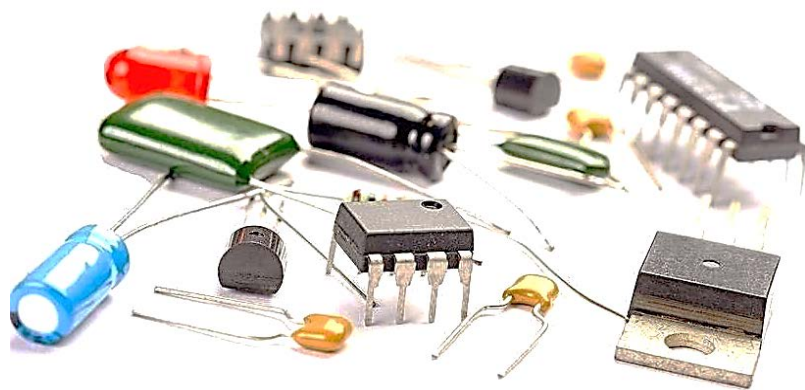
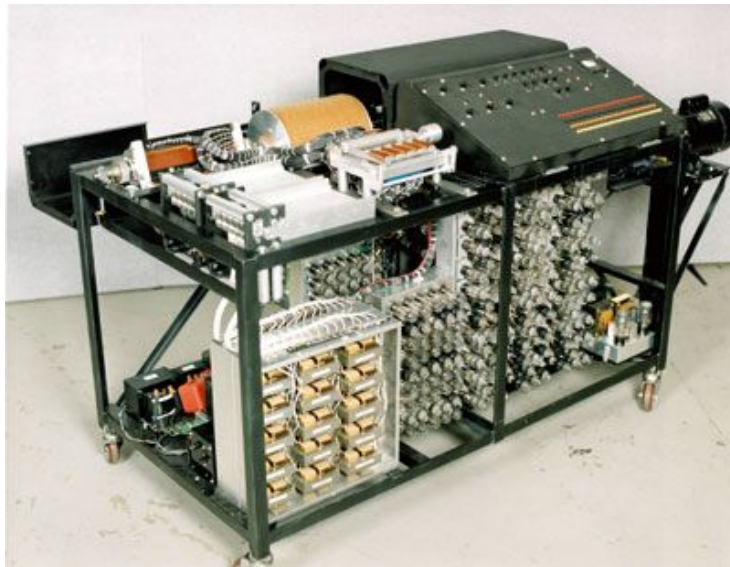


Elektronske komponente računara



Istorija hardvera računara

- **Prvu generaciju** elektronskih digitalnih računara započeli su dr Džon Atanasov i Kliford Beri 1937. godine konstrukcijom tzv. Atanasov-Berijevog računara - ABR (engl. Atanasoff-Berry Computer - ABC). Zatim se pojavio ENIAC ...



ABR 1937.

