



ETIKETA



aj chodiť nás
na prednášky je
súčasťou!

Jozef Mrkva

Bc. Jozef Mrkva

Ing. Jozef Mrkva

Ing. Jozef Mrkva, PhD.

doc. Ing. Jozef Mrkva, PhD.

prof. Ing. Jozef Mrkva, PhD.



rektor STU

Dr. h. c., prof. h. c., prof. Dr. Ing. Oliver Moravčík

magnificencia



prorektor pre vzdelávanie a starostlivosť o študentov

doc. Ing. Mikuláš Bittera, PhD.

honorabilita



Dekan FEI STU

prof. Ing. Vladimír Kutíš, PhD.

spektabilita



Riaditeľ ÚAMT – miestnosť D -115

Ing. Ján Cigánek, PhD.



Garantka predmetu

doc. Ing. Katarína Žáková, PhD.



Prednásajúci

Ing. Richard Balogh, PhD.

Základy počítačov

Prednášky (povinné):

- Ing. **Richard Balogh, PhD.**
- Ing. Račkay, Belai, Hlavatý, Michalovič

doc. Ing. Katarína Žáková, PhD. – garant

Zimný semester

Počet kreditov 6.0 (6 ECTS = 150 hod. práce)

Prednáška / Cvičenie: **2.0 / 2.0** [hod./týždeň]

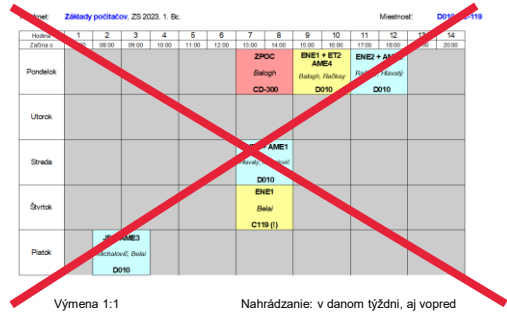
+ samoštúdium: 4.0 – 6.0 [hod./týždeň] !!!

Podmienky pre absolvovanie predmetu

- Absolvovať všetky cvičenia
- Úspešne napísať všetky testy (30%)
- Získať body za cvičenia (20%)
- Písomná skúška na záver semestra (50%)
- Z každej časti získať min 50% bodov
- Klasifikačná stupnica

Znamka	Číselná hodnota známky	Definícia stupňa hodnotenia	Interval bodov
(klasifikačný štádium)	(výška na pr. výpočet vzájomného štandardného priemeru)		
A	1.0	výborne - vynikajúce výsledky len s menšími chybami	+82-100%
B	1.5	veľmi dobre - rozporuplné výsledky s menšími chybami	+74-83%
C	2.0	dobre - väčšie chyby, priemerné výsledky	+66-74%
D	2.5	uspokojivo - dobré výsledky, ale s väčšími chybami	+58-66%
E	3.0	dostatočne - výsledky vyhovujú minimálnym požiadavkám	+50-58%
FX*	4.0	nedostatočne - absolvovanie predmetu s výhradou vynikajúcim alebo zvláštnym zámerom študenta	+0-50%

Rozvrh hodín



Nutné: prístup do AIS

Nutné: prístup do AIS - testy

Nutné: Google Classroom

Literatúra



David Patterson John Hennessy:
Computer Organization and Design. ARM Edition.
1st Ed. Morgan Kaufmann, 2016. ISBN: 9780128017333



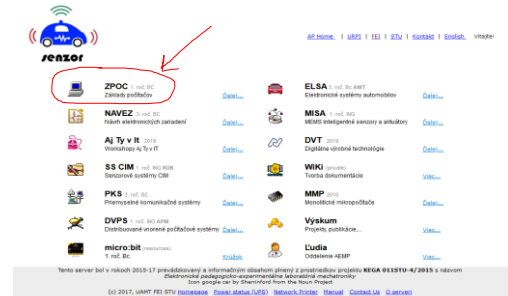
Tibor Krajčovič: **Počítače.**
STU, Bratislava, 2000. Skriptá dostupné v knižnici FEI



Richard Balogh: **Vybrané kapitoly z mikropočítačov**
I. časť: Hardware.
STU, Bratislava, 2023. Skriptá dostupné v knižnici FEI a v AIS

<http://senzor.robotika.sk>

<http://senzor.robotika.sk>

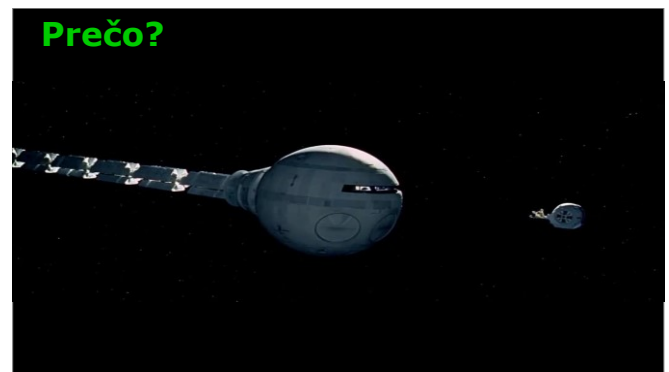


Campus-Wide Suite



Prístup pre všetkých!
MATLAB, Simulink, 100+ toolboxov

<http://stuba.sk/matlab>



Čo je to počítač?

