



BELGRADE COLLEGE OF COMPUTER SCIENCES

ARHITEKTURA RAČUNARSKIH SISTEMA

SEMINARSKI RAD:

PRINCIP RADA HARD DISKA

**PREDMETNI NASTAVNIK:
GORAN RADIĆ**

**STUDENT:
VELJKO NIKOLIĆ 16/04
DATUM PREDAJE
31.12.2004.**

SADRŽAJ:

ISTORIJA HARD DISKOVA.....	4
TRENDOVI U HARD DISK INDUSTRIJI	5
KARAKTERISTIKE HARD DISKOVA	7
PRINCIP RADA HARD DISKA.....	9
INDEXI SLIKA:.....	17
LITERATURA:	17



Slika 1. Hard disk

ISTORIJA HARD DISKOVA

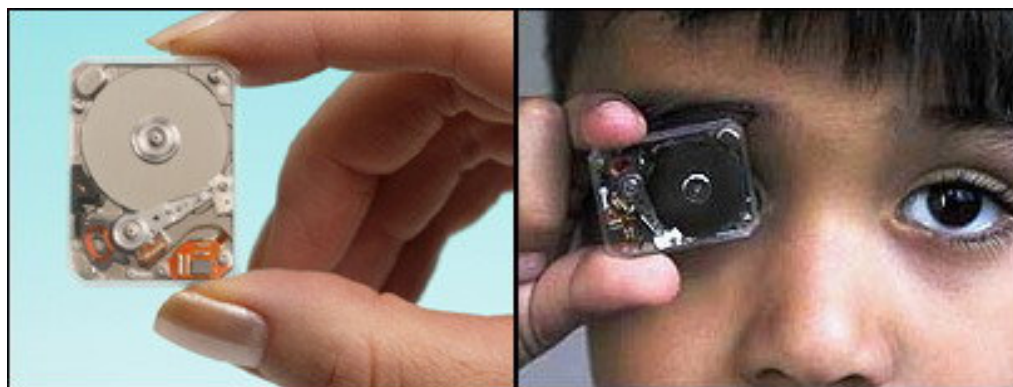
Prvi hard diskovi, nastali kao rezultat mnogobrojnih eksperimenata, bili su glomazni i teški za proizvodnju. Zbog toga su istraživači, posebno oni u IBM-u, radili na velikom broju tehnologija i koncepata da bi razvili disk drayv koji bi bio upotrebljiv za komercijalnu upotrebu.



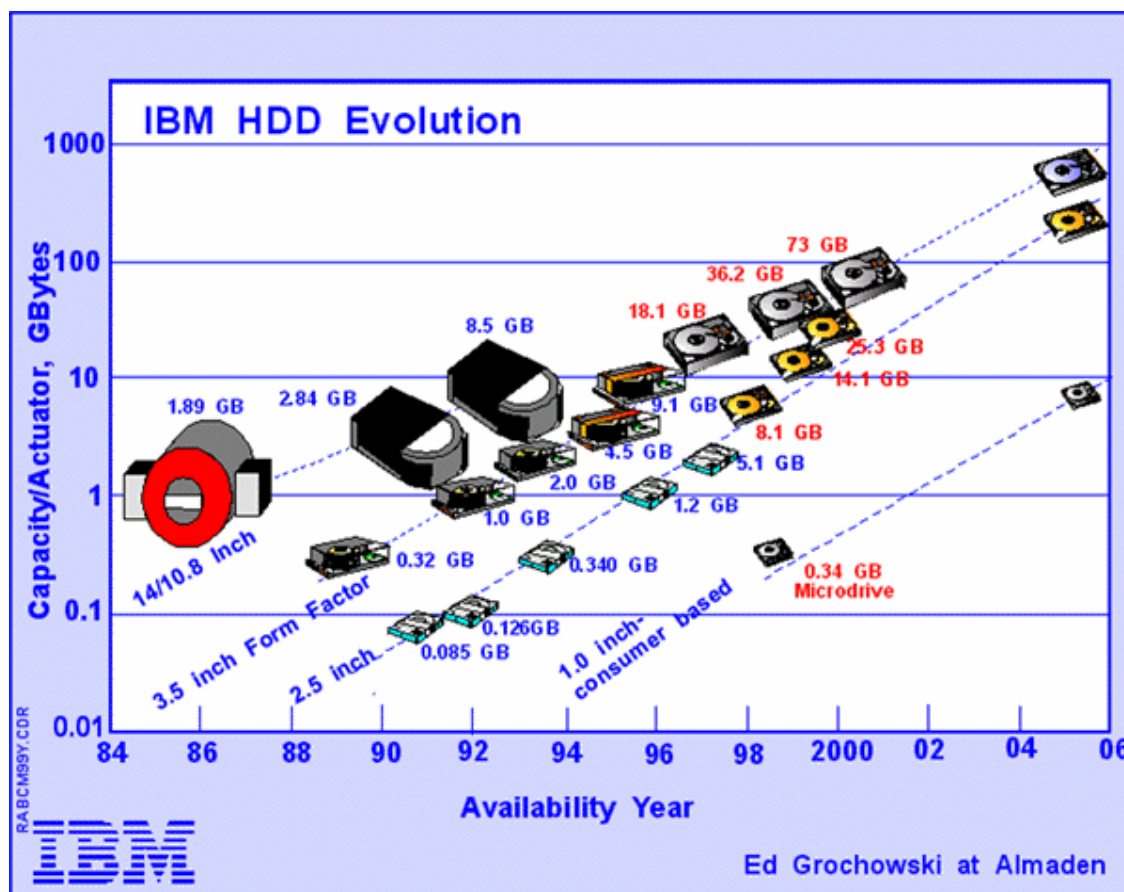
Slika 2. Hard disk pre i danas

Prvi "pravi" hard diskovi su imali glave za čitanje i upis koje su bile u kontaktu sa površinom diska, da bi tada dostupna elektronika mogla bolje da očitava magnetno polje na površini diska. Zbog toga su se glave brzo trošile i uz to grebale površinu diska, što je ugrožavalo sigurnost podataka. Ključni tehnološki proboj koji je omogućio nastanak modernih hard diskova dogodio se 50-tih godina. IBM-ovi inženjeri su otkrili da bi, uz odgovarajući dizajn, glave mogle da se postave iznad površine diska (da lebde) i da čitaju podatke sa diska dok oni prolaze ispod njih. To je rešilo početne probleme i postavilo temelje današnje tehnologije.

