

FUNDAMENTOS DEL HARDWARE

UT 2 – Arquitectura y funcionamiento del ordenador.

Índice de contenido

1. Introducción.....	4
2. Estructura de un ordenador.....	5
2.1 La unidad central de proceso (CPU).....	7
2.1.1 Partes del microprocesador.....	8
2.2 La memoria principal.....	12
2.3 Fases de ejecución de una instrucción.....	15
2.4 La unidad de Entrada / Salida.....	17
2.5 Los buses.....	18
3. El software del ordenador.....	20
4. El sistema operativo.....	21

1. Introducción.

Una vez conocida la historia y la forma en la que se representa la información dentro de un ordenador, en este tema estudiaremos su estructura, funcionamiento y componentes básicos.

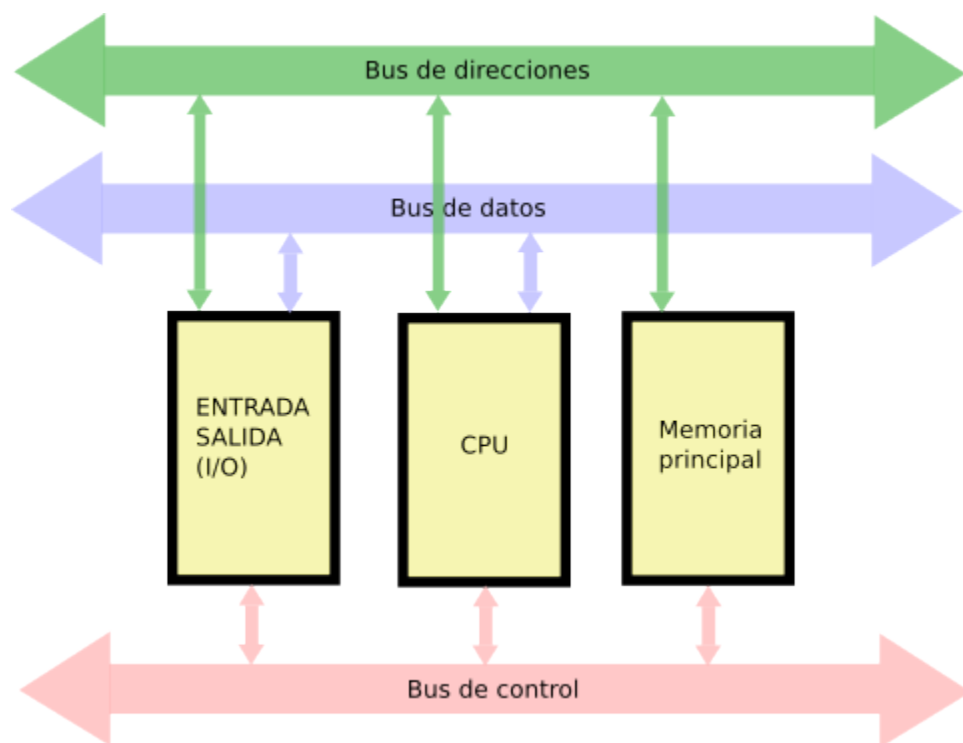
Para ello empezaremos tratando la estructura clásica de Von-Newmann y posteriormente profundizaremos en el funcionamiento de cada uno de sus elementos.

2. Estructura de un ordenador.

En el presente punto, se desarrollará una visión de la estructura básica de un ordenador, que posteriormente nos ayudará a entender los conceptos sobre hardware, que se tratarán en la siguiente unidad de trabajo.

Los ordenadores actuales, se basan en la llamada “Arquitectura de Von Newmann”. Von Newmann fué un matemático estadounidense que realizó contribuciones importantes en diversos campos de la ciencia, entre ellos la informática.

Esta arquitectura es todavía, aunque con pequeños cambios, la que emplean la mayoría de los fabricantes de ordenadores. En el siguiente gráfico, podemos ver la citada arquitectura de Von Newmann, la cual define los elementos básicos de un ordenador y las interacciones que se producen entre ellos.



