

Centro Asociado Palma de Mallorca

**Arquitectura
de
Ordenadores**

Tutor: Antonio Rivero Cuesta

Unidad

Didáctica 2

Estructura de un Computador

Tema

4

Estructura Básica de un Computador

Introducción

La estructura básica de un computador consta de tres unidades:

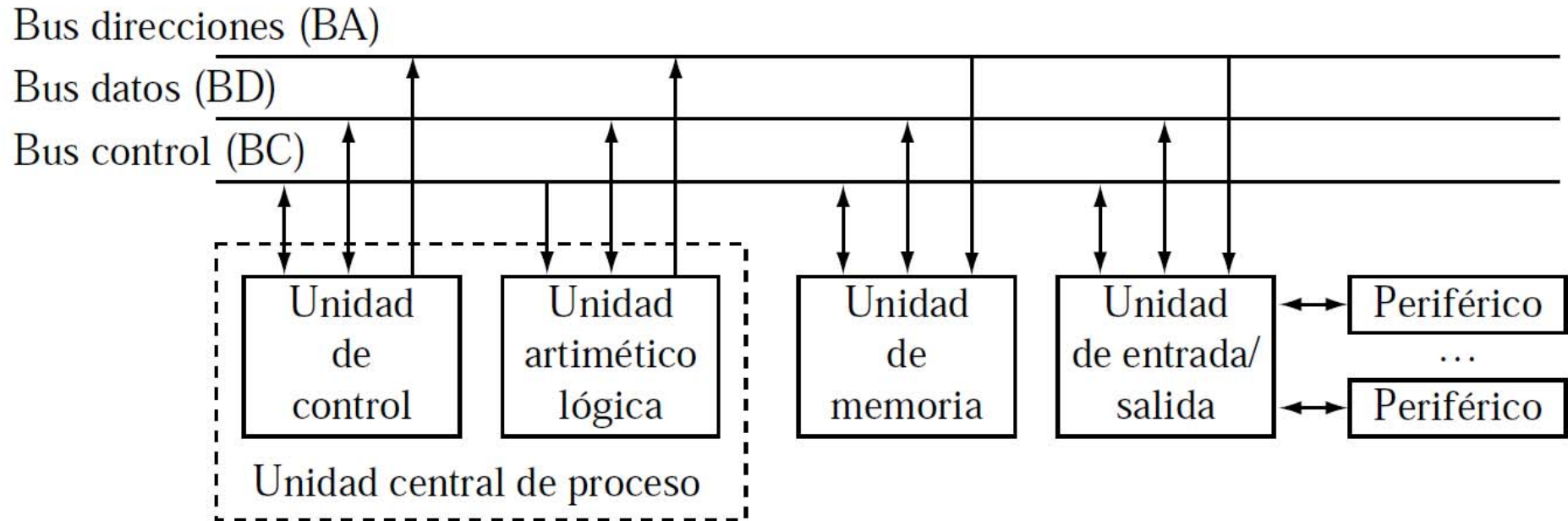
- CPU.
- La memoria principal.
- La unidad de entrada/salida.

La forma de conexión de estos bloques podría obedecer a distintas filosofías, pero es práctica absolutamente aceptada la solución denominada «estructura de buses».

Estas tres unidades y los buses se muestran en la Figura 6.1, junto con los periféricos.

Esta organización de las partes funcionales se denomina arquitectura del computador.

Estructura funcional de un computador



El funcionamiento del sistema es el siguiente:

La CPU ejecuta una serie de instrucciones u órdenes elementales llamadas instrucciones máquina que deben estar almacenadas en la memoria principal para poder ser leídas y ejecutadas.

Estas instrucciones básicamente consisten en transferir datos entre los distintos elementos que constituyen el computador o realizar operaciones aritmético-lógicas con ellos.

La CPU está constituida por dos unidades funcionales:

- La unidad de control UC.
- La unidad aritmética-lógica ALU.

La ALU

Está constituida básicamente por un operador aritmético-lógico y registros.

Permite efectuar tanto operaciones lógicas como aritméticas sobre operandos que provienen de la memoria principal y que pueden estar almacenados de forma temporal en algunos registros de la propia unidad aritmética.

La Unidad de Control

Se encarga de leer una tras otra, las instrucciones de máquina almacenadas en la memoria principal.

Generar las señales de control necesarias para controlar y coordinar el resto de las unidades funcionales del computador con el fin de ejecutar las instrucciones leídas.

Estas señales de control la UC las genera en sincronismo con los pulsos de una señal de reloj que necesita como circuito secuencial síncrono que es.

Memoria Principal

Además de las instrucciones máquina, se almacenan los datos con los que deben operar las instrucciones y los resultados parciales o definitivos, que se originan de la ejecución de las mismas.

Unidad de Entrada/Salida

Proporciona un camino de comunicación entre la CPU y el mundo exterior, condensado en los denominados periféricos.

Como periféricos de entrada podemos citar el teclado utilizado para introducir datos alfa numéricos.

Como periféricos de salida podemos citar una pantalla o una impresora, que pueden presentar datos alfa numéricos o gráficos.

También podemos citar como periféricos los discos y disquetes magnéticos, y los discos ópticos, utilizados todos ellos para almacenar información.

Buses

Es el medio por el cual se comunican e intercambian información la CPU, memoria y unidades de E/S.

Físicamente es un conjunto de conductores, por los que se envían en forma paralela específicas señales eléctricas.

Existen tres tipos de buses:

- De datos, por el que se intercambian datos entre los elementos anteriores.
- De direcciones, por el que generalmente la CPU envía direcciones que identifican determinadas posiciones de la memoria o de las unidades de E/S.
- De control, por el que la unidad de control envía y recibe señales de índole muy diversa.

Reloj

Es un oscilador de frecuencia fija que proporciona a la CPU, la señal de reloj.

La frecuencia de la señal de reloj define la velocidad de ejecución de las instrucciones en el computador y está restringida por la velocidad operativa de los circuitos semiconductores que lo integran.

Programa en Lenguaje Máquina

Es el conjunto de instrucciones máquina almacenadas en memoria que ejecuta la CPU recibe el nombre de.

Toda CPU es capaz de ejecutar una colección de instrucciones máquina que conforma lo que se denomina juego de instrucciones o lenguaje máquina de esa CPU.

Cada CPU o familia de CPUs tienen un lenguaje máquina propio y diferenciado del que pueda tener otra familia de CPUs.