Prvi komercijalno dostupan disk, IBM 305 RAMAC (Random Access Method of Accounting and Control), napravljen 13. septembra 1956. godine, imao je kapacitet od 5 miliona karaktera (otprilike 5MB, ali sa karakterom dužine 7, a ne 8 bita) i sastojao se od 50 ploča prečnika 24 inča. Gustina zapisa podataka je bila oko 2000 bita po kvadratnom inču, a brzina prenosa podataka je bila tada impresivnih 8800 bajta u sekundi. A danas:



Slika 3. Danas se hard diskovi koriste u mobilnim telefonima



Slika 4. Evolucija IBM hard diskova

TRENDOVI U HARD DISK INDUSTRIJI

Gustina zapisa: Gustina zapisa po hard disk ploči nastavlja da se povećava neverovatnom brzinom i čak prevazilazi neka optimistička predviđanja od pre nekoliko godina. U laboratorijama gustina zapisa po kvadratnom inču prevazilazi cifru od 35Gbit/in², a komercijalno dostupni diskovi imaju kapacitet od 20GB po 3.5" ploči. Ovo predstavlja poboljšanje od oko 5 miliona puta od prvog diska IBM 305 RAMAC!

Kapacitet: Kapaciteti hard diskova nastavljaju da rastu sve bržim tempom. Od 10MB u 1981. kapacitet je danas dostigao 180GB (Seagate Barracuda 180) za komercijalno dostupne hard diskove personalnih računara.

Brzina rotacije: Brzina rotacije ploča (*spindle speed*) se takođe povećava i taj trend će se sigurno nastaviti, jer se povećanjem brzine rotacije diska poboljšavaju i vreme slučajnog pristupa (*random access*) i brzina sekvencijalnog čitanja i upisa. Trenutne brzine rotacije za high-end IDE/ATA diskove dostižu 7200RPM (*revolutions-per-minute* - obrtaja u minuti), a za high-end SCSI diskove 15000RPM (Seagate Cheetah X15).

Dimenzije: Dimenzije i veličina diskova pokazuju trend smanjivanja. Tako su 5.25" hard diskovi danas potpuno nestali sa tržišta, dok 3.5" diskovi dominiraju u stonim (desktop) računarima i serverskim primenama. U svetu prenosnih računara 2.5" diskovi su trenutno standard, ali se koriste i diskovi manjih dimenzija. Tako je npr. IBM predstavio *Microdrive* seriju diskova kapaciteta 170MB ili 340MB čija je širina jedan inč, a debljina manja od 0.25". U sledećih nekoliko godina desktop i server diskovi će najverovatnije preći na 2.5" format, jer smanjenje dimenzija donosi sa sobom i povećanje čvrstine ploča diskova, smanjenje mase koje omogućava veće brzine rotacije kao i povećanu pouzdanost. Što se tiče broja ploča, hard diskovi danas najčešće koriste između jedne i četiri ploče za mainstream diskove, dok se za high-end primene koriste i diskovi sa više od četiri ploče.



Slika 5. Maxtor hard diskovi

Performanse: Povećavaju se brzine transfera i poboljšava preciznost pozicioniranja glava, koja omogućava i bolje performanse i veće kapacitete diskova. Pošto se brzina prenosa podataka brže povećava nego preciznost, predviđa se da će u narednih nekoliko godina inženjeri posebnu pažnju posvetiti poboljšanju preciznosti i brzini pozicioniranja glava, koje su direktno povezana sa vremenom traženja (*seek time*) i latencijom (*latency*).

Pouzdanost: Pouzdanost hard diskova se povećava kako proizvođači usavršavaju proces proizvodnje i ugrađuju nove tehnologije za poboljšanje pouzdanosti, ali se ipak mnogo sporije razvija od gorenavedenih karakteristika. Jedan od glavnih razloga za ovo je što se tehnologije izrade konstantno menjaju radi povećanja performansi, a veoma je teško poboljšati pouzdanost nečega što se rapidno menja.

RAID: Nekada korištena samo kod high-end servera, RAID tehnologija se sada često sreće i na desktop računarima. Ova tehnologija koristi skladištenje podataka na dva ili više hard diskova radi višestrukog povećanja performansi i pouzdanosti. Predviđa se da će u narednim godinama RAID biti još šire korišćen ili da će čak postati standard.

Interfejsi: Glavni interfejsi za hard diskove su IDE/ATA i SCSI. Oni se neprekidno poboljšavaju i prilagođavaju sve bržim diskovima, tako da su aktuelni UltraDMA/100 IDE/ATA interfejs i UltraSCSI/160 SCSI interfejs, a počće da se koristi i novi standard IEEE-1394 Firewire.

