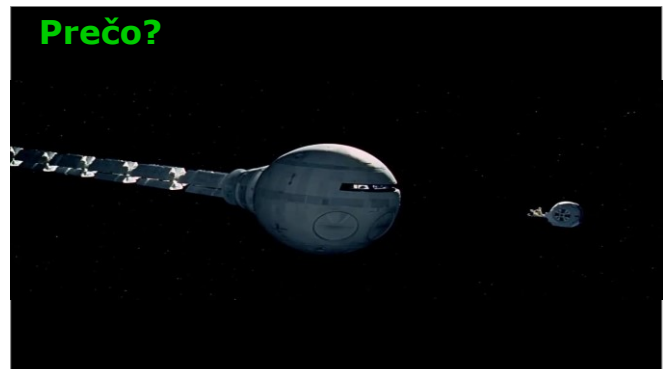


ZPOC '25

Základy počítačov



Čo je to počítač?

[en+] **Computer**
 [de] ein Computer, Rechner
 [es] Computadora
 [ru] Компьютер (компjuter),
 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 pozitronovým mozgom, aktivovaný r. 2336, operačný dôstojník na lodi USS Enterprise-D v seriáli Star Trek.

Autor: duyeying. Source: <https://duyeying.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 €



Čo je to počítač?

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

✗



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

✗



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

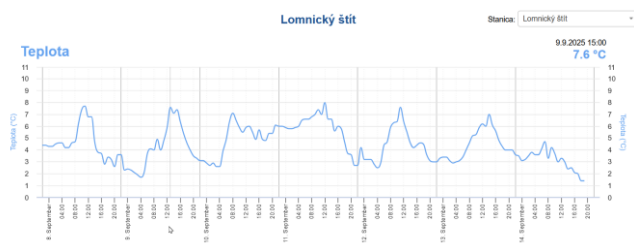
Počítač – analógový / digitálny

analógový (spojitý) – číslicový, digitálny (diskrétny)



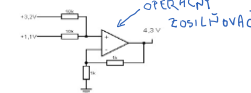
Source: <http://morguefile.com/>

Analógový



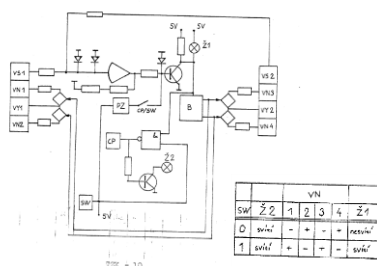
Zdroj: SHMÚ, https://www.shmu.sk/sk/?page=1&id=meteo_apocassie_sk&i=11930

Analógový počítač



Analógový počítač MEDA 42TA výrobou 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 využívať v odbore Automatizačná technika. (Foto: wikipedia)

Analógový počítač

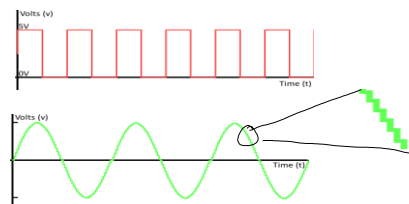


Modul TZK-10 z analógového počítača MEDA: dvojica elektronických komparátorov/spínačov s indikáciou zopnulia a prúdovým výstupom.

Číslicový – nespojitý, diskrétny

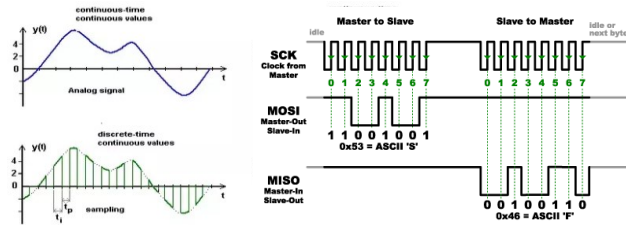
Číslicový signál má len konečný počet možných hodnôt

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



Signál – analógový / 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 veličiny, rozsvietenie kontrolky, apod.