El número de instrucciones que constituyen su lenguaje máquina, la complejidad de las operaciones que efectúan y la velocidad con que las ejecute, determinan la potencia y la flexibilidad de esa CPU.

El juego de instrucciones de la CPU es la herramienta que proporciona esa CPU para confeccionar el programa.

Para que el computador pueda realizar una función determinada, es necesario que previamente se realice la descomposición de esa función en un conjunto de instrucciones de máquina escogidas de entre el juego disponible de instrucciones, operación que recibe el nombre de **programación en lenguaje máquina**.

Ancho de Palabra

Es el número de bits que maneja en paralelo el computador.

Cuando se habla de un computador de n bits, el número n se refiere a su ancho de palabra.

Tamaños típicos de los primeros microprocesadores fueron los de 8 y 16 bits.

Hoy en día lo más normal son las máquinas de 32 y 64 bits.

Los datos e instrucciones del computador se organizan en palabras de n bits o múltiplos enteros de n bits.

En general cuanto mayor sea el ancho de palabra del computador mayor es su potencia de cálculo.

Esto es fácil de comprobar considerando por ejemplo una suma de 2 números de 16 bits en dos computadores de ancho de palabra 16 bits y 8 bits.

El de 16 ejecutará la suma en una sola instrucción, mientras que el de 8 tendrá que ejecutar 2 operaciones de suma de 8 bits, además de tener en cuenta el acarreo propagado de la primera suma en la segunda.

Microprocesador

Es un circuito integrado que incorpora en su interior los elementos necesarios para resolver el conjunto de funciones asignadas a la CPU.

Un microprocesador es una CPU en un chip.

Los microprocesadores revolucionaron el mundo de los computadores, ya que sobre algunos de ellos se construyeron y desarrollaron los computadores personales.

En ese libro se estudian los microprocesadores de la empresa Motorola 6802 de 8 bits y 68000 de 16 bits.

Miembros de la familia del 68000 son el núcleo de los computadores personales Macintosh.

Microcontrolador

Es un circuito integrado que incluye las tres unidades funcionales que componen un computador.

Un microcontrolador es un computador monopastilla.

Los microcontroladores se utilizan en el campo del control.

En este libro se trata el microcontrolador 8051 de Intel.

Software

Se refiere al conjunto de programas existentes en todos los dispositivos de almacenamiento del computador.

Hardware

Se refiere a la máquina física que ejecuta los mencionados programas.

Lo constituyen los elementos materiales del computador:

- El conjunto de circuitos electrónicos
- Placas y conectores que constituyen las tres unidades principales
- El conjunto de elementos mecánicos, eléctricos, electrónicos, cables, que constituyen la fuente de alimentación del computador,
- Los periféricos, los armarios o cajas que cobijan todos los elementos anteriores, etc.

Memorias

Por memoria se entiende cualquier dispositivo capaz de almacenar información.

En un computador existen dos tipos de memorias:

- La memoria interna o principal.
- La memoria externa o periférica.

Memoria Principal

Intercambia información con la CPU a través de los buses a la velocidad que le marca la CPU.

Tiene generalmente una capacidad reducida.

Suelen basarse en tecnologías de semiconductores de gran escala de integración.

Ejemplos de este tipo de memoria son las de semiconductores RAM y ROM.

En la memoria interna de un computador hay una pequeña parte que es no volátil o que mantiene su contenido aunque se quite la alimentación y que es del tipo PROM o FLASH PROM.

Esta memoria ROM contiene programas necesarios para el arranque del computador.

Esta memoria en los computadores personales tipo PC, contiene un código llamado BIOS, que además de contener los programas necesarios para el arranque del PC, contiene las rutinas para las operaciones básicas de entrada/salida.

La gran mayoría de la memoria de un computador es de tipo volátil o RAM.

Esta memoria RAM contiene todos los programas y datos que el computador esté usando en ese momento.

Registro

Es un conjunto de biestables que operan simultáneamente.

La memoria interna de un computador se pueden considerar desde un punto de vista funcional compuesta por un conjunto de registros de la misma longitud.

El número de bits de estos registros constituye el ancho de palabra de la memoria.

El número de registros individuales que componen la memoria define su tamaño en palabras.

La capacidad de la memoria se expresa por el producto de su tamaño en palabras por el ancho de la palabra:

N° total de registros * el N° de bits de cada registro

Las unidades para expresar la capacidad de memoria se expresan en bits o bytes y sus múltiplos

k = kilo ($1\text{k} = 2^{10} = 1024$ unidades)

M = mega ($1\text{M} = 2^{20} = 2^{10} \text{ k}$)

G = giga ($1\text{G} = 2^{30} = 2^{10} \text{ M}$)

Memoria Externa

Se caracterizan por una gran capacidad de almacenamiento de la información y una velocidad en el intercambio de información muy inferior a la de la memoria interna.

Ejemplos de este tipo:

- Los discos y disquetes magnéticos.
- Los discos ópticos o CD-ROM.
- Dispositivos de almacenamiento más antiguos como la cinta de papel perforada o las fichas perforadas, etc.

Ejemplo 6-1

Una memoria que está estructurada en palabras de 8 bits tiene una capacidad de 32kbit. ¿Cuántas palabras tiene?

El número total de biestables equivalentes que tiene esta memoria es 32k, como está organizada en palabras de 8 bits, sólo hemos de dividir por 8 para obtener el número de palabras o registros equivalentes que contiene: $32k/8 = 4k = 4 \cdot 1024 = 4096$ palabras.

Ejemplo 6-2

Una memoria que tiene 16k palabras tiene una capacidad de 256 kbit.

¿Qué ancho de palabra tiene?

Si dividimos la capacidad por el número de palabras nos da el ancho de palabra o número de bits por palabra. $256k/16k = 16$ bits por palabra.

Cada palabra o registro de la memoria tiene asociada una determinada dirección o posición de memoria que la identifica.

Si una memoria tiene un tamaño de N palabras, la dirección de memoria de cada una de ellas será un número entero comprendido entre 0 y $N-1$, que indica el número de orden de cada palabra en el total.

Para poder referenciar a cada una de estas palabras se necesitan m bits tal que $2^m \geq M$.

Como veremos posteriormente, las memorias disponen de m líneas de dirección para seleccionar cada una de las M palabras que contienen.

