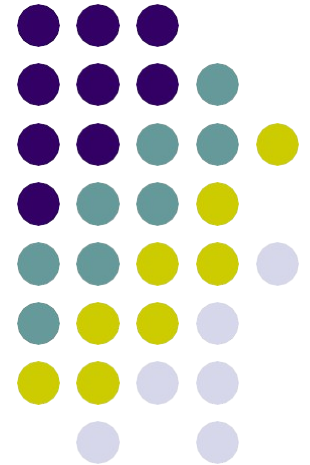


# Tema 2. Hardware de un Sistema Informático



Sistemas Informáticos





# Tabla de contenidos

1. La arquitectura de Von Neumann
  1. La unidad central de proceso (CPU)
    1. Registros de la CPU
    2. Unidad de control
    3. Unidad Aritmético-lógica
  2. Memoria principal
    1. Proceso de lectura
    2. Proceso de escritura
  3. Unidades de E/S
  4. Buses
5. Tipos de buses

## ESTRUCTURA BÁSICA DE UN PC



### John von Neumann

Nació en el Imperio de Austria-Hungría, en **Budapest**, en el seno de una familia judía de banqueros, ennoblecida por el Imperio. Un **niño prodigio** que estudió **matemáticas** y **química** en su ciudad natal, Berlín y Zürich. **Recibió su doctorado en matemáticas de la Universidad de Budapest a los 23 años.**

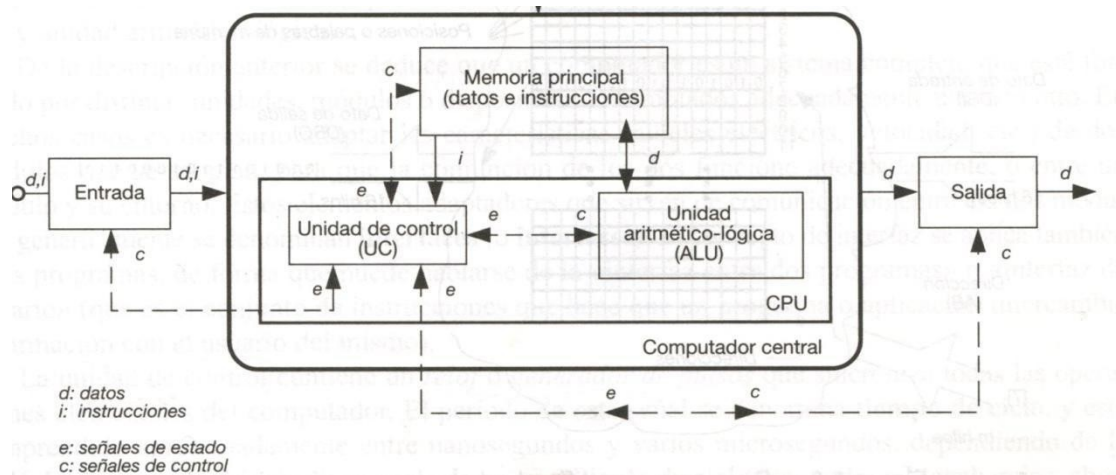
Dio su nombre a la **Arquitectura de von Neumann**, **utilizada en casi todos los ordenadores.**

El concepto de **programa almacenado** permitió la lectura de un **programa (instrucciones) y sus datos** dentro de la **memoria** de la computadora, y después la ejecución de las instrucciones del mismo sin tener que volverlas a escribir. La idea era **conectar permanentemente las unidades** del ordenador y que su **funcionamiento** estuviera **coordinado bajo un control central.**



# 1. La arquitectura de Von Neumann

- ★ Estableció el modelo básico de los computadores digitales (1946)
- ★ Construyó una computadora con programas almacenados, hasta entonces trabajaban con programas cableados.
- ★ Su idea principal consistió en conectar permanentemente las unidades de las computadoras, siendo coordinado su funcionamiento por un elemento de control.
- ★ Esta tecnología sigue vigente aunque con modificaciones.





