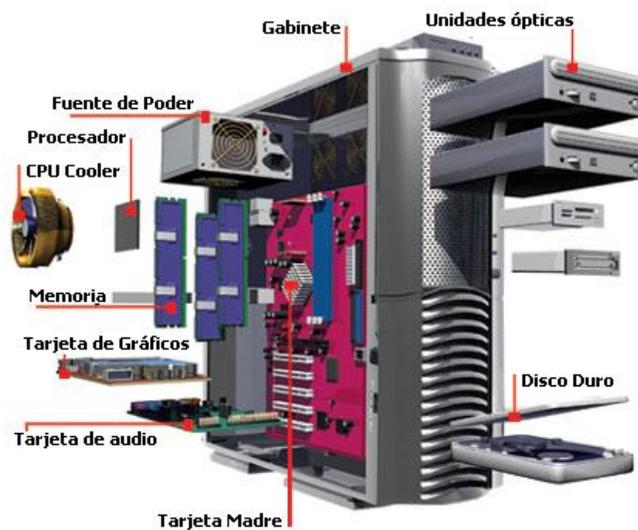




UNIVERSIDAD DISTRITAL FRANCISCO JOSE DE CALDAS



Estructura del Computador

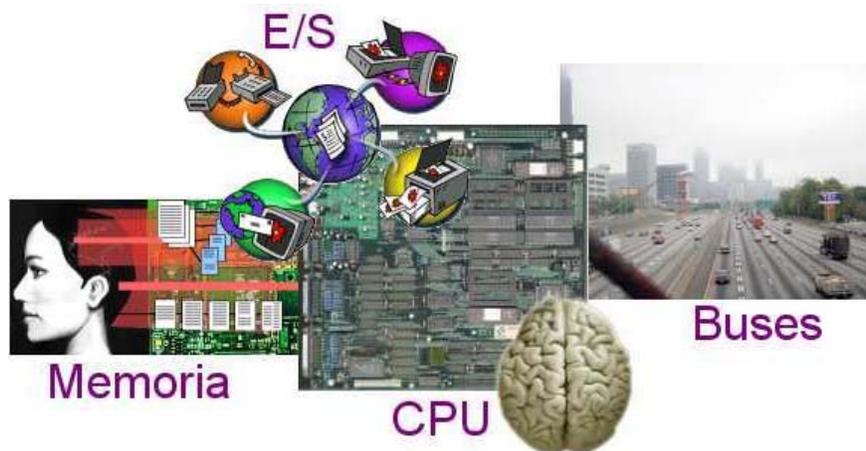
2013

Transversal de Programación Básica

Proyecto Curricular de Ingeniería de Sistemas

Conceptos básicos

Arquitectura de von Neumann, unidades funcionales (memoria, unidad central de proceso = unidad de control + camino de datos [unidad aritmético- lógica + registros, etc.], unidad de entrada/salida, buses), registros de propósito específico/general, registros visibles/transparentes, memoria, buffer triestado, tamaño de palabra, tiempo de acceso, tiempo de ciclo, enlaces dedicados/buses, bus del sistema (datos, dirección, control), programa, instrucción, ciclo de instrucción, gestión entrada/salida (por programa, interrupciones, DMA). Unidades funcionales de un computador (Arquitectura de von Neumann):



Amdahl definió en 1964 la **arquitectura de un computador** como *“la apariencia funcional que presenta a sus usuarios inmediatos”*. Es decir, los atributos o características de un sistema visibles al programador.

La arquitectura de un procesador viene dada por su juego de instrucciones, y normalmente se define en documentos descriptivos, que IBM llamaba *“Principios de Operación”*, aunque cada fabricante le da un nombre distinto. En estos manuales se identifican las operaciones (denominadas instrucciones máquina) que realiza el procesador correspondiente. Ayudándose de la sintaxis en ensamblador, describe la operación que realiza, los tipos de datos u operandos que puede utilizar, los códigos de condición que establece y el formato de la instrucción en su representación binaria.

La organización o estructura de un computador se refiere a la estructura lógica que da forma a su arquitectura. La arquitectura describe lo que sucede, mientras que la organización describe cómo sucede. La organización de un procesador nos muestra cómo es éste por dentro, pudiendo ver que está formado por una Unidad Aritmético-lógica, una memoria organizada en registros (contador de programa, puntero de pila, registro de estado, acumulador,...) y una Unidad de Control que gobierna el funcionamiento y ejecución secuencial de las instrucciones.

