

# *aula 2:* **OPERAÇÕES ARITMÉTICAS**

*disciplina:* **Organização e Arquitetura de Computadores**

*professora:* Sara Guimarães Negreiros

# 1

**O QUE SÃO OS  
NÚMEROS?**



## O QUE SÃO OS NÚMEROS?

- Forma quantitativa de definir ou atribuir valor a algo;
- Conjuntos numéricos: inteiros, reais, fracionários, irracionais...
- O que é base numérica?
- Como o computador interpreta os números?

# 2

## BASES NUMÉRICA



# BASES NUMÉRICAS

- Decimal

**0 1 2 3 4 5 6 7 8 9** 10 11 ...

- Binária

**0 1** 10 11 100 101 110 111 ...



# BASES NUMÉRICAS

- Octal

**0 1 2 3 4 5 6 7 8** 10 11 ...

- Hexadecimal

**0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 A B C**  
**D E F** 10 11 ... 19 1A ...

“ Qual o motivo de existirem  
diversas bases numéricas?

“ Quando determinado número é definido em uma determinada base, esse número apenas pode ser representado por essa base?



# 3

## CONVERSÃO ENTRE BASES

**BINÁRIO**



## BINÁRIO PARA DECIMAL

$10011011_2$

$2^7$	$2^6$	$2^5$	$2^4$	$2^3$	$2^2$	$2^1$	$2^0$
128	64	32	16	8	4	2	1

$$128 + 0 + 0 + 16 + 8 + 0 + 2 + 1 = 155$$

wikiHow

wikiHow



e.g.)  $1.1_2$

$$\begin{array}{cc} 1 & . & 1 \\ | & & | \\ 2^0 & & 2^{-1} \\ \hline 1 & + & 0.5 = 1.5_{10} \end{array}$$

wikiHow



## BINÁRIO PARA HEXADECIMAL

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

wikiHow

11101100101001

(11)(1011)(0010)(1001)

11 → 0011 → 3

1011 → 1011 → B

0010 → 0010 → 2

1001 → 1001 → 9

(11)(1011)(0010)(1001) = **3B29**

wikiHow



11101100101001

(11)(1011)(0010)(1001)

wikiHow

(11)(1011)(0010)(1001)

11 → 0011 → 3

1011 → 1011 → B

0010 → 0010 → 2

1001 → 1001 → 9

(11)(1011)(0010)(1001) = 3B29

wikiHow



**DECIMAL**






## DECIMAL PARA BINÁRIO

Example:

$$\begin{array}{r} 2 \overline{)156} \\ 78 \end{array}$$

Remainder: 0



wikiHow






Remainder:

2)156	0
2)78	0
2)39	1
2)19	1
2)9	1
2)4	0
2)2	0
2)1	1

$156_{10} = \underline{\underline{10011100_2}}$



wikiHow

$$\begin{aligned}(10011100)_2 \\&= 2^7 + 2^4 + 2^3 + 2^2 \\&= 128 + 16 + 8 + 4 \\&= (156)_{10}\end{aligned}$$



## DECIMAL PARA HEXADECIMAL

example: 317547 → HEX

**Find remainder:**

dividend – (quotient x divisor) = remainder

$$317547 - (19846 \times 16) = 11$$

$$11_{10} = B_{16}$$





## Find remainder:

dividend – (quotient x divisor) = remainder

$$317547 - (19846 \times 16) = 11$$

$$11_{10} = B_{16}$$



wikiHow

## Find remainder:

$$19846 - (1240 \times 16) = 6$$

$$6_{10} = 6_{16}$$



wikiHow



**Find remainder:**

$$19846 - (1240 \times 16) = 6$$

$$6_{10} = 6_{16}$$



wikiHow

$$1240 - (77 \times 16) = 8 \quad 8_{10} = 8_{16}$$

---

$$77 - (4 \times 16) = 13 \quad 13_{10} = D_{16}$$



---

$$4_{10} = 4_{16}$$

wikiHow





HEX	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	A	B	C	D	E	F
DEC	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15


  

$4_{10} = 4_{16}$   
 $13_{10} = D_{16}$   
 $8_{10} = 8_{16}$   
 $6_{10} = 6_{16}$   
 $11_{10} = B_{16}$

$317547_{10} = 4D86B_{16}$

Check:

$4 \times 16^4 =$	262,144
$13 \times 16^3 =$	53,248
$8 \times 16^2 =$	2,048
$6 \times 16 =$	96
$11 \times 1 = +$	11
	<hr/>
	317547



The background features a large, dark blue trapezoidal shape on the left side, which tapers towards the right. To the right of this shape is a white area. At the bottom, there is a horizontal orange bar that also tapers towards the right. The overall design is minimalist and modern.

