

Arquitetura de Computadores

PVP 7 – Capítulo 5

Circuitos Aritméticos: Reais

José Coelho,
Gracinda Carvalho 2023



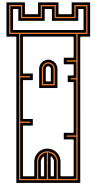
Circuitos Aritméticos: Reais de José Coelho e Gracinda Carvalho é disponibilizado sob a Licença *Creative Commons-Atribuição - NãoComercial-Compartilhaqual 4.0 Internacional*

Índice

1. Vírgula Fixa

2. Vírgula Flutuante

Vírgula Fixa



- Definir parte inteira e decimal
- Significado do número varia conforme a posição da vírgula
- Soma não se altera
- Multiplicação, resultado: $i^*=2, j^*=2$
- Divisão, numerador: $i^*=2, j^*=2$ (numerador \ll j)

	i=5, parte inteira					j=3, parte decimal			Número			
	7	6	5	4	3	2	1	0	i=5, j=3	i=4, j=4	i=8, j=0	i=0, j=8
	0	0	1	0	1	1	0	0	5,5	2,75	44	0,171875
	0	1	0	0	0	0	1	0	8,25	4,125	66	0,257813
+	0	1	1	0	1	1	1	0	13,75	6,875	110	0,429688

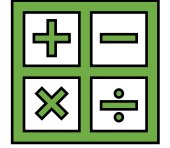
Vírgula Flutuante



- Notação científica, com base 2 (exemplo 8 bits)
 - S – Sinal – 1 bit
 - E - Expoente (posição da vírgula) – 3 bits
 - M - Mantissa (casas decimais) – 4 bits
 - $X = (-1)^S 1, M \times 2^{E-3}$ - 1 implícito na mantissa

Sinal	Expoente 3bits			Mantissa 4bits				
7	6	5	4	3	2	1	0	
0	0	1	0	1	1	0	0	0,875
1	1	0	0	0	0	1	0	-2,25
1	1	1	0	1	0	1	1	-13,5
1	0	1	1	1	1	1	0	-1,875
0	1	1	0	1	1	0	0	14
0	1	1	0	0	1	0	1	10,5

Virgula Flutuante, operações



$$V_1 = (-1)^{S_1} 1, M_1 \times 2^{E_1}, V_2 = (-1)^{S_2} 1, M_2 \times 2^{E_2}$$

- Multiplicação

$$V_1 \times V_2 = (-1)^{S_1+S_2} (1, M_1 \times 1, M_2) \times 2^{E_1+E_2}$$

- Divisão

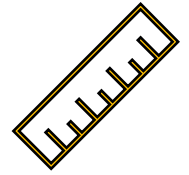
$$V_1/V_2 = (-1)^{S_1-S_2} (1, M_1/1, M_2) \times 2^{E_1-E_2}$$

- Soma

$$V_1 + V_2 = (-1)^{S_1} (1, M_1 + (1, M_2 \gg E_1 - E_2)) \times 2^{E_1}, E_1 > E_2, S_1 = S_2$$

$$V_1 + V_2 = (-1)^{S_1} (1, M_1 - (1, M_2 \gg E_1 - E_2)) \times 2^{E_1}, E_1 > E_2, S_1 \neq S_2$$

Norma IEEE 754



- Precisão reduzida, 16 bits:
 - Sinal – 1 bit, Expoente – 5 bits, Mantissa – 10 bits
 - Fórmula: $X = (-1)^S 1, M \times 2^{E-15}$
- Precisão simples (float), 32 bits:
 - Sinal – 1 bit, Expoente – 8 bits, Mantissa – 23 bits
 - Fórmula: $X = (-1)^S 1, M \times 2^{E-127}$
- Precisão dupla (double), 64 bits:
 - Sinal – 1 bit, Expoente – 11 bits, Mantissa – 52 bits
 - Fórmula: $X = (-1)^S 1, M \times 2^{E-1023}$

Recursos utilizados

- Microsoft Power Point
- Clipchamp, voz de síntese Fernanda
- Vimeo
- G. Arroz, J. Monteiro, A. Oliveira (2020). Arquitectura de Computadores: dos Sistemas Digitais aos Microprocessadores (5ª edição). IST Press