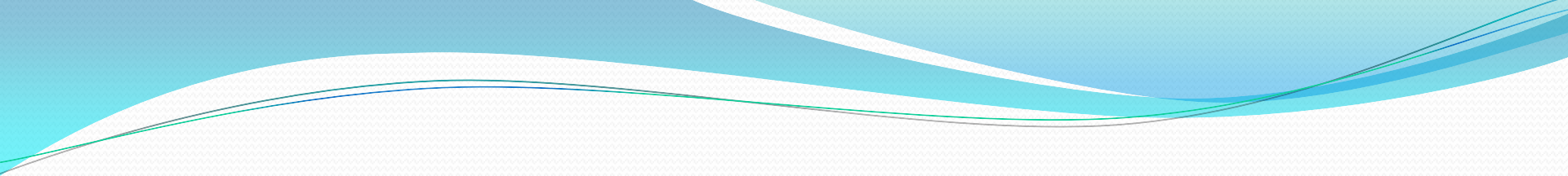


# Osnovi informatike i računarstva

## Uvod u računarske sisteme

Kroz čitavu svoju istoriju, ljudi su bili prinuđeni da vrše različita izračunavanja i obradu informacija dobijenih iz sveta koji ih okružuje. Obim i složenost ovih izračunavanja neprekidno su se povećavali, a manuelno izračunavanje, u kojem je čovek osnovno sredstvo, ima dva velika ograničenja u obavljanju ovih poslova:

1. *Čovekova brzina je vrlo ograničena. Za obavljanje elementarnih operacija sabiranja ili množenja, čoveku je potrebno od nekoliko sekundi do nekoliko minuta.*
2. *Čovek pokazuje sklonost ka pravljenju grešaka, tako da su rezultati vrlo složenih izračunavanja i obrade, koje obavlja čovek, često nepouzdana. Za razliku od čoveka, mašine su potpuno imune na niz ljudskih grešaka u procesu obrade informacija, koje su posledica: rastrojenosti, zabrinutosti, umora čoveka itd.*



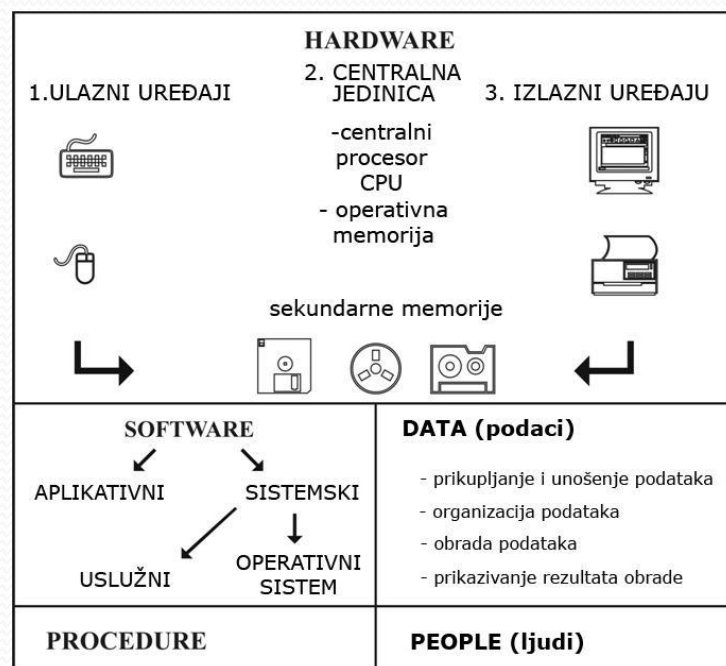
U procesu izračunavanja ljudi koriste razna pomoćna sredstva, sa ciljem da sebi olakšaju posao i da višestruko ubrzaju postupke obrade, da dobiju tačne rezultate i da donesu pravilne odluke. Ta sredstva su se neprekidno razvijala i usavršavala da bi, sredinom dvadesetog veka, dovela do pojave automatskih elektronskih cifarskih računskih mašina, ili skraćeno, računara.

*Računar je uređaj koji samostalno obavlja obradu podataka izvršavajući digitalne logičke operacije na osnovu unesenog programa.*

*Računarski sistem predstavlja skup svih sredstava koja koristimo u procesu rešavanja jednog ili grupe zadataka.*

# Opšti model računarskog sistema

Jedan od najopštijih modela računarskog sistema je onaj koji je dao **David Kroenke**, u kojem se računarski sistem sastoji od pet komponenti: tehničkog dela (**hardware**, hardver), programskog dela (**software**, softver), podataka (**data**), procedura (**procedures**) i ljudi (**people**).



Opšti model računarskog sistema  
Slika 1.1

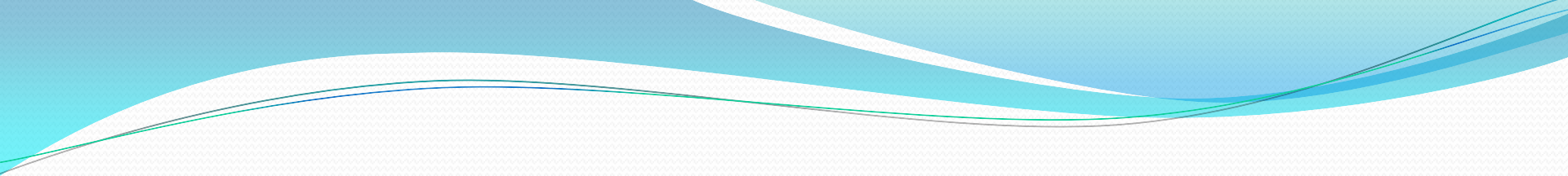
Hardver računarskog sistema čini tehnički deo, a sastoji se od skupa različitih uređaja, od kojih svaki obavlja više jednostavnih operacija i obrada, koje se mogu grupisati u neke osnovne funkcije. Na osnovu osnovnih funkcija koje obavljaju, tehnički deo računarskog sistema čine: ulazni uređaji, uređaji za obradu, tj. računar u užem smislu, ili centralna jedinica i izlazni uređaji.

