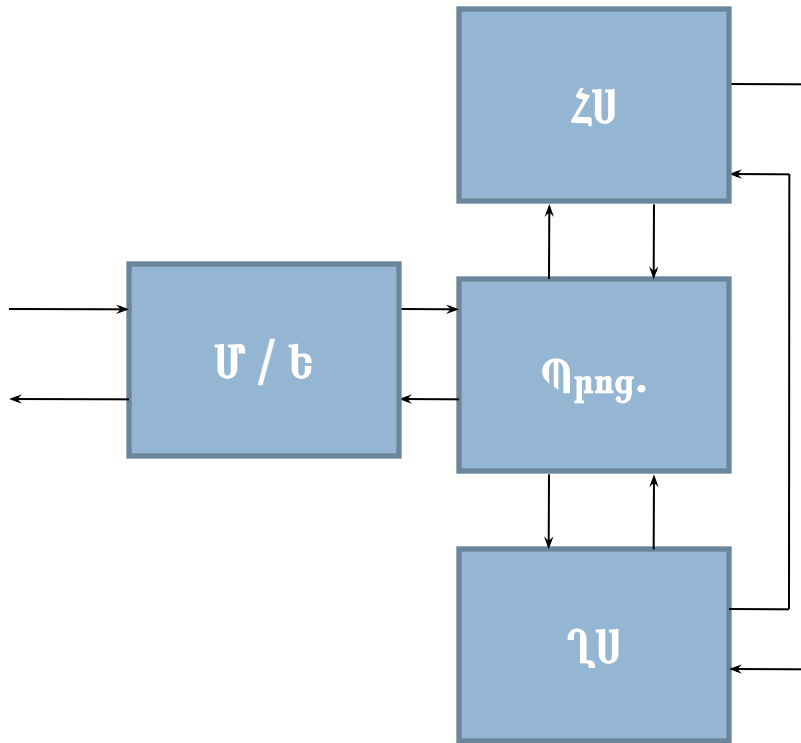


# ԻՆՖՈՐՄԱՏԻԿԱ

Տեսական դասընթացներ` .....	32 ժամ
Գործնական պարապմունքներ`	16 ժամ
Լաբորատոր պարապմունքներ`	16 ժամ
Ուսումնական պրակտիկա` .....	10 ժամ

# ՀԱՄԱԿԱՐԳՉԻ ՏՐԱՄԱԲԱՆԱԿԱՆ ՍԽԵՄԱՆ

Այս նկարում հանակարգիչը ներկայացված է 4 խոռոչազույն հանգույցների փոխկապակցված սխեմայի տեսքով, որտեղ



Մ/Ե հանգույցը՝ Մուտքի / Ելքի հանգույցն է,  
ՀՍ հանգույցը՝ Հիշող սարքերի հանգույցն է,  
Պրոցեսոր՝ Թվաբանական և  
տրամաբանական գործողություններ  
կատարող հանգույցն է,  
ՂՍ՝ Ղեկավարող սարք

# ՀԻՇՈՂ ՍԱՐՔԵՐԻ ՏԵՍԱԿՆԵՐԸ Լ ԿԱՌՈՒՑՎԱԾՔԸ

Հիշող սարքերը լինում են.

## 1. քստ գրադեցրած դիրքի

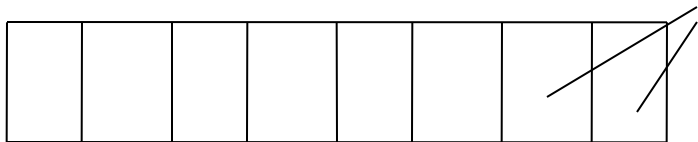
- ներքին (օպերատիվ և հաստատուն),
- արտաքին,

## 2. քստ օգտագործման եղանակի

- ուղիղ դիմումով,
- հաջորդական դիմումով:

Անկախ հիշող սարքի տեսակից նրանք բոլորն ունեն **բայթային** կառուցվածք.

