



REPUBLIKA SLOVENIJA  
MINISTRSTVO ZA ŠOLSTVO IN ŠPORT



*Naložba v vašo prihodnost*  
OPERACIJO DELNO FINANCIRA EVROPSKA UNIJA  
Evropski socialni sklad

# OSNOVE ZGRADBE IN DELOVANJA RAČUNALNIŠKIH SISTEMOV

ROBERT BERGLES

Višješolski strokovni program: Informatika  
Učbenik: Osnove zgradbe in delovanja računalniških sistemov  
Gradivo za 1. letnik

Avtor:  
Robert Bergles  
B2 d.o.o.  
Višja strokovna šola



Ljubljana, 2009

© Avtorske pravice ima Ministrstvo za šolstvo in šport Republike Slovenije.

Gradivo je sofinancirano iz sredstev projekta Impletum 'Uvajanje novih izobraževalnih programov na področju višjega strokovnega izobraževanja v obdobju 2008-11'.

Projekt oz. operacijo delno financira Evropska unija iz Evropskega socialnega sklada ter Ministrstvo RS za šolstvo in šport. Operacija se izvaja v okviru Operativnega programa razvoja človeških virov za obdobje 2007-2013, razvojne prioritete 'Razvoj človeških virov in vseživljenjskega učenja' in prednostne usmeritve 'Izboljšanje kakovosti in učinkovitosti sistemov izobraževanja in usposabljanja'.

Vsebina tega dokumenta v nobenem primeru ne odraža mnenja Evropske unije. Odgovornost za vsebino dokumenta nosi avtor.

# KAZALO

<b>1 UVOD</b> .....	<b>3</b>
1.1 EKOLOGIJA.....	3
1.2 ZANESLJIVOST .....	3
<b>2 OSNOVE RAČUNALNIŠTVA</b> .....	<b>4</b>
2.1 PREDSTAVITEV POGlavJA.....	4
2.2 UVOD .....	4
2.3 VRSTE RAČUNALNIKOV .....	5
2.4 GLAVNI DELI OSEBNEGA RAČUNALNIKA (PC).....	6
2.5 ZGODOVINSKI RAZVOJ .....	6
2.6 ARHITEKTURA RAČUNALNIŠKIH SISTEMOV .....	9
2.7 BIOS.....	11
2.8 POVZETEK .....	12
<b>3 NAPAVALNIKI</b> .....	<b>13</b>
3.1 PREDSTAVITEV POGlavJA.....	13
3.2 UVOD .....	13
3.3 MODULARNOST IN STANDARDI .....	14
3.4 AT NAPAVALNI KONEKTORJI.....	15
3.5 ATX NAPAVALNI KONEKTORJI.....	15
3.6 POMOŽNI NAPAVALNIK .....	16
3.7 NAPAVALNIK ZA DISKE, CD/DVD IN DISKETE .....	16
3.8 SERIAL ATA.....	17
3.9 SISTEMI ZA BREZPREKINITVENO ELEKTRIČNO NAPAVALNJE.....	17
3.10 POVZETEK .....	19
<b>4 MIKROPROCESOR</b> .....	<b>20</b>
4.1 PREDSTAVITEV POGlavJA.....	20
4.2 UVOD .....	20
4.3 ZGRADBA MIKROPROCESORJEV .....	22
4.4 CEVOVOD .....	25
4.5 SODOBNI PROCESORJI.....	25
4.6 POVZETEK .....	28
<b>5 POMNILNIKI</b> .....	<b>30</b>
5.1 PREDSTAVITEV POGlavJA.....	30
5.2 UVOD .....	30
5.3 BRALNO-PISALNI POMNILNIK RAM.....	30
5.4 VRSTE SODOBNIH POMNILNIKOV.....	32
5.5 POMNILNIŠKI MODULI .....	34
5.6 ASOCIATIVNI POMNILNIK.....	34
5.7 POVZETEK .....	34
<b>6 VHODNO IZHODNA VODILA</b> .....	<b>35</b>
6.1 PREDSTAVITEV POGlavJA.....	35
6.2 UVOD .....	35
6.3 PRIKLJUČEVANJE DISKOV IN OSTALIH NAPRAV .....	38
6.4 POVZETEK .....	41
<b>7 NAPRAVE IN MEDIJI ZA MASOVNO SHRANJEVANJE PODATKOV</b> .....	<b>43</b>
7.1 PREDSTAVITEV POGlavJA.....	43
7.2 UVOD .....	43
7.3 TRDI DISKI.....	43
7.4 DISKETNI POGON.....	47
7.5 OPTIČNE NAPRAVE .....	48
7.6 MAGNETNO OPTIČNI DISK .....	49
7.7 HD DVD DISK .....	49
7.8 BLU-RAY DISK.....	49
7.9 TRAČNE ENOTE.....	50
7.10 POVZETEK .....	51

<b>8 OSNOVNE PLOŠČE OSEBNIH RAČUNALNIKOV .....</b>	<b>52</b>
8.1 PREDSTAVITEV POGLAVJA .....	52
8.2 UVOD.....	52
8.3 SISTEMSKI NABOR.....	53
8.4 PROCESORSKA PODNOŽJA .....	54
8.5 POMNILNIŠKE REŽE .....	55
8.6 RAZŠIRITVENE REŽE ZA GRAFIČNE KARTICE .....	55
8.7 VHODNO IZHODNI PRIKLJUČKI.....	55
8.8 PRIKLJUČKI ZA DISKE IN CD/DVD ENOTE .....	56
8.9 HLAJENJE .....	56
8.10 POVZETEK .....	56
<b>9 POMNILNIŠKE ORGANIZACIJE .....</b>	<b>58</b>
9.1 PREDSTAVITEV POGLAVJA .....	58
9.2 UVOD.....	58
9.3 DELOVANJE POMNILNIŠKE HIERARHIJE .....	59
9.4 ČAS DOSTOPA .....	59
9.5 BRALNI POMNILNIK ROM.....	60
9.6 PREDPOMNILNIK.....	60
9.7 NAVIDEZNI POMNILNIK.....	61
9.8 POVZETEK .....	62
<b>10 PERIFERNE NAPRAVE .....</b>	<b>63</b>
10.1 PREDSTAVITEV POGLAVJA .....	63
10.2 UVOD.....	63
10.3 VHODNE NAPRAVE.....	63
10.4 IZHODNE NAPRAVE.....	67
10.5 BRIZGALNI (INK-JET) TISKALNIKI.....	70
10.6 OSTALE PERIFERNE NAPRAVE .....	70
10.7 POVZETEK .....	72
<b>11 GRAFIČNI PODSISTEMI.....</b>	<b>74</b>
11.1 PREDSTAVITEV POGLAVJA .....	74
11.2 UVOD.....	74
11.3 POVZETEK .....	78
<b>12 VIRI IN LITERATURA .....</b>	<b>79</b>

## **1 UVOD**

Predmet osnove zgradbe in delovanja računalniških sistemov obsega temeljna znanja računalniških komponent in njihovega delovanja. V učbeniku bomo spoznali osnovne računalniške komponente, periferne naprave, principe delovanja in njihove fizikalne lastnosti.

Na področju računalniških tehnologij in informatike je razvoj izjemno hiter. Vsak dan nastajajo nove naprave, novi standardi, nove storitve, ki pohitrijo delovanje računalniškega sistema.

Zavedati se moramo, da računalniška oprema in znanje v računalništvu izjemno hitro zastarata. Po drugi strani pa aktualno znanje ni bilo še nikoli tako blizu, kot je danes. Prek iskalnikov in spletnih virov lahko najdemo skoraj vse, kar potrebujemo za nadgradnjo in obvladovanje področja.

V gradivu so opisane temeljne računalniške tehnologije, na katerih lahko kasneje s pomočjo internetnih virov svoje znanje nadgradimo in aktualiziramo.

### **1.1 EKOLOGIJA**

Vse računalniške komponente so okolju nevarni, zato jih moramo po izteku uporabe odlagati na za to namenjena primerna odlagališča. S stališča informacijske varnosti moramo posebej paziti na medije, ki hranijo podatke, da jih predhodno trajno izbrišemo, preden jih zavržemo.

### **1.2 ZANESLJIVOST**

Računalniški sistemi v takšni ali drugačni obliki so prisotni v skoraj vseh malo bolj kompleksnih elektronskih napravah. Večina zahtevnih procesov v medicini, vojski, varnostnih sistemih, raketnih sistemih, ... so nadzorovani s pomočjo računalniških sistemov.

Zato morajo biti računalniške komponente zanesljive in delovati brez napak. Brez velike zanesljivosti se računalniško podprte naprave ne bi tako uveljavile v elektronskih sistemih.

## 2 OSNOVE RAČUNALNIŠTVA

### 2.1 PREDSTAVITEV POGLAVJA

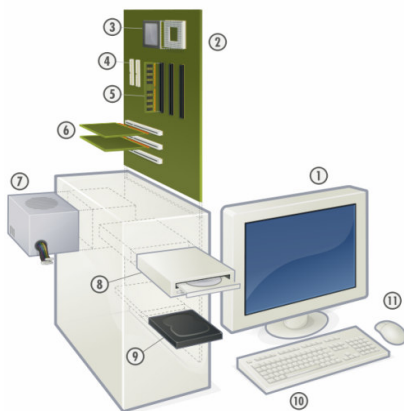
V tem poglavju bomo spoznali, da je osnovna ideja o arhitekturi računalniških sistemov nastala že v začetku prejšnjega stoletja, ki se je le malo spremenila do današnjih dni. V razvojnem ciklusu so poskušali tudi z desetiških številskim sistemom, ki je na začetku veliko obetal, a so ga kasneje opustili.

Na začetku bomo spoznali osnovne dele, ki jih vsebuje računalniški sistem ter logično delitev računalnikov glede na funkcije, ki jih opravlja. V nadaljevanju bomo spoznali zgodovinski razvoj računalnikov in različne tehnologije, ki so spreminjale arhitekturno zasnovo računalnikov. Podrobno se bomo seznanili s Von Neumannovo arhitekturo računalniških sistemov, ki predstavlja temelj računalniške arhitekture. Na koncu poglavja si bomo ogledali še pomen BIOS pomnilnika, ki je vgrajen v vsak sodobni računalniški sistem.

### 2.2 UVOD

Osnovni namen osebnega računalnika je obdelava podatkov, kar pa seveda ni vse, kar računalniki danes zmorejo. Zaradi vse večje zmogljivosti osebnih računalnikov, je računalnik prisoten skoraj na vseh področjih našega vsakdana in mu daje zelo širok spekter uporabe.

"Kot primer lahko povemo, da so na primer operacijski sistemi za velike računalnike "mainframe" narejeni tako, da čimbolj učinkovito izkoristijo strojno opremo sistema, na drugi strani pa so operacijski sistemi, ki ustvarjajo okolje, v katerem bo uporabnik čim lažje in udobneje rešil želeno nalogo (ročni računalniki, dlančniki, mobilni telefoni, ...). Vmes med izkoriščenostjo strojne opreme in udobnostjo uporabnika pa so osebni računalniki, kjer si operacijski sistem prizadeva, da bi čimbolj izkoristil strojno opremo računalnika ob enostavni in udobni uporabi za uporabnika." (Bergles, 2004)



Slika 1: Sestavni deli osebnega računalnika  
Vir: [http://sl.wikipedia.org/wiki/Strojna\\_oprema](http://sl.wikipedia.org/wiki/Strojna_oprema)

Osnovne komponente vsakega modernega računalniškega sistema so:

- strojna oprema (Slika 1) – zagotavlja osnovne računske vire (CPE, pomnilnik, V/I naprave),
- operacijski sistem in sistemska programska oprema – nadzoruje ter koordinira uporabo strojne opreme za različne uporabniške programe in za različne uporabnike,
- uporabniški programi – uporabniki jih uporabljajo pri svojem delu, izvajanje uporabniških programov je glavni namen vsakega računalniškega sistema.

## 2.3 VRSTE RAČUNALNIKOV

Računalnike delimo po njihovi zmogljivosti ali glede na število terminalov oz delovnih mest, ki so z računalnikom povezana. Glede na zmogljivost lahko računalnike razvrstimo po naslednjem vrstnem redu od najmanj do najbolj zmogljivega:

- računalniški terminal,
- osebni računalnik in prenosni računalniki,
- glavni centralni računalnik (Mainframe),
- dlančniki in pametni telefoni.

### 2.3.1 Računalniški terminali

S pojmom računalniški terminal označujemo tudi osebni računalnik (PC). Osebni računalnik ima glede na standardizirano arhitekturo lastno procesorsko moč in lastne pomnilniške naprave, kar omogoča tako samostojno uporabo take naprave kot tudi uporabo v povezavi z večjimi računalniki (mainframe, mini-računalniki itd.).

Osebni računalnik je torej terminal z lastnimi obdelovalnimi zmogljivostmi in ga kot takega uvrščamo med aktivne terminale.

"Za razliko od osebnih računalnikov pa so v računalniških okoljih v uporabi tudi naprave, ki služijo samo za komunikacijo s centralnim računalnikom oz. sistemom (mainframe). Za take naprave se uporablja tudi poimenovanje »dumb terminal« (neumni terminal oz. pasivni terminal), ker sam ne razpolaga z možnostjo obdelave in hranjenja podatkov" (Bergles, 2007).

### 2.3.2 Osebni računalnik

"Leta 1981 je podjetje IBM zasnovalo prvi osebni računalnik (Personal Computer - PC) in s tem postavilo standard, ki mu je sledila večina kasnejših proizvajalcev osebnih računalnikov. Izraz PC kompatibilen je oznaka za računalnik, ki ga je izdelalo neko podjetje v skladu z osnovno IBM PC specifikacijo. Med osebne računalnike ponavadi prištevamo tudi prenosnike – notebook-e oziroma prenosne računalnike – (včasih so mu rekli tudi laptop). Ti "osebni" računalniki imajo ponavadi manjšo zmogljivost kot klasični PC-ji – imajo pa zato veliko prednost v smislu prenosljivosti podatkov. Prenosnik je podoben "debeli knjigi", saj ne tehta več kot 5 kg – in zadošča vsem potrebnih opravilom pri poslovnem procesu. Skratka, definicija prenosnika bi lahko glasila: osebni računalnik z akumulatorsko baterijo, ki je prirejen za prenašanje" (Bergles, 2007).

### 2.3.3 Glavni centralni računalnik (Mainframe)

Tovrstne drage in zmogljive računalnike (centralni računalnik) uporabljajo velike organizacije (vladne organizacije, banke, korporacijski sistemi, zavarovalnice ...).

Zmogljivost takšnih računalnikov lahko izkorišča istočasno več uporabnikov, zato jih imenujemo tudi večuporabniški in večopravilnostni sistemi. Za dostop in delo na takih računalnikih se uporabljajo terminali brez lastne procesorske moči in pomnilniških naprav (dumb terminals - pasivni terminali).

### 2.3.4 Dlančnik in pametni telefoni

Danes želimo in zahtevamo mobilnost ter obdelavo informacij na vsakem koraku. Našim željam se prilagaja tudi tehnologija, ki postaja vedno manjša in vedno bolj zmogljiva. Dlančniki in pametni telefoni nam omogočajo prav to. So majhni osebni računalniki z možnostjo dostopa do elektronske pošte, pregledovanja Wordovih in Excelovih dokumentov ter povezavo s pomočjo GPRS ali UMTS na strežnike v podjetju. Za poenostavljeno delo vsebujejo za navigacijo po menijih paličko ter poenostavljeno "qwerty" tipkovnico.

"Dlančnik je torej: miniaturni osebni računalnik omejene zmogljivosti, ki ga lahko držimo v roki, in je navadno povezan z drugim, večjim računalnikom" (Jarc, 2003).

## 2.4 GLAVNI DELI OSEBNEGA RAČUNALNIKA (PC)

V določenih primerih je zelo težko potegniti mejo med programsko in strojno opremo. Med strojno opremo sodijo sledeče bistvene naprave in komponente:

- procesor,
- disk,
- pomnilnik,
- tipkovnica,
- miška,
- tiskalnik,
- modem,
- zvočna kartica,
- vodila.

Zavedati se moramo, da je računalnik širok pojem in ga ne smemo gledati ozko, kot napravo na pisalni mizi. Funkcijo računalnika imajo tudi naprave, ki na zunaj nimajo vseh standardnih sestavnih delov. Tako imamo namenske računalnike v DVD/MP3 predvajalnikih, mobilnih telefonih, avtomobilih, televizorjih, ... Takšne naprave so ozko specializirane in opravljajo strogo namenske funkcije.

V samem ohišju računalnika najdemo interne ali notranje naprave (CPU, RAM, matično ploščo, ROM-BIOS ...) in periferne naprave (CD-ROM, trdi disk, disketni pogon, DVD, grafično kartico, zvočno kartico, TV-kartico, ...).

V periferne naprave štejemo tudi naprave, ki omogočajo komunikacijo z računalnikom in jih delimo na:

- **vhodne naprave**, med katere štejemo tipkovnico, miško, optični čitalec, digitalni fotoaparati ipd.,
- **izhodne naprave**, med katere prištevamo zaslon, tiskalnik, risalnik in ostale.

## 2.5 ZGODOVINSKI RAZVOJ

Človek je začel že zelo zgodaj razmišljati, kako bi si poenostavil računske operacije. Tako smo dobili prvo napravo, ki jo lahko uvrstimo kot prvi pripomoček za računanje, že 2.000 let pred našim štetjem. Z razvojem novih tehnologij so se začeli pojavljati mehanski računalniki. Z odkritjem elektrike je nastopila doba elektro-mehanskih ter elektronskih računalnikov. Zadnja doba se imenuje doba mikroelektronskih digitalnih računalnikov.

### 2.5.1 Mehanski računalniki

#### 2.5.1.1 Abakus

"Abakus je mehanska naprava za zapis števil, ki so jo iznašli Babilonci okrog 2000 pr. n. št. Ime izhaja iz perzijske besede za gladko peščeno površino. Nekateri posredniki v azijskih državah ga zaradi enostavnega in hitrega izračunavanja še vedno uporabljajo kot pripomoček za računanje na borzi. Zanimivo je, da sodobni računalniški registri delujejo na podobnem principu" (Jarc, 2003).



### 2.5.1.2 Pascalov seštevalni stroj

Pascalov seštevalni stroj je sestavljen iz vzvodov in koles na oseh. Lahko je sešteval 5-mestna števila. Kasneje so ga nadgradili tako, da je lahko sešteval celo 8-mestna števila. Izdelal ga je matematik Blaise Pascal, sin francoskega davkarja.

### 2.5.1.3 Charles Babbage analitični stroj

"Charles Babbage je izumil analitični stroj, ki sicer nikoli ni ugledal luči sveta. Temeljlil je na principih delovanja sodobnih računalnikov. Vseboval naj bi centralno enoto, ekvivalent centralne procesne enote v modernem računalniku. Analitični stroj se je dalo programirati s sistemom luknjanih kartic, ki ga je povzel iz tkalskega sistema statev. Glede na tehnologijo tedanjega časa je analitični stroj temeljlil je na zobatih kolesih, tako kot Pascalov seštevalni stroj" (Jarc, 2003).

Alan Turing je leta 1836 je zasnoval analitični stroj, ki je bil nadgradnja analitičnega stroja Charles Babbage ter neodvisen od problema. Stroj je imel:

- vhodne enote,
- centralno procesno enoto,
- krmilno enoto,
- pomnilnik,
- izhodno enoto.

## 2.5.2 **Elektro-mehanski računalniki**

Eno od prvih uporab elektrotehnike za računanje predstavlja uvedba elektromotorjev za pogon mehaničnih kalkulatorjev. Drugo področje uporabe pa je pojav naprav na osnovi luknjanih kartic, s pomočjo katerih je bilo mogoče sortirati in tabelirati velike količine podatkov. Kot smo videli, je uporabo luknjanih kartic predlagal že Babbage.

"V obdobju druge svetovne vojne se je začela velika potreba po računalnikih, ki bi se uporabljali za vojaške namene. Ker so se začela uporabljati nova orožja, so nujno potrebovali računalnike, s katerimi so lahko računali koordinate in podobne stvari" (Jarc, 2003).

### 2.5.2.1 Konrad Zuse Z3

Konrad Zuse je skonstruiral prvi delujoči stroj, ki je temeljlil na Babbagejevi filozofiji. Za takratni čas se je revolucionarno odločil za binarno in ne decimalno aritmetiko. Poleg tega je Konrad Zuse prvi uporabil aritmetiko s plavajočo vejico v zelo podobni obliki kot jo poznamo še danes. Leta 1941 je dokončal elektromehanski stroj Z3, ki je bil prvi delujoči programsko vodeni računalnik za splošne namene.

### 2.5.2.2 Harvard Mark 1

Vzporedno z razvojem Konradovega elektromehanskega računalnika Z3 je na drugi celini v ZDA potekal razvoj na računalniku Harvard Mark I. Takrat so Američani mislili, da je prvi delujoči programsko vodeni računalnik. Za celoten projekt izgradnje računalnika Harvard Mark 1 je bilo zadolženo podjetje IBM. Gradnjo elektromehaničnega programsko vodenega računalnika za splošne namene se je pričelo leta 1939 ter končalo maja 1944. Harvard Mark 1 je ostal v redni uporabi na Harvardu do leta 1959.

Harvard Mark 1 je bil ogromen stroj, ki je bil dolg preko 15 m in visok ter širok več kot 2 metra. Njegov pomnilnik je obsegal 72 desetiških števil, ukaze pa je dobival preko luknjanega traku.

Če gledamo s sedanjega stališča, je bil Harvard Mark 1 zgrešena pot, saj je uporabljal desetiško aritmetiko s fiksno vejico. Njegov evropski konkurent Z3 je uporabljal binarno

aritmetiko s plavajočo vejico. Oba sta kot medij za shranjevanje ukazov uporabljala luknjani trak.

### 2.5.3 Elektronski računalniki (elektronke)

Osnovni razlog za hiter zaton elektromehaničnih računalnikov je, da uporaba elektronike odstrani dve veliki pomanjkljivosti:

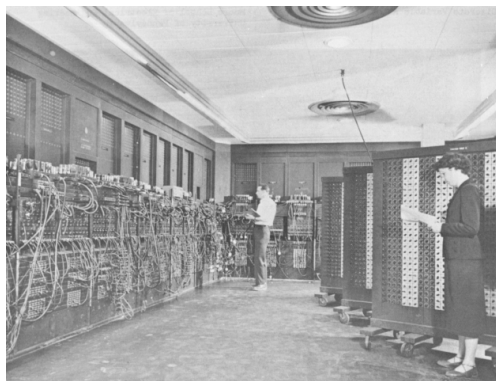
- hitrost računanja je zaradi vztrajnosti gibajočih delov omejena,
- zanesljivost delovanja je slaba zaradi velikega števila mehanskih elementov.

V elektronskih računalnikih prenašajo informacijo elektroni. Informacija se prenaša s hitrostjo, ki je skoraj enaka svetlobni hitrosti (300.000 km/s). Prvi elektronski elementi, ki so se uporabljali kot preklopna stikala so bile vakumske elektronke. S pomočjo elektronk so lahko začeli graditi elektronske pomnilniške elemente. Hitrosti delovanja elektronk je bila neizmerno večja in zanesljivejša kot elektromehanske naprave.

#### 2.5.3.1 ENIAC

Za današnje razmere je bil prava pošast, saj je bil dolg več kot 30 m, visok 3 m, širok 1 m. Tudi njegova masa ni bila zanemarljiva, saj je presegala 30 ton. Za delo je potreboval okoli 180 kW električne moči. Ni se uvrščal med zanesljivejše stroje, saj je povprečno potreboval na 30 minut zamenjavo elektronke. ENIAC je bil stroj z 18.000 elektronkami in 1.500 releji. K nadaljnjemu razvoju je veliko pripomogel izum tranzistorja leta 1948, ki je bil veliko bolj zdržljiv kot elektronka in je porabil tudi veliko manj energije.

ENIAC je vseboval elektronski pomnilnik v katerega je bilo možno shraniti 104 12-mestnih desetiških vrednosti. Programiranje je bilo ročno s postavljanjem stikal in povezovanjem kablov. Za vnos podatkov je služil čitalnik luknjanih kartic.



Slika 2: ENIAC

Vir: <http://www-ivs.cs.uni-magdeburg.de/bs/lehre/wise0102/progb/vortraege/kmuecke/eniac.jpg>

### 2.5.4 Elektronski računalnik s shranjenim programom

#### 2.5.4.1 Edvac

Edvac je bil binaren stroj, zgrajen iz približno 3.000 elektronk. Edvac je imel za tedanje razmere izredno velik glavni pomnilnik, saj je lahko shranil 1024 16-bitnih besed. Uporabil je tako imenovano dvo-nivojsko hierarhijo pomnilnika. Vseboval je še 20 KB pomožnega pomnilnika, realiziranega z magnetnimi žicami.

#### 2.5.4.2 Ias

Glavna prednost računalnika Ias je bila v njegovi tehnološki rešitvi pomnilnika. Imel je glavni pomnilnik na osnovi elektrostatične cevi, Velika prednost te vrste pomnilnika v primerjavi z

tedanjim je v tem, da je čas dostopa do poljubne lokacije neodvisen od naslova prejšnje lokacije. Istočasno je tehnologija omogočila sočasno branje cele pomnilniške besede, kar omogoča paralelno (vse bite naenkrat) obdelavo. Paralelna obdelava pa je veliko hitrejša kot zaporedna. Ias je bil paralelni računalnik, nekajkrat hitrejši od Eniaca.

### 2.5.5 Mikroračunalniki

Mehanske računalnike so ovirale omejitve mehanskih delov. Z elektronkami smo pridobili na hitrosti, a so bile nezanesljive in porabile preveliko količino električne energije. Tranzistor je povečal zanesljivost, zmanjšal porabo energije, a je bil še vedno prevelik element. Pravi razmah nove tehnologije so prinesla tiskana vezja ter miniaturizacija polprevodnih elementov. Poleg tehnoloških rešitev so postale zrele tudi arhitekturne osnove za izgradnjo sodobnih računalnikov. Spoznanje o prednosti splošno namenskega procesorskega elementa, podprtega s pomnilniškimi elementi, je ključnega pomena za pojav mikroprocesorjev. Prvi mikroprocesor je bil znan pod oznako 4004, ki ga je pripravil Hoff.

#### 2.5.5.1 Osebni računalnik (PC)

Osebni računalnik ali po Angleško "personal computer". si je leta 1981 izmislilo podjetje IBM, ko je leta 1981 začel prodajati računalnike za osebno uporabo. Za današnje čase je vseboval skromnih 16 KB pomnilnika in disketno enoto z zmogljivostjo 160 KB. Zanimivo pri prvem osebem računalniku je, da je prvi operacijski sistem zanj napisal Bill Gates in tako začel graditi svoj veliki Microsoftov imperij. Vgrajen je bil tudi programski jezik basic. Njegove zmogljivosti so za današnje čase izredno skromne saj ni imel diska, frekvenca delovanja pa je zmogla samo 4,77 MHz. Vendar pa so bile takrat to tako velike performanse, kar si ljudje niso mogli predstavljati.



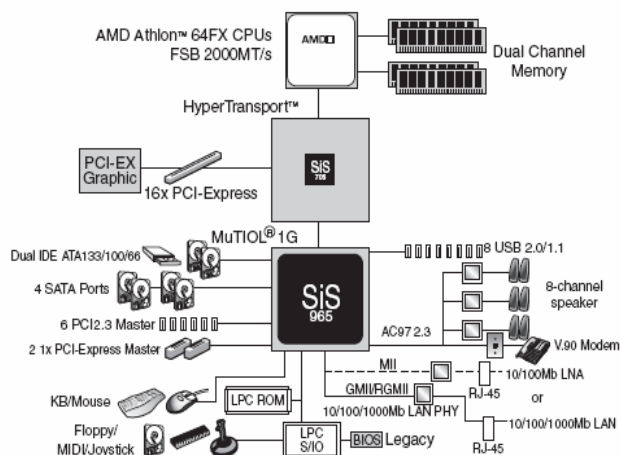
Slika 3: Prvi slovenski osebni računalnik Partner Iskra Delta

Vir: <http://www.kiberpipa.org/gallery/album288/dsc02434.sized.jpg>

V Sloveniji je bil v osemdesetih letih Partner najbolj priljubljen in razširjen osebni računalnik v podjetjih. Poganjal ga je procesor Zilog Z80 s taktom 4 MHz. Uporabljal je operacijski sistem CP/M, ki je bil konkurenca DOS-u.

