

Chapter 8.

Personalni računar

II deo

□ **MEMORIJE**

- ❖ Operativna memorija
- ❖ Spoljašnje memorije
- ❖ Keš memorija

Redovni profesor dr Dušan Regodić, dipl.inž.





Memorije

Memorija služi za čuvanje programa i podataka.

U personalnom računaru postoje tri vrste memorijskih jedinica:

- **operativna memorija** – u suštini radni prostor procesora sistema.
Koristi se prilikom izvršavanja programa
- **spoljašnje memorije** - obično se koriste za arhiviranje podataka
- **keš memorija** – omogućava ubrzanje rada računarskog sistema

Redovni profesor dr Dušan Regodić, dipl.inž.

Operativna memorija (1)

- **Operativna memorija**, realizovana kao RAM (*Random Access Memory*), služi za smeštanje velike količine podataka koji se koriste u radu računara.
- U operativnoj memoriji se nalaze:
 - **operativni sistem koji računar koristi**
 - **svi programi koje je korisnik trenutno aktivirao**
- Nakon završetka programa, memorija koju je on koristio se oslobađa i stavlja na raspolaganje drugim programima.



Redovni profesor dr Dušan Regodić, dipl.inž.



Operativna memorija (2)

- Operativna memorija je nepermanentnog tipa, tako da se isključenjem računara njen sadržaj nepovratno gubi.
- Sva dokumenta na kojima se radi dok je računar uključen snime na neki od uređaja ili medija za trajno skladištenje podataka (hard disk, CD-ROM...) pre nego što se računar isključi. U suprotnom, postoji rizik od trajnog gubitka podataka (oni mogu biti sačuvani samo ako ih je OS prethodno *backup-ovalo* na hard disk).
- Da bi se obezbedio što veći kapacitet, operativna memorija je dinamičkog tipa. Za ispravan rad ove vrste memorije potrebno je neprestano "osvežavanje" njenog sadržaja za šta su zaduženi specijalni kontrolери.

Redovni profesor dr Dušan Regodić, dipl.inž.



Operativna memorija (3)

- ❑ Količina operativne memorije kojom računar raspolaže je veoma bitna za performanse računara.
- ❑ Ukoliko računar nema dovoljno RAM memorije, on će deo hard diska proglašiti za memoriju, tzv. **virtuelnu memoriju**.
- ❑ Sve one podatke koje ne može da smesti u operativnu memoriju smestiće na hard disk, u fajl koji se pod Windows XP operativnim sistemom zove *pagefile.sys*.
- ❑ Ovime, ne samo da se gubi deo prostora na hard disku, nego se i s obzirom da je hard disk znatno sporiji od memorije, **usporava pristup do ovih podataka. Kako je pristup podacima na hard disku i do 100 puta sporiji** nego onim koji se nalaze u memoriji, jasno je zašto manjak operativne memorije bitno utiče na performanse personalnog računara.

Redovni profesor dr Dušan Regodić, dipl.inž.



Operativna memorija (4)

- Savremeni računari raspolažu obično sa 256MB ili više operativne memorije. Ova količina memorije se preporučuje kao minimalna za rad sa Windows XP operativnim sistemom.

- Količina memorije u sistemu se može povećati jednostavnim dodavanjem odgovarajućeg tipa memorije u slobodne memorijske slotove na matičnoj ploči.

Redovni profesor dr Dušan Regodić, dipl.inž.



Operativna memorija (4)

□ **RAM Memorija (Random acces memory-memorija sa proizvoljnim pristupom)**- Količina memorije u sistemu se može povećati jednostavnim dodavanjem odgovarajućeg tipa memorije u slobodne memorijske slotove na matičnoj ploči.

□ **Fizički predstavlja skup čipova (kondenzator – zadržava nanelektrisanje i podatak veličine jednog bita i tranzistor-služi kao prekidač protoka struje u kondenzator)** koji su utaknuti u matičnu ploču. Pri kupovanju računara ona se odvojeno kupuje.

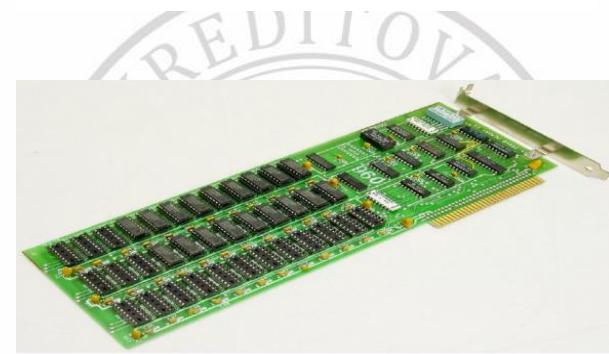
□ **DRAM -Ćelije su dinamičke i raspoređene matrično.**

□ **Zapis:** Svaka kolona/vrsta se identificira pomoću adrese (na kojoj je kondenzator i tranzistor). Izabere jedna kolona-tranzistor pod napon i prelaze u stanje otvoreno- zatim se šalje nanelektrisanje kroz željenu vrstu ka kondenzatorima otvorenih ćelija koji dobijaju nanelektrisanje i vrše upis. Oduzimanje napona na koloni tranzistor prelazi u stanje zaključano (zatvara ćeliju).

□ **Čitanje:** podatak iz kondenzatora samo ako je nivo nanelektrisanja 50% tada se čita binarna 1 suprotno je 0.



Slika: RAM memorija, u ovom slučaju DDR3



Slika: Jedna memorijska kartica za PC računare. Ove kartice su bile u upotrebi sve do pojave prvih memorijskih modula (SIMM, a zatim DIMM)

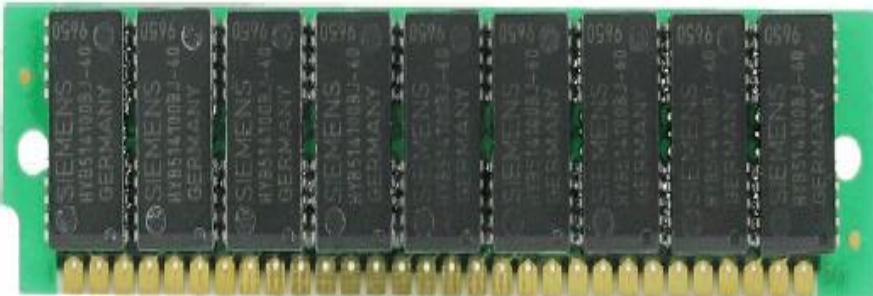
Redovni profesor dr Dušan Regodić, dipl.inž.

Operativna memorija (4)

- **FPM DRAM** (eng. *Fast Page Mode DRAM*, u prevodu „*DRAM sa režimom brzog pristupa strani*“) – originalni oblik *DRAM*-a, popularan od 1987. sve do 1995. godine. Brzina se merila u ns.
- **EDO RAM** (eng. *Extended Data Out RAM*, u prevodu „*RAM sa produženim izlazom podataka*“) – predstavljen 1995. godine, i ubrzo zamenjuje *FPM DRAM*. Brzina se takođe merila u ns. *EDO RAM* je bio popularan između 1995. i 1998. godine.

Straničenje: brz pristup podacima u istoj vrsti-samo menja adresu kolone.

Može čitati podatke u sledećoj koloni a da nije završio prethodnu



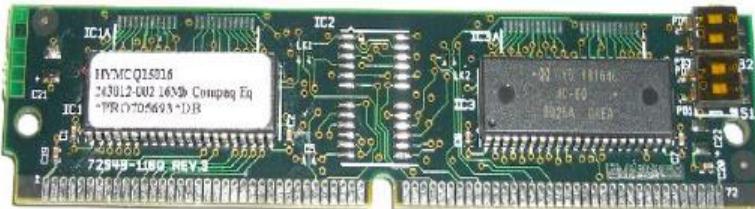
Slika: 30-pinski FPM DRAM SIMM



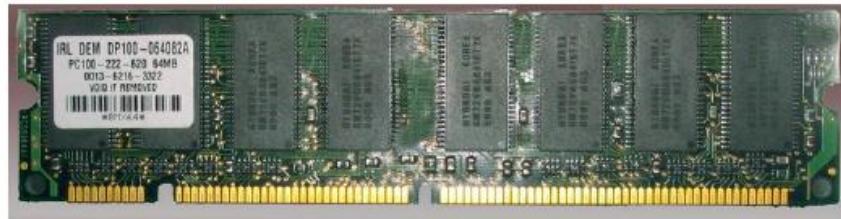
Slika: 30-pinski FPM DRAM SIMM memorijski slotovi na jednoj matičnoj ploči

Redovni profesor dr Dušan Regodić, dipl.inž.

