

Eletrônica Digital 1 ° Módulo
Capítulo 1
Sistemas Numéricos

Prof. Nilton Costa Junior

Sistemas Numéricos

- Existem vários sistemas numéricos:
 - Decimal
 - Binário
 - Octal
 - Hexadecimal

Sistema Decimal

- representado por números de 0 a 9
- Exemplo: **1953d**

$$1953d = 1 \times 10^3 + 9 \times 10^2 + 5 \times 10^1 + 3 \times 10^0$$

$$\begin{array}{r} 1000 \\ 900 \\ 50 \\ + 3 \\ \hline 1953 \end{array}$$

Sistema Binário

- Representado por números (bits) 0 e 1
- Exemplo: **1011b**

$$\mathbf{1011b = 1 \times 2^3 + 0 \times 2^2 + 1 \times 2^1 + 1 \times 2^0}$$

$$\begin{array}{r} 8 \\ 0 \\ 2 \\ 1 \\ \hline 11 \end{array}$$

Sistema Octal

- Representado por números de 0 a 7
- Exemplo: **3641_o**

$$3641_o = 3 \times 8^3 + 6 \times 8^2 + 4 \times 8^1 + 1 \times 8^0$$

1536

384

32

1

1953

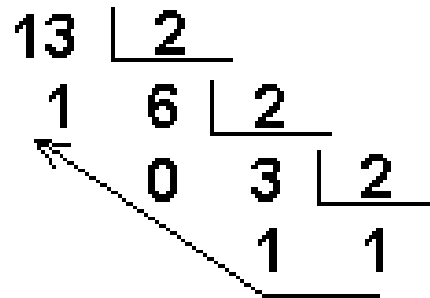
Sistema Hexadecimal

- Representado por números de 0 a 9 e letras de A a F, onde A=10, B=11, C=12, D=13, E=14 e F=15
- Exemplo: **7A1h**

$$\begin{array}{r} 7A1h = 7 \times 16^2 + 10 \times 16^1 + 1 \times 16^0 \\ 1792 \\ 160 \\ \hline 1 \\ \hline 1953 \end{array}$$

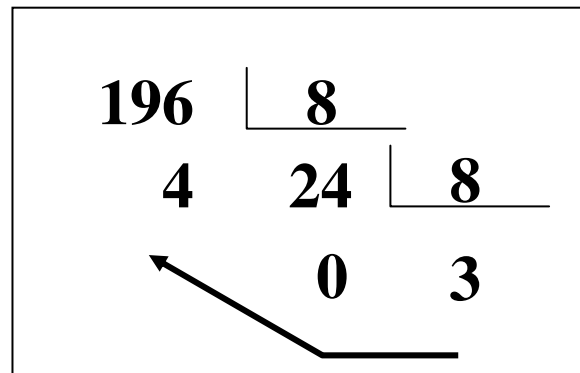
Convertendo Decimal → Binário

- Divide-se o número decimal por 2 até que o resto da última divisão seja 0 ou 1 e o resultado é lido de baixo para cima.
- Exemplo: 13d → binário = 1101b



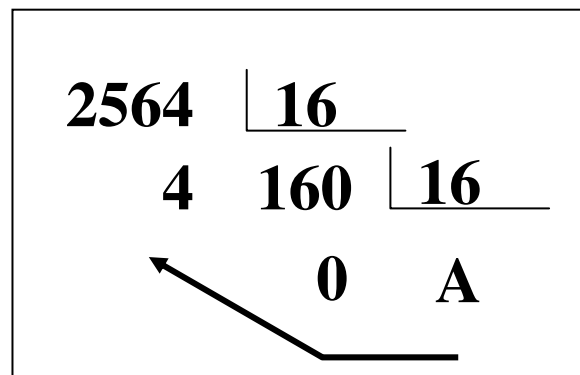
Convertendo Decimal → Octal

- Divide-se o número decimal por 8 até que o resto da última divisão esteja entre 0 e 7 e o resultado é lido de baixo para cima.
- Exemplo: $196_{10} \rightarrow \text{octal} = 304_8$



