



**CURSO SUPERIOR DE ANÁLISE E
DESENVOLVIMENTO DE SISTEMAS**
ORGANIZAÇÃO DE COMPUTADORES

Aula 02

SISTEMA DE NUMERAÇÃO

Professor M Silvio Augusto Langer

Aula 02

Objetivo

- ▶ Tipos de Bases de Numeração
- ▶ Conversão de Bases

Introdução

- ▶ Existem vários sistemas numéricos, dentre os quais se destacam:
 - ▶ Sistema decimal = 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9
 - ▶ Sistema binário = 0, 1
 - ▶ Sistema octal = 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7
 - ▶ Sistema hexadecimal = 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, A, B, C, D, E, F
- ▶ Sistema decimal é utilizado por nós no dia-a-dia.
 - ▶ Possui 10 algarismos.
- ▶ Sistema binário e hexadecimal
 - ▶ Área de técnicas digitais e informática.

Sistema de Numeração

- ▶ A quantidade de algarismos disponíveis em um dado sistema de numeração é chamada de Base.
 - ▶ Serve para indicar a noção de grupamento.
 - ▶ Sistema decimal tem base 10, binário base 2.
- ▶ Representação numérica é chamada notação posicional.
 - ▶ Algarismos componentes de um número assumem valores diferentes, dependendo da posição relativa no número.

Sistema de Numeração

- ▶ Forma de representação numérica mais comum: notação posicional
 - ▶ Os algarismos componentes de um número assumem valores diferentes, dependendo de sua posição relativa no número
 - ▶ Exemplo de sistema posicional: decimal
 - ▶ Os computadores usam sistema de numeração posicional.
- ▶ Exemplo de sistema não posicional: Romano.

Sistema Decimal de Numeração

- ▶ Exemplo - sistema posicional:
 - ▶ Seja o número 1303_{10} . Considerando-se a base 10.

UM	C	D	U
1	3	0	3
1×10^3	3×10^2	0×10^1	3×10^0
1000	300	0	3
1303 ₁₀			

Sistema Decimal de Numeração

► Exemplo:

► 594_{10} .

100	10	1
5	9	4

Centena Dezena Unidade

10^2	10^1	10^0
5	9	4

$$\rightarrow 5 \times 100 + 9 \times 10 + 4 \times 1 = 594$$

$$\rightarrow 5 \times 10^2 + 9 \times 10^1 + 4 \times 10^0 = 594$$

Sistema Binário de Numeração

- ▶ Existem apenas dois algarismos:
 - ▶ Para representar a quantidade **zero** utilizarmos o algarismo **0**.
 - ▶ Para representar a quantidade **um** utilizamos o algarismo **1**.
 - ▶ Cada dígito binário recebe a denominação de bit (*binary digit*),
 - ▶ O conjunto de 4 bits é denominado de *nibble*
 - ▶ O conjunto de 8 bits é denominado *byte*.

Sistema Binário de Numeração

DECIMAL	BINÁRIO
0	0
1	1
2	10
3	11
4	100
5	101
6	110
7	111
8	1000
9	1001

Sistema Binário de Numeração

► Conversão do Sistema Binário para o Sistema Decimal

► Exemplo: número $5 = 101_2$.

2^2	2^1	2^0
1	0	1

$$\begin{array}{ccccc} 1 \times 2^2 & + & 0 \times 2^1 & + & 1 \times 2^0 \\ \updownarrow & & \updownarrow & & \updownarrow \\ 1 \times 4 & + & 0 \times 2 & + & 1 \times 1 \rightarrow 5 \end{array}$$

Sistema Binário de Numeração

▶ Exemplos:

▶ 1011_2

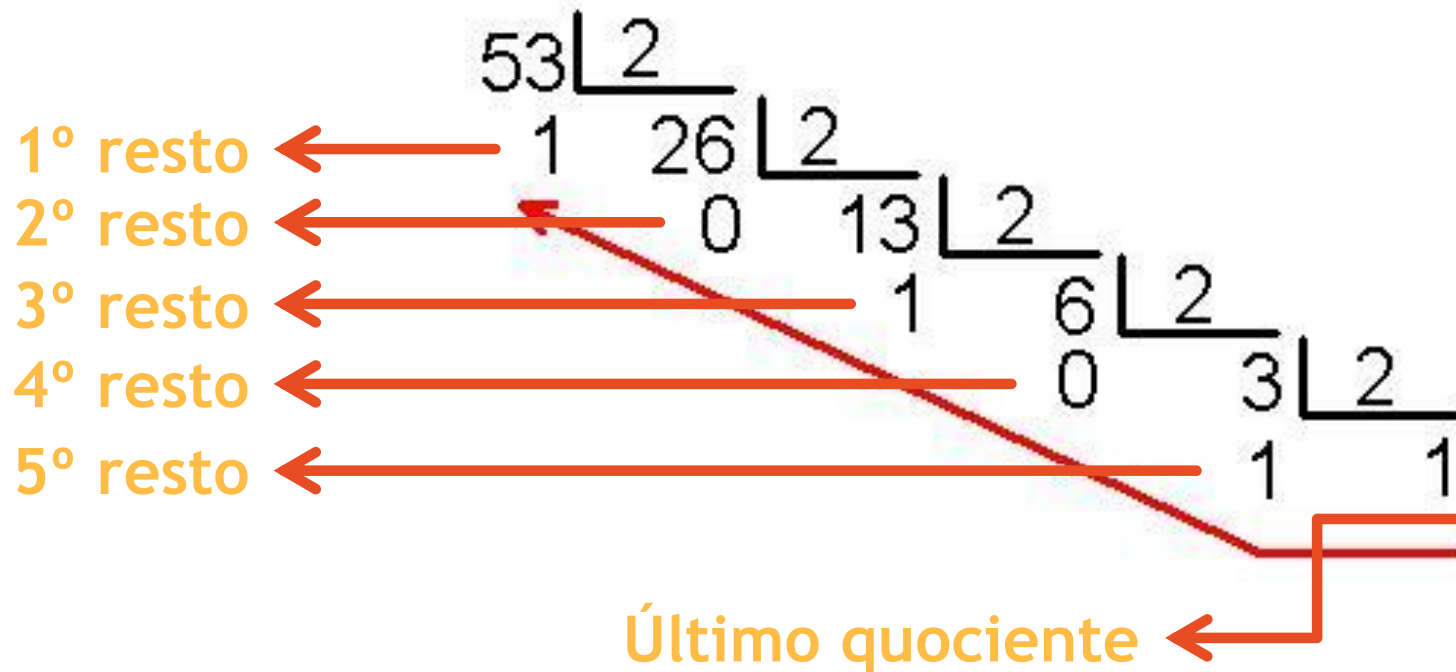
▶ 1043_2

▶ 01110_2

Sistema Binário de Numeração

► Conversão do Sistema Decimal para o Sistema Binário

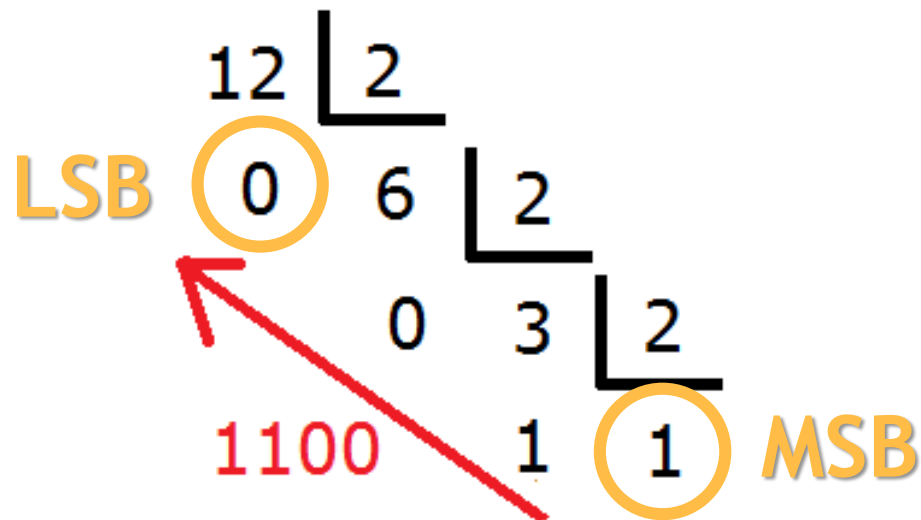
► Exemplo: 53_{10}



Sistema Binário de Numeração

► Conversão do Sistema Decimal para o Sistema Binário

- Bit menos significativo de um número binário recebe a notação de LSB (*Least Significant Bit*)
- Bit mais significativo de MSB (*Most Significant Bit*)



Sistema Binário de Numeração

► Conversão do Sistema Decimal para o Sistema Binário

► Exemplos:

► 47_{10}

► 21_{10}

► 552_{10}

Sistema Octal de Numeração

Sistema de Numeração

Sistema Octal de Numeração

- ▶ Conversão do Sistema Octal para Sistema Decimal
 - ▶ Existem 8 algarismos: 0,1,2,3,4,5,6,7.

DECIMAL	OCTAL	DECIMAL	OCTAL
0	0	8	10
1	1	9	11
2	2	10	12
3	3	11	13
4	4	12	14
5	5	13	15
6	6	14	16
7	7	15	17

Sistema Octal de Numeração

► Conversão do Sistema Octal para o Sistema Decimal

► Exemplo: 144_8 .

