

TEMA 2

Elementos funcionales de un ordenador digital. Arquitectura.  
(BLOQUE HARDWARE, ARQUITECTURA y ORGANIZACIÓN LÓGICA)

- I. INTRODUCCIÓN
- II. DESARROLLO DEL TEMA
  1. ESTRUCTURA FUNCIONAL DE UN ORDENADOR DIGITAL
    - 1.1. COMPONENTES Y ESTRUCTURA DE LA CPU*
      - 1.1.1. UNIDAD DE CONTROL*
      - 1.1.2. UNIDAD ARITMÉTICO-LÓGICA*
      - 1.1.3. REGISTROS*
      - 1.1.4. OTROS COMPONENTES*
    - 1.2. MEMORIA*
    - 1.3. UNIDAD DE ENTRADA Y SALIDA*
    - 1.4. BUSES*
  2. FACTORES QUE DETERMINAN LA POTENCIA DE UN ORDENADOR DIGITAL
  3. CLASIFICACIÓN DE LOS ORDENADORES DIGITALES
  4. ARQUITECTURA
  5. CONTEXTO EN ANDALUCÍA
  6. RECURSOS Y HERRAMIENTAS EDUCATIVAS DE INTERÉS
- III. PROPUESTA DIDÁCTICA PARA EL DESARROLLO DEL TEMA EN EL MARCO ESCOLAR
- IV. CONCLUSIÓN
- V. BIBLIOGRAFÍA
  1. IMPRESA
  2. DIGITAL

## I. INTRODUCCIÓN

Un ordenador digital es una máquina capaz de aceptar unos datos de entrada, realizar con ellos una serie de operaciones (procesamiento) y proporcionar la información resultante 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 ordenador.

El ordenador digital ha evolucionado desde las primeras máquinas mecánicas hasta convertirse en el eje central de la sociedad de la información. En la actualidad, tanto los ordenadores personales como los sistemas empotrados, servidores y supercomputadores comparten una estructura funcional común basada en principios fundamentales definidos hace más de medio siglo.

Esta arquitectura fue establecida en los 40's por el matemático húngaro-americano Von Neumann. Esta arquitectura se refiere a una computadora que utiliza únicamente un dispositivo de memoria, donde almacena datos e instrucciones. A este procedimiento se le llamó *Procedimiento Almacenado*.

Comprender la arquitectura funcional de un ordenador no es solo un ejercicio académico, sino una necesidad práctica. Para un técnico informático, conocer cómo interactúan las diferentes unidades internas de procesamiento, almacenamiento y comunicación es esencial para el diagnóstico, reparación, diseño y optimización de sistemas. Este conocimiento resulta indispensable tanto en tareas de mantenimiento como en el desarrollo de soluciones eficientes y escalables.

## II. DESARROLLO DEL TEMA

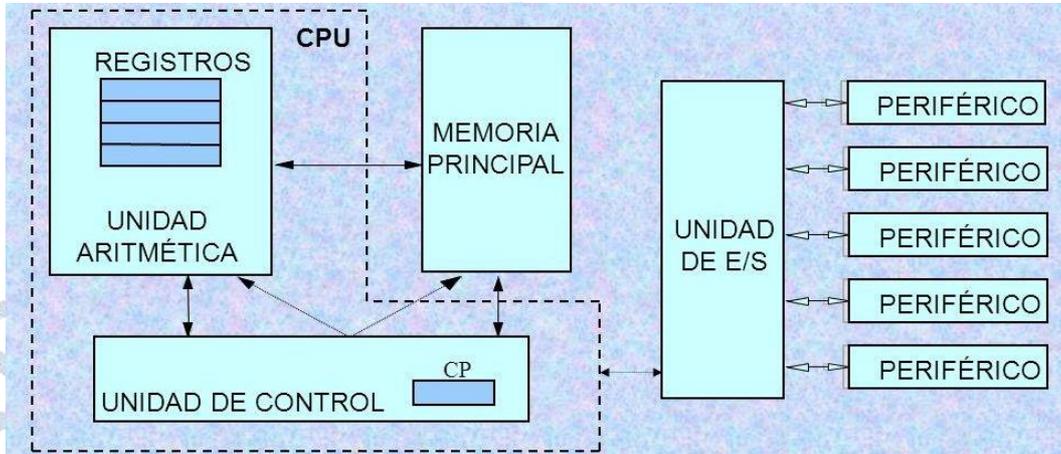
### 1. ESTRUCTURA FUNCIONAL DE UN ORDENADOR DIGITAL

La arquitectura Von Neumann, que se basa en tres principios:

- Uso de una única memoria para instrucciones y datos.
- Acceso a la memoria mediante direcciones específicas.
- Ejecución secuencial de instrucciones, salvo que se indique un cambio de flujo.

