

## 4. Osnovi hardverske tehnike

Inženjeri hoće pre svega računarom da rešavaju probleme, što znači da vrše proračune, da pišu tekstove, da crtaju slike ili tehničke crteže, obrađuju baze podataka, itd. Iz tog razloga ih ne interesuje temeljnije poznavanje detalja hardvera. Ipak, radi razumevanja rada na računaru neophodno je imati osnovna znanja o hardveru i znati kako kompjuter „funkcioniše”. Pritom je hardver sve što se može dodirnuti; ili, slikovito rečeno, sve što se može pokvariti kada računar, na nesreću, ispadne iz ruku. Nasuprot tome je softver koji čine programi i podaci, takođe „roba” („ware”), koja se ne može direktno „dodirnuti”.

I bez interesovanja za fizičke detalje funkcionisanja elektronskih sastavnih elemenata, pomoću pojednostavljenih modela računara može se stvoriti dovoljno dobra slika računarskog hardvera.

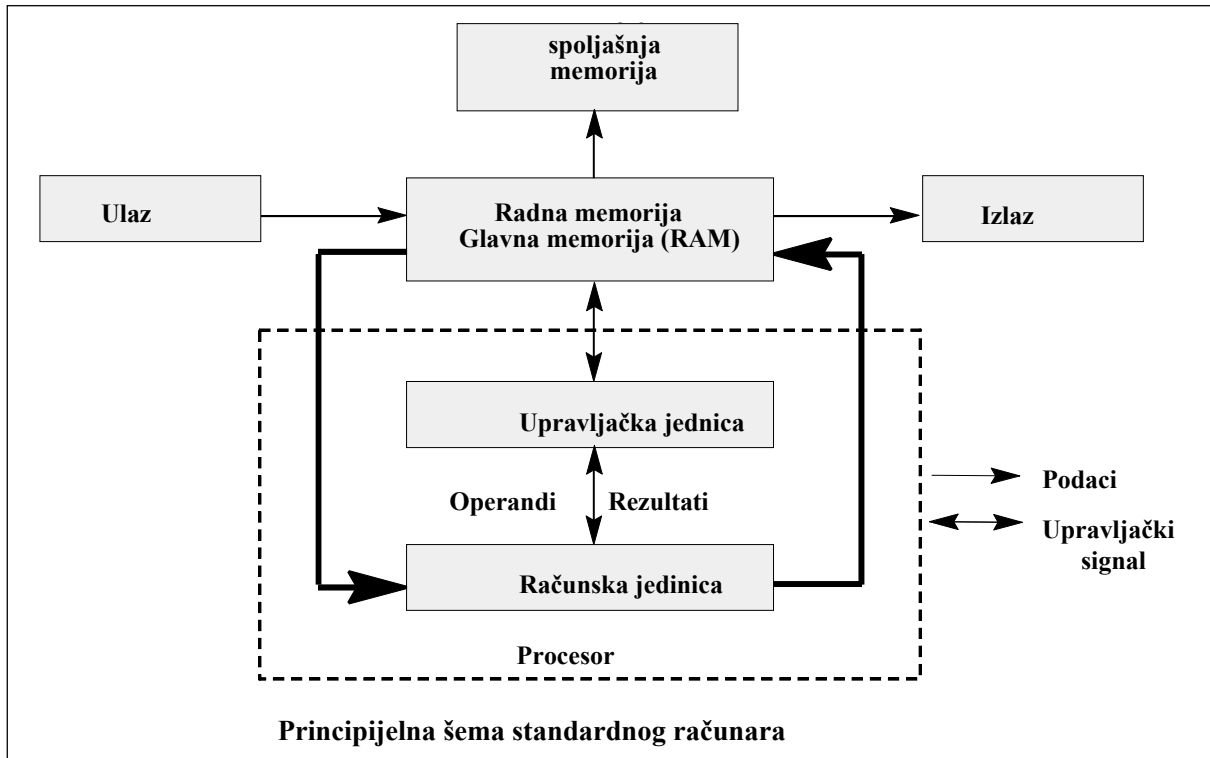
### 4.1. Principijelna šema standardnog računara

Za inženjera je važno da poznaje osnovnu strukturu standardnog računara. Ovde je najbolje upoređivati računar sa konvencionalnim radnim mestom inženjera, koji bi mogao biti opremljen džepnim kalkulatorom.

