

Arquitetura de Computadores

Unidade 1 – Sistemas de Numeração Posicionais

2a Parte – Aritmética não decimal para Números Inteiros

Prof. Dr. Eng. Fred Sauer

<http://www.fredsauer.com.br>

fsauer@gmail.com

Objetivos da Unidade

- Capacitar a realizar cálculos aritméticos com números não decimais
 - Será limitado a números inteiros e positivos
 - O livro-texto, no Apêndice A e cap. 7, demonstra operações com números fracionários e negativos
- Motivações
 - Em caso de cálculo com resultado acima do esperado, o computador pode entrar em estado de *overflow* e comprometer todo o sistema

Aritmética Binária

- Somas com binários
 - Operações básicas: $0 + 0 = 0$, $0 + 1 = 1$, $1 + 0 = 1$ e $1 + 1 = 0$, com “vai 1”, ou 10_2

- Exemplos:

$$- 45_{10} + 47_{10}$$

$$- 45_{10} = 101101_2 \quad \text{e} \quad 47_{10} = 101111_2$$

$$\begin{array}{r} 1 \\ 45 \\ +47 \\ \hline 92 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 1 \quad 1111 \\ 101101 \\ +101111 \\ \hline 1011100 \end{array} \quad \begin{array}{c} 0 \\ 0 \end{array}$$

Resp.: 1011100_2

Agora Pratique

- $357_{10} + 315_{10}$
 $- 357 + 315 = 672$
 $- 357 = 101100101$
 $- 315 = 100111011$

$$\begin{array}{r}
 1\ 111111 \\
 101100101 \\
 +100111011 \\
 \hline
 1010100000
 \end{array}$$

0

- $99_{10} + 91_{10}$
 $- 99 + 91 = 190$
 $- 99 = 1100011$
 $- 91 = 1011011$

$$\begin{array}{r}
 1\quad 11 \\
 1100011 \\
 +1011011 \\
 \hline
 10111110
 \end{array}$$

0

Subtração Binária

- Mesmo procedimento ao “pedir emprestado”, só que agora a base é 2, e não 10...
- Exemplos:
 - $101101 - 100111 = ?$
 - $100110001 - 10101101 = ?$

$$\begin{array}{r}
 \text{22} \\
 101101 \\
 - 100111 \\
 \hline
 000110
 \end{array}$$

$$\begin{array}{r}
 \text{1} \\
 \text{2} \quad \text{22} \\
 100110001 \\
 - 010101101 \\
 \hline
 01000100
 \end{array}$$

Agora Pratique

- 37 – 26 em binário

– 37 = 100101

– 26 = 11010

$$\begin{array}{r}
 \begin{array}{cc} 1 & \\ \cancel{2} & \cancel{2} \end{array} \\
 \begin{array}{r}
 100101 \\
 - 011010 \\
 \hline
 001011
 \end{array}
 \end{array}$$

- 201 – 187 em binário

– 201 = 11001001

– 187 = 10111011

$$\begin{array}{r}
 \begin{array}{cc} 11 & 1 \\ \cancel{2} & \cancel{2} & \cancel{2} & \cancel{2} \end{array} \\
 \begin{array}{r}
 11001001 \\
 - 10111011 \\
 \hline
 00001110
 \end{array}
 \end{array}$$

Multiplicação binária

- Semelhante ao decimal, porém ainda mais simples:
- Exemplos:
 - $6 \times 5 \rightarrow 110 \times 101$
 - $21 \times 13 \rightarrow 10101 \times 1101$

$$\begin{array}{r}
 110 \\
 \times 101 \\
 \hline
 110 \\
 000 \\
 + 110 \\
 \hline
 11110
 \end{array}$$

$$\begin{array}{r}
 10101 \\
 \times 1101 \\
 \hline
 10101 \\
 00000 \\
 10101 \\
 + 10101 \\
 \hline
 10001001
 \end{array}$$

