

# **ARHITECTURA SISTEMELOR DE CALCUL – SEMINAR 4**

**NOTIȚE SUPORT SEMINAR**

Cristian Rusu

# ÎNMULȚIREA NUMERELOR, EX. 1

1 0 1 0
---------

*a*

1 1 0 1
---------

*b*

---

*s*

# ÎNMULȚIREA NUMERELOR, EX. 1

$$\begin{array}{r} 1010 \quad a \\ 1101 \quad b \\ \hline 1010 \quad s \\ 0000 \\ 1010 \\ 1010 \\ \hline 10000010 \end{array}$$

# ÎNMULȚIREA NUMERELOR, EX. 1

$$\begin{array}{r} \boxed{1\ 0\ 1\ 0} \quad a = 10 \\ \boxed{1\ 1\ 0\ 1} \quad b = 13 \\ \hline \boxed{1\ 0\ 1\ 0} \quad s = 130 \\ \boxed{0\ 0\ 0\ 0} \\ \boxed{1\ 0\ 1\ 0} \\ \boxed{1\ 0\ 1\ 0} \\ \hline \boxed{1\ 0\ 0\ 0\ 0\ 0\ 1\ 0} \end{array}$$

# ÎNMULȚIREA NUMERELOR, EX. 2

$$\begin{array}{r} 1010 \quad a \\ 1101 \quad b \\ \hline 0000 \quad s \end{array}$$

# ÎNMULȚIREA NUMERELOR, EX. 2

$$\begin{array}{r} 11111010 \quad a \\ 11111101 \quad b \\ \hline 11111010 \quad s \\ 00000000 \\ 11111010 \\ 11111010 \quad \vdots \\ \hline 00010010 \end{array}$$

# ÎNMULȚIREA NUMERELOR, EX. 2

1 1 1 1 1 0 1 0

$a = -6$

1 1 1 1 1 1 0 1

$b = -3$

---

1 1 1 1 1 0 1 0

$s = 18$

0 0 0 0 0 0 0 0

1 1 1 1 1 0 1 0

1 1 1 1 1 0 1 0

⋮

---

0 0 0 1 0 0 1 0

# ÎNMULȚIREA RAPIDĂ, EX. 3

- **$a \times 2$** 
  - soluția:
- **$a \times 16$** 
  - soluția:
- **$a \times 3$** 
  - soluția:
- **$a \times 7$** 
  - soluția:
- **$a / 8$** 
  - soluția:
- **$a \bmod 16$** 
  - soluția:
- **$a \times 72$** 
  - soluția:



# ÎNMULȚIREA RAPIDĂ, EX. 3

- **$a \times 2$** 
  - soluția:  $a \ll 1$ , sau  $a + a$
- **$a \times 16$** 
  - soluția:
- **$a \times 3$** 
  - soluția:
- **$a \times 7$** 
  - soluția:
- **$a / 8$** 
  - soluția:
- **$a \bmod 16$** 
  - soluția:
- **$a \times 72$** 
  - soluția:

# ÎNMULȚIREA RAPIDĂ, EX. 3

- **$a \times 2$** 
  - soluția:  $a \ll 1$ , sau  $a + a$
- **$a \times 16$** 
  - soluția:  $a \ll 4$
- **$a \times 3$** 
  - soluția:
- **$a \times 7$** 
  - soluția:
- **$a / 8$** 
  - soluția:
- **$a \bmod 16$** 
  - soluția:
- **$a \times 72$** 
  - soluția:

# ÎNMULȚIREA RAPIDĂ, EX. 3

- **$a \times 2$** 
  - soluția:  $a \ll 1$ , sau  $a + a$
- **$a \times 16$** 
  - soluția:  $a \ll 4$
- **$a \times 3$** 
  - soluția:  $a \ll 1 + a$
- **$a \times 7$** 
  - soluția:
- **$a / 8$** 
  - soluția:
- **$a \bmod 16$** 
  - soluția:
- **$a \times 72$** 
  - soluția:

# ÎNMULȚIREA RAPIDĂ, EX. 3

- **$a \times 2$** 
  - soluția:  $a \ll 1$ , sau  $a + a$
- **$a \times 16$** 
  - soluția:  $a \ll 4$
- **$a \times 3$** 
  - soluția:  $a \ll 1 + a$
- **$a \times 7$** 
  - soluția:  $a \ll 3 - a$
- **$a / 8$** 
  - soluția:
- **$a \bmod 16$** 
  - soluția:
- **$a \times 72$** 
  - soluția:

# ÎNMULȚIREA RAPIDĂ, EX. 3

- **$a \times 2$** 
  - soluția:  $a \ll 1$ , sau  $a + a$
- **$a \times 16$** 
  - soluția:  $a \ll 4$
- **$a \times 3$** 
  - soluția:  $a \ll 1 + a$
- **$a \times 7$** 
  - soluția:  $a \ll 3 - a$
- **$a / 8$** 
  - soluția:  $a \gg 3$
- **$a \bmod 16$** 
  - soluția:
- **$a \times 72$** 
  - soluția:

# ÎNMULȚIREA RAPIDĂ, EX. 3

- **$a \times 2$** 
  - soluția:  $a \ll 1$ , sau  $a + a$
- **$a \times 16$** 
  - soluția:  $a \ll 4$
- **$a \times 3$** 
  - soluția:  $a \ll 1 + a$
- **$a \times 7$** 
  - soluția:  $a \ll 3 - a$
- **$a / 8$** 
  - soluția:  $a \gg 3$
- **$a \bmod 16$** 
  - soluția:  $a \& 0x000F$
- **$a \times 72$** 
  - soluția:

# ÎNMULȚIREA RAPIDĂ, EX. 3

- **$a \times 2$** 
  - soluția:  $a \ll 1$ , sau  $a + a$
- **$a \times 16$** 
  - soluția:  $a \ll 4$
- **$a \times 3$** 
  - soluția:  $a \ll 1 + a$
- **$a \times 7$** 
  - soluția:  $a \ll 3 - a$
- **$a / 8$** 
  - soluția:  $a \gg 3$
- **$a \bmod 16$** 
  - soluția:  $a \& 0x000F$
- **$a \times 72$** 
  - soluția:  $a \ll 6 + a \ll 3$

# ÎNMULȚIREA RAPIDĂ, EX. 3

- **a mod 16**
  - soluția:  $a \& 0x000F$
- **a div 16**
  - soluția:



# ÎNMULȚIREA RAPIDĂ, EX. 3

- **a mod 16**
  - soluția:  $a \& 0x000F$
- **a div 16**
  - soluția:  $(a \& FFF0) \gg 4$ , sau doar  $a \gg 4$
  - de asemenea:  $a = a \& FFF0 + a \& 000F = \text{div cu } 16 + \text{mod cu } 16$

# ÎNMULȚIREA RAPIDĂ, EX. 4

- $a \times 2$ 
  - soluția:

# ÎNMULȚIREA RAPIDĂ, EX. 4

- $a \times 2$ 
  - soluția:  $a = (a < 0) ? -((-a) << 1)) : a << 1$

# ÎMPĂRȚIREA, EX. 5

- $101010 / 10$

1 0 1 0 1 0

1 0

---

# ÎMPĂRȚIREA, EX. 5

- $101010 / 10$

1	0	1	0	1	0
---	---	---	---	---	---

1	0
---	---

---

0					
---	--	--	--	--	--

# ÎMPĂRȚIREA, EX. 5

- $101010 / 10$

1	0	1	0	1	0
---	---	---	---	---	---

1	0
---	---

---

0	1
---	---

# ÎMPĂRȚIREA, EX. 5

- $101010 / 10$

	1	0	1	0
--	---	---	---	---

1	0
---	---

---

0	1	0	
---	---	---	--

# ÎMPĂRȚIREA, EX. 5

- $101010 / 10$

	1	0	1	0
--	---	---	---	---

1	0
---	---

---

0	1	0	1
---	---	---	---



# ÎMPĂRȚIREA, EX. 5

- $101010 / 10$

1 0

1 0

---

0 1 0 1 0

# ÎMPĂRȚIREA, EX. 5

- $101010 / 10$

1 0

1 0

---

0 1 0 1 0 1

# ÎMPĂRȚIREA, EX. 5

- $101010 / 10$

1 0 1 0 1 0
-------------

*a*

1 0
-----

*b*

---

0 1 0 1 0 1
-------------

*s*

# ÎMPĂRȚIREA, EX. 5

- $101010 / 10$

1 0 1 0 1 0

$a = 42$

1 0

$b = 2$

---

0 1 0 1 0 1

$s = 21$

# ÎMPĂRȚIREA, EX. 5

- 111010101 / 11

1	1	1	0	1	0	1	0	1
---	---	---	---	---	---	---	---	---

1	1
---	---

---

--

# ÎMPĂRȚIREA, EX. 5

- 111010101 / 11

1	1	1	0	1	0	1	0	1
---	---	---	---	---	---	---	---	---

1	1
---	---

---

0
---

# ÎMPĂRȚIREA, EX. 5

- 111010101 / 11

1	1	1	0	1	0	1	0	1
---	---	---	---	---	---	---	---	---

1	1
---	---

---

0	1
---	---

# ÎMPĂRȚIREA, EX. 5

- 111010101 / 11

	1	0	1	0	1	0	1
--	---	---	---	---	---	---	---

1	1
---	---

---

0	1	0			
---	---	---	--	--	--



# ÎMPĂRȚIREA, EX. 5

- 111010101 / 11

	1	0	1	0	1	0	1
--	---	---	---	---	---	---	---

1	1
---	---

---

0	1	0	0
---	---	---	---

# ÎMPĂRȚIREA, EX. 5

- 111010101 / 11

	1	0	1	0	1	0	1
--	---	---	---	---	---	---	---

1	1
---	---

---

0	1	0	0	1
---	---	---	---	---

# ÎMPĂRȚIREA, EX. 5

- 111010101 / 11

			1	0	0	1	0	1
--	--	--	---	---	---	---	---	---

1	1
---	---

---

0	1	0	0	1	1
---	---	---	---	---	---

## ÎMPĂRȚIREA, EX. 5

- **111010101 / 11**

1 1 0 1

11

0 1 0 0 1 1 1
---------------

## ÎMPĂRȚIREA, EX. 5

- **111010101 / 11**

01

11

0 1 0 0 1 1 1 0
-----------------

# ÎMPĂRȚIREA, EX. 5

- 111010101 / 11

0 1
-----

acesta este restul, 1  
în zecimal

1 1
-----

---

0 1 0 0 1 1 1 0 0
-------------------

# ÎMPĂRȚIREA, EX. 5

- $111010101 / 11$

1 1 1 0 1 0 1 0 1

$a = 469$

1 1

$b = 3$

---

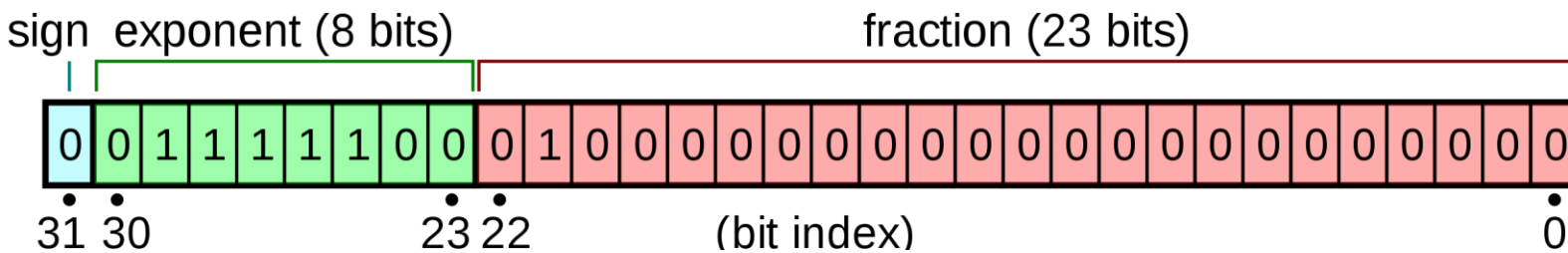
0 1 0 0 1 1 1 0 0

$s = 156$

0 1

acesta este restul, 1  
în zecimal

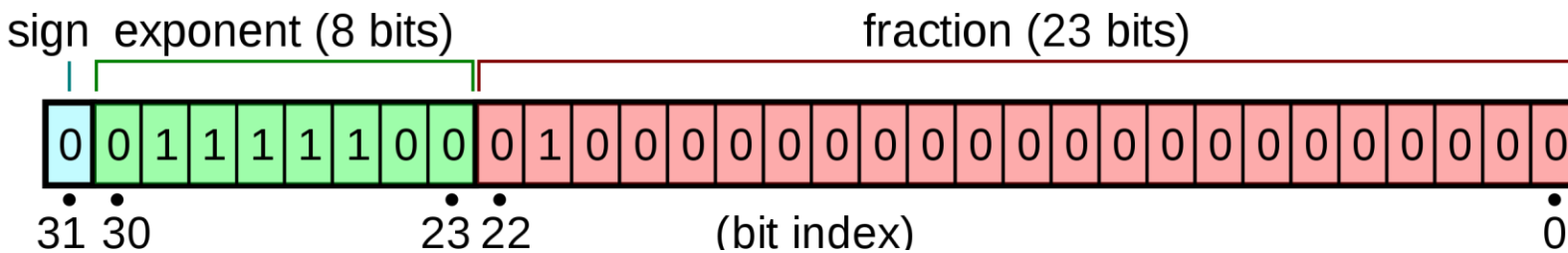
# CONVERSIA ÎN IEEE FP, EX. 7



- -1313.3125
  - partea întreagă este: ?
  - partea fracționară: ?

