



# Číselné soustavy

ISU cv 1

Martin Sakin



# Marty Sakin

- isakin@fit.vut.cz
- <https://www.fit.vut.cz/person/isakin/public/isu>
- Zámeček S109
- Biometrie, Python, Django





# Organizace

- Účast **není** povinná
- Cvika nejsou bodované, pouze testy
- Bodované testy 6, 10, 13 týden
- Bonusové body
- Problémy s assemblerem → Sakin a další cvičící
- Problémy s předmětem → Orság
- ISU HUB
- *Není hloupý ten, kdo se zeptá, ale ten kdo se nezeptá.*



# Organizace

- Minulý rok předmět ISU nezvládlo 34.3% studentů, **97.2%** z nich proto že nezískali zápočet!



# Assembler

- K čemu to je?
  - Cílem je pochopit vykonávání programu na nejnižší úrovni
  - Optimalizace, tvorba překladačů, mikroprocesory
  - Paměťové omezení
  - K absolvování předmětu, získání kreditů, ...



# Assembler

- Pro spuštění programu na procesoru je třeba nejprve přeložit ho z programovacího jazyka do jazyka symbolických adres (instrukcí), obecně označovaného jako assembler. Tento jazyk je následně interpretem či překladačem pochopen a zpracován samotným procesorem.
- V předmětu ISU se budeme učit psát programy přímo v jazyce procesoru, abychom pochopili jak procesor funguje.
- *example*

---

# Číselné soustavy

There are only 10 types of people in the world:  
Those who understand binary and those who don't.



# Číselné soustavy

- = způsob reprezentace čísel
- Zápis čísla v dané soustavě je posloupnost symbolů, tj. číslic.
- Polynom (mnohočlen):

$$a_{n-1}z^{n-1} + a_{n-2}z^{n-2} + \dots + a_0z^0 + a_{-1}z^{-1} + a_{-2}z^{-2} + \dots + a_{-m}z^{-m}$$

- $n$  - počet číslic celé části
- $m$  - počet číslic necelé části (zlomková část)
- $z$  - základ
- $a[i]$  -  $i$  - tá číslice





# Číselné soustavy

- Desítková 0-9
- Dvojková 0-1
- Šestnáctková 0-F
- Osmičková 0-7
- a další

---

# Převody do desítkové soustavy

# Číselné soustavy

- $a_{n-1}z^{n-1} + a_{n-2}z^{n-2} + \dots + a_0z^0 + a_{-1}z^{-1} + a_{-2}z^{-2} + \dots + a_{-m}z^{-m}$

Příklad (desítkové číslo 13.75):

$$1 \cdot 10^1 + 3 \cdot 10^0 + 7 \cdot 10^{-1} + 5 \cdot 10^{-2} = (13.75)_{10} = 13.75$$

$$1 \cdot 2^3 + 1 \cdot 2^2 + 0 \cdot 2^1 + 1 \cdot 2^0 + 1 \cdot 2^{-1} + 1 \cdot 2^{-2} = (1101.11)_2 = 1101.11$$

$$1 \cdot 8^1 + 5 \cdot 8^0 + 6 \cdot 8^{-1} = (15.6)_8 = 15.6$$

$$D \cdot 16^0 + C \cdot 16^{-1} = (D.C)_{16} = D.C$$

- Při převodu do desítkové soustavy počítáme sumu „číslice krát základ na N-tou“
  - Jednotky vždy mají mocninu na 0-tou a nalevo od nich se mocniny zvyšují.
- Převod z dvojkové do desítkové:
  - $(1101)_2 = 1 * 2^3 + 1 * 2^2 + 0 * 2^1 + 1 * 2^0 = 8 + 4 + 0 + 1 = (13)_{10}$
- Převod z osmičkové do desítkové:
  - $(456)_8 = 4 * 8^2 + 5 * 8^1 + 6 * 8^0 = 256 + 40 + 6 = (302)_{10}$
- Převod z šestnáctkové do desítkové:
  - $(123)_{16} = 1 * 16^2 + 2 * 16^1 + 3 * 16^0 = 256 + 32 + 3 = (291)_{10}$



