
Arquitectura del ordenador

Jorge Juan Chico <jjchico@dte.us.es>, Julián Viejo Cortés <julian@dte.us.es>. 2012-2020
Departamento de Tecnología Electrónica
Universidad de Sevilla

Usted es libre de copiar, distribuir y comunicar públicamente la obra y de hacer obras derivadas siempre que se cite la fuente y se respeten las condiciones de la licencia Attribution-Share alike de Creative Commons.

Puede consultar el texto completo de la licencia en <http://creativecommons.org/licenses/by-sa/3.0/>

Objetivos

- Conocer la estructura básica de un ordenador
- Comprender cómo funcionan los principales componentes del ordenador
- Comprender la utilidad de los mecanismos de interrupciones y acceso directo a memoria como método para mejorar las prestaciones de las operaciones de entrada y salida

Contenidos

- Estructura básica del ordenador
- Unidades funcionales
- Interrupciones y métodos de entrada/salida
- Interconexión de componentes en un ordenador

Estructura básica del ordenador

Modelo de Von Neumann

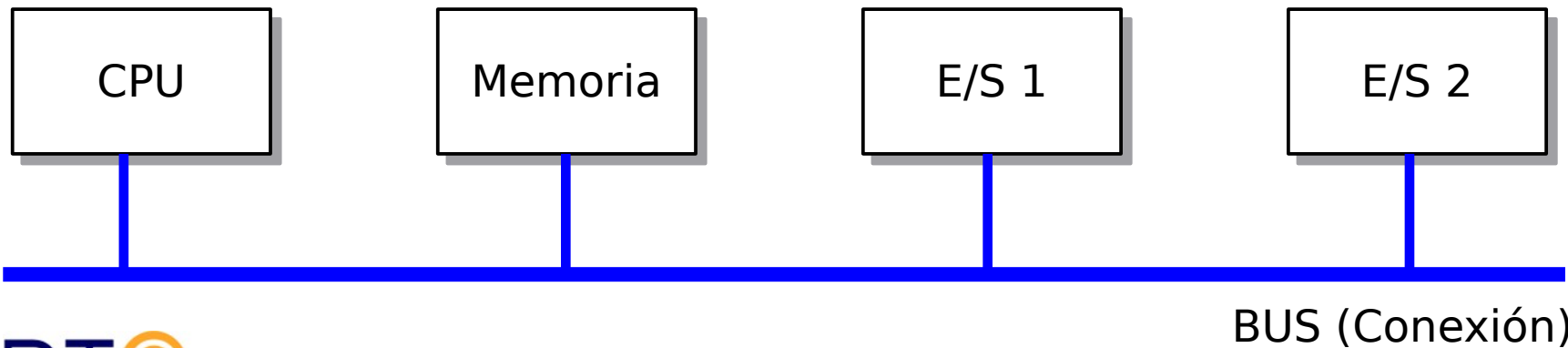
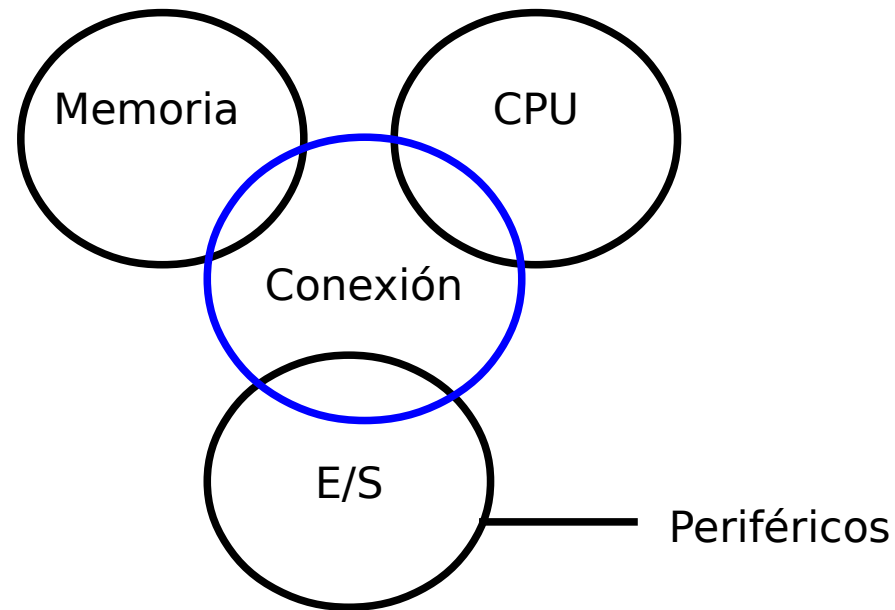
- Un ordenador consiste en una serie de componentes básicos capaces de realizar tareas simples: operaciones lógicas, operaciones aritméticas, movimiento de datos, etc.
- Cuando estos componentes se organizan para realizar una tarea determinada se dice que el ordenador está "programado" para esa tarea.
 - Programa cableado (hardwired): los primeros ordenadores se programaban conectando "físicamente" sus componentes en la forma requerida.
 - Programa almacenado (software): en la actualidad, la programación se realiza mediante el almacenamiento de instrucciones en una "memoria" siguiendo el modelo de Von Neumann.

Estructura básica del ordenador

Modelo de Von Neumann

- Principios básicos:
 - Los datos y las instrucciones se almacenan en una misma memoria de lectura y escritura.
 - Tanto los datos como las instrucciones se acceden de una misma forma (las instrucciones pueden ser tratadas como datos).
 - Las instrucciones se ejecutan secuencialmente salvo que se de una orden especial
- Ventajas
 - facilidad de programación, flexibilidad, código reutilizable.
- Inconvenientes
 - se dedica tiempo y recursos a la captación y ejecución de las instrucciones almacenadas en la memoria.

Estructura básica del ordenador



Estructura básica del ordenador

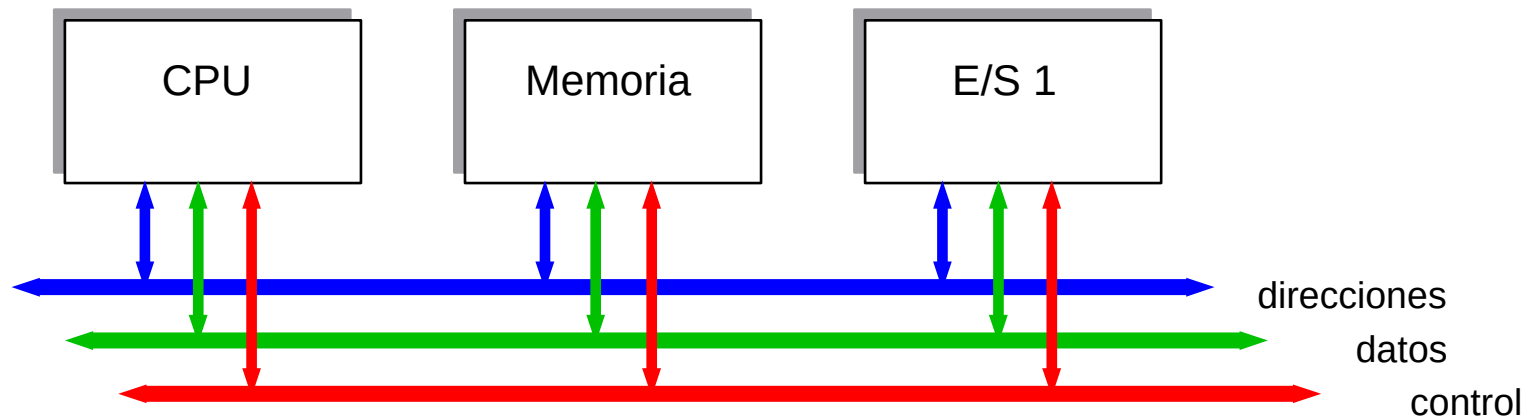
- CPU (Unidad central de proceso)
 - cerebro del ordenador, ejecuta instrucciones, realiza operaciones lógicas y aritméticas
- Memoria
 - almacena datos y programas
 - directamente accesible por la CPU
- Entrada/Salida (E/S)
 - comunica la CPU con dispositivos "externos" (periféricos): monitor, teclado, red, modem, discos, etc.
- Sistema de conexión
 - comunica la CPU con la memoria y los módulos de E/S

Contenidos

- Estructura básica del ordenador
- **Unidades funcionales**
 - **El bus**
 - **La memoria**
 - **Dispositivos de entrada/salida**
 - **La CPU.**
- Interrupciones y métodos de entrada/salida
- Interconexión de componentes en un ordenador