Operativna memorija (4)



Slika: 72-pinski EDO RAM SIMM



Slika: 168-pinski SDRAM DIMM

- **SDRAM** (eng. *Synchronous DRAM*, u prevodu „*sinhroni DRAM*“) – poenta ovog tipa memorije je da radi *sinhronizovan* sa magistralom memorijskog kontrolera, a ne odvojeno (kao raniji tipovi *DRAM*-a). Zato je *SDRAM* prva memorija čija brzina se meri u *MHz*, umesto u *ns*. *SDRAM* je bio popularan od 1998. do 2002. godine.
- **DDR SDRAM** (eng. *Double Data Rate SDRAM*, u prevodu „*SDRAM sa dvostrukom brzinom podataka*“) – reč je zapravo o *SDRAM*-u, ali sa jednom bitnom razlikom: *DDR* memorija prenosi podatke dva puta u jednom ciklusu: jednom na početku ciklusa, a drugi put na kraju. Ovako se brzina prenosa podataka praktično udvostručuje, dok radni takt memorije ostaje isti. *DDR* memorija je bila popularna između 2002. i 2005. godine.

Sinhronizacija
podataka sa
magistralom memor.
kontrolera

Redovni profesor dr Dušan Regodić, dipl.inž.

Operativna memorija (4)

DDR SDRAM memorija je postojala u sledećim brzinama: 100 MHz (nazvan *DDR200*, pri čemu broj 200 označava dvostruku brzinu, tj. $100 \times 2 = 200$.), 133 MHz (*DDR266*), 166 MHz (*DDR333*) i 200 MHz (*DDR400*).

Brzine *DDR2 SDRAM*-a su: 200 MHz (nazvan kao *DDR2-400*), 266 MHz (*DDR2-533*, pri čemu se broj 533 dobija kao rezultat zaokruživanja, naime, reč je zapravo o brzini od 266.66 MHz , a kad se ovaj broj pomnoži sa 2 , dobija se 533.32 , pa se posle zaokruživanja dobija vrednost 533), 333 MHz (*DDR2-667*), 400 MHz (*DDR2-800*) i 533 MHz (*DDR2-1066*).

Konačno, *DDR3 SDRAM* je dostupna u sledećim brzinama: 400 MHz (nazvan kao *DDR3-800*), 533 MHz (*DDR3-1066*), 667 MHz (*DDR3-1333*), 800 MHz (*DDR3-1600*), 933 MHz (*DDR3-1866*) i 1066 MHz (*DDR3-2133*).

- ***DDR4 SDRAM*** – najnovija revizija *DDR* specifikacije. Iako su matične ploče sa *DDR4* memorijom još uvek dosta retke, očekuje se da će se njihov broj povećati tokom 2016. godine.

□ ***SDRAM***
**Poboljšana
dvosdruga
brzina
podataka** 2002

□ ***Poboljšana
memorija-manje se
troši energije*** od
2005-2008

• ***DDR2 SDRAM***

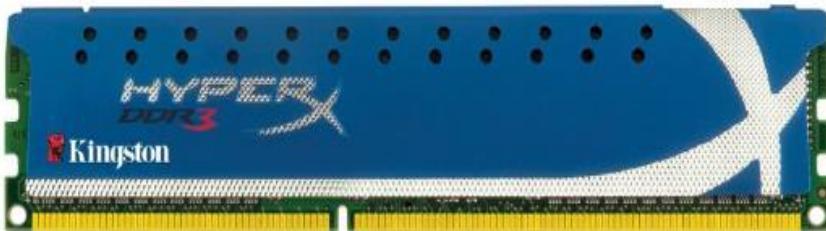
Koristi manje energije
od 2008

• ***DDR3 SDRAM***

Koristi manje energije
od 2016

Redovni profesor dr Dušan Regodić, dipl.inž.

Operativna memorija (4)



Slika: DDR3 SDRAM DIMM modul sa pasivnim hladnjakom



Slika: 240-pinski DDR3 DIMM memorijski slotovi na jednoj matičnoj ploči

Memorijski moduli kod laptop računara (napredni nivo)

Treba napomenuti da kod laptop računara, memorijski moduli nose naziv **SODIMM** (eng. *Small Outline DIMM*) koji su fizički manji od **DIMM** modula. Kod ovih modula, i broj izvoda se nešto razlikuje u odnosu na **DIMM** module.

Tip (naziv) memorije	Tip modula za desktop računare	Tip modula za laptop računare
FPM DRAM	30/70-pin SIMM	-
EDO RAM	72-pin SIMM	-
SDRAM	168-pin DIMM	144-pin SODIMM
DDR SDRAM	184-pin DIMM	200-pin SODIMM
DDR2 SDRAM	240-pin DIMM	200-pin SODIMM
DDR3 SDRAM	240-pin DIMM	204-pin SODIMM

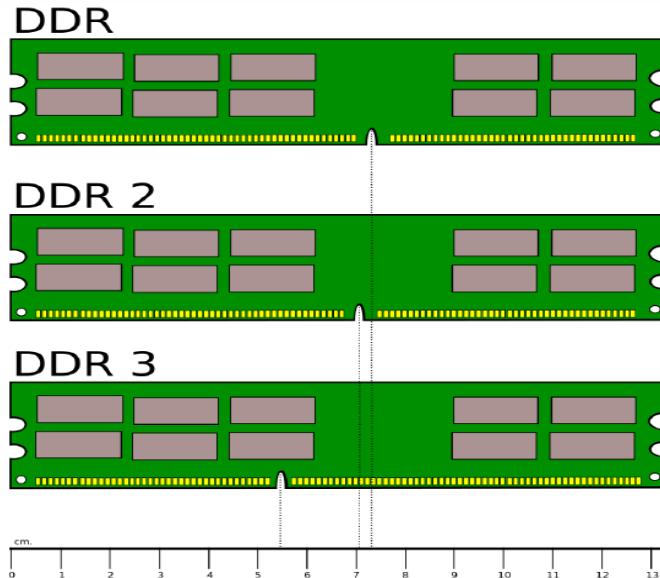


Redovni profesor dr Dušan Regodić, dipl.inž.

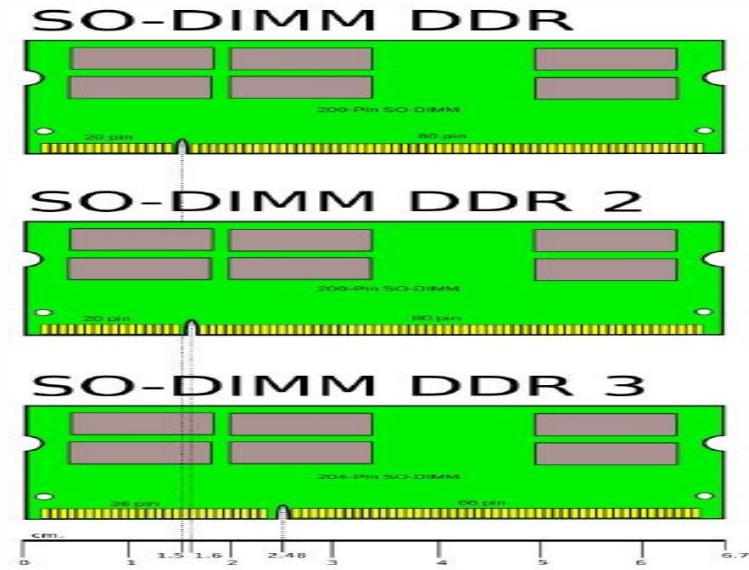
Operativna memorija (4)

Fizički izgled SODIMM modula (napredni nivo)

Kod *DDR SODIMM* modula (za laptopove) je situacija slična, kao i kod *DDR DIMM* modula. *DDR SODIMM* moduli imaju širinu otprilike 7 cm, ali su urezi sa kontaktne strane na različitim mestima (197. Slika), što onemogućava stavljanje recimo *DDR3 SODIMM* modula u *DDR2 SODIMM* slot.



196. Slika: Iako su DDR, DDR2 i DDR3 moduli slični, ipak postoji razlike



Slika: Slično, kao i kod raznih DDR modula za desktop računare, razlike postoje i između raznih DDR SODIMM modula

Redovni profesor dr Dušan Regodić, dipl.inž.



Spoljašnje memorije

- Spoljašnje memorije predstavljaju uređaje i medijume za skladištenje podataka u PC. Omogućavaju čuvanje (uključujući *backup*) i prenos velike količine podataka i u vreme dok je PC isključen.
- Najrasprostranjeniji uređaji za skladištenje podataka su:
 - hard disk
 - optički uređaji za skladištenje podataka (CD i DVD-ROM)
 - USB *flash* disk
- Najbitnije karakteristike ovih uređaja su:
 - kapacitet
 - brzina upisa i čitanja podataka
 - trajnost čuvanja podataka



Redovni profesor dr Dušan Regodić, dipl.inž.

Hard disk (1)

- Hard disk - HDD (*Hard Disc Drive*) predstavlja jednu od najvažnijih komponenata u računaru, koja je (osim procesora) u poslednjih dvadesetak godina najviše napredovala, kako u smislu tehnologije izrade, tako i u pogledu kapaciteta, performansi, pouzdanosti i cene.

- Prvi komercijalno dostupan hard disk, napravio je IBM 1956.god. Disk je imao kapacitet od 5MB i sastojao se od 50 ploča prečnika 24 inča. Gustina zapisa podataka bila je oko 2000 bita po kvadratnom inču, a brzina prenosa podataka tada impresivnih 8800B/s.



Redovni profesor dr Dušan Regodić, dipl.inž.

