# I.

# POZNAVANJE I KORIŠTENJE INFORMACIJSKIH I KOMUNIKACIJSKIH TEHNOLOGIJA



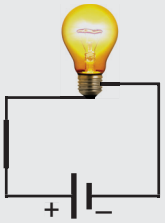
1. Prikaz podataka u računalu
2. Građa računala
3. Operacijski sustav

**Svi podatci** koji se spremaju **u memoriji računala spremaju se u binarnom zapisu**. To znači da svaki elektronički element u koji se sprema jedna binarna znamenka mora imati **dva moguća stanja: 0 i 1**. Kad bismo htjeli dimenzionirati elektronički sklop koji ima više od 2 stanja, to bi otežalo izvedbu samog sklopa. Iz navedenog razloga elektroničke elemente dimenzioniramo s 2 različita stanja i podatke pohranjujemo binarno.

Današnji je razvoj elektronike uvjetovao da se **za sastavljanje elektroničkih sklopova koristimo tranzistorima** dok smo se prije koristili elektronskim cijevima.

**Elektronički sklop koji može pohraniti dva stabilna stanja naziva se bistabil (engl. *flip-flop*)**. Jedno stabilno stanje predstavlja jedan bit (engl. *binary digit*). Moguća stabilna stanja odgovaraju binarnim znamenkama 0 i 1. Na fizici u osnovnoj školi taj ste koncept predočili jednostavnim strujnim krugom u kojem je spojena žaruljica. Žaruljica ne svijetli u stanju 0 (slika 1), ali svijetli u stanju 1 (slika 2).


**Slika 1.** 0 – stanje bez napona




**Slika 2.** 1 – stanje pod naponom

**Da bismo bolje razumjeli kako se podatci prikazuju u memoriji računala, prvo ćemo se upoznati s binarnim brojevnim sustavom**.

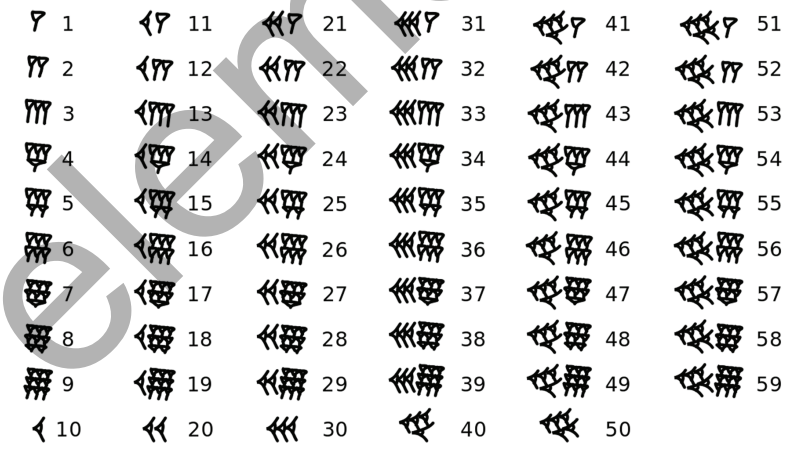
# 1. Prikaz podataka u računalu

# 1.1. Dekadski i binarni brojevni sustav

**Nakon ove nastavne teme moći ćeš:**

- razlikovati pozicijski i nepozicijski brojevni sustav
- navesti znamenke koje pripadaju binarnom i dekadskom brojevnom sustavu
- rastaviti broj po težinama.

Brojevni sustavi kojima su se označavali brojevi počeli su se razvijati usporedo s razvojem pisma. Već su se Sumerani u 4. tisućljeću prije Krista počeli koristiti brojevnim sustavima. Propašću sumerske civilizacije razvila se babilonska koja preuzima od Sumerana klinasto pismo i šezdesetični brojevni sustav (sustav s bazom 60) – slika 1.1. Zanimljivo je da Sumerani nisu u svojem brojevnom sustavu imali nulu, što im je stvaralo poteškoće prilikom računanja.