Según esta estructura, el computador se divide en tres elementos fundamentales:

- La CPU o microprocesador.

Es el elemento principal de un computador y se encarga de ejecutar cada una de las instrucciones de los programas que funcionan en un ordenador. Para ello, envía **microordenes** al resto de componentes del sistema, para indicarles las acciones que deben realizar en cada momento y coordinar su funcionamiento.

- **La memoria principal.**

Es el dispositivo donde se almacenan, los programas que se ejecutan en el computador, los datos de estos y los resultados de su ejecución.

- **La unidad de entrada salida.**

Se encarga de permitir la comunicación del sistema informático con periféricos de entrada, (como el teclado y el ratón) y con periféricos de salida (como el monitor o la impresora).

- **Los buses.**

Son una serie de circuitos que permiten la transferencia de información entre la CPU, la memoria y el dispositivo de entrada salida.

Seguidamente estudiaremos más en profundidad cada uno de los elementos mencionados.

2.1 La unidad central de proceso (CPU).

El microprocesador o **CPU** (central process unit) es el elemento encargado de coordinar el funcionamiento del resto de componentes del sistema, para ejecutar las instrucciones de los programas que se procesan en un computador. Cuando ejecutamos un programa o aplicación en el ordenador, el sistema operativo, traduce sus **instrucciones de alto nivel**, en una secuencia de **instrucciones código máquina**, entendibles por el microprocesador.



Podemos decir que la función principal de la CPU es obtener las **instrucciones código máquina** de los programas desde memoria, traducirlas en **microinstrucciones** elementales que indican que circuitos del ordenador deben activarse en un determinado ciclo de reloj. En el siguiente esquema podemos ver la jerarquía de instrucciones que acabamos de comentar.

Instrucción de alto nivel	
Instrucción código máquina1	
	Microinstrucción 1
	Microinstrucción 2
Instrucción código máquina 2	
	Microinstrucción 1
	Microinstrucción 2
	Microinstrucción 3
	Microinstrucción 4

En muchas ocasiones se habla de la CPU como del cerebro del ordenador, pero como veremos en este tema, no es más que un circuito que procesa datos a una gran velocidad.

Seguidamente comentaremos los diferentes elementos que forman el microprocesador o CPU.

2.1.1 Partes del microprocesador.

- **Encapsulado.**

Carcasa que rodea la oblea de silicio para proteger el procesador de los ataques externos (oxidación, humedad, etc) y permitir el enlace con los conectores externos que lo acoplan al socket de la placa base.

Los diferentes encapsulados se diferencian por el número de contactos, las medidas, la tensión de alimentación, etc. Determinan por tanto, la compatibilidad con las placas base y dispositivos térmicos a los que se conectan.

- **Registros.**

Memoria de pequeña capacidad (1, 2 o 4 bytes) y de muy rápido acceso, ya que se encuentran en el interior del procesador. En concreto, podemos decir que los registros son las memorias más rápidas existentes en un computador.

El número de registros varía según cada familia de procesadores.

Existen dos tipos de registros:

- De propósito general.- Permiten almacenar datos o direcciones que han de ser utilizadas por la CPU en un breve periodo de tiempo. Por ejemplo, datos de operaciones intermedias realizadas por la unidad aritmético lógica.
- De propósito específico.- Están asociados explícitamente a un componente de la CPU. Ejemplos son los registros de instrucción y contador de programa que trataremos posteriormente.

- **Unidad de control (UC).**

Es una de las partes más importantes del microprocesador, ya que regula el proceso entero de cada instrucción código máquina que se ejecuta. Esta unidad se encarga de obtener las instrucciones código máquina a ejecutar y procesarlas creando señales que controlen directamente los circuitos del computador.

La unidad de control cuenta con los siguientes elementos:

- **La unidad de decodificación.**

Se encarga de obtener la instrucción código máquina a ejecutar que se encuentra en el **BCP (Bloque de control de proceso)** del proceso a ejecutar en memoria RAM.