Hard disk (2)

- Prvi hard diskovi su bili glomazni i teški za proizvodnju. Imali su glave za čitanje i upis koje su bile u fizičkom kontaktu sa površinom diska, da bi elektronski sklop mogao bolje da očita magnetno polje sa površine diska. Zbog ovoga, glave su se brzo trošile i uz to grebale površinu diska, što je ugrožavalo sigurnost podataka na disku.

- Do nastanka modernih hard diskova dovelo je otkriće IBM-ovih inženjera, 50-tih godina prošlog veka, koje je omogućilo da glave lebde iznad površine diska i pristupaju podacima dok oni prolaze ispod njih.



Redovni profesor dr Dušan Regodić, dipl.inž.



Konstrukcija hard diska

- Hard disk se sastoji od kružnih ravnih diskova (ploča) koji su sa obe strane presvučeni specijalnim materijalom koji ima mogućnost skladištenja informacija u magnetnoj formi.
- Ploče imaju otvor u centru i pričvršćene su na valjkasti nosač (spindle). Pokreću se pomoću specijalnog motora i rotiraju velikom brzinom.
- Za upis i čitanje podataka sa diska koriste se specijalni elektromagnetični uređaji koji se nazivaju glave (heads). Glave se nalaze na nosaču kojim se pozicioniraju iznad površine diska. Uređaj nazvan aktuator postavlja nosač zajedno sa glavama na određenu poziciju u odnosu na površinu diska.

Redovni profesor dr Dušan Regodić, dipl.inž.

Unutrašnjost hard diska



- Hard disk mora biti izrađen sa velikom preciznošću da bi mogao da obavlja svoju funkciju.
- Unutrašnjost diska je izolovana od sveta spolja, kako bi se sprečilo da prašina dospe na površinu ploča, jer bi to moglo da dovede do trajnog oštećenja glava ili površine diska.

Redovni profesor dr Dušan Regodić, dipl.inž.

Glave hard diska

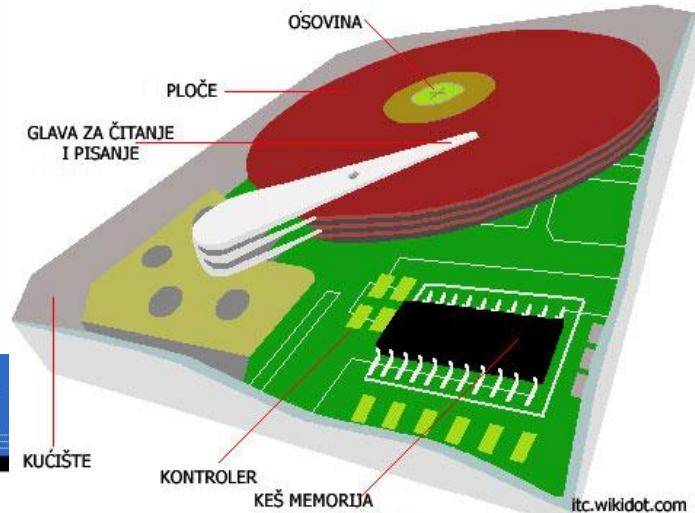
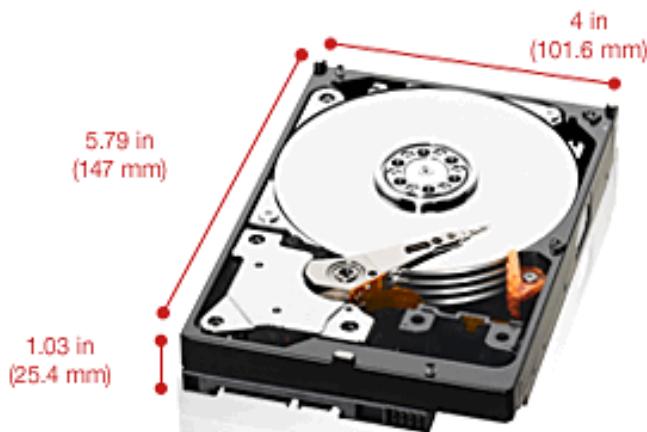
Glave služe za upis i čitanje podataka sa hard diska. One u stvari predstavljaju vezu između magnetskog medijuma diska i elektronskih komponenata ostatka diska.

- Glave predstavljaju kritičnu komponentu u određivanju performansi diska i jedna su od najskupljih komponenata u disku.
- Glave rade kao konvertori energije, tj. transformišu električne signale u magnetne i obrnuto. Svaki bit informacije se upisuje na površinu diska koristeći specijalne metode kodiranja koje binarne vrednosti 0 ili 1 prevode u magnetski fluks.
- Tehnologija za izradu glava za hard disk je tzv. MR tehnologija. MR glave koriste princip magnetorezistivnosti, tj. menjaju svoju otpornost kada se podvrgnu različitim magnetskim poljima. Upotreboom MR glave omogućena je mnogo veća gustina zapisa jer su veoma osetljive, što znači da se biti podataka mogu postaviti bliže jedan drugom (povećava se gustina, a time i kapacitet diska).



Redovni profesor dr Dušan Regodić, dipl.inž.

Glave hard diska



Uredovni profesor dr Dušan Regodić, dipl.inž.

Kontrolerska logika (1)

- Sa donje strane hard diska nalazi se štampana ploča na koju je smeštena integrisana inteligentna **kontrolerska logika**. Njena uloga je da kontroliše rad svih komponenata diska, kao i da komunicira sa ostatkom računara.
- Štampana ploča kontrolera na disku sadrži mikroprocesor, internu memoriju i ostale komponente koje kontrolišu rad diska. Ona predstavlja pravi računar u malom. Kako diskovi postaju napredniji i brži, sve više funkcija se dodaje kontrolerskoj logici.
- Osnovne funkcije mikroprocesora hard diska su:
 - kontrola rada *spindle* motora
 - kontrola rada aktuatora
 - upravljanje vremenskim signalima za operacije čitanja i upisa
 - keširanje podataka koji se čitaju sa ili upisuju na hard disk
 - implementacija *power management* funkcije



Redovni profesor dr Dušan Regodić, dipl.inž.



Kontrolerska logika (2)

- Memorija na štampanoj ploči hard diska je nepermanentnog tipa i koristi se kao keš memorija. Ona služi da uskladi razliku u brzini koja postoji između interfejsa prema matičnoj ploči i rada mehaničkih delova diska koji su relativno spori.

- Upotrebom keš memorije značajno se poboljšavaju performanse i smanjuje broj pristupa disku. Podaci sa diska se neprestano prebacuju u keš, bez obzira da li je magistrala na matičnoj ploči slobodna ili ne. Sa druge strane, računar može da šalje podatke na disk iako on nije spremjan za upis novih podataka. Prispeli podaci se privremeno smeštaju u keš, a na disk će biti upisani kada on bude slobodan za upis.

Redovni profesor dr Dušan Regolić, dipl.inž.

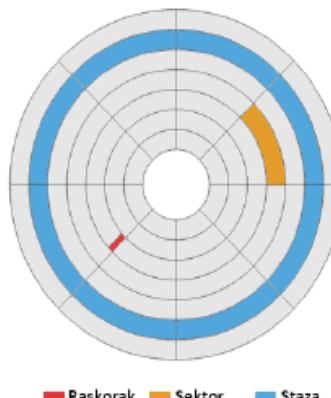
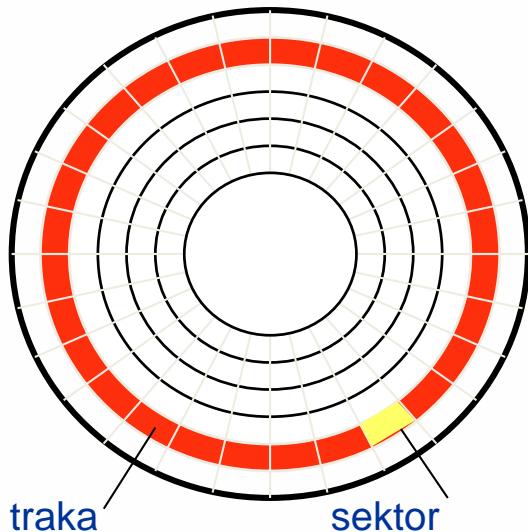
Organizacija podataka (1)

- Svaka ploča hard diska ima dve korisne površine (gornju i donju) na kojima se čuvaju podaci. Za svaku korisnu površinu postoji po jedna glava koja omogućava upis ili čitanje podataka sa nje (na primer, 3 ploče imaju 6 glava).
- Iznad površina ploča, glave opisuju koncentrične kružnice koje se nazivaju **trakama** (*tracks*). Skupovi kružnica istih prečnika na svim površinama nazivaju se **cilindrima** (*cylinders*).
- U cilju lakšeg i bržeg pristupa, svaka traka je ugaono podeljena na **sektore** (*sectors*) koji sadrže po 512 bajtova. Sektor predstavlja najmanji blok podataka kome može da se pristupi, tj. koji može da se adresira.

