



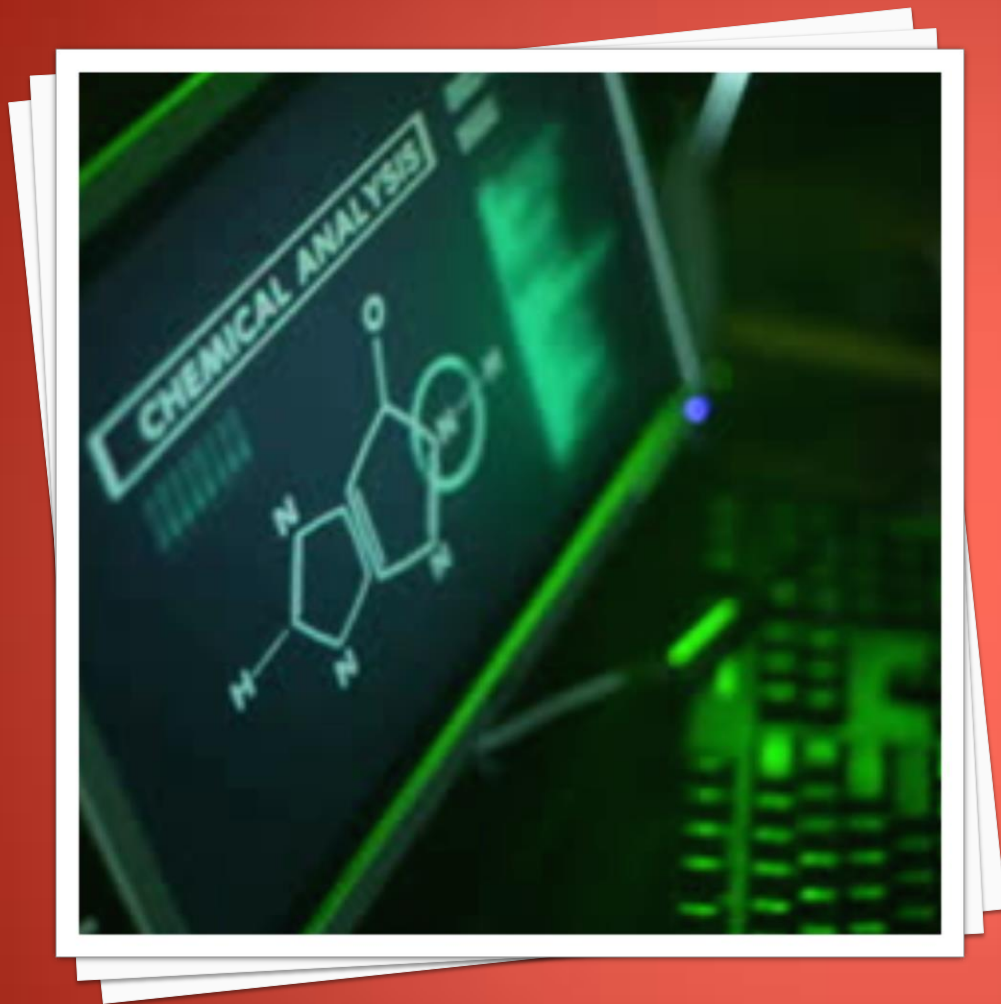
# UIKTNT

## UPORABA INFORMACIJSKO - KOMUNIKACIJSKIH TEHNOLOGIJ V NARAVOSLOVJU IN TEHNIKI

Doc. dr. Mojca Ciglarič, UL FRI

As. Vida Groznik, UL FRI

As. Dr. Darko Pevec, UL FRI



# 2

ZGODOVINA,  
RAČUNANJE

# KAKO SMO PRIŠLI DO SEM?

- ◉ Superračunalniki, [www.top500.org](http://www.top500.org)
- ◉ Tianhe-2 (Milky Way -2), Kitajska: 3 MIO Xeon jeder, 1 MIO GB RAM, poraba 17 MW, 2.5 petaFlop

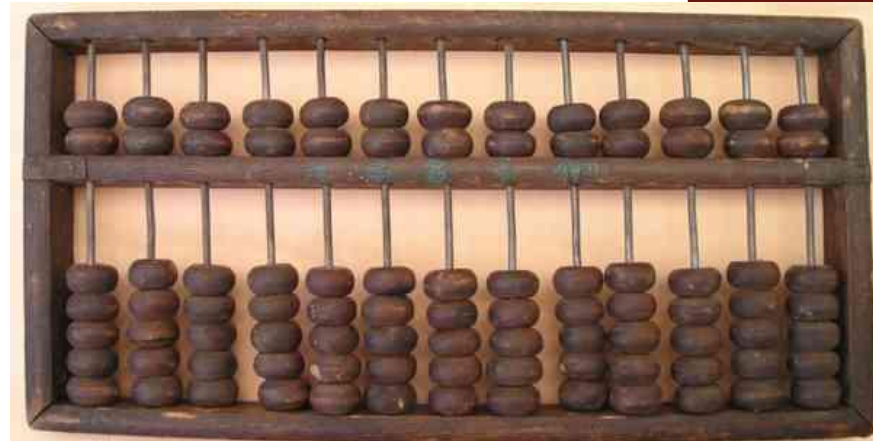


# DIGITALNO IN ANALOGNO

- Nekatere stvari so po naravi zvezne
  - Menjavanje dneva in noči
  - Merjenje razdalje
- Druge pa digitalne (diskretne, nezvezne)
  - Štetje, npr. število prstov na roki
- Digitalno računanje:
  - predstavitev števil s simboli, prsti,
  - diskretno, točno določeno število stanj,
  - natančno odčitavanje
- Analogno računanje
  - predstavitev števil z neko fizikalno količino,
  - zvezno, število stanj je neomejeno,
  - Npr. razdalja in logaritmično računalno,
  - odčitavanje je odvisno od natančnosti merjenja