Esta arquitectura se diferencia de la arquitectura Harvard, que utiliza memorias separadas para datos e instrucciones y que actualmente es común en microcontroladores y sistemas embebidos. La Von Neumann, en cambio, es predominante en arquitecturas generalistas como x86 y en procesadores multinúcleo.

La unidad central de proceso (CPU en inglés, UCP en español), la memoria, y la unidad de entrada y salida (E/S). Todas estas partes están interconectadas por canales de comunicación denominados buses.



### 1.1. COMPONENTES Y ESTRUCTURA DE LA CPU

La Unidad Central de Proceso o CPU es la encargada de interpretar ordenadamente las instrucciones almacenadas en la memoria para poder ser ejecutadas.

La CPU está formada por:

- Unidad de control (UC)
- Unidad aritmético-lógica (ALU),
- Registros
- Otros componentes (FPU, etc.)

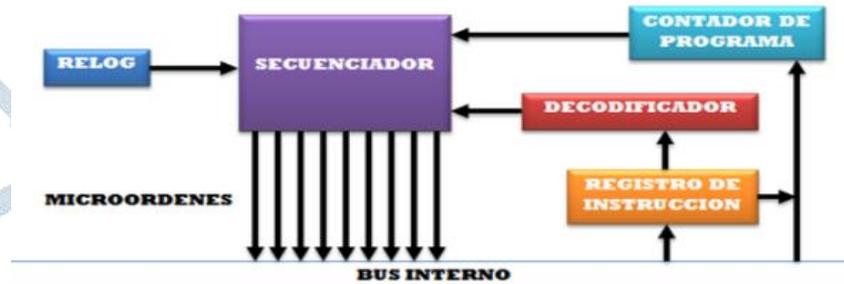
#### 1.1.1. UNIDAD DE CONTROL

Su función consiste en realizar la búsqueda, decodificación e interpretación de las instrucciones de los programas que se encuentran almacenados en la memoria, y posteriormente, emitir la secuencia adecuada de órdenes para que se ejecuten correctamente

Para realizar su función, la UC utiliza los siguientes elementos:

- **Contador de programa (PC):** almacena la dirección de memoria de la siguiente instrucción a ejecutar.
- **Registro de instrucción (IR):** almacena la instrucción que la UC está interpretando en ese momento.
- **Registro de estado (PSW):** almacena una serie de bits que se activan según sea el resultado de la última operación realizada por la ALU.
- **Decodificador:** se encarga de extraer el código de operación de la instrucción en curso, analizarlo y emitir las señales necesarias al resto de elementos para su ejecución a través del secuenciador.

- **Secuenciador:** genera una serie de órdenes muy elementales que permiten ejecutar la instrucción en curso. de forma síncrona con el reloj del sistema.
- **Reloj:** generador de impulsos que marca el momento en que han de comenzar los distintos pasos de que consta cada instrucción.



### 1.1.2. UNIDAD ARITMÉTICO-LÓGICA

La Unidad Aritmético-Lógica o ALU se encarga de realizar las operaciones aritméticas y lógicas necesarias para ejecutar una instrucción, siguiendo las indicaciones de la unidad de control.

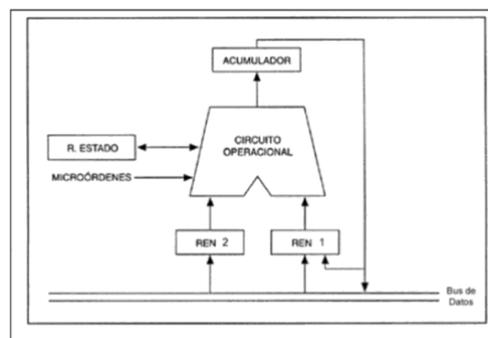
Los tipos de operaciones que puede realizar la ALU se pueden clasificar en:

- Aritméticas: suma, resta, multiplicación y división
- Lógicas: NOT, AND, OR, XOR
- De desplazamiento de bits

Los datos sobre los que opera esta unidad provienen de la memoria y pueden estar almacenados de forma temporal en alguno de los registros de la propia ALU.

