

OSNOVE RAČUNARSKE TEHNIKE

OPTIČKI UREĐAJI

prof. dr Zoran Milivojević

OPTIČKI UREĐAJI

Tehnološki napredak omogućio je proizvodnju diskova sa optičkim zapisom, koji su omogućili memorisanje enormno velikih količina podataka. Time je počela da se realizuje stara ideja da se kompletna muzička dela mogu da smeste na jednom disku. Proizvodnjom brzih mikroprocesora omogućena je primena algoritama za kompresiju podataka u realnom vremenu. Analizom audio signala u vremenskom i frekvencijskom domenu, primenom kompleksnih digitalnih transformacija (FFT, DCT,...) realizovani su novi formati zapisa sa velikim stepenom kompresije (MP3). Analizom video signala u vremenskom i frekvencijskom domenu, detekcijom pokreta u slici i dr., došlo se do izuzetno velikog stepena kompresije, tako da se na jednom disku može da smesti kompletan film.

CD-ROM

Krajem sedamdesetih godina XX veka u firmama Sony i Philips intenzivno se radilo na razvoju uređaja i medijuma za optičko skladištenje podataka. Rezultat njihove međusobne saradnje je definisanje tehnologije za optički zapis audio signala.

1979. god. napravljen je standard za audio zapisi pod nazivom CD-DA (**engl.** *Compact Disc-Digital Audio*). CD-DA standard poznat je pod nazivom **Crvena knjiga**. Naziv je dat prema boji korica dokumenta u kome je objavljen standard. Standardom je definisan način uzorkovanja analognog signala, kao i celog procesa snimanja. Kao medijum za memorisanje primenjen je optički disk dimenzija 4.72 inča (12 cm). Imajući u vidu gustinu zapisa podataka, na disku prečnika 12 cm mogao je da se smesti zvučni zapis u trajanju od 70 min. Smatra se da je prečnik izabaran baš ovako da bi na disk mogla da se smesti kompletna Betovenova Deveta simfonija. 1982. god. Sony je počeo sa prodajom uređaja za čitanje podataka sa CD diskova. Tada je počeo da se prodaje i prvi CD sa snimljenom muzikom.

CD-ROM

Sony i Philips 1984. god. definišu standard pod nazivom CD-ROM (**engl.** *CD Read Only Memory*). Naziv je preuzet od naziva memorija samo za čitanje (**engl.** *Read Only Memory*, ROM) s obzirom da je upis podataka na disk mogao da se izvrši samo jednom, a da se čitanje ostvaruje više puta. Poznata je i oznaka CD-R (**engl.** *Compact Disc-Recordable*) – upis podataka vrši se samo jednom (**engl.** *Write Once*) dok se čitanje može realizovati više puta (**engl.** *Read Many*). CD-ROM standard poznat je kao **Žuta knjiga** knjiga. Naziv je dat prema žutoj boji korica dokumenta u kome je objavljen standard. CD-ROM standard je definisao načine zapisa digitalnih podataka tako da je CD-ROM uređaj postao pogodan za arhiviranje velikog broja podataka namenjenih računarima. CR-ROM proizvodi se sa dva kapaciteta:

- a) 628 MB (ili 74 min zvučnog zapisa) i
- b) 737 MB (ili 80 min zvučnog zapisa).

CD-ROM

Philips i Sony u toku 1988. god. definišu CD-R (**engl.** *CD Recordable*) standard. CD-R standardom predviđena je mogućnost upisa podataka na disk od strane korisnika ali samo jednom. Nakon toga se CD koristi samo za čitanje. Zbog analogije sa PROM memorijama, ova vrsta diska naziva se CD-PROM. CD-R obezbeđuje 74 minuta audio zapisa ili 650 MB podataka. Postoje varijante CD-R koje obezbeđuju 90 minuta audio zapisa ili 870 MB podataka. CD-R standard definiše plastični disk debljine 1.2 mm sa prečnikom 120 mm (Sl.11.1) ili 80 mm (Mini CD). Kao osnova koristi se polikarbonatna plastika. Naredna CD-R *GigaRec* tehnologija omogućava 100 minuta audio zapisa ili 1.2 GB podataka.