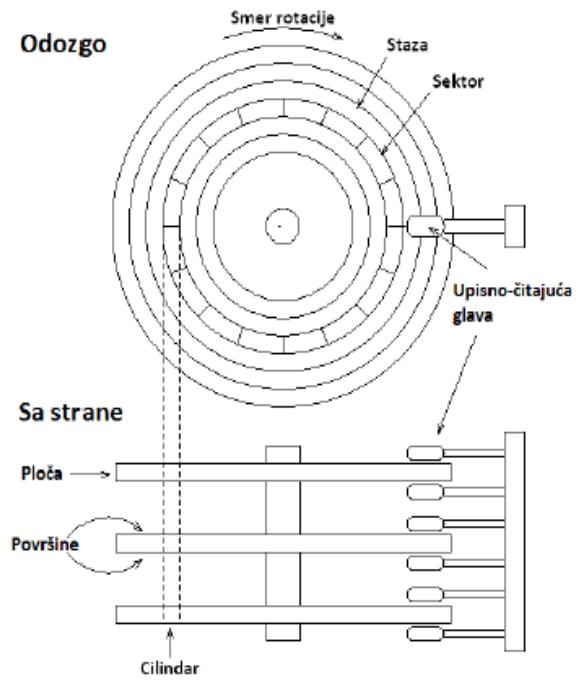
Redovni profesor dr Dušan Regodić, dipl.inž.

Organizacija podataka (2)

- U ovoj organizaciji, broj sektora je isti po svim trakama, iako se one međusobno razlikuju po dužini. To ukazuje na činjenicu da prostor na disku nije optimalno iskorišćen.



Slika: Staze i sektori na floppy disketu...



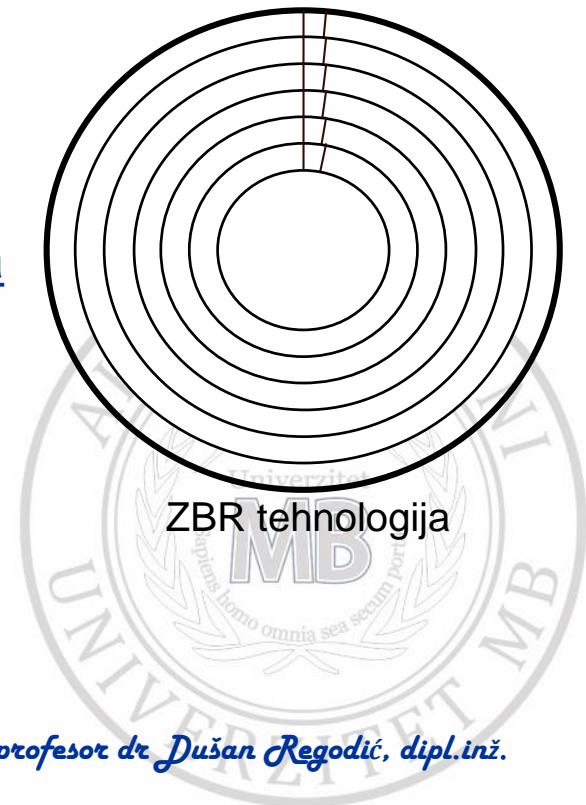
Slika: ...odnose staze, sektori i cilindri na hard disku



Redovni profesor dr Dušan Regodić, dipl.inž.

ZBR tehnologija

- ZBR – *Zoned Bit Recording* je tehnologija koja obezbeđuje ravnomerniju gustinu zapisa na disku i optimalno korišćenje cilindara bližih spoljašnjem obimu diska.
- Ova tehnologija izjednačava površine svih sektora na disku, što znači da je njihov broj veći na spoljnim, a manji na unutrašnjim trakama diska.
- Kao posledica javlja se neravnomerna brzina transfera podataka sa različitih delova diska – podaci se brže prenose sa spoljnih nego sa unutrašnjih cilindara.



Redovni profesor dr Dušan Regodić, dipl.inž.

Cylinder skew tehnologija

- ❑ *Cylinder skew* tehnologija je još jedno odstupanje od jednostavne organizacije sektora koje je uvedeno u cilju povećanja brzine čitanja i upisa. Ova tehnologija rešava sledeći problem:

Kada disk pri ekvencijalnom čitanju sadržaja pročita sve sektore jednog cilindra, glave se pomeraju na sledeći cilindar. Pošto je glavi potrebno konačno vreme za pomeraj, ona bi se našla u sredini sektora koji treba da pročita, ili čak iza njega. Ovo dovodi do toga da ploče hard diska treba da obiju ceo krug kako bi se glave ponovo postavile iznad traženog sektora, čime se gubi mnogo vremena.

- ❑ Rešenje se ogleda u tome što se disk realizuje tako da je prvi sektor narednog cilindra pomeren za nekoliko mesta u odnosu na poslednji sektor u prethodnom cilindru.

Redovni profesor dr Dušan Regodić, dipl.inž.



Performanse hard diska

- Performanse diska su jedan od faktora kojina najviše utiču na ukupne performanse PC sistema. U pogledu protoka podataka, hard disk predstavlja jedno od uskih grla, tako da se povećanje njegove brzine uvek primećuje u svakodnevnom radu (brže učitavanje OS i korisničkih programa).

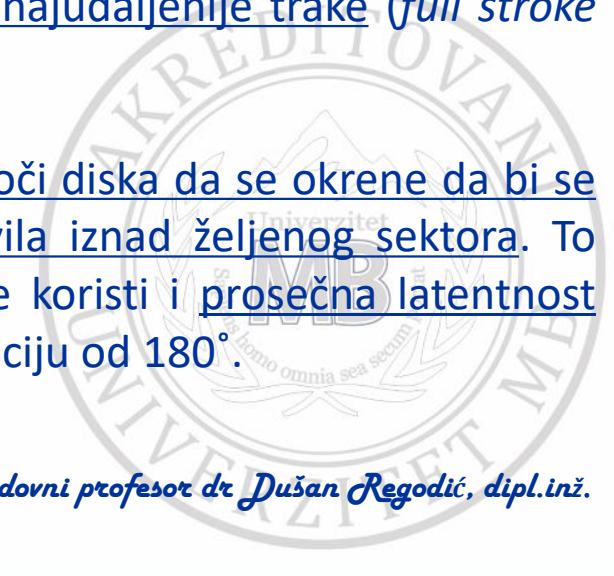
- Brzina hard diska, osim od primjenjenog fajl sistema, zavisi od više parametara:
 - vremena pristupa podacima na ploči diska
 - interne i eksterne brzine prenosa podataka
 - brzine rotacije ploča
 - primjenjenog interfejsa
 - gustine zapisa podataka
 - dimenzija ploča



Redovni profesor dr Dušan Regodić, dipl.inž.

Vreme pristupa

- **Vreme pristupa** podacima na ploči (*access time*) predstavlja zbir vremena traženja i vremena latencije.
- **Vreme traženja** (*seek time*) predstavlja prosečno vreme koje je potrebno da bi se glave pomerile između dve trake na slučajnoj udaljenosti. Ono zavisi od mehaničkih karakteristika diska, kao i od udaljenosti između traka i izražava se u milisekundama. Osim prosečnog vremena traženja, koriste se još i vreme traženja između dve susedne trake (track to track seek) i vreme traženja između dve najudaljenije trake (full stroke seek time).
- **Latencija** (*latency*) predstavlja vreme koje je potrebno ploči diska da se okrene da bi se glava, koja se već nalazi na odgovarajućoj traci, postavila iznad željenog sektora. To vreme najviše zavisi od brzine rotacije ploča. Takođe se koristi i prosečna latentnost (average latency) koja predstavlja vreme potrebno za rotaciju od 180° .



Redovni profesor dr Dušan Regodić, dipl.inž.

Brzina prenosa podataka

- **Interna brzina prenosa podataka** presudno utiče na ukupne performanse diska. Ona se izražava u MB/s i predstavlja brzinu kojom se podaci mogu čitati sa površine diska. Brzina prenosa se računa na osnovu fizičkih specifikacija, a to su brzina rotacije diska i gustina zapisa podataka. Zbog primenjene ZBR tehnologije, interna brzina prenosa podataka nije konstantna i zavisi od toga na kom delu diska se podaci nalaze. Brzina je znatno veća na obodu diska nego na njegovoj unutrašnjosti.

- **Eksterna brzina prenosa podataka** predstavlja maksimalnu brzinu prenosa podataka između hard diska i matične ploče. Ova brzina najviše zavisi od brzine interfejsa.



Redovni profesor dr Dušan Regodić, dipl.inž.



Brzina rotacije ploča

- Brzina rotacije ploča u velikoj meri utiče na ukupne performanse diska. Njenim povećavanjem se u isto vreme poboljšavaju i brzina prenosa i vreme pristupa. Ova brzina se izražava u obrtajima u minuti (RPM – *Rounds Per Minute*). To je broj koji najviše govori o performansama diska, jer će skoro uvek disk koji se vrti sa većem brojem obrtaja biti brži od diska koji se vrti sa manjem brojem obrtaja.

