



# I. SYSTEMY LICZBOWE

## 1. WSTĘP

### System dziesiętny

Dla nas, ludzi naturalnym sposobem prezentacji liczb jest system dziesiętny. Oznacza to, że wyróżniamy dziesięć cyfr. Są nimi: zero, jeden, dwa, trzy, cztery, pięć, sześć, siedem, osiem oraz dziewięć. Oznacza się je odpowiednio: 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8 oraz 9. Jak widać, wliczając zero, jest ich dziesięć.

Cyfry: 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9

Liczba **764.5** oznacza  $7 * 10^2 + 6 * 10^1 + 4 * 10^0 + 5 * 10^{-1}$ .

| Nr cyfry | 3    | 2   | 1  | 0 | -1  |
|----------|------|-----|----|---|-----|
| Waga     | 1000 | 100 | 10 | 1 | 0,1 |
| Cyfra    | 0    | 7   | 6  | 4 | 5   |

Wzór dla konkretnej cyfry :

$$w = 10^{nrcyfry}$$

System ten jest wygodny dla człowieka, ponieważ nauczyliśmy się na pamięć jak tworzyć

kolejne wartości:  $10000 = 10^4$ ,

$1000 = 10^3$ ,  $100 = 10^2$ ,  $10 = 10^1$ ,  $0,1 = 10^{-1}$ ,

$0,01 = 10^{-2}$ , itd....

## 2. PODSTAWOWE CECHY SYSTEMÓW POZYCYJNYCH

Pozycyjne systemy liczbowe charakteryzują się następującymi cechami:

- Podstawą systemu P, która jest liczbą naturalną z zakresu  $< 2; \infty >$
- Liczba dozwolonych cyfr jest zawsze równa P
- Dozwolone cyfry to : 0, ..., P-1
- Zasady wykonywania działań arytmetycznych (+, -, \*, /) są zawsze te same

**Zauważ, że w każdym systemie pozycyjnym występuje cyfra zero. Cyfry numerujemy od prawej strony do lewej rozpoczynając od zera.**



## Definicja pozycyjnego systemu liczbowego

**Systemem liczbowym pozycyjnym**, nazywamy taki system, który posiada symbole (cyfry) tylko dla liczb naturalnych: 0, 1, 2, ...,  $P - 1$ , gdzie  $P$  to tzw. **podstawa systemu**, która może być dowolną liczbą naturalną większą niż 1.

Oznaczmy przez  $P$  podstawę dowolnego systemu.

Wartość liczby będącej ciągiem cyfr np. **1234567** w systemie o podstawie  $P$  wyliczamy ze wzoru:

$$w = c_{n-1} \cdot P^{n-1} + c_{n-2} \cdot P^{n-2} + c_{n-3} \cdot P^{n-3} + c_{n-4} \cdot P^{n-4} + \dots + c_0 \cdot P^0$$

gdzie  $n$  – ilość cyfr

Przykład:

Ciąg cyfr: **1234567** ma wartość (liczba cyfr  $n=7$ ):

| Nr cyfry | 6       | 5      | 4     | 3    | 2   | 1  | 0 |
|----------|---------|--------|-------|------|-----|----|---|
| Waga     | 1000000 | 100000 | 10000 | 1000 | 100 | 10 | 1 |
| Cyfra    | 1       | 2      | 3     | 4    | 5   | 6  | 7 |

$$w = 1 \cdot P^6 + 2 \cdot P^5 + 3 \cdot P^4 + 4 \cdot P^3 + 5 \cdot P^2 + 6 \cdot P^1 + 7 \cdot P^0$$

gdzie  $P = 10$  (ponieważ jest to system dziesiętny)

## Definicja dziesiętnego systemu liczbowego

**Systemem liczbowym dziesiętnym**, nazywamy taki system, który posiada symbole (cyfry) tylko dla liczb naturalnych: 0, 1, 2, ..., 9, gdzie  $P=10$  to tzw. **podstawa systemu**.

Wartość liczby będącej ciągiem cyfr np. **399** w systemie o podstawie **10** wyliczamy ze wzoru:

$$w = c_{n-1} \cdot 10^{n-1} + c_{n-2} \cdot 10^{n-2} + c_{n-3} \cdot 10^{n-3} + c_{n-4} \cdot 10^{n-4} + \dots + c_0 \cdot 10^0$$

gdzie  $n$  – ilość cyfr

Przykład:

Ciąg cyfr: **399** ma wartość (liczba cyfr  $n=3$ ):

| Nr cyfry | 2   | 1  | 0 |
|----------|-----|----|---|
| Waga     | 100 | 10 | 1 |
| Cyfra    | 3   | 9  | 9 |

$$w = 3 \cdot 10^2 + 9 \cdot 10^1 + 9 \cdot 10^0 = 300 + 90 + 9 = 399$$



## Definicja dwójkowego systemu liczbowego<sup>1</sup>

**Systemem liczbowym dwójkowym**, nazywamy taki system, który posiada symbole (cyfry) tylko dla liczb naturalnych: 0, 1, gdzie  $P=2$  to tzw. **podstawa systemu**.

