



## ADMINISTRACIÓN DE SISTEMAS

### UNIDAD I

## DESCRIPCIÓN DE LOS COMPONENTES BÁSICOS DE UN SISTEMA

## KEYWORD



# HARDWARE

Se refiere a todas las partes tangibles de un sistema informático; sus componentes son: eléctricos, electrónicos, electromecánicos y mecánicos.

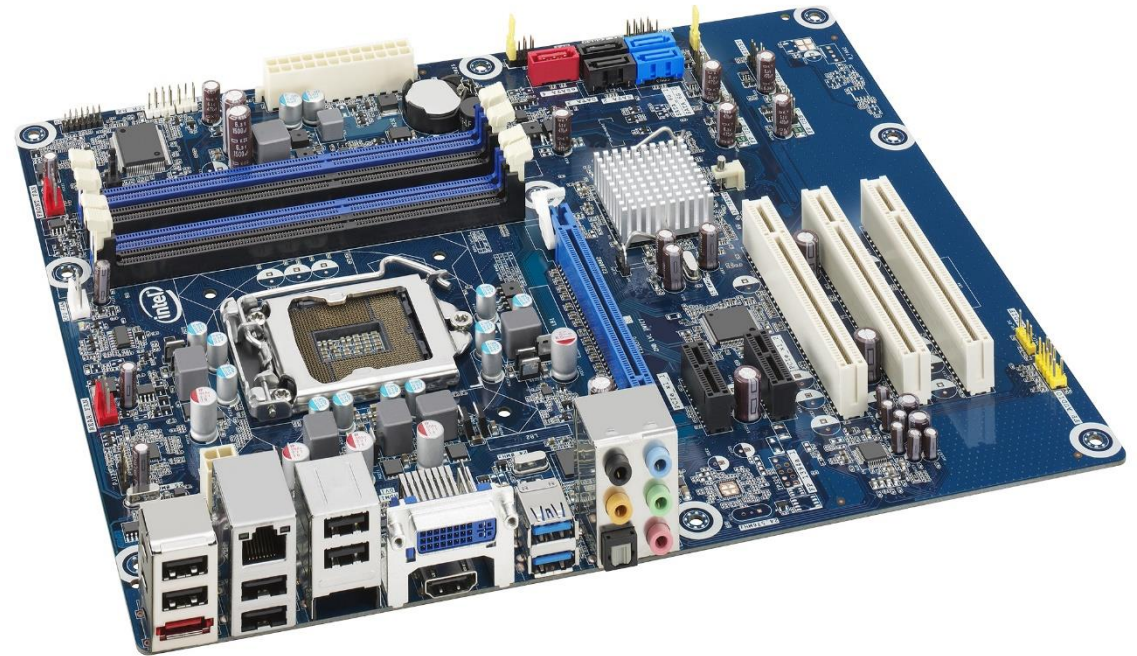
Tipos:

- *Básico*: son las piezas fundamentales e imprescindibles para que la computadora funcione como son: Placa base, monitor, teclado y ratón.
- *Complementario*: son todos aquellos dispositivos adicionales no esenciales como pueden ser: impresora, escáner, cámara de vídeo digital, webcam, etc.



## PLACA BASE O PLACA MADRE

Los componentes *Hardware* más importantes de la computadora y esenciales para su funcionamiento se encuentran en la *Placa Base* (también conocida como *Placa Madre*), que es una placa de circuito impreso que aloja a la Unidad Central de Procesamiento (CPU) o microprocesador, Chipset (circuito integrado auxiliar), Memoria RAM, BIOS o Flash-ROM, etc., además de comunicarlos entre sí.



# GRUPOS DE HARDWARE

Según sus funciones, los componentes y dispositivos del *hardware* se dividen en varios grupos y en el siguiente orden:

- Dispositivos de Entrada
- Chipset (Circuito Integrado Auxiliar)
- Unidad Central de Procesamiento (CPU)
- Unidad de Control
- Unidad Aritmético-Lógica
- Unidad de Almacenamiento
- Memoria Principal o Primaria (RAM – ROM)
- Memoria Secundaria o Auxiliar (Disco Duro, Flexible, etc.)
- Dispositivos de Salida



# DISPOSITIVOS

## **Entrada**

Son aquellos a través de los cuales se envían datos externos a la unidad central de procesamiento, como el teclado, ratón, escáner, o micrófono, entre otros.

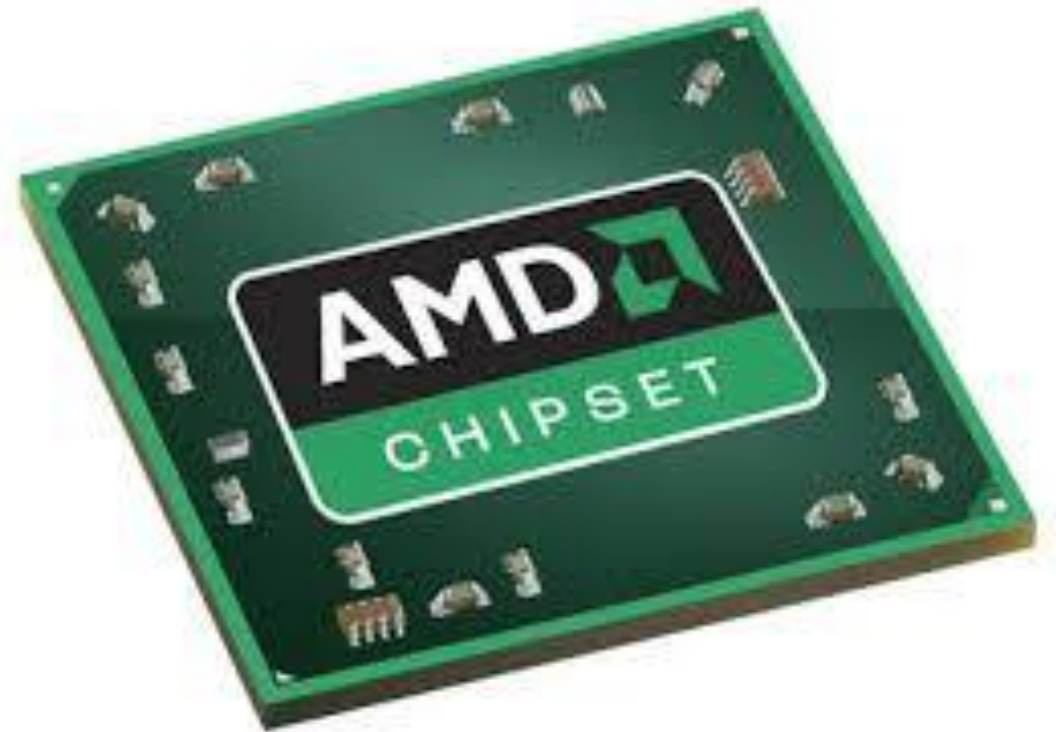
## **Salida**

Son aquellos que reciben los datos procesados por la computadora y permiten exteriorizarlos a través de periféricos como el monitor, impresora, escáner, plotter, altavoces, etc.

## CHIPSET (CIRCUITO INTEGRADO AUXILIAR)

Permite el tráfico de información entre el microprocesador (CPU) y el resto de componentes de la placa base, interconectándolos a través de diversos buses que son: el Northbridge (Puente Norte) y el Southbridge (Puente Sur).

- El *Puente Norte* es un circuito integrado que hace de puente de enlace entre el microprocesador y la memoria además de las tarjetas gráficas o de vídeo AGP o PCI-Express, así como las comunicaciones con el *Puente Sur*.
- El *Puente Sur* es un circuito integrado que coordina dentro de la placa base los dispositivos de entrada y salida además de algunas otras funcionalidades de baja velocidad.