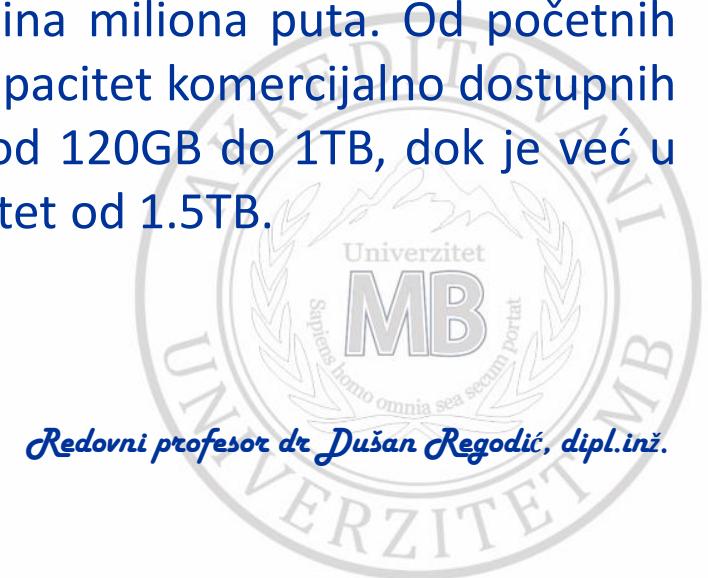
- Trend povećanja brzine rotacije hard diska je veoma spor, ali će se sigurno nastaviti, jer se time najviše ubrzava njegov rad.

Redovni profesor dr Dušan Regodić, dipl.inž.



Gustina zapisa podataka

- Gustina zapisa podataka po ploči hard diska direktno utiče na njegov kapacitet.
- Gustina zapisa se iz godine u godinu drastično povećava, tako da prevazilazi sva ranija optimistična predviđanja. U odnosu na prve IBM diksove, postignuta su poboljšanja reda veličine desetina miliona puta. Od početnih 10MB u 1981.godini, u januaru 2008.godine kapacitet komercijalno dostupnih hard diskova personalnih računara kretao se od 120GB do 1TB, dok je već u julu 2008.godine ostvaren zasad najveći kapacitet od 1.5TB.



Redovni profesor dr Dušan Regodić, dipl.inž.

Dimenzije ploča

- Dimenzije ploča hard diskova imaju tendenciju smanjivanja.
- Diskovi dimenzije 5.25" danas su nestali sa tržišta, dok diskovi dimenzije 3.5" dominiraju u desktop računarima i serverskim primenama. Kod prenosivih računara, diskovi od 2.5" su standard, ali se koriste i diskovi manjih dimenzija.
- Smanjenje dimenzijskih donosi sa sobom povećanje čvrstine ploča i smanjenje njihove mase, što omogućava veće brzine rotacije i veću pouzdanost.
- Današnji hard diskovi najčešće imaju od 1 do 4 ploče.



Redovni profesor dr Dušan Regodić, dipl.inž.

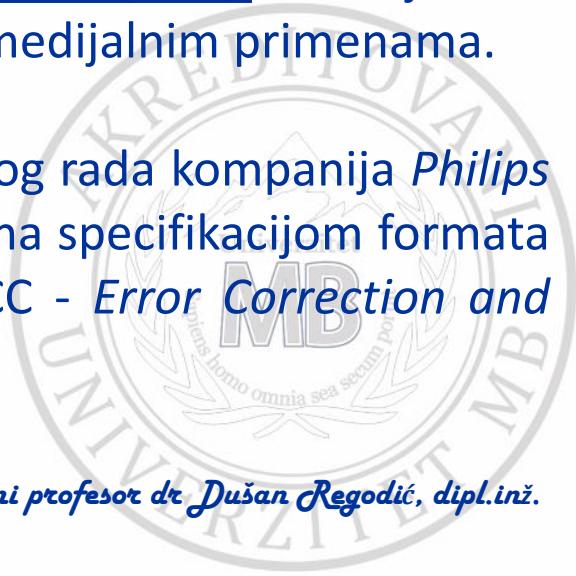
Pouzdanost

- Pouzdanost je najvažnija karakteristika hard diska, jer veća brzina nema smisla ako podaci nisu sigurni.
- Pouzdanost se izražava pomoću:
 - MTBF vrednosti (*mean time between failures*) – srednje vreme između otkaza
 - broja uključenja/isključenja (*start/stop cycles*) koje disk može da izdrži
- Za MTBF i broj uključenja/isključenja mogu se odrediti samo teorijske vrednosti (milioni sati za MTBF, a stotine hiljada uključenja/isključenja), ali ne i statističke, jer se u praksi ne mogu sprovesti merenja vremena do otkaza diskova u trajanju od nekoliko godina.

Redovni profesor dr Dušan Regodić, dipl.inž.

CD-ROM

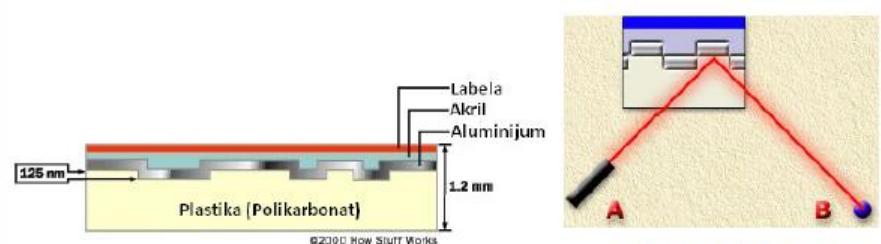
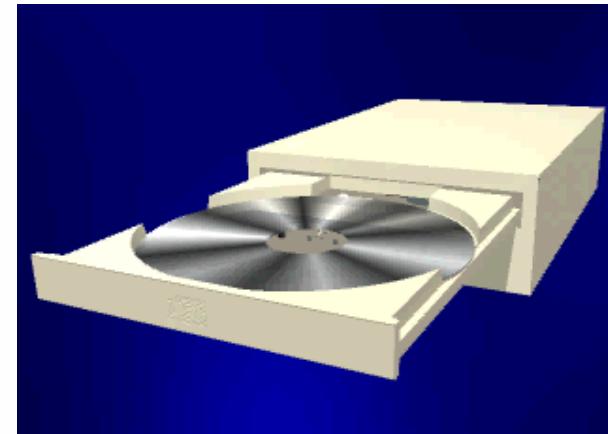
- CD-ROM (*Compact Disc - Read Only Memory*) je optički medijum za skladištenje podataka, koji je od svog nastanka prešao put od skupe do jeftine i nezamenljive komponente pristune u svakom PC.
- CD-ROM pruža relativno veliki kapacitet po veoma niskoj ceni. Zato je vrlo pogodan ne samo u standardnim, već i u raznim multimedijalnim primenama.
- CD-ROM je nastao 1978.godine kao rezultat udruženog rada kompanija *Philips* i *Sony*. Godine 1984. CD tehnologija je standardizovana specifikacijom formata zapisa i kodova za detekciju i korekciju grešaka (*ECC - Error Correction and Control*).



Redovni profesor dr Dušan Regodić, dipl.inž.

Konstrukcija CD-ROM uređaja (1)

- Po konstrukciji, CD uređaji su veoma slični drugim uređajima za skladištenje podataka koji koriste rotirajuće ploče (na pr. hard diskovima). Osnovna razlika je u postupku pristupa podacima. CD uređaji ne koriste magnetni medijum, već optičke metode upisa i čitanja podataka.

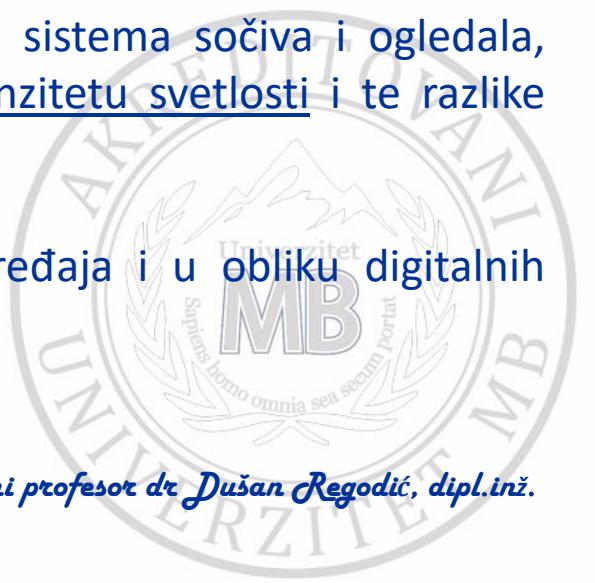


Slika: Način čitanja podataka pomoću laserskog zraka

Redovni profesor dr Dušan Regodić, dipl.inž.

Konstrukcija CD-ROM uređaja (2)

- Podatak sa CD-ROM diska čita se tako što se na površinu diska usmeri laserski zrak, a zatim se detektuje intenzitet reflektovane svetlosti. Na disku postoje jame (*pit*) i površi (*land*) koje predstavljaju binarne vrednosti 0 i 1. Svetlost reflektovana iz jame ima mnogo slbiji intenzitet od svetlosti reflektovane sa površi.
- Reflektovana svetlost sa površi i jama, preko složenog sistema sočiva i ogledala, prenosi se do foto dioda koje detektuju razlike u intenzitetu svetlosti i te razlike pretvaraju u električne signale.
- Ove impulse dekoduje kontrolerska logika CD-ROM uređaja i u obliku digitalnih podataka (1 i 0), šalje na matičnu ploču računara.