Príklady rozličných typov signálov

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.



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	cube	difference (rozdiele)		
N	N³	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
			...	6

$10^3 = 1000$

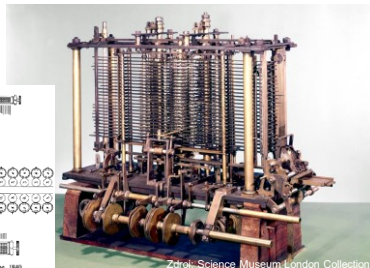
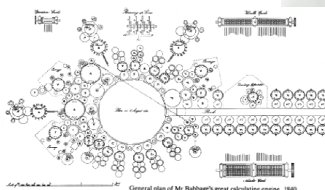
Zdroj: <http://ds-wordpress.haverford.edu/bitlybitbit-by-bit-contents/chapter-two/2-2-the-theory-behind-the-difference-engine/>

Charles Babbage (1791 – 1871)

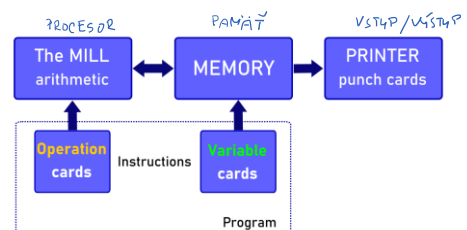
- otec moderného programovateľného (mechanického) počítača.

analytical engine

Programovateľný diernymi štítkami
Sekvence, slučky, vetvenie



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	Variables used upon	Variables resulting results	Indication of change to the value of any Variable	Statement of Results	Data
1	$V_1 \times V_2$	$V_1 \times V_2$	$V_1 = V_2$		V_1 V_2 V_3 V_4 V_5
2	$V_1 - V_2$	$V_1 - V_2$	$V_1 = V_2$		V_1 V_2 V_3 V_4 V_5
3	$V_1 + V_2$	$V_1 + V_2$	$V_1 = V_2$		V_1 V_2 V_3 V_4 V_5
4	$V_1 \div V_2$	$V_1 \div V_2$	$V_1 = V_2$		V_1 V_2 V_3 V_4 V_5



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

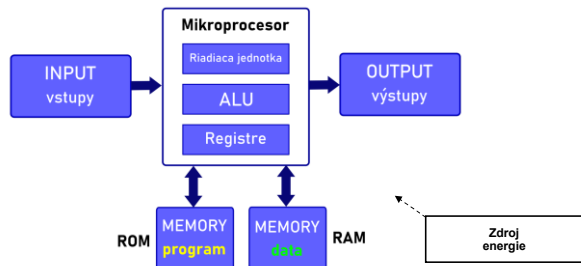
1947 – na Harvarde zakladá Computer science program

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
Výpracoval princípy fungovania počítačov, je otcom teórie hier.
Podieľal sa na teórii termojadrových reakcií a vodíkovej bomby.



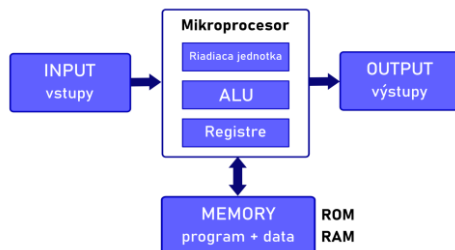
John von Neumann with the stored-program computer at the Institute for Advanced Study, Princeton, New Jersey, in 1945. Photograph: Getty



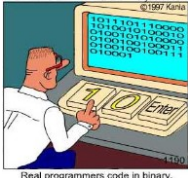
"The Martians" (Marfania).

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...*



Bit

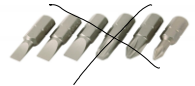
Základná jednotka informácie bit alebo b.