# UNIDADES

| Central de Procesamiento (CPU)                                                                                                                                                                                                              | Control                                                                                                                                                                                          | Aritmético-Lógica                                                                                                      | Almacenamiento                                                                                                                |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Esta compuesta por uno o varios microprocesadores de circuitos integrados que se encargan de interpretar y ejecutar instrucciones, y de administrar, coordinar y procesar datos, es en definitiva el cerebro del sistema de la computadora. | Es la encargada de controlar que las instrucciones se ejecuten, buscándolas en la memoria principal, decodificándolas (interpretándolas) y que después serán ejecutadas en la unidad de proceso. | Es la unidad de proceso donde se lleva a cabo la ejecución de las instrucciones con operaciones aritméticas y lógicas. | Guarda todos los datos que son procesados en la computadora y se divide en Memoria Principal y Memoria Secundaria o Auxiliar. |

# MEMORIA

| Primaria                                                                                                                                                                                                                                                                   |                                                                                                                                                                                                                          |                                                                                                                                                   | Secundaria                                                                                                                                                                                               |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| RAM (Random Access Memory )                                                                                                                                                                                                                                                | ROM <sup>®</sup> Read Only Memory                                                                                                                                                                                        | Memoria Caché                                                                                                                                     | Periférico de Almacenamiento                                                                                                                                                                             |
| Es un circuito integrado o chip que almacena los programas, datos y resultados ejecutados por la computadora y de forma temporal, pues su contenido se pierde cuando esta se apaga. La Memoria RAM puede ser leída y escrita por lo que su contenido puede ser modificado. | Viene grabada en chips con una serie de programas por el fabricante y es sólo de lectura. En esta memoria se almacenan los valores correspondientes a las rutinas de arranque o inicio del sistema y a su configuración. | Es una memoria auxiliar de alta velocidad, que no es más que una copia de acceso rápido de la memoria principal almacenada en los módulos de RAM. | Está compuesta por todos aquellos dispositivos capaces de almacenar datos en dispositivos que pueden ser internos como el disco duro, o extraíble como los discos flexibles (disquetes), CDs, DVDs, etc. |

# SOFTWARE

Es el soporte lógico e inmaterial que permite que la computadora pueda desempeñar tareas inteligentes, dirigiendo a los componentes físicos o hardware con instrucciones y datos a través de diferentes tipos de programas.



# CIRCUITO LÓGICO

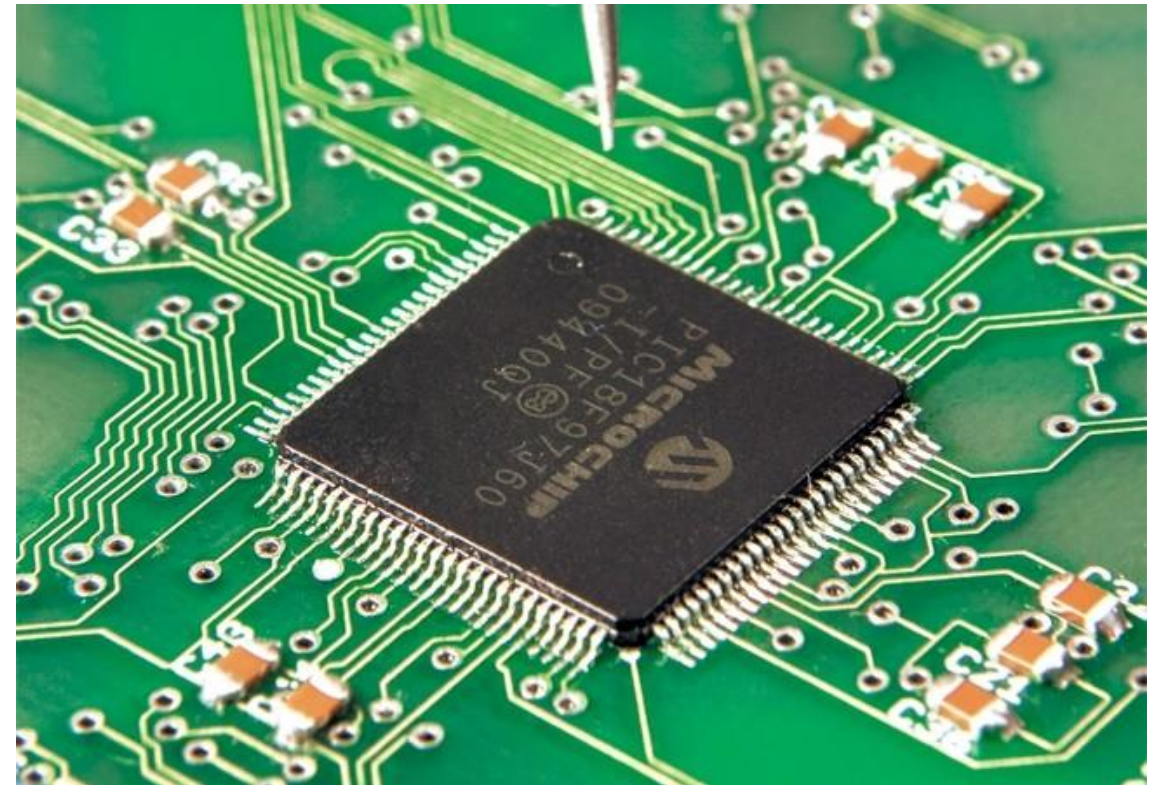
Es aquel que maneja la información en forma de "1" y "0", dos niveles lógicos de voltaje fijos. "1" nivel alto o "high" y "0" nivel bajo o "low".

Y están compuestos por elementos digitales como la compuerta lógicas como AND (Y), OR (O), NOT (NO) y sus combinaciones.

| CONECTOR/COMPUERTA,<br>ENTRADA(S), SALIDA<br>CONNECTOR/GATE,<br>INPUT(S), OUTPUT      | NOMBRE<br>NAME                                     | TABLA DE VERDAD<br>TRUTH TABLE                                                                                                                                                                                     |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
|---------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
|    | AMORTIGUADOR<br>BUFFER                             | <table><tr><th>A</th><th>Z</th></tr><tr><td>0</td><td>0</td></tr><tr><td>1</td><td>1</td></tr></table>                                                                                                             | A | Z | 0 | 0 | 1 | 1 |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| A                                                                                     | Z                                                  |                                                                                                                                                                                                                    |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| 0                                                                                     | 0                                                  |                                                                                                                                                                                                                    |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| 1                                                                                     | 1                                                  |                                                                                                                                                                                                                    |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
|    | Y<br>AND                                           | <table><tr><th>A</th><th>B</th><th>Z</th></tr><tr><td>0</td><td>0</td><td>0</td></tr><tr><td>1</td><td>0</td><td>0</td></tr><tr><td>0</td><td>1</td><td>0</td></tr><tr><td>1</td><td>1</td><td>1</td></tr></table> | A | B | Z | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 |
| A                                                                                     | B                                                  | Z                                                                                                                                                                                                                  |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| 0                                                                                     | 0                                                  | 0                                                                                                                                                                                                                  |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| 1                                                                                     | 0                                                  | 0                                                                                                                                                                                                                  |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| 0                                                                                     | 1                                                  | 0                                                                                                                                                                                                                  |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| 1                                                                                     | 1                                                  | 1                                                                                                                                                                                                                  |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
|    | O (O, en sentido inclusivo)<br>OR                  | <table><tr><th>A</th><th>B</th><th>Z</th></tr><tr><td>0</td><td>0</td><td>0</td></tr><tr><td>1</td><td>0</td><td>1</td></tr><tr><td>0</td><td>1</td><td>1</td></tr><tr><td>1</td><td>1</td><td>1</td></tr></table> | A | B | Z | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| A                                                                                     | B                                                  | Z                                                                                                                                                                                                                  |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| 0                                                                                     | 0                                                  | 0                                                                                                                                                                                                                  |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| 1                                                                                     | 0                                                  | 1                                                                                                                                                                                                                  |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| 0                                                                                     | 1                                                  | 1                                                                                                                                                                                                                  |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| 1                                                                                     | 1                                                  | 1                                                                                                                                                                                                                  |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
|    | OE (O, en sentido exclusivo)<br>XOR (EXCLUSIVE-OR) | <table><tr><th>A</th><th>B</th><th>Z</th></tr><tr><td>0</td><td>0</td><td>0</td></tr><tr><td>1</td><td>0</td><td>1</td></tr><tr><td>0</td><td>1</td><td>1</td></tr><tr><td>1</td><td>1</td><td>0</td></tr></table> | A | B | Z | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 |
| A                                                                                     | B                                                  | Z                                                                                                                                                                                                                  |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| 0                                                                                     | 0                                                  | 0                                                                                                                                                                                                                  |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| 1                                                                                     | 0                                                  | 1                                                                                                                                                                                                                  |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| 0                                                                                     | 1                                                  | 1                                                                                                                                                                                                                  |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| 1                                                                                     | 1                                                  | 0                                                                                                                                                                                                                  |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
|    | N, NEG o INVERSOR<br>NOT or INVERTER               | <table><tr><th>A</th><th>Z</th></tr><tr><td>0</td><td>1</td></tr><tr><td>1</td><td>0</td></tr></table>                                                                                                             | A | Z | 0 | 1 | 1 | 0 |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| A                                                                                     | Z                                                  |                                                                                                                                                                                                                    |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| 0                                                                                     | 1                                                  |                                                                                                                                                                                                                    |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| 1                                                                                     | 0                                                  |                                                                                                                                                                                                                    |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
|   | NY (N Y)<br>NAND (NOT AND)                         | <table><tr><th>A</th><th>B</th><th>Z</th></tr><tr><td>0</td><td>0</td><td>1</td></tr><tr><td>1</td><td>0</td><td>1</td></tr><tr><td>0</td><td>1</td><td>1</td></tr><tr><td>1</td><td>1</td><td>0</td></tr></table> | A | B | Z | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 |
| A                                                                                     | B                                                  | Z                                                                                                                                                                                                                  |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| 0                                                                                     | 0                                                  | 1                                                                                                                                                                                                                  |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| 1                                                                                     | 0                                                  | 1                                                                                                                                                                                                                  |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| 0                                                                                     | 1                                                  | 1                                                                                                                                                                                                                  |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| 1                                                                                     | 1                                                  | 0                                                                                                                                                                                                                  |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
|  | NO (N O)<br>NOR (NOT OR)                           | <table><tr><th>A</th><th>B</th><th>Z</th></tr><tr><td>0</td><td>0</td><td>1</td></tr><tr><td>1</td><td>0</td><td>0</td></tr><tr><td>0</td><td>1</td><td>0</td></tr><tr><td>1</td><td>1</td><td>0</td></tr></table> | A | B | Z | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 | 1 | 0 |
| A                                                                                     | B                                                  | Z                                                                                                                                                                                                                  |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| 0                                                                                     | 0                                                  | 1                                                                                                                                                                                                                  |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| 1                                                                                     | 0                                                  | 0                                                                                                                                                                                                                  |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| 0                                                                                     | 1                                                  | 0                                                                                                                                                                                                                  |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| 1                                                                                     | 1                                                  | 0                                                                                                                                                                                                                  |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
|  | NOE (N OE)<br>NXOR (NOT EXCLUSIVE-OR)              | <table><tr><th>A</th><th>B</th><th>Z</th></tr><tr><td>0</td><td>0</td><td>1</td></tr><tr><td>1</td><td>0</td><td>0</td></tr><tr><td>0</td><td>1</td><td>0</td></tr><tr><td>1</td><td>1</td><td>1</td></tr></table> | A | B | Z | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 |
| A                                                                                     | B                                                  | Z                                                                                                                                                                                                                  |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| 0                                                                                     | 0                                                  | 1                                                                                                                                                                                                                  |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| 1                                                                                     | 0                                                  | 0                                                                                                                                                                                                                  |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| 0                                                                                     | 1                                                  | 0                                                                                                                                                                                                                  |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| 1                                                                                     | 1                                                  | 1                                                                                                                                                                                                                  |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |

# CARACTERÍSTICAS DE LOS CIRCUITO LÓGICOS

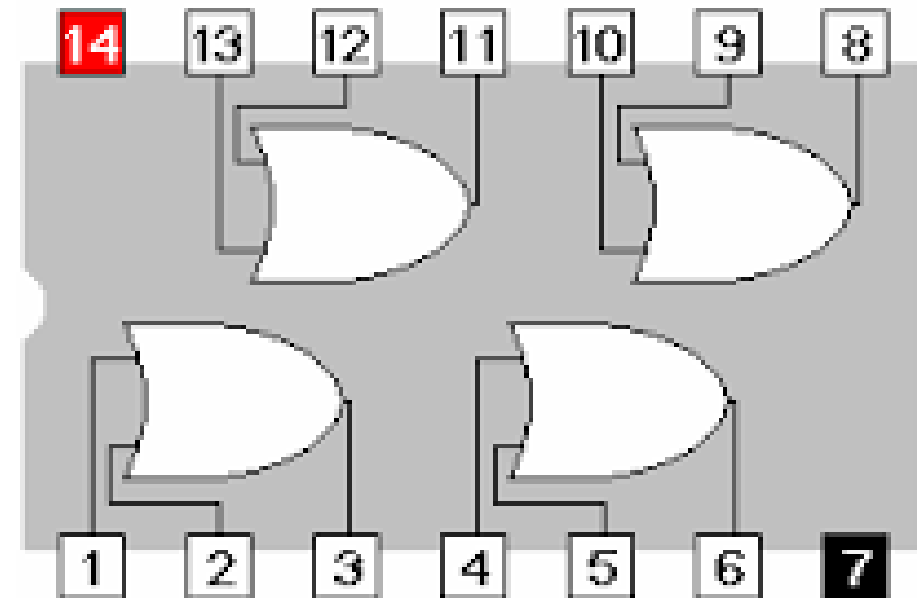
- Ejecutan programas estrictamente secuenciales, esto es, programas que consisten únicamente de asignamientos.
- No contienen ciclos ni saltos.
- Los circuitos lógicos constituyen los bloques básicos para la construcción de computadoras digitales.
- Cuando se combinan con celdas de memoria binarias, se pueden construir máquinas con memoria (máquinas de estados finitos)



# CIRCUITOS DIGITALES

Pueden realizar muy diferentes funciones en el interior de una máquina. Por ejemplo pueden codificar información de un código a otro. Son capaces de almacenar información y entregarla cierto tiempo después, pueden comparar una información con otra y decidir si es igual, mayor o menor. Captan y entregan la información en forma de bits ordenados después de haber realizado con ellos diferentes operaciones de tratamiento de acuerdo con una secuencia previamente establecida.

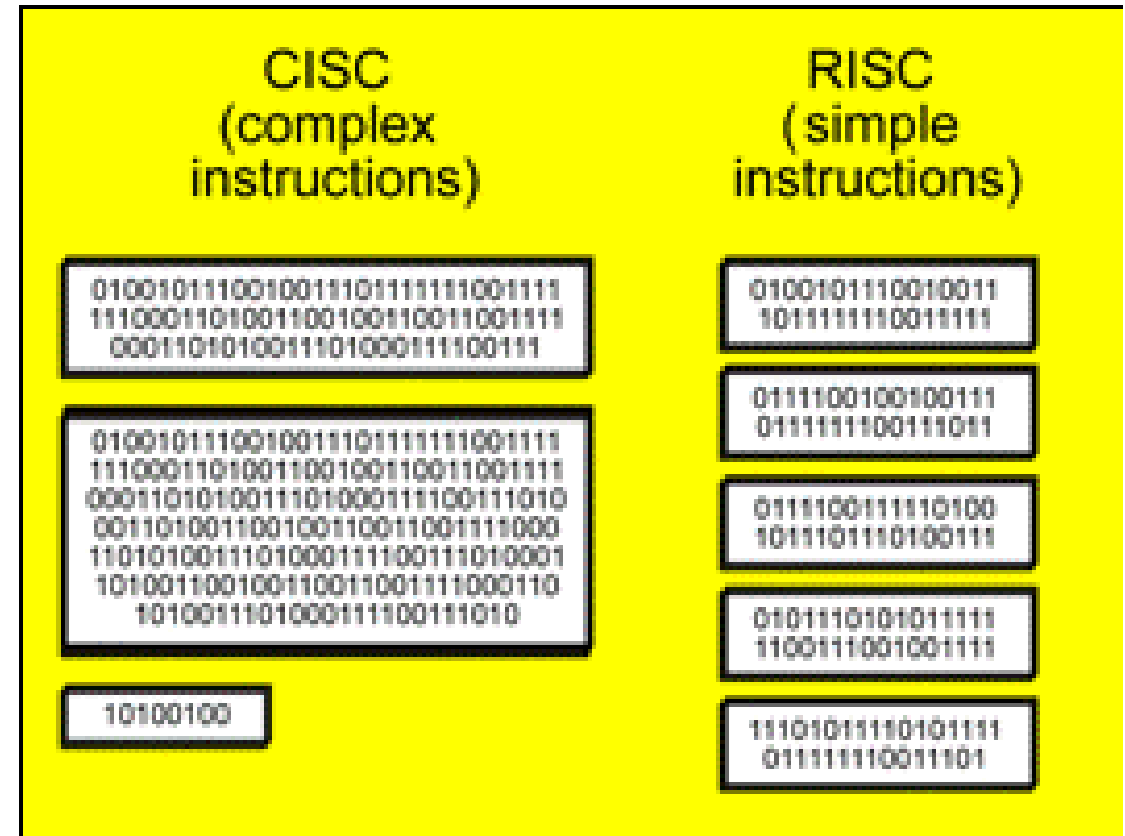
Los circuitos digitales son circuitos lógicos o están constituidos por ellos, es decir son circuitos electrónicos capaces de realizar operaciones lógicas.