Sledeća generacija CD uređaja i diskova je CD-RW (**engl.** *Compact Disc-Read Write*). CD-RW omogućava pisanje i čitanje kao i brisanje podataka više puta. CD-RW obezbeđuje 80 minuta audio zapisa ili 702 MB podataka.

CD-ROM

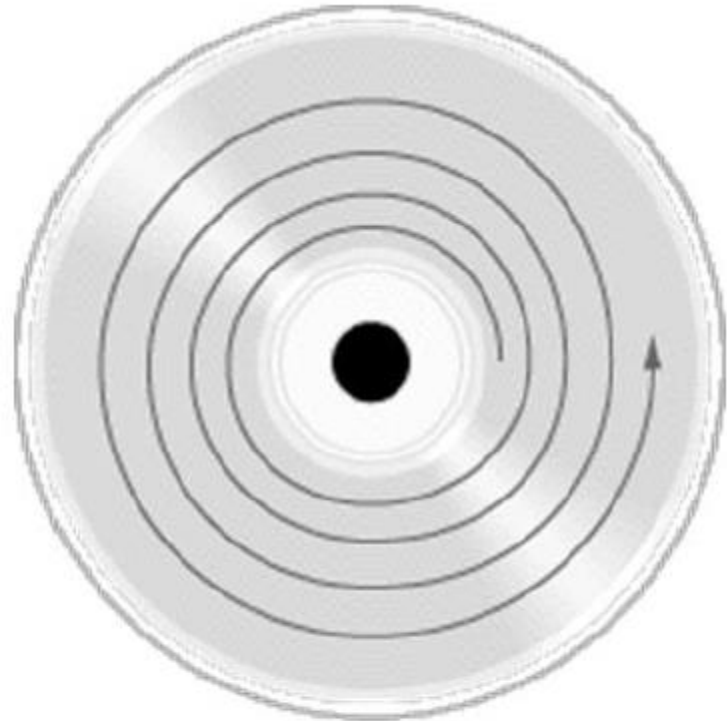
Tehnološki zahtevi koji su stavljeni pred CD-ROM su stroži u odnosu na zahteve koje treba da ispuni CD-DA (**engl.** *Compact Disc-Digital Audio*). Uslovi se ogledaju prvenstveno u pouzdanosti upisa i čitanja podataka. Ako kod muzičkog zapisa dođe do greške (kod upisa ili prilikom čitanja podataka) efekat na reprodukovani zvuk može da bude neprimećen. Kod greške koja bi se javila kod CD-ROM uređaja, greška u jednom bitu može da izazove krah celog programa. Problem povećanja pouzdanosti rešava se tehnološki (kvalitetnijim uređajima i CD-om) i softverski (specijalnim kodovanjem i dekodovanjem podataka u cilju dodatnog otkrivanja i ispravljanja grešaka).

CD-ROM disk vizuelno je identičan audio CD-u: debljina 1.2 mm, prečnik 120 mm ili 80 mm (Mini CD). Disk je napravljen od polikarbonatne plastike. Procesom presovanja formira se duga kontinualna spiralna traka za podatke (**engl.** *Data track*) mikroskopskih dimenzija. Korak staze je 1.6 μm . Kada bi se ova traka (širine 0.5-0.6 μm) ispravila bila bi dugačka 5 km. Brzina prolaska trake ispod lasera iznosi 262 km/h kod uređaja sa brzinama 56x.