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, spinacie obvody
Boolova algebra → reléové obvody
pojmem **bit**



Theseus – mechanická myš v bludisku



Register



ne môže byť prázdny!
0 1 2 3 4 5 6 7 8
nemôže byť
nič iné, len 0 a 1

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)

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

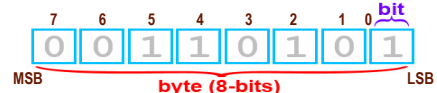
Nibble = 4 bity, teda 2x Nibble = 1 Bajt

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 „prechrúmať“) – upravené, aby sa nezamieňalo so slovom bit

– alt. Vysvetlenia: Binary digiT Eight alebo BinarY TErm

Bajt / Word / MSB / LSB



MSB – Most Significant Bit

Least Significant Bit – 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}

Reprezentácia bitov v počítači



Electric
0 – 5 V

0 = 0V
1 = 5V

Electric
0 – 3.3 V

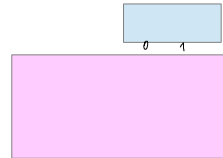
0 = 0
1 = 3.3

Electric
0 – 1.8 V

0 = 0
1 = 1.8

Electric
0 – 20 mA

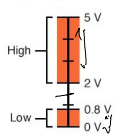
0 = 0
1 = 1



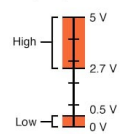
Logické úrovne

Electric
0 – 5 V

Acceptable TTL Gate
Input Signal Levels



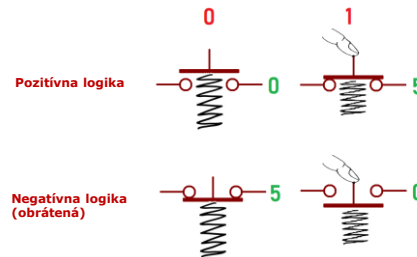
Acceptable TTL Gate
Output Signal Levels



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 _{DD}	V _{DD} = 5 V ±10%
ESD ³⁾	V _{ESD} to -1.4 V	-1.2 V to 0 V	V _{ESD} 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.

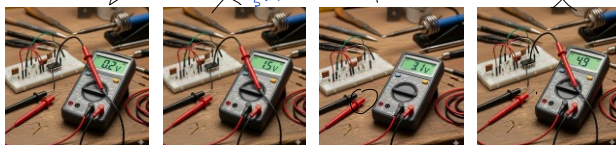
Pozitívna a negatívna logika

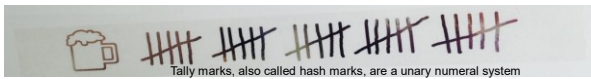


LOGIC STATES	
FALSE	TRUE
0	1
Low	High
0V	+V _s
Off	On

Ak máme počítačový systém pracujúci s 3.3V logikou, aké napätie nameriame, ak je na výstupe obvodu **logická 1**?

V systéme s pozitívnou logikou / negatívnou logikou:



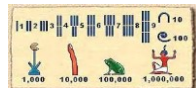


1	I	11	<T	21	<T<T	31	<T<T<T	41	<T<T<T<T	51	<T<T<T<T<T
2	II	12	<TT	22	<T<TT	32	<T<T<TT	42	<T<T<T<TT	52	<T<T<T<T<TT
3	III	13	<TTT	23	<T<TTT	33	<T<T<TTT	43	<T<T<T<TTT	53	<T<T<T<T<TTT
4	IIII	14	<TTTT	24	<T<TTTT	34	<T<T<TTTT	44	<T<T<T<TTTT	54	<T<T<T<T<TTTT
5	V	15	<VT	25	<T<VT	35	<T<T<VT	45	<T<T<T<VT	55	<T<T<T<T<VT
6	VI	16	<VTT	26	<T<VTT	36	<T<T<VTT	46	<T<T<T<VTT	56	<T<T<T<T<VTT
7	VII	17	<VT<T	27	<T<VT<T	37	<T<T<VT<T	47	<T<T<T<VT<T	57	<T<T<T<T<VT<T
8	VIII	18	<VT<TT	28	<T<VT<TT	38	<T<T<VT<TT	48	<T<T<T<VT<TT	58	<T<T<T<T<VT<TT
9	IX	19	<VT<TTT	29	<T<VT<TTT	39	<T<T<VT<TTT	49	<T<T<T<VT<TTT	59	<T<T<T<T<VT<TTT
10	X	20	<T<T<T<T<T	30	<T<T<T<T<T<T	40	<T<T<T<T<T<T<T	50	<T<T<T<T<T<T<T<T		

The sexagesimal system as used in ancient Mesopotamia

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

The Maya numerals are a base-20 system – vigesimal.