Ovakvo radno mesto sadrži po pravilu jednu „računsku jedinicu” koja se može sastojati i samo od džepnog računara, koji može na zahtev inženjera izvršiti samo jednu računsku operaciju. Za obavljanje obimnijih računskih operacija koristi se i blok za pisanje, u koji se, pored ulaznih podataka, mogu smestiti međurezultati i konačni rezultati. Pored toga, potrebna je i „ulazna korpa“, u koju se mogu smestiti ulazni zadaci. Dobijena rešenja morala bi biti sakupljena u jednu posebnu „Izlaznu korpu”.

Izgradnja gore opisanog radnog mesta jednaka je u principu konstruisanju jednog računara: **Džepni računar** odgovara **aritmetičkoj jedinici** računara, aktivnosti inženjera, koji upravlja svime odgovara pojedinim ciklusima rada **upravljačke jedinice**. **Bloku za pisanje**, u koji se upisuju rezultati potrebni za odvijanje procesa, kao i međurezultati i konačni rezultati, odgovara **radna ili centralna memorija**. Konačno, **ulaznoj, odnosno izlaznoj korpi** odgovaraju **ulazne odnosno izlazne jedinice** računara, koje se mogu označiti kao **periferne jedinice** računara, kojima treba dodati memorije za veće količine podataka, kao što su disketne jedinice, diskovi, strimer trake itd.

Struktura računara se može grafički predstaviti sledećom jednostavnom šemom.

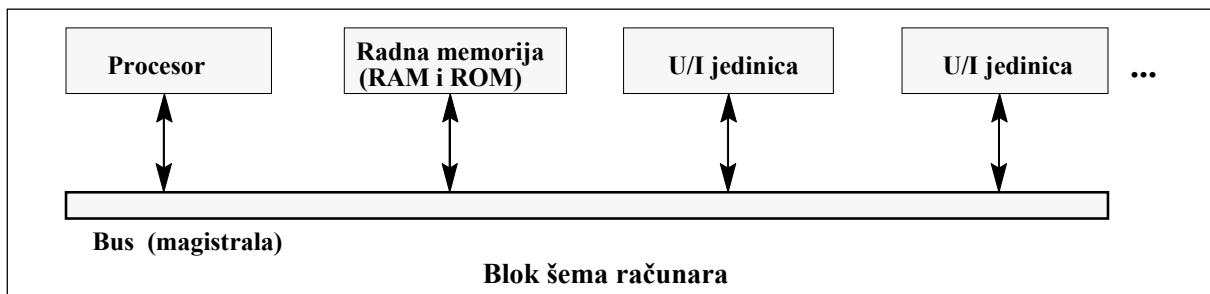


Usled uske veze između **upravljačke jedinice** i **aritmetičke jedinice** (zove se i aritmetičko-logička jedinica), obe jedinice su ukomponovane u takozvani „**Procesor**” (engleski: CPU = central processing unit).

U računarskoj tehnici je u međuvremenu postalo uobičajeno da se struktura računara predstavlja pomoću takozvanog blok-dijagrama, koji sadrži sve značajne komponente jednog računara, tj.

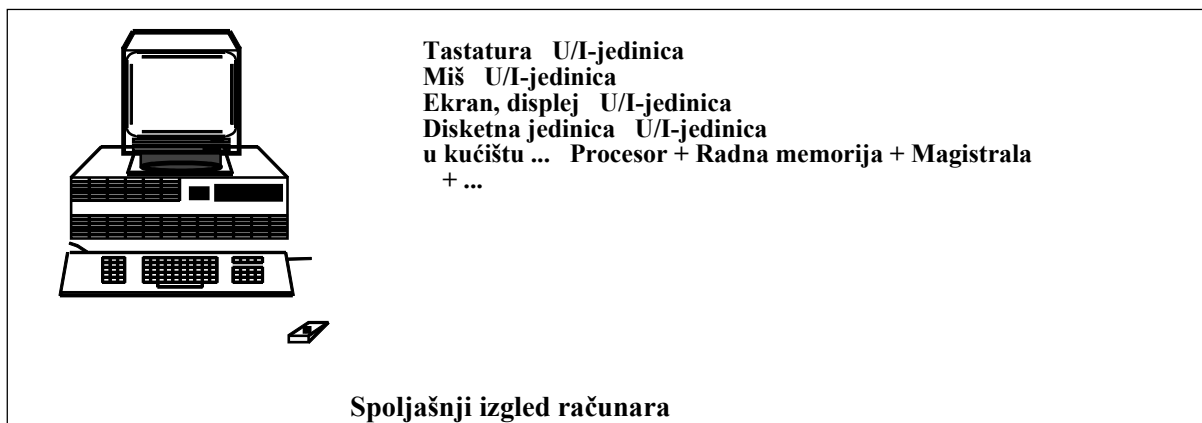
- o procesor (za izvršavanje naredbi),
- o centralna (radna, operativna) memorija (za memorisanje programa i podataka),
- o periferne jedinice.

