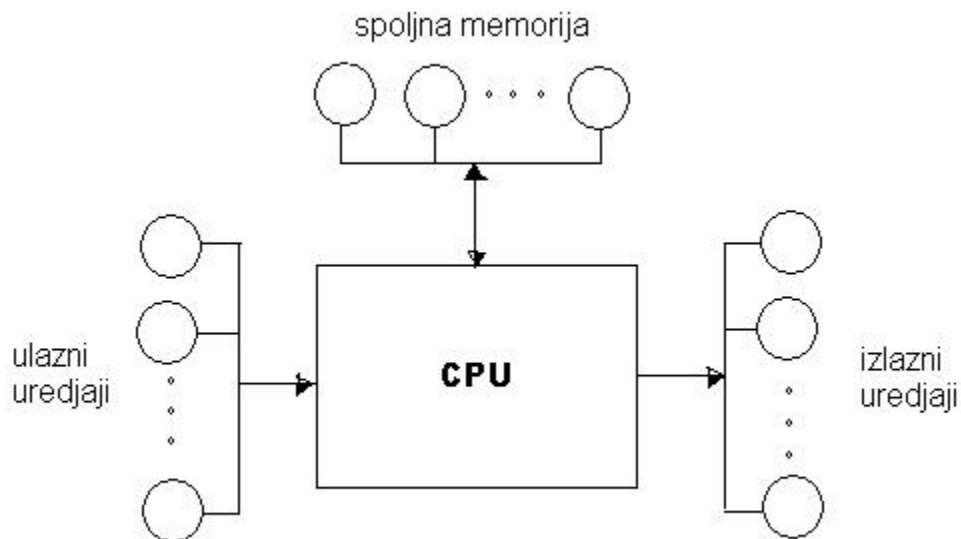


Računarsko okruženje

Centralno mesto u računaru pripada *procesoru* (engl. processor) u kome se tumače instrukcije i generišu signali koji pobuđuju određene aktivnosti u računaru. Program i podaci koji se neposredno obrađuju čuvaju se u takozvanoj *glavnoj memoriji* (engl. main memory), koja se još naziva i *primarna memorija* (engl. primary memory) i *unutrašnja memorija* (engl. internal memory). Ponekad se procesor i glavna memorija nazivaju jednim imenom *centralna procesna jedinica* (engl. central processing unit, skraćeno CPU). Procesor komunicira sa glavnom memorijom radi pribavljanja instrukcija programa i podataka koji su predmet obrade kao i radi slanja rezultata obrade u memoriju. Ovakva vrsta komunikacije zahteva da glavna memorija bude brza, odnosno da se podaci i instrukcije iz nje mogu direktno uzimati. Ona se obično realizuje kao elektronska memorija koja gubi svoj sadržaj po prestanku električnog napajanja. Računar je, stoga, obično snabdeven *spoljnim skladištem* (engl. external storage), koje se još naziva i *spoljna memorija* (engl. external memory) koje je pod kontrolom računara ali nije integrisan sa njim (na primer, diskovni pogoni i transporti traka). Podaci i programi koji se nalaze u spoljnom skladištu procesoru nisu neposredno dostupni. Karakteristika ove memorije je da trajnost zapisa ne zavisi od napajanja električnom energijom.

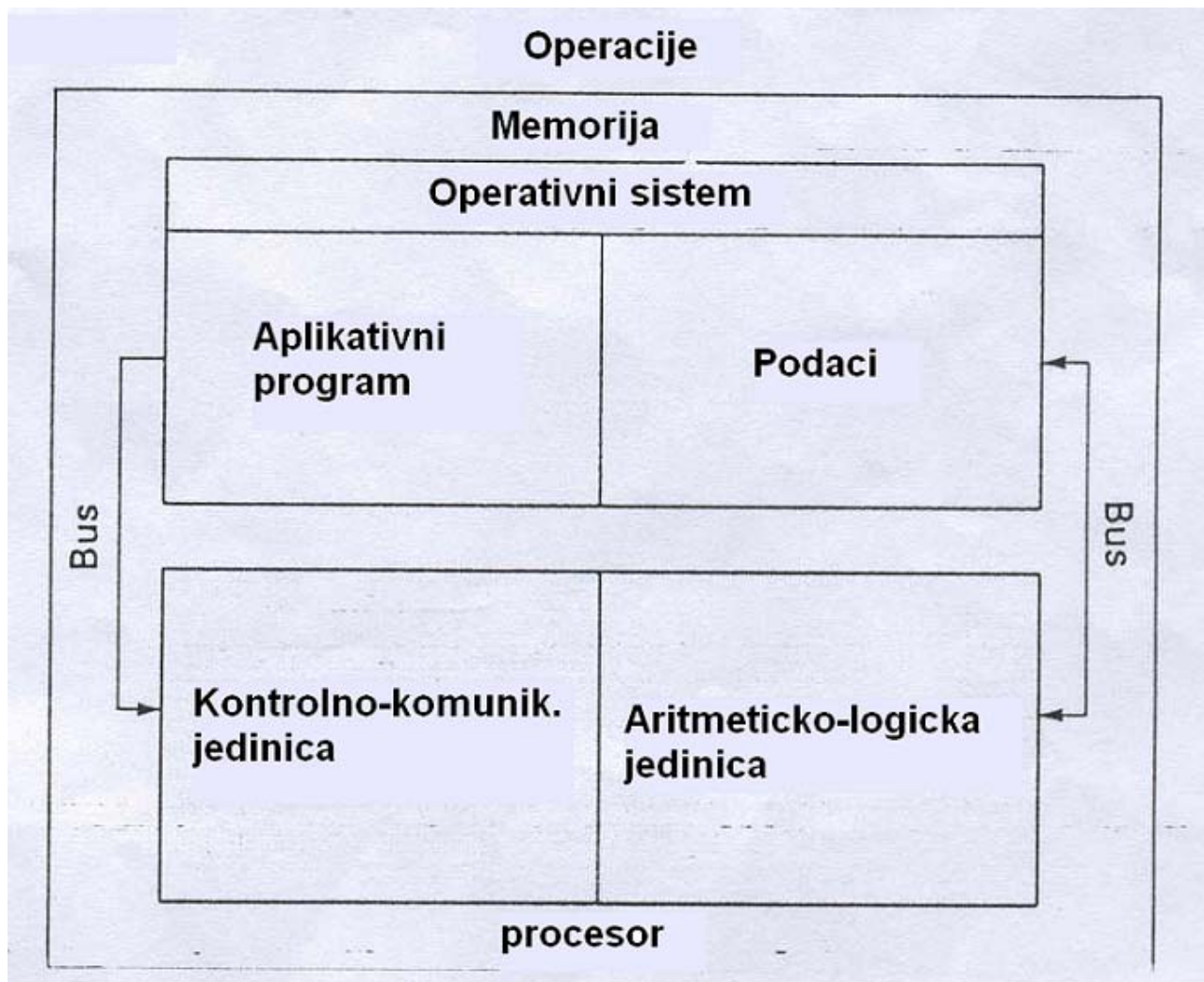


Slika 1. Računar ili računarski sistem

Za komunikaciju korisnika sa računarom zaduženi su *ulazni i izlazni uređaji* (engl. input and output devices). Ulazni uređaji prenose podatke, programe, signale u centralnu procesorsku jedinicu. Danas se kao ulazni uređaj najviše koristi tastatura a ranije su se koristili čitač papirnih kartica, čitač papirnih traka, isl. Izlazni uređaji pretvaraju električne signale, koji predstavljaju

informacije u računaru, u oblik koji može postojati ili biti detektovan izvan računara. Danas se kao izlazni uređaji za komunikaciju sa čovekom najviše koriste štampači i ekrani. Računar ne mora komunicirati sa čovekom, na primer, tamo gde se koristi za upravljanje industrijskim procesima, za upravljanje letelicama, isl.

1.1 Centralna procesorska jedinica



Procesor kombinuje aritmetičke, logičke i kontrolno komunikacione operacije na jednom ili više čipova što zavisi od veličine računara. Memorija za smeštaj podataka i programa se realizuje na nekoliko čipova. Operacije koje se izvršavaju unutar procesora i memorije sinhronizuje električni časovnik (engl. clock) koji je ugrađen u CPU. časovnik emituje električne signale sa fiksnim ritmom ponavljanja. Brzina časovnika je, u stvari, frekvencija emitovanje električnih signala i izražava se u hertzima. Prvi originalni IBM personalni računar sa procesorom Intel 8086 imao je časovnik čija je brzina bila 4.77MHz dok njegov naslednik sa procesorom Intel 80286 imao časovnik čija je brzina bila 8MHz. Danas brzina časovnika mikroračunara može biti 100MHz, 200MHz, 1GHz, 2GHz itd. i ona određuje brzinu procesora. Rad časovnika sinhronizuje izvršavanje programa. Vreme koje je potrebno za izvršavanje instrukcija zavisi od broja ciklusa koji su potrebni za njeno izvršavanje i od vremena potrebnog za izračunavanje adrese u memoriji.

Tako se, na primer, na procesoru 8086 sa časovnikom od 5MHz instrukcija `ADD AX, 2` za čije je izvršavanje potrebno 4 ciklusa izvršava za 0,8msec.

Procesor

Transformacije podataka, iako mogu izgledati komplikovane i raznovrsne, zasnivaju se na jednostavnim principima: računari mogu da sabiraju i porede vrednosti. Ove jednostavne operacije izvršavaju se u procesoru veoma brzo. Brzina njihovog izvršavanja meri se delovima sekundi, i to:

- *milisekundama* (hiljaditi delovi sekundi, 10^{-3} sec);
- *mikrosekundama* (milioni delovi sekundi, 10^{-6} sec);
- *nanosekundama* (miliarditi delovi sekundi, 10^{-9} sec);
- *pikosekundama* (miliarditi delovi sekundi, 10^{-12} sec).

Umesto da obavlja kompleksne operacije, računar obavlja mnogo jednostavnih operacija veoma brzo. Operacije koje procesor može da obavi se mogu razvrstati u tri vrste. To su: aritmetičke, logičke i kontrolno/komunikacione operacije.

Aritmetičke operacije koje računar obavlja svode se, u osnovi, na sabiranje. Računar sabira dva broja da bi dobio zbir. Oduzimanje se svodi na sabiranje negativne vrednosti, množenje na ponovljeno sabiranje, deljenje na ponovljeno sabiranje negativne vrednosti. Na primer:

$6-3=n$	$6*3=n$	$6/3=n$
$6+(-3)=3$	$6+6+6=18$	$6+(-3)+(-3)=0$

Rezultat operacije deljenja dobija se brojanjem ponavljanja operacije sabiranja negativne vrednosti. Ova operacija se ponavlja sve dok je njen rezultat veći od 3 (u gornjem primeru rezultat je 2). Jednostavna operacija sabiranja omogućava računaru da obavi složene aritmetičke operacije. Ponavljanje operacije sabiranja oduzima malo vremena jer se milioni operacija sabiranja mogu obaviti u jednoj sekundi.