Redovni profesor dr Dušan Regodić, dipl.inž.



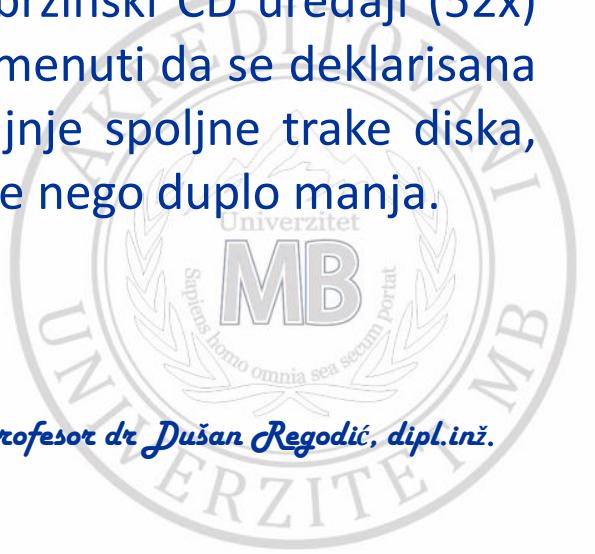
Organizacija podataka na CD-ROM disku

- Za smeštanje podataka na CD predviđena je **spiralna staza** koja počinje od centra diska, a završava se na 5mm od njegovog oboda. Dve susedne trake nalaze se na rastojanju od $1.6\mu\text{m}$. Duž spiralne staze nalaze se površi i jame dužine oko $1\mu\text{m}$.
- Podaci se na CD upisuju počevši od centra ka periferiji. Gustina zapisa je konstantna po jedinici površine, i ne zavisi od toga da li se podaci nalaze bliže obodu ili centru diska. Pošto se disk u CD uređaju okreće konstantnom ugaonom brzinom, to ima za posledicu da se podaci brže čitaju sa spoljnih nego sa unutrašnjih staza.
- Osim podataka, CD sadrži i dodatne informacije koje služe za sinhronizaciju prenosa i korekciju grešaka. One doprinose pouzdanosti i preciznosti. Zauzimaju oko 13% kapaciteta diska, i nevidljive su za korisnika CD uređaja. Preostalih 87% diska predstavlja deklarisani kapacitet koji služi za skladištenje podataka.

Redovni profesor dr Dušan Regodić, dipl.inž.

Karakteristike CD-ROM

- Kapacitet CD-a može biti 650MB ili 700MB.
- Brzina rada CD uređaja se deklariše u umnošcima brzine čitanja muzičkog CD-a, koji znači 150KB/s. Tako jednobrzinski CD uređaj (ili 1x) čita podatke brzinom od 150KB/s, dok pedeset-dvo-brzinski CD uređaji (52x) čitaju podatke brzinom od 7800KB/s. Treba napomenuti da se deklarisana brzina odnosi na brzinu čitanja podataka sa krajnje spoljne trake diska, dok je brzina čitanja sa krajnje unutarnje trake više nego dvostruko manja.



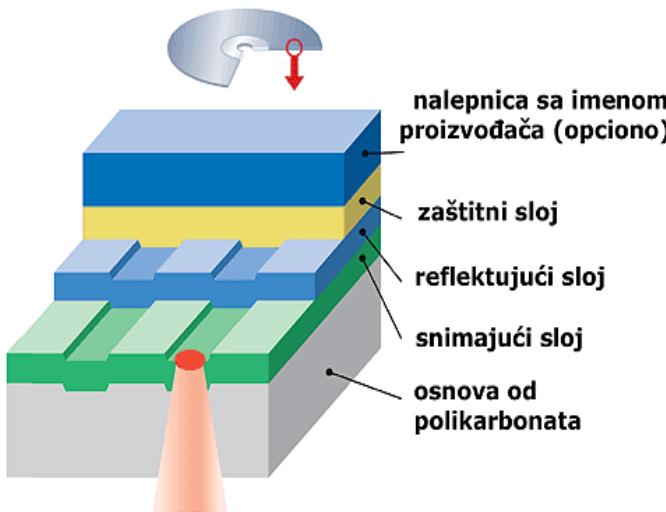
Redovni profesor dr Dušan Regodić, dipl.inž.

CD-R

- CD-R (*CD - Recordable*) tehnologija je specificirana 1990. godine, a prvi CD-R uređaji su se na tržištu pojavili 1993.godine (*Philips*).
- Glavni nedostatak CD-ROM uređaja je nemogućnost upisa podatka na disk, što je posledica korišćene tehnologije u kojoj se 0 i 1 fizički utiskuju u plastični supstrat. Ovaj problem je rešen CD-R tehnologijom.
- CD-R uređaji podržavaju sve CD formate, a osim snimanja rade i kao CD-ROM čitači.



Presek CD-R



CD-R diskovi imaju supstrat na koji je naneta "prazna" spirala (*spiral pre-groove*). Ova spirala služi CD-R uređaju da je prati prilikom upisa. Na supstrat se nanosi specijalan, fotosenzitivni (snimajući) sloj, na njega veoma tanak reflektujući sloj od srebra ili zlata i na kraju dolazi zaštitni sloj, koji predstavlja gornju površinu diska. Boja CD-R diskova zavisi od boje i tipa fotosenzitivnog sloja i reflektujućeg sloja, tako da kombinacije ova dva sloja imaju zelenu, zlatnu, plavu ili srebrnu boju.

Redovni profesor dr Dušan Regodić, dipl.inž.

Snimanje podataka na CD-R

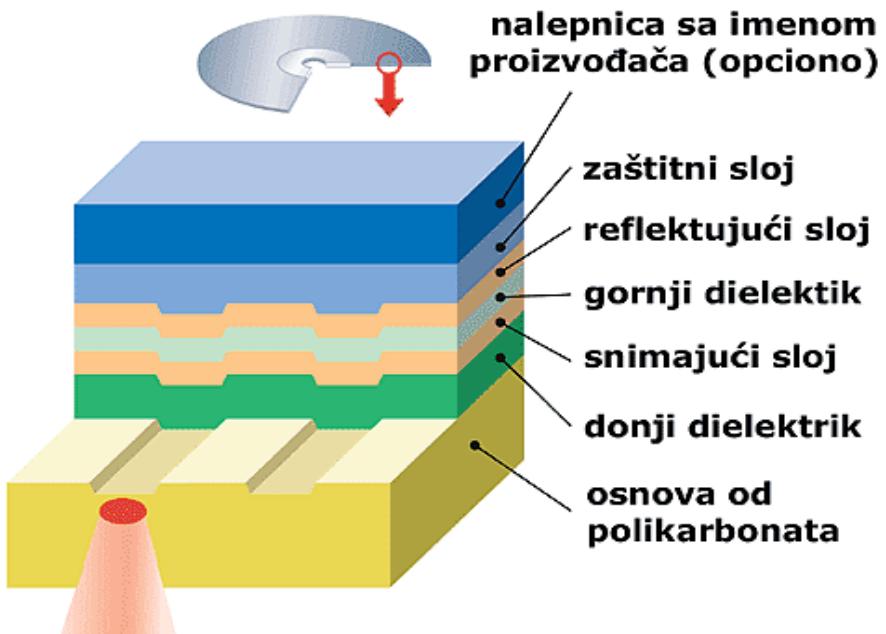
- Fotosenzitivni sloj ima osobinu da se, kada se osvetli laserskom svetlošću određenog tipa i intenziteta, rapidno greje i menja hemijski sastav. Kao rezultat ovoga "prženja", tj. promene hemijskog sastava površine koja je "spržena" (*burned*), ova površina reflektuje manje svetla nego ona koja nije "spržena" (a koja je ekvivalentna jami). Na ovaj način, ceo snimljeni disk je izdeljen na delove koji su "sprženi" (0) ili nisu "sprženi" (1). Ovako snimljeni CD-R diskovi mogu da se čitaju na svakom CD-ROM čitaču, kao da se radi o fabrički narezanom CD-ROM disku.
- Pošto CD-R medijum na "sprženim" delovima trajno menja hemijsku strukturu i fizička svojstva, jednom snimljen disk se ne može presnimiti ili obrisati. Tehnikom *multi-session* se dozvoljava da se na disk koji nije iskorišćen do kraja dosnimi još podataka, ali se gubi 13MB za svaku novu sesiju.



Redovni profesor dr Dušan Regodić, dipl.inž.

CD-RW

- **CD-RW (CD - Rewritable)** radi na sličnom principu kao CD-R, s tim što umesto fotosenzitivnog sloja ima tri nova sloja: donji dielektrik, fazno promenljivi (snimajući) sloj i gornji dielektrik.



Redovni profesor dr Dušan Regodić, dipl.inž.