[en+] **Computer**
[de] ein Computer, Rechner
[es] Computadora
[ru] Компьютер (kompjuter),
вычислительная машина
(vyčislitel'naja mašina)
[hu] Számítógép

Stroj na spracovanie údajov

A programmable, usually electronic, device that can store, retrieve, and process **data**



Čo sú data?

Počítač je stroj na spracovanie **údajov**.

Data – mn. číslo latinského slova *Datum*

latinské **do** - znamená dávať, ale aj obetovať, poslať,
dávať niečo niekam, ustanoviť...
z toho *datum* - trpný rod: daný (je daný, je urobený)
a napokon *data* - množné číslo



npor. Data – unikátny android s pozitívnym mozgom, aktivovaný r. 2336, operačný dôstojník na lodi USS Enterprise-D v seriáli Star Trek.

Autor: duyeqing. Source: <https://duyeqing.deviantart.com/art>



Čo sú data?

46 45 49_{HEX}

0100 0110 0100 0101 0100 1001_{BIN}

FEI ASCII	00000000 46 INC ESI ; inkrementuj ESI register 00000001 45 INC EBP ; inkrementuj EBP register 00000002 49 DEC ECX ; dekrementuj ECX register
4 605 257 €	
html color	

Čo je to počítač?

A **programmable**, usually **electronic**, device that can store, retrieve, and process data.

x



Calculator Sharp EL-377T, ~2006 (source: Wikipedia).

x



Difference Engine 0 by Charles Babbage, 1822 (source: Wikipedia).

Počítač – analógový / digitálny

analógový (spojitý) – číslicový, digitálny (diskrétny)



Source: <http://morguelife.com/>

Analógový



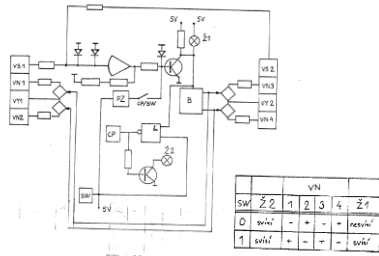
Zdroj: SHMÚ, http://www.shmu.sk/sk/?page=1&id=klimat_operativneudaje1&identif=11816

Analógový počítač



Analógový počítač MEDA 42TA výrobca Arima Praha, okolo r. 1970.
Prvý analógový elektronický počítač MEDA získala SVŠT v januári 1960. Bol to vôbec prvý počítač na SVŠT a jeden z mála na Slovensku. V tomto roku sa prvýkrát v histórii SVŠT začala vyučovať v odbore Automatizačná technika. (Foto: wikipedia)

Analogový počítač

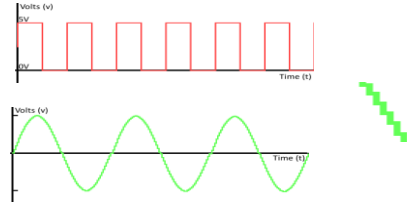


Modul TZK-10 z analogového počítača MEDA: dvojica elektronických komparátorov/spínačov s indikáciou zopnutia a prúdovým výstupom.

Číslcový – nespojitý, diskretný

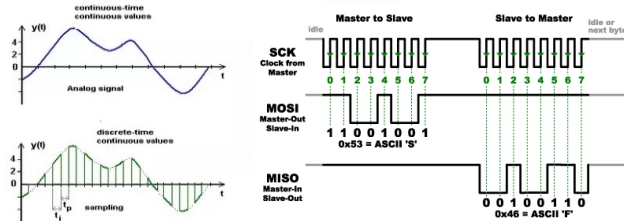
Číslcový signál má len konečný počet možných hodnôt

2: 0 a 1
8: 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6 a 7
1024: 0, 1, 2, ..., 1023



Signál – analogový / digitálny

Signál (z lat. *signum*, znamenie) je znamenie, zámerný fyzikálny jav, ktorý nesie **informáciu** o nejakej udalosti, povel vyžadujúci vykonanie určitej akcie alebo činnosti, alebo výstraha pred hroziacim nebezpečím.
– krátky zvuk, ústny povel, zmena elektrickej veľičiny, rozsvietenie kontrolky, apod.



