

## 1.INTRODUCCIÓN.

La electrónica digital es un tipo de electrónica basado en una serie de operaciones matemáticas y lógicas empleando un sistema de numeración en el cual solamente existen dos símbolos, que son el "0" y el "1" que se corresponden normalmente con tensión cero y tensión máxima de alimentación (VCC) sin la existencia de tensiones intermedias.

Actualmente la mayoría de los sistemas electrónicos están desarrollados en electrónica digital (telefonía digital GSM, televisión digital, video digital DVD, sonido digital, etc.), pues éstos nos permiten utilizar todo el potencial del cálculo para el desarrollo de los sistemas. En un futuro próximo la totalidad de los sistemas emplearán este tipo de electrónica relegando a un segundo y casi inexistente plano la electrónica analógica básica.

## 2.SISTEMAS Y CÓDIGOS DE NUMERACIÓN.

La base de un sistema de numeración es el número de símbolos distintos utilizados para la representación de las cantidades en el mismo. El sistema de numeración utilizado en la vida cotidiana es el de base diez, en el cual existen diez símbolos distintos, del 0 al 9.

Por la razón expuesta el sistema de numeración más utilizado en la realización de los sistemas digitales es el de base dos, o binario, en el que existen únicamente dos símbolos, que son el 0 y el 1.

### 2.1.Representación de los números.

En un sistema de base  $b$ , un número  $N$  cualquiera se puede representar mediante un polinomio de potencias de la base, multiplicadas por un símbolo perteneciente al sistema.

Veamos esto en los siguientes ejemplos:

- Representa, mediante un polinomio de potencias, el siguiente número en base 10:

$$87,54 = 8*10^1 + 7*10^0 + 5*10^{-1} + 4*10^{-2}$$

- Representa, mediante un polinomio de potencias, el siguiente número en base octal:

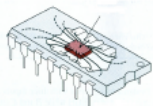
$$673,54 = 6*8^2 + 7*8^1 + 3*8^0 + 5*8^{-1} + 4*8^{-2}$$

- Representa, mediante un polinomio de potencias, el siguiente número en base dos:

$$1011,11 = 1*2^3 + 0*2^2 + 1*2^1 + 1*2^0 + 1*2^{-1} + 1*2^{-2}$$

Para identificar el sistema al cual pertenece un número se suele indicar la base como subíndice:

$$87,54_{10}; 673,54_8; 1011,11_2$$



## 2.2. Sistema binario.

Como ya hemos visto, este sistema solamente utiliza dos símbolos, que son el 0 y el 1. La utilización de este sistema de numeración en los sistemas electrónicos es debida a la seguridad y rapidez de respuesta de los elementos físicos que poseen dos estados bien diferenciados y a la sencillez de las operaciones aritméticas en este sistema.

La conversión de un número entero de base dos a decimal se realiza fácilmente representando el número mediante su polinomio equivalente y operando éste en base diez. Veamos esto en el siguiente ejemplo:

$$1011,11_2 = 1*2^3 + 0*2^2 + 1*2^1 + 1*2^0 + 1*2^{-1} + 1*2^{-2} = 8+4+1+0,5+0,25 = 13,75$$

Por tanto:

$$1011,11_2 = 13,75_{10}$$

En la siguiente tabla podemos ver la equivalencia entre los dieciséis primeros números enteros del sistema binario y decimal.

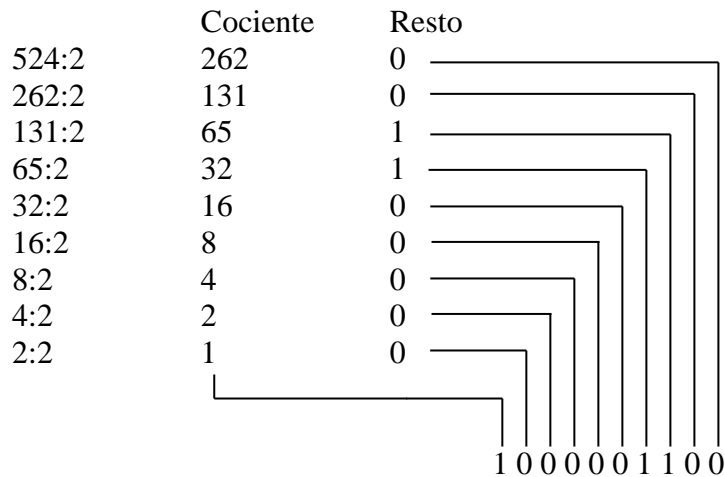
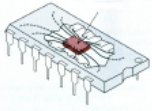
Sistema binario				Sistema decimal
$2^3$	$2^2$	$2^1$	$2^0$	
0	0	0	0	0
0	0	0	1	1
0	0	1	0	2
0	0	1	1	3
0	1	0	0	4
0	1	0	1	5
0	1	1	0	6
0	1	1	1	7
1	0	0	0	8
1	0	0	1	9
1	0	1	0	10
1	0	1	1	11
1	1	0	0	12
1	1	0	1	13
1	1	1	0	14
1	1	1	1	15

### Conversión de Decimal a Binario

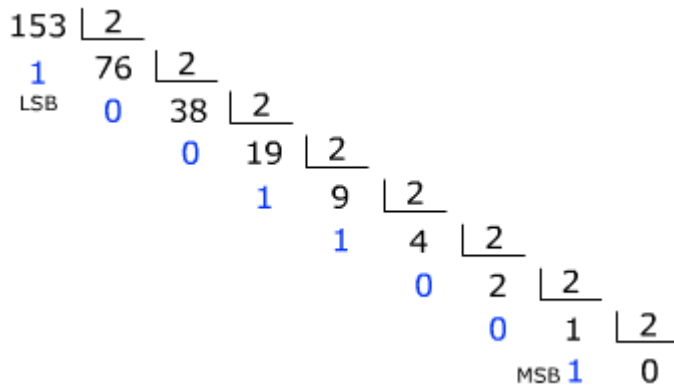
Se va dividiendo la cantidad decimal por 2, apuntando los restos, hasta obtener un cociente cero. El último resto obtenido es el bit más significativo (*MSB*) y el primero es el bit menos significativo (*LSB*).