## 2.6 ARHITEKTURA RAČUNALNIŠKIH SISTEMOV

Med računalniki oziroma računalniškimi sistemi so velike razlike tako v arhitekturi, velikosti kakor tudi ceni. Cena računalnikov je lahko od nekaj sto evrov vrednih osebnih računalnikov, do superračunalnikov s ceno nekaj sto milijonov evrov. Razlika ni samo v ceni, temveč tudi v velikosti, zmogljivosti, načinu delovanja in področjih uporabe. Te spremembe obsegajo vsa področja računalništva, od integriranih vezij iz katerih so zgrajeni posamezni deli, do uporabe novih idej o zgradbi teh delov.



Slika 4: Komponente računalniškega sistema

Vir: Asus Motherboard Manual 2005, 7

Arhitektura računalniških sistemov se je skozi zgodovino neprestano spreminjala. Nekaj časa je bila v prednosti desetiška arhitektura, ki jo je sčasoma za vedno izpodrinila binarna arhitektura.

Določene ideje v zgodovini niso mogle zaživeti zaradi tehnoloških pomanjkljivosti osnovnih komponent, ki so takrat sestavljali računalniške stroje. Kljub vsej različnosti in hitrosti spreminjanja, pa se določene osnovne ideje od prvih začetkov do danes niso spremenile. Vendar ni nobenega dvoma, da gre za iste ideje, ki so v svojem bistvu neodvisne od tehnologije. Arhitektura računalniških sistemov ima veliko definicij, med najprimernejšimi pa je spodnja.

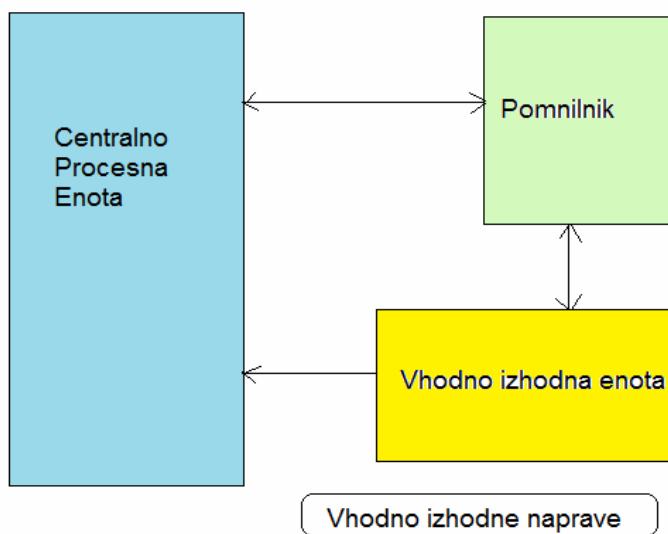
Arhitektura računalnika predstavlja logično organizacijo snovnih računalniških komponent računalnika, ki ni odvisna od načina realizacije tehnologije.

### 2.6.1 Von Neumannov računalnik

Leta 1945 je Von Neumann napisal predlog za gradnjo novega elektronskega računalnika s točno določeno arhitekturno strukturo. Skoraj vsi sodobni računalniki se uvrščajo po arhitekturni strukturi v skupino tako imenovanih Von Neumannovanih računalnikov. Predhodnik Von Neumannove arhitekture računalnikov je bil računalnik IAS, ki smo ga že spoznali v uvodnem poglavju.

Za takšne računalnike pravimo tudi, da so zgrajeni glede na Von Neumannovo arhitekturo. Von Neumannov računalnik je sestavljen iz treh sestavnih delov:

- centralno-procesne enote,
- vhodno-izhodnih enot,
- pomnilnika.



Slika 5: Von Neumannova arhitektura računalnika

Vir: [http://tjliu.myweb.hinet.net/COA\\_CH\\_1.files/image021.jpg](http://tjliu.myweb.hinet.net/COA_CH_1.files/image021.jpg)

### 2.6.1.1 Centralno procesna enota

Centralno procesno enoto (CPE) sestavljajo sledeče tri komponente:

- aritmetično-logično enota (ALE),
- kontrolna enota,
- interni registri.

Centralna procesna enota predstavlja jedro v Von Neumannovem računalniku. CPE izvaja ukaze, prenaša podatke med pomnilnikom in internimi registri, prenaša podatke med vhodno izhodno enoto in registri ter izvaja potrebne aritmetične ter logične operacije.

### 2.6.1.2 Pomnilnik

Glavni pomnilnik je namenjen hrambi podatkov ali tako imenovanem pomnjenju. Podatki so lahko programski ukazi kakor tudi operandi logičnih in aritmetičnih operacij. Računalniški sistemi imajo ponavadi večnivojsko hierarhijo, zato označujemo Pomnilnik si lahko predstavljamo kot dvodimenzionalno tabelo, v kateri ima vsaka vrstica svoj naslov ter pripadajočo vsebino. Lepa lastnost glavnega pomnilnika je tudi, da je dostop do katerega koli podatka v glavnem pomnilniku neodvisna od lokacije, na kateri se podatek nahaja.

### 2.6.1.3 Vhodno-izhodne enote

Vhodno-izhodne enote služijo za prenos podatkov med zunanjim svetom, centralno procesno enoto in CPE in pomnilnikom. Sestavni del vhodno-izhodne enote so tudi vhodno-izhodne naprave (npr. tipkovnica, miška, tiskalnik, monitor), ki pretvarjajo informacijo iz digitalne oblike v obliko, ki je človeku razumljiva.

## 2.7 BIOS

BIOS (Basic Input Output System) je bralni pomnilnik, iz katerega lahko samo beremo, ne moremo pa vanj vpisovati. Tovrstni pomnilnik v osebem računalniku se imenuje ROM-BIOS. V njem so shranjeni podatki o strojni oprepi in osnovna navodila za zagon računalnika. Podatki se v ROM ponavadi zapišejo že med postopkom izdelave računalnika.

Prav tako se ti podatki ne izbrišejo, ko ugasnemo računalnik! Aplikacijski programi zato v ROM ne morejo zapisovati podatkov.

Ko zaženejo računalnik se izvede več korakov, kot so inicializacija BIOS-a, nalaganje operacijskega sistema, inicializacija naprav in prikaz pogovornega okna za vnos gesla za prijavo. Takoj po zagonu računalnika se najprej izvede POST (Power On Self Test) rutina. POST preveri, koliko pomnilnika je na voljo in ali so prisotne vse naprave potrebne za zagon operacijskega sistema (npr. tipkovnica).

"Takoj po tej rutini BIOS v računalniku poišče zagonski disk. To je lahko trdi disk, disketa, CD-ROM - odvisno od nastavitve v BIOS-u. Na tem mestu bomo privzeli, da se operacijski sistem nahaja na trdem disku, zato se najprej prebere prvi sektor diska, ki vsebuje Master Boot Record in tabelo particij (Partition Table). BIOS nato preda nadzor MB zapisu" (Bergles in Bojanc, 2006).

## 2.8 POVZETEK

### 2.8.1 Kaj smo se naučili

V tem poglavju smo si ogledali sestavne dele sodobnega računalnika, ki jih sestavljajo: procesor, disk, pomnilnik, tipkovnica, miška, tiskalnik, modem, zvočna kartica, vodila. Skozi zgodovinski razvoj računalnikov od mehanskih do mikroračunalnikov, smo ugotovili, da so se prvi zametki aktualne računalniške arhitekture pojavili že pri mehanskih računalnikih. Temelje računalniške arhitekture jem postavil Von Neumann, ki je v računalniški arhitekturi predvidel tri osnovne enote:

- centralno-procesne enote,
- vhodno-izhodne enote,
- pomnilnik.

Predhodnik Von Neumannove arhitekture računalnikov je bil računalnik IAS. Najpomembnejša enota po Von Neumannovi arhitekturi je centralno procesna enota, ki skrbi za izvajanje ukazov ter izvajanje aritmetičnih in logičnih operacij.

### 2.8.2 Vprašanja za razmislek in ponavljanje

1. Kateri so osnovni deli sodobnega računalnika?
2. Katera je prva znana mehanska naprava, ki ji lahko pripisujemo zametke računalnika?
3. Kako glede na tehnologijo delimo tehnološka obdobja računalnikov?
4. Kakšne so prednosti elektronskih računalnikov pred mehničnimi?
5. V čem sta se razlikovala računalnika Z3 in Harvard Mark 1?
6. Opišite Von Neumannovo arhitekturo računalniškega sistema.
7. Kako bi pojasnili, kaj je arhitektura računalniških sistemov?
8. Kaj je BIOS?
9. Kakšni so koraki pri zagonu računalnika?

### 2.8.3 Več informacij za razširitev znanja

1. <http://sers.s-sers.mb.edus.si/gradiva/w3/sistemi/zgodovina.html>
2. <http://sers.s-sers.mb.edus.si/gradiva/w3/sistemi/mehano.html>
3. <http://sers.s-sers.mb.edus.si/gradiva/w3/sistemi/elektromeh.html>
4. <http://sers.s-sers.mb.edus.si/gradiva/w3/sistemi/osebni.html>
5. [http://www2.arnes.si/~sopsosre/nizja\\_stopnja/zgodovina/](http://www2.arnes.si/~sopsosre/nizja_stopnja/zgodovina/)

## 3 NAPAVALNIKI

### 3.1 PREDSTAVITEV POGlavJA

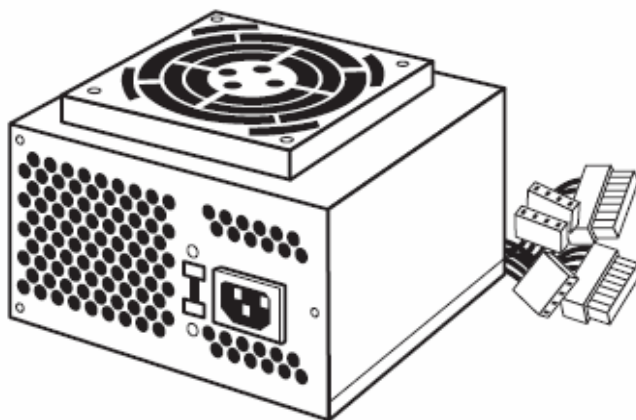
Napajalniki – včasih manj pomembni del osebnega računalnika, danes izredno pomemben del, ker naprave zahtevajo stabilno napajalno napetost ter sodobni procesorji in grafične kartice potrebujejo tudi veliko moč. Včasih smo bili zadovoljni s 350 W danes so napajalniki v računalnikih vsaj 2 x močnejši. Seveda ne smemo zanemariti tudi hladilnih sistemov, od katerih zahtevamo tiho delovanje in hitro odvajanje toplote.

V tem poglavju so predstavljene osnovne karakteristike računalniških napajalnikov, napetostni nivoji za napajanje računalniških komponent (disk, DVD, procesor, ...). Predstavljeni so tudi konektorji za napajanje komponent ter fizične oblike in karakteristike napajalnih priključkov. Na koncu poglavja spoznamo še različne vrste brezprekinitvenih napajalnikov, brez katerih si delovanje strežnikov ne moramo predstavljati.

### 3.2 UVOD

Napajalniki niso samo najpomembnejša naprava v računalniku, temveč tudi najbolj spregledana komponenta, na katero ne damo veliko poudarka.

Za izbiro procesorja, diska, grafične kartice, monitorjev ipd. navadni porabimo velike količine časa, medtem ko na napajalnik praviloma pozabimo. Napajalnik predstavlja jedro vsake elektronske naprave tudi računalnika, saj brez njega ni energija za kakršnekoli operacije. Kakovost napajalnika ne smemo ocenjevati samo po moči, temveč predvsem po konstantni in enakomerni napetosti brez nihanja. Dovoljeno odstopanje znaša do 5 %, dobri napajalniki povečajo kvaliteto celo do 1 % odstopanja od nazivne vrednosti.



Slika 6: ATX napajalnik v osebnem računalniku

Vir: Mueller, 2008, 352

Osnovna funkcija napajalnika je, da pretvarja izmenično električno energijo, ki jo dobimo v vtičnicah v +3,3 V, +5 V in +12 V enosmerne napetosti. CHipSets, Dimm in PCI/AGP uporabljajo napetost 3,3 V, diski in SIMM uporabljajo 5 V ter ventilatorji in ostale naprave pa 12 voltov.

Prvi podatek, ki ga na napajalniku opazimo, je **nazivna izhodna moč**. Običajni napajalniki imajo nazivno moč od **500-600 W**, boljši pa celo tam do 1500 W. Odločitev po nazivni moči napajalnika je odvisna od porabe računalniških komponent priključenih na računalnik.

Hitri večjedrni procesorji in zmogljive grafične kartice potrebujejo zmogljive napajalnike.

Če dodamo še kopico ventilatorjev in svetlobnih teles, bo napajalnik z nazivno močjo pod 500 W težko ustregel vsem potrebam. Če bo že uspel dovajati dovolj energije, ga lahko uniči pretirano gretje, nas pa bo motilo glasno vrtenje ventilatorja, ki ga ohlaja.

Določene naprave potrebujejo drugačne napetostne potenciale, zato obstajajo na ploščah dodatni napetostni regulatorji (DIMM 2,5 V, AGP 4x 1,5 V, procesorji okrog 1,3 V ...). Mnogi napajalniki so zmožni poleg enosmerne napetosti proizvajati tudi negativno. Gre za ISA standard, ki pa se danes na osnovnih ploščah že opušča. Spodnja tabela prikazuje povprečno porabo moči posameznih strojnih komponent.

Tabela 1: Poraba energije glede na strojne komponente

Komponenta	Poraba
Matična plošča	50W- 75W
Procesor	25W-150W
Ram	5W-15W
Trdi disk/CD/DVD	15W-30W
USB/Fire	2W-5W
Grafična kartica	25W-200W
PCI kartica	5W-15W
PCIe kartica	10W-25W
Hlajenje	2W-50W

Vir: Mueller, 2008, 385

### 3.3 MODULARNOST IN STANDARDI

Z veliko proizvodnjo osebnih računalnikov je nastala potreba po standardizaciji napajalnikov. Pri standardu so morali sodelovati vsi proizvajalci računalniških komponent. Proizvajalcev računalniške opreme je bilo veliko. Največja med njima, ki sta narekovala splošna določila standarda sta bila IBM in Intel. Nekateri proizvajalci so se zatekali k lastnim standardom, ter tako onemogočali prenosljivost strojne opreme med računalniki. V grobem standard zajemal sledeča določila:

- obliko in velikost,
- izhodne priključke in konektorje,
- izhodne napetosti,
- vhodno napetost,
- dovoljeno odstopanje od nazivne vrednosti.

Leta 1995 je IBM predstavil standard ATX, ki je postal splošno uporabljen leta 1996. Spodnja tabela1 prikazuje razvoj standardov za ohišja od leta 1981 dalje.



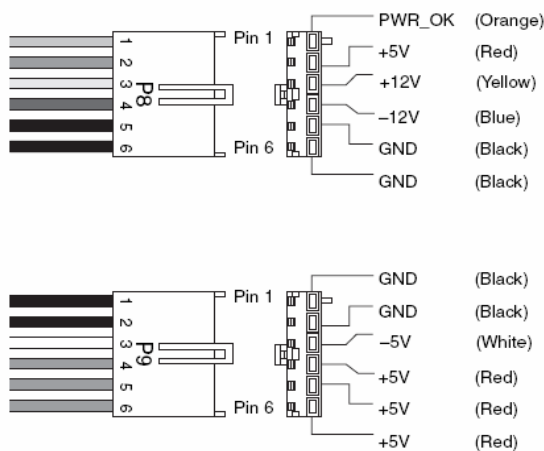
Tabela 2: Razvoj standardov za ohišja

<b>Obsolete PS Form Factors</b>	<b>Originated From</b>	<b>Connector Type</b>	<b>Associated MB Form Factors</b>
PC/XT style	IBM PC, PC-XT (1981/1983)	AT	PC/XT, Baby-AT
AT/Desk style	IBM PC-AT (1984)	AT	Full-size AT, Baby-AT
AT/Tower style	IBM PC-AT (1984)	AT	Full-size AT, Baby-AT
Baby-AT style	IBM PC-AT (1984)	AT	Full-size AT, Baby-AT
LPX style*	IBM PS/2 Model 30 (1987)	AT	Baby-AT, Mini-AT, LPX
<b>Modern PS Form Factors</b>	<b>Originated From</b>	<b>Connector Type</b>	<b>Associated MB Form Factors</b>
ATX style	Intel ATX, ATX12V (1995/2000)	ATX	ATX, NLX, Micro-ATX, Mini-ITX
SFX style	Intel SFX (1997)	ATX	Flex-ATX, Micro-ATX, Mini-ITX

Vir: Mueller, 2008, 361

### 3.4 AT NAPAVALNI KONEKTORJI

Vsi AT napajalniki vsebujejo dva konektorja (P8 in P9, po novem P1 in P2), s katerima se izvede priključitev na matično ploščo. Vsak izmed konektorjev ima 6 nožic, ki jih moramo enoumno priklopiti na osnovno ploščo. Plastični zatiči nam preprečujejo možnost napake napačnega priklopa. Spodnja slika prikazuje specifikacije konektorjev P8 in P9.



Slika 7: Napetostni nivoji konektorjev P8 in P9

Vir: Mueller, 2008, 387

### 3.5 ATX NAPAVALNI KONEKTORJI

Z razvojem sta se dva konektorja (P8 in P9) združila v enega, ki je preprečil marsikatero napako serviserjev pri priključevanju dveh konektorjev na osnovno ploščo. Če smo pomotoma zamenjali konektorja P8 in P9, se je ponavadi pokazal črn oblaček in uničene občutljive naprave na osnovni plošči (npr. procesor in pomnilnik).

Tabela 3: Razvoj napajalnih konektorjev

Modern Power Supply Form Factors	Year Introduced	Connector Type	Normally Associated Motherboard Form Factors
ATX/ATX12V	1995	20/24-pin ATX/ATX12V	ATX, microATX, BTX, microBTX
SFX/SFX12V/PS3	1997	20/24-pin ATX/ATX12V	microATX, FlexATX, microBTX, picoBTX, Mini-ITX
EPS/EPS12V	1998	24-pin	ATX/ATX12V ATX, extended ATX
TFX12V	2002	20/24-pin	ATX12V microATX, FlexATX, microBTX, picoBTX, Mini-ITX
CFX12V	2003	20/24-pin	ATX12V microBTX, picoBTX
LFX12V	2004	24-pin	ATX12V picoBTX, nanoBTX

Vir: Mueller, 2008, 389

ATX standard za napajalnike določa:

- 20-nožični priključek na matično ploščo,
- 6-nožični konektor za zunanje naprave,
- 4-nožični priključek za interne naprave.

### 3.6 POMOŽNI NAPAVALNIK

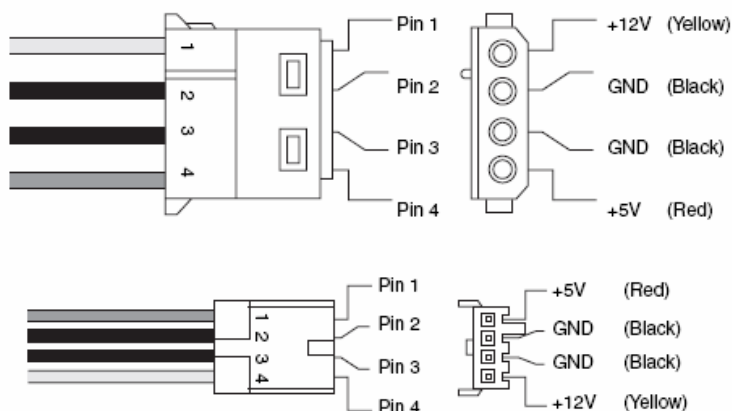
Z razvojem osnovnih plošč, procesorjev in grafičnih kartic, je potreba po energiji narasla do te mere, da moramo naprave priključevati na dodatne napajalne module. Maksimalna dovoljena obremenitev 6-pinskega dodatnega napajalnika znaša 250 W. Zadnje generacije večjedrnih procesorjev zahtevajo pri polni obremenitvi več moči, tako da so dovoljene obremenitve dodatnih napajalnikov tudi do 250 W.

Maximalna moč, ki se jo da pridobiti iz osnovne plošče znaša 75 W, kar pa je za moderne večjedrne procesorje premalo. Zato je zaradi vse večje porabe energije na procesorjih Intel določil nov 4-pinski (12 V) konektor, namenjen napajanju procesorja, ki dovoljuje porabo moči do 200 W.

Enako velja tudi za grafične kartice, ki imajo 6-pinski 3 x 12 V napajalnik, ki dovoljuje izhodno moč do okoli 200 W. Grafična kartica Nvidia GeForce 8800 zahteva pri polni obremenitvi porabo moči že 175 W.

### 3.7 NAPAVALNIK ZA DISKE, CD/DVD IN DISKETE

Eden prvih napajalnikov in praktično nespremenjen od svojega začetka, sta napajalnika za disketno enoto in disk. Maksimalna moč znaša okoli 200 W za diske in CD/DVD naprave ter okoli 50 W za disketno enoto. Priključek je enostaven in ni možno zgrešiti, ker je ohišje natančno prilagojeno vtičniku.



Slika 8: Napetostni nivoji napajalnik za diske, cd/dvd ter diskete

Vir: Mueller, 2008, 391

### 3.8 SERIAL ATA

Če želimo priklopiti Serial ATA diske ali DVD naprave, moramo uporabiti 15-pinski SATA napajalni priključek.

### 3.9 SISTEMI ZA BREZPREKINITVENO ELEKTRIČNO NAPAJANJE

Neprekinjena oskrba z električno energijo se nam zdi samoumevna, a to iz različnih razlogov ni vselej nujno. Kljub samoumevnosti pa tu in tam prihaja do večjih ali manjših motenj v preskrbi. Večina izpadov je lokalne narave, to pomeni, da je omejen z okolico: na stanovanje ali poslopje "pregorela varovalka", nevihtno območje izpad transformatorja. Take motnje lahko sami hitro prepoznamo in jih tudi sami odpravimo, vendar bi kot napredni računalniški uporabniki radi več.

Želimo, da bi naši računalniki vsaj omejeno časovno obdobje delovali nemoteno tudi takrat, ko se zgodijo motnje.

Pri delu z računalniki si namreč pogosto ne moremo dovoliti, da bi bilo naše delo izgubljeno zaradi napake pri oskrbi računalnika z električno energijo.

Lahko smo skrbniki strežnika, za katerega želimo, da je v vsakem trenutku na voljo odjemalcem. Po drugi strani si tudi pri kaki dolgotrajnejši obdelavi podatkov na samostojni delovni postaji ne moremo predstavljati, da bi šlo v nič nekaj ur dela (npr. obdelava plač v podjetju). V takih primerih moramo uporabiti sistem za brezprekinitveno električno napajanje UPS (Uninterruptible Power Supply). Moderni sistemi UPS opravljajo poleg osnovne naloge – nepretrganega zagotavljanja električne energije – še tri dodatna opravila:

- preprečujejo prevelike odmike izhodne napetosti od nazivne vrednosti (230V),
- vzdržujejo stalno frekvenco izmeničnega toka (50 Hz),
- nudijo prenapetostno zaščito.

Taki brezprekinitveni napajalniki imajo vgrajeno tehnologijo samodejnega napetostnega krmiljenja AVR (Automatic Voltage Regulation), ki filtrira umazano omrežno napetost ter na izhodu daje napetost s »čistim«  
sinusnim potekom.



Slika 9: Brezprekinitveni napajalniki

Vir: APC system manual 2003, 3

Sistemi za brezprekinitveno napajanje so na računalnik priključeni navadno prek zaporedne ali USB povezave (seveda pa tudi z električnim kablom, prek katerega pošiljajo računalniku električni tok). A ob daljših prekinitvah oskrbe z električno energijo tudi klasični brezprekinitveni napajalniki ne zagotavljajo nemotenga dela, saj je čas njihovega delovanja omejen z zmogljivostjo akumulatorja.

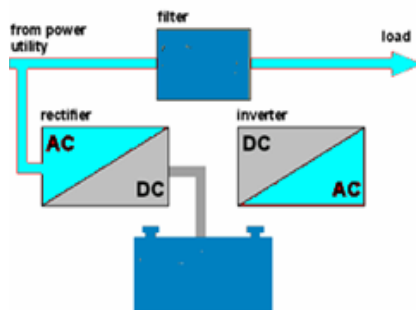
Tipični čas samostojnega delovanja UPS naprave je nekaj deset minut.

Da bi zagotovili nemoteno oskrbo tudi pri večurnih prekinitvah delovanja javnega električnega omrežja, moramo uporabiti generatorje električnega toka. Zmogljivost naprav sega od 350 VA pa do več tisoč VA za naprave, ki oskrbujejo več računalnikov v strežniških omarah.

### 3.9.1 Offline UPS

V prvi skupini so naprave, ki pri normalnem delu računalnik oskrbujejo z energijo iz omrežja, pri zaznani motnji pa zelo hitro (v nekaj milisekundah) začnejo pošiljati energijo iz svojega notranjega akumulatorja.

Akumulator oddaja tok enosmerne napetosti, zato ga mora pretvornik spremeniti v ustrezni izmenični tok. Take naprave so namenjene predvsem za premostitev kratkotrajnih, nekajminutnih izpadov električne energije. Pri daljših izpadih pa mora sistem za brezprekinitveno napajanje poskrbeti, da računalnik varno dokonča svoje delo in se potem izključi. Naprava UPS je priključena v električno omrežje in na računalnik, ki mu omogoča brezprekinitveno napajanje. UPS stalno spremlja potek omrežne napetosti in če ta pade pod kritično mejo, UPS v nekaj tisočinkah sekunde prevzame oskrbo z energijo.

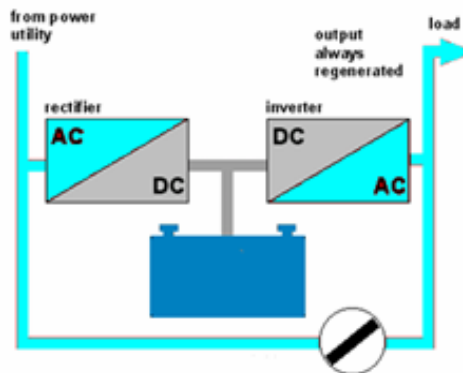


Slika 10: Off line UPS

Vir: APC system manual 2003, 4

### 3.9.2 Online UPS

V drugi skupini so naprave UPS, ki stalno oskrbujejo porabnike (računalnik, monitor) z električno energijo iz akumulatorja, ta pa se vedno znova polni z omrežno napetostjo. Prednost teh naprav je v tem, da ni prehodnega časovnega intervala (ki je sicer zelo kratek) od zaznave motnje do začetka oskrbovanja z elektriko. Zato je njihova oskrba z energijo zelo zanesljiva in stabilna. Ker pa so te naprave dražje od enostavnih naprav iz prve skupine, so seveda precej manj razširjene.



Slika 11: On line UPS  
Vir: APC system manual 2003, 4

## 3.10 POVZETEK

### 3.10.1 Kaj smo se naučili

Pri sestavljanju računalnika iz računalniških komponent je napajalnik zadnji na prioritetni lestvici. Ne zavedamo se, da je stabilno napajanje vseh računalniških komponent bistveno za zanesljivo delovanje celotnega računalniškega sistema. Pri napajalniku ne smemo gledati samo na maksimalno nazivno moč, temveč tudi na odstopanje napetosti pri večjih obremenitvah. Pomembno pri napajalniku je tudi velikost in kvaliteta hladilnega telesa ter število priklonih dodatnih napajalnih priključkov. Zelo zaželena je tudi modularnost napajalnih priključkov ter seveda majhen hrup, ki ga povzroča ventilator pri maksimalnih vrtljajih.

Sisteme za brezprekinitveno električno napajanje uporabljamo predvsem za strežniške računalnike ter aktivno omrežno opremo. V veliki večini primerov zadostuje že, če izberemo poceni UPS napravo, ker so izpadi električnega toka sila redki in kratkotrajni. Zahtevni računalniški sistemi, ki ne dopuščajo nenadne prekinitve električnega toka, morajo imeti UPS naprave z dodatno logiko, ki po določenem času prične prisilno zaustavitev strežniškega sistema, tako da zaustavlja kritične procese ter na koncu ugasne še strežnik. Takšne naprave so na strežnik priključene s pomočjo dodatnih kablov ali omrežja, preko katerih nadzirajo strežniške sisteme.