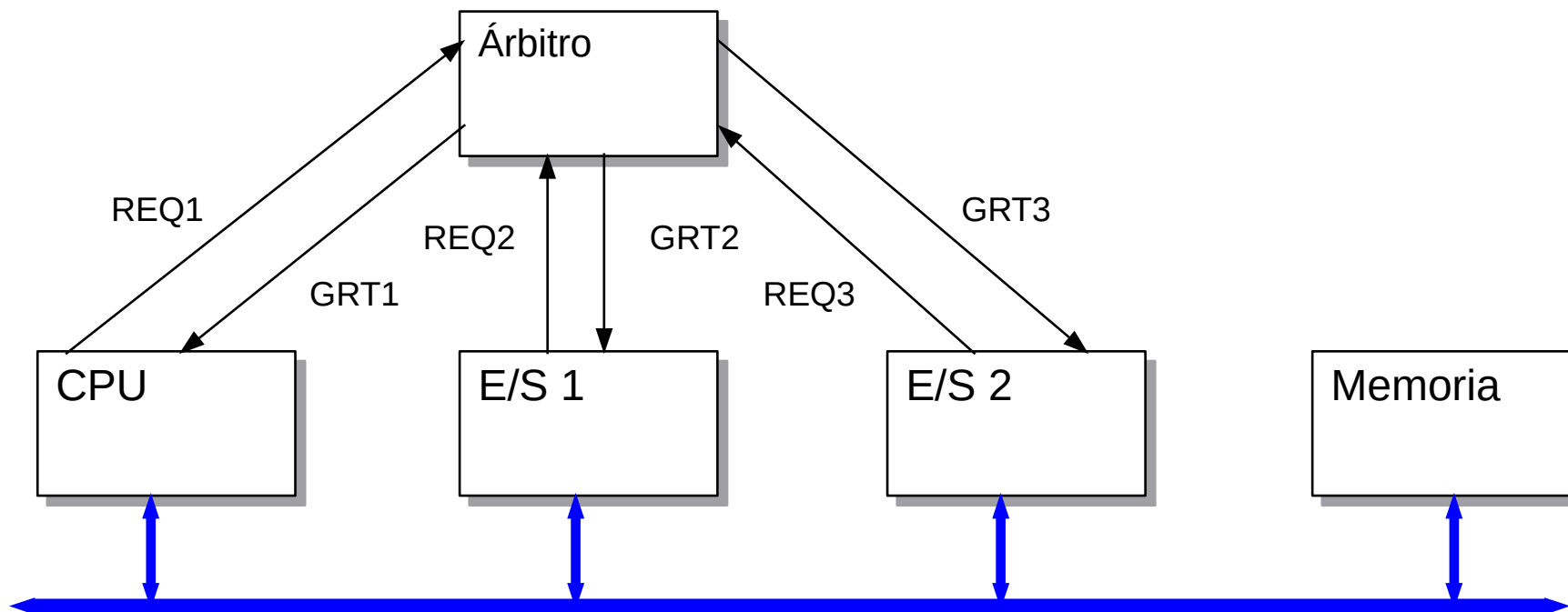
Unidades Funcionales. El Bus

- Conjunto de líneas eléctricas que permiten la comunicación entre los componentes del ordenador.
- Tipo de líneas:
 - Dirección (bus de direcciones -AB-): indican el origen o destino de los datos
 - Datos (bus de datos -DB-): contienen el dato a transferir
 - Control: determinan el tipo de operación a realizar



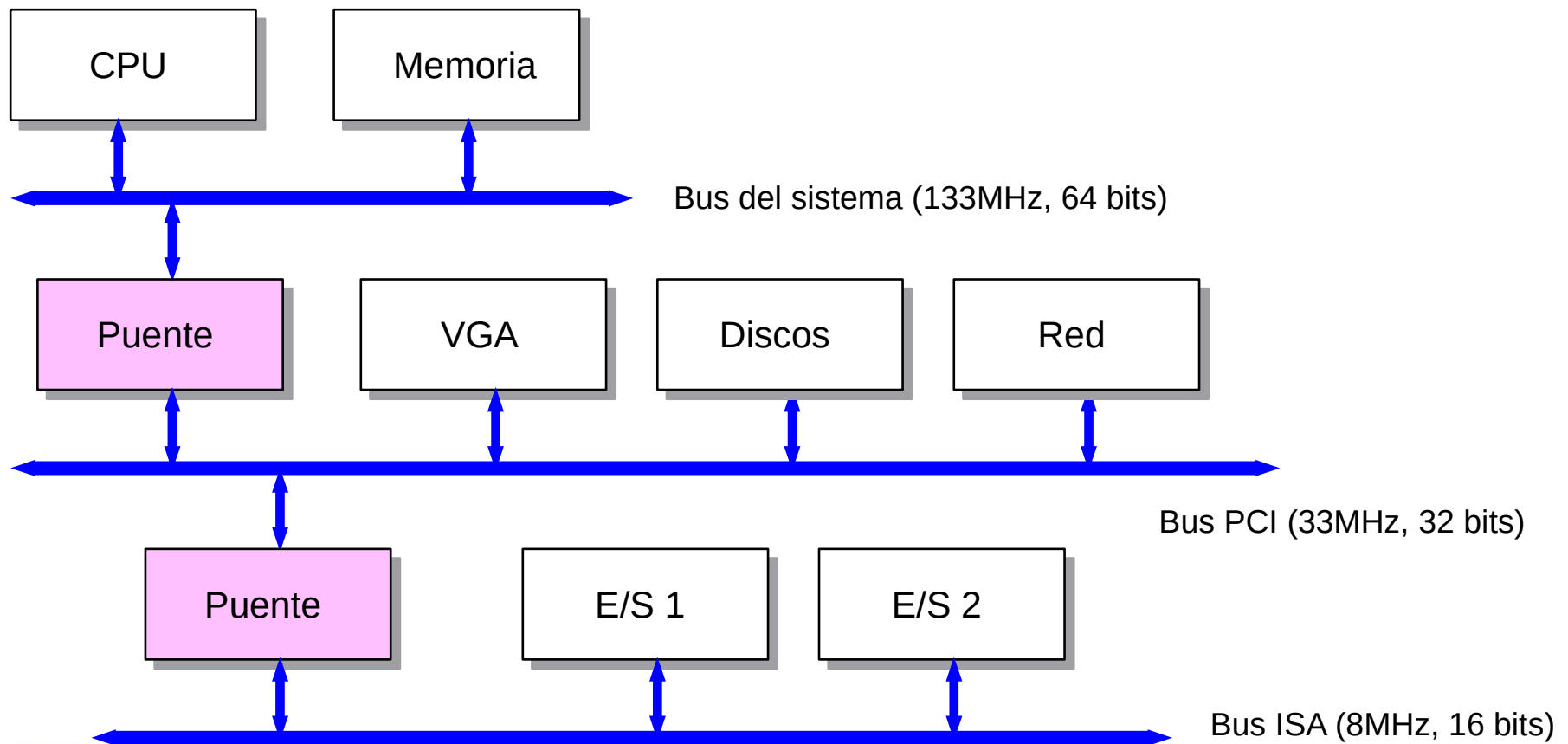
El bus. Arbitración

- Bus Master (maestro del bus): dispositivo que controla el bus en un momento determinado.
- Árbitro: dispositivo que concede el control del bus a los demás
 - REQ#: petición de uso del bus (request)
 - GR#: cesión del bus (grant)



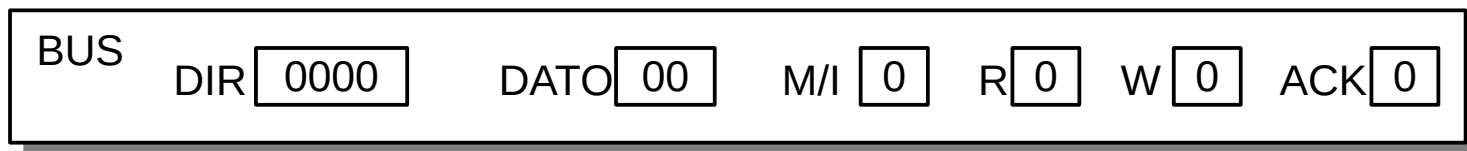
El bus. Jerarquía

- No hay un sólo bus que cubra todas las necesidades: velocidad, extensión, coste, compatibilidad, etc.
- Los puentes se encargan de que la estructura "lógica" siga siendo de bus único