Pri tome jedna centralna sabirnica za podatke i signale, takozvani Bus, povezuje sve elemente blok-dijagrama.



#### 4. Osnovi hardverske tehnike

Prethodno predstavljena vrlo uprošćena blok-šema ima u stvarnosti sledeći izgled:



### 4.2. Struktura hardvera

Da bi računar mogao da obradi „stvari” (informacije, podatke, crteže, simbole), mora se u računaru izvršiti transformacija u oblik razumljiv računaru. Sve informacije se pri tome transformišu u niz binarnih (dvvrednosnih) oblika, takozvani binarni niz (Bitpattern), sledećeg oblika:

... 0 1 0 1 1 0 1 ...

Predstavljanje informacija unutar računara pomoću nizova bitova posledica je toga da kompjuteri „dvvrednosna stanja – binarna stanja” posebno dobro generišu, tj. binarnim oblikom reprezentovane informacije takođe dobro transportuju, memorišu i obrađuju. Problem prevođenja u binarni oblik i docnijeg povratka u izvorni oblik rešava se odgovarajućim kodiranjem pomoću definisanog koda.

Jednostavni ilustrativni primeri:

Brojevi: Na primer, decimalni broj 1800 predstavlja se simbolima iz skupa:

0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9;

ovi simboli tako grade azbuku {0, 1, ... 9} decimalnih brojeva.

Slova: Reč „Rur Univerzitet” se predstavlja pomoću simbola

a, A, b, B, ..., z, Z;

ovi simboli sačinjavaju latiničnu azbuku

{a, b, c, ..., A, B, C, ... }.

Druge moguće azbuke:

{crveno, žuto, zeleno} je azbuka saobraćajne signalizacije;  
{WS, SS} je azbuka oznaka semestara na nemačkim univerzitetima

(Wintersemester = WS, zimski semestar i Sommersemester = SS, letnji semestar).

{0, 1} binarna (najmanja) azbuka, gde su 0 i 1 binarne cifre (**binary digits** ili **bit**).

Jedno značajno otkriće u obradi podataka na računaru bilo je da se sve zamislive azbuke mogu predstaviti **nizom binarnih cifara** (binarno kodiranje); pritom je potrebno imati samo neko određeno pravilo uređenja.

Primer: Nizom od samo 4 binarne cifre mogu se predstaviti sve decimalne cifre.

0	<sup>^</sup> =	0	0	0	0
1	<sup>^</sup> =	0	0	0	1
2	<sup>^</sup> =	0	0	1	0
		↓	↓	↓	↓
		2 <sup>3</sup>	2 <sup>2</sup>	2 <sup>1</sup>	2 <sup>0</sup>
			⋮		
8	<sup>^</sup> =	1	0	0	0
9	<sup>^</sup> =	1	0	0	1

Od  $2^4 = 16$  kombinacija ovde ostaje čak 6 neiskorišćenih.

Na međunarodnom planu se u međuvremenu etablirao takozvani ASCII (= American Standard Code for Information Interchange). Kod ovog koda se upotrebljava svih 8 binarnih cifara (Bitova) za kodiranje jednog broja, jednog slova ili specijalnog znaka (+, -, \*, itd.); tako postoji  $2^8 = 256$  kombinacija.