Ulazni uređaji omogućavaju pristup računarskom sistemu. Posredstvom ovih uređaja korisnici zadaju komande, traže informacije, unose nove podatke ili programe u računar. Računar prihvata ulaze vrlo različitog tipa, na primer pritisak na dugme ili taster, dodir prsta na ekran, optičko skeniranje, izgovaranje reči, itd.

Uređaj za obradu, centralna jedinica ili računar, sadrži elektronske komponente koje na osnovu ugrađenog ili unetog programa (niza instrukcija) izvršavaju različite aritmetičke ili logičke

## Programski deo (softver)

Da bi tehnički deo računarskog sistema (hardver) ostvario svoje funkcije obrade, neophodan mu je niz instrukcija, tj. elementarnih operacija. Instrukcije se grupišu tako da zajedno omogućavaju rešavanje određenog zadatka, ili obavljanje neke složene operacije i obrade, i tada čine programe. Skup svih programa predstavlja softverski deo računarskog sistema. Programi mogu da sadrže niz detaljnih instrukcija u obliku nizova cifara 0 i 1 (u tzv. mašinskom jeziku), koje računar može da koristi neposredno. Programi mogu biti napisani i na nekom od programskih jezika kao što su Assembler, COBOL, Pascal, BASIC itd., koji su ljudima lakši za razumevanje, ali ih računarski sistem, pre nego što ih računar izvrši, mora prevesti na mašinski jezik. Programi koji ulaze u sastav računarskog sistema svrstavaju se u dve grupe:



1. *Sistemske programe koje upravljaju radom i omogućavaju korišćenje tehničkog dela računarskog sistema s jedne strane, i korisnicima olakšavaju izradu sopstvenih programa, komuniciranje sa pojedinim uređajima i omogućavaju njihovo lako i efikasno korišćenje. Sistemske programe su posrednici između korisnika i njegovog programa s jedne strane, i hardvera računarskog sistema s druge strane.*

2. *Korisnički programe rešavaju neki konkretan zadatak ili obradu. Oni korisniku daju neke konkretne rezultate, na osnovu kojih on preduzima određene aktivnosti. U toku svog izvođenja, korisnički programe nužno koriste različite funkcije iz grupe sistemskih programa. Ovi programe se nazivaju još i aplikativni programe ili problemski programe.*

## Podaci

Podaci su treći deo modela. Podaci mogu imati oblik imena, brojeva i adresa. Oni mogu predstavljati meru najrazličitijih fizičkih veličina: od nivoa vode u posudi, do spektra svetlosti zvezda. Podaci su osnovni objekat obrade u računarskom sistemu, odnosno predmet rada i ujedno glavni razlog korišćenja računara. Bez računara naše mogućnosti da crpemo znanja iz podataka bile bi značajno smanjene.

Podaci su diskretni, zapisani fakti o pojavama i događajima iz sveta koji nas okružuje, iz kojih dobijamo informacije o svetu. Drugim rečima, Podaci su činjenice, oznake ili zapažanja nastala u toku nekog procesa, a koja su zapisana, odnosno kodirana pomoću nekih fizičkih simbola, ili simbola neke azbuke, i imaju svojstvo da mogu da se beleže, čuvaju, prenose i obrađuju. Podaci su sredstva za izražavanje i dobijanje informacija, i oni predstavljaju izolovane i neinterpretirane činjenice. Podatke prikupljamo i zapisujemo, da bi ih mogli čuvati, i po potrebi koristiti. Podatak postaje informacija u momentu njegovog korišćenja.





Obrada podataka može se podeliti u četiri faze:

- 1. prikupljanje i unos podataka,*
- 2. organizacija podataka i njihovo čuvanje, tj. skladištenje,*
- 3. obrada podataka pomoću računara, tj. obrada u užem smislu (računanje, sortiranje, grupisanje itd.),*
- 4. izdavanje podataka i rezultata obrade (štampanje, crtanje, itd.).*

## Procedure i ljudi

U nekim primenama računara ne moraju postojati sve četiri pomenute faze obrade. Tako, recimo, u mnogim naučno-tehničkim obradama nema uopšte ulaznih podataka, već se podaci izračunavaju u računaru kao, recimo, pri izračunavanju logaritamskih tablica, slučajnih brojeva itd. Procedure predstavljaju skup postupaka i pravila, koja se moraju poštovati i primenjivati u cilju pravilne upotrebe računarskog sistema, i pravilne obrade podataka, da bi korisnici, tj. ljudi, pomoću računara, rešili neki zadatak. Procedure predstavljaju instrukcije upućene ljudima, koje korake treba izvršiti, kako i koje podatke obraditi, i koje izlazne veličine treba dobiti.