La tecnología o realización es una versión concreta de la organización. Es decir, determina los componentes que se van a utilizar y cómo se van a interconectar. También se ocupa de aspectos como la fiabilidad de los componentes, mantenimiento, refrigerado, encapsulado,... La realización está directamente ligada al estado del arte de la tecnología de construcción de los componentes. Por ejemplo, la antiguamente famosa familia 360 de IBM ha pasado por las distintas generaciones que se muestran en la figura de arriba, manteniendo la misma arquitectura y apenas variando la organización, pero actualizándose continuamente según el estado del arte en la tecnología.

Arquitectura

Se usa el término de arquitectura para distinguir los dos tipos de organización más habituales: la arquitectura Von Neumann y la arquitectura Harvard.

La diferencia principal entre las dos arquitecturas se encuentra en el mapa de memoria: mientras que en la arquitectura Von Neumann hay un único espacio de memoria para datos y para instrucciones, en la arquitectura Harvard hay dos espacios de memoria separados: un espacio de memoria para los datos y un espacio de memoria para las instrucciones.

En una máquina Von Neumann, la manera de procesar la información se especifica mediante un programa y un conjunto de datos que están almacenados en la memoria principal.

Los programas están formados por instrucciones simples, denominadas instrucciones máquina. Estas instrucciones son básicamente de los tipos siguientes:

- Transferencia de datos (mover un dato de una localización a otra).
- Aritméticas (suma, resta, multiplicación, división).
- Lógicas (AND, OR, XOR, NOT).
- Ruptura de secuencia (salto incondicional, salto condicional, etc.).

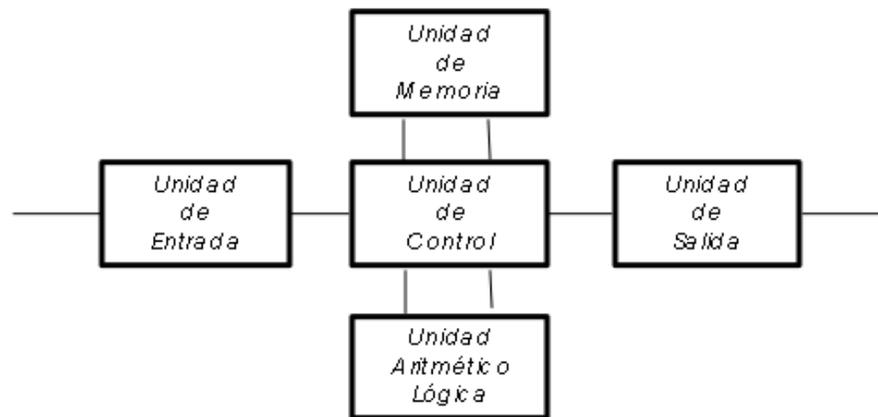
La arquitectura Von Neumann se basa en tres propiedades:

- Hay un único espacio de memoria de lectura y escritura, que contiene las instrucciones y los datos necesarios.
- El contenido de la memoria es accesible por posición, independientemente de que se acceda a datos o a instrucciones.
- La ejecución de las instrucciones se produce de manera secuencial: después de ejecutar una instrucción se ejecuta la instrucción siguiente que hay en la memoria principal, pero se puede romper la secuencia de ejecución utilizando instrucciones de ruptura de secuencia.

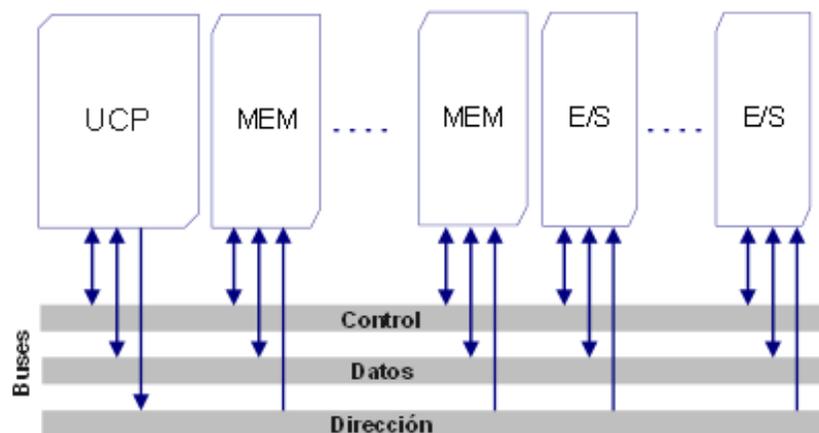
Unidades Funcionales del Computador

Un computador dispone de cuatro componentes principales para efectuar las tareas descritas anteriormente:

1. **Unidades de E/S:** para aceptar información y comunicar los resultados. Transfiere los datos entre el computador y los dispositivos externos, permite comunicarse con los usuarios del computador, introduciendo información y presentando resultados, y también permite comunicarse con otros computadores.
2. **Una Unidad Central de Proceso:** se encarga de gestionar y controlar las operaciones del computador.
 - Unidad aritmético-lógica (UAL)
 - Unidad de control (UC)



3. **Una memoria:** para almacenar la información y las instrucciones.
4. **Un sistema de interconexión:** que permita mover la información entre los tres componentes del computador.



Tipos de elementos en el computador

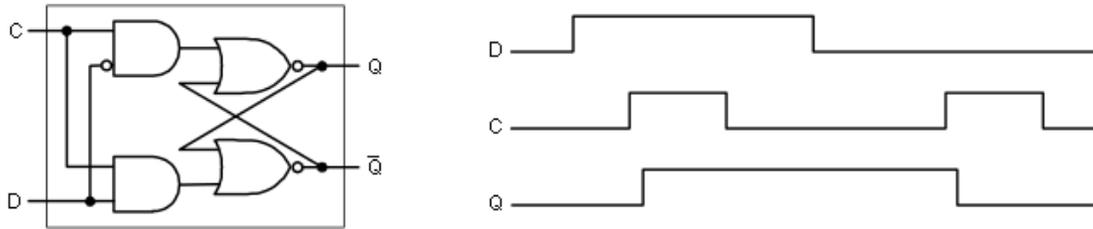
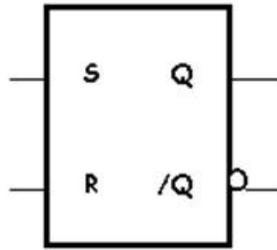
I. Elementos de almacenamiento.

a. Biestable: La memoria en los computadores que corresponde a la mínima cantidad de información (1 bit) habitualmente tiene lugar en unas células elementales llamadas biestables. Un conjunto de biestables podrán almacenar la información correspondiente a una cierta cantidad de bits, es decir, con biestables se pueden almacenar palabras de varios bits. Este almacenamiento de la información es indefinido mientras exista alimentación para mantenerse. Los biestables son, además de la célula elemental de almacenamiento, los circuitos secuenciales más sencillos.

Los biestables pueden ser:

- Asíncronos. Los cambios se producen en cualquier momento en que cambien las entradas. (RS y JK).
- Síncronos. Los cambios se producen en el momento en que lo ordene un reloj.

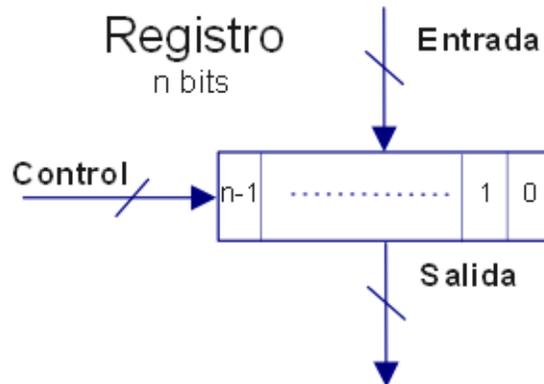
En general, se entiende **un biestable** como un circuito secuencial con dos estados estables, es decir tiene **memoria** y una con una salida que puede permanecer indefinidamente en uno de los dos estados posibles. Al ser secuencial las salidas dependen de las entradas y del estado anterior. Un biestable almacena la información de 1 bit. Mediante biestables que son la base de los circuitos secuenciales en combinación con una adecuada lógica combinacional se pueden construir: contadores, registros de desplazamiento, temporizadores, memorias y en general cualquier autómatas.