Para realizar su función, la ALU utiliza los siguientes componentes:

- **Circuito operacional:** toma unos datos de entrada (operandos) y una señal de operación, que indica a la ALU el tipo de operación a realizar con dichos datos.
- **Registros de entrada (REN):** almacenan los datos que van a participar en la operación (operandos)
- **Registro acumulador (AC):** almacena el resultado de la operación para que pueda ser transmitida hacia otros componentes o utilizada en una nueva operación de la ALU.
- **Registro de estado (PSW):** almacena una serie de bits que se activan según sea el resultado de la última operación realizada por la ALU.



La ALU es responsable de las operaciones lógicas (AND, OR, NOT) y aritméticas (suma, resta, etc.). Puede trabajar con enteros y, en arquitecturas avanzadas, con coma flotante (mediante FPU o coprocesadores). Genera indicadores de estado o "flags":

- Z (cero)
- C (acarreo)
- N (negativo)
- V (desbordamiento)

En arquitecturas RISC, la ALU suele estar optimizada para instrucciones simples, mientras que en arquitecturas CISC puede realizar operaciones más complejas en una sola instrucción.

### 1.1.3. REGISTROS

Los registros de la CPU son pequeñas memorias de acceso muy rápido dedicadas al almacenamiento temporal de datos necesarios para la ejecución de cada instrucción.

Los registros pueden clasificarse en:

- **Generales:** son aquellos que contienen los operandos con los que se realizarán las instrucciones del programa.
- **Específicos:** son aquellos cuyo uso cumple una función concreta. Los más comunes son: MAR (Memory Address Register o Registro de Dirección de Memoria), PC (Program Counter o Contador de Programa), IR (Instruction Register o Registro de Instrucción), PSW (Process Status Word o Palabra de Estado del Procesador), SP (Stack Pointer o Puntero de Pila).

### 1.1.4. OTROS COMPONENTES

La estructura de la CPU ha ido evolucionando y se han ido incorporando otro tipo de circuitos adicionales que ayudan a la CPU en su labor, aumentando sus prestaciones. Entre ellos se encuentran:

- FPU (Floating Point Unit): también conocido como coprocesador matemático, es el componente especializado en el cálculo de operaciones en coma flotante.
- Memoria caché: memoria intermedia entre la memoria principal y la CPU utilizada para acelerar los accesos a los datos. Existen varios niveles: L1, L2, etc.
- FSB (Front Side Bus): comunica la cache L2 con la placa base. En los procesadores de última generación de Intel es sustituido por el DMI (Direct Media Interface) y en los procesadores AMD por el Hypertransport.

- BSB (Back Side Bus): comunica la cache L1 con el núcleo del procesador y con la cache L2.

## 1.2. MEMORIA

Tradicionalmente se consideran dos estructuras básicas de memoria diferenciadas principalmente por su velocidad y volatilidad. Estas dos estructuras se conocen con los nombres de memoria interna (registros, caché y memoria principal) y la memoria externa o secundaria (discos duros magnéticos, SSD, dispositivos ópticos, etc.).

La memoria de un ordenador se puede organizar en una jerarquía de memoria, donde la memoria interna está ubicada en la parte alta y la memoria externa en la parte baja. Cuanto más alta esté situada la memoria en la jerarquía más rápida será, pero menor capacidad y mayor coste tendrá. Por otra parte, cuanto más baja esté situada la memoria en la jerarquía más lenta será, pero mayor capacidad y menor coste por bit tendrá.



Dentro de la CPU están los registros, que guardan los datos e instrucciones que está usando en ese momento. Sin embargo, estos registros son muy limitados en cantidad, por lo que, para poder trabajar con programas completos y todos los datos que necesitan, se requiere un almacenamiento mucho mayor: la memoria principal.

La memoria caché es una memoria situada entre el procesador y la memoria principal y es usada por el sistema de memoria para mantener la información más comúnmente usada por el procesador, evitando así en la medida de lo posible los accesos a la memoria principal, ya que son más lentos. Los chips de los procesadores actuales suelen incluir en su interior uno o varios niveles de caché

(L1, L2, L3), y se puede utilizar otro nivel externo con más capacidad, pero más lento.

La memoria está organizada en bloques de bits llamados palabras de memoria. Cada palabra está identificada por una etiqueta, que es un número en hexadecimal, conocido como dirección de memoria. Para leer o escribir en la memoria, es necesario indicar en qué dirección se va a realizar la operación.