Primer: Reč „dete” može se kodirati ASCII azbukom (kodom) na sledeći način:

d	e	t	e
<u>01100100</u>	<u>01100101</u>	<u>01110000</u>	<u>01100101</u>
(8 bitova)	(8 bitova)	(8 bitova)	(8 bitova)

Pri tome 8 bitova sačinjava jedinicu 1 bajt (Byte) (Veštačka reč u engleskom računarskom jeziku).

Primedba: Iz određenih razloga unutrašnje strukture računara, više bajtova čini novu celinu, takozvanu **mašinsku reč** ili **reč (Word)**.

#### 4. Osnovi hardverske tehnike

Obično postoje različite alternative:

2 Byte = 16 Bit = 1 Word (reč) → stariji PC  
ili  
4 Byte = 32 Bit = 1 Word (reč) → današnji PC

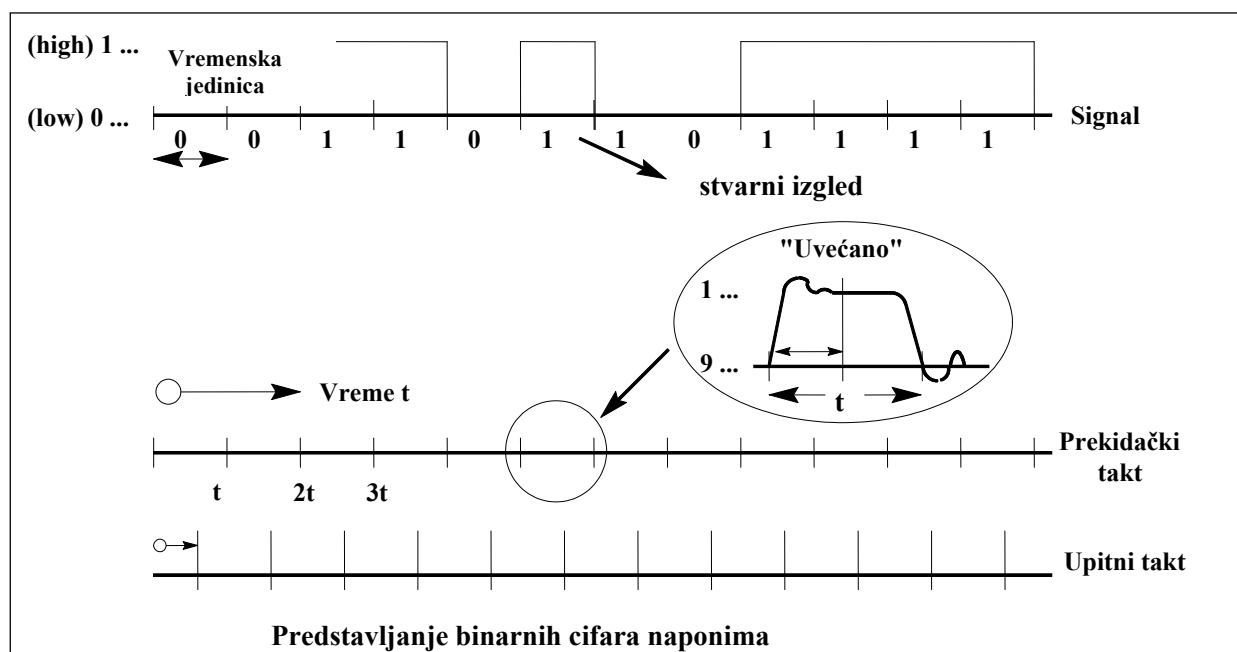
ili, takođe

8 Byte = 64 Bit = 1 Word (reč) → današnje PC radne stanice (workstations).

Sve binarne cifre koje se između pojedinih delova računara prenose, generišu se u računaru vrlo jednostavno pomoću binarnih (dovrednosnih) napona. Pritom su tipični naponi:

0 Volti (masa) za binarnu „0”,  
3 ili 5 Volta za binarnu „1”, dok noviji računari rade sa samo 2 Volta (2,8 V ili 2,45 V).

