

ELECTRÓNICA DIGITAL

Sistema de Numeración Digital

ING. JULIO C. SORIA Q.

SISTEMAS DE NUMERACIÓN - OPERACIONES

Sistema de Numeración Digital.

En la tecnología digital se usan muchos sistemas de numeración. Los mas comunes son los sistema decimales, binario, octal y hexadecimal.

El sistema decimal es sin duda el mas familiar para nosotros porque es una herramienta que usamos todos los días.

SISTEMAS DE NUMERACIÓN - OPERACIONES

Sistema Decimal.

El sistema decimal esta compuesta por diez numerales o símbolos, Estos diez símbolos son: 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8 y 9. Además el sistema decimal es conocido también como sistema de base 10.

El sistema decimal es un sistema es un sistema de valor posicional en el cual el valor de un dígito depende de la posición en que se encuentre ubicada.

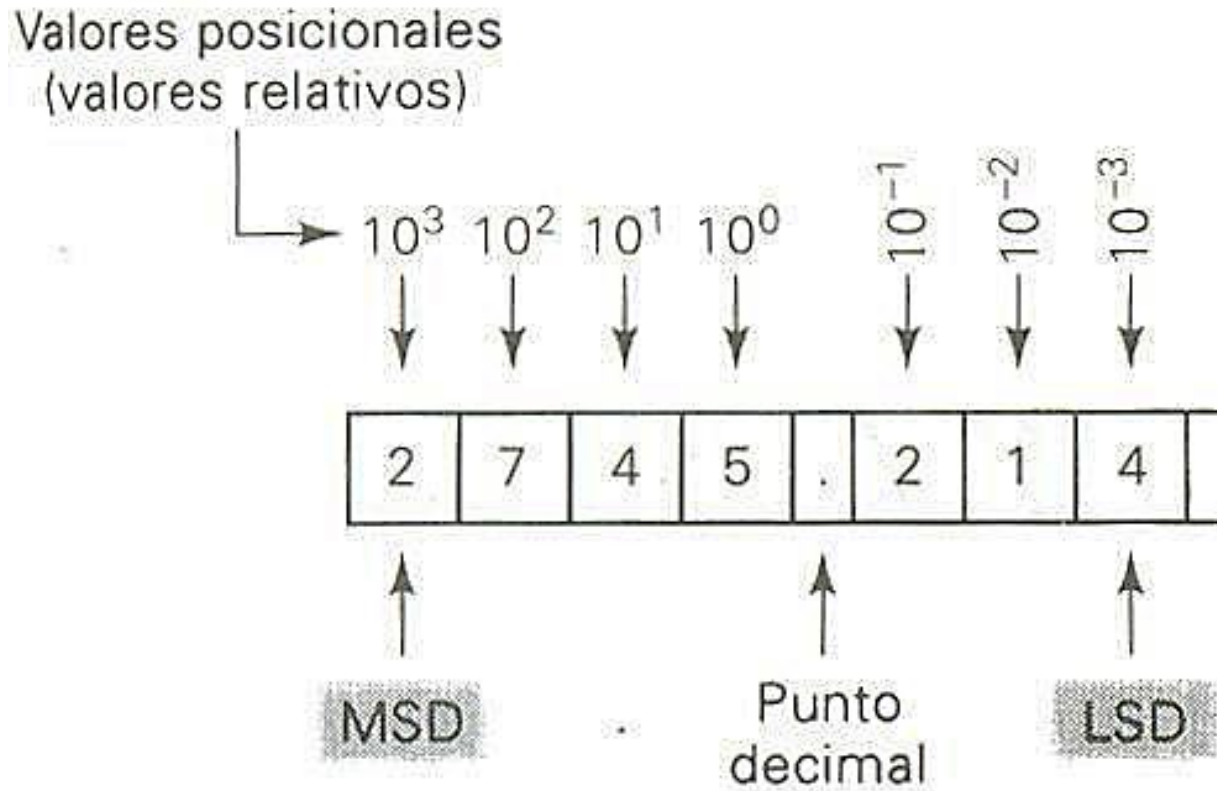
Ejemplo:

Se tiene el número 453, donde el 4 viene a ser el número de *dígito más significativo (MSD)* y el 3 se convierte en el número de *dígito menos significativo (LSD)*.