74LS32

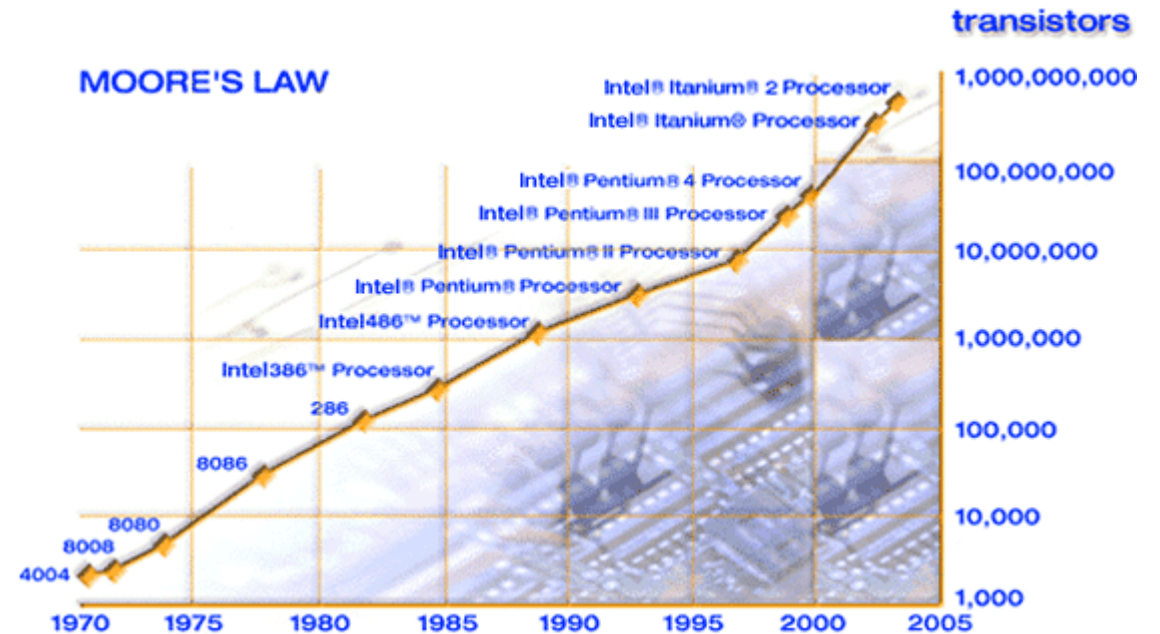
# DESEMPEÑO EN UN SISTEMA COMPUTACIONAL

- Tecnología
  - Velocidad a nivel de circuitos, reloj del sistema, buses, etc.
  - Proceso, cuántos transistores en un chip.
- Organización
  - Tipo de procesador (RISC, CISC)
  - Microarquitectura del procesador
    - Ejemplo: Ejecución paralela de instrucciones en la CPU.
  - Jerarquía de Memoria
    - Ejemplo: Memorias Cache, Memoria Principal.
  - Tipos de dispositivos E/S
    - Ejemplo: Discos, tarjetas de red, etc.
- Número de procesadores en el sistema
- Software
  - Sistemas operativos, compiladores, drivers, bases de datos.



# TECNOLOGÍA

- Evoluciona rápidamente
- Ley de Moore
  - Número de transistores por pulgada cuadrada se duplica cada 18 meses.
- Velocidad del reloj aumenta ~30% cada año.
- Capacidad de memoria aumenta ~60% al año.
- Capacidad de almacenamiento en disco aumenta ~60% al año.
- Sin embargo cada vez se hace más grande la brecha entre la velocidad de reloj y la velocidad de acceso a memoria.



# MÉTRICAS DE DESEMPEÑO

## Buenas

### Tiempo de ejecución o respuesta

- Tiempo requerido para ejecutar un programa o un conjunto de programas (suite) de principio a fin
  - Benchmarks
  - Tiempo de ejecución de proceso compuesta por user CPU time y system CPU time
- Elapsed Time: tiempo de respuesta que experimenta el usuario, incluye tiempo de sistema y tiempo que espera proceso en colas

### Productividad (throughput)

- Cantidad de trabajo por unidad de tiempo
- Mide utilización de recursos

## Malas

- Velocidad de reloj
  - Ej. Pentium 4 versus Pentium-M
- Índices de medición de desempeño máximo
  - Millones de instrucciones por segundo (MIPS)
  - Millones de instrucciones de punto flotante por segundo (MFLOPS)
  - Rara vez se alcanzan en programas reales
- Programas sintéticos de evaluación
  - Pequeños programas con una combinación de instrucciones “representativa”
  - Fácil optimizar CPU o compilador para la métrica
    - Optimización no se traslada a programas reales

# TIEMPO DE EJECUCIÓN

## Definición

- **Tiempo de ejecución = #ciclos\_reloj \* tiempo\_ciclo\_reloj**
  - Tpo\_ciclo\_reloj del procesador depende del procesador
  - # ciclos de reloj depende del programa
  - Por lo tanto, tiempo de ejecución depende del programa
- Normalmente tpo de ciclo de un procesador está dado en GHz,
  - 1 GHz, medida de frecuencia
    - Frecuencia =  $1/\text{tpo ciclo reloj}$
    - $\text{Tpo ciclo reloj} = 1/10^9 = 1\text{ns}$
- Luego, una definición alternativa de tiempo de ejecución es en base a la frecuencia
  - **Tiempo de ejecución = #ciclos\_reloj / frecuencia\_reloj**

## En la CPU

- Tiempo que la CPU demora en ejecutar un programa
  - No incluye tiempo de espera introducido por SO o E/S
  - Incluye tiempo en ejecutar instrucciones, incluyendo espera por acceso a memoria
- Desempeño se define inversamente al tiempo de ejecución
  - **Desempeño A =  $1/(\text{Tpo ejecución A})$**
- Un procesador A tiene mayor desempeño que un procesador B si
  - $\text{Tpo ejecución A} < \text{Tpo ejecución B}$
- Desempeños relativos
  - **$\text{Desempeño A} / \text{Desempeño B} = \text{Tpo ejecución B} / \text{Tpo Ejecución A}$**

# CPI: CICLOS POR INSTRUCCIÓN

Definición: número promedio de ciclos de reloj por instrucción: representa tiempo promedio de ejecución de una instrucción (en ciclos de reloj)

- **CPI = #ciclos\_reloj / #instrucciones**
  - #ciclos\_reloj = CPI \* #instrucciones
  - #ciclos\_reloj = CPI \* #instrucciones ... amplificar por tpo\_ciclo

$$\text{– } \frac{\text{Tpo ejecución CPU}}{\text{\#instrucciones * CPI * tpo\_ciclo\_reloj}} =$$

Arquitectos de computadores tratan de disminuir CPI o maximizar inverso (IPC, número de instrucciones por ciclo)

- CPI aisladamente no es métrica de desempeño
  - Es dependiente del programa o compilador
  - Bueno como método de comparación midiendo diferencias en arquitectura con los mismos programas y compiladores

**CPI condensa información de ISA, implementación y programa medido**

**CPI es útil para comparar el desempeño de dos máquinas con la misma ISA ejecutando el mismo programa**

Cálculo de CPI: Si conocemos el número de ciclos para la ejecución de cada tipo o clase de instrucción y sabemos composición del programa (mezcla de instrucciones)

$$CPI = \sum_i CPI_i \times f_i$$

$f_i$  = frecuencia relativa de ejecución de tipo  $i$

$CPI_i$  = CPI de instrucción de tipo  $i$

- ¿Cómo obtener esta información?
  - Simuladores
  - Profilers
  - Contadores hardware
    - Incluidos en procesadores modernos, aunque funcionalidad es limitada

