# ZOBRAZENIE ČÍSEL V POČÍTAČI

**CELÉ ČÍSLA**

Najpoužívanejšie kódy:

* *priamy kód*
* *inverzný kód*
* *doplnkový kód*

**PRIAMY KÓD**

V priamom kóde sa najvyšší bit používa ako *znamienkový bit.*

Kladné čísla sa zobrazujú rovnako, ako prirodzené čísla, záporné číslo sa líši od kladného tým, že znamienkový bit má jednotkový. Číslo 0 má 2 obrazy.

Príklad: číslo 5 v priamom kóde : 0101

číslo -5 v priamom kóde : 1101

**INVERZNÝ KÓD**

V inverznom kóde má najvyšší bit opäť význam znamienka. Kladné čísla sa zobrazujú rovnako, ako prirodzené čísla. Záporné číslo v inverznom kóde sa získa tak, že kladné číslo s rovnakou absolútnou hodnotou sa invertujte bit po bite. Číslo 0 má opäť 2 obrazy.

Príklad: číslo 5 v inverznom kóde : 0101

číslo -5 v inverznom kóde : 1010

**DOPLNKOVÝ KÓD**

V doplnkovom kóde, tak, ako v inverznom kóde, má najvyšší bit opäť význam znamienka. Kladné čísla sa zobrazujú rovnako, ako prirodzené čísla. Záporné číslo v doplnkovom získame zo záporného čísla i nverznom kóde tak, že k nemu pripočítame jedničku v najnižšom ráde. Číslo 0 má len 1 obraz.

Príklad: číslo 5 v doplnkovom kóde : 0101

číslo -5 v doplnkovom kóde : 1011

Príklady zobrazenia čísel v 8-bitovom registri:

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

Číslo Priamy kód Inverzný kód Doplnkový kód

- 127 11111111 10000000 10000001

+ 127 01111111 01111111 01111111

- 8 10001000 11110111 11111000

+ 8 00001000 00001000 00001000

+ 0 00000000 00000000 00000000

- 0 10000000 11111111 00000000

- 3 10000011 11111100 11111101

+ 3 00000011 00000011 00000011

ÚLOHA:

Vyjadrite v priamom, inverznom a doplnkovom kóde všetky čísla z intervalu <-10, +10>, zobrazte ich v 8-bitovom registri.

# ČÍSELNÉ SÚSTAVY

**HISTÓRIA VZNIKU ČÍSELNÝCH SÚSTAV**

Už oddávna sa ľudia snažili vyjadriť čísla pomocou znakov. Prvé historické záznamy čísel sa objavili už u starých Sumerov, ktorí používali klinové písmo. Využívali 60-tkovú sústavu. Tento systém používame dodnes pri určovaní hodín a uhlov. To je príklad nepozičnej číselnej sústavy.

Myšlienka pozičnej číselnej sústavy vznikla pravdepodobne v Číne. Z Číny sa tento číselný systém dostal do Indie. Tu sa zdokonalil tak, ako ho poznáme dnes. Odtiaľ sa rozšíril do arabských krajín okolo r. 773 n.l. Arabskí matematici pridali do systému destinnú časť. Takýto číselný systém bol prinesený do Európy až v 12. storočí.

Číselná sústava je konečný počet rôznych číslic, resp. znakov, ktoré sa dajú kombinovať podľa presných syntaktických pravidiel. Týmto kombináciam je priradený jednoznačný kvantitatívny význam. Podľa toho poznáme číselné sústavy *pozičné(polyadické) , polopozičné(rímska sústava), nepozičné( sústava zvyškových tried).*

Ďalej sa budeme zaoberať iba pozičnými číselnými sústavami.

Dohodnutá terminológia:

**Číslica –** dohodnutý grafický znak používaný na zápis čísel ( napr.5)

**Číslo –** postupnosť číslic zostavená podľa určitých pravidiel a vyjadrujúca kvantitu

( napr. 525)

**Základ číselnej sústavy-** číselný zápis, ktorý udáva počet rôznych možných číslic v číselnej sústave ( napr. základ desať je 10 a určuje 10 rôznych desiatkových číslic)

# NAJČASTEJŠIE POUŽÍVANÉ ČÍSELNÉ SÚSTAVY

Desiatková číselná sústava: z = 10, číslice 0,1,2,3,4,5,6,7,8,9

Osmičková číselná sústava: z = 108 , číslice 0,1,2,3,4,5,6,7

Dvojková číselná sústava: z = 102 , číslice 0, 1

Šestnástková(hexadecimálna) sústava: z = 1016 , číslice 0,1,2,3,4,5,6,7,8,9,A,B,C,D,E, F

Poradie (pozícia) číslica v zápise čísla má svoju **váhu** a nie je ľubovoľné.