CD-ROM



Sl.11.1 *Kompakt disk - izgled.*

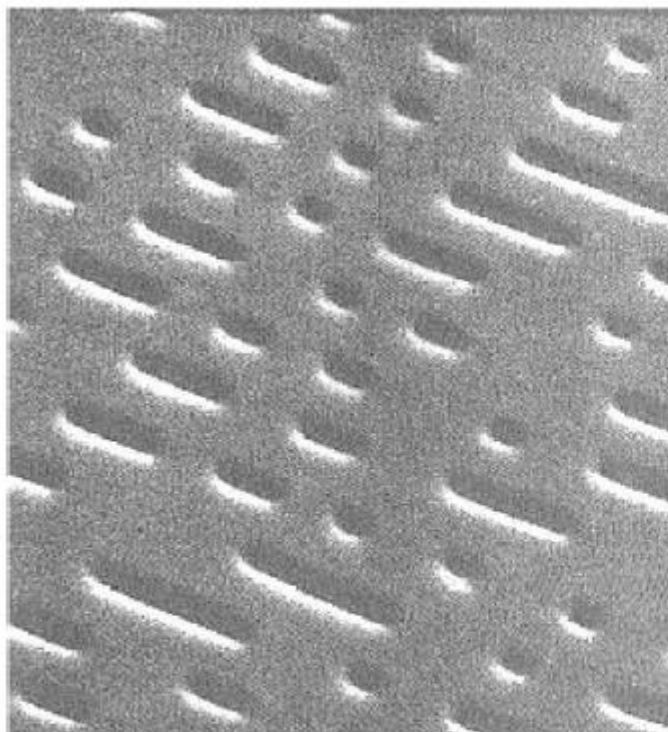


Sl.11.2 *Spiralna traka za upis podatka.*

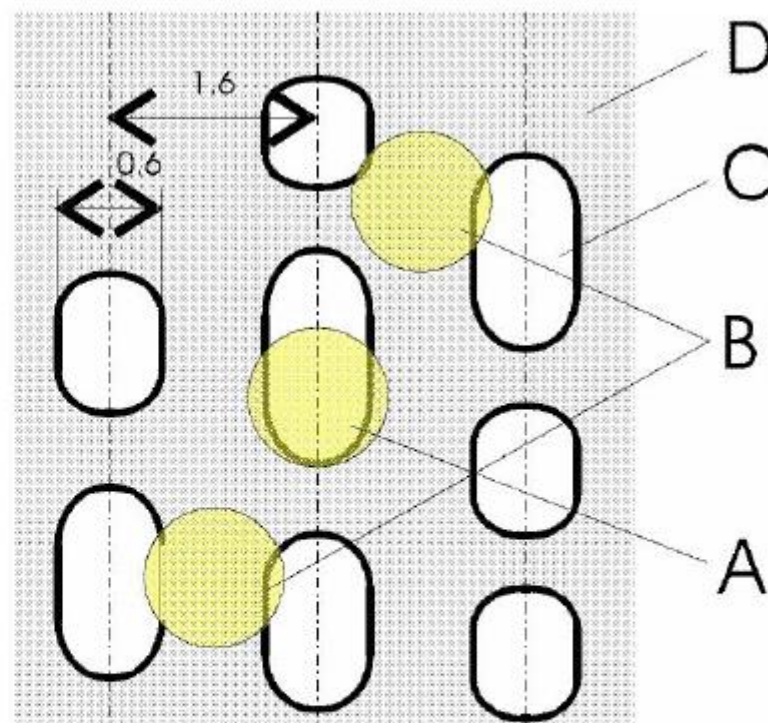
CD-ROM

Pristup traci širine 0.5-0.6 μm u cilju upisa ili čitanja podataka, zahteva ekstremno precizne mehanizme. Uz glavni laserski zrak (A) uvek se nalaze i dva pomoćna zraka (B), koji imaju ulogu da odrede položaj optičke glave i lasera (Sl.11.6). Dva pomoćna snopa su pomerena od centra levo i desno, tako da većim delom prelaze preko jednobrazne reflektivne površine. Za svaki pomoćni snop postoji i odgovarajuća fotoćelija, a s obzirom na to koja prima manje svetlosti vrši se korekcija položaja glave na tu stranu. Ako glavni snop prati traku, onda će razlika intenziteta pomoćnih fotoćelija zbog simetrije biti bliska nuli. U suprotnom jedan od dva pomoćna zraka će zahvatati većim delom reflektivnu površinu (jači intenzitet svetla na fotoćeliji), a drugi će se kretati po traci, što će uzrokovati slabiji intenzitet svetla. Električni signali dobijeni na fotoćelijama se pojačavaju i obrađuju. Rezultujućim signalom se deluje na servo uređaj za *tracking*, koji upravlja položajem glave, tako da se uvek nalazi iznad trake.