Wartość liczby będącej ciągiem cyfr np. **11101** w systemie o podstawie 2 wyliczamy ze wzoru:

$$w = c_{n-1} \cdot 2^{n-1} + c_{n-2} \cdot 2^{n-2} + c_{n-3} \cdot 2^{n-3} + c_{n-4} \cdot 2^{n-4} + \dots + c_0 \cdot 2^0$$

gdzie  $n$  – ilość cyfr

Przykład:

Ciąg cyfr: **11101** ma wartość (liczba cyfr  $n=5$ ):

| Nr cyfry | 4  | 3 | 2 | 1 | 0 |
|----------|----|---|---|---|---|
| Waga     | 16 | 8 | 4 | 2 | 1 |
| Cyfra    | 1  | 1 | 1 | 0 | 1 |

$$w = 1 \cdot 2^4 + 1 \cdot 2^3 + 1 \cdot 2^2 + 0 \cdot 2^1 + 1 \cdot 2^0 = 16 + 8 + 4 + 0 + 1 = 29$$

## Definicja trójkowego systemu liczbowego

**Systemem liczbowym trójkowym**, nazywamy taki system, który posiada symbole (cyfry) tylko dla liczb naturalnych: 0, 1, ..., 2, gdzie  $P=3$  to tzw. **podstawa systemu**.

Wartość liczby będącej ciągiem cyfr np. **12112** w systemie o podstawie 3 wyliczamy ze wzoru:

$$w = c_{n-1} \cdot 3^{n-1} + c_{n-2} \cdot 3^{n-2} + c_{n-3} \cdot 3^{n-3} + c_{n-4} \cdot 3^{n-4} + \dots + c_0 \cdot 3^0$$

gdzie  $n$  – ilość cyfr

Przykład:

Ciąg cyfr: **12112** ma wartość (liczba cyfr  $n=5$ ):

| Nr cyfry | 4  | 3  | 2 | 1 | 0 |
|----------|----|----|---|---|---|
| Waga     | 81 | 27 | 9 | 3 | 1 |
| Cyfra    | 1  | 2  | 1 | 1 | 2 |

$$w = 1 \cdot 3^4 + 2 \cdot 3^3 + 1 \cdot 3^2 + 1 \cdot 3^1 + 2 \cdot 3^0 = 81 + 54 + 9 + 3 + 2 = 149$$

<sup>1</sup> Podstawowy system działania układów cyfrowych, będących częścią składową komputerów.



## Definicja czwórkowego systemu liczbowego

**Systemem liczbowym czwórkowym**, nazywamy taki system, który posiada symbole (cyfry) tylko dla liczb naturalnych: 0, 1, ..., 3, gdzie  $P=4$  to tzw. **podstawa systemu**.

Wartość liczby będącej ciągiem cyfr np. **133** w systemie o podstawie **4** wyliczamy ze wzoru:

$$w = c_{n-1} \cdot 4^{n-1} + c_{n-2} \cdot 4^{n-2} + c_{n-3} \cdot 4^{n-3} + c_{n-4} \cdot 4^{n-4} + \dots + c_0 \cdot 4^0$$

gdzie  $n$  – ilość cyfr

Przykład:

Ciąg cyfr: **133** ma wartość (liczba cyfr  $n=3$ ):

|          |    |   |   |
|----------|----|---|---|
| Nr cyfry | 2  | 1 | 0 |
| Waga     | 16 | 4 | 1 |
| Cyfra    | 1  | 3 | 3 |

$$w = 1 \cdot 4^2 + 3 \cdot 4^1 + 3 \cdot 4^0 = 16 + 12 + 3 = 31$$

## Definicja piątkowego systemu liczbowego

**Systemem liczbowym piątkowym**, nazywamy taki system, który posiada symbole (cyfry) tylko dla liczb naturalnych: 0, 1, ..., 4, gdzie  $P=5$  to tzw. **podstawa systemu**.