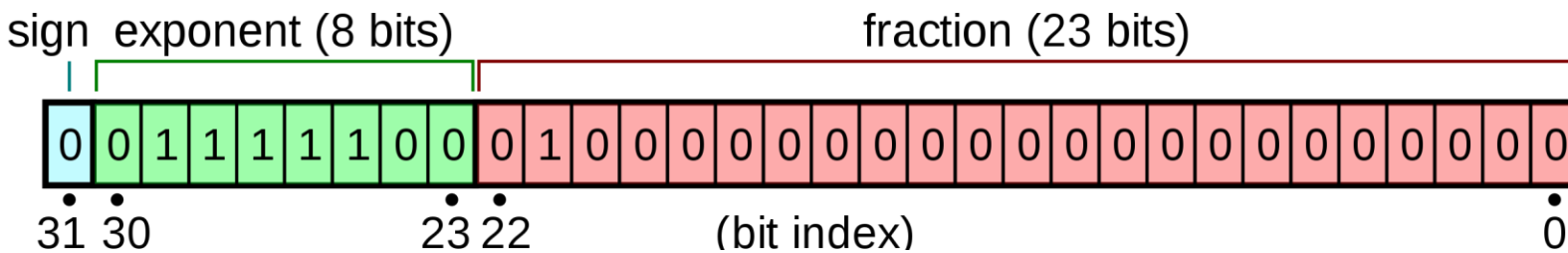


# CONVERSIA ÎN IEEE FP, EX. 7



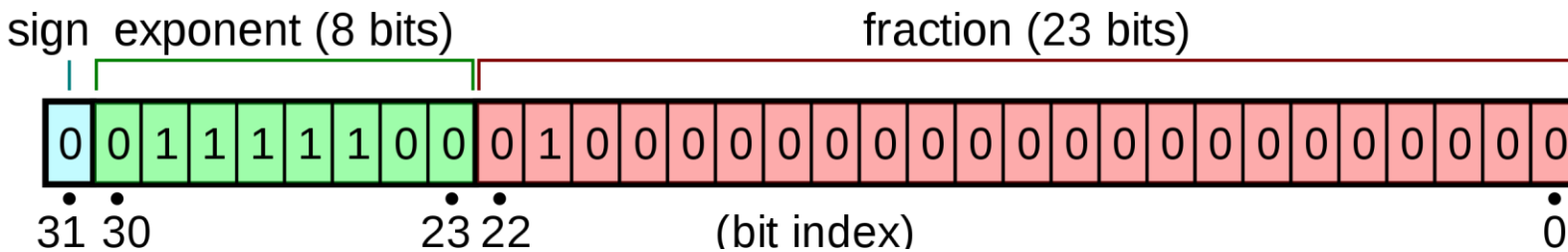
- -1313.3125
  - partea întreagă este: 1313
  - partea fracționară: 0.3125
    - $0.3125 \times 2 = 0.625 \Rightarrow 0$
    - $0.625 \times 2 = 1.25 \Rightarrow 1$
    - $0.25 \times 2 = 0.5 \Rightarrow 0$
    - $0.5 \times 2 = 1.0 \Rightarrow 1$
  - deci,  $1313.3125_{10} = ?_2$

## CONVERSIA ÎN IEEE FP, EX. 7



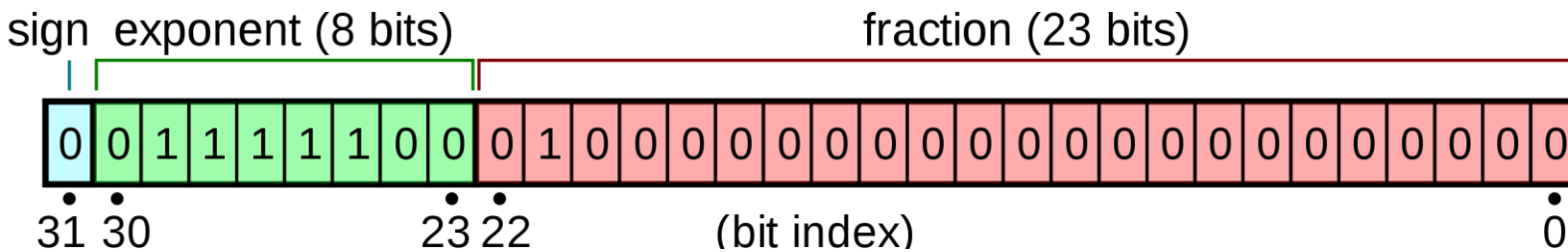
- -1313.3125
  - partea întreagă este: 1313
  - partea fracționară: 0.3125
    - $0.3125 \times 2 = 0.625 \Rightarrow 0$
    - $0.625 \times 2 = 1.25 \Rightarrow 1$
    - $0.25 \times 2 = 0.5 \Rightarrow 0$
    - $0.5 \times 2 = 1.0 \Rightarrow 1$
  - deci,  $1313.3125_{10} = 10100100001.0101_2$
  - normalizare: ?
  - mantisa este ?
  - exponentul este ?
  - semnul este ?

