

Arquitectura de ordenadores digitales

Sumario

Introducción	2
Arquitectura de Von Neumann	3
La Unidad Central de Proceso	5
La memoria principal	7
Entrada/salida.....	8
Buses del sistema	9
Ejecución de las instrucciones de un programa	11
Jerarquía de memoria	12
Arquitecturas de buses	13

Introducción

Los ordenadores digitales actuales se basan en la arquitectura definida conceptualmente en un artículo de John Von Neumann, publicado en 1945, en el que delimita los componentes básicos que debe tener un ordenador programable y sus funciones. Von Neumann estableció esta arquitectura cuando aún no se había construido ninguna máquina de estas características.

Hoy en día pueden parecer conceptos simples, pero hasta ese momento los ordenadores se diseñaban a nivel físico para realizar una tarea concreta, y no era posible modificar el programa.

Esta arquitectura se sigue utilizando en los sistemas modernos, aunque se han introducido mejoras que han aumentado drásticamente la potencia de los ordenadores.

- Ordenador digital: sistema electrónico capaz de realizar operaciones con datos binarios a partir de un conjunto de instrucciones que pueden modificarse y que son almacenadas en su interior. En función de dichas instrucciones, el ordenador puede realizar diversas tareas.
- Estructura de un ordenador: está formada por el conjunto de componentes que lo constituyen para realizar las funcionalidades.
- Arquitectura: es la unión de estructura y funcionalidades proporcionadas al usuario.

Arquitectura de Von Neumann

Von Neumann diseñó esta arquitectura, su gran novedad fue que **en la memoria principal** (memoria RAM) **se guardan todos los datos y todas las instrucciones** de los programas. **La memoria no los diferencia, siendo el procesador el que los tiene que diferenciar.**

Esta arquitectura Von Neumann, se ha utilizado desde el primer PC (Personal Computer) creado por IBM en el año 1981.

La arquitectura de un computador consiste en:

- **CPU** (Unidad central de proceso) o procesador.
- **Memoria principal o memoria física.**
- **Unidad de entrada/salida** (Un disco duro, se considera un componente externo de entrada/salida de datos)
- **Buses:** Por donde circulan los datos e instrucciones, entre los distintos componentes. En la imagen siguiente, están representados por las flechas.

Observaciones:

- La **memoria principal**, es la memoria **RAM**.
- Los **discos duros**, forman parte de la **unidad de Entrada/Salida**. También reciben el nombre de memoria auxiliar.

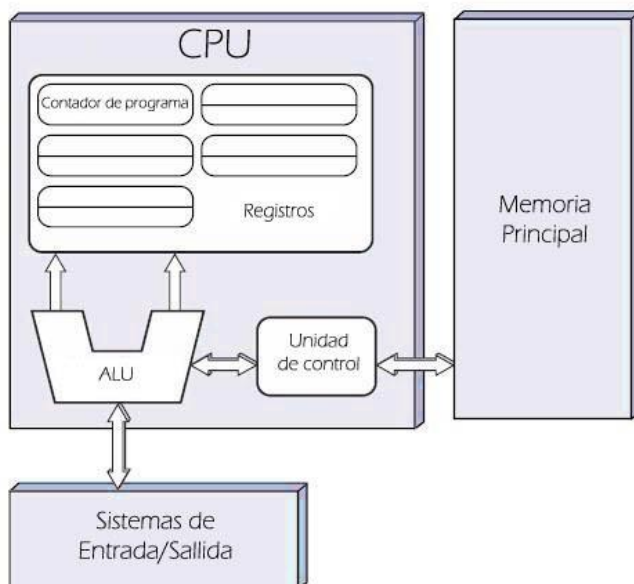


Ilustración 1: Arquitectura de Von Neumann

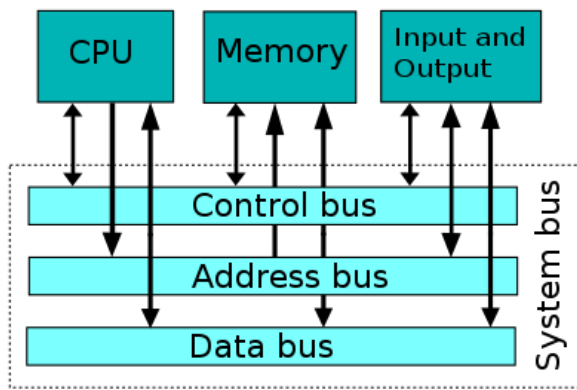


Ilustración 2: Buses en la máquina de VN

Las características de la arquitectura de VN son las siguientes:

- Instrucciones y datos se almacenan en una memoria común.
- Cada celda de memoria se identifica con un número único, llamado dirección.
- Instrucciones y datos tienen diferentes modos de uso, pero su estructura no se representa en memoria de manera codificada.
- Las instrucciones de un programa se ejecutan de un modo secuencial. Comienzan, si no hay instrucciones especiales, con la primera instrucción. Para cambiar la secuencia se usa el comando de control de transferencia o instrucción de salto.

La Unidad Central de Proceso

Llamada comunmente CPU (Central Processing Unit) o UCP en castellano.

El procesador es el principal componente del computador. Lo compone **2 partes principales**: **ALU** (Unidad aritmética lógica) y **UC** (Unidad de control). **Además**, forman parte del procesador unos **registros** y la **memoria caché**.

La Unidad de Control (CU), que es la que gobierna, la que se encarga de ejecutar los programas, controlando su secuencia, interpretando y ejecutando sus instrucciones. Se encarga también de controlar al resto de componentes; como los periféricos, la memoria, la información que hay que procesar, etc., a tenor de lo que van necesitando las instrucciones.

La Unidad Aritmético-Lógica (ALU) que hace los cálculos matemáticos y los cálculos lógicos necesarios para su funcionamiento.

Dentro de la CPU hay registros de memoria. En los registros se almacenan una instrucción o dato, almacenan la dirección de la siguiente instrucción. El objetivo es acceder menos veces a la memoria principal.

También dentro de la ALU se encuentra la memoria caché. La memoria caché es un conjunto de registros. Su fin, es acceder menos veces a la memoria principal. La memoria caché es como una pequeña memoria RAM pero mucho más pequeña.

Ejemplo: Los procesadores Celeron iniciales no tenían memoria caché, por ese motivo eran mucho más baratos, pero más lentos.

Procesador de n bits

Los procesadores actuales son de 64 bits. Hace unos años eran de 32 bits. ¿Qué significa?

Si un procesador es de 64 bits, significa que los datos, o instrucciones tienen una longitud de 64 bits. Como en los registros se guardan esas instrucciones, cada registro tiene 64 bits. Se dice que la longitud de palabra es 64 bits.

Observación:

Son iguales las longitudes de los registros, el ancho de la memoria caché, el ancho de la memoria principal, el ancho del bus de direcciones y el ancho del bus de datos.

Enlace de interés: https://es.wikipedia.org/wiki/64_bits

Unidad de control

Como se ha indicado, la CU es la encargada de gobernar el ordenador y emitir las órdenes. Se puede implementar de dos modos:

- **Lógica programada:** La propia CU tiene incorporada una pequeña memoria en la que se guarda en forma de programa lo que debe hacer cada instrucción. Suelen disponer de un gran número de tipos de instrucciones.

Ventaja: se puede modificar el comportamiento de las instrucciones (firmware).

- Lógica cableada: Se construye de forma física. No es posible cambiar el comportamiento de las instrucciones. Cuando se solicita ejecutar una instrucción, las acciones que se desencadenan están determinadas por la construcción física. El número de instrucciones que pueden ejecutar es más reducido.

Ventaja: son más rápidas que las anteriores.

La memoria principal

La memoria central, conocida como RAM (Random Access Memory), es la encargada de almacenar los datos y las instrucciones de los programas que deben ejecutarse, así como toda aquella información que el sistema necesite para su funcionamiento. Está constituida por muchísimas celdas de igual longitud capaces de retener información en su interior mientras el ordenador se encuentre encendido. Cuando el ordenador se apaga, se pierde su contenido.

