Zobrazení čísel v počítači - příklady

Def.. 1 slabika = 1 byte = 8 bitů, 1 bit = 0 nebo 1 (ve dvojkové soustavě)

1. Zobrazení celých čísel

a) přímý kód se znaménkem

$(4)_{10} = (\mathbf{\underline{0}000\ 0100})_{PK}$ $(-7)_{10} = (\mathbf{\underline{1}000\ 0111})_{PK}$
$(7)_{10} = (\mathbf{\underline{0}000\ 0111})_{PK}$ $(-4)_{10} = (\mathbf{\underline{1}000\ 0100})_{PK}$

Př. V přímém kódu zobrazte (na **osm** bitů) čísla:
a) 55 ***b)*** -55
Výsledek zapište v šestnáctkové soustavě.

55:2	27	**1**
27	13	**1**
13	6	**1**
6	3	**0**
3	1	**1**
1	0	**1**

$(55)_{10} = (\mathbf{\underline{0}011\ 0111})_{PK} = (\mathbf{37})_{16}$
$(-55)_{10} = (\mathbf{\underline{1}011\ 0111})_{PK} = (\mathbf{B7})_{16}$

b) doplňkový kód

Př. V doplňkovém kódu zobrazte (na 16 bitů) čísla***:***
a) 55 b) -55 c) 1023 d) -1023
Výsledek zapište v šestnáctkové soustavě.

$(55)_{10} = (\mathbf{0000\ 0000\ 0011\ 0111})_{DK} = (\mathbf{0037})_{16}$

Trik pro rychlejší výpočet při zobrazování záporných čísel: $\mathbf{2^{16}-55 = \underline{2^{16}-1}-55+1}$

maximální číslo zobrazitelné v binární soustavě na 16 bitů

$\mathbf{\underline{2^{16}-1-55}}$**:** **v zápise čísla 55 v binární soustavě prohodíme 1 a 0**

$(-55)_{10} = \underbrace{1111\ 1111\ 1100\ 1000}_{\text{inverze}}+1 = \underbrace{1111\ 1111\ 1100\ 1001}_{\text{doplněk}} = (\mathbf{1111\ 1111\ 1100\ 1001})_{DK} = (\mathbf{FFC9})_{16}$

Postup pro zobrazování **záporných čísel** v doplňkovém kódu:

1. zobrazit kladné číslo v binární soustavě
2. prohodit 1 a 0 v zápise binárního čísla
3. přičíst 1

$(1023)_{10} = (\mathbf{0000\ 0011\ 1111\ 1111})_2 = (\mathbf{03FF})_{16}$

$(-1023)_{10} = \underbrace{1111\ 1100\ 0000\ 0000}_{\text{inverze}}+1 = (\mathbf{1111\ 1100\ 0000\ 0001})_2 = (\mathbf{FC01})_{16}$

c) kód s posunutou nulou

Př: V kódu s posunutou nulou zobrazte (na **osm** bitů) čísla:

a) 55 b) -55 c) 2^5+1.

Výsledek zapište v šestnáctkové soustavě. Báze posunutí (zobrazení) je 2^7-1.

a) $2^7-1 +55 = 128+54=182$
b) $2^7-1 - 55 = 128-56=72$
c) $2^7-1+2^5+1=2^7+2^5=160$

a)

182:2	91	**0**
91	45	**1**
45	22	**1**
22	11	**0**
11	5	**1**
5	2	**1**
2	1	**0**
1	0	**1**

b)

72:2	36	**0**
36	18	**0**
18	9	**0**
9	4	**1**
4	2	**0**
2	1	**0**
1	0	**1**

c)

```
  10000000
+ 00100000
  10100000
```

$(182)10=(1011\ 0110)_2=(B6)_{16}$ $(72)_{10}=(0100\ 1000)_2=(48)_{16}$ $(160)_{10}=(1010\ 0000)_2=(A0)_{16}$

2. Zobrazení čísel v pohyblivé řádové čárce

Zobrazení reálných nebo příliš velkých celých čísel se provádí v **pohyblivé řádové čárce.**
Čísla jsou zobrazena ve tvaru:

$$č = M \cdot z^E$$

kde

M…mantisa čísla, zobrazená v soustavě o základu z
E….exponent
z….základ pro výpočet exponentové části

Jedním z používaných formátů pro zobrazení čísel v pohyblivé řádové čárce je formát podle standardu IEEE 754(Institute of Electrical and Electronic Engineers) používaný v moderních počítačích.