# COMO MEDIR EL CPI PROMEDIO

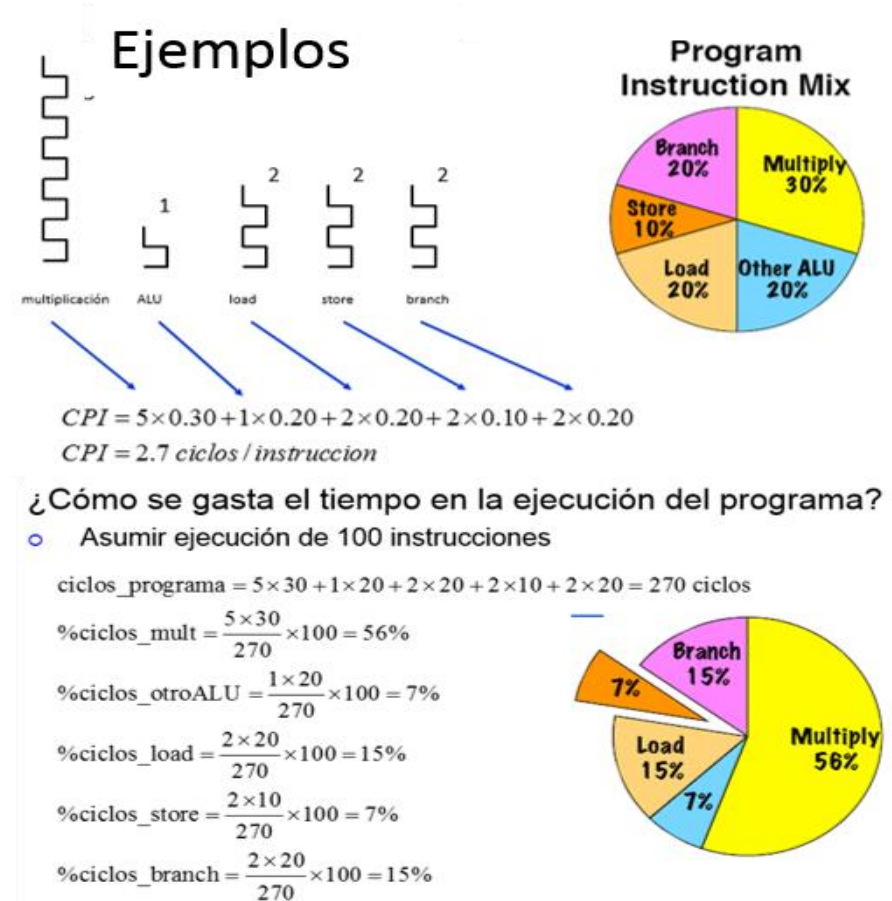
$$\frac{\text{Tpo ejecución CPU}}{\#instrucciones * \text{CPI} * \text{tpo\_ciclo\_reloj}} =$$
  
Contar instrucciones ejecutadas en cada clase

Por ejemplo, de sus programas escritos en lenguaje ensamblador

- En tiempo de ejecución contar las instrucciones de máquina para cada clase en el simulador SPIM y luego calcular #instrucciones totales y frecuencia por clase

En un programa escrito en alto nivel

- Usar un profiler (en Linux gprof)
  - Compilar con opción `-pg` (`g++ -o ejemplo ejemplo.c -pg`)
    - Ejecutar aplicación, se genera `gmon.out`
    - Ejecutar `gprof` con `gmon.out` como entrada y genera
      - `Gprof ejemplo gmon.out > profile_ejemplo`
  - Descubrir las porciones de código mas usadas e instrumentarlas



## ACELERACIÓN (SPEEDUP)

- Razón entre el desempeño de dos sistemas  
Desempeño = 1/(tiempo de ejecución)
- Aceleración al agregar una mejora M:

$$S_M = \frac{\text{Desempeño}_{c/M}}{\text{Desempeño}_{s/M}} = \frac{T\_CPU_{s/M}}{T\_CPU_{c/M}}$$

$$S_M = \frac{\#instrucciones_{s/M} \times CPI_{s/M} \times T\_reloj_{s/M}}{\#instrucciones_{c/M} \times CPI_{c/M} \times T\_reloj_{c/M}}$$

- Si programa, ISA, reloj no cambian

$$S_M = \frac{CPI_{s/M}}{CPI_{c/M}}$$

Ej. optimización de load/store

$$S = \frac{1.5}{1.2} = 1.25$$

Mejora de 25% en el desempeño

# LEY DE AMDAHL

Predice mejora en desempeño global producto de una optimización local

- Limitado por impacto de sección optimizada en tiempo de ejecución global

F: fracción del tiempo de CPU (antes de la mejora) atribuido a sección a mejorar

S: Aceleración conseguida para la sección mejorada

A mayor aceleración, menor impacto porcentual en tiempo de ejecución

$$S_M = \frac{T\_CPU_{s/M}}{T\_CPU_{c/M}}$$

$$T\_CPU_{c/M} = (1-F) \times T\_CPU_{s/M} + \frac{F \times T\_CPU_{s/M}}{S}$$

$$S_M = \frac{T\_CPU_{s/M}}{T\_CPU_{c/M}} = \frac{T\_CPU_{s/M}}{\left( (1-F) + \frac{F}{S} \right) \times T\_CPU_{s/M}}$$

$$S_M = \frac{1}{(1-F) + \frac{F}{S}}$$

## EJEMPLO

M: reducción de tiempo de ejecución de load y store a la mitad

| Operación | Frecuencia | Ciclos | CPI * f | %Tiempo |
|-----------|------------|--------|---------|---------|
| ALU       | 50%        | 1      | 0.5     | 33%     |
| Load      | 20%        | 2      | 0.4     | 27%     |
| Store     | 10%        | 2      | 0.2     | 13%     |
| Branch    | 20%        | 2      | 0.4     | 27%     |

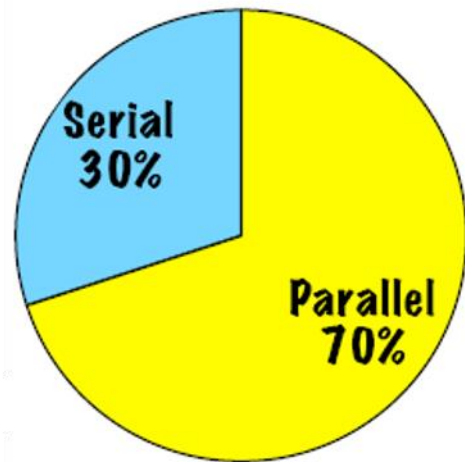
$$F = 0.27 + 0.13 = 0.40$$

$$S = 2$$

$$S_M = \frac{1}{(1 - 0.4) + \frac{0.4}{2}} = \frac{1}{0.8}$$

$$S_M = 1.25$$

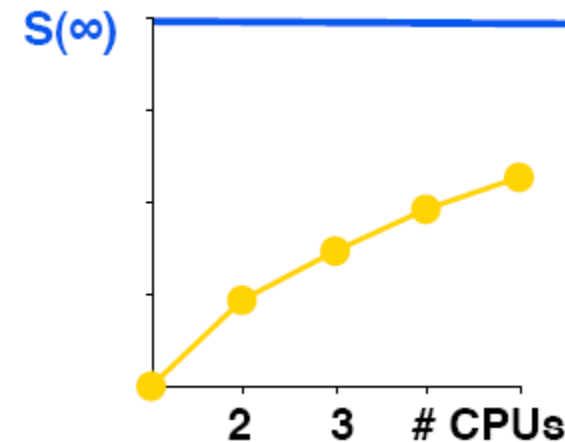
## EJEMPLO: LEY DE AMDAHL EN ACCIÓN



$$S = \frac{1}{(1 - 0.7) + \frac{0.7}{N}}$$

| N | 2    | 3    | 4   | 5   | inf. |
|---|------|------|-----|-----|------|
| S | 1.54 | 1.85 | 2.1 | 2.3 | 3.3  |

- Programa ocupa el 70% del tiempo ejecutando código fácilmente paralelizable, y un 30% en código completamente secuencial (no paralelizable).
- ¿Cuál es la aceleración al ejecutar este programa en un computador paralelo con 2, 3, 4 y 5 CPUs?
- ¿Cuál es la máxima aceleración posible de alcanzar a través de paralelismo?



# OTRAS MÉTRICAS DE DESEMPEÑO POPULARES

- MIPS (millones de instrucciones por segundo)
- En forma aislada, MIPS no es mejor que CPI para comparar desempeño
  - Depende del compilador y los programas
  - No considera diferencias en ISA
  - Puede llevar a comparaciones erróneas
- MFLOPS: millones de operaciones de punto flotante por segundo
  - Similar a MIPS, pero utilizado para aplicaciones científicas
  - Similares limitaciones: por ejemplo, no considera desempeño del sistema de memoria ni paralelismo disponible en la aplicación, ambos de gran importancia en aplicaciones científicas

$$MIPS = \frac{\#instrucciones}{T\_ejecucion \times 10^6}$$

$$MIPS = \frac{\#instrucciones}{\#instrucciones \times CPI \times T\_reloj \times 10^6}$$

$$MIPS = \frac{f\_reloj}{CPI \times 10^6}$$

# BENCHMARKS

Es un conjunto de programas reales representativo del trabajo que el sistema computacional realizará en la práctica



- Benchmarks industriales
  - SPEC CPU2006 Liberado recientemente.
    - incluye suites para medir desempeño con enteros C y descripción de los componentes básicos de un sistema006 y punto flotante CFP2006
    - Mide CPU, Arquitectura de memoria y compiladores
  - Linpack, NASA kernel: benchmarks científicos
    - Mayor énfasis a trabajo con matrices y punto flotante
  - TPC-A, TPC-B, TPC-C, TPC-D: procesamiento transaccional
    - Para servidores de bases de datos
  - Otras más especializadas
    - Olden (procesamiento de listas), SPECweb (servidores Web), SPEC JVM (Java), etc.
  - Computación de escritorios (PC) y computación móvil no estandarizadas
    - Diferentes compañías utilizan su propio benchmark

# RESUMEN

## Métricas de desempeño

$$CPI_{prog} = \frac{CiclosCPU_{prog}}{\#instr} = \sum_i CPI_i f_i$$

$$CPU_{time} = \frac{CiclosCPU_{prog}}{f_{CK}} = \frac{CPI_{prog} \times \#instr}{f_{CK}}$$

$$MIPS = \frac{\#instr}{CPU_{time} \times 10^6} = \frac{f_{CK}}{CPI \times 10^6}$$

$$MFLOPS = \frac{\#instr PF}{CPU_{time} \times 10^6}$$

## Evaluación de desempeño

- MIPS, MFLOPS
- Benchmarks
- Carga real (suite SPEC, otros benchmarks Windows)
- Recordar
  - Única métrica consistente es tiempo de ejecución
  - Desempeño aumenta al aumentar la frecuencia del reloj, disminuir el CPI, y optimizar los programas.

