

Negatiivsete kahendarvude esitus

- märk-ja-(abs.)väärtus (sign-and-magnitude)
- täiendkood (two's complement)
- pöördkood (one's complement)

Märk-ja-väärtus kood

+/-	a ₆	a ₅	a ₄	a ₃	a ₂	a ₁	a ₀
0	0	1	1	0	1	1	1
1	0	1	1	0	1	1	1

Diapasoon: $-(2^{n-1} - 1)$ kuni $+(2^{n-1} - 1)$

Aritmeetika: liitmis/lahutamise algoritm

- samamärgilistel väärtused liituvad;
- erimärgilistel on vaja väärtusi võrrelda:
- - võrdsed väärtused \rightarrow res=0;
- - erinevad väärtused \rightarrow lahutada suuremast väiksem;

Korrutamise/jagamise - märk aritmeetika reeglitega; väärtus tavalise kahendtehtega.

Täiendkood (täiend aluse suhtes)

Moodularvutus:

$$a = A \pmod{m}$$

$$(A-a)/m = \text{täisarv}$$

$$\text{Erijuht: } A < 0 \quad |A| < m \quad a > 0$$

$$(A-a) / m = -1$$

$$A - a = -m$$

$$a = m + A$$

$$a = m - |A|$$

Täiendkood 10-süsteemis

Mod=10 000

$$- \quad 0153 \quad \Rightarrow \quad 9847$$

$$+ \quad 0176 \quad \Rightarrow \quad 0176$$

$$(1)0023$$

$$+ \quad 0153 \quad \Rightarrow \quad 0153$$

$$- \quad 0176 \quad \Rightarrow \quad 9824$$

$$9977$$

$$- 0023$$

- 0153 ⇒ 9847
 - 0176 ⇒ 9824

(1)9671
 0329

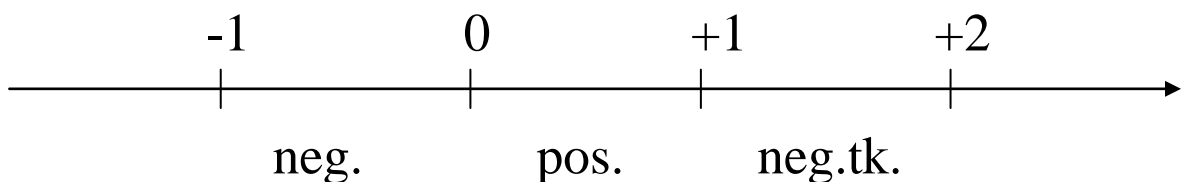
Moodul: 2^k

- murdarvud $(-1) \leq x \leq (1-2^{-m})$

+/-	a ₁	a ₂	a ₃	a _{-m+1}	a _{-m}
-----	----------------	----------------	----------------	-------	-------------------	-----------------

moodul = 2

$x_t = 2 - |x|$ - täiendkood murdarvude jaoks



Positiivsed arvud:

- 0,000....00 - min
- 0,111....11 - max
- 1,111....11 - min
- 1,000....00 - max

Täiendkoodi leidmine:

1. täiendkoodi valem
2. pöördkood + 1 nooremaste järku

3. nooremad järgud samaks kuni esimese üheni (k.a.), vanemad järgud pöördkoodi

$$(x_t)_t = 2 - |x_t| = 2 - |2 - |x|| = |x|$$

Summeerimine ja ületäitumise probleemid

- ülekanDED märgijärku ja sealt välja
- samamärgilised arvud

$$\begin{array}{r} 0,0101 \quad (5/16) \\ + \quad 0,1001 \quad (9/16) \\ \hline 0,1110 \quad (14/16) \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 1,1010 \quad (-6/16) \\ + \quad 1,1001 \quad (-7/16) \\ \hline (1)1,0011 \quad (-13/16) \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 1,0110 \quad (-10/16) \\ + \quad 1,0010 \quad (-14/16) \\ \hline (1)0,1000 \quad (-24/16) \end{array}$$