# CONVERSIA ÎN IEEE FP, EX. 7



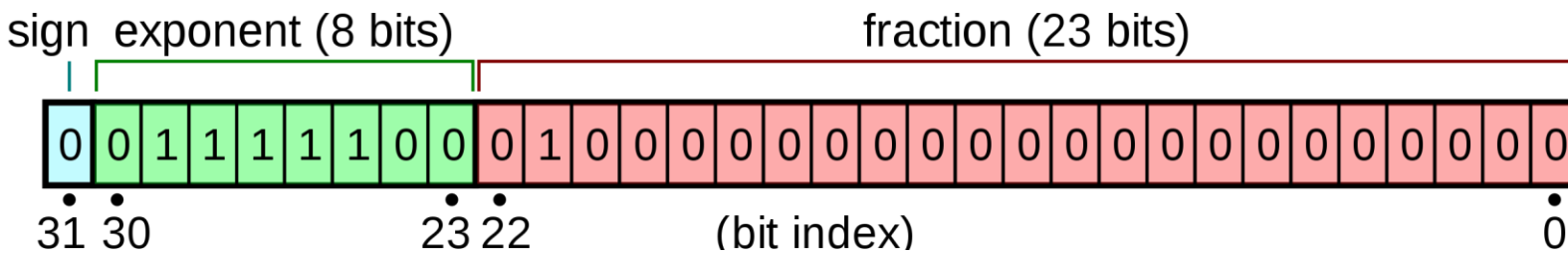
- -1313.3125
  - partea întreagă este: 1313
  - partea fracționară: 0.3125
    - $0.3125 \times 2 = 0.625 \Rightarrow 0$
    - $0.625 \times 2 = 1.25 \Rightarrow 1$
    - $0.25 \times 2 = 0.5 \Rightarrow 0$
    - $0.5 \times 2 = 1.0 \Rightarrow 1$
  - deci,  $1313.3125_{10} = 10100100001.0101_2$
  - normalizare:  $10100100001.0101_2 = 1.01001000010101_2 \times 2^{10}$
  - mantisa este ?
  - exponentul este ?
  - semnul este ?

# CONVERSIA ÎN IEEE FP, EX. 7



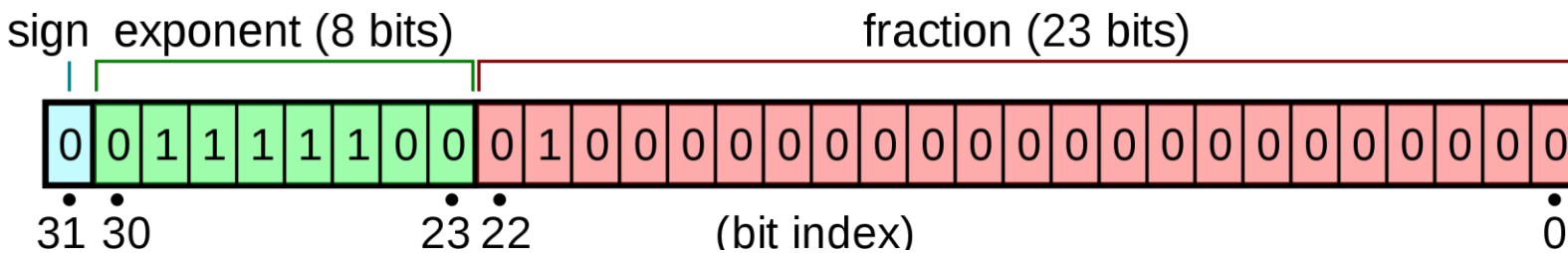
- -1313.3125
  - partea întreagă este: 1313
  - partea fracționară: 0.3125
    - $0.3125 \times 2 = 0.625 \Rightarrow 0$
    - $0.625 \times 2 = 1.25 \Rightarrow 1$
    - $0.25 \times 2 = 0.5 \Rightarrow 0$
    - $0.5 \times 2 = 1.0 \Rightarrow 1$
  - deci,  $1313.3125_{10} = 10100100001.0101_2$
  - normalizare:  $10100100001.0101_2 = 1.01001000010101_2 \times 2^{10}$
  - mantisa este 010010000101010000000000
  - exponentul este  $10 + 127 = 137 = 10001001_2$
  - semnul este 1

# CONVERSIA ÎN IEEE FP, EX. 8



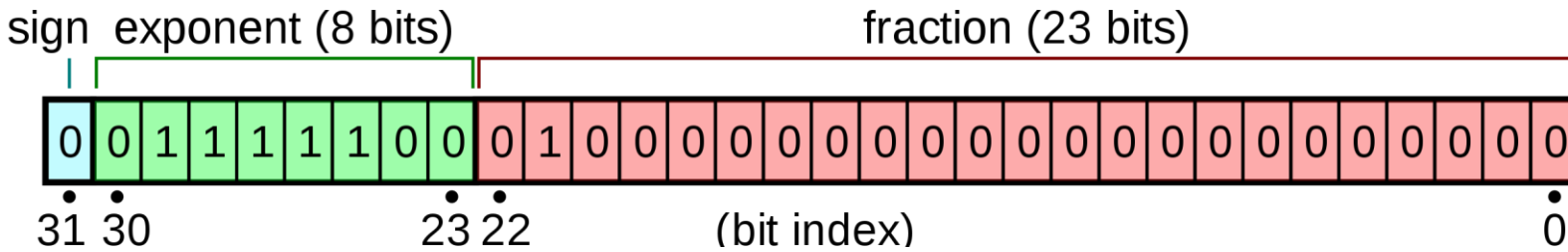
- calculăm  $\text{abs}(a)$

# CONVERSIA ÎN IEEE FP, EX. 8



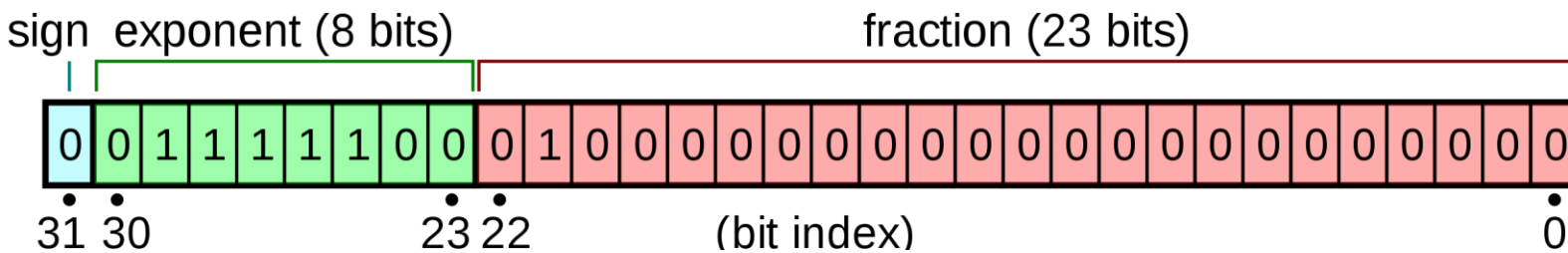
- calculăm  $\text{abs}(a)$ 
  - soluția:  $a = a \& \sim(1 \ll 31)$