Ejemplo 6-3

¿Cuántas líneas de dirección tiene la memoria del ejemplo 6-1?

Como tiene 4k palabras, tiene $4 \cdot 2^{10} = 2^2 \cdot 2^{10} = 2^{12}$ palabras, luego tiene 12 líneas de dirección.

Sobre la memoria sólo se pueden realizar dos operaciones básicas:

- Lectura.
- Escritura.

En la Lectura

El dispositivo de memoria debe recibir la dirección de la posición de memoria o palabra de la que se quiere extraer la información y una indicación de operación de lectura.

La dirección se le suministra a la memoria a través de las líneas de dirección.

La memoria pasado un tiempo denominado tiempo de ciclo de lectura, presentará en sus líneas de datos el contenido de la palabra direccionada.

Esto implica que la memoria ha de tener tantas líneas de datos como bits tenga la palabra.

En la Escritura

Además de la dirección de la palabra que se quiere escribir, se debe suministrar la información que se desea grabar por las líneas de datos anteriores y una indicación de operación de escritura.

Ambas informaciones (dirección y datos) han de permanecer fijas y estables durante un tiempo que se denomina *tiempo de ciclo de escritura*, para tener la seguridad de que la palabra direccionada ha almacenado el dato colocado en las líneas de datos.

El parámetro temporal más utilizado es *el tiempo de ciclo*, que nos da el mínimo tiempo que ha de transcurrir entre dos accesos consecutivos a la memoria.

El tiempo de ciclo se define como la suma del tiempo de recuperación más la media de los tiempos de lectura y escritura.

Se utilizan las mismas líneas de datos tanto para recibir el dato leído desde la memoria, como para proporcionar el dato a escribir.

Ésta es la situación más corriente e implica que estas líneas de datos de la memoria sean bidireccionales.

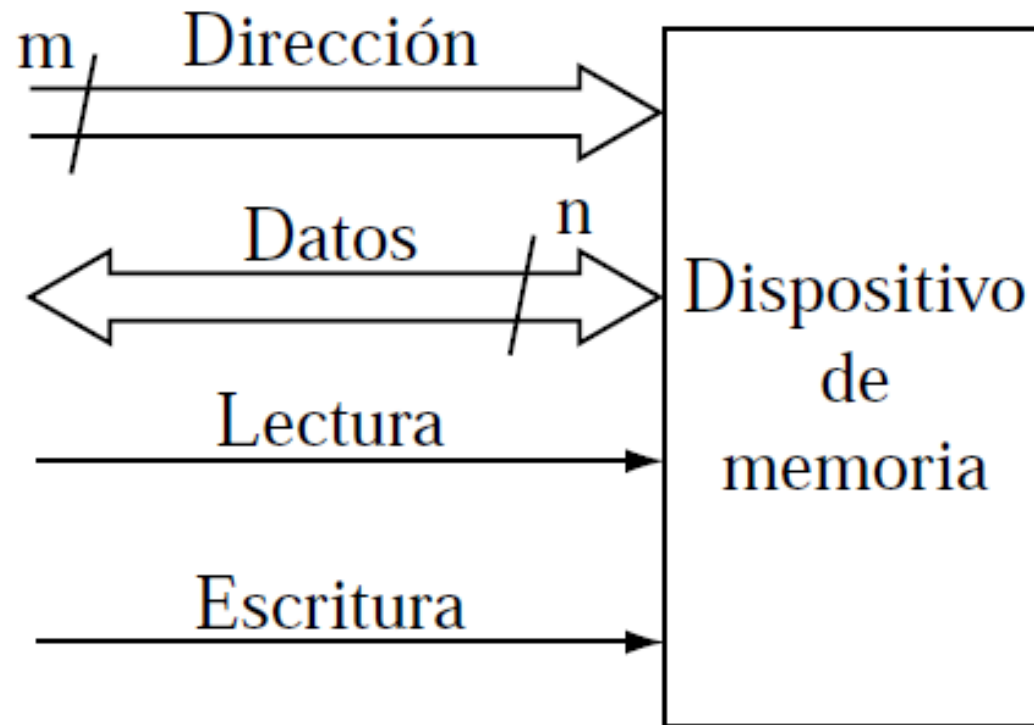
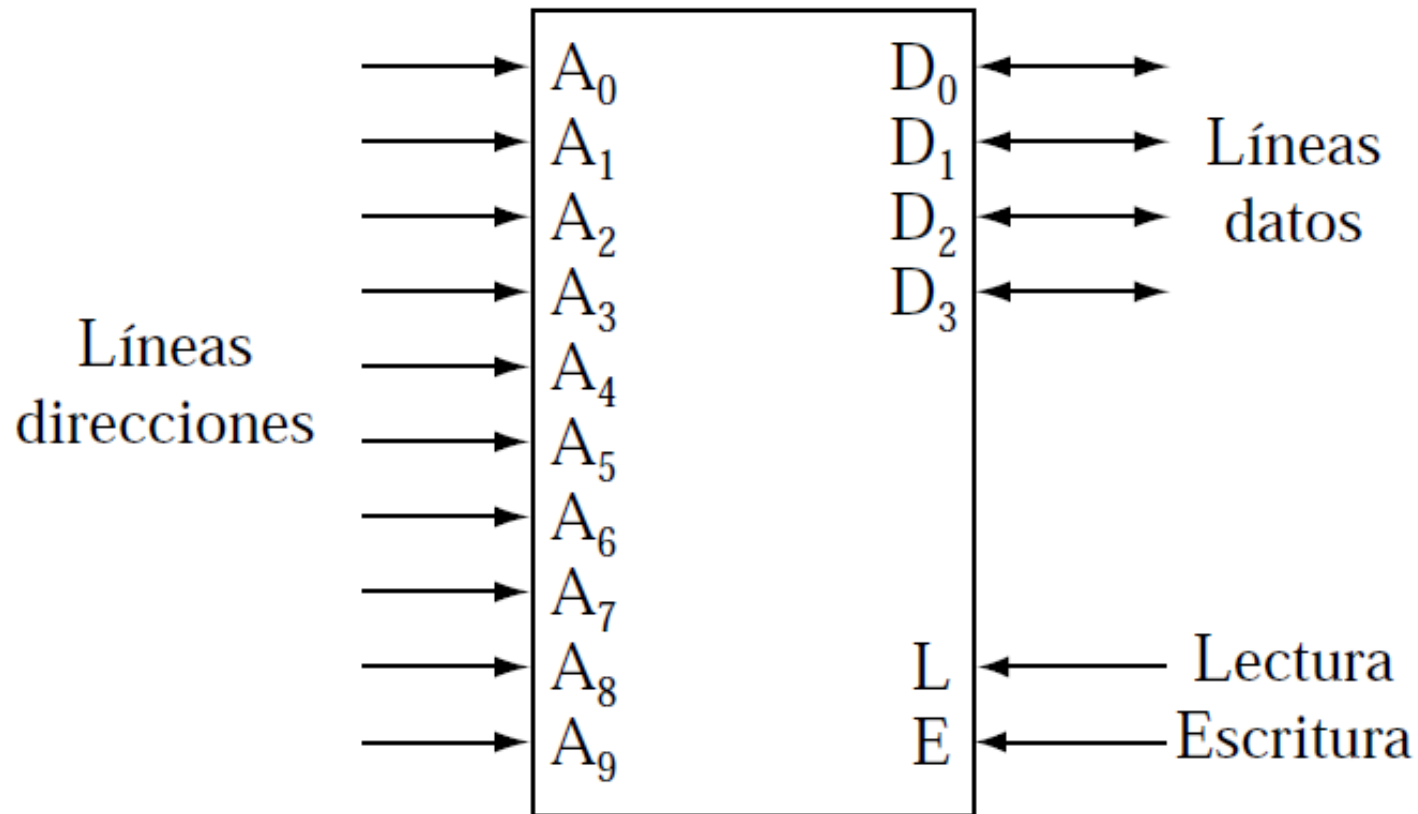