# HEXADECIMAL



## HEXADECIMAL PARA BINÁRIO

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

wikiHow

A23 1010 0001 0011

BEE 1011 1110 1110



## HEXADECIMAL PARA DECIMAL

C921<sub>16</sub>

$$\begin{aligned} 1 \times 16^0 &= 1 \times 1 \\ + 2 \times 16^1 &= 2 \times 16 \\ + 9 \times 16^2 &= 9 \times 256 \\ + C \times 16^3 &= C \times 4096 \end{aligned}$$

wikiHow

C921<sub>16</sub>

$$\begin{aligned} 1 \times 1 \\ + 2 \times 16 \\ + 9 \times 256 \\ + C \times 4096 \end{aligned}$$

$$C_{16} = 12_{10}$$

wikiHow

HEX	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	A	B	C	D	E	F
DEC	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15





$$\begin{array}{r} C921_{16} \\ 1 \times 1 = 1 \\ + 2 \times 16 = 32 \\ + 9 \times 256 = 2304 \\ + 12 \times 4096 = 49152 \\ \hline 51,489_{10} \end{array}$$


wikiHow


# 4


## OPERAÇÃO DE ADIÇÃO




# ADIÇÃO

$$\begin{array}{r} 0111 \\ 1110 \\ \hline 1 \end{array}$$


$$\begin{array}{r} 1 \\ 0111 \\ 1110 \\ \hline 01 \end{array}$$


$$\begin{array}{r} \text{carry} \leftarrow 1 \quad 1 \\ 0111 \\ 1110 \\ \hline 101 \end{array}$$


$$\begin{array}{r} 1 \quad 1 \\ 0111 \\ 1110 \\ \hline 10101 \end{array}$$




## ADIÇÃO

$$\begin{array}{r} 1 \\ 1010 \\ 1111 \\ 1011 \\ 1110 \\ \hline 0 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 1 \\ 11 \\ 1010 \\ 1111 \\ 1011 \\ 1110 \\ \hline 10 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 11 \\ 111 \\ 1010 \\ 1111 \\ 1011 \\ 1110 \\ \hline 010 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 111 \\ 1111 \\ 1010 \\ 1111 \\ 1011 \\ 1110 \\ \hline 110010 \end{array}$$

# 5

## OPERAÇÃO DE SUBTRAÇÃO



## SUBTRAÇÃO

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

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

$$\begin{array}{r} 1011 \\ - 10 \\ \hline 1001 \end{array}$$

wikiHow



## SUBTRAÇÃO

$$\begin{array}{r} 110 \\ - 101 \\ \hline \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 110 \\ - 101 \\ \hline 1 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 110 \\ - 101 \\ \hline 001 \end{array}$$

$$110 - 101 = \boxed{1}$$

wikiHow



## SUBTRAÇÃO

$$\begin{array}{r} 11000 \\ - 111 \\ \hline 10001 \end{array}$$

Diagram illustrating binary subtraction (11000 - 111) using the borrowing method. The result is 10001. Red diagonal lines indicate borrowing from the minuend to the subtrahend. Blue '1's above the minuend digits indicate the borrowed values. Red '0's above the minuend digits indicate the remaining values after borrowing.



# 6

## OPERAÇÃO DE DIVISÃO



# DIVISÃO

$$\begin{array}{r} 001 \\ 11 \overline{) 10101} \\ \underline{-11} \\ 10 \end{array}$$

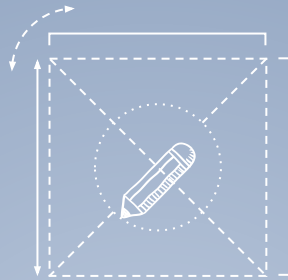
wikiHow

$$\begin{array}{r} 0011 \\ 11 \overline{) 10101} \\ \underline{-11} \\ 100 \\ \underline{-11} \\ 1 \end{array} \quad \begin{array}{r} 00111 \\ 11 \overline{) 10101} \\ \underline{-11} \\ 100 \\ \underline{-11} \\ 11 \\ \underline{-11} \\ 0 \end{array}$$



# QUESTÕES AVALIATIVAS

15% da avaliação da primeira unidade



1. Converta o número do seu CPF (base decimal) para a base binária, hexadecimal. Depois realize a conversão inversa, ou seja, após converter para binário, converta agora para decimal novamente.
2. Converta o número da sua matrícula (base decimal) para a base binária, hexadecimal.
3. Some o número do seu CPF, o número da sua matrícula e  $110111_2$ , todos na base binária.
4. Subtraia o número do seu CPF com o número da sua matrícula, ambos na base binária.
5. Divida o número do seu CPF (base binária) por  $11_2$ .