Logičke operacije se u osnovi svode na poređenje dve vrednosti. Računar može da odredi da li je neka vrednost jednaka, veća ili manja od druge vrednosti. Pomoću ove jednostavne operacije ostvaruje se velika procesna moć. Na primer, u programu za izdavanje pozorišnih karata poređenjem broja prodatih karata sa brojem mesta u pozorištu može se utvrditi ima li još slobodnih mesta ili je predstava rasprodana. Ova operacija može se koristiti za uređivanje podataka u alfabetskom ili brojanom redosledu. Kao i za aritmetičke operacije, tako i za ove operacije važi da se one izvršavaju veoma brzo — milioni operacija u sekundi.

Procesor, pod kontrolom računarskog programa, koristi kontrolno/komunikacione operacije za usmeravanje protoka podataka i instrukcija u memoriju i iz memorije. On takođe koordiniše rad aritmetičkih i logičkih operacija. Da bi se te operacije obavile, instrukcije i odgovarajući podaci šalju se preko *busa* (engl. bus) koji se još naziva i *glavna pruga* (engl. trunk) i *magistrala* (engl. highway). Magistrala je put koji povezuje procesor sa ostalim unutrašnjim komponentama računara. Ova magistrala se u suštini sastoji od tri odvojena puta. To su: *kontrolni bus* (engl. control bus), *podatkovni bus* (engl. data bus) i *adresni bus* (engl. address bus). Podaci koji se smeštaju u memoriju ili se iz nje pribavljaju putuju podatkovnim busom. Adrese u memoriji na koje

se podaci smeštaju ili sa kojih se pribavljaju putuju adresnim busom. Kontrolni bus, na primer, menja pravac putovanja po podatkovnom busu u zavisnosti od toga da li se podatak smešta u memoriju ili pribavlja iz nje. Procesor komunicira sa ostalim hardverskim uređajima šaljući električne impulse po magistrali — periferni uređaji se povezuju duž te linije. Programi i podaci se pune u memoriju preko ove linije a štampači proizvode izlaz prikazujući podatke koje im je poslao procesor.

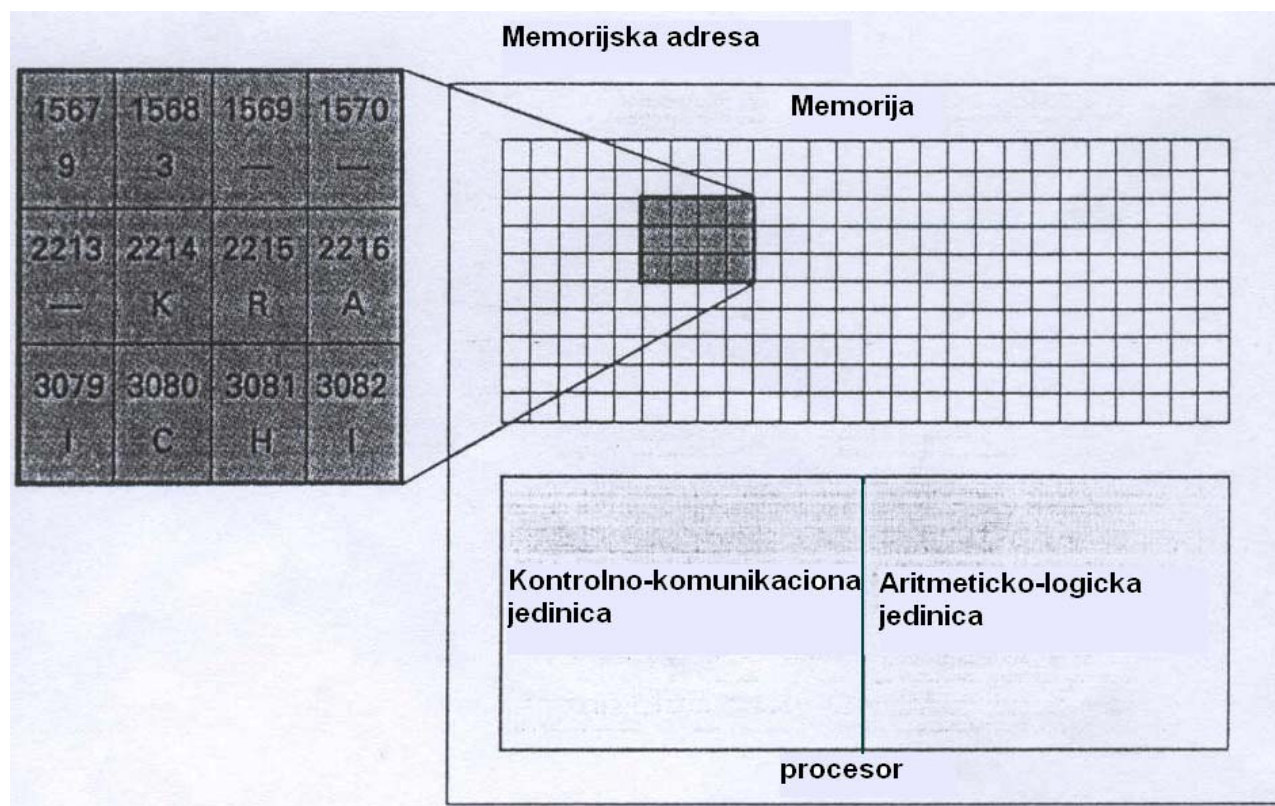
Centralna memorija

Podaci i programi se smeštaju u centralnu memoriju privremeno dok obrada ne bude završena. Oni moraju da budu neposredno dostupni procesoru u toku obrade a pošto se podaci menjaju u toku obrade, memorija mora da ima mogućnost i čitanja i pisanja. Za memoriju se kaže da mora obezbeđivati *nasumični pristup* (engl. random access) a to znači da vreme potrebno da se pristupi svakoj memorijskoj ćeliji treba da bude otprilike isto. Uređaji koji obezbeđuju pristup podacima na neki određeni, predefinisani način, kao magnetne trake, ne mogu se koristiti za implementaciju centralne (unutrašnje) memorije.

Sve što se registruje u memoriji registruje se koristeći cifre binarnog brojnog sistema. Pojedinačna binarna cifra naziva se *bit* (engl. bit - binary digit). Sve do 70-tih godina unutrašnje memorije sastojale su se od feritnih jezgara koja su bila raspoređena u ravni i upredena žicom koja je obezbeđivala operacije čitanja i pisanja. Binarna cifra se u jezgrovnim memorijama realizuje preko magnetnih jezgara koji mogu biti u dva stabilna stanja, a prebacuju se iz jednog u drugo promenom magnetnog fluksa koji proizvodi električna struja u provodnicima provučenim kroz jezgra. Ovakve memorije bile su relativno jeftine i obezbeđivale su relativno brz pristup. Njihova mana je bila što su bile dosta glomazne. Kasnije su memorije rađene od poluprovodnika koristeći tehniku integrisanih kola. U poluprovodničkim memorijama binarna cifra se realizuje različitim naponom na izlazu iz bistabilnog elementa ili klackalice (koji može biti vakuumska cev, tranzistor, integrisano kolo). Integrisano elektronsko kolo ima dva stanja u koja se dovodi ulazni signal – to su bipolarni tranzistori ili MOS tranzistori. Na izlazu iz ovakvog elektronskog kola je ili napon U_1 (binarna cifra 1) ili napon U_2 (binarna cifra 2). Bez obzira na konkretnu realizaciju, bitno je za realizaciju bita da element koji ga realizuje da ima dva različita stanja i da ostaje u stanju u kome se nalazi sve dok se odgovarajućim impulsom ne izazove njegova promena.

Elektronske memorije se realizuju u obliku memorijskih čipova različite vrste i kapaciteta. Programi specijalne namene smešteni su ROM ili *memoriju iz koje se samo može čitati* (engl. read only memory) čipove još u vreme njihove proizvodnje. Pošto su oni u ROM-u trajno zapisani ne moraju se puniti u memoriju. U ROM se obično zapisuju sistemski programi i neki jezički procesori (na PC-ju, to je obično BIOS (Basic Input/Output System) i procesor za BASIC). RAM ili *memorija sa nasumičnim pristupom* (engl. random access memory) predstavlja privremenu memoriju opšte namene. Programi i podaci smeštaju se u RAM iz nekih spoljašnjih izvora. Prilikom nestanka struje, sadržaj RAM-a se u potpunosti briše. PROM ili *programabilna memorija iz koje se samo može čitati* (engl. programmable read-only memory) je vrsta ROM memorije u koju korisnik može da natovari programe i podatke koji se samo čitaju. *Fleš memorije* (engl. Flash memory) su vrsta PROM memorije čiji sadržaj korisnik može lako da menja. One se nalaze na novim procesorima, ulazno-izlaznim uređajima i skladištima. To je neuništiva memorija jer prestanak napajanja strujom na nju ne utiče. Fleš memorija omogućava nadogradnju logičkih mogućnosti ovih uređaja tako što se novi softver za njihovu podršku može istovariti s Interneta ili

kupljenog CD-a, a za šta je ranije trebalo zameniti stare ploče ili čipove novim. *Keš memorija* (engl. cash memory) dodaje se računarskom sistemu da bi se povećala njegova prolaznost. Ove memorije su mnogo brže od konvencionalne memorije pa se u nju smeštaju instrukcije i podaci koji će najverovatnije sledeći biti potrebni. U standardnu PC konfiguraciju obično ide „cash memory level 1” koja se instalira u procesoru i „cash memory level 2” koja se instalira na zasebnom čipu između procesora i konvencionalnog RAM-a.



Bitovi se u memorijama obično grupišu celine od 8 bitova. Te celine nazivaju se *bajtovi* (engl. byte). Bitovi se takođe grupišu u *mašinske reči*, ili samo *reči* (engl. machine word). Te niske bitova hardver tretira kao celinu. Reč je obično dovoljno duga da primi instrukciju ili ceo broj. U računarima danas se ovakvim celinama, bajtovima ili rečima, pridružuje *mašinska adresa* koja predstavlja broj koji na jedinstven način određuje poziciju svakog bajta, odnosno reči, u memoriji. U personalnim računarima se broj, odnosno adresa, pridružuje svakom bajtu u memoriji. Programeri koji pišu programe na asemblerskom jeziku ili na višem programskom jeziku koriste simbole ili imena da bi označili podatak u memoriji. Računar, preko odgovarajućeg softvera, zatim ovakvom imenu pridružuje adresu, odnosno, broj njegove lokacije u memoriji.

Memorijski kapacitet meri se obično brojem bajtova koje može da sadrži. Tipične jedinice mera memorijskog kapaciteta su:

- *kilobajt* (1K) koji predstavlja $1024=2^{10}\approx 10^3$ bajtova,
- *megabajt* (1M) koji predstavlja $1024\times 1024=2^{20}=1,048,576\approx 10^6$ bajtova,
- *gigabajt* (1G) koji predstavlja $1024\times 1024\times 1024=2^{30}=1,073,741,824\approx 10^9$ bajtova,
- *terabajt* (1T) koji predstavlja $1024\times 1024\times 1024\times 1024=2^{40}\approx 10^{12}$ bajtova.