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

$$1 \times 8^2 + 4 \times 8^1 + 4 \times 8^0$$
$$\updownarrow \quad \updownarrow \quad \updownarrow$$
$$1 \times 64 + 4 \times 8 + 4 \times 1 \rightarrow 100_{10}$$

Sistema Octal de Numeração

▶ Exemplos:

▶ 77_8

▶ 100_8

▶ 476_8

Sistema Octal de Numeração

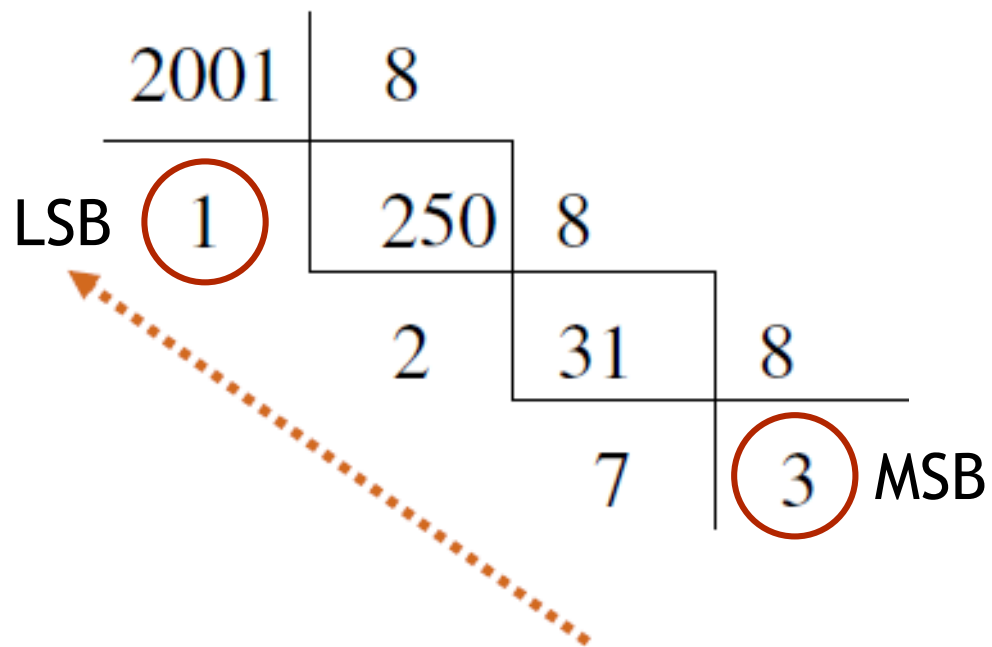
- ▶ **Conversão do Sistema Decimal para o Sistema Octal**
 - ▶ O processo é análogo à conversão do sistema decimal para o binário, somente que neste caso, utilizaremos a divisão por 8, pois sendo o sistema octal, sua base é igual a 8.

Sistema Octal de Numeração

► Conversão do Sistema Decimal para o Sistema Octal

Conversão do número
2001₁₀ para Octal.

Resultado: **37218**



Sistema Octal de Numeração

► Conversão do Sistema Decimal para o Sistema Octal

► Exemplos:

► 92_{10}

► 74_{10}

► 512_{10}

► 719_{10}

Sistema Octal de Numeração

► Conversão do Sistema Octal para o Sistema Binário

- A principal vantagem do sistema octal é a facilidade com que a conversão pode ser feita entre os números binário e octal.
- Essa conversão é realizada convertendo-se cada dígito octal no seu equivalente de **3 bits**.
- Os oito dígitos possíveis são convertidos conforme tabela.