# DÚVIDAS?

[sara.negreiros@ufersa.edu.br](mailto:sara.negreiros@ufersa.edu.br)

# 8

## PONTO FLUTUANTE



## Princípios

- Permite representar uma faixa centrada em 0 de números inteiros positivos e negativos;
- Permite também a representação de números fracionários;
- Limitações:
  - ▷ Não permite a representação de números muito grandes ou muito pequenos;
  - ▷ Divisão de números com parte fracionária pode sofrer *truncamento*.
- Para base decimal essa limitação é superada com notação científica.



## Representação

$$\pm M * B^{\pm E}$$

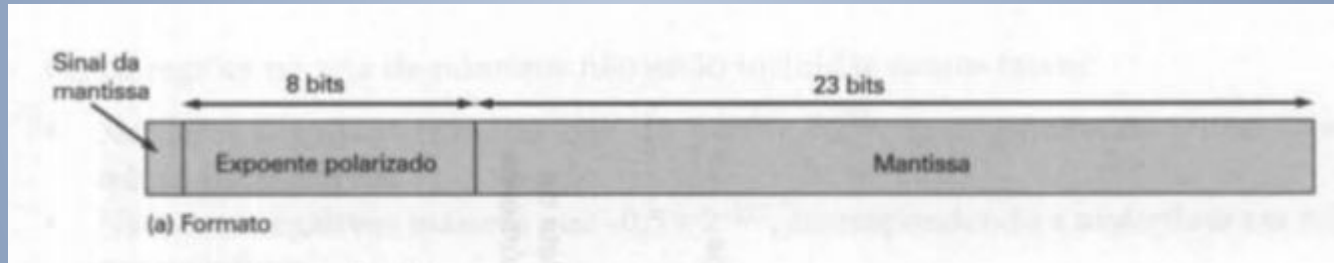
- Sinal, Mantissa e Expoente.
- Formato típico de 32 bits.
- Número normalizado:  $\pm 0,1bbb\dots b * 2^{\pm E}$
- 1(implícito)bbb...b(mantissa)





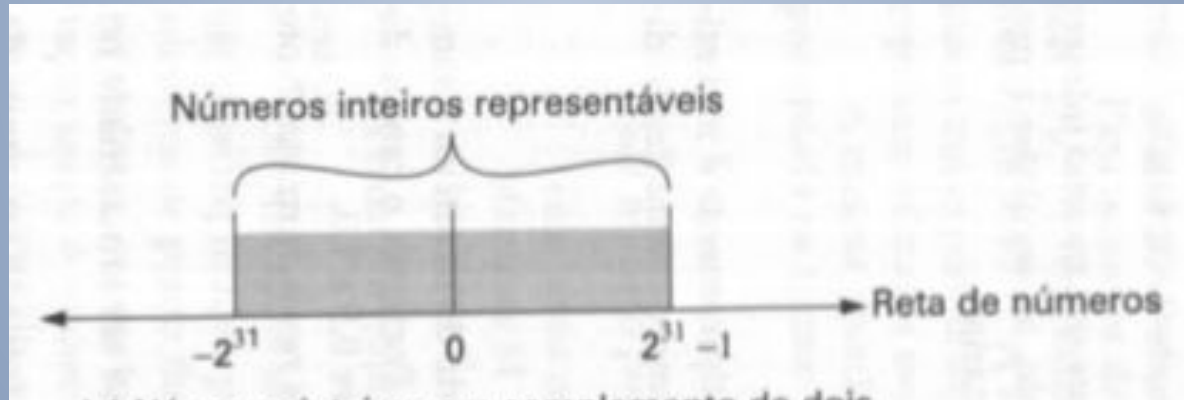
## Representação

- Representação polarizada:
  - ▷  $2^8 - 1 = 255 \Rightarrow E \text{ entre } -127 \text{ e } +128$