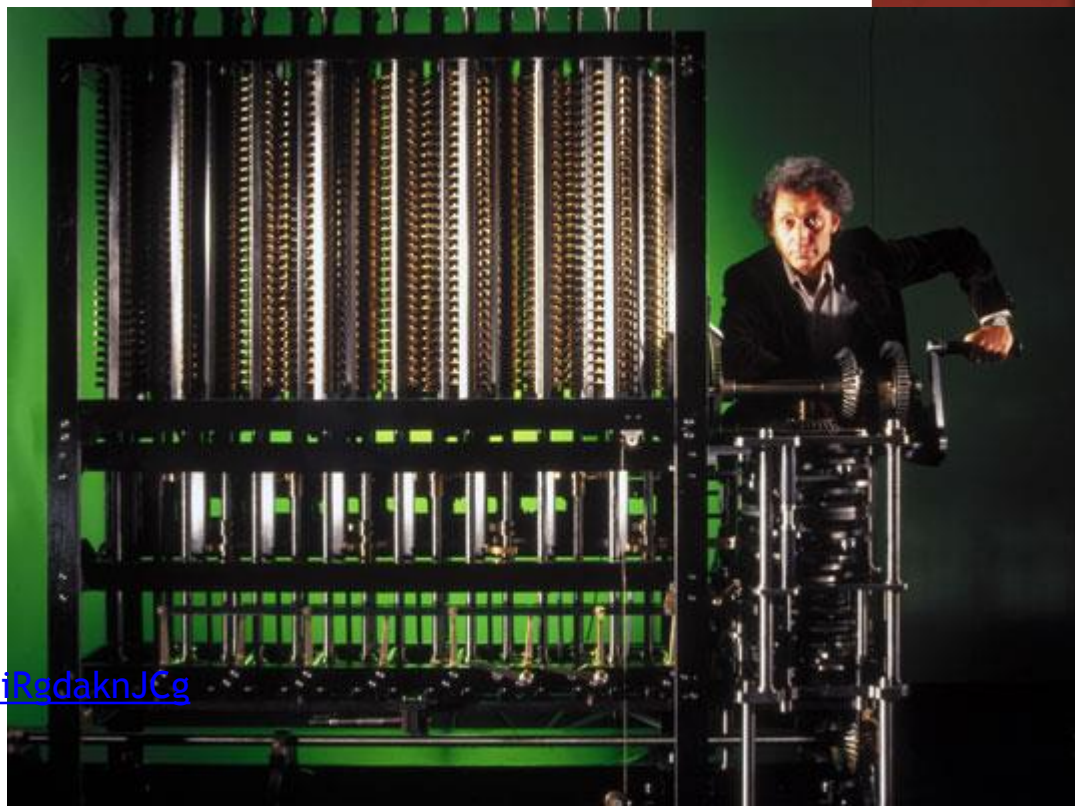
# ZGODOVINA RAČUNALNIKOV: MEHANSKI STROJI

- Abak (leto 3000 p. n. š.):
  - Babilon, računski pripomoček.
- Mehanski stroji:
  - zobata kolesa, mehanizem za prenos na naslednje kolo,
  - majhna sposobnost programiranja, operacije so določene v naprej,
  - avtorji:
    - Schickard, leto 1623, + in -
    - Pascal, 1642, +,
    - Leibnitz, 1671, +, -, \* in / .



# MEHANSKI STROJI (2)

- Charles Babbage: diferenčni stroj,
- od 1823 dalje, nikoli končan (cena)
- namenjen računanju številskih tabel:
  - logaritmi
  - trigonometrične funkcije
  - Aproksimacija s polinomi
- Diferenčni stroj II,
  - 1991, Londonski muzej znanosti
  - 2008, Muzej rač. zgodovine, Mountain View, CA
  - <http://www.youtube.com/watch?v=jiRgdaknJCg>



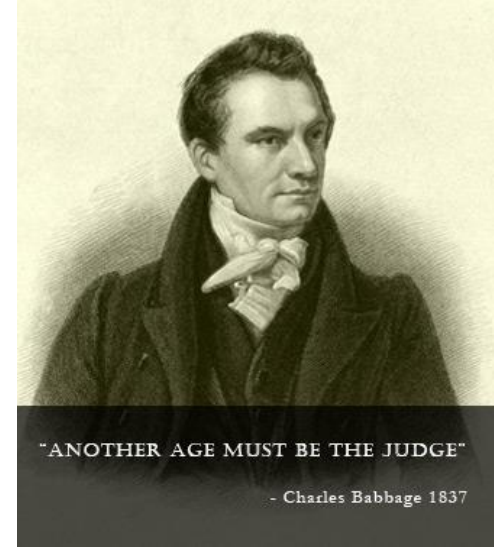
# MEHANSKI STROJI (3)

## ⊙ Charles Babbage, analitični stroj:

- 1834 - 1836, sestavni deli:
  - shramba, mlin, bralnik luknjastih kartic in luknjač,
- program:
  - abstrakcija,
  - luknjice ne določajo vzorca (tekstil) ampak matematične operacije,
- nikoli ni deloval brez napak, ideje mnogo pred časom.

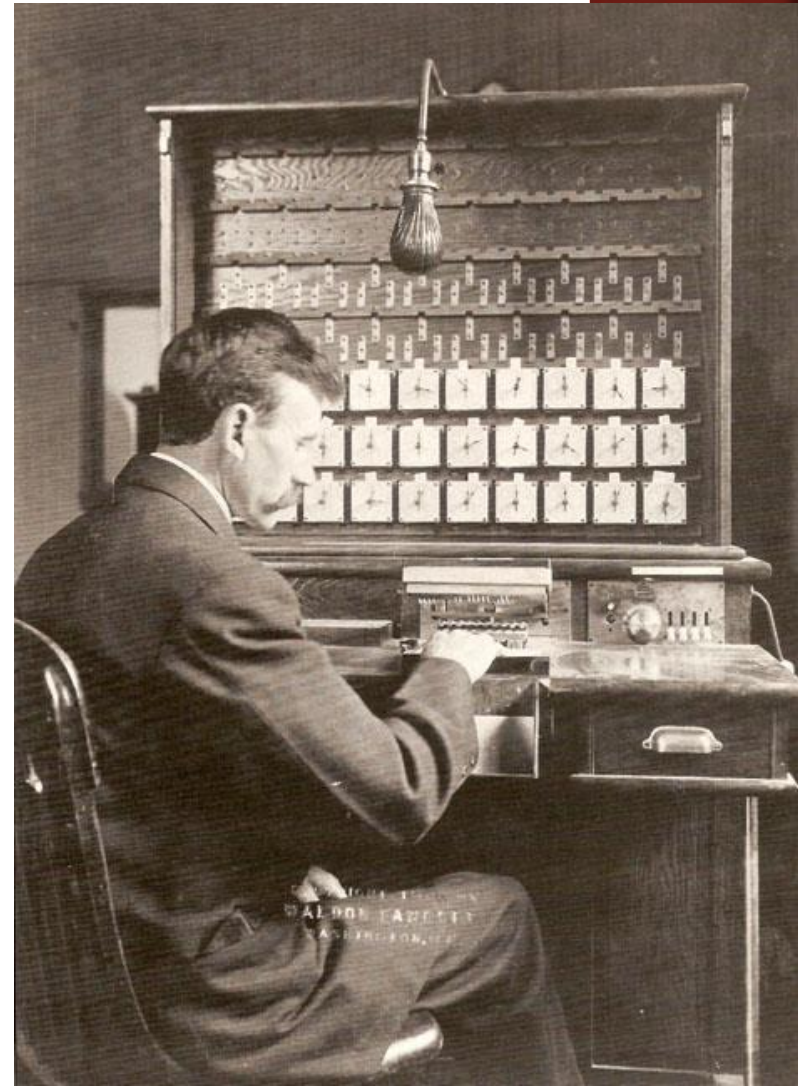
## ⊙ Ada Augusta Lovelace, hči lorda Byrona,