Las memorias se diferencian por la tecnología que utilizan y por cómo se puede modificar su contenido. En general, las memorias se dividen en dos grandes grupos:

- **Memorias RAM (Memoria de Acceso Aleatorio):** Son memorias donde se puede leer y escribir libremente, accediendo a cada palabra mediante una dirección. Estas memorias pueden ser de tecnología antigua, como las ferritas (ya en desuso), o modernas, que usan tecnología electrónica. Dentro de las electrónicas, encontramos:
  - **SRAM (Memoria estática):** donde la información se guarda en un biestable. La memoria caché está constituida por circuitos integrados SRAM que son más rápidos que los DRAM que forman la memoria principal.
  - **DRAM (Memoria dinámica):** en la que la información se almacena en un pequeño condensador que necesita ser recargado periódicamente para mantener los datos.
- **Memorias ROM (Memoria de Solo Lectura):** Solo permiten leer los datos almacenados y, por lo general, no se pueden modificar. No pierden su contenido cuando se apagan (son no volátiles). Existen diferentes tipos:
  - **ROM de fábrica,** que se graba en el momento de su creación y no se puede cambiar.
  - **PROM:** que puede ser programada una sola vez.
  - **EPROM:** que puede borrarse usando luz ultravioleta y volver a programar.
  - **EPROM o EEPROM:** este tipo de memorias tiene las mismas características que las memorias EPROM con la diferencia que el borrado se realiza aplicando una tensión en un pin del chip.

El uso de **memoria virtual** permite ampliar la capacidad de la RAM mediante el almacenamiento en disco, gestionado por el sistema operativo.

### **1.3. UNIDAD DE ENTRADA Y SALIDA**

La función de la Unidad de EIS es realizar la conexión y adaptación de la CPU con una gran variedad de dispositivos periféricos: monitor, teclado, impresora, ratón, etc.

Una unidad de E/S está formada fundamentalmente por dos elementos: una interfaz y un controlador.

- Interfaz: gestiona el intercambio de la información entre el dispositivo y la CPU. La conexión con la CPU se realiza mediante un conjunto de señales normalizadas para una unidad de E/S concreta.
- Controlador: gestiona directamente el periférico. Por ejemplo, el control de vídeo en un monitor.

Las unidades de entrada permiten al usuario introducir datos e instrucciones desde el exterior hacia el ordenador. Transforman información analógica o digital en señales binarizadas interpretables por la CPU.

Ejemplos clásicos: teclado, ratón, escáner, lápiz óptico, micrófono. Ejemplos modernos: lectores RFID, cámaras de reconocimiento facial, sensores biométricos.

Estas unidades suelen conectarse mediante interfaces como USB, PS/2, o protocolos inalámbricos como Bluetooth o WiFi. En robótica y domótica, se usan buses I2C, SPI o UART.

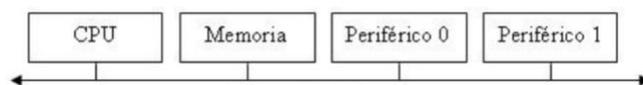
La función de las unidades de salida es transformar la información binaria procesada en datos que puedan ser interpretados por los seres humanos o por otros sistemas. Generan salidas visuales, auditivas o físicas.

Ejemplos clásicos: monitores, impresoras, altavoces. Ejemplos actuales: gafas de realidad aumentada, impresoras 3D, pantallas táctiles hápticas.

La interfaz de salida también puede involucrar estándares como HDMI, DisplayPort o audio digital (S/PDIF).

Se dispone de dos tipos de organizaciones para llevar a cabo la entrada/salida:

- **Bus único:** en el que el elemento de interconexión está compartido por todos los elementos funcionales del computador.



- **Bus dedicado o específico:** existe un bus entre procesador-memoria y otro/s específico/s para periféricos. Estos últimos reciben el nombre de buses de expansión y suelen estar estandarizados.



### 1.4. BUSES

La CPU se divide en unidades funcionales y para realizar la comunicación entre ellos se utilizan los denominados buses. Según su funcionalidad podemos distinguir los siguientes buses:

- **Bus de datos:** Utilizado para transferir los datos entre los diferentes elementos del computador. El ancho de palabra en la transferencia coincide con el ancho de palabra de memoria.
- **Bus de direcciones:** Transfiere únicamente direcciones, desde los elementos que las generan hasta la memoria. El ancho de palabra está relacionado con el tamaño de palabra de la memoria del computador. Con  $m$  bits pueden direccionar un máximo de  $2^m$  palabras de memoria.
- **Bus de control:** Formado por un conjunto de líneas que tienen misiones muy diversas y específicas en cada computador. La información que se transfiere por este bus suele tratarse de señales de control para los diferentes elementos del computador. Por ejemplo, señales de lectura o escritura de la memoria, señales de control de E/S, etc.