FIGURA 6.2. Señales externas en una memoria.

Dibujar las líneas externas existentes en una memoria 1k·4.



Unidad Aritmética

La unidad aritmética es el elemento encargado de procesar los datos, ejecutando las operaciones aritméticas y lógicas requeridas, de acuerdo al programa en curso.

La unidad de control del computador se encargará de enviarle los datos correspondientes y de indicarle qué operación ha de realizar.

Una unidad aritmética está constituida básicamente por:

- Un banco de registros
- Uno o varios operadores
- Un conjunto de biestables llamados biestables de estado.

Banco de Registros

Un banco de registros es un conjunto de registros que pueden presentar varias configuraciones en cuanto a entradas y salidas de datos.

En nuestro caso nos centraremos en el banco de la Figura 6.4, que presenta una única entrada de datos y una única salida de datos común para todos los registros.

Existen unas entradas de selección SELS que conectan el contenido de uno de los registros a las salidas generales del banco.

Existen también unas entradas de selección SELE, que seleccionan el registro que tendrá sus entradas conectadas a las entradas generales del banco.

El momento en el que se hace efectiva la carga del registro direccionado por SELE se controla mediante la señal FBR (flanco banco registros), mediante la aplicación de un flanco.

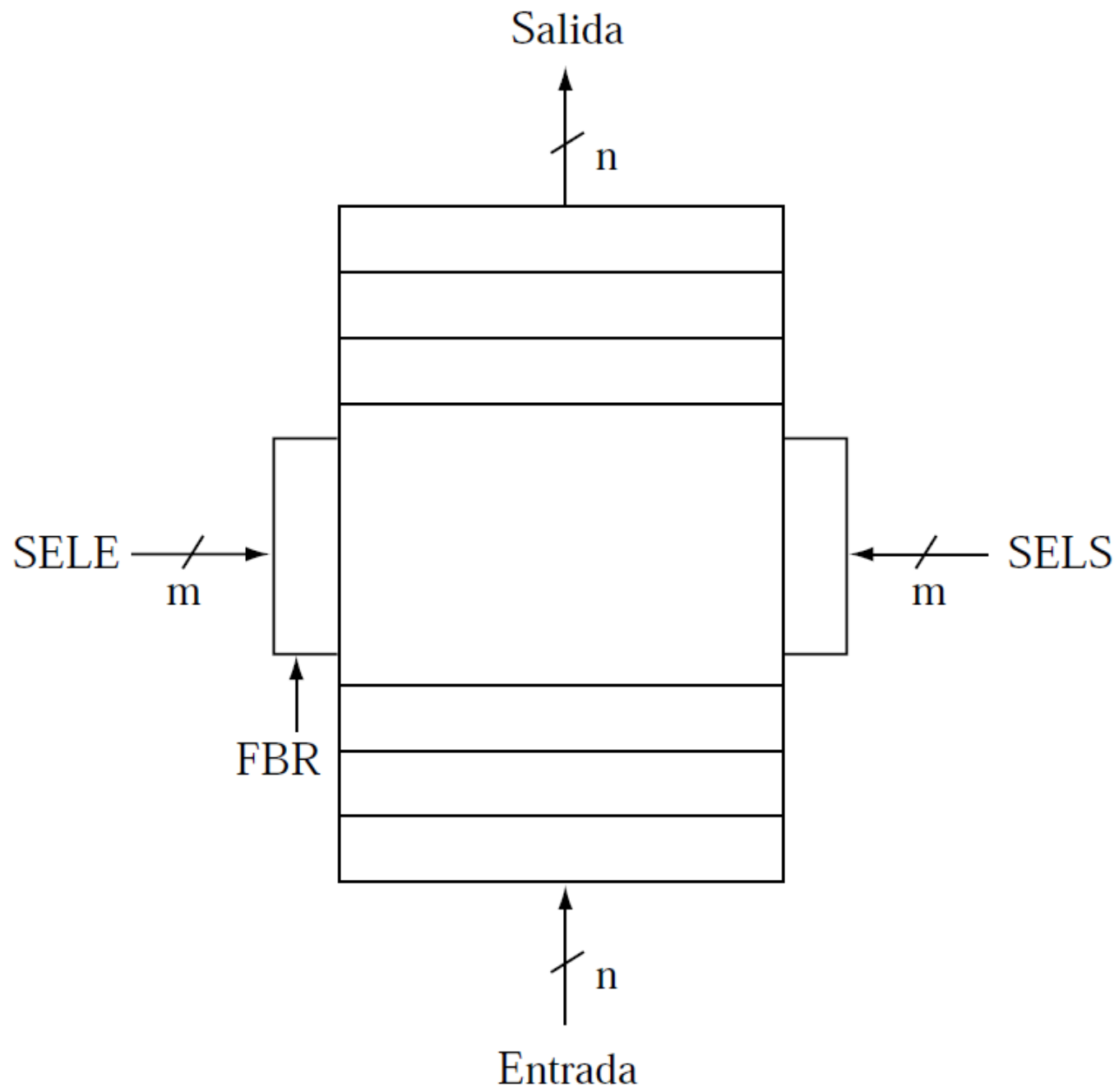
Una vez aplicado el flanco en FBR, la información en el registro SELE se actualizará una vez pasado el retardo interno del banco de registros.