Por otra parte si tenemos el siguiente número 27.53. En este número el 2 viene a ser el dígito más significativo y el 3 el dígito menos significativo, o sea:

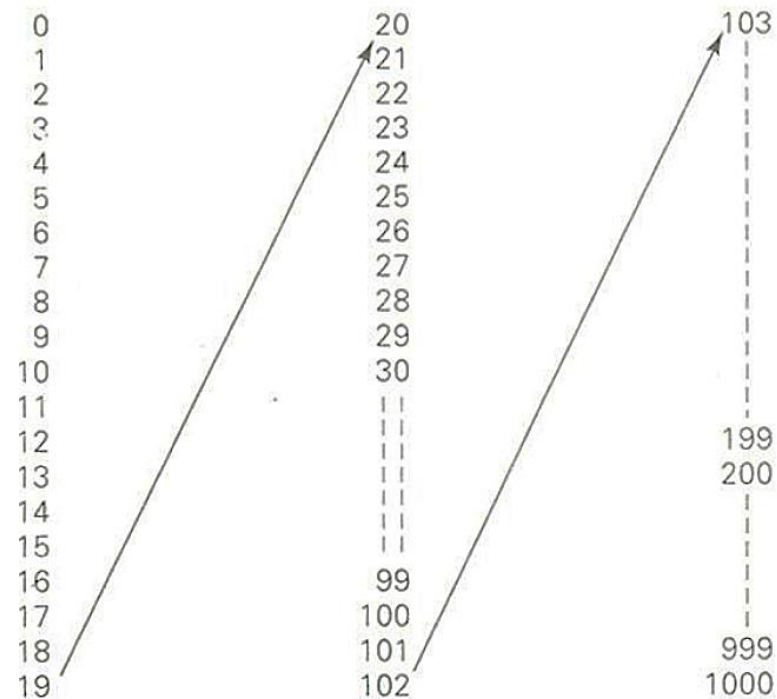
$$2 * 10^1 + 7 * 10^0 + 3 * 10^{-1} + 5 * 10^{-2} = 27.35$$

SISTEMAS DE NUMERACIÓN - OPERACIONES



SISTEMAS DE NUMERACIÓN - OPERACIONES

Cuando se cuenta mediante el sistema decimal, se inicia con cero en la posición de las unidades y se toma cada dígito (símbolo) progresivamente hasta llegar a 9.

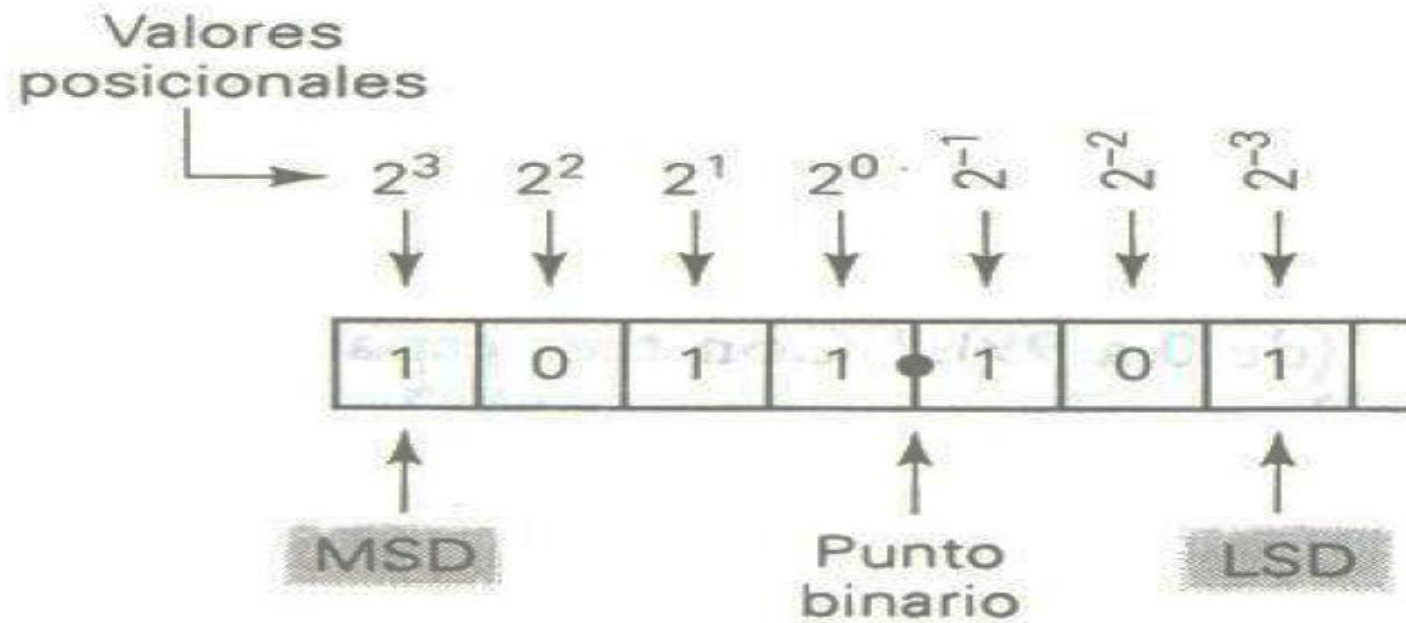


SISTEMAS DE NUMERACIÓN - OPERACIONES

Sistema Binario.