Wartość liczby będącej ciągiem cyfr np. **4014** w systemie o podstawie **5** wyliczamy ze wzoru:

$$w = c_{n-1} \cdot 5^{n-1} + c_{n-2} \cdot 5^{n-2} + c_{n-3} \cdot 5^{n-3} + c_{n-4} \cdot 5^{n-4} + \dots + c_0 \cdot 5^0$$

gdzie  $n$  – ilość cyfr

Przykład:

Ciąg cyfr: **4014** ma wartość (liczba cyfr  $n=4$ ):

|          |     |    |   |   |
|----------|-----|----|---|---|
| Nr cyfry | 3   | 2  | 1 | 0 |
| Waga     | 125 | 25 | 5 | 1 |
| Cyfra    | 4   | 0  | 1 | 4 |

$$w = 4 \cdot 5^3 + 0 \cdot 5^2 + 1 \cdot 5^1 + 4 \cdot 5^0 = 500 + 0 + 5 + 4 = 509$$



## Definicja szóstkowego systemu liczbowego

**Systemem liczbowym szóstkowym**, nazywamy taki system, który posiada symbole (cyfry) tylko dla liczb naturalnych: 0, 1, ..., 5, gdzie  $P=6$  to tzw. **podstawa systemu**.

Wartość liczby będącej ciągiem cyfr np. **3441** w systemie o podstawie **6** wyliczamy ze wzoru:

$$w = c_{n-1} \cdot 6^{n-1} + c_{n-2} \cdot 6^{n-2} + c_{n-3} \cdot 6^{n-3} + c_{n-4} \cdot 6^{n-4} + \dots + c_0 \cdot 6^0$$

gdzie  $n$  – ilość cyfr

Przykład:

Ciąg cyfr: **3441** ma wartość (liczba cyfr  $n=4$ ):

| Nr cyfry | 3   | 2  | 1 | 0 |
|----------|-----|----|---|---|
| Waga     | 216 | 36 | 6 | 1 |
| Cyfra    | 3   | 4  | 4 | 1 |

$$w = 3 \cdot 6^3 + 4 \cdot 6^2 + 4 \cdot 6^1 + 1 \cdot 6^0 = 648 + 144 + 24 + 1 = 817$$

## Definicja siódemkowego systemu liczbowego

**Systemem liczbowym siódemkowym**, nazywamy taki system, który posiada symbole (cyfry) tylko dla liczb naturalnych: 0, 1, ..., 6, gdzie  $P=7$  to tzw. **podstawa systemu**.

Wartość liczby będącej ciągiem cyfr np. **1265** w systemie o podstawie **7** wyliczamy ze wzoru:

$$w = c_{n-1} \cdot 7^{n-1} + c_{n-2} \cdot 7^{n-2} + c_{n-3} \cdot 7^{n-3} + c_{n-4} \cdot 7^{n-4} + \dots + c_0 \cdot 7^0$$

gdzie  $n$  – ilość cyfr

Przykład:

Ciąg cyfr: **1265** ma wartość (liczba cyfr  $n=4$ ):

| Nr cyfry | 3   | 2  | 1 | 0 |
|----------|-----|----|---|---|
| Waga     | 343 | 49 | 7 | 1 |
| Cyfra    | 1   | 2  | 6 | 5 |

$$w = 1 \cdot 7^3 + 2 \cdot 7^2 + 6 \cdot 7^1 + 5 \cdot 7^0 = 343 + 98 + 42 + 5 = 488$$



## Definicja ósemkowego (oktalnego) systemu liczbowego<sup>2</sup>

**Systemem liczbowym ósemkowym**, nazywamy taki system, który posiada symbole (cyfry) tylko dla liczb naturalnych: 0, 1, ..., 7, gdzie  $P=8$  to tzw. **podstawa systemu**.

Wartość liczby będącej ciągiem cyfr np. **0377** w systemie o podstawie **8** wyliczamy ze wzoru:

$$w = c_{n-1} \cdot 8^{n-1} + c_{n-2} \cdot 8^{n-2} + c_{n-3} \cdot 8^{n-3} + c_{n-4} \cdot 8^{n-4} + \dots + c_0 \cdot 8^0$$

gdzie  $n$  – ilość cyfr

Przykład:

Ciąg cyfr: **0377** ma wartość (liczba cyfr  $n=4$ ):

|          |     |    |   |   |
|----------|-----|----|---|---|
| Nr cyfry | 3   | 2  | 1 | 0 |
| Waga     | 512 | 64 | 8 | 1 |
| Cyfra    | 0   | 3  | 7 | 7 |

$$w = 0 \cdot 8^3 + 3 \cdot 8^2 + 7 \cdot 8^1 + 7 \cdot 8^0 = 0 + 192 + 56 + 7 = 255$$

## 3. SYSTEM SZESTNASTKOWY

### Wprowadzenie

**Szesnastkowy system liczbowy** – pozycyjny system liczbowy, w którym podstawą pozycji są kolejne potęgi liczby 16. Często system szesnastkowy jest określany nazwą „**Hex**” od słowa stworzonego przez firmę IBM *hexadecimal*. Do zapisu liczb potrzebne jest szesnaście znaków. Poza cyframi dziesiętnymi od 0 do 9 używa się pierwszych sześciu liter alfabetu łacińskiego: A, B, C, D, E, F.