- prva programerka,
- program za izračun Bernoullijevih števil



# RAČUNALNIKI PRVA GENERACIJA

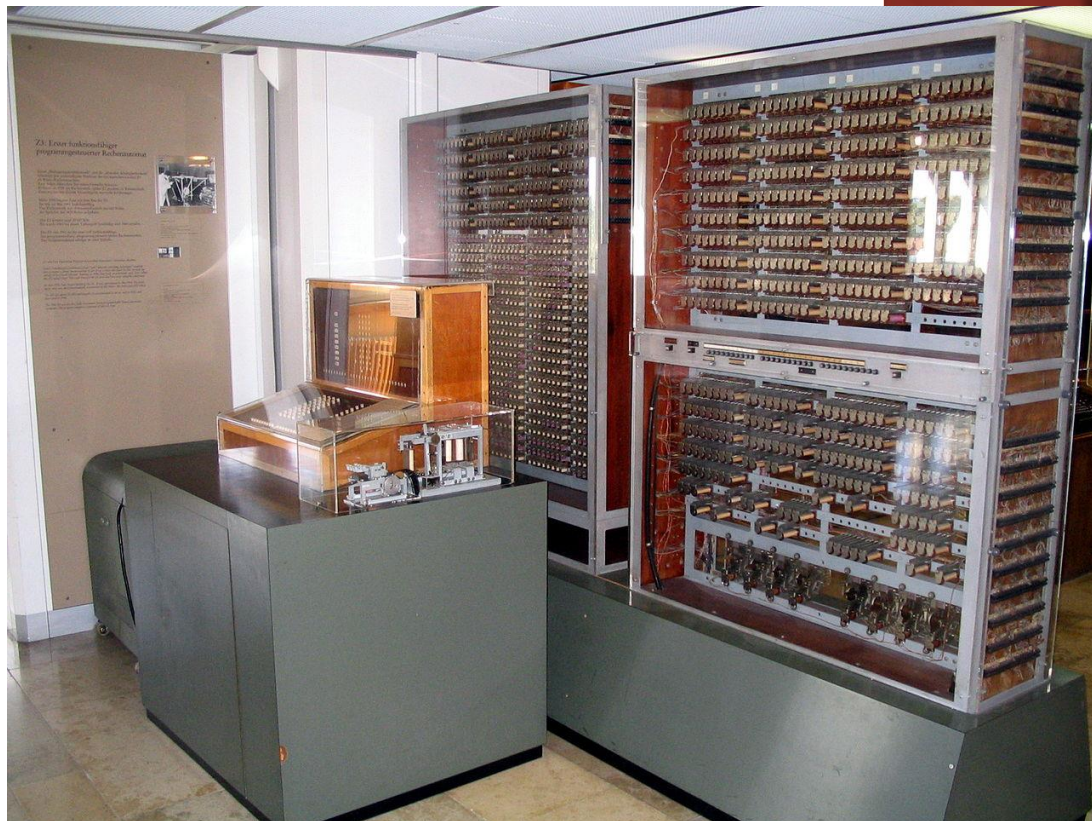
- Elektromehanski stroji
- Herman Hollerith,
  - 1889: naprava, ki uporablja luknjane kartice za statistično obdelavo podatkov (tabulator)
    - ročico za premikanje zobnikov zamenjajo elektromotorji,
    - Popis prebivalstva je bil obdelan v 2.5 namesto 7 letih!
  - 1896: ustanovil *Tabulating Machine Company*, kasneje (1924) se je podjetje preimenovalo v IBM





# .. ŠE PRVA GENERACIJA

- Konrad Zuse, 1941: Z3 - prvi delujoči programsko vodeni računalnik za splošne namene,
  - uporablja 2600 relejev,
  - ukazi so shranjeni na luknjanem traku,
  - dvojiška aritmetika.
- Aiken, 1944
  - Harvard Mark I, 1944
  - podoben Z3, desetiška aritmetika



## .. IN ŠE PRVA GENERACIJA..

- Releje zamenjajo elektrone: ENIAC, 1945,
  - Electronic Numerical Integrator and Calculator
  - 1000 krat hitrejši kot MARK I,
  - dimenzije 30m x 3m x 1m,
  - 18.000 elektronk, 150 relejev, 140kW
  - Programiranje:
    - 6.000 stikal,
    - desetiški sistem
- EDVAC, 1951: program shranjen v pomnilniku
- IAS machine: 10x hitrejši od Eniaca, dvojiški, zasnova modernih računalnikov.

# ZGODOVINA: DRUGA IN TRETJA GENERACIJA

- Elektronke in releje zamenjajo tranzistorji
- Od 1956 dalje...
- Tranzistorji so v integriranih vezjih
- Večja hitrost in učinkovitost

DRUGA

TRETJA

- Prvi računalnik v Sloveniji: 1961, IJS
- Prvi računalnik na UL: 1971

# ZGODOVINA: ČETRТА GENERACIJA



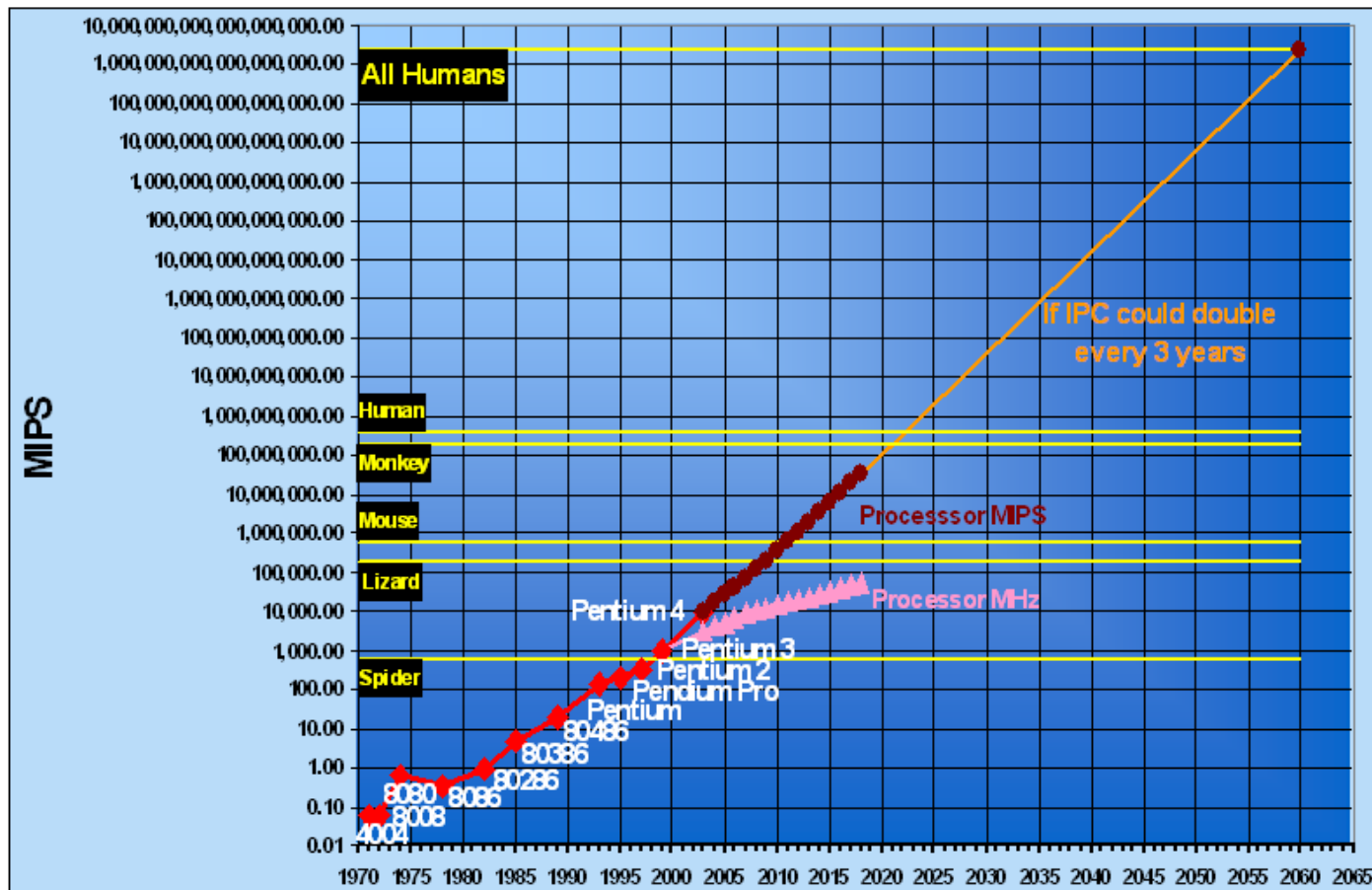
- 1971: pojav mikroprocesorjev
- Čipi z milijon in več tranzistorji
- Manjši, hitrejši, cenejši računalniki
- IBM PC XT:
  - Procesor Intel 8086,
  - frekvenca ure 4,77 MHz
  - pomnilnik 128 kB do 640 kB,
  - 1 ali 2 disketni enoti 5,25",
  - trdi disk 10 MB (opcijsko)



