Eletrônica Digital

Sistema de Numeração e Conversão entre Sistemas.

Prof. Rômulo Calado Pantaleão Camara

Carga Horária: 60h

Universidade Federal do Vale do São Francisco - UNIVASF
Colegiado de Engenharia da Computação – CECOMP

Representação da Informação

- Um dispositivo eletrônico, armazena e movimenta as informações internamente sob forma eletrônica; tudo o que faz é reconhecer dois estados físicos distintos, produzidos pela eletricidade, pela polaridade magnética ou pela luz refletida – em essência, eles sabem dizer se um "interruptor" está **ligado** ou **desligado**.
- O computador, por ser uma máquina eletrônica, só consegue processar duas informações: a **presença** ou **ausência** de energia.
- Para que a máquina pudesse representar eletricamente todos os símbolos utilizados na linguagem humana, seriam necessários mais de 100 diferentes valores de tensão (ou de corrente).

Representação da Informação

<u>Tipos de grandezas</u>

✓ **Analógica** ≡ contínua

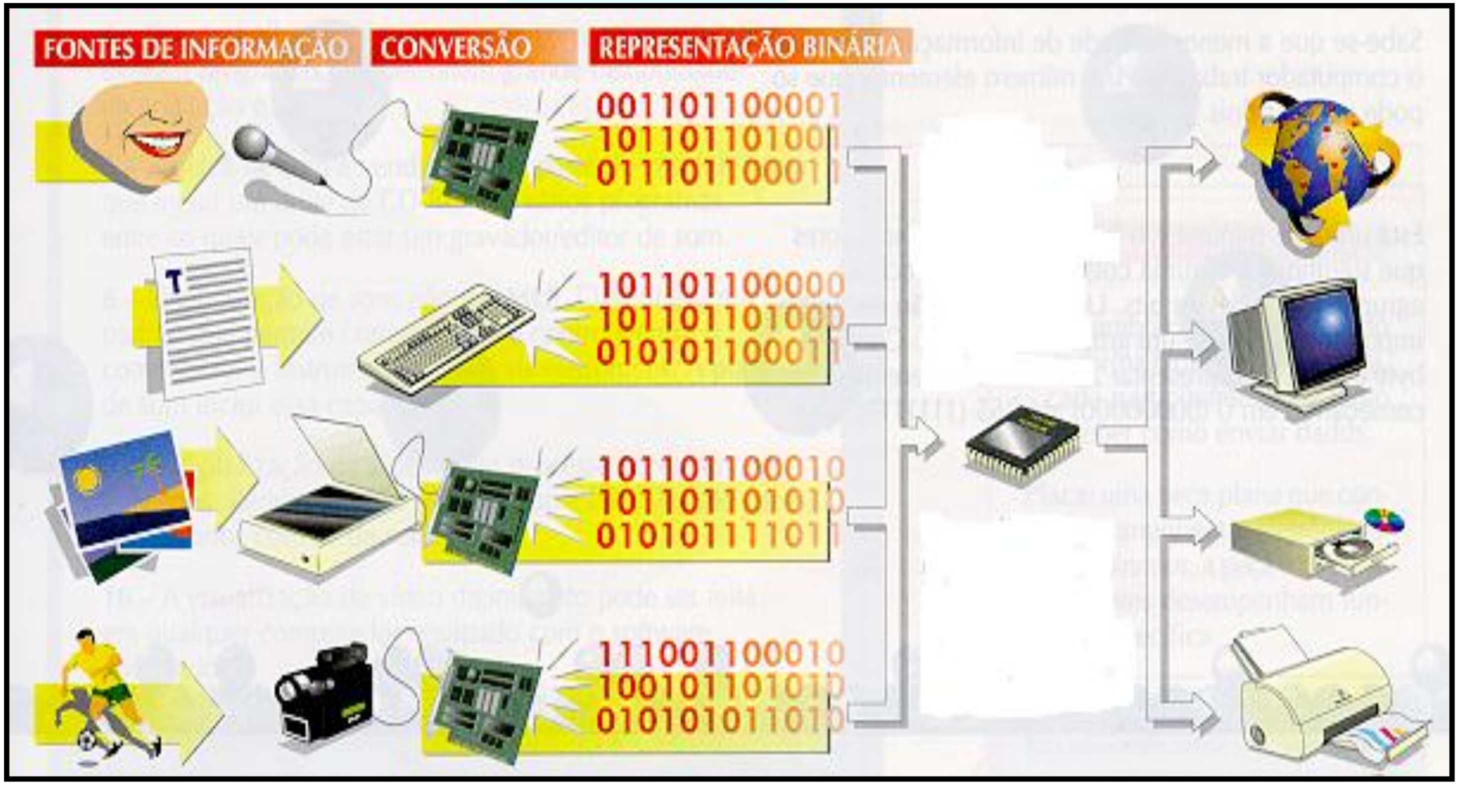
✓ **Digital** ≡ discreta (passo a passo)