Princip rada CD-RW

- Dielektrični slojevi služe da odvlače toplotu sa snimajućeg sloja.
- Kad je disk prazan, snimajući sloj je kristalizovan i u tom stanju reflektuje svu svetlost. Kad laser za snimanje zgreje tačke na njemu iznad temperature topljenja ($500-700^{\circ}\text{C}$), smeša na tom mestu prelazi u tečno stanje, a ako se to mesto odmah ohladi, prelazi u amorfno stanje u kojem skoro potpuno apsorbuje svetlost.
- Brisanje se vrši kad se amorfni sloj zgreje na temperaturu kristalizacije i tako drži određeno vreme, a zatim ohladi, čime se vraća u kristalizovano stanje.
- Podaci se na CD-RW diskove generalno snimaju sporije nego na klasične CD-R diskove.



Redovni profesor dr Dušan Regodić, dipl.inž.

DVD-ROM (1)

- DVD-ROM (*Digital Video Disc - Read Only Memory*) je tehnologija novijeg datuma koja omogućava skladištenje znatno većih količina podataka nego CD tehnologija, uz znatno veće brzine transfera podataka.
- DVD-ROM uređaji su postali komercijalno dostupni 1997.god.
- DVD-ROM uređaji okreću diskove manjom brzinom nego CD-ROM uređaji, ali s obzirom na veću gustinu zapisa podataka, ukupni protok podataka je znatno veći nego kod CD-ROM uređaja ekvivalentne brzine rotacije. Na primer, dok 1x CD-ROM ima maksimalni protok od 150KB/s, 1x DVD-ROM ima protok od oko 1.3MB/s, što je skoro 9 puta veća brzina.



Redovni profesor dr Dušan Regodić, dipl.inž.



DVD-ROM (2)

- Spoljašnjost i unutrašnjost DVD-ROM i CD-ROM uređaja na prvi pogled se ne razlikuju mnogo. Obe tehnologije podatke smeštaju na **diskove prečnika 120mm i debljine 1.2mm**. Međutim, međusobno rastojanje između traka na DVD disku je znatno manje od rastojanja između traka CD diska, tako da je ukupna dužina razvijene spirale kod DVD diska 11km, što je duplo duže nego kod CD diska. Takođe, dužina površi ili jame kod DVD diska je duplo manja nego kod CD diska i iznosi oko $0.5\mu\text{m}$, čime je bitno povećan kapacitet diska.
- Da bi ispravno pročitao podatke koji odgovaraju površima i jama ovih dimenzija, DVD uređaj mora da obezbedi bolji fokus laserske svetlosti, što se može postići primenom **crvenih lasera** (CD uređaji koriste infracrvene lasere). Još bolji rezultati u budućnosti očekuju se od upotrebe plavih lasera.

Redovni profesor dr Dušan Regodić, dipl.inž.

DVD-ROM (3)

- DVD tehnologija podržava čitanje podataka sa dvoslojnih DVD diskova promenom fokusa lasera za čitanje. Za prvi informacioni sloj se umesto reflektujućeg sloja koristiti providni sloj, a za drugi (unutrašnji) informacioni sloj se koristi normalan reflektujući sloj. Ova tehnika ne povećava kapacitet diska za 100%, ali dozvoljava da na takav disk stane 8.5GB podataka.

- Osim što mogu da imaju dva sloja, DVD diskovi mogu biti i dvostrani. Da bi se omogućilo preciznije fokusiranje lasera na manje jame i smanjila osetljivost na neravnine, proizvođači su odlučili da smanje debljinu zaštitnog plastičnog sloja kroz koju laser mora da prođe da bi dospeo do informacionih površina. Korišćenje tanjeg plastičnog supstrata nego što je to slučaj kod CD diska, rezultiralo je diskovima debljine od samo 0.6mm. Ovakvi diskovi bili su isuviše tanki, pa su se lomili i krivili jer nisu imali potrebnu čvrstinu. Zbog smanjene izdržljivosti diskova, da bi oni ipak ostali ostali ravni, odlučeno je da se dva ovakva diska zape "leđa o leđa", pa da se na taj način opet dobije disk debljine 1.2mm. Na ovaj način kapacitet diska je povećan za 100% u odnosu na jednostrani disk.

Redovni profesor dr Dušan Regodić, dipl.inž.

DVD-ROM (4)

- DVD tehnologija podržava četiri standarda za kapacitet diska:
 - DVD-5 za jednostrani-jednoslojni disk kapaciteta od 4.7GB
 - DVD-9 za jednostrani-dvoslojni disk kapaciteta 8.5GB
 - DVD-10 za dvostrani-jednoslojni disk kapaciteta 9.4GB
 - DVD-18 za dvostrani-dvoslojni disk kapaciteta 17GB
- DVD-ROM uređaji su znatno tolerantniji prema "problematičnim" CD, koje mnogi CD-ROM čitači teško ili uopšte ne mogu pročitati.
- DVD disk ima veću izdržljivost i pouzdanost u odnosu na CD disk. Naime, DVD diskovi imaju ugrađen mnogo bolji i efikasniji algoritam za korekciju grešaka (ECC), koji može da ispravi grešku koja se javila na 2000 uzastopnih bajtova podataka (dužina od oko 4mm trake).

Redovni profesor dr Dušan Regodić, dipl.inž.



DVD-ROM (5)

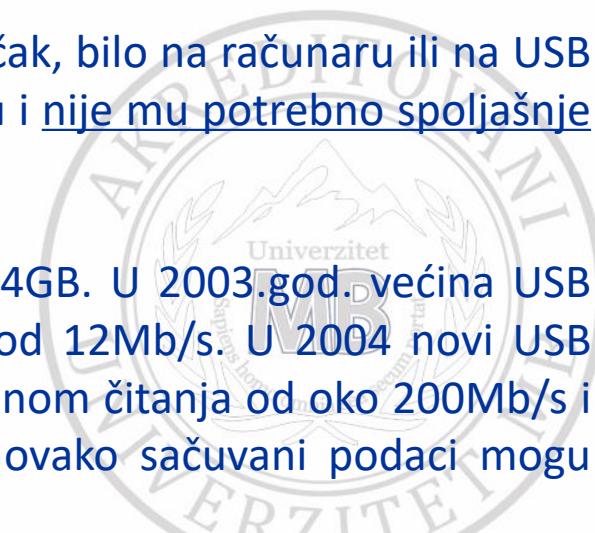
- ❑ Zbog ogromne rasprostranjenosti CD formata, jedan od glavnih zadataka projektanata bio je da naprave uređaj koji bi omogućio upotrebu i CD i DVD diskova. To je zahtevalo projektovanje specijalnog optičkog sklopa koji može da podesi fokus kako za tanke (0.6mm) nosioce DVD formata, tako i za stare 1.2mm nosioce CD formata.

- ❑ Rešenje je postignuto upotrebom specijalnog sočiva u čiji centar je utisnut hologramski element. Laserska svetlost koja prolazi po obodu sočiva, van holograma, fokusirana je tako da na površini diska stvara dovoljno malu tačku pogodnu za čitanje DVD formata. Jedna trećina zraka prolazi kroz hologram u centru i reaguje sa njim tako da je takav zrak fokusiran i sočivom i hologramom i na površini diska stvara tačku pogodnu za čitanje CD formata.

Redovni profesor dr Dušan Regodić, dipl.inž.

USB fleš disk

- ❑ USB Memory Drive ili Keydrive je mali prenosni uređaj za skladištenje podataka koji koristi *flash memoriju* (*flash memory*) i USB konektor na računaru.
- ❑ Za razliku od ostalih prenosivih medija za skladištenje podataka, USB fleš koristi poluprovodničku tehnologiju (čipove) za čuvanje podataka. Ovo ga čini otpornim na fizička oštećenja i prašinu.
- ❑ USB fleš disk se priključuje na normalan tip-A USB priključak, bilo na računaru ili na USB *hub-u*. Uređaj se napaja preko USB priključka na računaru i nije mu potrebno spoljašnje napajanje.
- ❑ Kapacitet se menjao, od početnih 16MB do današnjih 64GB. U 2003.god. većina USB fleševa je radila na USB 1.0/1.1 standardu sa brzinom od 12Mb/s. U 2004 novi USB fleševi podržavaju USB 2.0 interfejs, sa maksimalnom brzinom čitanja od oko 200Mb/s i brzinom upisa od oko 100MB/s. U idealnim uslovima, ovako sačuvani podaci mogu opstati oko 10 godina.



Redovni profesor dr Dušan Regodić, dipl.inž.

Nove tehnologije

❑ Zbog sve veće potrebe za uređajima i medijumima za skladištenje većih količina podataka, danas se u svetu paralelno razvija nekoliko novih tehnologija za optičko skladištenje podataka. Među najperspektivnijim su:

❖ BluRay disc (BD-ROM)

❖ Holografski disk (HVD)

Redovni profesor dr Dušan Regodić, dipl.inž.



BluRay disk

- **BluRay Disc (BD - ROM)** je optički disk za skladištenje podataka koji je nastao 2003.godine. To je prvi video format visoke definicije koji nije razvio DVD forum (telo koje podržava već uspešan i priznat DVD format). *BluRay* format je razvio konzorcijum od devet priznatih proizvođača nazvan *Blu-ray Disc Founders* koga čine: Hitachi, LG Electronics, Matsushita Electric Industrial, Pioneer, Royal Philips Electronics, Samsung Electronics, Sharp, Sony i Thompson.