- erimärgilised arvud

$$\begin{array}{r} 0,0101 \quad (5/16) \\ + \quad 1,0010 \quad (-14/16) \\ \hline 1,0111 \quad (-9/16) \end{array}$$

$$\begin{array}{r}
 1,1011 \quad (-5/16) \\
 + \quad 0,1110 \quad (14/16) \\
 \hline
 \end{array}$$

$$(1)0,1001 \quad (9/16)$$

Seega: mõlemad ülekanDED = 1 või = 0 - OK
 ülekanDED erinevad - ületäitumine

Täisarvud:

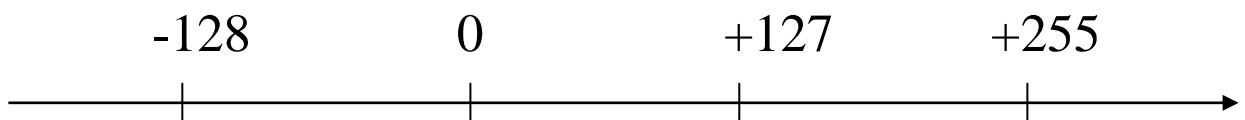
+/-	a ₆	a ₅	a ₄	a ₃	a ₂	a ₁	a ₀
0	0	1	1	0	1	1	1
1	1	0	0	1	0	0	1

$$\text{mod} = 2^8$$

Diapasioon : $(-2^7) \rightarrow (2^7 - 1)$, kokku 2^8 vektorit

$$\begin{array}{r}
 + \quad 19 \quad 00010011 \\
 - \quad 19 \quad 11101101 \\
 + \quad 36 \quad 00100100 \\
 \hline
 \end{array}$$

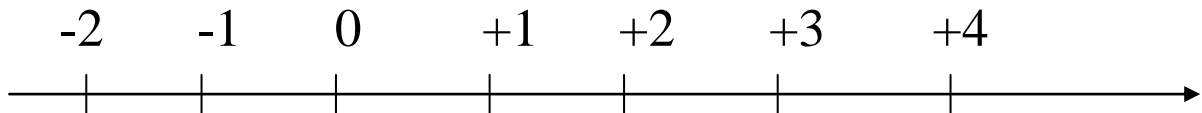
$$(1) \quad 00010001$$



Laiendatud (modifitseeritud) täiendkood

Murdarvud:

mod=4



00, - norm. pos. arvud

01, - ÜT pos. arvud

11, - norm. neg. arvud

10, - ÜT neg arvud

$$\begin{array}{r} 11,0110 \quad (-10/16) \\ + \quad 11,0010 \quad (-14/16) \end{array}$$

$$(1) 10,1000 \quad (-24/16)$$

$$\begin{array}{r} 11,1011 \quad (-5/16) \\ + \quad 00,1110 \quad (14/16) \end{array}$$

$$(1) 00,1001 \quad (9/16)$$

$$(-38/64) + (24/64) = -0,100110 + (0,011000)$$

1	0	1	1	0	0	1
0	0	1	1	0	0	0
1	1	1	0	0	0	1

$$(38/64) + (-24/64) = 0,100110 + (-0,011000)$$

0	1	0	0	1	1	0
1	1	0	0	1	1	1
(1)0	0	0	1	1	0	1
						+1
0	0	0	1	1	1	0

$$x_{p\Sigma} = x_1 + 2 - 2^{-m} - |x_2| = 2 + x_1 - |x_2| - 2^{-m}$$

Täisarvud

$$x_p = 2^n - 1 - |x|$$

$$x_{p\Sigma} = 2^n - 1 - |x_1| + 2^n - 1 - |x_2| = 2 * 2^n - |x_1 + x_2| - 2$$

Näide

n=6

-22 + 28

64	32	16	8	4	2	1
1	1	0	1	0	0	1
0	0	1	1	1	0	0
(1)0	0	0	0	1	0	1
					+	1
				1	1	0

Laiendatud (modifitseeritud) pöördkood

$$x_p = 4 - 2^{-m} - |x|$$

$$x_p = x_t - 2^{-m}$$

Täiend- ja pöördkoodis esitatud arvude nihutamine

Vasakule nihutamine: $*2$ ($* 2^k$)

