

INTRODUÇÃO A CONCEITOS DE COMPUTAÇÃO

**Notação de ponto flutuante e
operações aritméticas binárias**

SUMÁRIO

- **Ponto flutuante**
 - **Representação decimal**
 - **Representação binária**
- **Operações aritméticas binária**
 - **Soma**
 - **Subtração**
 - **Multiplicação**
 - **Divisão**

Ponto Flutuante

Valores Reais

$$\text{número} = (\text{sinal}) 0, \overbrace{d_1 d_2 d_3 \dots d_m}^{\text{Mantissa}} \times B^{\text{exp}}$$

$$-2,187 = - 0,2187 \times 10^{-1}$$

- **Mantissa m** : quantidade de dígitos na parte significativa do número.
- **Base B** : conjunto de símbolos (ou algarismos)
- **Expoente exp** : valor inteiro dentro de um intervalo $[min, max]$.

Ponto Flutuante

Exemplo: Uma calculadora opera na base 10 com 4 dígitos na mantissa e expoente assumindo valores $\{-3, -2, -1, 0, 1, 2, 3\}$.

$$\begin{aligned} \text{número} &= (\text{sinal}) 0, \overbrace{d_1 d_2 d_3 d_4}^{\text{Mantissa}} \times \\ -17,945 &= - \quad 0, \quad 1 \quad 7 \quad 9 \quad 4 \quad \underline{5} \text{ B}^{\text{exp}} \\ &= - 0,1794 \times 10^{-2} \quad \times 10^{-2} \end{aligned}$$

TRUNCAMENTO!!

Ponto Flutuante

Exemplo: Uma calculadora opera na base 10 com 4 dígitos na mantissa e expoente assumindo valores $\{-3, -2, -1, 0, 1, 2, 3\}$.

Maior Número

$$\begin{aligned} &(\text{sinal}) 0, d_1 d_2 d_3 d_4 \times B^{\text{exp}} \\ &+ \quad 0,9 \, 9 \, 9 \, 9 \quad \times 10^3 = 999,9 \end{aligned}$$

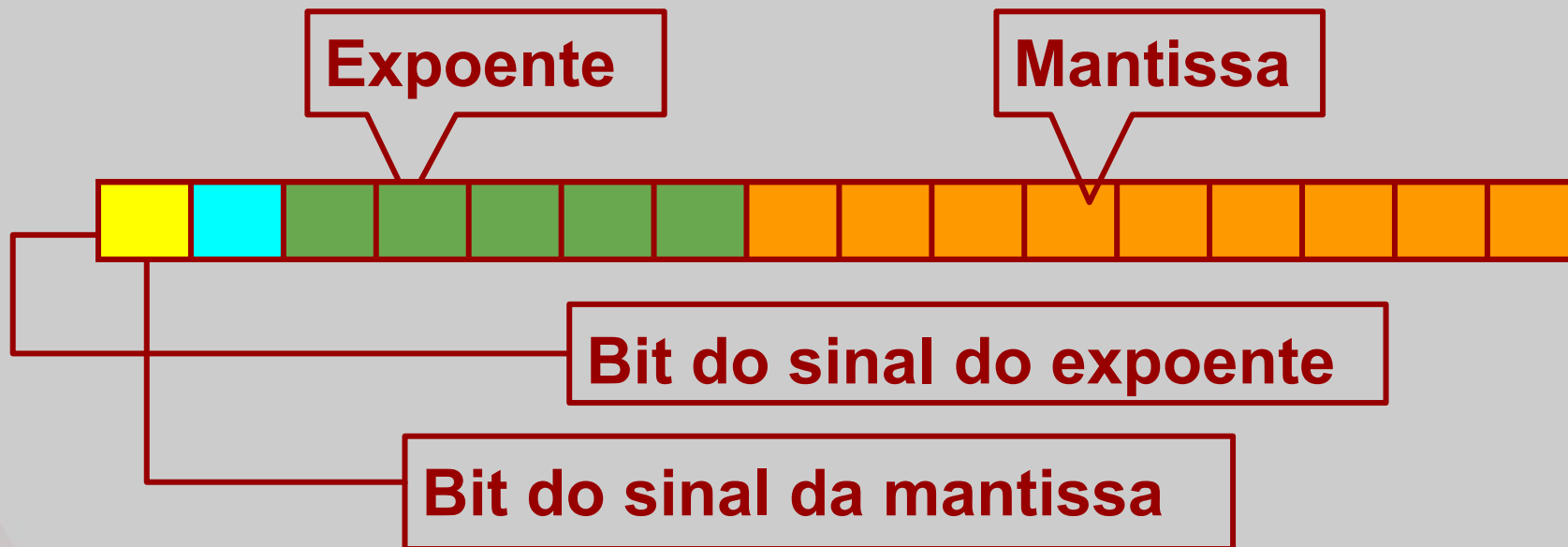
Menor Número positivo

$$\begin{aligned} &0, d_1 d_2 d_3 d_4 \times B^{\text{exp}} \\ &0,0 \, 0 \, 0 \, 1 \quad \times 10^0 = 1 \times 10^{-4} \end{aligned}$$