CD-ROM



Sl.11.5 Izgled površine plastičnog sloja uvećane 5000 puta - pogled sa donje strane.

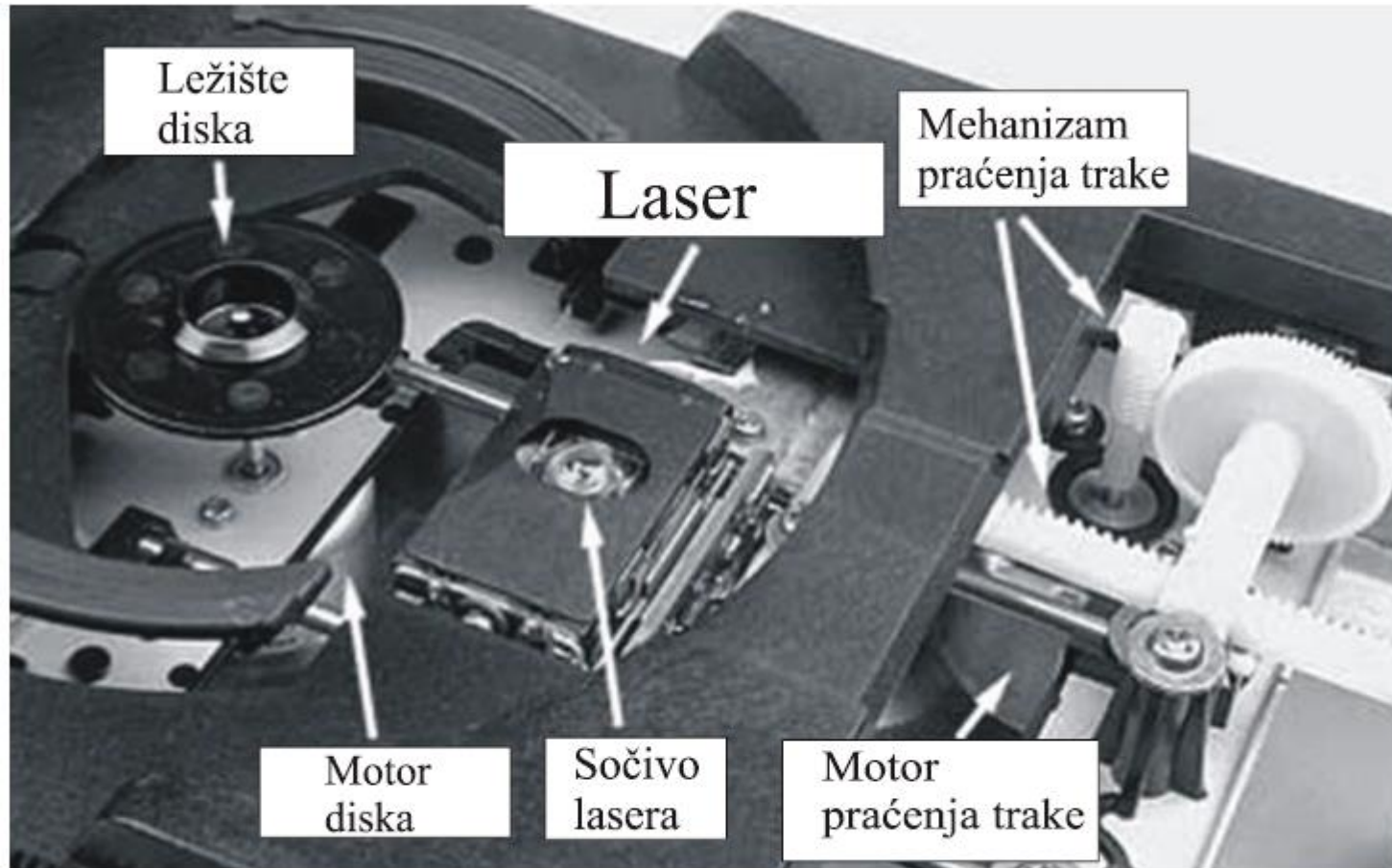


Sl.11.6 Tragovi projektovanja svetlosnih mlazeva.

Čitanje podataka

Proces čitanja podataka sa diska odvija se na sledeći način. Laserska dioda emituje svetlosni mlaz prema ogledalu (Sl.11.9). Podešavanje pogađanje mlaza po površini diska vrši se pomoću ogledala. Ogledalo je pokretno