Para realizar su función, consta de un registro llamado **registro de contador de programa (CP)** donde se almacena la dirección de la siguiente instrucción código máquina a ejecutar.

- **El secuenciador.**

Se encarga de ejecutar la instrucción código máquina, generando en cada ciclo de reloj una **microinstrucción** entendibles por la unidad de control (UC). Estas **microinstrucciones** son realmente ordenes muy elementales, del estilo de envía una corriente por tal circuito o activa una determina puerta lógica.

Para realizar su función, consta de un registro llamado **registro de instrucción (RI)** donde se almacena la instrucción código máquina a traducir.

- **El reloj del sistema.**

Es un dispositivo que genera pulsos eléctricos con un intervalo de tiempo fijo. El tiempo que transcurre entre pulso y pulso de reloj, se denomina ciclo de reloj o ciclo máquina.

En cada ciclo, sólo puede ejecutarse una operación. En concreto, una **microinstrucción** de las que hablamos anteriormente.

La frecuencia del reloj se mide en Megahercios (MHz), donde un MHz es igual a un millón de ciclos por segundo. Cuanto mayor sea la frecuencia del reloj, más rápido será el procesamiento. Por ejemplo, si tenemos un microprocesador de 3GHz, esto es equivalente a 3000 MHz. Por tanto podremos ejecutar 3000 millones de ciclos por segundo.

- **Unidad aritmético lógica (ALU).**

Es un circuito encargado de realizar operaciones lógicas, aritméticas y de desplazamiento de bits, con los datos que recibe de la unidad de control. La ALU recibe de la unidad de control:

- Los datos que debe operar.
- El código de la operación que debe hacer sobre ellos (suma, resta, AND, OR, XOR, etc).
- La dirección del registro de propósito general del microprocesador, donde debe almacenar los resultados.

Seguidamente comentaremos los elementos que forman la ALU:

- **Circuito computacional.**

Es el circuito encargado de realizar las operaciones aritméticas y/o lógicas.

- **Registro de estado (EST).**

Es un registro de propósito específico que almacena las situaciones especiales que se dan en la operación de la ALU, por ejemplo, resultado negativo, desbordamiento, ect.

- **Registro acumulador (ACC).**

Es un registro de propósito específico que almacena los resultados intermedios de las operaciones aritméticas.

En cuanto a las operaciones que puede realizar la ALU, hay que indicar que todas se realizan en lógica binaria, y básicamente son las siguientes:

- **Operaciones aritméticas.**

Suma, resta, multiplicación, división, etc.

- **Operaciones lógicas.**

AND, OR, NOT, XOR.

- **Operaciones de desplazamiento de bits.**

- **El coprocesador matemático.**

Es una unidad de coma flotante. Se encarga de realizar operaciones matemáticas complejas en coma flotante, para descargar así de tareas pesadas a la ALU.

- **GPU.**

En la mayoría de procesadores actuales, aparecen tarjetas gráficas integradas dentro del propio procesador. Esto permite aumentar en gran medida la velocidad de procesamiento de aplicaciones que no necesiten grandes requerimientos en materia gráfica, a la vez que se reduce el consumo del equipo.

- **Memoria caché.**

Es una memoria de pequeña capacidad y alta velocidad que almacena bloques de datos que han de ser utilizados por la CPU en breve. La idea es acelerar de esta forma los accesos a memoria, al tener que acudir en menor medida a la memoria principal del sistema.

Existen varios niveles de caché, en concreto la caché L1 y la caché L2. Hay que indicar también que la unidad de control se une a la memoria caché L1, por medio de unas líneas de comunicación de gran velocidad, llamadas **bus trasero o BSB**.

No obstante, estos conceptos se tratarán en mayor detalle, en el capítulo dedicado a la memoria del computador.

2.2 La memoria principal.

La memoria del computador puede definirse como el conjunto de dispositivos que permiten almacenar información de forma temporal o permanente.