✓ **Mundo analógico** – Trabalha com sinais elétricos de infinitos valores de tensão e corrente (modelo continuamente variável, ou **analogia**, do que quer que estejam medindo).

✓ **Mundo digital** – Trabalha com dois níveis de sinais elétricos: **alto e baixo**. Representam dados por meio de um símbolo facilmente identificado (***dígito***).

Representação da Informação

- ✓ **Como os computadores modernos representam as informações?**



Representação da Informação

✓ **Para sistema digital, tudo são números.**

✓ **Sistema Digital** ⇒ Normalmente a informação a ser processada é de forma numérica ou texto ⇒ codificada internamente através de um **código numérico**.

✓ Código mais comum ⇒ **BINÁRIO**

Por que é utilizado o sistema binário ?

Representação da Informação

- ✓ **Para sistema digital, tudo são números.**
- ✓ **Sistema Digital** ⇒ Normalmente a informação a ser processada é de forma numérica ou texto ⇒ codificada internamente através de um **código numérico**.
- ✓ Código mais comum ⇒ **BINÁRIO**

Por que é utilizado o sistema binário ?

Representação da Informação

- ✓ Como os computadores representam as informações utilizando apenas dois estados possíveis - eles são totalmente adequados para números binários.

O – desligado

1 – ligado

- ✓ Número binário no computador: **bit** [de "**B**inary dig**IT**"]
  - A unidade de informação.
  - Uma quantidade computacional que pode tomar um de dois valores, tais como verdadeiro e falso ou 1 e 0, respectivamente (lógica positiva).

Um bit está ligado (*set*) quando vale 1, desligado ou limpo (*reset* ou *clear*) quando vale 0; comutar, ou inverter (*toggle* ou *invert*) é passar de 0 para 1 ou de 1 para 0. (lógica positiva)

Representação da Informação

- ✓ Um bit pode representar apenas **2** símbolos (0 e 1)
- ✓ **Necessidade** - unidade maior, formada por um conjunto de bits, para representar números e outros símbolos, como os caracteres e os sinais de pontuação que usamos nas linguagens escritas.
- ✓ Unidade maior (**grupo de bits**) - precisa ter bits suficientes para representar todos os símbolos que possam ser usados:
  - dígitos numéricos,
  - letras maiúsculas e minúsculas do alfabeto,
  - sinais de pontuação,
  - símbolos matemáticos e assim por diante.

Representação da Informação

- ✓ Necessidade:

Caracteres alfabéticos maiúsculos	**26**
Caracteres alfabéticos minúsculos	**26**
Algarismos	**10**
Sinais de pontuação e outros símbolos	**32**
Caracteres de controle	**24**
Total	**118**

Representação da Informação

- ✓ Capacidade de Representação:

Bits	Símbolos
2	4
3	8
4	16
5	32
6	64
7	128
8	**256**
9	512
10	1024

Representação da Informação

✓ **BYTE (BInary TErm)**

- Grupo ordenado de 8 bits, para efeito de manipulação interna mais eficiente
- Tratado de forma individual, como unidade de armazenamento e transferência.
- Unidade de memória usada para representar um caractere.

Com 8 bits, podemos arranjar 256 configurações diferentes: dá para 256 caracteres, ou para números de 0 a 255, ou de –128 a 127, por exemplo.

O termo *bit* apareceu em 1949, inventado por John Tukey, um pioneiro dos computadores. Segundo Tukey, era melhor que as alternativas *bigit* ou *binit*.