Biestables D síncronos por flanco de bajada

b. Registro: colección de n biestables que funcionan al unísono. Generalmente se usan registros con las siguientes características:

- Formados por biestables D síncronos por flanco (sólo usamos la salida activa por nivel alto).
- Entrada paralelo – salida paralelo.
- La señal de carga es el reloj.



Tipos de registros en un computador

- **Según el propósito:**
 - Registros de propósito específico: se utilizan para una tarea determinada. Están asociados a las unidades funcionales y cumplen funciones específicas: contador de programa (PC), registro de instrucciones (IR), etc.
 - Registros de propósito general: se utilizan para almacenar datos o direcciones de forma flexible.
 - Agrupados en bancos de registros.

- **Según el programador:**
 - Registros visibles: pueden usarse directamente por el programador de bajo nivel, que conoce su existencia. Sirven como operandos implícitos o explícitos en instrucciones de máquina.
 - Registros transparentes: el programador desconoce su existencia, por tanto no puede usarlos. La unidad de control los utiliza para sus propios propósitos.

c. Memoria

Formada por gran cantidad de elementos de almacenamiento de 1 bit. La memoria es un conjunto de registros direccionables en donde residen instrucciones y datos

Tipos de memorias:

- **RAM (Random Acces Memory, memoria de acceso aleatorio).** Memoria de almacenamiento primario. Almacena temporalmente instrucciones de programa y datos. El computador divide un chip de RAM en varias localidades de igual tamaño. Estas localidades de memoria tienen una dirección única, de manera que el computador pueda distinguirlas cuando se le ordena que guarde o recupere información. Puede almacenarse un trozo de información en cualquier localidad de la RAM tomada al azar y el computador puede recuperarlo rápidamente si se le indica hacerlo. De ahí proviene el nombre de

memoria de acceso aleatorio. La información almacenada en la RAM no es más que un patrón de corriente eléctrica que fluye por circuitos microscópicos en chips de silicio. Es una memoria volátil, ya que la información que contiene no se conserva de manera permanente. Si se interrumpe la energía, dicha información se pierde. La RAM no tiene partes móviles; al no tener un movimiento mecánico, se puede tener acceso a los datos de la RAM a velocidades electrónicas o aproximadamente a la velocidad de la luz. La RAM ofrece al procesador un almacenamiento temporal para programas y datos. Todos los programas y datos se deben transferir a la RAM desde un dispositivo de entrada o del almacenamiento secundario antes de que se puedan ejecutar los programas o procesar los datos. El espacio de la RAM es siempre escaso; por tanto, después de que se haya ejecutado un programa, el espacio de almacenamiento que ocupaba se vuelve a distribuir a otro programa que espera su ejecución.

- **ROM: (Read Only Memory, memoria sólo de lectura).** Es una memoria no volátil, porque el computador puede leer información de ella pero nunca escribir información nueva. Todas las computadoras cuentan con dispositivos de ROM que contienen las instrucciones de arranque y otra información crítica. La información en la ROM se graba permanentemente cuando nace el computador, pero no hay manera de reemplazarla a menos que se reemplace el chip de ROM.

- **Memoria PROM (Programmable read only memory, memoria de sólo lectura programable):** Es una variación de la ROM, es la ROM en la que usuario puede cargar programas y datos de solo lectura que una vez cargados rara vez o nunca se cambian. La memoria flash es un tipo de PROM que el usuario puede alterar con facilidad.

- **Memoria caché:** Se usa para facilitar una transferencia aún más rápida de instrucciones y datos al procesador; es decir que se usa para mejorar el caudal de proceso (velocidad con que un sistema de computación puede realizar el trabajo). Al igual que la RAM, el caché es un área de almacenamiento de alta velocidad para las instrucciones de los programas y los datos, pero es 10 veces más rápida que la RAM y mucho más cara. Con sólo una fracción de la capacidad de la RAM, la memoria caché sólo contiene las instrucciones y los datos que es probable que el procesador requiera enseguida

Operaciones con memorias:

- Lectura.
- Escritura.
- Refresco (sólo en memorias dinámicas).