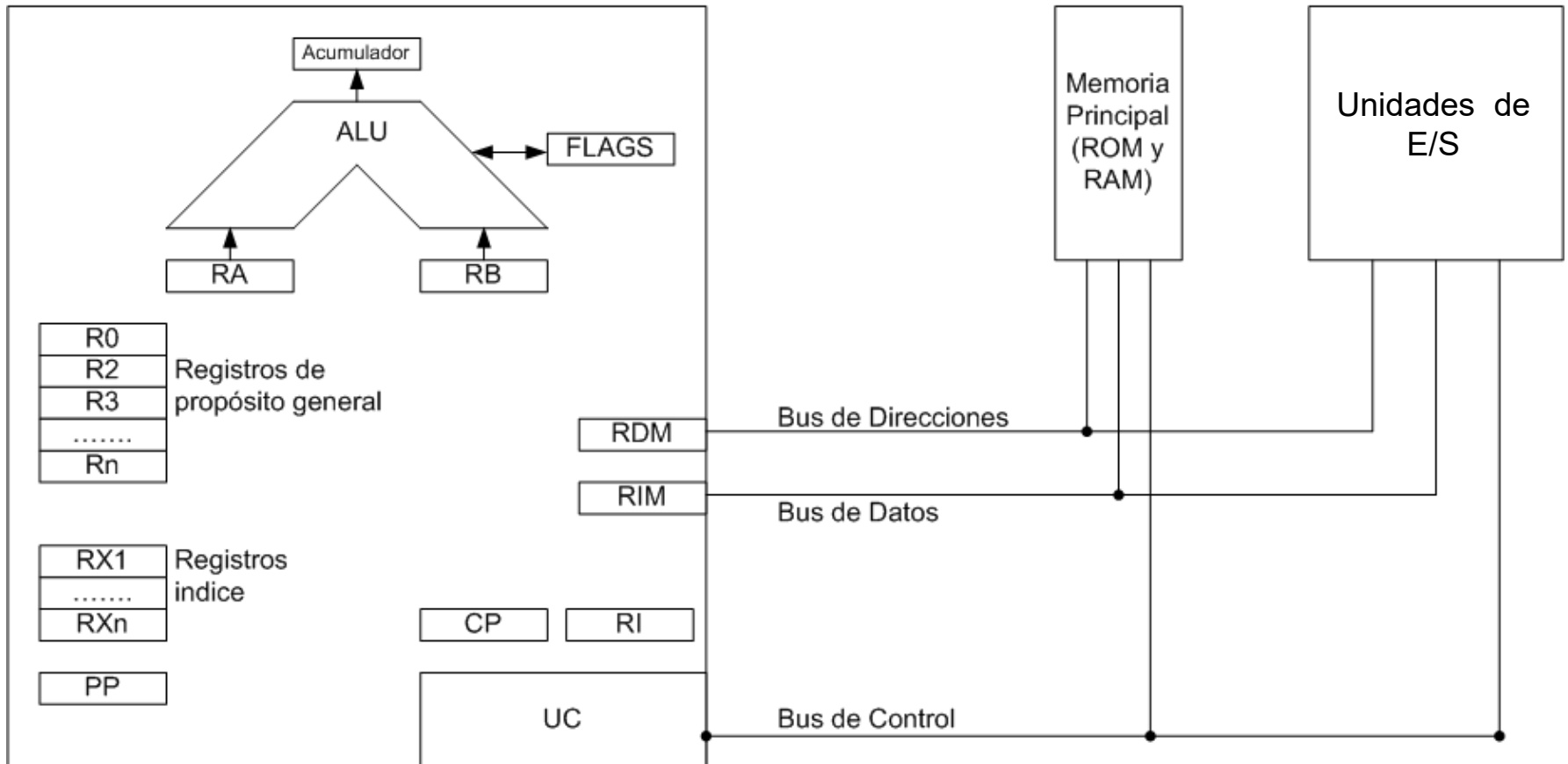
# 1. La arquitectura de Von Neumann (cont.)

