

CIRCUITOS DIGITAIS

CONCEITOS INTRODUTÓRIOS

Conceitos Introdutórios

2.1 Conversões de binário para decimal

2.2 Conversões de decimal para binário

2.3 Sistema de numeração hexadecimal

2.4 Código BCD

2.5 Código Gray

2.6 Relações entre as representações numéricas

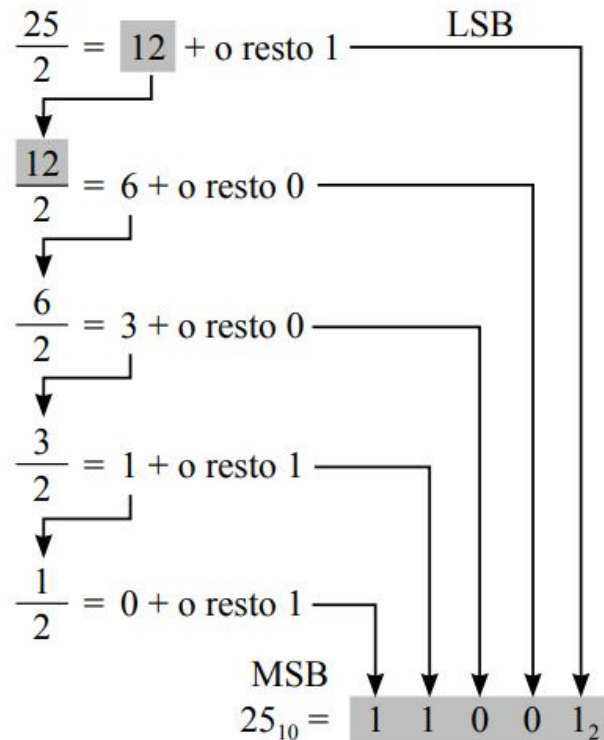
2.7 Bytes, nibbles e palavras

2.8 Códigos alfanuméricos

2.9 Detecção de erros pelo método de paridade 2.10 Aplicações

CONVERSÕES DE DECIMAL PARA BINÁRIO

A conversão, ilustrada a seguir para o número 25_{10} , requer divisões sucessivas pelo número decimal 2 e a escrita, de modo inverso, dos restos de cada divisão, até que um quociente 0 seja obtido. Observe que o resultado binário é alcançado escrevendo-se o primeiro resto na posição do LSB e o último na posição do MSB.



SISTEMA DE NUMERAÇÃO HEXADECIMAL

O sistema de numeração hexadecimal usa a base 16. Assim, ele tem 16 símbolos possíveis para os dígitos. Utiliza os dígitos de 0 a 9 mais as letras A, B, C, D, E e F como símbolos. As posições dos dígitos recebem pesos como potências de 16, como mostrado a seguir, em vez de usar as potências de 10 como no sistema decimal.

| | | | | | | | | | |
|--------|--------|--------|--------|--------|---|-----------|-----------|-----------|-----------|
| 16^4 | 16^3 | 16^2 | 16^1 | 16^0 | , | 16^{-1} | 16^{-2} | 16^{-3} | 16^{-4} |
|--------|--------|--------|--------|--------|---|-----------|-----------|-----------|-----------|

Vírgula hexadecimal

SISTEMA DE NUMERAÇÃO HEXADECIMAL

Observe que cada dígito hexadecimal é representado por um grupo de quatro dígitos binários. É importante lembrar que os dígitos hexa (abreviação para 'hexadecimal'), de A até F, são equivalentes aos valores decimais de 10 até 15.

| Hexadecimal | Decimal | Binário |
|-------------|---------|---------|
| 0 | 0 | 0000 |
| 1 | 1 | 0001 |
| 2 | 2 | 0010 |
| 3 | 3 | 0011 |
| 4 | 4 | 0100 |
| 5 | 5 | 0101 |
| 6 | 6 | 0110 |
| 7 | 7 | 0111 |

| Hexadecimal | Decimal | Binário |
|-------------|---------|---------|
| 8 | 8 | 1000 |
| 9 | 9 | 1001 |
| A | 10 | 1010 |
| B | 11 | 1011 |
| C | 12 | 1100 |
| D | 13 | 1101 |
| E | 14 | 1110 |
| F | 15 | 1111 |