Petu komponentu računarskog sistema čine ljudi. Ljudi se pridržavaju određenih procedura prilikom korišćenja računara. Oni obavljaju aktivnosti koje stvaraju ili prikupljaju podatke. Ljudi razvijaju programe kojima rešavaju nove postupke obrade i menjaju postojeće programe, da bi se zadovoljili novonastali zahtevi. Ljudi za druge ljude kreiraju procedure, kojih se oni u procesu korišćenja računara pridržavaju.

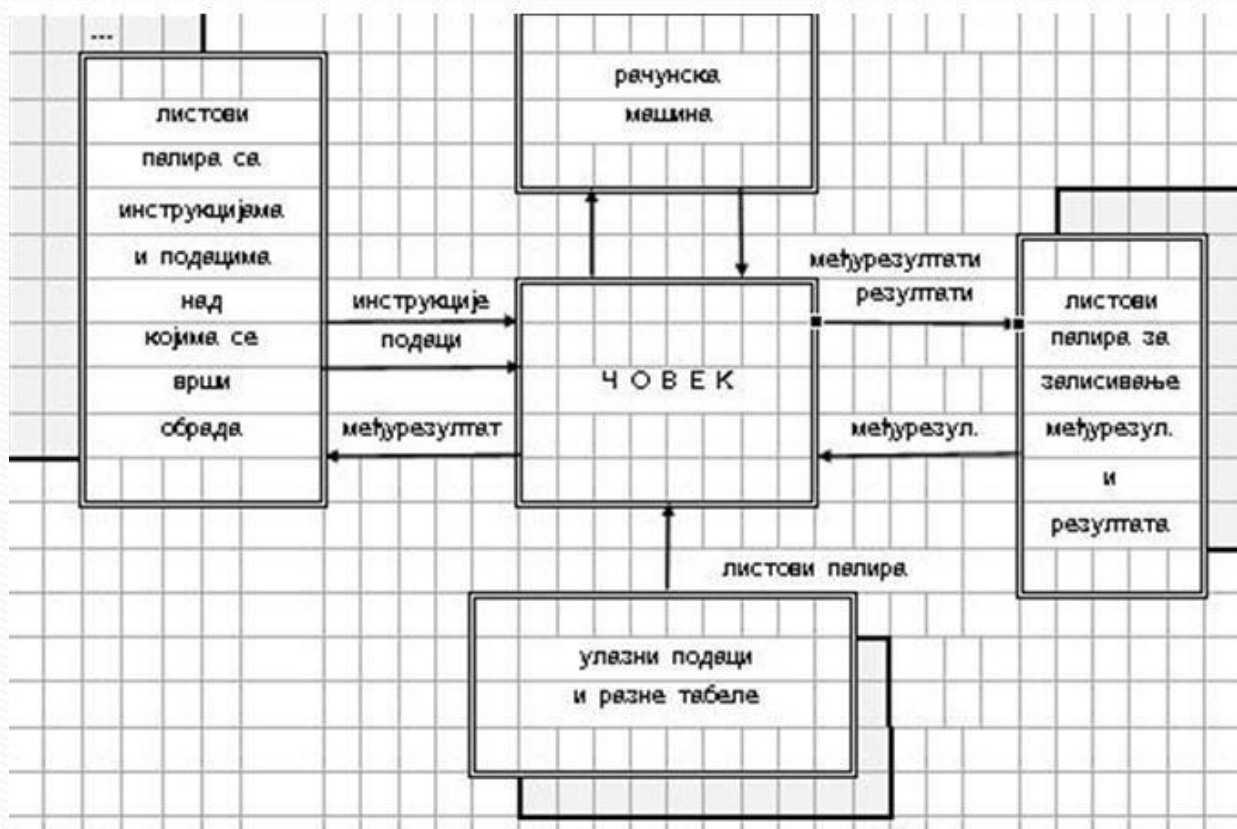
## Ručna obrada podataka

U ručnoj obradi podataka (slika 1.2.), postupak računanja, tj. rešavanje bilo kog problema, sastoji se od niza pojedinačnih koraka od kojih svaki sadrži po jednu od elementarnih operacija ( +, -, \* , / ). Svaki pojedinačni korak propisuje na koji način i nad kojim podacima treba izvršiti izračunavanje, da bi se na kraju dobio tačan rezultat, odnosno uradio postavljen zadatak. Čovek svaki zadatak obrade, ma koliko bio prost ili složen, najčešće formalizuje u obliku kolona tabele, koju zapisuje na jednom ili više listova papira. U svaku vrstu tabele čovek zapisuje po jednu elementarnu operaciju i podatke nad kojima se ona trenutno izvršava. Svaka vrsta ove tabele, tj. elementarna operacija, predstavlja elementarnu instrukciju, ili kraće rečeno instrukciju.

Određeni niz instrukcija koji rešava postavljeni zadatak, a nakon čijeg izvršavanja se dobija traženo rešenje, zove se program obrade. U programu, elementarne obrade, tj. instrukcije, najčešće su poređane onim redosledom kojim se izvršavaju.

