

Tema 1. Introducción a los computadores

Fundamentos de Computadores
Curso 2022/2023



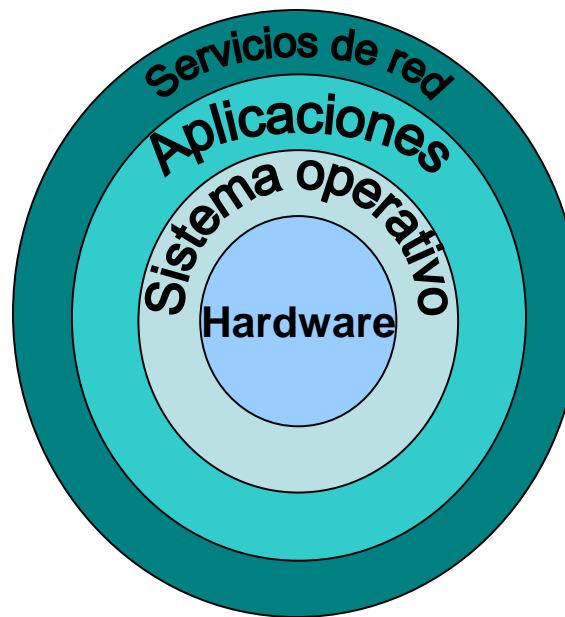
1. Introducción a los computadores

- 1.1. Los sistemas de cómputo. Hardware y software
- 1.2. Representación de la información
- 1.3. Programas traductores: los lenguajes del computador
- 1.4. El hardware del computador
- 1.5. El sistema operativo: gestor de recursos hardware
- 1.6. Otros conceptos básicos
- 1.7. Evolución histórica de los computadores



Informática

- **Informática** \equiv ciencia que estudia el procesamiento automático de la información
 - La consolidación de la Informática como ciencia se produce con el desarrollo de los computadores, a partir de los años cuarenta
 - El computador, por lo tanto, representa la piedra angular sobre la cual se ha podido desarrollar la Informática
- **Niveles conceptuales** para la descripción del computador:



Hardware y software

- **Hardware**

- RAE: “Conjunto de los componentes que integran la parte material de una computadora”.
- Incluye sus componentes eléctricos (fuentes de alimentación, condensadores, cables, resistencias, etc.), electrónicos (procesador, memoria, tarjetas E/S, etc.), mecánicos (discos duros, disquetes, unidades ópticas, etc.)...

- **Software**

- RAE: “Conjunto de programas, instrucciones y reglas informáticas para ejecutar ciertas tareas en una computadora”.
- En contraste con el hardware, el software es “*intangible*”, no puede “*tocarse*”. Frente al sentido físico del hardware, el software tiene un sentido más “*lógico*”, que incluye los datos y las instrucciones que le dicen a una computadora qué hacer.
- Dichos datos y programas tienen un sentido lógico “*per se*”, aunque físicamente se encuentren almacenados finalmente en hardware (memorias RAM, discos duros, discos ópticos, etc.).
- Es inherentemente modificable, frente al hardware, más “estático”.

Computador

- Un **computador** es una máquina electrónica que procesa información siguiendo las instrucciones de un programa
 - Para comunicarse con el exterior dispone de dispositivos de entrada, a través de los que recibe la información, y dispositivos de salida, por donde la envía
 - Dispone también de dispositivos para almacenar la información (los datos, resultados y el propio programa) y procesarla siguiendo las instrucciones del programa
- La **información** que se procesa en el computador (programas, datos y resultados) está expresada en forma digital binaria, combinando ceros y unos
 - Programas, datos y resultados se deben codificar en este formato para poder ser procesados
 - Una vez obtenidos los resultados, estos se decodifican para mostrarlos al usuario

Sistema operativo

- El **sistema operativo** es un programa que gestiona los recursos del computador en beneficio de los programas que se ejecutan sobre la máquina
 - Es el primer programa que entra en funcionamiento cuando ponemos en marcha el computador
 - Los demás programas funcionan sobre el sistema operativo y son gestionados por él
 - Interactúa directamente con el hardware, gestionando los programas en ejecución, las operaciones de entrada y salida y la memoria
 - Algunos ejemplos: Windows, Linux y MacOS, también Android, iOS
- El sistema operativo forma parte de lo que se conoce como **programas de sistema**, categoría a la que también pertenecen el compilador y el ensamblador
 - Compilador y ensamblador son programas que traducen las instrucciones escritas en un lenguaje de alto nivel a instrucciones simples que son las que el hardware puede ejecutar

Aplicaciones

- En contraste con los programas de sistema (orientados a los programadores), los programas orientados a los usuarios del computador se reciben el nombre de **aplicaciones**
- Existen numerosos tipos de aplicaciones, algunas de las cuales son:
 - Procesador de textos: para crear o modificar documentos escritos por medio de un computador. Permite operar con márgenes, tabuladores, justificación, tipos de letra, búsqueda y sustitución de palabras, ortografía, ...
 - Hoja de cálculo: para manipular datos numéricos y alfanuméricos dispuestos en forma tabular. Permite realizar cálculos complejos con fórmulas y funciones, y dibujar distintos tipos de gráficas
 - Navegador web: para visualizar la información que contiene una página web. Permite interactuar con su contenido y navegar hacia otros lugares de la red mediante enlaces o hipervínculos
 - Reproductor de medios: programa capaz de mostrar un abanico de contenidos multimedia. Permite la reproducción de sonido, vídeo e imágenes

Servicios de red

- Gracias al desarrollo de **Internet**, hoy en día es impensable considerar el computador como un elemento aislado, restringido al procesamiento de información *local*
 - Internet es un conjunto descentralizado de redes de comunicación interconectadas, que utilizan protocolos estandarizados, garantizando que las redes físicas heterogéneas que la componen funcionen como una red lógica única, de alcance mundial
- Existen muchos **servicios** proporcionados a través de aplicaciones de red a los que el usuario del computador podría tener acceso
 - Web, correo electrónico, transmisión de archivos, conversaciones en línea, mensajería instantánea, acceso remoto a otras máquinas, juegos en línea ...



1. Introducción a los computadores

1.1. Los sistemas de cómputo. Hardware y software

1.2. Representación de la información

1.3. Programas traductores: los lenguajes del computador

1.4. El hardware del computador

1.5. El sistema operativo: gestor de recursos hardware

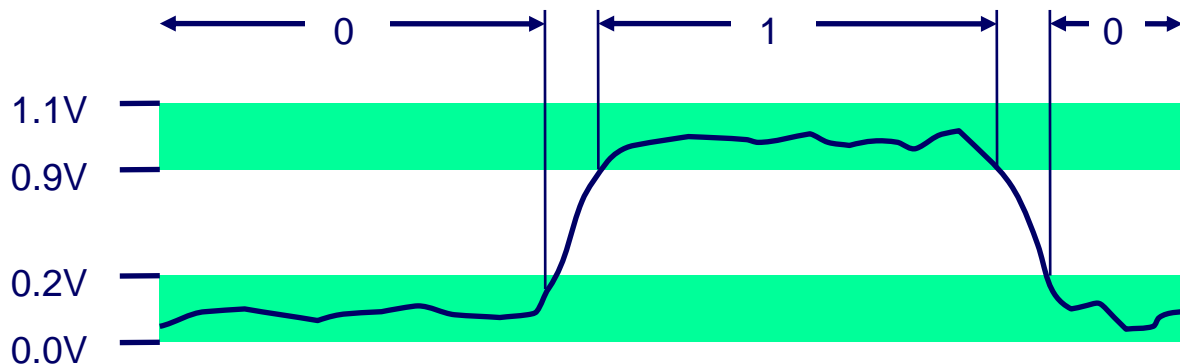
1.6. Otros conceptos básicos

1.7. Evolución histórica de los computadores



Codificación de la información

- Los programas y los datos tienen que ser representados acorde a las máquinas que los usan
- Internamente los computadores usan 2 valores (**binario**), ya que la diferencia entre dos estados es lo más fácil de almacenar y tratar en hardware:
 - Una tensión alta o baja en un punto de un circuito electrónico
 - Una pequeña superficie magnetizada según una polarización del material en un disco duro
 - Una pequeña superficie marcada o no en una unidad óptica (CD, DVD)
 - Una señal a alta o baja frecuencia a través de un cable de red
 - Presencia / ausencia de una señal luminosa en un cable de fibra óptica
 - Etc.



Bryant and O'Hallaron, Computer Systems: A Programmer's Perspective, Third Edition

Codificación de la información

- **Bit**: unidad de información elemental, puede tomar valor 0 ó 1.
- Secuencias de bits sirven para codificar más estados:
 - P.e., un **byte** = 8 bits, codifica hasta $2^8 = 256$ estados distintos.
- **Bases de representación numérica**: binaria, octal, decimal, hexadecimal.
- Ejemplos de representación de datos:

C Data Type	32-bit arch.	64-bit arch.	x86-64 arch.
char	1	1	1
short	2	2	2
int	4	4	4
long	4	8	8
float	4	4	4
double	8	8	8
long double	-	-	10/16
pointer	4	8	8

Hex	Decimal	Binary
0	0	0000
1	1	0001
2	2	0010
3	3	0011
4	4	0100
5	5	0101
6	6	0110
7	7	0111
8	8	1000
9	9	1001
A	10	1010
B	11	1011
C	12	1100
D	13	1101
E	14	1110
F	15	1111



Unidades de capacidad

- Como el byte es una unidad relativamente pequeña, al hablar de capacidades de una memoria RAM, un disco duro, etc. se suelen usar los distintos múltiplos:
 - 1 Kilobyte (o KB) = 2^{10} bytes = 1024 bytes $\approx 10^3$ bytes.
 - 1 Megabyte (o MB) = 2^{20} bytes = 1048576 bytes $\approx 10^6$ bytes.
 - 1 Gigabyte (o GB) = 2^{30} bytes = 1073741824 bytes $\approx 10^9$ bytes.
 - 1 Terabyte (o TB) = 2^{40} bytes $\approx 10^{12}$ bytes.
 - 1 Petabyte (o PB) = 2^{50} bytes $\approx 10^{15}$ bytes.
 - 1 Exabyte (o EB) = 2^{60} bytes $\approx 10^{18}$ bytes.
- Los prefijos anteriores (K, M, G, T, P, E) a veces no se emplean como múltiplos de bytes (B), sino directamente de bits (b). P.e., se dice que una conexión a Internet tiene 3 Mbps de bajada:
[3 Mbps = 3,000,000 bps] \approx [0.375 MBps = $0.375 \cdot 2^{20}$ Bps]



1. Introducción a los computadores

- 1.1. Los sistemas de cómputo. Hardware y software
- 1.2. Representación de la información
- 1.3. Programas traductores: los lenguajes del computador
- 1.4. El hardware del computador
- 1.5. El sistema operativo: gestor de recursos hardware
- 1.6. Otros conceptos básicos
- 1.7. Evolución histórica de los computadores



Codificación de programas

- Los programas se escriben en un **lenguaje de programación** de bajo nivel (ej. ensamblador) o alto nivel (ej. C)
- Por ejemplo, en el caso de C:

```
int main() {  
  
    int i = 0;  
    int j = 1;  
    int k;  
  
    k = i+j;  
  
}
```