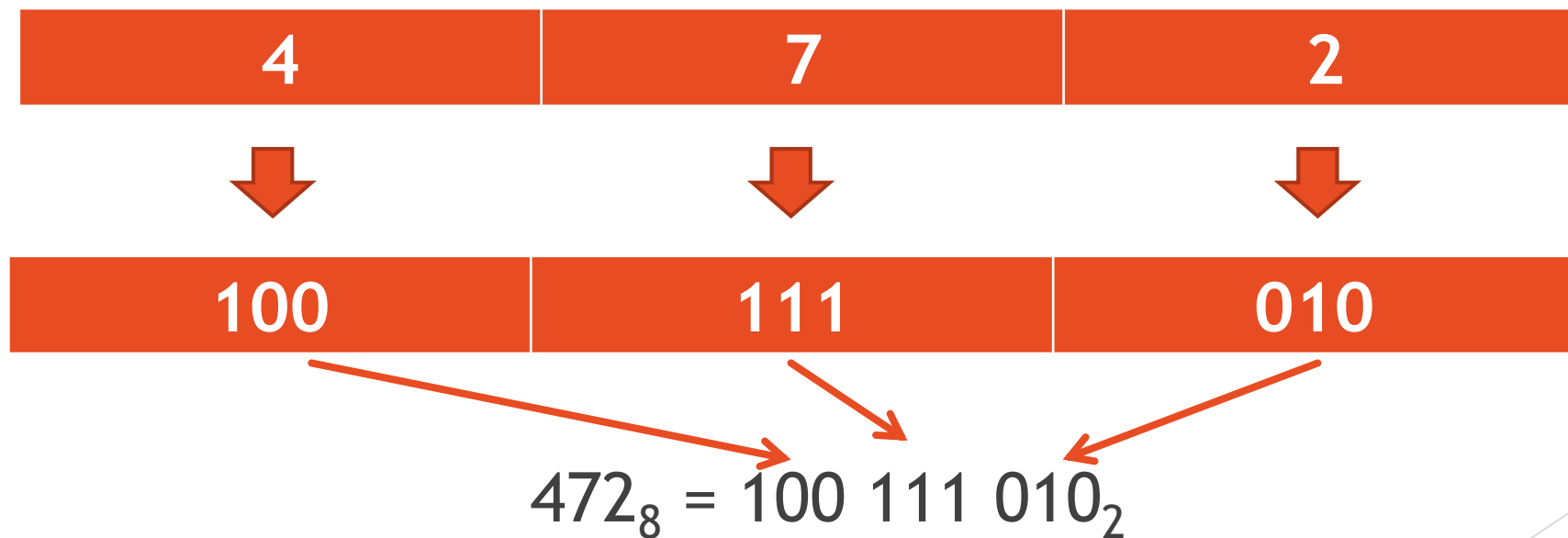
Digito Octal	0	1	2	3	4	5	6	7
Equivalente binário	000	001	010	011	100	101	110	111

$$2^3 = 8$$

Sistema Octal de Numeração

► Conversão do Sistema Octal para o Sistema Binário

► Exemplo:



Sistema Octal de Numeração

► Conversão do Sistema Octal para o Sistema Binário

► Exemplos:

► 34_8

► 536_8

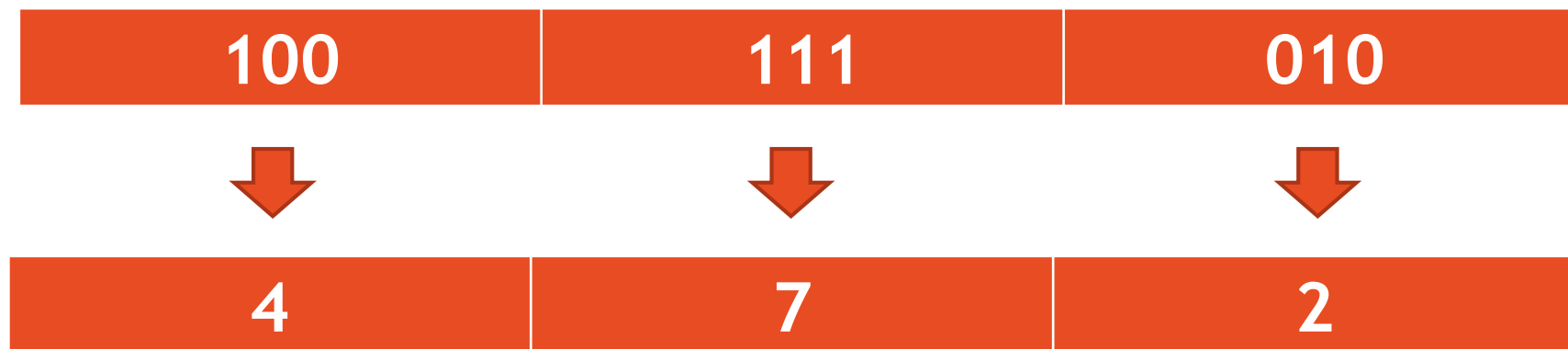
► 5431_8

► 44675_8

Sistema Octal de Numeração

► Conversão do Sistema Binário para o Sistema Octal

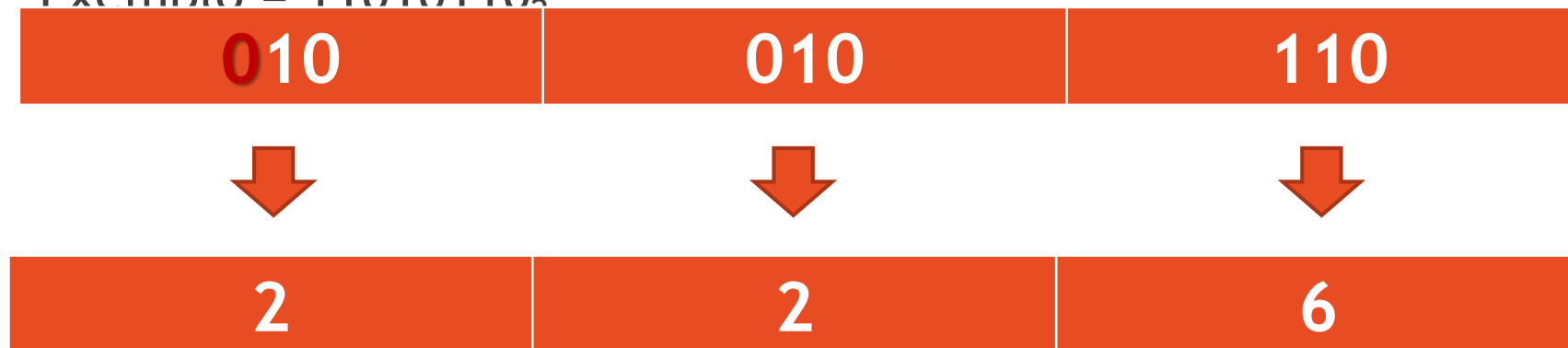
► Exemplo: 100111010_2



$$100\ 111\ 010_2 = 472_8$$

Sistema Octal de Numeração

- ▶ Algumas vezes, o número binário não tem grupos regulares de 3 bits. Para esses casos, podemos contar um ou dois **0s** à esquerda do MSB do número binário para completar o último grupo.
- ▶ Exemplo = 11010110_2



$$11010110_2 = 226_8$$

← Sentido da conversão

Sistema Octal de Numeração

► Conversão do Sistema Binário para o Sistema Octal

► Exemplos:

► 110010_2

► 1010_2

► 10111_2

Sistema Hexadecimal de Numeração

Sistema de Numeração

Sistema Hexadecimal de Numeração

- ▶ O sistema de numeração hexadecimal usa a base 16.
- ▶ Possui 16 símbolos possíveis.
- ▶ Utiliza os dígitos de 0 a 9 mais as letras A, B, C, D, E, F com símbolos.

Sistema Hexadecimal de Numeração

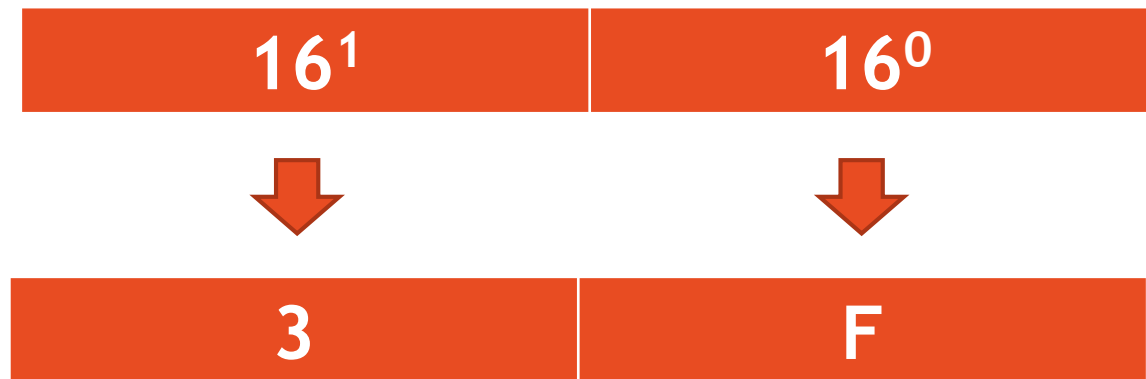
Hexadecimal	Decimal	Binário
0	0	0000
1	1	0001
2	2	0010
3	3	0011
4	4	0100
5	5	0101
6	6	0110
7	7	0111

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

Sistema Hexadecimal de Numeração

► Conversão de Hexa para Decimal

► Exemplo: $3F_{16}$



$$3 \times 16^1 + F \times 16^0$$

$$3 \times 16 + 15 \times 1 = 63_{10}$$

Sistema Hexadecimal de Numeração

▶ Conversão de Hexa para Decimal

▶ Exemplos:

▶ $1C3_{16}$

▶ 238_{16}

▶ $1FC9_{16}$

▶ $2AF_{16}$

▶ 356_{16}

Sistema Hexadecimal de Numeração

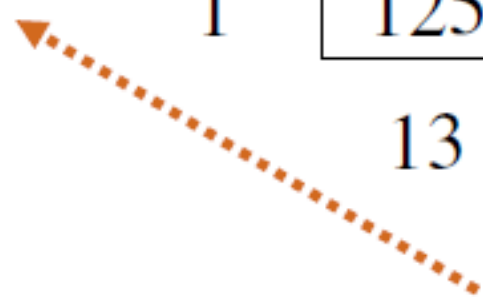
► Conversão de Decimal para Hexa

- Da mesma forma que nos casos anteriores, esta conversão se faz através de divisões pela base do sistema a ser convertido. Neste caso divisões por 16.
- Exemplos:
 - 423_{10}
 - 214_{10}
- Quando os restos forem maiores que 9 são representados pelas letras de A até F.

