

Kazalo

1	Arhitektura računalnika	2
1.1	Osební računalnik	2
1.1.1	Ozko grlo	2
1.2	Grafična delovna postaja	3
1.3	Primerjava PC – Grafična delovna postaja	3
1.4	Strojna oprema računalnika	4
1.5	Centralna procesna enota - CPU	4
1.5.1	Frekvenca	5
1.6	Pomnilnik – RAM	5
1.6.1	Dinamični pomnilnik	5
1.6.2	Rambus (RDRAM)	6
1.6.3	DDR	6
1.7	Podatkovno vodilo – BUS	6
1.7.1	Prekinitve	8
1.7.2	DMA	9
1.8	Zunanji pomnilniki	9
1.8.1	Trdi disk	10
1.8.2	Diskovna polja - RAID	10
1.8.3	Disketne enote	11
1.8.4	Tračne enote	11
1.8.5	Magnetooptični diski	12
1.8.6	CD-ROM in DVD	12
1.9	Monitor in rastrska procesna enota	13
1.9.1	Barvna globina	13
1.9.2	Pospeševalniki	13
1.10	Vhodne naprave	13
1.11	Izhodne naprave	13
1.12	Mikrokrmilniki	13
2	Računalniške telekomunikacije in mreže	15
2.1	Velikosti omrežij	15
2.2	Standardi	15
2.3	Topologija	15
2.4	Arhitektura	16
2.4.1	Ethernet	16
2.4.2	Twisted pair	16
2.4.3	Ponavljalnik (Repeater)	16
2.4.4	Token Ring	17

2.4.5	ISDN in POTS	17
2.5	ATM - Asynchronous Transfer Mode	17
2.6	Internet	18

Poglavje 1

Arhitektura računalnika

Arhitektura sistema pove to, kako je sistem zgrajen, iz kakšnih sestavnih delov, kako so ti sestavni deli povezani in kako med seboj sodelujejo. Obsega vse naprave, ki so nanj priklopljene in programske opreme, ki teče na sistemu. Bazira na tipu programske opreme (znanstvena, poslovna, ..), ki jo program poganja in število opravil, ki tečejo istočasno.

Arhitektura podaja količino spomina, ki je potrebna in kako se s spominom upravlja (zaščita, navidezni spomin, navidezni računalnik). Podaja tip procesorja (število bitov), širino podatkovnega vodila (16, 32, 64) in kako je urejena večopravnost (kanali, nadzor nad vodilom, paralelno procesiranje).

Tip procesorja in njegov osnovni nabor ukazov pogojuje katere funkcije računalnik izvaja; podaja način zapisa ukazov, ki aktivirajo operacije v procesorju.

Trend proti procesorjem z velikim naporom ukazov se je obrnil z uvedbo RISC (*Reduced Instruction Set Computer*) procesorjev, ki imajo zmanjšano število ukazov v primerjavi z CISC (*Complex Instruction Set Computer*). Rezultat zmanjšanja števila kazov procesorja je hitrejši računalnik, katerega izvršni programi so večji, saj mora prevajalnik kompleksne ukaze graditi iz enostavnejših ukazov.

Odpravljanje napak, zanesljivost in redundanca vpliva na arhitekturo v vseh pogledih. Datotečni strežniki in baze podatkov zahtevajo posebno obravnavo saj se pri njih zahteva visoka stopnja zanesljivosti tako v strojni kot v programski opremi.

1.1 Osebni računalnik

Osebni računalnik služi namenu enemu samemu uporabniku in tako je napisana tudi programska oprema, ki teče na njemu. Uporablja se doma in v službi za vsa opravila, ki so bila popreje izvajana le na velikih

računalniških sistemih.

Z dodatkom modema se ga lahko uporabi kot terminal, s katerim se lahko povežemo na druge računalnike in omrežja s servisi po vsem svetu.

Na trgu najdemo zelo različne tipe osebnih računalnikov z zelo različnimi cenami, ki jih pogojuje vgrajena strojna in programska oprema. Zmogljivost osebnega računalnika je pogojena predvsem s kapaciteto trdega diska, velikostjo osnovnega spomina. Hitrost računalnika je odvisna od procesorja (*CPU*). Kvaliteta prikaza pa je odvisna od monitorja in grafične kartice, ter od tiskalnika za izpis.

Pri določanju uporabnosti PC ni pomembna le zmogljivost ampak tudi ob stvari, ki so lahko cenene a prav tako pomembne. Primer je tipkovnica, katere zgradba se v zadnjih desetletjih ni bistveno spremenila. Za stalnega uporabnika računalnika, je dobra tipkovnica pomemben faktor pri izbiri. Ob ceneni izvedbah in stalnemu delu je mogoče pridelati tudi poškodbe rok. Kvaliteta monitorja je prav tako pomembna. Večji zasloni so lažji za branje. Udobnost dela je tako lahko pomembnejši faktor pri izbiri, kot pa zmogljivost.

1.1.1 Ozko grlo

Za vsak sistem je pri določanju zmogljivosti možno postaviti diagnozo ozkega grla (*bottleneck*). V računalniku je to komponenta, ki zavira hitrejšo delovanje celotnega sistema. Ni pomembno, če so ostale komponente sistema visoko zmogljive. Za povečanje zmogljivosti računalnika je potrebno najprej povečati zmogljivosti komponentne, ki ustvarja zaviranje.

Kaj je ozko grlo v nekem računalniku pa je odvisno predvsem od njegovega namena. Zato izbira hitrejšega procesorja za strežnik ne izboljšuje zmogljivosti, saj so ozka grla lahko povsem drugače.

Podatkovna baza po najverjetneje omejena s hitrostjo

diska in vmesnega pomnilnika (*cache memory*). Oken-ske aplikacije so odvisne od hitrosti grafične kartice. Procesor v računalniku lahko zamenjamo, vendar nje-gova zamenjava ne bo pomagala, če je ozko grlo loci-rano v drugi komponenti računalnika.

V letu 2002 bo najbolj pogosto ozko grlo v hitrosti spomina. Medtem ko hitrosti procesorjev naraščajo in za boljše procesorje dosegajo 2GHz je hitrost spomina ustaljena pri 100-133 MHz. Nove tehnologije (DDR ali Rambus) oskušajo zapolniti vrzel.

1.2 Grafična delovna postaja

Grafična delovna postaja je visoko zmogljiv, eno ali večuporabniški mikro ali mini računalnik, ki je name-njen grafičnim aplikacijam, ki se uporabljajo za CAD, CAM, CAE in druge znanstvene namene. Največkrat je to računalnik povezan v omrežje, kjer se ga lahko upo-rablja tudi za sistem odjemalec – strežnik.

Večina delovnih postaj temelji na procesorjih RISC z operacijskim sistemom UNIX. Procesorji RISC temeljijo na visokih hitrostih notranje in uporabljajo poenostavljen nabor ukazov. Prav zmanjšanje števila osnovnih ukazov je povečalo hitrosti teh procesorjev in s tem zmogljivosti teh procesorjev, kar jih je postavilo v prvo vrsto pri izbiri za numerično intenzivne apli-kacije potrebne predvsem tehnični stroki, kjer se stati-stično gledano uporablja le malo različnih ukazov, zato pa te intenzivno. Klasični procesorji CISC, ki so v računalniku PC ne izvajajo ukazov tako hitro kot RISC, imajo pa zato večji nabor ukazov. Programi napisani za RISC niso kompatibilni s tistimi napisani za procesorje RISC. RISC je v svetu delovnih postaj prevladujoča tehnologija, ki je bila najprej razvita v laboratorijih IBM (Yorktown Heights, NY) v letu 1974. Kljub zgo-dnjim raziskavam pa se IBM ni komercialno ukvarjal s temi procesorji, kar so izkoristili proizvajalci kot je Sun, Apollo, Silicon Graphics in drugi. Šele po razmahu te tehnologije je IBM uvidel svojo okorelost in v letu 1990 predstavil svoj prvi RISC računalnik RS/6000.

Operacijski sistem UNIX v različnih variantah je iz-ključni operacijski sistem, ki ga danes uporabljajo za delovne postaje. To je večuporabniški in večopravilni operacijski sistem, ki je bil razvit pri AT&T. UNIX je v celoti napisan v jeziku C, ravno tako razvitem pri AT&T, in je zaradi tega tudi lažje prenosljiv na različne arhitekture računalnikov. Prav zaradi svoje prenosljivo-sti med sistemi je postal sinonim za "odprte sisteme".

V novejšem času so se na področju osebnih

računalnikov pojavili procesorji, ki po svojih lastno-stih (in ne zmogljivostih), posegajo v domeno delov-nih postaj. Tako ima procesor PowerPC RISC za-snovno, procesor Pentium pa možnosti multiprocesira-nja (povezovanje več procesorjev v eno celoto). Uva-jajo se novi operacijski sistemi, ki želijo posnemati do-bre lastnosti sistema UNIX. Microsoft-ov Windows NT, Apple-ov MacOS in IBM-ov operacijski sistem OS/2 poskušajo uvesti večopravilnost, predkupno procesira-nje in hkrati ohraniti kompatibilnost s starim operacij-skim sistemom.

1.3 Primerjava PC – Grafična de-lovna postaja

Razen razlik, ki jih pogojuje izbira procesorja in ope-racijski sistem se osebni računalnik in grafična delovna postaja (*graphics workstation*) v osnovnih sestavnih ne razlikujeta bistveno. Razlike se kažejo v zmogljivosti posameznih komponent. Razumljivo je, da je grafična delovna postaja specializirana za delo z grafičnimi apli-kacijami, ki so že po sami naravi tako grafično kot nu-merično intenzivne. V ta namen imajo grafične po-staje zelo izboljšani grafični del, ki je namensko izdelan tako, da že strojna oprema v grafičnem delu razbremeni glavni procesor grafično intenzivnih del, kot so transfor-macije v tridimenzionalnem prostoru in senčenje objek-tov, ki se v najnovejših grafičnih postajah odvija kar v za to narejenemu grafičnemu procesorju.

Programski paketi za CAD morajo znati izkoristiti te grafične sposobnosti postaje in s tem omogočiti visoko stopnjo interakcije med konstrukterjem in programskim paketom. Če CAD programski paket ne zna izkori-siti vseh zmogljivosti grafičnega procesorja, potem se po-staja ne uporablja kot *grafična postaja*, ampak le kot vi-sokozmogljivi osebni računalnik, oziroma računalnik, ki zna hitro mleti številke (RISC) in med drugim tudi (mogoče) uspešno poganjati CAD paket.