## 2. FACTORES QUE DETERMINAN LA POTENCIA DE UN ORDENADOR DIGITAL

La potencia de un ordenador se determina por varios factores:

- La longitud de palabra, que define la precisión de los cálculos y la velocidad de acceso a los datos.
- Los registros en la CPU, que influyen en la capacidad de procesamiento y se desea que sean extensos.
- Los buses de datos y direcciones, que afectan a la velocidad de transferencia de datos y la capacidad de direccionamiento de memoria.
- El ancho de banda, que representa la cantidad de información transferida por segundo entre unidades.
- La capacidad de la memoria principal, que depende de la longitud de palabra y el número de líneas de direccionamiento.
- La frecuencia de reloj, que sincroniza las operaciones y se mide en hercios (Hz).
- MIPS (Millones de Instrucciones Por Segundo): indica el número de instrucciones máquina que se puede ejecutar por segundo.
- MegaFLOPS: indica el número de operaciones por segundo en coma flotante.

### 3. CLASIFICACIÓN DE LOS ORDENADORES DIGITALES

De entre tantos criterios de los que podemos clasificar los ordenadores podemos quedarnos con una de las más comunes atendiendo a la potencia de cálculo (de mayor a menor):

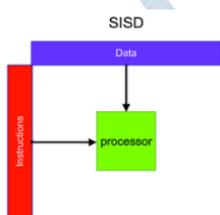
- Supercomputadores o superordenadores.
- Mainframes o macrocomputadores.
- Minicomputadores o miniordenadores (servidores)
- Workstations o estaciones de trabajo
- Ordenadores personales (portátiles y sobremesa)
- Ordenadores móviles (smartphones, tablets, etc)

### 4. ARQUITECTURA

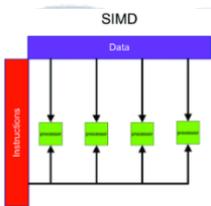
Se puede definir la Arquitectura de computadores como aquella área de la Informática que trata de establecer qué puede realizar un ordenador mediante una abstracción de los componentes electrónicos que lo constituyen.

Hay diferentes arquitecturas atendiendo a distintos conceptos como, por ejemplo:

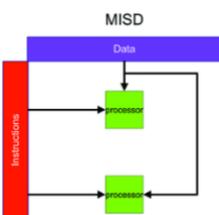
- Atendiendo a la longitud de palabra: Arquitectura x86 (32 bits) y arquitectura x64 (64 bits)
- Atendiendo al conjunto de instrucciones: CISC y RISC.
- Atendiendo al uso y distribución de memoria: arquitectura Von Neumann y arquitectura Harvard.
- Atendiendo al flujo de instrucciones y de datos (Taxonomía de Flynn): SISD, SIMD, MISD y MIMD.



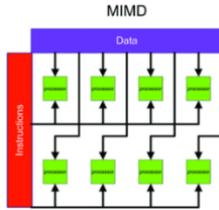
a) **SISD (Simple Instruction Simple Data):** a esta categoría pertenece el modelo de máquina secuencial propuesto por Von Neumann. Las instrucciones son ejecutadas secuencialmente, pero esta ejecución puede estar segmentada, es decir, puede haber superposición de varias instrucciones encontrándose en diferentes etapas de ejecución.



b) **SIMD (Simple Instruction Multiple Data):** esta categoría incluye las máquinas que tienen una única unidad de control del programa, pero múltiples unidades de ejecución independientes (procesador matricial). Todas las unidades de procesamiento reciben la misma instrucción radiada por la unidad de control, pero esta instrucción se ejecuta sobre diferentes conjuntos de datos.



c) **MISD (Multiple Instruction Simple Data):** existe una colección de unidades de procesamiento que ejecutan diferentes instrucciones, pero sobre el mismo flujo de datos. Es decir, los



resultados de un procesador se convierten en los operandos del siguiente.