Príklady rozličných typov signálov

Počítač – analogový / digitálny

	Analog	Digital
Signál	spojitý, reprezentovaný fyzikálnym mieraním	v čase diskretný, generovaný číslcovou moduláciou
Tvar	typický sinusoida	typický obdĺžnik
Reprezentácia	Informácia je reprezentovaná spojitou	Informácia reprezentovaná diskretnými hodnotami
Príklad	Ludský hlas, hudba, teplota analogové elektronické obvody	Počítače, CD a DVD, číslcové elektronické obvody
Technológia	Analogová technológia zaznamenáva signály tak ako sú	Vzorkovanie analogového signálu do obmedzeného počtu vzoriek
Prenos dát	Pri prenose trpia zašumením	Do istej úrovne netrpí šumom
Poruchovosť	Šum a poruchy signál znehodnotia	Pri vhodnej technológii samoopravné, alebo aspoň detekcia poruchy
Flexibilita	Analogový hardware je obvykle pevný.	Digitálny hardware sa dá obvykle preprogramovať.
Ukladanie	Ukladá sa ako signál voľkou	Ukladá sa vo forme bitov
Spotreba	Analogové prístroje majú veľkú spotrebu	Digitálne prístroje len nevyhnutná energia
Cena	Nízka a ľahko prenosné	Cena je vysoká a nie ľahko prenosné
Impedance	Low	High order of 100 megachm
Bandwidth	Analog signal processing can be done in real time and	There is no guarantee that digital signal processing can be

Čo je to počítač?

A programmable, usually electronic, device that can **store**, **retrieve**, and **process** data.

Je to inteligentný systém na **uchovávanie**, **spracovanie** a **prenos** **informácie**.



Zdroj: Science Museum London Collection

Charles Babbage
(1791 – 1871)



matematik, filozof, technik
difference engine (1847)
+ špeciálna tlačiareň na výsledky
neúspech – tolerancie mech. prvkov
Princíp – pozri príklad...

difference engine (1847)

číslo N	cube N ³	diferencie (rozdiely)		
		prvá	druhá	tretia
0	0			
1	1	1		
2	8	7	6	
3	27	19	12	6
4	64	37	18	6
5	125	61	24	6
6	216	91	30	6
7	343	127	36	6
8	512	169	42	6
9	729	217	48	6
10	1000	271	54	6
		

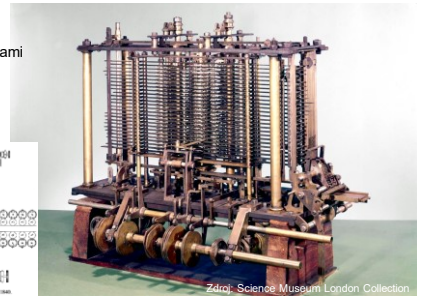
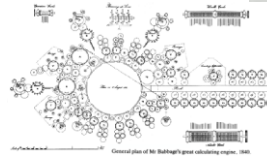
Zdroj: <http://ds-wpress.haverford.edu/bitbybit-by-bit-contents/chapter-two/2-2-the-theory-behind-the-difference-engine/>

Charles Babbage (1791 – 1871)

- otec moderného programovateľného (mechanického) počítača.

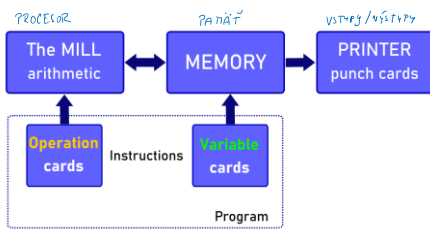
analytical engine

Programovateľný diernymi štítkami
Sekvencie, slučky, vetvenie



Zdroj: Science Museum London Collection

Analytical engine



Je to kompletný Turingov stroj

TS je abstraktné výpočtové zariadenie, schopné vyriešiť istú množinu úloh.

Ada Lovelace (1815 – 1852)

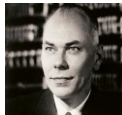
spisovateľka, matematicka a prvá programátorka
- navrhla programovanie stroja pomocou diernych štítkov



Number of Operations	Name of Operation	Variables acted upon.	Variables receiving results.	Indication of change in the value on any Variable.	Statement of Results.	Data.			
						x	y	z	w
1	x	x	x	$x = x$	x	y	z	w	
2	$x + y$	x, y	z	$z = x + y$	x	y	z	w	
3	$x - y$	x, y	z	$z = x - y$	x	y	z	w	
4	$x \times y$	x, y	z	$z = x \times y$	x	y	z	w	
5	$x \div y$	x, y	z	$z = x \div y$	x	y	z	w	

Howard Hathaway Aiken (1900 – 1973)

„Only six electronic digital computers would be required to satisfy the computing needs of the entire United States.“
1944



Americký fyzik a inžinier, priekopník konštrukcie počítačov

1939 – elektro-mechanický stroj na numerické riešenie diferenciálnych rovníc inšpirovaný Babbageom, ASCC -> základ Mark I.
1944 – hlavný inžinier jedného z prvých počítačov IBM Harvard Mark I.
Mark I: 35 ton, 800 km vodičov, 72 registrov, + - * /
sčítanie 6 sec, delenie 12 seco

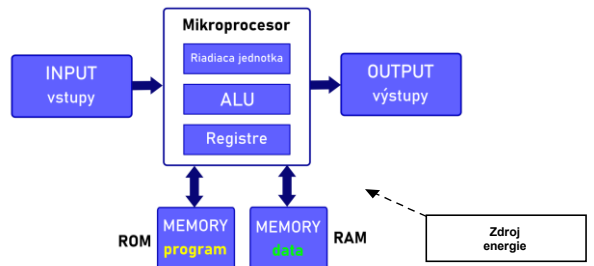


1947 – na Harvarde zakladá Computer science program

Aikenov kód (2421 - komplementárny BCD kód)