Unidades Funcionales. El bus

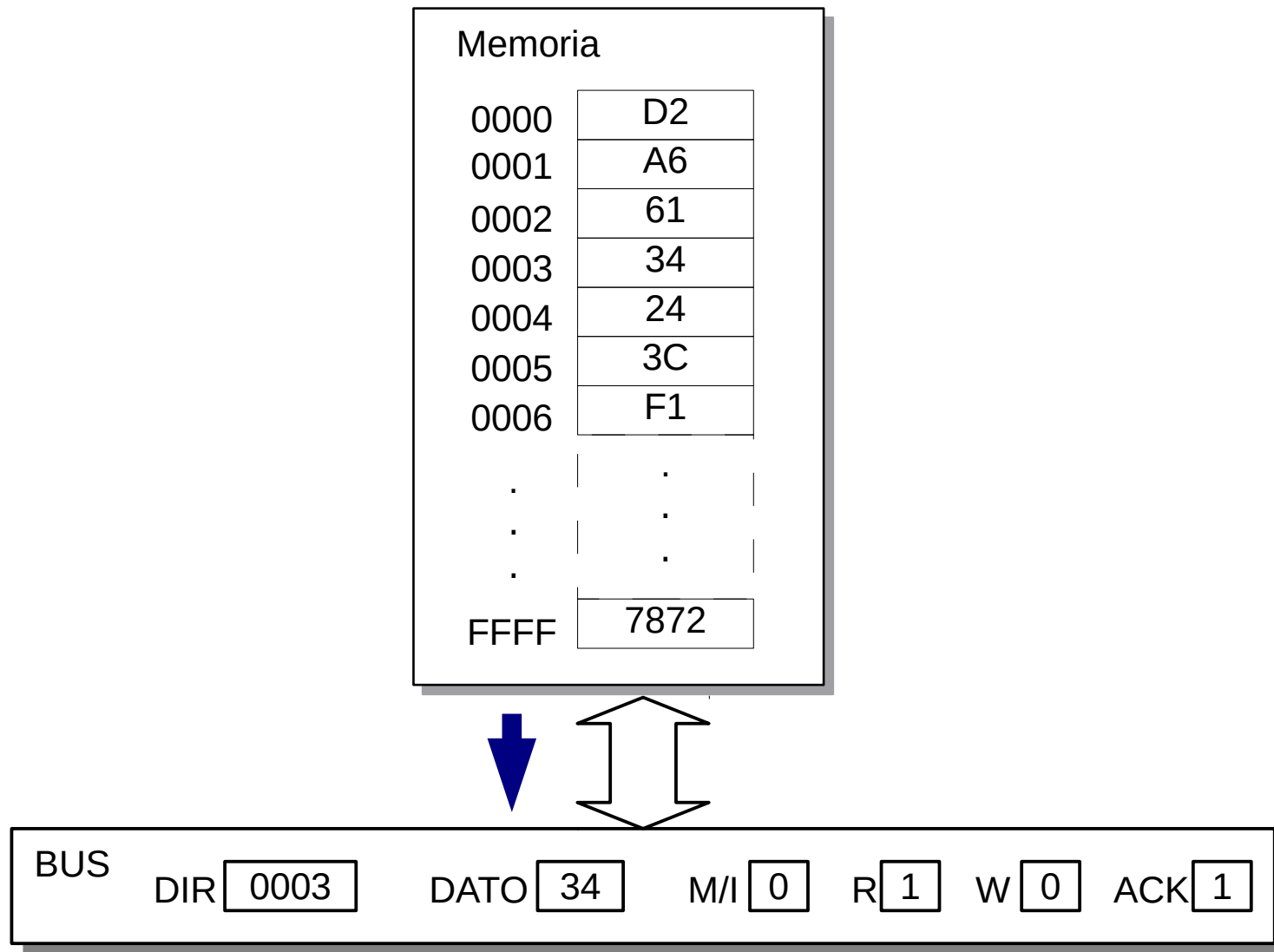
- Ejemplo de bus simple:
 - Direcciones: 16 bits (0 .. FF)
 - Datos: 8 bits
 - Control:
 - Memoria/ES (M/I):
 - Memoria=0, E/S=1
 - Lectura (R): activa=1
 - Escritura (W): activa=1
 - Transferencia reconocida (ACK): activa=1
 - Reloj: activo en "flanco de bajada"



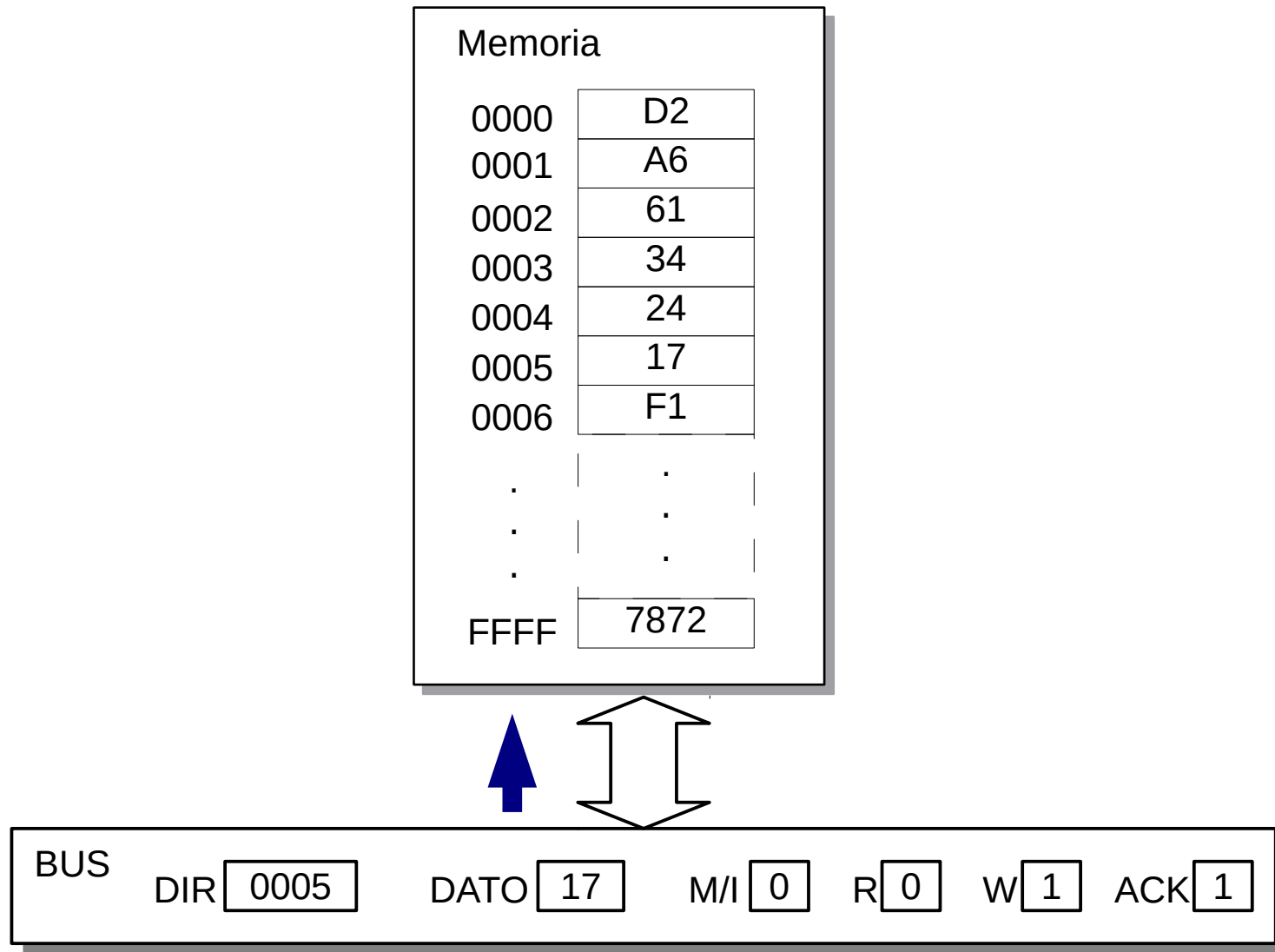
Unidades Funcionales. Memoria

- La memoria está compuesta por un conjunto de registros de una anchura determinada (p. ej. 8, 16 o 32 bits).
- Cada registro (o posición de memoria) se identifica con una dirección unívoca.
- Cada posición de memoria almacena un dato que puede ser leído o escrito.
 - al leer una posición de memoria, el dato no se modifica
 - al escribir en una posición de memoria el dato antiguo se borra
- La memoria se conecta con el exterior mediante:
 - líneas de dirección (A): identifican la posición de memoria a la que se quiere acceder.
 - líneas de datos (D): transmiten el dato a almacenar o el leído.
 - líneas de control: seleccionan una de las dos posibles operaciones: lectura (R) o escritura (W).