### 3.10.2 Vprašanja za razmislek in ponavljanje

1. Kakšne so nazivne napetosti za napajanje procesorjev?
2. Kakšne so nazivne napetosti za napajanje diskov ter CD/DVD enot?
3. Katere napajalne korektorje bi uporabil za napajanje osnovne plošče?
4. Kateri korektor bi uporabil za napajanje procesorja?
5. Kateri korektor bi uporabil za dodatno napajanje grafične kartice?
6. Zakaj so On line UPS naprave boljše od Offline UPS naprav?
7. Kako bi preveril če UPS naprava deluje brezhibno?

### 3.10.3 Več informacij za razširitev znanja

1. [www.apc.com](http://www.apc.com)
2. [www.tripplite.com](http://www.tripplite.com)

## 4 MIKROPROCESSOR

### 4.1 PREDSTAVITEV POGLAVJA

Še pred 20 leti je bila izbira procesorjev enostavna, ker smo izbirali procesor samo glede na frekvenco delovanja. Frekvence delovanja so se danes približale teoretičnim mejam, zato so bili potrebni drugi prijemi za pohitritev delovanja, kot so povečanje predpomnilnika in večjedrne tehnologije. V poglavju bomo spoznali osnovne dele mikroprocesorjev (aritmetično logična enota, krmilna enota in registri). Vsak procesorski ukaz, ki se izvede, je sestavljen iz dveh delov: zajem ukaza in izvršitev. Podrobno si bomo ogledali programsko dostopne in programsko nedostopne registre.

Na svetu sta trenutno aktualna dva proizvajalca procesorjev: Intel in AMD. Pregled procesorjev obeh proizvajalcev, prednosti ter razvoj je podan na koncu poglavja.

### 4.2 UVOD

Mikroprocesor predstavlja možgane in pogonsko silo vsakega osebnega računalnika.

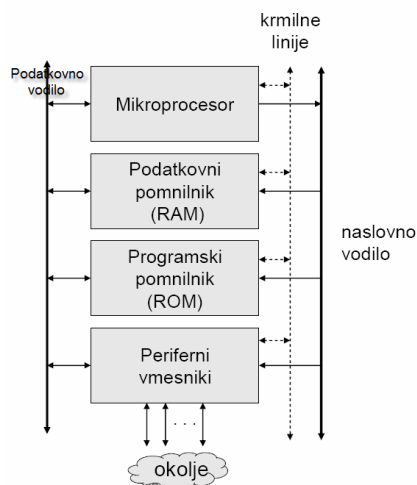
V računalniku nadzira vse periferne naprave, skrbi za pravilno izvajanje programske kode, in izvaja zapletene aritmetične operacije. Prvi mikroprocesor je izdelal Intel leta 1971, ki ga je poimenoval Intel 4004. Procesor so v osebnih računalnikih, kot ga je standardiziral IBM, uporabili šele 10 let kasneje. Poleg podjetja Intel je tu še proizvajalec AMD, ki ne predstavlja resne konkurence. Ob prelomu tisočletja je obstajalo še podjetje VIA/Cyrix, ki pa ni zmoglo tekmovati s proizvajalcema Intel in AMD. Poleg Intela je svojo moč kazalo tudi podjetje Motorola s procesorjem MC6800, ki se je uporabljal bolj v tehničnih napravah kakor računalnikih.

V dobrih tridesetih letih od nastanka prvih procesorjev se je zmogljivost teh naprav več tisočkrat povečala in snovalci prvega procesorja si verjetno niti približno niso mogli predstavljati revolucije, ki so jo sprožili s svojim izdelkom. Procesorji so prodrli na številna področja našega življenja, čeprav velika večina ob procesorjih pomisli predvsem na tiste, ki so vgrajeni v računalnikih. Najdemo jih v gospodinjskih aparatih, avtomobilih, krmilnih napravah, industrijskih strojih itd. Nostalgiki se gotovo še spomnijo predhodnikov današnjih osebnih računalnikov:

- Sinclair Spectrum,
- Commodore C64,
- Sinclair QL,
- Atari,
- Amiga,
- Apple IIe (Macintosh).

Leta 1981 je IBM za svoje osebne računalnike (PC) izbral Intelov procesor 8088, ki je deloval s frekvenco 4,77 MHz, kar je določilo začetno prevlado Intel. Prvi PC tedaj je vseboval operacijski sistem DOS 1.0, ki ga je razvilo podjetje Microsoft, odtod tudi naveza Intel-Microsoft. Prvi mikroračunalnik je bil sestavljen iz nabora štirih čipov:

- 4001 - programski ROM pomnilnik,
- 4002 - podatkovni registri,
- 4003 - vhodno-izhodne razširitve,
- 4004 - centralna procesna enota.



Slika 12: Shema povezljivosti pomnilnika in ostalih naprav

Vir: Škraba, 2002, 23

Zgodovina osebnih računalnikov sovpada z zgodovino mikroprocesorjev za osebni računalnik. Tabela 4 prikazuje modele procesorjev, njihove frekvence delovanja ter letnico prihoda na tržišče.

Tabela 4: Frekvence delovanja procesorjev in letnica izdelave

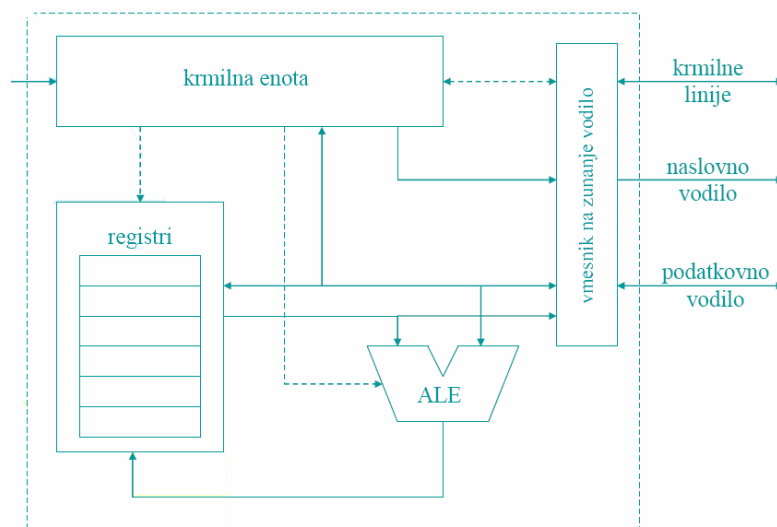
Tip procesorja	Frekvenca	Leto	Bitov
4004	(50 kHz)	1969	4 bitni
8008	(200 kHz)	1972	4 bitni
8080	(2 MHz)	1974	8 bitni
8086/88 XT	(4 MHz)	1978	16 bitni
80286 AT	(12 MHz)	1982	16 bitni
80386	(25 MHz)	1984	32 bitni
80486	(120 MHz)	1989	32 bitni
Pentium	(233 MHz)	1993	32 bitni
Pentium 2	(450 MHz)	1997	32 bitni
Pentium 3	(1266 MHz)	1999	32 bitni
Pentium 4	(3.6 GHz)	2000	32/64 bitni
Pentium Dual Core	(2.2GHz)	2003	32/64 bitni
Pentium Quad	(2.8 GHz)	2006	32/64 bitni

Vir: Mueller, 2008, 801

Poleg hitrosti, so nekatere generacije procesorjev skozi obdobje razvoja pridobivale tudi nove tehnološke rešitve. Povečuje se velikost predpomnilnika, dodajajo se cevovodi ter nabor ukazov se stalno povečuje.

### 4.3 ZGRADBA MIKROPROCESORJEV

Mikroprocesor je centralna procesna enota, sestavljena na enem ali več polprevodniških ploščic ali čipih. Vsak procesor vsebuje vsaj krmilno enoto, enoto za obdelavo podatkov (ALU) ter najnujnejše notranje pomnilnike – registre.



Slika 13: Osnovne komponente v mikroprocesorju (ALE, registri in krmilna enota)

Vir: [http://upload.wikimedia.org/wikipedia/sl/c/cd/Zgradba\\_cpe.png](http://upload.wikimedia.org/wikipedia/sl/c/cd/Zgradba_cpe.png)

**Krmilna enota** usklajuje delovanje posameznih delov mikroprocesorja po navodilih programske kode. Krmilna enota bere ukaz za ukazom iz programa, zapisanega v strojni obliki, jih dekodira in preko množice krmilnih signalov krmili njihovo izvajanje. Sestavljena je iz:

- jedra krmilne enote: krmili delovanje mikroprocesorja,
- ukaznega registra: sprejme naslednji ukaz, ki ga mora mikroprocesor izvesti,
- ukaznega dekodirnika: dekodira ukaz in generira krmilne signale za njegovo izvedbo,
- programskega števca: določa naslov naslednjega ukaza, ki se mora izvesti.

**Aritmetična enota** skrbi za izvajanje operacij nad podatki, ki jih obdeluje program. Ta je sposobna opraviti različne matematične in logične operacije nad podatki.

**Registri** služijo za začasno hranjenje in obdelavo podatkov in njihovih naslovov. Izvedeni so kot zelo hitre pomnilne celice. Določeni registri so programerjem dostopni, določeni so namenjeni izključno za interno rabo procesorja.

V grobem delimo mikroprocesorje glede na dolžino besede, glede na nabor ukazov in glede na pomnilniško arhitekturo.

**Glede na dolžino besede** jih delimo na 4, 8, 16, 32, 64-bitne. Razlikovati moramo med dolžino notranje in zunanje besede. Dolžina notranje besede je določena z arhitekturo mikroprocesorjev (širino notranjih poti, velikostjo registrov, dolžino besede, ki jo lahko v enem koraku obdelata aritmetična enota), dolžina zunanje besede pa s številom podatkovnih priključkov na čipu. Za označevanje procesorjev jemljemo običajno zunanje poti, še popolnejše pa je omeniti oboje. Važen podatek je tudi dolžina naslova, ki omejuje količino neposredno naslovljivega pomnilnika.

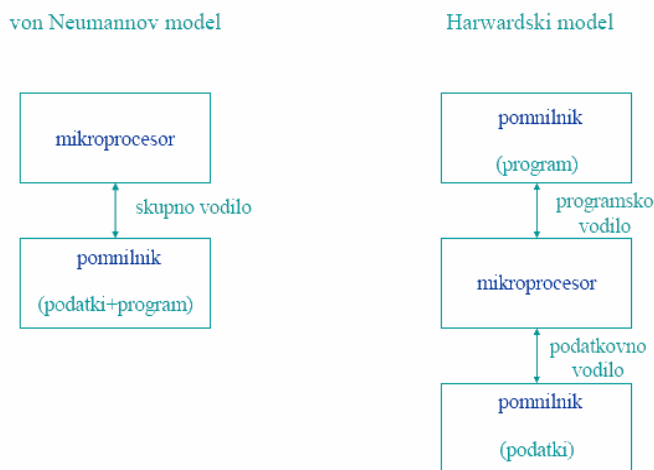
**Po kompleksnosti nabora ukazov**, načinov naslavljanja operandov in po sorodnih značilnostih delimo mikroprocesorje na CISC (Complex Instruction Set Computers) in RISC



(Reduced Instruction Set Computers). Nastanek RISC mikroprocesorjev je bil odgovor na hitro naraščajočo kompleksnost zaradi povečevanja števila ukazov in načinov naslavljanja ob pojavu 16-bitnih mikroprocesorjev. Na osnovi statističnih rezultatov o pogostosti posameznih ukazov so sestavili njihov najožji možni nabor, s čemer se bistveno zmanjša kompleksnost poveča hitrost pripadajočega dekodirnika ukazov.

- CISC (Complex Instruction Set Computer): veliko ukazov, kompleksni ukazi (veliko strojnih ciklov za izvajanje ukaza), lažje programiranje, dražja izdelava.
- RISC (Reduced Instruction Set Computer): malo ukazov, preprosti ukazi (hitrejše izvajanje), težje programiranje, cenejša izdelava.

Tretja delitev procesorjev je usmerjena **glede na razlikovanje hranjenja podatkov** in programske kode. Von Neumannov model hrani podatke na istem mestu kot programsko opremo "prva slika", Harvardski model strogo ločuje podatke in programsko kodo.



Slika 14: Von Neumannov in Harvardski model hranjenja podatkov

Vir: Škraba, 2002, 22

Vsak računalnik, ki je skladen s Von Neumannovo arhitekturo, deluje tako, da vsak ukaz v obdelavi vzame iz glavnega pomnilnika. Ukazi se v pomnilniku nahajajo eden za drugim, razen v primeru, ko skok ali prekinitvena rutina spremeni tok izvajanja ukazov.

Pri vsakem ukazu razlikujemo naslednja dva koraka:

- **Jemanje ukaza iz pomnilnika** (angl. fetch). V prvem urinem ciklu prevzamemo ukaz. Ukaz oziroma koda ukaza se vedno vzame iz tiste lokacije glavnega pomnilnika, na katero kaže programski števec PC. Programski števec PC vsebuje naslov aktualne pomnilniške lokacije, iz katere se prebere ukaz.
- **Izvrševanje ukaza** (angl. execution). Ko je ukaz dospel v ukazni register, se lahko ukaz izvede. Za izvedbo ukaza ponavadi potrebujemo še operande, nad katerimi se ukaz izvrši. Niso pa vsi ukazi takšni, ki bi potrebovali operande. Po končanju izvrševanja ukaza se naslov programskega števca poveča za ena ter tako kaže na naslov naslednjega ukaza.

Procesor torej v bistvu izvaja dve operaciji, "fetch" in "execute", ki ju stalno ponavlja. Zaporedno izvajanje ukazov se spremeni le v primeru skoka na izvajanje prekinitvene rutine ali če naleti na ukaz za skok "jump". Pri veliki večini programov prihaja do prekinitvev razmeroma redko, npr. enkrat na 10.000 ali več ukazov.

Von Neumannovi računalniki se zaradi zaporedja izvajanja "fetch" in "execute" **ukazno-pretokovni računalniki**. To pomeni, da se ukazi izvajajo pod nadzorom programskega števca. Nasprotno od ukazno-pretokovnih računalnikov so tako imenovani **podatkovno pretokovni**, ki predstavljajo eno od predlaganih rešitev za ne-von Neumannove računalnike.

Za povečanje hitrosti CPE imamo na voljo naslednja dva načina:

- z uporabo hitrejših logičnih elementov,
- z uporabo večjega števila logičnih elementov (cevvod).

#### 4.3.1 Registri

Registre si lahko predstavljamo kot pomnilniške lokacije, ki se nahajajo v notranjosti procesorja. Ker se registri nahajajo znotraj procesorja, so zelo hitro dostopni. Njihov namen je shranjevanje operandov CPE. Registre v procesorju delimo na:

- programsko dostopne,
- programsko nedostopne.

Do programsko dostopnih registrov imajo dostop programerji ter jih polnijo z operandi. Do programsko nedostopnih registrov nimajo dostopa in služijo za delovanje procesorja. Primer programsko nedostopnega registra je naslovni register.

#### 4.3.2 Akumulator

Akumulator pomeni univerzalni register za operande, nad katerimi se izvajajo aritmetične in logične operacije. Mnogi sodobni procesorji imajo po več akumulatorjev, v katerih so določene operacije dovoljene samo na nekaterih akumulatorjih.

#### 4.3.3 Programski števec PC

Naloga programskega števca ali PC (angl. program counter) je, da vedno kaže na naslov pomnilniškega ukaza, ki se bo naslednji izvedel. Prvi računalnik, ki ga je uporabil je bil IAS. Vsak procesor, ki ima Von Neumannovo arhitekturo vsebuje programski števec. V različni literaturi imenujejo programski števec tudi ukazni števec (angl. instruction counter), ker kaže na naslove ukazov.

#### 4.3.4 Indeksni register

Indeksni register je potreben v ukazih, ki uporabljajo tako indeksno naslavljanje. Pri tej vrsti naslavljanja ukaz vsebuje pomnilniški naslov, ki mu pravimo odmik.

#### 4.3.5 Skladovni kazalec

Sklad je posebna podatkovna struktura, katero programerji zelo radi uporabljajo. **Na sklad se podatki nalagajo zaporedno ter se iz njega jemljejo v obratnem vrsten redu kot so bili v sklad položeni.**

Druga uporaba sklada je procesne narave in se uporablja pri prekinitvah. Ko procesor pride do prekinitve, naloži vse svoje registre na sklad ter jih povrne nazaj, ko se prekinitvena rutina konča. Za delo s skladom potrebujemo kazalec, ki kaže na zadnji podatek na skladu. Tak register se imenuje skladovni kazalec (angl. stack pointer). Pri nalaganju podatka pa se mora kazalec sklada spremeniti.

#### 4.3.6 Statusni register

Centralna procesna enota shrani opis zadnjega izvedenega ukaza v statusni register. Bitom v tem registru pravimo zastavice. Različni procesorji imajo različne zastavice. Večinoma pa nastopajo naslednji štirje:

- nič (angl. zero),

- negativno (angl. negative),
- prenos (angl. carry),
- preliv (anl. overflow).

#### 4.3.7 Naslovni register

Naslovni register (address register AR) hrani pomnilniške naslove operandov in ukazov. **S pomočjo naslovnih registrov procesor dostopa do podatkov v glavnem pomnilniku.**

V prvem urinem ciklu se vpiše naslov želene pomnilniške lokacije v naslovni register. V naslednjem urinem ciklu se prenese podatek iz naslovljene pomnilniške lokacije v register procesorja.

#### 4.3.8 Podatkovni register

Podatkovni register vsebuje podatek, ki ga procesor želi vpisati v pomnilnik ali pa vsebuje vsebino pomnilniške lokacije, ki jo je prebral iz pomnilnika.

#### 4.3.9 Ukazni register

V ukaznem registru (angl. instruction register) se nahaja ukaz, ki ga procesor prenese iz glavnega pomnilnika.

### 4.4 CEVOVOD

Cevovod je povezava več zaporedno vezanih funkcionalnih enot v računalniku ali procesorju, ki izvajajo opravilo (obdelavo podatkov) v več korakih, podobno tekočemu traku v tovarnah. "Za povečanje hitrosti CPE imamo na voljo naslednja dva načina:

- z uporabo hitrejših logičnih elementov,
- z uporabo večjega števila logičnih elementov" (Prejac, 2002).

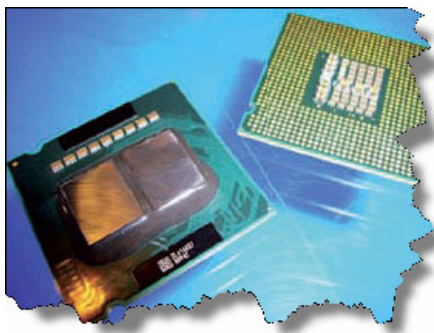
Cevovod je pravzaprav način za izkoriščanje paralelizma v zaporedno si sledečih ukazih.

Posamezne podoperacije, na katere se razbijejo ukazi, so v večini primerov med seboj neodvisne in se lahko opravljajo istočasno. Zelo enostavno bi lahko sklepali, da "cegovod z N-stopnjami bo imel N-krat večjo hitrost. Na žalost so stvari nekoliko drugačne. Med delovanjem cevovoda namreč prihaja do cevovodnih nevarnosti, zaradi katerih se mora cevovod ustaviti in počakati, da nevarnost mine. Razlikujemo tri vrste cevovodnih nevarnosti:

- **Strukturne nevarnosti.** Do teh nevarnosti pride, kadar več stopenj cevovoda v isto enoto. Pod enoto so mišljeni registri, ALE in pomnilnik. Če imamo samo eno enoto, mora ena od stopenj počakati.
- **Podatkovne nevarnosti.** Do njih pride, kadar ukaz potrebuje kot vhodni operand rezultat prejšnjega, še ne dokončanega ukaza.
- **Kontrolne nevarnosti.** Do teh nevarnosti pride v skokih, klicih in drugih kontrolnih ukazih, ki spreminjajo vsebino programskega števec PC. Če se npr. PC spremeni šele v tretji stopnji cevovoda, ni mogoče vedeti, katere ukaze naj cevovod izvršuje v prvih dveh stopnjah" (Prejac, 2002)

### 4.5 SODOBNI PROCESORJI

Procesor velja za srce računalnika in pogosto enačimo zmogljivost računalnika kar z zmogljivostjo procesorja. Bitka med obema največjima izdelovalcema, Intelom in AMD, se bje že dolgo časa, tako da je na trgu pestra ponudba različnih procesorjev.



Slika 15: Procesorska rezina sodobnega procesorja  
Vir: Mueller, 2008, 813

Takt delovanja je najbolj očiten podatek ob izbiri procesorja. Gre za vrednost, ki pove, s kakšno frekvenco niha urni signal procesorja.

Nekdaj so procesorji v enem urnem signalu lahko izvedli le en ukaz. Dandanes to ne drži več, kljub temu pa je takt še vedno eden pglavitnih pokazateljev zmogljivosti procesorja in pri procesorjih z enakim jedrom lahko rečemo, da večji takt delovanja pomeni tudi večjo zmogljivost.

#### 4.5.1 Takt

Pri frekvenci delovanja procesorjev poznamo notranji takt in zunanji takt delovanja. Procesorji, ki jih največ najdemo v današnjih osebnih računalnikih, delujejo z notranjim taktom od 2 do skoraj 4 GHz, takt pomnilniškega vodila pa je navadno 133 MHz, podatkovnega vodila za druge naprave pa 33 MHz.

#### 4.5.2 Tehnologija izdelave

V zadnjem času je največ govora o tehnologiji izdelave procesorjev oziroma velikosti polprevodniških elementov procesorja. Podatek o tehnologiji izdelave nam pove, kako veliki so posamezni elementi na siliciju. Dosedanji procesorji so imeli 130 nanometrov velike tranzistorje. Gre za proizvodni proces, ki je že dodobra preizkušen in ga uporablja velika večina izdelovalcev zmogljivih polprevodniških čipov. Prehod na 90-nanometrski proces izdelave je bil nujen zaradi porabe energije. 130-nanometrski procesorji so namreč dosegli meje zmogljivosti, saj se procesorji s takti delovanja 3 GHz in več pri delu zelo grejejo, poleg tega pa porabijo tudi precej energije. Večina modernih procesorjev je zgrajena na 90 ali celo 65-nanometerski tehnologiji.

Procesorji, ki so zgrajeni z manjšo tehnologijo, za delovanje potrebujejo manjšo napetost in porabijo manj energije.

Posledica tega je, da se med delovanjem manj grejejo. Poleg tega je površina procesorja z manjšimi sestavnimi deli manjša, tako da lahko iz ene silicijeve rezine dobimo več procesorjev oziroma posameznemu enako velikemu procesorju dodamo več elementov ter s tem povečamo njegovo zmogljivost.

#### 4.5.3 Predpomnilnik

Na hitrost delovanja zelo vpliva tudi predpomnilnik. Gre za pomnilnik, vgrajen v jedro procesorja, v katerem so shranjeni podatki, do katerih ima procesor pogosto dostop.

Večji predpomnilnik navadno pomeni manj dostopov do glavnega pomnilnika, seveda pa le, če so podatki, ki jih procesor potrebuje, že v predpomnilniku. Pri tem precej pomagajo sodobni algoritmi, ki na podlagi že izvedenih ukazov predvidevajo, katere podatke bo

procesor še potreboval, in jih predčasno prenesejo iz glavnega pomnilnika v predpomnilnik. Tipično ima današnji procesor med 2 MB in 8 MB predpomnilnika.

Predpomnilnik je pri procesorjih navadno večstopenjski (večinoma ima dve stopnji). Takt pomnilniškega vodila vpliva na to, kako hitro se podatki iz pomnilnika prenašajo v procesor in nasprotno. Povezava med procesorjem in pomnilnikom je že nekaj časa ozko grlo računalnikov, tako da je zelo pomembno, da je prenos podatkov po pomnilniškem vodilu čim hitrejši. Današnji pomnilniški krmilniki navadno omogočajo tudi dvokanalni dostop do pomnilnika, tako da v enem ciklu preneseemo dvakrat toliko podatkov.

- **L1 cache** je vgrajen v sredico mikroprocesorja in dela na isti frekvenci kot mikroprocesor. Je RAM velikosti od 64 KB do 1024 KB. L1 je običajno razdeljen na dva dela, eden je za podatke, drugi pa za navodila.
- **L2 cache** je običajno precej večji, velikosti od 1 MB do 8 MB. Namen L2 predpomnilnika je, da neprestano bere podatke iz RAMa, da so vedno na voljo L1 predpomnilniku.

#### 4.5.4 Širina naslovnega vodila

Širina naslovnega vodila pove, kakšno količino pomnilnika zmore naslavlјati procesor. Procesor s 16-bitnim naslovnim vodilom lahko naslavlјa največ 216 B pomnilnika, se pravi 64 KB. Današnji procesorji lahko naslavlјajo 264 B pomnilnika, kar je 16,7 milijona TB.

#### 4.5.5 Širina podatkovnega vodila

Širina podatkovnega vodila pove, koliko podatkov lahko procesor naenkrat prebere v pomnilniku. Podatkovna vodila so pri procesorjih navadno enako široka kakor naslovna vodila. Širina podatkovnega vodila v bitih je vedno potenca števila dve (pri naslovnem to ni nujno). Današnji procesorji, ki imajo navadno 64-bitno podatkovno vodilo, lahko naenkrat preberejo ali zapišejo osem 8-bitnih ali dve 32-bitni vrednosti iz pomnilnika ali vanj.

#### 4.5.6 Velikost registrov

Velikost registrov pove, nad kakšnimi celimi števili lahko procesor izvaja operacije. Današnji procesorji, združljivi z Intelovo arhitekturo x86, imajo 32-bitne registre, kljub 64-bitnemu podatkovnemu vodilu. To je posledica združljivosti s procesorjem 386, ki je bil Intelov prvi pravi 32-bitni procesor. Vsi današnji programi, pisani za Intelove in združljive procesorje, tečejo tudi v računalnikih s procesorjem 80386, seveda pa je hitrost izvajanja veliko počasnejša. V prihodnjih letih je pričakovati preskok na 64-bitne procesorje, ki pa ne bodo strojno združljivi z zdajšnjo programsko opremo, oziroma jo bodo poganjali počasneje kakor bi dopuščala zmogljivost procesorja

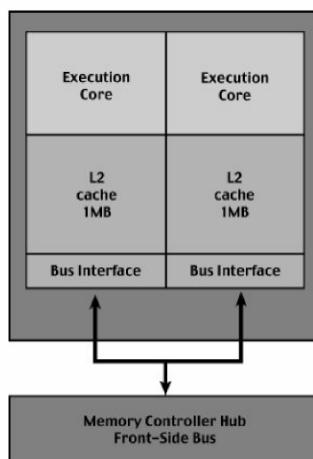
#### 4.5.7 Paralelizem

Frekvenca delovanja Pentiuma 4 se je približala 4 GHz in hkrati prišla do svojega konca., saj je poraba energija in preveliko gretje dosegla mejo vzdržljivosti. Vsi izdelovalci procesorjev, soočeni z izjemno težavnostjo nadaljnjega dvigovanja hitrosti, so odgovor našli v paralelizmu. Novembra 2002 je Intel predstavil procesor Pentium D s tehnologijo "Hyper Threading-HT", s katero so dosegli okoli 25 % pohitritev. Gre za prvi komercialni procesor, ki je imel podvojene funkcionalne dele znotraj procesorja. Podvojene je imel:

- notranje registre,
- krmilno napravo,
- arhitekturo.

Računska, ALU naprava ter predpomnilnik sta ostala v skupni rabi. Kje je vrzel, ki jo je izkoristil Intel? Pentium D s HT tehnologijo izkorišča čakalni čas med branjem in zapisovanjem v polnilnik.

Leta 2005 je Microsoft predstavil prvi procesor s Core 2 Duo tehnologijo, ki je prvi vseboval podvojen procesor na isti osnovi.



Slika 16: Shema procesorja sestavljenega iz več jedr  
Vir: Mueller, 2008, 822

Core 2 družina Intelovih procesorjev vsebuje sledeče razrede:

- Core 2 Duo,
- Core 2 Quad,
- Core 2 Extreme.