Sistema Hexadecimal de Numeração

► Conversão de Decimal para Hexa

2001	16	
1	125	16
	13	7



Quociente	Hexadecimal
7	7
13	D
1	1

Resultado: $2001_{10} \rightarrow 7D1_{16}$

Sistema Hexadecimal de Numeração

► Exercícios:

1. 1000_{10}
2. 134_{10}
3. 348_{10}
4. 3882_{10}

Sistema Hexadecimal de Numeração

► Conversão de Hexa para Binário

- Cada dígito hexa é convertido no equivalente binário de 4 bits. Exemplo: $9F2_{16}$



$$9F2_{16} = 10011110010_2$$

Sistema Hexadecimal de Numeração

- ▶ Conversão de Hexa para Binário

- ▶ Exercícios:

- ▶ $BA6_{16}$

- ▶ $C13_{16}$

- ▶ $1ED_{16}$

- ▶ $6CF9_{16}$

Sistema Hexadecimal de Numeração

▶ Conversão de binário para hexa

- ▶ Consiste em fazer o inverso do processo anterior. O número binário é disposto em grupos de **quatro (4) bits** e cada grupo é convertido no dígito hexa equivalente.
- ▶ Zeros podem ser necessários para completar um grupo de 4 bits.
- ▶ Exemplos:
 - ▶ 1110100110_2
 - ▶ 101011111_2

Sistema Hexadecimal de Numeração

▶ Exercícios:

▶ 10011000_2

▶ 1100011_2

▶ 11000111100011100_2

Sistema Hexadecimal de Numeração

- ▶ Vantagens dos sistemas hexa e octal
 - ▶ Forma compacta de representar sequencia de bits.
 - ▶ Em computadores sequencias binárias de até 64 bits não são incomuns.
 - ▶ Estas sequências não são necessariamente números. Podem representar algum tipo de código.

Sistema Hexadecimal de Numeração

- ▶ O sistema de numeração hexadecimal usa a base 16.
- ▶ Possui 16 símbolos possíveis.
- ▶ Utiliza os dígitos de 0 a 9 mais as letras A, B, C, D, E, F com símbolos.

Sistema Hexadecimal de Numeração

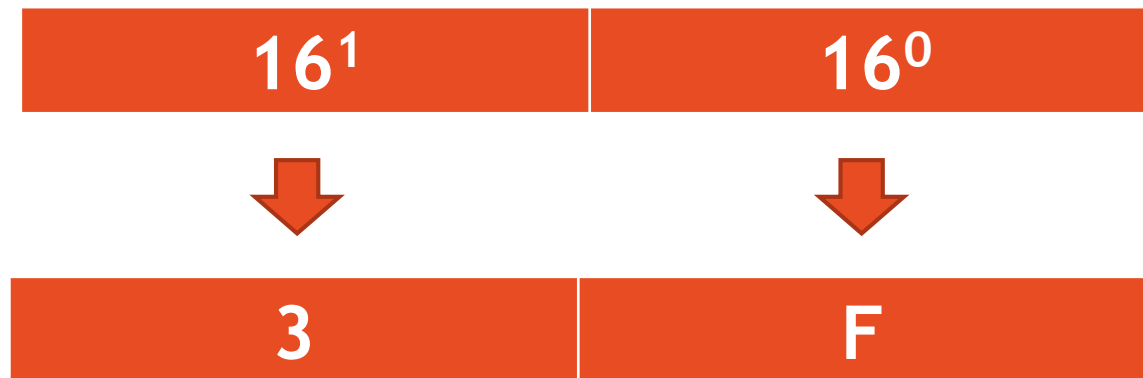
Hexadecimal	Decimal	Binário
0	0	0000
1	1	0001
2	2	0010
3	3	0011
4	4	0100
5	5	0101
6	6	0110
7	7	0111

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

Sistema Hexadecimal de Numeração

► Conversão de Hexa para Decimal

► Exemplo: $3F_{16}$



$$3 \times 16^1 + F \times 16^0$$

$$3 \times 16 + 15 \times 1 = 63_{10}$$

Sistema Hexadecimal de Numeração

- ▶ **Conversão de Hexa para Decimal**

- ▶ Exemplos:

- ▶ $1C3_{16}$

- ▶ 238_{16}

- ▶ $1FC9_{16}$

- ▶ $2AF_{16}$

- ▶ 356_{16}

Sistema Hexadecimal de Numeração

▶ Conversão de Decimal para Hexa

▶ Da mesma forma que nos casos anteriores, esta conversão se faz através de divisões pela base do sistema a ser convertido. Neste caso divisões por 16.

