



Цифрові пристрої  
Digital devices

&

Microprocessors  
Мікропроцесори

## Тема 2:

# Арифметичні основи функціонування цифрової техніки

к.т.н., доцент каф.501  
Мазуренко О.В.

Найменування системи числення	Основа системи числення	Символи (цифри) системи числення
десятькова	10	0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9
двійкова	2	0, 1
вісімкова	8	0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7
шістнадцяткова	16	0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, A, B, C, D, E, F

Представлення (подання) числа:

$$X_{(q)} = +(-) x_{k-1}x_{k-2}x_{k-3}\dots x_1x_0, x_{-1}x_{-2}x_{-3}\dots x_{-m}$$

Десятькове значення числа:

$$x_{k-1} \cdot q^{k-1} + x_{k-2} \cdot q^{k-2} + \dots + x_1 \cdot q^1 + x_0 \cdot q^0 + x_{-1} \cdot q^{-1} + x_{-2} \cdot q^{-2} + \dots + x_{-m} \cdot q^{-m} = X_{(10)}$$

Найбільше за модулем десятикове число

$$X_{(10)} = q^k - q^{-m}$$

$$\begin{array}{r|l}
 125 & 2 \\
 \hline
 124 & 62 \\
 \hline
 1 & 62 \\
 & 0
 \end{array}
 \begin{array}{r|l}
 2 & \\
 \hline
 31 & \\
 \hline
 30 & \\
 \hline
 1 & \\
 & 2 \\
 & 15 \\
 & 14 \\
 & 1
 \end{array}
 \begin{array}{r|l}
 2 & \\
 \hline
 7 & \\
 \hline
 6 & \\
 \hline
 1 & \\
 & 2 \\
 & 3 \\
 & 2 \\
 & 1
 \end{array}
 \begin{array}{r|l}
 2 & \\
 \hline
 1 & \\
 \hline
 2 & \\
 \hline
 1 & \\
 & 2 \\
 & 1
 \end{array}
 = 1111101_{(2)}$$

$$\begin{array}{r}
 0,6875 \\
 \times \quad 2 \\
 \hline
 1,3750 \\
 \times \quad 2 \\
 \hline
 0,7500 \\
 \times \quad 2 \\
 \hline
 1,5000 \\
 \times \quad 2 \\
 \hline
 1,0000
 \end{array}
 = 0,1011_{(2)}$$

$$125,6875 = 1111101,1011_{(2)}$$

$$\begin{array}{r|l}
 125 & 8 \\
 \hline
 120 & 15 \\
 \hline
 5 & 8 \\
 & 7
 \end{array}
 \begin{array}{r|l}
 8 & \\
 \hline
 1 & \\
 \hline
 1 & \\
 & 8 \\
 & 1
 \end{array}
 = 175_{(8)}$$

$$\begin{array}{r}
 0,6875 \\
 \times \quad 8 \\
 \hline
 5,5000 \\
 \times \quad 8 \\
 \hline
 4,0000
 \end{array}
 = 0,54_{(8)}$$

$$125,6875 = 175,54_{(8)}$$

$$\begin{array}{r|l}
 125 & 16 \\
 \hline
 112 & 7 \\
 \hline
 13 & = D
 \end{array}
 = 7D_{(16)}$$

$$\begin{array}{r}
 0,6875 \\
 \times \quad 16 \\
 \hline
 11,0000
 \end{array}
 = 0,B_{(16)}$$

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

$$125,6875 = 7D,B_{(16)}$$



## Правила додавання:

$$0 + 0 = 0$$

$$0 + 1 = 1$$

$$1 + 0 = 1$$

$$1 + 1 = 10$$

## Правила віднімання:

$$0 - 0 = 0$$

$$1 - 0 = 1$$

$$1 - 1 = 0$$

$$10 - 1 = 1$$

## Правила множення:

$$0 * 0 = 0$$

$$0 * 1 = 0$$

$$1 * 0 = 0$$

$$1 * 1 = 1$$

Прямий код числа:

$$X_{np} = \begin{cases} 0 \ x_{k-1} \ x_{k-2} \ \dots \ x_1 \ x_0, x_{-1} x_{-2} \dots x_{-m+1} x_{-m}, & X \geq 0 \\ 1 \ x_{k-1} \ x_{k-2} \ \dots \ x_1 \ x_0, x_{-1} x_{-2} \dots x_{-m+1} x_{-m}, & X \leq 0 \end{cases}$$

Зворотний код числа:

$$X_{зв} = \begin{cases} 0 \ x_{k-1} \ x_{k-2} \ \dots \ x_1 \ x_0, x_{-1} x_{-2} \dots x_{-m+1} x_{-m}, & X \geq 0 \\ 1 \ \bar{x}_{k-1} \ \bar{x}_{k-2} \ \dots \ \bar{x}_1 \ \bar{x}_0, \bar{x}_{-1} \bar{x}_{-2} \dots \bar{x}_{-m+1} \bar{x}_{-m}, & X \leq 0 \end{cases}$$

Приклад:

Задана розрядна сітка  $k=3$ ,  $m=4$ , записати зворотні коди чисел:

$$X=+101,1010 \rightarrow X_{зв}=0101,1010$$

$$X= -101,1010 \rightarrow X_{зв}=1010,0101$$

## Додатковий код числа:

$$X_{\text{дод}} = \begin{cases} 0 \ x_{k-1} \ x_{k-2} \ \dots \ x_1 \ x_0, x_{-1} x_{-2} \dots x_{-m+1} x_{-m}, & X \geq 0 \\ 1 \ \overline{x_{k-1}} \ \overline{x_{k-2}} \ \dots \ \overline{x_1} \ \overline{x_0}, \overline{x_{-1}} \ \overline{x_{-2}} \dots \overline{x_{-m+1}} \ \overline{x_{-m}} + 2^{-m}, & X < 0 \end{cases}$$

Приклад:

$$\begin{aligned} X = -101,1010 &\rightarrow 1010,0101 \rightarrow 1010,0101 \\ &+ \frac{1}{1010,0110} \end{aligned}$$