## NÚMEROS EN EL COMPUTADOR

Usa diferentes sistemas de numeración en el caso del binario para efectuar operaciones aritméticas, el octal y hexadecimal para efectuar códigos intermedios que resultan más favorables que convertir decimales a binarios o al contrario.

| Decimal | Binario | Octal | Hexa-decimal |
|---------|---------|-------|--------------|
| 00      | 000000  | 00    | 00           |
| 01      | 000001  | 01    | 01           |
| 02      | 000010  | 02    | 02           |
| 03      | 000011  | 03    | 03           |
| 04      | 000100  | 04    | 04           |
| 05      | 000101  | 05    | 05           |
| 06      | 000110  | 06    | 06           |
| 07      | 000111  | 07    | 07           |
| 08      | 001000  | 10    | 08           |
| 09      | 001001  | 11    | 09           |
| 10      | 001010  | 12    | 0A           |
| 11      | 001011  | 13    | 0B           |
| 12      | 001100  | 14    | 0C           |
| 13      | 001101  | 15    | 0D           |
| 14      | 001110  | 16    | 0E           |
| 15      | 001111  | 17    | 0F           |
| 16      | 010000  | 20    | 10           |

## SISTEMA BINARIO

El sistema de base 2 utiliza dos dígitos: 0 y 1, en el cual cada uno representa un bit de información.

Cualquier número binario está formado por una sucesión de bits, donde aquellos que no tienen parte fraccionaria, es decir aquellos que no tienen un punto binario, se llaman enteros binarios.

Los valores de posición en el sistema binario son las potencias de la base 2.

$2^0$      $2^1$      $2^2$      $2^3$     .....

Los valores de posición de la parte fraccionaria de un número binario son las potencias negativas.

$2^{-1}$      $2^{-2}$      $2^{-3}$     .....

# OPERACIONES BINARIAS

## Tabla de operaciones

Las operaciones son: suma, resta, multiplicación y división que son procesadas en la ALU (Unidad Aritmético – Lógica) del computador y realizadas en códigos expresados en sistema binario.

| Adición                | Sustracción                                       | Multiplicación |
|------------------------|---------------------------------------------------|----------------|
| $0+0=0$                | $0-0=0$                                           | $0*0=0$        |
| $0+1=1$                | $1-0=1$                                           | $0*1=0$        |
| $1+0=1$                | $1-1=0$                                           | $1*0=0$        |
| $1+1=0$ , Llevando 1   | $0-1=1$ , prestando un 1 de la siguiente columna. | $1*1=1$        |
| $1+1+1=1$ , Llevando 1 |                                                   |                |

# OPERACIONES BÁSICAS BINARIAS

| Adición                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | Sustracción                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | Multiplicación                                                                                                                                                                               | División                                                                                                                                                                              |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p>En una expresión intervienen elementos o números y el operador que especifica el procedimiento a seguir con aquéllos. En la adición los elementos reciben el nombre de sumando y el operador es el signo (+).</p> <p>La adición es conmutativa, es decir <math>1 + 0 = 1</math> y <math>0 + 1 = 1</math>.</p> | <p>Recordar que la resta no es conmutativa y por tanto deben distinguirse los elementos que intervienen en la misma. El minuendo es el elemento del cual se resta el sustraendo.</p> <p>Al igual que en el sistema de numeración decimal se tiene en cuenta que si se excede la base se lleva en la siguiente cifra una unidad de orden superior</p> | <p>Los elementos se llaman multiplicando y multiplicador, y que el operador es el signo (*). La multiplicación binaria es conmutativa, asociativa y distributiva con relación a la suma.</p> | <p>En esta operación binaria los elementos son el dividendo y divisor. Como en la división decimal de enteros, un residuo es posible cuando un entero binario se divide por otro.</p> |

# REPRESENTACIÓN BINARIA

En computación los números binarios no siempre representan una cantidad numérica. A veces son cierto tipo de código que representa información no numérica.

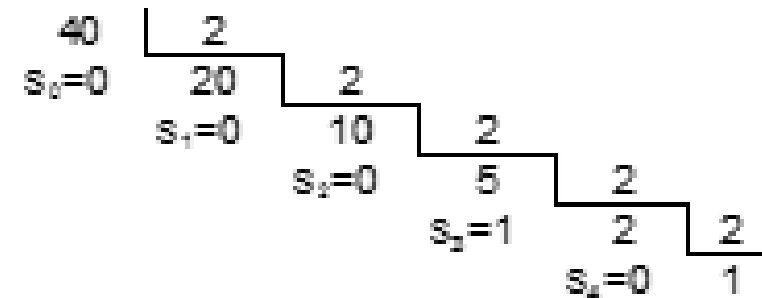
- 1.Datos numéricos reales.
- 2.Números correspondientes a una dirección en la memoria.
- 3.Un código de instrucción.
- 4.Un código que representa caracteres alfanuméricos.
- 5.Información sobre las condiciones de dispositivos internos o externos a la computadora”.

## CONVERSIÓN DE DECIMAL A BINARIO (PARTE ENTERA)

1. Separar la parte entera de la parte fraccionaria.
2. Dividir la parte entera para 2 hasta que el último cociente sea 1. Este último cociente, seguidos de los sucesivos residuos leídos de derecha a izquierda, dan la forma convencional del número entero equivalente en binario.

**Ejemplo: 40.75**

**40 +0.75**



De esta operación obtenemos que:  
 $40 = 101000$

## CONVERSIÓN DE DECIMAL A BINARIO (PARTE DECIMAL)

3. Multiplicar la fracción decimal por 2 y la parte entera de este producto será la primera cifra de la fracción binaria. La parte fraccionaria del producto se multiplica nuevamente por 2 y la parte entera de este producto es la segunda cifra de la fracción binaria y así sucesivamente hasta que suceda una de las siguientes situaciones:

Que la parte fraccionaria del algún producto por 2 sea 0, en cuyo caso la fracción binaria es exacta, es decir tiene un número limitado de cifras.

$$\begin{array}{r} 0.75 \\ * 2 \\ \hline 1.50 \end{array}$$

$$S_1 = 1$$

$$\begin{array}{r} 0.50 \\ * 2 \\ \hline 1.00 \end{array}$$

$$S_2 = 1$$

$$S_3 = 0 \dots$$

$$\text{Hacemos que: } 0.75_{10} = 0.11_2$$

## CONVERSIÓN DE DECIMAL A BINARIO (RESULTADO)

Que la parte fraccionaria del producto por 2 comience a repetirse individualmente o por grupos, en cuyo caso dará una fracción binaria periódica pura o mixta, donde las cifras se repitan indefinidamente.

Que la parte fraccionaria de los productos por 2 se presente sin ningún orden, lo que da origen a una fracción binaria inexacta no periódica, es decir un número binario irracional.

La conversión completa quedaría:  
 $40.75_{10} = 101000.11_2$

## EJEMPLOS SUMA

- Sume la primera columna (la que está más a la derecha), en este caso:  $1 + 1 = 0$ , con uno que se lleva.

- El siguiente paso consiste en sumar:  $1 + 1 + 0 = 0$ , con uno que se lleva.

- Sumamos  $1 + 1 + 1 = 1$ , con 1 que se lleva.