▶ Exemplos:

▶ 423_{10}

▶ 214_{10}

▶ Quando os restos forem maiores que 9 são representados pelas letras de A até F.

Sistema Hexadecimal de Numeração

► Exercícios:

1. 1000_{10}
2. 134_{10}
3. 348_{10}
4. 3882_{10}

Sistema Hexadecimal de Numeração

► Conversão de Hexa para Binário

- Cada dígito hexa é convertido no equivalente binário de 4 bits. Exemplo: $9F2_{16}$



$$9F2_{16} = 10011110010_2$$

Sistema Hexadecimal de Numeração

► Conversão de Hexa para Binário

► Exemplos:

► $BA6_{16}$

► $C13_{16}$

► $1ED_{16}$

► $6CF9_{16}$

Sistema Hexadecimal de Numeração

► Conversão de binário para hexa

- Consiste em fazer o inverso do processo anterior. O número binário é disposto em grupos de quatro (4) bits e cada grupo é convertido no dígito hexa equivalente.
- Zeros podem ser necessários para completar um grupo de 4 bits.
- Exemplos:
 - 1110100110_2
 - 101011111_2

Sistema Hexadecimal de Numeração

▶ Exercícios:

▶ 10011000_2

▶ 1100011_2

▶ 11000111100011100_2

Sistema Hexadecimal de Numeração

- ▶ Vantagens dos sistemas hexa e octal
 - ▶ Forma compacta de representar sequencia de bits.
 - ▶ Em computadores sequencia binárias de até 64 bits não são incomuns.
 - ▶ Estas sequências não são necessariamente números. Podem representar algum tipo de código.

CONVERSÃO DE NÚMERO FRACIONÁRIOS

Sistema de Numeração

Conversão de Números Binários Fracionários em Decimais

► Exemplo: $101,101_2$

2^2	2^1	2^0	2^{-1}	2^{-2}	2^{-3}
1	0	1	1	0	1

Conversão de Números Decimais Fracionários em Binários

- ▶ Primeiramente deve-se transformar a parte inteira do número.
- ▶ Em seguida transforma-se a parte fracionária.
- ▶ Exemplo: $8,375 = 8 + 0,375$

Conversão de Números Decimais Fracionários em Binários

► Primeiro Caso:

$$\begin{array}{r} 8 \overline{) 2} \\ 8 \ 4 \ 2 \\ \hline 0 \ 4 \ 2 \ 2 \\ \hline 0 \ 2 \ 1 \\ \hline 0 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 0,375 \\ \times 2 \\ \hline 0,750 \\ \times 2 \\ \hline 1,500 \end{array}$$

Quando atingirmos o número 1, e a parte do número após a vírgula não for nula, separamos esta última e reiniciamos o processo

$$\begin{array}{r} 0,500 \\ \times 2 \\ \hline 1,000 \end{array}$$

O processo para aqui, pois a parte nula do número depois da vírgula é nula.

Conversão de Números Decimais Fracionários em Binários

► Primeiro Caso:

$$\begin{array}{r} 8 \overline{) 2} \\ 8 \ 4 \ 2 \\ \underline{0} \ 4 \ 2 \ 2 \\ \underline{0} \ 2 \ 1 \\ \underline{0} \end{array}$$