Signali se u računaru predstavljaju kao „high” (visok) i „low” (nizak), što se može predstaviti na sledećoj slici:



Vremenski tok naponskih vrednosti reguliše se posebnim prekidačkim elektronskim kolom. Pri tome se moguće smetnje na početku i kraju prekidačkog takta (videti „Uvećano”) mogu eliminisati tako što se upit vrši na sredini impulsa, kada postoje stabilne vrednosti „0” i „1”. Veličina taktnog impulsa – proizvedenog posebnim internim časovnikom – (Generator takta, oscilator) je pritom odlučujuća za radnu brzinu računara.

Primer:

Neka je dužina taktnog impulsa  $t = 40 \times 10^{-9}$  s pri čemu je  $1 \times 10^{-9}$  sekundi jedna nanosekunda ili jedan milijarditi deo sekunde. Broj taktova u sekundi je

$1/t = \frac{1}{40 \times 10^{-9}} \cdot \frac{1.000.000.000}{40} = 25$  miliona taktova = 25 MHz (Mega – Hertza). Tada se kaže da računar radi na 25 MHz (Mega-Hertza).<sup>1</sup>

Sledeće jedinice (skraćenice) su u svakodnevnoj upotrebi:

	1 Byte(B) = 1 slovo	
1 K = 1 Kilo = 1000;	1 KB = $2^{10}$ = 1024 Byte	[ 1000 Byte ]
1 M = 1 Mega = 1000 K = 1.000.000;	1 MB = 1024 KB	[ 1000 KB ]
1 G = 1 Giga = 1000 M = ...	1 GB = 1024 MB	[ 1000 MB ]
1 T = 1 Tera = 1000 G = ...	1 TB = 1024 GB	[ 1000 GB ]

Kod računara je takođe upotrebljava faktor  $2^{10} = 1024$ , pri čemu se često podrazumeva da je  $1024 \approx 1000$ .

Radi ilustracije brzina kojima radi računar uzećemo sledeći primer:

Automobil koji ide brzinom od 180 km/h prelazi za 40ns put ( $s = v \cdot t$ )

$$s = 180 \cdot \frac{10^3 \cdot 10^3 [\text{mm}]}{60 \cdot 60 [\text{s}]} \cdot 40 \cdot 10^{-9} = \frac{2}{1000} [\text{mm}],$$

dok se brzinom svetlosti od 300.000 km/s prelazi put od

$$s = 30 \cdot 10^4 \cdot 10^3 \cdot 40 \cdot 10^{-9} = 12 [\text{m}].$$

Unutrašnja realizacija gore pomenutih stanja napona „Uključeno/Isključeno” vrši se pomoću prekidača (prekidač zatvoren → struja protiče, prekidač otvoren → struja ne protiče). Prekidači se danas realizuju pomoću poluprovodnika, tj. tranzistora.

Tranzistori se proizvode na poluprovodničkim pločama, sa provodnicima i otpornicima, tzv. „čipovima”, u milijardama na nekoliko  $\text{mm}^2$ . Pomoću visoko-integriranih tranzistorskih kola proizvode se prekidačka kola industrijski, u velikim količinama, takođe i kao memorijski elementi koji čine danas naše računare tako brzim (prekidačke mreže i prekidačka kola). Prekidači, bez ili sa memorijskim svojstvima, sve su manji i sofisticiraniji; pri tome je još moguće povećanje brzine, pri istim ili opadajućim cenama.

---

<sup>1</sup> Trenutno su uobičajene vrednosti između 500 i 1.500 MHz (sredina 2002. godine).

### 4.3. Internet - hardver

Radi rešavanja problema uz pomoć Internet-računarstva na osnovu JAVA tehnologije, neophodna su dalja, za rad sa mrežama korisna hardverska znanja, pri čemu je dovoljno razmatrati osnove, koje su neophodne za tehničko razumevanje praktičnog rada računarskih mreža.

Uključivanje personalnih računara u Internet, koji je svetska mreža računara (personalnih računara, radnih stanica, servera, velikih računara), zahteva specijalni hardver, posebne komponente, kojima se realizuje veza na mrežu.

Prema tome kako se personalni računar koristi, proizilaze različite mogućnosti priključivanja na Internet.

