

# CAPÍTULO 1

## ARQUITECTURA DE ORDENADORES Y COMPONENTES HARDWARE

### 1. Conceptos de Ordenador y Arquitectura de Ordenadores

Podemos decir, de manera simplificada, que un ordenador es un dispositivo o máquina programable, formada por circuitos electrónicos, capaz de procesar información/datos en formato digital. Dicha definición nos lleva a dos problemáticas:

- Primero: hay una gran variedad de sistemas que pueden recibir el nombre de ordenador/computador, cada uno de ellos con características.
- Segundo: el rápido avance que tienen las tecnologías de computadores hace que constantemente aparezcan versiones más avanzadas con nuevas y mejores funcionalidades.

Los ordenadores surgen de la necesidad de automatizar tareas de cálculo y gestión de datos, siendo un censo de población la primera de sus tareas, inicialmente usando tarjetas perforadas y siendo computador digital su verdadero nombre en español. La arquitectura de ordenadores es un ámbito de conocimiento que integra el estudio del hardware de un equipo y debe garantizar su integración con el software, la posibilidad de escalado y la abstracción para permitir su uso a usuarios de a pie.

### 2. Antecedentes de los Ordenadores

**El Abaco:** entendido como el primer instrumento de cálculo mecánico. Inventado alrededor del año 5000 A.C, permite realizar una serie de operaciones aritméticas basándose en una serie de cuentas colocadas en unos alambres que tienen un valor (Unidad, decena, centena, etc) en función de su posición. Es claramente una implementación de un sistema de numeración posicional. En futuros temas incidiremos en este concepto.

**La Pascalina:** Creada por el matemático Blaise Pascal en 1642, básicamente eran una serie de engranajes que permitían realizar una serie de operaciones aritméticas y que trabajaba con 8 dígitos en base decimal.

**Calculadora Universal de Leibniz:** Su dispositivo, al contrario que la pascalina, permitía realizar multiplicaciones y divisiones simulando el desplazamiento que realizamos hacia la izquierda cuando multiplicamos a mano. Este dispositivo fue el empleado por todas las máquinas de cálculo hasta los años 1960, cuando apareció el cálculo electrónico.

**Telar de Jacquard:** El francés Joseph-Marie Jacquard inventó un telar automático utilizando tarjetas perforadas. Con las tarjetas perforadas lo que hacía era indicar el patrón de diseño a seguir en la confección. Estamos por tanto antes la primera máquina programada.

**Máquina de Babbage:** capaz de construir tablas de logaritmos y funciones trigonométricas. La creación de dicha máquina falló por no disponer de la tecnología adecuada para la creación de engranajes resistentes. Sin embargo, y aquí está el hecho importante, trabajando en 1834 en mejoras de dicha máquina, concibió la idea de otra máquina: la máquina analítica. Era esencialmente una computadora de propósito general.

- La considerada como “madre de la programación” Ada Lovelace, fue de las primeras personas en reconocer que la capacidad de la máquina analítica podía ir más allá de la simple ejecución de operaciones. Introducía el concepto de algoritmos o programas a ser ejecutados por una máquina. No en vano el lenguaje de Programación ADA tiene ese nombre en su honor.

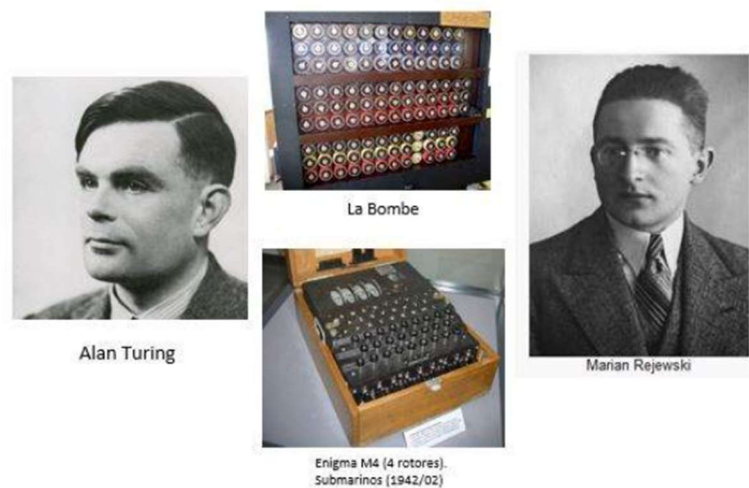
**Máquina Tabuladora:** Herman Hollerith diseña un sistema de tarjetas perforadas para ayudar a calcular el censo de Estados Unidos de 1890. La máquina, ahorra al gobierno varios años de cálculos, y al contribuyente estadounidense aproximadamente 5 millones de dólares, según la Universidad de Columbia.