- Ideja je bila da se za čitanje i upis podataka na disk koristi novi, plavi laser (odatle potiče i naziv formata) koji radi sa talasnim dužinama od 405nm. Za konvencionalne DVD i CD formate koriste se crveni, odnosno infracrveni laseri koji rade sa talasnim dužinama od 650nm i 780nm, respektivno. Korišćenje kraćih talasnih dužina značajno smanjuje prostor potreban za predstavljanje jednog bita na površini diska. Stoga se na *Blu-ray* disk istih dimenzija (prečnik ploče 12cm) može smestiti šest puta više podataka nego na DVD, a dvanaest puta više nego na CD. Maksimalan kapacitet jednoslojnog *Blu-ray* diska je 25GB, dok je za dvoslojni 50GB. Na *Blu-ray* disk može da stane dva sata TV programa visoke definicije.

Redovni profesor dr Dušan Regodić, dipl.inž.

Holografski disk

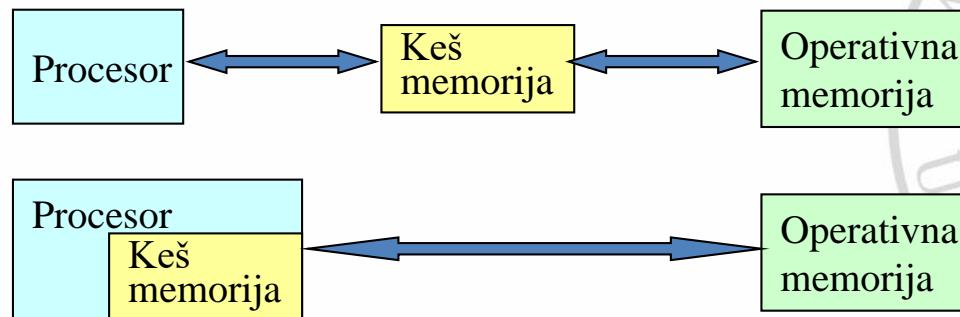


- Holografski disk (*HVD - Holographic Veratile Disc*) je optički disk koji je produkt japanske korporacije Optware. Korporacija je formirana 1999.godine od šest giganata elektronske industrije sa ciljem pronalaženja načina da se tehnologija holografskog beleženja podataka pretoči u komercijalne proizvode.
- Tehnologija se zasniva na tzv. kolinjeranoj holografiji koja podrazumeva korišćenje dva lasera, crvenog i zelenog. HVD je istih dimenzija kao i standardni DVD i CD diskovi (12 cm u prečniku), ali su mu karakteristike znatno bolje. Njegov kapacitet je do 3.9 TB (terabajta) informacija, što je oko 5800 puta više od CD, 850 puta više od kapaciteta DVD, 160 puta više od jednoslojnog Blu-ray diska, a dva puta više od najvećih hard diskova u 2008.godini. Izgled holografskog diska dat je na slici 6.16.

Redovni profesor dr Dušan Regodić, dipl.inž.

Keš memorija (1)

- Keš memorija predstavlja veoma brzu memoriju relativno malog kapaciteta koja se nalazi u okviru procesora ili u njegovoj neposrednoj blizini. Njena osnovna funkcija je poboljšanje performansi računarskog sistema.
- Zbog brzine i lakoće rukovanja, keš memorija je statičkog tipa, pa samim tim ima viskovu cenu. Cena keš memorije i veličina silicijumske pločice koju ona zauzima glavni su razlozi za njenu upotrebu u relativno malim količinama.



a)
Univerzitet
MB
Sapiens nomen omnia sea secum portat
b)

Redovni profesor dr Dušan Regodić, dipl.inž.

Keš memorija (2)

Princip rada

Kada procesor zahteva neki podatak iz operativne memorije, tada se iz nje u keš memoriju, osim traženog podatka, prenosi i određena količina podataka koji se nalaze iza traženog podatka. Ubrzanje rada se ostvaruje zahvaljujući tome što je velika verovatnoća da će naredni potrebni podaci biti među podacima koji su već preneti u keš. Kako je keš znatno brži od operativne memorije, ovime je obezbeđen znatno brži pristup podacima, a samim tim i brži rad celog sistema.

- U sistemu obično postoje dve vrste keš memorije: L1 i L2 keš.

Redovni profesor dr Dušan Regodić, dipl.inž.



L1 keš memorija

- L1 (level 1) keš se nalazi u okviru samog procesora i radi na istom taktu kao i procesor.
- L1 keš se može javiti u dva oblika:
 - kao jedinstveni blok memorije (zajednički keš za podatke i instrukcije) - daje bolje efekte prilikom rada sa multimedijalnim podacima kada velike količine podataka prolaze kroz procesor
 - kao podeljeni keš (keš za podatke i keš za instrukcije) – daje bolje efekte kada, osim podataka, u procesor dolaze i brojne instrukcije
- Količina L1 keša je ograničena tehnološkim mogućnostima proizvodnje procesora. Zbog velikog broja tranzistora koji se koriste za izradu jedne memorijske ćelije, L1 keš zahteva veliku površinu na silicijumskoj pločici na kojoj se pravi procesor. L1 keš bitno doprinosi zagrevanju procesora.

Redovni profesor dr Dušan Regodić, dipl.inž.



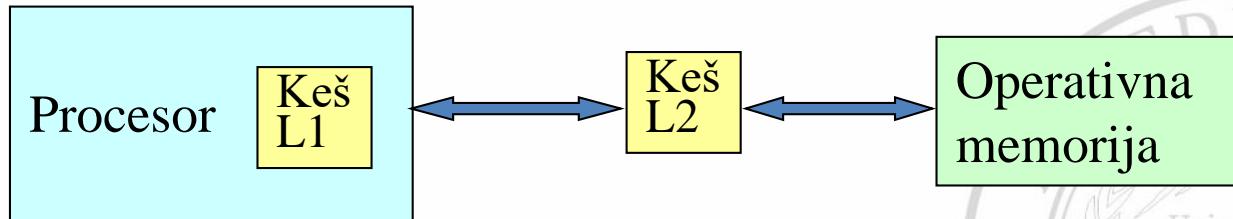
L2 keš memorija

- L2 (level 2) keš se nalazi van procesora, ali veoma blizu njega.
- L2 keš radi na taktu koji je jednak polovini takta procesora ili na taktu čipseta. Iako radi sporije od L1 keša, L2 keš je znatno brži od operativne memorije, tako da u velikoj meri doprinosi brzini rada sistema.
- Kapacitet L2 keš memorije je znatno veći od kapaciteta L1 keš memorije.
- Kontroler L2 keš memorije se uglavnom nalazi u okviru čipseta (*north bridge*).

Redovni profesor dr Dušan Regodić, dipl.inž.

Keš memorija (3)

- ❑ U računarskom sistemu, poželjno je imati što više keš memorije, naročito tipa L1. U savremenim računarima, obično postoji oba tipa keš memorije.



Redovni profesor dr Dušan Regodić, dipl.inž.

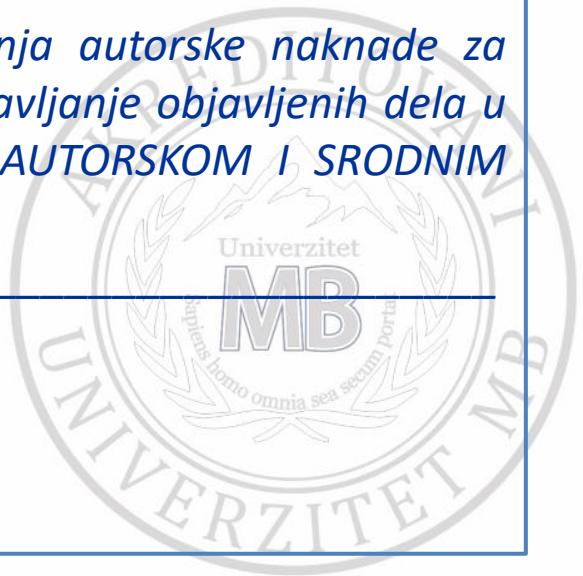


Važno!

Ova prezentacija je nekomercijalna. Slajdovi mogu da sadrže materijale preuzete sa Interneta, stručne i naučne građe, koji su zaštićeni Zakonom o autorskim i srodnim pravima. Ova prezentacija se može koristiti samo privremeno tokom usmenog izlaganja nastavnika u cilju informisanja i upućivanja studenata na dalji stručni, istraživački i naučni rad i u druge svrhe se ne sme koristiti.

Član 44 - Dozvoljeno je bez dozvole autora i bez plaćanja autorske naknade za nekomercijalne svrhe nastave: (1) javno izvođenje ili predstavljanje objavljenih dela u obliku neposrednog poučavanja na nastavi; - ZAKON O AUTORSKOM I SRODΝIM PRAVIMA ("Sl. glasnik RS", br. 104/2009 i 99/2011)

Dušan Regodić
dusanregodic5@gmail.com





**HVALA VAM
NA PAŽNJI**



Redovni profesor dr Dušan Regodić, dipl.inž.