Detail počítača Mark I. Zdroj: Arnold Reinhold, Wikimedia Commons

Architektúra Harvard – Aiken



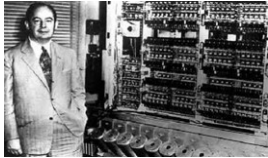
John von Neumann (1903 – 1957)

„Computers are like humans - they do everything except think.“

maďarský matematik (Neumann János, nar. v Budapešti) židovského pôvodu, kvantová fyzika, funkcionálna analýza, teória množín, ekonomika, informatika, numerická analýza, hydrodynamika, štatistika. Vypracoval princípy fungovania počítačov, je otcom teórie hier. Podieľal sa na teórii termojadrových reakcií a vodíkovej bomby.



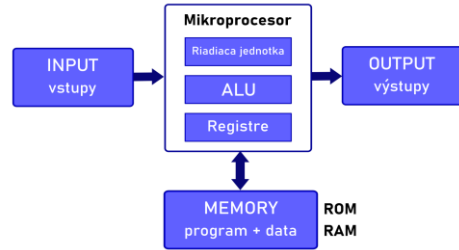
"The Martians" (Martania).



John von Neumann with the stored-program computer at the Institute for Advanced Study, Princeton, New Jersey, in 1945. Photograph: Getty

Source: Photo By LANL - <http://www.lanl.gov/history/atomicbomb/images/NeumannL.GIF>

Architektúra Von Neumann – Princeton



There are 10 types of people; those who understand binary and those who do not...



Real programmers code in binary.

Bit

Základná jednotka informácie bit alebo b.

môže nadobúdať len jeden z dvoch vzájomne sa vylučujúcich stavov napr.

pravda – nepravda,
zapnutý – vypnutý, 0 – 1

Jeden bit je príliš málo, sila počítačov spočíva v spracovaní miliónov a miliárd bitov za sekundu, často aj súčasne

Skratka z *binary digit* (binárna číslica, znak)
Bit v angličtine znamená aj kúsok/štipka.



Claude E. Shannon (1916 – 2001)

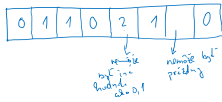
matematik, inžinier v Bell Labs, prof. na MIT
Teória informácie, entropia, spínacie obvody
Boolova algebra → reléové obvody
pojmem bit



Theseus – mechanická myš v bludisku



Register



Počítačový register, na rozdiel od toho a obrázku nemôže byť prázdny, alebo nedefinovaný! Vždy je jeho obsahom 0 alebo 1, nič iné.

Bajt (angl. byte, tiež slabika)

zskupenie **bitov**,
pôvodne s premenlivou veľkosťou, dnes **osem bitov**

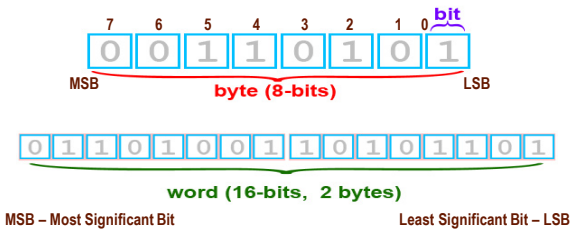
Nibble = 4 bity, teda 2x Nibble = 1 Bajt

Termín "byte" zaviedol Dr. *Werner Buchholz* v roku 1956, pri práci na počítači IBM Stretch

– z angl. bite (sústo, tzn. najmenší objem, ktorý počítač dokáže „prechrumať“) – upravené, aby sa nezamieňalo so slovom bit

– alt. Vysvetlenia: Binary digIT Eight alebo Binary TERM

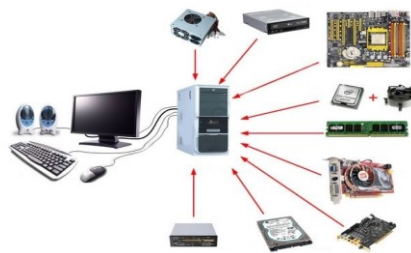
Bajt / Word / MSB / LSB



Bajt

Násobky bajtu					
predpona SI			binárna predpona (IEC 60027-2)		
Meno	Symbol	Násobok	Meno	Symbol	Násobok
kilobajt	kB	10^3 (nesprávne aj 2^{10})	kibibajt	KiB	2^{10}
megabajt	MB	10^6 (nesprávne aj 2^{20})	mebibajt	MiB	2^{20}
gigabajt	GB	10^9 (nesprávne aj 2^{30})	gibibajt	GiB	2^{30}
terabajt	TB	10^{12} (nesprávne aj 2^{40})	tebibajt	TiB	2^{40}
petabajt	PB	10^{15} (nesprávne aj 2^{50})	pebibajt	PiB	2^{50}
exabajt	EB	10^{18} (nesprávne aj 2^{60})	exbibajt	EiB	2^{60}
zettabajt	ZB	10^{21} (nesprávne aj 2^{70})	zebibajt	ZiB	2^{70}
yottabajt	YB	10^{24} (nesprávne aj 2^{80})	yobibajt	YiB	2^{80}

Bajt



Všade nás zaujíma, koľko bitov, Bajtov, kB, MB, GB...