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:

$$N_z = \sum_{i=0}^{n-1} a_i z^i$$

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

a_i - číslice ($0 \leq a_i < z$)

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

poloha číslice určuje **rád číslice**, ktorý je

definovaný **váhou** $v_i = z^i$

$n-1$ - je rád sústavy

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

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

Skrátený zápis **raciálneho čísla**

N_z vyjadríme v tvare:

$$N_z = \frac{a_{n-1}z^{n-1} + a_{n-2}z^{n-2} + \dots + a_0}{z^k}$$

Desiatková sústava

$$2037 = 2 \cdot 1000 + 0 \cdot 100 + 3 \cdot 10 + 7 \cdot 1$$

$10^3 \quad 10^2 \quad 10^1 \quad 10^0$

$$\{0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9\}$$

$0-9$
→ zjednotenie - napríklad do jednej množiny 1-9



$$37_{10} = 1 \times 32 + 0 \times 16 + 0 \times 8 + 1 \times 4 + 0 \times 2 + 1 \times 1$$

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

$$37_{10} = 100101_2$$

$$7_{10} = 111_2$$

Ziaden vagon nesmie byť obsadený len čiastočne: buď je celý prázdny, alebo celý plný.

Dvojková sústava Binárna

$$\{0, 1\}$$

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

$$= 1 \times 8 + 1 \times 4 + 0 \times 2 + 1 \times 1$$

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

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

$$8 + 4 + 1 = 13$$

DEC

B/N

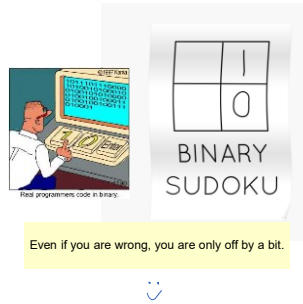
• 0	0
• 1	1
• 2	10
• 3	11
• 4	100
• 5	101
• 6	110
• 7	111
• 8	1000

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



Šestnástková sústava

Hexadecimálna

 $\{0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, A, B, C, D, E, F\}$

$$11A_{\text{HEX}} = 1 \times 16^2 + 1 \times 16^1 + A \times 16^0 \\ = 1 \times 256 + 1 \times 16 + 10 \times 1 = \\ = 276 + 16 + 10 = \underline{282}_{10}$$

DEC	HEX	DEC	HEX
• 0	0	• 8	8
• 1	1	• 9	9
• 2	2	• 10	A
• 3	3	• 11	B
• 4	4	• 12	C
• 5	5	• 13	D
• 6	6	• 14	E
• 7	7	• 15	F
		• 16	10

Porovnanie

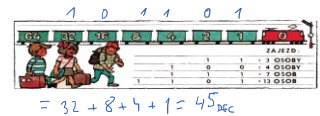
* omliekaná sústava
NEBUDEME
používať

binárna z = 2	oktálová 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 101101₂ z dvojkovej do desiatkovej sústavy:

$$101101_{\text{BIN}} = ?_{\text{DEC}} \\ = 1 \times 2^5 + 0 \times 2^4 + 1 \times 2^3 + 1 \times 2^2 + \\ + 0 \times 2^1 + 1 \times 2^0 = \\ = 32 + 0 + 8 + 4 + 0 + 1 = \underline{45}_{10}$$



$$\begin{array}{cccccc} 32 & 16 & 8 & 4 & 2 & 1 \\ \boxed{1} & \boxed{0} & \boxed{1} & \boxed{1} & \boxed{0} & \boxed{1} \end{array} \leftarrow \text{vážy} \quad \text{Register}$$