Agora Pratique

- $29 \times 10 = ?$
 $- 29 = 11101$
 $- 10 = 1010$

$$\begin{array}{r}
 11101 \\
 \times 1010 \\
 \hline
 10000 \\
 11101 \\
 00000 \\
 + 11101 \\
 \hline
 100100010
 \end{array}$$

- $206 \times 13 = ?$
 $- 206 = 11001110$
 $- 13 = 1101$

$$\begin{array}{r}
 11001110 \\
 \times 1101 \\
 \hline
 1111 \\
 11001110 \\
 00000000 \\
 11001110 \\
 + 11001110 \\
 \hline
 101001110110
 \end{array}$$

Divisão Binária

- Procedimento igual ao decimal:

- Exemplos:

- $35 / 5 = 7$

- $35 = 100011$

- $5 = 101$

- $37/5 = 7$, resto 2

- $37 = 100101$

- $5 = 101$

- $2 = 10$

$$\begin{array}{r|l} 100011 & 101 \\ - 101 & \\ \hline 111 & \\ - 101 & \\ \hline 101 & \\ - 101 & \\ \hline 0 & \end{array}$$

$$\begin{array}{r|l} 100101 & 101 \\ - 101 & \\ \hline 1000 & \\ - 101 & \\ \hline 111 & \\ - 101 & \\ \hline 10 & \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 11 \\ 222 \\ 1000 \\ - 101 \\ \hline 11 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 2 \\ 1001 \\ - 101 \\ \hline 100 \end{array} \quad \begin{array}{r} 11 \\ 222 \\ 1000 \\ - 101 \\ \hline 011 \end{array}$$

Agora Pratique

- 101010/110

$$\begin{array}{r}
 101010 \overline{) 110} \\
 \underline{- 110} \\
 1001 \\
 \underline{- 110} \\
 110 \\
 \underline{- 110} \\
 0
 \end{array}$$

- 69/4

– 69 = 1000101

– 4 = 100

– 69/4 = 17 resto 1
(10001, resto 1)

$$\begin{array}{r}
 1000101 \overline{) 100} \\
 \underline{- 100} \\
 00101 \\
 \underline{- 100} \\
 1
 \end{array}$$

Aritmética Octal

- Mesmos conceitos anteriores, usando a base 8

- Soma:
– $3657_8 + 1741_8$

$$\begin{array}{r} 111 \\ 3657 \\ + 1741 \\ \hline 5620 \end{array}$$

- Subtração
– $7312_8 - 3465_8$

$$\begin{array}{r} 888 \\ 7312 \\ - 3465 \\ \hline 3625 \end{array}$$

Agora Pratique

- $443_8 + 653_8$

$$\begin{array}{r} 11 \\ 443 \\ + 653 \\ \hline 1316 \end{array}$$

- $2351_8 - 1763_8$

$$\begin{array}{r} 888 \\ 2351 \\ - 1763 \\ \hline 366 \end{array}$$

Aritmética Hexadecimal

- Idem octal
- $3A943B_{16} + 23B7D5_{16}$
- $4C7BE8_{16} - 1E927A_{16}$

$$\begin{array}{r} \\ 3A943B \\ + 23B7D5 \\ \hline 5E4C10 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} \\ 4C7BE8 \\ - 1E927A \\ \hline 2DE96E \end{array}$$

A	10
B	11
C	12
D	13
E	14
F	15

Agora Pratique

- $2A5BEF_{16} + 9C829_{16}$
- $64B2E_{16} - 27EBA_{16}$

$$\begin{array}{r} 11111 \\ 2A5BEF \\ + 9C829 \\ \hline 342418 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 161616 \\ 64B2E \\ - 27EBA \\ \hline 3CC74 \end{array}$$

A	10
B	11
C	12
D	13
E	14
F	15

E agora ?

- Faça os exercícios do livro-texto, páginas 73 a 78