

3. GRAĐA I NAČIN RADA ELEKTRONIČKOG RAČUNALA

3.1. OSNOVNI POJMOVI TEORIJE INFORMACIJA

Podaci predstavljaju činjenice, pojmove, prikaze i znanja i služe za njihov prijenos, pretvorbu i memoriranje. Informacija (lat. informatio) je = pojam, prikaz, skup spoznaja odnosno dogovoreno značenje koje čovjek pripisuje podacima.

Teorija informacija kvantitativno proučava komunikacijske probleme (C.E. Shannon, 1948) mjerenjem količine informacija koju sadrži neka poruka i organizacijom komunikacijskog sustava s ciljem prijenosa što veće količine informacija u što kraćem vremenu. Jedinica mjere za količinu informacija je 1 bit. Vrijednosti prefiksa mjernih jedinica u informatici i fizici prikazani su u tablici 3.1.

Tablica 3.1. Vrijednosti prefiksa mjernih jedinica u informatici i fizici

Informatika	Fizika
1 ki= 2^{10} =1024	1 kilo= 10^3
1 mi= 2^{20}	1 mega= 10^6
1 gi= 2^{30}	1 giga= 10^9
1 ti= 2^{40}	1 tera= 10^{12}

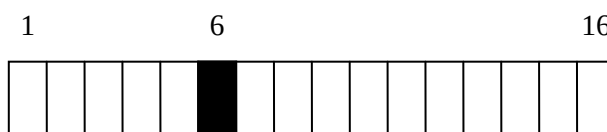
Primjer pretvorbe: 64 kibita=64*1024 bita= 65536 bita

Jedan bit informacije donosi odgovor na pitanje za koja su moguća dva stanja (da, ne) jednako vjerojatni odgovori.

Primjer: Bacanje novčića u zrak. Jednaka je vjerojatnost pada novčića na 'glavu' i na 'pismo'. Odgovor na pitanje "Da li je novčić pao na 'glavu' (ili na 'pismo') ?" donosi 1 bit informacije. Mjerenje informacijskog sadržaja poruke ako postoji 'n' jednako vjerojatnih odgovora.

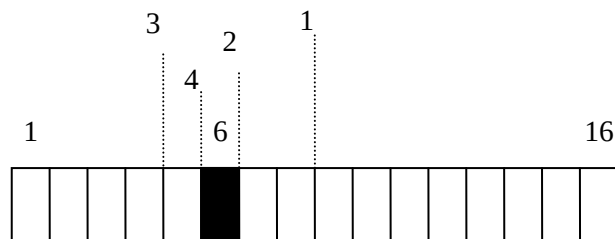
$$I = \log_2 N$$

Primjer: Sa koliko bita informacije je potrebno raspolagati pri određivanju položaja vozila na parkiralištu od 16 parkirnih mjesta u nizu? Neka se vozilo nalazi na parkirnom mjestu broj 6.



Preformulacija zadatka glasi „Koliko puta je potrebno postavljati pitanja na koja su moguća samo dva jednako vjerojatna odgovora?“.

Da li vozilo u lijevoj ili desnoj polovici parkirališta? Mogući odgovori su lijeva (L) ili desna (D) polovica.



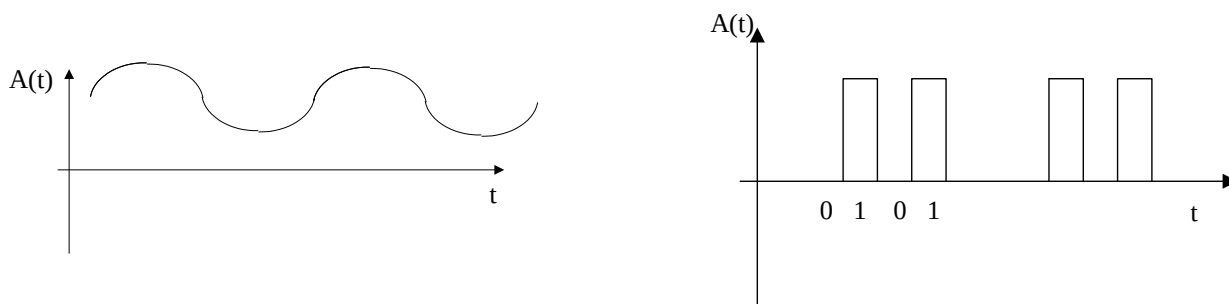
Slijed odgovora za vozilo na mjestu broj 6 glasi LDLD. Količina informacija koju sadrži konačni odgovor iznosi 4 bita. Provjera: $I = \log_2 16 = 4$

3.2. PREDSTAVLJANJE INFORMACIJA

Informacija je apstraktan pojam. Za praktičnu primjenu informacije treba fizički predstaviti podatkom, pomoću stvarnih elemenata slova, brojeva, vrijednosti neke fizikalne veličine. Predstavljanje informacije ili podatak je zapis informacije ili kodiranje informacije.

Kodiranje informacije je postupak predstavljanja informacije dogovorenim pravilima, kodom, slaganja znakova.