# CONVERSIA ÎN IEEE FP, EX. 8



- schimbați semnul lui a

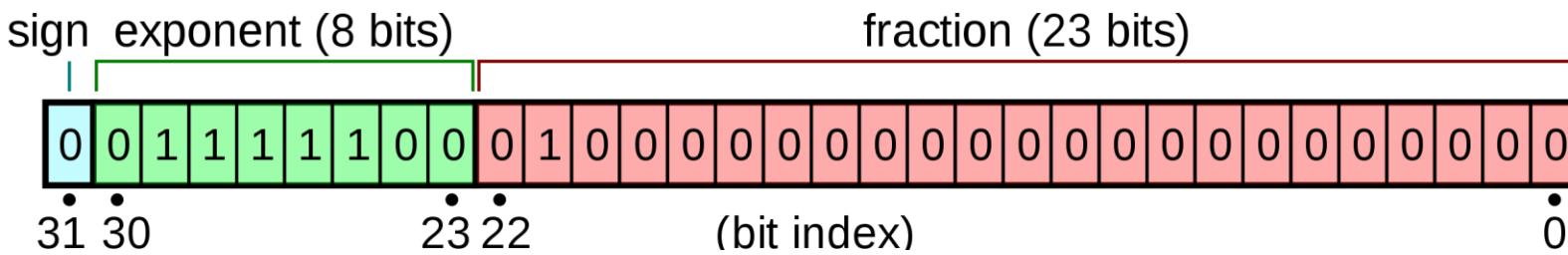
## CONVERSIA ÎN IEEE FP, EX. 8



- schimbați semnul lui a
  - soluția:  $a = a \wedge (1 \ll 31)$

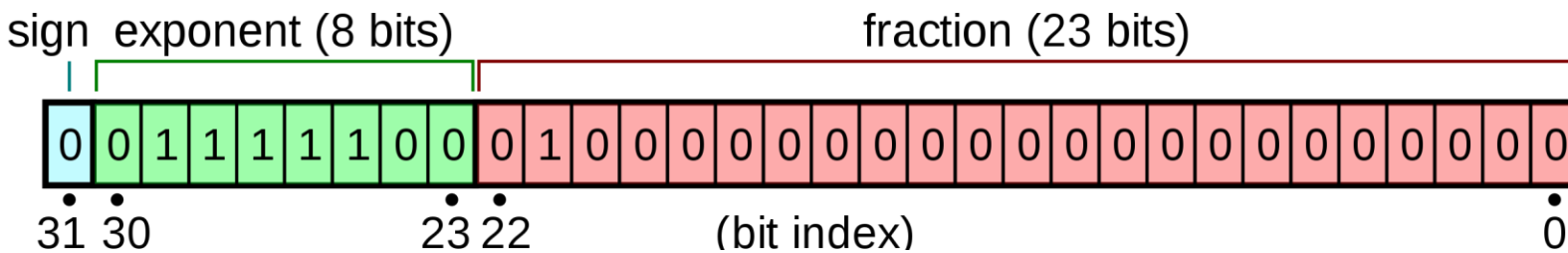


# CONVERSIA ÎN IEEE FP, EX. 8



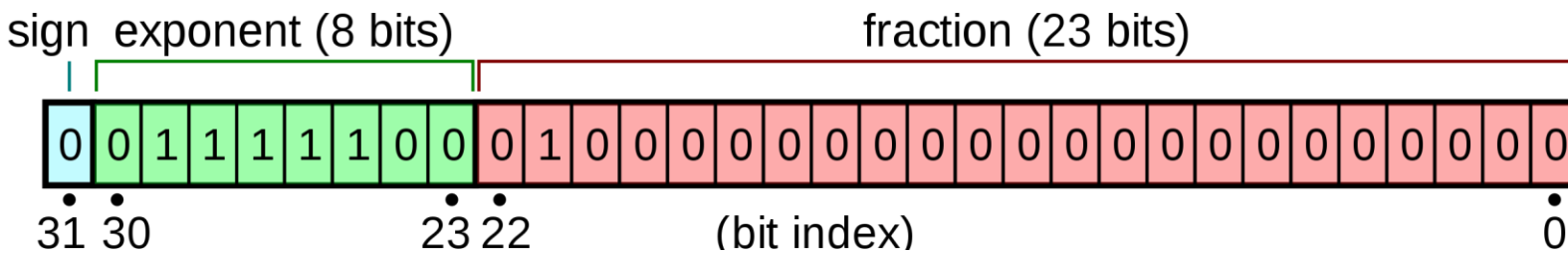
- împărțiți a la 4

## CONVERSIA ÎN IEEE FP, EX. 8



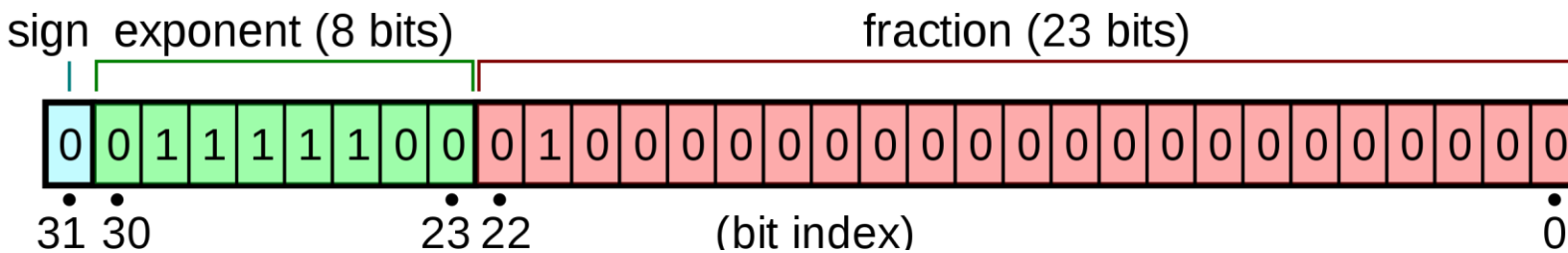
- Împărțiți  $a$  la 4
  - soluția:
    - vrem exponentul, unde se află?
      - $MASK =$
    - extragem exponent =
    - dacă exponent  $> 1$  atunci ...
    - trebuie să actualizăm  $a$ 
      - $a =$