To znači da je redosled izvršavanja elementarnih operacija strogo definisan redosledom instrukcija u programu obrade, i svakoj od ovih instrukcija pridružuje se redni broj. Po pravilu se npr.

posle pete instrukcije izvršava šesta, a posle šeste izvršava se sedma instrukcija, i tako redom. Od ovog prirodnog redosleda može se odstupiti kada se steknu određeni uslovi, tj. zavisno od konkretnih vrednosti početnih podataka ili dobijenih rezultata. Na primer, zavisno od toga kakve su vrednosti koeficijenta  $a$  i diskriminante  $D$  ( $D=b^2-4ac$ ), postupci za izračunavanje realnih korena  $x_1$  i  $x_2$  kvadratne jednačine ( $ax^2 + bx + c = 0$ ) su različiti, i izračunavaju se po različitim formulama. Naime, ako je  $a = 0$  jednačina nije kvadratna, ako je  $D = 0$  onda su koreni jednaki  $x_1 = x_2 = -b / (2a)$ , a ako je  $D < 0$ , jednačina nema realnih korena, već su koreni konjugovano kompleksni, pa se realni i imaginarni deo moraju prikazati kao posebni delovi jednog složenog podatka.



Slika 1.2. Ručna obrada podataka pomoću računске mašine

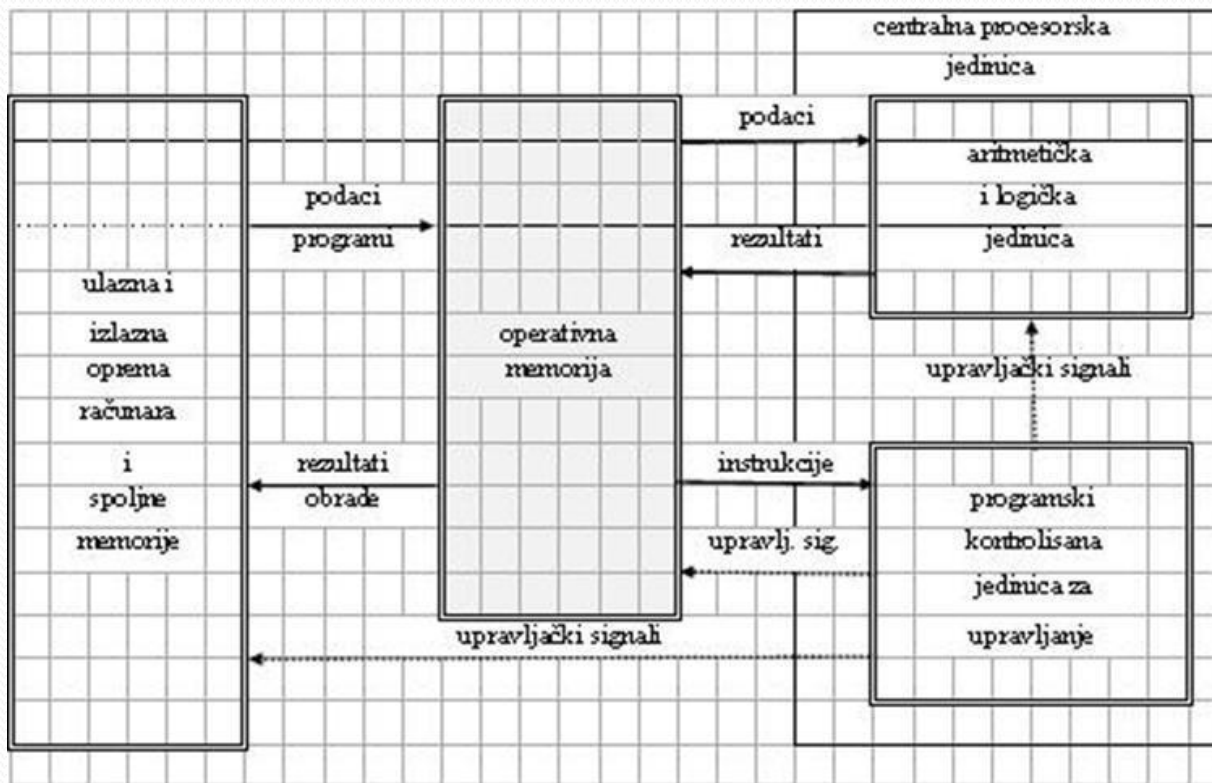
Podaci nad kojima se vrše elementarne operacije obično se prikupljaju pre samog procesa obrade (u kraćem ili dužem periodu vremena), i nalaze se zapisani (memorisani) na posebnim listovima papira. Vrlo često se, u cilju dobijanja različitih informacija nad jednim istim podacima vrše različite obrade. U pojedinim koracima obrade učestvuju samo neki podaci, pa se samo ti podaci privremeno prepisuju na listove papira, ili pridružuju instrukcijama u tabelama koje sadrže rezultate obrade.

Čovek koji vrši izračunavanje, često u cilju rešavanja svog problema, tj. zadatka, koristi opštepoznate veličine, kao i razne matematičke, statističke i druge tabele (logaritme, trigonometrijske funkcije itd.).

U toku obrade formiraju se međurezultati (koje čovek privremeno pamti, ili zapisuje), a na kraju se dobijaju konačni rezultati obrade koje čovek zapisuje na papiru. Međurezultati i konačni rezultati jednog postupka obrade, mogu biti početni podaci u nekom drugom postupku obrade.

## Automatizovana obrada podataka pomoću računara

Struktura elektronskog sistema za automatizovanu obradu podataka pomoću računara (slika 1.3.) je vrlo slična strukturi pri ručnoj obradi podataka (koja je prikazana na slici 1.2.), ali je sastav drugačiji.