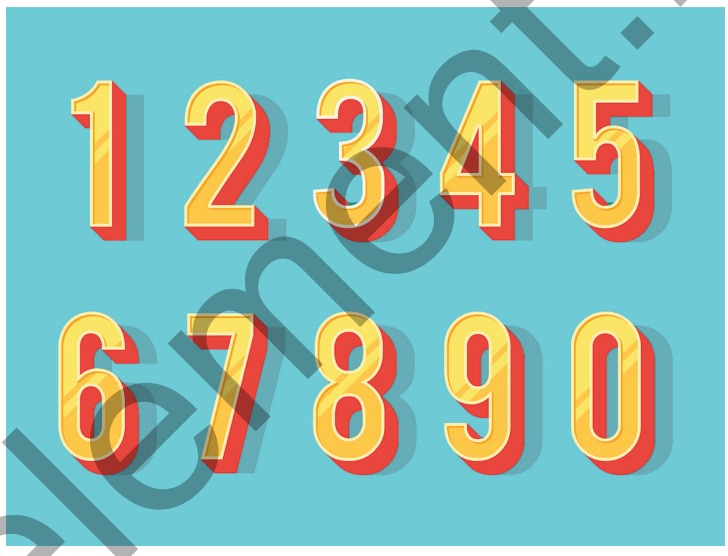

**Slika 1.1.** Zapis brojeva u babilonskom brojevnom sustavu

Uz sustav s bazom 60 Sumerani su se koristili i sustavom s bazom 10. To je baza brojevnog sustava kojom se i mi danas koristimo – **dekadski brojevni sustav**. To

je **pozicijski brojevni sustav** – vrijednost znamenaka ovisi o njihovom položaju u zapisanom broju.

Uz pozicijski brojevni sustav tijekom povijesti razvijali su se i **nepozicijski brojevni sustavi**. Kod nepozicijskih brojevnih sustava značenje znamenke ne ovisi o njezinom položaju u broju. Jedan od takvih brojevnih sustava učili ste u osnovnoj školi – **sustav rimskih brojeva**. Rimljani su takav sustav pisanja preuzeli od Etruščana, ali su Rimljani brojeve zapisivali slijeva udesno. Računanje u nepozicijskom brojevnom sustavu složenije je nego u pozicijskom brojevnom sustavu te se zato danas i koristimo pozicijskim brojevnim sustavom.

**Arapske brojke** nastale su u Indiji, a danas gotovo cijeli svijet koristi arapske brojke. U srednjem vijeku dovode ih u Europu. Slikom 1.2. prikazane su arapske brojke.




**Slika 1.2.** Arapske brojke

Popis rimskih i arapskih brojki prikazan je u tablici 1.1.

**Tablica 1.1.** Rimske i arapske brojke

| rimske brojke | I | II | III | IV | V | VI | VII | VIII | IX | X | L | C | D | M |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| arapske brojke | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 50 | 100 | 500 | 1000 |

## 1.1.1. Dekadski brojevni sustav

Kao što smo već napomenuli, mi se koristimo dekadskim brojevnim sustavom.

Općenito, **brojevni sustav je skup pravila po kojima se zapisuju brojevi**. Svaki brojevni sustav sastoji se od vlastitog skupa znamenaka. **Ukupan broj znamenaka** u pojedinom brojevnom sustavu **predstavlja bazu** tog **brojevnog sustava**.

Tako u dekadskom brojevnom sustavu postoji 10 znamenaka pa je baza dekadskog brojevnog sustava 10, a skup znamenaka koji ga određuje su sve znamenke od 0 do 9: 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8 i 9.

Primjer zapisa broja u dekadskom brojevnom sustavu je 378 ili $378_{(10)}$. Uočite da u zagradi u indeksu navodimo broj 10 te tako naglašavamo da je broj 378 zapisan u dekadskom brojevnom sustavu. Ako ne napišemo tu zagradu s brojem 10, podrazumijeva se da se radi o zapisu broja u dekadskom brojevnom sustavu. U slučaju da broj nije zapisan u dekadskom brojevnom sustavu, morat ćemo obvezatno naglašavati u kojem smo brojevnom sustavu zapisali broj.

Svakoj znamenci u broju pridružuje se njezina težina. Najveću težinu ima krajnje lijeva znamenka u zapisu broja. Težina znamenke zapisane krajnje desno je $10^0$. Primjerice, ako broj $2617_{(10)}$ rastavimo po težinama, dobivamo:

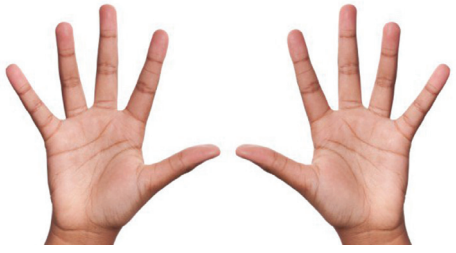
| | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **2617** | = | $2 \cdot 10^3$ | + | $6 \cdot 10^2$ | + | $1 \cdot 10^1$ | + | $7 \cdot 10^0$ |
| | = | 2000 | + | 600 | + | 10 | + | 7 |

znamenka baza 10 težina $10^0$

U ovom primjeru radi se o dekadskom brojevnom sustavu pa za bazu uzimamo broj 10.