Para cada aplicación o programa que ejecutamos en un ordenador, por ejemplo Microsoft Word, OpenOffice o un juego cualquiera, **la memoria** almacena un conjunto de datos llamado **Bloque de control de procesos (BCP)**, el cual está formado por:

- La **secuencia de instrucciones código máquina** que se deben ejecutar
- La **zona de datos**, la cual contiene la siguiente información:
 - Estado actual del proceso (ejecución, listo, espera, terminado...)
 - Identificador unívoco del proceso.
 - Nivel de prioridad del proceso.
 - Zona de memoria asignada.
 - Recursos asociados.
- La **pila** del proceso, en la cual se almacenan los datos intermedios usados durante la ejecución.

Bloque de Control de Procesos
(Instrucciones código máquina) 00001111010101 11010101010101 10101010101010 10001010101010
(Zona de datos) Estado Ejecución PID:1000 Prioridad: 1 Zona de memoria: #0x000AD RECURSOS: Impresora1
(Pila de datos) Res=5 Contador de programa=3000

Por otra parte, la memoria sólo es capaz de realizar dos operaciones.

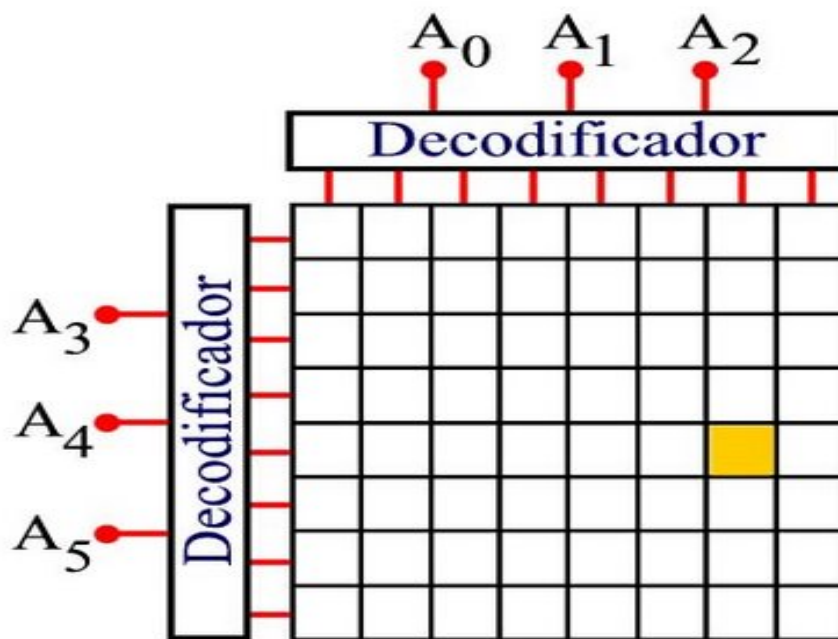
- **Lectura.** Consiste en devolver un dato previamente almacenado.

- **Escritura.** Consiste en guardar un dato.

Para ello, las memorias se estructuran como una matriz de celdas, en cada una de las cuales podemos almacenar un dato, es decir un conjunto de bits. En los computadores actuales, cada celda almacena un número de bits igual al tamaño del **bus de datos** del computador.

A su vez cada celda tiene asociada una dirección, que la identifica unívocamente. Estas direcciones tienen tantos bits como número de líneas tenga el **bus de direcciones** de la máquina.

En la siguiente figura podemos ver un esquema de la estructura básica de la memoria.



Los principales elementos que forman la memoria son los siguientes:

- **Decodificador.** Es un dispositivo electrónico con “n” patillas de entrada y “ 2^n ” patillas de salida. El decodificador recibe una dirección binaria y a partir de esta devuelve un solo 1 por sus patillas, la salida del resto están a 0. De esta forma activa la celda de memoria sobre la que se quiere leer o escribir.