7    6    5    4    3    2    1    0    բիտ



Ամենամեծ թիվը, որը կարող է գրանցվել մեկ բայթում, դա 8 հատ '1' թվանիշից կազմված՝ **11111111** թիվն է, որը համարժեք է 255 արժեք ունեցող թվին: Այսինքն,

$$255_{10} = 11111111_2$$

Ինչպես  $255 = 2 * 10^2 + 5 * 10^1 + 5 * 10^0$ ,  
այնպես էլ

$$11111111 = 1 * 2^7 + 1 * 2^6 + 1 * 2^5 + 1 * 2^4 + 1 * 2^3 +$$

$$+ 1 * 2^2 + 1 * 2^1 + 1 * 2^0$$

$$= 255$$

Բայթի պարունակությունը կարող է լինել ոչ միայն թիվ, այլ նաև որևէ նշանի **գաղտնագիր** :

## ԹՎԱՅԻՆ ՀԱՇՎԱՐԿԱՅԻՆ ՀԱՄԱԿԱՐԳԵՐ

Դիցուք,  $p$ -ն համակարգի հիմքն է:

Հետևաբար, այդ հիմքում թվերը ներկայացնելու համար օգտագործվում են

$T_p = \{0, 1, \dots, p-1\}$  բազմության թվանիշերը: Օրինակ,

$P=10$ -ի դեպքում  $T_{10} = \{0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9\}$ ,

$P=2$ -ի դեպքում  $T_2 = \{0, 1\}$ ,

$P=8$ -ի դեպքում  $T_8 = \{0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7\}$ ,

$P=16$ -ի դեպքում  $T_{16} = \{0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, A, B, C, D, E, F\}$ ,

որտեղ  $A$ -ն փոխարինում է  $10$  թվանիշին,

$B$ -ն՝  $11$  թվ.,  $C$ -ն՝  $12$  թվ.,  $D$ -ն՝  $13$  թվ.,  $E$ -ն՝  $14$  թվ. և  $F$  -ն՝  $15$  թվ.:

$P$  հիմքով համակարգի  $X_p = X_n X_{n-1} \dots X_1 X_0$  ամբողջ թվի արժեքը կարելի է հաշվել հետևյալ հայտնի բանաձևով.

$$X_n p^n + X_{n-1} p^{n-1} + \dots + X_1 p^1 + X_0 p^0 \quad (1)$$

Օրինակներ.

$$735_{10} = 7 \cdot 10^2 + 3 \cdot 10^1 + 5 \cdot 10^0 ,$$

$$110101011_2 = 1 \cdot 2^8 + 1 \cdot 2^7 + 0 \cdot 2^6 + 1 \cdot 2^5 + 0 \cdot 2^4 + 1 \cdot 2^3 + 0 \cdot 2^2 + 1 \cdot 2^1 + 1 \cdot 2^0 = 427$$

$$735_8 = 7 \cdot 8^2 + 3 \cdot 8^1 + 5 \cdot 8^0 = 477$$

$$3BF7_{16} = 3 \cdot 16^3 + 11 \cdot 16^2 + 15 \cdot 16^1 + 7 \cdot 16^0 = 15351$$

P հիմքով համակարգի  $Y_p = 0, X_{-1} X_{-2} \dots X_{n-1} X_n$  կոտորակային թվի արժեքը կարելի է հաշվել հետևյալ հայտնի բանաձևով.

$$X_{-1} p^{-1} + X_{-2} p^{-2} + \dots + X_{-(n-1)} p^{-(n-1)} + X_{-n} p^{-n} \quad (2)$$

Օրինակներ.