## CONVERSIA ÎN IEEE FP, EX. 8



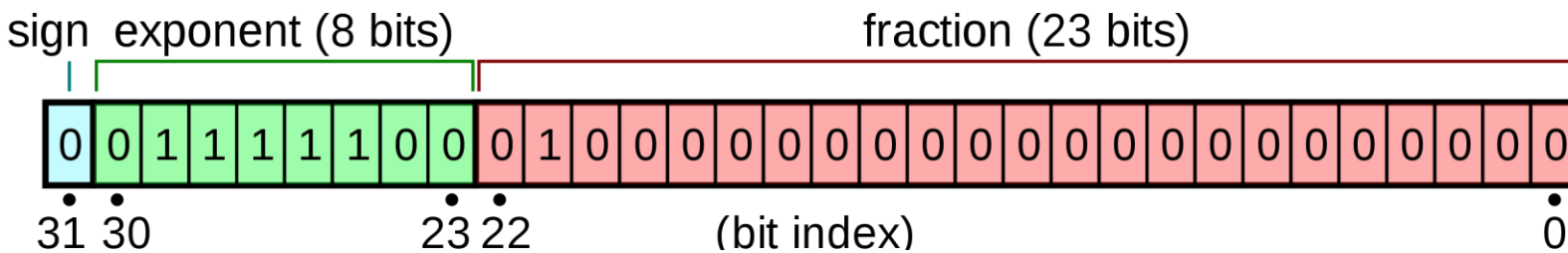
- Împărțiți a la 4
  - soluția:
    - vrem exponentul, unde se află?
      - $\text{MASK} = 0x7F800000$
    - extragem exponent =
    - dacă  $\text{exponent} > 1$  atunci ...
    - trebuie să actualizăm a
      - $a =$

## CONVERSIA ÎN IEEE FP, EX. 8



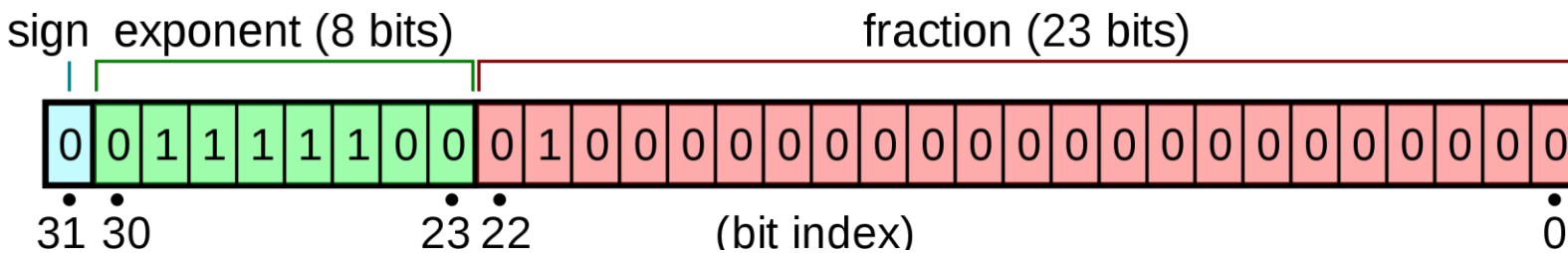
- împărțiți a la 4
  - soluția:
    - vrem exponentul, unde se află?
      - MASK = 0x7F800000
    - extragem exponent = ( a & MASK ) >> 23
    - dacă exponent > 1 atunci ...
    - trebuie să actualizăm a
      - a =

## CONVERSIA ÎN IEEE FP, EX. 8



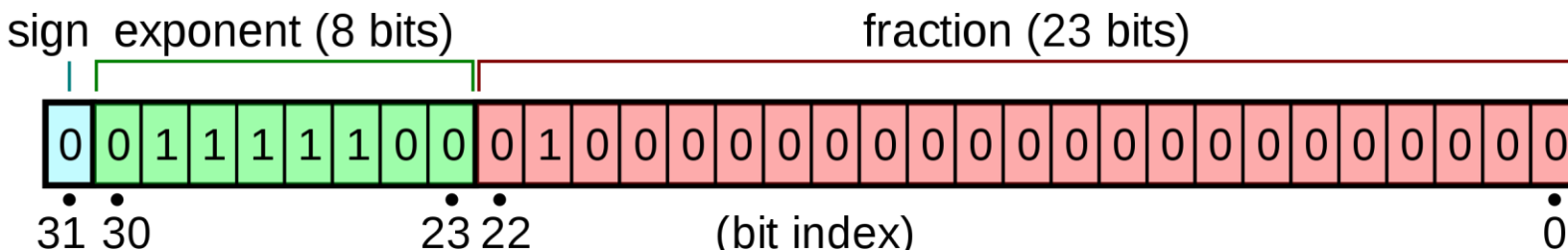
- împărțiți a la 4
  - soluția:
    - vrem exponentul, unde se află?
      - MASK = 0x7F800000
    - extragem exponent = ( a & MASK ) >> 23
    - dacă exponent > 1 atunci exponent = exponent – 2, altfel a = 0
    - trebuie să actualizăm a
      - a =

## CONVERSIA ÎN IEEE FP, EX. 8



- împărțiți a la 4
  - soluția:
    - vrem exponentul, unde se află?
      - $\text{MASK} = 0x7F800000$
    - $\text{extragem exponent} = (a \& \text{MASK}) \gg 23$
    - dacă  $\text{exponent} > 1$  atunci  $\text{exponent} = \text{exponent} - 2$ , altfel  $a = 0$
    - trebuie să actualizăm a
      - $a = (a \& \sim \text{MASK}) | (\text{exponent} \ll 23)$

# CONVERSIA ÎN IEEE FP, EX. 8



- împărțiți a la 4

- soluția:

- vrem exponentul, unde se află?