- Luego  $1 + 0 = 1$

$$\begin{array}{r} 111 \\ +101 \\ \hline \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 1 \\ 111 \\ +101 \\ \hline 0 \end{array}$$

Lo que se lleva

$$\begin{array}{r} 11 \\ 111 \\ +101 \\ \hline 00 \end{array}$$

Lo que se lleva

$$\begin{array}{r} 111 \\ 111 \\ +101 \\ \hline 100 \end{array}$$

Lo que se lleva

$$\begin{array}{r} 111 \\ 111 \\ +101 \\ \hline 1100 \end{array}$$

Lo que se lleva

## EJEMPLO DIVISIÓN

- Se toma el mismo número de cifras en el dividendo que las que tiene el divisor, si no alcanza se toma una más.
- Se resta, se baja la siguiente cifra y se sigue el mismo procedimiento

$$\begin{array}{r|l} 1010001 & 11 \\ \hline -11 & 11011 \\ \hline 100 & \\ -11 & \\ \hline 100 & \\ -11 & \\ \hline 11 & \\ -11 & \\ \hline 0 & \end{array}$$

## COMPROBACIÓN DE LA DIVISIÓN

- Desplazar el punto binario, tanto en el dividendo como en el divisor, hasta que el divisor sea un número entero.
- Cuando el número de cifras fraccionarias del divisor es mayor que las del dividendo, es necesario agregar a este último los ceros que se precisen.
- Luego, se determina si el número de cifras del divisor es igual o menor que el número de dígitos de la izquierda del dividendo. Si así sucede, se escribe un (1) en el cociente y el divisor se resta de esos dígitos, y a este residuo se le agrega la cifra siguiente del dividendo. Si, por el contrario, el divisor es superior a los dígitos

$$\begin{array}{r} 100.1 \\ -11 \\ \hline 11 \\ -11 \\ \hline 0 \end{array} \quad \begin{array}{r} 11 \\ \hline 1.1 \end{array}$$

# COMPLEMENTOS BINARIOS

Es posible reservar un bit para denotar el signo de un número, 0 para números positivos (+) y 1 para números negativos (-).

El sistema más empleado para representar números binarios con signo es el de **complemento a 2**. Para considerar este último sistema es necesario tener en cuenta el **complemento a 1**, el cual se obtiene cambiando cada bit del número por su complemento.

El complemento a 2 de un número binario se obtiene tomando el complemento a 1 y sumándole una unidad al bit menos significativo es decir, el signo cambia un número positivo por uno negativo y viceversa, es decir, que el complemento a dos cambia la polaridad del número.

## Ejemplo:

Representar el número con signo +43 se agrega un bit 0 adelante del número binario puro, así:

$$43 = 101011$$

$$+43 = 0101011$$

En cambio para obtener el número negativo -43 se encuentra el complemento a 2 del número positivo:

**Número binario positivo:** 0101011

**Complemento a 1:** 1010100

**Complemento a 2:** 1010101  $\xrightarrow{\quad +1 \quad}$

Por lo que: 1010101 = -43

# CÓDIGOS DEL COMPUTADOR

ASCII (American Standard Code for Information Interchange, utiliza 7 bits y permite representar números, letras mayúsculas y caracteres de puntuación.

EBCDIC (Extended Binary Coded Decimal Interchange Code), código alfanumérico de 8 bits, utilizado en grandes sistemas de computación.

Extended Binary Coded Decimal Interchange Code

|                  |   |   |   |     |                 |                 |                 |     |    |     |     |     |    |     |    |                 |     |     |     |
|------------------|---|---|---|-----|-----------------|-----------------|-----------------|-----|----|-----|-----|-----|----|-----|----|-----------------|-----|-----|-----|
| Bit<br>Positions | 4 | 0 | 0 | 0   | 0               | 0               | 0               | 0   | 0  | 1   | 1   | 1   | 1  | 1   | 1  | 1               | 1   |     |     |
|                  | 3 | 0 | 0 | 0   | 0               | 1               | 1               | 1   | 1  | 0   | 0   | 0   | 0  | 1   | 1  | 1               | 1   |     |     |
|                  | 2 | 0 | 0 | 1   | 1               | 0               | 0               | 1   | 1  | 0   | 0   | 1   | 1  | 0   | 0  | 1               | 1   |     |     |
|                  | 1 | 0 | 1 | 0   | 1               | 0               | 1               | 0   | 1  | 0   | 1   | 0   | 1  | 0   | 1  | 0               | 1   |     |     |
| 8                | 7 | 6 | 5 |     |                 |                 |                 |     |    |     |     |     |    |     |    |                 |     |     |     |
| 0                | 0 | 0 | 0 | NUL | SOH             | STX             | ETX             | PF  | HT | LC  | DEL |     |    | SMM | VT | FF              | CR  | SO  | SI  |
| 0                | 0 | 0 | 1 | DLE | DC <sub>1</sub> | DC <sub>2</sub> | DC <sub>3</sub> | RES | NL | BS  | IL  | CAN | EM | CC  |    | IFS             | IGS | IRS | IUS |
| 0                | 0 | 1 | 0 | DS  | SCS             | FS              |                 | BYP | LF | EOB | PRE |     |    | SM  |    |                 | ENQ | ACK | BEL |
| 0                | 0 | 1 | 1 |     |                 | SYN             |                 | PN  | RS | UC  | EDT |     |    |     |    | DC <sub>4</sub> | NAK |     | SUB |
| 0                | 1 | 0 | 0 | SP  |                 |                 |                 |     |    |     |     |     |    | CL  | .  | <               | (   | +   |     |
| 0                | 1 | 0 | 1 | &   |                 |                 |                 |     |    |     |     |     |    | !   | \$ | *               | )   | ;   | ~   |
| 0                | 1 | 1 | 0 | _   | /               |                 |                 |     |    |     |     |     |    |     |    | %               | -   | >   | ?   |
| 0                | 1 | 1 | 1 |     |                 |                 |                 |     |    |     |     |     |    | :   | #  | @               | .   | =   | ""  |
| 1                | 0 | 0 | 0 |     | a               | b               | c               | d   | e  | f   | g   | h   | i  |     |    |                 |     |     |     |
| 1                | 0 | 0 | 1 |     | j               | k               | l               | m   | n  | o   | p   | q   | r  |     |    |                 |     |     |     |
| 1                | 0 | 1 | 0 |     |                 | s               | t               | u   | v  | w   | x   | y   | z  |     |    |                 |     |     |     |
| 1                | 0 | 1 | 1 |     |                 |                 |                 |     |    |     |     |     |    |     |    |                 |     |     |     |
| 1                | 1 | 0 | 0 |     | A               | B               | C               | D   | E  | F   | G   | H   | I  |     |    |                 |     |     |     |
| 1                | 1 | 0 | 1 |     | J               | K               | L               | M   | N  | O   | P   | Q   | R  |     |    |                 |     |     |     |
| 1                | 1 | 1 | 0 |     |                 | S               | T               | U   | V  | W   | X   | Y   | Z  |     |    |                 |     |     |     |
| 1                | 1 | 1 | 1 | 0   | 1               | 2               | 3               | 4   | 5  | 6   | 7   | 8   | 9  |     |    |                 |     |     | □   |

# CÓDIGO ASCII

| Caracteres de control ASCII |     |               |                       |
|-----------------------------|-----|---------------|-----------------------|
| DEC                         | HEX | Símbolo ASCII |                       |
| 00                          | 00h | NULL          | (carácter nulo)       |
| 01                          | 01h | SOH           | (inicio encabezado)   |
| 02                          | 02h | STX           | (inicio texto)        |
| 03                          | 03h | ETX           | (fin de texto)        |
| 04                          | 04h | EOT           | (fin transmisión)     |
| 05                          | 05h | ENQ           | (enquiry)             |
| 06                          | 06h | ACK           | (acknowledgement)     |
| 07                          | 07h | BEL           | (timbre)              |
| 08                          | 08h | BS            | (retroceso)           |
| 09                          | 09h | HT            | (tab horizontal)      |
| 10                          | 0Ah | LF            | (salto de línea)      |
| 11                          | 0Bh | VT            | (tab vertical)        |
| 12                          | 0Ch | FF            | (form feed)           |
| 13                          | 0Dh | CR            | (retorno de carro)    |
| 14                          | 0Eh | SO            | (shift Out)           |
| 15                          | 0Fh | SI            | (shift In)            |
| 16                          | 10h | DLE           | (data link escape)    |
| 17                          | 11h | DC1           | (device control 1)    |
| 18                          | 12h | DC2           | (device control 2)    |
| 19                          | 13h | DC3           | (device control 3)    |
| 20                          | 14h | DC4           | (device control 4)    |
| 21                          | 15h | NAK           | (negative acknowle.)  |
| 22                          | 16h | SYN           | (synchronous idle)    |
| 23                          | 17h | ETB           | (end of trans. block) |
| 24                          | 18h | CAN           | (cancel)              |
| 25                          | 19h | EM            | (end of medium)       |
| 26                          | 1Ah | SUB           | (substitute)          |
| 27                          | 1Bh | ESC           | (escape)              |
| 28                          | 1Ch | FS            | (file separator)      |
| 29                          | 1Dh | GS            | (group separator)     |
| 30                          | 1Eh | RS            | (record separator)    |
| 31                          | 1Fh | US            | (unit separator)      |
| 127                         | 20h | DEL           | (delete)              |

