

# Codigos Binarios

## Contenido

1.	Decimal codificado en Binario (BCD) .....	3
2.	Código BCD Exceso-3 .....	3
3.	Código Gray .....	3
3.1.	Conversión Binario - Gray .....	4
3.2.	Conversión Gray - Binario .....	4
4.	Notación en Complemento a 1 .....	5
5.	Notación en Complemento a 2 .....	5

# Códigos Binarios

## 1. Decimal codificado en Binario (BCD)

Los códigos BCD nos permiten representar cada uno de los dígitos decimales (0,...,9) mediante 4 bits.

El más sencillo de los códigos BCD es el BCD<sub>8421</sub> o BCD “natural”, que consiste simplemente en representar cada dígito decimal por su binario equivalente. Así tenemos:

Dígito decimal	BCD <sub>8421</sub>	Dígito decimal	BCD <sub>8421</sub>
0	0000	5	0101
1	0001	6	0110
2	0010	7	0111
3	0011	8	1000
4	0100	9	1001

**Ejemplo:** Expresar e 937.25<sub>10</sub> en BCD => 937.25<sub>10</sub> = 1001 0011 0111 0010 0101<sub>BCD</sub>

**Ejemplo:** Expresar el número N= (10010110010111)<sub>BCD</sub> escrito en código BCD<sub>8421</sub>, en decimal => separando de LSB a MSB en grupos de 4: N=(10,0101,1001,0111)<sub>BCD</sub> = 2597<sub>10</sub>

## 2. Código BCD Exceso-3

El código BCD exceso-3 se obtiene a partir del código BCD natural, simplemente sumando 3<sub>10</sub> (0011<sub>2</sub>) a cada código BCD de cada dígito decimal. Esto se resume en la siguiente tabla:

Dígito decimal	BCD Exceso - 3	Dígito decimal	BCD Exceso - 3
0	0011	5	1000
1	0100	6	1001
2	0101	7	1010
3	0110	8	1011
4	0111	9	1100

**Ejemplo:** Representar el número 907<sub>10</sub> en BCD exceso-3: => 907<sub>10</sub> = 1100 0011 1010<sub>exc-3</sub>

## 3. Código Gray

Este es un código binario no ponderado y tiene la propiedad de que los códigos para dígitos decimales sucesivos difiere en un sólo bit.

En la siguiente tabla se muestra dicho código para los números del 0 al 16:

Dígito Decimal	Código Gray	Dígito Decimal	Código Gray
0	0000	8	1100
1	0001	9	1101
2	0011	10	1111
3	0010	11	1110
4	0110	12	1010
5	0111	13	1011
6	0101	14	1001
7	0100	15	1000

### 3.1. Conversión Binario - Gray

Para convertir de Binario a Gray puede seguirse el siguiente procedimiento:

#### Algoritmo

- 1.- El MSB se deja igual
- 2.- Avanzando de MSB a LSB se suma cada bit con el siguiente despreciando el acarreo para obtener el siguiente bit del código Gray

**Ejemplo** Escribir en Código Gray el número  $45_{10}$  Como  $45_{10} = 101101_2 \Rightarrow$  Al aplicar el algoritmo a este número binario, tenemos:

$$\begin{array}{cccccc}
 1 & \oplus & 0 & \oplus & 1 & \oplus & 1 & \oplus & 0 & \oplus & 1 \\
 \downarrow & & \downarrow & & \downarrow & & \downarrow & & \downarrow & & \downarrow \\
 1 & & 1 & & 1 & & 0 & & 1 & & 1
 \end{array}$$

Es decir,  $45_{10} = 1\ 1\ 1\ 0\ 1\ 1_{\text{gray}}$

### 3.2. Conversión Gray - Binario

Para convertir de Gray a Binario puede seguirse el siguiente procedimiento

#### Algoritmo

- 1.- El MSB se deja igual
- 2.- Avanzando de MSB a LSB a cada bit obtenido en binario se le suma sin acarreo el siguiente bit de código Gray.

**Ejemplo** Obtener el equivalente decimal del siguiente código gray:  $N = 011011_{\text{gray}} \Rightarrow$  Al aplicar el algoritmo a este número binario, tenemos:

$$\begin{array}{cccccc}
 0 & 1 & 1 & 0 & 1 & 1 \\
 \downarrow \oplus \swarrow & \downarrow \oplus \swarrow & \downarrow \oplus \swarrow & \downarrow \oplus \swarrow & \downarrow \oplus \swarrow & \downarrow \oplus \swarrow \\
 0 & 1 & 0 & 0 & 1 & 0
 \end{array}$$

Es decir,  $N = 010010_2 = 18_{10}$

## 4. Notación en Complemento a 1

Los números positivos en notación Ca1 se expresan igual que en BCD. En cambio, los números negativos se obtienen cambiando todos los 1s por 0s y todos los 0s por 1s a partir del número expresado como si fuera positivo. Ejemplo: +4 usando 4 bits para la magnitud = 00100 en Ca1

-4 usando 4 bits para la magnitud = Ca1(00100) = 11011

	Código Ca1		Código Ca1
+0	0000	-0	1111
+1	0001	-1	1110
+2	0010	-2	1101
+3	0011	-3	1100
+4	0100	-4	1011
+5	0101	-5	1010
+6	0110	-6	1001
+7	0111	-7	1000

## 5. Notación en Complemento a 2

Los números positivos en notación Ca2 se expresan igual que en BCD y en Ca1. En cambio, los números negativos se obtienen sumando 1 al bit menos significativo de el complemento a 1 del numero.

Ejemplo: Encontrar el complemento a 2 de 10110010

Complemento a 1 => 01001101  $\longrightarrow$  
$$\begin{array}{r} 01001101 \\ + \quad \quad 1 \\ \hline 01001110 \end{array}$$

	Código Ca2		Código Ca2
+0	0000	-1	1111
+1	0001	-2	1110
+2	0010	-3	1101
+3	0011	-4	1100
+4	0100	-5	1011
+5	0101	-6	1010
+6	0110	-7	1001
+7	0111	-8	1000

Una forma fácil de implementar el complemento a dos es la siguiente:

	Ejemplo 1	Ejemplo 2
1. Empezando desde la derecha encontramos el primer '1'	0101001	0101100
2. Complementamos todos los bits que quedan por la izquierda	<b>1010111</b>	<b>1010100</b>