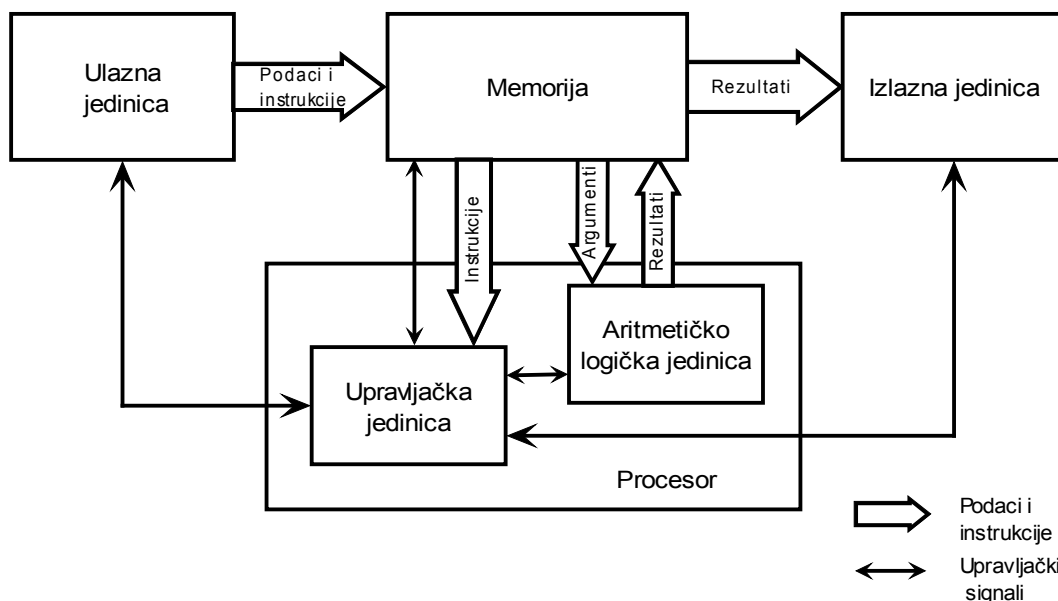


1.4 Građa računala

Parametri računala značajno su se promijenili od vremena njihova nastanka i to prije svega zahvaljujući napretku tehnologije. Ipak, način rada i osnovna struktura računala ostali su do današnjeg dana gotovo nepromijenjeni. Iako postoje različita rješenja, najraširenija su računala tzv. **von Neumannove građe** (arhitekture). Računala ove građe dobila su ime po američkom matematičaru John von Neumannu koji je postavio osnovna načela rada računala. Većina današnjih računala radi na tim načelima (uključujući i osobna računala). Najvažnije osobine računala von Neumannove arhitekture su slijedeće (za početak ćemo izdvojiti tri):

1. Struktura (građa) računala ne ovisi od zadatka koji se njime rješava. Računalo se programira sadržajem memorije. Dakle, jedno te isto računalo može rješavati različite zadatke. Dovoljno je da u memoriju računala učitamo odgovarajući program. Ovo je veoma važna osobina računala jer omogućava da se u velikim serijama proizvode jeftina računala opće namjene. Konkretnu namjenu ovakvog računala odrediti će njegov korisnik kupnjom i instalacijom odgovarajućeg programa (npr. za računovodstvo, pisanje tekstova, crtanje, izradu baza podataka i sl.).
2. Računalo se sastoji od slijedećih jedinica:
 - radne memorije
 - upravljačke jedinice
 - aritmetičko - logičke jedinice
 - ulazne jedinice
 - izlazne jedinice
3. Podaci i programi smješteni su u zajedničkoj memoriji računala u obliku binarnih kodova.

Računala te građe prikazuje slijedeća skica:



Slika 1.4.1 Von Neumannova građa računala

Ulazna jedinica opskrbljuje računalo programima i podacima. To se može obavljati preko tipkovnice ili uz pomoć jedinica koje koriste magnetske i druge medije na koje su podaci i programi već ranije snimljeni. Tipične ulazne jedinice su: tipkovnica, miš, jedinice koje koriste magnetski medij (tvrdi disk, savitljivi disk, magnetska vrpca), CD (*compact disk*) i DVD jedinice koje koriste optički zapis podataka, čitač bar koda (npr. u samoposlugama, robnim kućama, knjižnicama) i skener.

Izlazna jedinica služi da rezultate obrade podataka prikaže korisniku računala. Rezultate je moguće prikazati na ekranu, ispisati na pisaču, ili pohraniti (snimiti) na magnetski ili drugi medij. Snimljeni podaci mogu se koristiti kao ulazni podaci u slijedećoj obradi podataka.