#### 4.5.8 Zadnji model

Med najaktualnejšimi procesorji Intelove generacije s štirimi jedri je Core 2 Extreme QX9650 s sledečimi karakteristikami:

Tabela 5: Karakteristike procesorja

Tip procesorja:	Core 2 Extreme
Jedro:	Yorkfield
Frekvenca procesorja:	3000 MHz
Podnožje procesorja:	Socket 775
Tehnologija izdelave:	0.045 $\mu\text{m}$
Predpomnilnik (L2 Cache):	12288 kB
Frekvenca FSB/HT:	1333 MHz
Tip jedra:	Quad Core

Vir: Mueller, 2008, 887

## 4.6 POVZETEK

### 4.6.1 Kaj smo se naučili

Procesor je za mnoge najpomembnejša komponenta v računalniškem sistemu. Prvi procesor je razvilo podjetje Intel leta 1971 z nazivom Intel 4004. Večina procesorjev je izdelana s Von Neumannovo arhitekturo. Za izvajanje ukaza potrebujejo procesorji dva koraka ("fetch" in

"execution"). Procesor je sestavljen iz treh osnovnih enot: krmilne enote, aritmetične enote in registrov. Krmilna enota služi za nadzorovanje delovanja vseh funkcij v procesorju, aritmetična enota je odgovorna za računanje ter v registrih se hranijo in obdelujejo podatki. Najpomembnejši register je akumulator, v katerem se lahko izvajajo določene operacije. Registre bi lahko na grobo razdelili na podatkovne in naslovne registre.

Hitrost procesorjev lahko povečamo s hitrejšimi gradniki ali s pomočjo paralelizma. Večina današnjih procesorjev je sestavljena iz več jeder ter uporabljajo cevovode za pospešitev delovanja.

K hitrosti delovanja veliko pripomore tudi organizacija predpomnilniške strukture, ki deluje na principu statistike ter verjetnosti zadetka naslednjega ukaza, ki se vnaprej prenese v predpomnilnik.

Največja proizvajalca procesorjev AMD in Intel prodajata manj zmogljive procesorje z vgrajeno manjšo količino predpomnilnika.

#### **4.6.2 Vprašanja za razmislek in ponavljanje**

1. Iz katerih osnovnih komponent je sestavljen procesor?
2. Kakšna je razlika med naslovnimi in podatkovnimi registri?
3. Katere vrste paralelizmov so uporabljene v sodobnih procesorjih?
4. Čemu služi akumulator?
5. Kakšna je razlika med Hyper Threading-HT tehnologijo in večjedrno tehnologijo?
6. Zakaj se uporablja podatkovni števec?
7. Zakaj se uporablja skladovni kazalec?
8. Kateri procesor bi izbrali za domači računalnik? Zakaj?
9. Razložite tehnologijo predpomnilnika!

#### **4.6.3 Več informacij za razširitev znanja**

1. [www.intel.com](http://www.intel.com)
2. [www.amd.com](http://www.amd.com)
3. [www.ibm.com](http://www.ibm.com)

## 5 POMNILNIKI

### 5.1 PREDSTAVITEV POGLAVJA

Pomnilnik poznamo kot del tiskanega vezja, ki lahko zavira ali pospešuje hitrost delovanja v računalniškem sistemu. Včasih smo bili pozorni samo na količino, danes moramo biti pozorni tudi na hladilne sisteme na pomnilniških vezjih ter čase dostopa. Paziti moramo na frekvenčno skladnost vseh bistvenih komponent v računalniku, da lahko izkoristimo maksimalno zmogljivost sistema.

Ogledali si bomo dve arhitekturi izdelave pomnilnikov (statični in dinamični) ter princip delovanja obeh. Statični pomnilnik je izredno hiter in ne potrebuje osveževanja. Dinamični pomnilnik dovoljuje veliko gostoto elementov na tiskanem vezju.

Pomnilnik kot najpomembnejša komponenta v računalniškem sistemu se razvija zelo intenzivno z namenom, da bi skrajšali dostopni čas ter tako povečali hitrost obdelave. Povečevale so se frekvence delovanja kakor tudi število nogic. Trenutno aktualen pomnilnik je generacije DDR 3 s frekvenco delovanja 1.800 MHz.

### 5.2 UVOD

Pomnilnik je prostor, kjer procesor začasno shranjuje podatke in delujoče (aktivne) programe. Prostor je začasen zato, ker ohranja podatke le dokler je priključeno električno napajanje. Preden ugasnemo računalnik, moramo podatke shraniti na medij za dolgoročneje shranjevanje (ponavadi je to trdi disk).

Pomnilniku s kratico rečemo tudi RAM (Random Access Memory). Kot njegovo ime nakazuje, gre za tehnologijo, pri kateri je dostop do kateregakoli podatka v pomnilniku časovno enak in ni odvisen od njegovega predhodnika.

Glavni značilnosti pomnilnika sta kapaciteta (velikost), ki jo merimo v gigabajtih ter čas dostopa do podatkov, ki je velikostnega razreda nekaj nanosekund.

### 5.3 BRALNO-PISALNI POMNILNIK RAM

Bralno pisalni pomnilnik omogoča neposreden in hiter dostop do podatkov – od 5 ns do 100 ns. Zgrajen je iz elektronskega vezja, ki je v obliki čipa vgrajeno v računalnik.

Naloga bralno-pisalnega pomnilnika je:

- pomnjenje programov ki se izvajajo,
- shranjevanje delovnih podatkov in rezultatov.

Tehnologije pomnilnikov so se skozi čas močno spreminjale, kar se je kazalo tudi v imenih (DRAM, SRAM, SDRAM, ...).

#### 5.3.1 DRAM (Dynamic RAM)

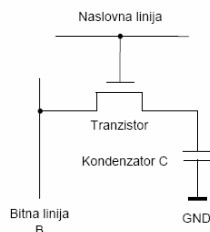
Tehnologija DRAM zahteva redno osveževanje pomnilne celice. Pri tej tehnologiji lahko dosežemo velike kapacitete pomnilnih celic, potrebujemo pa redno osveževanje vrednosti vsake pomnilne celice. DRAM potrebuje za hranjenje enega bita en tranzistor in kondenzator. Za shranjevanje izkorišča parazitno kapacitivnost, ki jo hrani v kondenzatorju. Ker kondenzatorji niso polni, ves čas izgubljajo naboj in s tem tudi shranjene podatke. Zato ima pomnilniški sistem DRAM dodatno vezje, ki periodično prebere in ponovno zapiše vse



vrednosti. Tako se vsi naboji v kondenzatorjih obnovijo - ta postopek se imenuje osveževanje pomnilnika. Pomnilnik se mora osvežiti vsakih 15 ms. Za osveževanje dinamičnega pomnilnika poskrbi posebno vezje - krmilnik na severnem polu matične plošče.

Danes uporabljamo DRAM kot glavni pomnilnik v računalnikih zaradi cenenosti in visoke gostote bitov, ki jih lahko zapišemo na čip. Trenutno največja količina DRAMA na enem čipu znaša 2 GB in vsebuje preko milijardo tranzistorjev.

DRAM (Dinamični RAM)  
pomnilniška celica



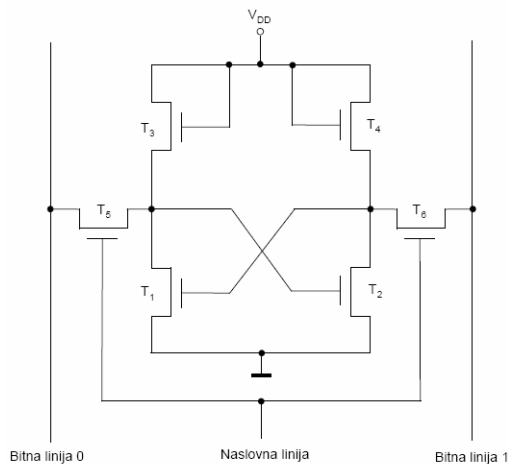
Slika 17: Shema dinamičnega pomnilnika RAM

Vir: <http://www.radio-electronics.com/info/data/semicond/memory/dram-memory-cell.gif>

### 5.3.2 SRAM (Static RAM)

Pri tehnologiji SRAM pa je vezje za en bit sestavljeno iz več tranzistorjev, ki hranijo shranjeno vrednost in jih ni potrebno osveževati tako kot pri DRAM. Prednost SRAM je v njegovi hitrosti. Vendar vezje SRAM potrebuje več moči in proizvede več toplote. V primerjavi z DRAM je izdelava SRAMA okoli 30-krat dražja, gostota tiskanja 30-krat manjša ter hitrost 10-krat večja.

SRAM (Statični RAM)  
pomnilniška celica



Slika 18: Shema statičnega pomnilnika

Vir: <http://www.cedcc.psu.edu/khanjan/sram.gif>

Zaradi hitrosti delovanja uporabljamo statični RAM v predpomnilnikih. Predpomnilnik je pomnilnik, ki je neposredno vgrajen v procesorju in služi kot vmesnik med glavnim pomnilnikom in procesorjem. Njegova naloga je, da podaja podatke procesorju ter istočasno pobira nove podatke iz pomnilnika. Zaradi velike hitrosti dostopa, poteka branje in zapisovanje v predpomnilnik z enako hitrostjo-frekvenco, kot jo ima procesor. Če

predpomnilnika ne bi bilo, mora procesor čakati na podatke iz pomnilnika s tako imenovanimi čakalnimi cikli (angl. wait states). Današnji procesorji imajo 3-nivojsko strukturo predpomnilnika:

- **L1** - vgrajen neposredno v jedro procesorja in dela z enako frekvenco kot procesor,
- **L2** - na začetku vgrajen na osnovno ploščo (386 in 486) in deluje s frekvenco vodila osnovne plošče s frekvenco 800 MHz, današnji Pentium in AMD procesorji imajo L2 predpomnilnik vgrajen na procesorski plošči enako kakor L1 predpomnilnik,
- **L3** - predpomnilnik je Intel vgrajeval v procesorje serije Extreme.

### 5.3.3 Branje in zapisovanje v DRAM

Vsaka pomnilna celica ima enoličen naslov, ki je sestavljen iz naslova vrstice in naslova stolpca. Ko je naslovljena želena celica se podatek po naslovnem vodilu prenese v začasni register (angl. buffer), ki gre nato po podatkovnem vodilu do zelenega cilja. Čas dostopa je običajno definiran kot čas, ki preteče od trenutka, ko pomnilnik dobi naslov, do trenutka, ko:

- je pri branju zahtevana informacija prisotna na izhodu pomnilnika,
- pri pisanju informacija na vhodu pomnilnika ni več potrebna.

## 5.4 VRSTE SODOBNIH POMNILNIKOV

Lastnosti pomnilniških elementov ocenjujemo glede na različne kriterije:

- hitrost dostopa,
- način dostopa,
- spremenljivost vsebine,
- obstojnost vsebine,
- zanesljivost.

### 5.4.1 Fast Page Mode DRAM

Pri standardnem dostopanju do DRAMa moramo nasloviti vrstico in stolpec celice. Čas dostopa je seštevek časa naslavljanja vrstice in stolpca. FPM DRAM izkorišča enkratno naslavljanje vrstice, spreminja se samo naslov stolpca. Na tak način naslavljammo celotne strani (angl. page) ter pospešimo branje in pisanje iz pomnilnika.

Dostop do pomnilnikov so v nadaljevanju zmanjšali z načinom "burst". Ta način izkorišča način zaporednega jemanja ukazov in podatkov iz računalnika tako, da naslednje tri lokacije prebere sočasno iz pomnilnika.

Zaradi tehničnih omejitev je vnaprejšnje branje omejeno na maksimalno 3 zaporedne podatke. Tako nam podatek na pomnilniku 5-3-3-3 pove, da za branje prvega podatka potrebujemo 5 procesorskih ciklov, za ostale tri zaporedne pa 3 procesorske cikle.

### 5.4.2 Extended Data Out RAM (EDO)

EDO RAM nadgrajuje FPM RAM tako, da se branja lahko prekrivajo, za kar skrbi dodatno vezje na matični plošči. V času branja podatka, posebno vezje omogoča naslavljanje novega podatka kar zmanjša čas dostopa za en urin cikel ali za dobrih 20 %. Namesto 5-3-3-3 je z izboljšavo čas dostopa 5-2-2-2. Prvi EDO RAM je bil uporabljen leta 1995 za Pentium računalnike.

### 5.4.3 Synchronous RAM (SDRAM)

SDRAM je dramatično izboljšal dostopni čas glede na FPM in EDO RAM. Njegova glavna lastnost je, da dela sinhronizirano z pomnilnim vodilom ter tako zmanjša čakalne čase. Namesto 5-3-3-3 je z izboljšavo čas dostopa 5-1-1-1. Tako se je zmanjšal čakalni čas za dodatnih 20 %. Leta 1998 je zasedel EDO RAM, ki se je poslovil od proizvodnje.

### 5.4.4 Double Data Rate (DDR SDRAM)

Z novo tehnologijo imenovano JEDEC (Joint Electronic Device Engineering Council), katere naloga je postala standardizacija pomnilniških tehnologij, lahko v enem urinem prenesemo dva podatka iz pomnilnika. Prvi zametki DDR tehnologije so se pojavili na grafičnih karticah, šele leta 2002 s podporo matičnih plošč so proizvajalci začeli masovno uporabljati tehnologijo DDR. Standard DDR ima na pomnilniški ploščici 184 nožic.

Razlika med DDR-om in predhodnikom SDRAM je v tem, da DDR prenaša podatke tako ob začetku urinega cikla (vzpon pulza) kot ob zaključku urinega cikla (padec pulza), s čimer pravzaprav dosega dvakrat boljše rezultate od enako hitrega pomnilnika SDRAM.

Tabela 6: Seznam različnih vrst pomnilnikov s karakterističnimi vrednostmi

Module Standard	Module Format	Chip Type	Clock Speed (MHz)	Cycles per Clock	Bus Speed (MT/s)	Bus Width (Bytes)	Transfer Rate (MBps)
PC1600	DDR DIMM	DDR200	100	2	200	8	1,600
PC2100	DDR DIMM	DDR266	133	2	266	8	2,133
PC2400	DDR DIMM	DDR300	150	2	300	8	2,400
PC2700	DDR DIMM	DDR333	166	2	333	8	2,667
PC3000	DDR DIMM	DDR366	183	2	366	8	2,933
PC3200	DDR DIMM	DDR400	200	2	400	8	3,200
PC3500	DDR DIMM	DDR433	216	2	433	8	3,466
PC3700	DDR DIMM	DDR466	233	2	466	8	3,733
PC4000	DDR DIMM	DDR500	250	2	500	8	4,000
PC4300	DDR DIMM	DDR533	266	2	533	8	4,266

Vir: Mueller, 2008, 771

### 5.4.5 Double Data Rate 2 (DDR2 SDRAM)

DDR2 je pohitrena različica DDR izvedenke pomnilnika. Hitrost prenosa je še vedno dvakratna glede na urin cikel. Z zmanjšanjem slabljenja signalov in zmanjšanjem šuma so dosegli povečane hitrosti prenosa. Zaradi dodatnih pogojev so povečali število nožnih priključkov na pomnilniški ploščici. DDR 2 standard ima 240 nožic.

### 5.4.6 Double Data Rate 3 (DDR3 SDRAM)

DDR 3 je trenutno zadnji najnovejši JEDEC standard na tržišču. Njegova bistvena prednost se kaže pri izredno majhni porabi energije ter delovanju na visokih frekvencah cca 1,3 MHz in več.

Število nožic se je seveda povečalo.

### 5.4.7 RAMBUS DRAM (RDRAM)

RDRAM je obljubljal prenosne hitrosti do 800 MHz. Intel je 1997 začel licencirati RAMBUS in tako postavil de facto standard v računalniški industriji. RDRAM je bil uporabljen pri procesorjih Pentium III, Xeon in pri nekaterih procesorjih Pentium 4, vendar ga je Intel v začetku 2001 opustil, saj je bil RDRAM veliko predrag, poleg tega pa teoretičnih hitrosti ni mogel doseči v praksi.

## 5.5 POMNILNIŠKI MODULI

Razvoj in napredek sta vplivala tudi na pomnilnik. Spremembe pa ne vplivajo le na njegovo hitrost (kot recimo pri procesorjih), temveč tudi na sestavo, kapaciteto in način pakiranja ter način komunikacije z drugimi deli računalnika.

V starejših PC-jih – 486 in prvih Pentiumih – so bili prvi pomnilniški moduli, ki so prinesli obliko, pri kateri vztrajajo tudi sodobni pomnilniki. Ti moduli z imenom SIMM (Single In-line Memory Module) so imeli 32-bitno vodilo med pomnilniškimi čipi in matično ploščo.

Predhodniki SIMM-ov so bili 16-bitni SIPP (Single In-line Pin Package). Vsi, ki se SIPP-ov še spomnijo, se takoj spomnijo težav, ko smo katero izmed 72 nožic med vtikanjem v drobne luknjice kontaktov po nesreči zvrli ali celo odlomili. Zadnja različica pomnilniških čipov je DIMM (Double In-line Memory Module). SIMM obstaja v dveh fizičnih različicah, 30-pinski in 72-pinski, DIMM pa obstaja v treh različicah: 168, 184 in 240-pinska podnožja.

Zanesljivost pomnilnikov lahko povečamo z uporabo kod za detekcijo in korekcijo napak ECC (Error Correcting Codes), ki se uporabljajo v glavnem in pomožnih pomnilnikih.

## 5.6 ASOCIATIVNI POMNILNIK

Asociativni pomnilnik nima naslovov. Pri dostopu podamo del vsebine pomnilniške besede in pomnilnik poišče besedo v kateri se del besede ujema s podanimi biti. To je naslovljena beseda, v katero se nato piše ali iz nje bere. Če besede s podano vsebino ni v pomnilniku, dostop ni možen in pomnilnik to sporoči s posebnim signalom. Primerjava bitov (iskanje vsebine) je v asociativnem pomnilniku realizirana elektronsko in je zelo hitra. Podani biti vsebine se paralelno (hkrati) primerjajo z vsebino vseh besed pomnilnika, zato za iskanje ni potrebno zaporedoma brati vsebin besed.

## 5.7 POVZETEK

### 5.7.1 Kaj smo se naučili

Vsak računalniški sistem potrebuje pomnilnik, kjer so shranjeni podatki in ukazi. Glede na tehnologijo izdelave ločimo dinamične DRAM in statične pomnilnike SRAM. Tehnologija dinamičnega RAMa omogoča veliko gostoto elementov, potrebuje pa osveževanje, da se informacija ohrani. Statični RAM je hitrejši, ne potrebuje osveževanja, a ne dopušča velikih kapacitet. Kapacitete pomnilniških čipov so z vsakim letom večje. Vedno večje frekvence, s katerimi delujejo procesorji, zahtevajo zmanjševanje dostopnih časov pomnilniških elementov. Delovanje procesorjev in pomnilnika moram biti natančno usklajeno, če želimo iz računalnika iztisniti optimalno delovanje.

### 5.7.2 Vprašanja za razmislek in ponavljanje

1. Kakšna je razlika med statičnim in dinamičnim pomnilnikom?
2. Kako so dosegli povečanje hitrosti dostopa pri DDR SDRAM?
3. Kako lahko predpomnilnik pospeši delovanje računalniškega sistema?
4. Koliko predpomnilnika pričakujete v sodobnem računalniku?
5. Kakšne so trenutno zadnje lastnosti pomnilnikov na tržišču?
6. Kako se razlikujeta asociativni in klasični pomnilnik?

### 5.7.3 Več informacij za razširitev znanja

1. [www.kingston.com](http://www.kingston.com)
2. [www.apacer.com](http://www.apacer.com)
3. [www.corsair.com](http://www.corsair.com)

## 6 VHODNO IZHODNA VODILA

### 6.1 PREDSTAVITEV POGlavJA

Računalniška vodila so v zadnjem času dosegla izjemen razvoj, ki so jih zahtevale potrebe po veliki količini prenesenih podatkov. Zahtevnost uporabnikov pri grafičnem oblikovanju, igranju grafično zahtevnih iger in 3D modeliranju so povzročili konstanten razvoj vodil, ki so bila zmožna prenesti čim večjo količino informacij. Še nedavno so grafične kartice delovale na AGP in PCI, ki jih danes praktično ne srečamo več.

Računalniški sistem je sestavljen iz osnovne plošče, na katero priključujemo preko raznovrstnih vodil računalniške naprave. Spoznali bomo procesorsko vodilo FSB (Front Side Bus), vodila za priključevanje dodatnih kartic (AGP, PCI, PCI-x, ...) ter pomembna vodila in standarde za priključevanje diskov in DVD naprav (ATA, SATA in SCSI).

### 6.2 UVOD

Računalniške komponente so med seboj povezane s prenosnimi povezavami. Posamezne komponente v računalniku morajo imeti specifične medsebojne povezave zaradi hitrosti prenosov ter električnih lastnosti. Povezave je treba realizirati tako, da omogočajo v danem času prenesti kar največ podatkov. Količino informacije, ki jo je mogoče prenesti po prenosni poti, lahko povečamo na dva načina:

- s krajšanjem časa, ki je potreben za en prenos (vpliva hitrost vezja),
- s povečanjem števila bitov, ki se prenesejo pri enem prenosu (od 8 - 256 in več).

Večina računalnikov uporablja za prenose skupno sistemsko vodilo (angl. system bus), na katero so priključene vse računalniške komponente. Fizično je vodilo izvedeno kot množica povezovalnih bakrenih žic, ki prenašajo električne signale. Širino vodila podajamo v bitih in vpliva na količino hkratnega prenosa podatkov. Hitrost prenosa pa določa takt vodila. Vodilo prenaša naslednje signale:

- naslovne signale, ki določajo lokacijo v pomnilniku,
- podatkovne signale za prenos podatkov,
- nadzorne in kontrolne signale za sinhronizacijo posameznih komponent računalnika.

Vodila imajo sledeče lastnosti:

- širina vodila širine vodila so 8, 16, 32, 64 in 128 bitov,
- hitrost prenosa 4, 8, 16, 33, 66, 133, 266, 512 ... MHz,
- obremenljivost, koliko naprav lahko priključimo na vodilo.

Ker je na vodilo priključenih več naprav, le to predstavlja ozko grlo, saj lahko po njem podatke hkrati prenaša samo ena naprava, hitrost pa je omejena s hitrostjo najpočasnejše med njimi. Zato mnogi računalniki uporabljajo več prenosnih poti in tako omogočajo istočasen prenos podatkov med več napravami hkrati. Vodila delimo na sledeče skupine:

- **Procesorsko sistemsko vodilo**, ki povezuje CPU, RAM in krmilnike vhodno/izhodnih naprav na sami matični plošči.
- **Vhodno/izhodno vodilo** (I/O vodilo) povezuje procesorsko vodilo in krmilnike vhodno/izhodnih naprav. To vodilo imenujemo tudi vmesnik, saj je povezava med računalnikom in zunanji napravami.
- **Zunanja vodila** povezujejo računalnik z napravami, ki so locirane izven računalnika ali izven matične plošče.

### 6.2.1 Procesorsko vodilo (FSB)

Glavni pospeševalec oziroma zaviralec delovanja celotnega računalnika je sistemsko vodilo, ki predstavlja ozko grlo sistema. Po njem se pretakajo informacije od procesorja do vseh naprav, ki so priključene na osnovno ploščo. Od širine in hitrosti vodila je odvisna izkoriščenost procesorja, s tem pa tudi hitrost delovanja računalnika.

FSB je najhitrejšo vodilo in predstavlja jedro nabora čipov na matični plošči. Uporablja ga procesor za vpisovanje in branje iz pomnilnika in zunanjega predpomnilnika.

Hitrosti delovanja FSB vodila so od 66 MHz do 1066 Mhz na najnovejših osnovnih ploščah. Širina vodila je odvisna od procesorja in je v sodobnih računalnikih 64-bitna.

### 6.2.2 AGP (Accelerated Graphic Port)

Sredi 1990 je bilo razvito namensko vodilo za zmogljive grafične kartice. Standard AGP se je z leti dopolnjeval in izboljševal. Začel je s taktom 66 MHz (AGP 1x), nato s 133 MHz (AGP 2x), sledi 266 MHz (AGP 4x) in zaključni s 533 MHz (AGP 8x). Maksimalna hitrost prenosa pri AGP x8 je bila 2,133 MBps.

Tabela 7: Različice vodila AGP ter frekvence delovanja

Vodilo	Širina vodila	Frekvenca d.	Kapaciteta prenosa
AGP	32-bitna	66 MHz	254,3 MB/s
AGP 2x	32-bitna	66x2 MHz	533 MB/s
AGP 4x	32-bitna	66x4 MHz	1,0 GB/s
AGP 8x	32-bitna	66x8 MHz	2,1 GB/s

Vir: Mueller, 2008, 811

### 6.2.3 PCI-Express (Peripheral Component Interconnect)

PCI-Express vodilo je tretja generacija razvoja PCI vodil. Osnova hitrost (PCI-Express 1x) vodila znaša 2,5 GBps. Hitrejši sistemi podpirajo PCI-Express (4x), s katero lahko prenašamo 10 GBps. PCI-Express grafične kartice uporabljajo 16x PCI Express vodilo, kar omogoča prenos podatkov do 40 GBps.

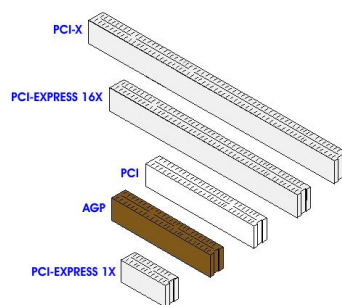
### 6.2.4 PCI-X

PCI-X predstavlja drugo generacijo v razvoju PCI vodil, ki je omogočilo hitrejšo hitrosti kot navadno PCI vodilo in je bilo popolnoma združljivo z osnovnim PCI vodilom.

Namenjeno je bilo strežnikom in delovnim postajam. Podpiralo je 32 in 64-bitno priključevanje. PCI-X prva generacija je delovala s taktom 133 MHz, naslednja generacija PCI-X vodila je podpirala hitrosti do 533 MHz.

### 6.2.5 PCI

S prihodom Intelovega procesorja 486 se je prvič pojavilo tudi PCI vodilo 32-bitno s taktom 33-MHz. Strežniki in delovne postaje so uporabljali PCI vodilo, ki je delovalo s taktom 66-MHz ter je bilo 64-bitno.



Slika 19: Reže in konektorji za priklop AGP, PCI in PCI-X vodila  
Vir: Mueller, 2008, 1005

Tabela 8: Različne vrste PCI vodil ter pripadajoče frekvence delovanja

**Table 4.76. PCI Bus Types**

PCI Bus Type	Bus Width (Bits)	Bus Speed (MHz)	Data Cycles per Clock	Bandwidth (MBps)
PCI	32	33	1	133
PCI 66MHz	32	66	1	266
PCI 64-bit	64	33	1	266
PCI 66MHz/64-bit	64	66	1	533
PCI-X 64	64	66	1	533
PCI-X 133	64	133	1	1066
PCI-X 266	64	133	2	2132
PCI-X 533	64	133	4	4266
PCI-Express	1	2500	0.8	250
PCI-Express	16	2500	0.8	4000
PCI-Express	32	2500	0.8	8000

Vir: Mueller, 2008, 1095

### 6.2.6 Micro Channel Architecture Bus MCA

S prihodom procesorja 386 ter povečane frekvence delovanja je postalo ISA vodilo prepočasno. Namesto nadgradnje ISA 16-bitnega vodila je IBM razvil nov tip vodila MCA.

### 6.2.7 EISA Extended Industry Standard Architecture

EISA vodilo je bilo razvito kot konkurenčno vodilo nasproti vodilu MCA, ki ga je na trg poslal IBM. Razvilo ga je podjetje Compaq, ki je želelo prevzeti pobudo proizvodnje osebnih računalnikov. 32-bitno EISA vodilo je bilo združljivo tudi s starejšim ISA standardom, ki je delovalo s frekvenco 8,4 MHz in zmoglo prenesti 33 MBps.

### 6.2.8 Vesa Local BUS (Video Electronics Standards Association)

Vodilo VLB je bilo popularno od leta 1992 do leta 1994. Podjetje NEC je bistveno doprineslo pri razvoju VL vodila. VL vodilo je bilo namenjeno prenosu video signala. Bilo je 32-bitno, s frekvenco delovanja 33 MHz in zmožno prenesti do 133 MBps. Prvič se je pojavilo v računalnikih s procesorjem 486.

### 6.2.9 ISA (Industry Standard Architecture)

Prvo vodilo, ki je nastalo leta 1984 z osebnim računalnikom. ISA vodilo je imelo podatkovno vodilo široko 8 bitov ter delovalo s hitrostjo 4,7 MHz. Nekaj let za tem so vodilo nadgradili na 16-bitno ter pospešili frekvenco delovanja za 2 krat na 8,4 MHz. Danes ISA vodila v računalnikih praktično ne zasledimo več.

### 6.3 PRIKLJUČEVANJE DISKOV IN OSTALIH NAPRAV

Računalniški vmesniki so namenjeni povezovanju zunanjih računalniških z računalnikom. Želimo si, da bi bili čim hitrejši, po drugi strani pa tudi čim cenejši in čim bolj enostavni. Z nastankom digitalnega videa se je rodila nuja po hitrem, cenemem in zanesljivem prenosu velikih količin podatkov med računalnikom in zunanjimi napravami – videokamerami.