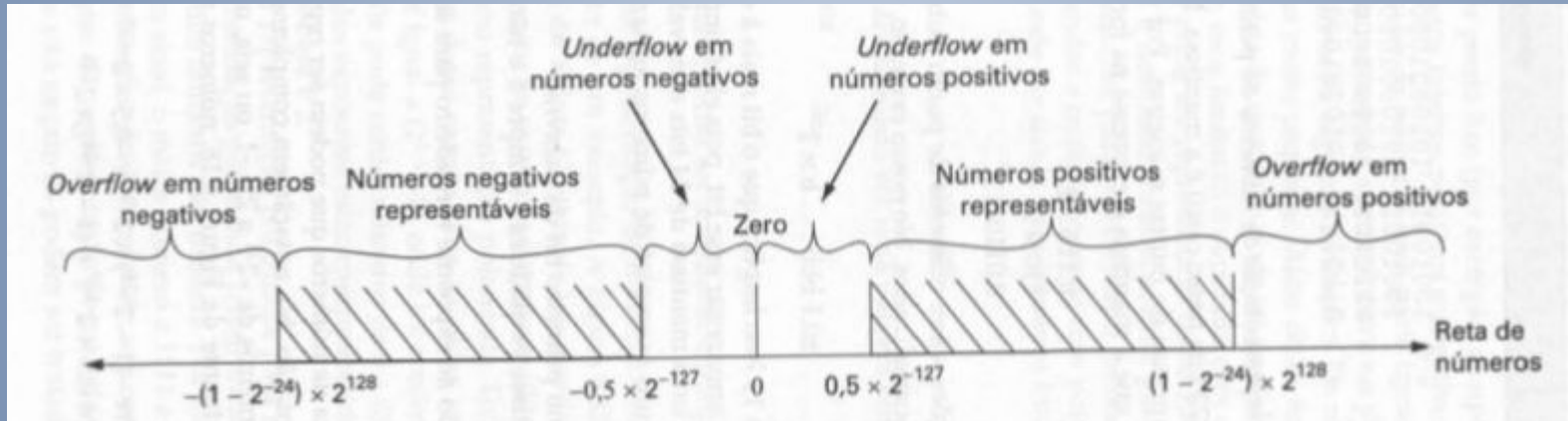


- Palavra de 31 bits:  $2^{31}$  inteiros distintos



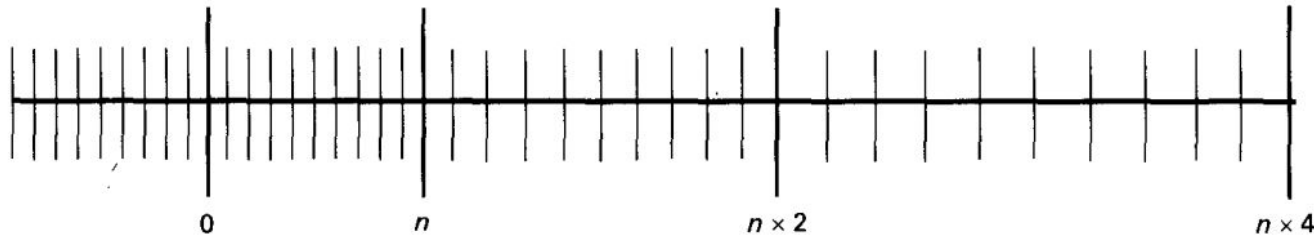


- Mantissa entre:  $(1-10^{-24})$  e 0,5 (Implicação número normalizado)





- Distribuição não igualitária.
- Com o aumento da faixa de expoentes e diminuição da mantissa a precisão diminui.
- Palavras de 64 bits.



# 9

## ARITMÉTICA DE PONTO FLUTUANTE



## Operações

Números de ponto flutuante	Operações aritméticas
$X = X_S \times B^{X_E}$ $Y = Y_S \times B^{Y_E}$	$\left. \begin{aligned} X + Y &= (X_S \times B^{X_E - Y_E} + Y_S) \times B^{Y_E} \\ X - Y &= (X_S \times B^{X_E - Y_E} - Y_S) \times B^{Y_E} \end{aligned} \right\} X_E \leq Y_E$ $X \times Y = (X_S \times Y_S) \times B^{X_E + Y_E}$ $\frac{X}{Y} = \left( \frac{X_S}{Y_S} \right) \times B^{X_E - Y_E}$

Exemplos:

$$X = 0,3 \times 10^2 = 30$$

$$Y = 0,2 \times 10^3 = 200$$

$$X + Y = (0,3 \times 10^{2-3} + 0,2) \times 10^3 = 0,23 \times 10^3 = 230$$

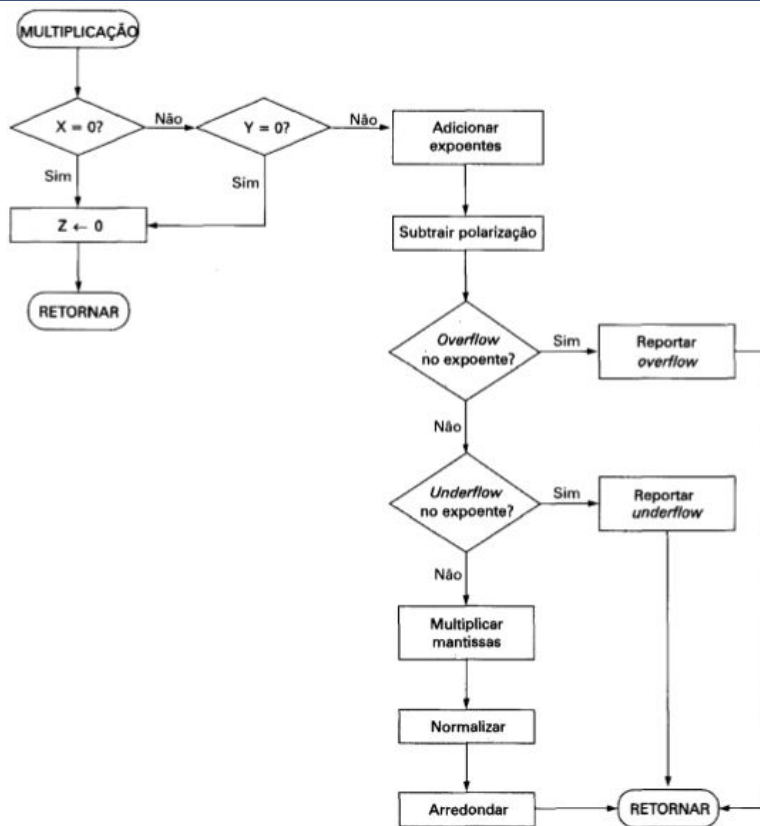
$$X - Y = (0,3 \times 10^{2-3} - 0,2) \times 10^3 = (-0,17) \times 10^3 = -170$$

$$X \times Y = (0,3 \times 0,2) \times 10^{2+3} = 0,06 \times 10^5 = 6000$$

$$X \div Y = (0,3 \div 0,2) \times 10^{2-3} = 1,5 \times 10^{-1} = 0,15$$

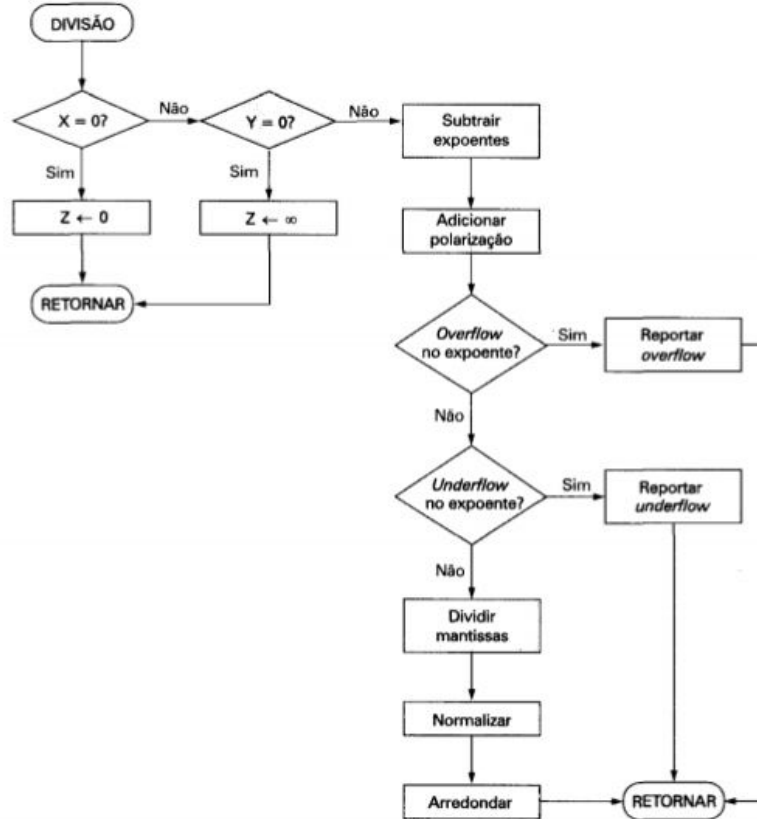


# Multiplicação





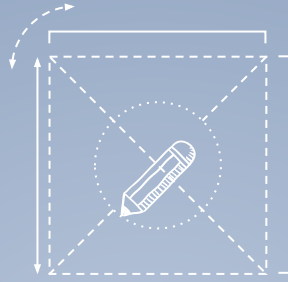
# Divisão





# EXERCÍCIOS

1.





# DÚVIDAS?

[sara.negreiros@ufersa.edu.br](mailto:sara.negreiros@ufersa.edu.br)