# MOOROV ZAKON

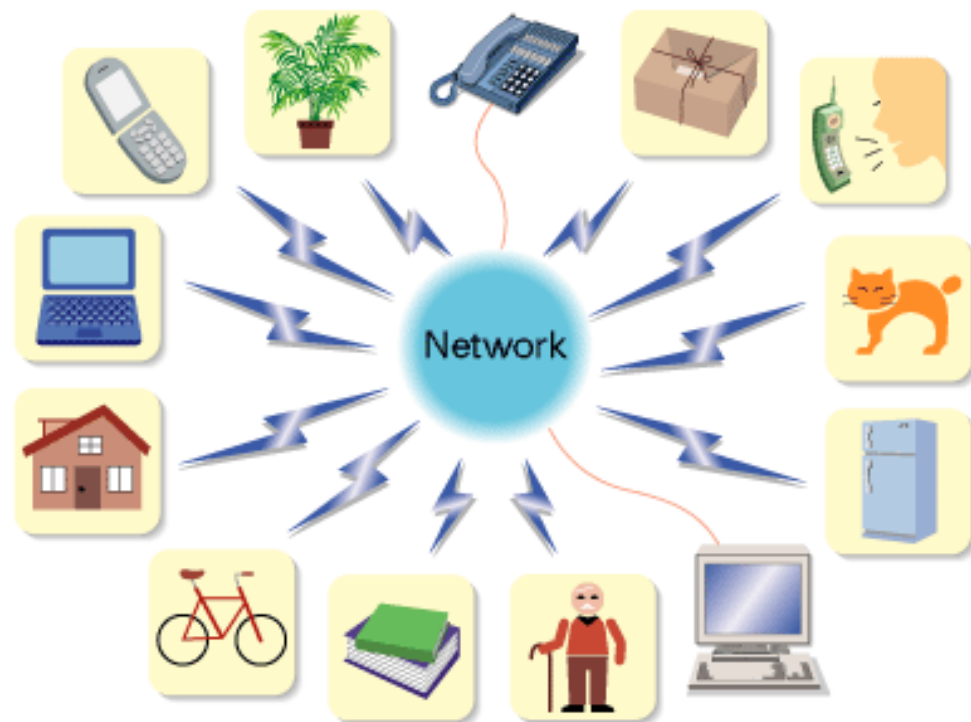


Število tranzistorjev se podvoji ca. vsaki 2 leti



# ZGODOVINA: PETA GENERACIJA

- ◉ umetna inteligenca
- ◉ kvantni računalniki
- ◉ nanotehnologija
  
- ◉ miniaturizacija:  
vseprisotno (nevidno)  
računalništvo
- ◉ porazdeljeno  
procesiranje, oblaki  
(Google, Amazon, FB...)



Ubiquitous computing will enable diverse wireless applications, including monitoring of pets and houseplants, operation of appliances, keeping track of books and bicycles, and much more.

# KAKO DELUJE RAČUNALNIK?

- Vsi podatki v računalniku so predstavljeni z logičnima vrednostma 0 in 1.
- Simbola 0 in 1 sta predstavljena z dvema nivojema napetosti.
  - (Če je manj nivojev, je manjša verjetnost za napako!)
  - Logična 0: nizka napetost (okrog 0 V),
  - Logična 1: visoka napetost (okrog 3,3 V),
    - glede na tehnologijo tudi 1,2 V, 1,8 V, 5 V, 12 V, 24 V.
  - Vmes je prepovedano območje.
- Enostavna izvedba s stikalom

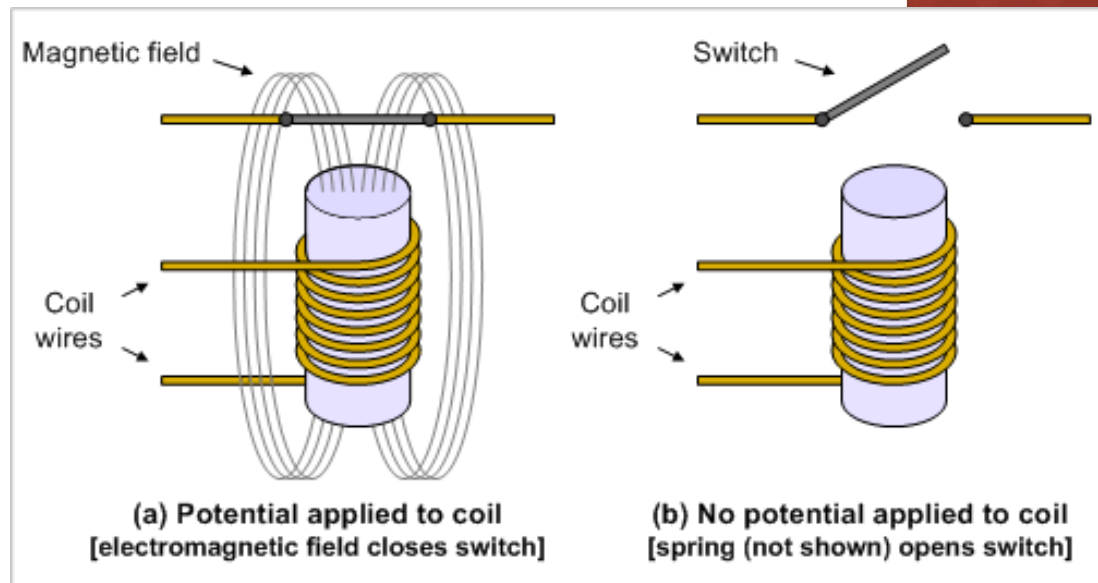
# KAKO DELUJE STIKALO?

