexto a las redes de ordenadores, dando lugar a "World Wide Web", dando lugar a la gran difusión que ha logrado internet.

Desde 1994 trabaja en la organización W3C (World Wide Web Consortium) que dicta estándares sobre la red.