### 3. Ordenadores Históricos

#### Máquina de Turing

Alan Turing. Fue un matemático británico al cual se considera como uno de los padres de la ciencia de la computación, sentando las bases de la informática tal y como a conocemos hoy. Trabajó en el descifrado de códigos nazis, participando en la creación de la maquina denominada Bombe. Tras finalizar la guerra, participó en el diseño de los primeros computadores electrónicos.

Una máquina de Turing es un dispositivo capaz de simular la lógica de cualquier algoritmo de un ordenador. El diseño planteado por Alan Turing consistía en un dispositivo capaz de leer una cinta en la cual hay una serie de símbolos, los cuales iba procesando conforme a unas reglas establecidas en una tabla.

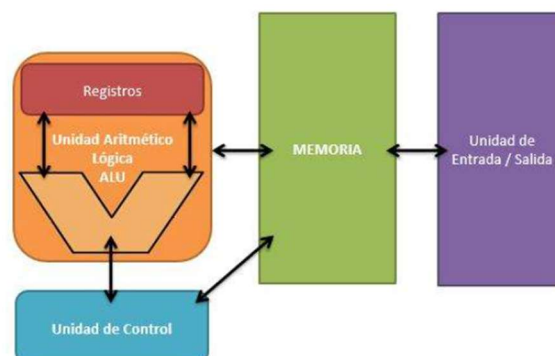


#### Arquitectura Von Neuman

John Von Neumann fue un matemático-físico de origen húngaro que participó como asesor en la creación de ENIAC. Aplicó un diseño capaz de mejorar la lenta programación de ENIAC: "El concepto del programa almacenado", y para ello estableció una arquitectura que comentaremos a continuación.

Esta arquitectura fue implementada por primera vez en una máquina denominada EDVAC. A diferencia de la máquina ENIAC que funcionaba en base 10, EDVAC funcionaba en base 2. Este diseño se convirtió en estándar de arquitectura para la mayoría de las computadoras modernas.

Los componentes básicos de la arquitectura Von Neuman son: la Unidad Aritmético Lógica (ALU), la Unidad de Control (CU), la Memoria y la unidad de Entrada y Salida.



## 4. Generaciones de Ordenadores

Primera Generación (1940-1952):

- Características Principales: Funcionaban con válvulas electrónicas, consumían mucha energía, tenían un tamaño considerable y utilizaban tarjetas perforadas y cintas magnéticas. Programables solo en lenguaje máquina específico.
- Ordenadores Representativos: Univac I y II, IBM 701 y 702.

Segunda Generación (1952-1964):

- Características Principales: Sustitución de válvulas por transistores, más pequeños y baratos, menor consumo de energía, mayor fiabilidad. Introducción de lenguajes de programación de alto nivel y del software del sistema.
- Ordenador Representativo: IBM 7094 (1964).

Tercera Generación (1964-1971):

- Características Principales: Uso de microelectrónica y circuitos integrados, menor costo y mayor eficiencia energética. Aparición de elementos como puertas lógicas, celdas de memoria y circuitos de interconexión.
- Ordenadores Representativos: IBM 360, DEC PDP-8.

Cuarta Generación (1971-1981):

- Características Principales: Evolución de la microelectrónica con diferentes niveles de integración (SSI, MSI, LSI, VLSI, ULSI, GLSI). Avances que posibilitaron la aparición de ordenadores personales.
- Ordenadores Representativos: MITS Altair, Apple I (1976), Apple II (1977), IBM PC (1981).

Quinta Generación (1981 en adelante):

- Características Principales: Desarrollo de procesadores de 16 y 32 bits. Avances en la microinformática. Los dispositivos más avanzados de quinta generación, destinados a la inteligencia artificial, aún están en desarrollo. Se menciona la posibilidad de una sexta generación con computación cuántica y nanotecnología molecular.
- Ordenadores Representativos: Cualquiera de los ordenadores actuales.

## 5. Niveles de Abstracción

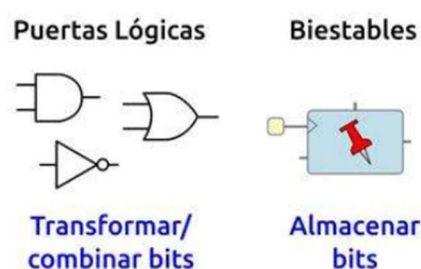
### NIVEL FÍSICO

Es el nivel más básico. Su ámbito de conocimiento es la Física, concretamente el estudio del comportamiento de los electrones. En este nivel el elemento de entrada es el semiconductor llamado Silicio. En el futuro se está pensando sustituir este material por otros como el grafeno.