$$0.468 = \frac{4}{10^1} + \frac{6}{10^2} + \frac{8}{10^3}$$

$$0.110101_2 = \frac{1}{2^1} + \frac{1}{2^2} + \frac{0}{2^3} + \frac{1}{2^4} + \frac{0}{2^5} + \frac{1}{2^6} = 0.828125$$

$$0.3725_8 = \frac{3}{8^1} + \frac{7}{8^2} + \frac{2}{8^3} + \frac{5}{8^4} = 0.489501953125$$

## Թվերի ներկայացումը հաշվարկային համակարգերում

### ԱՄԲՈՂՁ ԹՎԵՐ

Դիցուք, տրված է  $A$  տասական ամբողջ թիվը, որը  $P$  հիմնով համակարգում ներկայացվում է՝  $X_p = x_n x_{n-1} \dots x_1 x_0$  տեսքով, որտեղ

$x_i \in T_p$  ( $i = \overline{0, n}$ ) հաճային (1) – ի կարելի գրել, որ

$$x_n p^n + x_{n-1} p^{n-1} + \dots + x_1 p^1 + x_0 = A \quad (3)$$

1 ֆայլ. ա)  $x_0 := \left\{ \frac{A}{p} \right\} x_0 := A \bmod p,$

բ)  $A \text{ կամ } \left[ \frac{A}{p} \right] := A \text{ div } p$  և

$$A = x_n p^{n-1} + x_{n-1} p^{n-2} + \dots + x_2 p^1 + x_1:$$

2 ֆայլ. ա)  $x_1 := \left\{ \frac{A}{p} \right\} x_1 := A \bmod p,$

բ)  $A \text{ կամ } \left[ \frac{A}{p} \right] := A \text{ div } p$  և

$$A = x_n p^{n-2} + x_{n-1} p^{n-3} + \dots + x_3 p^1 + x_2:$$

Այսպես շարունակելով կհասնենք  $(n+1)$  փայլին, երբ  $A = x_n p^0$  և  $(n+1)$  փայլ.

$$u) \quad x_n := \left\{ \frac{A}{p} \right\} \quad x_n := A \bmod p,$$

$$p) \quad A := \left[ \frac{A}{p} \right] \quad A \ominus = A \operatorname{div} p = 0:$$

Օրինակներ.

$$1) \quad X_{10} \rightarrow X_2$$

$$A = 628_{10}$$

$$1. \quad X_0 = 628 \bmod 2 = 0, \quad A = 628 \operatorname{div} 2 = 314$$

$$2. \quad X_1 = 314 \bmod 2 = 0, \quad A = 314 \operatorname{div} 2 = 157$$

$$3. \quad X_2 = 157 \bmod 2 = 1, \quad A = 157 \operatorname{div} 2 = 78$$

$$4. \quad X_3 = 78 \bmod 2 = 0, \quad A = 78 \operatorname{div} 2 = 39$$

$$5. \quad X_4 = 39 \bmod 2 = 1, \quad A = 39 \operatorname{div} 2 = 19$$

$$6. \quad X_5 = 19 \bmod 2 = 1, \quad A = 19 \operatorname{div} 2 = 9$$

$$7. \quad X_6 = 9 \bmod 2 = 1, \quad A = 9 \operatorname{div} 2 = 4$$

$$8. \quad X_7 = 4 \bmod 2 = 0, \quad A = 4 \operatorname{div} 2 = 2$$

$$9. \quad X_8 = 2 \bmod 2 = 0, \quad A = 2 \operatorname{div} 2 = 1$$

$$10. X_9 = 1 \bmod 2 = 1, A = 1 \operatorname{div} 2 = 0:$$

$$\text{Այսպիսով, } n=9 \text{ և } 628_{10} = X_9 X_8 X_7 X_6 X_5 X_4 X_3 X_2 X_1 X_0 = 1001110100_2$$