Slika 1.3. Glavne komponente elektronskog uređaja za obradu podataka



Umesto računске mašine, u automatizovanoj obradi pojavljuje se element za računanje, tj. aritmetičko-logička jedinica računara (**arithmetic and logic unit, ALU**).

Funkciju papira, koji je čoveku služio kako za formulisanje zadataka obrade, tako i za upisivanje tabela sa početnim podacima, međurezultatima i finalnim rezultatima obrade, preuzimaju sada razne vrste memorija. Čoveka sada zamenjuje programski kontrolisana upravljačka jedinica (**control unit, CU**), odnosno komandna ili kontrolno-upravljačka jedinica. Kako je čovek na ovaj način, u postupku obrade podataka, znatno rasterećen od izvršavanja niza rutinskih poslova obrade, onda on može da se posveti isključivo formulisanju zadataka i postupaka obrade, tj. izradi programa.

Unutrašnja, odnosno operativna memorija je osnovna ili glavna memorija računara (**main memory, operating memory, primary memory**). Ona sadrži podatke nad kojima se vrši obrada, međurezultate, kao i sam način na koji se vrši obrada, tj. zadatak koji treba obaviti. Način kako se vrši obrada sadržan je u programu koji je pisao čovek, i to u obliku niza pojedinačnih instrukcija, odnosno elementarnih operacija.



Upravljačka jedinica uzima iz unutrašnje **memorije** jednu instrukciju za drugom, interpretira ih i izvršava neposredno, ili uz pomoć aritmetičko-logičke jedinice.

Aritmetičko-logička jedinica najčešće izvršava samo osnovne računske operacije i radnje, i ne može da izvršava složenije računske operacije. Kontrolna jedinica, zajedno sa računskom jedinicom, čini jedinicu za obradu, tj. centralnu jedinicu za obradu (**central processing unit, CPU**), ili kraće centralni procesor računara.

Centralni procesor zajedno sa unutrašnjom memorijom čini centralnu jedinicu računarskog sistema, odnosno računar u užem smislu. Danas su računari realizovani u obliku elektronskih, digitalnih, logičkih sklopova u poluprovodničkoj tehnologiji sa velikom brzinom rada.

Spoljašnje, masovne **memorije** (**external memory, secondary storage, mass storage**) služe za ulaz, izlaz i trajno čuvawe velike količine podataka, međurezultata i rezultata obrade. Ove **memorije** su realizovane na različitim medijima (nosioci informacija), koji imaju svojstvo trajnog pamćenja, kao što su: magnetne trake i diskovi, optički diskovi,

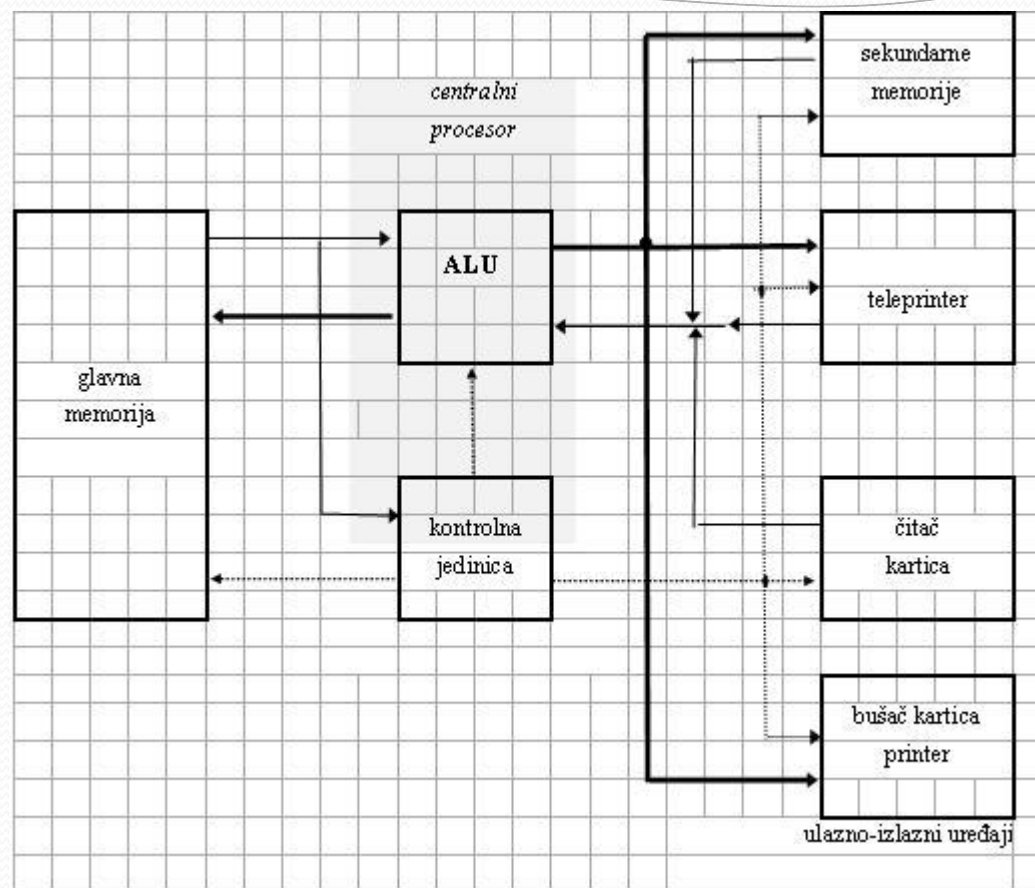
Ovi nosioei informacija omogućavaju ujedno da se podaci i rezultati obrade na jednom računarskom sistemu, prenesu na drugi uređaj za automatsku obradu podataka radi dalje obrade, bez uspostavljanja fizičke veze izmedju ovih uredjaja.