Al ser un semiconductor, permite el paso de la electricidad, pero, a diferencia de los metales, permite controlar fácilmente el flujo de electrones. Modificando sus propiedades de conducción de electrones obtenemos resistencias, transistores, diodos (elementos de salida de este nivel).

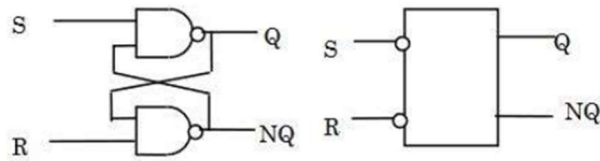
### NIVEL ELECTRÓNICO

En este nivel se parte de los elementos de salida del nivel anterior (resistencias, transistores, etc.) y los elementos de salida serían los biestables y las puertas lógicas. En unidades posteriores profundizaremos en estos elementos.



## NIVEL LÓGICO

Los elementos de entrada a este nivel son los biestables y las puertas lógicas, y los de salida son módulos combinacionales y secuenciales tales como multiplexores, codificadores, sumadores, registros, contadores, etc. De la misma forma que en el nivel anterior, comentar que se profundizará en estos componentes en capítulos posteriores. Ejemplos de circuitos lógicos:



## NIVEL TRANSEFERENCIA DE REGISTROS (RT)

Los elementos de entrada al nivel RT son:

- Registros: mantienen el estado del sistema.
- Módulos combinacionales: definen las transformaciones elementales del estado
- Elementos de interconexión (buses y/o multiplexores): permiten el intercambio de información entre los dos primeros.

Los elementos de salida son el conjunto de transferencias elementales posibles en la ruta de datos construida con los tres tipos de elementos de entrada.

## NIVEL ARQUITECTURA (LM)

Este nivel define la frontera entre software/hardware, siendo los elementos de entrada las transferencias y transformaciones de esta información, que son mapeadas con las instrucciones máquina y su método de secuencia miento que forma el lenguaje máquina.

El nivel de lenguaje máquina suele ser el primer nivel al que tiene acceso el usuario de un computador. Normalmente, el usuario no utiliza directamente el lenguaje máquina, sino una representación simbólica del mismo conocida como lenguaje ensamblador, que ofrece algunas prestaciones más que el puro lenguaje máquina (en temas posteriores haremos prácticas con este lenguaje). Este nivel queda definido por el repertorio de instrucciones, con sus formatos, tipos de direccionamiento, modos de secuenciación y representación de datos. Y en segundo lugar la memoria y el conjunto de registros visibles por el programador.

Otros elementos importantes en este nivel son la gestión de memoria y la entrada/salida. Sin embargo, en los computadores actuales estos recursos los utiliza el programa del usuario a través del sistema operativo. En la actualidad cabe distinguir dos planteamientos diferentes a la hora de definir el nivel máquina de un computador:

- En primer lugar, está el planteamiento CISC (Complex Instruction Set Computers) que define un repertorio de instrucciones bastante complejo y numeroso, con muchos tipos de direccionamiento y muchos modos de control. Con ello lo que consigue es reducir la distancia semántica que lo separa de los lenguajes de alto nivel, y facilitar así el diseño del compilador.
- En segundo lugar, tenemos el planteamiento RISC (Reduced Instruction Set Computer), que simplifica la complejidad y el número de instrucciones máquina, dejándolo reducido a un conjunto pequeño y rápido que cubre un porcentaje muy elevado del peso computacional de los programas. En este planteamiento son los compiladores los que tienen la responsabilidad de utilizar eficientemente unas instrucciones con poco contenido semántico pero elevada velocidad de ejecución.

En el nivel de abstracción de la arquitectura, la gestión de memoria y la entrada/salida son cruciales, pero en los computadores actuales, estos recursos son gestionados por el programa del usuario a través del sistema operativo. La arquitectura, como la Intel x86, se define por un conjunto de instrucciones y registros para programadores. La microarquitectura combina elementos lógicos para ejecutar esas instrucciones, y diferentes microarquitecturas pueden implementar la misma arquitectura con variaciones en precio, rendimiento y energía, como se ve en procesadores como el Intel Core i7 y AMD Athlon.