- MASK = 0x7F800000

MASK

- extragem  $\text{exponent\_var} = (a \& \text{MASK}) \gg 23 = 124$

$a \& \text{MASK}$

$(a \& \text{MASK}) \gg 23$

- dacă  $\text{exponent\_var} > 1$  atunci  $\text{exponent\_var} = \text{exponent\_var} - 2$ , altfel  $a = 0$

$\text{exponent\_var} - 2 = 122$

- trebuie să actualizăm a

- $a = (a \& \sim \text{MASK}) | (\text{exponent\_var} \ll 23)$

$a \& \sim \text{MASK}$

$\text{exponent\_var} \ll 23$

$(a \& \sim \text{MASK}) | (\text{exponent\_var} \ll 23)$

# FP ÎN HEX, EX. 9

d) **0xDEADBEEF = 0b11011110101011011011111011101111**

- $S = 1$
- $E = 10111101$
- $M = 01011011011111011101111$
- $(-1)^S 1.M * 2^{E-127} = (-1) 1.01011011011111011101111 2^{189-127}$   
 $= - 1.01011011011111011101111 2^{62}$   
 $= -6259853398707798000$

e) **0x44361000 = 0b01000100001101100001000000000000**

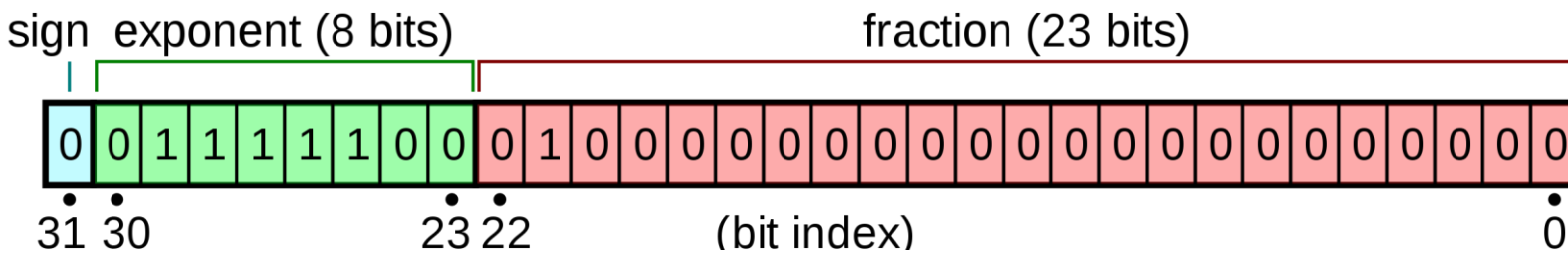
- $S = 0$
- $E = 10001000$
- $M = 011011000010000000000000$
- $(-1)^S 1.M * 2^{E-127} = (1) 1. 011011000010000000000000 2^{136-127}$   
 $= 1. 011011000010000000000000 2^9$   
 $= 728.25$

j) **0xC00010FF = 0b1100000000000000000010000111111111**

- $S = 1$
- $E = 10000000$
- $M = 000000000010000111111111$
- $(-1)^S 1.M * 2^{E-127} = (-1) 1.000000000010000111111111 2^{128-127}$   
 $= -1.000000000010000111111111 2^1$   
 $= -2.001037359237671$

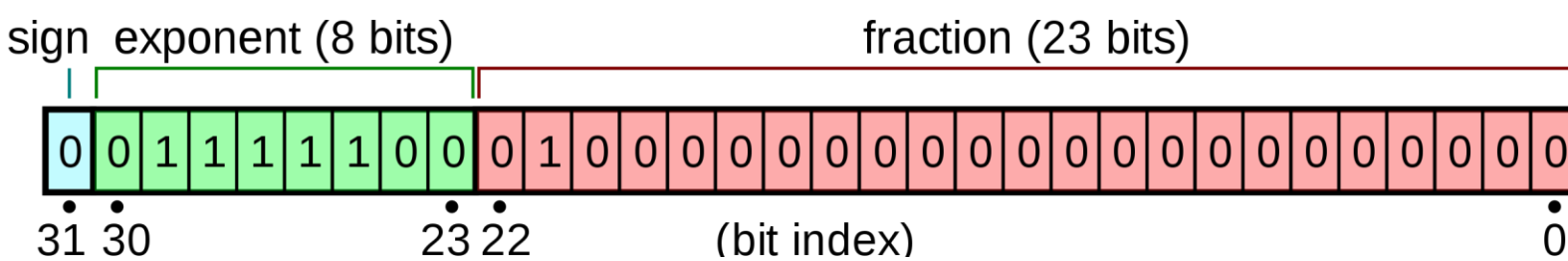


# ZERO ÎN IEEE FP, EX. 10



- setați  $s = 0$ ,  $e = 0$ ,  $f = 0$

## ZERO ÎN IEEE FP, EX. 10



- setați  $s = 0, e = 0, f = 0$
- $a = (-1)^0 \times 1.00...00 \times 2^{-127} = 2^{-127} \neq 0$

# ADUNARE IEEE 752 FP, EX. 11

- $0.2 + 0.3$

# ADUNARE IEEE 752 FP, EX. 11

- **0.2 + 0.3**
- **primul pas, trecem fiecare număr în format**
  - $0.2 = + 1.10011001100110011001100 \times 2^{-3} = 0.19999998807907104$
  - $0.3 = + 1.00110011001100110011001 \times 2^{-2} = 0.29999998211860657$

# ADUNARE IEEE 752 FP, EX. 11

- **0.2 + 0.3**
- **primul pas, trecem fiecare număr în format**
  - $0.2 = + 1.10011001100110011001100 \times 2^{-3} = 0.19999998807907104$
  - $0.3 = + 1.00110011001100110011001 \times 2^{-2} = 0.29999998211860657$
- **al doilea pas, alinierea**
  - $0.2 = + 0.11001100110011001100110|000 \times 2^{-2}$
  - $0.3 = + 1.00110011001100110011001|000 \times 2^{-2}$

# ADUNARE IEEE 752 FP, EX. 11

- **0.2 + 0.3**
- **primul pas, trecem fiecare număr în format**
  - $0.2 = + 1.10011001100110011001100 \times 2^{-3} = 0.19999998807907104$
  - $0.3 = + 1.00110011001100110011001 \times 2^{-2} = 0.29999998211860657$
- **al doilea pas, alinierea**
  - $0.2 = + 0.11001100110011001100110|000 \times 2^{-2}$
  - $0.3 = + 1.00110011001100110011001|000 \times 2^{-2}$
- **al treilea pas, adunăm**
  - $0.2 + 0.3 = 1.1111111111111111111111|000 \times 2^{-2}$