Ստուգումը կատարվում է (3) բանաձևով, տեղադրելով  $p=2$ :

$$2) \begin{matrix} X_{10} & \longrightarrow & X_8 \\ A = 628_{10} & & \end{matrix}$$

$$1. X_0 = 628 \bmod 8 = 4, A = 628 \operatorname{div} 8 = 78$$

$$2. X_1 = 78 \bmod 8 = 6, A = 78 \operatorname{div} 8 = 9$$

$$3. X_2 = 9 \bmod 8 = 1, A = 9 \operatorname{div} 8 = 1$$

$$4. X_3 = 1 \bmod 8 = 1, A = 1 \operatorname{div} 8 = 0:$$

$$\text{Այսպիսով, } n=3 \text{ և } 628_{10} = X_3 X_2 X_1 X_0 = 1164_8$$

Ստուգումը կատարվում է (3) բանաձևով, տեղադրելով  $p=8$ :



$$3) \quad A_{10}^{10} \xrightarrow{\quad} X_{16}^{16}$$

$$1. X_0 = 11591 \bmod 16 = 7, \quad A = 11591 \operatorname{div} 16 = 724$$

$$2. X_1 = 724 \bmod 16 = 4, \quad A = 724 \operatorname{div} 16 = 45$$

$$3. X_2 = 45 \bmod 16 = 13, \quad A = 45 \operatorname{div} 16 = 2$$

$$4. X_3 = 2 \bmod 16 = 2, \quad A = 2 \operatorname{div} 16 = 0:$$

$$\text{Այսպիսով, } n=3 \text{ և } 11591_{10} = X_3 X_2 X_1 X_0 = 2D47_{16}$$

Ստուգումը կատարվում է (3) բանաձևով, տեղադրելով  $p=16$ :

Բնական է, որ յուրաքանչյուր հաշվարկային համակարգում բոլոր թվաբանական գործողությունները պետք է կատարվեն և կատարվում են միևնույն հայտնի օրենքներով: Օրինակներ.

$$\begin{array}{r}
 (p=2) \quad 1101101 \quad (109) \\
 + \quad 11011 \quad (27) \\
 \hline
 10001000 \quad (136)
 \end{array}
 \qquad
 \begin{array}{r}
 (p=8) \quad 3746 \quad (2022) \\
 + \quad 527 \quad (343) \\
 \hline
 4475 \quad (2365)
 \end{array}$$

(p=2) 1101101	(109)	(p=8) 746	(486)
<u>      x      </u> 1011	( 11)	<u>      x      </u> 42	( 34)
1101101	1714		
1101101		3630	
1101101		-----	
-----			40214
			(16524)
10010101111	(1199)		

$$10010101111_2 = 2^{10} + 2^7 + 2^5 + 2^3 + 2^2 + 2^1 + 2^0 =$$

$$1024 + 128 + 32 + 8 + 4 + 2 + 1 = 1199$$

$$40214_8 = 4 * 8^4 + 2 * 8^2 + 1 * 8^1 + 4 * 8^0 = 16384 + 128 + 8 + 4 = 16524$$

(3) Բանաձևը զննելիս կարելի է եզրակացնել, որ երկուական ամբողջ թվի արժեքը հաշվարկվում է 2-ի աստիճանները գումարելով, քանի որ 2-ի աստիճաններին կից  $X_i$  գործակիցները կարող են լինել '0' կամ '1' սպիտակ,

$$A = X_n 2^n + X_{n-1} 2^{n-1} + \dots + X_1 2^1 + X_0 : \quad (4)$$

Օրինակ,  $A=475_{10}$  թիվը կարելի է ներկայացնել հետևյալ գումարի տեսքով.

$$475 = 256 + 128 + 64 + 16 + 8 + 2 + 1 \text{ կամ}$$

$$475 = 2^8 + 2^7 + 2^6 + 2^4 + 2^3 + 2^1 + 2^0 :$$

Յուրաքանչյուր գումարելին փոխարինվում է '1' թվանշանով, իսկ գումարելիների շարքում 2-ի բացակայող աստիճանների փոխարեն դրվում են '0' թվանշաններ:

Այսպիսով, ստանում ենք, որ

$$A = 475_{10} = 111011011_2$$

## ԿՈՏՈՐԱԿԱՅԻՆ ԹՎԵՐ

Դիցուք, տրված է  $B$  տասական կոտորակային թիվը, որը  $p$  հիմնով համակարգում ներկայացվում է՝  $Y_p = 0, X_{-1} X_{-2} \dots X_{-(m-1)} X_{-m}$  տեսքով, որտեղ  $X_{-j} \in (\mathbb{Z}_p) \setminus \{0\}$  է և  $X_{-m} \neq 0$  է, որ

$$X_{-1} p^{-1} + X_{-2} p^{-2} + \dots + X_{-(n-1)} p^{-(n-1)} + X_{-n} p^{-n} = B$$

1 փայլ. ա)  $X_{-1} = [B \times p]$  և  $X_{-1} = \text{trunc}(B * p)$

բ)  $B \stackrel{\text{և}}{=} \left\{ \frac{B}{p} \right\} = \text{frac}(B * p)$  և

$$B = X_{-2} p^{-1} + X_{-3} p^{-2} + \dots + X_{-(n-1)} p^{-(n-2)} + X_{-n} p^{-(n-1)}$$

2 փայլ. ա)  $X_{-2} = [B \times p^2]$  և  $X_{-2} = \text{trunc}(B * p^2)$

բ)  $B \stackrel{\text{և}}{=} \left\{ \frac{B}{p^2} \right\} = \text{frac}(B * p^2)$  և

$$B = X_{-3} p^{-1} + X_{-4} p^{-2} + \dots + X_{-(n-1)} p^{-(n-3)} + X_{-n} p^{-(n-2)}$$

Այս գործընթացը կավարտվի երբ  $B$ -ի արժեքը կհավասարվի '0'-ին:

Սակայն ավելի հաճախ խոսում են՝ որոշակի ճշտությամբ կոտորակի ներկայացման մասին:

Օրինակներ.

1)  $X_{10} \rightarrow X_2$

ա)  $B = 0,6875_{10}$

1.  $x_{-1} = \text{trunc}(0.6875 * 2) = 1, B := 0.375$

2.  $x_{-2} = \text{trunc}(0.375 * 2) = 0, B := 0.75$

3.  $x_{-3} = \text{trunc}(0.75 * 2) = 1, B := 0.5$

4.  $x_{-4} = \text{trunc}(0.5 * 2) = 1, B := 0.0$

Այսպիսով,  $n=4$  և  $0,6875_{10} = x_{-1}p^{-1} + x_{-2}p^{-2} + x_{-3}p^{-3} + x_{-4}p^{-4} = 0.1011_2$

բ)  $B = 0,6785_{10}$

1.  $x_{-1} = \text{trunc}(0.6785 * 2) = 1, B := 0.357$

2.  $x_{-2} = \text{trunc}(0.357 * 2) = 0, B := 0.714$

3.  $x_{-3} = \text{trunc}(0.714 * 2) = 1, B := 0.428$

4.  $x_{-4} = \text{trunc}(0.428 * 2) = 0, B := 0.856$

5.  $x_{-5} = \text{trunc}(0.856 * 2) = 1, B := 0.712$

6.  $x_{-6} = \text{trunc}(0.712 * 2) = 1, B := 0.424$  և այլն:

Սահմանափակվելով 6 կարգ ճշտությամբ, ստանում ենք.  $n=6$  և

$$0.6785_{10} \cong 0.101011_2$$

$$2) X_{10} \rightarrow X_8$$

$$B = 0,6785_{10}$$

$$1. x_{-1} = \text{trunc}(0.6785 * 8) = 5, \quad B := 0.428$$

$$2. x_{-2} = \text{trunc}(0.428 * 8) = 3, \quad B := 0.424$$

$$3. x_{-3} = \text{trunc}(0.424 * 8) = 3, \quad B := 0.392$$

$$4. x_{-4} = \text{trunc}(0.392 * 8) = 3, \quad B := 0.136$$

$$5. x_{-5} = \text{trunc}(0.136 * 8) = 1, \quad B := 0.088$$

$$6. x_{-6} = \text{trunc}(0.088 * 8) = 0, \quad B := 0.684$$

$$7. x_{-7} = \text{trunc}(0.684 * 8) = 5, \quad B := 0.472 \quad \text{և այլն:}$$

Սահմանափակվելով 7 կարգ ճշտությամբ, ստանում ենք.  $n=7$  և

$$0.6785_{10} \cong 0.5333105_8$$

# ԹՎԻ ՆԵՐԿԱՅԱՑՄԱՆ ՎԵՐԱԾՈՒՄԸ ՄԵԿ ՀԱՇՎԱՐԿԱՅԻՆ ՀԱՄԱԿԱՐԳԻՑ ՄՅՈՒՍԸ

Ընդհանուր դեպքում թվի ներկայացման վերածումը մեկ հաշվարկային համակարգից (P հիմքով) մյուսը (Q հիմքով) իրականացվում է երկու փուլերով՝ 10-ական հիմքով համակարգի միջոցով. P հիմքով հաշվարկային համակարգում տրված  $A_p$  թիվը առաջին փուլում վեր է ածվում  $A_{10}$  պատկերի, իսկ երկրորդ փուլում  $A_{10}$  պատկերից վեր է ածվում  $A_Q$  պատկերի: Օրինակ.

1)  $P=2$  հիմքով համակարգում տրված է  $A_2 = 11010111011$  թիվը: Պահանջվում է տրված թիվը ներկայացնել  $Q=8$  հիմքով հաշվարկային համակարգում:

1. Կատարում ենք վերածումը, գումարելով 2-ի համապատասխան աստիճանները.

$$A_{10} = \overset{A_2 \rightarrow A_{10}}{2^{16} + 2^9 + 2^7 + 2^5 + 2^4 + 2^3 + 2^1 + 2^0} = 1024 + 512 + 128 + 32 + 16 + 8 + 2 + 1 = 1723$$

2. Կատարում ենք  $A_{10} \rightarrow A_8$  վերածումը, հաջորդաբար բաժանելով  $A_{10}$  թիվը 8-ի վրա, վերցնելով հերթական մնացորդը և փոխրացնելով  $A_{10}$ -ը 8 անգամ.  $A_8 = 3273_8$ :

2)  $P=8$  հիմնով համակարգում տրված է  $A_8 = 67543$  թիվը: Պահանջվում է տրված թիվը ներկայացնել  $Q=16$  հիմնով հաշվարկային համակարգում:

1. Կատարում ենք վերածումը.

$$A_{10} = 6 \cdot 8^4 + 7 \cdot 8^3 + 5 \cdot 8^2 + 4 \cdot 8^1 + 3 = 24576 + 3584 + 320 + 32 + 3 = 28803:$$

2. Կատարում ենք վերածումը  $A_{10} \rightarrow A_{16}$  հաջորդաբար բաժանելով  $A_{10}$  թիվը  $16$ -ի վրա, վերցնելով հերթական մնացորդը և փոխրացնելով  $A_{10}$ -ը  $16$  անգամ.  $A_{16} = 7083_{16}$  :

Սակայն մասնավոր դեպքերում, երբ  $Q=P^h$  կամ  $P=Q^k$  ամբողջ  $k$  և  $h$  աստիճանացույցների համար, հնարավոր է թվերի պատկերների վերածումը իրականացնել առանց միջանկյալ  $10$ -ական համակարգի: Անդրադառնանք (4) բանաձևին և ձևափոխենք այն.

