

# Tema 1: Componentes de un Sistema de Computo

Autor: Miguel Ángel Moreno Castro

## 1. Definiciones Básicas

- **Informática:** Conjunto de conocimientos científicos y técnicas que hacen posible el tratamiento automático de la información por medio de computadores.

Informática es una palabra de origen francés formada por la contracción de los vocablos “*Información*” y “*Automática*”.

Se suele definir que informática o ciencia e ingeniería de los computadores (*Computer Science and Engineering*) es el campo de conocimiento que abarca todos los aspectos del diseño y uso de los computadores.

- **Computador:** Máquina capaz de aceptar unos datos de entrada, efectuar con ellos operaciones lógicas y aritméticas, 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 propio computador.

Se entiende por **operaciones lógicas** funciones tales como comparar, ordenar, seleccionar o copiar símbolos, ya sean numéricos o no numéricos.

- **Datos:** Conjunto de símbolos utilizados para expresar o representar un valor numérico, un hecho, un objeto o una idea; en la forma adecuada para ser objeto de tratamiento.
- **Instrucción:** Conjunto de símbolos insertados en una secuencia estructurada o específica que el procesador interpreta y ejecuta.
- **Codificación:** Transformación que representa los elementos de un conjunto mediante los de otro, de forma tal que a cada elemento del primer conjunto le corresponda un elemento distinto del segundo.
- **Bit:** Unidad más elemental de información.

El origen de este término se suele considerar que procede de la contracción de las palabras **B**inary y **digiT**. Un bit es, por tanto, una posición o variable que toma el valor 0 ó 1.

$2^n \text{ de bits} = \text{elementos} == \log_2 \text{ elementos} = n \text{ de bits}$

En la informática es frecuente codificar la información. La **información** se representa por medio de caracteres e internamente se codifica en un alfabeto binario, es decir, en bits. Por tanto cada carácter le corresponde cierto número de bits. Un **byte** es un conjunto de 8 bits considerado como una unidad.

Tradicionalmente un byte era el número de bits necesarios para almacenar un carácter, pero en la actualidad se considera como sinónimo de grupo de 8 bits u octeto.

Prefijo	Símbolo	Factor decimal	Factor binario
Kilo-	K-	$10^3$	$2^{10} = 1024$
Mega-	M-	$10^6$	$2^{20}$
Giga-	G-	$10^9$	$2^{30}$
Tera-	T-	$10^{12}$	$2^{40}$
Peta-	P-	$10^{15}$	$2^{50}$

## 2. Estructura Funcional de los Computadores

Este diagrama corresponde a los primeros computadores, denominados **Computadores von Neumann**. Podemos ver un esquema general de un ordenador sencillo, que se compone de los siguientes elementos o unidades funcionales:

### 2.1. Unidad de entrada (E)

Es un dispositivo por el que se introducen en el computador los datos e instrucciones. En estas unidades se transforma la información de entrada en señales binarias de naturaleza eléctrica. Son unidades de entrada: teclado, ratón, escáner, lector de tarjetas, etc.

### 2.2. Unidad de salida (S)

Es un dispositivo por el que se obtienen los resultados de los programas ejecutados en el computador. La mayor parte de estas unidades transforman las señales eléctricas binarias en información perceptible por el usuario. Son unidades de salida: pantalla, impresora, altavoces, etc.

### 2.3. Memoria Interna (MI)

Es la unidad donde se almacenan tanto los datos como las instrucciones durante la ejecución de los programas. Esta actúa con una gran velocidad y está ligada directamente a las unidades más rápidas del computador (unidad de control y unidad aritmético-lógica). Para que un programa se ejecute debe estar almacenado (cargado) en la memoria principal. En los computadores actuales está formada por circuitos electrónicos integrados (chips).