O termo *byte* foi criado por Werner Buchholz em 1956 durante o desenho do computador IBM Stretch. Inicialmente era um grupo de 1 a 6 *bits*, mas logo se transformou num de 8 *bits*. A palavra é uma mutação de *bite*, para não confundir com *bit*.

Representação da Informação

- ✓ Todas as letras, números e outros caracteres são codificados e decodificados pelos equipamentos através dos bytes que os representam, permitindo, dessa forma, a comunicação entre o usuário e a máquina.

- ✓ Sistemas mais importantes desenvolvidos para representar símbolos com números binários (bits):
  - ***EBCDIC*** (*Extended Binary Coded Decimal Interchange Code* – Código Ampliado de Caracteres Decimais Codificados em Binário para o Intercâmbio de Dados).
  - ***ASCII*** (*American Standard Code for Information Interchange* – Código Padrão Americano para o Intercâmbio de Informações).
  - ***UNICODE*** (Unicódigo).

Representação da Informação

- ✓ Parte do conjunto de caracteres ASCII:

Binário	Caractere
0100 0001	A
0100 0010	B
0110 0001	a
0110 0010	b
0011 1100	<
0011 1101	=
0001 1011	ESC
0111 1111	DEL

Representação da Informação

- A conversão de dados em informações, e estas novamente em dados, é uma parte tão fundamental em relação ao que os computadores fazem que é preciso saber como a conversão ocorre para compreender como o computador funciona.

- Infelizmente os computadores não usam nosso sistema de numeração.

Sistema de Numeração

- ✓ Conjunto de símbolos utilizados para representação de quantidades e de regras que definem a forma de representação.

- ✓ Cada sistema de numeração é apenas um método diferente de representar quantidades. As quantidades em si não mudam; mudam apenas os símbolos usados para representá-las.

- ✓ A quantidade de algarismos disponíveis em um dado sistema de numeração é chamada de **base**.

- ✓ Representação numérica mais empregada: ***notação posicional***.

Sistema de Numeração

Sistema	Base	Algarismos
Binário	2	0,1
Ternário	3	0,1,2
Octal	8	0,1,2,3,4,5,6,7
Decimal	10	0,1,2,3,4,5,6,7,8,9
Duodecimal	12	0,1,2,3,4,5,6,7,8,9,A,B
Hexadecimal	16	0,1,2,3,4,5,6,7,8,9,A,B,C,D,E,F

Como os números representados em base 2 são muito extensos e, portanto, de difícil manipulação visual, costuma-se representar externamente os valores binários em outras bases de valor mais elevado (octal ou hexadecimal). Isso permite maior compactação de algarismos e melhor visualização dos valores.

Sistema de Numeração

Padrões de Representação

- ✓ Letra após o número para indicar a base;
- ✓ Número entre parênteses e a base como um índice do número.

- ✓ **Exemplo:**
  - Sistema Decimal – 1234**D** ou $(1234)_{10}$ ou 1234_{10}

Sistema de Numeração

Decimal

- ✓ Sistema mais utilizado.
- ✓ Apareceu naturalmente no aprendizado de contagem (dez dedos).
- ✓ 10 símbolos para representar quantidades.

0 1 2 3 4 5 6 7 8 9

Sistema de Numeração

Decimal

- ✓ Também chamado de sistema de *base 10* é um sistema posicional, no qual o valor de cada dígito depende de sua posição no número: **unidade**, **dezena**, (dez unidades), **centena** (cem unidades), **milhar** (mil unidades), **dezena de milhar**, **centena de milhar**, etc.

- ✓ Exemplo: 1234 é composto por **4** unidades, **3** dezenas, **2** centenas e **1** milhar, ou 1000+200+30+4 = 1234;

Sistema de Numeração

Sistema Binário

- ✓ Também chamado de sistema de *base 2* é um sistema posicional, no qual o valor de cada dígito é nomeado de bit.

0 e 1

- ✓ Segue as regras do sistema decimal - válidos os conceitos de **peso** e **posição**. Posições não têm nome específico.
- ✓ Cada algarismo é chamado de **bit**. Exemplo: 101_2
- ✓ **Expressão oral** - diferente dos números decimais.
  - Caractere mais à esquerda - *Most-Significative-Bit* - "**MSB**".
  - Caractere mais à direita - *Least-Significative-Bit* - "**LSB**".