Zunanje pomnilniške enote (diski, pogoni CD, DVD, ZIP, disketne enote, tračne enote itd.) v osebnih računalnikih za povezavo z matično ploščo uporabljajo standard IDE, SATA, SCSI, USB, firewire ipd.

#### 6.3.1 IDE (Integrated Drive Electronics) ATA

Izmenjavo podatkov med trdim diskom in procesorjem je prvi definiral standard IDE (Integrated Drive Electronics) oziroma EIDE (Enhanced IDE). Sam IDE ne označuje konkretnega standarda za strojno opremo, ampak industrijsko specifikacijo za vmesnike, poznano pod oznako ATA (AT Attachment). ATA ima originalno 16-bitno vodilo, kar pomeni, da je oddajal in sprejemal sočasno 16 bitov. Standardu ATA zaradi vzporednega prenosa pravimo tudi PATA (Paralel ATA).

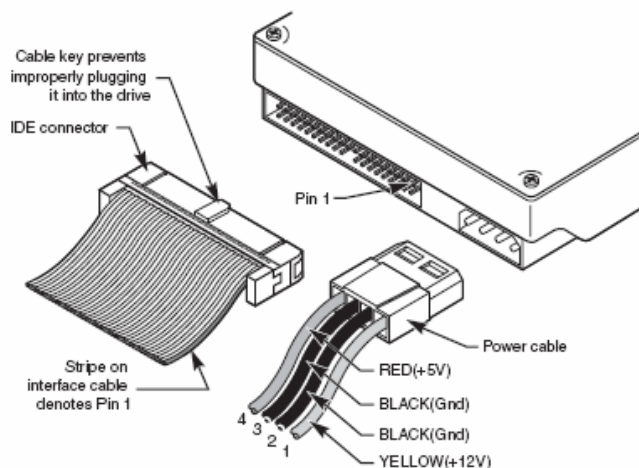
Tabela 9: Razvoj standarda ATA in pripadajoče frekvence delovanja

Standard	Alternativno ime	MB/s
pre-ATA	IDE	3, 3
ATA-1	ATA, IDE	8, 3
ATA-2	EIDE, Fast ATA, Fast IDE, Ultra ATA	16, 7
ATA-3	EIDE	16, 7
ATA/ATAPI-4	ATA-4, Ultra ATA/33	33, 6
ATA/ATAPI-5	ATA-5, Ultra ATA/66	66, 6
ATA/ATAPI-6	ATA-6, Ultra ATA/100	100
ATA/ATAPI-7	ATA-7, Ultra ATA/133	133
ATA/ATAPI-8	ATA-8 Ultra ATA/166	166

Vir: Mueller, 2008, 1081

Ponavadi sta na osnovni plošči dve vtičnici s po 40 luknjicami, v katere lahko priključimo do 4 naprave (dve glavni in dve podrejene). Naprave priključimo s ploščatim 80-žilnim kablom, na katerem je vsaka druga žica ozemljena, kar preprečuje presluhe med sosednjimi žicami in izboljša kakovost prenesenega signala (če bomo za priključitev uporabili navadni 40-žilni kabel, bo vmesnik samodejno preklopil v počasnejši način ATA 33). Pomemben je tudi vrstni red priključitve naprav. Glavni (master) mora biti na koncu kabla, podrejene pa na srednjem priključku.





Slika 20: Priklop naprave na ATA vodilo  
Vir: Mueller, 2008, 975

Na matični plošči imamo dva priključka za ATA vodilo, na katero lahko priključimo 4 diske ali kombinacijo 4 naprav, npr. CD, DVD ipd. Na vsakem členu moramo izbrati gospodarja vodila (angl. master device) in podložnika (angl. slave). Na enem ATA priključku sta lahko skupaj samo gospodar in podložnik. Temu primerno moramo preklopiti tudi pin konektorje na napravi. Proti koncu življenjskega ciklusa ATA standarda so razvili kabel, ki je glede na pozicijo priključka samo določil ali je gospodar ali podložnik. Na napravi smo morali preklopiti priključke na "cable select".

### 6.3.2 SATA (Serial ATA)

Desetletno prevlado standarda PATA je aprila 2003 nadomestil novi standard SATA, ki je premaknil hitrosti prenosa podatkov na višje nivoje. SATA je vodilo, ki pošilja podatke po kablu zaporedno, zato lahko dosega tudi višje hitrosti.

Tabela 10: razvoj vodila SATA ter pripadajoče frekvence delovanja

Serial ATA Type	Signal Rate (Gbps)	Bus Width (Bits)	Bus Speed (MHz)	Data Cycles per Clock	Bandwidth (MBps)
SATA-150	1.5	1	1500	1	150
SATA-300	3.0	1	3000	1	300
SATA-600	6.0	1	6000	1	600

Vir: Mueller, 2008, 1022

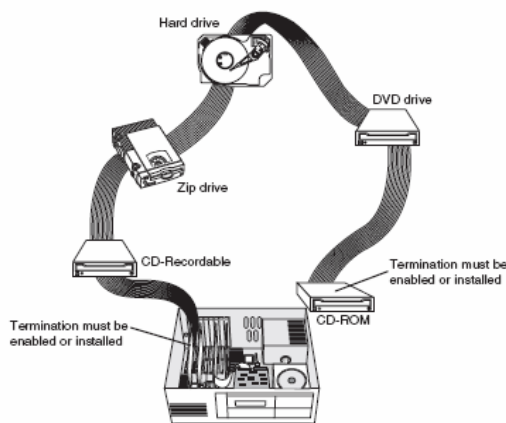
Žal so se spremenili tudi priključni kabli glede na PATA standard, zato ni možno priključevati neposredno PATA naprave na Sata vodila in obratno.

### 6.3.3 SCSI (Small Computer Systems Interface).

Priljubljena, a ne ravno najcenejša možnost za povezovanje zunanjih in notranjih računalniških naprav, je bil že od začetka osemdesetih let vmesnik SCSI (Small Computer Systems Interface). V svoji prvotni različici je bil namenjen povezovanju največ sedmih dodatnih zunanjih naprav, ki so bile nanizane v verigi. V naslednjih različicah so vmesnik SCSI nadgradili in je omogočal vedno večje hitrosti prenosa ter večje število priključenih naprav.

Začetna različica vodila SCSI je imela 8-bitno širino, nato pa se je razširil na 16-bitov. Taka pohitritev je po eni strani enostavna (protokol ostane enak, celo frekvenca prenosa podatkov

je lahko enaka), po drugi strani pa nastane težava s sinhronizacijo povezav oziroma s presluhom.



Slika 21: Priklop več naprav na SCSI vodilo  
Vir: Mueller, 2008, 971

Poglavitne slabosti SCSI vmesnika so torej precejšnja debelina in omejena dolžina kablov ter nujnost zaključevanja verige SCSI s posebnimi končniki (terminatorji) in nujnost enoličnega označevanja posameznih členov v verigi (SCSI ID) s strani uporabnika. Ne nazadnje je preprečevala večjo priljubljenost vmesnika tudi razmeroma visoka cena.

Vmesnik SCSI je bil še posebej razširjen v Applovih računalnikih Macintosh, saj ga je imel praktično vsak model Macov od prihoda na trg leta 1984 pa vse do leta 1998. Pri računalnikih PC je bila ta rešitev na voljo le v dražjih modelih. Poleg diskov so z vmesnikom SCSI delovali tudi zmogljivejši optični čitalniki, tračne enote, zmogljivi tiskalniki in prvi rodovi zapisovalnikov plošč CD-R.

Tabela 11: SCSI standard in pripadajoči karakteristični podatki,

Vmesnik	Alternativno ime	Specifikacija	Konektor	Širina (bitov)	Frekvenca	Hitrost
SCSI-1	Narrow SCSI	SCSI-1 (1986)	IDC50; Centronics C50	8	5 MHz	5 MB/s
Fast SCSI		SCSI-2 (1994)	IDC50; Centronics C50	8	10 MHz	10 MB/s
Fast-Wide SCSI		SCSI-2; SCSI-3 SPI (1996)	2 x 50-pin (SCSI-2); 1 x 68-pin (SCSI-3)	16	10 MHz	20 MB/s
Ultra SCSI	Fast-20	SCSI-3 SPI	IDC50	8	20 MHz	20 MB/s
Ultra Wide SCSI		SCSI-3 SPI	68-pin	16	20 MHz	40 MB/s
Ultra2 SCSI	Fast-40	SCSI-3 SPI-2 (1997)	50-pin	8	40 MHz	40 MB/s
Ultra2 Wide SCSI		SCSI-3 SPI-2	68-pin; 80-pin (SCA/SCA-2)	16	40 MHz	80 MB/s
Ultra3 SCSI	Ultra-160; Fast-80 wide	SCSI-3 SPI-3 (1999)	68-pin; 80-pin (SCA/SCA-2)	16	40 MHz DDR	160 MB/s
Ultra-320 SCSI		-2002	68-pin; 80-pin (SCA/SCA-2)	16	80 MHz DDR	320 MB/s
Ultra-640 SCSI		-2003	68-pin; 80-pin	16	160 MHz DDR	640 MB/s

Vir: Mueller, 2008, 998

### 6.3.4 SAS (Serial Attached SCSI)

Tudi paralelnim SCSI napravam je podobno kakor PATA napravam, potekel čas. Nadomestil jih je SAS (Serial Attached SCSI), ki je vzdignil hitrosti delovanja. Število prenesenih podatkov se je dvignilo na 3 GBps, celo do 15 GBps.

### 6.3.5 Firewire

Da bi zaobšli slabosti vodila SCSI, so pri Applu od srede osemdesetih let razvijali tehnologijo novega zaporednega vodila za zunanje računalniške naprave. Rezultat deset let trajajočega razvoja je protokol za prenos podatkov IEEE 1394, ki ima tudi prijaznejši imeni, **firewire** pri Applu in i.Link pri Sonyju. Prvič so vmesnik firewire širši javnosti predstavili že na računalniškem sejmu Comdex leta 1995. Firewire je cenejši od tehnologije SCSI, z njim lahko v verigo povežemo več enot (do 63 na eno kartico), kabli so tanjši in premostijo večje razdalje. Za razliko od vodila SCSI, ki vzporedno prenaša več bitov, je novi vmesnik zaporeden.

## 6.4 POVZETEK

### 6.4.1 Kaj smo se naučili

V računalniku so CPE, glavni pomnilnik in V/I sistem med seboj povezani. Te povezave tvorijo tako imenovane prenosne poti, po katerih se prenašajo podatki. Od širine in hitrosti vodila je odvisna izkoriščenost procesorja, s tem pa tudi hitrost delovanja celotnega računalnika. Prenosne povezave so lahko realizirane kot povezava točka v točko ali kot vodilo (angl. bus) preklop več enot na skupno prenosno pot preko odcepov. Prenosi so lahko implementirani kot:

- vzporedni ali paralelni,
- zaporedni ali serijski.

Vodila za priključitev zunanjih enot, so se od prvega osebne računalnika do danes zelo intenzivno zamenjevala in spreminjala. Gonilna sila razvoja je bila razviti čim hitrejšo vodilo, ki bi uspelo v čim krajšem času prenesti čim večje število podatkov, ker so zunanje naprave zahtevale velike količine prenosa podatkov. Prvo vodilo za priključevanje zunanjih naprav je bilo ISA, sledilo je EISA in VLB. Grafične kartice so uporabljale vodilo tipa AGP. Trenutno je aktualno vodilo PCI, ki se je pojavilo že leta 1993 in njegov razvoj še vedno poteka. Vodilo PCI podpira standard samodejne nastavitve "Plug & Play", ki sta ga uvedla Intel in Microsoft.

Diske in CD/DVD naprave smo še nedolgo nazaj priklapljali v računalniški sistem z ATA standardom. Nekaj leta nazaj ga je uspešno zamenjal ter povečal prenos podatkov SATA/SATA2 standard.

V strežnikih ter dražjih sistemih se je uveljavil SCSI standard, ki omogoča boljše performanse kot takratni IDE standard. V primerjavi s SATA2 standardom ni več bistvenih razlik, zato se danes tudi v strežniške sisteme vgrajuje SATA2 diske, ki so cenovno veliko bolj ugodni.

### 6.4.2 Vprašanja za razmislek in ponavljanje

1. Razložite pomen systemskega vodila.
2. Kaj je ozko grlo sistema?
3. Kakšne prednosti ima PCI vodilo pred ISA vodilom?
4. Kakšne so razlike med ATA in SATA?
5. Kdaj bi se odločili za SCSI in kdaj za SATA2?
6. Kakšni so trenutne trendi za priključevanje grafičnih kartic?
7. Kakšna je bistvena prednost SCSI krmilnika pred ATA ali SATA?

8. Koliko SCSI naprav lahko priključimo na en krmilnik?
9. Kako bi priključili tri diske na ATA krmilnik?

#### **6.4.3 Več informacij za razširitev znanja**

1. <http://www.t10.org/scsi-3.htm>
2. <http://www.ata-atapi.com/>
3. <http://computer.howstuffworks.com/firewire2.htm>
4. <http://www.beyondlogic.org/usbnutshell/usb2.htm>

## 7 NAPRAVE IN MEDIJI ZA MASOVNO SHRANJEVANJE PODATKOV

### 7.1 PREDSTAVITEV POGLAVJA

Kaj je lahko pomembnejše od naprave, ki hrani naše podatke? Pomembnost in količina dokumentov nenehno naraščata, zato je obvladovanje shranjevanja toliko bolj pomembna. Pri diskah moramo poleg kapacitete upoštevati še predpomnilnik, priključni standard in količino predpomnilnika, ki vplivajo na hitrost prenašanja podatkov.

Poglavje predstavlja princip delovanja trdih diskov, kako lahko povečamo njihovo zanesljivost, če jih združujemo v redundantna polja (RAID). Podrobno so predstavljene tudi optične naprave CD in DVD, principi delovanja zapisovanja ter kratek zgodovinski razvoj. Na koncu poglavja so predstavljene tračne enote ter bliskovne "Flash kartice".

### 7.2 UVOD

Trajni ali zunanji pomnilniki so pomnilni mediji, ki lahko hranijo podatke tudi po izklopu napetosti. Izraz zunanji se je uveljavil v času, ko so bili ti pomnilniki fizično ločeni od centralne enote. Danes so trajni pomnilniki večinoma vgrajeni v skupno ohišje. Omogočajo poceni in trajno shranjevanje večjih količin podatkov. Trajne pomnilnike delimo na:

- **stalne**, kjer sta pomnilni medij in bralno zapisovalna pogonska enota združena v eno enoto,
- **izmenljive**, kjer sta pomnilni medij in bralno zapisovalna pogonska enota ločeni, npr. disketa in disketnik, CD, DVD.

Ločimo sledeče način zapisa pri trajnih enotah:

- **elektro/magnetni**, nosilec pomnilnega medija je prevlečen s tanko magnetno plastjo, v katero bralno / pisalne glave zapisujejo ali berejo podatke. Pomnilni medij omogoča poljubno branje in pisanje,
- **svetlobni**, pisanje in branje podatkov s pomočjo laserja. Ker je za pisanje potrebna večja jakost žarka, se uporabljajo predvsem kot bralni pomnilniki CD/DVD.

### 7.3 TRDI DISKI

Programi in podatki so se prvotno hranili v obliki luknjic na kartonskih karticah ali trakovih. Računalnik je imel priklopljeno posebno namensko napravo za branje in luknjanje papirnih kartic. Luknjane kartice so vsebovale podatke, ki jih je računalnik spreminjal v binarne podatke.

Razvoj elektromagnetnih naprav za shranjevanje podatkov je povzročil revolucijo v računalniški tehnologiji. Snemanje podatkov na trakove je izjemno podobno kot snemanje zvočnega zapisa, le da se na trak snemajo binarni podatki.

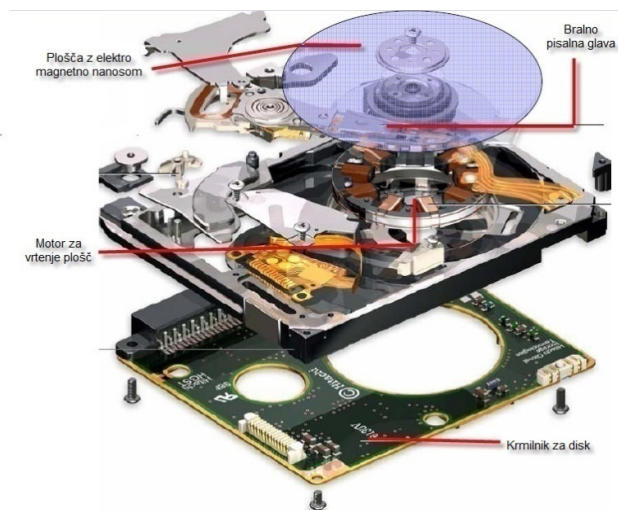
Magnetni trakovi se še danes uporabljajo predvsem za arhiviranje, kjer ni pomembna hitrost dostopa do podatkov. Podatki so na traku zapisani zaporedno, kar pomeni, če potrebujemo podatek na koncu traku, moramo trak previti skoraj do konca traku. Velik napredek pri dostopu do podatkov so dosegli s mehкими diski. Velika težava mehkih diskov so bili slaba zanesljivost ter majhnih kapacitet.

Ključni tehnološki preobrat, ki je omogočil zasnovo trdih diskov današnjega časa, se je zgodil v zgodnjih 50-ih, ko so razvijalci podjetja IBM ugotovili, da je s pravilno obliko glave možno doseči viseč oziroma odmaknjen položaj glave od površine diska. V spodnji tabeli so zapisani poglavitni tehnološki mejniki razvoja trdi diskov.

- Pfleumer 1928: patent za magnetni trak - papirnat trak, na katerega je bil nanešen magnetni prah.
- AEG 1935: prvi magnetofon "Magnetophon K1" firma.
- Morris 1947: prvi magnetni boben 2300 bit/palec, 3000 obr/min.
- IBM 1955: prvi magnetni disk RAMAC (Random Access Method of Accounting and Control) - IBM 350.
- IBM 1969: Floppy disk 8".
- IBM 1973: Winchester disk - winchester bralno-pisalna glava.
- IBM 1979: Tankoplastna (thin film) bralno-pisalna glava.
- IBM 1991: MR (magneto-resistivni efekt).
- IBM 1997: GMR (Giant MR) bralna glava.
- Hitachi 2005: Vertikalno (perpendicular) zapisovanje.

Magnetni disk je od leta 1950 naprej najpomembnejša vrsta pomožnega pomnilnika, ki uporablja direktni dostop - kombinacija zaporednega in krožnega dostopa. Sestavni deli diska so:

- plošče z magnetnim medijem in bralno-pisalne glave,
- elektronika za branje in pisanje,
- elektromehanski servo in krmilni sistem,
- krmilnik in vmesnik do vodila.



Slika 22: Notranja shema sestavnih delov trdega diska

Vir: Škraba, 2002, 18

Trdi disk uporablja okrogle ravne plošče, ki so prevlečene s posebnim medijskim materialom, ki je zasnovan tako, da je sposoben hranjenja informacije v obliki magnetnih vzorcev. Plošče so nameščene na gred pogona, ki je povezana z motorjem. Le-ta pa omogoča rotacijo plošč z visoko hitrostjo.

Posebne elektromagnetne bralno/pisalne naprave, ki jih imenujemo glave, so nameščene na drsnikih in se uporabljajo ali za zapisovanje ali za branje informacije.

Drsniki glav so nameščeni na posebne roke glav, ki pa so medsebojno povezane in nameščene na ročico. Zraven je še kontrolna plošča, ki nadzoruje delovanje ostalih komponent in komunicira z osebnim računalnikom.

### 7.3.1 Organizacija podatkov

Vsaka plošča ima dve glavi in sicer eno na zgornji in eno na spodnji strani. Vsaka od plošč ima podatke posnete v obliki koncentričnih grogov, ki jih imenujemo sledi. Vsaka sled je nadalje razdeljena na manjše dele, ki jih imenujemo sektorji in vsak od teh hrani 512 B informacij. Sektorji se v procesu branja združujejo v večje skupine.

Za določitev položaja podatkov na trdem disku je tako potrebno kar nekaj prevajalnih korakov, preden se lahko izvede končna zahteva na sam pogon.

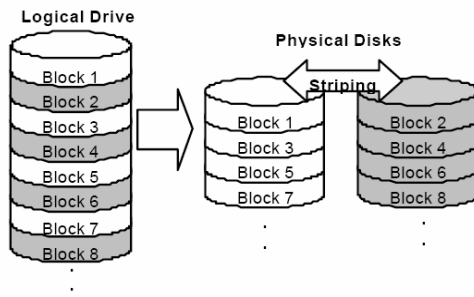
Naslov končne zahteve znotraj pogona se izraža v terminih geometrije. Geometrija pogona se v splošnem izraža v terminih cilindra, glave in sektorja, ki ga sistem želi prebrati. Dostop do podatkov na disku sestavljajo trije koraki:

- iskanje sledi pomik glave na želeno sled (cilinder), povprečni iskalni čas je 8-15 ms;
- vrtilna zakasnitev (latenca), povprečna vrtilna zakasnitev je  $\frac{1}{2}$  časa enega obrata;
- prenos podatkov, čas prenosa je odvisen od notranje prenosne hitrosti in števila prenesenih sektorjev.

### 7.3.2 Redundatna diskovna polja

Disk je edina mehanska naprava v računalniku, ki ima najkrajšo življenjsko dobo ter izredno pomembno funkcijo shranjevanja podatkov. Za povečanje zanesljivosti delovanja računalniškega sistema moramo poskrbeti, da v primeru odpovedi diska, sistem še vedno deluje. Razvitih je bilo veliko redundantnih možnosti, med katerimi so najpomembnejše sledeče:

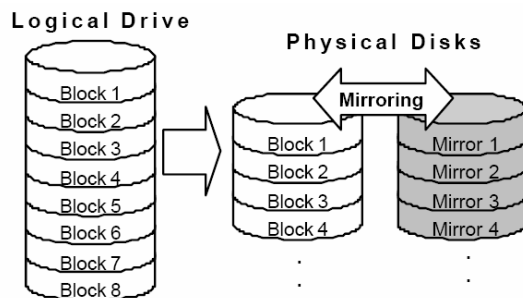
- **Striped RAID 0** - razcepi podatke na več diskov kar zelo pohitri delo, vendar ne omogoča nobene zaščite. V takšnem polju lahko uporabimo od dveh pa do 32 diskov. Takšno polje nato zgleda kot en sam velik logični disk na katerega se shranjujejo podatki. Ker se podatki zapišejo na več fizičnih diskov se zelo pospeši delo s programi, ki zahtevajo veliko dostopov do podatkov na disku. Takšno polje na žalost ni preveč zanesljivo, kajti, če en disk v polju odpove, ne moremo nikakor več uporabljati podatkov, ki so zapisani na drugih diskih s katerimi je tvoril polje.



Slika 23: Raid 0

Vir: Bergles, Bojanc, 2006, 76

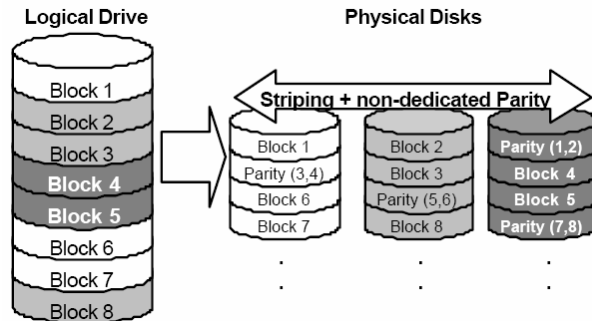
- **Mirror/Duplex RAID 1** - omogoča zrcaljene podatkov. Polje diskov razdelimo na dva dela, od katerih je en del zrcalna kopija drugega dela. S tem načinom zagotovimo najosnovnejšo zaščito podatkov. Ker je dvojno zapisovanje podatkov na diske lahko zelo počasno se velikokrat uporablja duplexing, kjer ima vsak zrcalni disk svoj krmilnik. Kadar pri takšnem polju pride do napake pri branju na prvem disku prebere operacijski sistem podatke z njegovega zrcalnega diska.



Slika 24: Raid 1

Vir: Bergles, Bojanc, 2006, 76

- **RAID-5** (redundant array of independent disks) - najvišji nivo varnosti v Windows Server 2003 nudi polje RAID 5. Pri tem polju se na vsak disk zapišejo tudi informacije o pariteti. Potrebni so najmanj trije diski ali največ 32. Kadar en disk odpove se nič podatkov ne izgubi, saj je paritetni del le ekskluzivni OR (XOR) vseh vrednosti podatkov v polju. Ko se podatki s poškodovanega diska ne morejo prebrati se preberejo z ostalih diskov ter paritete.

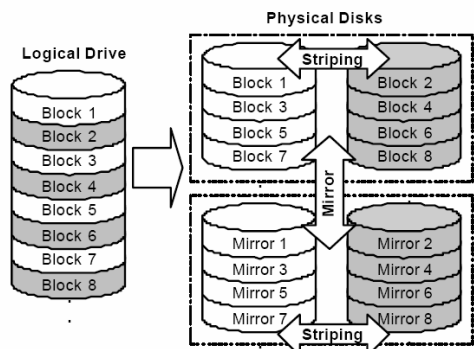


Slika 25: Raid 5

Vir: Bergles, Bojanc, 2006, 77

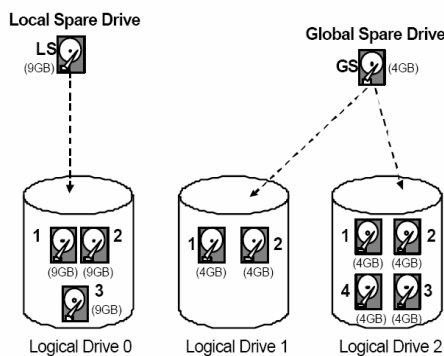
- **Raid 0+1** omogoča pohitritev delovanja s sistem Raid 0 in varnostno redundanco z zrcaljenjem diskovnega polja. Močno poveča zanesljivost in zapisovanje, po drugi strani pa imamo dvojne stroške.





Slika 26 Raid 0+1  
Vir: Bergles, Bojanc, 2006, 77

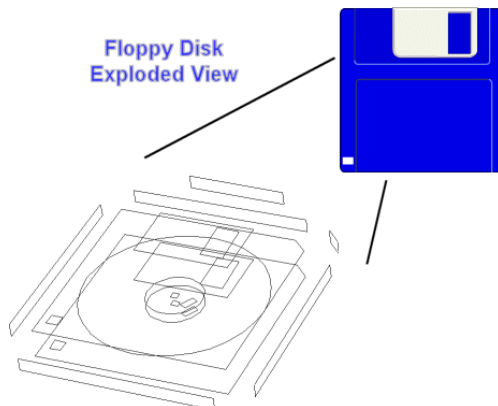
- **Spare** podpira vse redundantne sisteme z diskom v čakanju. V primeru odpovedi diska, ga takoj nadomesti disk v čakanju. Tako povečamo zanesljivost delovanja sistema.



Slika 27: Čakajoči disk, ki samodejno zamenja pokvarjenega  
Vir: Bergles, Bojanc, 2006, 78

## 7.4 DISKETNI POGON

Spada med periferne naprave in se uporablja za branje in in pisanje podatkov na diskete. Disketa je magnetna površina, zaščitena s plastičnim ovitkom. Imenujemo jo tudi mehki ali gibki disk.



Slika 28: Disketa  
Vir: Bergles, Bojanc, 2006, 9

Na disketah hranimo podatke, zato moramo z njimi pazljivo ravnati. Zapis na disketah je magneten, zato disket ne smemo izpostavljati magnetnemu polju. Prav tako jih ne smemo polivati, mečkati ali izpostavljati ekstremnim temperaturam.

Maksimalna količina podatkov na disketi je 1,44 MB, kar je dandanes najmanjša kapaciteta (enota) hranjenja podatkov.

Preden novo disketo uporabimo za delo, jo moramo formatirati – pripraviti za delo – za shranjevanje podatkov. Pri že uporabljenih disketah se pri tem opravilu briše vsebina diskete. Ponavadi že v trgovini kupimo formatirane diskete. Mimogrede – formatiramo lahko tudi trdi disk. S tem seveda pripravimo trdi disk za shranjevanje datotek – podatkov, hkrati pa tudi izbrišemo vse podatke na disku! Postopka formatiranja trdega diska NE sprožajmo, če se ne zavedamo njegovih posledic!