Convertendo Decimal → Hex

- Divide-se o número decimal por 16 até que o resto da última divisão esteja entre 0 e F e o resultado é lido de baixo para cima.
- Exemplo: 2564d → hex = A04h



Convertendo Hex↔Binário

- Tabela de conversão Hex ↔ Binário

Hex	Bin	Hex	Bin	Hex	Bin	Hex	Bin
0	0000	4	0100	8	1000	C	1100
1	0001	5	0101	9	1001	D	1101
2	0010	6	0110	A	1010	E	1110
3	0011	7	0111	B	1011	F	1111

Exemplos:

- Convertendo o número 2A5Ch em binário:

2	A	5	C	hex
0010	1010	0101	1100	bin

- Convertendo o número 11100110110001b em hexadecimal:

0011	1001	1011	0001	bin
3	9	B	1	hex

Convertendo Oct \leftrightarrow Binário

- Tabela de conversão Oct \leftrightarrow Binário

Oct	Bin	Oct	Bin
0	000	4	100
1	001	5	101
2	010	6	110
3	011	7	111

Exemplos:

- Convertendo o número 1326o em binário:

1	3	2	6	oct
001	011	010	110	bin

- Convertendo o número 11100110110001b em octal:

011	100	110	110	001	bin
3	4	6	6	1	oct

Conversões de números fracionários

- Do mesmo modo que os números inteiros podem ser convertidos de diferentes bases, os números fracionários também podem ser convertidos facilmente
- Como exemplo, vamos representar o número **10,5** decimal, aplicando a seguinte regra de formatação:

$$\mathbf{10,5\ d = 1 \times 10^1 + 0 \times 10^0 + 5 \times 10^{-1}}$$

Conversões de números fracionários

- Teremos como resultado:

$$\begin{array}{r} 10 \\ 0 \\ + 0,5 \\ \hline 10,5 \end{array}$$

Conversões de números fracionários

- Podemos utilizar a mesma regra para converter números binários fracionários para decimal.
- Exemplo: **101,101b** → decimal = 5,625d

$$\mathbf{101,101b = 1 \times 2^2 + 0 \times 2^1 + 1 \times 2^0 + 1 \times 2^{-1} + 0 \times 2^{-2} + 1 \times 2^{-3}}$$

Conversões de números fracionários

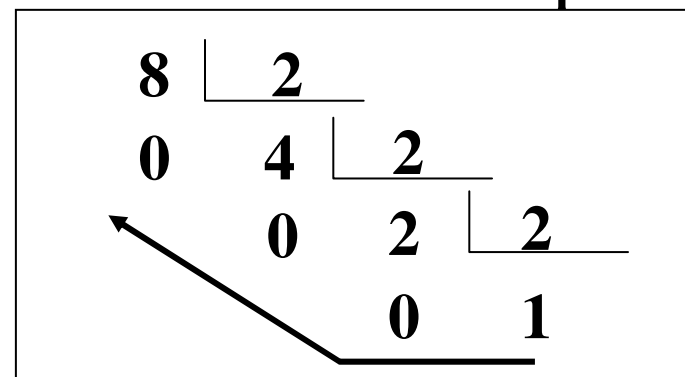
● Resultado:

$$\begin{array}{r} 4 \\ 0 \\ 1 \\ 0,5 \\ 0,00 \\ + 0,125 \\ \hline 5,625 \end{array}$$

Conversões de números fracionários

- Podemos também converter números decimais fracionários para binários através da regra prática a seguir.
 - Exemplo: converter $8,375_{10} \rightarrow$ binário
- 1º- Converter a parte inteira do número para binário:

Resultado: $8_{10} = 1000_{2}$



Conversões de números fracionários

2°- Multiplicar a parte fracionária do número por 2, separando a parte inteira e repetindo o processo até que seja ZERO, ou seja:

8,375d → parte fracionária = 0,375d

0,375 x 2 = **0**,750

0,750 x 2 = **1**,500

0,500 x 2 = **1**,000

0,000 → ZERO

Resultado: 0,375d = **011**b

Conversões de números fracionários

3°- Juntar a parte inteira e fracionária num único número binário:

Resultado final: $8,375d = \mathbf{1000,011b}$

Notação de números binários positivos e negativos

- Uma forma de representar números binários positivos e negativos é feita através de um bit de sinal, que fica mais a esquerda do número (MSB – bit mais significativo).
- Se o bit de sinal for “0”, o número binário é positivo (+)
- Se o bit de sinal for “1”, o número binário é negativo

Notação de números binários positivos e negativos

- Exemplos:

$$0010b = +010b = +2d$$

$$1101b = -101b = -5d$$

Notação de números binários positivos e negativos

- Uma outra forma de representar números binários positivos e negativos é pelo complemento de 2.
- Se o bit de sinal (MSB) é “0”, o número binário é positivo.
- Exemplo:

$$0011b = +011b = +3d$$

Notação de números binários positivos e negativos

- Se o bit de sinal (MSB) é “1”, o número binário é negativo e seu valor é dado pelo *complemento de 2*.
- Para encontrar o *complemento de 2* é preciso encontrar primeiro o *complemento de 1* do número binário e depois somar 1 ao resultado.

Notação de números binários positivos e negativos

● Exemplo: Representar o número $-5d$ em binário pelo *complemento de 2*.

1°- Converter para binário: $5d = 0101b$

2°- Fazer o *complemento de 1* trocando os bits “0” por “1” e “1” por “0”: $1010b$

3°- Somar 1 ao resultado: $1010 + 1 = 1011b$

Resultado final: $-5d = 1011b$

Notação de números binários positivos e negativos

- Veja a tabela dos números binários positivos e negativos de 4 bits, representado pelo *complemento de 2*:

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

Operações Aritméticas Binárias

- Da mesma forma que realizamos operações aritméticas com números decimais, podemos realizar operações aritméticas com números binários, em operações de adição, subtração, multiplicação e divisão

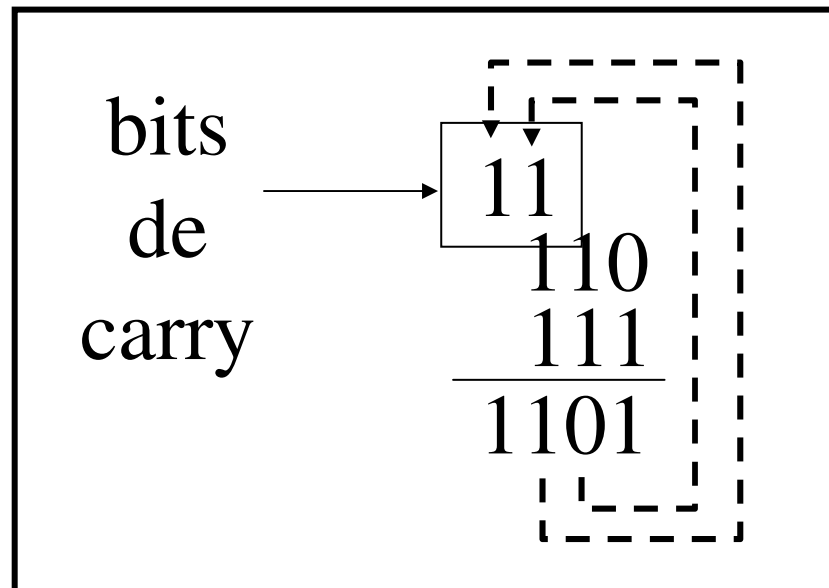
Adição no Sistema Binário

- Operações de adição no sistema binário:

$\begin{array}{r} 0 \\ + 0 \\ \hline 0 \end{array}$	$\begin{array}{r} 0 \\ + 1 \\ \hline 1 \end{array}$	$\begin{array}{r} 1 \\ + 0 \\ \hline 1 \end{array}$	$\begin{array}{r} 1 \\ + 1 \\ \hline 10 \end{array}$
---	---	---	--

Adição no Sistema Binário

- Na adição de números binários, devemos utilizar o bit de transporte “*carry*”.
- Exemplo: $110b + 111b = 1101b$



Subtração no Sistema Binário

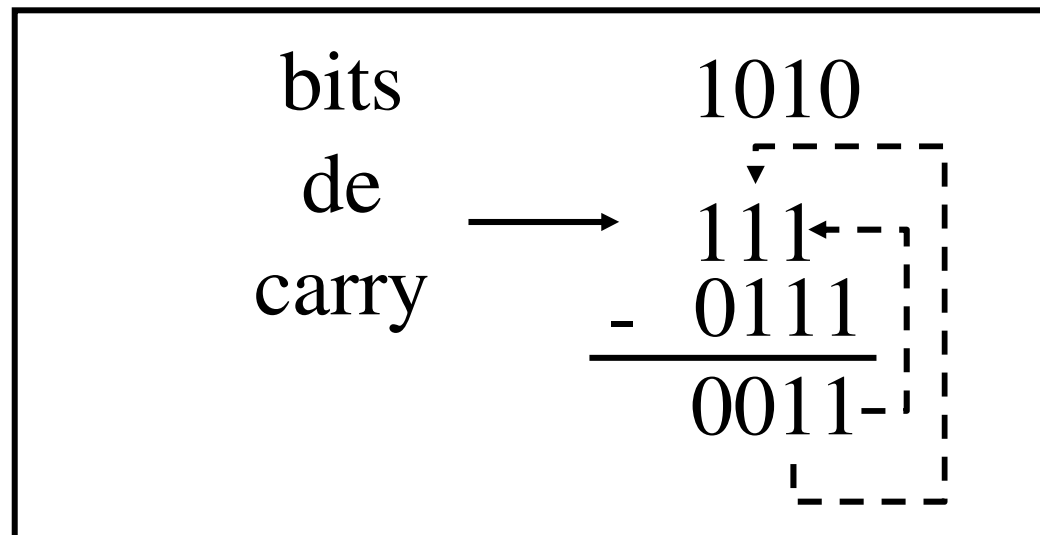
- Operações de subtração no sistema binário:

The diagram shows three binary subtraction problems. The first problem is $0 - 0 = 0$. The second problem is $1 - 1 = 0$. The third problem is $1 - 1 = 0$. A bracket groups the second and third problems, with an arrow pointing to the '1' in the second problem, labeled 'bit de carry'. This indicates that a carry of 1 is generated from the second problem and used in the third problem.

$$\begin{array}{r} 0 \\ - 0 \\ \hline 0 \end{array} \quad \begin{array}{r} 1 \\ - 1 \\ \hline 1 \end{array} \quad \begin{array}{r} 1 \\ - 0 \\ \hline 1 \end{array} \quad \begin{array}{r} 1 \\ - 1 \\ \hline 0 \end{array}$$

Subtração no Sistema Binário

- Na subtração de números binários, devemos utilizar o bit de transporte “*carry*”.
- Exemplo: **1010b - 0111b = 0011b**