## Číselné soustavy

*Rozepište a určete dekadickou hodnotu:*

$$(567,12)_{10} = 5 \cdot 10^2 + 6 \cdot 10^1 + 7 \cdot 10^0 + 1 \cdot 10^{-1} + 2 \cdot 10^{-2} = 567,12$$

$$(10101)_2 = ( \quad )_{10}$$

$$(15F)_{16} = ( \quad )_{10}$$

$$(3021)_4 = ( \quad )_{10}$$

$$(41A)_{12} = ( \quad )_{10}$$

$$(207)_8 = ( \quad )_{10}$$

$$(1234)_5 = ( \quad )_{10}$$



## Číselné soustavy

*Rozepište a určete dekadickou hodnotu:*

$$(567,12)_{10} = 5 \cdot 10^2 + 6 \cdot 10^1 + 7 \cdot 10^0 + 1 \cdot 10^{-1} + 2 \cdot 10^{-2} = 567,12$$

$$(10101)_2 = 1 \cdot 2^4 + 0 \cdot 2^3 + 1 \cdot 2^2 + 0 \cdot 2^1 + 1 \cdot 2^0 = 16 + 0 + 4 + 0 + 1 = 21$$

$$(15F)_{16} = 1 \cdot 16^2 + 5 \cdot 16^1 + F \cdot 16^0 = 256 + 80 + 15 = 351$$

$$(3021)_4 = 3 \cdot 4^3 + 0 \cdot 4^2 + 2 \cdot 4^1 + 1 \cdot 4^0 = 192 + 0 + 8 + 1 = 201$$

$$(41A)_{12} = 4 \cdot 12^2 + 1 \cdot 12^1 + A \cdot 12^0 = 576 + 12 + 10 = 598$$

$$(207)_8 = 2 \cdot 8^2 + 0 \cdot 8^1 + 7 \cdot 8^0 = 128 + 0 + 7 = 135$$

$$(1234)_5 = 1 \cdot 5^3 + 2 \cdot 5^2 + 3 \cdot 5^1 + 4 \cdot 5^0 = 125 + 50 + 15 + 4 = 194$$

## Je dobré znát nazpaměť:

Desítková	dvojková	šestnáctková-hexadecimální
1	1	1
2	10	2
3	11	3
4	100	4
5	101	5
6	110	6
7	111	7
8	1000	8
9	1001	9
10	1010	A
11	1011	B
12	1100	C
13	1101	D
14	1110	E
15	1111	F
16	10000	10
17	10001	11