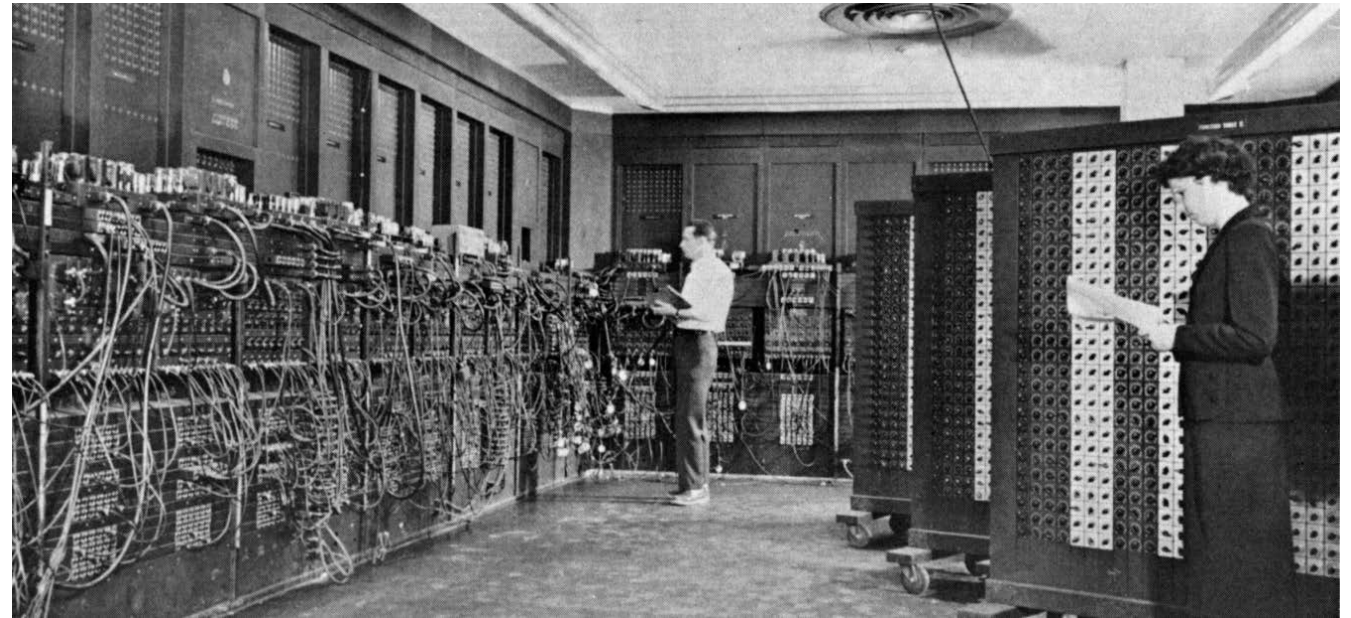


ENIAC 1943.

<https://www.youtube.com/watch?v=YyxGIbtMS9E>

Istorija hardvera računara

- **ENIAC** (Electronic Numerical Integrator and Computer), razvijen je od strane U.S.A. za potrebe vojske.
 - izgrađen 1940-tih,
 - težio 30 tona,
 - 2.5 m visok, 1 m širok i 30 m dugačak,
 - u njegovom sastavu bilo je 18 000 vakuumskih cevi koje je hladilo 80 rashladnih uređaja.



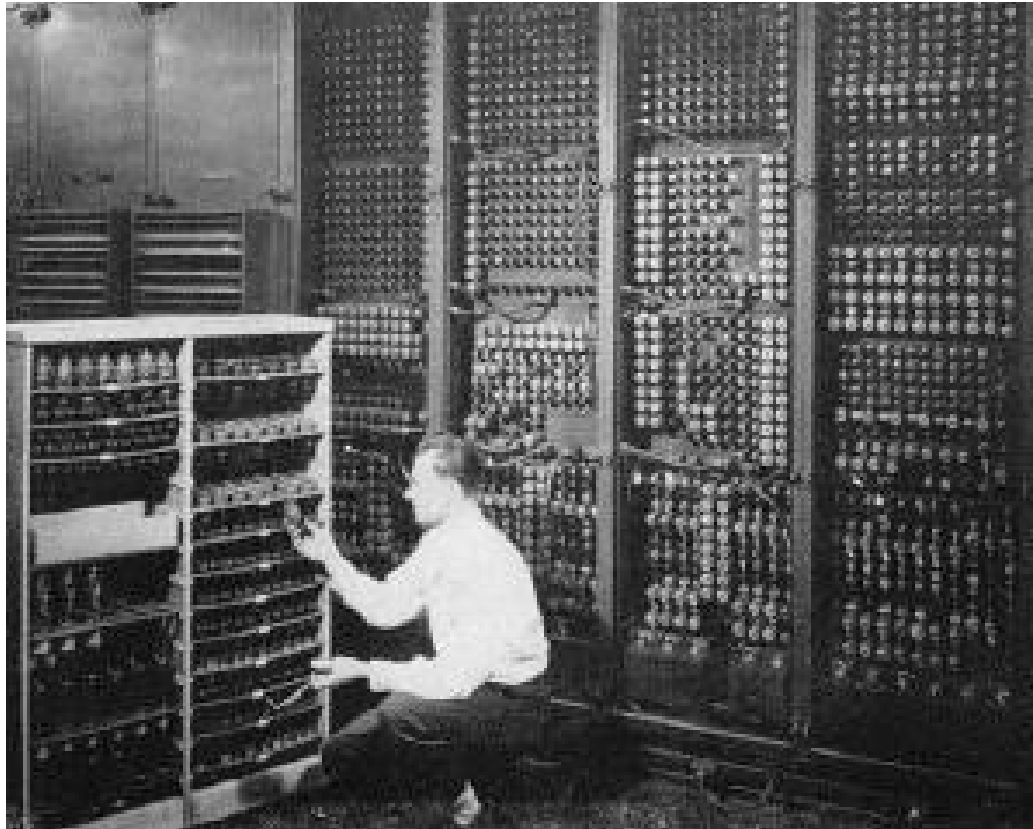
<https://www.youtube.com/watch?v=bGk9W65vXNA>