Conversão de hexa em decimal

Um número hexa pode ser convertido em seu equivalente decimal pelo fato da posição de cada dígito hexa ter um peso que é uma potência de 16. O LSD tem um peso de $16^0 = 1$; o dígito da próxima posição superior tem um peso de $16^1 = 16$; o próximo tem um peso de $16^2 = 256$, e assim por diante. O processo de conversão é demonstrado nos exemplos a seguir:

$$\begin{aligned} 356_{16} &= 3 \times 16^2 + 5 \times 16^1 + 6 \times 16^0 \\ &= 768 + 80 + 6 \\ &= 854_{10} \end{aligned}$$

Conversão de decimal em hexa

Lembre-se de que fizemos a conversão de decimal em binário usando divisões sucessivas por 2. Da mesma maneira, a conversão de decimal em hexa pode ser feita usando divisões sucessivas por 16. O exemplo a seguir apresenta duas ilustrações desta conversão.

(a) Converta 423_{10} em hexa.

Solução

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

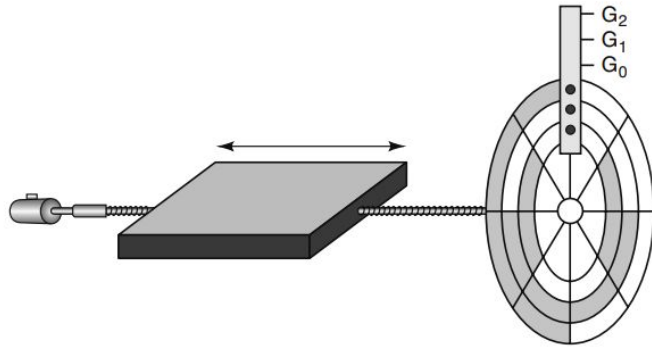
$423_{10} = 1 \text{ A } 7_{16}$

CÓDIGO BCD

Se cada dígito de um número decimal for representado por seu equivalente em binário, o resultado será um código denominado decimal codificado em binário (daqui em diante abreviado por BCD — binary-coded-decimal). Como um dígito decimal pode ter no máximo o valor 9, são necessários 4 bits para codificar cada dígito (o código binário do 9 é 1001).

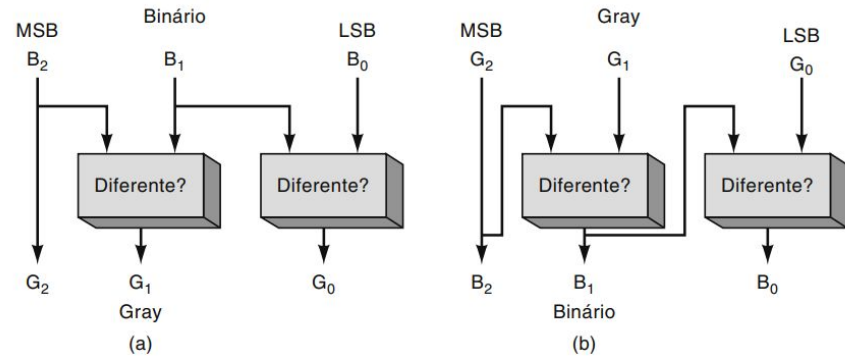
| | | | |
|------|------|------|-----------|
| 8 | 7 | 4 | (decimal) |
| ↓ | ↓ | ↓ | |
| 1000 | 0111 | 0100 | (BCD) |

CÓDIGO GRAY



Codificador de posição (encoder) de eixo de três bits e oito posições.

| B ₂ | B ₁ | B ₀ | G ₂ | G ₁ | G ₀ |
|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|
| 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 |
| 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | 1 |
| 0 | 1 | 1 | 0 | 1 | 0 |
| 1 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 |
| 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 1 | 1 | 0 | 1 | 0 | 1 |
| 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 |



RELAÇÕES ENTRE AS REPRESENTAÇÕES NUMÉRICAS

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

CÓDIGOS ALFANUMÉRICOS

Além de dados numéricos, um computador precisa ser capaz de manipular informações não numéricas. Em outras palavras, um computador deve reconhecer códigos que representem letras do alfabeto, sinais de pontuação e outros caracteres especiais, assim como números. Esses códigos são denominados alfanuméricos. Um código alfanumérico completo inclui 26 letras minúsculas, 26 maiúsculas, 10 dígitos numéricos, 7 sinais de pontuação e algo em torno de 20 a 40 caracteres, tais como +, /, #, %, *, e assim por diante. Podemos dizer que um código alfanumérico simboliza todos os caracteres encontrados em um teclado de computador

Código ASCII

O código alfanumérico mais utilizado é o Código Padrão Americano para Troca de Informações (American Standard Code for Information Interchange — ASCII). O código ASCII (pronuncia-se 'askii') é um código de 7 bits, portanto tem $2^7 = 128$ representações codificadas. Isso é mais que o necessário para representar todos os caracteres de um teclado padrão, assim como funções do tipo (RETURN) e (LINEFEED).