Prav zaradi te posebnosti je potrebno grafično de-lovno postajo vedno gledati skupaj z ustreznim paketom za CAD/CAM, saj se le v pravi kombinaciji pokažejo bistvene prednosti pred navadnimi delovnimi posta-jami.

Primerjava v zmogljivostih med PC in postajo zaradi drugačne arhitekture, cene in operacijskega sistema ni umestna, čeprav sta se obe arhitekturi v svojih ekstre-mih že dovolj približali. Pričakovati je, da se bo ta trend približevanja še nadaljeval do končne združitve, kjer se

bodo računalniki razlikovali le po namenu in ne arhitekturi.

1.4 Strojna oprema računalnika

Vsak računalnik mora zadovoljevati tri osnovne potrebe:

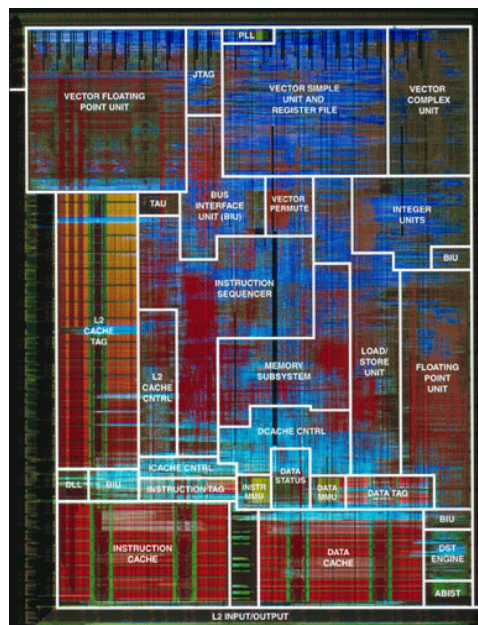
- Vhod/Izhod
- Shranjevanje
- Preresiranje

Klasično je računalnik sestavljen iz procesne enote (CPU), spomina RAM, trajnih pomnilnih medijev kot je trdi disk, tračna enota, disketnik, vhodnih naprav kot je tipkovnica in miška, ter izhodnih naprav: monitor, tiskalnik ali risalnik.

1.5 Centralna procesna enota - CPU

Processor je srce računalnika, ki je sestavljena iz več podsklopov v enem samem intergiranem vezju. Vsi procesorji vsebujejo registre, ki so male pomnilne celice s katerimi operira ukazna enota procesorja in jih uporablja aritmetično logična enota (ALU) za hranjenje vrednosti notranjih vrednosti spremenljivk. Včasij zaradi tehnoloških težav ali cene v sam procesor niso vgrajene operacije za računanje s plavajočo vejico (*floating point operations*) ampak je za to poleg procesorja v ta namen zgrajen matematični procesor (koprocessor), ki nadomešča pomanjkanje računanja s plavajočo vejico. Če procesor v nobeni obliki ne premore računanja s plavajočo vejico, še vedno obstaja možnost izvedbe emulacije s programsko opremo, vendar je tak pristop neprimerljivo počasnejši. Na mini in večjih računalnikih je se CPU nahaja na več matičnih ploščah.

Poleg ALU, registrov in dekodirnika ukazov se v procesorju nahaja tudi manjši vmesni pomnilnik, ki je le hitri pomnilnik za hitrejšo preresiranje v CPU, saj je običajno zunanji pomnilnik mnogo počasnejši od CPU, z vmesnim pomnilnikom (*cache RAM*) pa se iz počasnejšega RAM-a med tem, ko procesor "racuna, v hitri pomnilnik preslikuje vsebina RAM-a. Poleg notranjega vmesnega pomnilnika, ki je omejene velikosti, se v praksi uporablja tudi zunanji vmesni pomnilnik. Tipične velikosti tega spomina so od 256k do nekaj MB v delovnih postajah.



Slika 1.1: Prerez PowerPC RISC procesorja G4

Izvajanje aritmetičnih ukazov v procesorju se odvija hitro. Ljudje pričakujejo, da je seštevanje dveh velikih števil v ALU zahtevnejše od seštevanja manjših. Če nekoga vprašate koliko je $2+2$ takoj odgovori s 4. Če pa zahteva še $123432+432423$ bo potreben papir in kakšna minuta. ALU seštevata števila z elektronskimi vezji, ki enako hitro seštevajo velika ali mala števila.

Hitrost CPU običajno merimo s tem, koliko ukazov lahko izvedejo v sekundi. Za primer merjenja hitrosti pogledimo v obrat hitre prehrane. V obratu so ljudje, ki čakajo v večih vrstah. Zmogljivost obrata se šteje v tem, koliko strank lahko postrežejo v določenem času. Ko prideš na začetek vrste in poveš željo lahko traja kar nekaj časa preden dobiš hamburger. Mogoče je potrebno stopiti na stran, da lahko postrežejo še drugim. Za tebe lahko to traja celo večnost toda za podjetje je hitrost velika, saj obdelajo veliko strank.

Na enak način se tudi v CPU delijo dela na zajem ukazom, zajem podatkov in izvajanje ukazov. Včasih kakšen ukaz zahteva podatek, ki ni takoj na voljo. Vsi moderni procesorji lahko dajo na stran ukaz in čakajo, medtem pa izvajajo zaporedne ukaze. Hitrost je tako merjena s prepustnostjo celotnega procesorja.

1.5.1 Frekvenca

Proizvajalci raje podajajo hitrosti procesorja v MHz, ker je to najlažje merljiv podatek in ker je to najvišja frekvenca od vseh frekvenc, ki se uporabljajo v računalniku. Frekvenčni generator sinhronizira delovanje in premika stanja enot v računalniku.

Običajno je v računalniku več frekvenc. Na matični plošč se običajno generira frekvenca 66 MHz, v procesorju pa se ta frekvenca N krat množi. Spomin ima 100MHz ali 133MHz frekvenco. Vodilo PCI ima frekvenco 33 MHz za usklajevanje.

Edino nedvoumno merilo naprednosti tehnologije je debelina povezav v CPU. Majša vezja porabijo manj moči, generirajo manj toplote in tečejo hitreje. Trenutna tehnologija ima debelino vezic 0.18 mikrona in je napajana z 1.6 volta.

1.6 Pomnilnik – RAM

RAM se uporablja za tekoče obdelave. CPU uporablja pomnilnik za svoje delo, saj se v njem nahaja operacijski sistem in tekoči programi. Obstajata dve vrsti pomnilnika: dinamični in statični. Statični pomnilnik hrani vrednost v spominskih celicah ves čas, ko je na njemu priklopljena napajalna napetost. Dinamični pomnilnik pa nima zmožnosti trajnega pomnjenja svoje informacije, zato potrebuje osvežitev vseh spominskih celic na vsakih nekaj milisekund. Za osveževanje celic v dinamičnih pomnilnikih skrbijo posebna integrirana vezja, ki poleg osveževanja skrbijo še za kontrolo nad vsebino celice. V ta namen imajo poleg dinamični pomnilniki poleg standardnih osmih bitov še t.i. *parity bit*, s katerim kontrolirajo pravilnost ostalih osmih bitov. Ta deveti bit pa ni paritetni bit v pravem smislu besede, ampak je to bit, s katerim lahko vezje za kontrolo in korekcijo obnovi pravilno stanje, če je katerikoli bit od osmih napačen. To vezje, ki poleg osveževanja tudi nadzoruje pomnilnik se imenuje *Error Detection and Correction Unit*.

Poleg klasičnega pomnilnika je v vsakem računalniku tudi manjši neizbrisljivi pomnilnik (ROM, EPROM, EEPROM, FLASH RAM, CMOS RAM), ki je potreben le za zagon računalnika in shranjevanje trenutne nastavitve celotnega sistema.

1.6.1 Dinamični pomnilnik

Dinamični spomin je odganiziran v vrstice in stolpce. Za dostop do posamezne spominske celice je potrebno najprej na spominsko vodilo podati številko vrstice in sprožiti signal \overline{RAS} (*Row Address Strobe*), sledi nastavitve številke stolpca in signal \overline{CAS} (*Column Address Strobe*). Ker se največkrat zgodi, da procesor potrebuje naslednjo celico, se lahko spremeni le številka stolpca. To latnost izkoriščajo pomnilniki EDO, ki omogočajo dostop do spominskih celic tudi brez signala \overline{RAS} . Podobno delujejo tudi SDRAM (*Synchronous DRAM*).

Spominu SDRAM ima običajno zakasnitev 50ns. Drugi performančni parameter v SDRAM pa je hitros prenosa za spominske lokacije, ki si sledijo. Ta hitrost se podaja kot PC100 ali PC133 in pove frekvenco v MHz, s katero se lahko naslednje lokacije prenašajo. Za 100 MHz spomin je to vsakih 10 ns.

Zakasnitve v dostopu do spomina

Za seštevanje dveh števil mora CPU najprej zajeti dve števili iz spomina. Za pospešitev delovanja moderni CPU vsebuje notranji spomin (*cache*). Ta notranji vmesni pomnilnik vzbije zadnje uporabljene dele programa in podatkov.

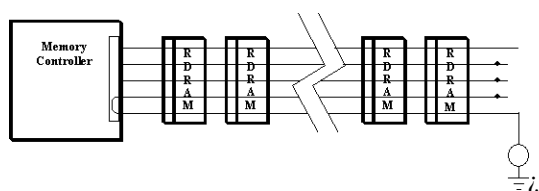
Najboljši tip tega internega pomnilnika je nivo 1 (*Level 1 cache (L1)*) Ta spomin je del jedra spomina in se uporablja s polno frekvenco CPU. Tega pomnilnika je običajno malo (trenutno 32K ali več).

Ko se ukaz ali podatki ne najdejo v L1 pomnilniku imajo moderni procesorji še večjo količino drugo nivojskega vmesnega pomnilnika (*Level 2*) integriranega v samem CPU ali pa v bližini na matični plošči. L2 pomnilnik je vsaj dva krat počasnejši od L1 pomnilnika. Procesor mora zapodatke iz L2 čakati od 2 do 4 cikle. V tem času ko procesor podatkov nima na voljo lahko procesor izvaja druge ukaze, ki niso blokirani s čakanjem na podatke.