Jedan nedostatak glavne memorije je njena nemogućnost da rukuje dugačkim poslovima zbog ograničene količine prostora koji je na raspolaganju za čuvanje velikih i kompleksnih programa. Kako se samo mali deo programa i memorije može obraditi u datome trenutku, veći deo programa i memorije se ne koristi. Ipak, ceo program zauzima prostor u memoriji u toku obrade. Da bi se smanjili zahtevi za prostorom u glavnoj memoriji nastale su virtuelne memorije. Virtuelne memorije koriste spoljna skladišta za proširenje unutrašnje memorije. Procesor tretira skladište na uređaju diska kao deo memorije i praktično ne pravi razliku među njima. Veliki program se deli na sekcije koje se nazivaju stranice. Stranice koje procesor trenutno ne koristi se prenose na disk. Kada je stranica potrebna, operativni sistem je prenosi u memoriju zamenjujući celu stranicu. Virtuelna memorija povećava efikasnost procesora dozvoljavajući mu da izvršava programe koji prevazilaze njegov memorijski kapacitet.

Rad procesora

Postavlja se pitanje kako procesor usklađuje sve akcije koje su uključene u izvršavanje programa. Princip rada konvencionalnog računara zasniva se na obradi u dve faze:

- pripremna faza ili faza pribavljanja, i
- izvršna faza.

U toku pripreme faze kontrolno/komunikaciona jedinica procesora identifikuje sledeću programsku instrukciju i njenu lokaciju (adresu) u memoriji. Sadržaj te memorijske ćelije (koja sadrži programsku instrukciju) smešta se zatim u komandni registar (procesora) gde se instrukcija interpretira, to jest utvrđuje se šta instrukcija treba da uradi i nad kojim podacima. U tom trenutku počinje faza izvršavanja u kojoj procesor vrši transfer odgovarajućih podataka iz memorije (ili u memoriju) i, po potrebi, izvršava odgovarajuće aritmetičke ili logičke operacije na podacima.

Instrukcije programa se, dakle, obavljaju sekvencijalno koristeći magistralu da prvo prenese instrukciju a zatim podatke iz jedne jedinice u drugu. Pošto se ova komunikaciona putanja naizmenično koristi za prenos instrukcija i podataka ona se često naziva i *fon Nojmanovo zagušenje*.

Primer pripremno/izvršnog ciklusa ilustrovaćemo na programskoj instrukciji $UKUPNO = KARTE * CENA$ recimo iz FORTRAN-a ili BASIC-a. $UKUPNO$, $KARTE$ i $CENA$ su simbolička imena adresa u memoriji računara. Ovoj instrukciji višeg programskog jezika odgovaraju četiri mašinske instrukcije, koje bi na nekom procesoru mogle biti predstavljene su dvobajtnim rečima na sledeći način:

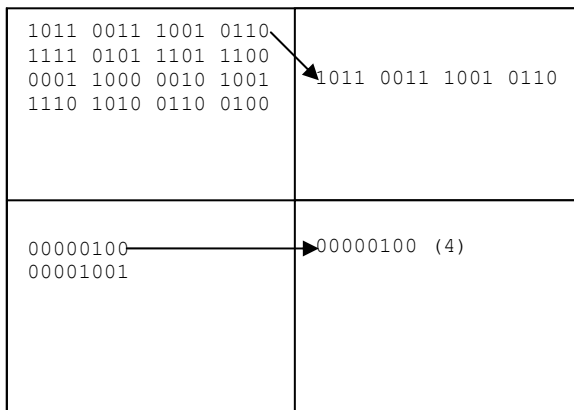
1011 0011 1001 0100	Pribavi vrednost $KARTE$ iz memorije
1111 0101 1101 1100	Pribavi vrednost $CENA$ iz memorije
0001 1000 0010 1001	Pomnoži $KARTE$ sa $CENA$
1110 1010 0110 0100	Smesti izračunatu vrednost u $UKUPNO$

Faze obrade – pripremna faza i izvršna faza

Kada računar izvršava instrukcije mašinskog jezika u koje se prevodi instrukcija višeg programskog jezika $UKUPNO=KARTE*CENA$ obavljaju se četiri ciklusa pripremna faza/izvršna faza.

1. Pripremna faza:

Instrukcija
1011 0011 1001 0110
se smešta u komandni
registar



Kontrolno-
komunikaciona jedinica

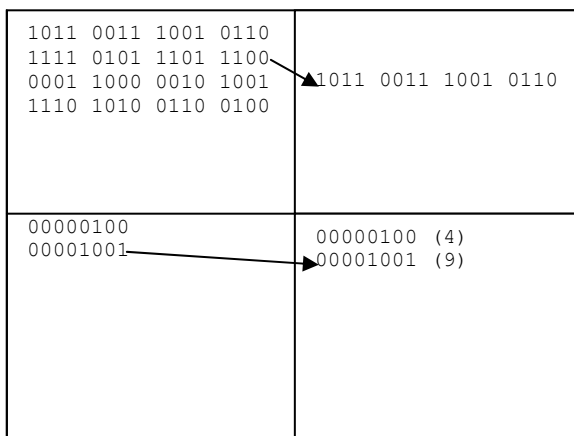
Izvršna faza:

Premesti 4
U podatkovni
registar

Aritmetičko-logička
jedinica

2. Pripremna faza:

Instrukcija
1111 0101 1101 1100
se smešta u komandni
registar



Kontrolno-
komunikaciona jedinica

Izvršna faza:

Premesti 9
U podatkovni
registar

Aritmetičko-logička
jedinica

3. Pripremna faza:
 Instrukcija
 0001 1000 0010 1001
 se smešta u komandni
 registar

1011 0011 1001 0110 1111 0101 1101 1100 0001 1000 0010 1001 1110 1010 0110 0100	0001 1000 0010 1001
00000100 00001001	00000100 (4) * 00001001 (9) 00100100 (36)

Kontrolno-
 komunikaciona jedinica

Aritmetičko-logička
 jedinica

4. Pripremna faza:
 Instrukcija
 1110 1010 0110 0100
 se smešta u komandni
 registar

1011 0011 1001 0110 1111 0101 1101 1100 0001 1000 0010 1001 1110 1010 0110 0100	1110 1010 0110 0100
00000100 00001001 00100100	00000100 (4) * 00001001 (9) 00100100 (36)

Kontrolno-
 komunikaciona jedinica

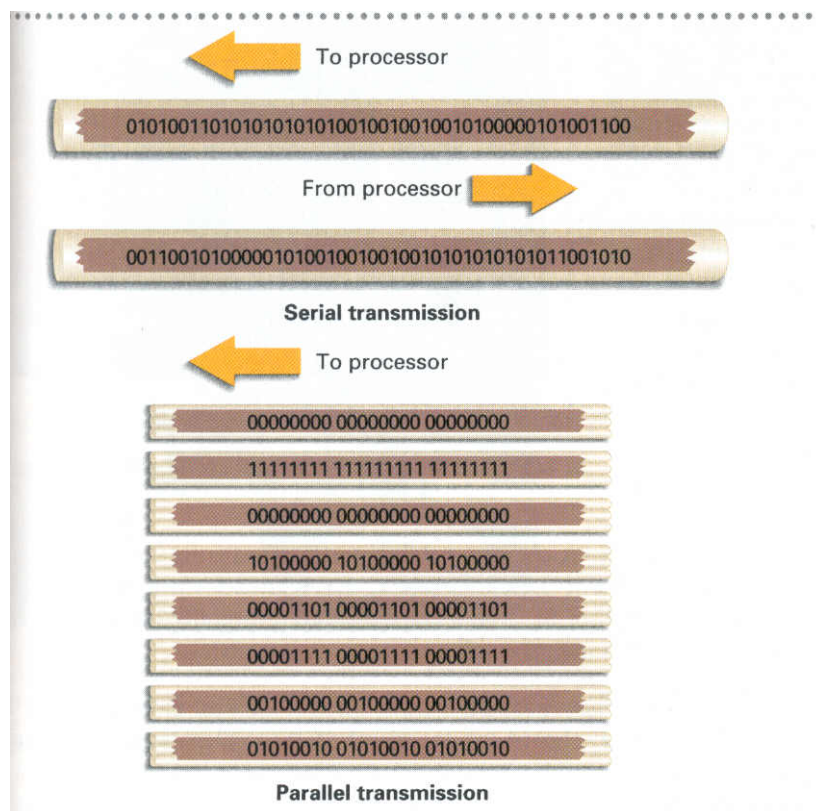
Aritmetičko-logička
 jedinica

Izvršna faza:
 Izračunatu vrednost
 36 premesti iz
 podatkovnog
 registra u memoriju

Periferijski uređaji

Periferijski uređaji, ili *periferici* (engl. peripherals), predstavljaju deo hardvera za ulaz, izlaz i skladištenje i oni su direktno povezani sa procesorskom jedinicom. Tipovi i raspored periferijskih uređaja u računarskom sistemu razlikuju se koliko i računarske aplikacije. Ulazno-izlazne operacije najčešće služe za komunikaciju čoveka sa računarom premda se opštije mogu definisati kao komunikacija računara sa spoljašnjim svetom gde se čovek ne mora javljati kao direktni učesnik (na primer, kod automatske kontrole industrijskih procesa, ili beleženja rezultata naučnih eksperimenata, i slično).

Da bi se prihvatili različiti tipovi ulaznog i izlaznog hardvera, računar ima više *ulazno-izlaznih porti* (engl. I/O port) koje dopuštaju povezivanje U/I uređaja na unutrašnji bus računara. Postoji dve vrste porti: *serijske* i *paralelne*. Podaci se razmenjuju između računara i priključenog hardvera preko serijskog porta bit po bit. Kada se koristi paralelni port, ceo bitovski obrazac karaktera (najčešće jedan bajt) prenosi se istovremeno. U/I porte su spojne tačke za periferike koje obezbeđuju vezu između hardvera i busa.



Slika 1. Serijska i paralelna transmisija

Različiti perifERICI zahtevaju različite U/I porte. Prednost korišćenja paralelne porte je što je ona brža jer omogućava simultani prenos više bitova. Međutim, u tom slučaju perifERICI moraju biti fizički blizu računaru. Serijske porte ne podržavaju veliku brzinu prenosa ali zato perifERICI mogu biti veoma udaljeni. Preko serijskih porti se podaci šalju preko telefonskih i drugih komunikacionih linija. Tipični uređaj koji se priključuje na paralelnu portu je štampač dok je tipični uređaj koji se priključuje na serijsku portu modem.

Priroda posla koji će se obavljati na nekom računaru često diktira tip perifERICA koji će se koristiti. Posao kakav je na primer mesečni obračun plata zaposlenih je tipičan primer posla koji se obavlja *paketno* — jednom mesečno (ili dva puta mesečno) se obrađuju svi podaci relevantni za obračun koji mogu biti pripremani tokom celog obračunskog perioda. Posao kakav je na primer rezervacija i kupovina avionskih karata je tipičan primer *interaktivnog* posla. Prvi računari su omogućavali samo paketnu obradu koju su podržavali i adekvatni perifERICI kakvi su bili, na primer, bušači kartica i čitači kartica kao odvojeni uređaji. Računari treće generacije nastali šezdesetih godina omogućavali su interaktivnu obradu (ili obradu na liniji) koju su podržavali odgovarajući operativni sistemi i perifERICI kakvi su terminali.

Ulazni uređaji

Danas je najpopularniji interaktivni ulazno-izlazni uređaj *terminal* kao uređaj na kome korisnik može preko ugrađene tastature unositi podatke koji se reprodukuju ne ekranu dok korisnik kuca.