- d) **MIMD (Multiple Instruction Multiple Data):** esta categoría cubre multiprocesadores y a los multicomputadores, es decir, sistemas con más de un procesador capaz de ejecutar varios programas simultáneamente.

## 5. CONTEXTO EN ANDALUCÍA

Andalucía cuenta con el **supercomputador Albaicín**, alojado en el Centro Informático Científico de Andalucía (CICA), con arquitectura basada en nodos de procesamiento paralelo, interconexión de alta velocidad (InfiniBand), y uso de técnicas como balanceo de carga y programación multinúcleo. Todo ello descansa sobre conceptos como UCP, jerarquía de memoria y buses de alta velocidad.

## 6. RECURSOS Y HERRAMIENTAS EDUCATIVAS DE INTERÉS

Podemos enumerar varias herramientas software que recogen información muy interesante de la CPU:

- Speecy (Windows)
- HardInfo (Linux)
- CPU-Z (Windows y Android)

## III. PROPUESTA DIDÁCTICA PARA EL DESARROLLO DEL TEMA EN EL MARCO ESCOLAR

Dentro del sistema educativo dichos contenidos están desarrollados legislativamente en los ciclos formativos de la familia profesional de Informática y Comunicaciones:

- CFGS: Administración de Sistemas Informáticos en Red**
  - Real Decreto 1629/2009.
  - Orden de 19 de julio de 2010.

Su aplicación en el aula se realiza dentro del módulo **Montaje y mantenimiento de equipos** con prácticas de desmontaje, identificación de buses y componentes. Este contenido permite conectar la teoría con la práctica de laboratorio, resolviendo problemas reales de rendimiento, fallos y compatibilidad.

- **CFGS: Administración de Sistemas Informáticos en Red**
  - Real Decreto 1629/2009.
  - Orden de 19 de julio de 2010.

Su aplicación en el aula se realiza dentro del módulo **Fundamentos de hardware** donde se aborda la relación entre lógica digital, registros y UCP.

- **CFGS: Desarrollo de aplicaciones multiplataforma**
  - Real Decreto 450/2010.
- **CFGS: Desarrollo de aplicaciones web**
  - Real Decreto 686/2010.

Ambos se desarrollan en Andalucía en la Orden de 16 de junio de 2011 y se actualizan con el Real Decreto 405/2023.

En ambos ciclos, su aplicación en el aula se realiza dentro del módulo **Sistemas informáticos** donde se aborda el análisis estructurado de CPU, memoria, buses y controladores.

#### IV. CONCLUSIÓN

Los elementos funcionales de un ordenador representan la base de todo sistema informático moderno. Desde el teléfono móvil hasta un supercomputador, todos se apoyan en principios como el ciclo de instrucción, el acceso a memoria, y la coordinación mediante unidades de control y lógica. Comprender esta estructura no solo permite realizar intervenciones técnicas precisas, sino también optimizar recursos, programar con eficiencia y prever cuellos de botella en sistemas reales.

En el presente tema se ha definido que es un ordenador digital y posteriormente, se ha presentado una visión global de la arquitectura de Von Neumann describiendo los elementos funcionales de un ordenador digital (unidad central de proceso, memoria y unidad de entrada/salida), los cuales están interconectados a través de buses. Todo lo visto son conceptos de suma importancia para cualquier estudiante de informática.

#### V. BIBLIOGRAFÍA

##### IMPRESA:

- Tanenbaum, A. "Estructura de computadores". Pearson.
- Ureña, L. "Fundamentos de Informática". RA-MA.
- Prieto, A. "Introducción a la Informática". McGraw-Hill.
- De Miguel Anasagasti, Pedro. Fundamentos de los computadores. Paraninfo.
- Patterson D., Hennessy J. Estructura y diseño de computadores. Ed. Reverté
- Stallings W. Organización y arquitectura de computadores. Prentice-Hall

DIGITAL:

- CICA – Centro Informático Científico de Andalucía ([www.cica.es](http://www.cica.es))
- Video-clases dentro del Departamento de Arquitectura y Tecnología de Computadores. Universidad de Granada. ([atc.ugr.es/APrieto](http://atc.ugr.es/APrieto))
- [www.xataka.com](http://www.xataka.com) (Web de actualidad sobre tecnología e informática)
- [www.tomshardware.com](http://www.tomshardware.com)
- [www.piriform.com/speecy](http://www.piriform.com/speecy)
- [www.cpuid.com](http://www.cpuid.com)
- [www.computerhoy.com](http://www.computerhoy.com)