Tipične izlazne jedinice su: monitor, pisač, jedinice koje koriste magnetske medije (tvrdi disk, disketa, magnetska vrpca), CD jedinica (koja ima mogućnost snimanja). Treba uočiti da neke jedinice služe samo kao ulazne, neke samo kao izlazne, a neke i kao ulazne i kao izlazne. Jedinice koje upotrebljavaju magnetske medije redovito omogućuju i zapis i čitanje podataka, a princip rada sličan je principu rada običnog magnetofona koji omogućuje snimanje i reprodukciju zvučnog signala.

Memorija računala služi za smještaj programa i podataka koji se trenutno koriste. Program koji želimo koristiti obično je trajno smješten na nekoj ulazno-izlaznoj jedinici (npr. tvrdom disku) zajedno s nizom drugih programa. Da bi određeni program mogli izvesti, mora se prvo učitati (zapisati) u memoriju računala. Podaci koji se programom obrađuju učitavaju se u memoriju preko neke ulazne jedinice (npr. disk ili tastatura). Podaci nastali kao rezultat obrade ulaznih podataka također se smještaju u memoriju i po potrebi prikazuju na ekranu, pisaču ili nekom drugom izlaznom uređaju. Prilikom isključivanja računala treba voditi računa o tome da se svi podaci koji su zapisani u memoriji računala gube. Zato treba prije isključenja napajanja sve podatke koje želimo sačuvati snimiti na disk ili disketu.

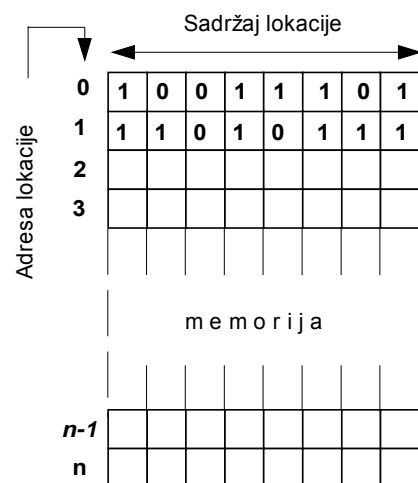
Memorija je građena od poluvodičkih elemenata - tranzistora koji za svoj rad trebaju električnu energiju. Naprotiv, podaci na disku će ostati sačuvani i kada isključimo napajanje električnom energijom, ali, naravno, neće biti dostupni. Poluvodička memorija naziva se i **radna** (središnja, glavna) **memorija** za razliku od **vanjske** (pomoćne) **memorije** kao što su diskovi, diskete i slični uređaji koji služe za trajno pohranjivanje podataka i programa.

Memorija se može prikazati u obliku cjelovitog bloka koji se sastoji od određenog broja **memorijskih lokacija**, a lokacija se sastoji od određenog broja bitova. Svaka memorijska lokacija ima svoju **adresu**, koja omogućuje pristup toj lokaciji radi **čitanja** podatka koji je u nju upisan, ili radi **upisivanja** novog podatka. Dakle, treba razlikovati adresu memorijske lokacije od njenog sadržaja. Na slici 1.4.2 vidimo da je dužina jedne memorijske lokacije jedan bajt. To ne znači da je duljina riječi računala čija je memorija ovako organizirana jedan bajt. Ako je duljina riječi 32b tada se adresiranjem određene memorijske lokacije dobije sadržaj adresirane lokacije plus slijedeće tri lokacije, dakle sadržaj ukupno četiri bajta, kolika je i duljina riječi.

Dio memorije računala mora biti memorija sa stalnim sadržajem koja služi za smještaj prvog programa koji se izvršava nakon uključivanja računala. Iz takve memorije sadržaj se može samo čitati, pa se takva memorija naziva **ROM** (*Read Only Memory*). Memorija čiji se sadržaj može mijenjati naziva se **RAM** (*Random Access Memory*).

Veličina memorije izražava se u bitima (b), odnosno u većim jedinicama: bajtima (B), kilobajtima (KB), megabajtima (MB) i gigabajtima (GB). Jedan bajt ima 8 bita, jedan kilobajt iznosi 2^{10} (1024) bajta, a jedan megabajt 2^{20} (1 048 576) bajta. Jedan gigabajt iznosi 2^{30} (1 073 741 824) bajta.

Broj bitova za zapisivanje adrese memorijske lokacije je ograničen. Iz toga proizlazi da, ako imamo n bitova za zapisivanje adrese, možemo adresirati ukupno 2^n bajtova. Skup svih adresa naziva se **adresnim prostorom** računala.



Slika 1.4.2. Memorija računala

Primjer 1.4.1

S 16 bita moguće je adresirati 2^{16} bajta, ili 64 kB ($2^{16} = 2^6 * 2^{10} = 2^6 * 1\text{kB}$) memorije. Najniža adresa biti će 0000000000000000_2 (0000_{16}), a najviša 1111111111111111_2 ($FFFF_{16}$).