Izlaz, odnosno odgovor računara, se prikazuje takođe na ekranu. Ovakav izlaz naziva se *meka kopija* (engl. soft copy). Neki od prvih terminala su umesto ekrana koristili štampače. Takvi terminali su se često nazivali *teleprinterski terminali*. Kako se izlaz na njima proizvodio na papiru on se nazivao *tvrda kopija* (engl. hard copy). I ovi terminali su reprodukovali sve što se unosi sa tastature.

Terminali koji nemaju ugrađenu procesnu snagu često se nazivaju *neinteligentni terminali* (engl. dumb terminals) jer se u potpunosti oslanjaju na komunikaciju sa centralnim računarom. Korisnik unosi podatke na terminalu dok centralni računar obezbeđuje programe, procesiranje i memorijske kapacitete za podršku obradi. Centralni računar takođe vraća izlaz terminalu. Ovakvi terminali su veoma jeftini ali njihovo korišćenje znatno opterećuje glavni računar i komunikacione linije. Više mogućnosti pružaju *inteligentni terminali* koji se takođe povezuju sa snažnim centralnim računarom. Inteligentni terminali su najčešće mikroracunari koji imaju ugrađene procesorske i memorijske resurse kojima zamenjuju procesorsku snagu glavnog računara. Oni su često bez diska (engl. diskless computers). Mnoge operacije kao unošenje podataka, njihovo menjanje i formatiranje mogu se u potpunosti obaviti pomoću inteligentnog terminala čime se smanjuje potreba za stalnom komunikacijom između terminala i glavnog računara a ovaj se oslobađa dela posla.

Personalni računari, u čiju standardnu konfiguraciju spadaju tastatura i ekran, predstavljaju specijalnu vrstu terminala: oni, s jedne strane, predstavljaju računar za sebe koji ima procesorsku snagu i memorijske kapacitete da obavi razne poslove, dok, s druge strane, može biti povezan sa nekim centralnim računarom i u određenim situacijama se ponašati kao inteligentni terminal (neki podaci se mogu čuvati na glavnom računaru, ili se, pak, na njemu može vršiti obrada).

Tastature većine terminala su slične. One imaju tastere za unošenje slova, cifara, interpunkcijskih znaka, i oni su u sličnom rasporedu kao tasteri na klasičnoj pisačkoj mašini. Uvek su prisutni i tasteri za pozicioniranje kursora na ekranu (kao strelica na dole, na levo, PgUp, PgDn, Home, End), zatim kontrolni tasteri koji upravljaju radom ostalih tastera (Ctrl, Insert, CapsLock, i slično) kao i funkcionalni tasteri čijim pritiskom se aktivira neki proces. Funkcije ovih tastera često zavise od sistemskog ili aplikacionog softvera koji se koristi. Mnoge tastature takođe sadrže *numeričke tastature* (engl. numeric pad) koje olakšavaju unos numeričkih podataka.

Tipičan raspored alfanumeričkih tastera, ukupno 47, na QWERTY tastaturi PC računara koja je izrađena za američko tržište je dat na slici 2.



Slika 2. Tastatura za personalni računar za američko i britansko tržište

Raspored alfanumeričkih tastera na tastaturi PC računara za naš jezik, kada se koristi latinični alfabet, propisan je standardom JUS I.K1.002 *Jedinice za unos podataka — Tastatura sa 47 tipki za slovenačko i hrvatsko latinično pismo* iz 1986. godine. Tipična domaća latinična tastatura ima 48 tastera i raspored tastera na njoj je sačinjen po ugledu na nemačku QWERTZ tastaturu koja je prikazana na slici 3.



Slika 3. Tastatura za personalni računar za nemačko tržište

Raspored tastera na domaćoj latiničnoj tastaturi je dat na slici 4.



Slika 4. Domaća latinična tastatura za personalni računar

Zaista domaća tastatura se u praksi retko sreće — često se koristi američka ili nemačka tastatura koja se prilagođava domaćim potrebama tako što se pod kontrolom operativnog sistema ili aplikativnog programa redefiniše, čime se postiže raspored tastera na tastaturi, bez obzira šta na

samim tasterima piše, onakav kakav je propisan standardom (ili približno takav). Takav raspored tastera je obično prirodan za korišćenje.

Pod operativnim sistemom Windows izbor tastature obično podrazumeva i izbor odgovarajućeg karakterskog skupa. Tako izbor srpske latinične tastatura podrazumeva izbor karakterskog skupa Win CP 1250, a izbor srpske ćirilične tastature izbor karakterskog skupa Win CP 1251. Tako, ako se izabere srpska latinične tastatura pritisak na taster **A** proizvodi unošenje u tekst koda 97 (heksadekadno 61) što je kod iz donje kodne strane karakterskog skupa CP1250 za malo latinično slovo **a**, a pritisak na taster **[+{** kod 154 (heksadekadno 9A), što je kod iz gornje kodne strane istog skupa za malo latinično slovo **š**. Ako se, pak, izabere srpska ćirilična tastatura pritisak na taster **A** proizvodi unošenje u tekst koda 224 (heksadekadno E0), što je kod za malo ćirilično slovo **a** iz gornje kodne strane karakterskog skupa CP1251, a pritisak na taster **[+{** kod 248 (heksadekadno F8), što je kod za malo ćirilično slovo **ш** iz gornje kodne strane istog skupa.

Drugi ulazni uređaj koji je danas ušao u redovnu upotrebu je *miš* (engl. mouse). To je pokazivački uređaj koji se rukom pokreće po ravnoj površini: ovi pokreti se prenose u računar i uzrokuju odgovarajuće kretanje kursora na zaslonu. Miš poseduje i jedno ili više dugmeta kojima se kazuje računaru da je kursor dostigao željeni položaj. Osim toga, miš se intenzivno koristi za aplikacije sa kojima korisnik uspostavlja komunikaciju preko menija, ikona, klizača i slično. On je obično kablom povezan za računar a „bezrepi” miš komunicira s računarem infracrvenim a ne električnim signalima.

Sličan ulazni uređaj je *komandna palica* (engl. joystick) koji se uglavnom koristi za igranje igara na računaru. Uređaj generiše signale koji izazivaju brzo kretanje kursora ili nekog drugog simbola na ekranu. To je ručica visine desetak centimetara koja stoji vertikalno u bazi a može se pomerati rukom u svim pravcima.

Svetlosno pero (engl. light pen) je ulazni uređaj koji liči na pero koje se koristi sa ekranom katodne cevi. Može da služi za biranje elemenata iz liste prikazane na ekranu tako što se upravi na željeno mesto ili za crtanje likova. Ova tehnologija bi trebalo da omogući da ulazni podaci budu rukopis na računaru veličine sveske. Svetlosno pero se može koristiti za editovanje rukopisa dokumenta direktnim unošenjem korektorskih simbola.

Dodirno osetljivi ekran (engl. touch-sensitive screen) predstavlja pljosnati pravougaoni uređaj koji reaguje na dodir, recimo prsta, prenošenjem koordinata dodirne tačke računaru. Ovi ekrani su osetljivi na takav način da pritisak prsta, olovke ili pera prekida snop zraka ispred ekrana što se interpretira kao ulaz. Ovakvi ekrani se mogu koristiti u velikim tržišnim centrima, na aerodromima i slično.

Dok svi do sada pomenuti ulazni uređaji podrazumevaju, na izvestan način, operaciju unošenja podataka, uređaji kakvi su *skeneri* čitaju neke postojeće podatke. Oni čitaju slike, karaktere ili grafiku koja se zatim konvertuje u bitovski obrazac za dalje obrađivanje, skladištenje ili prikazivanje. U tipičnoj realizaciji pomoću jednog fotosenzora ili više fotosenzora vrši se sistematsko ispitivanje pogodno osvetljene stranice. U svakom trenutku fotosenzor je optički stimulisan sjajnošću određene minijature površine — piksela — na stranici i proizvodi električni signal proporcionalan toj vrednosti. *Piksel* je izvedeno od engl. picture element i predstavlja jedan od elemenata u velikom nizu elemenata koji nosi informacije o slici. Piksel sadrži podatke o intenzitetu osvetljenosti i eventualno boji malog dela slike.

Jedan od najrasprostranjenijih uređaja ovakve vrste su *čitači prugastog koda* (engl. Bar code reader) koji se upotrebljavaju u trgovinama, skladištima, bibliotekama i slično. Ovi čitači učitavaju obrazac zapisan u prugastom kodu i pretvaraju ga u mašinski čitljive karaktere, što znači u sekvenciju kodova kojima se u računar predstavljaju niska cifara i, eventualno, slova koja je na proizvodu kodirana prugastim kodom.

Optičko čitanje oznake (engl. Optical mark reading, skraćeno OMR) je unošenje podataka fotoelektričnom detekcijom oznaka zabeleženih na unapred formatiranim dokumentima. Oznake se interpretiraju bilo kao karakteri bilo kao vrednosti, već prema njihovom položaju na obrascu. Ovakvo unošenje podataka je efikasno u primenama u kojima ima relativno malo odgovora na ograničen broj pitanja. Naime, uređaj može da prepozna samo ograničen broj simbola koje je prethodno naučio. Obično se koristi za standardizovane testove, upitnike i slično.

Prepoznavanje karaktera u namagnetisanoj boji (engl. magnetic-ink character recognition, skraćeno MICR) je proces tokom koga se podaci štampani mastilom sa feromagnetnim česticama čitaju pomoću magnetne čitače glave. Karakteri po obliku liče na karaktere pisače mašine ali su predstavljeni vertikalnim crtama na promenljivom rastojanju i prilikom skeniranja čitačom glavom svaki generiše jedinstveni signal. Najčešća primena je za kodiranje brojeva na bankovnim čekovima.

Danas se pod nazivom skener najčešće podrazumeva *skener slika* koji omogućava učitanje fotografija, crteža, mapa i sličnog materijala čime oni postaju dostupni za korišćenje u *stonom izdavaštvu* (engl. desktop publishing) i u grafičkim paketima. Svaka slika se skenira i konvertuje u svetle i tamne piksele (čime se dobija rezultat koji nalikuje na fotografiju u novinama). Pikseli se zatim konvertuju u bitovske obrasce. Ovakvi periferci su dostupni za skeniranje crno-belih slika i slika u boji. Skeniranjem se slika prevodi u dvodimenzionalan niz signala čija amplituda predstavlja osvetljenost date pozicije. Ovi signali se prevode u piksele. Rezolucija je finoća uzimanja uzorka i izražava se brojem tačaka po inču (tipične vrednosti su 300 dpi, 600 dpi, 1200 dpi, itd). Amplituda se obično kodira sa 3 do 8 bitova za nijanse sivog ili najviše sa 16 bitova za boju.