Memoria. Lectura

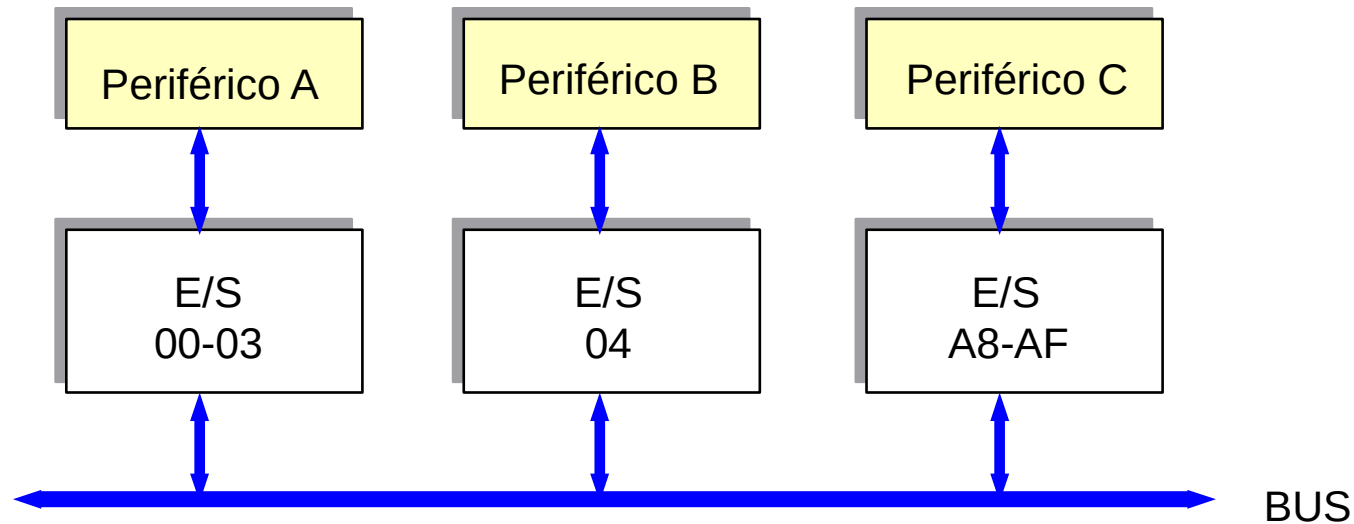


Memoria. Escritura

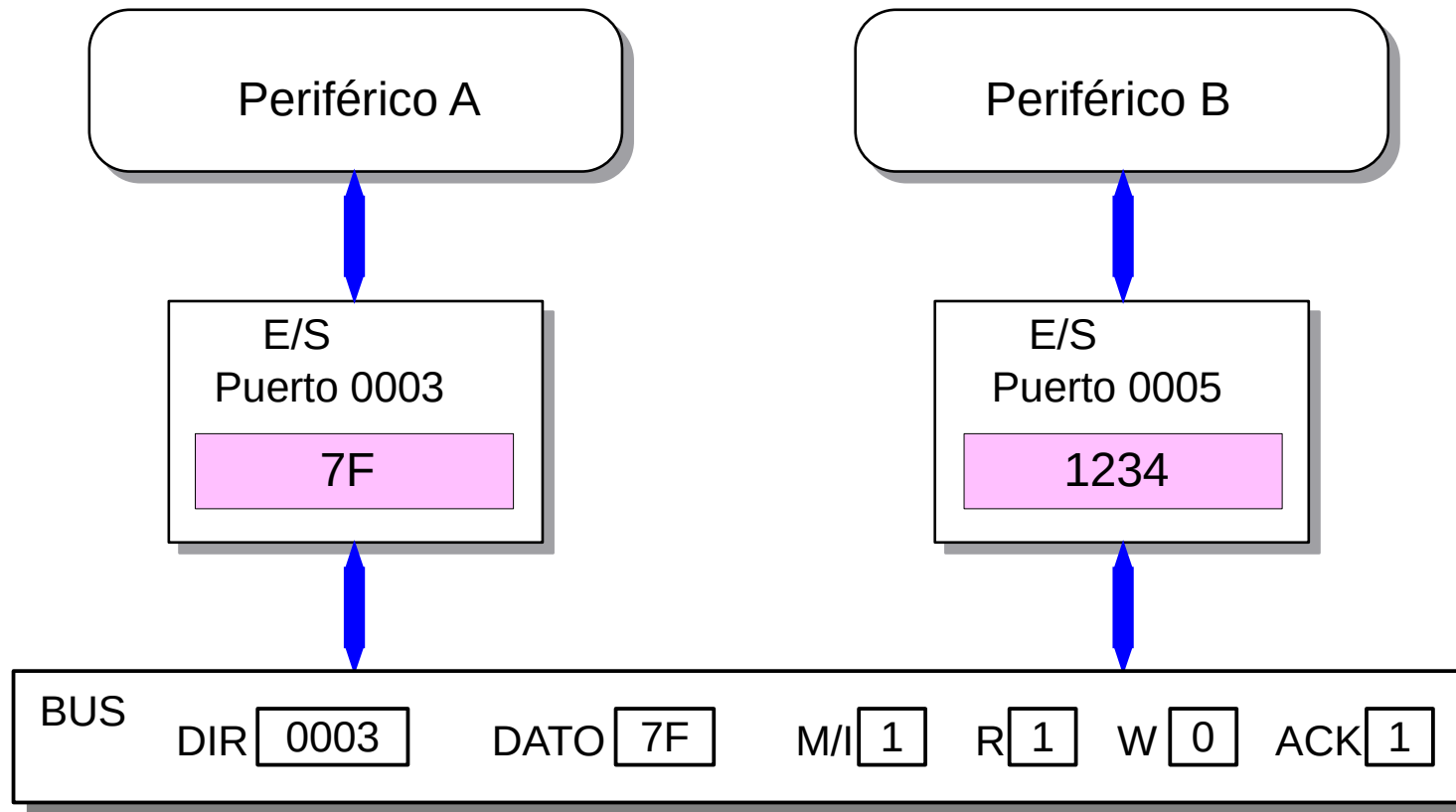


Entrada/Salida. Funcionamiento básico

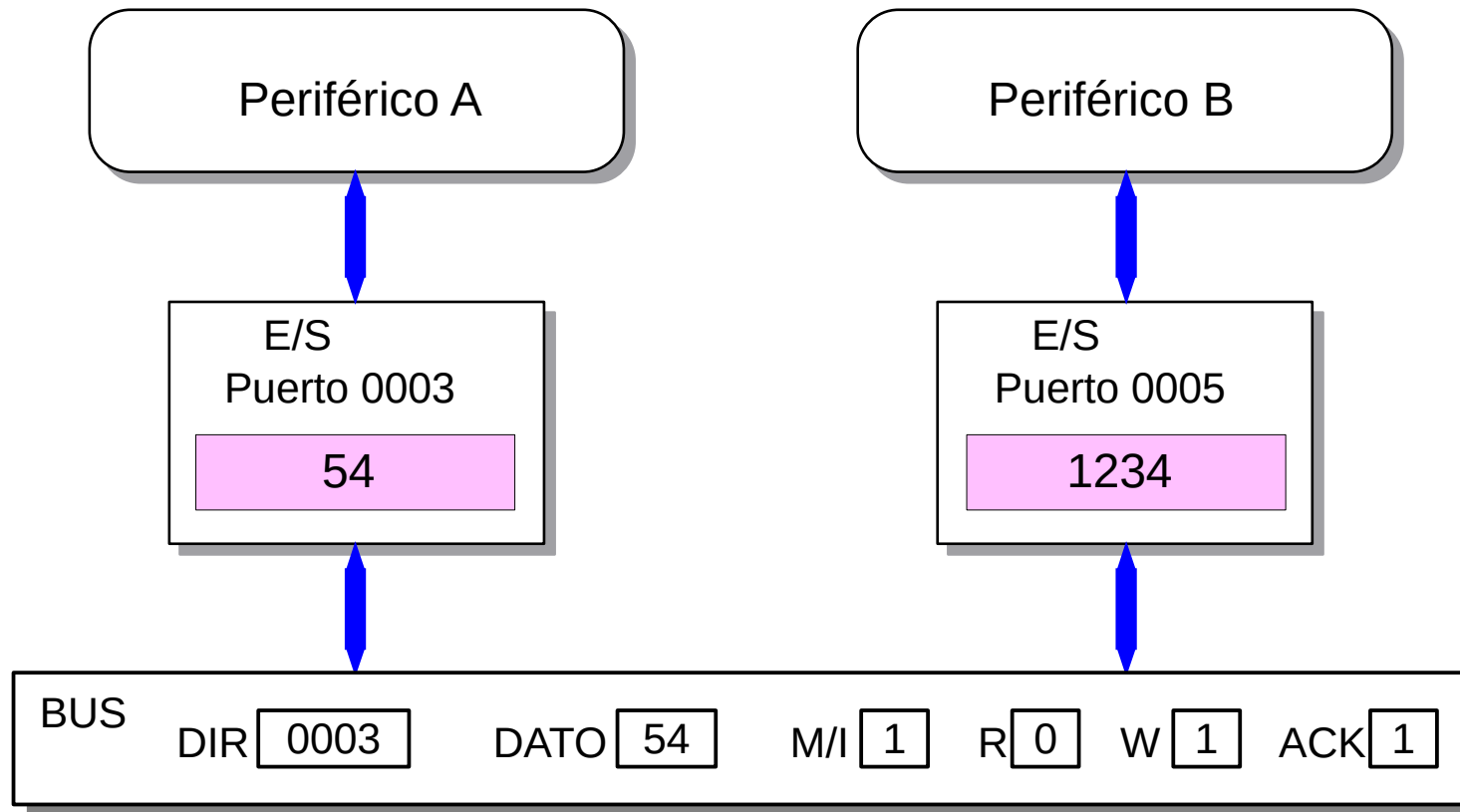
- Análogo a la memoria
- Activada cuando la operación en el bus es de entrada/salida
- Cada dispositivo responde a una o varias direcciones
- Los dispositivos no direccionados permanecen inactivos