## ⊙ Mehansko stikalo:

- stikalo sklenjeno , luč gori
  - To je logična 1,
- stikalo razklenjeno, luč ugasnjena
  - To je logična 0,

## ⊙ Električno stikalo:

- leto 1939,
- čas preklopa  $\sim 1$  ms





# PRIMERNEJŠE OBLIKE STIKALA...

- elektronka: termična emisija elektronov iz katode proti anodi
  - leto 1945,
  - čas preklopa  $\sim 1$  ms,



- tranzistor:
  - leto 1955,
  - čas preklopa  $\sim 1$  ns



# KAKO DELUJE RAČUNALNIK?

Vse elemente računalnika lahko opišemo s tremi logičnimi operatorji:

- ⊙ IN - konjunkcija (and)
- ⊙ ALI - disjunkcija (or)
- ⊙ NE - negacija (not)

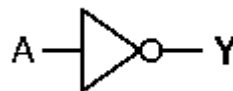
Logične operatorje zgradimo iz stikal!



VHOD		IZHOD
A	B	A AND B
0	0	0
0	1	0
1	0	0
1	1	1



VHOD		IZHOD
A	B	A OR B
0	0	0
0	1	1
1	0	1
1	1	1



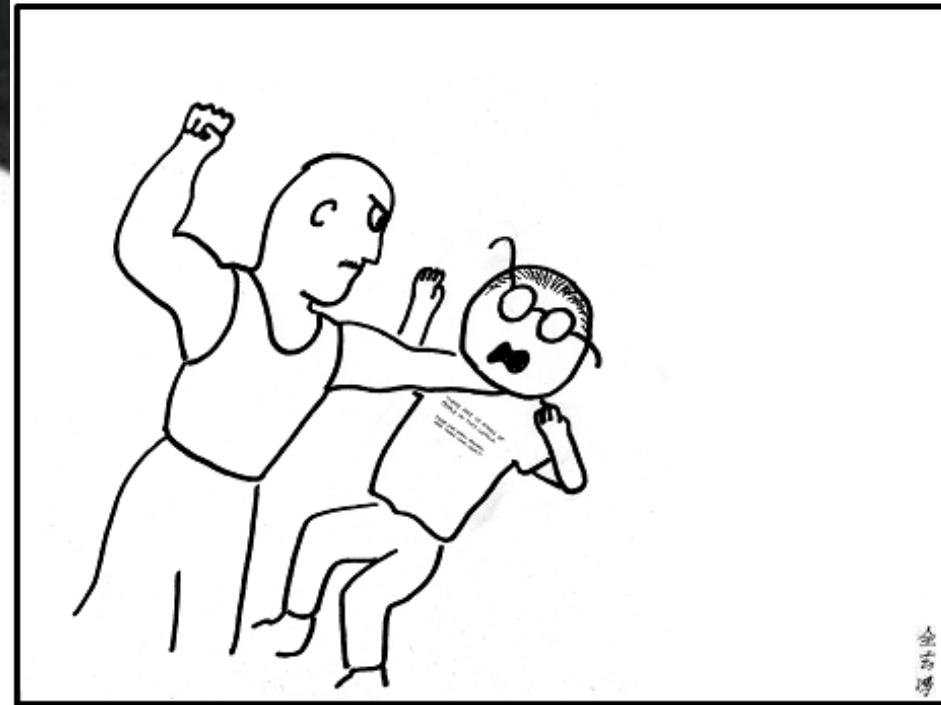
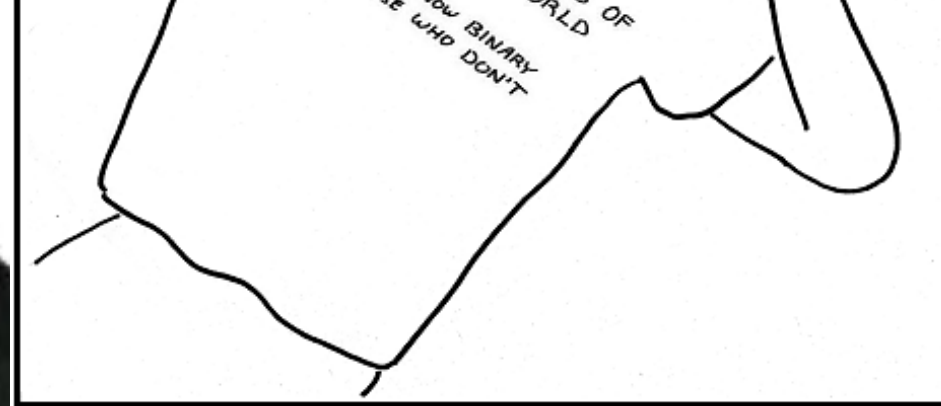
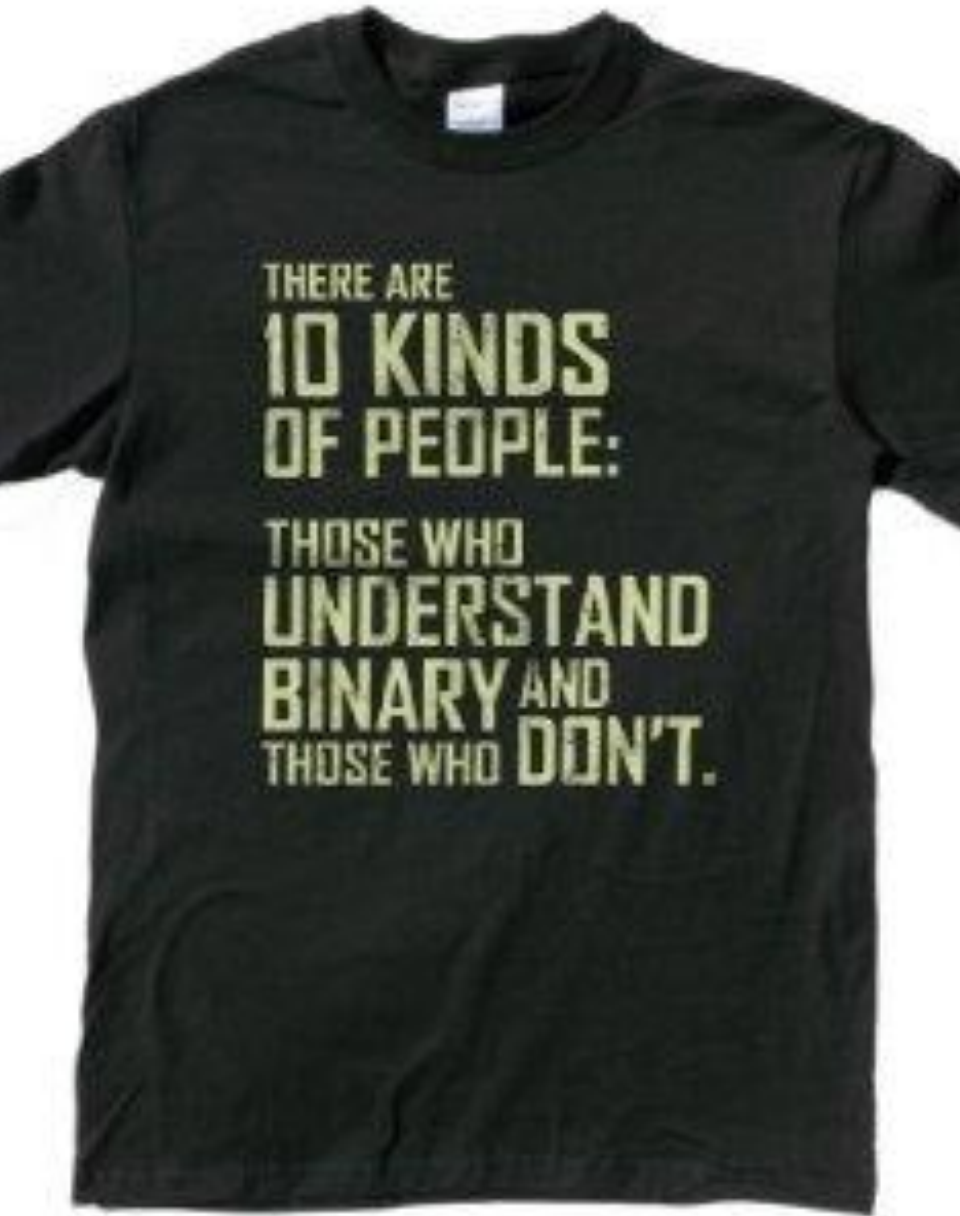
VHOD	IZHOD
A	NOT A
0	1
1	0