Nad ovako reprezentovanom slikom može se obavljati raznovrsna obrada, kakva je na primer, distorzija kontrasta, ekspanzija specificiranog raspona osvetljenosti, upoređivanje jedne slike sa drugom. Jedna od raširenih obrada nad ovakvo reprezentovanom slikom je *optičko prepoznavanje karaktera* (engl. optical character recognition, skraćeno OCR) u toku koga se od bitovske mape skenirane slike štampanog teksta dobija tekst u mašinski čitljivom obliku, dakle sekvencija kodova simbola pisanog teksta. Softver namenjen optičkom prepoznavanju karaktera može imati različite performanse: prepoznavanje samo jedne garniture slova, mogućnost učenja u toku prepoznavanja isl. Njegovo korišćenje zahteva manju ili veću pripremu teksta i korekturu posle prepoznavanja. Proces prepoznavanja sastoji se od pronalaženje redova teksta u slici a zatim izdvajanje posebnih simbola u redu. Slike izdvojenih simbola se zatim prepoznaju i klasifikuju kao određeni karakteri. Softver treba da vodi računa o razlikovanju simbola ili grupe simbola koji imaju sličan oblik kakvi su, na primer, u latiničnom pismu slovo **l** i cifra **1**, slova **e** i **c**, **n** i **u**, **a** i **u**, slovo **m** i grupa **ni**, itd.

Uređaj za glasovni ulaz (engl. voice input device) predstavlja uređaj za direktno unošenje podataka ili sistemskih komandi posredstvom govora. Takva oprema koristi postupak za prepoznavanje govora. Neki uređaji za glasovni ulaz mogu prepoznavati izgovorene reči iz unapred definisanog rečnika, dok se neki moraju obučavati za određenog govornika. Kod nekih uređaja reči se moraju izgovarati veoma polako i reč po reč. Korisnici često moraju da nekoliko puta pročitaju listu reči koje se skladište u rečničkoj tabeli. Ovi sistemi za sada imaju ograničenu upotrebu ali se predviđa napredak u ovoj oblasti. Jedna od primena je prepoznavanje govora ljudi vezanih za kolica, pri čemu se izgovorene komande prevode u komande za pokretanje kolica.

Izlazni uređaji

Uloga računara je ne samo da obavi određenu obradu već i da spoljašnjem svetu saopšti rezultate obrade. Tipovi izlaznih uređaja se razlikuju koliko i aplikacije koje podržavaju. Najgrublje se mogu podeliti u tri kategorije:

- Privremeni izlaz
- Trajni izlaz
- Akcija kao izlaz

Privremeni izlaz se najčešće koristi za interaktivan rad, gde na odgovor računara treba reagovati novom komandom a podaci koji se na njemu pojavljuju imaju samo trenutni značaj. Razvoj uređaja za privremeni izlaz koji su u velikoj meri zamenili trajni izlaz na papiru doprineo je značajno štednji papira i zaštiti šuma.

Od uređaja za privremeni izlaz najznačajnije su jedinice za vizuelno prikazivanje, odnosno monitori video-terminala. Monitori video terminala se najčešće realizuju u dve tehnologije. Ekranu sa katodnom cevi (engl. cathode ray tubes, skraćeno CRT) veoma nalikuju televizijskim ekranima. Računar generiše signale koji se prevode u snopove elektronskih zrakova koji se fokusiraju na fosforom prekrivenoj površini u unutrašnjosti katodne cevi. Pljosnati ekranu su kompaktniji i koriste se u prenosivim računarima (engl. laptop i notepad), a sve češće se koriste i za stacionarne računare jer štede prostor. Oni se obično realizuju pomoću tehnologije *tečnih kristala* (engl. liquid crystal display, skraćeno LCD). Ovakvi monitori su veoma pljosnati, kompaktni i svetli. Ako su u boji onda su tehnološki su veoma zahtevni jer zahtevaju tri tranzistora za svaki piksel – za crvenu, zelenu i plavu boju.

Ekranu osim toga mogu biti *monohromatski*, ili jednobojni (obično zeleni ili žuti) ili višebojni. Informacije koje se na ekranu mogu prikazati mogu biti isključivo alfanumeričke ili i grafičke. U alfanumeričkom režimu rada na ekranu se najčešće može prikazati 40 redova teksta, svaki sa po najviše 80 simbola.

Grafički monitori moraju da imaju *grafički adapter* (engl. graphics adapter) koji upravlja radom monitora. Grafički adapter se priključuje na matičnu ploču, a kabl monitora se uključuje u ploču grafičkog adaptera da bi se monitor povezao sa procesorom. Svi signali koji putuju ka monitoru prolaze kroz grafički adapter gde se digitalni signali prevode u signale koji su kompatibilni sa karakteristikama ekrana. Većina grafičkih adaptera ima sopstvenu memoriju koja se naziva *video RAM* ili *VRAM* u kojoj se priprema slika za prikazivanje. Veličina video RAM-a je veoma bitna jer od nje zavisi koliko se boja može prikazati i kolika je rezolucija ekrana, a takođe i

brzina kojom se signali šalju monitoru. Video RAM treba da ima najmanje 8Mbajta memorije, a današnji grafički softver zahteva i mnogo više (64Mbajta).

U grafičkom režimu rada ekran je izdijeljen u određen broj piksela. Ukupna broj piksela predstavlja *rezoluciju ekrana*. Grafički ekrani su danas najčešće u boji. Tako su za personalne računare razvijeni tokom vremena standardi za grafičke ekrane koji se zasnivaju na rezoluciji i broju dostupnih boja. Standardne rezolucije ekrana su danas od 640×480 piksela, zatim 1024×768, 1280×1024 pa sve do 1200×1600 piksela. Ekran čija je rezolucija 1280×1024 ima 1,048,576 adresivih tačaka na ekranu. *Dubina boje* je karakteristika ekrana koja se odnosi na broj bitova koji se pridružuju svakom pikselu radi prikazivanja boje. Ako su pikselu pridružena 3 bita, onda se može prikazati $2^3=8$ boja, ako je pridruženo 8 bitova onda se može prikazati $2^8=256$ boja, a ako je pridruženo 16 bitova onda se može prikazati $2^{16}=65,535$ boja. Fotografski kvalitet se postiže sa 24 ili 32 bita po pikselu ali to bitno utiče na performanse celog računarskog sistema. Na rezoluciju ekrana utiče i koliko su udaljeni pikseli jedan od drugog. Da bi slika bila jasna potrebno je da udaljenost piksela ne bude veća od 0.28mm.

Veličina ekrana se meri dužinom dijagonale, i može ići od 5 do 30 inča. Za personalne računare su dugo vremena preovladavali ekrani od 14 inča, dok su danas uobičajeni ekrani od 15 i 17 inča. Ukoliko se predviđa rad sa grafikom ili nekom vrstom računarski potpomognutog dizajna ne treba ići na ekrane manje od 19 inča.

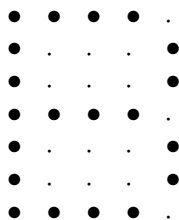
Brzina osvežavanja ekrana je sledeća važna karakteristika ekrana. Ako se radi o ekranu katodne cevi onda se njegova fosforom premazana površina mora ponovo premazati, tj. Osvežiti najmanje 50 do 100 puta u sekundi, to jest, brzina osvežavanja mora da bude 50 do 100Hz. Ekran koji imaju veću frekvenciju osvežavanja su bolji za oči.

Drugu vrstu privremenog izlaza čine zvučni i govorni izlaz. *Zvučni sintesajzeri* (engl. sound synthesizers) kreiraju poruku koju korisnici računara mogu da čuju. Takve uređaje često koriste muzičari za komponovanje i izvođenje muzike. Osim muzike, može se generisati i govor, pri čemu se govorna poruka proizvodi asembliranjem govornih zvukova iz osnovnog skupa zvukova koji mogu biti veštačkog porekla ili ekstrahovani obradom ljudskog govora. Primene ovakvog sistema su recimo automatsko generisane poruke za govorne automate koji saopštavaju informacije o tačnom vremenu, meterološke vesti, vesti sa berze isl.

Uređaj koji se najčešće koristi za trajni izlaz je *štampanje*, kojih ima veoma različitih prema metodi, brzini i kvalitetu štampanja. Izbor štampanja zavisi kako od računara tako i od očekivane primene. Prvi su u upotrebu ušli *linijski štampanje* (engl. line printer) čija je karakteristika da se u svakoj operaciji odštampa ceo štampanjski red. širina reda je od 80 do 160 simbola u redu, a realizuju se kao *štampanje sa dobošem* ili *lančani štampanje*. Prva vrsta postiže štampanje celog reda se valjkom koji ima na svakoj poziciji za štampanje traku koji ima sve raspoložive karaktere za štampanje. Samo štampanje proizvode udarci čekića kojih takođe ima koliko i pozicija za štampanje. Papir za štampanje, kao i obojena vrpca, umeću se između čekića i valjka. Ovi štampanje su relativno brzi i mogu odštampati od 150 do 3000 redova u minuti. Oni najčešće koriste kontinuirani papir razdvojen perforacijom na čijim marginama su izbušene rupe koje u štampanju prihvataju traktori sistema za uvođenje papira (takav papir se zato ponekad naziva traktorski). Dobra strana ovih štampanja je da, s obzirom da spadaju u udarne štampanje mogu istovremeno

proizvoditi više kopija. Nedostatak im je da mogu koristiti samo ograničen skup karaktera — one koji se nalaze na trakama valjka ili lancu.

Druga rasprostranjena vrsta štampača su *štampanci sa tačkastom matricom* ili *matrični štampači* (engl. dot-matrix printer). Oni se najčešće realizuju kao *serijski štampači* (engl. serial printer), to jest kao štampači koji štampaju jedan po jedan karakter, onim redom kako se pojavljuju u redu. Sled može biti s leva na desno, ili naizmenično od reda do reda, čime se izbegava neproduktivan povratak kolica. Otisak se proizvodi udarom u papir preko obojene vrpce. Brzina serijskog štampača je mala u poređenju sa brzinom linijskih štampača. Štampanca glava se sastoji od, najčešće, 9 ili 24 pisaljki, najčešće u obliku iglice, koje se elektromagnetski pokreću. Glava je montirana na kolicima koja se pokreću paralelno s položajem reda koji se štampa. Pisljke se aktiviraju selektivno, tako da grade alfanumeričke karaktere i druge oblike iz matrice malih tačaka koje se štampaju lakim udarcem. Na primer, slovo **B** se formira biranjem određenih tačaka u matrici 7×5.



Od udarnih štampača koriste se još *štampanci sa margaretom* (engl. daisywheel printer) i *štampanci sa kuglicom* (engl. golfball printer). Štampanac s margaretom je vrsta serijskog udarnog štampača kod koga je garnitura slova formirana na krajevima opruženih prstića koji se radijalno protežu od centralne glave. Nosač slova se okreće pomoću servo-sistema dok željeno slovo ne zauzme položaj naspram čekića koji ga jednim udarcem priljubljuje uz pisaču vrpce i papir. Ovi štampači su dosta spori (od 30–60 karaktera u sekundi) a na jednom nosaču može biti od 96–192 karaktera. Štampanac s kuglicom je vrsta serijskog štampača s reljefnom garniturom kod kojeg su slova izlivena na sferičnom nosaču. Nosač se obrće oko dve ose da bi se željeni znak doveo u položaj naspram papira. Mehanizam je prvo korišćen kod pisaćih mašina a kasnije prilagođen za štampače. Ovi štampači su dosta spori, od 10–12 karaktera u sekundi i stoga zastareli.