- **Registro de intercambio de memoria (RIM).** Es una zona de paso intermedio entre la memoria y el resto de unidades. Al hacer una operación de lectura de memoria, la información almacenada en la posición señalada por el RDM debe grabarse en él antes de ser enviado por el bus del sistema a la unidad que lo requiere. Si es una operación de escritura, la información que hay que grabar,

procedente de cualquier unidad funcional, es depositada por medio del bus en el RIM para que desde él se transfiera a la posición de memoria indicada por el RDM.

- **Registro de dirección de memoria (RDM).** Es un registro que permite almacenar temporalmente la dirección de memoria sobre la que se desea operar.

- **Transductores.** Existe uno por cada bit de la memoria, y se encargan de detectar el estado del transistor en las operaciones de lectura o de modificarlo en las operaciones de escritura.

- **Malla de memoria.** Son el conjunto de transistores que almacenan los bits.

Por último indicar que existen distintos tipos de memoria, los cuales serán estudiados en profundidad a lo largo del curso.

2.3 Fases de ejecución de una instrucción.

En los apartados anteriores hemos visto los componentes de la CPU y de la memoria principal, ahora se explicará como se relacionan los elementos anteriores, para permitir la ejecución de instrucciones código máquina en la CPU.

Como se explicó anteriormente, el microprocesador se encarga de obtener instrucciones código máquina y ejecutarlas. Para ello, se llevan a cabo los pasos siguientes:

Paso 1. FASE DE BÚSQUEDA.

Se obtiene la instrucción código máquina a ejecutar.

1. La **unidad de anticipación**, envía al **registro RDM** de la memoria RAM, la dirección de la próxima instrucción a ejecutar.
2. La memoria RAM lee la celda cuya dirección está en el registro **RDM** y lo carga en el **registro RIM**.
3. La unidad de control manda el contenido del **registro RIM** de la memoria RAM en el **registro de instrucción RI** de la unidad de decodificación.
4. La **unidad de control** activa las señales necesarias para incrementar la dirección almacenada en el **registro contador de programa (CP)**, de forma que quede en él la dirección de la próxima instrucción a ejecutar.

Paso 2. FASE DE EJECUCIÓN.

Se ejecuta la instrucción código máquina.

La **unidad de decodificación**, traduce la instrucción almacenada en su **registro de instrucción (RI)**, en una secuencia de microinstrucciones, que posteriormente va ejecutando la unidad de control.

Cada de estas microinstrucciones se ejecutará en un ciclo de reloj.

La secuencia de microinstrucciones depende de la instrucción código máquina a ejecutar. En el caso de leer un número de memoria los pasos serian:

1. La **unidad de control** carga en el **registro RDM** de la memoria RAM la dirección del dato a leer.
2. La memoria RAM lee la celda cuya dirección está en el registro **RDM** y lo carga en el **registro RIM**.

3. La **unidad de control** carga el contenido del **registro RIM** en uno de los registros generales del procesador o en el registro **acumulador ACC** de la ALU.

Como herramienta de pruebas, podemos usar un emulador de máquina de Von Neumann que tenemos en la página <http://vnsimulator.altervista.org/>

2.4 La unidad de Entrada / Salida.

La unidad de entrada salida consiste en los elementos que permiten comunicar el computador con los dispositivos periféricos.

Como se explicó en el tema anterior, los periféricos pueden ser de tres tipos:

- **Periféricos de entrada.**

Son los que introducen datos externos a la computadora para su posterior tratamiento por parte de la CPU. Los periféricos de entrada más habituales son: teclado, ratón, cámara web, escáner, micrófono, escáner de código de barras, joystick, pantalla táctil.

- **Periféricos de salida.**

Son los que reciben información que es procesada por la CPU y la reproducen para que sea perceptible para el usuario. Por ejemplo: monitor, impresora, altavoces, auriculares, etc.

- **Periféricos de almacenamiento.**

Se encargan de guardar los datos de forma que permanezca para usos posteriores. Pueden ser internos, como un disco duro, o externos, como un CD. Los más comunes son: disco duro, grabadora/lectora de CD/DVD, Blu-Ray, HD-DVD, memorias USB, lectora/grabadora de cintas magnéticas, lector/grabador de disquetes, etc.