## 7.5 OPTIČNE NAPRAVE

Princip shranjevanja in branja informacij pri optičnih diskih temelji na optičnem odboju laserskega žarka. Ločimo načina zapisa informacij:

- pri pisanju se v prosojno snov vtisnejo jamice (pits),
- pri pisanju se pod vplivom laserskega žarka z dovolj veliko močjo spremeni struktura materiala,
- prvi način (vtisnjene jamice) se uporablja pri enkratno zapisljivih CD-ROMih, drugi način pa pri zapisljivih CD-R in DVD optičnih diskih.

Na tlačenske, zgoščene oz. CD-je NE moremo zapisovati podatkov, razen če uporabljamo poseben CD-R zapisovalnik in posebne zgoščene, namenjene zapisovanju. CD plošče se uporabljajo predvsem za distribucijo velikih programov in velikih podatkovnih zbirk, ki bi sicer zasedle preveč disket. Včasih jih uporabljamo tudi za varnostno hranjenje podatkov (domača uporaba – mala podjetja).

DVD-ji (Digital Video Disc ali Digital Versatile Disc) so v bistvu nasledniki CD-jev. Bistvena razlika je večja kapaciteta – 4,7 GB podatkov – enoplastni enostranski disk. Obstaja tudi dvoplastni DVD-ROM kapacitete do 8,5 GB. Pogoni, ki berejo DVD, so sposobni prebrati tudi CD-je. Uporaba DVD-jev je značilna za celovečerne filme.

Prvi optični diski (Philips in Sony 1982) so bili razviti za zamenjavo vinilnih gramofonskih plošč (CD-DA Compact Disc - Digital Audio). Kapaciteta 74 minut glasbe. Nadaljnji razvoj in možno količino informacij prikazuje spodnji seznam:

- 1984 CD-ROM izpeljan iz CD-DA za shranjevanje digitalnih podatkov (kapaciteta 682MB).
- 1988 CD-R enkrat zapisljiv CD.
- 1996 DVD (Digital Video ali Versatile Disc) za video podatke.
  - DVD-5 enostranski, enoslojni zapis 4,7 GB.
  - DVD-9 enostranski, dvoslojni 8,5 GB.
  - DVD-10 dvostranski, enoslojni 9,4 GB.
  - DVD-18 dvostranski, dvoslojni 17 GB.
- 1999 DVD-RW.
- 2001 DVD+RW.
- 2002 HD DVD.
  - Enoslojni 15 GB.
  - Dvoslojni 51 GB.

- 2003 BD (Blu-Ray Disc).
  - Enoslojni zapis 25 GB.
  - Dvoslojni 50 GB.

Pogon CD ROM zglada zelo podobno kot CD predvajalnik za glasbo, le da so tukaj na laserskih ploščah (CD-jih) posneti računalniški podatki ter programi in ne glasba. Kapaciteta enega CD-ja je od 650-800 MB.

## 7.6 MAGNETNO OPTIČNI DISK

Novi magnetno-optični diski, uporabljajo tehnologijo **MANMOS** in laser modre barve, ki jim omogoča zapis okrog 730 MB podatkov na ploščo s premerom 5 cm. Hitrost zapisovanja je blizu 20 MB/s, glavne značilnosti pa so majhne mere, nizka teža (disketa tehta le 13 gramov).



Slika 29: MOD medij

Vir: [http://en.wikipedia.org/wiki/Magnetic\\_optical\\_data\\_storage](http://en.wikipedia.org/wiki/Magnetic_optical_data_storage)

## 7.7 HD DVD DISK

HD DVD (kratica za High-Definition DVD ali High-Density DVD) je DVD (optični disk) z zapisom visoke gostote. Namenjen je za shranjevanje podatkov kot je HD video. HD DVD nudi do 60 GB prostora (običajni DVD-ji nudijo do 19 GB).



Slika 30: HD DVD disk

Vir: [http://en.wikipedia.org/wiki/Hd\\_dvd](http://en.wikipedia.org/wiki/Hd_dvd)

## 7.8 BLU-RAY DISK

Blu-ray disk (imenovan tudi BD) je namenjen shranjevanju večje količine podatkov in visoko ločljivih videov (HD = high-definition video). Disk je dobil ime po vijoličnomodrem žarku laserja za zapisovanje in branje tega diska. Fizična velikost medija je enaka CD ali DVD mediju. Zaradi krajše valovne dolžine žarka (405 nanometrov) ima 10x

kapaciteto DVD medija. Nanj je možno zapisati 25 GB podatkov, oziroma 50 GB pri dvoslojnem zapisu. Primeren je za shranjevanje podatkov, predvsem pa za zapis slike in zvoka visoke resolucije.



Slika 31: Blu Ray disk

Vir: [http://en.wikipedia.org/wiki/Blu-ray\\_Disc](http://en.wikipedia.org/wiki/Blu-ray_Disc)

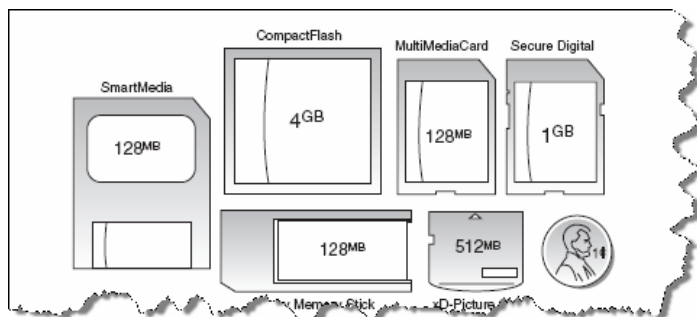
### 7.8.1 Flash spominske enote

Zadnja tehnologija pomnilnikov, ki ji raste popularnost in uporabnost je tako imenovane flash spominska kartica. Po hitrosti in trajnosti sodi med ram in disk. Najbolj pogosto so uporabljene v digitalnih fotoaparatih in kamerah. Za prenos podatkov pa služijo USB ključi različnih hitrostih in dimenzij. Flash kartic NE smemo nikakor uporabljati za trajno hranjenje oziroma arhiviranje podatkov.

Na tržišču je več različnih standardov, ki uporabljajo flash tehnologijo. Ločijo se predvsem po velikostih in oblikah. Najpogostejše so:

- SD,
- MMC,
- Memory stick,
- Compact Flash.

Kapacitete spominskih kartic in USB ključev se gibljejo od 1 GB in tja do 32 GB. V prihodnosti lahko pričakujemo, da bodo kapacitete kartic še naraščale ter celo izpodrinile mehanske naprave, diske.



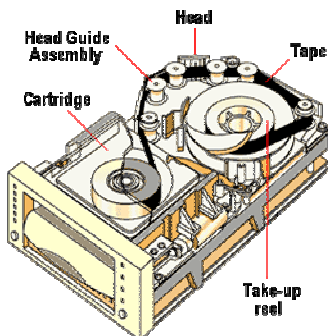
Slika 32: Flash kartice

Vir: Mueller, 2008, 451

## 7.9 TRAČNE ENOTE

Trakovi omogočajo zelo poceni shranjevanje velikih količin podatkov, vendar so počasnejši od diskov, omogočajo samo zaporedni dostop do podatkov. Zaradi tega jih danes uporabljamo večinoma za arhiviranje ali za prenašanje večjih količin podatkov. Danes se uporabljajo večinoma kasete (angl. cartridge) različnih velikosti in zmogljivosti. Obstajajo različne širine, kot tudi dolžine trakov. Gostota zapisa se meri v bitih na colo v BPI in je normalno v mejah

od 1650 bpi do 6200 bpi. Najbolj razširjen format trakov je 1/4 colski (6.25 mm) QIC standard (Quarter Inch Cartridge Drive Standards, Inc.). Trakovi QIC imajo podatke zapisane v serpentinah.



Slika 33: Tračna enota  
Vir: Mueller, 2008, 498

## 7.10 POVZETEK

### 7.10.1 Kaj smo se naučili

Trajno in zanesljivo shranjevanje podatkov je stalni izziv v računalniški industriji. Disk je poleg manj pomembne CD/DVD edina mehanska naprava v računalniku. Njegove kapacitete se skozi razvojne stopnje stalno povečujejo. Če smo bili v osemdesetih letih zadovoljni z 10 MB diskovnega prostora, si danes za običajno rabo pod 250 GB velikega diska ne moremo predstavljati.

Na disku so shranjeni aktualni podatki, ki se v procesu stalno spreminjajo. Zaradi možnosti odpovedi moramo podatke arhivirati na druge medije kot so CD/DVD in trak. Arhive moramo redno preverjati, če ni prišlo med zapisovanjem do napak. Redundantna polja varujejo podatke pred fizičnimi napakami. Nikakor pa redundantna polja ne varujejo pred logičnimi napakami. Redundantna polja ne smemo uporabljati kot arhiv.

Flash oziroma bliskovne kartice imajo čedalje večje kapacitete. Še pred leti smo bili veseli 128 MB velikega USB flash ključa. Zapis na flash kartice pa ni trajen. Prihodnost bo pokazala kako uspešno se bo boril z mehanskim diskom.

### 7.10.2 Vprašanja za razmislek in ponavljanje

1. Opišite princip delovanja diska.
2. Kakšne prednosti in slabosti ima trak nasproti disku?
3. Kakšne načine zapisov uporabljamo za zapisovanje na CD/DVD medije?
4. Opišite prednosti flash (bliskovnih) pomnilnikov pred disketami.
5. Primerjajte RAID 5 in RAID 1 diskovna polja.
6. Kakšne so standardne fizične velikosti diskov?
7. Kakšne so hitrosti vrtenja diskov?

### 7.10.3 Več informacij za razširitev znanja

1. <http://www.videohelp.com/dvd>
2. <http://www.compactflash.org/>
3. <http://www.storagereview.com/guide2000/ref/hdd/perf/qual/spec.html>
4. <http://www.fujitsu.com/us/services/computing/storage/hdd/>

## 8 OSNOVNE PLOŠČE OSEBNIH RAČUNALNIKOV

### 8.1 PREDSTAVITEV POGlavJA

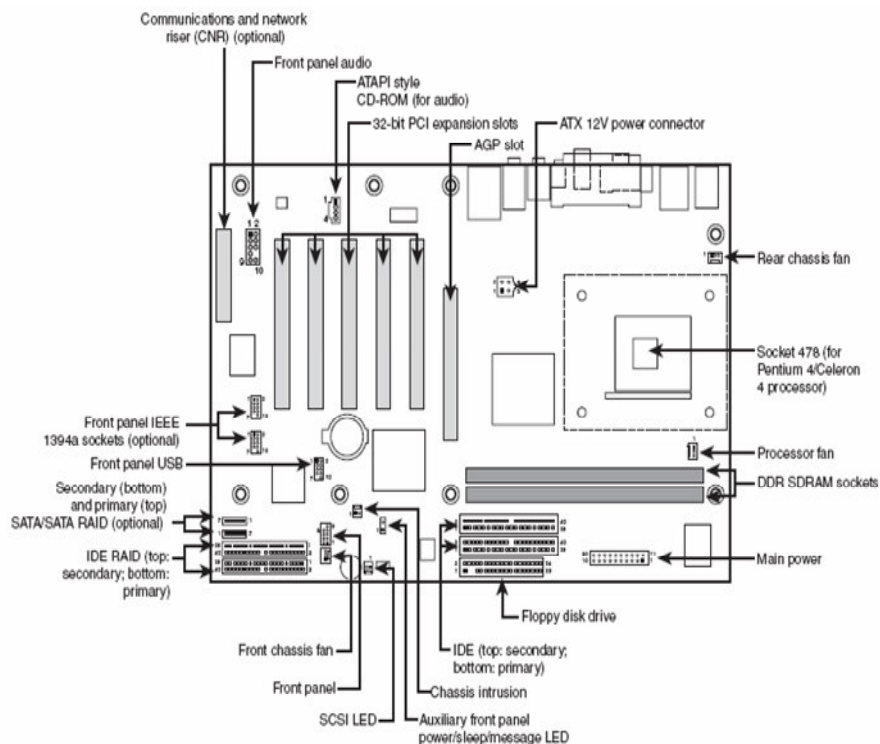
Pri nakupu računalnika osnovna plošča ne predstavlja posebnega izziva. Zakaj? Zato, ker nima posebno vidnih lastnosti kot sta frekvenca delovanja ali kapaciteta. Toda kljub temu moramo biti pozorni na lastnosti osnovne plošče kot so podprti procesorji, vrsta in frekvenca pomnilnika, število priključkov ipd.

Razvoj osnovnih plošč določajo proizvajalci ostalih perifernih naprav, zato moramo biti pri izboru osnovne plošče pri sestavi računalnika izredno pazljivi. V poglavju bomo spoznali vrste osnovnih plošč, katere priključke omogočajo, kako ugotoviti kateremu procesorju so namenjeni ter omejitve, ki jih prinašajo.

### 8.2 UVOD

Matična plošča je najpomembnejši del vsakega osebnega računalnika, na katero zelo radi pozabimo. Tudi matične plošče se razvijajo z enako ali celo večjo hitrostjo kot vse ostale komponente računalnika. Razvoj matičnih plošč mora slediti razvoju vsaki posamezni komponenti, ki se priklopi na njo.

Razvoj matičnih plošč se je začel z Baby AT, sledil Full-size AT ter danes se uporablja ATX zadnja različica osnovne plošče. Gre za standarde, ki določajo velikost, tip ter konektorjev, luknje v plošči ter ostale karakteristike, ki omogočajo da matično lahko vstavimo v računalniško ohišje.

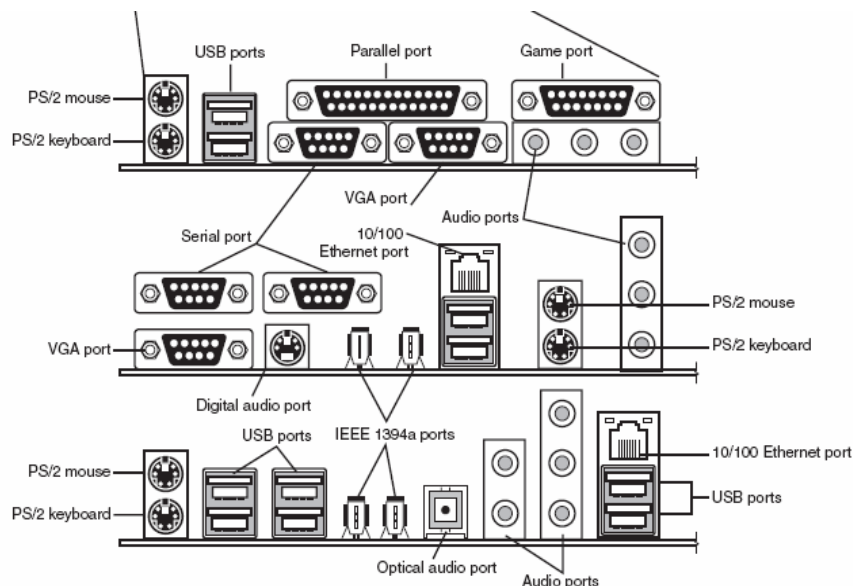


Slika 34: Shematski prikaz matične plošče

Vir: Mueller, 2008, 733

Razvoj matičnih plošč je v zadnjih letih močno napredoval tako po številu priključkov, ki jih vsebuje, kakor tudi po funkcionalnih zmožnostih. Danes že težko najdemo osnovno ploščo, na kateri ne bi našli že integriranih sledečih komponent:

- mrežne kartice,
- zvočne kartice,
- VGA kartice.



Slika 35: Shematični prikaz vhodnih priključkov matične plošče

Vir: Mueller, 2008, 756

Osnovne plošče so postale danes preobilne in nasičene s funkcijami, ki imajo vedno več dodatkov in hladilnih teles, kar posledični povzroča večjo porabo energije. Vsaka matična plošča vsebuje sledeče glavne sestavne elemente:

- podnožje za procesor,
- reže za pomnilnik,
- reže za dodatne kartice,
- veznega nabora (ChipSet),
- priključke za trde diske, CD/DVD naprave (IDE, Sata),
- priključka za tipkovnico in miško,
- vhodne in izhodne priključke (USB, FireWire, LPT, PS2, COM),
- video izhod (VGA, DVI),
- izhod za zvok,
- hladilna telesa,
- BIOS,
- priključek za napajanje.

### 8.3 SISTEMSKI NABOR

Sistemeski nabor je skupek več čipov, ki so vsi namenjeni opravljanju določenih nalog in se tudi prodajajo kot en skupni izdelek.

V osebnem računalništvu je sistemski nabor navadno sestavljen iz dveh čipov, ki ju imenujemo severni most (angl. northbridge) in južni most (angl. southbridge). Vsaka matična plošča vsebuje tudi vezni nabor čipov (angl. chip set), ki skrbi za povezavo med vgrajenimi komponentami na osnovni plošči.

Vezni nabor si lahko predstavljamo kot podvozje avtomobila, kjer procesor predstavlja motor avtomobila. Vsa komunikacija med perifernimi napravami poteka s pomočjo veznega nabora. Glavni proizvajalci veznega nabora so **Intel, Nvidia, AMD in SIS**. S pomočjo veznega nabora nastavljamo hitrost ter način delovanja vseh naprav, tudi procesorja. Poznavalci računalniških komponent v prvi vrsti izberejo matično ploščo z ustreznim veznim naborom, ki omogoča maksimalno izkoriščanje vseh naprav, ki so priključene na osnovni plošči.

Severna stran (northbridge) povezuje hitro procesorsko vodilo s pomnilniškim vodilom ter z AGP in PCI-e vodilom. Južni pol (southbridge) povezuje PCI s počasnim ISA vodilom in USB priključkom.



Slika 36: Shema priklopov naprav na severni in južni most

Vir: INTEL P945 Mother Board Manual

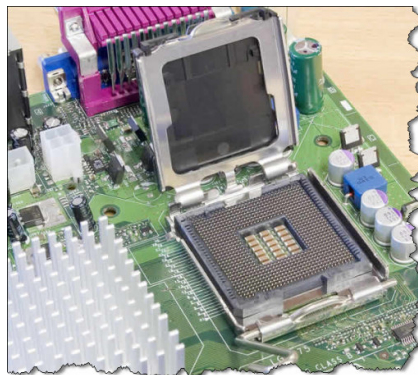
Ime obeh čipov izhaja iz shem osnovnih plošč. Na vrhu plošče je bil navadno narisani procesor, pod njim je bil severni most s pomnilnikom in grafičnim vmesnikom, na dnu plošče pa južni most, na katerega je priključena druga zunanja oprema računalnika

## 8.4 PROCESORSKA PODNOŽJA

Dav glavna proizvajalca aktualnih procesorjev Intel in AMD določata razvoj procesorski podnožij. Zadnjih nekaj let se procesorska podnožja niso drastično spremenila.

Pri podjetju AMD je zadnje podnožje AM2+, ki je popolnoma enako kakor AM2, le da plus pomeni podporo novim procesorjem Phenom. Na svojem podnožju vsebuje 939 priključkov za procesorske nožice. Pred tem podnožjem je AMD uporabljal podnožje 939, pred njim pa 745. Podjetje AMD že razvija novo podnožje z nazivom AM3.





Slika 37: podnožja za procesorje

Vir: Mueller, 2008, 852

Trenutno zadnje podnožje pri podjetju Intel je LGA 775 ali Socket T. Pred njim je kraljevalo podnožje z nazivom LGA 478.

### 8.5 POMNILNIŠKE REŽE

Razvoj pomnilnika je zaznamovala dvojna propustnost (DDR), ki se je ohranila do danes v svoji prvotni obliki. Pomnilniku DDR je sledil DDR, čigar hitrost se je ustalila pri 1200 MHz. Zadnja generacija pomnilnika je DDR 3, ki dosega hitrosti čez 2000 MHz.

### 8.6 RAZŠIRITVENE REŽE ZA GRAFIČNE KARTICE

Trenutno najbolj aktualna razširitvena reža je še vedno PCI. Zaradi majhnih hitrosti določenih perifernih naprav se bo še vedno obdržala na tržišču. Za zahtevne naprave jo je že izpodrinila PCI Express.



Slika 38: Razširitvene reže

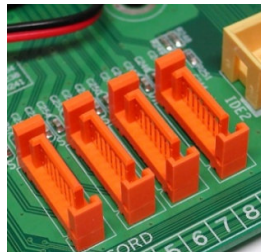
Vir: [http://www.freewebs.com/abdulmustak/gigabyte\\_conroe\\_motherboard.jpg](http://www.freewebs.com/abdulmustak/gigabyte_conroe_motherboard.jpg)

### 8.7 VHODNO IZHODNI PRIKLJUČKI

Na zadnji strani matične plošče se nahajajo vhodno izhodni priključki kot so USB, Firewire, COM, PS2 in LPT. Klasični priključki kot so LPT, COM ter PS2 počasi izginjajo iz matičnih plošč. Zanesljivo jih nadomešča USB priključek. Sodobna matična plošča ima vsaj 4 USB priključke, ki jih lahko dodatno še razširimo.

## 8.8 PRIKLJUČKI ZA DISKE IN CD/DVD ENOTE

Razvoj priključkov za diske in optične enote je do sedaj naredil le en korak naprej. Do še pred kratkim smo uporabljali široke IDE povezovalne kable, na katere smo lahko priključili sočasno maksimalno štiri diske in CD/DVD naprave. IDE je izpodrinil priključek Sata, ki je veliko tanjši ter ni potrebno preklapljati stikal na Master ali Slave. Sata je napredoval v standard Sata2, ki dovoljuje večje prenose.



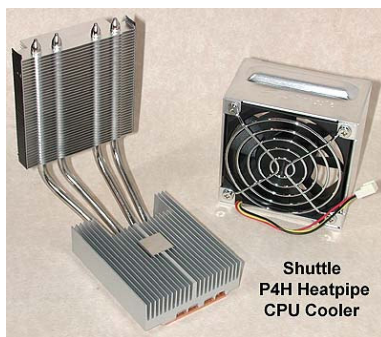
Slika 39: SATA priključki na osnovni plošči

Vir: Mueller, 2008, 611

## 8.9 HLAJENJE

Hlajenje matične plošče ter ostalih naprav je postalo pri velikih frekvencah delovanja nujno potrebno.

Včasih smo hladili samo napajalnik. Počasi je dobil svoje hladilno telo še procesor, grafične kartice ter celo matična plošča. Problem hlajenja so glasni ventilatorji, ki se morajo vrteti z velikimi hitrostmi, če želijo odvajati zadostno količino toplote. K boljšemu hlajenju prispeva tudi nova tehnologija cevk (angl. heat pipe).



Slika 40: Hladilnik za procesor s HeatPIPE tehnologijo

Vir: Mueller, 2008, 699

## 8.10 POVZETEK

### 8.10.1 Kaj smo se naučili

Od matične plošče in veznega nabora so odvisne performanse računalniškega sistema. Matična plošča vsebuje reže, podnožja in priključke, na katere priklopljamo računalniške komponente. Razvoj standardov vseh komponent mora biti usklajen z proizvajalci osnovnih plošč. Vsaka osnovna plošča, ki je vgrajena v osebni računalnik, vsebuje sistemski nabor sestavljen iz dveh čipov, ki ju imenujemo severni most (angl. northbridge) in južni most

(angl. southbridge). Severni most povezuje pomnilnik in grafično kartico, južni most pa diske, CD/DVD naprave ter naprave priključene preko USB vhoda.

### **8.10.2 Vprašanja za razmislek in ponavljanje**

1. Katere glavne komponente vsebuje vsaka matična plošča?
2. Katera procesorska podnožja poznate?
3. Katere naprave povezuje južni most?
4. Katere naprave povezuje severni most?
5. Opišite hladilno tehnologijo HeatPipe ter kje jo uporabljamo?
6. Kako mora potekati razvoj matičnih plošč?
7. Koliko ATA korektorjev je vgrajenih na matični plošči?

### **8.10.3 Več informacij za razširitev znanja**

1. <http://www.gigabyte.com.tw/Products/Motherboard/Default.aspx>
2. [http://www.pcworld.com/shopping/browse/category.html?id=10023&src=sem&HBX\\_PK=pcw\\_01\\_shop-motherboards-INTL\\_all\\_ad-A01&utm\\_source=shop-motherboards-INTL\\_all&utm\\_medium=shop-motherboards-INTL&utm\\_content=shop-INTL&utm\\_campaign=Google-CPC](http://www.pcworld.com/shopping/browse/category.html?id=10023&src=sem&HBX_PK=pcw_01_shop-motherboards-INTL_all_ad-A01&utm_source=shop-motherboards-INTL_all&utm_medium=shop-motherboards-INTL&utm_content=shop-INTL&utm_campaign=Google-CPC)
3. <http://www.intel.com/design/motherbd/atx.htm>
4. <http://www.asrock.com/index.asp>

## 9 POMNILNIŠKE ORGANIZACIJE

### 9.1 PREDSTAVITEV POGlavJA

Pomnilnik, kateri bo pravi in koliko ga potrebujemo. Vrsta pomnilnika je odvisna od osnovne plošče in procesorja. Količina pomnilnika je odvisna od operacijskega sistema in od programov, ki jih bomo uporabljali.

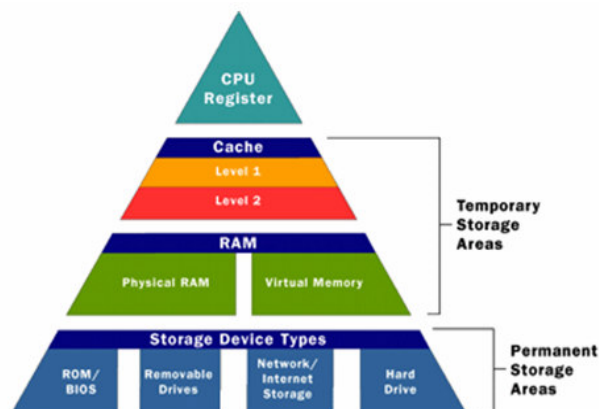
V poglavju se bomo naučili karakteristike hierarhične zgradbe pomnilnih medijev, ki pripomorejo k cenenosti računalnika ter doprinesejo k hitrosti delovanja. Pomnilni mediji se z večjimi ali manjšimi razlikami sledijo v sledečem zaporedju: registri v procesorju, predpomnilnik prve vrste, predpomnilnik druge vrste, glavni pomnilnik, diskovno polje ter tračna enota. Pomnilni mediji imajo lahko naključni ali zaporedni dostop. Na koncu poglavja boste spoznali še lastnosti bralnih pomnilnikov ter strategije polnjenja.

### 9.2 UVOD

Kako zagotoviti kar največje hitrosti in zmogljivosti računalniškega sistema je naloga, ki si jo sistemski inženirji nenehno zastavljajo. Zadnje tehnologije računalniških komponent so najhitrejše, a tudi zelo drage. Pomnilnik je ena izmed komponent v računalniškem sistemu, ki ima velik vpliv na skupno hitrost delovanja računalniškega sistema. Po statističnih izračunih je več kot 96 % odstotkov računalniških funkcij vezanih na prenos med pomnilnikov ter ostalimi napravami (procesor, vhodno izhoden, diski, ...). Da bi delo računalnika potekalo čim hitreje, moramo optimizirati delovanje pomnilnika in logičnih pomnilniških struktur.

V računalniških sistemih poznamo več vrst pomnilnikov. Najpomembnejši je glavni pomnilnik, ki ga sistem uporablja za shranjevanje operandov in ukazov. Glavni pomnilnik je največji po velikosti. Za pospešitev delovanja uporabljamo predpomnilnik, ki je reda velikosti nekaj megabajtov. Predpomnilnik deluje z večjimi hitrostmi, ker je bližje procesorju in na hitrejšemu vodilu. Navidezni ali virtualni pomnilnik služi v primeru, ko imamo premalo glavnega pomnilnika. Navidezni pomnilnik s fizično nahaja na trdem disku, ki se na zahtevo preslika v glavni pomnilnik po potrebi.

Sodobni računalniški sistemi vsebujejo 3- stopenjsko hierarhično pomnilniško strukturo. Vsak segment pomnilnika lahko komunicira samo s svojim neposrednim sosedom. V računalniških sistemih pomnilniške enote razdelimo glede na hitrost dostopa in trajnosti hranjenja.