Predstavljanje informacije u računalu je moguće ostvariti električnim signalom (naponom ili strujom). Načini prikaza informacije mogu biti analogni pri čemu se vrijednost signala stalno mijenja u vremenu ili digitalni pri čemu se promjena ostvaruje u konačnim vremenskim trenucima i postoji konačni broj kombinacija niza dopuštenih vrijednosti signala, sl. 3.1.



Slika 3.1. Prikaz analognog i digitalnog signala

3.2.1. ZAPIS INFORMACIJA BINARNIM BROJEVIMA

Za sporazumijevanje ljudi koriste znakove: slova, znamenke i posebne znakove (točka, zarez, upitnik). Predstavljanje informacije nizovima znakova. U sporazumijevanju čovjek - računalo koriste se isti znakovi i to kod zapisa podataka koji se predaju računalu i kod zapisa rezultata iz računala.

Zapis ili kodiranje informacije unutar računala izvodi se nizovima dvaju znakova '0' i '1'. Jednostavna i pouzdana realizacija dvaju znakova budući je potrebno utvrditi razlikovanje samo dvaju stanja. U binarnom zapisu moguće je zapisati bilo koju informaciju. Zapis odgovora na pitanje na koje se može dati samo dva podjednako vjerojatna odgovora.

odgovor 'da' - zapis '1' ili '0'

odgovor 'ne' - zapis '0' ili '1'

Zapis '1' i '0' omogućuju zapis jednog bita informacije. Vrijednost '1' ili '0' se naziva - binarna znamenka ili bit (eng. Binary digit). Za zapis više bitova informacije potreban niz više binarnih znamenaka.

Primjer parkiranog vozila:

'L' -> '1'

'D' -> '0' LDLD -> 1010

3.2.2. PREDSTAVLJANJE NUMERIČKE INFORMACIJE

Prikaz pozitivnog decimalnog broja N:

$$N = a_n q^n + a_{n-1} q^{n-1} + \dots + a_1 q^1 + a_0 + a_{-1} q^{-1} + \dots + a_{-m} q^{-m} + .$$

q = baza brojevnog sustava

a_i = koeficijent $0 \leq a_i \leq q - 1$

Binarni brojevni sustav:

q = 2, $a_i = 0$ i 1

$$11100 = 1 \cdot 2^4 + 1 \cdot 2^3 + 1 \cdot 2^2 + 0 \cdot 2^1 + 0 \cdot 2^0$$

$$N = \sum_{i=0}^n a_i 2^i = a_n 2^n + a_{n-1} 2^{n-1} + \dots + a_2 2^2 + a_1 2^1 + a_0 2^0$$

Oktalni brojevni sustav

q = 8, $a_i = 0, 1, \dots, 7$

$$34 = 3 \cdot 8^1 + 4 \cdot 8^0$$

$$N = \sum_{i=0}^n a_i 8^i = a_n 8^n + a_{n-1} 8^{n-1} + \dots + a_2 8^2 + a_1 8^1 + a_0 8^0$$

Decimalni brojevni sustav:

q = 10, $a_i = 0, 1, \dots, 9$

$$28 = 2 \cdot 10^1 + 8 \cdot 10^0$$

$$N = \sum_{i=0}^n a_i 10^i = a_n 10^n + a_{n-1} 10^{n-1} + \dots + a_2 10^2 + a_1 10^1 + a_0 10^0$$

Heksadecimalni brojevni sustav:

$q = 16$, $a_i = 0, 1, \dots, 9, A, B, C, D, E, F$

$$1C = 1 \cdot 16^1 + C \cdot 16^0$$

$$N = \sum_{i=0}^n a_i 16^i = a_n 16^n + a_{n-1} 16^{n-1} + \dots + a_2 16^2 + a_1 16^1 + a_0 16^0$$

Primjer pretvorbe brojeva između brojevni sustava: $28_{(10)} = 11100_{(2)} = 34_{(8)} = 1C_{(16)}$.

3.2.3. PREVOĐENJE BROJA IZMEĐU BROJEVNIH SUSTAVA

A) Prevođenje broja iz brojevnog sustava s bazom q u dekadski brojevni sustav.

Postupak slijedi razvoj prema jednadžbi $N = \dots$

Primjer: $q = 2$

$$101.011_{(2)} \rightarrow N_{(10)} ?$$

$$101.011_{(2)} = 1 \cdot 2^2 + 0 \cdot 2^1 + 1 \cdot 2^0 + 0 \cdot 2^{-1} + 1 \cdot 2^{-2} + 1 \cdot 2^{-3} = 5.375_{(10)}$$

B) Prevođenje broja iz dekadskog brojevnog sustava u brojevni sustav s bazom q

Cijeli i decimalni dio posebno se prevode.