# PREDSTAVITEV ŠTEVIL

- Človek: rimske številke, arabske številke
  - Deset prstov, desetiški sistem
  - Enice, desetice, stotice, tisočice:  $10^0$ ,  $10^1$ ,  $10^2$ ,  $10^3$ ...
- Računalnik: binarnost
  - Dve logični vrednosti
  - 0 in 1
  - Dvojiški sistem
  - $2^0$ ,  $2^1$ ,  $2^2$ ,  $2^3$ ...
- Primer:
  - $17_D = 10001_B$
  - Koliko je  $10_B$  ?

*From Apices to Modern Digits*

<i>X century</i>	I	𐌀	𐌁	𐌂	𐌃	𐌄	𐌅	𐌆	𐌇
	1	𐌔	𐌕	𐌖	𐌗	𐌘	𐌙	𐌚	𐌛
<i>XI century</i>	1	𐌔	𐌕	𐌖	𐌗	𐌘	𐌙	𐌚	𐌛
	1	𐌔	𐌕	𐌖	𐌗	𐌘	𐌙	𐌚	𐌛
<i>XII century</i>	1	𐌔	𐌕	𐌖	𐌗	𐌘	𐌙	𐌚	𐌛
<i>Modern</i>	1	2	3	4	5	6	7	8	9



... AND THE PEOPLE IN GROUP 10 DON'T LIKE IT WHEN YOU RUB IT IN THEIR FACES WITH A T-SHIRT.

# PRETVARJANJE IZ D V B

- Pretvarjanje iz desetiškega v dvojiški sistem
- Celoštevilčno deljenje z 2, dokler je kvocient različen od 0.
- Ostanke prepíšemo od spodaj navzgor.

○ Primer:  $123_D = ?_B$

- $123 : 2 = 61$ , ostane 1
- $61 : 2 = 30$ , ostane 1
- $30 : 2 = 15$ , ostane 0
- $15 : 2 = 7$ , ostane 1
- $7 : 2 = 3$ , ostane 1
- $3 : 2 = 1$ , ostane 1
- $1 : 2 = 0$  ostane 1



$123_D =$

$1111011_B$

# ŠESTNAJSTIŠKI (HEXADECIMAL)

## ZAPIS: 16, H, HEX

- Primernejši za sporazumevanje,
- šestnajst simbolov:
  - 10 števk: 0, ..., 9,
  - 4 črke: A (10), B (11), C (12), D (13), E (14) , F (15).
- Enostavna pretvorba v binarni zapis in obratno (4 binarni za en šestnajstiški simbol)
  - Npr:  $1111_B = F_H$  in  $1111\ 0000_B = F0_H$
- Primeri:
  - število 16 zapišemo z dvema znakoma  $10_H$
  - $B30_H = 11 \cdot 16^2 + 3 \cdot 16^1 + 0 \cdot 16^0$   
 $= 11 \cdot 256 + 3 \cdot 16 + 0$   
 $= 2816 + 48 = 2864\ D$

# KAKO DELUJE SEŠTEVANJE?

## ◉ Desetiško:

$$\begin{array}{r} 45 \\ + 37 \\ \hline 1 \\ \hline 82 \end{array}$$

Rezultat stolpca je 0-9  
Možni so prenosi

## ◉ Dvojiško:

$$\begin{array}{r} 0110 \\ + 0111 \\ \hline 110 \\ \hline 1101 \end{array}$$

Rezultat stolpca je 0-1  
Možni so prenosi

# SEŠTEVANJE ENEGA STOLPCA

$$\begin{array}{r} 0110 \\ + 0111 \\ \hline 110 \\ \hline 1101 \end{array}$$

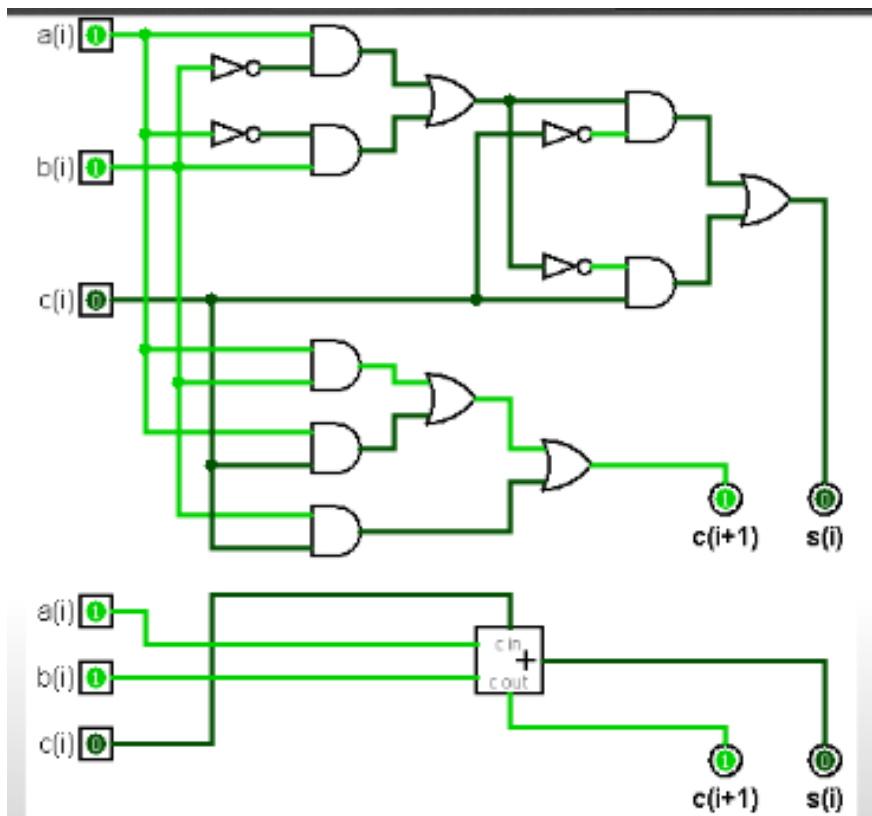
- Vse možnosti so opisane V PRAVILNOSTNI TABELI:
  - Rdeča: prvi seštevanec
  - Zelena: drugi seštevanec
  - Modra: prenos od prej
  - Rumena: vsota
    - Prenos za naprej
    - Rezultat

$a_i$	$b_i$	$c_i$	$c_{i+1}$	$s_i$
0	0	0	0	0
0	0	1	0	1
0	1	0	0	1
0	1	1	1	0
1	0	0	0	1
1	0	1	1	0
1	1	0	1	0
1	1	1	1	1



# PRAVILNOSTNA TABELA IN VEZJE

Pravilnostna tabela  
opisuje vezje!