En el banco representado en la Figura 6.4 se tienen hasta 2^m registros de n bits, aunque el número habitual de registros de que suele constar un banco de registros es de 8 o 16.

Estos registros son visibles para el programador en lenguaje máquina o ensamblador y sirven para que el usuario almacene temporalmente datos y resultados intermedios.

En muchas máquinas, sobre todo en las pequeñas, uno de estos registros, llamado *acumulador*, recibe un trato privilegiado.

Se utiliza como depositario de los resultados del operador y, sobre su contenido, se realizan muchas operaciones (desplazamientos, rotaciones, etc.) que no pueden hacerse sobre otros registros.

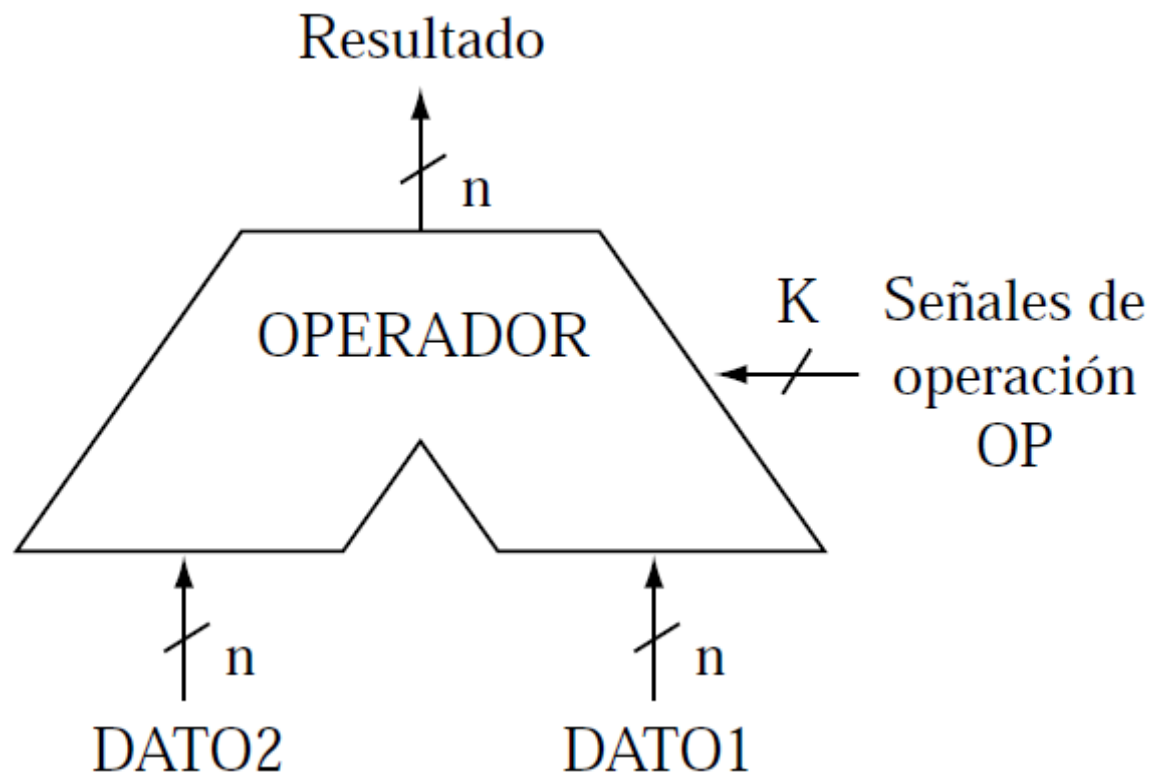


Operador. Tipos de operadores

Se llama operador a todo circuito electrónico capaz de realizar una operación aritmética o lógica.

Tales como suma, resta, AND, OR, XOR.

En la Figura 6.3 se ha representado un operador que trabaja con dos operandos y que tiene por tanto, dos entradas para los datos y una salida para el resultado.



Según el número de dígitos con los que un operador puede trabajar simultáneamente, un operador puede clasificarse como *paralelo* o *serie*.

Un operador paralelo realiza la operación sobre todos los dígitos de los operandos al mismo tiempo, mientras que uno serie trabaja dígito a dígito.

El operador paralelo es un operador de palabra o vectorial, mientras que el serie es un operador de dígito, de tipo secuencial, puesto que requiere tantas fases como dígitos tengan los operandos.

Se puede distinguir entre operadores monádicos y diádicos.

Los monádicos solamente emplean un operando.

Los diádicos requieren dos operandos.

Según su ámbito de aplicación, los operadores pueden dividirse en generales y especializados.

Los operadores generales pueden realizar distintas clases de operaciones sin más que indicarles por medio de un código la operación seleccionada.

Los operadores especializados se restringen a una sola clase de operaciones.

Operaciones Unidad Aritmética

Las operaciones que puede efectuar la unidad aritmética, según su propósito, se clasifican en tres grandes grupos:

- De desplazamiento.
- Aritméticas.
- Lógicas.

Desplazamientos

las operaciones de desplazamiento consisten básicamente en mover los bits de una palabra hacia la izquierda o hacia la derecha.

Si el operando origen, A, está compuesto por n bits ($a_0, a_1, a_2, \dots, a_{n-1}$), el operando resultado B, después de realizar el desplazamiento, estará compuesto por una cadena de bits que cumplen la ley:

$$b_{i+k} = a_i$$

donde k indica el número de posiciones que se han desplazado.

Si $k > 0$, el desplazamiento es hacia la izquierda.

Si $k < 0$ el desplazamiento es hacia la derecha.

Los computadores sencillos sólo permiten desplazamientos de una posición a derechas o izquierdas, mientras que las máquinas más complejas realizan desplazamientos múltiples, bien mediante un operador específico, o bien mediante varios desplazamientos unitarios.