Slika 41: Pomnilniška hierarhija

Vir: <http://static.howstuffworks.com/gif/computer-memory-pyramid.gif>

Najhitrejši pomnilniški elementi so procesorski registri. Sledijo različne stopnje predpomnilnikov, med katerimi je prvonivojski predpomnilnik ponavadi vgrajen na procesorski rezini. Drugonivojski pomnilnik je integriran na osnovni plošči. Na tretjem nivoju je glavni pomnilnik RAM ter na zadnjem mestu še navidezni ali virtualni pomnilnik. Na zadnjem delu piramidne lestvice so diski in magnetni trakovi, ki skrbijo za trajno shranjevanje podatkov.

Hitrost in cena pomnilniških elementov s približevanjem procesorju raste, kapaciteta pa pada. Nasprotno pa se kapaciteta z oddaljenostjo od procesorja povečuje.

### 9.3 DELOVANJE POMNILNIŠKE HIERARHIJE

Kako lahko dosežemo pohitritev delovanja s pomočjo pomnilniških hierarhičnih struktur? Velika večina ukazov in podatkov si sledi zaporedoma eden za drugim. Zato se v predpomnilnik prenese še nekaj dodatnih ukazov ali operandov, ki v predpomnilniku čakajo na morebitno uporabo. Če je program z veliko skoki nam pomnilniška hierarhična struktura ne koristi veliko. Število pozitivnih zadetkov v predpomnilniku je odvisno od algoritma, ki predvideva, kateri ukaz se bo izvedel naslednji.

Procesor ne prepozna pomnilniških hierarhičnih struktur ter vedno naslavlja cel pomnilnik, ki ga ima na razpolago. V računalniških sistemih obstaja logika, ki zagotavlja preslikave med različnimi pomnilniškimi ravnmi.

Ko procesor zahteva podatek iz pomnilnika, se najprej preveri če je podatek že v predpomnilniku. Če podatek obstaja v predpomnilniku se prenese procesorju, če ne obstaja se zahteva prenos želenega podatka iz glavnega pomnilnika v procesor. Istočasno se podatek zapiše še v predpomnilnik.

Če podatka ni v glavnem pomnilniku se podatek prenese najprej v procesor, nato v predpomnilnik in pomnilnik. Prenos podatka v procesor in pomnilnike lahko poteka tudi istočasno.

### 9.4 ČAS DOSTOPA

Čas dostopa je določen kot čas, ki preteče od trenutka zahteve po podatku, do trenutka, ko je podatek pripravljen na podatkovnem vodilu.

Čas dostopa je seveda odvisen od načina in medija hranjenja podatkov. V glavnem pomnilniku je čas popolnoma neodvisen od položaja podatka v pomnilniku. Na disku, že obstaja odvisnost na kateri sledi je zapisan podatke, Za diske se podaja povprečni čas dostopa. Na traku zapisani podatki je dostop do želenega podatka odvisen od pozicije zapisa na traku.

#### 9.4.1 Naključni dostop

Naključni dostop določa, da čas dostopa do katerega koli podatka v pomnilniku ni odvisen od njegovega položaja v pomnilniku. Potreben čas za prenos podatka iz prve celice iz pomnilnika mora biti enak prenosu podatka iz zadnje celice pomnilnika.

#### 9.4.2 Zaporedni način dostopa

Zaporedne načine dostopov danes srečamo le še na magnetnih trakovih, ki jih v glavnem uporabljamo samo za arhiviranje podatkov.

## 9.5 BRALNI POMNILNIK ROM

Slovenski izraz za **ROM** (angl. read only memory) je bralni pomnilnik, saj iz njega lahko samo beremo, ne moremo pa vanj vpisovati podatkov. Tovrstni pomnilnik se v osebem računalniku imenuje **ROM-BIOS** (angl. basic input output system). V njem so shranjeni podatki o strojni opremi in osnovna navodila za zagon računalnika.

Podatki se v ROM zapišejo že med postopkom izdelave računalnika. Prav tako se ti podatki ne izbrišejo, ko ugasnemo računalnik! Aplikacijski programi zato v ROM ne morejo zapisovati podatkov.

Vsem računalniškim zagonskim programom so skupne naslednje naloge:

- preverjanje količine RAM,
- zagotovitev povezave z video krmilnikom in prikazovalnikom,
- priprava zunanjih priključkov – tipkovnice ali tiskalnika za delo,
- identifikacija pomožnih naprav zbiranje podatkov,
- zagon operacijskega sistema.

### 9.5.1.1 Izvedbe ROM (angl. Read Only Memory)

- **ROM (angl. read only memory)**. Bralni pomnilnik, ki mu vsebino vpiše proizvajalec.
- **PROM (angl. programmable ROM)**. Bralni pomnilnik z možnostjo enkratnega vpisa.
- **EPROM (angl. erasable ROM)**. Bralni pomnilnik z možnostjo nekajkratnega pisanja in brisanja s pomočjo UV svetlobe.
- **EEPROM (angl. electrically erasable ROM)**. Bralni pomnilnik z večkratno možnostjo vpisa ter izbrisa s pomočjo električnega signala.

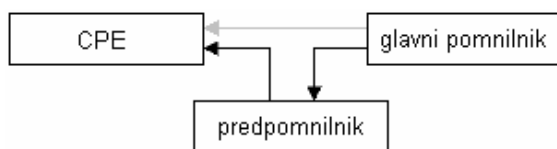
## 9.6 PREDPOMNILNIK

Predpomnilnik je izredno hiter in majhne kapacitete pomnilnik, ki je ponavadi vgrajen v procesor. Lahko se nahaja tudi med CPE in glavnim pomnilnikom, lahko pa ga imamo tudi drugod, na primer pri vhodno–izhodnih procesorjih ali pri vhodno–izhodnih napravah. Hitrost dostopa do glavnega pomnilnika je ponavadi 10 do 20 krat večja od hitrosti glavnega pomnilnika. Zato lahko pri pravilni uporabi dosežemo bistveno povečanje hitrosti dostopa. Povečanje hitrosti obdelave podatkov je torej odvisna od natančnosti algoritma predvidevanja naslednjega podatka.

Podatki ki se hranijo v predpomnilniku so deli glavnega pomnilnika. Računalnikov z dvema ločenima predpomnilnikoma je danes več kot tistih z enim samim. Če je predpomnilnik en sam pravimo, da je homogen, sicer pa je nehomogen.

Predpomnilnik skuša vsebovati tisti del glavnega pomnilnika, ki ga trenutno potrebuje CPE. Predpomnilnik zato zamenjuje in prilagaja svojo vsebino. To zahteva posebno zgradbo, ki je bolj zapletena od zgradbe pomnilnika. Uspešnost delovanja predpomnilnika merimo z verjetnostjo zadetka.

Za vse predpomnilnike valja, da so za programerja nevidni (transparentni). To pomeni, da vgraditev ali dodajanje predpomnilnika v računalniški sistem ne zahteva nobenih sprememb v programih.



Slika 42: Struktura predpomnilnika in pomnilnika

Vir: lastni

### 9.6.1 Polnilne strategije

Polnilna strategija določa na kakšen način se predpomnilnik odloči kako, kdaj in katere podatke bo iz glavnega pomnilnika prenesel v predpomnilnik. V glavnem bi lahko polnilne strategije razdelili na dve vrsti:

- **polnjenje na zahtevo** - podatek se prenese v predpomnilnik vsakič, ko pride do zgrešitve podatka, oziroma, ko podatka ni v predpomnilniku. Pri prenosu se ne prenese samo dotični podatek, temveč blok ali dva ki zaporedno sledita v pomnilniškemu naslovu podatka. Ponavadi se želeni podatek takoj prenese v procesor, ostali bloki se prenesejo v predpomnilnik takoj, ko je vodilo sproščeno;
- **vnaprejšnje polnjenje** - v računalniškem sistemu imamo vgrajen mehanizem, s katerim skušamo čim bolj natančno ugotoviti, kateri podatki se bodo v prihodnosti uporabljali.

## 9.7 NAVIDEZNI POMNILNIK

S prihodom grafičnih uporabniških vmesnikov se je potreba po večjih kapacitetah pomnilnika močno povečala. Potrebe po pomnilniku so rastle hitreje, kot so padale cene pomnilniških čipov. Pomnilniške zahteve je povečala tudi zmožnost sočasnega izvajanja več programov hkrati (angl. multitasking).

Edina cenena rešitev, ki so jo lahko uporabljali je bila uporaba tako imenovanega navideznega ali virtualnega pomnilnika. Navidezni pomnilnik se nahaja na trdem disku, ki se po potrebi prestavi v glavni pomnilnik. Fizično je navidezni pomnilnik shranjen v enem dokumentu na disku. Zaželeno je, da je datoteka, ki predstavlja navidezni pomnilnik zapisana v zaporednih blokih na disku, brez fragmentacije.

Naloga navideznega pomnilnika je povečanje glavnega pomnilnika za programe, ki potrebujejo večjo količino pomnilnika kot je na razpolago v računalniku.

Če operacijskemu sistemu zmanjka prostora pomnilniku, lahko preslika želeni blok z diska v glavni pomnilnik. Gre torej za preslikavo med diskom in glavnim pomnilnikom. Preslikava zahteva določen čas, ki ga uporabnik občuti kot zamudo pri nalaganju programa. Podobno kakor pri predpomnilniških strategijah imamo tudi pri preslikavi z diska v pomnilnik mehanizme, ki predvidevajo uporabo določenih programov, ki so shranjeni na disku.

Procesor, ki naslavlja pomnilnik, se sklicuje na več pomnilniški prostor, ki mu pravimo tudi logično naslavljanje oziroma procesor uporablja logične naslove. Pomnilniški naslovi nam predstavljajo fizične naslove, ki se tudi dejansko uporabljajo pri izvajanju programov.

## 9.8 POVZETEK

### 9.8.1 Kaj smo se naučili

Računalniški sistemi so močno odvisni od hitrosti in velikosti pomnilnikov. S prihodom grafičnih uporabniških vmesnikov in večopravnosti so se potrebe po večjih kapacitetah pomnilnikov povečale. Za pospešitev delovanja se uporablja tehnologija s predpomnilnikom s katero poskušamo zaradi zaporednosti prenesti prave podatke čim bližje procesorju v predpomnilnik.

Povečanje kapacitete glavnega pomnilnika so omogočili z navideznem pomnilnikom. Navidezni pomnilnik je datoteka na disku računalnika, ki vsebuje delčke glavnega pomnilnika in se po potrebi preslika v glavni pomnilnik. Tudi tu poskušamo s posebnimi mehanizmi predvideti, kateri del programske kode se bo izvajal v preteklosti ter ga predčasno prenesti v glavni pomnilnik.

### 9.8.2 Vprašanja za razmislek in ponavljanje

1. Kako si predstavljate hierarhijo pomnilniških elementov?
2. Kaj pridobimo s predpomnilnikom?
3. Kaj pridobimo z navideznim pomnilnikom?
4. Kaj določa čas dostopa?
5. Opišite naključni dostop do podatkov.
6. Zakaj je zaporedni način dostopa slabši od naključnega?
7. Kako je predstavljen navidezni pomnilnik na disku?

### 9.8.3 Več informacij za razširitev znanja

1. <http://sers.s-sers.mb.edus.si/gradiva/w3/sistemi/dostop.html>
2. <http://sers.s-sers.mb.edus.si/gradiva/w3/sistemi/glavni.html>
3. <http://sers.s-sers.mb.edus.si/gradiva/w3/sistemi/pred.html>
4. [http://zeus.tsc.si/~jankoh/eri/uvod\\_v\\_operacijske\\_sisteme/strategije\\_pri\\_uporabi\\_navidez\\_nega\\_pomnilnika.html](http://zeus.tsc.si/~jankoh/eri/uvod_v_operacijske_sisteme/strategije_pri_uporabi_navidez_nega_pomnilnika.html)



## 10 PERIFERNE NAPRAVE

### 10.1 PREDSTAVITEV POGlavJA

Kdo danes še uporablja CRT zaslone ali iglične tiskalnike, da ne omenjamo kroglične miške? Z znanjem v tem poglavju bomo znali izbrati opremo, ki je trenutno aktualna. Spoznali bomo bistvene naprave in sestavne dele računalnika. Računalnik v ožjem smislu sestavljajo deli, ki so vgrajeni v njegovo ohišje. Vendar pa nanj priključujemo tudi druge naprave, ki olajšajo uporabo računalnika ali/in omogočajo izvajanje različnih opravil kot npr. zajem podatkov, prenos podatkov, tiskanje, poslušanje glasbe.

### 10.2 UVOD

Vsak računalniški sistem mora imeti napravo za vnos podatkov ter napravo za prikaz rezultatov. Osnovni princip delovanja vhodno izhodnih naprav se skozi razvoj računalniških sistemov ni bistveno spremenil. Za vnos še vedno uporabljamo tipkovnico, za prikazovanje zaslon in za izpis tiskalnik. Skozi zgodovino razvoja so se spreminjale le tehnologije, ki so postale čim manjše ter ergonomično prijaznejše človeku.

Ključni pri razvoju vhodno/izhodnih naprav je bil način, kako pomagati uporabnikom, da bi bilo delo varnejše, učinkovitejše in, če je le mogoče, tudi prijetnejše.

Mnogi so že sredi devetdesetih let napovedovali izumrtje tipkovnic, in bi računalnike usmerjali z govorom. Kakor kaže, tipkovnice še lep čas ne bodo izumrle.

### 10.3 VHODNE NAPRAVE

Vhodna naprava zajema in pošilja podatke v računalnik in mu posreduje uporabnikove ukaze. Zato lahko vhodno napravo definiramo kot napravo, ki skupaj z ustrežno programsko opremo omogoča pretvorbo uporabnikovih informacij v podatke, ki jih razume računalniški sistem.

Sem spadajo:

- tipkovnica (keyboard),
- miška (mouse),
- sledilna kroglica (trackball),
- sledilna blazinica (touchpad),
- igralna palica (joystick),
- svetlobno pero.

#### 10.3.1 Tipkovnica (Keyboard)

Najbolj pogosta metoda vnosa informacij v računalnik je s pomočjo tipkovnice. Poleg vnosa podatkov služi tudi za upravljanje programov ter računalnika. Poznamo sledeče vrste tipkovnic:

- **elektromehanske** - so navadne tipkovnice z odzivom, za boljši občutek za vnos,
- **membranske ali gumijaste** - so ravne; težko je ugotoviti, če smo pritisnili pravo oziroma sploh katero tipko brez primerne zvočnega ali slikovnega odziva na zaslonu; po drugi strani so neobčutljive na mast, tekočine in prah, s čimer so primerne za velike farme in javne prostore,

- **virtualna tipkovnica** nudi projiciranje slike tipkovnice na podlago. Ima lastno napajanje in zvočnik, ki poskrbi, da se zasliši klik ob pritisku na tipko. Poseben senzor natančno zabeleži, katera tipka je stisnjena, in signal posreduje centralnemu računalniku. Ta vrsta tipkovnic je primerna za dlančnike ali mobilne telefone.

Najbolj razširjene in uporabljane so tako imenovane elektromehanske QWERTY ali QWERTZ tipkovnice. Ime so dobile po prvih šestih črkah v zgornji vrsti z leve. Uporabljale so se pri strojepisju že leta 1874. Tipke na tipkovnici so razvrščene v več skupin:

- **Alfanumerična skupina:** namenjena je vnosu besedila in številke ter je zelo podobna tipkovnici pisalnega stroja.
- **Numerična skupina:** namenjena je lažjemu vnosu številke in izvajanju osnovnih računskih operacij. Razpored tipk je podoben kot pri kalkulatorju. Na tipkovnici je ta del nameščen na skrajni desni.
- **Posebne tipke:** to so tipke s puščicami, Insert, Delete, Home, End, Page Up, Page Down, Print Screen, Scroll Lock in Pause (uporaba večinoma pri delu z besedilom).
- **Funkcijske tipke:** imajo oznako F1, F2, ..., F12 in so na tipkovnici zgoraj. V vsakem programu imajo lahko drugačno funkcijo. Tipka F1 ima v večini programov pomen POMOČ (HELP). Po pritisku na F1 program poskuša pomagati, če pri uporabi programa zaidemo v težave.

### 10.3.2 Miška



Slika 43: Mehanska miška

Vir: Bergles, Bojanc, 2006, 14

Mehanska miška ima metalno ali plastično žogico v spodnjem delu. Ko se žogica premika, se električni impulzi ustrezno prevedejo v pozicijo kazalca. Za to vrsto miške je potrebno imeti še podlago za miško, da zmanjšamo vpliv prahu in umazanije.

Optična miška uporablja napravo, ki oddaja in zajema svetlobo in s tem zaznava pomikanje miške. Nekatere uporabljajo optične senzorje, druge laserski žarek .

Z miško vodimo kazalnik po zaslonu monitorja in sprožamo funkcije programa. Pri uporabi okolja Windows je nepogrešljiva. Pravimo, da miško uporabljamo za navigacijo pri grafičnem uporabniškem vmesniku (GUI)!

### 10.3.3 Sledilna kroglica (TrackBall)



Slika 44: Sledilna kroglica

Vir: Bergles, Bojanc, 2006, 14

Uporablja se lahko kot samostojna naprava ali pa kot pripomoček, lociran na miški ali tipkovnici prenosnega računalnika. Sicer ima isto funkcijo kot miška.

#### 10.3.4 Sledilna blazinica (Touchpad)



Slika 45: Sledilna blazinica

Vir: Bergles, Bojanc, 2006, 15

Tako kot miška je tudi sledilna blazinica namenjena premikanju kazalnika (puščice) po zaslonu. Občutljiva je na dotik s prstom in je zelo primerna kot nadomestilo miške na prenosnih računalnikih.

#### 10.3.5 Igralna palica (Joystick)



Slika 46: Igralna palica

Vir: Bergles, Bojanc, 2006, 15

Krmilna palica (angl. joystick) deluje v dveh dimenzijah in se večinoma uporablja pri nalogah, kjer sta smer in hitrost bolj pomembni kot lokacija (npr. pri igrich). Uporablja se pri igranju iger, kjer lahko z realnimi gibi krmilimo dogajanje v igri.

#### 10.3.6 Svetlobno pero



Slika 47: Svetlobno pero

Vir: Bergles, Bojanc, 2006, 15

Uporablja se podobno kot miška, torej za vodenje kazalca miške na ekranu in za izbiro ukazov s posebnih grafičnih podlog.

#### 10.3.7 Zaslón, občutljiv na dotik

Zaslón, občutljiv na dotik (angl. touch screen), omogoča uporabniku enostaven vnos informacij z dotikom na primeren del zaslóna ali z dotikom občutljive plošče pred zaslonom. Pri tem dobi zaslón dvojno vlogo, kot vhod in hkrati izhod sistema. S primernim programom

lahko različni deli zaslona predstavljajo različne odzive. Zasloni, občutljivi na dotik, so enostavni za učenje in uporabo.



Slika 48: Zaslون občutljiv na dotik

Vir: Bergles, Bojanc, 2006, 18

### 10.3.8 Optični bralnik

Optični bralnik je periferna enota, ki pretvori sliko, risbo, fotografijo ali dokument v grafične podatke, ki jih lahko obdelata računalnik – pravimo mu tudi "skener", slikovni bralnik ... V praksi deluje aparat kot fotokopirni stroj, le da je rezultat "poskenirana" slika na monitorju in ne dvojniki originalnega lista na papirju!

Prvi optični bralniki za domačo rabo so bili ročni optični bralniki. Tak bralnik je uporabnik položil na dokument, nato pa s čim bolj enakomernim in počasnim gibom drsel po njegovi površini. Tipalo je bilo sestavljeno iz vrste diod CIS (Contact Image Sensor), ki so zajemale intenziteto od dokumenta odbite svetlobe. Problem ročnih optičnih bralnikov je predvsem v popačenju slike zaradi neenakomernosti odčitavanja dokumenta.

Razmah optičnih bralnikov za domačo rabo se je začel s ploskimi optičnimi bralniki. Ti se v osnovi ne razlikujejo bistveno od ročnih optičnih bralnikov. Njihovo ohišje je sestavljeno iz steklene površine, na katero položimo dokument, ki ga želimo odčitati, in pokrova, ki je podložen z enobarvno (belo ali črno) površino na penasti gumi. Tako se dokument ob zapiranju pokrova negibno pritrdi na stekleno podlago, penasta guma pa zagotavlja kar najboljše prilaganje površini, hkrati pa onemogoča vpadanje druge svetlobe na tipala. Pod stekleno ploščo je bralna glava s pritrdjenimi tipali, ki se premika od vrha do vznožja dokumenta in odčita vsako vrstico dokumenta posebej.

Ploski optični bralniki uporabljajo dve vrsti tipal, CCD in CIS. Tipalo CCD (Charge Coupled Device – tipalo s sklopljenim nabojem) je sicer starejše, vendar po kakovosti še vedno vodi pred novjšimi vrstami tipal CIS (Contact Image Sensor). Tipala CCD zahtevajo dodatni vir svetlobe, ki mora biti za kakovostno branje čim bolj enakomerna.

Poleg bralnika in vmesnika za delo z njim v paketu poleg programov za obdelavo slik (ponavadi osnovnih ali okrnjenih različic) najdemo še program za prepoznavanje besedil (OCR – Optical Character Recognition). Za prepoznavanje besedila zadostuje že slika, zajeta v črno-beli tehniki, pri ločljivosti 300 pik na palec.

### 10.3.9 Digitalno zajemanje slik (fotoaparati, kamere ...)

Digitalni fotoaparati se od klasičnih razlikujejo v zajemanju, obdelavi in shranjevanju slike. Omogoča slikanje brez uporabe filma. Slike shranimo na pomnilne kartice in jih lahko kasneje shranimo na trdi disk v računalnik.



Slika 49: Digitalna kamera

Vir: Bergles, Bojanc, 2006, 19

Namesto filma vsebujejo senzorsko poje svetlobno občutljivih elementov (CCD) s pripadajočo elektroniko, ki signale svetlobnih senzorjev pretvori v binarno obliko.

Na vrhu so postavljene mikroleče, pod njimi je barvna mreža, spodaj so svetlobni elementi. Pri tem tipalu so elementi osemkotni in imajo po dva elementa za vsako piko, za zajem različnih intenzivnosti svetlobe.

**Maksimalna ločljivost** je ena najpomembnejših lastnosti digitalnega fotoaparata. Digitalne slike so sestavljene iz pik, ki jih imenujemo tudi "piksli". Ločljivost se nanaša na število pik, ki sestavljajo sliko in je običajno merjena horizontalna krat vertikalna ločljivost. Večja kot je ločljivost, bolj ostra je slika.

Današnji digitalni fotoaparati namenjeni širšemu trgu se gibljejo v razponu od 2 milijona pik do 15 milijonov pik.

Katero ločljivost potrebujemo je odvisno od tega, kaj nameravamo početi z fotografijami. Če želimo fotografije zgolj pošiljati po e-pošti prijateljem ali jih dati na ogled na splet, potem bomo zadovoljni z nižjo ločljivostjo.

Če želimo fotografije tiskati, moramo načrtovati **vsaj 150 pik** na natisnjen palec. Če poizkusimo tiskati fotografije z manjšo ločljivostjo na večje dimenzije, bodo rezultati zamegljene in zrnate natisnjene slike. »Megapikselni« fotoaparati pogosto nudijo možnost, da posnamemo fotografije tudi pri nižjih ločljivostih, tako lahko spravimo več slik v spomin fotoaparata. Spodnjo tabelo lahko uporabimo kot vodič za največje slike, ki jih lahko še naredimo z dano ločljivostjo.

## 10.4 IZHODNE NAPRAVE

Izhodne naprave so naprave, ki pretvarjajo informacije iz digitalne oblike v računalniku v predstavitev, ki jih lahko razume človek. So prav tako naprave, ki skrbijo za zvezo računalnika z okoljem. Vse, kar se dogaja z računalnikom, lahko spremljamo na zaslonu, medtem ko končni izdelek na papir natisnemo s pomočjo tiskalnika.

### 10.4.1 Zaslon (monitor)

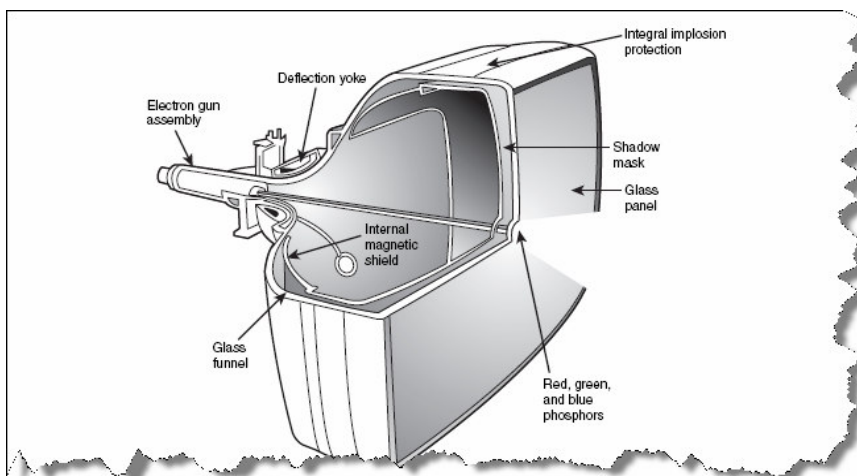
Eden od osnovnih podatkov o monitorju je njegova ločljivost (resolucija). Slika na monitorju je sestavljena iz pik. Čim več je pik, tem večja je ločljivost monitorja in več informacij je mogoče spraviti na ekran. Glede na tehnologijo se zasloni ločijo na:

- CRT.
  - Polkrožni.
  - Ravni.

- LCD.
  - Pasivna matrika.
  - Aktivna matrika.
  - TFT (Super TFT).
- DLP (Digital Light Processing).
- Plasma zaslani.
- OLED (Organic Light Emitting Diodes).
- LEP (Light Emitting Polymer).
- Laserski projektorji.

**CRT zaslani** (angl. cathode-ray tube) s katodno cevjo delujejo na principu elektronskega žarka, ki z veliko hitrostjo riše iz notranje strani sliko na zaslon. Da ne občutimo tresenja oziroma utripanja slike, se mora slika izrisati vsak 60-krat na sekundo. Zaželeno frekvenca osveževanja slike je vsaj 80 Hz. Žarek povzroči, da fosforni premaz osvetli zunanjo stran zaslona.

CRT zaslani so škodljivi, saj oddajajo določene žarke, ki so zdravju neprijazni.



Slika 50: CRT zaslon v preseku

Vir: Mueller, 2008, 1211

**LCD** (angl. liquid crystal display) zaslani delujejo na principu tekočih kristalov. Uporabljajo dve plasti polariziranega materiala, med katerima so tekoči kristali. Pri LCD zaslonih se lahko pojavijo sledeče napake:

- **bad pixel** - točka ostane prižgana v eni izmed osnovnih barv (rdeča, zelena ali modra),
- **dead pixel** - točka ostane temna in se ne prižge,
- **stuck pixel** - lcd točka je konstantno prižgana.

LCD zaslani so zelo hitro izpodrinili CRT zaslon zaradi manjše velikosti in teže. Poleg teže in velikosti porabijo veliko manj energije in so popolnoma brez elektromagnetnega sevanja. Glede na CRT zaslon lahko pri enaki velikosti zaslona prikažejo več, saj LCD zaslani uporabljajo direktno naslavljanje vsake točke na zaslonu.

**OLED** (angl. organic light emitting displays) so zaslani, ki naj bi povsem izpodrinili tako tehnologijo LCD kot zaslon s katodno cevjo. Zaslon OLED je sestavljen iz plasti organskih polimerov, stisnjenih med prosojno anodo in kovinsko katodo. Če na določeno točko

dovedemo električni tok, polimeri oddajajo svetlobo. Prednost tehnologije OLED je v tem, da ne potrebuje osvetlitve, saj polimeri sami oddajajo svetlobo, zaradi česar porabijo manj električne energije, poleg tega pa niso omejeni z ločljivostjo, tako da lahko prikazujejo slike tudi pri ločljivostih, nižjih od optimalne, s čimer imajo LCD zasloni težave.

#### 10.4.2 Resolucija in velikost

VGA monitorji zmorejo ločljivost 640×480 pik (640 pik po širini, 480 po višini), 800×600 pik, 1024×768 pik, boljši med njimi pa tudi 1900×1600 pik. Pri večanju ločljivosti zaslona je naenkrat več slike na zaslonu, s tem pa postajajo posamezni detajli zmeraj manjši (ali celo neprepoznavni), zato je za višje ločljivosti potrebno imeti večji monitor.

Drugi pomemben podatek je velikost monitorja. Velikost se meri po diagonali vidne površine in se izraža v palcih (inče, cole). Najbolj pogosti so monitorji velikosti 17", v zadnjem času pa dosega 22" in več.