- ★ La arquitectura de Von Neumann se compone de 4 elementos funcionales:
  - ★ **Unidad Central de Proceso (CPU, Central Process Unit)** es considerada como el cerebro del ordenador.
  - ★ **Memoria principal (MP)** donde se almacena datos y programas **en ejecución**.
  - ★ **Unidad de entrada y salida (I/O)** periféricos de entrada, salida y entrada-salida, para introducir datos en el ordenador o mostrar los datos procedentes del ordenador. Permiten comunicar al ordenador con el exterior
  - ★ **Buses** interconecta los tres elementos anteriores a través de un conjunto de líneas que llevan señales de control (control bus), datos (data bus) y direcciones (address bus)
    - permiten a la CPU seleccionar a que direcciones de memoria y dispositivos desea acceder



# 1. La arquitectura de Von Neumann (cont.)

## CPU





## 2.1.1 Tipos de registros

- ★ Clasificación de registros visibles al usuario
  - ★ Registros Índices = Index Register almacenan direcciones de memoria: RX1, RX2,.... RXn
  - ★ Registros de propósito general: Se utilizan para almacenar datos de forma temporal durante la ejecución de un programa: R0, R1, R2..... ,Rn
  - ★ Registro de estado del Programa (PSW o FLAGS) cada uno de los bits de este registro indican el estado de cómo ha terminado la última operación en la ALU, por ejemplo,
    - ★ si se ha producido un desbordamiento,
    - ★ si el resultado ha sido positivo, negativo o cero, etc.
    - ★ Pueden ser consultados por el programador, pero no alterados directamente.



## 2.1.1 Tipos de registros (cont)

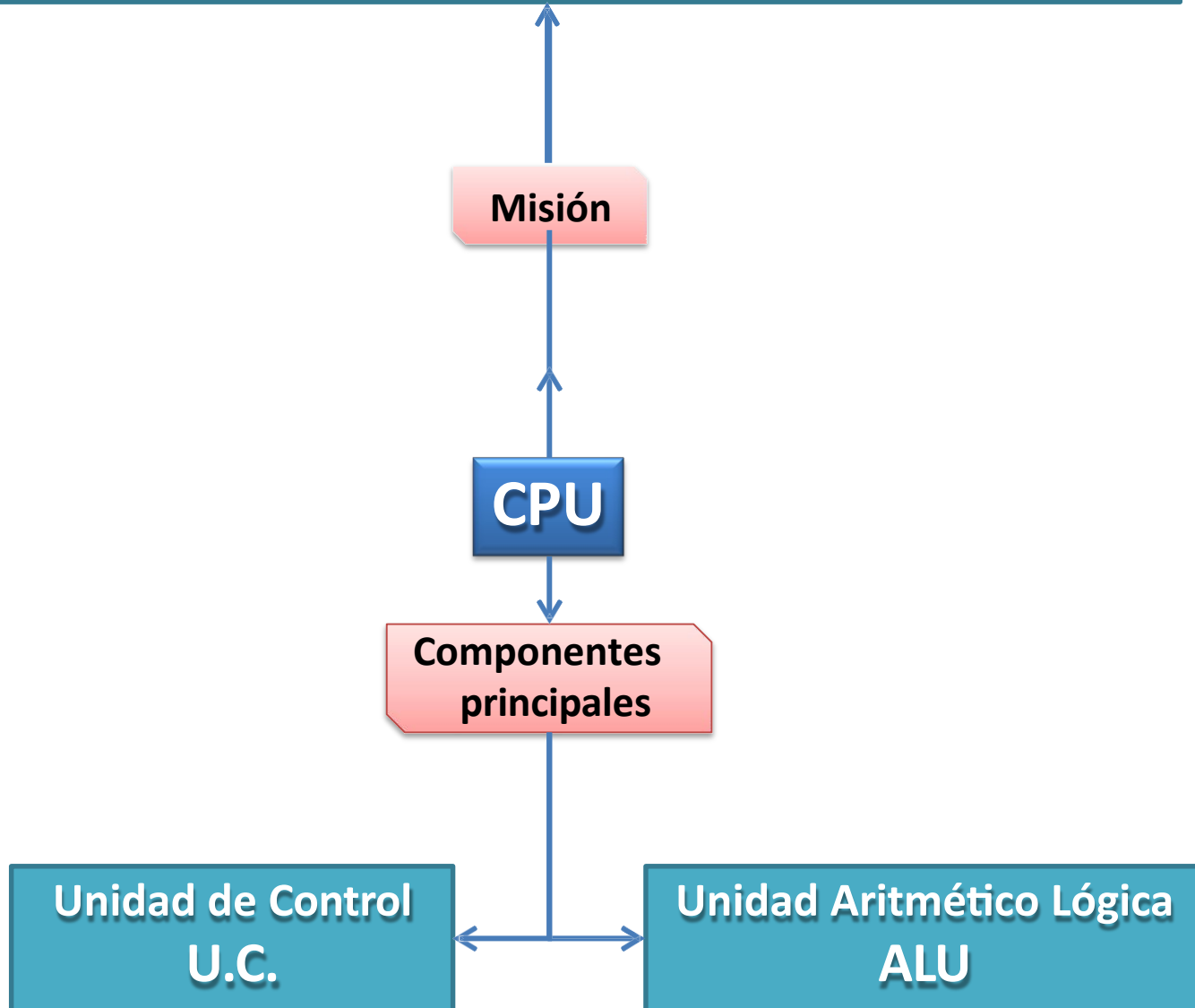
- ★ Clasificación de los registros de control y de estado
  - ★ Contador de programa (CP) = Program Counter (PC) contiene la dirección de memoria de la siguiente instrucción a ejecutar.
    - ★ LA UC modifica su valor tras finalizar la ejecución de cada instrucción.
  - ★ Registro de instrucción (RI) = Instruction register (IR) contiene la instrucción que se está ejecutando actualmente.
  - ★ Registro de dirección de memoria (RDM) = Memory Address Register (MAR) donde pone la UC la dirección de memoria o E/S la que quiere acceder, ya sea para leer o escribir.
    - ★ Se encuentra conectado al bus de direcciones.
  - ★ Registro de intercambio de memoria (RIM) = Memory Buffer Register (MBR) donde se ponen los datos o instrucciones a leer o escribir en memoria o en un periférico de E/S.
    - ★ Se encuentra conectado al bus de datos.
  - ★ Ra y Rb almacenan los operandos de entrada de la ALU
  - ★ Acumulador(AC) almacenan los resultados de las operaciones de la ALU.