Istorija hardvera računara



ENIAC vakuumске цеви

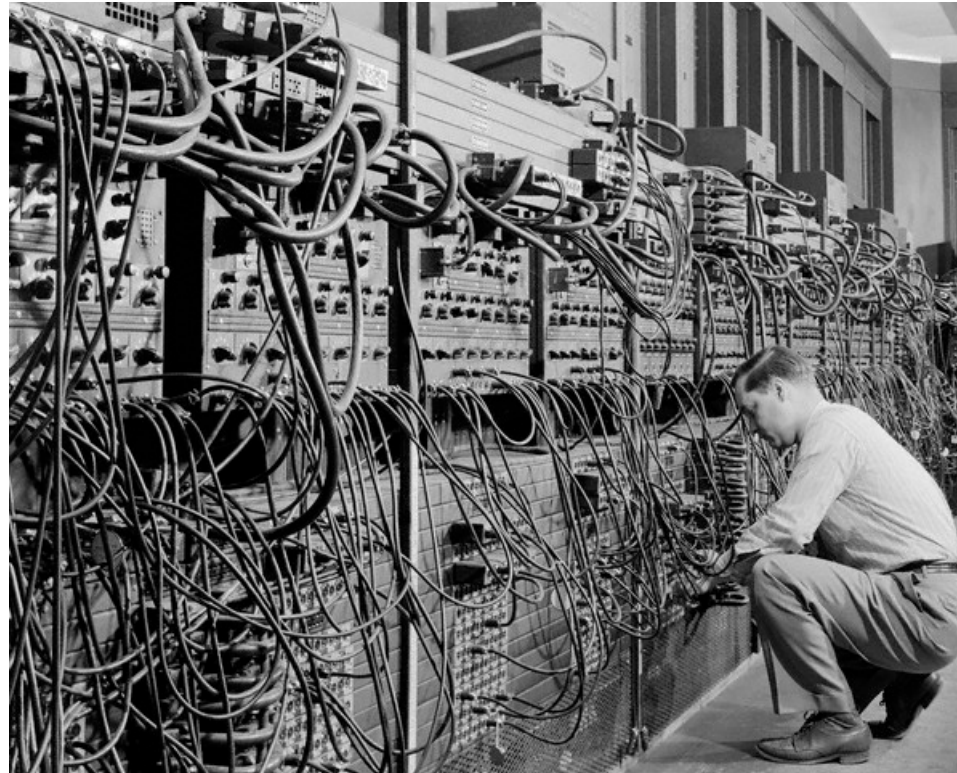
Istorija hardvera računara



ENIAC – zadnja strana

Istorija hardvera računara

Programi su se unosili u memoriju ručno pomoću prekidača, povezivanja kablova, bušenih kartica i papirnih traka.