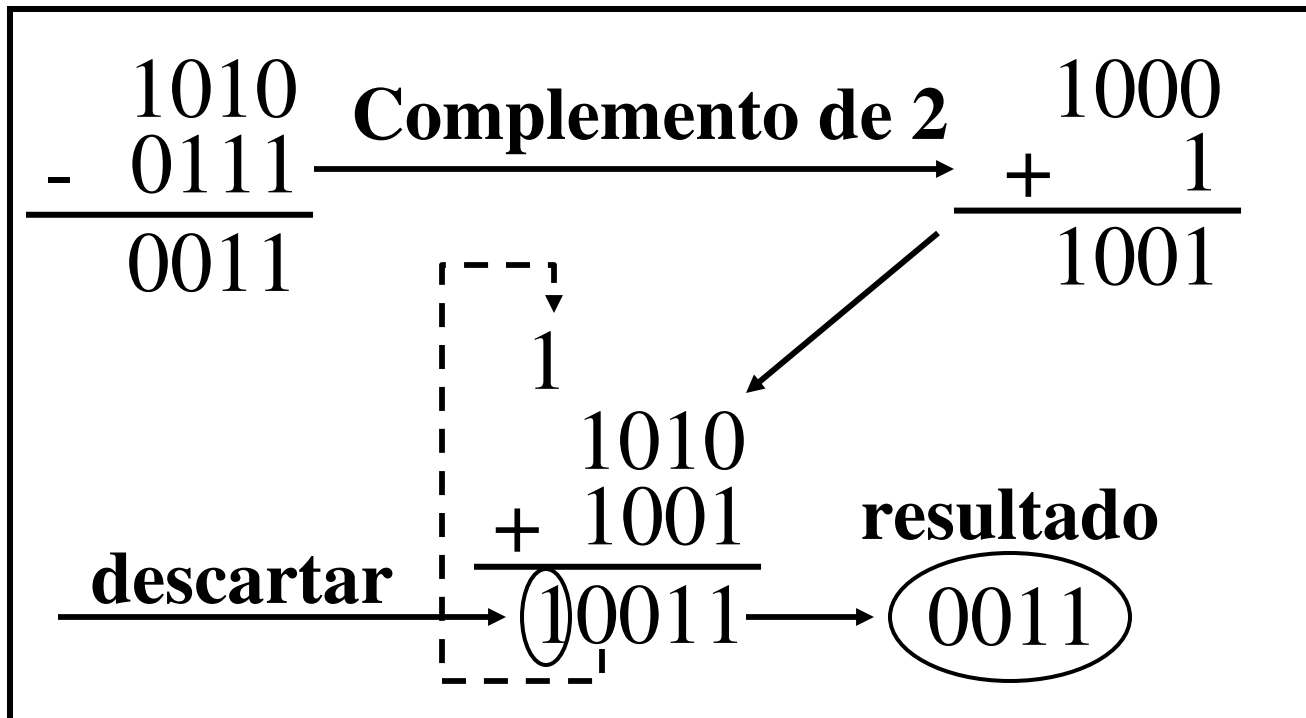


Subtração no Sistema Binário

- Utilizando o método da soma do *complemento de 2*.
- Exemplo: $1010b - 0111b = 0011b$
 1. Encontra-se o complemento de 2 do subtraendo: $0111b \rightarrow 1001b$
 2. Soma-se o minuendo ao complemento de 2 do subtraendo e desconsidera-se o bit de estouro

Subtração no Sistema Binário

- Exemplo: $1010b - 0111b = 0111b$



Multiplicação no Sistema Binário

- Operações de multiplicação no sistema binário:

$\begin{array}{r} 0 \\ \times 0 \\ \hline 0 \end{array}$	$\begin{array}{r} 0 \\ \times 1 \\ \hline 0 \end{array}$	$\begin{array}{r} 1 \\ \times 0 \\ \hline 0 \end{array}$	$\begin{array}{r} 1 \\ \times 1 \\ \hline 1 \end{array}$
--	--	--	--

Multiplicação no Sistema Binário

- Exemplo: **11010b x 10b = 110100b**

$$\begin{array}{r} 11010 \\ \times 10 \\ \hline 00000 \\ + 11010 \\ \hline 110100 \end{array}$$

Divisão no Sistema Binário

- Exemplo: $110100b \times 10b = 11010b$

$$\begin{array}{r} 110100 \overline{)10} \\ \underline{-10} \\ 010 \\ \underline{-10} \\ 0010 \\ \underline{-10} \\ 000 \end{array}$$