Es utilizado en los sistemas digitales, y tiene dos símbolos o posibles valores de dígitos: el 0 y el 1. Aun así este sistema de base 2 se puede usar para presentar cualquier cantidad en el sistema decimal o en otros sistemas. Aunque en general se necesita muchos dígitos binarios para expresar una cantidad determinada. En la figura siguiente se observa con mas detalle como esta distribuido los unos y ceros antes y después del punto binario; además se muestra las potencias correspondientes que tienen cada uno de los dígitos.

SISTEMAS DE NUMERACIÓN - OPERACIONES



SISTEMAS DE NUMERACIÓN - OPERACIONES

Ejemplo:

Se tiene el número 1011.101_2 , queremos saber su valor decimal entonces procedemos de la siguiente manera:

$$1011.101_2 = (1 * 2^3) + (0 * 2^2) + (1 * 2^1) + (1 * 2^0) \\ + (1 * 2^{-1}) + (0 * 2^{-2}) + (1 * 2^{-3})$$

$$1011.101_2 = 8 + 0 + 2 + 1 + 0.5 + 0 + 0.125$$

$$1011.101_2 = 11.625_{10}$$

Por otra parte cuando se trabaja con números binarios se esta limitando a un número específico de bits. Esta limitación se basa en función a los circuitos integrados que se esta usando, por ejemplo existen circuitos integrados de 4, 8, 16, 32, 64 y 128 bits de entrada o bien de salida.

SISTEMAS DE NUMERACIÓN - OPERACIONES

Para mejor observación y análisis del conteo binario utilizaremos la siguiente secuencia.

Valores →	$2^3 = 8$	$2^2 = 4$	$2^1 = 2$	$2^0 = 1$		Equivalente decimal
	0	0	0	0	→	0
	0	0	0	1	→	1
	0	0	1	0		2
	0	0	1	1		3
	0	1	0	0		4
	0	1	0	1		5
	0	1	1	0		6
	0	1	1	1		7
	1	0	0	0		8
	1	0	0	1		9
	1	0	1	0		10
	1	0	1	1		11
	1	1	0	0		12
	1	1	0	1		13
	1	1	1	0	→	14
	1	1	1	1	→	15

↑
LSB

SISTEMAS DE NUMERACIÓN - OPERACIONES

Conversiones de Binario a Decimal.

Para convertir un número binario a un número decimal, solo se suma los pesos de las diferentes posiciones en el número binario que contiene un uno. Con el siguiente ejemplo se ilustrara mejor este enunciado:

Se tiene el siguiente número binario: 11011_2

$$\begin{array}{cccccc} 1 & 1 & 0 & 1 & 1 & \\ 2^4 & 2^3 & 2^2 & 2^1 & 2^0 & \end{array}$$

De la cual se deduce:

$$1 * 2^4 + 1 * 2^3 + 0 * 2^2 + 1 * 2^1 + 1 * 2^0 = 16 + 8 + 0 + 2 + 1 = 27_{10}$$

SISTEMAS DE NUMERACIÓN - OPERACIONES

Conversiones de Decimal a Binario.

En este primer método el número decimal simplemente se expresa como una suma de potencias de 2, y luego se escriben los ceros y los unos en las posiciones adecuadas del bit.

$$45_{10} = 32 + 8 + 4 + 1 = 2^5 + 0 + 2^3 + 2^2 + 0 + 2^0$$

Entonces los que le corresponde el 1 binario son:

$$2^5 \rightarrow 1$$

$$2^4 \rightarrow 0$$

$$2^3 \rightarrow 1$$

$$2^2 \rightarrow 1$$

$$2^1 \rightarrow 0$$

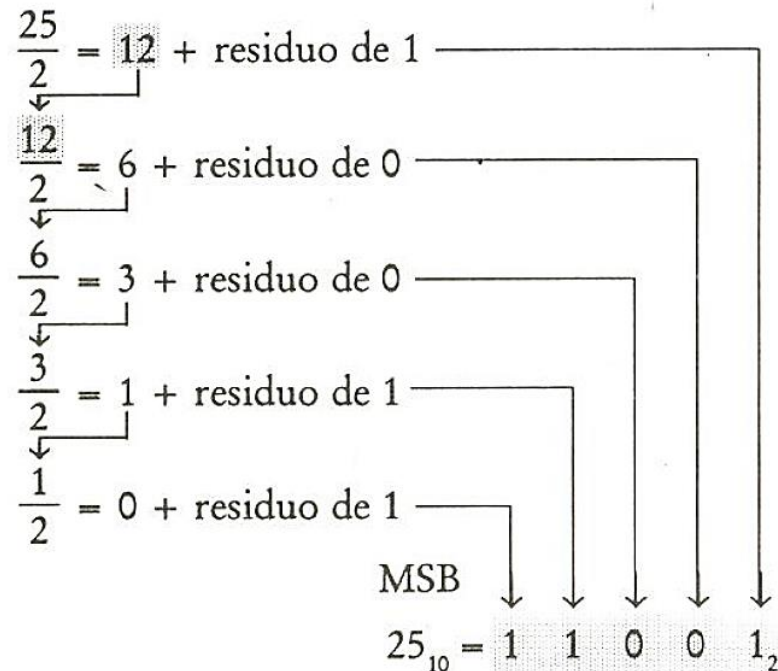
$$2^0 \rightarrow 1$$

Por lo tanto: $45_{10} = 101101_2$

SISTEMAS DE NUMERACIÓN - OPERACIONES

Conversiones de Decimal a Binario.

El segundo método para convertir números enteros decimales a binarios, viene a ser las divisiones sucesivas entre 2. En el siguiente ejemplo mostramos como se realiza este proceso:



SISTEMAS DE NUMERACIÓN - OPERACIONES

Sistema de Numeración Octal.

El sistema octal se usa con frecuencia en el trabajo de computadoras digitales. El sistema de numeración octal tiene una base de ocho, lo que significa que tiene ocho dígitos posibles: 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6 y 7. Por lo tanto, cada dígito de un número octal puede tener cualquier valor de 0 a 7. Las posiciones de los dígitos en un número octal tienen los siguientes pesos.

8^4	8^3	8^2	8^1	8^0	8^{-1}	8^{-2}	8^{-3}	8^{-4}	8^{-5}
					.				
punto octal									

Por ejemplo:

$$372_8 = 3 * 8^2 + 7 * 8^1 + 2 * 8^0$$

$$372_8 = 3 * 64 + 7 * 8 + 2 * 1$$

$$372_8 = 250_{10}$$

SISTEMAS DE NUMERACIÓN - OPERACIONES

Conversión de Decimal a Octal.

Un número entero decimal se puede convertir a octal usando el mismo método de la división repetida, algo similar a lo que se usó en la conversión de decimal a binario, pero en este caso con un divisor de 8 en lugar del 2.

Por ejemplo:

$$\begin{array}{l} \frac{266}{8} = 33 + \text{residuo de } 2 \\ \downarrow \\ \frac{33}{8} = 4 + \text{residuo de } 1 \\ \downarrow \\ \frac{4}{8} = 0 + \text{residuo de } 4 \end{array}$$

$266_{10} = 412_8$

SISTEMAS DE NUMERACIÓN - OPERACIONES

Conversión de Octal a Binario.

La ventaja principal del sistema de numeración octal es la facilidad para hacer las conversiones entre números binarios y octales. La conversión de octal a binario se realiza convirtiendo cada dígito octal a su equivalente binario de tres dígitos.

Digito Octal	Equivalente Binario
0	000
1	001
2	010
3	011
4	100
5	101
6	110
7	111

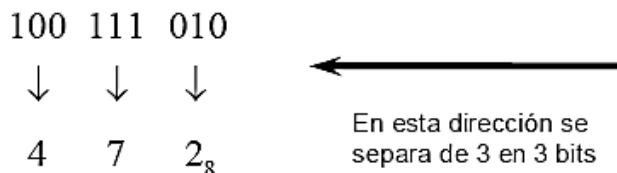
SISTEMAS DE NUMERACIÓN - OPERACIONES

Conversión de Binario a Octal.

La conversión de enteros binarios a enteros octales es simplemente la operación inversa de la conversión de octal a binario.

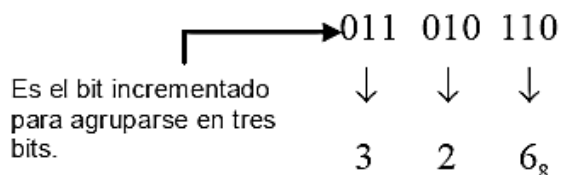
Los bits del número binario se agrupan en grupos de *tres bits*, iniciando con el LSB. Luego cada grupo se convierte en su equivalente octal. Para ilustrar este proceso, realizaremos el siguiente ejemplo:

Se tiene el siguiente número binario: 100111010_2 a octal.