Llamamos registro a una celda de memoria con bastantes bits. Es decir, la memoria está formada por varios registros. Si el procesador es de 64 bits, todos los registros serán de 64 bits.

Para que la CPU pueda ejecutar un programa es necesario que esté alojado en su memoria principal. OJO: esto no es exactamente así en la actualidad, ya lo veremos cuando hablemos de sistemas operativos.

Permite realizar dos tipos de operaciones:

- *Lectura*. Consiste en recuperar la información de una dirección de memoria determinada.
- *Escritura*. Consiste en almacenar la información en una dirección de memoria determinada.

Las características que permiten diferenciar una memoria de otra son las siguientes:

- *Capacidad*. Es la cantidad de información que se puede almacenar en la memoria, medido en múltiplos de bytes (MB, GB, etc.)
- *Tiempo de escritura*. Es el tiempo que transcurre entre el instante en que aparece en sus entradas la información a grabar y el instante en que dicha información queda registrada.
- *Tiempo de lectura*. Es aquel que transcurre entre el instante en que se proporciona la dirección de la información a leer y el instante en que se encuentra disponible en la salida.
- *Tiempo de ciclo*. Determina el tiempo que debe transcurrir entre una operación y la siguiente.
- *Ancho de banda*. También denominado velocidad de transferencia, es la cantidad de información que puede ser transferida por unidad de tiempo, expresada en Bytes/s.

Entrada/salida

Los sistemas de Entrada/Salida son circuitos electrónicos que permiten el intercambio de información entre la CPU y los periféricos. Las unidades de entrada se utilizan para cargar programas y datos en la memoria principal desde los periféricos de entrada, y las unidades de salida se utilizan para sacar los resultados de los procesos realizados a través de los periféricos de salida.

Los discos duros, o medios de almacenamiento, desde el punto de vista de Von Neumann, son dispositivos de entrada/salida.

Para entender porque es así, observar que un ordenador, se puede arrancar sin disco duro (por ejemplo, se puede arrancar con un pendrive con una iso de Linux). Sin embargo, un ordenador, no puede arrancar sin memoria RAM.

Buses del sistema

Los Buses del Sistema son el conjunto de circuitos electrónicos que conectan la CPU con el resto de unidades para comunicarse entre sí. Cada bus es un conjunto de cables o pistas de un circuito integrado, que permiten la transmisión en paralelo de la información entre los diferentes componentes del ordenador.