Reprezentácia bitov v počítači



Electric
0 – 5 V

Electric
0 – 3.3 V

Electric
0 – 1.8 V

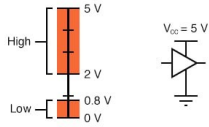
Electric
0 – 20 mA



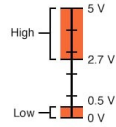
Logické úrovne

Electric
0 - 5 V

Acceptable TTL Gate
Input Signal Levels



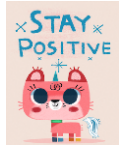
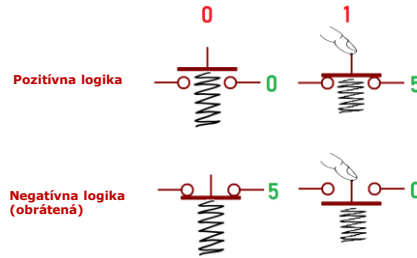
Acceptable TTL Gate
Output Signal Levels



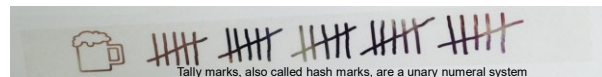
Examples of binary logic levels			
Technology	L voltage	H voltage	Notes
CMOS ¹	0 V to 1/3 V _{DD}	2/3 V _{DD} to V _{DD}	V _{DD} = supply voltage
TTL ²	0 V to 0.8 V	2 V to V _{CC}	V _{CC} = 5 V ± 10%
ECL ³ (non-saturated)	V _{EE} to -1.4 V	-1.2 V to 0 V	V _{EE} is about -5.2 V

RS-232 standard
logic high ('1') is represented by a negative voltage – anywhere from -3 to -25V
logic low ('0') transmits a positive voltage that can be anywhere from +3 to +25V.
On most PCs these signals swing from -13 to +13V.

Pozitívna a negatívna logika



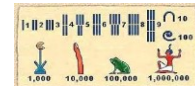
LOGIC STATES	
FALSE	TRUE
0	1
Low	High
0v	+Vs
Off	On



1	1	<	11	<<	21	<<<	31	<<<<	41	<<<<<	51	<<<<<<
2	11	<<	21	<<<	31	<<<<	41	<<<<<	51	<<<<<<	61	<<<<<<<
3	111	<<<	211	<<<<	311	<<<<<	411	<<<<<<	511	<<<<<<<	611	<<<<<<<<
4	1111	<<<<	2111	<<<<<	3111	<<<<<<	4111	<<<<<<<	5111	<<<<<<<<	6111	<<<<<<<<<
5	11111	<<<<<	21111	<<<<<<	31111	<<<<<<<	41111	<<<<<<<<	51111	<<<<<<<<<	61111	<<<<<<<<<<
6	111111	<<<<<<	211111	<<<<<<<	311111	<<<<<<<<	411111	<<<<<<<<<	511111	<<<<<<<<<<	611111	<<<<<<<<<<<
7	1111111	<<<<<<<	2111111	<<<<<<<<	3111111	<<<<<<<<<	4111111	<<<<<<<<<<	5111111	<<<<<<<<<<<	6111111	<<<<<<<<<<<<
8	11111111	<<<<<<<<	21111111	<<<<<<<<<	31111111	<<<<<<<<<<	41111111	<<<<<<<<<<<	51111111	<<<<<<<<<<<<	61111111	<<<<<<<<<<<<<
9	111111111	<<<<<<<<<	211111111	<<<<<<<<<<	311111111	<<<<<<<<<<<	411111111	<<<<<<<<<<<<	511111111	<<<<<<<<<<<<<	611111111	<<<<<<<<<<<<<<
10	1111111111	<<<<<<<<<<	2111111111	<<<<<<<<<<<	3111111111	<<<<<<<<<<<<	4111111111	<<<<<<<<<<<<<	5111111111	<<<<<<<<<<<<<<	6111111111	<<<<<<<<<<<<<<<

0	1	2	3	4
•	••	•••	••••	•••••
5	6	7	8	9
10	11	12	13	14
15	16	17	18	19

The sesagesimal system as used in ancient Mesopotamia



Egyptian system of numeration based on the scale of ten, written in hieroglyphs

Číselné sústavy

– zobrazenie čísla pomocou definovanej množiny symbolov - číslic

Delíme ich na :

polyadické (pozičné)
môžeme rozvinúť do mocninového radu

nepolyadické (nepozičné)
napr.: rímska číselná sústava (IX, X, XIV)

Pozičné číselné sústavy :