| Caracteres ASCII imprimibles |     |         |     |     |         |     |     |         |  |
|------------------------------|-----|---------|-----|-----|---------|-----|-----|---------|--|
| DEC                          | HEX | Símbolo | DEC | HEX | Símbolo | DEC | HEX | Símbolo |  |
| 32                           | 20h | espacio | 64  | 40h | @       | 96  | 60h | `       |  |
| 33                           | 21h | !       | 65  | 41h | A       | 97  | 61h | a       |  |
| 34                           | 22h | "       | 66  | 42h | B       | 98  | 62h | b       |  |
| 35                           | 23h | #       | 67  | 43h | C       | 99  | 63h | c       |  |
| 36                           | 24h | \$      | 68  | 44h | D       | 100 | 64h | d       |  |
| 37                           | 25h | %       | 69  | 45h | E       | 101 | 65h | e       |  |
| 38                           | 26h | &       | 70  | 46h | F       | 102 | 66h | f       |  |
| 39                           | 27h | '       | 71  | 47h | G       | 103 | 67h | g       |  |
| 40                           | 28h | (       | 72  | 48h | H       | 104 | 68h | h       |  |
| 41                           | 29h | )       | 73  | 49h | I       | 105 | 69h | i       |  |
| 42                           | 2Ah | *       | 74  | 4Ah | J       | 106 | 6Ah | j       |  |
| 43                           | 2Bh | +       | 75  | 4Bh | K       | 107 | 6Bh | k       |  |
| 44                           | 2Ch | ,       | 76  | 4Ch | L       | 108 | 6Ch | l       |  |
| 45                           | 2Dh | -       | 77  | 4Dh | M       | 109 | 6Dh | m       |  |
| 46                           | 2Eh | .       | 78  | 4Eh | N       | 110 | 6Eh | n       |  |
| 47                           | 2Fh | /       | 79  | 4Fh | O       | 111 | 6Fh | o       |  |
| 48                           | 30h | 0       | 80  | 50h | P       | 112 | 70h | p       |  |
| 49                           | 31h | 1       | 81  | 51h | Q       | 113 | 71h | q       |  |
| 50                           | 32h | 2       | 82  | 52h | R       | 114 | 72h | r       |  |
| 51                           | 33h | 3       | 83  | 53h | S       | 115 | 73h | s       |  |
| 52                           | 34h | 4       | 84  | 54h | T       | 116 | 74h | t       |  |
| 53                           | 35h | 5       | 85  | 55h | U       | 117 | 75h | u       |  |
| 54                           | 36h | 6       | 86  | 56h | V       | 118 | 76h | v       |  |
| 55                           | 37h | 7       | 87  | 57h | W       | 119 | 77h | w       |  |
| 56                           | 38h | 8       | 88  | 58h | X       | 120 | 78h | x       |  |
| 57                           | 39h | 9       | 89  | 59h | Y       | 121 | 79h | y       |  |
| 58                           | 3Ah | :       | 90  | 5Ah | Z       | 122 | 7Ah | z       |  |
| 59                           | 3Bh | ;       | 91  | 5Bh | [       | 123 | 7Bh | {       |  |
| 60                           | 3Ch | <       | 92  | 5Ch | \       | 124 | 7Ch |         |  |
| 61                           | 3Dh | =       | 93  | 5Dh | ]       | 125 | 7Dh | }       |  |
| 62                           | 3Eh | >       | 94  | 5Eh | ^       | 126 | 7Eh | ~       |  |
| 63                           | 3Fh | ?       | 95  | 5Fh | _       |     |     |         |  |

| ASCII extendido |     |         |     |      |         |     |     |         |     |     |         |
|-----------------|-----|---------|-----|------|---------|-----|-----|---------|-----|-----|---------|
| DEC             | HEX | Símbolo | DEC | HEX  | Símbolo | DEC | HEX | Símbolo | DEC | HEX | Símbolo |
| 128             | 80h | Ç       | 160 | A0h  | á       | 192 | C0h | Ł       | 224 | E0h | Ó       |
| 129             | 81h | ü       | 161 | A1h  | í       | 193 | C1h | ł       | 225 | E1h | ô       |
| 130             | 82h | é       | 162 | A2h  | ó       | 194 | C2h | Ł       | 226 | E2h | Ô       |
| 131             | 83h | â       | 163 | A3h  | û       | 195 | C3h | ł       | 227 | E3h | Õ       |
| 132             | 84h | ä       | 164 | A4h  | ü       | 196 | C4h | Ł       | 228 | E4h | ö       |
| 133             | 85h | à       | 165 | A5h  | ñ       | 197 | C5h | ł       | 229 | E5h | Ö       |
| 134             | 86h | á       | 166 | A6h  | ª       | 198 | C6h | Ł       | 230 | E6h | µ       |
| 135             | 87h | ç       | 167 | A7h  | º       | 199 | C7h | ł       | 231 | E7h | þ       |
| 136             | 88h | ê       | 168 | A8h  | ¿       | 200 | C8h | Ł       | 232 | E8h | Þ       |
| 137             | 89h | ë       | 169 | A9h  | ®       | 201 | C9h | ł       | 233 | E9h | Û       |
| 138             | 8Ah | è       | 170 | AAh  | ¬       | 202 | CAh | Ł       | 234 | EAh | Ü       |
| 139             | 8Bh | ï       | 171 | ABh  | ½       | 203 | CBh | ł       | 235 | EBh | Ý       |
| 140             | 8Ch | ì       | 172 | ACH  | ¼       | 204 | CBh | Ł       | 236 | ECh | ÿ       |
| 141             | 8Dh | í       | 173 | ADh  | ¡       | 205 | CDh | ł       | 237 | EDh | Ÿ       |
| 142             | 8Eh | Ä       | 174 | A Eh | «       | 206 | CEh | Ł       | 238 | EEh | —       |
| 143             | 8Fh | Å       | 175 | AFh  | »       | 207 | CFh | ł       | 239 | EFh | ·       |
| 144             | 90h | Æ       | 176 | B0h  | ⋮       | 208 | D0h | Ł       | 240 | F0h | ˆ       |
| 145             | 91h | æ       | 177 | B1h  | ⋮       | 209 | D1h | ł       | 241 | F1h | ±       |
| 146             | 92h | Æ       | 178 | B2h  | ⋮       | 210 | D2h | Ł       | 242 | F2h | ˆ       |
| 147             | 93h | ô       | 179 | B3h  | ˆ       | 211 | D3h | ł       | 243 | F3h | ¾       |
| 148             | 94h | ò       | 180 | B4h  | ˆ       | 212 | D4h | Ł       | 244 | F4h | ¶       |
| 149             | 95h | ò       | 181 | B5h  | ˆ       | 213 | D5h | ł       | 245 | F5h | §       |
| 150             | 96h | ù       | 182 | B6h  | ˆ       | 214 | D6h | Ł       | 246 | F6h | ÷       |
| 151             | 97h | ù       | 183 | B7h  | ˆ       | 215 | D7h | ł       | 247 | F7h | ˆ       |
| 152             | 98h | ÿ       | 184 | B8h  | ˆ       | 216 | D8h | Ł       | 248 | F8h | ˆ       |
| 153             | 99h | Ö       | 185 | B9h  | ˆ       | 217 | D9h | ł       | 249 | F9h | ˆ       |
| 154             | 9Ah | Ü       | 186 | BAh  | ˆ       | 218 | DAh | Ł       | 250 | FAh | ˆ       |
| 155             | 9Bh | ø       | 187 | BBh  | ˆ       | 219 | DBh | ł       | 251 | FBh | ˆ       |
| 156             | 9Ch | £       | 188 | BCb  | ˆ       | 220 | DCb | Ł       | 252 | FCh | ˆ       |
| 157             | 9Dh | ø       | 189 | BDh  | ˆ       | 221 | DDh | ł       | 253 | FDh | ˆ       |
| 158             | 9Eh | x       | 190 | BEh  | ˆ       | 222 | DEh | Ł       | 254 | FEh | ˆ       |
| 159             | 9Fh | f       | 191 | BFh  | ˆ       | 223 | DFh | ł       | 255 | FFh | ˆ       |

## FRASE

*"Todas las piezas deben unirse sin ser forzadas. Debe recordar que los componentes que está reensamblando fueron desmontados por usted, por lo que si no puede unirlos debe existir una razón. Pero sobre todo, no use un martillo"*

***Manual de mantenimiento de IBM, año 1925***