KARAKTERISTIKE HARD DISKOVA

Pouzdanost je sigurno najvažnija karakteristika hard diska, jer veća brzina nema smisla ako podaci nisu sigurni. Pouzdanost je oduvek bila najosetljivija tema svih testova, čak toliko nezgodna da se najčešće i izostavlja. Ona se izražava kroz MTBF (mean time between failures - srednje vreme između grešaka) vrednost i broj paljanja/gašenja (start/stop cycles) koje disk može da izdrži. Kod modernih diskova MTBF iznosi od nekoliko stotina hiljada do nekoliko miliona sati pre greške, a broj paljenja/gašenja se kreće od nekoliko desetina hiljada do nekoliko stotina hiljada puta. Međutim, ove vrednosti su teorijske, a ne statističke, jer da bi se tačno izmerile bilo bi potrebno meriti vreme do otkaza diskova u trajanju preko sto godina, što je neizvodljivo. Ova vrednost ne mora da ima veliki značaj, jer neki diskovi sa malim MTBF mogu da rade znatno pouzdanije od onih sa velikim MTBF-om. Što se tiče proizvođača hard diskova, svi su na našem tržištu imali neke svoje "crne" periode, tj. loše serije diskova. Za ovo su u velikom broju slučajeva bili odgovorni domaći dobavljači diskova, koji su, radi što veće zarade, po niskim cenama nabavljali neproverene ili reparirane hard diskove iz sumnjivih izvora. Ako se diskovi nabavljaju od ovlašćenog distributera (ili nekoga ko ih nabavlja kod ovlašćenog distributera) imaju dugu garanciju i obezbeđen servis, i po pravilu ne bi trebalo da bude problema sa njima.

Performanse diska predstavljaju jedan od faktora koji najviše utiču na ukupne performanse sistema, jer predstavljaju jedno od uskih grla, pa čim se poveća brzina diska to se "oseti" u svakodnevnom radu (brže učitavanje windowsa i korisničkih programa). Brzina hard diska zavisi od većeg broja parametara: brzine rotacije diskova, gustine zapisa podataka i brzine pomeranja glava (unutrašnji faktori), ali na nju može drastično uticati i sam kontroler, tj. elektronika hard diska, kao i fajl sistem itd (spoljašnji faktori). Karakteristike koje najviše utiču na performanse diska su vreme pozicioniranja i brzina prenosa podataka (data transfer rate).

Vreme traženja (seek time), najvažnija od karakteristika pozicioniranja, predstavlja prosečno vreme koje je potrebno da bi se glave pomerile između dve trake na slučajnoj udaljenosti. Ovo vreme dosta zavisi od mehaničkih karakteristika diska (pomeranje aktuatora pomoću voice-coil tehnologije) i od međusobne udaljenosti između traka i izražava se u milisekundama. Prosečno vreme traženja kod modernih diskova iznosi od 4ms (kod najboljih Ultra SCSI diskova) do prosečnih 8-12ms kod najrasprostranjenijih EIDE diskova. Osim prosečnog vremena traženja koristi se i vreme traženja između dve susedne trake (track-to-track seek - tipično od 1ms do 4ms), između dve najudaljenije trake (full stroke seek time - oko 20ms).

Latencija (latency), takođe dosta važna, predstavlja vreme koje je potrebno ploči diska da se okrene da se glava koja se već nalazi na odgovarajućoj traci postavi iznad traženog sektora i takođe se izražava u milisekundama. To vreme najviše zavisi od brzine rotacije ploče, a najčešće se koriste prosečna latentnost (average latency vreme potrebno za polovinu rotacije - od 8.3ms za 3600RPM do 2ms za 15000RPM) i latentnost u najgorem slučaju (worst case latency - vreme potrebno za rotaciju za ceo krug). Vreme pristupa (access time) predstavlja zbir vremena traženja i latencije.

Interna brzina prenosa podataka (data transfer rate) presudno utiče na ukupne performanse diska. Ona se izražava u MB/s i predstavlja brzinu kojom disk može da šalje podatke sa diska ka sistemu. Brzina prenosa se lako računa ako su poznate fizičke specifikacije diska (
$$\text{brzina_prenosa} = [\text{brzina_rotacije} / 60 * \text{broj_sektora_po_stazi} * 512 * 8] / 1.000.000$$
) i nije konstantna na disku, već je veća na početku diska, a manja na kraju zbog ZBR (Zoned

bit recording) tehnologije. Kao što se vidi, na brzinu prenosa presudno utiču brzina rotacije i gustina zapisa podataka. Ovom računicom se dobija teoretska brzina prenosa, jer na nju dosta utiču i interfejs, keširanje, korekcija grešaka, fragmentacija i sam fajl sistem. Takođe treba obratiti pažnju da se ne pobra ova, interna, brzina sa eksternom, tj. maksimalnom brzinom interfejsa koja se najčešće reklamira (npr. 66MB/s, 100MB/s itd.).

Brzina rotacije ploča u velikoj meri utiče na ukupne performanse diska, jer se njenim povećavanjem u isto vreme poboljšavaju i brzina prenosa i vreme pristupa (kroz smanjenje latencije). Ona predstavlja broj kojim se najlakše mogu odrediti performanse diska, jer će skoro uvek npr. 7200RPM disk biti brži od 5400RPM diska.

Cene hard diskova najviše zavise od interfejsa, tako da su IDE/ATA diskovi dosta jeftiniji od SCSI diskova. U grupi diskova sa istim interfejsom skuplji su oni koji imaju veću brzinu rotacije i samim tim bolje performanse. Što se tiče cene po megabajtu ona je povoljnija kod diskova većeg kapaciteta.

