

CÓDIGO BCD8421

CODIFICAÇÃO: Para representar um número decimal em binário utiliza-se um conjunto de dígitos formados por 0 e 1, cuja origem deve-se aos dois níveis provenientes dos dois estados de um circuito digital. A necessidade de se armazenar na memória dos dispositivos digitais outros caracteres além dos números, obrigou a utilização de códigos que embora baseados no sistema binário, permitem representar letras, símbolos gráficos, etc.

Dentre os códigos existentes é o mais usado, possuindo 4 bits.

**Binary
Coded
Decimal**

É formado pela sequência natural de potências de 2, conforme ilustrado abaixo, recebe também a denominação NBCD8421:

8	4	2	1
2^3	2^2	2^1	2^0

A partir do BCD8421 pode-se expandir para mais de 4 bits, por ter uma sequência natural de potências de 2, conforme ilustra a figura abaixo:

1024	512	256	128	64	32	16	8	4	2	1
2^{10}	2^9	2^8	2^7	2^6	2^5	2^4	2^3	2^2	2^1	2^0

Tabela 1 – expandindo o BCD8421

A tabela abaixo mostra a comparação entre os sistemas binário (BCD), decimal, octal e hexadecimal:

Linhas	Entradas binário/BCD				SISTEMAS		
	8	4	2	1	DECIMAL	OCTAL	HEXADECIMAL
0	0	0	0	0	0	0	0
1	0	0	0	1	1	1	1
2	0	0	1	0	2	2	2
3	0	0	1	1	3	3	3
4	0	1	0	0	4	4	4
5	0	1	0	1	5	5	5
6	0	1	1	0	6	6	6
7	0	1	1	1	7	7	7
8	1	0	0	0	8		8
9	1	0	0	1	9		9
10	1	0	1	0			A
11	1	0	1	1			B
12	1	1	0	0			C
13	1	1	0	1			D
14	1	1	1	0			E
15	1	1	1	1			F
	MSB			LSB			

Tabela 2 – comparação binário/BCD/decimal/octal/hexadecimal

A partir da tabela 2, conclui-se que para cada dígito decimal, são necessários 4 bits binários.

Por exemplo, representar o número decimal 3468 em binário BCD.

Resolvendo:

Basta atribuir valores binários correspondentes a 4 bits para cada número decimal, conforme mostrado abaixo:

- 3 = 0011
- 4 = 0100
- 6 = 0110
- 8 = 1000

Resposta: $3468_{10} = 0011010001101000_{BCD}$

Partindo do binário codificado BCD, podemos fazer a conversão para o decimal/hexadecimal (4 bits). Por exemplo, converter o binário BCD: 10010111000100111.

Basta separar em grupos de 4 bits a atribuir o valor decimal/hexadecimal, começando da direita para a esquerda:

1 0010 1110 0010 0111

zeros acrescentados => 0001 0010 1110 0010 0111

0001	0010	1110	0010	0111
1	2	E (14)	2	7

Observe que 1110 corresponde a 14 (decimal) – E (hexadecimal) – *tabela 2*

CONVERSÃO BINÁRIO/DECIMAL – DECIMAL/BINÁRIO UTILIZANDO A TABELA 1

A partir da tabela 1 podemos fazer conversões de forma mais rápida, conforme alguns exemplos a seguir:

Conversão binário/decimal:

Converter para decimal o binário **1001001**

1024	512	256	128	64	32	16	8	4	2	1
2^{10}	2^9	2^8	2^7	2^6	2^5	2^4	2^3	2^2	2^1	2^0
				1	0	0	1	0	0	1

Somam-se os valores das colunas com NL = 1. O resultado da soma é a conversão.

Resultado: $64 + 8 + 1 = 73$

Comprovando: neste caso, temos um binário formado por 7 dígitos, logo: $X^{n-1} = 2^6$

Associa-se então ao MSB: 2^6

1 x	2^6	64
0 x	2^5	0
0 x	2^4	0
1 x	2^3	8
0 x	2^2	0
0 x	2^1	0
1 x	2^0	1
		73

Observa-se a coincidência dos resultados da conversão, porém o último método utilizado é mais trabalhoso.