Jak w każdym pozycyjnym systemie liczbowym, liczby zapisuje się tu jako ciągi znaków, z których każdy jest mnożnikiem kolejnej potęgi liczby stanowiącej podstawę systemu, np. liczba zapisana w dziesiętnym systemie liczbowym jako **1000**, w systemie szesnastkowym przybiera postać **3E8**, gdyż:

$$3 \times 16^2 + 14 \times 16^1 + 8 \times 16^0 = 768 + 224 + 8 = 1000.$$

System **Hex** jest powszechnie używany w informatyce, ponieważ wartość pojedynczego bajtu można opisać używając tylko dwóch cyfr szesnastkowych. W ten sposób można kolejne bajty łatwo przedstawić w postaci ciągu liczb **hex**. Jednocześnie zapis 4 bitów można łatwo przełożyć na jedną cyfrę heksadecymalną. Przykładowy ciąg liczb w czterech systemach liczbowych przedstawiono w Tabeli 1.

<sup>2</sup> System stosowany w Linuksie do nadawania uprawnień wynikowych dla plików i katalogów, a także jest podstawą kodowania znaków w starych komputerach.



|                                                      |   |   |   |   |
|------------------------------------------------------|---|---|---|---|
| $4_{\text{hex}} = 4_{\text{dec}} = 4_{\text{oct}}$   | 0 | 1 | 0 | 0 |
| $5_{\text{hex}} = 5_{\text{dec}} = 5_{\text{oct}}$   | 0 | 1 | 0 | 1 |
| $6_{\text{hex}} = 6_{\text{dec}} = 6_{\text{oct}}$   | 0 | 1 | 1 | 0 |
| $7_{\text{hex}} = 7_{\text{dec}} = 7_{\text{oct}}$   | 0 | 1 | 1 | 1 |
| $8_{\text{hex}} = 8_{\text{dec}} = 10_{\text{oct}}$  | 1 | 0 | 0 | 0 |
| $9_{\text{hex}} = 9_{\text{dec}} = 11_{\text{oct}}$  | 1 | 0 | 0 | 1 |
| $A_{\text{hex}} = 10_{\text{dec}} = 12_{\text{oct}}$ | 1 | 0 | 1 | 0 |
| $B_{\text{hex}} = 11_{\text{dec}} = 13_{\text{oct}}$ | 1 | 0 | 1 | 1 |
| $C_{\text{hex}} = 12_{\text{dec}} = 14_{\text{oct}}$ | 1 | 1 | 0 | 0 |
| $D_{\text{hex}} = 13_{\text{dec}} = 15_{\text{oct}}$ | 1 | 1 | 0 | 1 |
| $E_{\text{hex}} = 14_{\text{dec}} = 16_{\text{oct}}$ | 1 | 1 | 1 | 0 |
| $F_{\text{hex}} = 15_{\text{dec}} = 17_{\text{oct}}$ | 1 | 1 | 1 | 1 |

Tabela 1.

### Definicja szesnastkowego (heksadecymalnego) systemu liczbowego<sup>3</sup>

**Systemem liczbowym szesnastkowym**, nazywamy taki system, który posiada symbole (cyfry) tylko dla liczb naturalnych: 0, 1, ..., F, gdzie **P=16** to tzw. **podstawa systemu**.

Wartość liczby będącej ciągiem cyfr np. **FFAA** w systemie o podstawie **16** wyliczamy ze wzoru:

$$w = c_{n-1} \cdot 16^{n-1} + c_{n-2} \cdot 16^{n-2} + c_{n-3} \cdot 16^{n-3} + c_{n-4} \cdot 16^{n-4} + \dots + c_0 \cdot 16^0$$

gdzie **n** – ilość cyfr

Przykład:

Ciąg cyfr: **FFAA** ma wartość (liczba cyfr **n=4**):

| Nr cyfry | 3    | 2   | 1  | 0 |
|----------|------|-----|----|---|
| Waga     | 4096 | 256 | 16 | 1 |
| Cyfra    | F    | F   | A  | A |