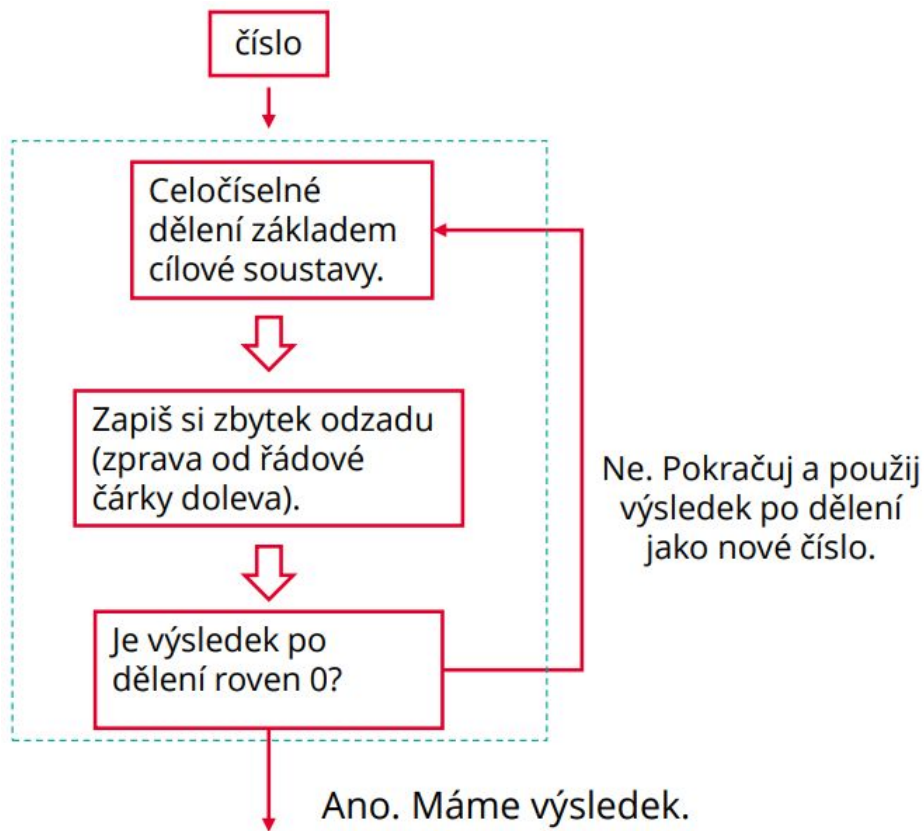
---

# Převody z desítkové soustavy (celá čísla)



# Metoda dělení základem

- Převod celého (kladného) čísla



# Převod do dvojkové, osmičkové, šestnáctkové sstvy

	číslocelé : 2		číslocelé : 8		číslocelé : 16	
	div =	mod =	div =	mod =	div =	mod =
i	číslocelé	a[i]	číslocelé	a[i]	číslocelé	a[i]
	586 : 2		586 : 8		586 : 16	
0	293	0	73	2	36	A
1	146	1	9	1	2	4
2	73	0	1	1	0	2
3	36	1	0	1		
4	18	0				
5	9	0				
6	4	1				
7	2	0				
8	1	0				
9	0	1				

$$(586)_{10} = (1001001010)_2 = (1112)_8 = (24A)_{16}$$

## Příklady

*Převeďte čísla do soustav o základu 2, 8, 10, 16:*

$$238_{(10)} = 1110\ 1110_{(2)} = 356_{(8)} = EE_{(16)}$$

$$1010\ 1010_{(2)} = ?_{(10)} = ?_{(8)} = ?_{(16)}$$

$$521_{(8)} = ?_{(2)} = ?_{(16)} = ?_{(10)}$$

$$356_{(10)} = ?_{(2)} = ?_{(8)} = ?_{(16)}$$

$$1001\ 1101_{(2)} = ?_{(10)} = ?_{(8)} = ?_{(16)}$$

$$ABC_{(16)} = ?_{(2)} = ?_{(8)} = ?_{(10)}$$

## Příklady

*Převeďte čísla do soustav o základu 2, 8, 10, 16:*

$$238_{(10)} = 1110\ 1110_{(2)} = 356_{(8)} = EE_{(16)}$$

$$1010\ 1010_{(2)} = 170_{(10)} = 252_{(8)} = AA_{(16)}$$

$$521_{(8)} = 1\ 0101\ 0001_{(2)} = 151_{(16)} = 337_{(10)}$$

$$356_{(10)} = 1\ 0110\ 0100_{(2)} = 544_{(8)} = 164_{(16)}$$

$$1001\ 1101_{(2)} = 157_{(10)} = 235_{(8)} = 9D_{(16)}$$

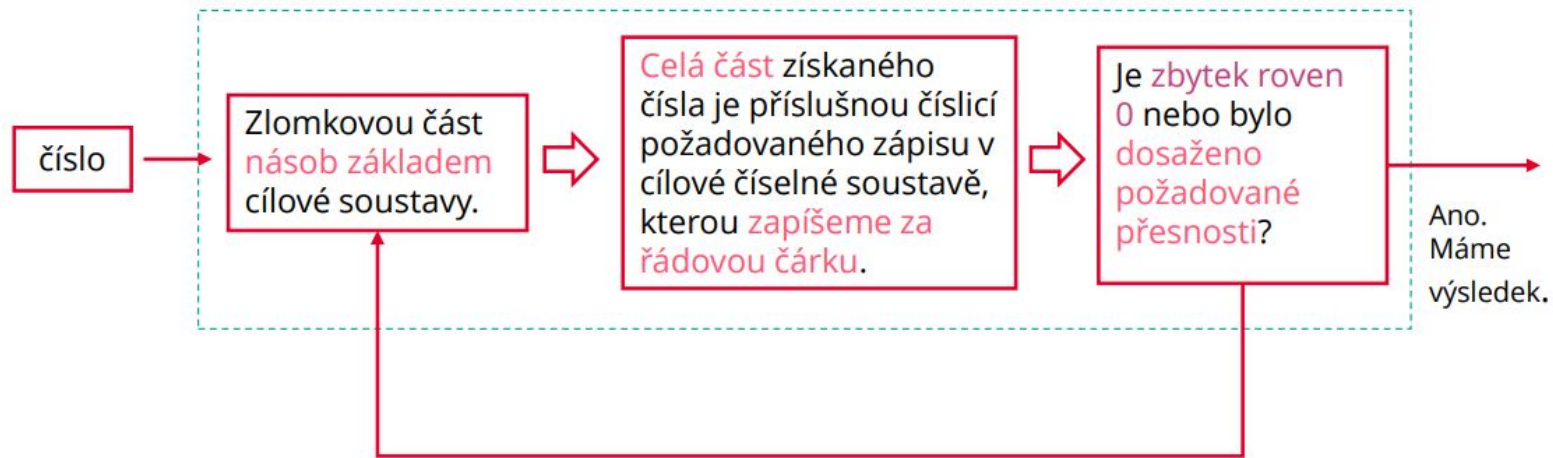
$$ABC_{(16)} = 1010\ 1011\ 1100_{(2)} = 5274_{(8)} = 2748_{(10)}$$