Neudarne štampače koji ne koriste čekiće za svoj rad su mnogo tiši. Njihov nedostatak je da mogu proizvoditi u jednom trenutku samo jednu kopiju. Oni se realizuju u raznovrsnoj tehnologiji. *Štampanac sa štrcaljkom* (engl. ink-jet printer) prska majušne kapljice mastila da bi formirao oblike karaktera na papiru. Kao i kod matričnih štampača, simboli se formiraju kao obrazac tačkica, ali kao rezultat se dobija mnogo bolji kvalitet štampanja. *Termički štampači* (engl. thermal printers) koriste zagrejane žice tačkaste matrice za štampanje na specijalnom papiru koji menja boju pod uticajem toplote. Njihova pogodnost je što ne zahtevaju toner. *Elektrostatički štampači* (engl. electrostatic printers) emituju električne impulse koji se reprodukuju kao karakteri na elektrostatičkom papiru. Uređaji za crtanje (ploteri) se često proizvode u ovoj tehnologiji. Nedostatak termičkih i elektrostatičkih štampača je što zahtevaju specijalni papir.

Od neudarnih štampača sada su najviše u upotrebi *laserski štampači* koji proizvode velikom brzinom vrlo kvalitetan izlaz. Njihovo funkcionisanje nalikuje u velikoj meri radu kopirnih mašina i odvija se u nekoliko faza:

- Kontrolisani intenzivni laserski zraci formiraju slike na elektricitetom napunjenom bubnju;
- Te slike privlače čestice tonera;
- Čestice tonera, uređene kao slike, prenose se na papir;
- Toplota se koristi za vezivanje čestica za papir.

Laserska tehnologija omogućava kreiranje vrlo kvalitetnih dokumenata u visokoj rezoluciji (300dpi ili 600 dpi). Laserski štampač štampa u jednom trenutku celu stranicu. Ono što je za njih najznačajnije je da oni ne koriste skup unapred oblikovanih slova: uključivanje novih fontova, grafike, slika se lako podržava. Njihovu širu upotrebu je dugo onemogućavala visoka cena, kako samog uređaja kao i troškovi potrošnog materijala (toner, bubanj i drugo). Razvojem tehnologije, cena je pala i oni su sada u najširoj upotrebi.

U izlazne uređaje mogu se ubrojati i uređaji za *fotoslog* (engl. phototypesetting) koji su se za potrebe profesionalne tipografije se razvijali nezavisno od računara ali se danas najčešće koriste kao izlazni uređaji specijalizovanih računarskih sistema. Oni mogu koristiti tehnologiju katodnih cevi ili lasersku tehnologiju. Njihova karakteristika je da oni koriste digitalizovana, nematerijalna pisma (za razliku od konvencionalnih tehnika slaganja). Karakteriše ih velika brzina i finoća raščlanjavanja — od 512 tačaka po cm do 800 tačaka po cm. Oni izlaz ne proizvode na papiru već na filmu, u obliku slike u ogledalu. Najveći proizvođači ovakve opreme su nemačka firma Hell i američka firma Mergenthaler Linotype.

U mnogim aplikacijama potrebna je izrada složenih crteža u obliku grafikona, mapa, dijagrama i slično. Takve su, na primer, aplikacije u arhitekturi, građevinarstvu i slično. Za takve aplikacije se često koristi uređaj koji ne štampa nego crta izlaz. To je *ploter* (engl. plotter). Signali iz računara upravljaju perom plotera koje crta po papiru. Ploter može imati i više pera i na taj način izrađivati crteže u boji. Ploteri se izrađuju u dva osnovna oblika. U jednoj varijanti se papir pričvršćuje na ravnu površinu a pero se šeta u svim pravcima po papiru i tako crta. U drugoj varijanti, papir se obmotava oko valjka; računar koordinira rotiranje papira i pomeranje pera po jednoj dimenziji i tako proizvodi slike. Za njih je značajno da se crteži mogu proizvoditi u mnogo većim dimenzijama od uobičajenih dimenzija papira (A4, B3). Ceo postupak crtanja, međutim, dosta dugo traje.

Velike količine informacija mogu se čuvati na rolnama filma — to je *mikrofilm* ili na listićima filma — to je *mikrofiš* (engl. microfiche) na kojima se beleže minijaturne slike. Mikrofilm i mikrofiš imaju veliki kapacitet i na njima se može beležiti veliki broj stranica teksta kojima korisnik može da pristupi brzo i jednostavno. čitaju se preko zasebnog čitača koji je jednostavan i jeftin uređaj. Osim toga, mikrofilm se koristi za trajno čuvanje štampane informacije jer je film izdržljiviji od papira. Vrlo je pogodan za čuvanje kataloga proizvoda, novinskih arhiva i slično.

Sa tehnikom *računarskog izlaza na mikrofilm* (engl. computer output microfilm, skraćeno COM) rezultati računarske obrade direktno izlaze na mikrofilm ili mikrofiš. Kod mikrofilma se stranice podataka sekvencijalno snimaju na rolnu filma. Listić mikrofiša je obično dimenzija 4 inča puta 6 inča i na njega se snima obično 20 stranica teksta.

Akcija kao izlaz se sastoji od rezultata obrade koji iniciraju neko kretanje ili kontrolu nekog procesa. Mnogi primeri mogu se naći u robotičkim sistemima u kojima se mašine kojima upravljaju

računari programiraju da obave neki posao (na primer, pomeranje mehaničke ruke koja obavlja neki posao u industrijskom procesu). Roboti su ponekad prikačeni na kameru koja im omogućava da nadgledaju okolinu i prema tome prilagođavaju dalju akciju. Roboti se često upotrebljavaju za rizične poslove ili za poslove u rizičnom okruženju (zagađenje, radioaktivnost) kao i za zamorne, rutinske poslove (sklapanje delova, farbanje, muža krava i slično). Akcija kao izlaz je našla mnogo primena u oblasti medicine: na primer u intenzivnoj nezi, računari preko senzora nadgledaju pacijentove vitalne funkcije i kao izlaz javlja se akcija — adekvatan dotok kiseonika ili lekova.

Uređaji i medijumi za skladištenje

Medijumi za skladištenje omogućavaju čuvanje podataka pre obrade (to mogu bit programi i podaci koje ti programi obrađuju) i skladištenje rezultata obrade. Rezultate obrade na medijum za skladištenje beleži uređaj za skladištenje. Termin medijumi za skladištenje odnosi se na materijal na kome se podaci zapisuju: najpoznatiji su trake i diskovi. Taj materijal je najčešće magnetni pomoću koga se podaci mogu dugo čuvati. Termin uređaj za skladištenje odnosi se na uređaje koji čitaju ili pišu na medijum za skladištenje.

Uređaji trake funkcionišu u velikoj meri kao magnetofoni ili kasetofoni. Oni predstavljaju jeftino sredstvo za sekvencijalno skladištenje velike količine podataka. Veliki računari su u prošlosti koristili uređaje traka za skladištenje i čitanje podataka sa koturova traka. Magnetna traka je obično široka $\frac{1}{2}$ inča i na nju se podaci beleže gustinom od 1600 do 6400 karaktera po inču. Dužina trake je obično $\frac{1}{2}$ milje. Mikroracunari nikada nisu koristili koturove traka već *uložnice trake* (engl. tape cartridge) u kojoj je traka smeštena u plastičnu kutiju koja se lako montira u uređaj i lako skladišti. Širina ove trake je $\frac{1}{4}$ inča, a kapacitet je obično više giga-bajta. One su se obično koristile kao pričuva za važne programe i podatke jer im je cena bila mala, a sigurnost podataka bila je velika.

Uređaji trake beleže podatke kao magnetizovani bitovski obrazac. Prisustvo ili odsustvo magnetizovane tačke na površini trake označava binarno 1 ili 0. Uzduž trake proteže se 8 ili 9 *staza* ili *kanala trake* u kojima su zapisani bitovi. Kombinacija bitova pozicioniranih popreko trake predstavlja zapis jednog bajta.

kanal	A	B	C	X	Y	Z	0	1	2	3	4	5	š	*	.	Bit
1	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•				1
2	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	2
3				•	•	•	•	•	•	•	•	•				3
4							•	•	•	•	•	•	•	•		4
5					•	•							•	•	•	5
6				•							•	•		•		6
7		•	•	•					•	•			•		•	7
8	•		•	•		•		•		•		•	•		•	8
9			•	•	•		•			•		•		•	•	paritetni bit

Svako zapisivanje na nekom medijumu za skladištenje zahteva proveru. Tu proveru obavljaju računar i uređaj za skladištenje da bi se obezbedila tačnost zapisa i tačnost učitavanja podataka. Jedna od najčešće primenjivanih procedura za proveru je korišćenje paritetnog bita. Paritet je funkcija koja proverava grupu binarnih vrednosti (reč, bajt ili karakter) sumiranjem bitova po modulu 2. Dobijena suma zove se *paritetni bit*. Paritetni bit je 0 ako je broj jedinica u polaznoj

grupi paran, odnosno 1 ako je broj jedinica bio neparan. Ovakvim izračunavanjem pariteta za jedan uvećana grupa binarnih vrednosti ima sigurno paran broj jedinica i to je *parni paritet*. Hardverski uslovi ponekad nameću da se ima neparan broj jedinica u uvećanoj grupi i to je *neparni paritet*. Na primer, slovo **X** u EBCDIC kodnoj šemi ima kod 11100111. Broj postavljenih jedinica u kodu je 6 pa, ako se koristi neparni paritet, paritetni bit treba postaviti na 1 da bi ukupan broj zabeleženih jedinica bio neparan. S druge strane, slovo **Z** u EBCDIC kodnoj šemi ima kod 11101001 pa paritetni bit treba da bude 0 da bi broj jedinica u kodu ostao neparan.