Entrada/Salida. Lectura

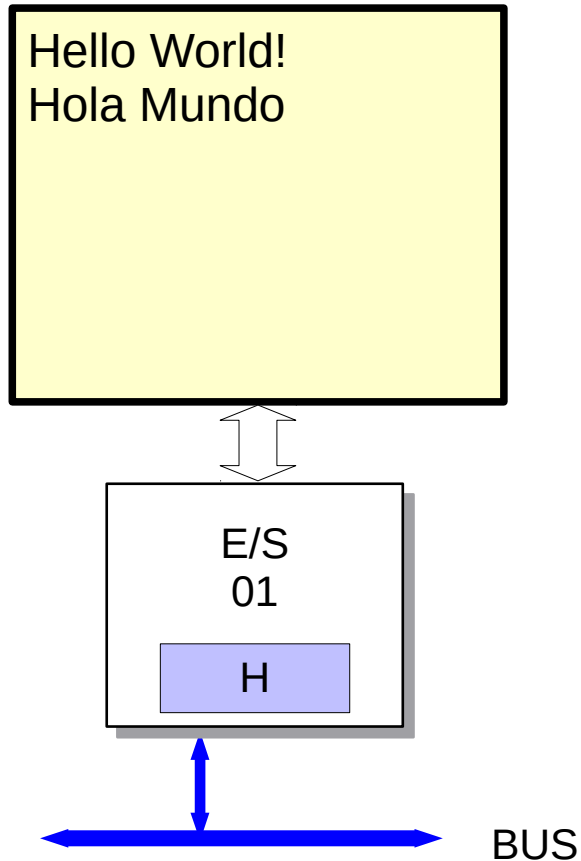


Entrada/Salida. Escritura



Entrada/Salida

Ejemplo: terminal de texto

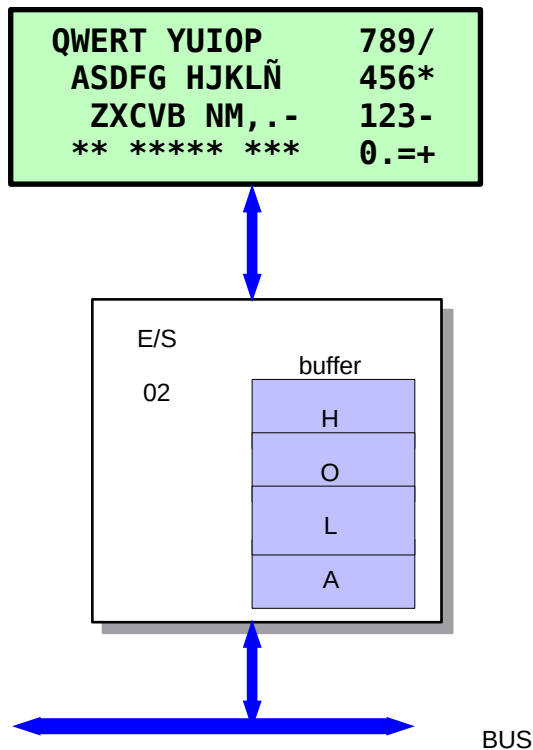


- Dispositivo sólo de salida
- Puerto de E/S (dirección): 01
- Recibe datos de 8 bits e imprime en la pantalla el símbolo correspondiente según la codificación Latin-1 (ISO-8859-1)
- Dispone de un registro interno para almacenamiento temporal.

Entrada/Salida

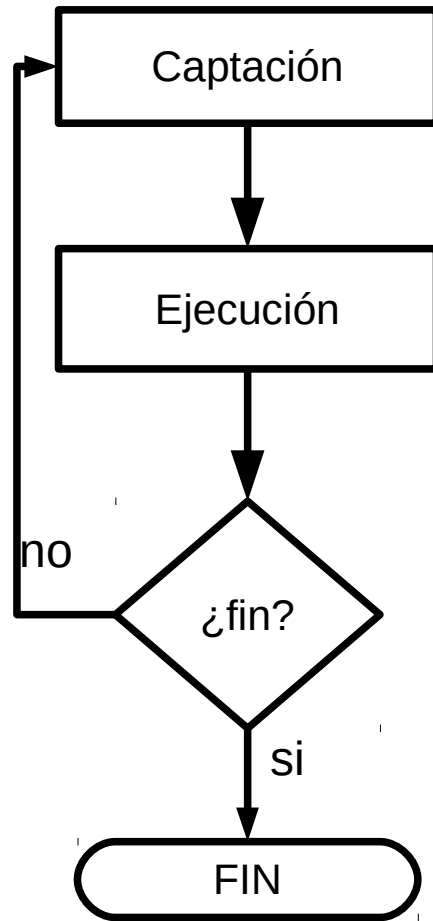
Ejemplo: teclado

- Dispositivo sólo de entrada
- Puerto de E/S (dirección): 02
- Envía datos de 8 bits correspondientes a símbolos de la codificación Latin-1 (ISO-8859-1)
- Dispone de un buffer interno para almacenar 4 símbolos
- Emite un sonido cuando se pulsa una tecla y el buffer está lleno



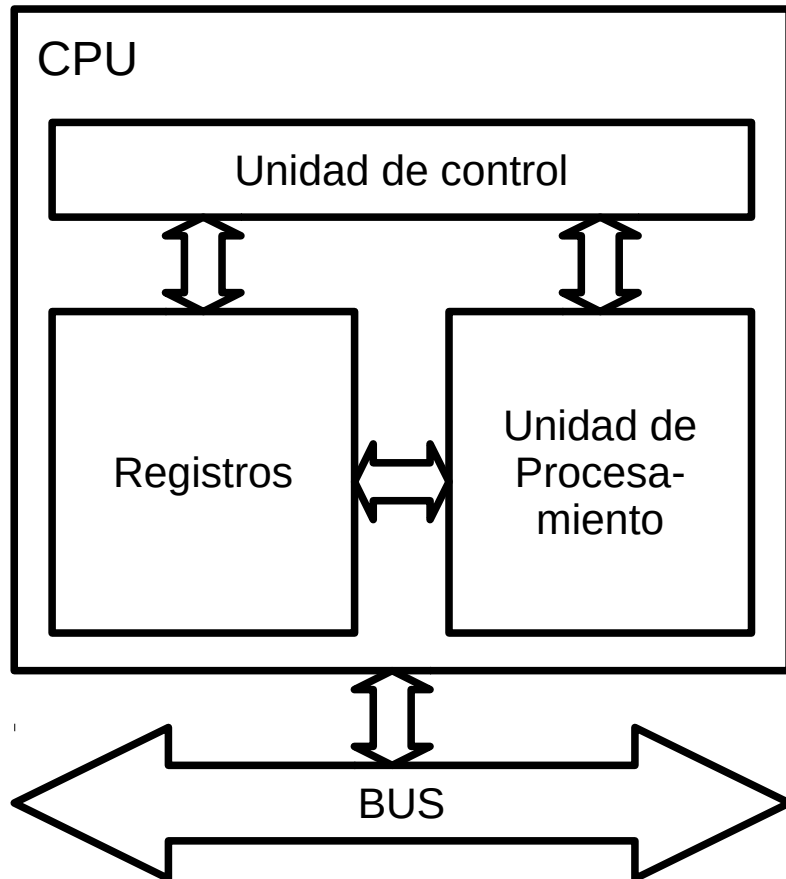
CPU

Ciclo de instrucción



- La tarea de la CPU es ejecutar intrucciones almacenadas en la memoria.
- Para ello repite incesantemente el "ciclo de instrucción"
- Para realizar la ejecución, la CPU cuenta con:
 - Unidades de procesamiento
 - Registros internos
 - Unidad de control

CPU. Estructura básica



- Unidades de procesamiento: operaciones lógicas, aritméticas, punto flotante, etc.
- Registros internos: almacenamiento temporal de operandos y resultados
- Unidad de control: gestiona todo el proceso de captación y ejecución de instrucciones

CPU de ejemplo

Registros

CPU	
PC	D2
IR	A6
A	34
B	24
C	3C
D	F1
Z	1
OV	0

- PC (8 bits): contador de programa (Program Counter). Almacena la dirección de la próxima instrucción a ejecutar.
- IR (16 bits): registro de instrucción (Instruction Register). Almacena el código de la próxima instrucción a ejecutar.
- A,B,C y D (16 bits): registros de propósito general.
- Registro de estado:
 - Z (1 bit): bandera de cero. Se pone a 1 cuando el resultado de una operación lógica o aritmética es 0.
 - OV (1 bit): bandera de overflow. Se pone a 1 cuando hay desbordamiento en un operación aritmética.