Cjelobrojni dio:

- dijeljenje s bazom q dok količnik nije jednak 0
- ostatke označiti kao a_0, a_1 , do posljednjeg a_n

$$a_n \dots a_1 a_0_{(q)}$$

Decimalni dio:

- množenje s bazom q dok se ne dobije dovoljan broj decimalnih mjesta u novom zapisu, odnosno sve dok decimalni dio rezultata množenja nije jednak nuli
- cjelobrojni dio rezultata množenja označiti s $a_{-1}, a_{-2}, \dots$
- pri svakom množenju odbaciti cjelobrojni dio, decimalni dio ponovno množiti s q

$$0.a_{-1}a_{-2} \dots_{(q)}$$

Primjer pretvorbe broja iz dekadskog u binarni brojni sustav: $6.5625_{(10)} \rightarrow N_{(2)}$.

Cjelobrojni dio:

$$6 : 2 = 3$$

$$a_0 = 0$$

$$3 : 2 = 1$$

$$a_1 = 1$$

$$1 : 2 = 0$$

$$a_2 = 1$$

$$6_{(10)} = 110_{(2)}$$

Decimalni dio:

$$\begin{array}{ll} 0.5625 \cdot 2 = 1.125 & a_1 = 1 \\ 0.125 \cdot 2 = 0.250 & a_2 = 0 \\ 0.25 \cdot 2 = 0.50 & a_3 = 0 \\ 0.5 \cdot 2 = 1.0 & a_4 = 1 \end{array} \quad 0.5625_{(10)} = 0.1001_{(2)}$$

$$6.5625_{(10)} = 110.1001_{(2)}$$

C) Prevođenje broja iz binarnog brojevnog sustava u oktalni brojevni sustav
3 binarne znamenke = 1 oktalna znamenka

$$11\ 011\ 001_{(2)} = 331_{(8)}$$

D) Prevođenje broja iz binarnog brojevnog sustava u heksadecimalni brojevni sustav

4 binarne znamenke = 1 heksadecimalna znamenka

$$1101\ 1001_{(2)} = D9_{(16)}$$

Zapis velikih brojeva:

- dugački nizovi binarnih znamenaka
- predstavljanje realnog broja u formatu pokretnog zareza normalizirani eksponencijalni zapis binarna mantisa $\geq 0.1_{(2)}$ i binarni eksponent

Tablica 3.2. Zapis velikih brojeva

Binarni zapis	Normalizirani eksponencijalni broj
$9_{(10)} = 1001_{(2)}$	$0.1001 \cdot 2^{+4}$
$2.5_{(10)} = 10.1_{(2)}$	$0.101 \cdot 2^{+2}$
$0.1875_{(10)} = 0.0011_{(2)}$	$0.11 \cdot 2^{-2}$

3.2.4. PREDSTAVLJANJE NENUMERIČKE INFORMACIJE

Nenumeričke informacije su nazivi varijabli, tekstovi programa, slike. Binarno kodiranje slovnobrojčanih znakova se provodi tako da 'n' binarnih znakova kodira 2^n različitih znakova. Tako npr. 8 bita kodira 256 znakova.

ASCII kod (American Standard Code for Information Interchange) je osambitni američki standardni kod za razmjenu informacija: za slova abecede, znamenke i posebne znakove (., ?). ASCII kod znakova abecede i posebnih znakova prikazan je u tablici 3.3.

Tablica 3.3. ASCII kod

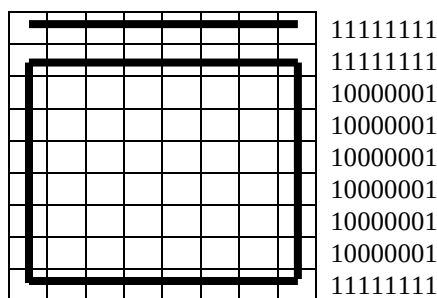
BNMT	0010	0011	0100	0101	0110	0111
0000	SP	0	@	P		p
0001	!	1	A	Q	a	q
0010	“	2	B	R	b	r
0011	#	3	C	S	c	s
0100	\$	4	D	T	d	t
0101	%	5	E	U	e	u
0110	&	6	F	V	f	v
0111	/	7	G	W	g	w
1000	(	8	H	X	h	x
1001	)	9	I	Y	i	y
1010	*	:	J	Z	j	z
1011	+	;	K	[	k	{
1100	,	<	L	\	l	
1101	-	=	M	]	m	}
1110	.	>	N	^	n	~
1111	/	?	O	—	o	DEL

BNMT su pozicije bitova manje težine, BNVT su pozicije bitova veće težine.

UNICODE (UNIversal CODE) je šesnaestbitni kod za kodiranje slova abecede indoeuropskih (engleski, hrvatski) i ostalih skupina jezika.

Predstavljanje slike

Crno-bijela slika je tablica, mreža, podijeljena na elemente slike. Osnovni element slike je crne ili bijele boje - crni = 1, bijeli = 0. Red slike predstavlja niz binarnih znamenaka. Zapis red po red u memoriju računala, sl. 3.2.