Conversão decimal/binário: da mesma forma, pode-se aplicar a tabela 1 para fazer a conversão. Por exemplo, converter para binário o número decimal 838:

1024	512	256	128	64	32	16	8	4	2	1
2^{10}	2^9	2^8	2^7	2^6	2^5	2^4	2^3	2^2	2^1	2^0
	1	1	0	1	0	0	0	1	1	0

Resolvendo:

$$\begin{aligned} 838 - 512 &= 326 \\ 326 - 256 &= 70 \\ 70 - 64 &= 6 \\ 6 - 4 &= 2 \\ 2 - 2 &= 0 \end{aligned}$$

Resultado: 1101000110

Comprovando: O binário possui 10 dígitos, portanto $n - 1 = 9$

1 x	2^9	512
1 x	2^8	256
0 x	2^7	0
1 x	2^6	64
0 x	2^5	0
0 x	2^4	0
0 x	2^3	0
1 x	2^2	4
1 x	2^1	2
0 x	2^0	0
		838

Analisando a tabela acima, verifica-se que o máximo valor decimal que pode ser convertido refere-se a soma dos valores de todas as colunas:

$$1024 + 512 + 256 + 128 + 64 + 32 + 16 + 8 + 4 + 2 + 1 = 2047$$

Convertendo 2047 para binário teremos: **1111111111**

Exercícios resolvidos:

1) Converter para binário BCD o hexadecimal 2FF4

$$2 = 0010$$

$$F = 1111$$

$$F = 1111$$

$$3 = 0100$$

$$\mathbf{2FF4 = 0010111111110100}$$

2) Converter o hexadecimal 3CD03 para binário BCD

$$3 = 0011$$

$$C = 1100$$

$$D = 1101$$

$$0 = 0000$$

$$3 = 0011$$

$$\mathbf{3CD03 = 00111100110100000011}$$

3) Converter 001100111100010101_{BCD} para hexadecimal

$$0000\ 1100\ 1111\ 0001\ 0101$$

$$\mathbf{0\ C\ F\ 1\ 5}$$

4) Converter para decimal o binário 101010110001

4096	2048	1024	512	256	128	64	32	16	8	4	2	1
2^{12}	2^{11}	2^{10}	2^9	2^8	2^7	2^6	2^5	2^4	2^3	2^2	2^1	2^0
1	0	1	0	1	0	0	1	1	0	0	0	1

$$\mathbf{4096 + 1024 + 256 + 32 + 16 + 1 = 5425}$$

5) Converter para binário o decimal 2097

2048	1024	512	256	128	64	32	16	8	4	2	1
2^{11}	2^{10}	2^9	2^8	2^7	2^6	2^5	2^4	2^3	2^2	2^1	2^0
1	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	1

$$2097 - 2048 = 49$$

$$49 - 32 = 17$$

$$17 - 16 = 1$$

$$1 - 1 = 0$$

$$\mathbf{2097 = 100000110001}$$

OBS: Quando não enunciado, as notificações em binário, decimal, octal, hexadecimal e binário convertido em BCD são representados pelos subíndices:

$$\text{binário} = 2$$

$$\text{decimal} = 10$$

$$\text{octal} = 8$$

$$\text{hexadecimal} = 16$$

$$\text{binário convertido BCD} = \mathbf{BCD}$$

Desta forma teremos as seguintes formas de representação:

$$1001011_2 = \text{binário}$$

$$2379_{10} = \text{decimal}$$

$$654_8 = \text{octal}$$

$$1897867_{16} = \text{hexadecimal}$$

$$101010000101010_{\text{BCD}} = \text{binário em BCD}$$

Conclusões:

1) Observe que no exercício 4 como o binário a ser convertido possui 10 bits, houve a necessidade de aumentar em 2 colunas a tabela para conversão, lembrando sempre que um incremento de 1 no expoente representa o dobro do valor especificado na linha 1 da referida tabela.

2) No exercício 5 o procedimento é idêntico. Se quisermos converter por exemplo, o decimal 7651 para binário, a tabela terá que ser redimensionada pois a máxima conversão para decimal que a tabela montada no exercício 5 permite é 4095, conforme mostrado abaixo:

$$2048 + 1024 + 512 + 256 + 128 + 64 + 32 + 16 + 8 + 4 + 2 + 1 = 4095$$

Aumentando mais uma coluna (1 bit) teremos:

$$4096 + 2048 + 1024 + 512 + 256 + 128 + 64 + 32 + 16 + 8 + 4 + 2 + 1 = 8191$$

Podemos então efetuar a conversão:

4096	2048	1024	512	256	128	64	32	16	8	4	2	1
2^{12}	2^{11}	2^{10}	2^9	2^8	2^7	2^6	2^5	2^4	2^3	2^2	2^1	2^0
1	1	1	0	1	1	1	1	0	0	0	1	1

$$7651 - 4096 = 3555$$

$$3555 - 2048 = 1507$$

$$1507 - 1024 = 483$$

$$483 - 256 = 227$$

$$227 - 128 = 99$$

$$99 - 64 = 35$$

$$35 - 32 = 3$$

$$3 - 2 = 1$$

$$1 - 1 = 0$$

O resultado será: **1110111100011**