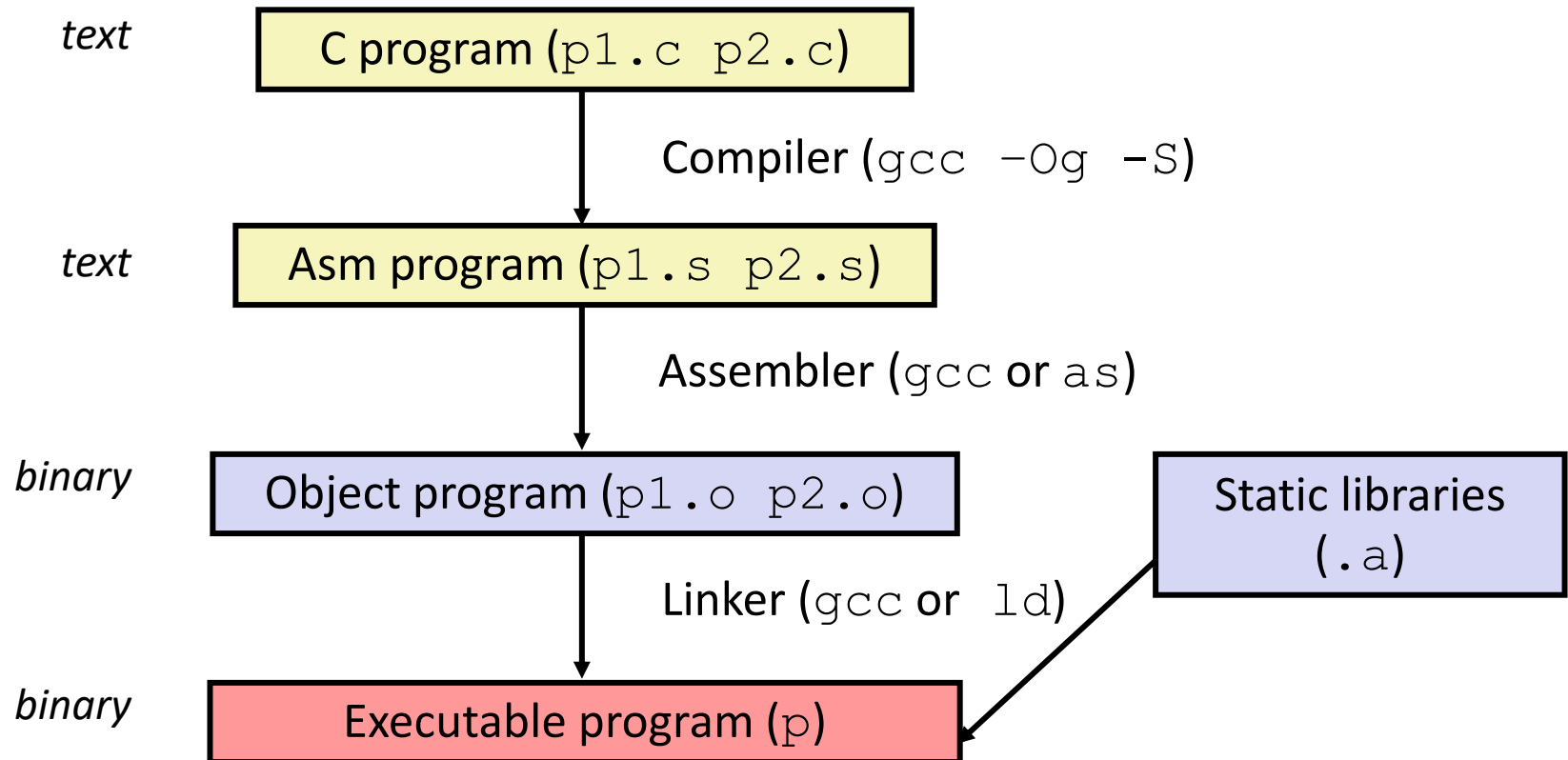
- Sin embargo, este código en lenguaje de alto nivel no se puede ejecutar directamente en un computador
- El ordenador solo entiende las instrucciones en *lenguaje máquina*, que se almacena en binario en memoria

Traducción de programas

- Los programas escritos en un lenguaje son traducidos por otros programas (**programas traductores**) al lenguaje de la máquina
- Al proceso general de traducción se le suele llamar **compilación**, e involucra las siguientes fases:
 1. Preprocesado: edición inicial con inserciones de código
 2. Compilación: traducción de lenguaje de alto nivel a lenguaje de bajo nivel (ensamblador de la máquina)
 3. Ensamblado: traducción de lenguaje de bajo nivel a código máquina
 4. Enlace: resolución de llamadas a códigos de librerías estáticas

Compilación

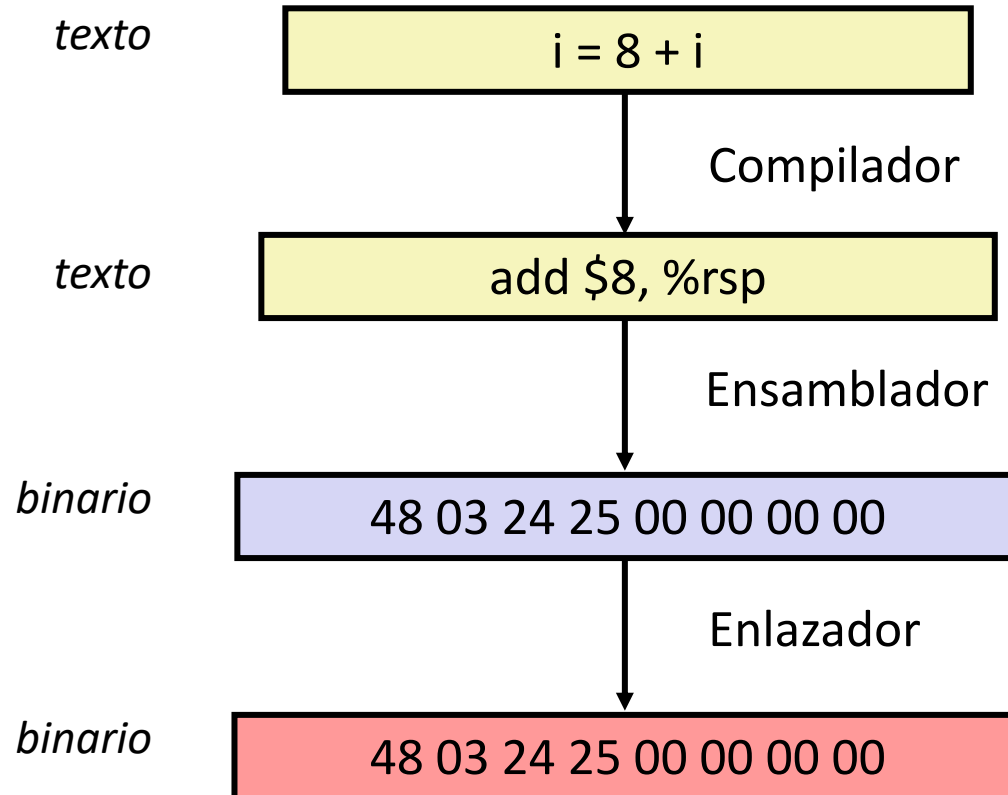
- Esquema general en el caso de C y sistemas UNIX:



Bryant and O'Hallaron, Computer Systems: A Programmer's Perspective, Third Edition

Compilación

- Ejemplo:



Índice

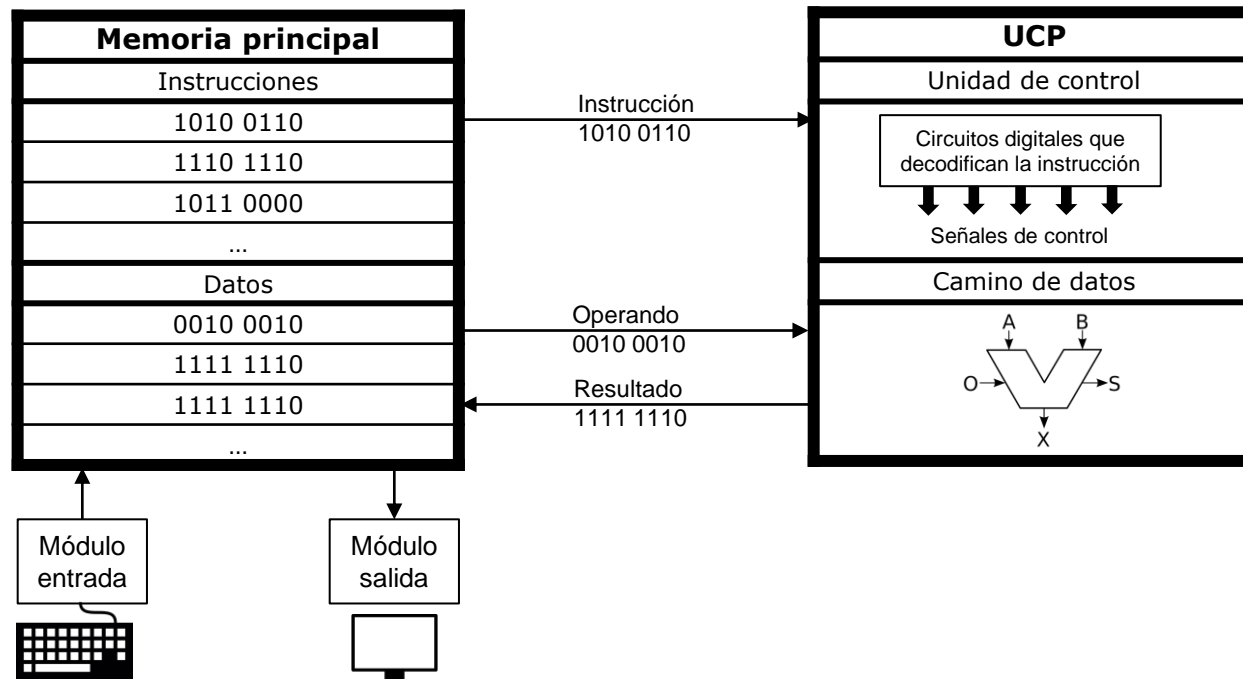
1. Introducción a los computadores

- 1.1. Los sistemas de cómputo. Hardware y software
- 1.2. Representación de la información
- 1.3. Programas traductores: los lenguajes del computador
- 1.4. El hardware del computador
- 1.5. El sistema operativo: gestor de recursos hardware
- 1.6. Otros conceptos básicos
- 1.7. Evolución histórica de los computadores