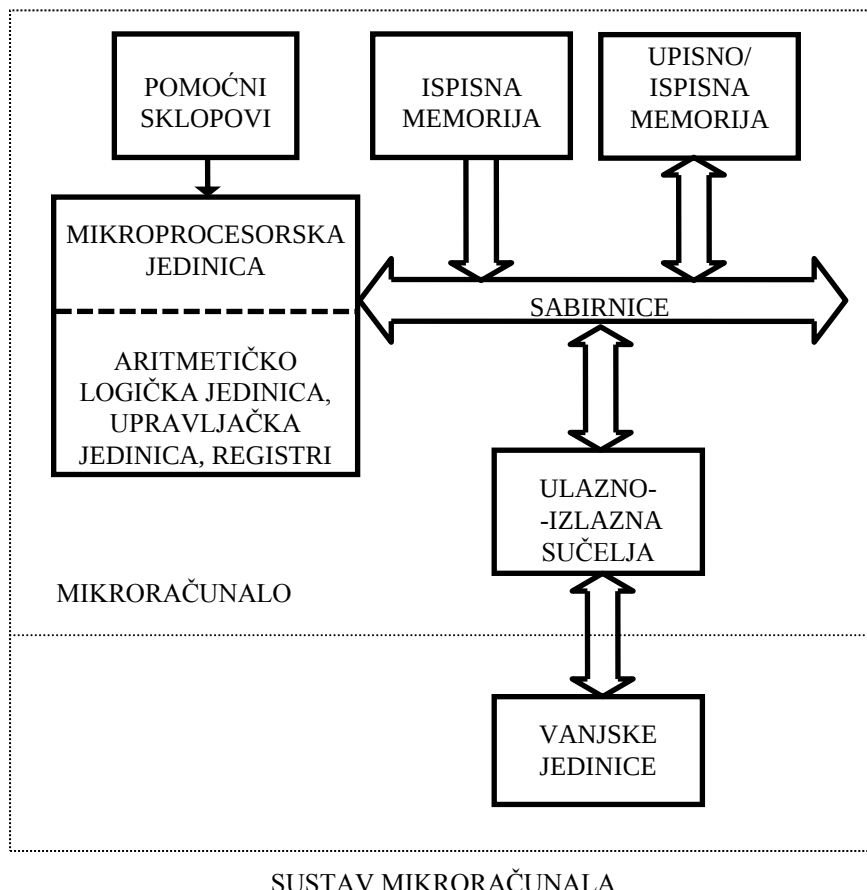


Slika 3.2. Binarni prikaz slike

Kod zapisa slike u boji elementu slike (pixel, eng. picture element) pridružen je niz binarnih znamenaka. Za svaku od osnovnih boja (crvena, zelena, plava - eng. RGB Red Green, Blue) pridružuje se 8 bita, tj. Ukupno 3*8 bita po elementu slike. Boje se dobivaju kombinacijom $2^8=256$ intenziteta osnovnih boja. Kvaliteta slike ovisi o gustoći mreže kojom se slika dijeli: gušća mreža, bolja razlučivost i slika je oštija, zapis duži (rasterski prikaz). Jednostavne i geometrijski pravilne slike predstavljaju se pomoću koordinata i funkcija pravilnih geometrijskih likova (vektorski prikaz) .

3.3. GRAĐA ELEKTRONIČKOG RAČUNALA

Osnovne komponente sustava elektroničkog računala čine središnja procesna jedinica (mikroprocesor), memorijske jedinice, ulazno-izlazna sučelje, sabirnice i vanjske jedinice. Blok shemu građe elektroničkog računala prikazuje slika 3.3.



Slika 3.3. Blok shema građe elektroničkog računala

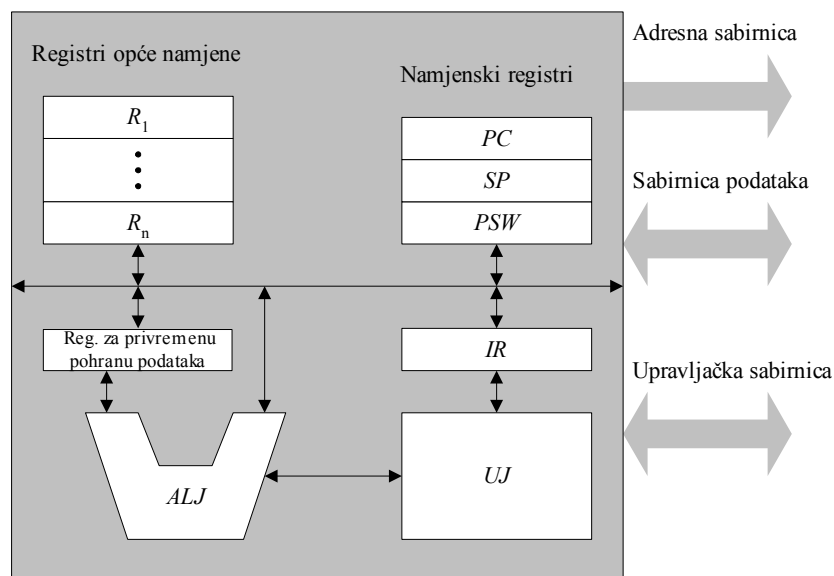
3.3.1. MIKROPROCESORSKA JEDINICA

Minijaturizirana središnja procesna jedinica (eng. Central Processing Unit, CPU) služi za obradu podataka. Sastoji se od aritmetičko-logičke jedinice (ALJ), upravljačke jedinice (UJ) i registara, sl. 3.4.