Glavni spomin je seveda DRAM, ki pa je veliko počasnejši od CPU ali vmesnih pomnilnikov L1 in L2. Običajno je za DRAM potrebno 60ns, da se odzove s podatkom. Ne glede na to kako pametno CPU razvršča zaporedje operacij in polni vmesni pomnilnik, bo prej ali slej moral čakati na zunanji pomnilnik. Pri 500MHz CPU je en cikel dolg 2ns kar pomeni, da bi lahko v tem času izvršil veliko več ukazov, če bi bil pomnilnik hitrejši.

1.6.2 Rambus (RDRAM)

Standardni dinamični pomnilnik SDRAM je precej ne-inteligenčen. Čaka na zahtevo procesorja in se po zakasnitvi odzove s podatkom. Ne obstaja nobela procesna logika v samem spominskem vezju. Rambus



Slika 1.2: RDRAM

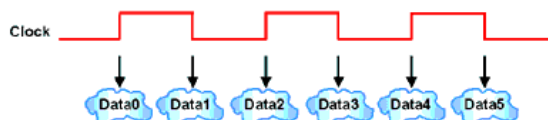
DRAM (RDRAM) vpeljuje to procesno zmogljivost v sam spomin in se poveže spomin s procesorjem z bolj sposobnim (spominskim) vodilom. Namesto da bi podatke prenašal podatke iz enega samega čipa s hitrostjo 100MHz, logika na spominu poda zahtevo 8 čipom za podatke, ki si sledijo in tako dobi hitrost podatkov, ki je ekvivalentna 800MHz logiki. Podatki po čipih na spominskem vezju so torej le drugače prepleteni kot pri SDRAM in dodana je logika, ki zahteve po zaporednem spominu razdeli na posamezne čipe. Medtem ko SDRAM čaka na novo spominsko lokacijo je RDRAM polno zaseden z zajemanjem naslednje spominske lokacije in s tem zmanjšuje zakasnitve. Tak način obratovanja lahko hitrost SDRAM-a pospeši tudi do trikrat.

1.6.3 DDR

Double Data Rate ali dvakratno povečanje hitrosti prenosa je poenostavitev RDRAM tehnologije tako da se zajema ob isti urni frekvenci kar dvakrat. To je že običajna metoda kjer se dobi dvakratne impulze s tem da se detektira prenos pri dvigu in pri padanju digitalnega signala. Prav zaradi enostavnosti implementacije pri kateri ni potrebno zahtevnega zakasnjevanja in s tem spremne elektronike se je DDR prenos uveljavil tako na področju pomnilnikov za matične plošče kot tudi za grafične pospeševalnike.

1.7 Podatkovno vodilo – BUS

Podatkovno vodilo skrbi za prenos podatkov med posameznimi enotami računalnika. Vodilo je enostavno skupni nabor povezav (žic), ki povezujejo sestav dele



Slika 1.3: DDR signalizacija prenosa pri dvigu in pri padanju urne frekvence

računalnika. Nekatere od teh povezav se uporabljajo za prenos podatkov (*data*), druge prenašajo informacijo o naslovu (*address*), ostale pa so krmilne narave (*clock, status, read/write*).

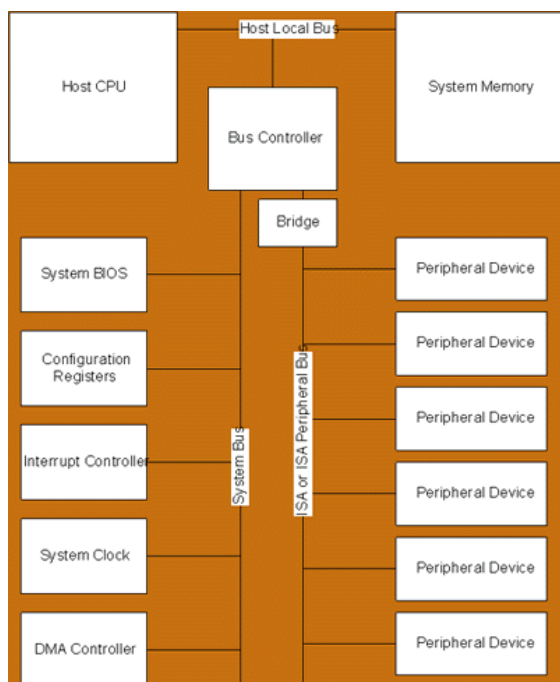
Glavna značilnost vodila je *širina* – koliko bitov lahko v enem ciklu vodila pošljemo drugi enoti. Standardne širine vodila so 8, 16, 32, 64 in 128 bitov. Druga pomembna lastnost je *hitrost prenosa* – koliko prenosnih ciklov lahko izvedemo v eni sekundi. Pomembna značilnost je tudi *obremenljivost* – koliko naprav ali enot lahko priklopimo na vodilo. V računalnikih obstajata več vrst podatkovnih vodil:

- Procesorsko 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. Vodilo je implementirano na matični plošči.
- Zunanja vodila povezujejo računalnik z napravami, ki so locirane izven računalnika ali izven matične plošče.

Procesorska vodila so bolj raznovrstna, saj ima lahko vsak tip računalnika svoj predpis, kako procesor komunicira s krmilniki naprav. Poznamo več vhodno/izhodnih vodil in (*de facto*) standardov, od katerih so najbolj znani naslednji:

ISA Industry Standard Architecture. Najbolj razširjeno vodilo v računalnikih z operacijskim sistemom MS-DOS. Vodilo je razvil IBM v računalnikih XT in ga kasneje iz 8 bitov v računalnikih AT razširil na 16 bitov.

MCA Micro Channel Architecture je 32-bitno vodilo, ki ga je leta 1987 uvedel IBM v svojih PS/2



Slika 1.4: Blokovna shema vodil

računalnikih. Sicer zmogljivo vodilo ni toliko razširjeno zaradi nekompatibilnosti z ISA in lastniške pravice IBM-a, ki ni dovolil ne-licenčne uporabe.

EISA Extended Industry Standard Architecture je 32-bitno vodilo, ki je kompatibilno z ISA. Razširitvene kartice ISA lahko enostavno vtaknemo v vodilo EISA in uporabimo krmilnike za vodilo ISA. Zaradi zahtevne in drage izvedbe vodilo EISA ni toliko razširjeno, čeprav ga najdemo tudi v delovnih postajah (HP). Podobno kot MCA je tudi za EISA težko napisati program, ki izkoristi prednosti vodila.

VLB Vesa Local Bus. Neprofitno združenje proizvajalcev strojne opreme *Video Electronics Standards Association* je predlagalo 32-bitni standard, kot odgovor na vse bolj omejujoče standardno vodilo ISA, ki je postalo ozko grlo pri intenzivnih grafičnih programih kot so Windows. Vodilo pocieni, enostavno in hitro, saj je brez vmesnih vezij povezano s procesorjem. Žal ima to vodilo le majhno obremenljivost in je na njega možno priklopiti le tri krmilnike naprav.

PCI Peripheral Component Interconnect. 32 in 64-bitno vodilo, ki ga je uvedel Intel skupaj z novih procesorjem Pentium. Trenutni standard. Nima težav z obremenljivostjo, saj na njega lahko priklopimo do deset krmilnikov naprav. Podobno kot VLB lahko tudi PCI koeksistira z vodilom ISA. PCI je 64 bitni vmesnik za 32 bitne pakete. Vodilo teče na 33 MHz in prenaša 32 bitne podatke v vsakem ciklu (štiri byte v enem ciklu).

Vodilo PCI ima iste signale kot staro vodilo ISA. To omogoča PCK vmesniku, da emulira stare naprave. Tako lahko PCI krmilnik za diske deluje tako kot ISA krmilnik s tem, da se odziva na iste I/O naslove in prekinitve. PCI naprave pa lahko delujejo tudi v načinu vstavi in poženi (*plug-and-play*) in se lahko same nastavijo.

Medtem ko se ISA uporablja vključno v PC, se PCI zdaj uporablja tudi v drugih arhitekturah kot so PowerPC, Macintosh in RISC postaje.

VME VersaModule Eurocard bus. 32 in 64-bitno vodilo, ki ga uporabljajo predvsem veliki računalniki. Je najbolj razširjeno vodilo v industrijskih, komercialnih in vojaških računalnikih.

NuBus Vodilo razvito na MIT za razširitvene kartice iste velikosti kot VME. Modificirana verzija vodila je največ uporabljena v računalnikih proizvajalca Apple (Macintosh).

PC Card (PCMCIA) Se uporablja v prenosnih računalnikih. Trenutno je to 16 bitno vodilo, ki omogoča *plug and play* in vstavljenje kartic tudi med obratovanjem. 32-bitna verzija PCMCIA se imenuje *CardBUS*

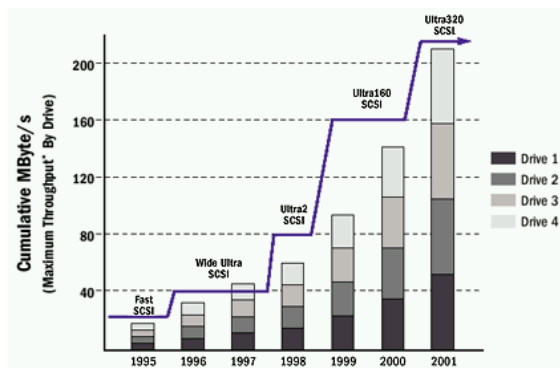
V delovnih postajah se za I/O vodila uporabljajo interni standardi proizvajalcev. Za delovne postaje to niti ni posebna slabost, saj se delovne postaje ne kupujejo mislijo na kasnejše razširjanje z dodatnimi karticami. Večji problem bi bil, če bi imeli interne standarde za zunanja vodila, kjer povezujemo krmilnike naprav in zunanje naprave.

Na področju zunanjih vodil obstaja kar nekaj standardov posameznih proizvajalcev, kot tudi *de facto* in ostali standardi:

IDE Integrated Drive Electronics. Vodilo za povezavo trdih diskov, CD-ROM-ov in krmilnika. Večina elektronike potrebna za komunikacijo z enostavnim krmilnikom se nahaja na trdem disku.

Omogoča povezavo krmilnika in dveh zunanjih enot. V računalnikih PC imamo lahko do dva krmilnika; torej skupno štiri zunanje enote (trde diske).