Sistema de Numeração

Contagem Binário

✓ Em operações binários, circuitos restringem a um número de bits específico, portanto, a contagem é restrita ao número de bits do sistema considerado;

- Exemplo: números de 4 bits

• O “1” muda a cada contagem

• O “2” muda a cada duas contagens

• O “4” muda a cada quatro contagens

• O “8” muda a cada oito contagens

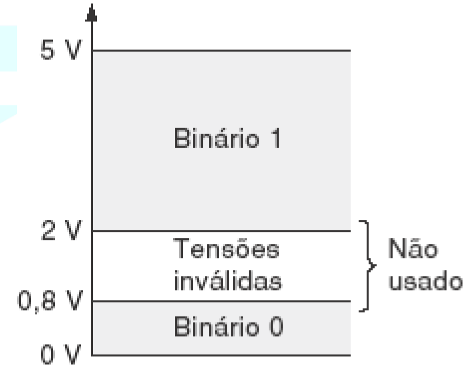
• Com N bits, conta-se 2^N números, com a última contagem em 2^N -1

Pesos → $2^3 = 8$	$2^2 = 4$	$2^1 = 2$	$2^0 = 1$	Número decimal equivalente
0	0	0	0	0
0	0	0	1	1
0	0	1	0	2
0	0	1	1	3
0	1	0	0	4
0	1	0	1	5
0	1	1	0	6
0	1	1	1	7
1	0	0	0	8
1	0	0	1	9
1	0	1	0	10
1	0	1	1	11
1	1	0	0	12
1	1	0	1	13
1	1	1	0	14
1	1	1	1	15
			LSB	

Sistema de Numeração

Representação de Quantidades Binárias

- ✓ Quantidades binárias podem ser representadas por qualquer dispositivo que tenha dois estados;
- ✓ Exemplos: chave (liga-desliga), CD-ROM (furos ou "não-furos"), transistor (corte ou saturação);
- ✓ Em sistemas digitais, bits são tensões (ou correntes) presentes nas entradas e saídas – ex.: 0V ("0") ou 5V ("1");
- ✓ Bits são, na verdade, faixas de tensão, diferentes de sinais analógicos;



Sistema de Numeração

Sistema Octal

- ✓ Também chamado de sistema de *base 8* é um sistema posicional;

0 1 2 3 4 5 6 7

- ✓ Exemplo: 563_8

- ✓ **Expressão oral** - similar ao sistema binário.

Sistema de Numeração

Sistema Hexadecimal

- ✓ Também chamado de sistema de *base 16* é um sistema posicional.
- ✓ Possui 16 símbolos (algarismos) para representar qualquer quantidade.

0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 A B C D E F

- ✓ Uso das letras - **facilidade de manuseio**.
- ✓ Exemplo: $FA3_{16}$
- ✓ **Expressão oral** - similar ao sistema binário.

Sistema de Numeração

Ao trabalhar com sistemas de numeração, em qualquer base, deve-se observar o seguinte:

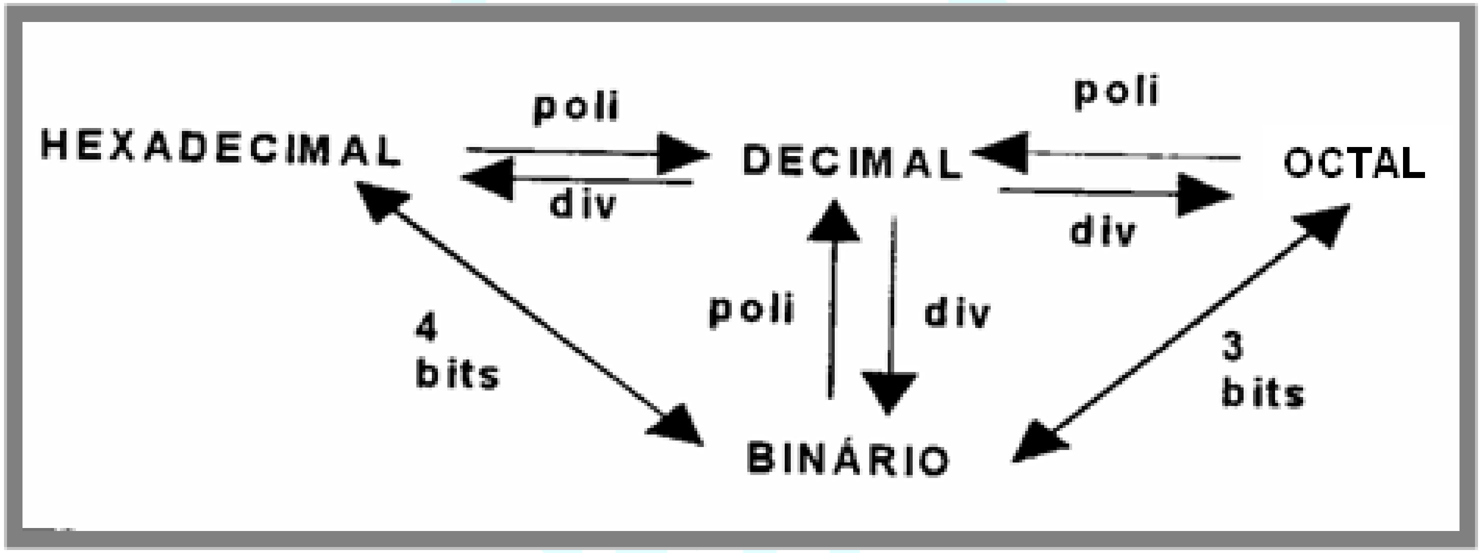
- ✓ O número de dígitos usado no sistema é igual à base.
- ✓ O maior dígito é sempre menor que a base.
- ✓ O dígito mais significativo está à esquerda, e o menos significativo à direita
- ✓ Um "vai-um" de uma posição para outra tem um peso igual a uma potência da base.
- ✓ Em geral se toma a base decimal como referência.

Sistema de Numeração

Decimal	Binário	Octal	Hexadecimal
0	0	0	0
1	1	1	1
2	10	2	2
3	11	3	3
4	100	4	4
5	101	5	5
6	110	6	6
7	111	7	7
8	1000	10	8
9	1001	11	9
10	1010	12	A
11	1011	13	B
12	1100	14	C
13	1101	15	D
14	1110	16	E
15	1111	17	F
. . .	. . .	. . .	. . .

Conversão entre Sistemas de Numeração

✓ **Procedimentos básicos:** (números inteiros)
- **divisão**
- **polinômio**
- **agrupamento de bits**



Conversão entre Sistemas de Numeração

✓ **Divisão** (Decimal → outro sistema)

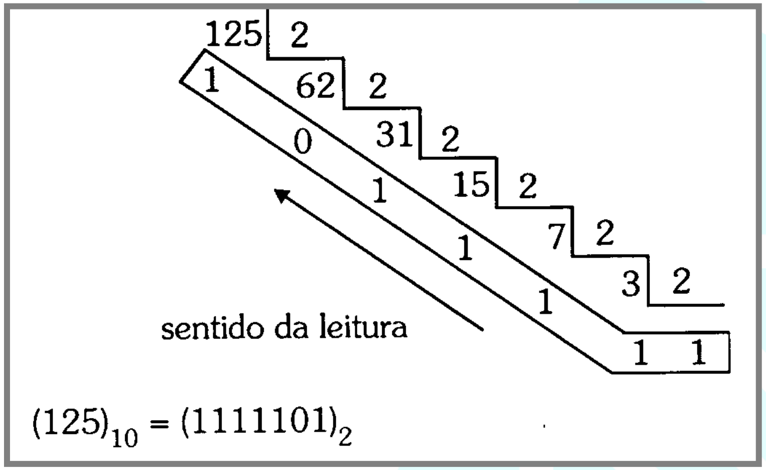
- Divisão inteira (do quociente) sucessiva pela base, até que quociente seja menor do que a base.