Što mislite zašto se mi koristimo sustavom s bazom 10? Kad ste bili mali, kako ste učili zbrajati brojeve do 10 (slika 1.3)?

Osim sustava s bazom 10 postoje i razni brojevni sustavi u drugim bazama. Za programiranje te što bolje razumijevanje zapisa podataka u sklopovima računala **trebat ćemo sustav s bazom 2 – binarni brojevni sustav**.



**Slika 1.3.** Prsti na rukama i asocijacija na bazu 10

## 1.1.2. Binarni brojevni sustav

Binarni brojevni sustav sastoji se od samo dviju znamenaka. To su znamenke 0 i 1. Budući da ovaj sustav ima dvije znamenke, baza binarnog brojevnog sustava je broj 2.

Primjer broja u binarnom brojevnom sustavu je $1011_{(2)}$. Ako želimo taj broj razviti po težinama, pišemo:

| $1011_{(2)}$ | = | $1 \cdot 2^3$ | + | $0 \cdot 2^2$ | + | $1 \cdot 2^1$ | + | $1 \cdot 2^0$ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|

3 2 1 0

znamenka baza 2 težina $2^0$

U slučaju da binarni broj ima i decimale, po težinama se rastavlja ovako:

| $10{,}11_{(2)}$ | = | $1 \cdot 2^1$ | + | $0 \cdot 2^0$ | + | $1 \cdot 2^{-1}$ | + | $1 \cdot 2^{-2}$ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|

1 0 –1 –2

### Pitanja za ponavljanje

1. Rastavi brojeve po težinama:
   a) $1011{,}101_{(2)}$
   b) $982{,}34_{(10)}$.
2. Navedi dva broja koja ubrajamo u binarni brojevni sustav i onda ih rastavi po težinama.

# 1.2. Veza binarnog i dekadskog brojevnog sustava

**Nakon ove nastavne teme moći ćeš:**

- pretvoriti iz binarnog u dekadski brojevni sustav
- pretvoriti iz dekadskog u binarni brojevni sustav.

Između različitih brojevnih sustava postoji veza te je moguće pretvarati brojeve iz jednog brojevnog sustava u drugi. Nakon što smo pokazali kako se broj rastavlja po težinama, vrlo lako ćemo pretvarati brojeve zapisane u binarnom brojevnom sustavu u dekadski brojevni sustav. Nakon što broj rastavimo po težinama, samo izračunamo zbroj svih članova (potencija broja 2) i dobiveni zbroj predstavlja dekadski zapis broja.

**Ponovimo**

**Potencije u matematici**

$5 \cdot 10^2$ — eksponent, baza, koeficijent

$5 \cdot 10^2 = 5 \cdot 10 = 500$

**Računanje s negativnim eksponentom**

$4 \cdot 10^{-2} = 4 \cdot \frac{1}{10^2} = 4 \cdot \frac{1}{100} = 0.04$

**Primjer 1.1.**

Zadani broj zapisan u binarnom brojevnom sustavu pretvori u dekadski brojevni sustav: $10101_{(2)}$.

**Rješenje**

Pretvorba broja $10101_{(2)}$ u dekadski brojevni sustav:

| | | broj $10101_{(2)}$ rastavljen po težinama | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **$10101_{(2)}$** | = | $1 \cdot 2^4$ | + | $0 \cdot 2^3$ | + | $1 \cdot 2^2$ | + | $0 \cdot 2^1$ | + | $1 \cdot 2^0$ | = | **$21_{(10)}$** |
| | = | 16 | + | 0 | + | 4 | + | 0 | + | 1 | = | |

**Primjer 1.2.**

Zadani broj zapisan u binarnom brojevnom sustavu pretvori u dekadski brojevni sustav: $11{,}011_{(2)}$.

**Rješenje**

Pretvorba broja $11{,}011_{(2)}$ u dekadski brojevni sustav:

| | | broj $11{,}011_{(2)}$ rastavljen po težinama | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **$11{,}011_{(2)}$** | = | $1 \cdot 2^1$ | + | $1 \cdot 2^0$ | + | $0 \cdot 2^{-1}$ | + | $1 \cdot 2^{-2}$ | + | $1 \cdot 2^{-3}$ | = | **$3{,}375_{(10)}$** |
| | = | 2 | + | 1 | + | 0 | + | 0,25 | + | 0,125 | = | |

Nakon što smo pokazali pretvorbu u dekadski brojevni sustav, sada ćemo vidjeti kako se iz dekadskog sustava broj prebacuje u sustav s bazom 2.