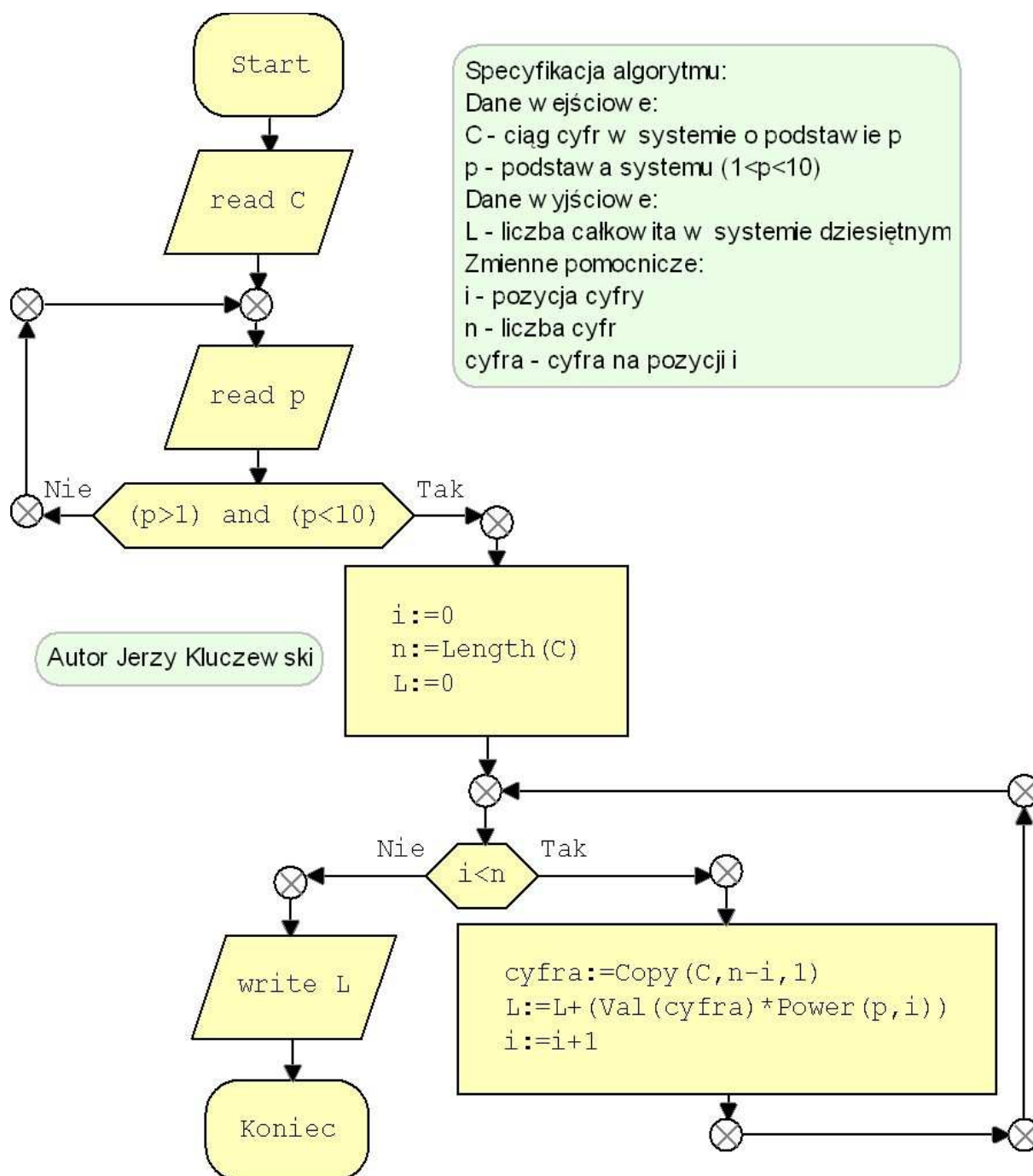
Dla cyfr **A, B, C, D, E, F** posługujemy się Tabelą 1. (A== 10, B==11, C==13 , itd...)

$$w = 15 \cdot 16^3 + 15 \cdot 16^2 + 10 \cdot 16^1 + 10 \cdot 16^0 = 61440 + 3840 + 160 + 10 = 65450$$

<sup>3</sup> Podstawowy system kodowania informacji dla programistów zajmujących się assemblerem.



#### 4. ALGORYTM ZAMIANY LICZBY Z SYSTEMU O PODSTAWIE $p < 10$ NA SYSTEM DZIESIĘTNY



Wykonano za pomocą programu Magiczne Bloczki (Autor posiada licencję)





## 5. ALGORYTM ZAMIANY LICZBY CAŁKOWITEJ Z SYSTEMU DZIESIĘTNEGO NA SYSTEM O PODSTAWIE P

Zamiana z systemu dziesiętnego na dowolny system liczbowy

o podstawie p – wybrane przykłady dla liczby 123.