i njegovim kretanjem upravlja mikrokontroler. Reflektujući zrak prikuplja se sočivom i usmerava ka ogledalu koje ga reflektuje ka razdelniku zraka (prizmi). Odatle mlaz odlazi ka drugom sočivu a, na dalje, ka fotodetektoru, koji na osnovu svetlosti generiše električnu struju koja predstavlja električni ekvivalent podataka.

Čítanje podataka

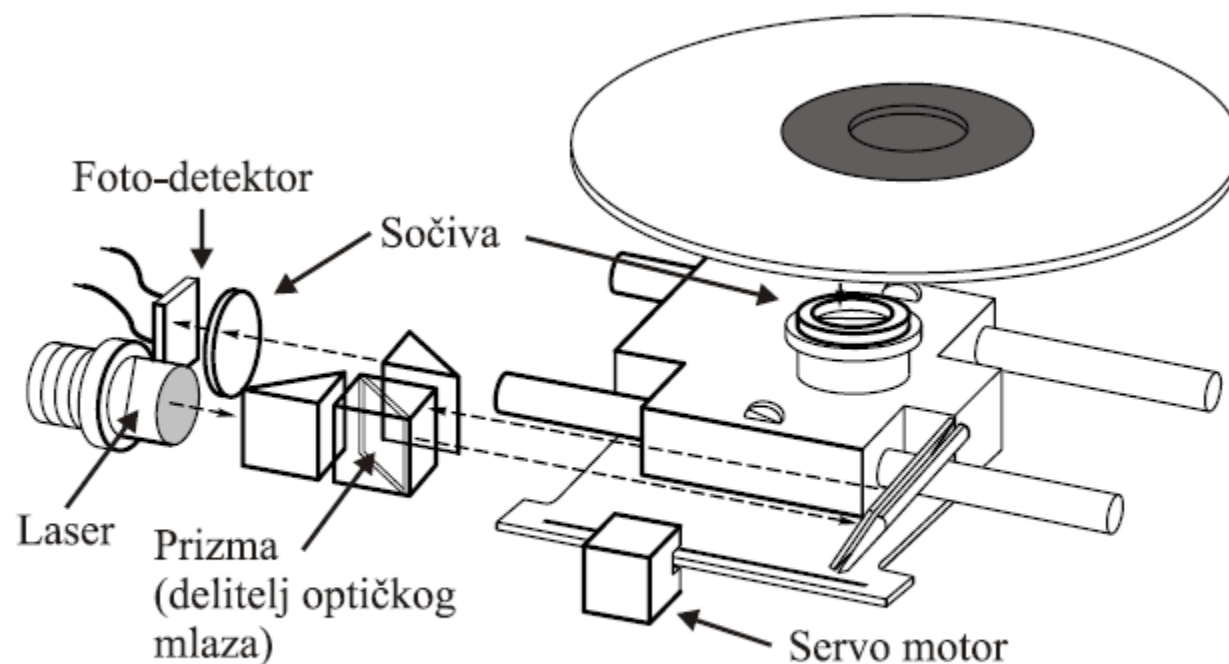


Sl.11.8 Komponente CD čitača.