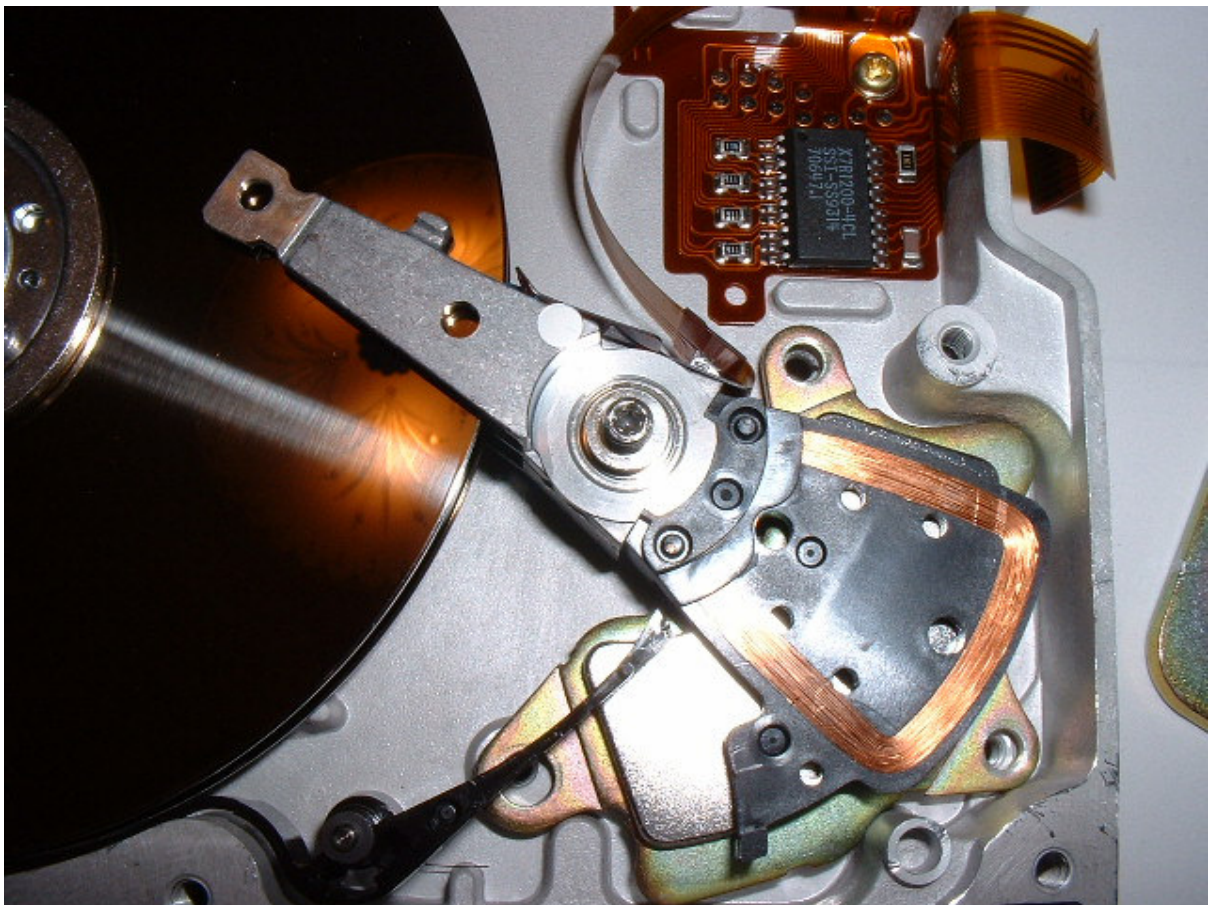


Slika 6. Izgled unutrašnjosti hard diska

PRINCIP RADA HARD DISKA

Za mnoge je hard disk neka vrsta crne kutije - mali uređaj koji "nekako" skladišti podatke. U ovom delu ćemo pokušati da razjasnimo kako ustvari radi hard disk, koji su njegovi osnovni delovi i koja je njihova uloga pri čitanju i pisanju.

Hard disk koristi kružne ravne diskove zvane ploče (platters), koji su sa obe strane presvučeni specijalnim materijalom (media) dizajniranim da skladišti informacije u magnetskoj formi. Ploče imaju otvor u centru i pričvršćene su na valjkasti nosač ploča (spindle). Ploče se okreću velikom brzinom pomoću specijalnog motora (spindle motor) koji služi da okreće nosač, a samim tim i ploče. Specijalni elektromagnetski uređaji za čitanje i upis koje se zovu glave (heads) postavljene su na slajdere (sliders) i služe za upisivanje na disk ili čitanje sa njega. Svi slajderi su montirani na nosače slajdera (actuator arms), koji su mehanički spojeni (zajedno se pomeraju) i pozicionirani iznad površine diska pomoću uređaja koji se zove aktuator (actuator). Štampana ploča, tj. kontrolerska logika na njoj, kontroliše aktivnosti svih komponenata diska i komunicira sa ostatkom računara. Ceo hard disk mora biti izrađen sa velikom preciznošću zbog ogromne minijaturizacije komponenata i zbog povećanja pouzdanosti. Unutrašnjost diska je izolovana od spoljašnjeg sveta da se ne bi dopustilo da prašina i ostali vidovi kontaminacije dospeju na površinu ploča, jer to može dovesti do trajnog oštećenja glava ili same površine diska i time dovesti do gubitka podataka.



Slika 7. Princip rada hard diska

Svaka ploča ima dve korisne površine od kojih svaka može da primi više milijardi bitova podataka, koji su organizovani u veće grupe da bi bio omogućen lakši i brži pristup informacijama. Svaka ploča ima dve glave, jednu za donju, a jednu za gornju površinu ploče tako da disk sa npr. 3 ploče ima 6 glava. Koncentrične kružnice koje glave opisuju po površinama ploča i na kojima su upisani podaci nazivaju se trakama (tracks), a skup svih takvih kružnica, na svim površinama cilindrima (cylinders). Svaka traka je, dalje, ugaono podeljena na sektore (sectors), koji sadrže po 512 bajtova i predstavljaju najmanji blok kome može da se pristupi. Broj sektora može biti jednak na svim cilindrima, a može biti i manji na unutrašnjim, a veći na spoljnim, da bi se omogućila ravnomernija gustina zapisa i optimalnija upotreba većeg obima spoljnih cilindara. Ta tehnologija, koja se i danas koristi, naziva se ZBR (Zoned Bit Recording) i ima za posledicu neravnomernu brzinu transfera sa različitih delova diska - podaci se brže prenose sa spoljnih nego sa unutrašnjih cilindara.