# Príklad

***desiatkové číslo*** **525** = **5** x 102  + **2** x 101 + **5** x 100 je polyadický zápis čísla

↓ ↓ ↓

počet stoviek ↓ počet jednotiek

počet desiatok

Hodnota čísla je viazaná na pozíciu jednotlivých číslic. Pozícia jednotlivých číslic v tomto príklade má váhu stoviek, desiatok a jednotiek ( mocniny desiatky).

# Príklad 1

***dvojkové číslo*** **10012 = 1** x 2 3 + **0** x 22 + **0** x 2 1 + **1** x 20

vyjadruje desiatkovú hodnotu8 + 0 + 0 + 1 = 9 10

Každá číslica v zápise čísla má váhu mocniny dvojky.

Uvedieme tabuľku niekoľkých mocnín dvojky.

20 =  1 26 = 64 212 = 4096

21 = 2 27 = 128 213 =  8192

22 = 4 28 = 256 214 = 16384

23 = 8 29 = 512 215 = 32768

24 = 16 210 = 1024 216 = 65536

25 = 32 211 = 2048 217 = 131072

ÚLOHY

1. Vypočítajte desiatkovú hodnotu niektorých dvojkových čísel v  8-bitovom registri ( pozor! Máme na mysli ***absolútne hodnoty,*** nie čísla so znamienkom)

00000001

00000010

00000011

00010110

10010101

11000110

01101100

01111111

10000000

11111111

2. Vypočítajte desiatkovú hodnotu niektorých dvojkových čísel v 11 bitovom registri

00100110011

11001100000

10000000000

11111111111

3. Vypočítajte desiatkovú hodnotu niektorých dvojkových čísel v 16 bitovom registri

1000100010010011

1110010001001000

0010000000000000

0111111111111111

# Príklad 2

***osmičkové číslo* 127 8 = 1** x 82  +  **2** x 81 + **7** x 80

vyjadruje desiatkovú hodnotu 64 + 16 + 7 = 8710

ÚLOHY

4. Vypočítajte desiatkovú hodnotu osmičkových čísel

234

765

106

777

# Príklad 3

## šestnástkové číslo 9316 = 9 x 161 + 3 x 160

vyjadruje desiatkovú hodnotu 144+ 3 = 14710

ÚLOHY

5. Vypočítajte desiatkovú hodnotu šestnástkových čísel

123

2A1

1BC

DE

# ZÁVER

Ak číslo **N** predstavuje postupnosť číslic a i z danej číselnej sústavy, potom pre jeho absolutnú hodnotu platí:

p

**‌ N ‌ = ∑ ai zi**

i = q

pričom q môže byť < 0 (pôjde o zlomkové číslo)

p>= 0

ai  sú celé čísla ( 0,1,2,3.....)

z > 1 ( nemá zmysel uvažovať sústavy o z = 0 alebo z = 1)

zi  je váha číslice ai

Poznámka:  *budeme sa zaoberať iba celými kladnými číslami ( q = 0),*

hodnota p je konečná a je daná dohodnutou vnútornou konštrukciou počítača (registre, pamäť)

### PREVODY MEDZI ČÍSELNÝMI SÚSTAVAMI

Budeme sa zaoberať prevodmi celých kladných čísel

1. do desiatkovej sústavy
2. z desiatkovej sústavy
3. medzi sústavami o z ≠ 10

# 1. Prevod do desiatkovej sústavy

Tento prevod sme už vykonali v prechádzajucej kapitole, keď sme jednoducho vyčíslili hodnotu polynómu ∑ai zi ( v aritmetike desiatkovej sústavy).

# Príklad 4

Skúste previesť 1320 do desiatkovej sústavy.

Uvedomme si, že to môže byť 13204, 13205, ....

Nech je to 13208.

Potom jednoducho 13208  = 1x 83  + 3x 82  + 2x 8***1*** +0x8***0*** = 72010

# Príklad 5

Podobne číslo 1011 môže byť dvojkové, osmičkové, .....

10112 = 1110 ale 10118 = 52110 101116 = 411310

**Príklad 6**

Nájdite desiatkovú hodnotu šestnástkového čísla FE

FE16 = 15 x 16 + 14 = 254

# 2. Prevod z desiatkovej sústavy

Prevod sa vykonáva postupným delením čísla základom číselnej sústavy, do ktorej sa číslo prevádza dovtedy, kým nie je podiel nula. Výpočet sa deje v aritmetike desiatkovej sústavy.Ukážeme na príklade.

5310  preveďme do štvorkovej sústavy

53 : 4 = 13 zvyšok 1 ↑

13 : 4 = 3 zvyšok 1 │

3 : 4 = 0 zvyšok 3 │

Postupnosť zvyškov v opačnom poradí predstavuje zápis prevedeného čísla v požadovanej číselnej sústave

5310 =  3114

# Príklad 7

Preveďte 2310  do sústavy o základe 2, potom 8, potom 16

Ukážeme prevod iba do dvojkovej sústavy.

