



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

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

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

$= 1111101_{(2)}$

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

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

$$\begin{array}{r|l}
 125 & 8 \\
 \hline
 120 & 15 \\
 \hline
 5 & 8 \\
 & 7
 \end{array}
 \quad
 \begin{array}{r|l}
 8 & \\
 \hline
 1 &
 \end{array}$$

$= 175_{(8)}$

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

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

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

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

$\mathbf{11}_{(10)} = \mathbf{B}_{(16)}$

$$125,6875 = 7\mathbf{D},\mathbf{B}_{(16)}$$



## 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:

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