Postoji još jedno odstupanje od proste organizacije sektora unutar cilindara, koje je uvedeno radi povećanja brzine čitanja ili upisa. Naime, kada disk u sekvencijalnom čitanju sadržaja hard diska pročita sve sektore nekog cilindra glave se pomere na prvi sektor prve trake sledećeg cilindra, a pošto je glavi potrebno neko nezanemarljivo vreme za pomeraj ona bi se našla usred sektora koji treba da pročita ili čak iza njega. Ovo bi dovelo do toga da je potrebno da glava obiđe ceo krug dok ne dođe na traženi sektor, čime se gubi mnogo vremena, pa se uvodi tehnologija cylinder skew: prvi sektor svakog sledećeg cilindra je pomešten za nekoliko mesta u odnosu na poziciju u prošlom cilindru, čime se ovaj problem rešava.

Evo sada primera koji ukratko demonstrira šta se dešava unutar diska svaki put kada sa njega treba da se očita neka informacija (radi lakšeg razumevanja primer je uprošćen i ne uzima u obzir disk keširanje, korekciju grešaka i mnoge druge specifične tehnike koje se koriste za poboljšanje performansi i pouzdanosti):

1. Prvi korak pre samog pristupa disku je da se odredi na kojoj poziciji na disku se nalazi tražena informacija. To je zadatak same aplikacije koja traži podatak, operativnog sistema, sistemskog BIOS-a i specijalnih drajvera za disk, ukoliko isti postoje.

2. Ta pozicija se kroz više koraka prevođenja prevodi u geometrijsku poziciju na disku izraženu rednim brojem cilindra, glave i sektora ili apsolutnog rednog broja sektora od početka diska koji sistem (ili aplikacija) želi da pročita. Zahtev se šalje disku kroz interfejs hard diska tako što se disku pošalje ovako stvorena adresa i zahtev za čitanje.

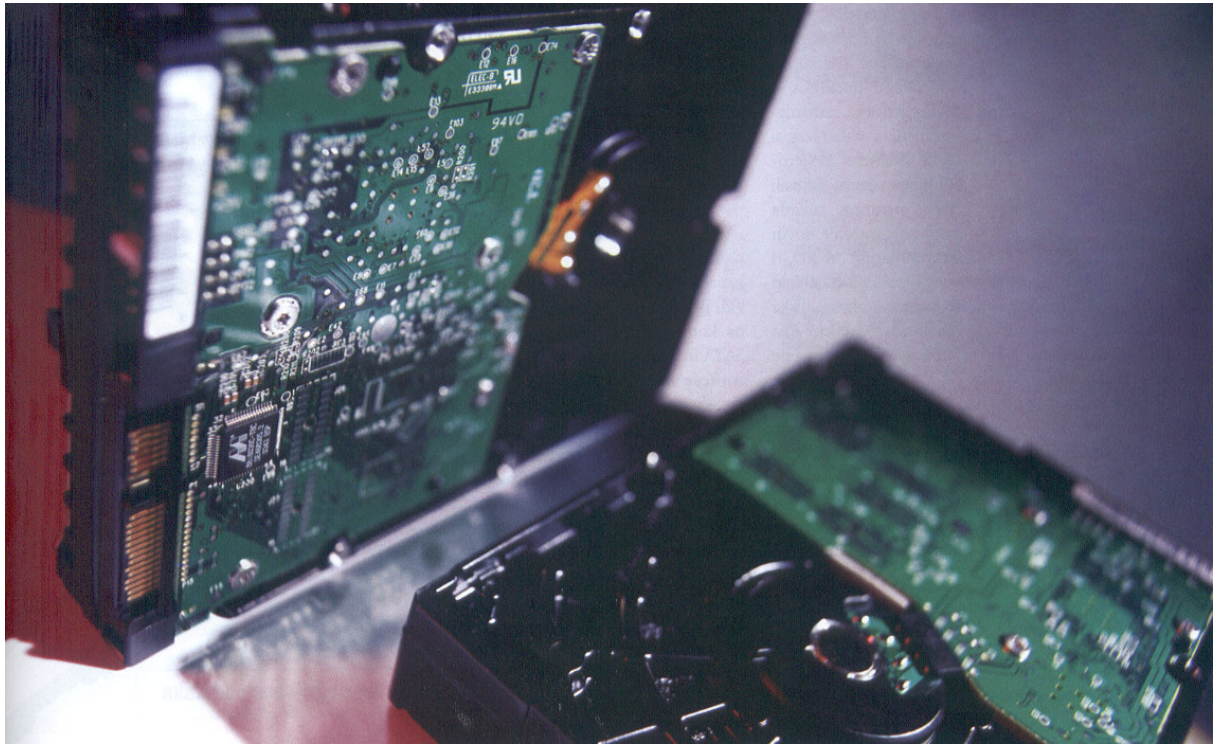
3. Kontrolerska logika hard diska prvo proverava da li je tražena informacija možda već u internom baferu hard diska ili u njegovom kešu. Ako jeste kontrolerska logika odmah prosleđuje informaciju preko hard disk interfejsa do odredišta bez potrebe da čita sa površine diska i time se završava operacija čitanja. Ako traženi podatak nije u baferu ili kešu prelazi se na sledeći korak.

4. U većini slučajeva ploče diska se već okreću. Ako to nije slučaj (npr. kod prenosnih računara power management šalje instrukcije disku da zaustavi rotaciju da bi se uštedela energija) onda će kontroler diska aktivirati spindle motor da dovede disk do operacione brzine.