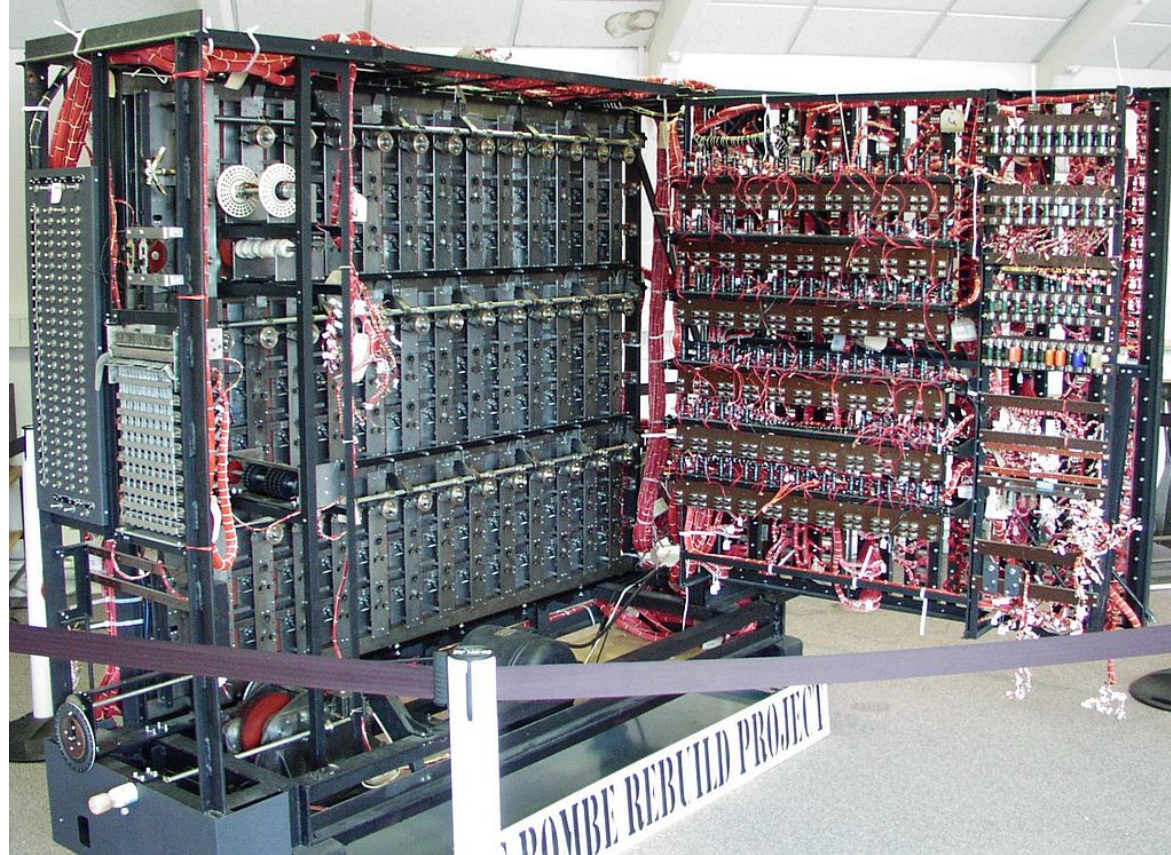
ENIAC : “kodiranje” pomoću kablova

Istorija hardvera računara

- Turingova mašina korišćena za dekriptovanje "Enigme" (1940).

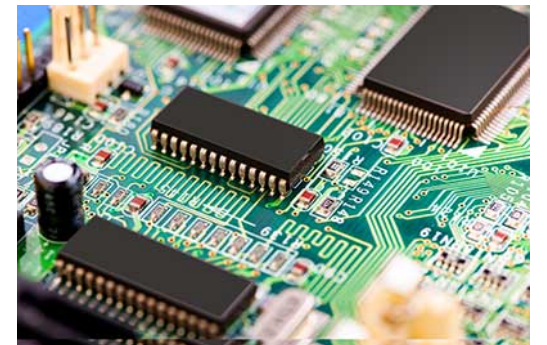
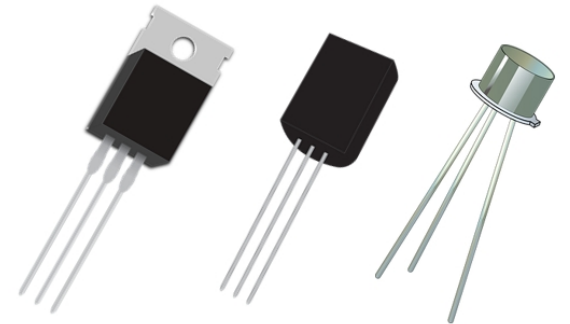