Algunas definiciones en Memorias:

- Palabra de memoria: número de bits que se tratan simultáneamente en cada acceso a memoria.
- Tiempo de acceso a memoria: tiempo transcurrido desde que se solicita una operación a la memoria hasta que se completa. La lectura y la escritura pueden tener diferentes duraciones.
- Tiempo de ciclo (ciclo de memoria): tiempo desde que se solicita una operación hasta que se puede solicitar la siguiente.
- En memorias estáticas, el tiempo de acceso y el de ciclo coinciden

II. Elementos de proceso.

Realizan las operaciones aritméticas, lógicas, de desplazamiento, de rotación, etc., requeridas para ejecutar las instrucciones de los programas.

Tipos de operadores:

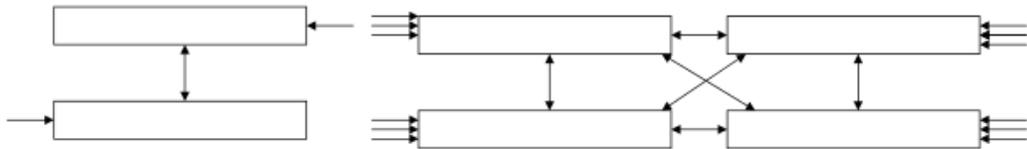
- a. Número de operandos: Monódico, Díadico.
- b. Funcionamiento: Serie, Paralelo.

- c. Operaciones realizadas: De propósito general, De propósito específico

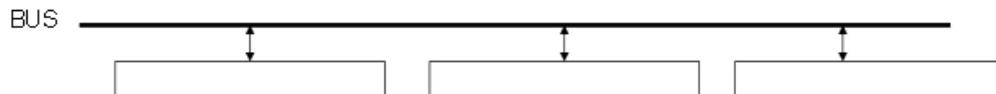
III. Elementos de interconexión.

Conectan elementos entre los que se pretende intercambiar información. La transferencia de los datos se puede hacer en serie o en paralelo. Los enlaces paralelos constan de n canales o líneas para transmitir datos de n bits en paralelo. Los enlaces serie constan de una sola línea para transmitir datos, y los bits se envían uno tras otro.

- Elementos de interconexión:
 - Multiplexores
 - Buffers triestado.
 - Buses
- Tipos de enlaces:
 - Dedicados: entre dos elementos.



- Buses: Se constituye por un canal compartido por múltiples elementos.



Algunos términos en Buses:

- Ancho del bus de datos: ancho del computador (suele coincidir también con el ancho de la palabra de memoria).
- Bus de direcciones: transferencia de direcciones.
- Ancho del bus de direcciones: fija el tamaño máximo de la memoria.

- Bus de control: transferencia de señales de control (carga, selección, lectura o escritura de memoria, etc.)
- Bus del sistema: constituido por los tres buses anteriores (datos, direcciones y control).

IV. Unidad Central de Proceso (CPU)

a. **Unidad de Control (UC):** Controla las operaciones que realiza la ruta de datos. Opera como una Máquina finita de estados, va de un estado a otro en función de las señales que le devuelve el camino de datos. A su vez se compone de tres módulos:

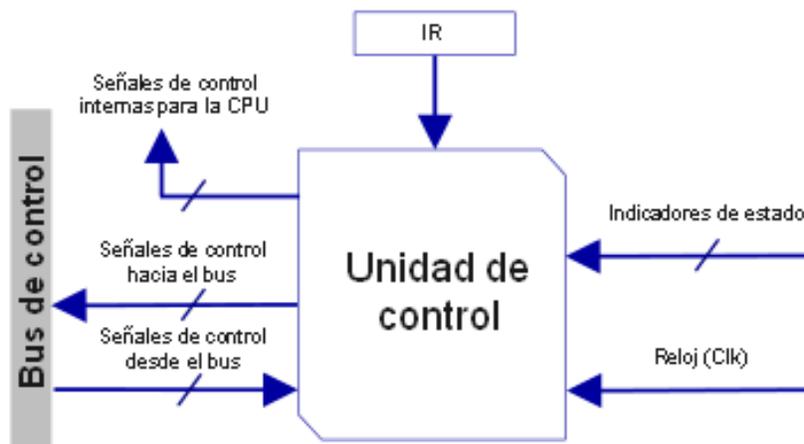
- Módulo para el siguiente estado (función de transición).
- Módulo para la salida (función de salida).
- Elementos de memoria para el estado (registros).