### Generacije razvoja računara

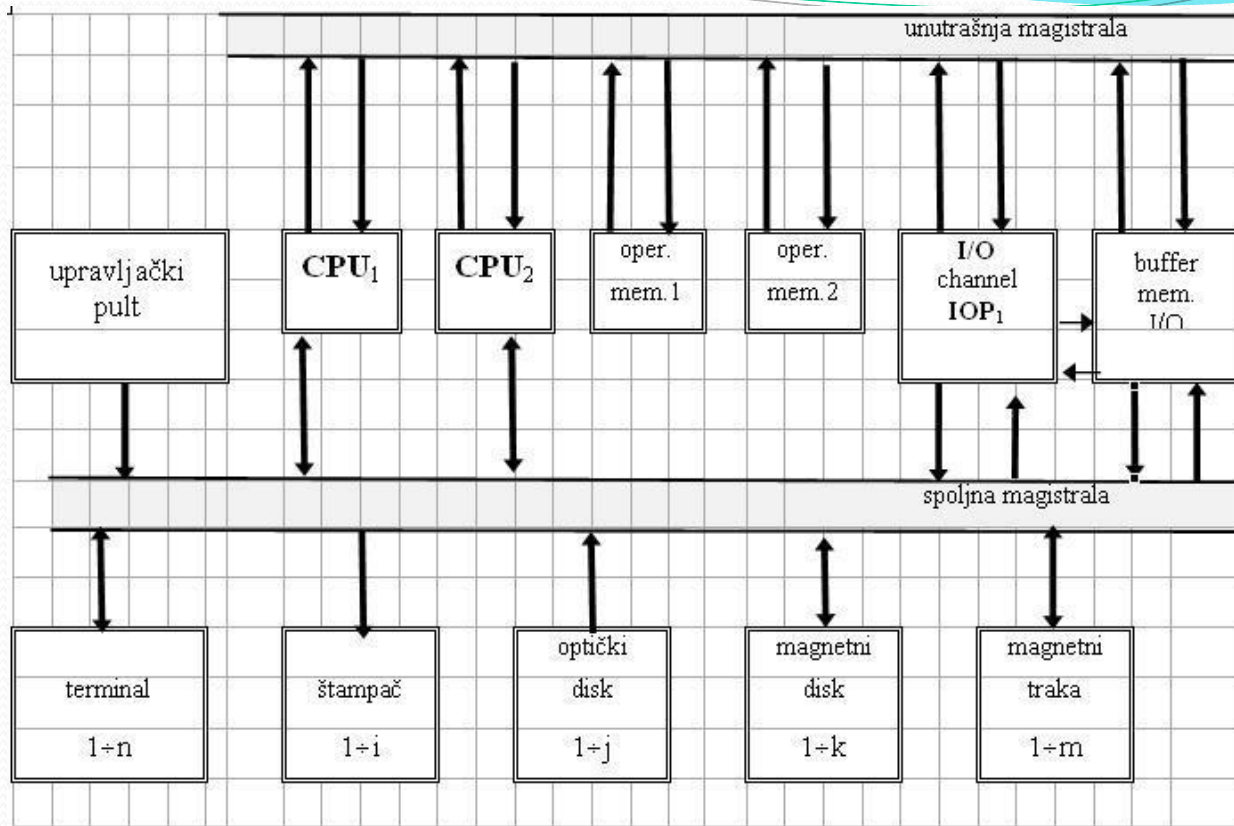
Računari su u svom razvoju od nastanka do današnjih dana prošli kroz nekoliko faza razvoja koje nazivamo generacijama. Prvi računari imali su arhitekturu koja je slična onoj sa slike 1.3., i koja se pojednostavljeno može prikazati kao na slici 1.4. Može se reši da je arhitektura računara prve generacije gotovo identična strukturi ručne obrade podataka, jer se prenos podataka obavljao ne samo uz kontrolu, već i uz učešće centralnog procesora. Na slikama 1.3. i 1.4. prikazana je arhitektura u kojoj su ulazno-izlazni uređaji direktno povezani sa centralnim procesorom ili sa glavnom memorijom računara .

U najvećem broju savremenih računara ovo komuniciranje obavlja se preko odgovarajućih uređaja, kanala (**input-output processors, IOP, channels**), i uz posredovanje prihvatnih memorija za spregu, međumemorija (**buffer memory**), kao što je prikazano na slici 1.5.

Uočavamo da u okviru jednog računarskog sistema možemo imati više centralnih procesora koji paralelno rade, a omogućavaju znatno ubrzanje rada računara i paralelno izvršavanje jednog ili više programa. Za kontrolu prenosa podataka između ulaznih jedinica, izlaznih jedinica i jedinica masovnih memorija, koje se jednim imenom nazivaju periferijske jedinice, s jedne strane, i centralnih procesora i unutrašnje **memorije** s druge strane, najčešće se koriste ulazno-izlazni kanali i procesori. Ovi uređaji često sadrže autonomne **memorije** za spregu (**buffer memory**), čime se ostvaruje dodatna autonomnost rada uređaja. Neposrednu kontrolu ovih uređaja vrše centralni procesori, a uređaji samostalno kontrolišu prenos podataka, i ujedno vrše prilagođenje (po brzini) između vrlo brzih procesora i unutrašnje **memorije**, i vrlo sporih mehaničkih sklopova i spoljnih memorija.