SCSI Small Computer System Interface. Vodilo za priključevanje različnih zunanjih enot kot so trdi diski, tračne enote, CD-ROM, *scanner*-ji in tiskalniki. Vodilo je lahko 8, 16, ali 32-bitno. Ne en krmilnik je možno priklopiti do sedem naprav. Uporablja se ga v vseh tipih računalnikov; od PC-jev, delovnih postaj pa do velikih in super računalnikov. Z uporabo večjega števila krmilnikov lako priklopimo do 56 zunanjih naprav. Različne variante vodila omogočajo tudi različne hitrosti:



Slika 1.5: Hitrosti SCSI vodila

RS-232 je serijsko vodilo z majhno prepustnostjo vodila. Uporablja se predvsem za komunikacijo računalnika z napravami kot so modem, miška, risalnik.

Centronics je vodilo za paralelno 8-bitno povezavo računalnika in tiskalnika. Predvidoma je to le enosmerno vodilo, kjer se podatki le pošiljajo, sprejemajo pa se le statusni signali iz izhodne naprave (tiskalnik).

USB Universal Serial Bus. Serijsko vodilo s prenosi do 12 Mb/s. Omogoča priklop do 127 naprav.

IEEE 1394 Firewire. Je hitro serijsko vodilo s prenosi do 400 Mb/s. Podobno kot vodilo USB omogoča priklop več naprav (do 63) ne isto vodilo. Napravam zagotavlja pasovno širino, kar je pomembno za npr. video prenose.

Zadnja dva od naštetih zunanji vodil nista vodila v pravem smislu ampak le vmesnika med računalnikom in izhodno napravo. Poleg naštetih vodil za komunikacijo s trdim diskom obstajajo še vodila ST506, ST506 RLL, ESDI. Drugi, posebni tip vodil so tudi omrežna vodila, ki so ravno tako specifična, da zahtevajo posebno obravnavo.

1.7.1 Prekinitve

Vhodno/izhodno vodilo je podobno procesorskemu vodilu med CPU, nadzorno logiko matične plošče in spominom. Oba tipa vodil imata naslovno, podatkovno in nadzorno ožičenje. Oba vodila razlikujeta naslavljanje med spominskim in I/O prostorom. Oba tipa lahko ločimo po širini podatkovnega vodila (8, 16, 32) in ravno tako je potrebno vstavljati čakalna stanja v CPU, kadar se I/O enota ne more odzvati dovolj hitro.

Najbolj pomembna razlika med procesorskim in I/O vodilom je prisotnost IRQ žic (*Interrupt request*) v I/O vodilu. I/O vodilo ima 15 ločenih IRQ žic medtem ko ima procesor le eno. Na matični plošči je nadzorni krmilnik, ki povezuje te prekinitve med vodiloma.

Brez prekinitve bi operacijski sistem deloval v *pool* načinu, ki bi v zanki spraševal enote ali je operacija že končana. V prekinitvenem načinu pa je možno enoti dopovedati, naj generira prekinitve ob spremembi stanja oz. končani operaciji ali možnem začetku nove operacije. Med tem časom, ko vhodno izhodna naprava dela na nalogi, lahko večopravilni sistem dela na drugih nalogah.

Za primer počasne operacije vzemimo pošiljanje podatkov po serijskem RS232 vodilu. Operacijski sistem napolni RS232 krmilnik s 16 byti, ki jih je potrebno poslati in nastavi krmilnik, da pošlje prekinitve procesorju, ko bo poslal 14 bytov. Ob prekinitvi procesor ponovno napolni krmilnik in tako pošilja neprekinjeno podatke po RS232 vodilu. Če krmilnik ne bi deloval v prekinitvenem načinu bi moral operacijski sistem stalno spraševati krmilnik ali je vmesnik že dovolj prazen za novo saržo podatkov, kar pa lahko bistveno obremeni sam sistem z nepotrebnim delom.

Prekinitve torej signalizirajo naslednja stanja:

- Predhodna zahteva je končana in naprava lahko začne nov cikel obdelav
- Novi podatki so prišli in jih je potrebno obdelati in sprazniti pomnilnik v napravi. To se največkrat zgodi pri tipkovnici, miški, mrežni karti, modemu.

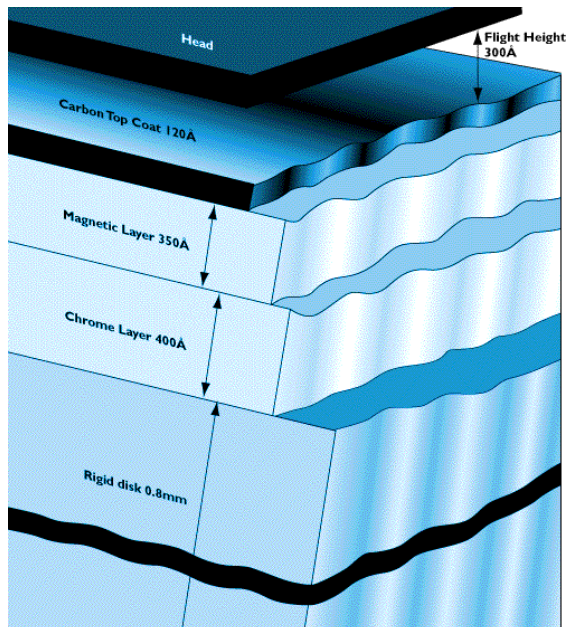
- napaka se je pojavila na mirujoči napravi

Novejša vodila (PCI) omogočajo, da ima več naprav skupno prekinitev. Da se ugotovi katera od naprav je generirala prekinitev, je potrebno vsako posebej vprašati ali je generirala to prekinitev.

1.7.2 DMA

Direct Memory Access ali neposredni dostop do spomina je vezje, ki omogoča pretok podatkov iz enega konca na drugi konec brez uporabe CPU. Za to na matičnin plošči skrbijo DMA krmilniki, ki znajo prenašati skupine podatkov iz spomina v spomin, iz I/O enote v spomin in obratno, kot tudi iz enote v enoto.

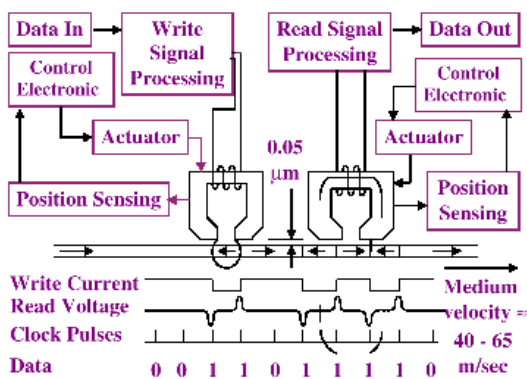
Program v operacijskem sistemu nastavi DMA krmilnik začetek na obeh koncih prenosa in velikost podatkov, ki se prenaša in nato starta prenos v krmilniku. Ta krmilnik neodvisno od CPU nato pretoči podatke iz enega konca na drugi in ob končanju dela generira prekinitev procesorju, da je naloga končana. Med tem časom je CPU razbremenjen in lahko dela na drugih delih. Tudi sam prenos je lahko hitrejši, kot bi ga lahko opravi procesor programsko.



Slika 1.7: Prerez plošče trdega diska

1.8 Zunanji pomnilniki

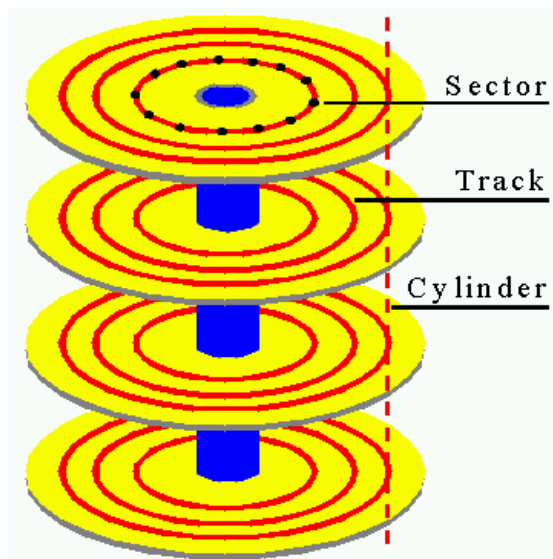
Zunanji pomnilniku zapisujejo trajne podatke na magnetne medije. Princip zapisovanja in branja kaže slika 1.6.



Slika 1.6: Zapisovanje na magnetni medij

Poznamo več vrst zunanjih pomnilnikov, kot so:

- Trdi diski



Slika 1.8: Geometrija trdega diska

- Disketne enote
- Tračne enote
- Magneto-optične enote,
- CD-ROM-i in CD-R-ji

1.8.1 Trdi disk

Trdi disk je primarni medij za masovno shranjevanje podatkov računalnika. Medij za shranjevanje podatkov so hitro vrteči se aluminijasti diski (5400min^{-1} in več), prekriti s tanko fero-magnetno površino. Glavne značilnosti trdega diska so vodilo, kapaciteta merjena v bytih, hitrost prenosa v bytih na sekundo in povprečni dostopni čas v milisekundah.

Hitri trdi diski imajo dostopne čase v mejah od 10 do 28 ms; diski v boljših računalnikih pa celo 1 ms.

Trdi disk je organiziran (formatiran) s sektorjem kot osnovno pomnilno celico, ki združuje 512 bytov. Več sektorjev tvori eno sled ali cilinder. Na eni strani vrteče se plošče je tako več sledi. Vsi trdi diski imajo vsaj dve strani (eno ploščo), praviloma pa imajo več plošč.

Količina podatkov, ki jih lahko v eni sekundi dobimo iz trdega diska je predvsem odvisna od hitrosti vrtenja in števila sektorjev na eni sledi. Za primer vzemimo klasični trdi disk s 36 sektorji za katerega izračunamo maksimalno hitrost prenosa

$$prenos_{max} = \frac{5400\text{min}^{-1}}{60} \cdot 512\text{byt/sec} \cdot 36\text{sec} = 1.6\text{MB/s} \quad (1.1)$$

Iz primera je razvidno, da cenena vodila, kot je IDE še vedno zadoščajo prenosu optimalnemu prenosu podatkov. Hitrejša vodila, kot je SCSI z veliko večjimi maksimalnimi prenosi ob uporabi klasičnih diskov ne zvečajo zmogljivosti. Za povečanje hitrosti prenosa je potrebno zvečati število sektorjev ali hitrost vrtenja. Druga možnost povečanja prenosa je uporaba večih klasičnih diskov, ki delujejo skupaj, s tem da so podatki porazdeljeni po diskih in se obnašajo kot en trdi disk.