U aritmetičko-logičkoj jedinici izvode se računske (zbrajanje, oduzimanje, množenje, dijeljenje) i logičke operacije (utvrđivanje jednakosti, nejednakosti, relacija 'veće', 'manje').

Upravljačka jedinica upravlja izvođenjem programa i izvodi nadzor nad komunikacijom između jedinica.

Registri služe za privremenu pohranu instrukcija, podataka, adresa.



Slika 3.4. Model mikroprocesora

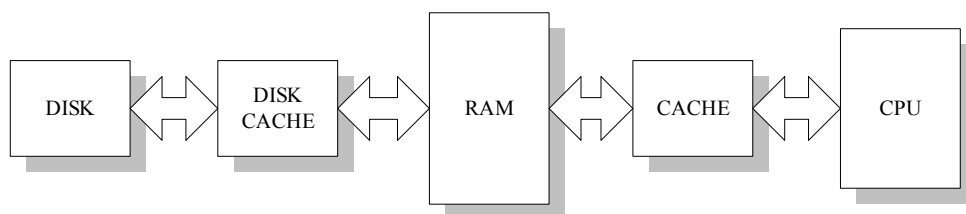
Skup namjenskih registara čine programsko brojilo (PC - Program Counter), kazalo složenika (SP - Stack Pointer) i registar stanja programa (PSW - Program Status Word). Registar instrukcija (IR - Instruction Register) dekodira instrukcije dohvaćene iz memorije.

3.3.2. MIKRORAČUNALO

Mikroračunalo čine središnja mikroprocesorska jedinica, memorije, sabirnice, ulazno-izlazna sučelja i pomoćni sklopovi.

Memorija se dijeli na unutarnju (središnju, primarnu, radnu) memoriju koja služi za privremenu pohranu podataka koje računalo prihvaća (programi, međurezultati, konačni rezultati) i koristi u obradi.

Karakteristike unutarnje memorije su brži pristup (< 100 ns), manji kapacitet (< 500 mb) i najčešće je poluvodičkog tipa. Razlikuju se ispisna memorija (rom – read only memory, eprom, prom, eeprom) čiji sadržaj se puni tijekom izradbe memorije i za vrijeme upotrebe se ne može mijenjati, a nakon isključenja napajanja sadržaj memorije ostaje nepromijenjen i upisno-ispisna memorija (ram – random access memory) koja pruža slobodan upis i ispis u sve lokacije i nakon isključenja napajanja sadržaj memorije se mijenja (izbriše) te brza priručna memorija (cache) relativno malog kapaciteta koja pohranjuje dio sadržaja glavne (spore) memorije ili magnetskog diska, sl. 3.5.