#### **Alternativa I (Priključenje preko raspoložive lokalne računarske mreže)**

Personalni računar (PC) se pomoću mrežne kartice povezuje na raspoloživu lokalnu mrežu (LAN), na primer na mrežu univerziteta ili preduzeća. Lokalna računarska mreža je sa svoje strane povezana sa tzv. Internet-provajderom (IP), koji obezbeđuje direktni vezu na Internet. U slučaju računarske mreže Ruskog univerziteta, služi Računski centar (HRZ), koji je i operator univerzitetske mreže, kao i Internet provajder. U slučaju Građevinsko-arhitektonskog fakulteta u Nišu, Računski centar, tj. serveri lokalnih mreža fakulteta, priključeni su optičkim kablom na Univerzitetski računski centar (JUNIS), koji, preko akademske mreže, omogućuje pristup Internetu.

#### **Alternativa II (Priključenje preko telefona)**

Obični PC korisnici ne poseduju direktan pristup Internetu. Priključak na Internet se može indirektno realizovati pomoću telefona, tj. ISDN mreže, kao povezujuće platforme. Pri tome je potreban jedan modem, tj. ISDN-adapter, kao hardverska komponenta, pomoću koga se uspostavlja veza sa Internet provajderom.

### **Internet hardver**

Hardversko opremanje personalnog računara, radi zadovoljavajućeg radnog okruženja, mora biti podešeno novim zahtevima Internet tehnologije. Potrebno je pridržavati se sledećih standarda opremanja:

- MMX (Multi-Media-Extension) tehnologija,
- Multi-media adekvatni periferici.

### **MMX tehnologija**

Na osnovu činjenice da je Internet-računarstvo multi-medijalno orijentisano, tj. ostvareno pomoću obuhvatnih i kompleksnih grafičkih, video i audio sastavnih delova, mora procesor PC

računara biti snabdeven odgovarajućom MMX tehnologijom (Na primer, Pentium-Pro sa MMX, tj. Pentium II). Poboľjšanom hardverskom arhitekturom (povećan broj tranzistora – povećana gustina integracije, povećana frekvencija – takt, veća širina busa – sabirnice, sa 32 na 64 bita, paralelna arhitektura), značajno se poboljšavaju grafičke, video i audio obrade, tako da trodimenzionalne grafičke predstave deluju sasvim realistički, video-prezentacije su se izjednačile sa filmom ili televizijom, dok je reprodukcija zvuka dostigla HiFi-stereo kvalitet. Poboľšanje karakteristika MMX-tehnologije značajno je uticalo na tzv. SIMD-postupak (Single Instruction Multiple Data). MMX procesori pri obradi slike ne obrađuju elemente slike (piksele – tačke na ekranu) pojedinačno, već u paketima od 64 bita. Takođe, modificirana međumemorija, tzv. cache memorija, koja je znatno brža od RAM memorije i sadrži naredbe koje se upravo izvršavaju, povećava znatno performanse u odnosu na procesore koji ne sadrže MMX tehnologiju. Pipeline rešenje za izvršenje naredbi obezbeđuje paralelno izvršavanje dve MMX naredbe

### **MMX adekvatna tehnologija**

Periferni uređaji koji se koriste kod Internet-računarstva, a još uvek pripadaju osnovnoj računarskoj konfiguraciji, kao

- ekran (display),
- štampač (printer),
- eksterni memorijski nosioci:
  - čvrsti (hard) disk,
  - disketna jedinica (floppy drive),
  - CD-ROM jedinica (drajver),
  - strimer-traka,

kao i uvođenjem multi-medija sve značajnije periferne jedinice

- mikrofona,
- video-kamera,
- skener,

moraju biti zadovoljavajućeg kvaliteta. Tehničke detalje nećemo navoditi pošto se tehnika uređaja izvanredno brzo razvija, pa su podaci o njima vrlo kratkotrajni.

Arhitektura Pentium računara se sastoji iz sledećih komponenti:

**North bridge** šalju CPU komande SDRAM-u, kešu (level2), IO uređajima preko PCI magistrale i video preko AGP (Accelerated Graphics Port) interfejsa. Jednom kada CPU postavi adresu i kontrolne linije da definiše koji tip prenosa želi WR ili RD, North bridge zna kome da prosledi komandu i vrati izveštaj CPU kada sve završi.