Wartość  System

Sys. źródłowy  Sys. docelowy

Reszta z dzielenia

|         |   |
|---------|---|
| 123 : 2 | 1 |
| 61 : 2  | 1 |
| 30 : 2  | 0 |
| 15 : 2  | 1 |
| 7 : 2   | 1 |
| 3 : 2   | 1 |
| 1 : 2   | 1 |
| 0 : 2   |   |

$$123_{(10)} = 1111011_{(2)}$$

Wartość  System

Sys. źródłowy  Sys. docelowy

Reszta z dzielenia

|         |   |
|---------|---|
| 123 : 4 | 3 |
| 30 : 4  | 2 |
| 7 : 4   | 3 |
| 1 : 4   | 1 |
| 0 : 4   |   |

$123_{(10)} = 1323_{(4)}$

Wartość  System

Sys. źródłowy  Sys. docelowy

Reszta z dzielenia

|         |   |
|---------|---|
| 123 : 7 | 4 |
| 17 : 7  | 3 |
| 2 : 7   | 2 |
| 0 : 7   |   |

$123_{(10)} = 234_{(7)}$

Wartość  System

Sys. źródłowy  Sys. docelowy

Reszta z dzielenia

|         |   |
|---------|---|
| 123 : 8 | 3 |
| 15 : 8  | 7 |
| 1 : 8   | 1 |
| 0 : 8   |   |

$123_{(10)} = 173_{(8)}$

Wartość  System

Sys. źródłowy  Sys. docelowy

Reszta z dzielenia

|          |   |
|----------|---|
| 123 : 13 | 6 |
| 9 : 13   | 9 |
| 0 : 13   |   |

$123_{(10)} = 96_{(13)}$

Wartość  System

Sys. źródłowy  Sys. docelowy

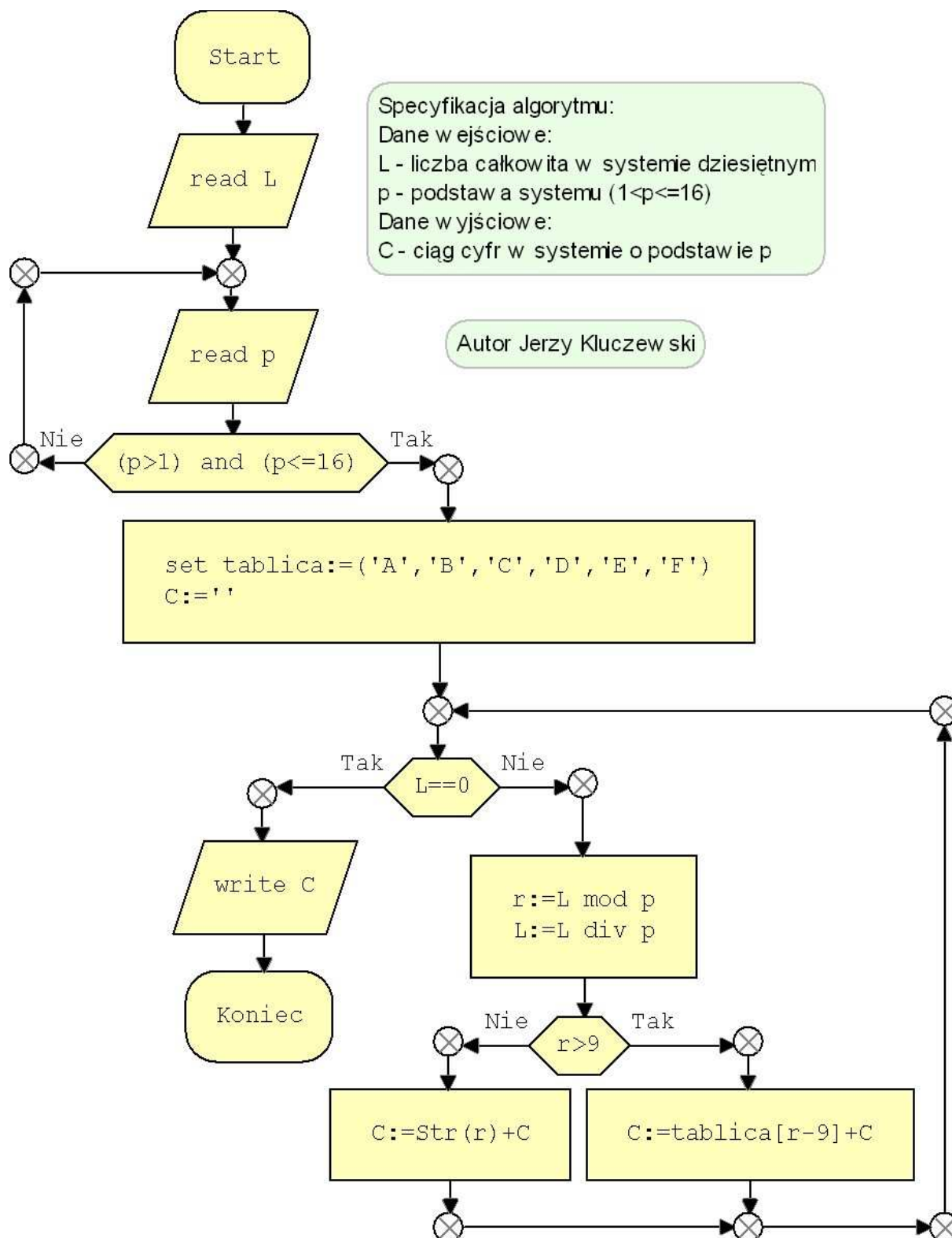
Reszta z dzielenia

|          |       |
|----------|-------|
| 123 : 16 | B(11) |
| 7 : 16   | 7     |
| 0 : 16   |       |

$123_{(10)} = 7B_{(16)}$



**Schemat blokowy konwersji liczby całkowitej w systemie dziesiętnym na dowolny system o podstawie p, przy założeniu, że  $p > 1$  oraz  $p \leq 16$ .**



