

## SYSTEM SZESNASTKOWY

Ze względu na specyfikę architektury komputerów, gdzie często najszybszy dostęp jest do adresów parzystych, albo podzielnych przez 4, 8 czy 16, często używany jest szesnastkowy system liczbowy. Sprawdza się on szczególnie przy zapisie dużych liczb takich jak adresy pamięci, zakresy parametrów.

System szesnastkowy często stosowany jest też na stronach WWW (HTML, CSS), gdzie służy do określania kolorów poszczególnych elementów wyświetlanej zawartości strony.

Podstawą tego systemu jest liczba 16 czyli do budowy liczb wykorzystujemy szesnaście cyfr. Pierwszych dziesięć jest takich samych jak w systemie dziesiętnym. Cyfra dziesięć to litera A, cyfra 11 to litera B, itd. :

0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, A, B, C, D, E, F

Dodatkową własnością jest to, że każdą cyfrę w tym systemie możemy przedstawić za pomocą dokładnie czterech cyfr zero-jedynkowych ponieważ  $16 = 2^4$

Dlatego komputery nie muszą używać dodatkowych koderów/dekoderów do ich konwersji na dwójkowy i odwrotnie. Gdyby informacje były przedstawiane w systemie dwójkowym, zapis ten byłby bardzo nieczytelny i długi, dlatego w wielu sytuacjach wykorzystuje się w tym celu system szesnastkowy.

Przykład liczb w systemie szesnastkowym:  $100_{16}$ ,  $0000_{16}$ ,  $A3F2_{16}$

## I. ZAMIANA LICZB SZESNASTKOWYCH NA LICZBY DWÓJKOWE.

Jeżeli używamy systemu szesnastkowego zamiast systemu dwójkowego to jedna cyfra szesnastkowa odpowiada czterem cyfrom systemu dwójkowego ( $2^4=16$ ).

Aby zamienić liczbę szesnastkową na dwójkową należy szesnastkową zamienić na wagi dziesiętne a następnie na dwójkową. Liczba dwójkowa musi posiadać ilość cyfr będącą wielokrotnością cyfry 4 (jeżeli cyfra w systemie binarnym ma 3 cyfry to należy dołożyć z przodu czwartą – „0”). Jedna cyfra szesnastkowa odpowiada czterem cyfrom dwójkowym.

### Przykład 1:

$$3D5_{16} = ?_2$$

3				D(13)				5			
8	4	2	1	8	4	2	1	8	4	2	1
0	0	1	1	1	1	0	1	0	1	0	1
2 + 1 = 3				8 + 4 + 1 = 13				4 + 1 = 5			

$$\text{Wynik: } 3D5_{16} = 001111010101_2$$

### Przykład 2:

$$AA41_{16} = ?_2$$

A(10)		A(10)		4		1	
8	4	2	1	8	4	2	1
8	4	2	1	8	4	2	1
1010	1010	0100	0001	0100	0001	0001	0001

$$\text{Wynik: } AA41_{16} = 1010101001000001_2$$

### Ćwiczenie 1. Zamiana liczb szesnastkowych na liczby dwójkowe.

Zamień poniższe liczby szesnastkowe na liczby dwójkowe:

- a)  $ACE_{16}$       b)  $111_{16}$       c)  $303_{16}$

## II. WYZNACZANIE WARTOŚCI LICZBY ZAPISANEJ W SYSTEMIE SZESNASTKOWYM.

(Zamiana liczb szesnastkowych na liczby dziesiętne).

**Przykład:**

$$A^2 B^1 C^0_{16} = A \cdot 16^2 + B \cdot 16^1 + C \cdot 16^0 = 10 \cdot 16^2 + 11 \cdot 16^1 + 12 \cdot 16^0 = 10 \cdot 256 + 11 \cdot 16 + 12 \cdot 1 = 2560 + 176 + 12 = \mathbf{2748}_{10}$$

Inna metoda przeliczania systemu 16 na system 10 (sumujemy liczby pod „1”):

**Przykład 1:**

**ABC<sub>16</sub>**

A(10)				B(11)				C(12)			
8	4	2	1	8	4	2	1	8	4	2	1
1	0	1	0	1	0	1	1	1	1	0	0
2048	1024	512	256	128	64	32	16	8	4	2	1

$$2048 + 512 + 128 + 32 + 16 + 8 + 4 = 2748$$

**Wynik: ABC<sub>16</sub> = 2748<sub>10</sub>**

**Przykład 2:**

**B2B<sub>16</sub>**

B(11)				2	B(11)						
8	4	2	1	8	4	2	1	8	4	2	1
1	0	1	1	0	0	1	0	1	0	1	1
2048	1024	512	256	128	64	32	16	8	4	2	1

$$2048 + 512 + 256 + 32 + 8 + 2 + 1 = 2863$$

**Wynik: B2B<sub>16</sub> = 2859<sub>10</sub>**

**Ćwiczenie 2. Obliczanie wartości liczb zapisanych w systemie szesnastkowym**

Oblicz wartość dziesiętną poniższych liczb w systemie szesnastkowym:

- a) 100<sub>16</sub>      b) FFF<sub>16</sub>      c) 6A6<sub>16</sub>

### III. WYZNACZANIE ROZWINIĘCIA SZESNASTKOWEGO LICZBY DZIESIĘTNEJ.

#### (Zamiana liczb dziesiętnych na liczby szesnastkowe).

Wyznaczanie rozwinięcia szesnastkowego liczby dziesiętnej dokonujemy podobnie jak przy zamianie systemu dziesiętnego na system dwójkowy, z tą tylko różnicą, że tutaj dzielimy przez 16 czyli podstawę systemu szesnastkowego.

#### Przykład 1:

##### Liczba 288<sub>10</sub>

$$288 : 16 = 18 \quad \text{reszta } 0$$

$$18 : 16 = 1 \quad \text{reszta } 2$$

$$1 : 16 = 0 \quad \text{reszta } 1$$



Wynik szesnastkowy czytany od dołu: **120<sub>16</sub>**

#### Przykład 2:

##### Liczba 333<sub>10</sub>

$$333 : 16 = 20 \quad \text{reszta } 13/D \quad (20 \cdot 16 = 320, 333 - 320 = 13 = D)$$

$$20 : 16 = 1 \quad \text{reszta } 4$$

$$1 : 16 = 0 \quad \text{reszta } 1$$



Wynik szesnastkowy czytany od dołu: **14D<sub>16</sub>**

## Inna metoda przeliczania systemu 10 na system 16:

**333<sub>10</sub>**

Na system dwójkowy:

1	0	1	0	0	1	1	0	1		
256	128	64	32	16	8	4	2	1		
256	+	64		+	8	+	4	+	1	= 333

I następnie na system szesnastkowy (sumujemy liczby pod „1”):

0	0	0	1		0	1	0	0		1	1	0	1
8	4	2	1		8	4	2	1		8	4	2	1
			1					4					13(D)

**Wynik: 333<sub>10</sub> = 14D<sub>16</sub>**

### **Ćwiczenie 3. Zamiana liczb dziesiętnych na liczby szesnastkowe.**

Zamień poniższe liczby dziesiętne na liczby szesnastkowe:

- a) 77<sub>10</sub>      b) 500<sub>10</sub>      c) 996<sub>10</sub>

#### IV. ZAMIANA LICZB DWÓJKOWYCH NA LICZBY SZESNASTKOWYCH.

Przy zamianie należy kolejno:

- Liczbę dwójkową podzielić na czterocyfrowe grupy, idąc od prawej strony.
- Obliczyć wartość dziesiętną każdej grupy.
- Obliczenie na podstawie liczb dziesiętnych wartości liczb szesnastkowych.

Przykład:

1110011100010011<sub>2</sub>

1110 0111 0001 0011<sub>2</sub> zamieniamy na liczby dziesiętne:

$$1*2^3+1*2^2+1*2^1+0*2^0 \quad 0*2^3+1*2^2+1*2^1+1*2^0 \quad 0*2^3+0*2^2+0*2^1+1*2^0 \quad 0*2^3+0*2^2+1*2^1+1*2^0 =$$
$$\rightarrow \quad 8+4+2+0 \quad 0+4+2+1 \quad 0+0+0+1 \quad 0+0+2+1 = 14 \ 7 \ 1 \ 3$$

Wynik 14 7 1 3 zamieniamy na liczby szesnastkowe: (E713)<sub>16</sub>

Lub szybszy sposób:

**Przykład 1:**

1110011100010011<sub>2</sub> = ?<sub>16</sub>

1110      0111      0001      0011      (dzielimy na czwórki)

8421      8421      8421      8421

8+4+2=14    4+2+1=7    1      2+1=3      = E(14) 7 13 = E713

**Wynik: 1110011100010011<sub>2</sub> = E713<sub>16</sub>**

**Przykład 2:**

101010101<sub>2</sub> = ?<sub>16</sub>

0001      0101      0101

8421      8421      8421

1    +    4+1=5    +    4+1=5      =    155

**Wynik: 101010101<sub>2</sub> = 155<sub>16</sub>**

#### Ćwiczenie 4. Zamiana liczb dwójkowych na szesnastkowe.

Zamień poniższe liczby dwójkowe na szesnastkowe:

a)  $1000111110001111_2 = ?_{16}$

b)  $101010101010101010101010_2 = ?_{16}$

#### Ćwiczenie 5. Podsumowujące:

$$FED_{16} = ?_{10} = ?_2$$

$$1234_{10} = ?_{16} = ?_2$$

$$101011111010111100_2 = ?_{16} = ?_{10}$$

#### Podsumowanie zajęć:

<https://www.youtube.com/watch?v=VUHwfugYFEA>