CPU

Instrucciones

- Lenguaje (código) máquina: código binario de las instrucciones que ejecuta la CPU
- Lenguaje ensamblador: representación del lenguaje máquina mediante palabras clave fáciles de entender para el programador

```
MOV A, 5  
ADD A, 6  
MOV A, 7
```

```
0011001011000101  
1101001010000110  
0011001011000111
```


CPU. Instrucciones

Ejemplo

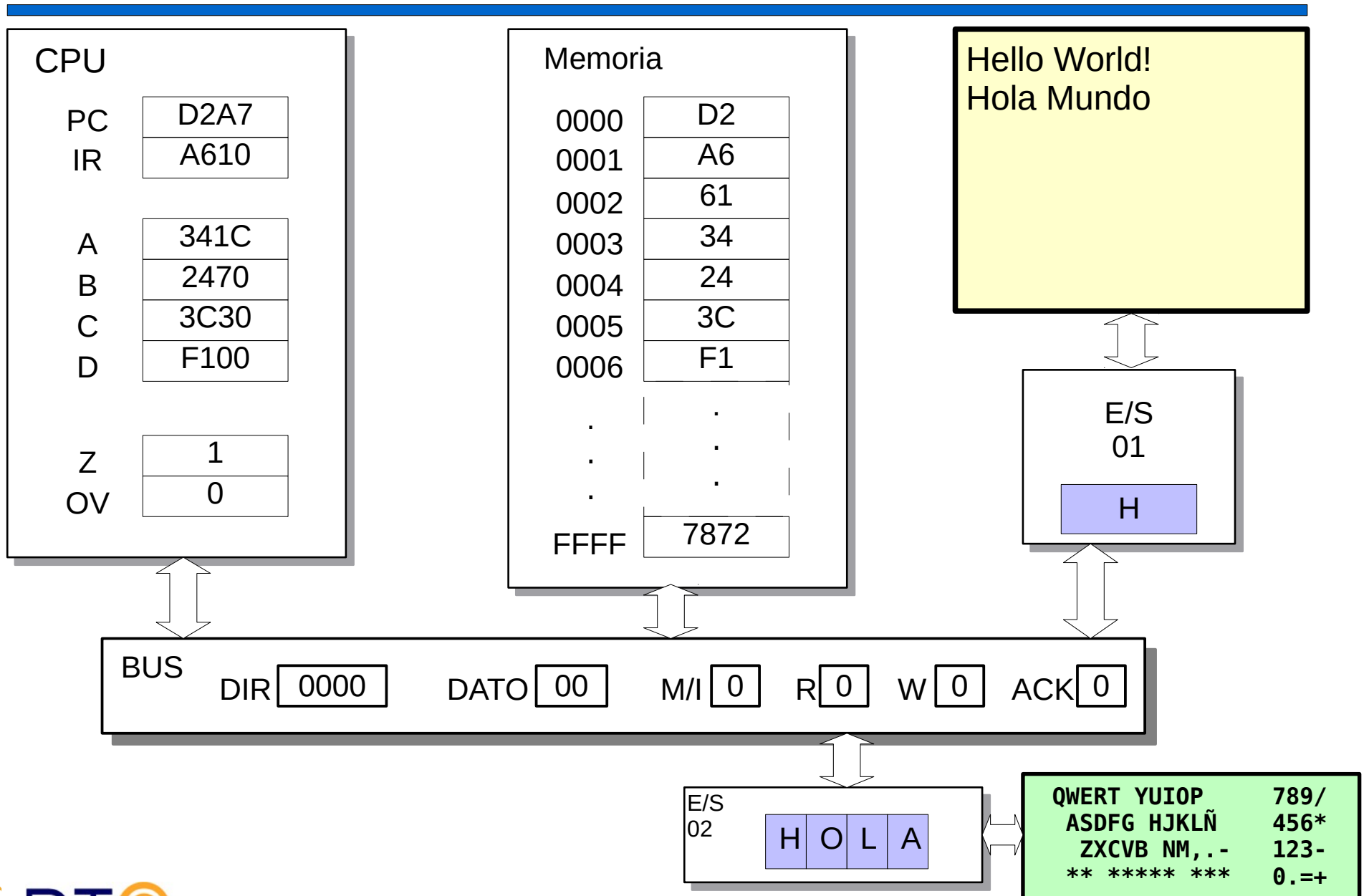
```
; ejemplo introductorio; suma los números de una lista
SECTION .data          ; comienzo del segmento de datos
global x
x:
    dd    1
    dd    5
    dd    2
    dd    18

sum:
    dd    0

SECTION .text          ; comienzo del segmento de código

    mov   eax,4        ; EAX servirá de contador para el
                        ; número de datos que quedan por sumar
    mov   ebx,0        ; EBX almacenará la suma
    mov   ecx,x        ; ECX apunta al siguiente elemento
                        ; a sumar
top:   add   ebx,[ecx]
    add   ecx,4        ; mueve el puntero al siguiente elemento
    dec   eax         ; decrementa el contador
    jnz  top          ; si el contador no es 0, repetir
done:  mov   [sum],ebx ; hecho, almacena el resultado en [sum]
```

Computador simple



Contenidos

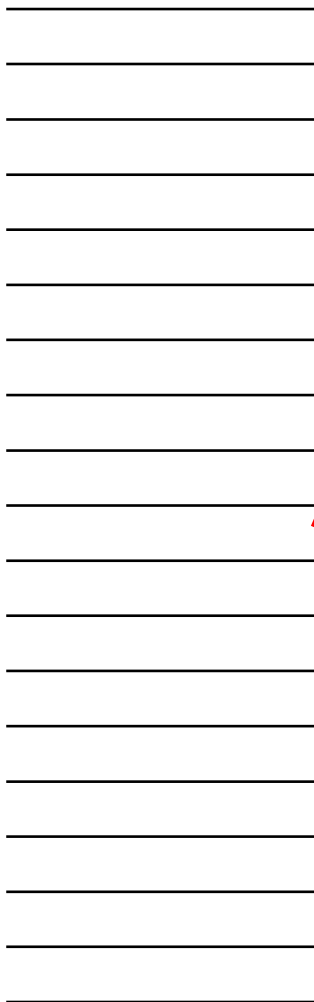
- Estructura básica del ordenador
- Unidades funcionales
- **Interrupciones y métodos de entrada/salida**
- Interconexión de componentes en un ordenador

Interrupciones

- En muchas ocasiones es necesario "avisar" a la CPU de un acontecimiento:
 - llegada de un paquete de red
 - presión de una tecla
 - avisos periódicos: actualizar un reloj, multitarea, etc.
- Esto se consigue mediante el mecanismo de "Interrupciones".
- Al recibir una interrupción (activación de la señal de interrupción), la CPU:
 - Deja de ejecutar el programa actual
 - Salta a un programa de servicio a la interrupción
 - Vuelve a ejecutar el primer programa donde lo había dejado.

Interrupciones

Programa principal



Gestor de interrupción



RETORNO

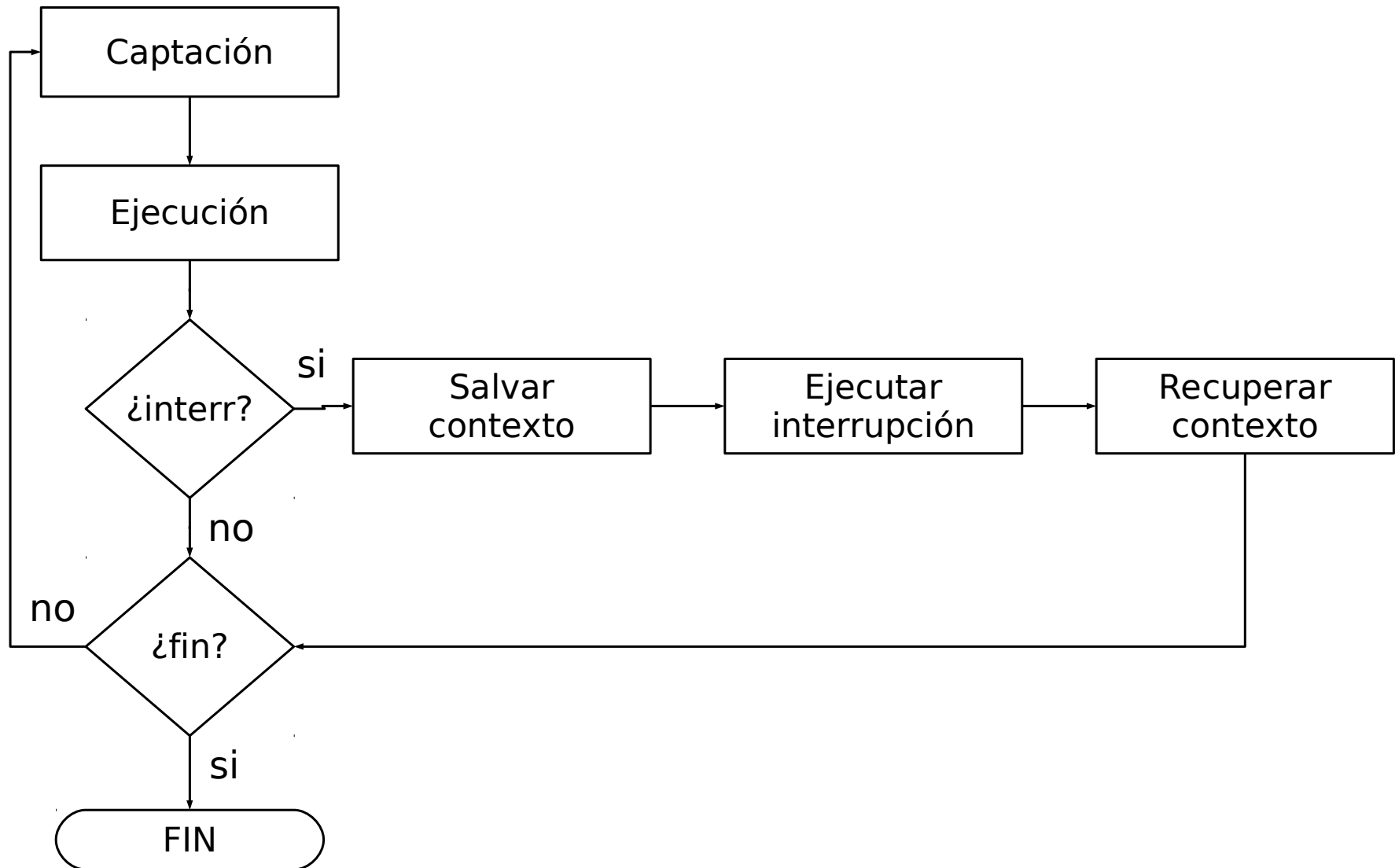
Durante la ejecución de una instrucción, se activa una línea de interrupción (*)

La CPU guarda la información necesaria sobre el programa principal (contexto) y salta al "gestor de interrupción".