$$1000_2 = 8_{10}$$

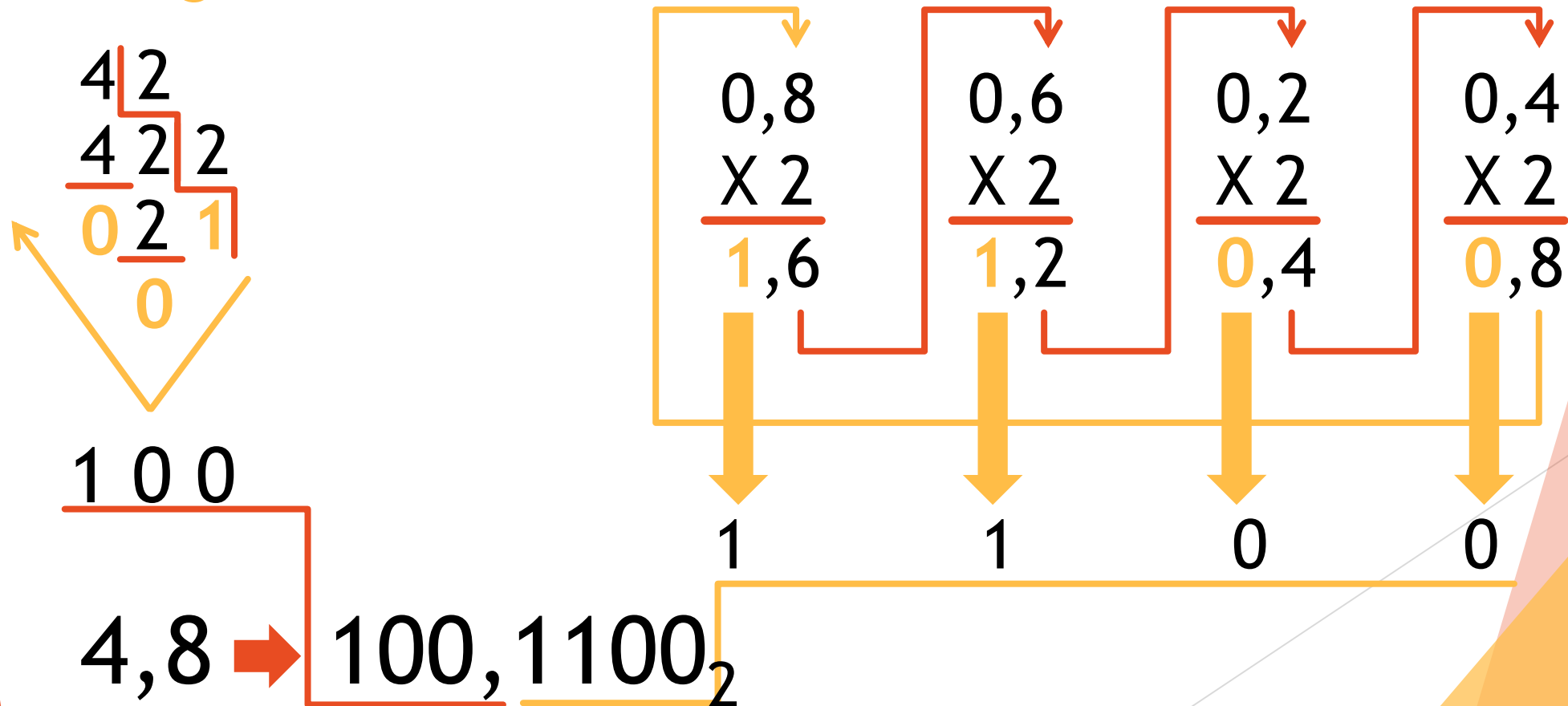
$$\begin{array}{r} 0,375 \\ \times 2 \\ \hline 0,750 \\ \times 2 \\ \hline 1,500 \\ 0,500 \\ \times 2 \\ \hline 1,000 \end{array}$$

$$0,011_2 = 0,375_{10}$$

$$1000_2 + 0,011_2 = 1000,011_2$$

Conversão de Números Decimais Fracionários em Binários

► Segundo Caso:



Conversão de Números Decimais Fracionários em Binários

▶ Terceiro Caso:

▶ Exemplo $3,380_{10}$

- ▶ Quanto mais casas decimais, maior precisão.
- ▶ Devemos aplicar o método até atingir a precisão desejada.

Conversão de Números Decimais Fracionários em Binários

► Exercícios:

1. $5,10_{10} =$

2. $10,33_{10} =$

3. $15,45_{10} =$

4. $23,375_{10} =$

5. $73,405_{10} =$

6. $92,015625_{10} =$

Conversão de Números Decimais Fracionários em Binários

► Exercícios:

1. $5,10_{10} = 101,000110011_2$
2. $10,33_{10} = 1010,010101000_2$
3. $15,45_{10} = 11110111001100_2$
4. $23,375_{10} = 10111,0101_2$
5. $73,405_{10} = 110101,011001111_2$
6. $92,015625_{10} = 1011100,000001_2$

Bibliografia

- ▶ Sistemas Digitais - Princípios e Aplicações, Ronald J. Tocci, Neal S. Widmer
- ▶ Elementos de Eletrônica Digital, Ivan Idoeta, Francisco Capuano.
- ▶ Introdução a Organização de Computadores, Monteiro, Mario A. 5ed, Rio de Janeiro, LTC, 2007.
- ▶ Organização Estruturada de Computadores, Tanenbaum, Andrew S., Prentice Hall Brasil, 5ed, PRENTICE HALL BRASIL, 2007.



CURSO SUPERIOR DE ANÁLISE E DESENVOLVIMENTO DE SISTEMAS

ORGANIZAÇÃO DE COMPUTADORES

Professor Me. Silvio Augusto Langer