Slika 1.4. Arhitektura računara prve generacije



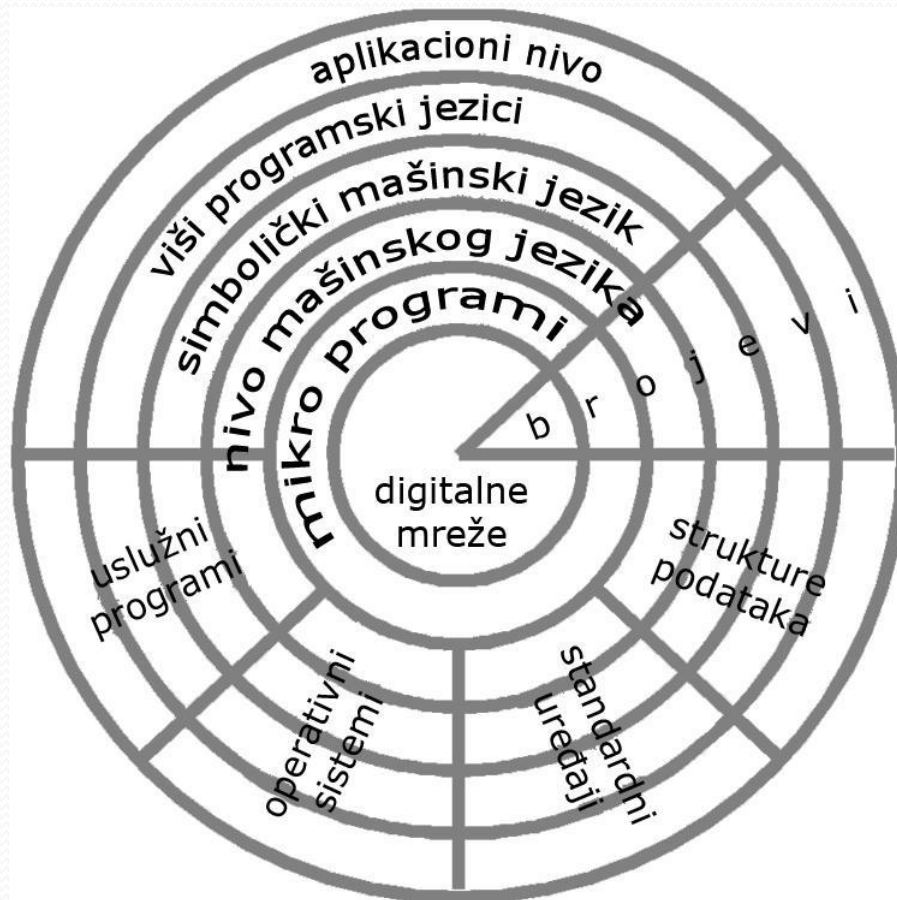
Slika 1.5. Struktura računarskog sistema sa ulazno-izlaznim kanalima

Jedan kanal u jednom intervalu vremena može opsluživati više periferijskih uređaja, takozvani multipleksorski kanal, ili samo jednu relativno brzu spoljnu jedinicu (magnetni disk, optički disk, ...), takozvani selektorski kanal.

### Hijerarhijski model računarskog sistema


Mnogi autori pod pojmom računarskog sistema podrazumevaju uglavnom prve dve komponente opšteg modela, odnosno hardver (tehnički deo), i softver (programski deo u čiji sastav ulaze i podaci), što čini računarski sistem u užem smislu.

Ovakav računarski sistem može se prikazati hijerarhijskim modelom u obliku koncentričnih krugova (slika 1.5.).



Slika 1.6. Hijerarhijski model računarskog sistema





U centru ovog modela su digitalna logička kola (**digital logic**) iz sastava računarskog hardvera. Ovaj prsten određuje osnovne aritmetičke i logičke operacije računara. Ovom prstenu (jezgru) pripadaju i osnovna memorijska kola. Svaka komponenta ovih logičkih mreža izvršava po jednu vrlo jednostavnu operaciju. Jezgro može sadržati desetine, ili čak stotine operacija, koje upotpunjavaju nešto što ljudi u računskoj tehnici smatraju skupom elementarnih obrada.

U mnogim modernim računarima, rad ovih elementarnih logičkih mreža koordinira se pomoću niza programa koji se nazivaju mikroprogrami (**microprogram, microcode**).


Mikroprogrami sadrže niz instrukcija poznatih kao mikrooperacije, koje koordiniraju rad logičkih kola, i stvaraju mogućnost da ljudima poznate, jednostavne instrukcije, poput sabiranja ili oduzimanja, budu realizovane kao nizovi mnoštva još prostijih operacija.



Treći nivo čini mašinski jezik (**conventional machine level**) i on predstavlja najniži nivo zajednički za sve programe, jer centralni procesor razume samo ove instrukcije, i sposoban je da ih interpretira i izvrši. Svaka instrukcija koja nam je na raspolaganju na ovom nivou u stvarnosti je podržana - realizovana ili kao jedan mikroprogramom ili kao jedna logička mreža.