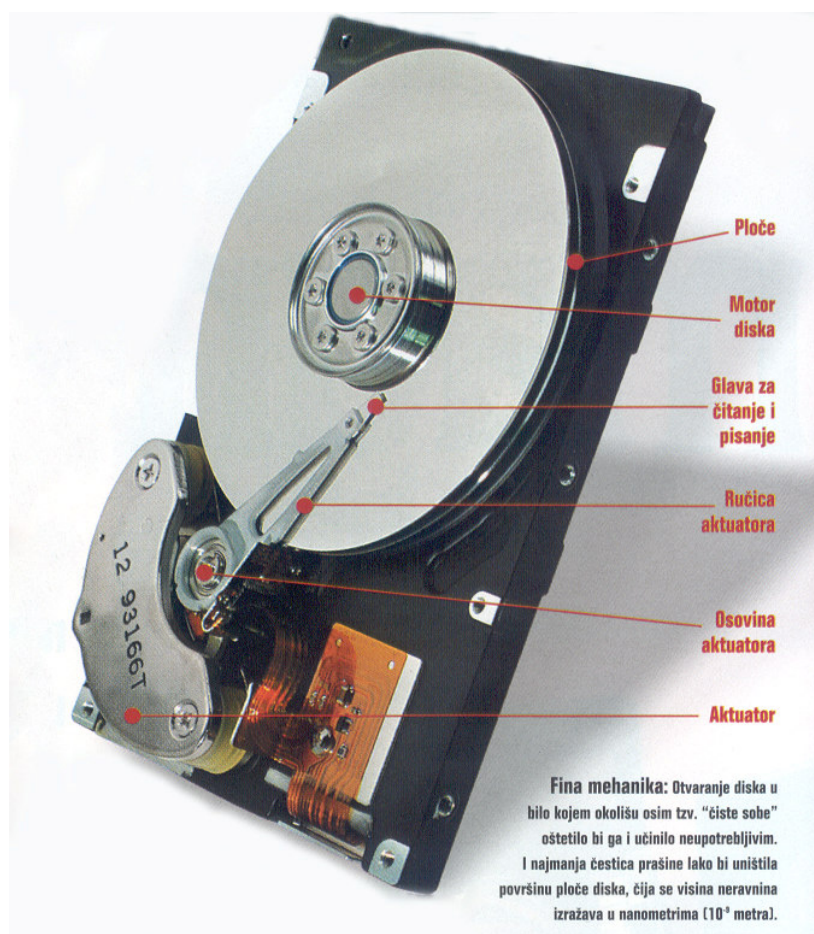
5. Kontrolerska logika diska interpretira primljenu adresu, analizira je i ako je potrebno sprovodi dodatne korekcije adrese uzevši u obzir fizičke karakteristike konkretnog diska. Broj cilindra određuje koju stazu na površini ploče treba da nađe i kontrolerska logika daje instrukcije aktuatoru da pomeri glave za čitanje i pisanje na odgovarajući cilindar (stazu).

6. Kada glave dođu tačno do tražene pozicije kontrolerska logika aktivira odgovarajuću glavu, koja počinje da očitava brojeve sektora sa tražene staze. Glava čeka dok se ispod nje ne nađe odgovarajući sektor i kada se to dogodi pročita sadržaj tog sektora.

7. Kontrolerska logika diska preusmerava tok informacija iz hard diska u privremeni bafer ili keš. Kada se sve to završi kontrolerska logika šalje informacije preko hard disk interfejsa do traženog odredišta (najčešće sistemske memorije) čime je operacija čitanja završena, a proces upisa je obrnut.



Slika 8. Elektronika hard diska



Slika 9. Mehanika hard diska

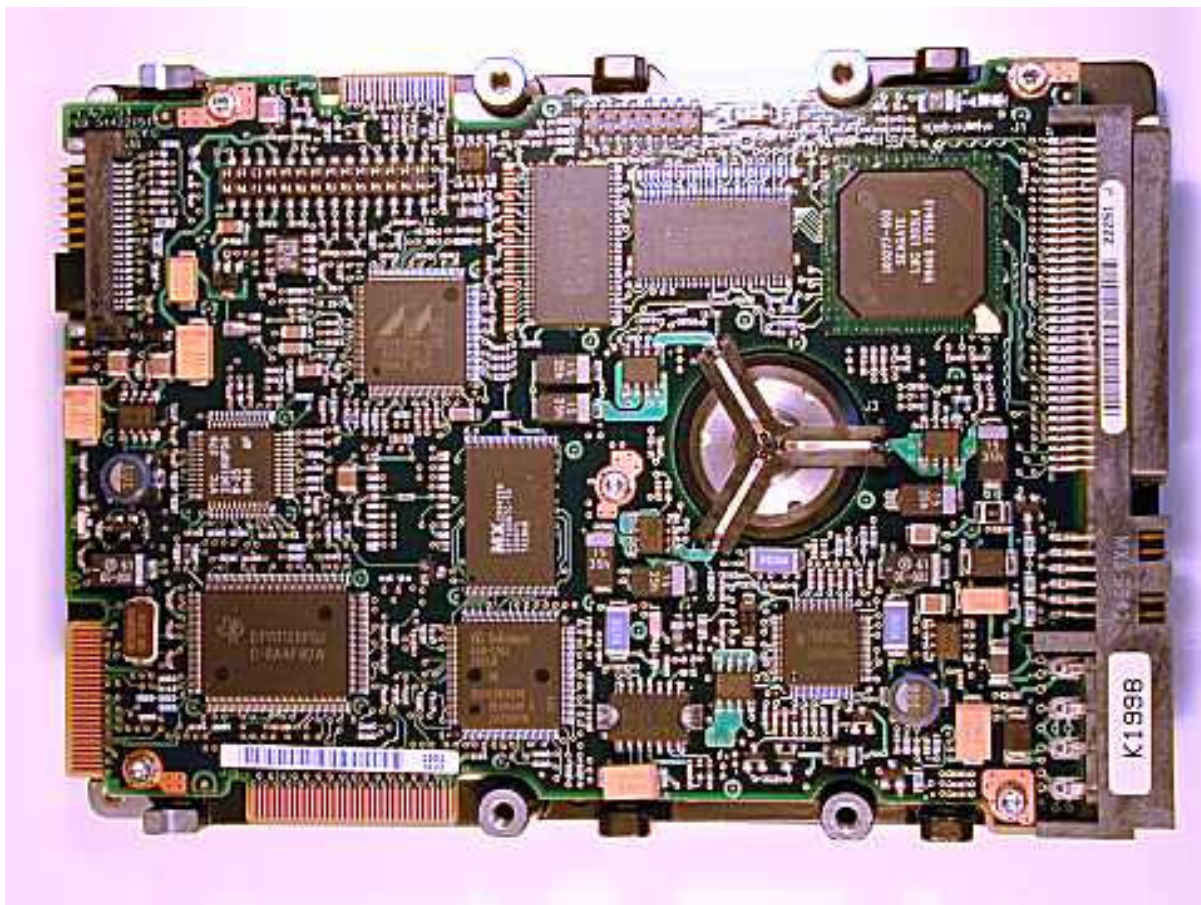
Ovde ćemo navesti kratak pregled tehnologija koje se danas koriste u izradi pojedinih delova hard diskova:

Hard disk ploče (platters): Svaki hard disk ima jednu ili više ploča koje se koriste za smeštanje podataka. One se sastoje od dva glavna materijala: supstrata (*substrate*), koji predstavlja osnovu ploče (nalazi se unutra) i daje joj čvrstinu i magnetskog medija (*magnetic media coating*), koji se nalazi spolja, i koji se koristi za skladištenje magnetskih impulsa, koji predstavljaju podatke. Materijal za izradu supstrata treba da bude čvrst, stabilan, lak, jeftin i široko dostupan, a najčešće se koristi aluminijumska legura koja ispunjava sve ove kriterijume. Međutim, kako tehnologija napreduje sve više se smanjuje razmak između glava i ploče, a brzina rotacije povećava, pa ploče trebaju da budu jako glatke, ravne i izdržljive. Zbog toga počinju da se koriste i drugi materijali u izradi supstrata kao što su: staklo, stakleni kompoziti i magnezijumske legure, ali kod njih postoje problemi kao što su veća cena, teškoće oko proizvodnje i (u slučaju stakla) lomljivost.

Supstrat od koga su napravljene ploče čini bazu na koju se postavlja magnetski medijum - veoma tanki sloj (nekoliko mikrometara debljine) magnetskog materijala, na koga se upisuju podaci. Kako tehnologije izrade diskova napreduju razvijaju se novi magnetski materijali koji dozvoljavaju veću gustinu upisa podataka i koji se mogu proizvoditi sa visokim tolerancijama. Ovdje se koriste specijalne tehnologije proizvodnje od kojih su najkorišćenije *electroplating* (tehnologija slična onoj koja se koristi u izradi nakita - pozlate) i *sputtering* (tehnologija slična tehnologiji proizvodnje poluprovodnika). *Sputtering* tehnologija je bolja, jer stvara uniformnije i ravnije površine, ali je skuplja od *electroplating*-a. Površina svake ploče je pokrivena sa još jednim, ekstra tankim, zaštitnim slojem, koji štiti površinu ploče od oštećenja.

Glave za čitanje i upis: Glave za čitanje i upis predstavljaju interfejs između magnetskog medijuma diska na kome su upisani podaci i elektronskih komponenata koje sačinjavaju ostatak hard diska. Zbog toga predstavljaju veoma kritičnu komponentu u određivanju ukupnih performansi diska i predstavljaju jedan od najskupljih delova diska. Konceptualno, hard disk glave su konvertori energije: transformišu električne signale u magnetske signale i obratno. Svaki bit podatka koji treba da se upiše je "snimljen" na površinu hard diska koristeći specijalne metode kodiranja (encoding methods) koje prevode nule i jedinice u razne oblike magnetskog fluksa. Starije, konvencionalne (*ferrite*, *metal-in-gap* i *thin film*) glave rade koristeći dva osnovna principa elektromagnetike. Prvi, koji se koristi pri upisu na disk je da se propuštanjem električne struje kroz namotaje stvara magnetno polje čiji smer zavisi od smera proticanja struje kroz namotaje. Drugi, suprotan, princip, koji se koristi se za čitanje sa diska kaže da će kroz namotaj u magnetnom polju teći struja odgovarajućeg intenziteta i smera. Tehnologija koja se danas koristi predstavlja radikalnu promenu u radu glava hard diska. Novije (MR/AMR - (*Anisotropic*) *MagnetoResistive*) glave koriste princip magnetorezistivnosti upotrebom specijalnih materijala koji menjaju svoju otpornost kada se podvrgnu različitim magnetnim poljima. Upotrebom MR glava omogućene su mnogo veće gustine zapisa jer su mnogo osetljivije, pa se dozvoljavaju slabiji signali što znači da se bitovi podataka mogu postaviti bliže jedan drugom (povećava se gustina, a time i kapacitet). Druga velika promena je što se umesto jedne glave (za čitanje i upis) sada koriste dve odvojene - jedna za čitanje, a druga za upis. Ovo je dobro jer sada više nema kompromisa između poboljšanja čitanja i poboljšanja pisanja, već se svaki deo može odvojeno poboljšavati. MR glave predstavljaju senzore koje mere promene u rezistivnosti i tako čitaju podatke sa diska, dok se za upis koriste *thin film* glave. GMR (*Giant MagnetoResistive*) glave, koje se danas najviše koriste, predstavljaju poboljšane MR glave i sastoje se iz četiri tanka sloja spojena u jednu sendvič-strukturu. One imaju znatno veću osetljivost pri čitanju od MR glava, manje su osetljive na šumove i interferencije i dozvoljavaju još veće povećanje kapaciteta (dozvoljavaju gustine do 35Gbit/in²).