Program računala tvori niz naredbi (instrukcija) smještenih u memoriji računala koji se izvršavaju redom kojim su smještene u memoriji. Izuzetak su naredbe koje uzrokuju skok na naredbu koja nije slijedeća na redu. Naredbe su zapisane binarnim kodovima. Naredba se općenito sastoji od **operacijskog koda** koji određuje koju operaciju treba izvršiti i od **adrese operanda**. Dakle operacijski kod govori što treba napraviti, a adresa gdje se u memoriji podatak nalazi. Neke instrukcije nemaju adrese operanda, dok neke mogu imati i više adresa (ako instrukcija radi s više operanada).

Upravljačka jedinica pribavlja (čita) instrukcije iz memorije, dekodira ih i omogućuje izvršenje instrukcija šaljući upravljačke signale pomoću kojih aritmetičko logička jedinica, memorija i ulazno-izlazne jedinice izvode potrebne operacije.

Aritmetičko-logička jedinica obavlja, kao što joj i ime to kaže, aritmetičke i logičke operacije s operandima (podacima) koji se dovode na njezin ulaz. Koju će operaciju aritmetičko-logička jedinica obaviti i s kojim podacima određuje upravljačka jedinica preko upravljačkih signala. Aritmetičko-logička jedinica i upravljačka jedinica računala usko su vezane i čine, zajedno s nekoliko registara, cjelinu koja se zove **centralna procesna jedinica** (CPU - *Central Processing Unit*, centralni procesor, procesor). Razvoj tehnologije omogućio je izradu centralne procesne jedinice na jednom čipu (*chip* - mali komadić poluvodičkog kristala na kojem je izrađen integrirani elektronički krug). Takva centralna procesna jedinica zove se **mikroprocesor**.

Sinkronizacija i brzina rada računala

Za ispravan rad računala važno je vremenski koordinirati (uskладiti) rad svih jedinica računala. Takva vremenska koordinacija zove se **sinkronizacija**. U računalu se sinkronizacija postiže signalom koji generira **generator takta**. Takav signal zove se **signal takta** (*clock pulse*). Frekvencija tog signala kod današnjih osobnih računala (s procesorom tipa pentium) iznosi 400 do 2000 MHz. To znači da je razmak između dva impulsa (perioda, $T=1/f$) 10 do 0.5 ns. Izvršenje svake instrukcija zahtijeva nekoliko impulsa takta, dakle traje nekoliko perioda. Brzina izvođenja instrukcija proporcionalna je frekvenciji impulsa takta, a najveća moguća frekvencija ograničena je izvedbom samog procesora, kao i ostalih sklopova računala.

Brzina rada računala često se izražava brojem instrukcija koje računalo može izvesti u jednoj sekundi. Kako razne instrukcije traju različit broj perioda signala takta, uzima se prosječno trajanje. Na primjer, ako je period takta $T_c=7.5$ ns, a za izvođenje jedne instrukcije procesor potroši prosječno 5 perioda, trajanje jedne instrukcije je 37.5 ns, a u jednoj sekundi procesor može izvesti otprilike 27 milijuna instrukcija. Kaže se da je brzina procesora 27 **MIPS** (milijuna instrukcija po sekundi - *Million Instructions per Second*). Ponekad se koristi i jedinica MFLOPS, što znači milijun operacija s pomičnim zarezom u sekundi (*Million Floating-Point Operations per Second*).

Hardver i softver

Sve fizičke dijelove i uređaje koji čine računalni sustav zovemo jednom riječju **hardver** (*hardware*). Naziv potječe od engleske riječi *hardware* koja izvorno označava predmete načinjene od metala (poput alata, posuđa i sl.). Često se upotrebljava i riječ **softver** (*software*) koja u engleskom jeziku izvorno ne postoji, a skovana je po analogiji s pojmom hardver. Softver je pojam koji označava programe, podatke i postupke koji se upotrebljavaju u računalnim sustavima.

Pitanja:

1. Koje su tri osnovne osobine računala von Neumannove građe?
2. Skicirajte i objasnite građu računala von Neumannove arhitekture.
3. Navedite primjere izlaznih i ulaznih jedinica računala.
4. Koje jedinice računala mogu služiti i kao ulazne i kao izlazne?
5. Što je to CPU, a što mikroprocesor?
6. Što se dešava s podacima u radnoj memoriji računala nakon isključenja napajanja?

7. *Koliko bita ima osam kilobajta?*
8. *Koliko je prosječno trajanje izvođenja jedne instrukcije računala čija je brzina rada 12 MIPS?*
9. *Objasnite pojmove hardver i softver.*