La memoria está dividida en **posiciones** (denominadas también palabras de memoria) de un determinado número de bits  $n$ , que es donde se almacena o memoriza la información. Cada palabra únicamente se puede referenciar por su dirección (número de orden), de forma que siempre que se quiera escribir o leer un dato o instrucción en la memoria hay que especificar la dirección dónde se debe efectuar la operación en cuestión.

Normalmente hay una zona de la memoria en la que sólo se puede leer (**memoria ROM**) y que es permanente (al desconectar el computador su información no se pierde), y otra en la que se puede leer y escribir (**memoria RAM**) y que es volátil.

La memoria ROM de los computadores viene grabada de fábrica, y contiene programas y datos relevantes del sistema operativo que deben permanecer constantemente en la memoria interna.

### 2.4. Memoria Externa (ME)

Para guardar masivamente información se utilizan otros tipos de memoria, tales como discos magnéticos, discos ópticos y cintas magnéticas, que son más lentos pero pueden tener mucha más capacidad que la memoria principal.

Usualmente los datos y programas se graban (introduciéndolos por las unidades de entrada) en la memoria externa, de esta forma cuando se ejecute varias veces un programa o unos datos se utilicen repetidamente, no es necesario darlos de nuevo a través del dispositivo de entrada. La información guardada en un disco o cinta permanece indefinidamente hasta que el usuario expresamente lo borre.

### 2.5. Unidad de Procesamiento Central (CPU, *Central Processing Unit*)

La **unidad de procesamiento central** es el conjunto de unidad de control y unidad de tratamiento.

El grado de miniaturización alcanzado en la integración de circuitos electrónicos ha llegado a ser tan alto que en un único chip se pueden incluir todos los elementos de un procesador.

Un **microprocesador** es un procesador (CPU) implantado en un circuito integrado (o en un conjunto muy reducido de ellos). Un microprocesador por sí solo no realiza ninguna función; para funcionar adecuadamente debe estar interconectado a un conjunto de circuitos a los que controla o monitoriza, formando con estos un sistema electrónico digital programable (un computador, por ejemplo).

Un **microcontrolador** es un circuito integrado que contiene, total o parcialmente, los cinco elementos básicos de un computador completo (unidad de control, unidad de tratamiento, memoria y puertos de entrada/salida).

Se diferencian de los microprocesadores en que: contienen en su interior no sólo el procesador sino también otros elementos como puertos de entrada/salida y memoria interna, están orientados a aplicaciones específicas de control, y suelen instalarse *embebidos* dentro del sistema que controlan.

La **interfaz** es el conjunto de elementos adaptadores que sirven de comunicación entre dos módulos. Este concepto se aplica también a los programas, de forma que puede hablarse de la interfaz entre dos programas, e **interfaz de usuario** que es el conjunto de instrucciones que hace que un programa o aplicación intercambie información con el usuario del mismo.

#### 2.5.1. Unidad de tratamiento (PU, *Processing Unit*)

Como elemento principal contiene a la unidad aritmético-lógica o **ALU** (*Arithmetic Logic Unit*), que contiene los circuitos electrónicos con los que se hacen las operaciones de tipo aritmético (sumas, restas, etc.) y de tipo lógico (comparar dos números, hacer operaciones del álgebra de boole binaria, etc.). Esta unidad incluye otros elementos auxiliares por donde se transmiten los datos (**buses de datos**), o registros para almacenarlos temporalmente con el objetivo de operar con ellos.

Un **registro** es una pequeña memoria diseñada para almacenar un dato, instrucción o dirección de memoria.

El procesador dispone de un conjunto de registros, denominados **registros de uso general**, que suelen estar integrados en un **archivo de registros** (**RF**, *Register File*). Estos registros se utilizan como almacén temporal de los datos con los que va a operar la ALU o de resultados intermedios.

La memoria principal y los periféricos se conectan con el procesador por medio de dos buses: uno de direcciones y otro de datos. Para el buen funcionamiento del conjunto el procesador dispone de:

- **Registro de Dirección (AR, *Address Register*)**: Especifica la dirección de memoria de la siguiente lectura o escritura.
- **Registro de Datos (DR, *Data Register*)**: Almacena el dato a escribir en la memoria o en un puerto de E/S, o la información leída de la memoria o de un puerto de entrada, dependiendo del caso.