## 2. La unidad central de proceso



Ejecutar las instrucciones de un programa secuencialmente.





## 2. La unidad central de proceso (CPU)

- ★ Su función es controlar todo el sistema
- ★ Ejecuta las instrucciones que se encuentran en la memoria principal
  - ★ Las instrucciones se procesan 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), **SECUENCIAMIENTO IMPLÍCITO**
- ★ En la actualidad es un circuito integrado llamado **Procesador** o **Microprocesador**.
- ★ LA CPU está compuesta por:
  - ★ **La Unidad de Control (UC)**
    - ★ busca las instrucciones en la MP
    - ★ las interpreta
    - ★ Envía ordenes para ejecutarlas a otras unidades. generando las señales de control y estado necesarias para lograrlo.



## 2. La unidad central de procesos

- La Unidad aritmético lógica (ALU – Arithmetic Logic Unit)

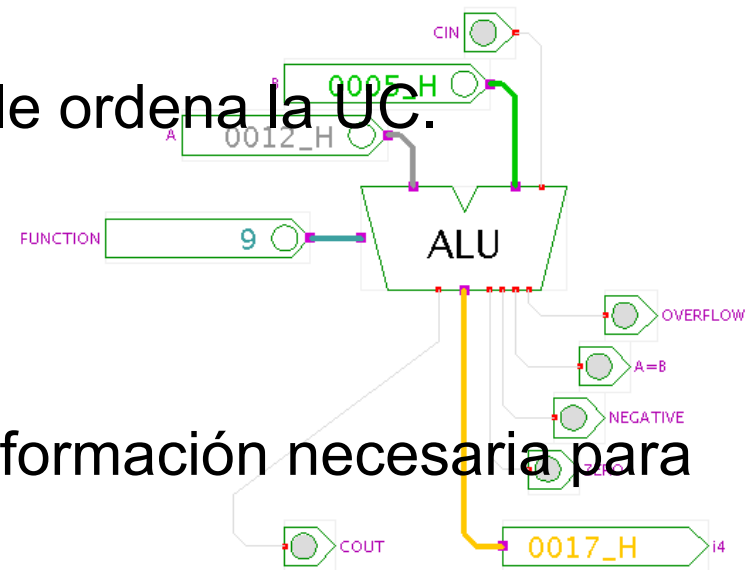
- ★ lleva a cabo las operaciones aritméticas (suma, resta, multiplicación, división.....)