El gestor de interrupción hace las operaciones necesarias para atender la interrupción.

Una instrucción de "retorno de interrupción" devuelve el control al programa principal y continúa la ejecución.

Interrupciones. Ciclo de instrucción



Métodos de entrada/salida

- Entrada/salida programada
 - se realiza al ejecutar una instrucción de E/S
 - la CPU permanece bloqueada mientras se completa la operación de entrada/salida
- Entrada/salida mediante interrupciones
 - emplea interrupciones para evitar tiempos de espera de la CPU
- Acceso directo a memoria (DMA)
 - el módulo de E/S transfiere datos directamente a la memoria mediante múltiples operaciones, sin intervención de la CPU

Métodos de entrada/salida

E/S programada

- La operación se realiza al encontrar una instrucción de E/S en el programa (E/S programada)
- La CPU permanece bloqueada mientras se completa la operación de entrada salida
- Esto es un problema en operaciones con dispositivos más lentos que la CPU, que son la mayoría.

Métodos de entrada/salida E/S mediante interrupciones

- Evita los estados de bloqueo de la CPU en las operaciones de E/S
- Procedimiento:
 - La CPU inicia una operación de E/S sobre un módulo
 - Mientras el módulo procesa la operación, la CPU pasa a ejecutar otra tarea (proceso) que esté pendiente de ejecución.
 - Cuando el módulo completa la operación de E/S, activa una señal de interrupción.
 - La CPU recibe la señal de interrupción y finaliza la operación de E/S.

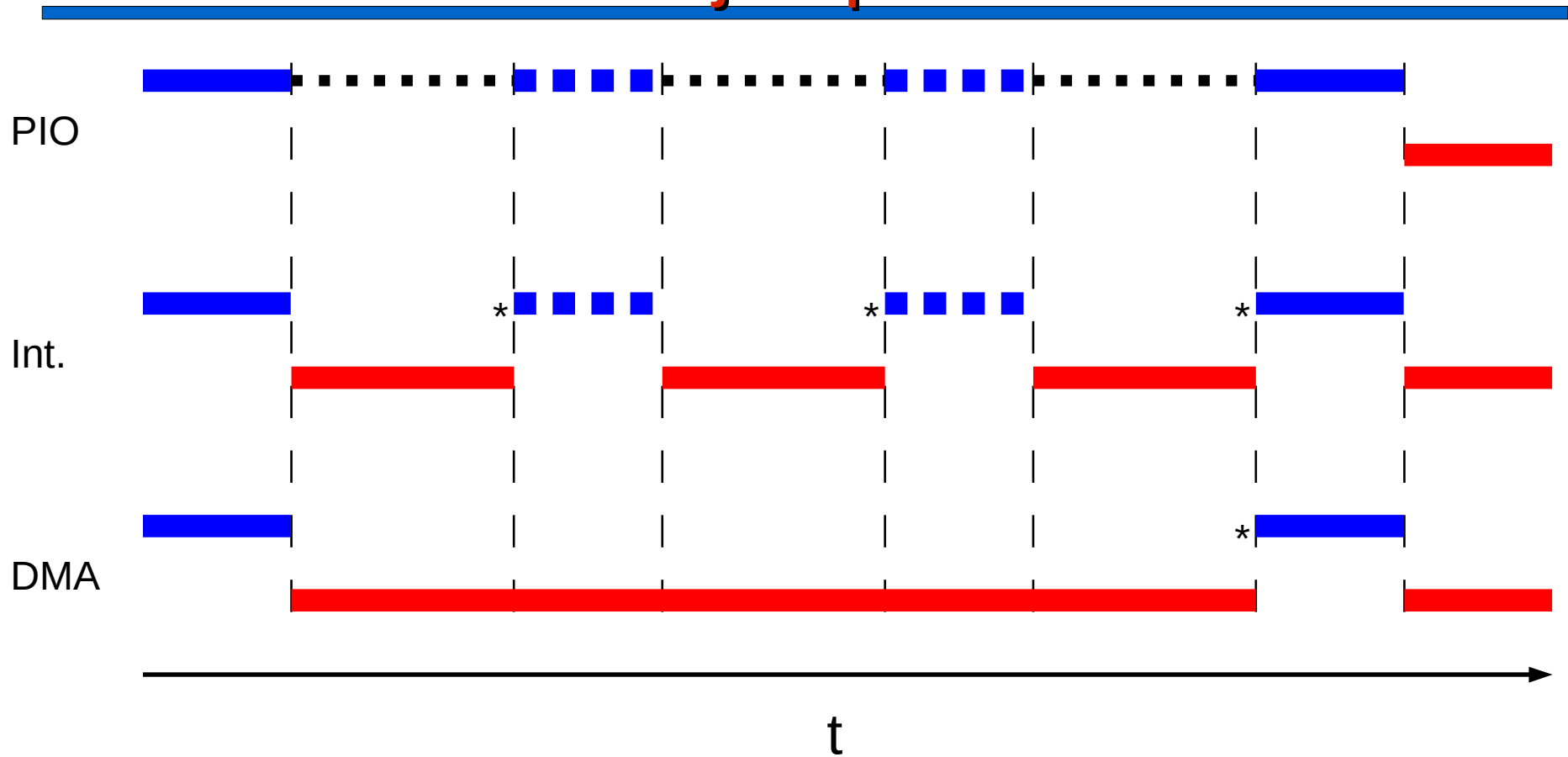
Métodos de entrada/salida

Acceso Directo a Memoria (DMA)

- Libera a la CPU de toda transferencia de datos, la cual es realizada directamente por el módulo de E/S hacia o desde la memoria.
- Procedimiento:
 - La CPU inicia la operación indicando al módulo de entrada salida los parámetros de la transferencia, entre otros:
 - dirección de memoria inicial
 - número de bytes a transferir
 - El módulo realiza la operación haciendo todas las transferencias que sean necesarias de forma directa, tomando el control del BUS. La CPU pasa a ejecutar otra tarea (proceso) que esté pendiente de ejecución.
 - Cuando el módulo ha transferido todo el bloque de datos, activa una señal de interrupción.
 - La CPU recibe la señal de interrupción y finaliza la operación de E/S.

Métodos de entrada/salida

Ejemplo



Proceso A



Proceso B



Proceso A durante E/S



CPU bloqueada

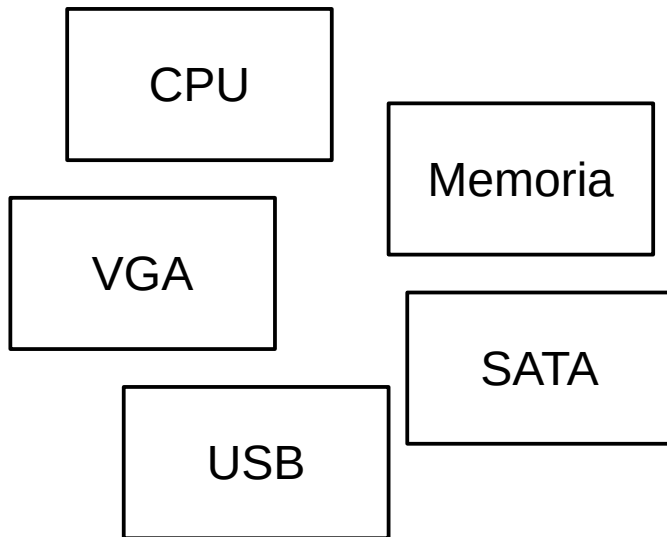


Interrupción

Contenidos

- Estructura básica del ordenador
- Unidades funcionales
- Interrupciones y métodos de entrada/salida
- **Interconexión de componentes en un ordenador**