23 : 2 = 11 zv. 1 ↑

11 : 2 = 5 zv. 1 │

5 : 2 = 2 zv. 1 │

2 : 2 = 1 zv. 0 │

1 : 2 = 0 zv. 1 │

2310 =  101112 2310 = 278 2310 = 1716

Vidíme, že čím je väčší základ sústavy, tým menší počet číslic je treba na vyjadrenie hodnoty čísla - dĺžka zápisu je kratšia.

ÚLOHY

6. Preveďte 4610  do sústavy o základe 2, potom 8, potom 16

7. Preveďte 3810  do sústavy o základe 2, potom 8, potom 16

# 3. Prevod medzi sústavami o z ≠ 10

Zvyčajne sa robí prevod najskôr do desiatkovej (vyčíslením hodnoty polynómu)a z nej do požadovanej sústavy ( delením základom sústavy ,do ktorej sa prevádza). Tento spôsob je zvolený preto, aby sa matematické operácie vykonávali v desiatkovej aritmetike.

Venujme sa najbežnejším prevodom medzi sústavami o základe **2 ,8,16,** medzi ktorými je možné použiť jednoduché pravidlo.

Ukážeme na príklade. Uvažujme dvojkové číslo

0001000011110011

Ak číslo ***sprava*** rozdelíme po skupinách o **troch** čísliciach, **lebo 23 = 8**, a každú skupinu vyhodnotíme ako osmičkové číslo, potom hodnota čísla v osmičkovej sústave bude

0 001 000 011 110 011 = 103638

Ak číslo ***sprava*** rozdelíme po skupinách o **štyroch** čísliciach, **lebo 24 = 16**, a každú skupinu vyhodnotíme ako šestnástkové číslo, potom hodnota v šestnástkovej sústave bude

0001 0000 1111 0011 = 10F316

Ak chceme prevod čísla zo sústavy o základe16 do 2 alebo z 8 do 2, potom budeme každú číslicu v danej sústave rozpisovať na 4 alebo 3 dvojkové číslice.

Napr. 1A616  = 0001 1010 0110

7518 = 111 101 001

Poznámka

Uvedený postup sa nedá použiť na prevod medzi sústavami o základe 8 a16 ( **nie je taký exponent e, aby platilo 8e = 16** )

ÚLOHY

8. Napíšte tabuľku prevodov niektorých čísel medzi sústavami o základe 10, 2, 8, 16

Návod: Prvý stĺpec čísla 0,1,2, ...16,20, 38, 100, druhý stĺpec zodpovedajúce dvojkové čísla, tretí stĺpec zodpovedajúce osmičkové, štvrtý stĺpec zodpovedajúce šestnástkové čísla.

### ARITMETICKÉ OPERÁCIE V DVOJKOVEJ SÚSTAVE

Z pohľadu používaných technických zariadení v počítači sa spracovávajú operácie ***súčtu,*** ***rozdielu, násobenia a delenia dvoch binárnych čísel.***

# Súčet dvoch čísel

Platia nasledujúce pravidlá:

0 + 0 = 0 0 + 1 = 1 1 + 0 = 1 1 + 1 = 10 (prenos do vyššsieho rádu)

# Príklad 8

# Spočítajme 0 0 1 1 0 6

+ 0 1 0 0 0 + 8

\_\_\_\_\_\_\_\_ \_\_\_

0 1 1 1 0 14

# Príklad 9

Máme spočítať dve 5-ciferné čísla

0 0 1 0 0 4

+ 0 0 1 1 0 + 6

← prenos do vyššieho rádu \_\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ 10

0 1 0 1 0 = 1010

# Príklad 10

0 1 1 1 1 15

+ 0 0 0 0 1 + 1

← prenos do vyššieho rádu \_\_\_\_

**\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_** 16

1 0 0 0 0 = 1610

Zmyslom príkladov je ukázať jednak na daný počet cifier sčitovaných čísel ( pretože neskôr treba definovať , čo to znamená preplnenie registra o pevnej dĺžke) a jednak uvedomiť si šírenie prenosu do vyššieho rádu. Tento prenos sa jednoducho pripočíta k číslici vo vyššom ráde. V poslednom príklade vzniklo preplnenie 5-bitového registra

pri sčitovaní kladných čísel, ktoré sú zobrazené napr. v doplnkovom kóde (zmenila sa hodnota najvyššieho rádu na 1). Ak však uvažujeme absolútne hodnoty, potom pretečenie vzniká vtedy, keď prenos zo súčtu vyjde mimo register.

ÚLOHY

9. Precvičte sčitovanie v 8-bitovom registri a v 16-bitovom registri

01011001 1100110010010010 0000011111100000

+ 01010001 + 0011100111001101 + 0111010000100100

----------------- ----------------------- ------------------------