EIDE ali SCSI disk

EIDE (*Enhanced Integrated Disk Electronics*) je trenutno najcenejša tehnologija diskov. Podpora za EIDE je normalno vgrajena v matično ploščo. IDE disk se poveže na matično ploščo s ploščatim kablom.

Vmesnik za diske signale na IDE kablju le enostavno ojačuje signale na ISA vodilu, kar pomeni, da je vsa logika za krmiljenje diska vgrajena v samem disku.

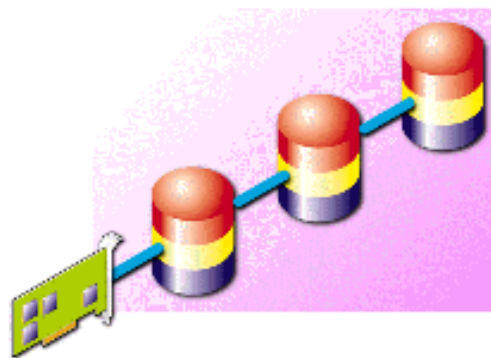
EIDE omogoča priključitev največ štiri pogone na dveh ploščatih kabljih. Ko program želi brati z diska se pošlje zahteva po vmesniku v disk. Hkrati pa lahko naslavljamo le en disk, kar pri novejših operacijskih sistemih, ki omogočajo večopravnost, povzroči zastoje drugega diska zaradi blokiranja prenosa prvega diska.

EIDE disk mora biti tudi montiran v notranjosti računalnika in ni predviden za zunanje enote. SCSI enote so lahko zunanje in notranje. SCSI je primeren predvsem za strežnike ker dovoli hkratno naslavljanje več diskov. EIDE diski bodo vedno bili neumni in poceni. SCSI krmilnik lahko prenašajo podatke iz diska v spomin v *Busmaster* načnu. Za izkoriščanje vseh prednosti SCSI je potrebno uporabljati novejšo OS (Windows NT, Unix).

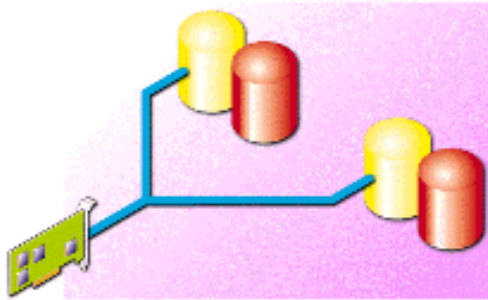
1.8.2 Diskovna polja - RAID

Redundant Arrays of Inexpensive Disks. Diskovna polja RAID, ki povezujejo med seboj vsaj dva trda diska, omogočajo z uporabo cenениh trdih diskov, povečanje hitrosti prenosa in zagotavljajo višjo stopnjo zaščite podatkov z uvedbo redundance podatkov. Zmogljivost in stopnja redundance je razdeljena na sedem različnih konfiguracij (stopenj):

Ničti nivo omogoča pri uporabi večih trdih diskov povečanje prenosa, saj so podatki ene datoteke razporejeni na vseh trdih diskih (*data stripping*). Ob zahtevi za prenos, začnejo vsi diski pošiljati podatke krmilniku in s tem skrajšajo prenos

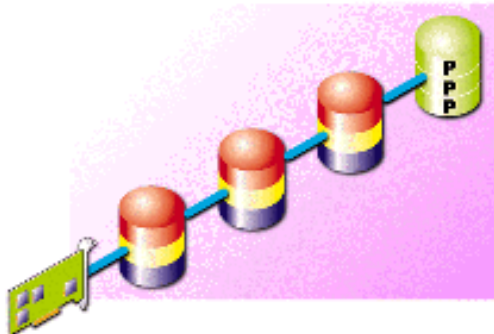


Nivo 1 omogoča redundanco podatkov s 100% zrcaljenjem enega diska na drugem. Za enoto kapacitete je torej potrebno imeti dva diska. Ob primeru okvare enega diska imamo še vedno drugi disk, ki je kopija prvega.



Nivo 2 Na tem nivoju je izboljšana zanesljivost branja in pisanja, kjer se lahko odkrije dvo-bitna napaka in obnovi en napačen bit.

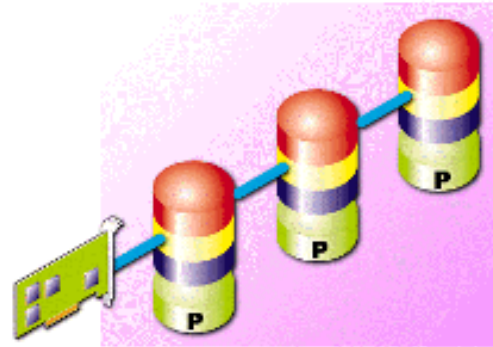
Nivo 3 Podobno kot prejšnji nivo z višjo stopnjo detekcije napake. Ne omogoča trenutnega popravila pokvarjenega podatka.



Nivo 4 Uporaba ločenega trdega diska za pariteto. Lahko se uporablja že na dveh trdih diskih. Podatki se prepletajo na nivoju sektorja na nekih diskih in s tem povečajo hitrost prenosa.



Nivo 5 Najbolj priljubljen RAID nivo. Deluje z dvema ali več trdimi diski. Omoča povečanje hitrosti prenosa in ne zahteva paritetni disk za redundanco.



Izvedba sistema RAID je možna na strojnem nivoju z uporabo namenskih krmilnikov, ki omogočajo posamezne nivoje RAID, kot tudi zamenjavo pokvarjenih trdih diskov brez ustavitve sistema. V namenskih datotečnih strežnikih in zmogljivih operacijskih sistemih pa se največkrat raje uporabi programska izvedba sistema RAID.

1.8.3 Disketne enote

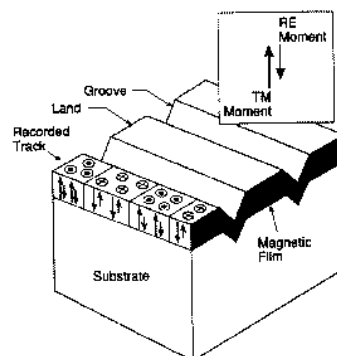
Disketne enote so uporabne za prenašanje programske opreme in podatkov med računalniki. Organizacija zapisa podatkov je podobna organizaciji na trdem disku, le da sta tu dve strani po katerih lahko pišemo. Imajo plastično ohišje, ki jih ščiti pred mehanskimi poškodbami. Hitrost prenosa z disket je veliko manjša od trdega diska, saj se vrtijo s hitrostjo 300min^{-1} . Kapacitete so klasično 1-2MB. Disketne enote z optičnim pozicioniranjem bralno/pisalne glave lahko dosežejo kapacitete trdih diskov. Take enote so uporabne tudi za varnostne kopije.

1.8.4 Tračne enote

Tračne enote so pomnilni medij s sekvenčnim zapisom, zato so uporabne za shranjevanje varnostnih kopij (*backup*), zbirk in distribucij programske opreme. Na traku so podatki zapisani v več vzporednih sledih s sektorji konstantne dolžine in krajšimi vmesnimi prazninami. Obstajajo različne širine, kot tudi dolžine trakov. Gostota zapisa se meri v bitih na colo – 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. Obstaja več standardnih velikosti in gostot zapisa na trak QIC:

Recording Media Storage

Format	Type	(MB)	Interfaces
MINICARTRIDGE			
QIC-40	DC2000	40	QIC-107, 115, 117
QIC-80	DC2080	80	QIC-107, 115, 117
	DC2080	120	
QIC-100	DC2000	20/40	QIC-103, 108
QIC-128	DC2110	86	QIC-103, 108
	DC2165	128	
QIC-385M	QIC-143	385	Floppy, IDE
QIC-410M	QIC-143	410	SCSI-2
QIC-6GB(M)	QIC-138	6GB*	SCSI-2
CARTRIDGE			
QIC-24	DC600A	60	QIC-02, 36, SCSI
QIC-120	DC6150	125	QIC-02, SCSI
QIC-150	DC6150	150	QIC-02, SCSI
	DC6250	250	SCSI, SCSI-2
QIC-525	DC6320	320	QIC-02, SCSI, SCSI-2
	DC6525	525	
QIC-1000C	QIC-136	1GB	SCSI, SCSI-2
QIC-1350	QIC-137	1.35GB	SCSI-2
QIC-2100C	QIC-137	2.1GB	SCSI-2
QIC-20GB(C)	QIC-139	20GB*	SCSI-2



Slika 1.9: Kerr efekt polarizacije v magneto-optičnih diskih

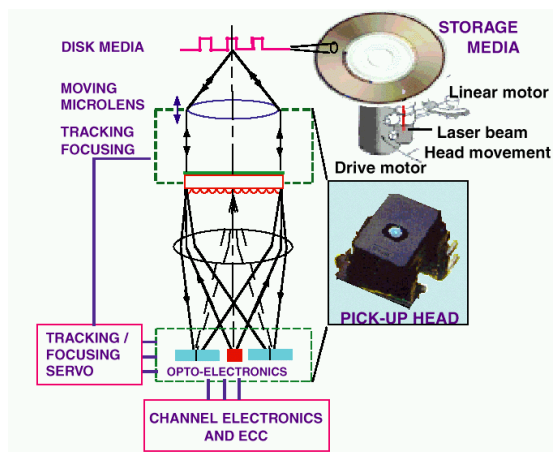
1.8.5 Magnetooptični diski

Spadajo v skupino izmenljivih diskov. Pisanje in branje na magnetni medij je kombinacija laserskega in magnetnega polariziranja. Pri zapisovanju podatkov najprej laser segreje medij na temperaturo okoli 200 stopinj. S tem omogoči polarizacijo magnetne snovi, ki po ohladitvi ostane v takem položaju. Brajne takžnega diska je podobno kot pri drugih medijih – svetlobni žarek se odbije od medija in ker so točke različno polarizirane je različen tudi odboj. Diski so podobni malo debelejšim disketam. Kapacitete segajo od 128MB do nekaj GB. Dostopni časi in hitrosti prenosa so na nivoju malo počasnejših trdih diskov.