$a_i$	$b_i$	$c_i$	$c_{i+1}$	$s_i$
0	0	0	0	0
0	0	1	0	1
0	1	0	0	1
0	1	1	1	0
1	0	0	0	1
1	0	1	1	0
1	1	0	1	0
1	1	1	1	1

# SESTAVLJANJE VEZIJ

- Če vezje (modul) s prejšnje slike uporabimo večkrat, dobimo seštevalnik za 4-mestna dvojiška števila.
- Na podoben način realiziramo različne matematične operacije.
- Vezja postajajo bolj in bolj kompleksna!

# SHRANJEVANJE PODATKOV

- Vezje s sposobnostjo pomnjenja je pomnilna celica
  - To je vezje, ki se lahko nahaja natanko v dveh stanjih (0 ali 1)
  - Shranjuje 1 bit informacije
  - Posledica: v pomnilno celico lahko zapišemo vrednost 0 ali vrednost 1.
- Pomnilne celice združujemo v pomnilne besede
  - V 8-bitno besedo lahko zapišemo 8 bitov.
  - Vsak bit je lahko 0 ali 1, torej na vsakem mestu 2 možnosti. Torej  $2^8 = 256$  različnih „besed“!

0000 0000

0000 0001

0000 0010

0000 0011

0000 0100

0000 0101

0000 0110

0000 0111

0000 1000

0000 1001

....

1111 1111

# DELOVANJE RAČUNALNIKA

- PROCESOR (CPU, CPE, centralna procesna enota) sestavljajo med drugim
  - Aritmetično logična enota - ALU (računanje, logika)
    - Seštevalniki so del vsake ALU
  - Registri - najhitrejši pomnilnik v računalniku
    - Register je sestavljen iz pomnilnih celic

# OSNOVNI MODEL RAČUNALNIKA - VON NEUMANOVA ARHITEKTURA

- Procesor ali centralna procesna enota
  - Aritmetično logična enota
  - Kontrolna enota
  - Registri
- Glavni pomnilnik
- Vhodno - izhodni sistem (V/I oziroma I/O)
  
- Računalnik je stroj, ki izvaja program, shranjen v glavnem pomnilniku
- CPE po vrsti jemlje ukaze iz glavnega pomnilnika in jih izvaja enega za drugim
- V/I sistem : komunikacija z uporabnikom (npr. zaslon, tipkovnica..)

# PRIMERJAVA RAČUNALNIKA IN ČLOVEKA

- centralna procesna enota in možgani (leva polovica)
  - takt procesorja in IQ
  - registri in kratkotrajen spomin
- pomnilnik in dolgotrajen spomin (možganska skorja)
  - zapis postopkov, shranjevanje podatkov
- vhodno - izhodni sistem in čutila, govor, kretnje
  - pretvorba podatkov v druge oblike
  - interakcija z okoljem



# PREDSTAVITEV PODATKOV

- Predstavitev podatkov
- Pomen podatkov za uporabnika je lahko zelo različen (INFORMACIJA ... INTERPRETACIJA PODATKA).
  - Odvisen je tudi od predstavitve, ki je uporabljena za njegov zapis.
- Delovanje računalnika je neodvisno od pomena, ki ga podatku pripiše uporabnik.

# RAČUNALNIŠKA PREDSTAVITEV PODATKOV

- UKAZI - operacijska koda (operacije)
- OPERANDI
  - Numerični operandi
    - Fiksna vejica: predznačena / nepredznačena števila
    - Plavajoča vejica: enojna / dvojna natančnost
  - Nenumerični operandi
    - Logične spremenljivke
    - Znaki
    - Slikovne točke



# UKAZI

- Sestavljeni so iz operacijske kode in operandov.
- Operacijska koda je kombinacija ničel in enic
- Zaradi lažjega programiranja se ji priredi neko ime, na primer
  - NOP (no operation)
  - ADD (seštevanje)

# ŠTEVILA - FIKSNA VEJICA

- Vejica ločuje celi in neceli del števila.
- Vsako mesto ima svojo težo.
  - Odvisno od položaja glede na vejico.
- Vejica je za vsa števila na v naprej določenem mestu.
  - Njen položaj se ne spreminja (je fiksna).
  - Vsa števila imajo enako število „decimalk“
- S fiksno vejico lahko predstavimo:
  - pozitivna števila in ničlo (nepredznačena),
  - negativna in pozitivna števila (predznačena)
    - Negativna števila prikazujemo z odmikom (vedno prištejemo konstanto, tako da shranjujemo vedno pozitivno število)
    - Negativna števila prikazujemo z dvojiškim komplementom (0 zamenjamo z 1, 1 z 0, prištejemo 1)

# ŠTEVILA - PLOVAJOČA VEJICA

- Zapis v znanstveni notaciji:  $V = m * r^e$ 
  - $r=2$  (potence števila 2, binarni zapis)
  - Natančnost števila je odvisna od velikosti mantise
  - Eksponent določa velikost števila
- Položaj vejice se spreminja (PLAVA) glede na velikost eksponenta!
  - Če je rezultat operacije zelo veliko število, lahko v tem zapisu izgubimo nekaj decimalk...
- IEEE 754 (standard)
  - 32-bitna števila (enojna natančnost),
    - Od pribl.  $2 * 10^{-38}$  do pribl.  $2 * 10^{38}$
  - 64-bitna števila (dvojna natančnost)
    - Od pribl.  $2 * 10^{-308}$  do pribl.  $2 * 10^{308}$

# PREDSTAVITEV PODATKOV: LOGIČNE VREDNOSTI

- V matematični logiki ločimo resnične in neresnične izjave.
  - Resnične izjave predstavimo z logično enico
  - Neresnične izjave predstavimo z logično ničlo.

**1: resnično, pravilno, true**

**0: neresnično, nepravilno, false**

# PREDSTAVITEV PODATKOV: ČRKE, ZNAKI

- Besedilo je predstavljeno kot niz znakov. Vsak znak ima svoj binarni zapis.
- Obstaja več standardov za zapisovanje znakov.
- BCD (ang. BinaryCodedDecimal)
  - 6 bitov za zapis posameznega znaka
  - $2^6=64$  znakov možnih:
    - 26 angleških znakov + 10 števk + 28 posebnih znakov (ločila),
  - v uporabi do 1964.
- Danes:
  - ASCII (ang. American Standard Code for Information Interchange) - 7 bitov
  - Unicode (ISO 10646) - 8 ali 16 bitov