#### 2.5.2. Unidad de control (CU, *Control Unit*)

La **Unidad de Control** detecta señales eléctricas de estado procedentes de las distintas unidades, indicando su situación o condición de funcionamiento.

La Unidad de control, contiene la **lógica de control**, que está constituida por los circuitos que generan las distintas señales de control, y el **reloj**, que es un *generador electrónico de pulsos*, con los que se sincronizan todas las microoperaciones que implican la ejecución de las distintas instrucciones máquina.

También en la Unidad de Control se encuentran una serie de registros no visibles para el programador, que solo pueden ser accedidos por el sistema operativo:

- **Contador de Programa (PC):** Contiene la dirección de memoria dónde se encuentra la siguiente instrucción a ejecutar.
- **Registro de Instrucción (IR):** Dedicado a memorizar temporalmente la instrucción del programa que la unidad de control está interpretando o ejecutando.
- **Registro de Estado (PSW):** Contiene información del estado del programa y códigos de condición. Los **códigos de condición** también llamados **indicadores** son bits asignados por el hardware del procesador teniendo en cuenta el resultado de operaciones.
- **Puntero de Pila (SP):** Su cometido está relacionado con una estructura pila (LIFO) que se mantiene en la memoria principal y está relacionada con las llamadas a subrutinas.

Los distintos elementos de un computador se interconectan a través de conjuntos de hilos, líneas o pistas eléctricamente conductores que suelen llevar en un instante dado (en *paralelo*) la información completa de una instrucción, un dato o una dirección. Un conjunto de conductores que transmite información del mismo tipo entre unidades distintas se denomina **bus**. El **ancho de banda** de un bus es el número de hilos que contiene, o número de bits que transmite simultáneamente, en paralelo.

### 3. Niveles conceptuales de descripción de un computador

El **hardware** de un computador es el conjunto de los componentes que integran su parte material; es decir, el conjunto de circuitos electrónicos, cables, dispositivos electromecánicos y otros elementos físicos que conforman el computador.

El **software** de un computador es el conjunto de programas (sistema operativo, utilidades, etc) ejecutables por el ordenador.

El **firmware** de un computador es el bloque de instrucciones máquina para propósitos específicos grabados en una memoria, normalmente de lectura/escritura que establece la lógica de más bajo nivel que controla los circuitos electrónicos.

El computador es uno de los sistemas más complejos ideados por el hombre; en efecto, contiene cientos o miles de circuitos integrados pudiendo contener cada uno de ellos millones de elementos individuales (transistores) todos ellos actuando coordinadamente.

Los elementos a **Nivel Electrónico** son componentes tales como transistores, condensadores y resistencias; y la información se representa con valores de tensiones eléctricas (V), corrientes eléctricas (mA) o estados de magnetización (N/S), etc. La mayoría de las operaciones básicas de la máquina se describen a este nivel y sus elementos básicos (puertas lógicas) pueden almacenar, manipular y transmitir datos representables en forma binaria (0,1).

Los módulos que utiliza el **Nivel de Microoperaciones** son registros, multiplexores, bancos de registros, módulos de memoria RAM, etc. construidos con los módulos del **Nivel de Lógica Digital**.

En el **Nivel de Lenguaje Máquina**, se proporciona la especificación de instrucciones que permite el diseño de un computador. El **lenguaje ensamblador** es igual al lenguaje máquina salvo que utiliza una terminología distinta y más directa para describir los módulos o primitivas (microoperaciones) y que estos sean legibles por un programador.

El **Nivel del Sistema Operativo**, puede considerarse como la interfaz entre el hardware y software. Añade una capa para facilitar el uso del hardware y hacerlo lo más eficaz posible desde el punto de vista de los usuarios y de los programas de aplicación.