Hodnotu celého nezáporného čísla N_z vyjadríme v tvare polynómu:

$$N_z = \sum_{k=0}^{z-1} a_k z^k$$

Kde: z - základ sústavy $z \geq 2$ (2, 8, 10, 16)

a_k - číslice ($0 \leq a_k < z$)

ak z je prirodzené číslo, potom 0, 1, ..., z-1

poloha číslice určuje **řád číslice**, ktorý je definovaný **váhou** $v_i = z^i$

$n-1$ - je rád sústavy

Ak potrebujeme vyjadriť **racionálne číslo** (väčšinu) použijeme záporné mocniny až do rádu k :

$$N_z = \sum_{k=-n}^{z-1} a_k z^k$$

Skrátený zápis **racionálneho čísla** N_z vyjadríme v tvare:

$$N_z = \frac{N_1}{N_2}$$

Desiatková sústava

$$237 = 2 \cdot 10^2 + 3 \cdot 10^1 + 7 \cdot 10^0$$

$$2 \cdot 100 + 3 \cdot 10 + 7 \cdot 1$$

ZNAKY: 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9

0-9
nič je jediný znak!



$$37_{desiatka} = 1 \cdot 32 + 0 \cdot 8 + 0 \cdot 8 + 1 \cdot 4 + 0 \cdot 2 + 1 \cdot 1$$

64	32	16	8	4	2	1	0	
						1	1	= 3 OSOBY
					0	0	0	= 4 OSOBY
				1	1	1	1	= 7 OSOBY
			1	1	0	1	1	= 13 OSOBY

zariadenie vždy nesmie byť obsadené len časťou
→ musí byť prázdné, alebo je celý plný

$$4_{10} = 111_2$$

$$34_{10} = 100101_2$$

Dvojková sústava Binárna

$$1101_2 = 1 \cdot 2^3 + 1 \cdot 2^2 + 0 \cdot 2^1 + 1 \cdot 2^0$$

$$1 \cdot 8 + 1 \cdot 4 + 0 + 1 \cdot 1$$

$$8 + 4 + 0 + 1 = 13_{10}$$

8	4	2	1
1	1	0	1

$$= 13_{10}$$

DEC	BIN
0	0
1	1
2	10
3	11
4	100
5	101
6	110
7	111
8	1000

Dvojková sústava Výhody

1. Vieme jednoducho vyrábať potrebné zariadenia
2. Binárne signály sú jednoznačné (= odolnosť voči šumu).
3. Binárne údaje sa dajú presne kopírovať.
4. Všetko, čo sa vieme reprezentovať nejakým vzorom, sa dá reprezentovať nejakou postupnosťou bitov.

Claude Shannon



Even if you are wrong, you are only off by a bit.

Šestnástková sústava Hexadecimálna

$$11A_{HEX} = 1 \cdot 16^2 + 1 \cdot 16^1 + A \cdot 16^0$$

$$1 \cdot 256 + 1 \cdot 16 + 10 \cdot 1 =$$

$$= 282_{10}$$

0	8
1	9
2	10 A
3	11 B
4	12 C
5	13 D
6	14 E
7	15 F

Porovnanie

binárna z=2	oktálny z=8	dekadická z=10	hexadecimálna z=16
0	0	0	0
1	1	1	1
10	2	2	2
11	3	3	3
100	4	4	4
101	5	5	5
110	6	6	6
111	7	7	7
1000	10	8	8
1001	11	9	9
1010	12	10	A
1011	13	11	B
1100	14	12	C
1101	15	13	D
1110	16	14	E
1111	17	15	F
10000	20	16	10

Dvojková (binárna) sústava

Príklad: Preveďte číslo 101101_2 z dvojkovej do desiatkovej sústavy:

$$101101_{\text{BIN}} = ?_{\text{DEC}}$$

$$\begin{aligned} & 1 \times 2^5 + 0 \times 2^4 + 1 \times 2^3 + 1 \times 2^2 + 0 \times 2^1 + 1 \times 2^0 = \\ & = 1 \times 32 + 0 + 1 \times 8 + 1 \times 4 + 0 + 1 \times 1 = \\ & = 32 + 8 + 4 + 1 = \underline{45}_{\text{DEC}} \end{aligned}$$

1	0	1	1	0	1
32	16	8	4	2	1
1	0	1	1	0	1

$$\Rightarrow 32 + 8 + 4 + 1 = 45_{\text{DEC}}$$

32	16	8	4	2	1
1	0	1	1	0	1

← vždy
→ vždy

Dvojková (binárna) sústava

Príklad: Preveďte číslo 123_{10} z desiatkovej do dvojkovej sústavy:

$$123_{10} = ?$$

ALGORITMUS:

$$\begin{aligned} 123 : 2 &= 61 \text{ zr. } 1 \\ 61 : 2 &= 30 \text{ zr. } 1 \\ 30 : 2 &= 15 \text{ zr. } 0 \\ 15 : 2 &= 7 \text{ zr. } 1 \\ 7 : 2 &= 3 \text{ zr. } 1 \\ 3 : 2 &= 1 \text{ zr. } 1 \\ 1 : 2 &= 0 \text{ zr. } 1 \\ 0 : 2 &= 0 \dots \end{aligned}$$

$$= \underline{1111011}_2$$

0	1	1	1	1	0	1	1
128	64	32	16	8	4	2	1
0	0	0	0	0	1	1	1

$$\begin{aligned} 123 - 64 &= 59 \\ 59 - 32 &= 27 \\ 27 - 16 &= 11 \\ 11 - 8 &= 3 \\ 3 - 2 &= 1 \\ 1 - 1 &= 0 \end{aligned}$$