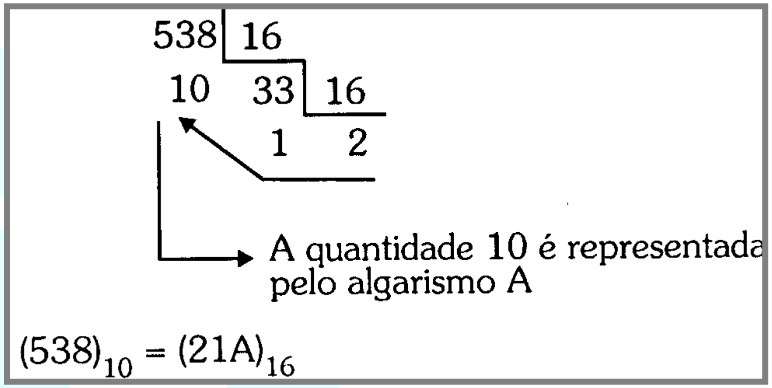
- Valor na base = composição do **último quociente** (MSB) com **restos** (primeiro resto é bit menos significativo - LSB)

- Dividir o número por **b** (base do sistema) e os resultados consecutivas vezes.

Conversão entre Sistemas de Numeração

- ✓ Ex.: $(125)_{10} = (?)_2$ $(538)_{10} = (?)_{16}$





Conversão entre Sistemas de Numeração

Notação Polinomial ou Posicional

✓ **Válida para qualquer base numérica.**

✓ LEI DE FORMAÇÃO
(Notação ou Representação Polinomial):

Número = $a_n b^n + a_{n-1} b^{n-1} + a_{n-2} b^{n-2} + \ldots + a_0 b^0$

a_n = algarismo, b = base do número
n = quantidade de algarismo - 1

Conversão entre Sistemas de Numeração

Notação Polinomial ou Posicional

Ex.:

a) $(1111101)_2 = (?)_{10}$

$$(1111101)_2 =$$

$$1x2^6 + 1x2^5 + 1x2^4 + 1x2^3 + 1x2^2 + 0x2^1 + 1x2^0 = 125_{10}$$

b) $(21A)_{16} = (?)_{10}$

$$(21A)_{16} = 2x16^2 + 1x16^1 + 10x16^0 = 538_{10}$$

Conversão entre Sistemas de Numeração

Agrupamento de Bits

- ✓ **Sistemas octal e hexa → binário (e vice versa)**
- ✓ associando 3 bits ou 4 bits (quando octal ou hexadecimal, respectivamente) e vice-versa.
- ✓ **Ex.: $(1011110010100111)_2 = (\ ?\ )_{16}$** **$(A79E)_{16} = (\ ?\ )_2$**

1011	1100	1010	0111
↓	↓	↓	↓
B	C	A	7

$(1011110010100111)_2 = (BCA7)_{16}$

A	7	9	E
↓	↓	↓	↓
1010	0111	1001	1110

$(A79E)_{16} = (1010011110011110)_2$

Conversão entre Sistemas de Numeração

Conversão octal → hexadecimal

- ✓ Não é realizada diretamente - não há relação de potências entre as bases oito e dezesseis.
- ✓ Semelhante à conversão entre duas bases quaisquer - **base intermediária** (base binária)
- ✓ Conversão em duas etapas:

1 - número: base octal (hexadecimal) → binária.

2 - resultado intermediário: binária → hexadecimal (octal).

Conversão entre Sistemas de Numeração

Conversão octal → hexadecimal

Ex.:

a) $(175)_8 = (\ ?\ )_{16}$

$(175)_8 = (1111101)_2 = (7D)_{16}$

b) $(21A)_{16} = (?\ )_8$

$(21A)_{16} = (001000011010)_2 = (1032)_8$

Conversão entre Sistemas de Numeração

Conversão de Números Fracionários

Lei de Formação ampliada (polinômio):

$$\text{Número} = \underbrace{a_n.b^n + a_{n-1}.b^{n-1} + a_{n-2}.b^{n-2} + \ldots + a_0.b^0}_{\text{parte inteira}} + \underbrace{a_{-1}.b^{-1} + a_{-2}.b^{-2} + \ldots + a_{-m}.b^{-m}}_{\text{parte fracionária}}$$