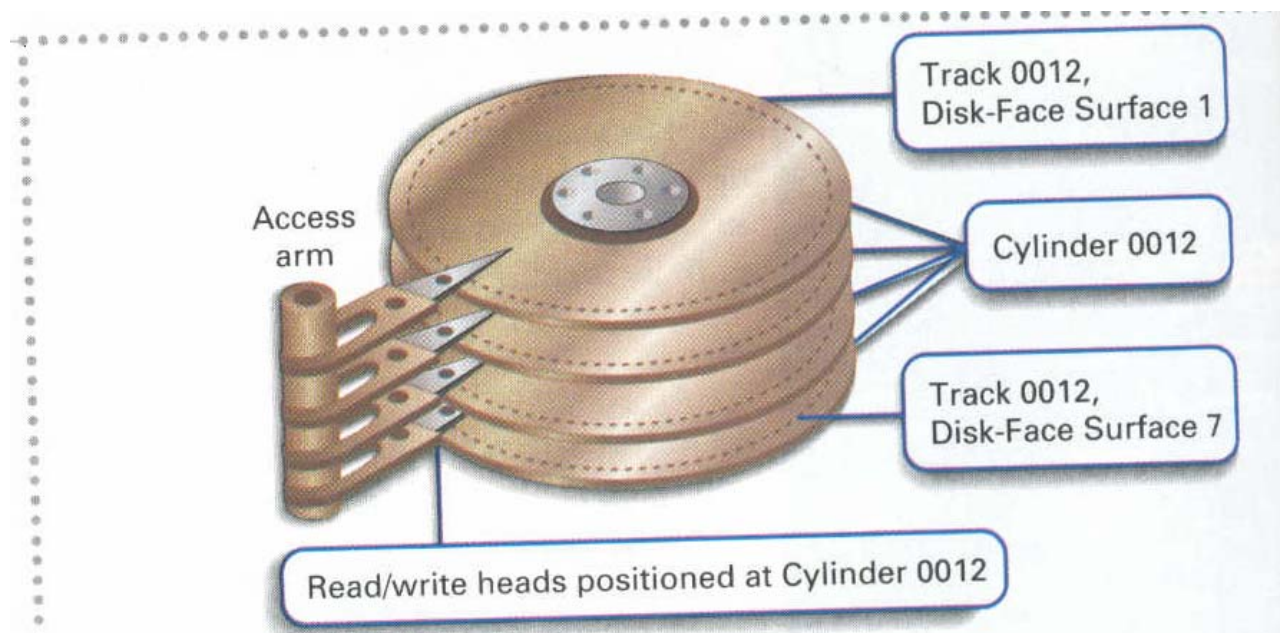
Alternativa traci je magnetni disk. *Diskovi sa direktnim pristupom* (engl. direct access storage devices ili DASD) su okrugle ploče prekrivene tankim slojem materijala koji može da se magnetizuje. Uređaji diska beleže podatke na disku u obliku namagnetisanih tačaka. Postoje dve osnovne vrste diskova: *tvrdi disk* (engl. hard disk) i *savitljiv disk* (engl. floppy disk). Tvrdi diskovi mogu imati različite dimenzije, od 14 inča u prečniku za velike računare do 3.5 inča za mikroracunare, a ima ih i od jednog inča u prečniku. Kapacitet tvrdih diskova je danas reda veličine 1Gbyte (40GB, 60GB, itd). Savitljivi diskovi, ili diskete, koriste se prvenstveno na mikroracunarima. Veliki računari ih koriste uglavnom za unos podataka. Oni predstavljaju savitljivi komad plastike smešten u omot, koji može takođe biti savitljiv ili tvrd. Tipične dimenzije disketa su 8 inča, 5¼ inča i 3½ inča. Prorezi u omotu diskete dozvoljavaju da se pristupi njegovoj površini za čitanje i pisanje. Maksimalni kapaciteti disketa, u zavisnosti od njihove veličine, gustine zapisa i broja površina za zapis dat je u tabeli.

veličina (inči)	površine (jedna ili dve)	gustina (dvostruka ili visoka)	kapacitet (kilobajti ili megabajti)
5.25	jedna dve dve	dvostruka dvostruka visoka	180KB 360KB 1.2MB
3.5	dve dve	dve visoka	720KB 1.44MB

Danas su u upotrebi samo diskete od 3½ inča, ali i one polako izlaze iz upotrebe zbog malog kapaciteta u odnosu na savremenije izmenjive medije za skladištenje. Da bi se nadoknadio kapacitet disketa jedno vreme su se koristile *zip-diskete* ili *zipete* čiji je kapacitet 100Mbytes, 250 Mbytes do 750Mbytes. Prečnik ovih disketa je takođe 3½ inča ali zahtevaju zaseban uređaj za čitanje i pisanje koji je često spoljašnji (nije ugrađen u kućište računara) i prenosiv. Osim kapaciteta ove diskete su bile i brže od klasičnih disketa (imale su kraće vreme pristupa) ali se nisu mogle meriti sa diskovima.

Tvrdi diskovi se obično sastoje od više ploča, do 12 — to se onda zove *diskovno paklo* (engl. diskpack). Sve ploče su montirane na jedan mehanizam. Pisati se može na obe strane ovakvih ploča, tako da diskovno paklo od četiri ploče ima osam površina za pisanje. Svi diskovi se zajedno okreću konstantnom velikom brzinom (od 3600 do 10.000 obrtaja u minuti) unutar zavarenog kućišta. To kućište čuva površine diskova od zagađenja — prašine i dima. Bolja zaštita od zagađivača čini da se na tvrde diskove podaci mogu upisivati s većom gustinom. Svaka površ ima svoju glavu za čitanje i pisanje koje su sve montirane na jedan mehanizam. Tako svaki podatak

postaje dostupan u vremenu potrebno za jedan okretaj diska. Glave za čitanje su montirane na pokretne ručice koje bukvalno lebde iznad površi za čitanje i pisanje. Glave za čitanje su toliko blizu površi da čestica dima ne može da stane između njih.



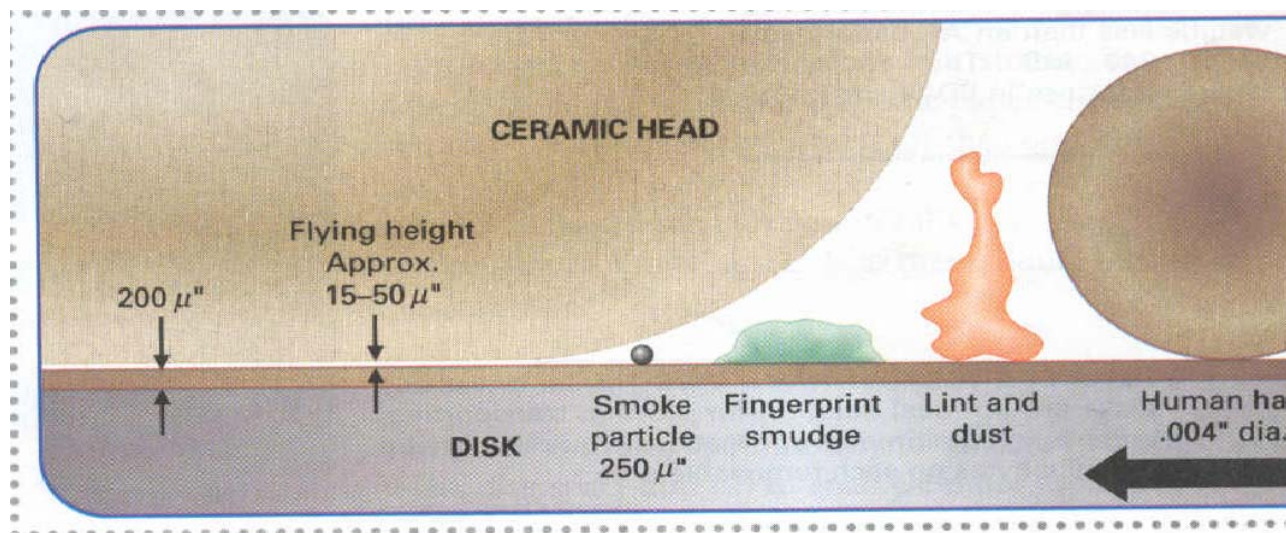
Slika 5. **Fiksni tvrdi disk sa četiri ploče i osam površi za zapis.** *Cilindar* predstavljaju isto numerisane staze na površima diskovnog paka. Na ovoj slici su čitaće glave postavljene na cilindru 12. Kada su glave u ovoj poziciji onda su podaci na svim stazama koje su numerisane kao „0012” dostupni za čitanje prilikom svakog okretaja diska. Da bi se pristupilo podacima na drugim stazama čitaće glave se moraju pomeriti – one se pomeraju duž ose koja je paralelna sa prečnicima diskovnih ploča.

Jedno vreme su upotrebi bili i zamenljivi diskovi koji su se nazivali *Jaz drives*. Njihov kapacitet je bio 1GB ili 2 GB. Medijum se sastojao od 2 ploče zatvorene u kućište dok su motor i glave za čitanje i pisanje bile u fiksiranom uređaju. Medijum se smeštao u uređaj podjednako lako kao i disketa. Performanse ovog izmenljivog diska su bile skoro isto tako dobre kao i fiksnog diska, ali ipak nije nikada imao veliku popularnost.

Način na koji su podaci organizovani na tvrdim i na izmenjivim diskovima, kao i način pristupa je gotovo istovetan. Tako je konceptualno je disketa isto što i tvrdi disk sa jednom pločom. Ploča je u oba slučaja premazana tankim slojem nekog elementa, na primer kobalta, koji se lako može namagnetisati. Taj premaz se magnetiše pomoću glava za pisanje, a prisustvo i odsustvo namagnetisanja predstavlja binarne vrednosti 0 i 1.

Uređaji disketa i diska zapisuju podatke u koncentričnim krugovima koji se zovu *staze* (engl. tracks). Bitovi se na stazama zapisuju serijski, to jest, bitovi se zapisuju jedan za drugim na stazi. Broj staza se razlikuje od medijuma do medijuma: diskete obično imaju 80 staza, dok diskovi imaju i više hiljada staza. Gustina staza određuje se *brojem staza po inču* (engl. tracks per inch, skraćeno tpi). Na primer, disketa od 3.5 inča je najčešće gustine 135tpi, dok se gustina zapisa kod

diskova meri hiljadama tpi. Gustina staza je samo jedan aspekt kapaciteta medijuma. Drugi je *gustina zapisa* koja se meri u *kilobitovima po inču* (engl. kilobits per inch ili kbps). Ova veličina govori koliko bitova se zapisuje na dužinski inč staze diskovne ploče. Tvrđi diskovi sa velikom gustinom zapisa imaju više od 250kbps.

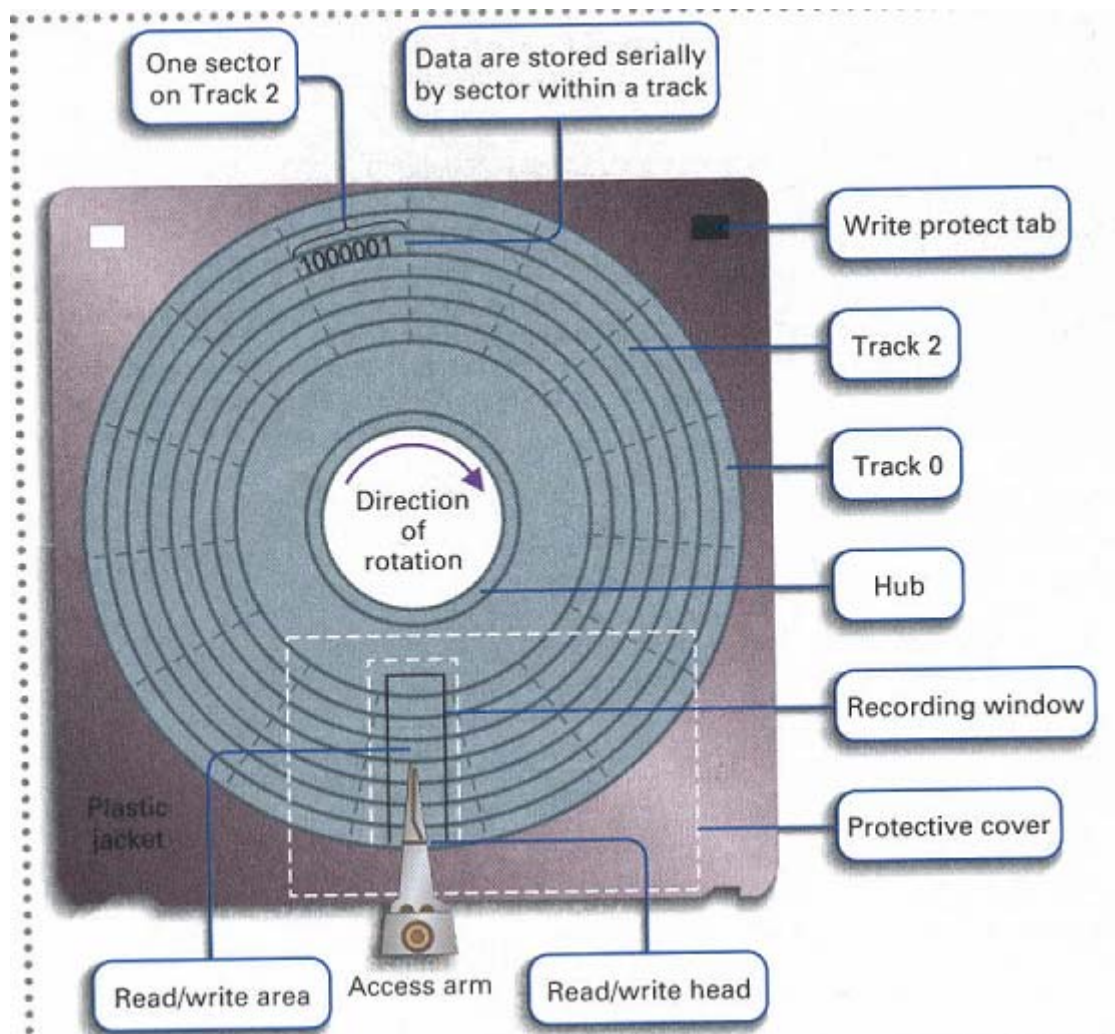


Slika 6. **Rastojanje glave za čitanje i pisanje od diskovnih površi.** Kada se diskovne ploče okreću brzinom od 7200 obrtaja u minuti, površ diska sa nalazi na rastojanju od 100 mikro 15-50 mikro-inča ($37.5-127 * 10^{-6}$ cm). od keramičkih glava za čitanje i pisanje.