## NIVEL SOFTWARE BÁSICO (SO)

El Sistema Operativo (SO) no constituye un nivel del mismo tipo que los demás, por ejemplo, el lenguaje máquina o el lenguaje de alto nivel. En realidad, se trata de un gestor de determinados recursos del nivel máquina que por la frecuencia y complejidad de uso resulta más eficiente utilizarlos agrupados en una "entidad" que nos proporcione dichos servicios. Esa entidad es el SO.

En los primeros computadores las funciones del SO eran escasas, limitadas básicamente a la carga del programa y a la entrada salida. Sin embargo, las competencias de este sistema han ido aumentando con la complejidad y sofisticación de las máquinas modernas, que funcionan en entornos multiusuario y multitarea y que requieren una gestión de todos los recursos de la máquina.

## NIVEL LENGUAJES ALTO NIVEL

Es en este nivel donde se habla de lenguajes imperativos Pascal, Fortran, etc., que presentan una semántica operacional que refleja directamente el funcionamiento de la máquina Von Neumann (hablaremos de ella posteriormente), es decir, que obligan al programador a expresar la secuencia de órdenes cuya ejecución resuelve el problema en cuestión. Existen otros paradigmas de programación como por ejemplo el de los lenguajes declarativos, como Prolog o Lisp (puro), que disponen de un modelo computacional diferente (aunque equivalente) al de la máquina Von Neumann. En este caso el programador tan solo tiene que declarar las relaciones lógicas o funcionales de los elementos que intervienen en la especificación del problema a resolver.

Este nivel requiere un proceso de traducción al nivel máquina que es realizado por un programa denominado compilador. Esto es un simple recuerdo de conceptos que deben verse en otras asignaturas como programación.

## NIVEL ALGORITMOS

Es el nivel que se encarga de la resolución de un problema mediante un conjunto de reglas aplicadas de forma sistemática y ordenada, es decir, mediante un algoritmo. Los procedimientos que define un algoritmo son independientes de cualquier lenguaje de programación y de cualquier máquina particular.

## NIVEL APLICACIONES

Es el nivel más alto. Corresponde a las distintas actividades/necesidades/ problemas que pueden resolverse de forma automatizada. Del análisis de esas especificaciones funcionales, se crearán los diseños técnicos basados en algoritmos que son la salida del nivel anterior.

## 6. Funcionamiento de los Ordenadores Actuales

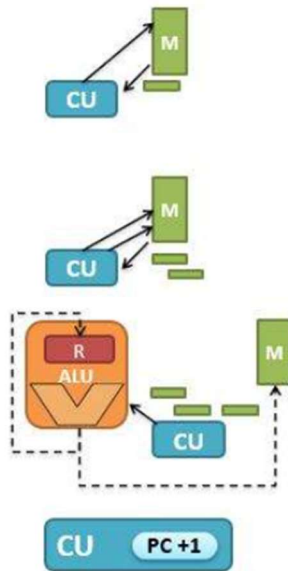
Al iniciar un ordenador, las acciones se realizan a nivel de hardware, accediendo a memorias ROM o flash mediante circuitos cableados. El programa de inicio, como el BIOS/UEFI en PC, detecta dispositivos y realiza pruebas mínimas. Luego, carga en la memoria RAM desde un soporte externo (como un disco duro) los programas del sistema operativo.

Este nivel, sistema operativo, controla las operaciones y muestra al usuario una identificación (prompt en sistemas Linux, escritorio en otros sistemas). El usuario da órdenes a través de comandos en el prompt, iniciando así el procesamiento de instrucciones a gran velocidad, con pausas interactivas si es necesario, y finalmente, el ordenador presenta los resultados en pantalla o periféricos.

Cada instrucción de un programa tiene un código binario único interpretado por la CPU del ordenador. Este procesa instrucciones de manera automática, realizando operaciones de transferencia de información, aritméticas y lógicas. El ordenador entiende los 1's y 0's como niveles de voltaje en sus circuitos, donde 0 representa un valor cercano a 0 voltios y 1 a 5 voltios. La aplicación de voltajes alto o bajo a las puertas lógicas de los circuitos digitales determina su comportamiento, abriendo o cerrando circuitos. La ejecución del programa ocurre mediante la rápida apertura y cierre sincronizado de circuitos, transfiriendo información entre las unidades del ordenador.

Funcionamiento básico del computador:

1. La Unidad de Control accede a la dirección de memoria principal donde está la instrucción a ejecutar. La dirección está almacenada en el contador de programa (PC).
2. La Unidad de Control recibe la instrucción y la analiza. Si la instrucción opera sobre algún operando, la Unidad de Control pide a la memoria dichos operandos mediante su dirección.
3. La Unidad de Control envía los operandos (si los hubiera) y la instrucción a la Unidad Aritmético Lógica. La instrucción se realiza y, si es necesario, su resultado se almacena en la memoria principal o en un registro.
4. Ejecutada la instrucción, el contador de programa incrementa su valor y se vuelve al paso 1.