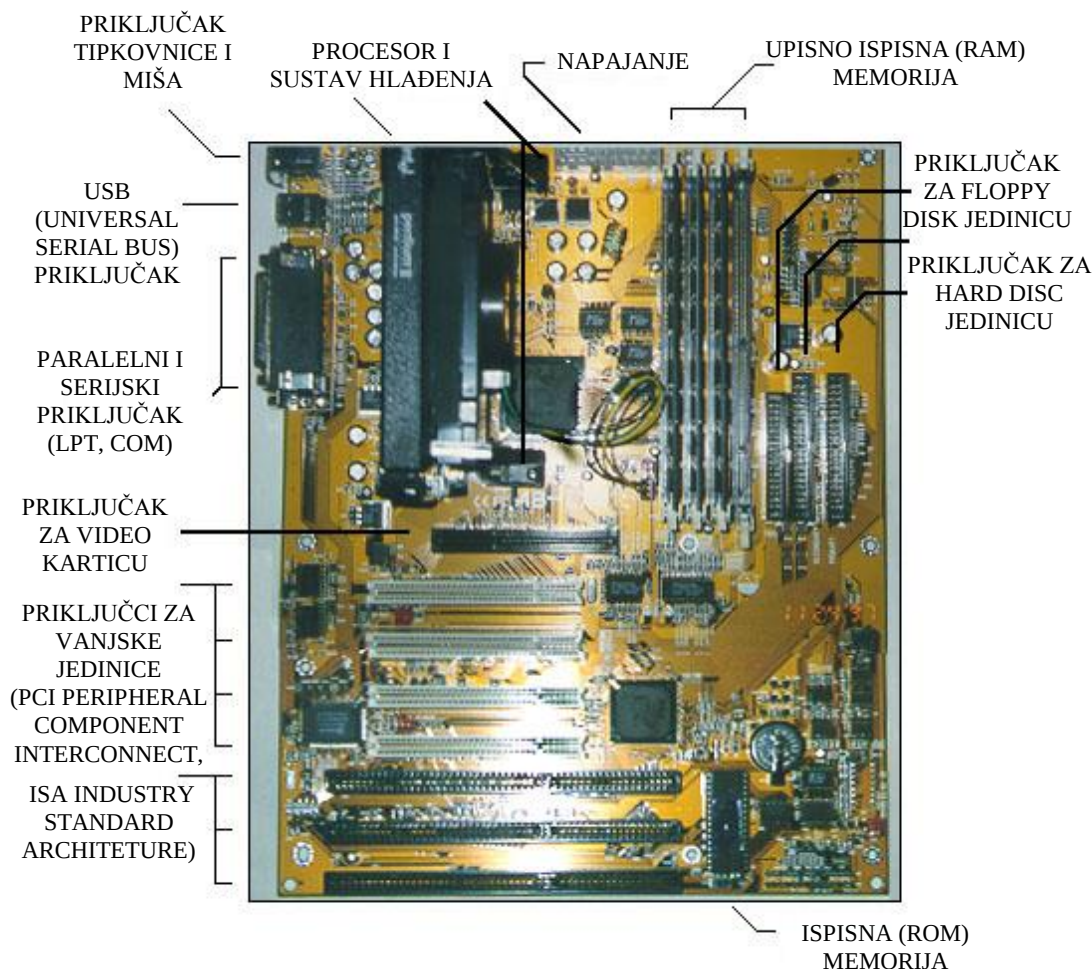


Slika 3.5. Priručne memorije

Sabirnice su vodiči za prijenos podataka, adresa i upravljačkih poruka između jedinica. Ulazno-izlazna sučelja (prilagodni sklopovi) se odnose na mehaničko (npr., oblik i dimenzije priključnica), električno (npr., iznosi struja, naponskih razina) i komunikacijsko prilagođenje (komunikacijski protokoli) vanjskih jedinica na mikroračunalo.

Pomoćni sklopovi su između ostalih sklop za napajanje električnom energijom, npr. ispravljač (220 V $\rightarrow$ ± 5 , ± 12 V) i sklop za određivanje promjene stanja računala, tj. generator takta (npr. ~ 1.5 GHz).

Ploču, tzv. matičnu ploču, na kojoj se smještaju komponente računala prikazuje slika 3.6.

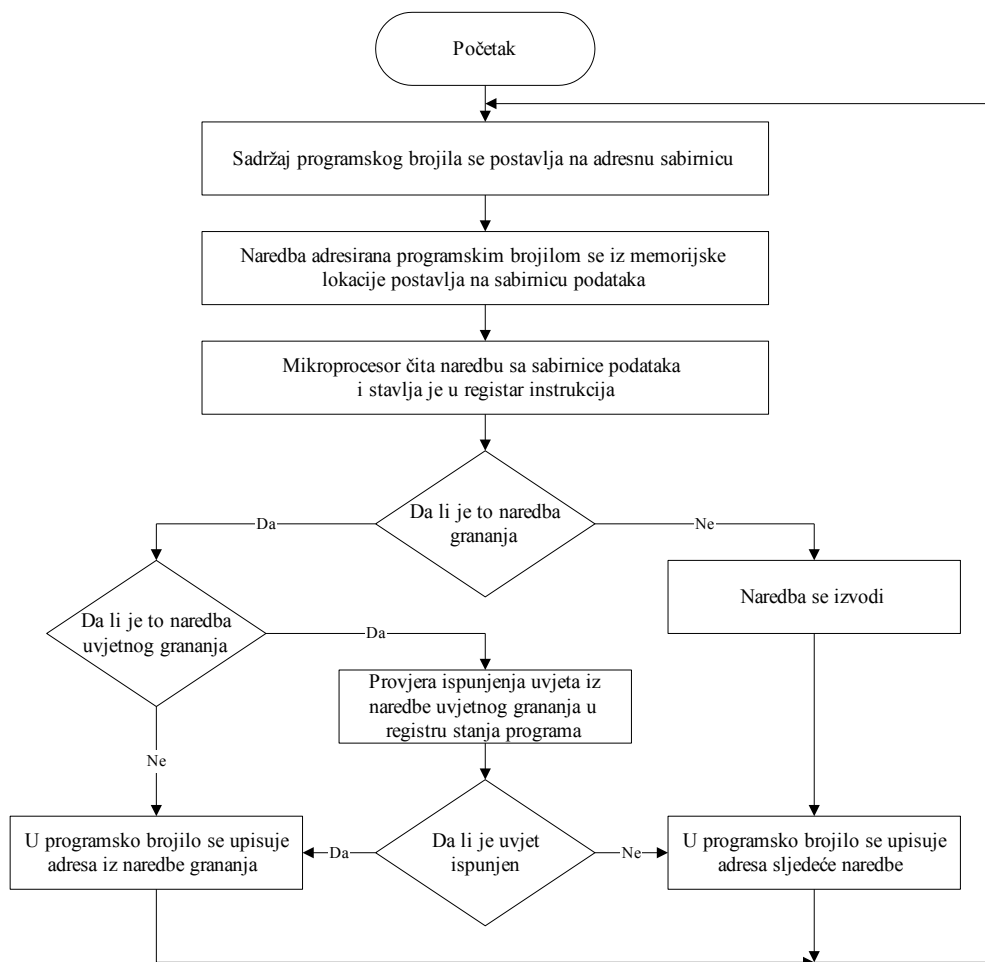


Slika 3.6. Matična ploča s procesorom i priključcima za vanjske jedinice

3.3.2.1. OSNOVNI CIKLUS RADA RAČUNALA

Osnovni ciklus rada računala provodi se kroz sljedeće operacije, sl. 3.7:

1. Dohvat instrukcije iz memorije (fetch)
2. Analiza sadržaja instrukcije (decode)
3. Izvođenje instrukcije (execute)



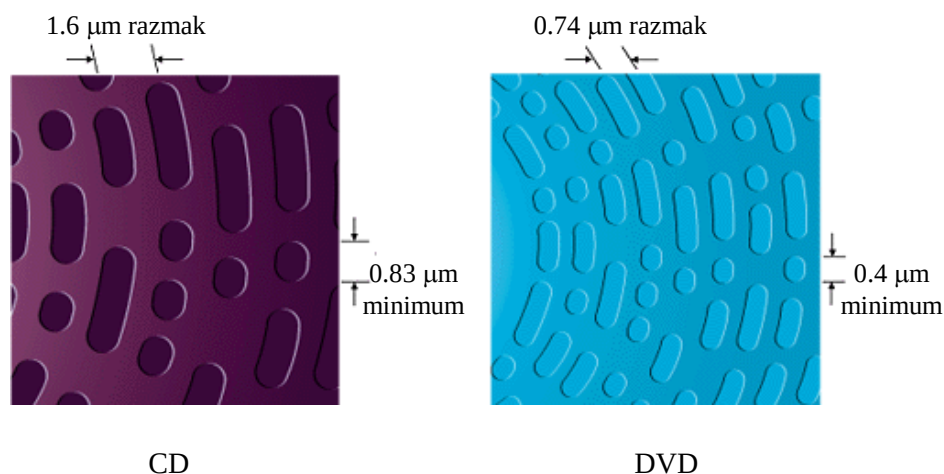
Slika 3.7. Osnovni ciklus rada računala

Elementarne operacije navedene u naredbama izvode se u aritmetičko-logičkoj jedinici mikroprocesora. Ulaz čine podaci o operacijama i operandima, a izlaze rezultati operacija.

3.3.3 SUSTAV MIKRORAČUNALA

Sustav mikroračunala čine mikroračunalo i vanjske jedinice. Vanjske jedinice su jedinica vanjske memorije i različite ulazno-izlazne jedinice.

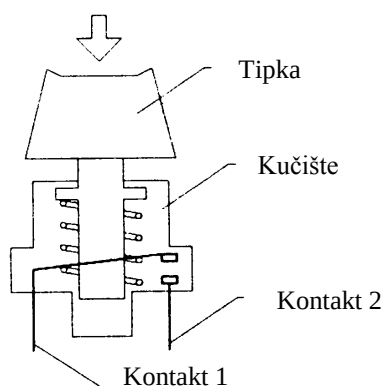
Jedinica vanjske memorije služi za čitanje s medija i/ili pisanje na medije i predstavljaju memorije koje proširuju kapacitete unutarnje memorije. Vanjske memorije omogućuju trajnu pohranu podataka, imaju sporiji pristup, veći kapacitet i manju cijenu po bitu informacije. U vanjske memorije se uvrštavaju magnetski disk (75 GB) koji može biti kruti disk brzog pristupa (ms), magnetske kartice (16 MB), magnetska vrpca (1 GB), optički disk (CD-ROM) (650 MB), optički disk (DVD-ROM) (8-20 GB) i USB prijenosne memorije, sl. 3.8.



Slika 3.8. Izgled zapisa na optičkim diskovima

Ulazno-izlazne jedinice služe za povezivanje sustava za obradu podataka s okolinom (čovjekom, procesom).

Tipkovnica služi za unos podataka. Pritiskom na tipku znak se u binarnom obliku prenosi računalu kao niz električnih signala koji predstavljaju nule i jedinice. Pritisnuti znak se pojavljuje i na ekranu, čime je omogućena provjera i ispravljanje zapisanog. Uz tipke sa slovima abecede i znamenkama sadrži i tipke s posebnim funkcijama (Del, Backspace - brisanje znaka, Insert - umetanje znaka, Enter - prijelaz u novi red). Najvažnije vrste tipkovnica obzirom na princip rada su elektromehaničke i elektroničke (kapacitivnim putem aktivira se prekidač), sl. 3.9.