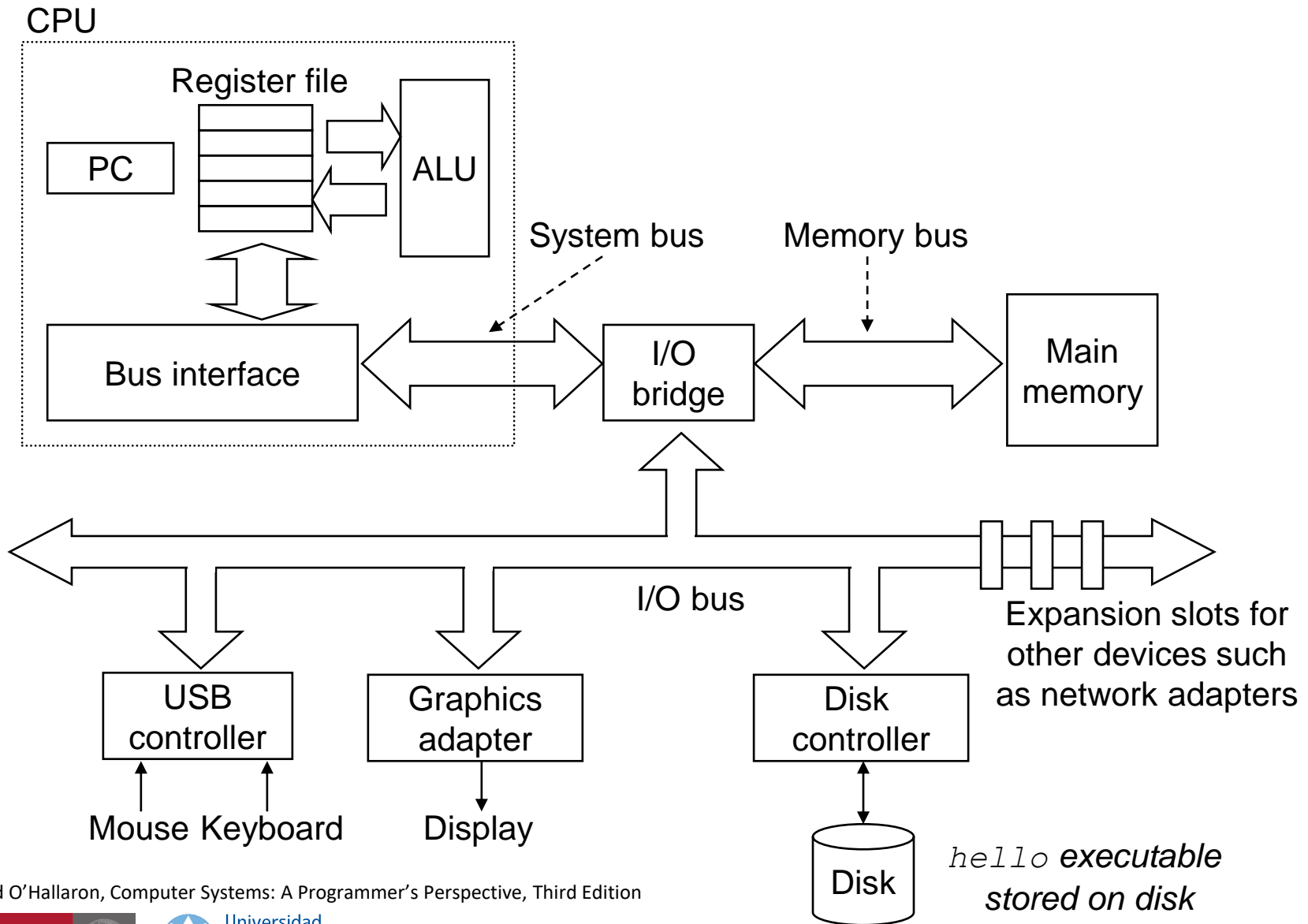


Modelo básico

- Tradicionalmente, los computadores se dividen en 3 bloques (**esquema de Von Neumann**):
 1. Unidad central de proceso (CPU), constituida a su vez por unidad de control (UC) y camino de datos (CD)
 2. Memoria principal, que incluye instrucciones y datos
 3. Entrada/salida (dispositivos usados para interactuar con el usuario del computador: teclado, monitor, almacenamiento,...)



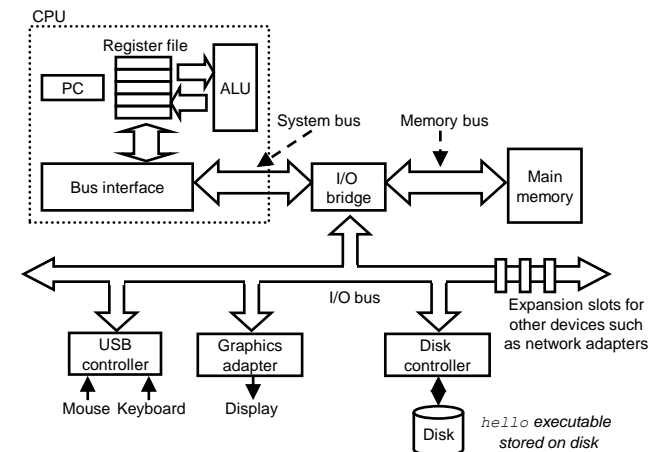
Organización de un computador moderno



Bryant and O'Hallaron, Computer Systems: A Programmer's Perspective, Third Edition

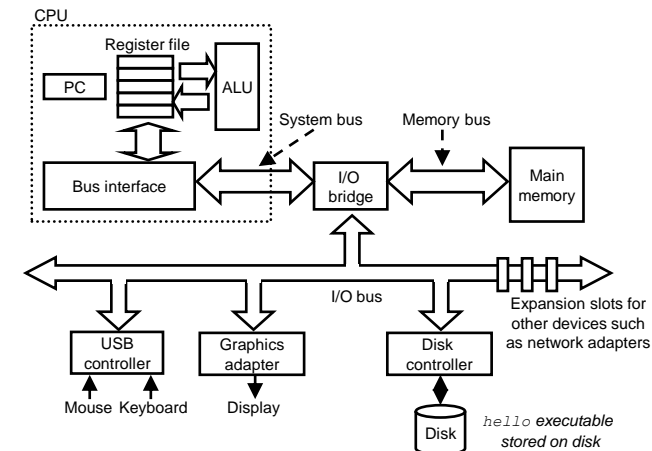
Organización de un computador moderno

- **Buses.** Caminos de datos eléctricos que mueven bits entre los componentes. Normalmente tienen un ancho en bytes, conocido como palabra del computador.
- **Dispositivos de E/S.** Conexión del sistema con el mundo exterior (ratón, teclado, pantalla, disco externo). Los dispositivos externos se conectan al bus de E/S mediante controladores o adaptadores.
- **Memoria principal.** Almacenamiento temporal de instrucciones y los datos que manejan estas. Direccionable y limitada. Dynamic RAM (DRAM)
- **Procesador (CPU o UCP).** Ejecuta instrucciones de la memoria principal, usando unidades de memoria de tamaño de la palabra del computador (registros). Static RAM (SRAM). Uno de ellos es el contador de programa (PC), que indica la instrucción que se carga para ejecutar, posiblemente usando la unidad aritmético-lógica (ALU).



Organización de un computador moderno

- **Tipos de instrucciones** que ejecuta la CPU:
 - Carga. Copia datos desde la memoria principal a un registro.
 - Almacenamiento. Copia datos desde un registro a la memoria principal.
 - Operación. Copia de datos desde dos registros a la ALU, ejecuta una operación y copia el resultado a un registro.
 - Salto. Copia una dirección en el PC, indicando la dirección de la siguiente instrucción a ejecutar.



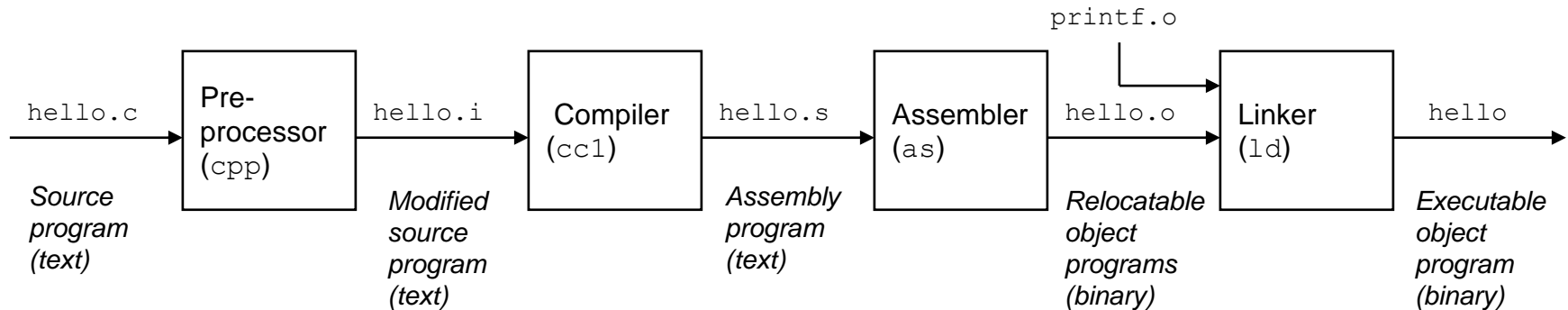
Un día en la vida de un programa

- Vamos a considerar el siguiente programa ("hello.c"):

```
#include <stdio.h>

int main() {
    printf("Hola, alumnos de FC\n");
    return 0;
}
```

- Para ejecutarlo, primero hay que traducirlo desde el código en C a código máquina ejecutable por un computador. Como hemos visto, los pasos serían:

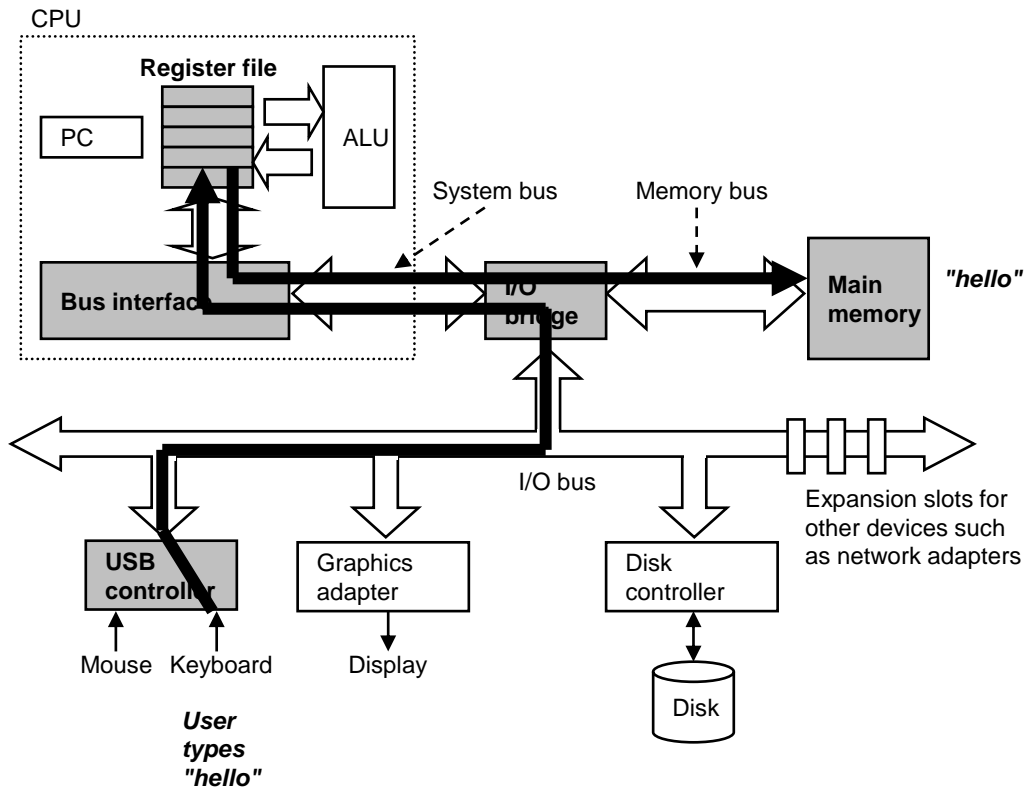


Bryant and O'Hallaron, Computer Systems: A Programmer's Perspective, Third Edition

Un día en la vida de un programa

- ¿Cómo se ejecuta el código máquina de "hello.c"? Veamos:
 - El programa se lanza a ejecución, por ejemplo, invocándolo desde la línea de comandos, tecleando su nombre:

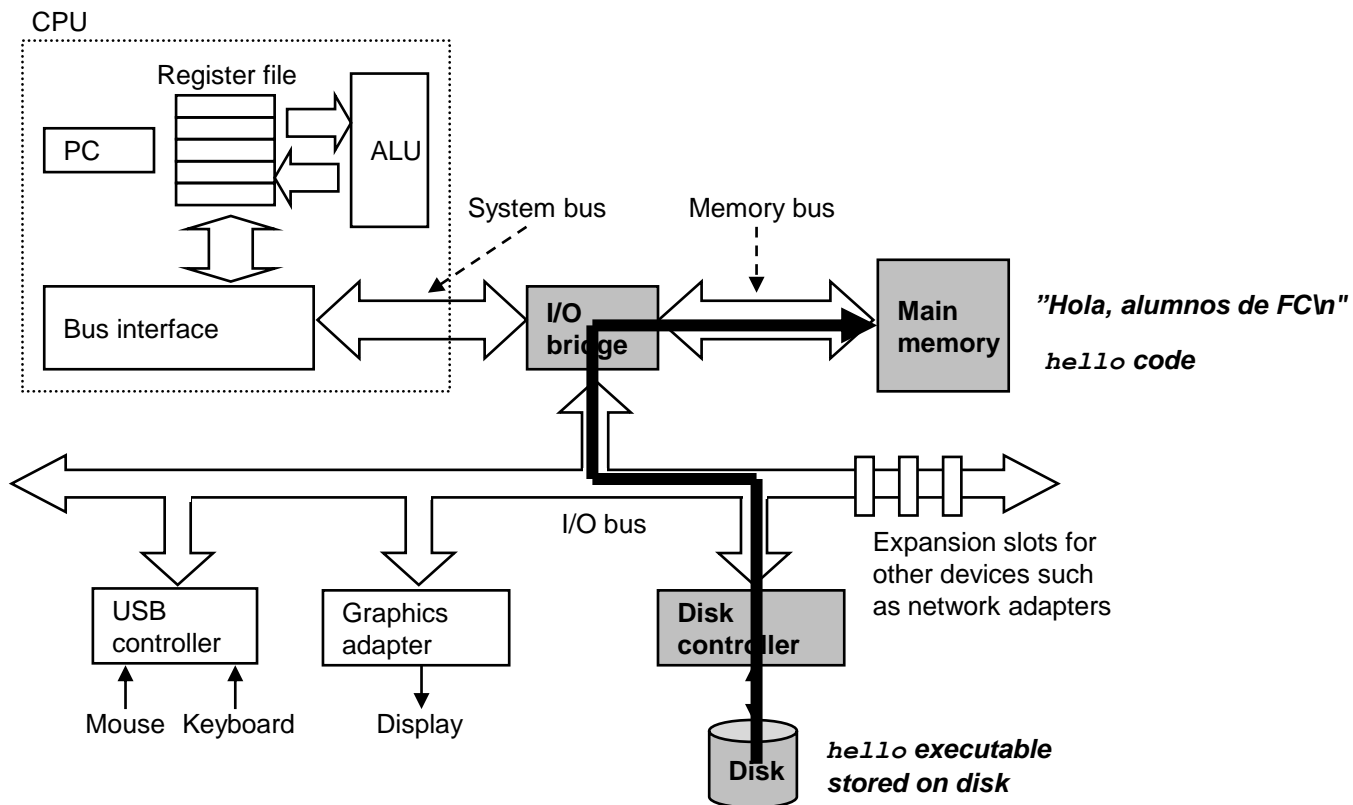
```
> ./hello
```



Bryant and O'Hallaron, Computer Systems: A Programmer's Perspective, Third Edition

Un día en la vida de un programa

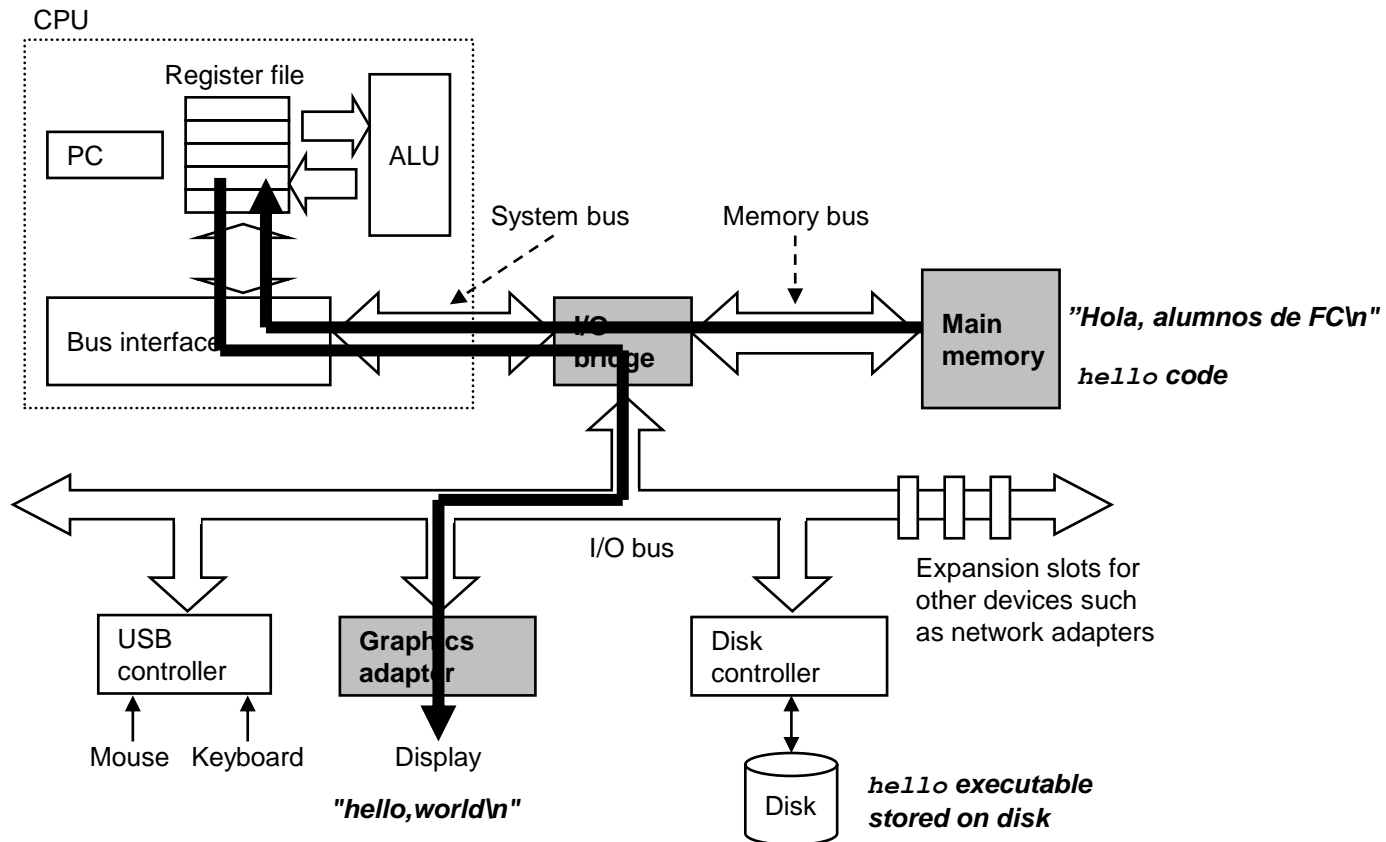
- ¿Cómo se ejecuta el código máquina de "hello.c"? Veamos:
 2. Al pulsar <intro>, el intérprete de comandos (un programa), carga el programa "hello" en memoria desde el disco de almacenamiento secundario:



Bryant and O'Hallaron, Computer Systems: A Programmer's Perspective, Third Edition

Un día en la vida de un programa

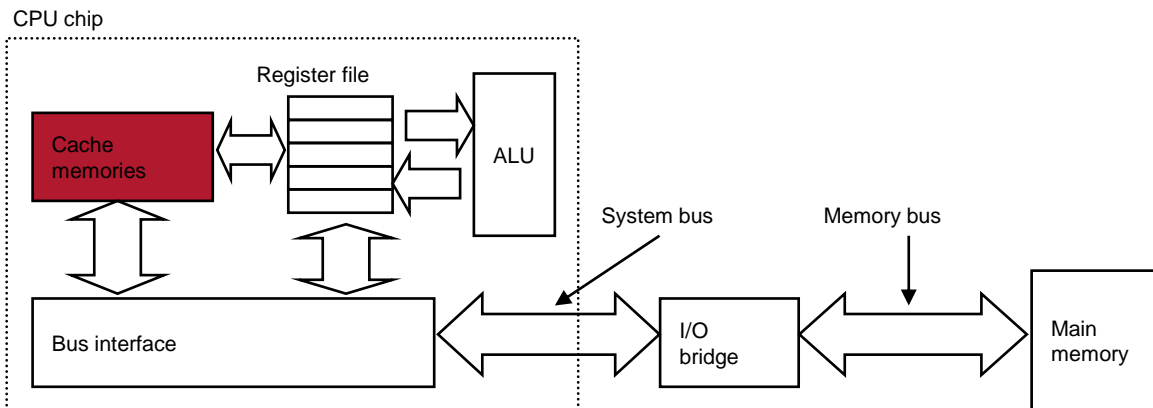
- ¿Cómo se ejecuta el código máquina de "hello.c"? Veamos:
 3. El programa se pone en ejecución. Sus instrucciones cargan desde memoria el mensaje "Hola, alumnos de FC\n", cuyos caracteres pasan a través de los registros hasta la pantalla:



Bryant and O'Hallaron, Computer Systems: A Programmer's Perspective, Third Edition

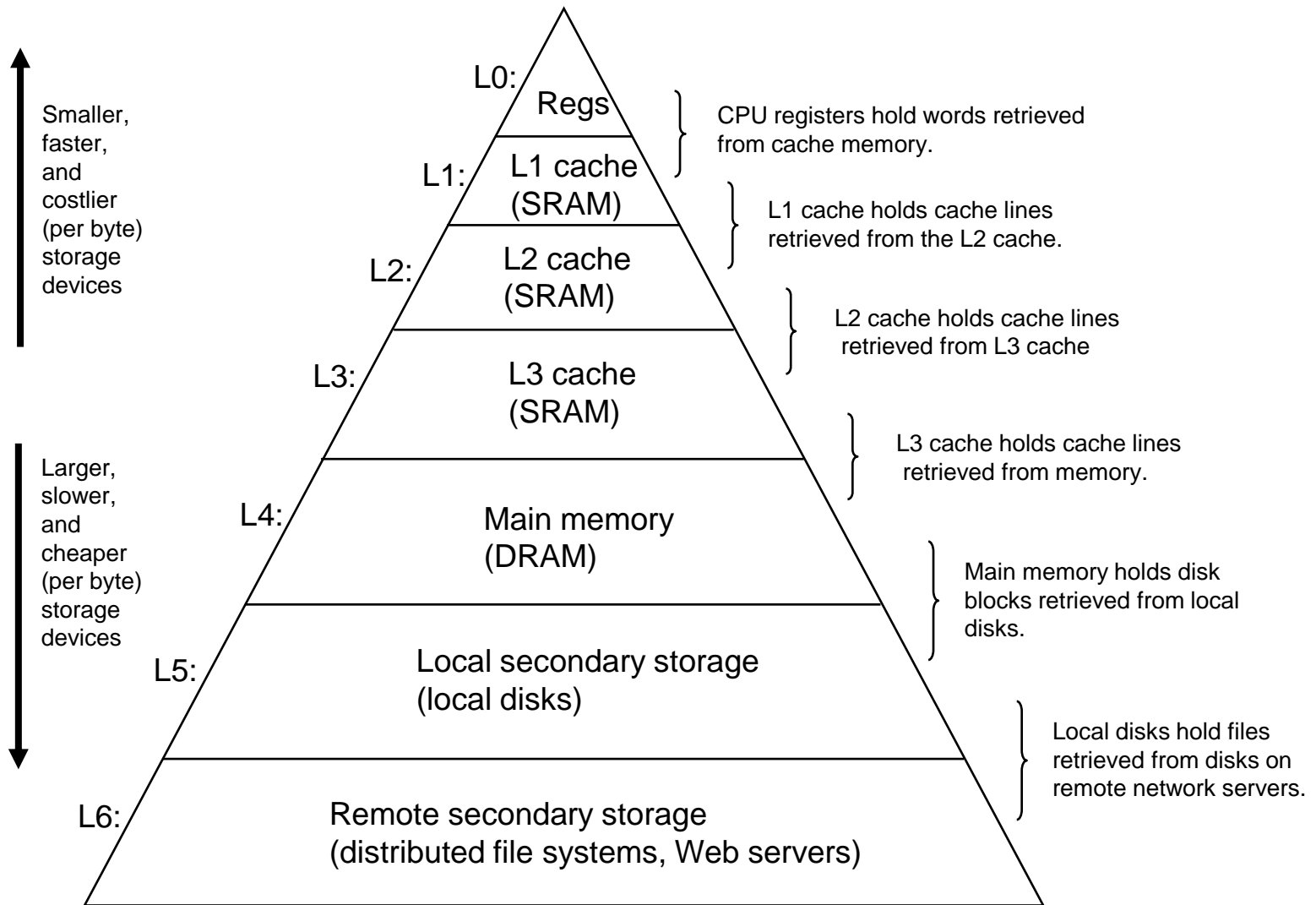
Caches y jerarquía de memoria

- Acceder a la memoria principal lleva tiempo, pero acceder a un disco externo muchísimo más
- Las memorias más grandes son más lentas que las pequeñas
- Las memorias más rápidas son más caras que las lentas
 - Memoria grande: memoria RAM (DRAM)
 - Memoria muy grande y lenta: disco duro SATA
 - Memoria muy rápida y pequeña: registros de la CPU (SRAM)
- Los procesadores se hacen más rápidos con más facilidad que la memoria
- Solución: **memoria caché**:
 - Memoria intermedia que guarda datos a los que es probable que se acceda
 - Se implementan con SRAM