1.8.6 CD-ROM in DVD

Compact Disk Read Only Memory. Podobno kot glasbeni CD, le da se uporablja za branje podatkov kot so tekst, grafika, programi. Glasbeni CD-ji ne morejo uporabljati CD-ROM, lahko pa enote CD-ROM predvajajo glasbene CD-je v stereo reprodukciji na slušalkah ali ojačevalcu. CD-ROM enote se priključijo na posebne krmilnike, klasične SCSI ali IDE krmilnike.

Zapis podatkov na CD počši je spiralen z logičnimi sektorji velikosti 1024 ali več bytov. Maksimalne kapacitete so preko 600MB podatkov, kar je ekvivalentno 250000 stranem ali 20000 srednje velikim slikam. Hitrost prenosa je 150KB ali več, če se disk vrti z višjo hitrostjo. Dostopni časi varirajo od 500ms do 195ms in manj.



Slika 1.10: Princip delovanja CDROM enote

Standardni zapis podatkov predpisuje ISO9660, ki ne predvideva posodobitve podatkov in je zato potrebno celotno vsebino diska zapisati naenkrat z uporabo enote RCD (*Recordable CD*).

1.9 Monitor in rastrska procesna enota

Najbolj razširjena rastrska prikazovalna enota je vsekakor monitor. Včasih so bili v uporabi tudi vektorski monitorji, kjer se je slika izrisovala kot vektor – žarek je bil krmiljen in slika se je izrisovala tako kot pri risalniku. Novejši monitorji pa so vsi rasterski, kar pomeni, da je osnovni gradnik slike točka (*pixel*). Slika se riše z rastersko enoto – grafično kartico v rasterskih vrsticah od zgoraj navzdol, od leve proti desni. Poleg klasične točkovne maske v barvnih monitorjih obstaja tudi maska z zaveso, ki ima boljši razpon barv – tehnologija Trinitron.

Osnovne značilnosti rasterske prikazovalne enote so:

Grafična ločljivost (*graphics resolution*) Število točk v horizontalni in vertikalni smeri Najbolj pogoste ločljivosti so 1024x768, 1280x1024, 1600x1280

Število bitnih ravnin direktno določa koliko barvnih odtenkov lahko vsaka točka prikaže

Vertikalna frekvenca osveževanja število obnovitev celotne slike v eni sekundi (prepetanje)

Pasovna širina video signala

Horizontalna frekvenca

DAC Koliko različnih odtenkov premore generator barv

Grafični procesor Nekateri prikazovalni enote imajo vgrajene tudi različne rutine za hitrejšo izrisovanje likov, črt in 3D ploskvic, kar razbremeni glavni procesor grafične obdelave slike.

Velikost točke je lastnost monitorja, ki pove koliko sta si dva rdeča blizu. Lastnost je pogojena z gostoto maske in je v razponu 0.18mm do 0.35mm. Manjša kot je številka, bolj je ostra slika na zaslonu. Pri ceveh *Trinitron* se razdalja meri med vertikalnimi zavesami in ne med diagonalami, kot je to pri navadnih točkovnih monitorjih.

Konvergenca predpisuje, kako se barve zbirajo v posamezni točki.

1.9.1 Barvna globina

Grafična kartica prikazuje na monitorju barve v načinu RGB z generiranjem signala za rdečo, zeleno in modro osnovno barvo. Za vsako od barv je na voljo 256 nivojev, kar da teoretično 16 mio možnih kombinacij (barv).

Število barv pa je omejeno s številom bitnih ravnin. To je število bitov, ki je dodeljeno za vsako točko zaslona. Tako imamo

- 4 bite - 16 barv
- 8 bitov - 256 barv
- 16 bitov - 32 ali 64 tisoč barv
- 24 bitov - 16 mio barv (Truecolor)

1.9.2 Pospeševalniki

Moderni rastrski procesorji (grafične kartice) lahko procesirajo ukaze hitreje, kot jih lahko procesor pošlje po vodilu. Normalno je procesor skrbel za vsako točko na zaslonu. Z vgradnjo višjih procesnih zmogljivosti v grafičnih karticah, pa je potrebno poslati le osnovne značilnosti lika v grafični procesor. Tako je z črto ali polnjen pravokotnik potrebno poslati le začetno in končno točko in pospeševalnik bo sam izvedel ukaz.

Poleg enostavnih 2D ukazov obstajajo na grafičnih pospeševalnikih tudi 3D procesorji, ki sami premorejo geometrijske transformacije iz 3D v 2D. Za tak način dela pa je potrebno poleg klasičnega zaslonskega pomnilnika uvesti še dodatni pomnilnik, ki hrani 3D primitive kot so trikotniki, kvadrati, teksture, položaji svetil. 3D pospeševalniki znajo tudi senčenje po tehniki Gouraud ali Phong, kot tudi lepljenje tekstur na 3D primitive. Velikost 3D pomnilnika tako omejuje velikost modela, ki ga 3D grafični pomnilnik zmore naložiti in s tem tudi hitreje procesirati.

Ker je kljub temu potrebna velika količina podatkov, se je skupaj procesorji Pentium II uvedlo še posebno vodilo AGP (*Advanced Graphics Port*), ki prenaša 32 bitov s frekvenco 66 MHz, kar je štirikrat hitreje od vodila PCI.

1.10 Vhodne naprave

- Tipkovnica
- Miška
- Digitalizator 2D, 3D
- Potenciometri
- Zaslonska peresa
- Občutljivi zasloni

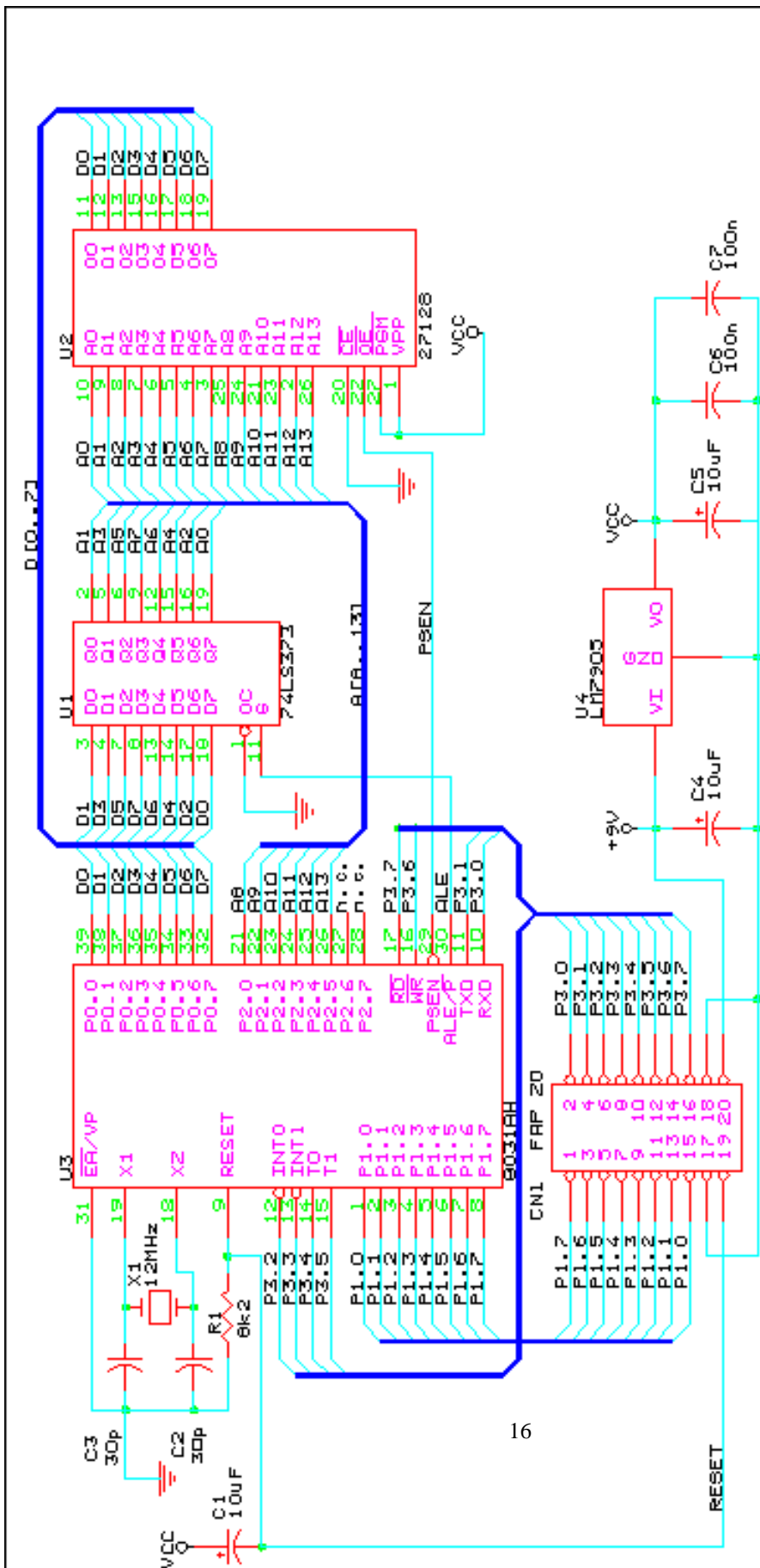
1.11 Izhodne naprave

- Risalniki
- Tiskalniki

1.12 Mikrokrmilniki

Mikrokrmilniki so majhni računalniki, ki so dovolj zmogljivi za majhne namenske operacije. Vsebujejo vse značilnosti velikih računalnikov, le da imajo običajno vgrajen spomin in

vhodno izhodne enote. Tako je pravzaprav mikrokrmilnik računalniv ma valem za uporabo v posebne namene, kjer potrebujemo majhne spominske kapacitete. Shemo takega računalnika kaže slika ???. Na mikrokrmilnik se običajno priklapi le naprave, ki jih le ta krmili. Več primerov konstrukcije si lahko ogledate na <http://www.lecad.uni-lj.si/~leon/electronics/index.html>.