#### 4. Osnovi hardverske tehnike

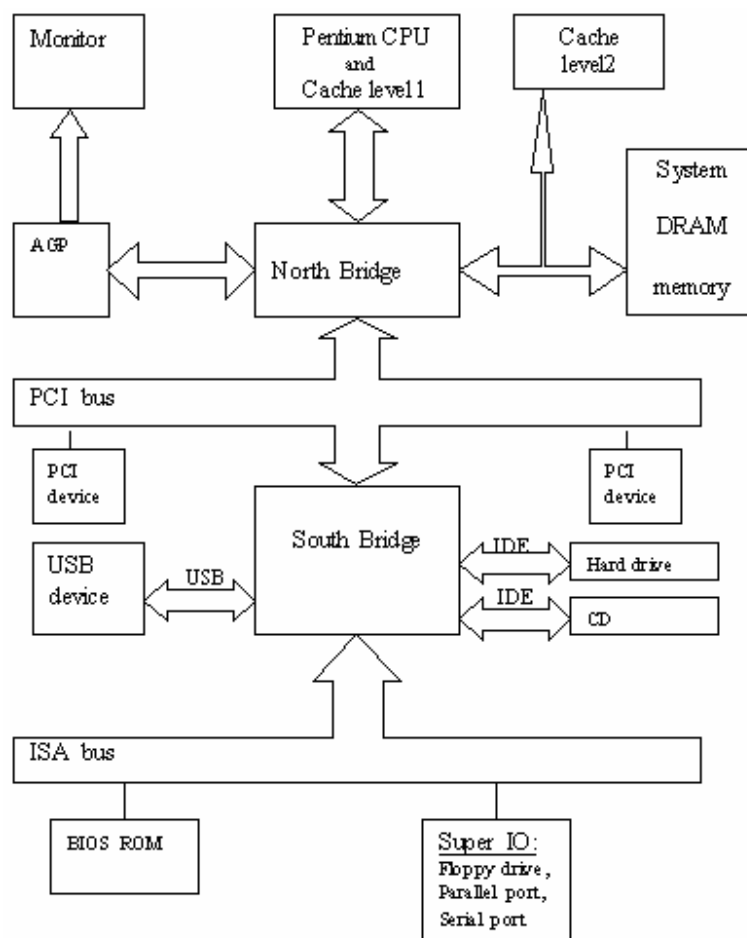
**South bridge** sadrži USB, IDE kontrolere i ISA interfejs. IDE je interfejs za CDROM i hard diskove. ISA uređaji održavaju kompatibilnost sastarim računarima. Urežaji sa paralelnim/serijskim portom rade preko spore (8 MHz) ISA magistrale. BIOS ROM je takođe povezan na ISA magistralu.

**PCI magistralu** je razvila firma Intel zbog viših performansi periferalnih uređaja, kao što su grafički akceleratori, disk kontroleri. PCI treba da prevaziđe ograničenja ISA magistrale. PCI podržava ogroman opseg adresa: 32/64 bitna adresna magistrala umesto 16 bitne ISA **AGP port** se pojavio na PCI magistrali sa potrebom za 3D grafičkim aplikacijama. AGP port obezbeđuje veliku brzinu pristupa memoriji i dozvoljava njeno deljenje sa lokalnom video memorijom. AGP nije magistrala, već je port za povezivanje North bridge i grafičkog akceleratora. Ima brzinu od 264 MB/s do 1 GB/s.

**ISA magistrala** se prvi put pojavila kod računara sa 80286 CPU. Ideja je bila da se uspostavi standardni interfejs sa perifernim uređajima. Danas ova magistrala čuva kompatibilnost sa perifernim uređajima poput BIOS ROM, paralelnim i serijskim portovima, zvučnicima i modemom.

**USB magistrala** ima dosta prednosti u poređenju sa ISA i PCI magistralom:

- Slotovi za dodavanje su ograničeni na unutrašnje magistrale računara dok USB dozvoljava do 127 uređaja.
- Spoljašnji konektori za periferne uređaje (štampač, tastatura, miš) se razlikuju, dok je USB uvek istog tipa.
- USB konektor ima 4 signala – praveći uštedu na dizajnu ploče i kablova. Na primer, paralelni port koristi 25 pinski konektor.
- Periferalni prekidi su ograničeni – zahtevaju deljenje. USB koriste mehanizam glasanja (polling).



Arhitektura Pentium računara