Bryant and O'Hallaron, Computer Systems: A Programmer's Perspective, Third Edition

Caches y jerarquía de memoria



Bryant and O'Hallaron, Computer Systems: A Programmer's Perspective, Third Edition

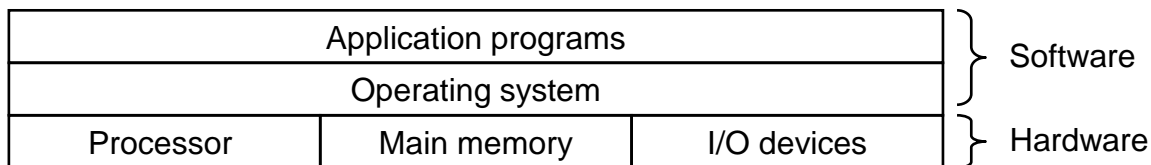
1. Introducción a los computadores

- 1.1. Los sistemas de cómputo. Hardware y software
- 1.2. Representación de la información
- 1.3. Programas traductores: los lenguajes del computador
- 1.4. El hardware del computador
- 1.5. El sistema operativo: gestor de recursos hardware
- 1.6. Otros conceptos básicos
- 1.7. Evolución histórica de los computadores



Sistema operativo

- El **sistema operativo** es un programa que gestiona los recursos del computador en beneficio de los programas que se ejecutan sobre la máquina
 - Es el primer programa que entra en funcionamiento cuando ponemos en marcha el computador
 - Gestiona la ejecución de los demás programas y protege al hardware de un uso inapropiado
 - Interactúa con el hardware, ofreciendo mecanismos comunes para la entrada y salida y la memoria
 - Algunos ejemplos: Windows, Linux y MacOS, también Android, iOS
- El sistema operativo forma parte de lo que se conoce como **programas de sistema**, categoría a la que también pertenecen el compilador y el ensamblador
 - Compilador y ensamblador son programas que traducen las instrucciones escritas en un lenguaje de alto nivel a instrucciones simples que son las que el hardware puede ejecutar



Bryant and O'Hallaron, Computer Systems: A Programmer's Perspective, Third Edition



Abstracciones del sistema operativo

- **Procesos:**

- Abstracción de procesador + memoria + I/O para un programa
- Cada aplicación en un proceso "cree" ser el único software en ejecución en la máquina
- Los procesos requieren acciones sobre el hardware a través de las llamadas al sistema que ofrece el sistema operativo
- Puede haber varios procesos ejecutándose de forma concurrente
- Los procesos pueden tener varias unidades de ejecución, llamados hilos

- **Memoria virtual:**

- Abstracción de las distintas memorias de las que dispone la máquina
- Los procesos tienen la misma vista de un espacio de direcciones virtual
- El sistema operativo gestiona el mapeo de la memoria virtual en la física y la traducción de direcciones

- **Ficheros:**

- Secuencia de bytes designados por un nombre y gestionados por el sistema operativo
- No solo ficheros en su sentido tradicional (fichero Word, de música, video, etc.). En los sistemas UNIX todos los dispositivos de E/S se modelan como ficheros:
 - Discos
 - Teclados
 - Pantallas
 - Interfaces de red
- Método uniforme de acceso al hardware

Índice

1. Introducción a los computadores

- 1.1. Los sistemas de cómputo. Hardware y software
- 1.2. Representación de la información
- 1.3. Programas traductores: los lenguajes del computador
- 1.4. El hardware del computador
- 1.5. El sistema operativo: gestor de recursos hardware
- 1.6. Otros conceptos básicos
- 1.7. Evolución histórica de los computadores

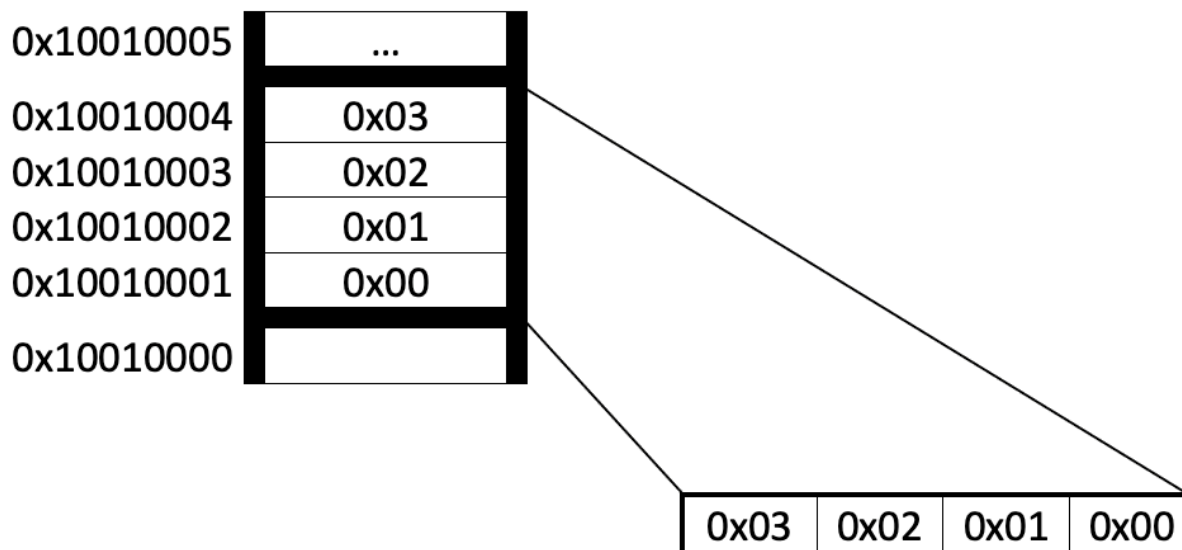


Little endian y big endian

- **Esquema de almacenamiento LITTLE ENDIAN:**

X86, ARM, M1, M2

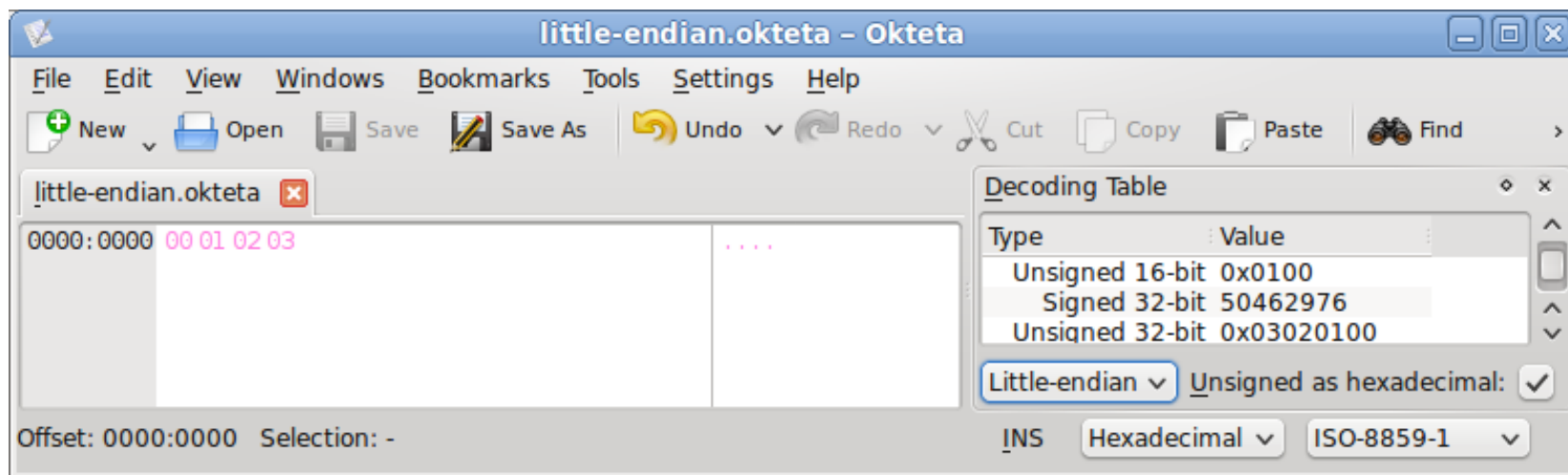
El esquema "little endian" guarda los bytes de un valor de forma que los valores más significativos están en direcciones más altas de memoria y los menos significativos en las más bajas. Por ejemplo, para un valor de 32 bits:



Little endian y big endian

- **Esquema de almacenamiento LITTLE ENDIAN:**

En un editor hexadecimal donde las direcciones más bajas están a la izquierda y crecen hacia la derecha (las más significativas a la derecha), los 32 bits de un entero aparecerían como sigue:

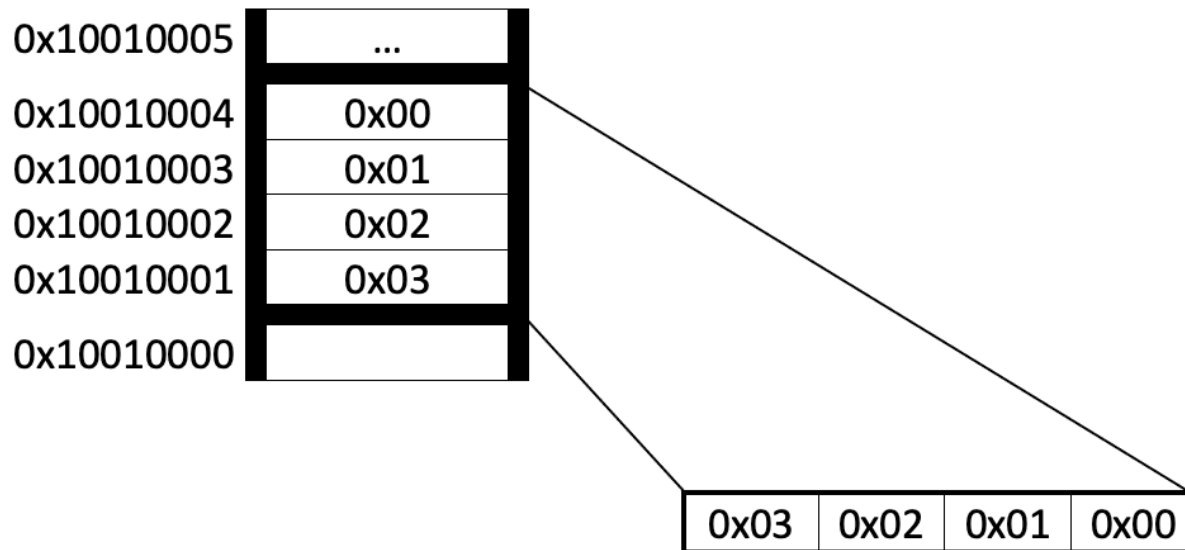


Little endian y big endian

- **Esquema de almacenamiento BIG ENDIAN:**

Sun, PPC Mac, Internet

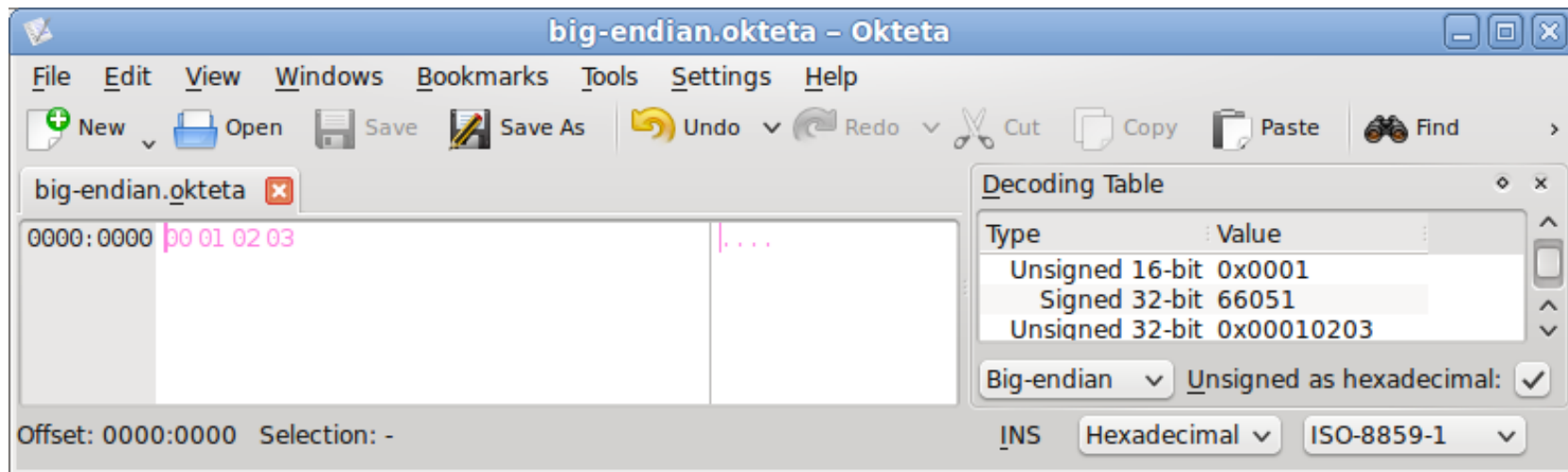
El esquema "big endian" guarda los bytes de un valor de forma que los valores más significativos están en direcciones más bajas de memoria y los menos significativos en las más altas. Por ejemplo, para un valor de 32 bits:



Little endian y big endian

- **Esquema de almacenamiento BIG ENDIAN:**

En un editor hexadecimal donde las direcciones más bajas están a la izquierda y crecen hacia la derecha (las más significativas a la derecha), los 32 bits de un entero aparecerían como sigue:



Los datos se guardan igual en memoria física, pero se interpretan de forma distinta (ahora "big-endian")

Concurrencia y paralelismo

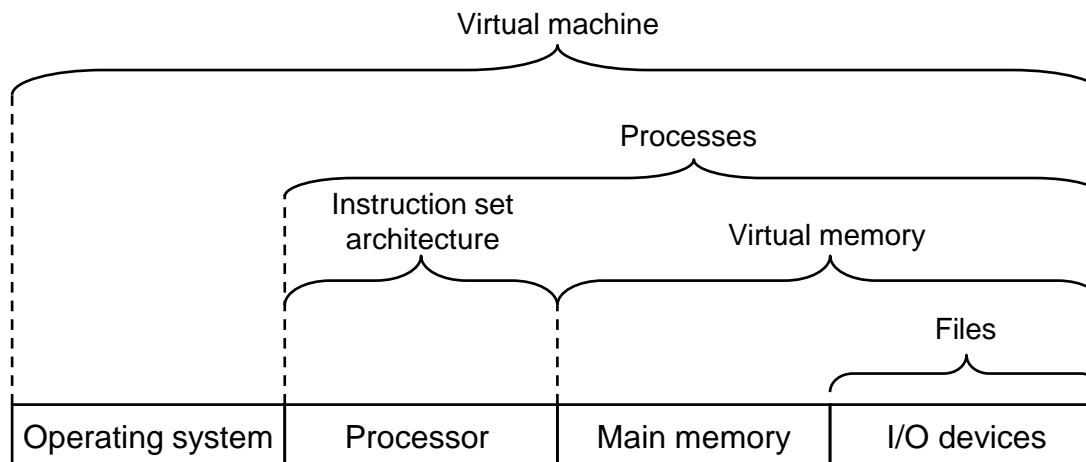
- **Concurrencia:** ejecución de múltiples tareas de forma simultánea
- **Paralelismo:** uso de la concurrencia para hacer que un sistema funcione más rápido. Ejecución real de dos o más tareas a la vez.
- Paralelismo a diferentes niveles:
 - 1. Concurrencia a nivel de procesos o hilos:** varios procesos o incluso hilos de ejecución se ejecutan de forma simultánea.
 - En sistemas uniprocador, la concurrencia es simulada, alternando entre los procesos o hilos. Sistemas multi-tarea tradicionales, servidor web atendiendo a varios clientes, procesos en segundo plano, etc.
 - En sistemas multiprocador, como muchas de las CPU actuales, la concurrencia de procesos o hilos puede ser real. Dos posibilidades: múltiples núcleos (hardware totalmente replicado), o replicación parcial (*hyperthreading*)
 - Ej. Intel Core i7 puede tener 4 núcleos, y cada uno ejecutar dos hilos -> 8 hilos en paralelo

Concurrencia y paralelismo

- Paralelismo a diferentes niveles:
 - 2. Paralelismo a nivel de instrucción:** ejecución de múltiples instrucciones a la misma vez en el hardware.
 - Los procesadores que son capaces de completar más de una instrucción por ciclo son los llamados procesadores superescalares.
 - 3. Paralelismo de única instrucción, múltiples datos (SIMD):** ejecución de operaciones sobre múltiples datos a partir de una única instrucción
 - Ej. Suma o multiplicación de matrices
 - Aplicación en multimedia
 - Necesita soporte del compilador

Abstracciones en los sistemas de cómputo

- Abstracciones más representativas:
 - El **repertorio de instrucciones** ofrece una abstracción del hardware del procesador
 - En el sistema operativo:
 - Los **procesos** son una abstracción del código y los datos de un programa
 - La **memoria virtual** son una abstracción de la memoria que pueden usar los programas
 - Los **ficheros** son una abstracción de los dispositivos de E/S
 - Las **máquinas virtuales** permiten la ejecución de diferentes máquinas con distintos sistemas operativos sobre el mismo hardware



Bryant and O'Hallaron, Computer Systems: A Programmer's Perspective, Third Edition

Tiempo de ejecución

- **Tiempo de ejecución o tiempo de respuesta:** El tiempo total requerido por el computador para completar una tarea, incluyendo acceso a disco, memoria, actividades de entrada/salida, etc.
- **Tiempo de CPU:** Se refiere únicamente al tiempo que un procesador (CPU) pasa realizando un cálculo para una específica tarea. Tiene la siguiente formula:

$$Tiempo_{CPU} = (Instrucciones_{APLICACIÓN} \times Ciclos(Media)/Instrucción) / Frecuencia\ del\ Procesador$$

en donde podemos ver que los factores que influyen en el rendimiento de una aplicación son:

- El número de instrucciones de la aplicación a ser ejecutadas por el procesador
- El número medio de ciclos que tarda cada instrucción en ejecutarse
- La frecuencia del procesador (número de ciclos de reloj por segundo)

Tiempo de ejecución

- **Ejemplo de cálculo de Tiempo_{CPU}:**

- Considere una CPU que funciona a 40 MHz, y supongamos un programa que ejecuta 100 millones instrucciones, y cada instrucción necesita, en promedio, 3.6 ciclos, entonces el tiempo de CPU del programa será:

$\text{Tiempo}_{\text{CPU}} = (\text{Instrucciones}_{\text{APLICACIÓN}} \times \text{Ciclos(Media)/Instrucción}) / \text{Frecuencia del Procesador}$

- $\text{Instrucciones}_{\text{APLICACIÓN}} = 100,000,000$
- $\text{Ciclos(Media)/Instrucción} = 3.6$
- $\text{Frecuencia del Procesador} = 40 \text{ MHz} \rightarrow 40,000,000 \text{ Hz}$

$\text{Tiempo}_{\text{CPU}} = 100000000 \times 3.6 / 40000000 = 9 \text{ s}$

Si en lugar de 40 MHz, el procesador funcionase a 4 GHz, el tiempo de CPU sería:

$\text{Tiempo}_{\text{CPU}} = 100000000 \times 3.6 / 4000000000 = 0.09 \text{ s} = 90 \text{ ms}$

Ancho de banda

- **Ancho de banda:** es la cantidad de datos que se pueden transmitir entre *dos puntos* en un segundo
 - Se mide en bits/s (bps) o múltiplos de él (Kbps, Mbps, Gbps)
 - También se mide como Bytes/s (B/s) o múltiplos de él (KB/s, MB/s, GB/s)
 - Recordemos que $\text{bps} / 8 = \text{B/s}$
 - Depende del ancho del bus y de la frecuencia del bus
 - *Dos puntos* se puede referir a “*muchos elementos*”
 - Memoria y CPU
 - Memoria y disco duro
 - Dos equipos que están conectados a una red → dos puntos de una red
 - Etc.

*Ancho de banda = Frecuencia del bus o canal **X** ancho del bus o canal*

Ancho de banda

- **Ejemplos de cálculo ancho de banda**

- Si el ancho de un bus de datos en un disco duro es de 32 bits (4 bytes), y la frecuencia de dicho bus es de 10 MHz, el ancho de banda máximo teórico de transmisión será:
 - Ancho del bus = 32 bits
 - Frecuencia del bus = 10 MHz
 - Ancho de banda = $32 * 10000000 = 320 \text{ Mbps}$
 - Ancho de banda = 320 Mbps \rightarrow 40 MB/s
- Dado un bus con una velocidad de transmisión de 40 MB/s, para enviar por él una secuencia de 800 MB de información se necesitarán exactamente: 20 s
 - Ancho de banda = 40 MB/s
 - Tamaño secuencia = 800 MB
 - Tiempo de transmisión = $800 / 40 = 20 \text{ s}$

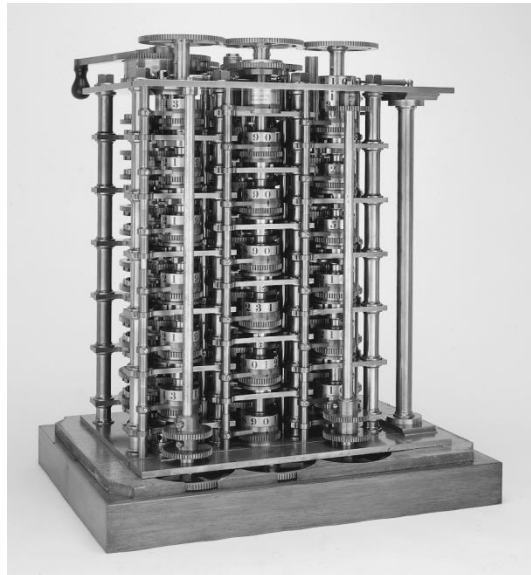
1. Introducción a los computadores

- 1.1. Los sistemas de cómputo. Hardware y software
- 1.2. Representación de la información
- 1.3. Programas traductores: los lenguajes del computador
- 1.4. El hardware del computador
- 1.5. El sistema operativo: gestor de recursos hardware
- 1.6. Otros conceptos básicos
- 1.7. Evolución histórica de los computadores



Introducción histórica

- Revolución siglo XIX: aumento de la producción por la introducción de las máquinas (propósito específico -> cableadas). Diseños electromecánicos.
- Babbage (1791-1871): intentó diseñar una máquina capaz de resolver distintos problemas matemáticos (proyecto no terminado).