Upis podataka

Proces upisa na disk podrazumeva promenu strukture materijala dejstvom lasera. Laserom se zagreva materijal na temperaturu $500-700^{\circ}/C$ što izaziva topljenje materijala ispod osvetljene površine. U tečnom stanju se molekuli kreću slobodno i dolazi do prelaska materijala u neuređeno, odnosno amorfno stanje. Nakon hlađenja i očvršćavanja, amorfna površina menja svoj koeficijent transparentnosti. U odnosu na ranije stanje, koeficijent refleksivnosti iznosi 5%. Ovako deformisana struktura stvara prividna udubljenja. Kada se u procesu čitanja mlaz kreće kroz prividna udubljenja, dolazi do promene faze i, na osnovu promene faze svetlosti, detekcije postojanja udubljenja pomoću fotodetektora. Sloj za snimanje je legura napravljena od srebra, indijuma, antimona i telura. Reflektujući aluminijumski sloj je istih karakteristika kao kod diskova samo za čitanje (CD-R).

Upis podataka



SI.11.9 Optički sistem CD čitača.

Brisanje podataka

Proces brisanja podataka sa diska podrazumeva vraćanje materijala u predhodno kristalno stanje. Laser se podesi na emisiju manje snage. Površina koja je pogođena laserskim snopom zagreva se do 200 °C. Materijal omekša i sa sporijem hlađenjem molekuli se preuređuju i iz amornog stvara se opet kristalna struktura.

Brzina CD uređaja

Kompakt diskovi su prvobitno bili namenjeni smeštanju audio podataka. Brzina protoka podataka kod upisa i čitanja je konstantna. Podaci su smešteni duž spiralne trake. Sa konstantnom ugaonom brzinom rotiranja diska brzina dela trake koja prolazi ispod sistema za čitanje zavisi od rastojanja od centra. Delovi traka koji su bliži obodu kreću se brže. Zbog toga se konstantna brzina obezbeđuje promenljivom brzinom rotiranja diska, tako da staza podataka prolazi pored uređaja za čitanje/pisanje konstantnom brzinom. Ova brzina se naziva konstantna linearna brzina (**engl.** *Constant Linear Velocity*, CLV). CLV brzina je definisana kao 1.3 m/s i obezbeđava se kao brzina $1x$. Održanje CLV zahteva brzinu rotacije diska 540 RPM (čitanje staze u unutrašnjem delu diska) do 212 RPM (čitanje staze pored oboda diska).

Ubrzavanje čitanja i pisanja ostvareno je povećanjem brzine rotiranja diska. Tako su uvedene brzine $2x$, $4x$, ..., $56x$. Kod brzine $12x$ pojavio se problem kvalitetne kontrole rotiranja diska jer su rotacije u opsegu 2568-5959 RPM. Problem je se prvenstveno ogledao u vremenima usporenja i ubrzanja diska. Rešenje je potraženo u sistemima sa konstantnom ugaonom brzinom (**engl.** *Constant Angular Velocity*, CAV) diska i promenljivom brzinom čitanja podataka. Karakteristike diskova u zavisnosti od brzine rotiranja prikazane su u Tbl.11.2 i Tbl.11.3.

Brzina diska	Vreme čitanja audio zapisa 74 min prema CLV	Vreme čitanja audio zapisa 80 min prema CLV
1x	74.0	80.0
2x	37.0	40.0
4x	18.5	20.0
6x	12.3	13.3
8x	9.3	10.0
10x	7.4	8.0
12x	6.2	6.7
16x	4.6	5.0
20x	3.7	4.0
24x	3.1	3.3
32x	2.3	2.5
40x	1.9	2.0
48x	1.5	1.7
50x	1.5	1.6
52x	1.4	1.5
56x	1.3	1.4

Tbl.11.2 *Vremenske karakteristike CD-ROM uređaja (deo 1).*

• **HVALA NA PAŽNJI**