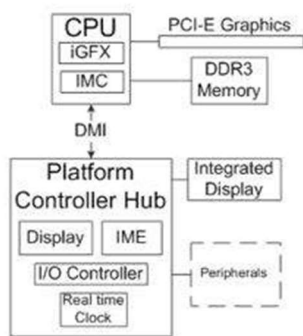
## 7. Componentes esenciales

### La placa Base

Es el componente integrador del PC, se trata de una gran placa de circuito impreso que conecta los diferentes elementos que componen el PC. Sus elementos son:

- La BIOS ( Basic input-output system) : Software de propósito específico que es el primero en ejecutarse cuando se arranca el ordenador. Se almacena en una memoria EEPROM (Electrically Erasable Programmable Read Only Memory). La función principal de este tipo de memoria es de sólo lectura, pero puede ser reprogramada para hacer cambios en la BIOS. El software correcto de la BIOS lo provee el fabricante de la placa. Funciones:
  1. Cuando arranca un PC el CP apunta a la dirección de la BIOS.
  2. Almacenar toda la configuración de arranque del ordenador.
  3. Configuración de los dispositivos de entrada/salida conectados a la placa base.
  4. Configuración del reloj del sistema.
- La batería (CMOS battery) o pila: Mantiene la alimentación eléctrica del reloj de la placa
- Zócalos del microprocesador: El zócalo (socket) es el lugar donde se inserta el microprocesador. Cada zócalo da cobertura a una gama de microprocesadores, por lo que se ha de elegir el adecuado al microprocesador que se desee usar.
- Zócalo de la memoria RAM: Son los zócalos específicos para conectar los módulos de memoria RAM Y difieren en función del modelo de RAM que aceptan.
- Bahías de expansión: Zócalos para ampliar la funcionalidad de la placa base conectándola a dispositivos de entrada/salida. Típicamente usados para instalar tarjetas gráficas, sonido, de red, etc.
- Conectores IDE ATA/SATA: Conectores para los cables de conexión a discos duros y unidades de lectura/escritura (BlueRay, DVD, CD, lectores de tarjetas). Algunas placas base los conservan por retrocompatibilidad, pero en la actualidad las placas base poseen otro tipo de conectores más rápidos, incluso hay dispositivos de E/S como CD y DVD que han caído en desuso.

El chipset es un conjunto de chips que están integrados en la placa base para controlar el microprocesador y otros elementos de la placa. Típicamente eran dos: el Northbridge y el Southbridge (serie 4 de Intel).



El Northbridge se encargaba de controlar el microprocesador, la memoria RAM y las bahías de expansión.

El Southbridge controlaba operaciones más ligeras: USB, audio, puerto serie, la BIOS, los puertos ATA y el reloj.

Esta disposición tenía un problema: En el FSB (front-side bus) se produce un cuello de botella: la velocidad de la CPU crece con el tiempo, pero la del FSB no.

Para solucionar este problema, Intel diseñó la arquitectura Platform Controller Hub (PCH):

- Elimina el northbridge y el southbridge.
- El control de la memoria y el PCI se reasigna a la CPU.
- El resto de funciones, se concentran en el PCH.
- El PCH y la CPU se unen mediante el bus Direct Media Interface (DMI).
- Esta arquitectura se encuentra en los chipsets de Intel desde la serie 5 (2008).

En la actualidad las interconexiones de micros de INTEL actuales utilizan DMI. Adicionalmente se han incluido más funcionalidades:

- También se usa Turbo Boost. Como se controla la temperatura del micro, se permiten aumentos puntuales del rendimiento, incrementando la velocidad de reloj, y su consiguiente aumento de disipación, sin llegar a la temperatura máxima admisible.
- Inclusión de memorias cache dentro del micro. L1, L2 son individuales para cada core y la L3 está compartida por todos los cores.
- Tarjeta gráfica incluida, típicamente la 630. La 620 sólo en micros para portátiles de bajo consumo.

## La memoria RAM

La Memoria RAM (Random Access Memory) desempeña un papel crucial en los sistemas informáticos al almacenar temporalmente instrucciones y datos necesarios para la ejecución de programas. Algunos puntos clave incluyen:

Utilizada para almacenamiento temporal de datos e instrucciones, de acceso aleatorio y volátil, es decir la información se borra al desconectar el ordenador.