El **Nivel de Máquina Simbólica**, está formado básicamente por los traductores o, en general, procesadores de lenguajes.

## 4. Tipos de Lenguaje

Los circuitos electrónicos de la unidad de control del computador sólo pueden interpretar instrucciones de un determinado lenguaje, denominado **lenguaje máquina**.

Las instrucciones de este lenguaje están formadas por bits agrupados usualmente en distintos bloques o campos. Siempre hay un campo de **código de operación** (*codop*) que identifica la operación correspondiente a la instrucción.

Un **campo de dirección** especifica el lugar (registro o posición de memoria) dónde se encuentra un dato con el que hay que operar, o dónde hay que llevar el resultado, en consonancia con el codop.

El lenguaje máquina tiene serios inconvenientes, como que depende del procesador, su repertorio de instrucciones es muy reducido, es muy laborioso de programar, etc.

Para evitar estos problemas se han ideado **lenguajes de alto nivel**, pensando en facilitar la tarea de programación. Las empresas de informática suministran programas **traductores**, que al ejecutarlos en el propio computador e introduciendo como datos programas escritos en el lenguaje de alto nivel, generan como resultado programas en lenguaje máquina. Una vez traducido un programa escrito en un lenguaje de alto nivel, puede ser ejecutado directamente por la unidad de control.

Son lenguajes de alto nivel C, C++, Java, Python, etc.

Existen dos tipos de **traductores**: compiladores e intérpretes. Los **compiladores** traducen el programa inicial (código fuente) considerándolo globalmente, y generan un programa (programa objeto), como resultado de la traducción, que se almacena en un archivo en disco. Para ejecutar posteriormente el programa se puede utilizar directamente el programa objeto.

Los **intérpretes** consideran al programa a traducir como un todo, no se analiza una instrucción hasta que la anterior se haya ejecutado. Estos no generan programa objeto almacenable en un archivo, necesitándose, siempre para ejecutar el programa, volver a traducirlo.

Además de los programas traductores, el **constructor** proporciona otros programas que son necesarios para el control y para la utilización eficiente y cómoda del computador. Algunos de estos programas son para editar, para copiar un programa de disco a memoria o viceversa, o para borrar un conjunto de datos de un disco, o para comprobar el funcionamiento de los circuitos del computador (autodiagnóstico).

## 5. Programas e instrucciones

Un **programa** consta de un conjunto ordenado de instrucciones que se dan al computador indicándole las operaciones o tareas que se desea que realice.

Las **instrucciones** se forman con elementos o símbolos tomados de un determinado repertorio y se construyen siguiendo unas reglas precisas.

Todo lo relacionado a los símbolos y reglas para construir o redactar con ellos un programa se denomina **lenguaje de programación**.

Las instrucciones de un lenguaje de programación se pueden clasificar en los siguientes grupos:

- **Instrucciones de transferencia de datos**
  - **Entada/Lectura** (Llevar un dato de una unidad de entrada a la memoria o a un registro del camino de datos)
  - **Salida/Escritura** (Llevar un dato de la memoria o de un registro a una unidad de salida, llevar un dato de la memoria a un registro o viceversa)
- **Instrucciones de tratamiento** (Sumar datos, comparar datos y demás instrucciones aritmético-lógicas)

Las instrucciones de un programa se ejecutan por el computador de manera secuencial.

- **Instrucciones de control de flujo o de bifurcación y saltos** (Permiten alterar el orden de ejecución)
- **Otras instrucciones** (Detener el funcionamiento del computador a la espera de una acción del operador).

### 5.1. Ejecución de Instrucciones

El procesador lee (busca) instrucciones de la memoria, una cada vez y las ejecuta.

Se denomina **ciclo de instrucción** al procesamiento requerido por una única instrucción. La ejecución de un programa consiste en repetir el proceso de búsqueda y ejecución de instrucciones.