Código ASCII

| Caractere | HEX | Decimal | Caractere | HEX | Decimal | Caractere | HEX | Decimal | Caractere | HEX | Decimal |
|------------------|-----|---------|-----------|-----|---------|-----------|-----|---------|-----------|-----|---------|
| NUL (null) | 0 | 0 | Space | 20 | 32 | @ | 40 | 64 | . | 60 | 96 |
| Start Heading | 1 | 1 | ! | 21 | 33 | A | 41 | 65 | a | 61 | 97 |
| Start Text | 2 | 2 | " | 22 | 34 | B | 42 | 66 | b | 62 | 98 |
| End Text | 3 | 3 | # | 23 | 35 | C | 43 | 67 | c | 63 | 99 |
| End Transmit | 4 | 4 | \$ | 24 | 36 | D | 44 | 68 | d | 64 | 100 |
| Enquiry | 5 | 5 | % | 25 | 37 | E | 45 | 69 | e | 65 | 101 |
| Acknowledge | 6 | 6 | & | 26 | 38 | F | 46 | 70 | f | 66 | 102 |
| Bell | 7 | 7 | ' | 27 | 39 | G | 47 | 71 | g | 67 | 103 |
| Backspace | 8 | 8 | (| 28 | 40 | H | 48 | 72 | h | 68 | 104 |
| Horiz. Tab | 9 | 9 |) | 29 | 41 | I | 49 | 73 | i | 69 | 105 |
| Line Feed | A | 10 | * | 2A | 42 | J | 4A | 74 | j | 6A | 106 |
| Vert. Tab | B | 11 | + | 2B | 43 | K | 4B | 75 | k | 6B | 107 |
| Form Feed | C | 12 | , | 2C | 44 | L | 4C | 76 | l | 6C | 108 |
| Carriage Return | D | 13 | - | 2D | 45 | M | 4D | 77 | m | 6D | 109 |
| Shift Out | E | 14 | . | 2E | 46 | N | 4E | 78 | n | 6E | 110 |
| Shift In | F | 15 | / | 2F | 47 | O | 4F | 79 | o | 6F | 111 |
| Data Link Esc | 10 | 16 | 0 | 30 | 48 | P | 50 | 80 | p | 70 | 112 |
| Direct Control 1 | 11 | 17 | 1 | 31 | 49 | Q | 51 | 81 | q | 71 | 113 |
| Direct Control 2 | 12 | 18 | 2 | 32 | 50 | R | 52 | 82 | r | 72 | 114 |
| Direct Control 3 | 13 | 19 | 3 | 33 | 51 | S | 53 | 83 | s | 73 | 115 |
| Direct Control 4 | 14 | 20 | 4 | 34 | 52 | T | 54 | 84 | t | 74 | 116 |
| Negative ACK | 15 | 21 | 5 | 35 | 53 | U | 55 | 85 | u | 75 | 117 |
| Synch Idle | 16 | 22 | 6 | 36 | 54 | V | 56 | 86 | v | 76 | 118 |
| End Trans Block | 17 | 23 | 7 | 37 | 55 | W | 57 | 87 | w | 77 | 119 |
| Cancel | 18 | 24 | 8 | 38 | 56 | X | 58 | 88 | x | 78 | 120 |
| End of Medium | 19 | 25 | 9 | 39 | 57 | Y | 59 | 89 | y | 79 | 121 |
| Substitutue | 1A | 26 | : | 3A | 58 | Z | 5A | 90 | z | 7A | 122 |
| Escape | 1B | 27 | ; | 3B | 59 | [| 5B | 91 | { | 7B | 123 |
| Form separator | 1C | 28 | < | 3C | 60 | \ | 5C | 92 | | 7C | 124 |
| Group separator | 1D | 29 | = | 3D | 61 |] | 5D | 93 | } | 7D | 125 |
| Record Separator | 1E | 30 | > | 3E | 62 | ^ | 5E | 94 | ~ | 7E | 126 |
| Unit Separator | 1F | 31 | ? | 3F | 63 | _ | 5F | 95 | Delete | 7F | 127 |