Hexadecimálna sústava

Príklad: Preveďte číslo 123_{10} z desiatkovej do šestnástkovej sústavy:

$$123_{\text{DEC}} = ?_{\text{HEX}}$$

Ten istý algoritmus:

$$\begin{aligned} 123 : 16 &= 7 \text{ zr. } 11 \text{ (11=B)} \\ 7 : 16 &= 0 \text{ zr. } 7 \\ & 0 \text{ koniec} \end{aligned}$$

$$= \underline{7B}_{\text{HEX}}$$

Osmičková (oktalová) sústava

Príklad: Preveďte číslo 123_{10} z desiatkovej do osmičkovej sústavy:

$$123_{\text{DEC}} = ?_{\text{OCT}}$$

NETREBA, ALE VYBEŽME TO AKO PRÍKLAD:

$$\begin{aligned} 123 : 8 &= 15 \text{ zr. } 3 \\ 15 : 8 &= 1 \text{ zr. } 7 \\ 1 : 8 &= 0 \text{ zr. } 1 \end{aligned}$$

$$123_{10} = \underline{173}_8$$

Hexadecimálna sústava

Príklad: Preveďte číslo $A013_{16}$ z šestnástkovej do desiatkovej sústavy:

$$A013_{\text{HEX}} = ?_{\text{DEC}}$$

$$\begin{aligned} & = A \times 16^3 + 0 \times 16^2 + 1 \times 16^1 + 3 \times 16^0 \\ & = 10 \times 4096 + 0 + 16 + 3 \times 1 = \\ & = 40960 + 16 + 3 = \underline{40979}_{\text{DEC}} \end{aligned}$$

Šestnástková sústava Hexadecimálna

Zmysel má hlavne pre zjednodušenie zápisu v dvojkovej sústave:

$$\begin{array}{cccc} 0101 & 1010 & 1111 & 0011_2 \\ 5 & A & F & 3_{\text{HEX}} \end{array}$$

$$\begin{array}{cccc} 0001 & 1011 & 1110 & 0010_2 \\ 1 & B & E & 2_{\text{HEX}} \end{array}$$

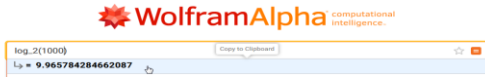
$$\begin{array}{ccc} & 37FF_{16} & \\ \swarrow & & \searrow \\ 0111 & 0111 & 1111 \end{array}$$

$$\begin{array}{ccc} 1010_2 & 1010_{10} & 1010_{16} \\ \downarrow & \downarrow & \downarrow \\ 10_{\text{DEC}} & 10_{10\text{DEC}} & ? \end{array}$$

Koľko bitov potrebujeme na zobrazenie daného čísla?

K rôznych objektov □ K rôznych kódov vyjadriteľné pomocou usporiadanej m-tice binárnych symbolov

$$m = \log_2 K$$



Pozičné číselné sústavy :

Hodnotu celého nezáporného čísla N_2 vyjadríme v tvare polynómu:

$$(N)_z = \sum_{i=0}^{n-1} (a_i)z^i = \dots + a_4 \cdot z^4 + a_3 \cdot z^3 + a_2 \cdot z^2 + a_1 \cdot z^1 + a_0 \cdot z^0$$

kde z – základ sústavy,
 a_i – číslice,
 $n-1$ – je rád sústavy

Pre: $z = 2$ získame dvojkovú – binárnu sústavu (0,1)
 $z = 8$ získame osmičkovú – októlovú sústavu (0,1,2, ..., 7)
 $z = 10$ získame desiatkovú – dekadickú sústavu (0,1,2, ..., 9)
 $z = 16$ získame šestnástkovú – hexadecimálnu sústavu (0,1,2, ..., 9,A,B,C,D,E,F)

Slovo *hexadecimálny* pochádza z gréckeho (*hexi* - šesť) a latinského (*decem* - desať)

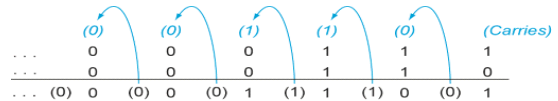
Aritmetika: sčítanie

$0 + 0 = 0$
 $0 + 1 = 1$
 $1 + 0 = 1$
 $1 + 1 = 1 \ 0$
 ↓
 CY: prenos do vyššieho rádu (Carry)

Príklad:

$$\begin{array}{r} 00100 \\ + 00110 \\ \hline 01010 \end{array} \Rightarrow \begin{array}{r} 4 \\ + 6 \\ \hline 10 \end{array}$$

Aritmetika: sčítanie



© 2016 Elsevier, Inc. All rights reserved.

Aritmetika: odčítanie

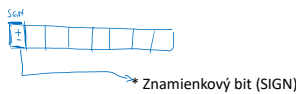
$$7 - 3 = 7 + (-3)$$

Problém so znamienkom

- v dvojkovej sústave neexistuje

Rozšírenie na záporné čísla, použitím znamienka „-“ pred číslom je vhodné pre ľudí, v žiadnom prípade to nie je vhodný zápis pre počítač.