---

# Převody z desítkové soustavy (necelá desetinná čísla)

# Desetinná (necelá) čísla

- Metoda násobení základem



Ne, zbylou zlomkovou část použij v další iteraci.  
Připiš celou část výsledku násobení vpravo k  
cílovému zápisu.

# Převod do dvojkové, osmičkové, šestnáctkové sstvy

i	číslo celé * 2		číslo celé * 8		číslo celé * 16	
	trunc = a[i]	cisnecel	trunc = a[i]	cisnecel	trunc = a[i]	cisnecel
	0.248 * 2		0.248 * 8		0.248 * 16	
-1	0	496	1	984	3	968
-2	0	992	7	872	F = 15	488
-3	1	984	6	976	7	808
-4	1	968	7	808		
-5	1	936				
-6	1	872				
-7	1	744				
-8	1	488				
-9	0	976				
-10	1	952				
-11	1	904				
-12	1	808				

$$(0.248)_{10} = (0.001111110111)_2 = (0.1767)_8 = (0.3F7)_{16}$$

# Převod do desítkové soustavy

Převod z **dvojkové** do desítkové:

$$\begin{aligned}(110.101)_2 &= 1 * 2^2 + 1 * 2^1 + 0 * 2^0 + 1 * 2^{-1} + 0 * 2^{-2} + 1 * 2^{-3} = \\ &= 1 * 4 + 1 * 2 + 1 * \frac{1}{2} + 1 * \frac{1}{8} = \\ &= 4 + 2 + 0.5 + 0.125 = (6.625)_{10}\end{aligned}$$

Převod z **šestnáctkové** do desítkové:

$$\begin{aligned}(AB.CD)_{16} &= A * 16^1 + B * 16^0 + C * 16^{-1} + D * 16^{-2} = \\ &= 10 * 16 + 11 * 1 + 12 * \frac{1}{16} + 13 * \frac{1}{256} = \\ &= 160 + 11 + 0.75 + 0.05078125 = (171.80078125)_{10}\end{aligned}$$





## Příklady s desetinnou ·

$$0.123_{(10)} = 0.0001\ 1111_{(2)} = 0.1F_{(16)}$$

$$37.32_{(10)} = ?_{(2)} = ?_{(16)}$$

$$27.456_{(10)} = ?_{(2)} = ?_{(16)}$$

$$110\ 0100.01_{(2)} = ?_{(10)} = ?_{(16)}$$

$$AA.BB_{(16)} = ?_{(2)} = ?_{(10)}$$

$$177.177_{(10)} = ?_{(2)} = ?_{(16)}$$



## Příklady s desetinnou .

$$0.123_{(10)} = 0.0001\ 1111_{(2)} = 0.1F_{(16)}$$

$$37.32_{(10)} = 0010\ 0101.0101\ 0001_{(2)} = 25.51_{(16)}$$

$$27.456_{(10)} = 0001\ 1011.0111\ 0100_{(2)} = 1B.74_{(16)}$$

$$110\ 0100.01_{(2)} = 100.25_{(10)} = 64.4_{(16)}$$

$$AA.BB_{(16)} = 1010\ 1010.1011\ 1011_{(2)} = 170.73_{(10)}$$

$$177.177_{(10)} = 1011\ 0001.0010\ 1101_{(2)} = B1.2D_{(16)}$$

---

# Binární čísla se znaménkem



# Binární soustava

- **LSB** (nejméně významný bit) - liché či sudé
- **MSB** (nejvíce významný bit)- znaménko