Veamos ahora como se realiza la conversión de un número decimal a binario, con un ejemplo:

Convertir el número decimal 524 a binario.



Convertir el número 153<sub>10</sub> a binario.



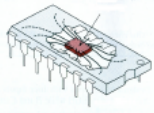
La conversión de números decimales fraccionarios a binario se realiza con multiplicaciones sucesivas por 2. El número decimal se multiplica por 2, de éste se extrae su parte entera, el cual va a ser el *MSB* y su parte fraccional se emplea para la siguiente multiplicación y seguimos sucesivamente hasta que la parte fraccional se vuelva cero o maneje un error moderado. El último residuo o parte entera va a constituir el *LSB*.

*Ejemplo:* Convertir el número 0,875<sub>10</sub> a binario.

$$\begin{aligned}
 0,875 \times 2 &= 1,750 \text{ MSB} \\
 0,750 \times 2 &= 1,500 \\
 0,500 \times 2 &= 1,000 \text{ LSB}
 \end{aligned}$$

De donde resulta: 0,875 = 0,111

Otra de las formas más rápidas para conseguir pasar de binario a decimal y de decimal a binario es utilizar las potencias de 2 y su equivalente en decimal



SIGUE	$2^8$	$2^7$	$2^6$	$2^5$	$2^4$	$2^3$	$2^2$	$2^1$	$2^0$
	256	128	64	32	16	8	4	2	1
	1	0	0	0	0	0	1	1	1

El número binario representado en la tabla equivaldría al decimal resultante de sumar los valores correspondientes a los unos, así:  $100000111 = 263$

### 2.3. Sistema octal

En este sistema de numeración existen ocho símbolos diferentes (del 0 al 7), y su principal interés proviene de que la conversión de los números al sistema base dos y viceversa resulta muy sencilla.

Para convertir un número en base ocho a la base dos se convierte cada cifra en su equivalente binario. Veamos esto con un ejemplo:

Sea el número 325,6 en base 8, el número equivalente en binario será:

3	011
2	010
5	101
6	110

Por tanto:  $325,6 \text{ en base } 8 = 011010101,110 = 11010101,11 \text{ en base } 2$

La conversión del sistema de base dos al sistema de base ocho se realiza a la inversa agrupando los bits enteros y fraccionarios en grupos de tres a partir de la coma decimal. Veamos esto con el siguiente ejemplo: se desea convertir el número en base dos  $11010,1011$  a octal.

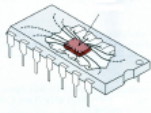
A partir de la coma tomamos grupos de tres tanto a la derecha como a la izquierda. Se han de formar grupos de tres completos en el caso de no existir completaremos añadiendo ceros, tanto a un lado como al otro. En el ejemplo que nos ocupa deberemos realizar esta última observación para completar los grupos de tres elementos:

**011010,101100**  
 ↑↑ ↑↑ ↑↑ ↑↑

Una vez realizados los agrupamientos, tomamos cada bloque de tres elementos empezando por la izquierda y obtenemos su equivalente octal poniéndolo a su lado:

Grupos	Octal
011	3
010	2
101	5
100	4

El resultado es:  $11010,1011 = 32,54 \text{ en base } 8$

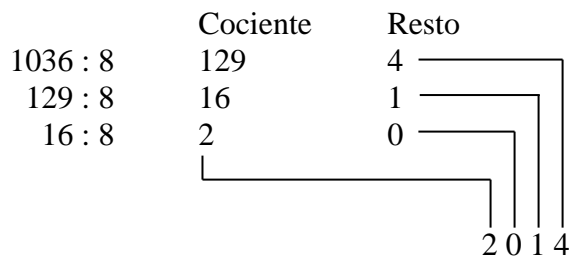


La conversión de un número en el sistema de base 8 al de base 10 y viceversa se realiza mediante los métodos generales indicados en el apartado 2.2.

Calculemos el equivalente decimal del número 354 en base ocho.

$$354 = 3 \cdot 8^2 + 5 \cdot 8^1 + 4 \cdot 8^0 = 192 + 40 + 4 = 236_{10}$$

Para obtener el equivalente octal del número decimal 1036



Resulta: 1036 en base 10 = 2014 en base 8

### 2.4. Sistema hexadecimal.

El sistema de numeración hexadecimal es el de base dieciséis; es decir, para la representación de las cantidades utiliza dieciséis símbolos diferentes que son los dígitos del 0 al 9 y las letras del alfabeto de la A a la F.

El interés de éste sistema al igual que el octal, es debido a que 16 es una potencia de 2, y por lo tanto resulta muy sencilla su conversión al sistema binario y viceversa.

En la siguiente tabla se representa la combinación binaria equivalente a cada uno de los símbolos del sistema hexadecimal.

Sistema binario natural				Sistema hexadecimal
8	4	2	1	
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	A
1	0	1	1	B
1	1	0	0	C
1	1	0	1	D
1	1	1	0	E
1	1	1	1	F