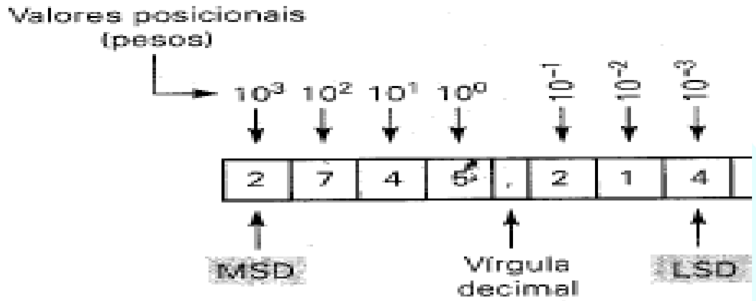
Exemplo: $(101{,}110)_2 = (\ ?\ )_{10}$

$$1 \times 2^2 + 0 \times 2^1 + 1 \times 2^0 + 1 \times 2^{-1} + 1 \times 2^{-2} + 0 \times 2^{-3} = (5{,}75)_{10}$$

Conversão entre Sistemas de Numeração

Conversão de Números Fracionários

Lei de Formação Decimal



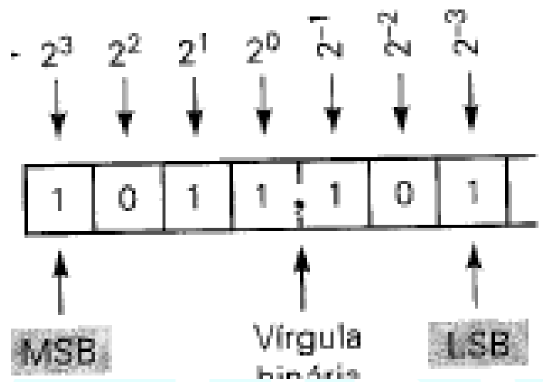
Exemplo: $(10{,}214)_{10}$

$$1 \times 10^1 + 0 \times 10^0 + 2 \times 10^{-1} + 1 \times 10^{-2} + 4 \times 10^{-3} = (10{,}214)_{10}$$

Conversão entre Sistemas de Numeração

Conversão de Números Fracionários

Lei de Formação Binário



Exemplo: $(1011,101)_2$

$$1 \times 2^3 + 0 \times 2^2 + 1 \times 2^1 + 1 \times 2^0 + 1 \times 2^{-1} + 0 \times 2^{-2} + 1 \times 2^{-3} = (?)_{10}$$

Conversão entre Sistemas de Numeração

Conversão decimal ⟶ outro sistema

- ✓ Operação inversa: multiplicar a parte fracionária pela base até que a parte fracionária do resultado seja zero.

Exemplo: $(8{,}375)_{10} = (\ ?\ )_2$

- parte inteira: $(8)_{10} = (1000)_2$
- parte fracionária:

$$
\begin{array}{r} 0{,}375 \\ \times\ 2 \\ \hline 0{,}750 \\ \downarrow \\ 0 \end{array}
\;\rightarrow\;
\begin{array}{r} 0{,}750 \\ \times\ 2 \\ \hline 1{,}500 \\ \downarrow \\ 1 \end{array}
\;\rightarrow\;
\begin{array}{r} 0{,}500 \\ \times\ 2 \\ \hline 1{,}000 \\ \downarrow \\ 1 \end{array}
\;\rightarrow\;
0{,}000 \rightarrow \text{Final}
$$

$(8{,}375)_{10} = (1000{,}011)_2$

Conversão entre Sistemas de Numeração

- **Mostre que:**
  - $5{,}8_{10} = 101{,}11001100\ldots_2$ (uma dízima).
  - $11{,}6_{10} = 1011{,}10011001100\ldots_2$
    - a vírgula foi deslocada uma casa para a direita, pois 11,6 = 2 x 5,8 .

Exercício

- Uma caixa alienígena com o número 25 gravado na tampa foi entregue a um grupo de cientistas. Ao abrirem a caixa, encontraram 17 objetos. Considerando que o alienígena tem um formato humanóide, quantos dedos ele tem nas duas mãos?

Exercício

- ✓ $17_{10} = 25_b$
- ✓ $17 = 2xb^1 + 5xb^0$
- ✓ $17 = 2b + 5$
- ✓ $b = (17-5)/2$
- ✓ **$b = 6$**

Exercício

- ✓ Desenvolva um algoritmo que receba três entradas: um número qualquer, a base do número e a base que será convertido o número. A saída do programa é o número convertido na base escolhida.
  - – Pode ser desenvolvido em qualquer linguagem.