$$\begin{aligned} & X_n 2^n + X_{n-1} 2^{n-1} + \dots + (X_8 2^8 + X_7 2^7 + X_6 2^6) + (X_5 2^5 + X_4 2^4 + X_3 2^3) + (X_2 2^2 + X_1 2^1 + X_0) = \\ & = X_n 2^n + X_{n-1} 2^{n-1} + 2^6 (X_8 2^2 + X_7 2^1 + X_6) + 2^3 (X_5 2^2 + X_4 2^1 + X_3) + 2^0 (X_2 2^2 + X_1 2^1 + X_0): \end{aligned}$$

Տեղադրենք.  $2^0$ -ի փոխարեն  $8^0$ ,  $2^3$ -ի փոխարեն  $8^1$ ,  $2^6$ -ի փոխարեն  $8^2$  և այլն: Յուրաքանչյուր գույգ փակագծերի ներսում ներկայացված երեք գումարելիների գերագույն արժեքը չի գերազանցում  $7$  արժեքը:



Բերված դատողությունների հիման վրա ձևափոխված (4) գումարը կարող ենք ներկայացնել 8-ի աստիճանների գումարի տեսքով, որոնց կից  $Y_i$  գործակիցները  $T_8 = \{0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7\}$  բազմությունից են, այսինքն, 8-ական թվանշաններ են: Այսպիսով,

$$X_n 2^n + X_{n-1} 2^{n-1} + \dots + X_2 2^2 + X_1 2^1 + X_0 = Y_m 8^m + Y_{m-1} 8^{m-1} + \dots + Y_2 8^2 + Y_1 8^1 + Y_0$$

և թվի պատկերը 2-ական համակարգից 8-ական վերածելու համար նրա թվանշանները բաժանվում են եռյակների՝ սկսած միավոր թվանշանից ու փոխարինվում համապատասխան 8-ական թվանշանով: Եթե ավագ կարգերում եռյակ չի ձևավորվում, ապա առջևից լրացվում է '0' թվանշաններով:

Այս ամենը հնարավոր դարձավ, քանի որ  $8 = 2^3$  ( $Q = P^3$ ):

Նույն սկզբունքով կարելի է թվի պատկերը 2-ական համակարգից վեր ածել 16-ական համակարգ, քանի որ  $16 = 2^4$  ( $Q = P^4$ ): Այս դեպքում թվի երկուական պատկերը բաժանվում է քառյակների և յուրաքանչյուր քառյակ փոխարինվում է համապատասխան 16-ական թվանշանով:

Օրինակներ.

1)  $P=2$  հիմքով համակարգում տրված  $A_2 = 11010111011$  թիվը  $8$ -ական համակարգ վերածելու համար այն բաժանում ենք եռյակների, որոնց հետո փոխարինում ենք համարժեք  $8$ -ական թվանշաններով.

$$A_2 = 011\_010\_111\_011 = 3273_8$$

2)  $P=2$  հիմքով համակարգում տրված  $A_2 = 11010111011$  թիվը  $16$ -ական համակարգ վերածելու համար այն բաժանում ենք քառյակների, որոնց հետո փոխարինում ենք համարժեք  $16$ -ական թվանշաններով.

$$A_2 = 0110\_1011\_1011 = 6BB_{16}$$

Դիտարկված օրինակներում  $Q > P$  : Հակառակ դեպքերում, երբ  $P > Q$  ( $P = Q^k$ ) կատարում ենք հետևյալը.  $P$  հիմքով համակարգում տրված թվի յուրաքանչյուր թվանշան փոխարինում ենք նրա  $k$ -կարգանի պատկերով  $Q$  համակարգում:  
Օրինակ,

$$k=3 \text{ դեպքում. } 72_8 = 111\_010_2, \quad 36_8 = 011\_110_2,$$

$$k=4 \text{ դեպքում. } CB81_{16} = 1100\_1011\_1000\_0001_2 :$$