Wykonano za pomocą programu Magiczne Błoczki (Autor posiada licencję)



## 6. ZAMIANA LICZBY CAŁKOWITEJ Z SYSTEMU BINARNEGO NA SZESNASTKOWY

Przykład:  $101011110011_2 = AF3_{16}$

Dzielimy ciąg bitów na **tetrydy**: **1010 1111 0011**

|                     |                             |                    |
|---------------------|-----------------------------|--------------------|
| 1010                | 1111                        | 0011               |
| <b>8 4 2 1</b>      | <b>8 4 2 1</b>              | <b>8 4 2 1</b>     |
| $1*8+1*2=10_{(10)}$ | $1*8+1*4+1*2+1*1=15_{(10)}$ | $1*2+1*1=3_{(10)}$ |
| <b>A</b>            | <b>F</b>                    | <b>3</b>           |

Konwersja liczb w Magicznych Bloczkach:

Sys. źródłowy  | Sys. docelowy

101011110011<sub>(2)</sub> =

|   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 0 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 1 | 1 |
| 1 | 0 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 1 | 1 |

AF3<sub>(16)</sub> =

|    |   |   |   |    |   |   |   |   |   |   |   |
|----|---|---|---|----|---|---|---|---|---|---|---|
| 1  | 0 | 1 | 0 | 1  | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 1 | 1 |
| 10 |   |   |   | 15 |   |   |   | 3 |   |   |   |

## 7. ZAMIANA LICZBY CAŁKOWITEJ Z SYSTEMU BINARNEGO NA ÓSEMKOWY

Przykład:  $101011110011_2 = 5363_8$

Dzielimy ciąg bitów na **triady**: **101 011 110 011**

|                    |                    |                    |                    |
|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|
| 101                | 011                | 110                | 011                |
| <b>4 2 1</b>       | <b>4 2 1</b>       | <b>4 2 1</b>       | <b>4 2 1</b>       |
| $1*4+1*1=5_{(10)}$ | $1*2+1*1=3_{(10)}$ | $1*4+1*2=6_{(10)}$ | $1*2+1*1=3_{(10)}$ |
| <b>5</b>           | <b>3</b>           | <b>6</b>           | <b>3</b>           |

Konwersja liczb w Magicznych Bloczkach:

Sys. źródłowy  | Sys. docelowy

101011110011<sub>(2)</sub> =

|   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 0 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 1 | 1 |
| 1 | 0 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 1 | 1 |

5363<sub>(8)</sub> =

|   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 0 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 1 | 1 |
| 5 |   |   |   | 3 |   |   |   | 6 |   |   |   |



## 8. KONWERSJA UŁAMKOWYCH LICZB DZIESIĘTNYCH NA LICZBY BINARNE

Założenie: **Założmy, iż chcemy znaleźć rozwinięcie binarne liczby dziesiętnej z dokładnością m bitów ułamkowych.** Uwaga: W tym celu liczbę dziesiętną mnożymy przez  $2^m$ , bierzemy część całkowitą wyniku i przeliczamy ją na zapis binarny. Następnie za pomocą przecinka oddzielamy od końca zapisu m bitów i otrzymujemy zapis binarny wyjściowej liczby dziesiętnej zadaną dokładnością.

Dane wejściowe:

L – liczba w systemie dziesiętnym

Dane wyjściowe:

C - przybliżona (dokładność m - bitów) wartość liczby w systemie dwójkowym.

Algorytm (Lista kroków):

**Krok 1. Pobierz liczbę L**

**Krok 2. Liczbę L mnożymy przez  $2^m$  = mnożnik,  $L := L * \text{mnożnik}$**

**Krok 3. Zaokrąglamy L w dół do wartości całkowitej;  $L := \text{Trunc}(L)$**

**Krok 4. Stosujemy algorytm przeliczania liczby dziesiętnej L na dwójkową C**  
(p. Rozdział 5)

**Krok 5. Rozdzielamy przecinkiem m – cyfr końcowych**

**Krok 6. Uzyskujemy wynik C (wraz z przecinkiem)**

### Przykład:

Zamiana liczby dziesiętnej  $L = 154,35_{(10)}$  z dokładnością do  $m=10$  bitów ułamkowych.