- ★ y lógicas (NOT, AND, OR...) que le ordena la UC.

- ★ Los registros:

- ★ constituyen el almacenamiento interno de la CPU

- ★ almacenan temporalmente la información necesaria para ejecutar las instrucciones.





## 2. La unidad central de procesos

### ★ Buses internos:

- ★ Dentro de la CPU hay una serie de buses
- ★ Permite intercambiar información de datos, de direcciones, y de control entre la UC, la ALU y los registros.



## 2.1. Registros de la CPU

- ★ Celdas de memoria de muy alta velocidad que almacenan datos temporales mientras se ejecuta una instrucción.
- ★ Tamaño de pocos bits, siempre múltiplos de 8 bits (8, 16, 32, 64, ...)
- ★ Todos los registros de una CPU tienen el mismo tamaño, y a ese tamaño se le llama **palabra**.
  - ★ es el número de bits que puede manipular a la vez el procesador
  - ★ Cuanto mayor más potente el procesador
    - ★ Puede trabajar con mas cantidad de información a la vez
    - ★ Puede utilizar mayor cantidad de memoria
- ★ Cuando un procesador se dice que es de N bits, significa que trabaja con palabras de N bits, y por tanto sus registros tienen una capacidad o tamaño de N bits.
- ★ Algunos ejemplos:
  - ★ Intel 80386, 80486, Pentium, Pentium II, Pentium III, Pentium IV, Core, y AMD K6, Athlon, Athlon XP, eran procesadores de 32 bits,
  - ★ Intel Pentium D, Core 2, I7, y AMD Athlon 64, Phenom, Phenom II, son procesadores de 64 bits, palabras de 64 bits



# Actividad

- ★ Busca en internet y contesta las siguientes preguntas
  - ★ ¿Con cuantos bytes trabajaba el Intel 8080? ¿Cuál era su tamaño de palabra?
  - ★ ¿Con cuantos bytes trabajaba el Intel 8086? ¿Cuál era su tamaño de palabra?
  - ★ ¿Con cuantos bytes trabajaba el Intel 80286? ¿Cuál era su tamaño de palabra?
- ★ ¿Cuál es el tamaño de la palabra del procesador del ordenador de tu casa, 32 o 64 bits?
- ★ ¿Puede ejecutar un procesador de 64 bits aplicaciones de 32 bits? ¿Y viceversa?

# Actividades

- En el aula virtual Tema 2 → Actividad 1





## 4. Memoria principal

- ★ Está compuesta por dos tipos de memoria:
- ★ **ROM (Read Only Memory):**
  - ★ Memoria de solo lectura
    - ★ No volátil
    - ★ Contiene el software básico (BIOS) para poder cargar el SS.OO desde los periféricos de E/S a la RAM.
    - ★ El SS.OO a su vez se encargará de cargar los programas y datos de usuario en la RAM desde la E/S.
- ★ **RAM (Random Access Memory):**
  - ★ Memoria de acceso aleatorio.
  - ★ Volátil
  - ★ Almacena tanto los programas (conjunto de instrucciones) como los datos que manejan estos programas **en ejecución.**