Dvojková (binárna) sústava

Príklad: Preveďte číslo 123₁₀ z desiatkovej do dvojkovej sústavy:

123₁₀ =

ALGORITHMUS:

$$\begin{array}{l} 123 : 2 = 61 \text{ zn. } 1 \\ 61 : 2 = 30 \text{ zn. } 1 \\ 30 : 2 = 15 \text{ zn. } 0 \\ 15 : 2 = 7 \text{ zn. } 1 \\ 7 : 2 = 3 \text{ zn. } 1 \\ 3 : 2 = 1 \text{ zn. } 1 \\ 1 : 2 = 0 \text{ zn. } 1 \\ 0 : 2 = 0 \text{ zn. } 0 \end{array}$$

1111011₂

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

Hexadecimálna sústava

Príklad: Preveďte číslo 123₁₀ z desiatkovej do šestnástkovej sústavy:

123_{DEC} = ?_{HEX} Tenisový algoritmus:

$$\begin{array}{l} 123 : 16 = 7 \text{ zvyšok } 11 \text{ (11 je ~ hex B)} \\ 7 : 16 = 0 \text{ zn. } 7 \\ 0 : 16 = 0 \text{ koniec} \end{array}$$

$$123_{\text{DEC}} = \underline{7B}_{\text{HEX}}$$

Osmičková (oktalová) sústava

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

$123_{\text{DEC}} = ?_{\text{OCT}}$ NETREBA, ALE UKÁŽEME AKO PŘÍKLAD

$$\begin{array}{r} 123 : 8 = 15 \text{ zw. } 3 \\ \quad \quad \quad \swarrow \\ 15 : 8 = 1 \text{ zw. } 7 \\ \quad \quad \quad \swarrow \\ 1 : 8 = 0 \text{ zw. } 1 \end{array} \quad \begin{array}{l} 1 \\ 7 \\ 3 \end{array}$$

$$123_{\text{DEC}} = \underline{\underline{143_{\text{QT}}}}$$

Hexadecimálna sústava

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

$$\begin{aligned} A013 &= 1 \times 16^3 + 0 \times 16^2 + 1 \times 16^1 + 3 \times 16^0 = \\ &= 10 \times 4096 + 0 \times 256 + 1 \times 16 + 3 \times 1 = \\ &= 40960 + 16 + 3 = \underline{\underline{40979}}_{DEC} \end{aligned}$$

Šestnástková sústava Hexadecimálna

Zmysel má hlavne pre zjednodušenie zápisu v dvojkovej sústave.

0101 1010 1111 0011₂
5 A F 3_{HEX}

0001 1011 1110 0010₂
1 B E 2_{HEX}

37FF₁₆

0011 0111 1111 1111₂

Tri „rovnaké“ zápisy a pritom celkom iné čísla

$1010_2 \rightarrow 10_{DEC}$
 $1010_{10} \rightarrow 1010_{DEC}$
 $1010_{16} \rightarrow 4112_{DEC}$

Pozičné číselné sústavy :

Hodnotu celého nezáporného čísla N_z vyjadríme v tvare polynómu:

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

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 – oktálovú sústavu (0,1,2, ... , 7)

$z = 10$ získame desiatkovú – dekadickú sústavu $(0,1,2, \dots, 9)$

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

$0 + 0 = 0$
 $0 + 1 = 1$
 $1 + 0 = 1$
 $1 + 1 = 1 \ 0$
 ↓
 CV: 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

$0A \ R \ R \ 3$

 ... 0 0 0 1 1 0 1
 ... 0 0 0 1 1 0 1
 ... (0) 0 (0) 0 (0) 1 (1) 1 (1) 0 (0) 1
 (Carries)