Los desplazamientos a su vez pueden ser de varios tipos:

- Lógicos.
- Circulares.
- Aritméticos.

Aritméticas

Las más importantes son:

- Cambio de signo.
- Extensión de signo.
- Adición y sustracción.
- Multiplicación.
- División.

Lógicas

Las operaciones lógicas, que se encuentran en las computadoras, son las cuatro siguientes:

- Negación NOT
- Suma OR
- Producto AND
- Suma exclusiva XOR

La primera es una operación monádica, mientras que las otras tres son diádicas.

Biestables Estado Aritméticos

La unidad aritmética, generalmente está dotada de unos biestables llamados biestables de estado, que almacenan ciertas condiciones relativas a la última operación realizada por ella.

Los más frecuentes son:

Cero: Este indicador se pone a uno cuando el resultado ha sido cero.

Negativo: Si este bit es uno el resultado es negativo.

Acarreo: Representa el acarreo aritmético de una operación, si el resultado tiene acarreo, el indicador se pone a uno.

Desbordamiento: Se pone a uno si el resultado no cabe en el número de bits que tiene asignado, es decir el rango de números posibles asociado a ese número de bits, no incluye el resultado actual.

Paridad: Según el criterio empleado, de paridad par o impar, este bit adopta el valor necesario para que el número de bits totales entre resultado y el bit de paridad sea par o impar respectivamente.

Ejemplo 6-5

Supóngase una UAL de 8 bits: y que los datos a la entrada del operador son DATO1= B5, DATO2= C7 (ambos datos en hexadecimal), y que la operación a realizar seleccionada es la suma.

Calcular el resultado a la salida del operador y como quedan los biestables del registro de estado después de la operación.

Realizando la suma:

$$\begin{array}{r} 1011\ 0101 \text{ dato 1} \\ \underline{1100\ 0111 \text{ dato 2}} \\ 1\ 0111\ 1100 \text{ resultado} \end{array}$$

Como vemos el resultado en la salida del operador será 7C en hexadecimal y ha existido un acarreo.

El bit de acarreo será 1, $C = 1$.

El resto de bits serán $Z = 0$ (el resultado es distinto de cero).

$N = 0$, ya que en el cálculo de este bit se considera habitualmente que el resultado está representado en complemento a dos, y en esta representación el bit de signo es el más significativo.

Luego $N = 0 = R_7$, $V = 1$, ya que considerando los datos en complemento a 2, son negativos

(dato 1 = -75 , dato 2 = -57)

y su suma (resultado correcto = -132)

Se sale de los límites de representación en complemento 2 con 8 bits ($-128, 127$), luego ha existido desbordamiento.

Otra forma de verlo es observando que el signo del resultado es positivo ($R_7 = 0$) y los dos sumandos son negativos.

$P = 1$, para generar un bit de paridad par.

$P = 0$, para generar un bit de paridad impar.

Elementos de Interconexión Buses

El bus de un computador es una serie de líneas de direcciones, datos y control que operan con unas reglas de comunicación muy estrictas entre sus distintos elementos.

Aspecto común a los buses es que pueden ser unidireccionales o bidireccionales.

Los conductores que conforman el bus tienen capacidad para soportar el flujo de información en los dos sentidos.

Son los circuitos conectados al principio o al final de la línea de bus los que tienen la capacidad de transferencia unidireccional o bidireccional.

Bus De Datos

Es un bus bidireccional que permite la transferencia de datos desde y hacia la memoria y las unidades de E/S.

El número de conductores de este bus es igual al número de líneas de datos de que dispone la CPU.

Salvo algunas excepciones el número líneas de datos de la CPU coincide con el ancho de palabra de la CPU o número de bits que maneja en paralelo el computador.

También generalmente es el mismo que el ancho de palabra de memoria.

Cuanto mayor número de líneas de datos tiene un computador, más potente son sus accesos a memoria.

Bus de Direcciones

Es un conjunto de conductores por el que se envía, generalmente desde la CPU, la dirección de una determinada posición de memoria sobre la que se quiere leer o escribir un dato, o bien se selecciona un determinada unidad de E/S para intercambiar información con la lógica externa.

Este bus es unidireccional, siendo la CPU fuente de la dirección y la memoria o las unidades de E/S el destino de la misma.

El número de conductores de este bus nos limita la cantidad de memoria y unidades de E/S que es posible conectar a una CPU.

Si el bus de direcciones tiene m bits el número de palabras diferentes a las que se puede acceder es como máximo 2^m .

Por ejemplo un computador con 16 bits en el bus de direcciones puede direccionar como máximo 65536 (64k) palabras.

Bus de Control

Está formado por un conjunto de líneas que tienen misiones muy diversas y con carácter muy específico.

Las características de las líneas que forman este bus son muy diferentes de un computador a otro, lo que impide generalizarlas.

A pesar de ello, existen algunas líneas del bus de control que realizan funciones comunes a todos los sistemas.

La Unidad de Control

La unidad de control de la CPU se encarga de acceder a memoria para leer una a una las instrucciones de lenguaje máquina que constituyen el programa (fase de búsqueda), interpretarlas y controlar su ejecución (fase de ejecución), generando para ello las señales de control necesarias para el resto de elementos que constituyen el computador, de manera que cada instrucción se ejecute correctamente.

Contador de Programa

Para conocer en cada momento la posición o dirección de memoria en la que está almacenada la instrucción que corresponde ejecutar.

Existe un registro en la unidad de control llamada contador de programa CP.

La UC realiza las fases de búsqueda y ejecución básicamente en 5 pasos:

La unidad de control realiza un ciclo de lectura en memoria interna en la dirección marcada por el CP, con el fin de obtener la instrucción almacenada en dicha posición de memoria. La palabra leída es almacenada en el registro de instrucciones RI. Este apartado constituye la fase de búsqueda de instrucción.

A continuación la UC analiza la instrucción (decodificación de la instrucción), y en caso necesario, realiza lecturas de la memoria interna para

leer los operandos que necesite la instrucción en las direcciones de memoria que corresponda.

La UC envía los operandos a la UAL y le ordena realizar la operación correspondiente sobre los operandos.

La UC almacena el resultado en la memoria interna o en un registro.

Una vez ejecutada la instrucción, o bien en paralelo con alguna de las operaciones anteriores, se incrementa el contador de programa, con lo que la UC está preparada para iniciar la siguiente instrucción.