Krok 1.  $L := 154,35$

Krok 2.  $L := L * 1024$

Krok 3.  $L := \text{Trunc}(158054,4) = 158054$

Krok 4. Zamiana liczby dziesiętnej na dwójkową:

```

158054 div 2 = 79027 i reszta 0
79027 div 2 = 39513 i reszta 1
39513 div 2 = 19756 i reszta 1
19756 div 2 = 9878 i reszta 0
9878 div 2 = 4939 i reszta 0
4939 div 2 = 2469 i reszta 1
2469 div 2 = 1234 i reszta 1
1234 div 2 = 617 i reszta 0
617 div 2 = 308 i reszta 1
308 div 2 = 154 i reszta 0
154 div 2 = 77 i reszta 0
77 div 2 = 38 i reszta 1
38 div 2 = 19 i reszta 0
19 div 2 = 9 i reszta 1
9 div 2 = 4 i reszta 1
4 div 2 = 2 i reszta 0
2 div 2 = 1 i reszta 0
1 div 2 = 0 i reszta 1, koniec

```

$C = 100110100101100110_{(2)}$

**Krok 5. Ustawienie przecinka**

|   |   |   |   |   |   |   |   |  |    |    |    |    |    |    |    |    |    |     |
|---|---|---|---|---|---|---|---|--|----|----|----|----|----|----|----|----|----|-----|
| 7 | 6 | 5 | 4 | 3 | 2 | 1 | 0 |  | -1 | -2 | -3 | -4 | -5 | -6 | -7 | -8 | -9 | -10 |
| 1 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 1 | 0 |  | 0  | 1  | 0  | 1  | 1  | 0  | 0  | 1  | 1  | 0   |

**Krok 6.**  $m=10$ ,  $C=10011010$ , **0101100110****Przykład:**Zamiana liczby dziesiętnej  $L=1,25_{(10)}$  z dokładnością do  $m=2$  bitów ułamkowych.**Krok 1.**  $L:=1,25$ **Krok 2.**  $L:=L*4$ **Krok 3.**  $L:=\text{Trunc}(5)=5$ **Krok 4.** Zamiana liczby dziesiętnej na dwójkową: $5 \text{ div } 2 = 2 \text{ i reszta } 1$  $2 \text{ div } 2 = 1 \text{ i reszta } 0$  $1 \text{ div } 2 = 0 \text{ i reszta } 1, \text{ koniec}$  $C=101_{(2)}$ **Krok 5. Ustawienie przecinka**

|   |   |    |    |
|---|---|----|----|
| 1 |   | -1 | -2 |
| 1 | , | 0  | 1  |

**Krok 6.**  $m=2$ ,  $C=1,01$ **9. ZADANIE DOMOWE****Zad. 1**Zamień ciąg cyfr: **1111** w **systemie dwójkowym** na wartość w systemie dziesiętnym.Zamień ciąg cyfr: **1111** w **systemie trójkowym** na wartość w systemie dziesiętnym.Zamień ciąg cyfr: **1111** w **systemie czwórkowym** na wartość w systemie dziesiętnym.Zamień ciąg cyfr: **1111** w **systemie ósemkowym** na wartość w systemie dziesiętnym.Zamień ciąg cyfr: **1111** w **systemie szesnastkowym** na wartość w systemie dziesiętnym.**Zad. 2**Zamień ciąg cyfr: **255** w **systemie dziesiętnym** na system dwójkowy.Zamień ciąg cyfr: **255** w **systemie dziesiętnym** na system czwórkowy.Zamień ciąg cyfr: **255** w **systemie dziesiętnym** na system ósemkowy.Zamień ciąg cyfr: **255** w **systemie dziesiętnym** na system dwunastkowy.Zamień ciąg cyfr: **255** w **systemie dziesiętnym** na system szesnastkowy.**Zad. 3**Skonstruuj algorytm zamiany liczby całkowitej z systemu dziesiętnego na system liczbowy o podstawie  $p$ , gdzie  $p > 1$  oraz  $p < 10$ , w postaci schematu blokowego:

a). w zeszycie za pomocą ołówka

lub b). za pomocą programu Magiczne Bloczki, wydrukuj algorytm i wklej wydruk do zeszytu.

**Zad. 4 – dla zaawansowanych**Skonstruuj algorytm zamiany liczby całkowitej z systemu liczbowego o podstawie  $10 < p \leq 16$ , na system dziesiętny, w postaci schematu blokowego:

a). w zeszycie za pomocą ołówka

lub b). za pomocą programu Magiczne Bloczki, wydrukuj algorytm i wklej wydruk do zeszytu.

c). Opcjonalnie możesz oddać rozwiązanie w postaci programu napisanego w języku Pascal – na dyskietce lub płycie CD-R podpisanej : **klasa, imię , nazwisko**.