#### 10.4.3 Tiskalniki

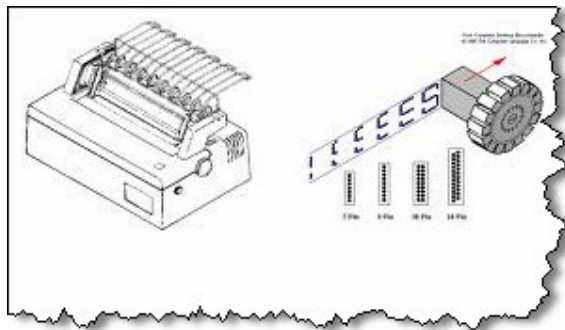
S prihodom cenениh računalnikov, velikih LCD monitorjev ter velikih kapacitet pomnilnih medijev, so napovedali veliko zmanjšanje porabe papirja. Napovedi se niso uresničile, celo nasprotno, poraba papirja se iz leta v leto povečuje.

Še nedolgo nazaj, smo imeli le črno bele tiskalnike, ki so bili dragi in glasni. Danes ima skoraj vsako pisarniško delovno mesto lasten laserski tiskalnik ter skupni barvni laserski tiskalnik. Cene tiskalnikov so se zelo znižale, tako da so dostopni skoraj vsakomur. Večji strošek predstavlja črnilo in vzdrževanje tiskalnika. Mnogokrat so cene brizgalnikov tako nizke, da se nam namesto zamenjava črnila izplača kupiti novi tiskalnik.

##### 10.4.3.1 Matrični (iglični) tiskalniki

Tehnologija, ki počasi izumira. V tiskalni glavi ima iglice, ki udarjajo po papirju. Čim več je iglic, tem bolj kvaliteten je tisk. Na razpolago so tiskalniki z 9 in s 24 iglicami, in sicer v velikostih A4 in A3. Matrični tiskalniki so doanes izredno dragi, njihovo delovanje hrupno, kvaliteta tiska slaba.

So nepogrešljivi pri tiskanju na več plasti (virmani), na ostalih področjih pa jih zaradi vse nižjih cen izpodrivajo druge vrste tiskalnikov.



Slika 51: Iglični tiskalnik

Vir: Bergles, Bojanc, 2006, 22

##### 10.4.3.2 Laserski tiskalniki

Danes najpogosteje uporabljeni tiskalniki za poslovno rabo so laserski tiskalniki. Dajejo najkvalitetnejši izpis. Delujejo na podoben način kot fotokopirni stroj. Odlikujejo jih sledeče prednosti:

- kvalitetnejši izpis,
- hitrejšo delovanje,

- tišje delovanje,
- cenejše vzdrževanje,
- manjša nakupna cena.

Tudi barvni laserski tiskalniki so danes dostopni že za ugodno ceno. Edina slabost laserskih tiskalnikov so dragi tonerji, ki včasih dosežejo ceno skoraj novega tiskalnika. Za poslovno rabo v podjetjih je laserski tiskalnik skoraj nepogrešljiv.

## 10.5 BRIZGALNI (INK-JET) TISKALNIKI

So po lastnostih nekakšen kompromis med laserskimi in matričnimi tiskalniki. Delujejo na principu brizganja črnila. Kvaliteta tiska se zelo približa laserskemu izpisu, cena pa matričnim tiskalnikom. Tudi ti tiskalniki so hitri in tihi. Pri današnjem stanju na tržišču tiskalnikov so zelo poceni možnost za kvaliteten barvni tisk.



Slika 52: Brizgalni tiskalnik

Vir: Bergles, Bojanc, 2006, 23

Brizgalni tiskalniki niso najbolj primerni za poslovne namene, ker izpis ni odporen na vlago in črnilo na papirju hitro zbledi. Predstavljajte si podpisano pogodbo z razmazanim pomembnim členom, na katerega smo pomotoma dotaknili s potnimi rokami!

Ob primerjavi cene tiska na stran glede na laserski tiskalnik ugotovimo, da je cena tiska na laserski tiskalnik cenejša skoraj za polovico.

## 10.6 OSTALE PERIFERNE NAPRAVE

Računalnik je postal sodobna multimedijska naprava, ki ni namenjena samo suhoparni obdelavi podatkov ter pisanju besedil. Uporabljamo ga tudi za zabavo, sprostitvev in izobraževanje. Z računalnikom gledamo filme, poslušamo glasbo, predvajamo multimedijske animacije, na internetu spremljamo novice in odlomke poročil in konec koncev za sprostitvev, zaigramo kakšno igrico.

Multimedijske dodatne periferne naprave niso več namenjene samo igranju, temveč so obvezni del vsakega računalnika, brez katerih si težko predstavljamo resnejše delo. Danes na

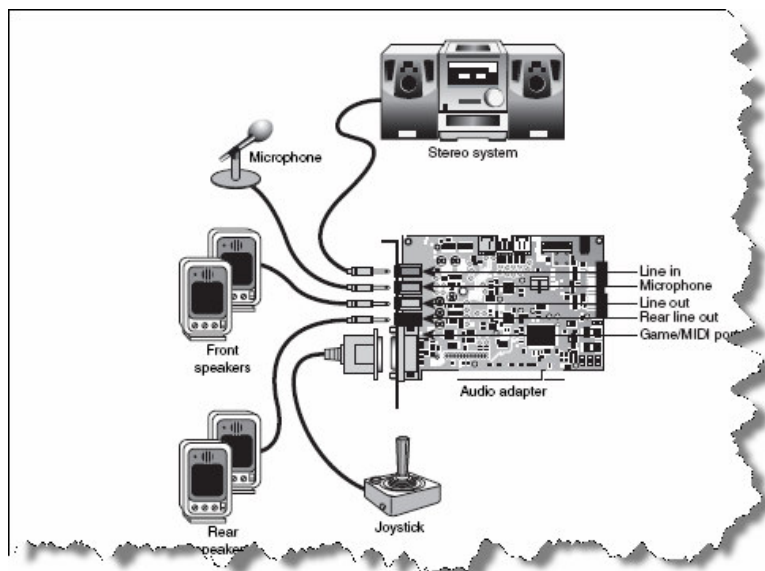


tržišču ne obstajajo računalniki, ki ne bi imeli že vgrajene zvočne in zmogljive video kartice ter izhodnih priključkov za povezavo s televizorji in glasbenimi ojačevalci.

### 10.6.1 Zvočna kartica

To je majhna ploščica tiskanega vezja, ki omogoča uporabo zvoka pri delu z računalnikom. Seveda potrebujemo še zvočnike ali pa jo priključimo kar na domačo HI-FI napravo. Že vsaka povprečna zvočna kartica zagotavlja solidno kakovost predvajanega zvoka.

Pri nakupu moramo biti pozorni predvsem na izhodne priključke, ki jih zvočna kartica omogoča. Za odlično kvaliteto zvoka je zaželen optični izhod. Prenosniki imajo zvočnike vgrajene že v ohišju. Za namizne računalnike pa moramo zvočnike dokupiti.



Slika 53: Zvočna kartica

Vir: Mueller, 2008, 513

### 10.6.2 Modem

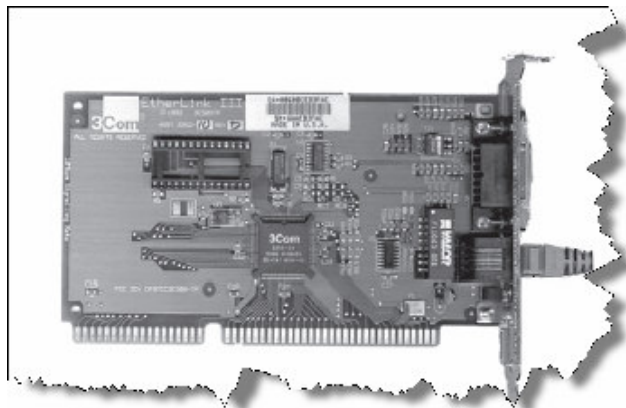
Beseda MODEM je skovanka iz besed, ki določajo, kaj naprava pravzaprav počne: MODulira (preoblikuje signal iz digitalne oblike v analogno za prenos po telefonskem omrežju) in na drugi strani tak analogen signal DEModulira nazaj v digitalno obliko.

"Razlago, zakaj modem dela z analogno obliko podatkov, najdemo v zgodovini. V začetku so se namreč signali prenašali po telefonskem omrežju preko (analognih) central. Modemska povezava je najenostavnejši način povezovanja oddaljenih računalnikov, ki pa je zaradi digitalizacije zastarela. Hitrost modemskega prenosa podatkov je omejena na 56 kbit/s, kar je neprimerljivo malo s povprečnimi širokopasovnimi povezavami, ki jih je mogoče najeti danes: okoli 5 Mbit/s. Z digitalizacijo telefonskega omrežja so modem nasledile mrežne kartice" (Bergles, 2005).

### 10.6.3 Mrežna kartica

Mrežna kartica je naprava, ki jo vstavimo v računalnik kot dodatno napravo ali pa je le ta že sama del osnovne plošče računalnika. S pomočjo nje računalniki komunicirajo med seboj in dostopajo do interneta. Mrežna kartica se razlikuje po topologiji katero vzpostavlja (vodilo, zvezda, ...) ter protokolu, ki ga uporablja. Poznamo tudi mrežne kartice, ki lahko delujejo v različnih omrežjih.

Danes so najbolj razširjene ethernet mrežne kartice, ki omogočajo hitrost prenosa do 1 Gb/s.



Slika 54: Mrežna kartica

Vir: Mueller, 2008, 824

#### 10.6.4 Stikalo (Switch)

"Stikalo namreč ne pošilja prejetih paketov na vse naslovnike v omrežju, pač pa prebere del paketa, v katerem se nahaja naslovnikov in ciljni naslov. Opremljeno s temi podatki stikalo omogoča neposredno povezavo med obema naslovnikoma (ali več naslovniki), brez vpletanja ostalih postaj. Iz tega je razvidno, da lahko stikala sočasno skrbijo za več povezav med različnimi naslovniki. Ker poslane pakete prejmejo samo naslovniki, se z uporabo stikal poveča varnost omrežja" (Bergles, 2005).

#### 10.6.5 Usmerjevalnik (Router)

Usmerjevalnik je naprava, ki jo uporabljamo za povezavo različnih vrst omrežij. Usmerjevalnik skrbi za komunikacijo med segmenti omrežja in posameznimi napravami. Za razliko od stikala, ki pakete pošilja le naprej na naprave, ki so nanj priključene, pa usmerjevalnik spozna ali je paket namenjen omrežju, ki ga povezuje ali pa je paket namenjen omrežju zunaj njegovega nadzora. Od tod tudi ime, saj usmerja promet na omrežju.

### 10.7 POVZETEK

#### 10.7.1 Kaj smo se v tem poglavju naučili?

Spoznali smo zgradbo računalnikov. Vemo, da imajo računalniki interne naprave (procesor, RAM, ROM) in periferne naprave (disk, DVD pogon, grafična kartica, zvočna kartica, TV-kartica, tipkovnica, miška, zaslon, tiskalnik, risalnik, optični čitalnik, digitalni fotoaparati ...). Zavedamo se, da ima računalnik različne pomnilnike, ki se razlikujejo tako po namenu kot po trajnosti shranjenih podatkov. ROM-BIOS ima shranjena osnovna navodila za zagon računalnika. RAM je hiter delovni pomnilnik, ki pa se takoj po izklopu računalnika popolnoma zbršiše. Zato podatke shranjujemo na trde diske v računalniku, varnostne kopije pa še na prenosljive trde diske, zgoščenke (CD, DVD), trakove.

Za prenos podatkov med računalniki in digitalnimi fotoaparati ali kamerami, ali za shranjevanje slik med fotografiranjem, uporabljamo flash spominske kartice. Za prenos podatkov uporabljamo še USB ključke, zgoščenke in DVD-je.

#### 10.7.2 Vprašanja za razmislek in ponavljanje

1. Pojasnite kako je zgrajen računalnik. Navedite osnovne sestavne dele.

2. Katere interne in periferne komponente ima računalnik? Ali so periferne enote v ohišju računalnika ali izven njega?
3. Opredelite pojem vhodne in izhodne naprave. Naštejte primere vhodnih, izhodnih in vhodno-izhodnih naprav osebnega računalnika.
4. Opišite vrste in pomen pomnilnikov. Po čem se pomnilniki razlikujejo? Zakaj jih je več vrst? Navedite tipične pomnilnike osebnega računalnika.
5. Opredelite kaj pomeni frekvenca delovanja in kapaciteta pomnilnika.
6. Kaj je RAM in kakšna je njegova vloga v računalniku?
7. Kaj je ROM oz. ROM-BIOS in kakšna je njegova vloga v računalniku?
8. Kaj je trdi disk in kakšna je njegova vloga v računalniku?
9. Opišite vlogo usmerjevalnika v omrežju.
10. Opišite vlogo preklopnega stikala v omrežju.

### **10.7.3 Več informacij za razširitev znanja**

1. [http://www.shopping.hp.com/webapp/shopping/store\\_access.do?template\\_type=landing&landing=printers](http://www.shopping.hp.com/webapp/shopping/store_access.do?template_type=landing&landing=printers)
2. [www.logitech.com](http://www.logitech.com)
3. [www.epson.com](http://www.epson.com)
4. <http://www.epson.co.uk/printers/printers.htm?Section=home>
5. <http://www.tipro.si>

## 11 GRAFIČNI PODSISTEMI

### 11.1 PREDSTAVITEV POGlavJA

Odlična grafična kartica so sanje slehernega oblikovalca, arhitekta in igričarja. Katere karakteristike zahtevamo od grafične kartice, da bo zadostovala potrebam? Je to hitrost procesorja, količina pomnilnika ali morda proizvajalec? Koliko denarja vložiti za nakup grafične kartice? Kakšne so zahteve za poslovne računalniške sisteme?

V začetku poglavja je predstavljen razvoj grafičnih standardov od MDA do UGA. Kakor grafični standardi so v nadaljevanju opisan razvoj vodil na osnovnih ploščah, v katere smo priključevali grafične kartice. V nadaljevanju spoznamo pomen grafičnega procesorja, dodatnega pomnilnika in video BIOSa. Na koncu poglavja je opisana možnost povezovanja oziroma združevanje dveh kartic s tako imenovano SLI ali Crossfire tehnologijo.

### 11.2 UVOD

Video kartica je vmesnik med računalnikom in zaslonom, ki poskrbi za prenos video signala na monitor. Pionir v razvoju standarda grafičnega prikazovanja je bilo dobro znano podjetje IBM, katerega so ostali proizvajalci in prilagajali produkte tako imenovanemu de facto standardu. V začetku smo imeli črno/bele oziroma enobarvne grafične zaslone, ki so se v začetku osemdesetih let razvili v barvne.

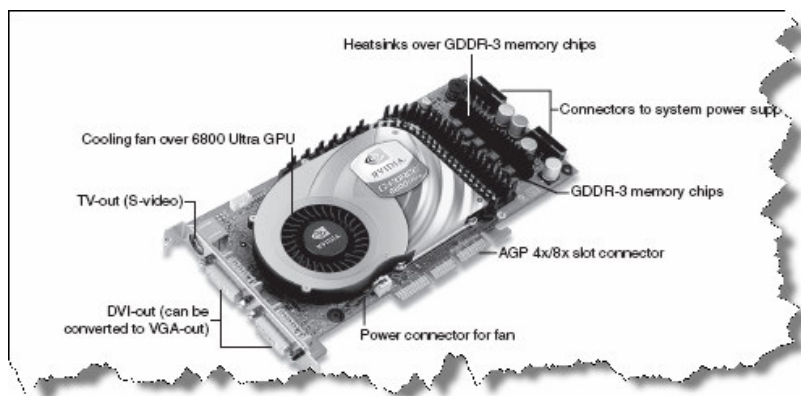
- MDA (Monochrom display adapter).
- HGC (Hercules graphic card).
- CGA (Color graphic adapter).
- EGA (Enhanced graphic array).
- VGA (Video graphic array).
- SVGA (Super VGA).
- XGA (Extended VGA).
- UGA (Ultra video graphic array).

Grafična kartice je lahko vgrajena že na osnovni plošči ali ločen produkt na enem izmed znanih računalniških vodil (Agp, PCI-e, PCI, ISA). Na začetku devetdesetih let so začeli grafične kartice vgrajevati na osnovne plošče. Integrirane grafične kartice se niso razlikovale od ločenih. Prednost integriranih kartic je bila predvsem cenenost. Zmogljive so bile za pisarniško delo. Seveda smo lahko v sistem dodali boljše grafično kartico, ki je izključila integrirano kartico na osnovni plošči. Integrirana grafična kartica je ponavadi uporabljala sistemski pomnilnik UMA (angl. unified memory architecture) računalnika.

Prvo podjetje, ki je začelo vgrajevati grafične kartice na osnovno ploščo, je podjetje VIA, sledili so mu Intel, Nvidia in SIS. Ne smemo pozabiti, da so morali korenito spremeniti vezni nabor (angl. chipset)!

Vsaka video kartica je sestavljena iz sledečih delov:

- video BIOS,
- video procesor,
- video pomnilnik,
- konektor za vodilo,
- hladilni mehanizem,
- gonilnik za operacijski sistem.



Slika 55: Grafična kartica  
Vir: Mueller, 2008, 744

### 11.2.1 Video BIOS

Vsaka grafična kartica vsebuje Video BIOS, ki je popolnoma ločen od systemskega BIOSa. Njegova naloga je zagotoviti funkcije delovanja grafične kartice ter vzpostavljati vmesnik med strojno opremo računalnika in video kartice. Za uporabo Video BIOSa so predvideni sistemski klici, ki jih lahko izvaja operacijski sistem ali sistemski BIOS.

Različica Video BIOSa je vidna pri zagonu računalnika POST. Video BIOS lahko ponavadi nadgrajujemo, ker proizvajalci velikokrat izboljšujejo zmožnosti, ter ga prilagajajo novim operacijskim zahtevam in matičnim ploščam (angl. firmware upgrade).

### 11.2.2 Video procesor

Video grafični procesor (angl. video chipset) je srce vsake video kartice, ki določa propustno ter hitrost obdelave grafičnih elementov. Naloga video procesorja je pospeševanje 3D grafičnih funkcij, ki jih najbolj izkoristimo pri zahtevnih igrah ter računalniških animacijah. Video kartice z enakim naborom vezja imajo enake zmogljivosti ne glede na proizvajalca.

### 11.2.3 Video RAM

Večina neintegriranih video kartic ima vgrajen lasten pomnilnik velikosti 256 MB in več. Količina pomnilnika vgrajena na kartico določa prikaz maksimalne resolucije ter globino barv, ki jo lahko prikaže. Uporaba vgrajenega pomnilnika na kartici se uporablja zaradi hitrejšega dostopa in večje hitrosti. Spodnja tabela prikazuje vrsto pomnilnika, ki so vgrajeni na video kartice.

Tabela 12: Vrste pomnilnika na grafičnih karticah

Memory Type	Definition	Relative Speed	Usage
FPM DRAM	Fast Page-Mode RAM	Slow	Low-end ISA cards; obsolete
VRAM <sup>1</sup>	Video RAM	Fast	Expensive; obsolete
WRAM <sup>1</sup>	Window RAM	Fast	Expensive; obsolete
EDO DRAM	Extended Data Out DRAM	Moderate	Low-end PCI-bus
SDRAM	Synchronous DRAM	Fast	Low-end PCI/AGP
MDRAM	Multibank DRAM	Fast	Little used; obsolete
SGRAM	Synchronous Graphics DRAM	Very fast	High-end PCI/AGP; replaced by DDR SDRAM
DDR SDRAM	Double-Data Rate SDRAM	Very fast	High-end AGP
DDR-II SDRAM	DDR SDRAM, 4-bit per-cycle memory fetch	Extremely fast	High-end AGP, PCI Express
GDDR-3 SDRAM	Modified DDR SDRAM	Extremely fast	High-end AGP, PCI Express

Vir: Mueller, 2008, 750

### 11.2.4 Vodilo

Grafične kartice smo praktično priključevali na vsa vodila, ki so bila razvita za priključevanje dodatnih naprav. Razvoj vodil so zaradi potreb po velikih hitrosti narekovale prav grafične kartice.

- ISA (angl. industry standard architecture).
- EISA (angl. extended industry standard architecture).
- Vesa Local BUS (angl. video electronics standards association).
- AGP (angl. accelerated graphic port).
- PCI (angl. peripheral component interconnect).
- PCI-X .
- PCI-Express.

### 11.2.5 Standardi

Zaradi velikih frekvenc delovanj grafičnega procesorja ter prenašanju velikih količin podatkov se grafične kartice tudi močno grejejo. Ponavadi imajo posebne hladilne sisteme (angl. heat pipe), ki hitro ohlajajo površino grafične kartice ter procesorja.

Mnoge zmogljive grafične kartice imajo še dodatne funkcije kot so:

- **SLI** (scalable link interface) proizvajalca Nvidia in Crossfire proizvajalca ATI omogočata povezavo dveh grafičnih kartic za povečanje moči delovanja.
- Dva izhoda omogočata priklop dveh monitorjev ali LCD televizorja z digitalnim vhodom.
- **SVGA** in **kompositni** izhod za priklop na analogni televizor.
- **HDMI** izhod za priklop na LCD ali plazma televizor.

Za navadno pisarniško poslovanje ne potrebujemo zmogljive VGA-Video kartice. Zadostuje že tista VGA-Video kartica, ki je nameščena na osnovni plošči računalnika. Za grafične oblikovalce, arhitekta, strojnike ter otroke potrebujemo zmogljivejše VGA-Video kartice, ki omogočajo hitrejšo obdelavo video signala. Nekatere grafične kartice (TV kartice) omogočajo tudi priklop običajnega TV sprejemnika, kar je posebej primerno za ogled video posnetkov. Spodnja tabela prikazuje klasične standarde, ki jih podpirajo grafične kartice.

Tabela 13: Resolucije grafičnih kartic

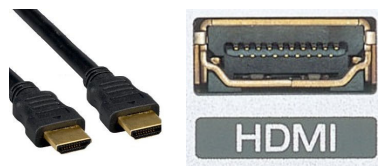
Display Standard	Linear Pixels (H×V)	Total Pixels
CGA	320×200	64,000
EGA	640×350	224,000
VGA	640×480	307,200
WVGA	854×480	409,920
SVGA	800×600	480,000
XGA	1024×768	786,432
XGA+	1152×864	995,328
WXGA	1280×800	1,024,000
WXGA+	1440×900	1,296,000
SXGA	1280×1024	1,310,720
SXGA+	1400×1050	1,470,000
WSXGA	1600×1024	1,638,400
WSXGA+	1680×1050	1,764,000
UXGA	1600×1200	1,920,000
HDTV	1920×1080	2,073,600
WUXGA	1920×1200	2,304,000
QXGA	2048×1536	3,145,728
QSXGA	2560×2048	5,242,880
QUXGA-W	3840×2400	9,216,000

Vir: Mueller, 2008, 757

### 11.2.6 Vhodni priključki za monitorje

Tradicionalne VGA kartice, CRT monitorji in analogni kompatibilni LCD monitorji uporabljajo za vhod standard analogni VGA. Novejši LCD monitorji in kompatibilne VGA grafične kartice pa uporabljajo DVI-D (angl. digital video interface) konektor. Grafične kartice, ki imajo oba tako analogni kot digitalni izhod, uporabljajo za digitalni izhod DVI-I konektor.

HDMI (angl. high definition multimedia interface) so razvila podjetja (Hitachi, Panasonic, Philips, Sony, ...), ki se ukvarjajo z glasbeno in filmsko produkcijo, z namenom da standardizirajo prenos digitalnega avdio in digitalnega video signala po enem kablu. HDMI 1.0 standard je bil predstavljen decembra 2002, trenutno je aktualen HDMI standard 1.3b iz marca 2007, ki določa visoke hitrosti prenosa video in avdio signala (do 10,2 Gbps).



Slika 56: HDMI priključek

Vir: <http://www.jdr.com/interact/..%255Cimages%Ccbl-hdmi-dvi.jpg>

Pri grafičnih karticah ne smemo pozabiti na programski del, ki močno vpliva na zmožnost delovanja grafičnih kartic. Mislimo na API, ki omogočajo popolno izkoriščanje grafičnih zmožnosti strojne opreme. Trenutno sta na področju igrčarstva vodilna **OpenGL** in Microsoft **Direct3D**, ki je del tehnologije DirectX. DirectX je tehnologija, ki omogoča ustvarjanje posebnih vizualnih in zvočnih učinkov.

- **Direct3D** omogoča tridimenzionalno animacijo v monitorju računalnika. Direct3D omogoča močno povezavo med grafično kartico računalnika in programi programske opreme, ki lahko predvajajo tridimenzionalne (3□D) predmete. Hitreje kot računalnik obdeluje animacijo, bolj realistični se zdijo 3□D predmeti, svetloba in gibanje v monitorju.
- **DirectDraw** omogoča ustvarjanje dvodimenzionalnih (2□D) vizualnih učinkov. Grafična kartica računalnika in veliko programov programske opreme uporabljajo DirectDraw za medsebojno komunikacijo, preden monitorju pošljejo končno vizualno sliko. Računalniške igre, dvodimenzionalni grafični paketi in sistemske funkcije programa Windows uporabljajo DirectDraw.

## 11.3 POVZETEK

### 11.3.1 Kaj smo se v tem poglavju naučili?

Grafična ali video kartica je naprava v računalniku, ki skrbi za predvajanje slike na monitorju. Za navadno pisarniško uporabo ne potrebujemo visoko performančne kartice. Tisti, ki se ukvarjajo z 2D in 3D modeliranjem ter igranjem, potrebujejo grafično kartico, ki ima vgrajen lasten procesor in dodatno količino čim hitrejšega pomnilnika. Večina sodobnih grafičnih kartic uporablja PCI-X vodilo ter vsaj 512 MB lastnega pomnilnika.

### 11.3.2 Vprašanja za razmislek in ponavljanje

1. Na katerih vodilih se lahko priključijo grafične kartice?
2. Iz katerih delov je sestavljena grafična kartica?
3. Katera dva proizvajalca sta trenutno aktualna za proizvodnjo grafičnih kartic?
4. S katerim standardom, se da dve kartici povezati in kaj s tem pridobimo?
5. Kaj je HDMI?
6. Kakšna je razlika med VGA in DVI izhodoma?
7. Kaj zagotavlja ROM BIOS na grafičnih karticah?

### 11.3.3 Več informacij za razširitev znanja

1. <http://ati.amd.com/uk/products/index.html>
2. <http://www.nvidia.com>



## 12 VIRI IN LITERATURA

Bergles, R. *Operacijski sistemi*: Ljubljana, B2 d.o.o., 2007.

Bergles, R. *Osnove omrežij in protokolov*. Ljubljana: B2 d.o.o., 2005.

Bergles, R. *Osnove omrežij in protokolov*: Ljubljana, B2 d.o.o., 2006.

Bergles, R. *Računalništvo in informatika*. Ljubljana: B2 d.o.o., 2004.

Bergles, R., in Bojanc, R. *Varnost in zaščita omrežij*. Ljubljana: B2 d.o.o., 2006.

Jarc, P. *Osnove računalništva*. Ljubljana: B2 d.o.o., 2003.

Kožuh, R. *Računalniški sistemi* (online). 2002. (citirano 30. 10. 2008). Dostopno na naslovu: <http://www.s-sers.mb.edus.si/gradiva/w3/sistemi/elektromeh.html>.

Mueller, S. *Upgrading and repairing PCs*. QUE, 2008.

Prejac, R. *Računalniški sistemi* (online). 2002. (citirano 30. 10. 2008). Dostopno na naslovu: <http://www.s-sers.mb.edus.si/gradiva/w3/sistemi/cevovod.html>.

Škraba, I. *Osnove računalniške arhitekture I*, Power Point prezentacija. 2002.

Škraba, I. *Osnove računalniške arhitekture II*, Power Point prezentacija. 2002.



## Projekt **Impletum**

Uvajanje novih izobraževalnih programov na področju višjega strokovnega izobraževanja v obdobju 2008–11

Konzorcijski partnerji:



Operacijo delno financira Evropska unija iz Evropskega socialnega sklada ter Ministrstvo RS za šolstvo in šport. Operacija se izvaja v okviru Operativnega programa razvoja človeških virov za obdobje 2007–2013, razvojne prioritete Razvoj človeških virov in vseživljenjskega učenja in prednostne usmeritve Izboljšanje kakovosti in učinkovitosti sistemov izobraževanja in usposabljanja.