Na personalnim računarima staze se dele u lokacije koje se nazivaju *sektori* (engl. sector). Sektori predstavljaju najmanji adresivi deo diska. Njegova adresa je lokacija staze i broj sektora. Broj sektora na stazi zavisi od gustine zapisa. Tvrđi diskovi mogu imati hiljade sektora na stazi. Sektor na PC računarima ima veličinu od 512 bajtova. Susjedni sektori se dalje udružuju u *klaster* (engl. cluster). Veličina jednog klastera je dakle umnožak od 512. Klaster se obično sastoji od 8 do 64 sektora pa mu je, dakle, kapacitet od 4096 do 32.768 bajtova. Klaster je najmanja jedinica prostora koja se može dodeliti datoteci, pa svaka datoteka bez obzira na stvarne potrebe ima veličinu najmanje jednog klastera.

Staza 0 na disketi ili disku rezervisan je za informacije o sadržaju diskete odnosno diska. Pod operativnim sistemom DOS i Windows, tu se smešta *koreni katalog* (engl. root directory) i *tabela alokacija datoteka* (od engl. file allocation table, skraćeno FAT.)

Brzina diska se stalno povećava ali je još uvek mnogo manja od brzine unutrašnje memorije (RAM-a). Pristup podacima sa diska traje otprilike 4 do 8 milisekundi. Da bi se povećalo vreme pristupa podacima (engl. *access time*) neki uređaji diska imaju više pristupnih ručica, a neki više glava za čitanje i pisanje. Drugo merilo brzine diska je *brzina prenosa podataka* (engl. data transfer rate) i ona govori koliko se bajtova podataka može preneti s diska u memoriju računara i obrnuto u jedinici vremena. Kod tvrdih diskova ta brzina može da bude i 400 miliona bajtova u sekundi ali je to još uvek mnogo manje od brzine prenosa podataka unutar RAM-a. Da bi se povećala ova brzina koristi se *kaširanje diska* (engl. disk caching) tako što se oni podaci s diska za koje se pretpostavlja da će biti potrebni smeštaju unapred u RAM.

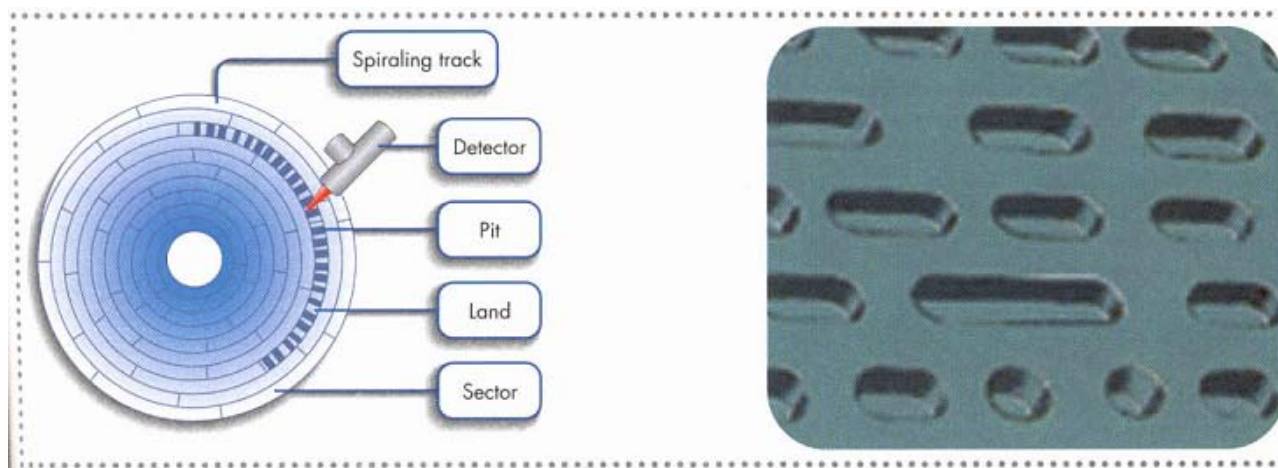


Slika 7. **Unutrašnjost diskete.** Pristupna ručica ove tri i po inčne diskete je pozicionirana na određenu stazu – na slici to je staza 2). Podaci se upisuju serijski na stazi unutar jednog sektora. Kod diskete je površ za čitanje i pisanje smeštena u omot od tvrde plastike radi zaštite. Kada se umetne u disketni uređaj metalni preklopnik sklizne i otkrije prozor kroz koji se vrši čitanje i pisanje.

Optički diskovi se razlikuju od magnetnih diskova po načinu na koji se podaci smeštaju na njih i čitaju sa njih. Oni koriste laserske zrake za čitanje i pisanje. Podaci na optičkom disku se beleže tako što jaki laserski zrak izgori minijaturne rupe na površini diska i pomoću njih se beleže bitovski obrasci. Drugi laserski zrak slabijeg intenziteta koristi se za čitanje. Pošto se ovaj laserski zrak može lako usmeriti na željenu poziciju na površi diska, mehaničke ručice za pisanje i čitanje nisu potrebne.

CD-ROM (skraćeno od engl. Compact Disk with Read Only Memory) se pojavio 1980. godine kao produkt muzičke industrije i postigao fantastičan uspeh. ROM u nazivu ovog medija ukazuje da se jednom zabeleženi podaci ne mogu menjati. Analogni zvuk muzika se digitalizuju i smeštaju n optički disk čija je dimenzija 7,72 inča. Sedamdeset i dva minuta muzike može se

predstaviti pomoću 2 milijarde bitova na ovakvom disku. Zbog izvanrednog kapaciteta odmah je našao primenu i u računarskoj industriji. Naime, jedan ovakav CD-ROM ima kapacitet od 650MB, što odgovara kapacitetu 450 disketa od 3 i po inča.



Slika 8. **Organizacija CD-ROMa.** Laserski zrak detektuje jame i uzvišenja koji predstavljaju bitove, 0 i 1, koji su smešteni u sektorima na spiralnim stazama (a ne u koncentričnim krugovima kao kod magnetnih diskova) na površi CD-ROMa koja odbija svetlost. Kada se podaci jednom zapišu, stavlja se zaštitni omotač.

Jame i uzvišenja se mnogo gušće pakuju na novijem medijumu DVD-ROM čiji je osnovni kapacitet 4,7GB (DVD dolazi od engl. "Digital Versatile Disc" or "Digital Video Disc"). Novije verzije imaju i veći kapacitet ako se jame i uzvišenja beleže po slojevima (8,5GB). Danas je u upotrebi i *dvostrani DVD* čiji je kapacitet 9,4GB (2 puta 4,7GB) ili 17GB (2 puta 8,5GB, a to je kapacitet 11.800 disketa).

Uređaju koji čitaju CD-ROM obično se klasifikuju kao 32X, 40X ili 75X. Oni se okreću 32, 40, odnosno 75 puta brže od prvobitnog CD standarda. Brzina prenosa podataka kod 1X CD-ROMa bila je 150KB u sekundi, tako da je brzina prenosa podataka kod 75X CD-ROMa 75 puta veća, a to je 11,25MB. Zanimljivo je da zbog tehničkih karakteristika brzina okretanja diska zavisi toga gde se nalaze podaci koji se čitaju – kada se čitaju podaci bliži centru diska se brže okreće. Brzine okretanja su ipak još uvek dosta manje nego kod magnetnog diska pa je pristup podacima na CD sporiji nego kod magnetnog diska. Osim toga, potrebno je znatno duže vreme da se uređaj CD-a pripremi za čitanje nego što je to slučaj kod magnetnog diska (10 do 50 puta).

Danas se optička tehnologija sve više kreće ka korišćenju CD-RW, DVD-RW i DVD-RAM (RW u ovoj skraćenici dolazi od engl. ReWritable). Ova tehnologija dozvoljava korisnicima da ponovo pišu po medijumu koji nalikuju po izgledu ili veličini CD-u na sličan način na koji se koriste i magnetni medijumi. Kod ovih medijuma je površ diska presvučena posebnom legurom (najčešće srebra, indijuma, antimona i telurijuma). Koristi se infracrveni laserski zrak koji na temperaturi od 400C selektivno zagreva i topi ovu površ i tako je pretvara iz kristalne u amorfnu, a kada se deluje nižom temperaturom amorfno stanje se opet pretvara u kristalno. U zavisnosti od stanja u kome se nalaze male tačke na površi diska, laserski zraci za čitanje se drugačije odbijaju, pa te tačke izgledaju kao jame i uzvišenja klasičnog CD-a. Nove vrste medijuma se stalno pojavljuju sa sve većim kapacitetom i većom brzinom.

Danas su veoma prisutne i mnogo se koriste *USB fleš memorije* koje se koriste za skladištenje podataka i za razmenu podataka između računara. Radi se o malim štampanim pločicama koje se kače na standardni USB (engl. Universal Serial Bus). USB dozvoljava da se do 127 perifera prikači na jednu USB portu. Periferici personalnih računara se povezuju na USB portu na matičnoj ploči računara pa nije potrebno instaliranje dodatnih kartica prilikom instaliranja novih perifera. Dodatna karakteristika ove porte je da se uređaji mogu kačiti na nju i skidati sa nje u toku rada računara. Fleš memorije su trajne memorije (na njih ne utiče prestanak napajanje električnom energijom). Kompaktnije su, brže, pouzdanije i većeg kapaciteta od disketa. Ponašaju se kao RAM memorije, ali ne u potpunosti (RAM memorije za čitanje ali se brisanje vrši samo u većim blokovima). Njihov kapacitet se kreće od 128MB do 64GB. Jedini nedostatak im je da dozvoljavaju ograničen broj čitanja i pisanja (ali taj broj je veoma velik).