## 4. Memoria principal...

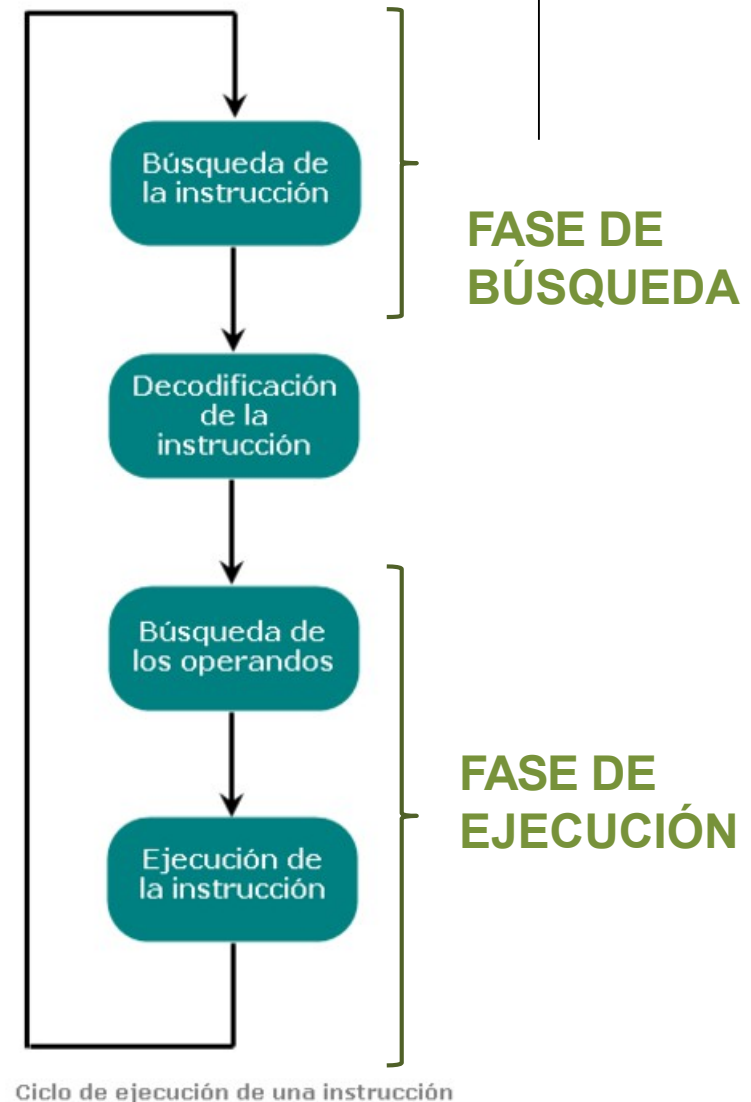
- ★ La memoria está compuesta de celdas, casillas, o posiciones de memoria de un determinado número de bits. Normalmente un byte. **Los bytes se agrupan en palabras.**
- ★ Cada celda de memoria tiene:
  - ★ **Una dirección:** número que identifica unívocamente a la casilla de memoria. Se utilizan direcciones para **palabras**
    - Si la 1ª dirección es la 0 y la palabra es 64 bits (8 bytes), la siguiente dirección de palabra es la 8.
  - ★ **Un contenido:** Instrucción o dato que se almacena en la celda en cada momento
- ★ Esta ligada a las unidades más rápidas del ordenador (UC y ALU)

# 5. Ejecución de una instrucción



## CICLO DE INSTRUCCIÓN

La ejecución de una instrucción siempre **conlleva realizar la misma secuencia de pasos** independientemente del repertorio de instrucciones específicos que posea el procesador y de los campos y modos de direccionamiento que se hayan definido. 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.





## 3.2. 1. Ejecución de una instrucción

### ★ Fase de búsqueda de la instrucción

- ★ El contador de programa que contiene la dirección de memoria donde está la instrucción, la deja en DM (RDM)
- ★ La UC da orden a la memoria de leer
- ★ La memoria deja la instrucción que se encuentra en la posición indicada en DM, en RI
- ★ La instrucción de carga en el RI (RIM)
- ★ El contador de programa se aumenta en 1 para apuntar a la siguiente dirección

### ★ Fase de ejecución

- ★ Se realizan las operaciones correspondiente al código de la instrucción almacenada en RI



# Actividad.

- En el aula virtual Tema 2: Ejercicio 2

## 6. Unidades de E/S



### ★ Unidades de Entrada (E):

- ★ Por donde se introducen en el ordenador datos e instrucciones.
- ★ Transforman señales de naturaleza eléctrica en binarias.
- ★ Un ordenador puede tener varias unidades E
  - ★ Ejemplo: teclado, ratón ..

### ★ Unidades de salida (S)

- ★ Dispositivo por el que se muestra los resultados obtenidos por el ordenador.
- ★ Transforma señales binarias en caracteres escritos o visualizados.
- ★ Un ordenador puede tener varias unidades de S
  - ★ Ejemplo: pantalla, impre

### ★ Unidades de entrada y salida

- ★ Ejemplos: discos, tarjeta





## Actividad

- Escribe 5 ejemplos de periféricos de Entrada, 5 ejemplos de periféricos de Salida y 5 ejemplos de periféricos de E/S.