- **Periféricos de comunicación.**

Facilitan la interacción entre dos o más ordenadores o entre un ordenador y otro periférico externo. Entre ellos se encuentran los siguientes: fax-módem, tarjeta de red, tarjeta wireless, tarjeta bluetooth, controladores de puertos (serie, paralelo, infrarrojo, etc).

2.5 Los buses.

Los buses son un conjunto de conexiones eléctricas en forma de pistas metálicas que permiten que la información viaje de un dispositivo a otro del ordenador.

Los componentes de un computador intercambian tres tipos de información: datos, direcciones y señales de control. De acuerdo a esto, podemos decir que existen tres tipos de buses:

- **Bus de datos.**

Se encarga de transportar datos entre los distintos dispositivos del sistema.

El bus de datos es **bidireccional**, permite enviar datos a dispositivos como la memoria, pero también recibir datos de esta.

Este bus cuenta con un número determinado de líneas paralelas, por cada una de las cuales puede viajar un bit (0 ó 1). De forma que la cantidad máxima de bits que podemos transferir por este bus en un ciclo de reloj, viene limitada por dicho número de líneas. A esta cantidad máxima de bits se le denomina **palabra del computador**, y en los ordenadores actuales es de 64 bits.

Hay que recordar que la memoria del computador tiene una serie de celdas, cada una de las cuales se identifica por una dirección y permite alojar una palabra.

- **Bus de direcciones.**

El microprocesador usa este bus para indicar una dirección de un dispositivo direccionable con el que se desea trabajar, ya sea para leer un dato o escribirlo. Ejemplos de dispositivos direccionables son: la memoria, el disco duro, un CD-ROM, etc.

Este bus es **unidireccional**, ya que el microprocesador envía direcciones a los dispositivos, pero no recibe nada de ellos por este bus.

Por otra parte, hay que tener en cuenta que **la cantidad de memoria que podemos tener en un computador** depende directamente del número de bits que utilicemos para manejar sus direcciones. A su vez, este número de bits está limitado por el número de líneas del bus de direcciones.

Por ejemplo, si tenemos un computador cuyo bus de direcciones tiene 16 líneas, al usar sistema binario, sólo podremos tener un máximo de 2^{16} direcciones distintas. A su vez, como en cada dirección de memoria sólo

caben tantos bits como tenga la palabra del computador, si esta es de 64 bits, la memoria máxima del computador será de $(2^{16}) \cdot 64$, es decir:

memoria total = $(2^{\text{tamaño del bus de direcciones)} \cdot \text{tamaño del bus de datos}$

En los computadores actuales el tamaño de este bus suele ser de 32 bits.

- **Bus de control.**

Permite transportar señales de control entre el microprocesador y el resto de dispositivos del sistema. En concreto, el microprocesador envía órdenes a los dispositivos y por otra parte, los dispositivos envían al microprocesador información sobre el estado en el que quedan, después de ejecutar dicha orden.

Por ejemplo, el microprocesador puede enviar a la memoria una orden de lectura y la memoria puede responder con información de estado indicando que la lectura se realizó correctamente.

Podemos concluir, por tanto que este bus es también de tipo **bidireccional**.

En un computador actual, podemos encontrarnos una serie de buses como son: FSB, BSB, PCI, AGP, USB, etc. Cada uno de estos buses consta de líneas internas dedicadas a servir como bus de datos, bus de direcciones y bus de control.

Estas tecnologías serán tratadas en profundidad en el siguiente tema del curso.

3. El software del ordenador.

El software puede clasificarse en dos tipos:

- **Software de base.-** Son los programas sin los cuales el ordenador no podría funcionar, en concreto el Sistema operativo.