Paremale nihutamine: $:2$ ($: 2^k$)

$$x_t = 2 - |x| \quad (\leftarrow 1)$$

$$2 * x_t = (2) + 2 - |2 * x|$$

$$x_t = 2 - |x| \quad (\rightarrow 1)$$

$$0,5 * x_t = 1 - |x/2| \quad \text{parandus märgibitti}$$

$$x_p = 4 - 2^{-m} - |x| \quad (\leftarrow 1)$$

$$2 * x_p = (4) + 4 - 2 * 2^{-m} - |2*x| \quad \text{ringülekanne}$$

$$x_p = 4 - 2^{-m} - |x| \quad (\rightarrow 1)$$

$$0,5 * x_p = 4/2 - 2^{-m-1} - |0,5 * x| =$$

$$= 4/2 - 2^{-m} + 2^{-m-1} - |0,5 * x| \quad \text{parandus märgibitti}$$

Näide:

$$A=+36 \quad B=-6 \quad (1/4)*A + 8*B \quad (9-48)$$

A	0	1	0	0	1	0	0
B	1	1	1	1	0	0	1
1/4*A	0	0	0	1	0	0	1
8*B	1	0	0	1	1	1	1
-39	1	0	1	1	0	0	0
-39	-	1	0	0	1	1	1

Kahend-kümnendkoodid

(Binary-Coded-Decimal - BCD-koodid)

$$\{0,1, \dots, 9\} \Rightarrow \{0000, 0001, \dots, 1111\}$$

$$10 \Rightarrow 16$$

$$16*15*14*13*12*11*10*9*8*7 = \\ = (16!)/(6!) = 2,9 * 10^{10}$$

Nr.	8421	XS3	XS6	2421	84-2-1
0	0000	0011	0110	0000	0000
1	0001	0100	0111	0001	0111
2	0010	0101	1000	0010	0110
3	0011	0110	1001	0011	0101
4	0100	0111	1010	0100	0100
5	0101	1000	1011	1011	1011
6	0110	1001	1100	1100	1010
7	0111	1010	1101	1101	1001
8	1000	1011	1110	1110	1000
9	1001	1100	1111	1111	1111

Täiendus 9-ni

Kasvav järjekord

Liitmine koodis 8421-BCD

- $a_i + b_i + c_i < 10 \Rightarrow$ tetraad õige, $c_{i+1} = 0$
- $a_i + b_i + c_i \geq 10 \Rightarrow$ tetraadile +6, $c_{i+1} = 1$

Näide: 392 + 177

	+1		
392	0011	1001	0010
177	0001	0111	0111
<hr/>			
	0100	0000	1001
		+0110	
<hr/>			
569	0101	0110	1001

Summatoris vaja realiseerida +6, kui tetraad on > kui 9 või tekib ülekanne.

Avaldada parandusliikme funktsioon.

Negatiivsed arvud BCD-koodides

Kood 8421-BCD

- igale tetraadile +6
- tetraadid - pöördkoodi (täienduvus 9-ni), noorem tetraad täiendkoodi (täienduvus 10-ni)
- märgitetraad

+2309	0000	0010	0011	0000	1001
+6		0110	0110	0110	0110
	0000	1000	1001	0110	1111
-2309	1111	0111	0110	1001	0001

Näited:

216-191

-216+191

			+1		
-216	1111	0111	1000	0100	
+191	0000	0001	1001	0001	
	1111	1001	0001	0101	
			+0110		
-025	1111	1001	0111	0101	
			+1		
+216	0000	0010	0001	0110	
-191	1111	1000	0000	1001	
	0000	1010	0010	1111	
		+0110		+0110	
-025	(1)0000	0000	0010	0101	