Zobrazení reálného čísla v jednoduché přesnosti:

z	exponent	mantisa
31	30 23	22 0

Mantisa

- je uložena na 23 bitech v přímém kódu se znaménkem
- Znaménkový bit mantisy je označen *z*
- Kladné číslo má znaménkový bit nulový, u záporného čísla je v *z* uložena 1
- Nejvyšší bit mantisy je vždy 1 a nezobrazuje se (mantisa se ukládá počínaje druhým významným bitem-ještě zvyšuje přesnost zobrazení)
- Myšlená desetinná tečka je umístěna za nejvyšším bitem mantisy

Exponent

- je uložen na 8 bitech v kódu s posunutou nulou, báze posunutí je 2^7-1=**127**

Př. Zobrazte ve formátu IEEE (na 4 bytech) následující reálná čísla:

a) -258,125 ***b) 69,1875*** ***c) -0,453125***

Výsledek zapište v šestnáctkové soustavě.

Ad a)

$(258)_{10}=(100000010)_2$

$0{,}125 \cdot 2 = 0{,}25$	**0**	↓	$(0{,}125)_{10}=(0{,}001)_2$
$0{,}25 \cdot 2 = 0{,}5$	**0**		
$0{,}5 \cdot 2 = 1{,}0$	**1**		

$(258{,}125)_{10}=(100000010{,}001)_2$

norm. tvar: $1{,}00000010001*2^8$

exp.: $2^7-1+8=2^7+7=10000000+111=$**$(10000111)_{PN}$**

$(258{,}125)_{10}$= $(1100\ 0011\ 1000\ 0001\ 0001\ 0000\ 0000\ 0000)_{IEEE}$ =

= $(\ C\ \ 3\ \ 8\ \ 1\ \ 1\ \ 0\ \ 0\ \ 0\ )_{16}$

Ad b)

$(69)_{10}=(1000101)_2$

$0{,}1875 \cdot 2 = 0{,}375$	**0**	↓	$(0{,}1875)_{10}=(0{,}0011)_2$
$0{,}375 \cdot 2 = 0{,}75$	**0**		
$0{,}75 \cdot 2 = 1{,}5$	**1**		
$0{,}5 \cdot 2 = 1$	**1**		

$(69{,}1875)_{10}=(1000101{,}0011)_2$

norm. tvar: $1{,}0001010011*2^6$

exp.: $2^7-1+6=2^7+5=10000000+101=$(**$10000101)_{PN}$**

$(69{,}1875)_{10}$= $(0100\ 0010\ 1000\ 1010\ 0110\ 0000\ 0000\ 0000)_{IEEE}$ =

= $(\ 4\ \ 2\ \ 8\ \ A\ \ 6\ \ 0\ \ 0\ \ 0\ )_{16}$

Ad c)

$0{,}453125 \cdot 2 = 0{,}90625$	**0**	↓	$(0{,}453125)_{10}=(0{,}011101)_2$
$0{,}90625 \cdot 2 = 1{,}8125$	**1**		
$0{,}8125 \cdot 2 = 1{,}625$	**1**		**norm. tvar:** $1{,}1101*2^{-2}$
$0{,}625 \cdot 2 = 1{,}25$	**1**		**exp.:** $2^7-1-2=2^7-3=$(**$01111101)_{PN}$**
$0{,}25 \cdot 2 = 0{,}5$	**0**		
$0{,}5 \cdot 2 = 1$	**1**		

$(0{,}453125)_{10}$=$(\ 1011\ 1110\ 1110\ 1000\ 0000\ 0000\ 0000\ 0000)_{IEEE}$ =

= $(\ B\ \ E\ \ E\ \ 8\ \ 0\ \ 0\ \ 0\ \ 0\ )_{16}$

Příklad k procvičení:

Zobrazte ve formátu IEEE (na 4 bytech):

$(-259{,}5)_{10}$

výsledek: $(1100\ 0011\ 1000\ 0001\ 1100\ 0000\ 0000\ 0000\ )_{IEEE}$

Zobrazení čísel – další příklady

Př.1:

Převeďte číslo **11010011**
z ***přímého kódu se znaménkem*** do desítkové soustavy.

11010011
- (64+16+3) = -83

Př.2:

Převeďte číslo **10111001**
z ***doplňkového kódu*** do desítkové soustavy.

10111001 -> 01000111 = 64+7= -71
záporné číslo

Př.3:

Převeďte číslo **01000111**
z ***kódu s posunutou nulou*** do desítkové soustavy.

01000111 = 64+7=71 $-2^{7}+1+71=-128+72=-56$

Př.4:

Převeďte číslo
0100 0011 1000 0001 0001 0000 0000 0000
z *formátu IEEE* (na 4 bytech) do *desítkové soustavy*.

0 100 0011 1 000 0001 0001 0000 0000 0000
+ 135-127
=8 1,00000010001
1 00000010,001
256 + 2 0,125
+258,125