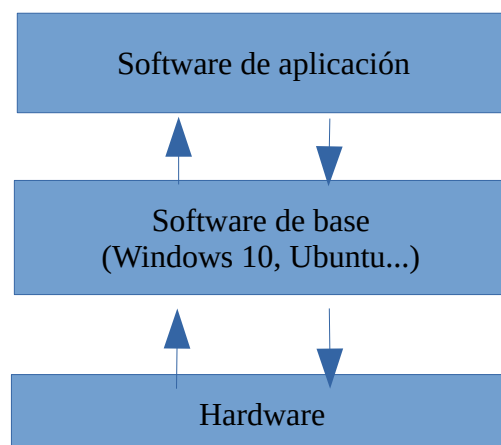
El sistema operativo funciona como un interfaz entre el usuario y el hardware y controla el funcionamiento de este. Por ejemplo cuando copiamos un fichero al disco duro el sistema operativo se encarga de almacenarlo en un espacio libre, o cuando ejecutamos un juego se encarga de gestionar el funcionamiento de la tarjeta gráfica y el sonido.

En muchas ocasiones el sistema operativo necesita de programas adicionales para poder comunicarse con dispositivos hardware (especialmente con periféricos). Estos programas se llaman drivers.

Los principales sistemas operativos en la actualidad son Windows, Mac o Linux.

- **Software de aplicación.-** Son los programas o aplicaciones que usamos en nuestro ordenador, por ejemplo, procesadores de textos, juegos, navegadores de internet, antivirus, etc.

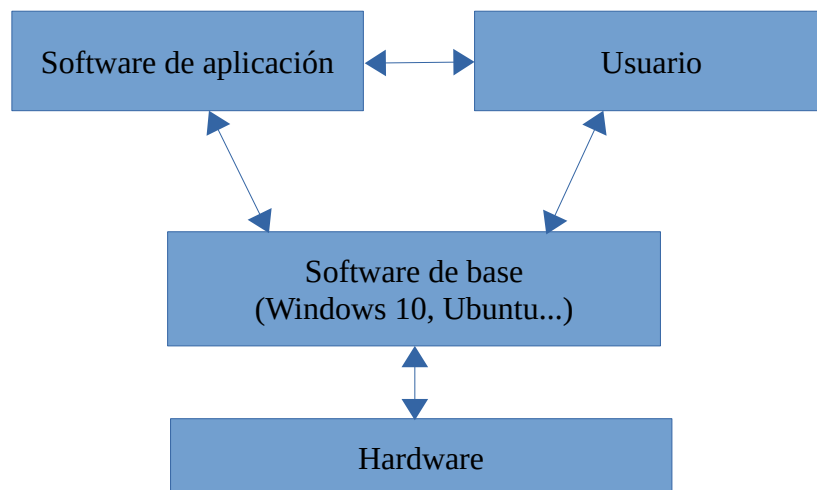
Estos programas no pueden interaccionar directamente con el hardware del equipo, necesitan de un sistema operativo que haga de puente con el hardware del equipo.



4. El sistema operativo

Un **sistema operativo** puede definirse como un conjunto de programas cuya función es gestionar el funcionamiento del hardware del ordenador y hacer de interfaz entre este, el software de aplicación y el usuario.

El sistema operativo permite a los usuarios y al software de aplicación, trabajar con el ordenador sin tener que gestionar directamente el funcionamiento del hardware. Por ejemplo, cuando copiamos un fichero en el disco duro, el sistema operativo se encarga automáticamente de buscar un hueco libre en este, de forma que el fichero no sobrescriba a otros ya existentes.



En los primeros ordenadores no se utilizaban sistemas operativos, con lo cual, para poder utilizarlos o crear software de aplicación era necesario conocer en profundidad el funcionamiento del hardware.

En estos sistemas se programaba directamente en **lenguaje máquina** (instrucciones complejas en código binario) y se tardaban semanas en preparar el ordenador para hacer tareas por simples que fueran. Además un mismo software solo podía funcionar en ordenadores que tuviesen exactamente el mismo hardware, si cambiaba algún componente, había que crear el software prácticamente de cero.

En los ordenadores actuales el software de aplicación interactúa con el sistema operativo y funcionará por tanto, en cualquier ordenador aunque tengan distinto hardware.