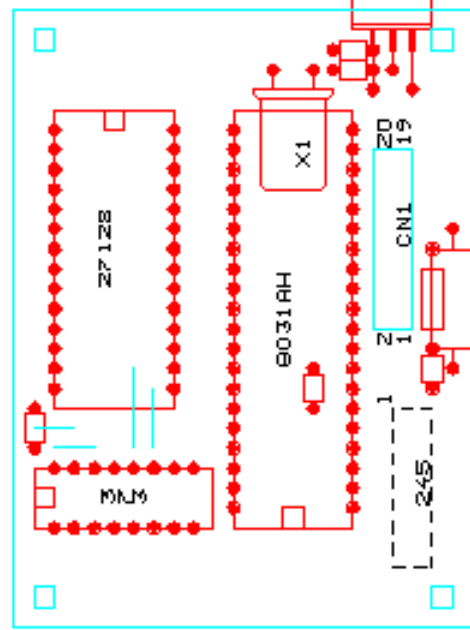
Konektor:
 SOLDER HEADER FAP 20
 RIBBON HEADER SOCKET FAS 20

Power and ground pin numbers

VCC	1	20
VCC	40	20
VCC	20	10
VCC	29	14

Tiskano vezje mikrokrminika

Mozna je namestitvev ojaeevalnika LS245 za port 1.



Tiskano vezje mikrokrminika

Mozna je namestitvev ojaeevalnika LS245 za port 1.

OLEO
 Leon Kos
 C.4.maja 11a
 Cerkljica

Title	MICROCONTROLLER - PROCESSOR
Size	Document Number
A	MC#PROC.SCH
REV	1
Date:	September 7, 1990
Sheet	1 of 2

Poglavje 2

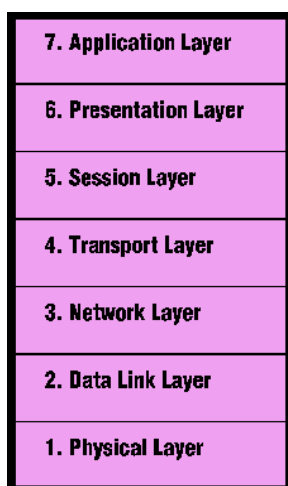
Računalniške telekomunikacije in mreže

2.1 Velikosti omrežij

- LAN - Local Area Network
- WAN - Wide Area Network
- MAN - Metropolitan Area Network

2.2 Standardi

Sedemslojni model ISO-OSI (Open System Interconnection) je abstraktni predpis implementacije komunikacije preko omrežij. Praktična implementacija največkrat izpušča striktno delitev na sloje.

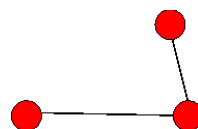


Slika 2.1: Sedemslojni model OSI

2.3 Topologija

Topologija govori o protorsko logični razporeditvi računalnikov. Uporabljena tehnologija narekuje tudi topologijo. V medračunalniških povezavah poznamo naslednje tipe topologij:

- vodilo (bus) je topologija, kjer si računalniki delijo skupno povezavo za komunikacijo (slika 2.2). Hkrati lahko komunicirata le dva računalnika. Ethernet na koaksialnem kablu je tipični predstavnik te topologije.
- zvezda (slika 2.3)- računalniki se povezujejo preko skupnega združevalnika – koncentratorja. Primer: ethernet s prepletenimi pari (twisted pair).
- obroč (slika 2.5)- računalniki so povezani tako, da ena povezava v računalnik pride, druga pa odide. Tipična predstavnika take topologije sta Token Ring in FDDI.
- drevesna topologija (slika 2.4) za vzpostavitev povezav uporablja stikala, ki poveže dve vozlišči in šele po vzpostavljeni povezavi lahko komunicirata med seboj. Običajno imajo stikala binarno strukturo z enim vhomom in dvema izhodoma. Uporabljajo se predvsem za merilne verige, kjer hitrost ni kritična in so zahtevane večje razdalje.
- kombinacija naštetih je v praksi pri povezovanju medmrežij tudi najbolj prisotna.

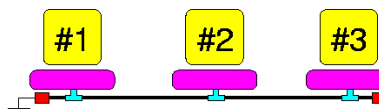


Slika 2.2: Vodilo

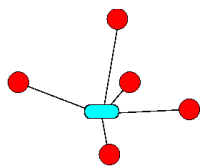
2.4 Arhitektura

2.4.1 Ethernet

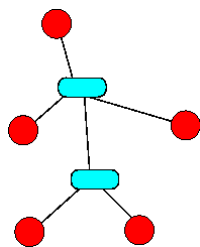
Razvili so ga podjetja Xerox, DEC in Intel. Sedaj ustreza standardu IEEE 802.3. Izgled omrežja (slika ??) ustreza vodilu (*bus*) ali twisted pair. Komunikacija po vodilu je praktično izvedena s tankim koaksialnim kablom (standard 10Base-2 na kablju RG58) ali debelim kablom (standard 10Base-5). Koaksialni kabel se uporablja tudi za prenos radijskih in ostalih visokofrekvenčnih signalov. Po dveh žicah lahko komunicira več računalnikov s hitrostjo 10 Mbit/s. Ker je signal ki se pošilja po koaksialnem kablju visokofrekvenčen, je potrebno na obeh koncih kabla zadržati odboje z uporabo 50Ω – terminatorjem. Največja razdalja, ki jo standard predpisuje za klasični tanki kabel je 185m in največ 30 postaj.



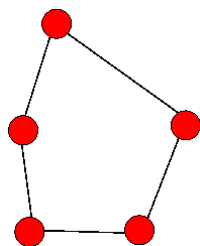
Slika 2.6: Ethernet omrežje na koaksialnem kablju



Slika 2.3: Zvezda



Slika 2.4: Drevesna topologija



Slika 2.5: Obroč

Postaje si pri komunikaciji izmenjujejo paketke podatkov. Postaja, ki želi poslati v omrežje podatek, najprej posluša, če je omrežje zasedeno. Če ni, lahko pošlje podatke po kablju. Pri oddajanju ene postaje vse ostale poslušajo in zaznavajo, ali je podatek namenjen njim. Na ethernet omrežju se lahko zgodi tudi to, da ob nezasedenem vodilu hkrati začne oddajati več kot ena postaja. Pri tem nastane do popačitve prenosa – kolizija. Vsaka postaja lahko kolizijo detektira tako, da hkrati ko oddaja, tudi posluša na vodilu. Ob koliziji, se oddaja prekine in postaje, ki so oddajale, za naljučno dolžino zakasnjijo ponovitev oddaje. Tako se lahko zgodi, da začne ena postaja oddajati pred drugimi in prenos uspe. Če pa je takih postaj, ki želijo oddajati na vodilu več, se kaj lahko zgodi, da je trkov podatkov več in postaje morajo večkrat poskušati oddajati, kar zmanjšuje skupno izrabo vodila za prenos podatkov in s tem tudi prepustnost. Ethernet je tako optimalen le pri povprečni zasedenosti omrežja do 30 odstotkov.

Potrebno je opozoriti, da je *Ethernet* protokol dostopa posamezne postaje do prenosnega medija, ki si ga deli z ostalimi postajami.

Fizična izvedba prenosa koaksialnega kabla je za večje razdalje lahko problematična zaradi motenj, ki se pojavijo zaradi razlike potencialov na postajah in druge elektromagnetne motnje. Koaksialni kabel je sicer galvansko izoliran od napajalnega omrežja (240VAC), vendar lahko kašna mrežna kartica, zaradi delne okvare, moti celotno omrežje. Prav tako je evidentno, da prekinitvev koaksialnega kabla onemogoči celotno omrežje.

Na enem koncu 10Base-2 omrežja naj bi bil terminator tudi ozemljen, da bi preprečeval razne motnje zaradi nepravilnosti

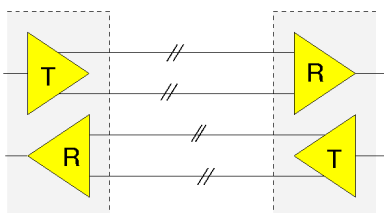
kakšne od mrežnih naprav, inducirane napetosti in udare zaradi strele. Če koaksialni kabel ni ozemljen, potem potencial, zaradi galvanske izolacije, ni določen.

2.4.2 Twisted pair

V vsakem kablju se lahko inducira napetost in s tem prenosu povzroči motnjo, ki pokvari prenos ali otežuje komunikacijo med postajami. Če se uporabi diferencialni prenos signala, kjer ni pomemben potencial, ampak le razlika napetosti med dvema vodnikoma, se lahko motnje zaradi indukcije, povsem odpravijo. Če uporabimo za komunikacijo med dvema postajama štiri žice (slika 2.6), lahko postaji komunicirata popolnoma dvosmerno (*full-duplex*). Take povezave med postajo in koncentratorji se imenujejo *twisted-pair* ali parica - po dve žici sta med seboj prepleteni, zaradi zmanjšanja motenj. Dolžina enega segmenta je največ 100 metrov.

Prve predstavitve tega načina komunikacije (*Point-to-Point*) so poudarjale, da se za komunikacijo lahko uporabi kar obstoječa telefonska napeljava, ki je v večini zgradb redundantna. Zato je sprejet tudi priključek, ki je enak telefonskim - RJ45. Priključek tako ustreza standardu 10Base-T.

UTP (Unshielded Twisted Pair) neoklopljen par je razmeroma poceni in je primeren za standardne hitrosti. Pri večjih hitrostih 100 Mbit/s pa je primernejša *voice grade - categorie 5* izvedba vodnikov, ki so oklopljeni. STP (*Shielded Twisted Pair*) vodniki so dragi in zaradi tega tudi vprašljivi, saj je prenos še vedno tipa ethernet, ki ni primeren za prenos slikovnih in zvočnih podatkov.



Slika 2.7: Izvedba prenosa pri balansirani diferencialni štirižilni povezavi dveh postaj

Prenos paketov po omrežju je lahko zelo raznovrsten. Običajno se paketki pošiljajo po celotnem lokalnem omrežju. Posamezen paket ima zgradbo, kot jo prikazuje slika ??.

Uvodnik	Naslov izvora	Naslov cilja	Tip paketa	Podatki paketa	CRC
64 bitov	48 bitov	48 bitov	16b	368-12000 bitov	32 bit

Slika 2.8: Zgradba paketa, ki potuje po omrežju

2.4.3 Ponavljalnik (Repeater)

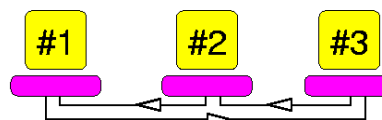
Če želimo povezati dva ethernet omrežja ali podaljšati omrežje uporabimo ponavljalnik ali *repeater*. Ponavljalnik ima dva priključka, na vsaki strani za en segment ethernet omrežja. Vsi signali na eni strani ponavljalnika se prenesejo na drugo stran in obratno.