Sledeća dva nivoa su simbolički mašinski jezik (assembler, **assembly language**) i viši programski jezici (**high-level language**) koji čine programsku spregu čoveka sa računarom. Asemblerski jezik je oslonjen na mikroprogramski nivo i digitalne logičke mreže. Pisanje programa na ovom jeziku je znatno lakše nego na mašinskom, ali takođe zahteva veliko poznavanje arhitekture i organizacije centralnog procesora i računara. Viši programski jezici (**BASIC, Pascal, FORTRAN**) su ljudima znatno razumljiviji, traže vrlo malo poznavanje računara, a takođe ne zavise od tipa računara.

Najopštiji nivo je korisnički (**applications**), koji čine ljudi koji čak ne moraju biti ni programeri već su samo krajnji korisnici. Oni računar posmatraju kroz određenu grupu programa, posebno projektovanih za rešavanje specifičnih problema, tako da računarski resursi optimalno služe korisniku



Brojevi (**numbers**) povezuju sve nivoe hijerarhijskog modela, odnosno sastavni su deo svih nivoa. Digitalna logička kola operišu samo sa dve cifre: **0** i **1**, i na bazi njih proizvode nove podatke koji su, takođe, prikazani kao nule i jedinice. Na nivou mikroprograma i mašinskog jezika, nizovi nula i jedinica predstavljaju instrukcije, podatke i memorijske lokacije koje obrađuju digitalna logička kola. Programeri u assembleru i jezicima višeg nivoa, koriste brojeve i simboličke kodove, da označe šta da se obradi, kako da se to uradi i nad kojim objektom da se uradi.

Brojevi i kodovi se često organizuju u grupe koje predstavljaju vrlo različite pojave iz sveta koji nas okružuje. Organizovane grupe podataka poznate su kao strukture podataka, i značajne su kako programerima, tako i operativnom sistemu.

Čak i mali personalni računari za većinu ljudi suviše su složeni da bi ih oni koristili direktno. Čitav niz sistemskih programa, poznatih kao operativni sistem (**operating system**), služi kao zaštitna školjka ili sprega koja razdvaja korisnika i aplikacione programe od složenosti hardvera. Operativni sistem, sam za sebe, radi vrlo malo vremena i bez konkretnih rezultata obrade. Njegov zadatak je opsluživanje, odnosno on čini okruženje u kome se radi.

Ma koliko neki računarski sistem bio veliki, on ipak ima ograničene resurse (uređaji iz sastava računarskog sistema), unutar kojih se korisnički programi moraju izvršavati. Operativni sistem u procesu izvođenja programa vrši podelu tih resursa. Jedan od glavnih resursa koje on kontroliše je operativna memorija. Svaki korisnik i aplikacija zahteva da memorija računara sadrži njegove programe i podatke. Ko će, kada i koliko operativne memorije dobiti, određuje operativni sistem.

Logička mreža koja izvršava aritmetičke i logičke operacije, nalazi se u centralnoj jedinici za obradu (**central processing unit, CPU**), a mnogi računari imaju samo jednu CPU koja mora da se deli na više korisnika ili programa. Operativni sistem određuje ko i koliko dugo ima pristup centralnom procesoru.


Uređaji iz sastava računarskog sistema rade pod kontrolom operativnog sistema, koji u sebi sadrži programe koji korisniku i njegovom programu omogućavaju korišćenje disketa, diskova ili drugih memorijskih medija, zatim štampača (printera), terminala, komunikacionih linija itd.

## Zaključak

Od davnina, ljudi u procesu izračunavanja koriste razna pomoćna sredstva sa ciljem da sebi olakšaju i višestruko ubrzaju postupke obrade, dobijanja tačnih rezultata i donošenja pravilnih odluka. Danas su računarski sistemi postali neizostavni sastavni deo obavljanja mnogih poslova, naročito u sferi nauke, tehnike i obrade podataka. No, isto tako veliku primenu našli su i u svakodnevnom životu, prvenstveno zahvaljujući razvoju i primeni mikroračunara (naročito sa pojavom mikroprocesora).

U sastav računarskog sistema ulaze razni tehnički uređaji, programi koji rešavaju neki problem ili pomažu u korišćenju uređaja ili rešavanju konkretnih problema, podaci koji se obrađuju, procedure koje obezbeđuju efikasno korišćenje računarskog sistema i ljudi, programeri ili korisnici koji uz pomoć računara rešavaju neke svoje probleme.

Svaki intelektualni postupak, koji možemo izraziti pomoću konačnog broja elementarnih operacija, može se predati računarskom sistemu da ga izvede. Time se postiže prenošenje jednog dela rutinskog intelektualnog rada na mašinu. Međutim, za realizaciju ovog vrlo važnog vida oslobađanja čoveka od zamornog rutinskog rada, potrebno je mnogo složenih postupaka, a njihova izrada, proveravanje, izvođenje i korišćenje traži mnogo truda i posla.



Osnovu za izradu računara predstavljaju digitalna logička kola koja operišu sa samo dve cifre: 1 i 0. Sve informacije i podaci unutar računarskog sistema prikazani su u obliku nizova binarnih brojeva. Ovi brojevi se organizuju u veće celine radi lakšeg pamćenja i obrade.

Jedan od ključnih i, slobodno se može reći, najsloženijih delova računarskog sistema, koji omogućava prenošenje velikog dela intelektualnog rada na mašinu, jeste sistemski softver. Glavni deo sistemskog softvera čini operativni sistem. Pod kontrolom operativnog sistema radi ne samo korisnikov program već i svi uređaji iz sastava računarskog sistema.