Kontrolerska logika diska: Svi moderni hard diskovi imaju na sebi integrisanu inteligentnu kontrolersku logiku. Prvi hard diskovi su bili "glupi", tj. skoro sva kontrolna logika koja kontroliše rad hard diska je bila smeštena izvan njega, na kontroleru. Zbog toga je kontroler morao da zna sve važnije karakteristike svih mogućih diskova, pa je bilo teško i nepraktično optimizovati kontroler za rad sa specifičnim diskom. Moderni hard diskovi sadrže kontrolersku logiku na samom disku, na štampanoj ploči na donjem delu diska. Ispod je prikazana štampana ploča sa Seagate SCSI diska.



Slika 10. Štampana ploča kontrolera na disku

Štampana ploča kontrolera na disku sadrži mikroprocesor, internu memoriju i ostale komponente koje kontrolišu rad diska. Ona predstavlja pravi računar u malom, koji je sofisticiraniji od prvih PC-a, ima više memorije i koristi brže mikroprocesore. Kako diskovi postaju napredniji i brži sve više funkcija se dodaje na štampanu ploču, pa se koriste sve moćniji procesori i prateći čipovi i veća memorija, da bi mogle da se implementiraju komplikovanije tehnologije izrade glava, brži interfejsi i veći propusni opseg. Mikroprocesor diska između ostalog obavlja i sledeće funkcije:

- Kontroliše rad spindle motora
- Kontroliše rad aktuatora i njegovo pomeranje na tačan broj staze
- Upravlja tajminzima signala za operacije čitanja i upisa
- Implementira power management funkcije
- Koordiniše i kontroliše ostale funkcije potrebne za rad hard diska

Pošto moderni diskovi imaju interne mikroprocesore, oni imaju i interni "softver" koji ih pokreće. Te rutine, koje se nazivaju firmware, upravljaju kontrolnom logikom diska i smeštene su u ROM čipu na štampanoj ploči.

RAM memorija na štampanoj ploči se koristi za keš, koji služi kao bafer između interfejsa (relativno brz uređaj) i same mehanike diska (relativno spor uređaj) kao i za smeštanje rezultata prethodnih čitanja sa diska (prefetch informacije), koji će najverovatnije biti traženi u budućnosti. Upotreba keša značajno povećava performanse bilo kog diska smanjujući broj fizičkih pristupa disku (za pogodak u kešu) i dozvoljavajući podacima sa diska da se neprekidno prebacuju u keš (ili iz keša), bez obzira na to da li je bus slobodan ili zauzet. Danas se na mainstream diskove ugrađuje između 512KB i 2MB keša, dok se za high-end primene koristi i do 16MB keša.

Pošto su signali očitani sa diska veoma slabi, potrebna su specijalna kola za čitanje low-voltage signala koji dolaze sa glava za čitanje i upis, njihovu amplifikaciju i interpretaciju da bi se odredilo da li je pročitani signal jedinica ili nula. Kako se gustina zapisa povećava signali postaju slabiji (da ne bi došlo do interferencije sa susednim signalima), pa ovaj posao postaje sve kompleksniji. Danas se koristi PRML (partial response, maximum likelihood) tehnologija čitanja koja totalno menja način na koji se signal čita i dekoduje omogućavajući korišćenje još slabijih signala i samim tim povećanje gustine zapisa podataka.

Ova tehnologija koristi digitalnu obradu signala i sofisticirane algoritme za manipulaciju analognim podacima pročitanim sa površine diska (partial response) i onda određuje najverovatniju sekvencu bita koju oni predstavljaju (maximum likelihood). Njen naslednik EPRML, koja poboljšava pouzdanost data dekodovanja i dozvoljava još veće povećanje gustine zapisa, postala je danas standard.



Slika 11. Različiti proizvođači hard diskova

Iako se danas sve veći deo kontrole diska prebacuje na kontrolersku logiku integrisanu na sam disk još uvek se postoje kontroleri diska (na kartici ili integrisani na matičnu ploču) pomoću kojih disk komunicira sa ostatkom računara. Stariji "eksterni" kontroleri su kontrolisali i interni rad diska, dok novi predstavljaju samo interfejs između diska i ostatka sistema. Kontrolerska logika na disku sadrži interfejs koji kontroliše tok informacija između sebe i (eksternog) kontrolera sa kojim komunicira. Ovaj interfejs može biti relativno prost (stariji IDE/ATA interfejsi) ili relativno kompleksan (noviji IDE/ATA interfejsi i SCSI interfejsi).

INDEXI SLIKA:

Slika 1. Hard disk	3
Slika 2. Hard disk pre i danas	4
Slika 3. Danas se hard diskovi koriste u mobilnim telefonima.....	4
Slika 4. Evolucija IBM hard diskova	5
Slika 5. Maxtor hard diskovi	6
Slika 6. Izgled unutrašnjosti hard diska.....	8
Slika 7. Princip rada hard diska.....	9
Slika 8. Elektronika hard diska	11
Slika 9. Mehanika hard diska.....	12
Slika 10. Štampana ploča kontrolera na disku	14
Slika 11. Različiti proizviđači hard diskova	15

LITERATURA:

- **HRVATSKI ČASOPIS VIDI**
- **WEB SITE:**
- <http://titan.etf.bg.ac.yu>