

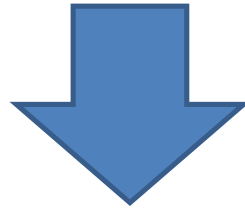
$$\begin{array}{r}
 111111 \\
 0011101 \\
 + 1101011 \\
 \hline
 10001000
 \end{array}$$

$$\begin{array}{r}
 11101 \\
 \times 101 \\
 \hline
 11101 \\
 00000 \\
 + 11101 \\
 \hline
 100100001
 \end{array}$$

$$\begin{array}{r}
 1 \\
 -0 \\
 \hline
 1
 \end{array}
 \quad
 \begin{array}{r}
 11 \\
 -10 \\
 \hline
 1
 \end{array}
 \quad
 \begin{array}{r}
 1011 \\
 -10 \\
 \hline
 1001
 \end{array}$$

Sistemas de Numeración

Objetivo



Conocer como el computador realiza, internamente las operaciones aritméticas básicas empleando los sistemas binarios y hexadecimal como medio de representación de los datos

El computador representa internamente los datos a través de sistemas de numeración



Sistema binario

- $base = 2 \quad \{0,1\}$
- Las características físicas del computador hacen posible manejar dos (2) estados eléctricos: 0 y 1
- Bit: Dígito binario

Sistema hexadecimal

- $base=16;$
 $A=\{0,1,2,3,4,5,6,7,8,9,A,B,C,D,E,F\}$

Sistema decimal

- $base=10;$
 $\{0,1,2,3,4,5,6,7,8,9\}$

Las operaciones aritméticas se procesan en la Unidad Aritmética Lógica de la computadora

- Se combinan compuertas lógicas y otros dispositivos de manera que puedan sumar, restar, multiplicar y dividir binarios.
- La pronunciación de los números binarios es muy importante . Por ejemplo $(1001)_2$ (se pronuncia uno, cero, cero, uno) y no mil uno.

Pasos para conversión de Decimal a Binario

- **Paso No.1:** Realice la división entera del número decimal que desea convertir, entre la base del sistema numérico al cual quiere llevar en este caso dos para sistema binario.
- **Paso No.2:** Repita el paso 1 tomando como número el cociente de la división anterior y continuando con divisiones sucesivas hasta que el cociente obtenido sea cero.

Pasos para conversión de Decimal a Binario

- **Paso No.3:** Tome los residuos obtenidos de cada división y colóquelos en el orden inverso al obtenido, es decir, el último que obtuvo es el primero en colocar (de izquierda a derecha). La totalidad de residuos constituye el número en la base buscada.

Conversión de Decimal a Binario

Se desea convertir el número **5** decimal a su correspondiente binario.

- 5_{10} equivale a 101_2
- $5/2 = 2$ $2/2 = 1$ $1/2 = 0$

$\frac{4}{1}$	$\frac{2}{0}$	$\frac{0}{1}$
---------------	---------------	---------------



**Debe leer en el
sentido de la flecha**

EJEMPLO No.2:

Se desea convertir el número **14** decimal a su correspondiente binario.

Paso 1

$$\begin{array}{r} 14 / 2 = 7 \\ \underline{14} \\ 0 \end{array}$$

Paso 2

$$\begin{array}{r} 7 / 2 = 3 \\ \underline{6} \\ 1 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 3 / 2 = 1 \\ \underline{2} \\ 1 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 1 / 2 = 0 \\ \underline{0} \\ 1 \end{array}$$



Dirección en
que se toman
los residuos

Resultado: $(14)_{10} = (1110)_2$

Ejemplo No. 3

Se desea convertir el número **20** decimal a su correspondiente binario.