# ADUNARE IEEE 752 FP, EX. 11

- **0.2 + 0.3**
- **primul pas, trecem fiecare număr în format**
  - $0.2 = + 1.10011001100110011001100 \times 2^{-3} = 0.19999998807907104$
  - $0.3 = + 1.00110011001100110011001 \times 2^{-2} = 0.29999998211860657$
- **al doilea pas, alinierea**
  - $0.2 = + 0.11001100110011001100110|000 \times 2^{-2}$
  - $0.3 = + 1.00110011001100110011001|000 \times 2^{-2}$
- **al treilea pas, adunăm**
  - $0.2 + 0.3 = 1.1111111111111111111111|000 \times 2^{-2}$
- **al patrulea pas, normalizare (dacă e necesar)**
  - $0.2 + 0.3 = 1.1111111111111111111111|00 \times 2^{-2}$
- **pasul final:  $+ 1.1111111111111111111111 \times 2^{-2} = 0.4999999701976776$**



# ÎMPĂRȚIREA RAPIDĂ, EX. 12

- a / 19

# ÎMPĂRȚIREA RAPIDĂ, EX. 12

- $a / 19$

$$a \times \frac{1}{19} \approx \frac{a \times \frac{2938661835}{2^{32}} + \frac{a - a \times \frac{2938661835}{2^{32}}}{2^1}}{2^4}$$

$$a \times \frac{1}{19} \approx (a \times 2938661835 \times 2^{-32} + (a - a \times 2938661835 \times 2^{-32}) \times 2^{-1}) \times 2^{-4}$$

$$a \times \frac{1}{19} \approx a \times \frac{7233629131}{137438953472}$$

- $1/19 = 0.05263157894$
- $7233629131 / 137438953472 = 0.05263157895$

# ÎMPĂRȚIREA RAPIDĂ, EX. 12

- $a / 19$

$$a \times \frac{1}{19} \approx \frac{a \times \frac{2938661835}{2^{32}} + \frac{a - a \times \frac{2938661835}{2^{32}}}{2^1}}{2^4}$$

$$a \times \frac{1}{19} \approx (a \times 2938661835 \times 2^{-32} + (a - a \times 2938661835 \times 2^{-32}) \times 2^{-1}) \times 2^{-4}$$

$$a \times \frac{1}{19} \approx a \times \frac{7233629131}{137438953472}$$

- soluția generală

$$\frac{a}{D} \approx \frac{\frac{aC}{2^X} + \frac{a - \frac{aC}{2^X}}{2^Y}}{2^Z}$$

$$D \approx \frac{2^{X+Y+Z}}{C \times (2^Y - 1) + 2^Z}$$

# RACHETE RAPIDE, EX. 19

- calculați aproximarea binară
  - soluția:

# RACHETE RAPIDE, EX. 19

- **calculați aproximarea binară**
  - soluția: 0.099999904632568359375

# RACHETE RAPIDE, EX. 19

- **calculați aproximarea binară**
  - soluția: 0.099999904632568359375
- **care este diferența dintre valoarea calculată și 0.1**
  - soluția:

# RACHETE RAPIDE, EX. 19

- **calculați aproximarea binară**
  - soluția: 0.099999904632568359375
- **care este diferența dintre valoarea calculată și 0.1**
  - soluția:  $0.1 - 0.099999904632568359375$
- **care este eroarea (de timp) după 100 de ore de operare**
  - soluția:

# RACHETE RAPIDE, EX. 19

- **calculați aproximarea binară**
  - soluția: 0.099999904632568359375
- **care este diferența dintre valoarea calculată și 0.1**
  - soluția:  $0.1 - 0.099999904632568359375$
- **care este eroarea (de timp) după 100 de ore de operare**
  - soluția:  $100 \times 60 \times 60 \times 10 \times (0.1 - 0.099999904632568359375) \approx 0.34$



# RACHETE RAPIDE, EX. 19

- **calculați aproximarea binară**
  - soluția: 0.099999904632568359375
- **care este diferența dintre valoarea calculată și 0.1**
  - soluția:  $0.1 - 0.099999904632568359375$
- **care este eroarea (de timp) după 100 de ore de operare**
  - soluția:  $100 \times 60 \times 60 \times 10 \times (0.1 - 0.099999904632568359375) \approx 0.34$
- **care este eroarea dacă reprezentăm 0.1 în formatul IEEE 754 FP?**
  - soluția:

# RACHETE RAPIDE, EX. 19

- **calculați aproximarea binară**
  - soluția: 0.099999904632568359375
- **care este diferența dintre valoarea calculată și 0.1**
  - soluția:  $0.1 - 0.099999904632568359375$
- **care este eroarea (de timp) după 100 de ore de operare**
  - soluția:  $100 \times 60 \times 60 \times 10 \times (0.1 - 0.099999904632568359375) \approx 0.34$
- **care este eroarea dacă reprezentăm 0.1 în formatul IEEE 754 FP?**
  - soluția:  $100 \times 60 \times 60 \times 10 \times (0.1 - 0.09999999403953552) \approx 0.021$

# RACHETE RAPIDE, EX. 19

- **calculați aproximarea binară**
  - soluția: 0.099999904632568359375
- **care este diferența dintre valoarea calculată și 0.1**
  - soluția:  $0.1 - 0.099999904632568359375$
- **care este eroarea (de timp) după 100 de ore de operare**
  - soluția:  $100 \times 60 \times 60 \times 10 \times (0.1 - 0.099999904632568359375) \approx 0.34$
- **care este eroarea dacă reprezentăm 0.1 în formatul IEEE 754 FP?**
  - soluția:  $100 \times 60 \times 60 \times 10 \times (0.1 - 0.09999999403953552) \approx 0.021$
- **dacă rachetele SCUD pot atinge o viteză MACH 5, care este distanța pe care racheta o poate parcurge în timpul eroare calculat?**
  - soluția:

# RACHETE RAPIDE, EX. 19

- **calculați aproximarea binară**
  - soluția: 0.099999904632568359375
- **care este diferența dintre valoarea calculată și 0.1**
  - soluția:  $0.1 - 0.099999904632568359375$
- **care este eroarea (de timp) după 100 de ore de operare**
  - soluția:  $100 \times 60 \times 60 \times 10 \times (0.1 - 0.099999904632568359375) \approx 0.34$
- **care este eroarea dacă reprezentăm 0.1 în formatul IEEE 754 FP?**
  - soluția:  $100 \times 60 \times 60 \times 10 \times (0.1 - 0.09999999403953552) \approx 0.021$
- **dacă rachetele SCUD pot atinge o viteză MACH 5, care este distanța pe care racheta o poate parcurge în timpul eroare calculat?**
  - soluția:  $1715 \text{ m/s} \times 0.34 \text{ s} \approx 583 \text{ m}$ ,  $1715 \text{ m/s} \times 0.021 \text{ s} \approx 36 \text{ m}$