Proceso a seguir:

1. Se lee la instrucción cuya dirección está en el PC.
2. Se incrementa el PC en una unidad.
3. Se ejecuta la instrucción.

La ejecución del programa se detiene sólo si se apaga la máquina, se produce un error irrecuperable o se ejecuta una instrucción del programa que para el procesador.

## 6. Técnicas de Comunicación de E/S

Se pueden intercambiar datos directamente entre un módulo de E/S y el Procesador. Hay tres técnicas para llevarlo a cabo:

- **E/S Programada:** El procesador encuentra una instrucción con la E/S. Se genera un mandato al módulo de E/S apropiado.

El procesador adopta un papel activo mientras se atiende la instrucción de E/S y comprueba periódicamente el estado de la ejecución del módulo de E/S hasta que ha finalizado la operación.

Problema: El procesador pasa mucho tiempo esperando la finalización del módulo de E/S y la respuesta del sistema se degrada gravemente.

Solución: Mientras se atiende al módulo de E/S, el procesador podría continuar realizando trabajo útil.

- **E/S Dirigida por Interrupciones:** Evento que interrumpe el flujo normal de ejecución y que está producido por un elemento externo al procesador. Es un evento asíncrono.

Problema: En transferencias considerables de memoria a dispositivo o viceversa conlleva un uso excesivo del procesador.

Solución: Acceso Directo a Memoria. En un solo mandato se genera todo lo necesario para realizar la transferencia de información de memoria al dispositivo o viceversa.

- **Acceso Directo a Memoria (DMA, *Direct Memory Access*):** Realizada por un módulo separado conectado en el bus del sistema o incluida en un módulo E/S. Útil cuando el procesador desea leer o escribir un bloque de datos.
- **Tratamiento de Interrupciones Vectorizadas:**

### 6.1. Excepciones

Una **excepción** es un evento inesperado generado por alguna condición que ocurre durante la ejecución de una instrucción máquina (ej: desbordamiento aritmético, dirección inválida, instrucción privilegiada, etc.). Es un evento síncrono.

- Un conjunto predefinido de excepciones las maneja o resuelve el Sistema Operativo (ej: fallos de memoria).
- No todas las excepciones están relacionadas con errores desde el punto de vista del software.
- Un programa durante su ejecución también puede tratar algunas excepciones (ej: en Java se pueden controlar algunos casos).

### 6.2. Protección del procesador

- **Funcionamiento en Modo Dual** (Mecanismo Hardware)

¿Qué ocurre si un programa accede a la memoria donde se alojan los vectores de interrupciones? ¿Qué pasa si las modifica? El procesador dispone de diferentes modos de ejecución de instrucciones:

- **Instrucciones privilegiadas (modo kernel)**: Aquellas cuya ejecución puede interferir en la ejecución de un programa cualquiera o programa del SO (ejemplo, escribir en el puerto de un dispositivo).
- **Instrucciones no privilegiadas (modo usuario)**: Aquellas cuya ejecución no presenta ningún problema de seguridad para el resto de programas (ejemplo, incrementar un contador).

### 6.3. Protección de los Dispositivos de E/S

Los dispositivos de E/S son recursos que han de estar protegidos (ej: los archivos, las impresoras, etc.)

Esto se consigue denegando la ejecución de las instrucciones máquina para acceso a los dispositivos de E/S en modo usuario (son privilegiadas). Cualquier acceso a los dispositivos desde un programa de usuario se hará mediante peticiones del SO.

### 6.4. Protección de Memoria

Cada programa en ejecución requiere de un espacio en memoria, por lo que el objetivo es proteger la zona de memoria asignada para cada programa y la memoria en la que está el código del sistema operativo y sus datos (tabla de vectores de interrupción, rutinas de tratamiento de cada interrupción).

- **Unidad de Gestión de Memoria** (MMU, *Memory Management Unit*): Hardware especial para controlar las regiones de memoria asignadas a los programas y velar por su protección.