**MSB** **LSB**  
**1 0 1 1 0 0 1 1**

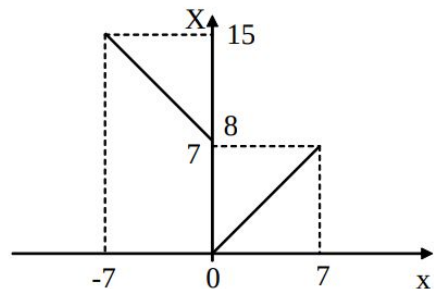
Most/Least Significant Bit

# Binární čísla se znaménkem

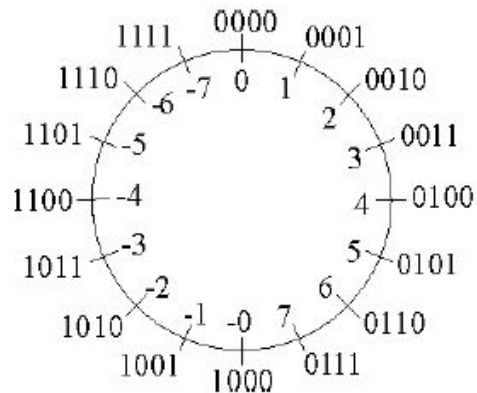
## Přímý kód

- Nejvyšší bit určuje znaménko
- $0 \Rightarrow +$     $1 \Rightarrow -$
- Žádná jiná změna
- Dvě nuly (kladná a záporná)

5	0101	9	0000 1001
-5	1101	-9	1000 1001



Přímý kód  $x \in \langle -7, 7 \rangle$

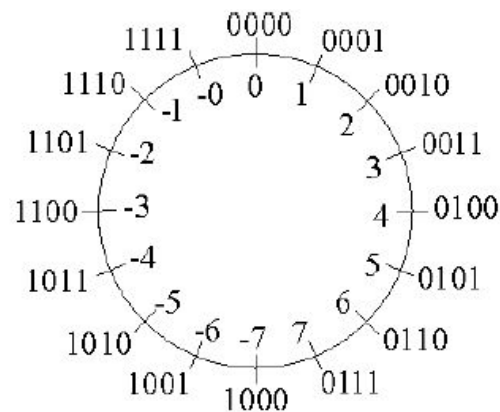


# Binární čísla se znaménkem

## Inverzní kód

- Pouhé negování všech bitů
- Žádná jiná změna
- Dvě nuly (kladná a záporná)

5	0101	9	0000 1001
-5	1010	-9	1111 0110



# Binární čísla se znaménkem

## Doplňkový kód

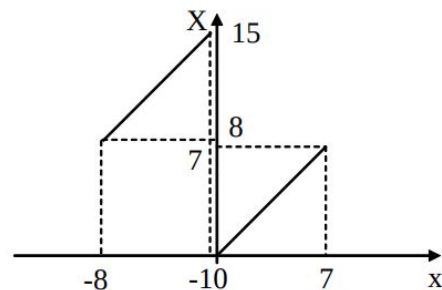
- Inverzní kód a přičtení jedničky
- Jediná nula

0101    5

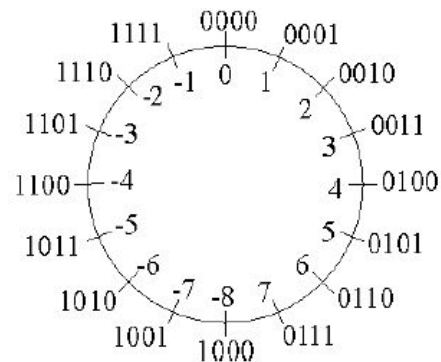
1010    inverzní kód

+1    přičtení jedničky

1011    -5



Doplňkový kód  $x \in \langle -8, 7 \rangle$

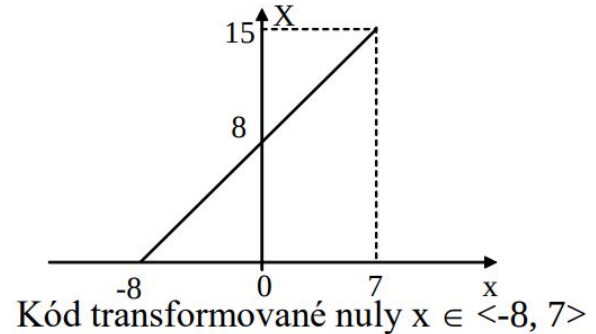


# Binární čísla se znaménkem

## Kód transformované nuly / Kód s posunutou nulou / **Aditivní kód**

- Řada čísel posunuta

0000	-8
0001	-7
0010	-6
...	
1110	6
1111	7





**Děkuji, nashledanou.**