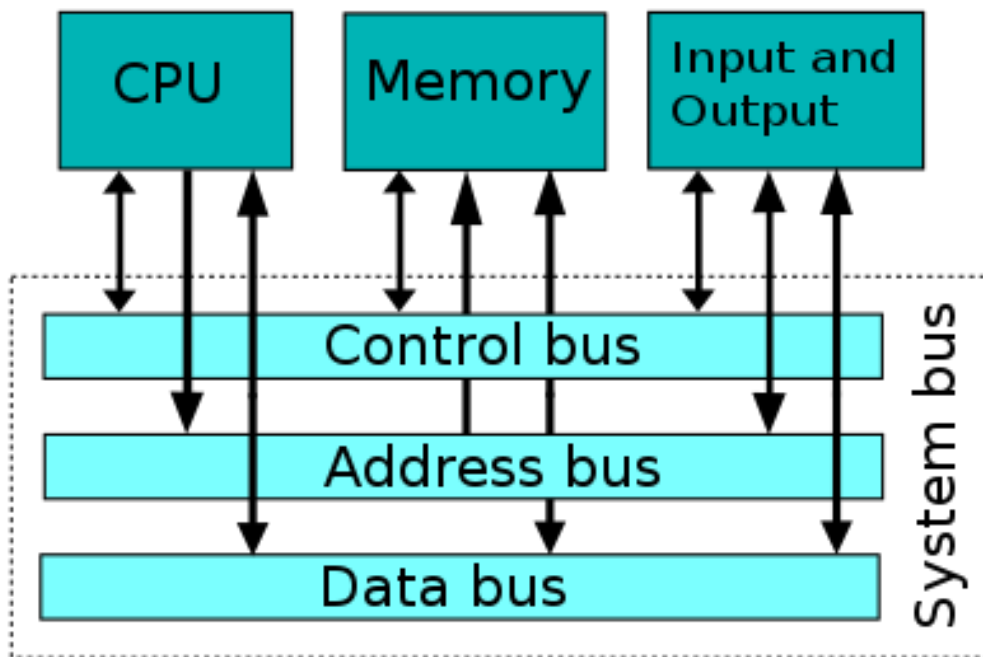


Ilustración 3: Buses en arquitectura de VN

Hay tres clases distintas de buses:

- El bus de datos. Utilizado para trasladar tanto datos como instrucciones desde la memoria principal al resto de componentes del ordenador y viceversa.
- El bus de control. La CPU transmite por él las órdenes (microórdenes) al resto de unidades. Y recibe de ellas señales indicando su estado.
- El bus de direcciones. Por él se transmiten las direcciones de destino de los datos que se envían por el bus de datos.

En un procesador de 64 bits, el ancho de los buses de datos y direcciones son de 64 bits. Eso quiere decir, que son como una autopista de 64 carriles, circulando en paralelo, donde por cada carril circula un bit de los 64 que forma una palabra. Estas palabras, pueden ser el contenido del registro de instrucción, o el de un registro de la caché o de la memoria principal.

Veamos el siguiente **ejemplo para entender la función de los 3 buses** cuando la CPU tiene que obtener la información contenida en una posición de memoria:

- Debe indicar su dirección mediante el bus de direcciones
- También debe mandar una señal de lectura por el bus de control
- A continuación, recibe dicha información por el bus de datos.

Ejecución de las instrucciones de un programa

Cuando se ejecuta un programa, el programa se carga en memoria. Las instrucciones del programa se ejecutan de forma secuencial, leyéndose de posiciones consecutivas de memoria. Tras ejecutar la instrucción que se encuentra en la dirección "x" se ejecuta la instrucción que está en la dirección "x+1" y así sucesivamente.

La ejecución de una instrucción conlleva realizar una secuencia de pasos.

Cada uno de estos pasos puede necesitar un número diferente de ciclos de reloj dependiendo de su propia complejidad y de los recursos que la CPU tenga para su realización.

Fases en la ejecución de una instrucción

Una vez acabada una instrucción, para ejecutar la siguiente se realizan dos fases:

Fase de búsqueda. Consiste en localizar la instrucción en memoria y llevarla a la Unidad de Control

Para ello, el registro Contador de Programa (CP) almacena donde tiene que leer la siguiente instrucción. Se manda la señal correspondiente para leer la instrucción en memoria, y se trae por el bus de datos la instrucción a la CPU. Esta instrucción se almacena en el registro de instrucción (RI)

Fase de ejecución. Consiste en realizar el cálculo en la ALU

La ALU es la que tiene el operador, que realiza operaciones sencillas, como la suma o multiplicación. Para ello, tiene 3 registros importantes: los 2 registros operandos donde introducir los datos y un registro acumulador (AC) donde guardar el resultado.

Jerarquía de memoria

No se trata de un concepto desarrollado por John Von Neumann. Conforme los ordenadores fueron evolucionando y se hizo necesario mayor rendimiento, se introdujeron mejoras para conseguirlo. En el caso de las memorias podemos distinguir una jerarquía:

- Registros de memoria dentro del procesador o CPU.
- Memoria caché habitual dentro de la CPU.
- Memoria RAM o principal.
- Discos duros.



Ilustración 4: Jerarquía de memorias

Qué permite esta jerarquía?

- Si los sistemas realizan la mayor parte de las llamadas a las capas superiores, al ser esas memorias muy rápidas, conseguimos un elevado rendimiento.
- Podemos tener capacidades de memoria muy elevadas, disminuyendo el coste conforme bajamos en la pirámide.

De este modo, podemos obtener ordenadores con una capacidad de memoria elevada, velocidades de acceso óptimas, reduciendo los costes.