Aritmetika: odčítanie

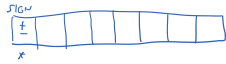
$$7 - 3 = 7 + (-3)$$

Problém so znamienkom

- v dvojkovej sústave neexistuje

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

Riešenie:



$\oplus \Rightarrow 0$ KONTROLA,
 $\ominus \Rightarrow 1$ DOHODA

* Znamienkový bit (SIGN)

Záporné čísla: priamy 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	0	0	0	-1
1	0	0	1	-2
1	0	1	0	-3
1	0	1	1	-4
1	1	0	0	-5
1	1	0	1	-6
1	1	1	0	-7

111
0011
1011
1.110

PRIAMY KÓD NIE JE VHOĎNÝ!

$$3 + (-3) =$$

$$5 + (-3) =$$

$$\begin{array}{r} 0011 \\ 1011 \\ \hline \end{array}$$

$$3 + (-3) = -6 //$$

Záporné čísla: inverzný 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	-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
1	0	0	0	-8

ANI INVERZNÝ KÓD NIE JE VHOĎNÝ!

$$\begin{array}{r} 3 + (-3) = 0011 \\ 5 + (-3) = 1100 \\ \hline 1111 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 0101 \\ 1100 \\ \hline 0001 \end{array}$$

Doplňkový kód

- Two's (2's) complement

Příklad 1:

$$\begin{array}{r} 0101 \\ \downarrow \downarrow \downarrow \downarrow \\ 1010 \\ + 1 \\ \hline 1011 \end{array} \quad \begin{array}{l} 5 \\ -5 \end{array}$$

Ale pozor!

$$\begin{array}{r} 0000001015 \\ \downarrow \downarrow \downarrow \downarrow \downarrow \downarrow \downarrow \\ 111111010 \\ + 1 \\ \hline 111111011-5 \end{array}$$

Příklad 2:

$$\begin{array}{r} 10101-11 \\ \downarrow \downarrow \downarrow \downarrow \downarrow \\ 01010 \\ + 1 \\ \hline 0101111 \end{array}$$

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

Funguje oboma smermi, vždy dostaneme opačné číslo.

Záporné čísla: doplňkový 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

Inverzný kód

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

Doplňkový kód

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

ZBĚAVILI SME SA ZOBRAZ -0!

$$\begin{array}{r} 3 + (-3) = 0011 \\ 5 + (-3) = 1101 \\ (-7) + (-1) = 1000 = 0 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 5 + (-3) = 0101 \\ 1101 \\ \hline 10010 = 2 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} (-7) + (-1) = 1001 \\ 1111 \\ \hline 11000 = -8 \end{array}$$

Aritmetika: odčítanie

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

Příklad 2:

$$\begin{array}{r} 0011 \\ 1100 \\ + 1 \\ \hline 1101 \end{array}$$

3

Doplňkový kód
-3

7

+(-3)

4

Aritmetika: násobenie

Vypočítame súčin 3×6 v dvojkovej sústave:

$$\begin{array}{r}
 \begin{array}{r} 011 \\ 110 \end{array} \\
 \hline
 \begin{array}{r} 000 \\ 011 \\ 011 \\ \hline 10010 \end{array}
 \end{array}
 \quad
 \begin{array}{r}
 \begin{array}{r} 011 \\ 110 \end{array} \\
 \hline
 \begin{array}{r} 000 \\ 011 \\ 011 \\ \hline 10010 \end{array}
 \end{array}
 \quad
 \begin{array}{r}
 \begin{array}{r} 011 \\ 110 \end{array} \\
 \hline
 \begin{array}{r} 000 \\ 011 \\ 011 \\ \hline 10010 \end{array}
 \end{array}$$

$$\begin{array}{r}
 31 \times 12 \\
 \hline
 62 \\
 31 \\
 \hline
 372
 \end{array}$$

Zhrnutie

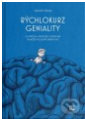
sli.do

- **Počítač** (definícia) + Analógový / Číslicový + 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.