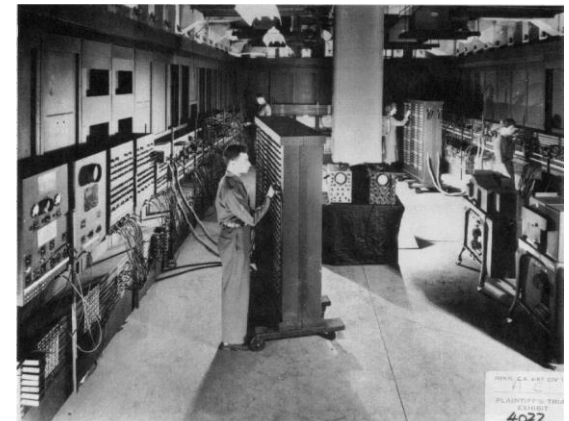
**The Babbage
Difference Engine
(1832)**

**25.000 elementos
coste: £17,470**

Introducción histórica

Primera Generación (1946-1957): válvulas de vacío

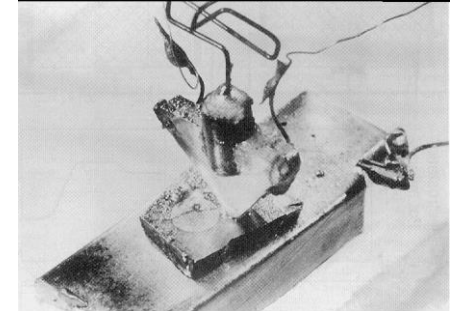
- Fleming (inicios del siglo XX): válvula de vacío -> desarrollo de la electrónica.
- Eckert y Mauchly (Proyecto ENIAC 1943-1946): 30 toneladas, 170 m², 18.000 válvulas de vacío, frecuencia 0.1 MHz.
 - 20 registros de 10 dígitos decimales, operaciones aritméticas...
 - Programación cableando directamente.
 - 190 sumas por segundo!!
- Von Neumann (EDVAC, 1952):
 - 1ª máquina de programa almacenado.
 - Instrucciones de salto condicional.
 - Válvulas de vacío.
- Aparición de los computadores comerciales:
 - UNIVAC I/II/1100 (1947)
 - IBM 700 (1953)



Introducción histórica

Segunda Generación (1958-1964): transistores

- Propiciada por el invento del transistor en 1947 en los laboratorios Bell
- ALUs y unidades de control más complejas
- Uso de lenguajes de programación de alto nivel
- Inclusión de software de sistema en el ordenador
- IBM 7000 (1960):
 - Canales de datos



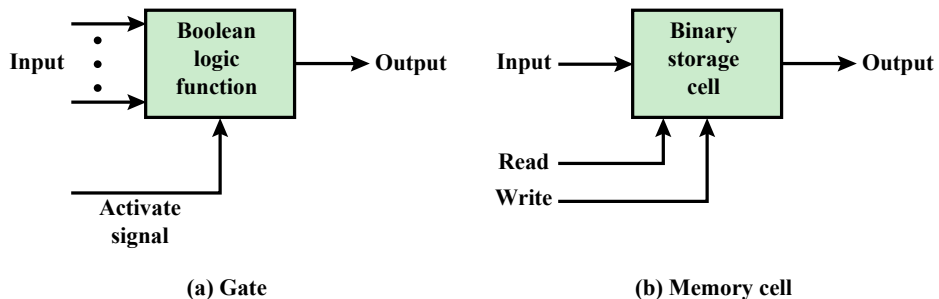
IBM 7094 (1962)



Introducción histórica

Tercera Generación (1965-1971): circuitos integrados

- En 1958 se descubre la forma de integrar varios elementos en un único bloque de silicio. Aparece el circuito integrado:
 - Memoria, se implementa con celdas de memoria
 - Procesamiento, se implementa con puertas lógicas



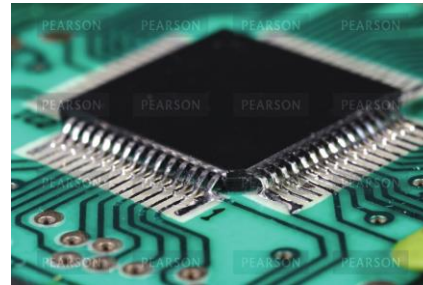
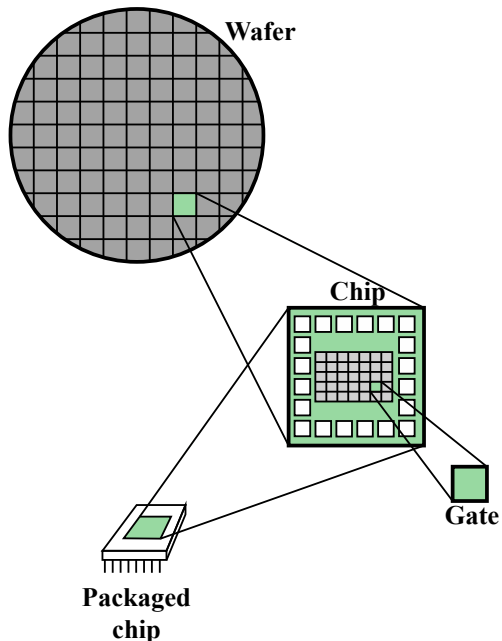
William Stallings, Organización y Diseño de Computadores, Séptima Edición

- Las celdas de memoria y las puertas lógicas se fabrican a gran escala con componentes electrónicos simples (transistores, resistencias y conductores) a partir de un semiconductor (silicio)

Introducción histórica

Tercera Generación (1965-1971): circuitos integrados

- Fabricación de chips, en obleas de silicio, y su integración en placas electrónicas



(a) Close-up of packaged chip



(b) Chip on motherboard

William Stallings, Organización y Diseño de Computadores, Séptima Edición

Introducción histórica

Tercera Generación (1965-1971): circuitos integrados



IBM System 360 (1964):

- Uso de ISA
- Familia de ordenadores



DEC PDP-8 (1964):

- 1er minicomputador
- Barato: 18,000\$

Introducción histórica

Tercera Generación (1965-1971): circuitos integrados

- Aparece el concepto de microprogramación (propuesto por Wilkes en los años 50)
- Se anuncia el primer supercomputador (CDC 6000, 1964)

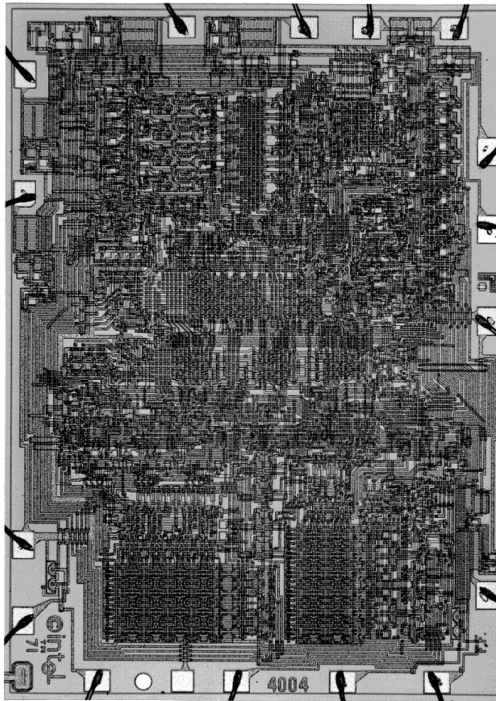


- En 1965 Wilkes propone el concepto de caché (IBM 360/80, 1968)

Introducción histórica

Cuarta y Quinta Generación (1972-1977, 1978-1991)

- Fabricación de memoria semiconductora:
 - 1970, Fairchild fabricó la primera memoria con semiconductor de 256 bits
- En 1971 se diseña el primer microprocesador: Intel 4004

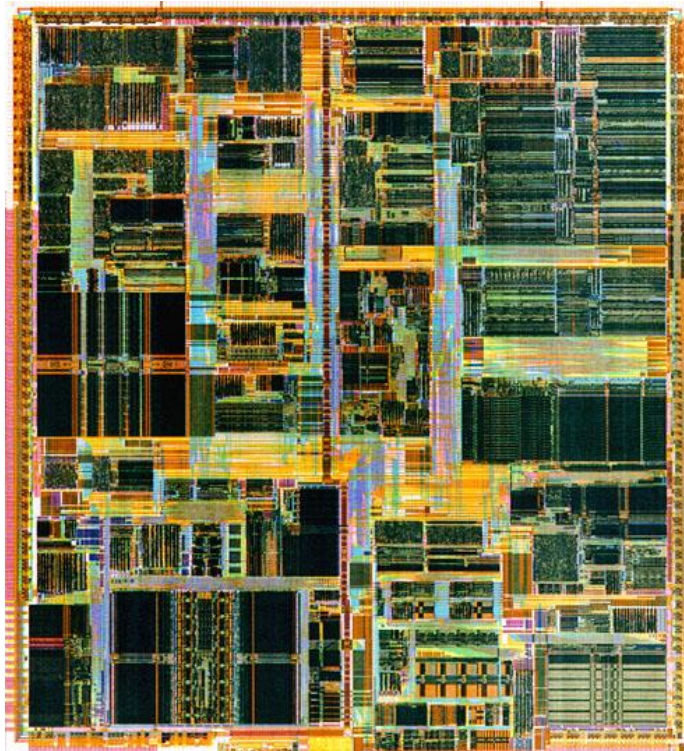


Microprocesador
Intel 4004
1971
2300 transistores
1 MHz

Introducción histórica

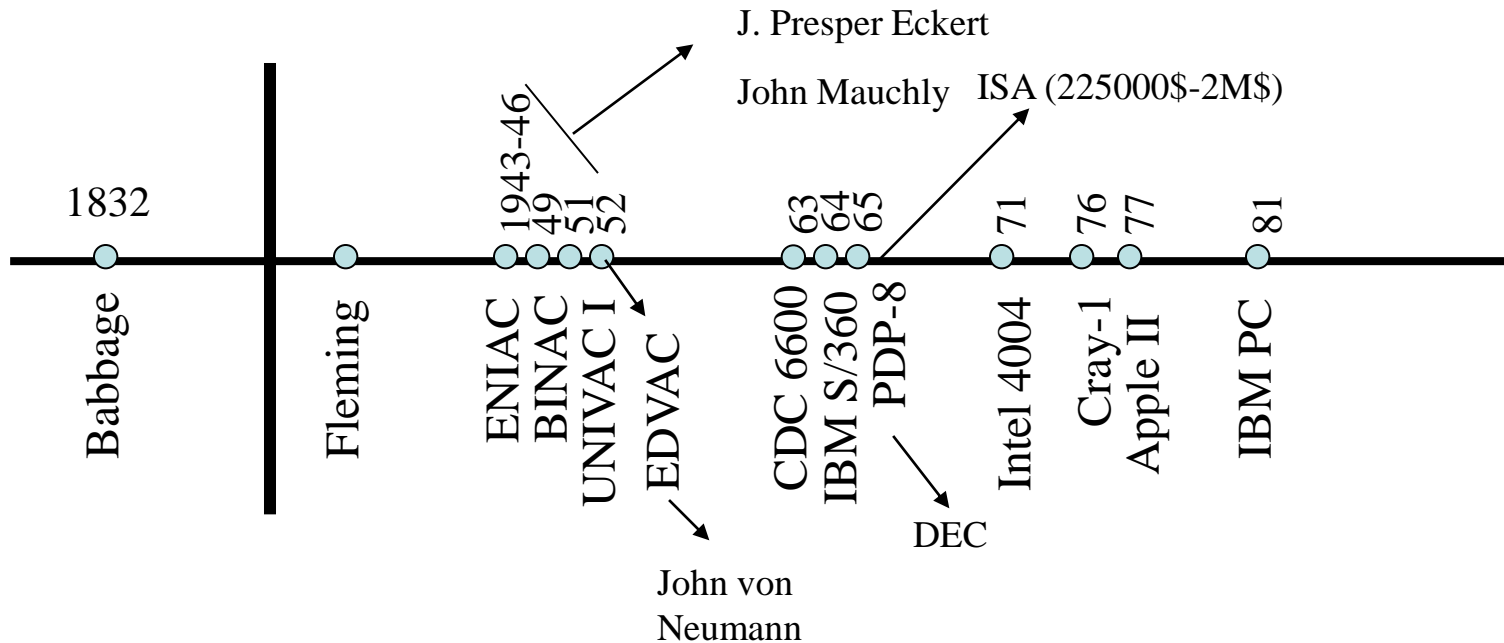
Cuarta y Quinta Generación (1972-1977, 1978-1991)

- A partir de 1981, y junto con el desarrollo de la familia de CPUs de Intel que parte con el 8088 (microprocesador usado en el primer PC) se desarrolla masivamente la informática de consumo (ordenadores personales, portátiles, etc.)