Ejemplo 6-6

Un computador tarda en ejecutar una instrucción 12 ciclos de reloj y la frecuencia de éste es 25 MHz.

¿Cuánto tarda en ejecutar la instrucción?

El periodo o ciclo de reloj es:

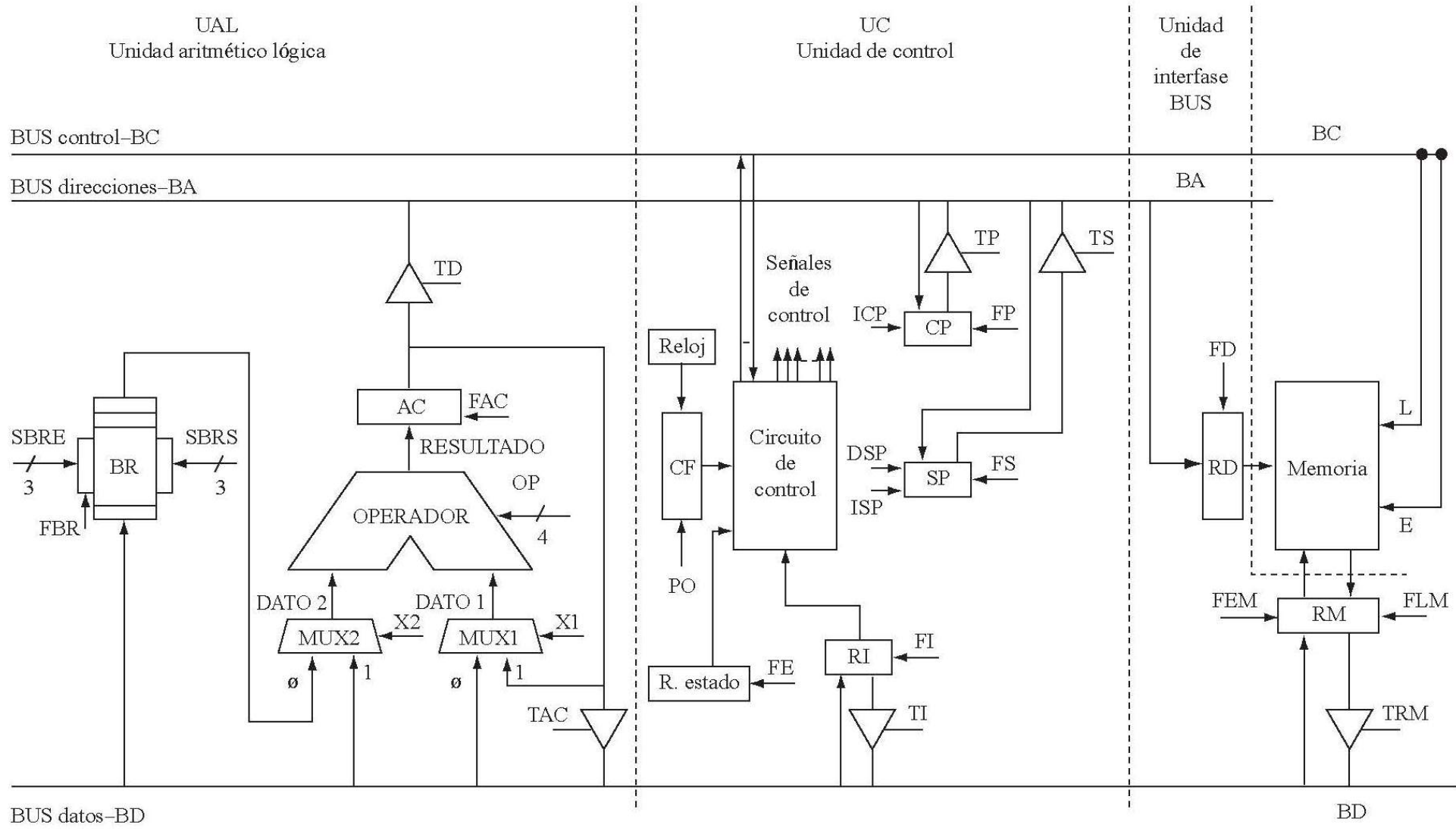
$$1/25\text{MHz} = 1000/25 \text{ ns} = 40 \text{ ns.}$$

Para ejecutar la instrucción el computador tarda:

$$12 \cdot 40 = 480 \text{ ns.}$$

Estructura de un Computador Elemental y Señales de Control

La representación gráfica de las señales de control involucradas en la ejecución de una instrucción en función del tiempo constituye **el cronograma de la instrucción.**



Ejemplo 6-7

Una memoria tiene un tiempo de acceso de 70 ns, y está conectada a una UCP con una señal de reloj de 25 MHz de frecuencia. ¿Cuántos periodos tendrán las señales de lectura y escritura (L y E)?

Según se ha explicado el periodo o ciclo de la señal de reloj es $1/25\text{MHz} = 0,04\text{ms} = 40 \text{ ns}$.

Las señales L y E, han de tener un número C de periodos tales que $40 \cdot C > 70$, luego con dos periodos en estas señales, la interacción con la memoria es correcta.

Funcionamiento Interno de un Computador. Cronogramas de Instrucciones

En esta sección se verán las operaciones elementales necesarias para llevar a cabo una instrucción de máquina.

También se presentará el correspondiente cronograma, todo esto basándose en el esquema de computador presentado en la Figura 6.12.