Se conecta al Northbridge mediante el Memory Bus o directamente a la CPU en PCH. Depende de la alimentación eléctrica y presenta unas limitaciones en la Capacidad de Memoria:

- Limitada por el direccionamiento del microprocesador (32 bits: 4 GB, 64 bits: 16 exabytes).
- Restricciones del chipset.
- Determinada por el número de ranuras y tamaño máximo de los módulos en la placa base.

## Características de la RAM:

- Organización: Define la capacidad de la memoria (ejemplo: 8X256M = 2 GB).
- Tiempo de Acceso o Latencia (CL): Proceso de selección de banco, fila y columna. La latencia CAS (CL) mide el tiempo desde la solicitud hasta la disponibilidad. Menor latencia implica mayor rapidez.
- Sincronía: Las memorias síncronas están conectadas al reloj del procesador. Evolución desde memorias asíncronas.
- Frecuencia: Mide la frecuencia de acceso a la memoria en Hertzios (Hz).
- Ejemplo: DDR3 de 8 GB con frecuencia de 800 MHz.

## Tipos de Memoria RAM:

- SRAM (Static RAM): No necesita refresco, es más rápida y costosa. Utilizada en la memoria caché.
- DRAM (Dynamic RAM): Más lenta pero más económica y de mayor capacidad, utilizada como memoria principal.
- Memorias DDR (Double Data Rate): Tecnología que permite la transferencia simultánea de datos por dos canales en un ciclo de reloj. Evolución desde DDR hasta DDR6, mejorando velocidad y capacidad.

## La memoria ROM

La Memoria ROM (Read Only Memory) es fundamental en los sistemas informáticos debido a sus características particulares:

- No Volátil: Capaz de retener información sin alimentación eléctrica.
- Velocidad Comparativa: Más lenta que la RAM, con tiempos de acceso elevados.
- Tipos de Memoria ROM:
  - ROM (Read Only Memory): Solo lectura. Contenido inalterable. Diseñada para equipos de función específica.
  - PROM (Programmable ROM): Programable una única vez.
  - EPROM (Erasable Programmable ROM): Puede borrarse completamente mediante luz ultravioleta. Reprogramable después del borrado.
  - EEPROM (Electrically Erasable Programmable ROM): Tipo de ROM más flexible. Borrado y modificación eléctrica por software. Utilizada para almacenar la BIOS.

## El disco duro

Todos los equipos necesitan un sistema de almacenamiento no volátil para guardar datos y programas. Primero fueron las cintas magnéticas, las unidades de lectura con los tambores girando crearon la imagen clásica del Centro de Proceso de Datos. En los 80, en forma de cassette, entraron en los hogares con equipos como el ZX Spectrum. El rey del almacenamiento secundario no volátil ha sido el disco magnético, durante más de medio de siglo (el primer modelo comercial IBM 350 se lanzó en 1956). Su principal ventaja sobre la cinta era que la lectura/escritura ya no tenía que ser secuencial y su velocidad era mucho mayor.

Hoy los dispositivos de estado sólido han desplazado a los discos magnéticos en los ordenadores personales y se usan otro tipo de dispositivos como tarjetas de memoria SD o USB cuya física y funcionamiento no tienen nada que ver con los de su antepasado. Sin embargo, todavía se siguen usando discos magnéticos en datacenters y como almacenamiento secundario masivo y económico. Es por ello que comentaremos brevemente algunas características de los mismos.

## Discos Duros Magnéticos:

- Composición: Varios discos magnéticos apilados y unidos mediante un eje central.
- Estructura: Entre discos, dos cabezales de lectura y escritura de alta precisión.
- Problema de Fragmentación: Almacenamiento no contiguo crea "huecos" entre zonas grabadas, resuelto con desfragmentación.
- Rotación: La velocidad de rotación del eje central permite que los cabezales se suspendan sobre la superficie de los discos.



- Zonas del Disco Magnético: Datos grabados magnéticamente en anillos concéntricos (pistas y sectores).
- Densidad de Grabación: Medida en BPI, TPI y BPSI, determina la cantidad de datos en una superficie.

Unidades de Estado Sólido (SSD):

- Definición: Dispositivo de almacenamiento que utiliza memoria no volátil (flash) en lugar de discos magnéticos.
- Ventajas:
  - Sin partes mecánicas: Arranque rápido, alta velocidad de lectura/escritura, baja latencia, menor consumo de energía, sin ruido, menor peso y tamaño.
  - Mayor resistencia a golpes.
  - Rendimiento constante sin deterioro mientras se llena (sin fragmentación).
- Desventajas: Mayor costo (aunque precios se equiparan). Menor capacidad de recuperación y vida útil.