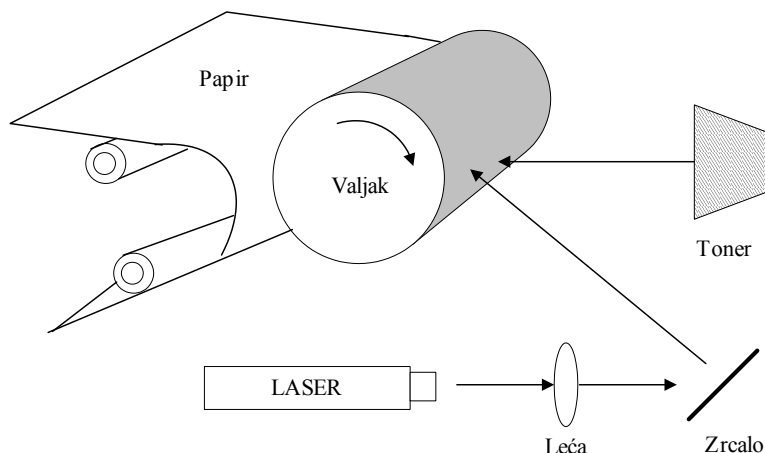


Slika 3.9. Elektromehanička tipkovnica

Zaslon monitora služi za privremeni prikaz znakova, crteža, slika. Prikaz na zaslonu predstavlja prikaz sadržaja videomemorije. Standardi prikaza. Razlučivost zaslona VGA 640*480, SVGA 800*600, XVGa 1024*768, a broj boja za prikaz iznosi 256, 224. Najčešće vrste zaslona obzirom na princip rada su zaslon sa katodnom cijevi i zaslon sa tekućim kristalima.

Tiskalo omogućava trajni ispis sadržaja memorije na papir. Radi tako da glava tiskala s iglicama udara na papir preko obojene vrpce. Pomaci glave slijeva nadesno, pomaci papira od vrha prema dnu. Aktiviranje iglica odgovara stanju binarnih znamenaka koje prikazuju znak u memoriji. Lasersko tiskalo stavlja ispis na papir fotoelektričnim postupkom. Rezolucija otiska

od 600 do 1200 dpi (eng. Dot per inch, točaka po inču), brzina tiskanja crno-bijele slike 15 – 40 str/min, a slike u boji 4 str/min, sl. 3.10.



Slika 3.10. Lasersko tiskalo

Kod “ink jet” tiskala prijenos sadržaja memorije se izvodi mlazom kapljica tinte u boji (6 – 24 u jednom redu).

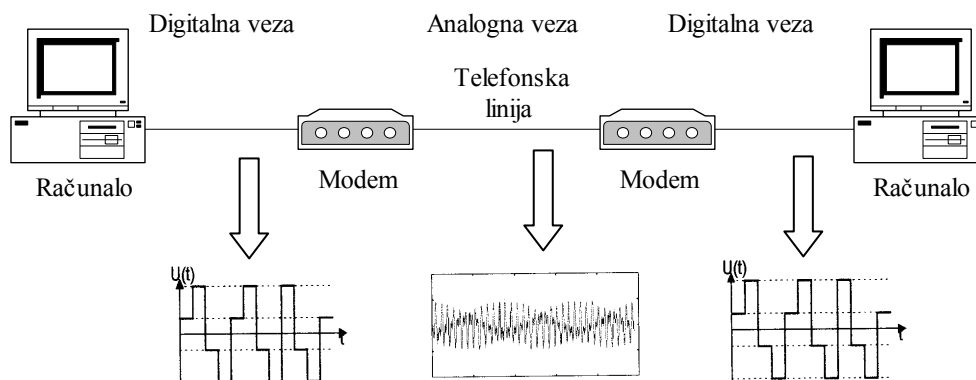
Miš je pokretni uređaj s 2 ili 3 tipke. Na ekranu kazalo, pokazivač prati kretanje miša po podlozi. Pritiskom na tipke izbor ponuđenih aktivnosti, pokretanje programa.

Crtalo služi za crtanje nacрта, crteža, slika. Digitalizator omogućava unos točkasto/linijskih podataka, dok optički čitač unos teksta, crteža, slika. Uz odgovarajući program ima mogućnost prepoznavanja i razlikovanja znakova.

Mikrofon omogućava unos govora, zvuka u računalo, a zvučnik i slušalice iznos govora, zvuka iz računala.

Videoprojektor daje prikaz zapisa (teksta, crteža, slike) iz videomemorije na 'platnu'. Lcd projektori imaju relativno slabi kontrast i nedostatak boja, dok projektori sa svjetlosnim topovima imaju visoku razlučivost.

Modem je uređaj za posredni priključak računala u mrežu računala, pretvorbom digitalnog signala (računalo) na predajnoj strani u analogni signal (prijenos telefonskom mrežom) te pretvorbu analognog signala na prijemnoj strani u digitalni signal (računalo), sl. 3.11.



Slika 3.11. Transformacija oblika signala u modemske vezi

Modemi se mogu podijeliti na modeme koji za prijenos podataka koriste dio govornog područja (manje brzine), modeme koji za prijenos podataka koriste cijelo govorno područje – voiceband (brzine do 56000 bita/s), te modeme koji za prijenos podataka koriste mnogo veće frekvencijsko područje od govornog – baseband (brzine do 2 Mbit/s). Mrežna kartica služi za neposredni priključak računala u mrežu računala.

Sklopke i žarulje predstavljaju osnovne načine razmjene podataka između čovjeka i računala. Analogno-digitalni i digitalno-analogni pretvarač neposredno povezuju računala s osjetilnim i izvođačkim članovima procesa kojima upravlja računalo.

Kineziološka rukavica služi za prijenos pokreta i osjeta između čovjeka i računala. Uz pomoć odgovarajućih programa omogućava stvaranje prividnih svjetova, prividne zbilje.