Za komunikacijo večih postaj z UTP/STP povezavo potrebujemo koncentratorje ali *HUB*-e, ki delujejo kot ponavljalci z več priključki. Topologija take mreže ni več vodilo ampak zvezda.

Most (Bridge) Most odpravlja slabost ponavljalnika, ki na velikem omrežju ponavlja vse pakete na nasprotno stran tudi če ni potrebe. Most, pri komunikaciji dveh postaj na istem segmentu mreže, paketov ne ponavlja na nasprotni strani, saj zato ni potrebe. S tem se lahko zasedenost celotnega omrežja zmanjša. Mostove je potrebno nastaviti, katere pakete naj ponavlja na drugi strani. Največ pa je v uporabi adaptivnih mostov, ki sami ugotovijo, katere pakete je potrebno prepustiti in katere zadržati na enem segmentu.

2.4.4 Token Ring

Obroč z žetoni je, za razliko od ethernet, zaključen krog koaksialnega kabla. Na vsaki postaji sta dva priključka, v katerih je že vgrajen terminator. Prenos podatkov je vedno v isti



Slika 2.9: Obroč treh postaj

smeri. Na takem omrežju ni kolizij, saj je pošiljanje dovoljeno le postaji, ki ima žeton. Postaja, ki nima žetona samo kopira podatke naprej. Namesto koaksialnega kabla se lahko uporabi tudi optična vlakna in s tem izboljša odpornost na motnje ter poveča razdalje med postajami.

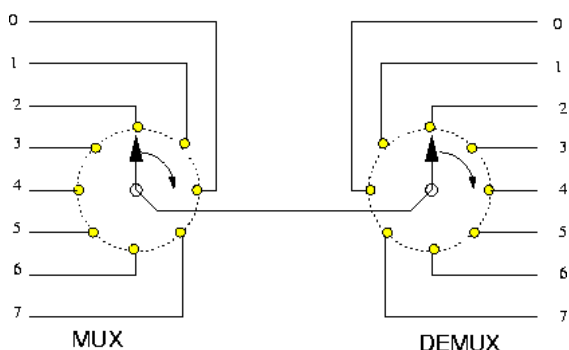
2.4.5 ISDN in POTS

Integrated Services Digital Network in *Plain Old Telephone Service*. žice pri obeh načinih prenosa informacije so iste. Za komuniciranje na klasičen analogni način uporabljamo *MO*dulator-*DE*modulatorje (krajše modeme) s hitrostmi do 33600 bps. Z digitalnim prenosom lahko prenašamo 64 Kb/s v osnovni (BA) izvedbi ali $2 \times 64Kb/s$ v komfortni izvedbi.

2.5 ATM - Asynchronous Transfer Mode

Omrežja ATM odpravljajo težave večine obstoječih omrežij v katerih ni zagotovljen čas prenosa. Majhna latentnost in velika pasovna širina je glavna odlika teh omrežij, kar ji uvršča med kandidate za prenos zvoka in slike.

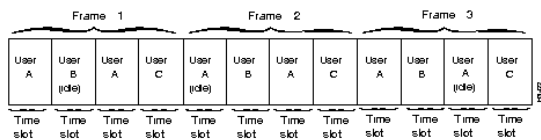
Za primerjavo z asinhronim prenosom podatkov je na mestu, da predstavimo sinhroni prenos podatkov z multipleksiranjem. Na sliki ?? je prikazan standarden način prenosa podatkov s TDM (*time-division multiplexing*), pri katerem se hkrati prenaša več povezav po eni komunikacijski liniji odvijajo s sinhronim preklapljanjem obeh elektronskih stikal. V



Slika 2.10: Princip multipleksiranja z multiplekserjem in demultiplekserjem

enem trenutku linijo uporablja le ena povezava, ki ima fiksno določen čas trajanja prenosa. Ker se to cikliranje odvija zelo hitro uporabniki (pogovor po telefonu) ne opazijo efekta multipleksiranja.

Signal pri TDM je tako razporejen na delčke (*slot*) in cikle (*frame*). Uporabniku se lahko dodeli tudi več časovnih delčkov vendar se velikost cikla s tem ne spremeni. Če uporabnik zaseda več delčkov je to torej vedno na škodo pasovne širine ostalih uporabnikov. Primer prenosa multipleksiranega signala je prikazan na sliki ???. V določen časovni delček



Slika 2.11: TDM prenos podatkov treh uporabnikov

lahko damo le omejeno količino informacije. Tako je omejena maksimalna hitrost prenosa. Če uporabnik zaseden prostor ne

izkorišča v celoti se s tem hitrost prenosa na drugih kanalih ne spremeni.

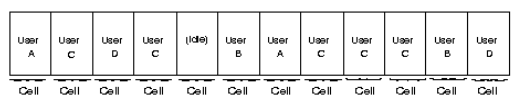
Za primer sinhronega prenosa podatkov lahko damo tudi analogijo s tovornim vlakom, ki ima fiksno število vagonov za prenos tovora. Vlak ciklično vozi med postajama tovor. Vagoni so lahko prazni ali polni in vedno prihajajo v istem časovnem razmaku na postajo. Za povezavo to pomeni, da pri vzpostavitvi se delček (slot) dodeli in traja dokler je zahtevana povezava. Maksimalna hitrost prenosa pa je fiksirana glede na trenutno število vzpostavljenih povezav.

Običajni prenosi podatkov so impulzni in imajo razmerje med najvišjo in povprečno količino podatkov (hitrostjo prenosa) 10:1 (deskanje na internetu je tipični primer). Tak tip prenosa imenujemo *burst transfer*. S statističnim multipleksiranjem ugotovljamo, kakšna je potreba po prenosu podatkov in lahko združimo več povezav tipa *burst* v eno povezavo z upanjem, da ne bodo vse povezave hkrati zahtevale maksimalnega prenosa. S tem se izkoristijo tudi prosti časovni delčki, kar pri STM prenosu ni mogoče, kar je najpomembnejša razlika med STM in ATM. Ker pri ATM lahko tudi pomnimo podatke v vmesnem pomnilniku (*cache*) je lahko hitrost prenosa tudi trenutno preseže maksimalno hitrost prenosa velotne povezave.

Vsi prenosi podatkov pa niso tipa *burst* ampak poznamo tudi prenose ki imajo konstantno potrebo po hitrosti. Tak je predvsem prenos slike in zvoka.

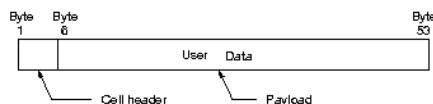
Ločimo lahko torej naslednje kategorije ATM servisov:

- loss sensitive, delay sensitive** komprimirani video, audio
- loss insensitive, delay sensitive** video, audio
- loss sensitive, delay insensitive** splošni podatki
- loss insensitive, delay insensitive** počasni video



Slika 2.12: ATM prenos podatkov po celicah

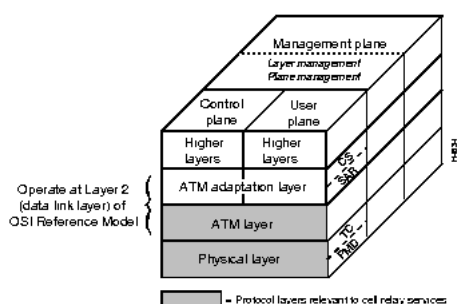
Prenos podatkov z ATM je organiziran v celice fiksne velikosti 53 bytov, ki si sledijo ena za drugo (slika 2.8). Celica



Slika 2.13: Zgradba celice ATM

(slika ??) je sestavljena iz glave (header) v kateri je shranjena informacija o naslovniku in iz prenosnega dela v katerem se shranijo podatki. Ker vsaka velica vsebuje tudi informacijo naslovnika je možno tudi preusmerjanje, deljenje teh celic na vzporedne ATM povezave ne da bi bilo potrebno to skrbeti na višjih nivojih protokola prenosa podatkov. Tako se tudi enostavno lahko povečuje zmogljivost povezav.

Tehnologija ATM je tako namenjena za lokalna omrežja, velika javna omrežja in kombinacije obeh. Sam standard ATM ne predpisuje fizičnega sloja in hitrosti komunikacije in bi ga v primerjavi z modelom OSI predstavili v treh ravninah (slika ??).



Slika 2.14: ATM referenčni model

Obširnejši opis ATM tehnologije je predstavljen na <http://cell.onecall.net/cell-relay/FAQ/ATM-FAQ/atmfaq>

2.6 Internet

Uporablja IP protokol od katerega sta v uporabi TCP (*Transmission Control Protocol*) za stalne in zanesljive povezave, ter UDP (*User Datagram Protocol*) za nezanesljivo paketno izmenjavo.

HTTP Hypertext Transfer Protocol je osnova WWW (*World Wide Web*). Prenos je v formatu HTML (*Hypertext Markup Language*) na protokolu TCP (telnet port 80). Primer komunikacije:

```
telnet www.fs.uni-lj.si 80
Trying 193.2.77.21...
Connected to risc01.fs.uni-lj.si.
Escape character is '^]'.
<html>
<head>
  <title>Welcome</title>
  <meta name="GENERATOR"
content="Mozilla/2.01Gold (Win32)">
```

```
<script>
<!-- Begin code
function scrollit_r2l(seed)
{
  var m1 = "Faculty of Mechanical Engineering,
Ljubljana, SLOVENIJA";

  var msg=m1;
  var out = " ";

  ...
  ...
```

Connection closed by foreign host.

Seveda se za komunikacijo ne uporablja telnet, ampak brskalniki kot so NETSCAPE in MOZAIK.

NNTP Network News Transfer Protocol je podoben HTTP. Komunikacija je prav tako ASCII. Primer:

```
telnet sweet.kiss.uni-lj.si nntp
Trying 193.2.98.11...
Connected to sweet.kiss.uni-lj.si.
Escape character is '^]'.
200 sweet.kiss.uni-lj.si InterNetNews NNRP server
INN 1.4unoff3 17-Oct-95 ready (posting ok).
help
100 Legal commands
  authinfo user Name|pass Password|generic
  article [MessageID|Number]
  body [MessageID|Number]
  date
  group newsgroup
  head [MessageID|Number]
  ...
  xpath MessageID
Report problems to <news@sweet.kiss.uni-lj.si>
```