Microprocesador
Intel Pentium IV
2000
55 mill. de transistores
2.8 GHz

Resumen de principales computadores hasta 1981



ENIAC= Electronic Numerical Integrator and Calculator (30 toneladas y 18000 válvulas de vacío)

UNIVAC =Universal Automatic Computer

EDVAC=Electronic Discrete Variable Automatic Computer (concepto de programa almacenado)

CDC=Control Data Corporation (Seymour Cray, 1er supercomputador)

DEC=Digital Equipment Corporation (1er miniordenador, 20000\$)

4004=1er microprocesador (2300 transistores)

Historia reciente de los computadores

- El mercado contemporáneo de ordenadores de propósito general se segmenta en portátiles, sobremesas y servidores
- Diseño evolutivo:
 - Compatibilidad con el ISA del 8086, que salió al mercado en 1978, como una mejora del 8088 (8 -> 16 bits)
 - Mejoras incrementales con compatibilidad hacia atrás
- Computadora de conjunto de instrucciones complejo (CISC)
 - Diversidad de instrucciones con distintos formatos
 - Difícil comparar rendimiento frente a las computadoras de conjunto de instrucciones reducido (RISC)



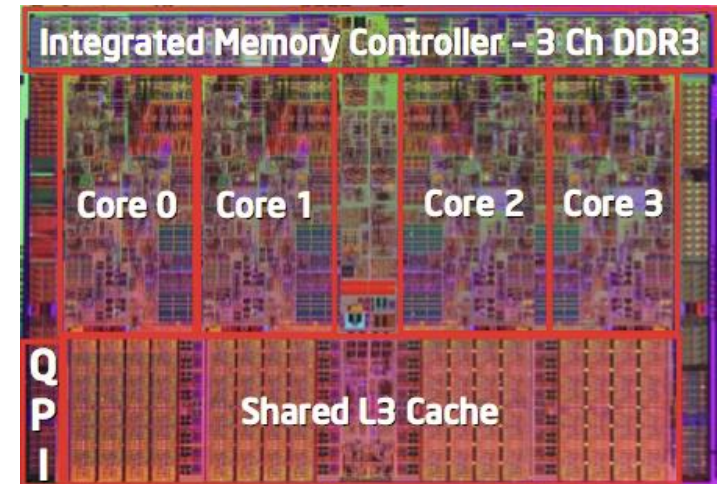
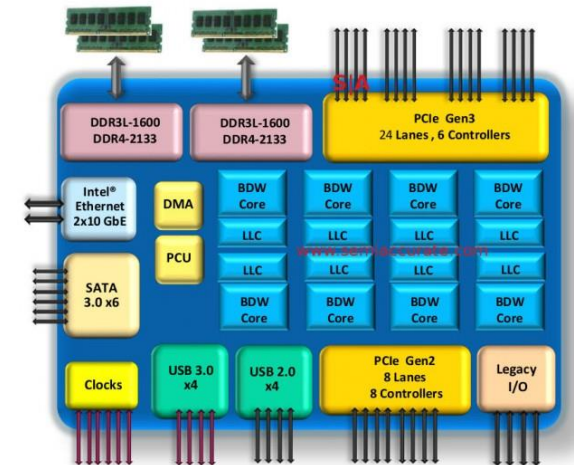
Historia reciente de los computadores

- Evolución de la plataforma Intel x86: hitos

<i>Procesador</i>	<i>Fecha</i>	<i>Transistores</i>	<i>MHz</i>
8086	1978	29K	5-10
<ul style="list-style-type: none"> • Primer procesador de 16 bits. Base para el IBM PC & DOS • Espacio de direcciones de 1 MB 			
386	1985	275K	16-33
<ul style="list-style-type: none"> • Primer procesador de 32 bits, arquitectura IA32 • Direccionamiento "flat addressing" • Capaz de ejecutar Unix 			
Pentium 4E	2004	125M	2800-3800
<ul style="list-style-type: none"> • Primer procesador de 64 bits, arquitectura x86-64 			
Core 2	2006	291M	1060-3500
<ul style="list-style-type: none"> • Primer procesador multi-núcleo 			
Core i7	2008	731M	1700-3900
<ul style="list-style-type: none"> • 4 núcleos 			
Core i9	2018	3.8G	3600-5000
<ul style="list-style-type: none"> • 8 núcleos, cada uno con 2 hilos en ejecución posibles 			

Historia reciente de los computadores

- Avances destacados en Intel (y competidores) en los últimos 30 años:
 - Instrucciones para operaciones multimedia (SIMD)
 - Mejoras en predicción de saltos y jerarquía de memoria
 - Paso de 32 a 64 bits
 - Múltiples núcleos e hilos de ejecución
 - Intel Core i7 Broadwell 2015
 - Modelo para escritorio: 4 cores, gráficos integrados, 3.3-3.8 GHz, 65 W
 - Modelo para servidor: 8 cores, I/O integrada, 2-2.6 GHz, 45W
- ¿Cuál es más rápido?



Historia reciente de los computadores

- Clones x86: Advanced Micro Devices (AMD)
 - Históricamente...
 - AMD había ido detrás de Intel
 - Un poco más lentos, pero mucho más baratos
 - Entonces...
 - Contrató ingenieros de DEC y otros
 - Fabricó Opteron: competidor real para Pentium 4
 - Desarrollo x86-64 (2003 en Opteron), su propia extensión a 64 bits, frente a la de Intel IA-64 (2001 en Itanium)
 - Actualmente...
 - Intel vuelve a liderar el mercado de procesadores tras el lanzamiento de Core 2 (2006), y posteriormente se ha afianzado con Core i3, i5 e i7. Basados en X86-64
 - Intel lidera la venta de microprocesadores para portátiles (80% frente a 20% AMD), y para servidores, ya que AMD abandonó el segmento. Empate técnico en el segmento de sobremesa.



Historia reciente de los computadores

- Evolución histórica de los procesadores más rápidos en sobremesa:

Año	INTEL					AMD				
	Microprocesador	nm	Arquitectura	Núcleos	Hilos	Microprocesador	nm	Arquitectura	Núcleos	Hilos
2001	Pentium 4 2.0 GHz	180	Netburst	1	1	Athlon XP 1900+	130	K7	1	1
2002	Pentium 4 de 2,8 GHz	130	Netburst	1	1	Athlon XP 2800+	130	K7	1	1
2003	Pentium 4 Ext. 3,2GHz	130	Netburst	1	2	Athlon XP 3200+	130	K7	1	1
2004	Pentium 4 a 3,4 GHz	130	Netburst	1	2	Athlon 64 FX-55	65	K8	1	1
2005	Pentium 4 a 3,8 GHz	65	Netburst	1	2	Athlon 64 X2 4800+	65	K8	2	2
2006	Pentium Extreme 965	65	Netburst	2	4	Athlon 64 X2 5000+	65	K8	2	2
2007	Core 2 Extr. QX6800	45	Wolfdale	4	4	Phenom X4 9600	45	K10	4	4
2008	Core 2 Extreme X9650	45	Wolfdale	4	4	Phenom X4 9950	45	K10	4	4
2009	Core i7-960	45	Nehalem	4	8	Phenom II X4 965	45	K10	4	4
2010	Núcleo i7-980X	32	Nehalem	6	12	Phenom II X6 1100T	45	K10	6	6
2011	Núcleo i7-990X	45	Nehalem	6	12	FX-8150	32	Bulldozer	8	8
2012	Núcleo i7-3770K	22	Ivy Bridge	4	8	FX-8350	32	Piledriver	8	8
2013	Núcleo i7-4770K	22	Haswell	4	8	FX-9590	32	Piledriver	8	8
2014	Núcleo i7-4790K	22	Haswell	4	8	FX-9590	32	Piledriver	8	8
2015	Núcleo i7-6700K	14	Skylake	4	8	FX-9590	32	Piledriver	8	8
2016	Núcleo i7-7700K	14+	Kaby Lake	4	8	FX-9590	32	Piledriver	8	8
2017	Núcleo i7-8700K	14++	Coffee Lake	6	12	Ryzen 7 1800X	14	Zen	8	16
2018	Núcleo i9-9900K	14++	Coffee Lake Ref.	8	16	Ryzen 7 2700X	12	Zen+	8	16
2019	Núcleo i9-9900KS	14++	Coffee Lake Ref.	8	16	Ryzen 9 3950X	7	Zen 2	16	32
2020	Núcleo i9-10900K	14++	Comet Lake	10	20	Ryzen 9 5950X	7	Zen 3	16	32

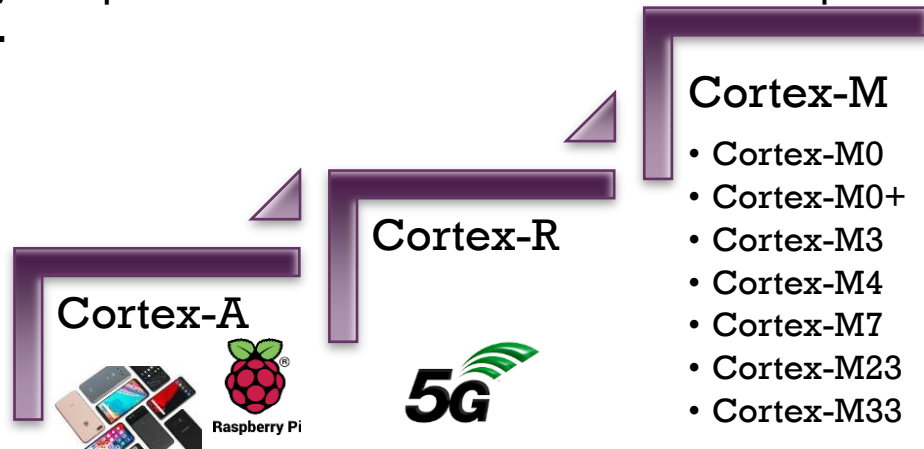
Actualidad

- A partir de la 2ª mitad de los '90, con la aparición de Internet (¡y Google!), hay 3 grandes grupos de ordenadores:
 - **Ordenadores personales:** PCs, laptops, tablets, etc. Pensados para uso individual. Tratan de dar un buen rendimiento a bajo coste.
 - **Servidores:** Para muchos usuarios. Tratan de asegurar la fiabilidad y escalabilidad. Hay de varios tipos:
 - Clase baja: Servidores de ficheros, de impresión, servidores Web sencillos, etc
 - Clase media: Centros de datos (datacenters).
 - Clase alta: Supercomputadores, para aplicaciones científicas muy importantes (por ejemplo, predicción tiempo, cambio climático, terremotos, etc).
 - **Ordenadores empotrados (o embebidos):** Pensados para ejecutar solo una aplicación. Tienen fuertes limitaciones en coste, consumo de energía y fiabilidad. Por ejemplo, los ordenadores de los coches, y de cualquier gadget (IoT – *Internet of Things*).

Actualidad

- Desarrollo de **ARM**:

- Ha pasado de arquitecturas de propósito general RISC a ofrecer procesadores para sistemas embebidos
- Integración en microcontroladores.
- Sigue con la filosofía RISC.
- Procesadores de alta velocidad, pequeño tamaño y bajos requerimientos de consumo
- Probablemente la arquitectura más ampliamente usada en sistemas empotrados
- ARM no fabrica el HW, simplemente licencia sus diseños de procesadores a terceras compañías.
- Productos actuales:



Cortex-M

- Cortex-M0
- Cortex-M0+
- Cortex-M3
- Cortex-M4
- Cortex-M7
- Cortex-M23
- Cortex-M33

William Stallings, Organización y Diseño de Computadores, Séptima Edición

Actualidad

- A partir del año 2005, cualquier procesador comercial pasa a ser un procesador **multinúcleo**.
- Motivos:
 - Ahorrar en el consumo de energía
 - Reducir el tiempo de comprobación del correcto funcionamiento del procesador
 - Mejorar en la fiabilidad del diseño
 - Seguir mejorando el rendimiento sin incrementar el ciclo de reloj del procesador
- Problemas
 - Son más complicados de programar: **iProgramación paralela!**