To ćemo raditi metodom uzastopnog cjelobrojnog dijeljenja.

**Ponovimo**

$2^{-3} = 0{,}125$
$2^{-2} = 0{,}25$
$2^{-1} = 0{,}5$
$2^0 = 1$
$2^1 = 2$
$2^2 = 4$
$2^3 = 8$
$2^4 = 16$
$2^5 = 32$
$2^6 = 64$
$2^7 = 128$
$2^8 = 256$
$2^9 = 512$
$2^{10} = 1024$

**Primjer 1.3.**

Dekadski broj $60_{(10)}$ zapiši u binarnom brojevnom sustavu.

**Rješenje**

**Pretvorba prirodnih brojeva u binarni brojevni sustav**

Kada radimo pretvorbu u binarni brojevni sustav, radimo uzastopno dijeljenje s brojem 2 (zato što je baza binarnog brojevnog sustava 2). Svaki put kad dijelimo, pišemo koliki je bio ostatak cjelobrojnog dijeljenja. Cjelobrojni dio dalje dijelimo sve dok ne dođemo do 0, a paralelno odmah zapisujemo ostatke dijeljenja.

Na kraju očitamo sve ostatke u smjeru strelice (vidi primjer) i dobivamo traženi binarni broj. Mogući ostatci dijeljenja u slučaju kad pretvaramo dekadski broj u binarni zapis samo su brojevi 0 i 1.

60 : 2 = 30 i ostatak **0** (zato što je 2 · 30 + 0 = 60)

30 : 2 = 15 i ostatak **0**

15 : 2 = 7 i ostatak **1**

7 : 2 = 3 i ostatak **1**

3 : 2 = 1 i ostatak **1**

1 : 2 = 0 i ostatak **1**

Rješenje je broj **111100**$_{(2)}$.

**Primjer 1.4.**

Dekadski broj 182,3125$_{(10)}$ zapiši u binarnom brojevnom sustavu.

**Rješenje**

**Pretvorba racionalnih brojeva u binarni brojevni sustav**

Prvo ćemo cjelobrojni dio broja 182,3125$_{(10)}$ pretvoriti u binarni zapis. To radimo već pokazanom metodom uzastopnog dijeljenja:

182 : 2 = 91 i ostatak **0** (zato što je 2 · 91 + 0 = 182)

91 : 2 = 45 i ostatak **1**

45 : 2 = 22 i ostatak **1**

22 : 2 = 11 i ostatak **0**

11 : 2 = 5 i ostatak **1**

5 : 2 = 2 i ostatak **1**

2 : 2 = 1 i ostatak **0**

1 : 2 = 0 i ostatak **1**

Cjelobrojni dio broja zapisan binarno glasi **10110110**$_{(2)}$.

Decimalni dio broja pretvaramo tako da radimo metodu uzastopnog množenja s 2. Svaki put kad pomnožimo decimalni broj s 2, uzmemo njegov cjelobrojni dio i zapišemo ga sa strane. Množenje nastavljamo tako da uzmemo samo decimalni dio novonastalog broja. Kad dođemo do 1,0, došli smo do kraja množenja te zapisane brojeve sa strane očitamo u smjeru strelice (vidi primjer).

$0{,}3125 \cdot 2 = 0{,}625 \rightarrow 0$

$0{,}625 \cdot 2 = 1{,}25 \rightarrow 1$

$0{,}25 \cdot 2 = 0{,}5 \rightarrow 0$

$0{,}5 \cdot 2 = 1{,}0 \rightarrow 1$

Decimalni dio broja zapisan binarno glasi **0,0101**$_{(2)}$.

Rješenje zadatka dobivamo kad spojimo cjelobrojni i decimalni dio: **10110110,0101**$_{(2)}$.

## Pitanja za ponavljanje

1. Binarne brojeve $10111_{(2)}$ i $101_{(2)}$ zapiši u dekadskom brojevnom sustavu.
2. Binarni broj $101111{,}11_{(2)}$ zapiši u dekadskom brojevnom sustavu.
3. Dekadske brojeve $38_{(10)}$ i $109_{(10)}$ zapiši u binarnom brojevnom sustavu.
4. Dekadski broj $74{,}625_{(10)}$ zapiši u binarnom brojevnom sustavu.