# 7. Buses



- ★ Los **buses de comunicación** son las líneas eléctricas a través de las que se comunican las distintas partes de un ordenador.
- ★ Cada bus está formado por un conjunto de hilos y simplificando, podemos decir que por cada hilo circula un bit.
- ★ Definimos **ancho de bus**
  - ★ El nº de bits que puede transmitir simultáneamente (en paralelo) ese bus.
- ★ La **velocidad o frecuencia de bus**
  - ★ se mide en múltiplos de Hertzios (KHz, MHz, GHz)  $= (10^3 \text{ Hz}, 10^6 \text{ Hz}, 10^9 \text{ Hz})$ 
    - ★ Por ejemplo, un bus que trabaja a 1 GHz significa que puede realizar  $10^9$  transferencias de información por segundo.
- ★ El **ancho de banda de un bus**
  - ★ la cantidad de información que puede transmitir por unidad de tiempo. Y viene dado por la siguiente fórmula:
    - ★ **Ancho de Banda del bus = Velocidad del bus X Ancho del bus**



## 7. Buses

- Vamos a calcular el ancho de banda de un bus con una velocidad de 8,3 MHz y un ancho de bus de 8 bits.

Ancho de Banda del bus = Velocidad del bus X Ancho del bus

$$\begin{aligned} AB &= 8,3 \text{ MHz} * 8 = 8.300.000 * 8 = 66.400.000 \text{ b/s} \\ &= 66.400.000 / 8 = 8.300.000 \text{ B/s} \\ &= 8.300.000 \text{ B/s} / 1024^2 = 7.91 \text{ MB/s} \end{aligned}$$





## Actividad

- Calcula el ancho de banda en GB/s de un bus con una velocidad de 1,5 GHz y un ancho de bus de 16 bits.



## 7.1. Tipos de buses

### ★ Bus de datos

- ★ Intercambia instrucciones y datos entre la CPU y el resto de componentes.
- ★ Lo lógico sería que el ancho del bus de datos sea igual al tamaño de los registros de datos de la CPU, pero no siempre es así.
- ★ Algunos ejemplos. En el procesador:
  - ★ **Intel 8088** los registros de datos y el bus interno de datos era de 16 bits, pero la CPU se comunicaba con la memoria por bus de datos de 8 bits. Para cargar un registro de datos hacían falta 2 lecturas de memoria.
  - ★ **Intel 80486** tanto los registros internos, como el bus de datos interno al procesador, como el bus de datos externo eran de 32 bits.
  - ★ **AMD 64**, los registros internos son de 64 bits, y el bus de datos externo es de 128 bits, pudiendo llenar 2 registros con un solo acceso de lectura a memoria.

### ★ Bus de control:

- ★ Lleva señales eléctricas para que la UC gobierne el resto de los elementos, y los demás elementos notifiquen sucesos a la UC.



## 7.1. Tipos de buses

### ★ Bus de direcciones

- ★ Transmite direcciones entre la CPU y el resto de componentes.
- ★ Funciona sincronizado con el de datos (a la misma frecuencia).
- ★ No tiene por que tener el mismo ancho de bus que el bus de datos
- ★ Su ancho de bus es igual al tamaño de los registros de la CPU.
- ★ El tamaño de la memoria que puede direccionar una CPU depende del ancho del bus de direcciones (o tamaño de los registros), y se calcula con la siguiente fórmula:

**Tamaño de memoria direccionable =  $2^{(\text{Ancho del bus de direcciones})}$  unidad mínima direccionable**

- ★ Algunos Ejemplos con unidad mínima direccionable el byte:
  - ★ Intel 8088: bus de direcciones de 20 bits.
    - Podía direccionar  $2^{20}$  bytes de memoria = 1MB
  - ★ Intel 80486: bus de direcciones de 32 bits.
    - Podía direccionar  $2^{32}$  bytes de memoria = 4GB
  - ★ AMD Athlon 64 bus de direcciones de 40 bits.
    - Podía direccionar  $2^{40}$  bytes de memoria = 1 TB



## Actividad

- Calcula el tamaño de memoria que puede direccionar un procesador cuya palabra es de 64 bits y con un bus de direcciones de 64bits. El tamaño de la celda de memoria es 1 byte.