# ASCII TABELA

1	␣	33	!	65	A	97	a	129	␣	161	ı	193	Á	225	á
2	␣	34	"	66	B	98	b	130	,	162	ϕ	194	Â	226	â
3	␣	35	#	67	C	99	c	131	f	163	£	195	Ã	227	ã
4	␣	36	\$	68	D	100	d	132	..	164	*	196	Ä	228	ä
5		37	%	69	E	101	e	133	...	165	¥	197	Å	229	å
6	-	38	&	70	F	102	f	134	†	166	ı	198	Æ	230	æ
7	•	39	'	71	G	103	g	135	‡	167	§	199	Ç	231	ç
8	▣	40	(	72	H	104	h	136	^	168	˘	200	È	232	è
9		41	)	73	I	105	i	137	‰	169	©	201	É	233	é
10		42	*	74	J	106	j	138	Š	170	ª	202	Ê	234	ê
11	♂	43	+	75	K	107	k	139	<	171	«	203	Ë	235	ë
12	▣	44	,	76	L	108	l	140	œ	172	¬	204	Ì	236	ì
13		45	-	77	M	109	m	141	␣	173	-	205	Í	237	í
		46	.	78	N	110	n	142	Ž	174	®	206	Î	238	î
		47	/	79	O	111	o	143	␣	175	¯	207	Ï	239	ï
		48	0	80	P	112	p	144	␣	176	°	208	Ð	240	ð
		49	1	81	Q	113	q	145	'	177	±	209	Ñ	241	ñ
		50	2	82	R	114	r	146	'	178	²	210	Ò	242	ò
		51	3	83	S	115	s	147	"	179	³	211	Ó	243	ó
		52	4	84	T	116	t	148	"	180	´	212	Ô	244	ô
		53	5	85	U	117	u	149	•	181	µ	213	Õ	245	õ
		54	6	86	V	118	v	150	-	182	¶	214	Ö	246	ö
		55	7	87	W	119	w	151	—	183	·	215	×	247	×
		56	8	88	X	120	x	152	˘	184	¸	216	Ø	248	ø
		57	9	89	Y	121	y	153	™	185	˙	217	Ù	249	ù
		58	:	90	Z	122	z	154	š	186	°	218	Ú	250	ú
		59	;	91	[	123	{	155	>	187	»	219	Û	251	û
		60	<	92	\	124		156	œ	188	¼	220	Ü	252	ü
		61	=	93	]	125	}	157	␣	189	½	221	Ý	253	ý
		62	>	94	^	126	~	158	ž	190	¾	222	Þ	254	þ
		63	?	95	_	127	␣	159	ÿ	191	¿	223	ß	255	ÿ
		64	@	96	`	128	€	160		192	À	224	à		

# UNICODE (ISO 10646)

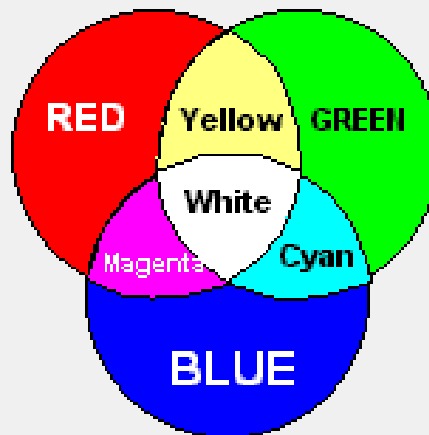
- Hkrati lahko predstavljamo znake iz večine svetovnih jezikov.
- Vsak znak predstavljen z do 32 biti:
- UTF 16: vsak znak je predstavljen s 16 biti,
- UTF 8: znak je lahko predstavljen z 8, 16, 24 ali 32 biti, združljivo s standardom ASCII.
  - Znaki, ki se razlikujejo na zadnjih 16 bitih tvorijo ravnino UCS (ang. Universal Character Set).
  - Osnovna ravnina UCS ali ravnina 0 vključuje najpogostejše znake

	ASCII	UTF-16	UTF-8
Z	5A	005A	5A
Ž	AE	017D	C5BD

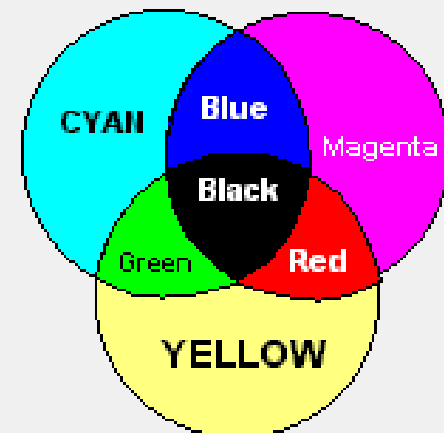
# PREDSTAVITEV PODATKOV: BARVE

- Slika je sestavljena iz mreže urejenih točk.
- Črno bele slike: 0 - črna in 1 - bela.
- Sivine: od 0 (črna) do 255 (bela).
- Barve: mešanje iz treh osnovnih barv:
  - rdeče (ang. Red),
  - zelene (ang. Green) in
  - modre (ang. Blue).
  - Če jakost vsake osnovne barve predstavimo z 8-bitnim številom 0 ... 255, potrebujemo za zapis poljubne barve 24 bitov.

RGB (Display Screen)



CMYK (Printer)

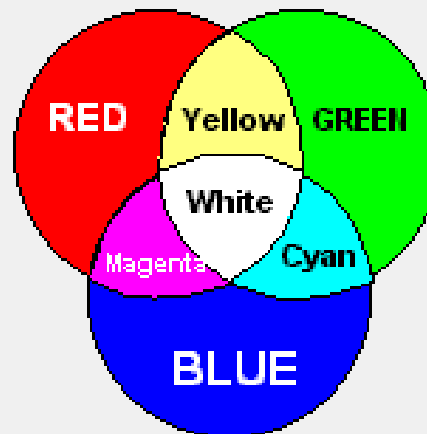




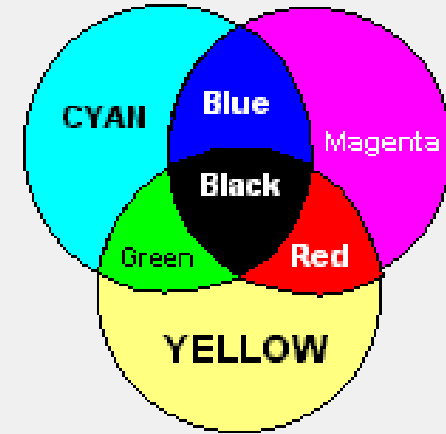
# NEKAJ BARV (RGB)

- ◉ Nekaj barv:
- ◉ črna: (0, 0, 0)
- ◉ rdeča: (255, 0, 0)
- ◉ zelena: (0, 255, 0)
- ◉ modra: (0, 0, 255)
- ◉ rumena: (255, 255, 0)
- ◉ vijolična: (255, 0, 255)
- ◉ turkizna: (0, 255, 255)
- ◉ bela: (255, 255, 255)

RGB (Display Screen)



CMYK (Printer)



# PREDSTAVITEV PODATKOV: POVZETEK

- Kaj pomeni naslednji zapis v pomnilniku?
  - 01000001 01000010 01000011 01000100
- 8 bitna nepredznačena števila v fiksni vejici: 65, 66, 67, 68
- 8 bitna predznačena števila v fiksni vejici pri predstavitvi z odmikom: 62, 61, 60, 59
- Število v plavajoči vejici v enojni natančnosti (32 bitov): 12, 141....
- Niz znakov ABCD po standardih ASCII in Unicode UTF-8
- Prve tri vrstice skupaj predstavljajo tudi temno sivo-rjavo RGB barvo