Riešenie:



Záporné čísla: priamy kód - NIE

0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	+	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	+	0	0	0	1	0	0	0	1	0	-1
2	0	0	1	0	0	0	1	0	0	+	0	0	1	0	0	0	1	0	0	-2
3	0	0	1	1	0	0	1	1	0	+	0	0	1	1	0	0	1	1	0	-3
4	0	1	0	0	0	0	1	0	0	+	0	1	0	0	0	0	1	0	0	-4
5	0	1	0	1	0	0	1	0	1	+	0	1	0	1	0	0	1	0	1	-5
6	0	1	1	0	0	0	1	1	0	+	0	1	1	0	0	0	1	1	0	-6
7	0	1	1	1	0	0	1	1	1	+	0	1	1	1	0	0	1	1	1	-7

$3 + (-3) = 0011 + 1011 = 1110 = -6$
 $5 + (-3) = 1011 + 1011 = 1110 = -6$

~~3 + (-3) = -6~~ ! NEFUNGUJE!

Záporné čísla: inverzný kód -11E

0	0	0	0	0
1	0	0	0	1
2	0	0	1	0
3	0	0	1	1
4	0	1	0	0
5	0	1	0	1
6	0	1	1	0
7	0	1	1	1

1	1	1	1	-0?
1	1	1	0	-1
1	1	0	1	-2
1	1	0	0	-3
1	0	1	1	-4
1	0	1	0	-5
1	0	0	1	-6
1	0	0	0	-7

$3 + (-3) = 0011$
 $5 + (-5) = 1100$
 $1111 = -0$

$5 + (-5) = 0101$
 $+1100$
 $11011 = -0$

$5 + (-3) = -1$
 $VEFUNGTE !!$

Doplňkový kód - Two's (2's) complement

Príklad 1:

0	1	0	1	5
↓	↓	↓	↓	
1	0	1	0	
				+ 1
1	0	1	1	-5

Ale pozor!

0	0	0	0	0	1	0	1	5
↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	
1	1	1	1	1	0	1	0	
								+ 1
1	1	1	1	1	0	1	1	-5

Príklad 2:

1	0	1	0	1	-11
↓	↓	↓	↓	↓	
0	1	0	1	0	
					+ 1
0	1	0	1	1	11

Doplňkový kód: invertujeme (znegujeme) všetky číslice a k výsledku pripočítame jednotku.

Funguje oboma smermi, vždy dostaneme opačné číslo.

Záporné čísla: doplnkový kód

0	0	0	0	0
1	0	0	0	1
2	0	0	1	0
3	0	0	1	1
4	0	1	0	0
5	0	1	0	1
6	0	1	1	0
7	0	1	1	1

1	1	1	1	+1
1	1	1	0	+1
1	1	0	1	+1
1	1	0	0	+1
1	0	1	1	+1
1	0	1	0	+1
1	0	0	1	+1
1	0	0	0	+1

1	0	0	0	-8
1	1	1	1	-1
1	1	1	0	-2
1	1	0	1	-3
1	1	0	0	-4
1	0	1	1	-5
1	0	1	0	-6
1	0	0	1	-7

$3 + (-3) = 0011$
 $5 + (-5) = 1100$
 $(-7) + (-1) = 1000 = -0$

$5 + (-5) = 0101$
 $+1101$
 $11011 = -0$

$(-4) + (-1) = 1001$
 $+1111$
 $11000 = -0$

Aritmetika: odčítanie

$7 - 3 = 7 + (-3)$

Príklad 2:

0	0	1	1	3
				+ 1
1	1	0	0	
1	1	0	1	-3

Doplňkový kód

0	1	1	1	7	
+	1	1	0	1	+(-3)
1	0	1	0	0	
					4

Aritmetika: násobenie

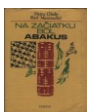
Vypočítame súčin 3 x 6 v dvojkovej sústave:

0	1	1		(3)	
1	1	0		(6)	
<hr/>					
0	0	0	0		
0	1	1			
0	1	1			
<hr/>					
1	0	0	1	0	(18)

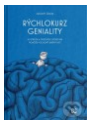
Zhrnutie

- **Počítač** (definícia) + Analógový / Číslcový + Harvard / vonNeumann
- **Data**
- **Bit** / Bajt / Word / Register
- Reprezentácia bitov v počítači / Napätové úrovne / *Inverzná logika*
- Binárny / Decimálny / Hexadecimálny kód
- Prevody medzi **BIN** / **DEC** / **HEX**
- Priamy kód / Inverzný kód / Dvojkový doplnok
- **Záporné čísla** v dvojkovej sústave
- **Aritmetika** v dvojkovej sústave: + / - / x

Chcem vedieť viac...



GLADE, Heinz a MANTEUFFEL, Karl:
Na začiatku bol abakus. Bratislava : Smena, 1981.



ÓDOR Ľudovít:
Rýchlokurz geniality. 42 otázok a odpovedí, ktoré vám pomôžu pochopiť dnešný svet. Vydavateľstvo N Press, 2022.