Paso 1

$$\begin{array}{r} 20 / 2 = 10 \\ \underline{20} \\ 0 \end{array}$$

Paso 2

$$\begin{array}{r} 10 / 2 = 5 \\ \underline{10} \\ 0 \end{array} \quad \begin{array}{r} 5 / 2 = 2 \\ \underline{4} \\ 1 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 2 / 2 = 1 \\ \underline{2} \\ 0 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 1 / 2 = 0 \\ \underline{0} \\ 1 \end{array}$$

← Dirección en que se toman los residuos

Resultado: $(20)_{10} = (10100)_2$

Conversión de Binario a Decimal

Para convertir el número binario **1010011_2** a decimal, lo desarrollamos teniendo en cuenta el valor de cada bit:

$$1*2^6 + 0*2^5 + 1*2^4 + 0*2^3 + 0*2^2 + 1*2^1 + 1*2^0 = 83$$

$$1010011_2 = 83_{10}$$

Conversión de binario a decimal

$$\begin{array}{r} 1 \quad 0 \quad 1 \\ 2^2 + 2^1 + 2^0 \\ \hline 4 + 0 + 1 \end{array}$$

$$5_{10} = 101_2$$

Permite Comprobar su respuesta

Práctica No. 1

Convierta de decimal a Binario

- 19_{10}
- 14_{10}
- 20_{10}



Desarrolle la práctica

Ejemplo desarrollado

$$19 \div 2 = 9$$

$$\begin{array}{r} 18 \\ \hline \end{array}$$

$$1$$

$$9 \div 2 = 4$$

$$\begin{array}{r} 8 \\ \hline \end{array}$$

$$1$$

$$4 \div 2 = 2$$

$$\begin{array}{r} 4 \\ \hline \end{array}$$

$$0$$

$$2 \div 2 = 1$$

$$\begin{array}{r} 2 \\ \hline \end{array}$$

$$0$$

$$1 \div 2 = 0$$

$$\begin{array}{r} 0 \\ \hline \end{array}$$

$$1$$

$$19_{10} = (10011)_2$$

Resultados de la Práctica No. 1– Decimal a Binario

- $19_{10} = (10011)_2$
- $14_{10} = (1110)_2$
- $20_{10} = (10100)_2$



Sistema Hexadecimal

- El sistema numérico con base = 16 , se llama sistema hexadecimal (a veces abreviado hex), el cual utiliza 16 dígitos.
- Como el sistema numérico estándar tiene solamente 10 dígitos del 0 al 9, ha sido necesario crear otros 6 dígitos, constituidos por letras del alfabeto para llegar a la base 16, iniciando con la A hasta la F.

Pasos para conversión de Decimal a Hexadecimal

- Realice la división entera del número decimal que desea convertir, entre la base del sistema numérico al cual quiere llevar en este caso (16) para sistema hexadecimal.
- Repita el paso 1 tomando como número el cociente de la división anterior y continuando con divisiones sucesivas hasta que el cociente obtenido sea cero.

Pasos para conversión de Decimal a Hexadecimal

- Tome los residuos obtenidos de cada división y colóquelos en el orden inverso al obtenido, es decir, el último que obtuvo es el primero en colocar (de izquierda a derecha). La totalidad de residuos constituye el número en la base buscada.
- Si se obtiene como residuo un número entre 10 y 15 deberá reemplazarse según la tabla indicada anteriormente.

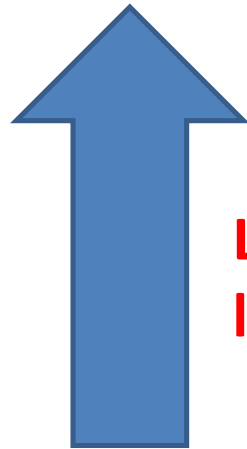
Conversión de Decimal a Hexadecimal

$$172 \div 16 = 10$$

$$\begin{array}{r} 160 \\ \underline{} \\ 12 \end{array}$$

$$10 \div 16 = 0$$

$$\begin{array}{r} 0 \\ \underline{} \\ 10 \end{array}$$



**Lectura de
los residuos**

$(AC)_{16}$

**Divisiones sucesivas entre 16 hasta que el
cociente sea cero**

Conversión de Hexadecimal a Decimal

$(AC)_{16}$

A

C

16^1 +

16^0

160

+

12

= 172_{10}

Permite comprobar su respuesta

Práctica No. 4

Convierta de decimal a hexadecimal

4261_{10}

Respuesta:

$(10A5)_{16}$



Desarrolle la práctica

Suma Binaria

- En la suma binaria los elementos se llaman sumandos los cuales se colocan uno debajo del otro, alineando cada dígito equivalente y el operador se representa con el signo (+).

En la suma binaria se aplican reglas

Operación	Resultado
$0 + 0$	0
$0 + 1$	1
$1 + 0$	1
$1 + 1$	10 (al sumar $1 + 1$ siempre nos llevamos 1 a la siguiente operación)

Pasos para realizar la suma Binaria

- Escriba ambos sumandos uno debajo del otro. Si uno de los operandos posee menos cifras que el otro se colocaran ceros a la izquierda hasta que ambos sean iguales.
- Sume los dígitos de derecha a izquierda.
- Repita hasta que todos los dígitos se hayan sumado. Recuerde tomar en cuenta los acarreos posibles.

Pasos para realizar la suma Binaria

- Si la suma parcial genera acarreo, súmelo de ser más de uno o colóquelo en la posición inmediata a la izquierda del resultado obtenido en caso de ser solo uno.
- El resultado debe colocarse entre paréntesis circulares indicando la base del sistema binario (2) al lado derecho del mismo

Suma Binaria

111 + 101

$$0 + 0 = 0$$

$$0 + 1 = 1$$

$$1 + 0 = 1$$

1 + 1 = 0 (Llevando 1 a la siguiente columna)

1	1	1	
+	1 ₀	1 ₀	1
	1	0	1
(1	1	0	0) ₂

Suma binaria - Ejemplos

- $111 + 101 = (1100)_2$
- $1001 + 001 = (1010)_2$
- $1111 + 1100 = (11011)_2$

Práctica N0. 2

Resuelva la suma utilizando el sistema binario

- $1010 + 101$

- $1101 + 0101$



Desarrolle la práctica

Resta Binaria

- En la resta binaria el minuendo es el elemento del cual se resta el sustraendo y el operador se representa con el signo $(-)$ menos. Al resultado se le denomina diferencia.

En la resta binaria se aplican reglas

- $0 - 0 = 0$
- $0 - 1 = 1$ (se pide prestado la base a la columna inmediata a la izquierda)
- $1 - 0 = 1$
- $1 - 1 = 0$

Pasos para realizar la resta utilizando el sistema binario

- Escriba ambos operandos uno debajo del otro, alineando cada dígito posicional equivalente. Si uno de los operandos posee menos cifras que el otro se colocarán ceros a la izquierda hasta que ambos sean iguales.
- Inicie el proceso restando los dígitos de las columna de derecha a izquierda utilizando las reglas de la resta binaria.

Pasos para realizar la resta utilizando el sistema binario

- Si el dígito inferior (sustraendo) es mayor que el superior (minuendo), pida la base (2) de la siguiente columna hacia la izquierda, la columna a la cual se le pide, la base, solamente disminuye una unidad.
- Reste el valor inferior del superior (base (2) -1)
- Repita los pasos hasta llegar al dígito más significativo.
- El resultado debe colocarse entre paréntesis circulares indicando la base del sistema binario (2) al lado derecho del mismo.