Ponto Flutuante

Valores Binários

Exemplo: Vamos representar -17,945 usando uma palavra com 16 bits e a seguinte estrutura:

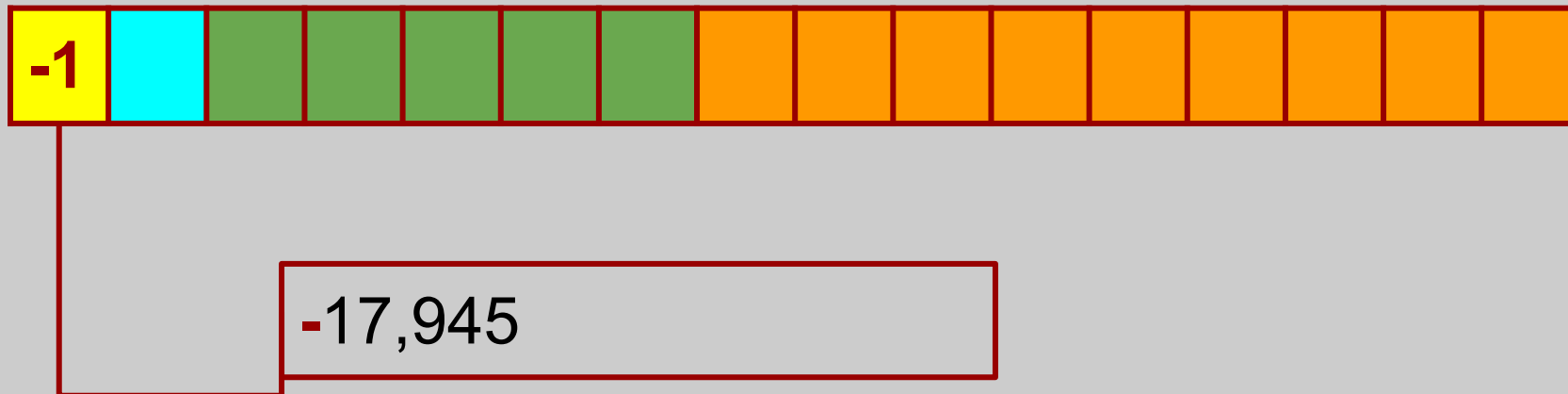


Bit de Sinal: 0 (Positivo) e 1 (Negativo)

Ponto Flutuante

Valores Binários

Armazenar o sinal de $(-17,945)_{10}$

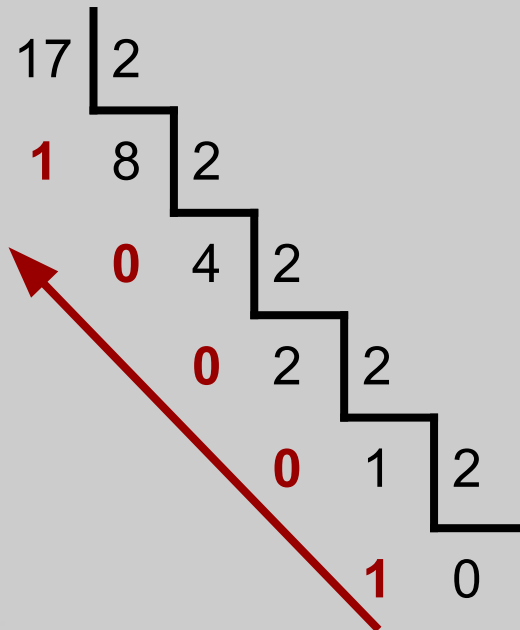


Ponto Flutuante

Valores Binários

Converter $(17,945)_{10}$ para binário $(-17,945)_{10} = (-10001,11110)_2$

Parte Inteira: $(17)_{10} = (10001)_2$ Parte Fracionária: $(0,945)_{10} = (11110)_2$



$0,945 \times 2 =$	1,89
$0,89 \times 2 =$	1,78
$0,78 \times 2 =$	1,56
$0,56 \times 2 =$	1,12
$0,12 \times 2 =$	0,24

A red arrow points downwards from the first result (1,89) to the last result (0,24), indicating the order in which the bits are read to form the binary fraction 11110.