## El microprocesador

Es a la vez el cerebro y corazón del PC. No cabe duda de que los microprocesadores han sido uno de los componentes del ordenador que más cambios, evoluciones, mejoras ha sufrido a lo largo del tiempo. Esas evoluciones se basan en las mejoras de sus componentes.

La potencia de los microprocesadores ha evolucionado significativamente en términos de disipación y características técnicas. Inicialmente, los micros no requerían disipadores, pero actualmente, los modelos más potentes demandan sistemas de disipación, incluyendo ventiladores y refrigeración líquida, alcanzando potencias de 100 W a 300 W.

La frecuencia de reloj, limitada por el tiempo de carga y descarga de las capacidades de las puertas de transistores, tiene un tope actual de 4 GHz. La tensión de alimentación ha disminuido para reducir la potencia disipada, pasando de 5V a 2,5V y 1V. La potencia estática, relacionada con corrientes de fugas, puede representar hasta el 40% del consumo total de potencia en micros actuales. Además, la tecnología de proceso ha alcanzado los 5 nanómetros en 2022, con una próxima expectativa de llegar a 2 nm en 2023, marcando el límite actual en el número de transistores por unidad de superficie.

## Límites en los Procesadores

En la actualidad para aumentar prestaciones se recurre a un conjunto de múltiples técnicas, que incluyen; procesado en paralelo, encapsulando varios cores en un micro, e incluso dentro de un micro se clonan los bloques internos (ALUs, Unidades de Control, etc.). En jerga técnica es lo que se conoce como arquitecturas más complejas; Múltiples cores, multithreading, ejecución en paralelo, ejecución especulativa, caches multinivel, camino de datos, etc.

## Ley de Moore

Gordon Moore fue cofundador de Fairchild (primeros circuitos integrados monolíticos), y de Intel. En 1975 observó de forma empírica que el número de transistores de un circuito integrado se duplica cada dos años. Tras observar la evolución de los chips, concluyó lo que se conoce como "la Ley de Moore" : "El número de transistores en un circuito integrado se duplica (y se duplicará) cada 24 meses" (1965).

Sin embargo, Moore y otros, en 2007 ya afirmaron que su ley dejaría de cumplirse alrededor de 2025, básicamente por limitaciones de potencia que puede disipar un chip. En 2010 el exCEO de Intel dijo que a partir de 2010 la velocidad de crecimiento se ha reducido a dos años y medio.

## Tarjetas graficas

La GPU es un elemento de hardware encargado de generar las señales que permiten controlar y visualizar correctamente una imagen en la pantalla. Tan importante como el monitor.

Muchos micros tienen integrada la GPU (Intel 620, 630, ....). Sin embargo si se desea un procesador gráfico más potente (para videojuegos, diseño gráfico, modelado 3D, etc) hay que ir a una GPU externa (ej:NVIDIA). Las GPU han empezado a utilizarse en Supercomputadores y DataMining (Bitcoin, Ethereum, etc ...)

## Otros Elementos

La fuente de alimentación: al fin y al cabo, es la encargada de suministrar corriente a la placa base y a los dispositivos.

El ventilador: encargado de refrigerar principalmente el microprocesador. Existe la posibilidad de incluir mecanismos de refrigeración más eficaces que la simple circulación de aire (por ejemplo refrigeración líquida).

Disipadores: son unos conductores que lo que hacen es “robar” el calor generado por los procesadores principalmente y “disiparlo” para que los ventiladores puedan extraer de la torre o del portátil ese calor.

## 8. Álgebra de Boole

Un Álgebra de Boole (B) es un conjunto finito con dos operaciones binarias: Suma (+) y multiplicación (.) que satisface las siguientes reglas:

- Para toda variable booleana x (que puede tomar dos valores) se cumple que:

$$x=1 \text{ o } x=0$$

Existe la operación complemento o negación (NOT):

$$\text{NOT}(0) = 1$$

$$\text{NOT}(1) = 0$$

- Existe la operación producto lógico o booleano (AND):

$$0 \cdot 0 = 0$$

$$0 \cdot 1 = 0$$

$$1 \cdot 0 = 0$$

$$1 \cdot 1 = 1$$

Nota: se puede sustituir el operador  $\cdot$  por la función lógica AND para un mejor entendimiento.

- Existe la operación suma lógica o booleana (OR):

$$0 + 0 = 0$$

$$0 + 1 = 1$$

$$1 + 0 = 1$$

$$1 + 1 = 1$$

Nota : se puede sustituir el operador + por la función lógica OR para un mejor entendimiento. Por convenio la operación AND tiene una precedencia superior a la función OR.