Resta Binaria

$$0 - 0 = 0$$

$$0 - 1 = 1 \quad (\text{se pide prestado})$$

$$1 - 0 = 1$$

$$1 - 1 = 0$$

			0	2	
	1	1	1	0	1
-	0	1	0	1	1
	(1	0	0	1	0) ₂

Resta Binaria - Ejemplos

- $11101 - 01011 = (10010)_2$

- $111 - 101 = (010)_2$

- $1000 - 0111 = (0001)_2$

Práctica No. 3

Resolver las restas utilizando el sistema binario

- $1110 - 1000$

- $1010 - 101$



Desarrolle la práctica

Sistema Hexadecimal

- La aritmética hexadecimal se usa ampliamente en la programación de computadoras, en el lenguaje de máquina y en la direcciones de memoria del computador.

Base 10 (Sistema decimal)	Base 16 (Sistema Hexadecimal)
10	A
11	B
12	C
13	D
14	E
15	F

Suma Hexadecimal

- La suma de dígitos hexadecimales sigue las mismas reglas que la suma decimal, teniendo en cuenta que el dígito de mayor valor es F.

Pasos para realizar la suma utilizando el sistema hexadecimal

- Alinear los dígitos de las columnas de derecha a izquierda.
- Suma de derecha a izquierda en forma decimal.
- Si la suma es mayor o igual a la base del sistema hexadecimal (16), se le resta la base y se acarrea en uno (1) a la siguiente columna , la diferencia se coloca como resultado de la suma.

Pasos para realizar la suma utilizando el sistema hexadecimal

- El resultado de la suma debe colocarse entre paréntesis circulares indicando la base del sistema hexadecimal (16) al lado derecho del mismo.

Suma utilizando el sistema hexadecimal

- 8

$$+ \underline{9}$$

17 Suma Decimal

- 16 Modificación menos

$$(1 \ 1)_{16}$$

- 6

$$+ \underline{7}$$

$$13 \quad (D)_{16}$$

Práctica No. 5

Resolver las sumas utilizando el sistema hexadecimal

• $255D + F14$ Resp: $(3471)_{16}$

• $47 + A$ Resp: $(51)_{16}$



Desarrolle la práctica

Resta Hexadecimal

- Para restar números hexadecimales se utiliza el mismo método que para restar en el sistema binario; solamente, que para la resta hexadecimal la base es 16.

Pasos para realizar la resta utilizando el sistema hexadecimal

- Alinear los dígitos de las columnas de derecha a izquierda.
- Comience a restar por la columna menos significativa.
- Si el dígito inferior (sustraendo) es mayor que el superior (minuendo), pida la base (16) a la columna contigua a la izquierda y sume el valor al dígito superior (minuendo). La columna de la cual se presta disminuye una unidad.

Pasos para realizar la resta utilizando el sistema hexadecimal

- Reste el valor inferior del superior.
- Repita los pasos anteriores hasta llegar al dígito más significativo del minuendo.
- La diferencia debe colocarse entre paréntesis circulares indicando la base del sistema hexadecimal (16) al lado derecho del mismo.

Resta utilizando el sistema hexadecimal

- $$\begin{array}{r} 7C \\ - \underline{12} \\ (6A)_{16} \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 7 \\ - \underline{1} \\ (6)_{16} \end{array}$$

$$\begin{array}{r} A \\ - \underline{9} \\ (1)_{16} \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 0 \quad 15 \quad 16 \\ 1 \quad 0 \quad 0 \\ - \quad \quad 2 \quad 4 \\ \hline (0 \quad D \quad C)_{16} \end{array}$$

Práctica No. 6

Resolver las restas utilizando el sistema hexadecimal

• $1000F - 195$ Resp: $(FE7A)_{16}$

• $29 - C$ Resp: $(1D)_{16}$



Desarrolle la práctica

Referencias bibliográficas

- **Peter Norton (2006). Introducción a la Computación. México Editorial McGraw Hill. Sexta Edición.**
- **Coultharh, Glen J. (2012). Computing Now. McGraw Hill. Estados Unidos. (Libro en inglés)**
- **Ferreyra Cortés, Gonzalo. (2011). Informática Paso a Paso. Tercera Edición (actualizada con competencias). Editorial Alfaomega.**