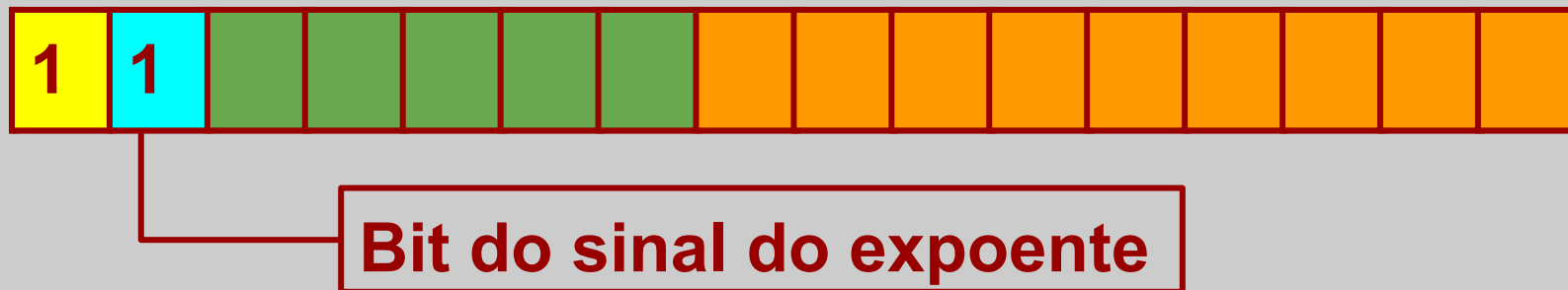
Ponto Flutuante

Valores Binários

Aplicar a notação de ponto flutuante

$$10001,11110 = -0,1000111110 \times 2^{-4}$$

Armazenar o sinal do expoente



Ponto Flutuante

Valores Binários

Converter o valor do expoente, $(4)_{10}$ para binário $(100)_2$

Ajustar a notação: $10001,11110 = 0,1000111110 \times 2^{-100}$

Armazenando expoente e mantissa

Expoente

$0,1000111110 \times 2^{-100}$

Mantissa

$0,1000111110 \times 2^{-100}$



Operações aritméticas binárias

Soma e Subtração

Tabela de Soma

0	0	1	1
+0	+1	+0	+1
<hr/>	<hr/>	<hr/>	<hr/>
0	1	1	10

Vai 1 na coluna da esquerda!!

Tabela de Subtração

0	0	1	1
-0	-1	-0	-1
<hr/>	<hr/>	<hr/>	<hr/>
0	1	1	0

Empresta 2 da coluna da esquerda!!

Operações aritméticas binárias

Soma e Subtração

Exemplos:

$$\begin{array}{r} 11 \\ 1011 \\ +0011 \\ \hline 1110 \text{ vai } 1 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 1 + 1 = 10 \\ 10 \\ +1 \\ \hline 11 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 0112 \\ 40001 \\ -01110 \\ \hline 00011 \end{array}$$

Operações aritméticas binárias

Multiplicação

Tabela de Multiplicação

0	0	1	1
<u>x0</u>	<u>x1</u>	<u>x0</u>	<u>+1</u>
0	0	0	1

10111
x1011
10111
10111+
00000+
10111+.
11111101

Operações aritméticas binárias

Divisão

Tabela de Subtração

0	0	0	1	1	0	1	1
x	0	0	x	0	1		

- Selecionar o mesmo número de bits do dividendo que o divisor.
- Se maior que divisor, quociente 1; senão quociente 0 e outro dígito do dividendo é acrescentado.

Operações aritméticas binárias

Divisão

$$\begin{array}{r} 11111110 \overline{) 1011} \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 11111110 \overline{) 1011} \end{array}$$

$$\begin{array}{r} \underline{1011} \end{array}$$

1

$$0100$$

$$\begin{array}{r} 11111110 \overline{) 1011} \end{array}$$

$$\begin{array}{r} \underline{1011} \end{array}$$

1

$$01001$$

$$\begin{array}{r} 11111110 \overline{) 1011} \end{array}$$

$$\begin{array}{r} \underline{1011} \end{array}$$

10

$$010011$$

$$\begin{array}{r} 11111110 \overline{) 1011} \end{array}$$

$$\begin{array}{r} \underline{1011} \end{array}$$

101

$$010011$$

$$\begin{array}{r} \underline{1011} \end{array}$$

$$1000$$

Operações aritméticas binária

Divisão

1111111	10		1011
<u>1011</u>			101
010011			
<u>1011</u>			
1000	1		

11111110		1011
<u>1011</u>		1011
010011		
<u>1011</u>		
10001		
<u>1011</u>		
0110		

Operações aritméticas binária

Divisão

11111110		1011
<u>1011</u>		1011
010011		
<u>1011</u>		
010001		
<u>1011</u>		
01100		

11111110		1011
<u>1011</u>		10111
010011		
<u>1011</u>		
010001		
<u>1011</u>		
01100		
<u>1011</u>		
0001		

INTRODUÇÃO A CONCEITOS DE COMPUTAÇÃO

**Notação de ponto flutuante e
operações aritméticas binárias**