### Postulado 1: + y . son leyes de composición interna

Ello quiere decir que para todo a y b que pertenecen al conjunto B, el resultado de a+b o de a.b también pertenece al conjunto B. Matemáticamente se expresa como:

$$\forall a, b \in B, a+b \in B \text{ y } a.b \in B \quad \forall a, b \in B, a+b \in B \text{ y } a.b \in B$$

### Postulado 2: Elemento neutro

Todas las operaciones tienen un elemento neutro

$$\forall a \in B, a+0=a \text{ y } a.1=a \quad \forall a \in B, a+0=a \text{ y } a.1=a$$

### Postulado 3: Elemento inverso

Existe un elemento contrario o inverso, para todo elemento, que pertenece a B

$$\forall a \in B, \exists \text{NOT}(a) \in B \mid a + \text{NOT}(a) = 1 \text{ y } a . \text{NOT}(a) = 0$$

Nota : NOT(a) también se representa como:  $\neg a$  o  $\overline{a}$

### Postulado 4: Propiedad conmutativa

$$a+b = b+a \text{ y } a.b = b.a$$

### Postulado 5 Propiedad distributiva

$$a . (b+c) = a.b + a.c$$
$$a + (b.c) = (a+b) . (a+c)$$

### Propiedades Generales

$(x')' = x$	Ley del doble complementario
$\left. \begin{aligned} (x+y)' &= x' \times y' \\ (x \times y)' &= x' + y' \end{aligned} \right\}$	Leyes de De Morgan
$\left. \begin{aligned} x+y &= y+x \\ x \times y &= y \times x \end{aligned} \right\}$	conmutatividad de + y ×
$\left. \begin{aligned} (x+y)+z &= x+(y+z) \\ (x \times y) \times z &= x \times (y \times z) \end{aligned} \right\}$	asociatividad de + y ×
$\left. \begin{aligned} x \times (y+z) &= (x \times y) + (x \times z) \\ x + (y \times z) &= (x+y) \times (x+z) \end{aligned} \right\}$	Distributividad de cada una de las operaciones con respecto a la otra
$\left. \begin{aligned} x+x &= x \\ x \times x &= x \end{aligned} \right\}$	Cada x es idempotente para ambas operaciones
$\left. \begin{aligned} x+0 &= x \\ x \times 1 &= x \end{aligned} \right\}$	1 y 0 son neutros para × y + respectivamente.
$\left. \begin{aligned} x+1 &= 1 \\ x \times 0 &= 0 \end{aligned} \right\}$	Leyes de dominación
$\left. \begin{aligned} x+x' &= 1 \\ x \times x' &= 0 \end{aligned} \right\}$	Leyes de los inversos
$\left. \begin{aligned} x+(x \times y) &= x \\ x \times (x+y) &= x \end{aligned} \right\}$	Leyes de absorción

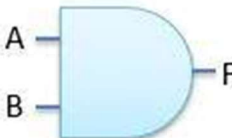
Todo sistema digital puede ser representado de diversas formas:

- Fórmulas como hemos visto anteriormente. Ej:  $f(x) = x.y$
- Tablas de verdad: Muestra lo que ocurre a la salida del sistema digital en función de los valores de las variables de entrada.

Ejemplo: Tabla de verdad de la función  $f(x) = x.y$

x	y	$f(x) = x.y$
0	0	0
0	1	0
1	0	0
1	1	1

Cualquier función booleana puede ser definida de forma explícita con una tabla de verdad y cualquier tabla de verdad tiene su función booleana equivalente. Mediante el uso de circuitos lógicos creados a partir de puertas lógicas. Recordad que una puerta lógica es el bloque de construcción fundamental de los circuitos digitales. Las operaciones lógicas se pueden implementar mediante puertas lógicas. Estos circuitos tienen señales de entrada y de salida, que corresponden con las variables y las salidas de las operaciones lógicas que implementan.

Nombre	Símbolo	Operación	Tabla de verdad															
AND		$F = A \cdot B$ ----- $F = AB$ ----- $F = A \text{ AND } B$	<table><tr><th>A</th><th>B</th><th>F</th></tr><tr><td>0</td><td>0</td><td>0</td></tr><tr><td>0</td><td>1</td><td>0</td></tr><tr><td>1</td><td>0</td><td>0</td></tr><tr><td>1</td><td>1</td><td>1</td></tr></table>	A	B	F	0	0	0	0	1	0	1	0	0	1	1	1
A	B	F																
0	0	0																
0	1	0																
1	0	0																
1	1	1																