Antes de continuar conviene establecer que las señales de control que genera la unidad de control pueden ser de dos tipos (Figura 6.14):

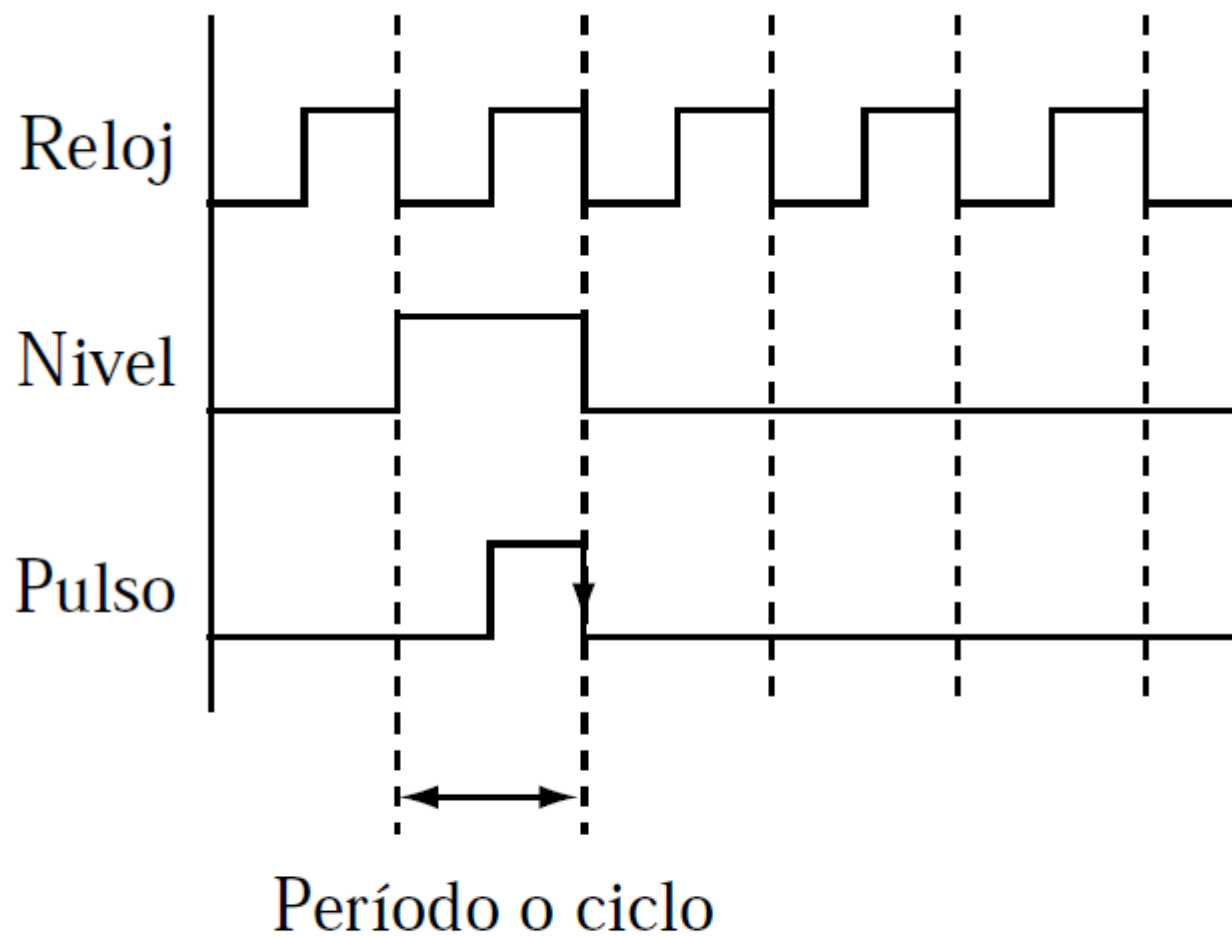


FIGURA 6.14. Señales de nivel y pulso.

Señales de Nivel

Permanecen activas durante un periodo completo (o un número entero de periodos) de reloj.

Estas señales se utilizarán:

- Para activar las señales de puertas triestado que transfieren contenido de registros a buses.
- Para activar las señales de control del operador.
- Para generar las señales de lectura y escritura en memoria.

Señales de pulso

Son señales que están en sincronización con la señal de reloj.

Son de corta duración y marcan con su flanco de bajada el momento de carga de un registro con la información presente en las entradas del mismo.

A partir del flanco de carga el contenido del registro se actualizará pasado el retardo interno del registro.

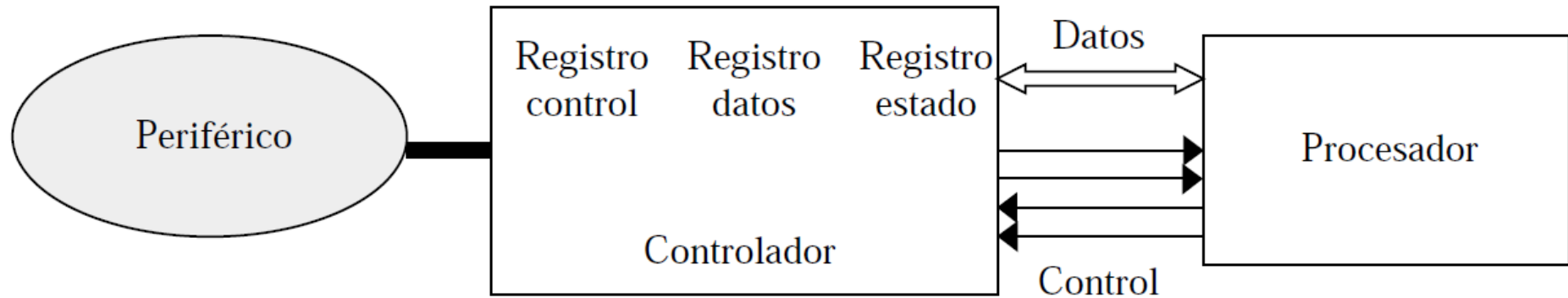
Unidad de Entrada/Salida

El objetivo fundamental de las unidades de entrada/salida, conocidas también como de intercambio de información, es realizar la conexión de la CPU del computador con los dispositivos periféricos.

El problema de intercambio de información entre la CPU y los periféricos es relativamente complejo.

Casi todos los periféricos disponen de un controlador con unas señales de control y de estado que permiten gobernarlo y conocer su situación.

Estas señales, suelen agruparse en registros de control y estado, accesible por CPU (Fig. 6.18).



Modos de Transferencia

La información binaria recibida de un dispositivo externo por lo general se almacena en la memoria para su procesamiento posterior.

La información transferida de la computadora central a un dispositivo externo se origina en la unidad de memoria.

La CPU sólo ejecuta las instrucciones E/S y se encarga de aceptar los datos en forma temporal, pero la fuente o destino final es la unidad de memoria.

La transferencia de datos entre la computadora y los dispositivos de E/S pueden manejarse en diversos modos.

Algunos modos utilizan la UCP como una trayectoria intermedia.

Otros transfieren los datos directamente a y de la unidad de memoria.

La transferencia puede realizarse en uno de los tres modos siguientes:

- E/S programada
- E/S iniciada por interrupción
- Acceso directo a memoria (DMA)