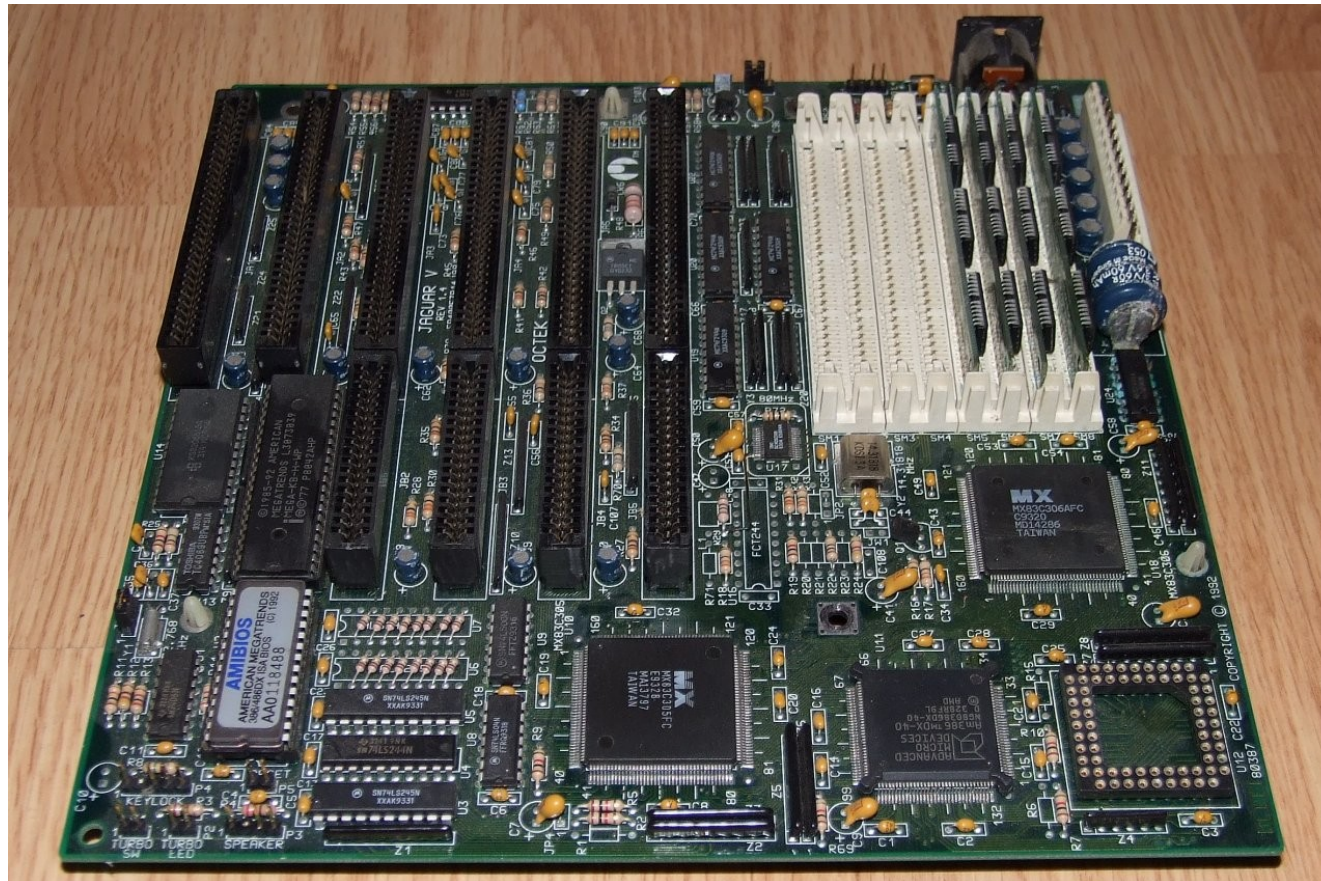
Interconexión de componentes



- Placa base
 - Tarjeta de circuito impreso sobre la que se conectan los componentes del ordenador.
- Chipset
 - Conjunto de chips con la electrónica de interconexión y funciones auxiliares del ordenador.
- Tarjetas de expansión
 - Tarjetas de circuito que añaden funcionalidad extra al ordenador.

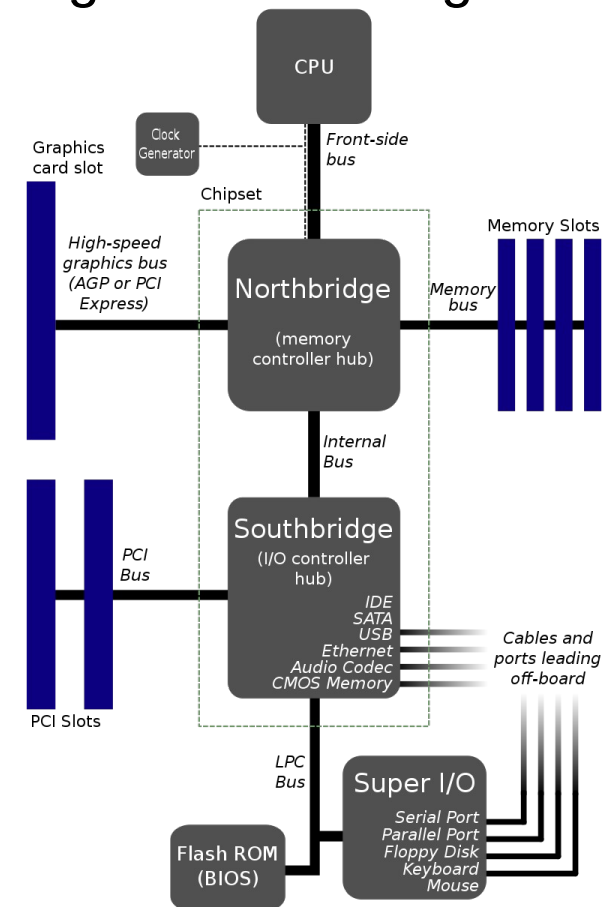
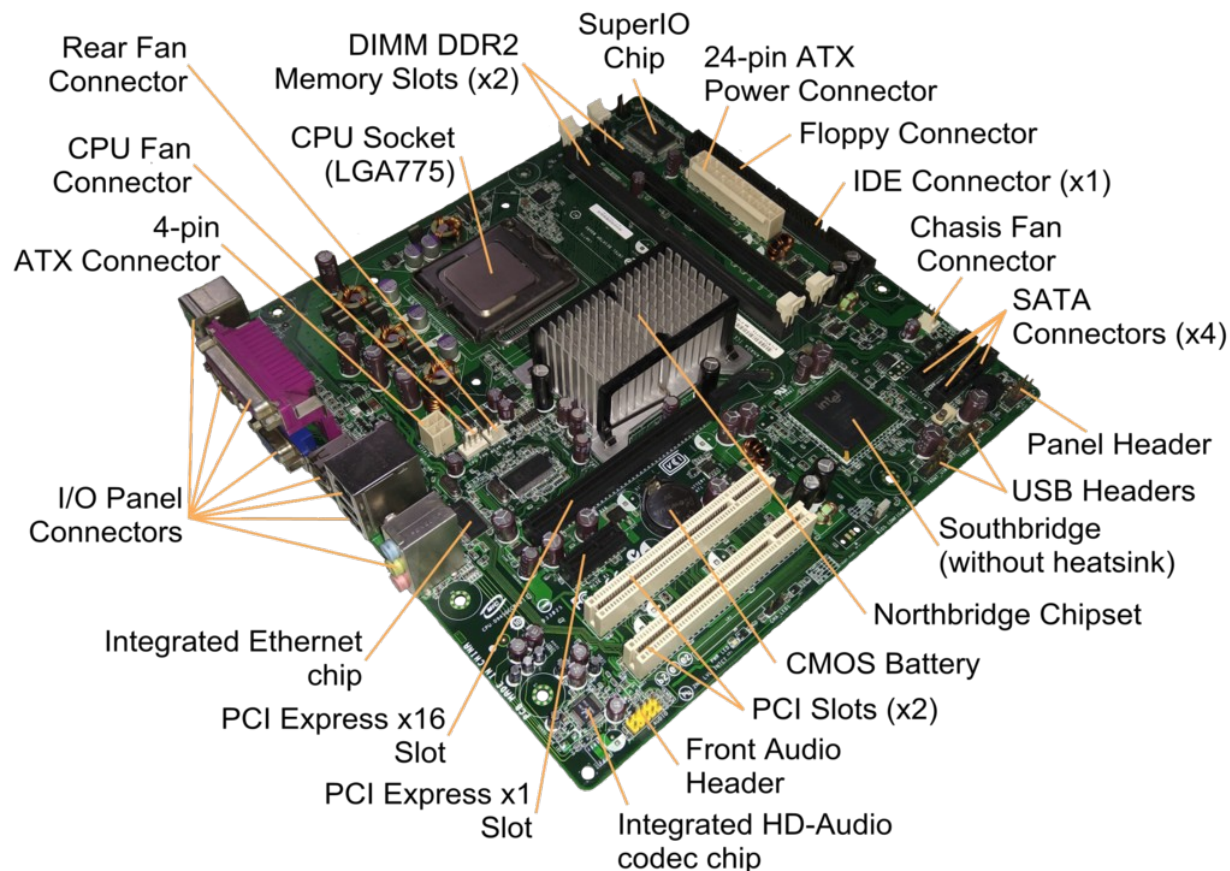
Interconexión: antes

- Placas base con funcionalidad reducida.
- La mayoría de los periféricos se conectaban mediante tarjetas de expansión



Interconexión: luego

- Periféricos más habituales incluidos en la placa base (menos ranuras de expansión).
- Chipset reducido a 2 chips principales: northbridge + southbridge



Interconexión: ahora

- Varios periférico e interconexión incluidos en la CPU:
 - Controlador de memoria.
 - Puente con buses de alta velocidad (PCI Express).
 - Controlador gráfico (según modelo).
- Chipset reducido a un solo chip:
 - Periféricos de baja velocidad: SATA, PCI, USB, etc.
- Ejemplo:
 - Gigabyte B450M DS3H
 - Para procesadores AMD Ryzen
 - Chipset: AMD B450M