La UC es la unidad funcional que organiza y coordina a los restantes elementos del computador, a través de señales de control.

Funciones de la UC:

- Lectura de las instrucciones (“fetching”).
- Decodificación de las instrucciones.
- Ejecución de las instrucciones.
- Resolución de situaciones particulares (interrupciones, trampas).

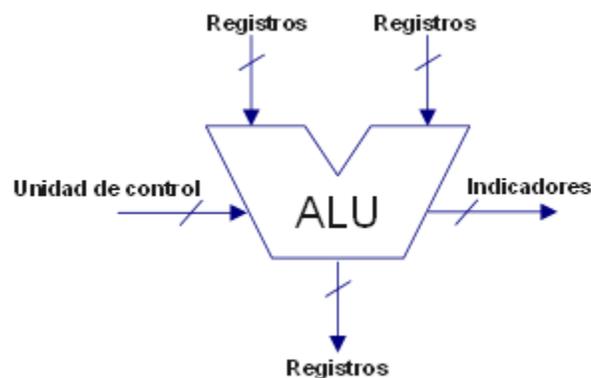
Para ejecutar un programa, la UC va leyendo y ejecutando las instrucciones una por una. La ejecución de un programa se compone de una secuencia de ciclos de instrucción.



b. Unidad aritmético-lógica (ALU)

La ALU (Arithmetic Logic Unit) es el elemento de proceso que realiza la operación requerida en la instrucción. Se compone del operador y de sus registros y caminos de transferencia y elementos asociados (banco de registros, acumulador, etc.)

Unidad central de proceso: CPU = UC + ALU



Para llevar a cabo un ciclo de instrucción, la UC cuenta con la siguiente información:

- Instrucción en ejecución (inicialmente en memoria y apuntada por el PC).
- Registro de estado.
- Contador de fases y señal de reloj.
- Señales de control externas (emitidas por otras unidades funcionales).

Fases en un ciclo de instrucción:

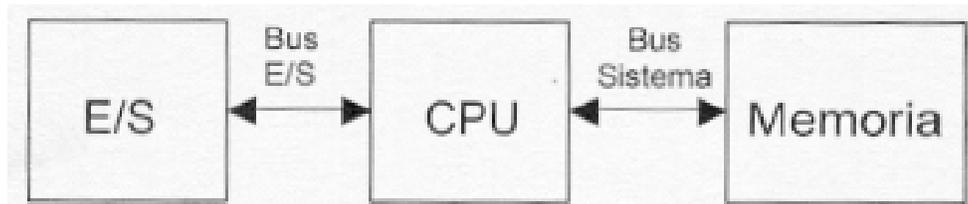
- 1) Lectura y decodificación de la instrucción en memoria.
- 2) Ejecución de la instrucción.
- 3) Ciclo de interrupción

c. Entrada / Salida

El computador se comunica con el exterior mediante periféricos o dispositivos de E/S.

Puede hacerlo con dos tipos de buses:

- Bus dedicado (E/S aislada): Maneja buses diferentes para acceder a memoria y a E/S, y usa espacios de direcciones diferentes para memoria y E/S.



- Bus único (E/S localizada en memoria): Se maneja un espacio de direcciones único para memoria y E/S.

Lecturas de Profundización

- http://www.frro.utn.edu.ar/repositorio/catedras/electrica/2_anio/fundamentos_informatica/apuntes/arquitectura/Tema1.pdf
- <http://www.portantier.com/biblioteca/hardware/estructura-de-computadores.pdf>

- **Imágenes:**

Imágenes tomadas de www.google.com

Referencias:

- <http://www.cannic.uab.es/docencia/DSD/Apunts/ElementsSequentials.pdf>
- <http://www.profesormolina.com.ar/electronica/componentes/int/biest.htm>
- <http://www.esi.uclm.es/www/isanchez/teco/tema6.pdf>
- <http://www.uclm.es/profesorado/licesio/Docencia/MIE/TEMAII.pdf>
- Estructura de un computador elemental: conceptos básicos. Luis Rincón Córcoles y Ángel Serrano Sánchez de León, Universidad Rey Juan Carlos.
http://www.uclm.es/profesorado/licesio/Docencia/ETC/13_CBas-EstructuraComputador_itis.pdf