Se puede dar algunos casos en que el número binario mas significativo tenga solo dos bits o un bit, en estos casos se le incrementa cero para completarlos.

Por ejemplo: se tiene el siguiente número binario 11010110_2 convertir a octal.



SISTEMAS DE NUMERACIÓN - OPERACIONES

Sistema de Numeración Hexadecimal.

En el sistema de numeración Hexadecimal se emplea la base 16, por lo tanto, tiene 16 símbolos digitales posibles. Estos 16 símbolos digitales son los dígitos 0 al 9 y las letras A, B, C, D, E y F. En la siguiente tabla se observa mejor esta distribución:

Hexadecimal	Decimal	Binario
0	0	0000
1	1	0001
2	2	0010
3	3	0011
4	4	0100
5	5	0101
6	6	0110
7	7	0111
8	8	1000
9	9	1001
A	10	1010
B	11	1011
C	12	1100
D	13	1101
E	14	1110
F	15	1111

SISTEMAS DE NUMERACIÓN - OPERACIONES

Conversión de Hexadecimal a Decimal.

Un número Hexadecimal se puede convertir a su equivalente Decimal partiendo del hecho de cada posición de los dígitos hexadecimales tienen un peso que es una potencia de 16. El LSD tiene un peso de $16^0 = 1$; la siguiente posición mayor del dígito tiene un peso de $16^1 = 16$; la que sigue tiene un peso de $16^2 = 256$ y así sucesivamente.

Por ejemplo tenemos que convertir 356_{16} a decimal:

$$356_{16} = 3 * 16^2 + 5 * 16^1 + 6 * 16^0$$

$$356_{16} = 768 + 80 + 6$$

$$356_{16} = 854_{10}$$

SISTEMAS DE NUMERACIÓN - OPERACIONES

Conversión de Decimal a Hexadecimal.

Recuerde que la conversión de decimal a binario se hizo usando la división repetitiva entre 2, y la de decimal a octal mediante la división entre 8. De la misma manera la conversión de decimal a hexadecimal se puede hacer empleando la división repetitiva entre 16.

Por ejemplo:

Convertir 423_{10} a hexadecimal (hex):

$$\begin{array}{l} \frac{423}{16} = 26 + \text{residuo de } 7 \\ \downarrow \\ \frac{26}{16} = 1 + \text{residuo de } 10 \\ \downarrow \\ \frac{1}{16} = 0 + \text{residuo de } 1 \end{array}$$

$423_{10} = 1A7_{16}$

SISTEMAS DE NUMERACIÓN - OPERACIONES

Conversión de Hexadecimal a Binario.

Al igual que el sistema numérico octal, sistema de numeración hexadecimal usa la tabla mostrada anteriormente en el sistema numérico hexadecimal. El procedimiento es sencillo, lo que se hace es representar cada número por su equivalen binario.

Por ejemplo convertir $9F2_{16}$ a binario.

$$\begin{aligned} 9F2_{16} &= 9 \quad F \quad 2 \\ &= \downarrow \quad \downarrow \quad \downarrow \\ &= 1001 \ 1111 \ 0010 \end{aligned}$$

Como ejercicio, verifique que $BA6_{16} = 101110100110_2$.

SISTEMAS DE NUMERACIÓN - OPERACIONES

Conversión d Binario a Hexadecimal.

La conversión de binario a hexadecimal es exactamente el inverso del proceso anterior. El número binario se agrupa en conjuntos de *cuatro bits* y cada conjunto se convierte a su dígito equivalente hexadecimal.

Por ejemplo convertir 1110100110_2 :

0011 1010 0110

↓ ↓ ↓

3 A 6

$$1110100110_2 = 3A6_{16}$$

Como ejercicio, verifique que $101011111_2 = 15F_{16}$.

SISTEMAS DE NUMERACIÓN - OPERACIONES

Decimal	Binario	Octal	Hexadecimal	BCD
0	0	0	0	0000
1	1	1	1	0001
2	10	2	2	0010
3	11	3	3	0011
4	100	4	4	0100
5	101	5	5	0101
6	110	6	6	0110
7	111	7	7	0111
8	1000	10	8	1000
9	1001	11	9	1001
10	1010	12	A	0001 0000
11	1011	13	B	0001 0001
12	1100	14	C	0001 0010
13	1101	15	D	0001 0011
14	1110	16	E	0001 0100
15	1111	17	F	0001 0101