Alan Turing



Istorija hardvera računara

- **Druga generacija računara** razvijena je u periodu od 1947. do 1962. godine. Ova generacija računara koristila je tranzistore umesto vakuumskih cevi. 1951. godine, javnosti je predstavljen prvi računar za komercijalnu upotrebu, univerzalni automatski računar (engl. Universal Automatic Computer - UNIVAC). 1953. godine, kreirani su računari serije 650 i 700 od strane kompanije International Business Machine - IBM. U ovom periodu razvijeno je preko 100 programskih jezika, računari su imali memoriju i operativne sisteme.
- **Treća generacija računara** pojavila se 1963. godine pojavom integrisanih kola. Računari su postali manji, moćniji i pouzdaniji i istovremeno su mogli da pokreću više različitih aplikacija. **Gordon Mur**, američki biznismen, inženjer i saosnivač kompanije Intel objavio je 1965. godine tzv. Murov zakon koji glasi: "**Broj tranzistora koji se može smestiti na kvadratni inč silicijuma udvostruči se svake dve godine**".



Istorija hardvera računara

Lola 8K



ZX spectrum 48K



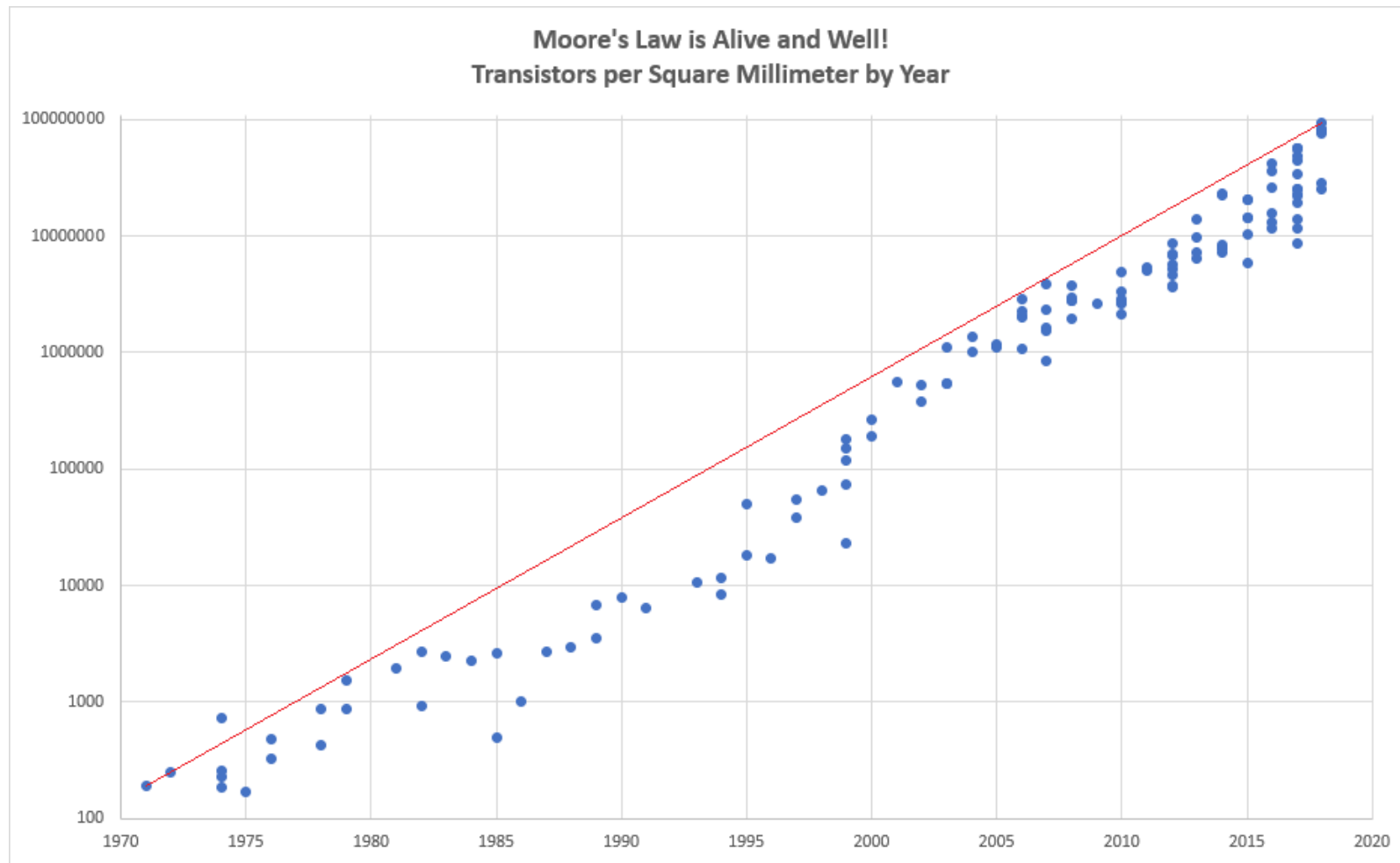
Atari 16K



Commodore 64K

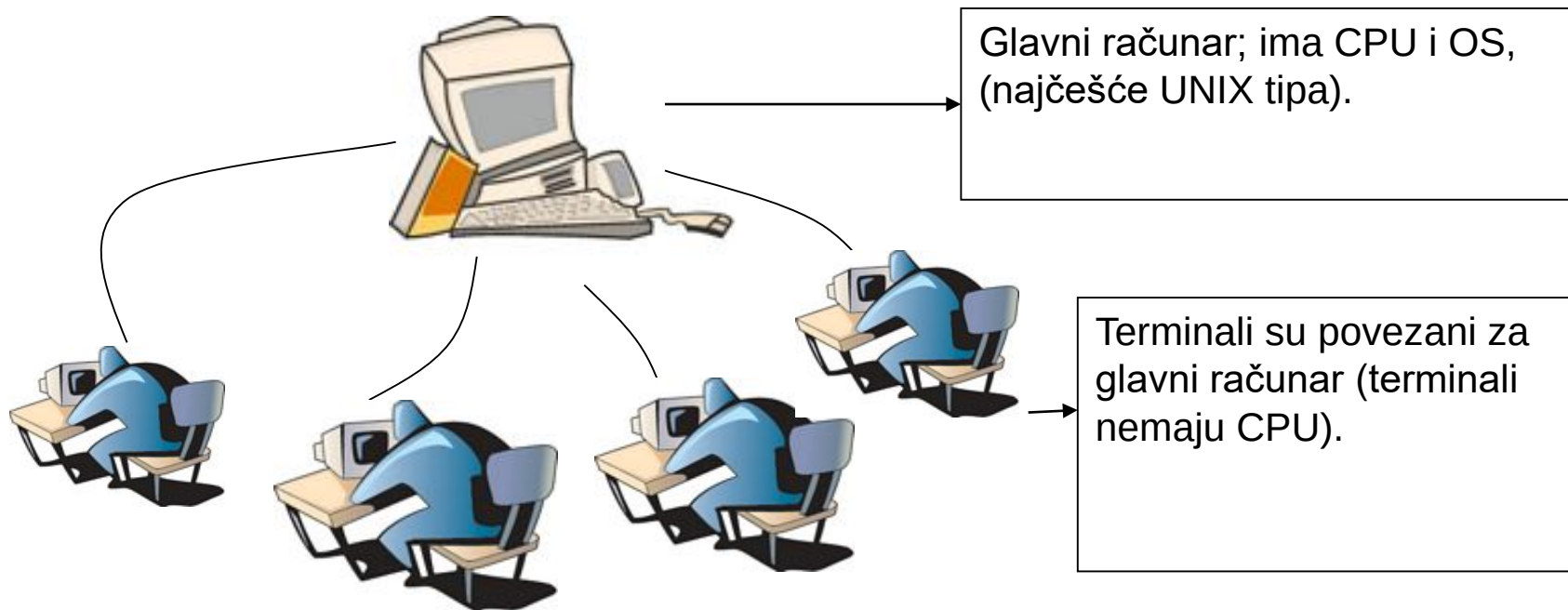


Istorija hardvera računara



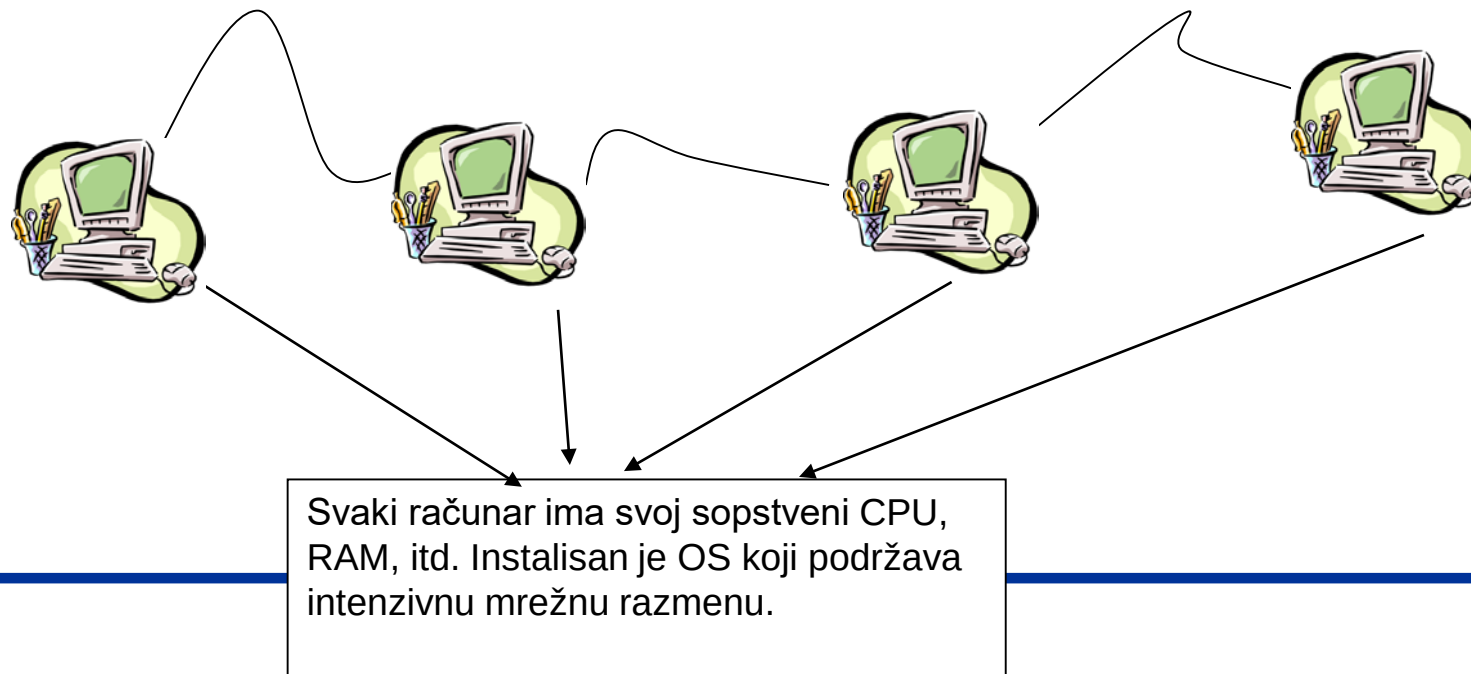
Istorija računarskih sistema

- 1970-tih, pojavila se ideja o novoj upotrebi računara koja je nazvana **“time-sharing”**.
- Ideja je bila da više korisnika ima terminale (ne kompjutere) koji su povezani sa glavnim računarom na kome izvršavaju svoje programe.

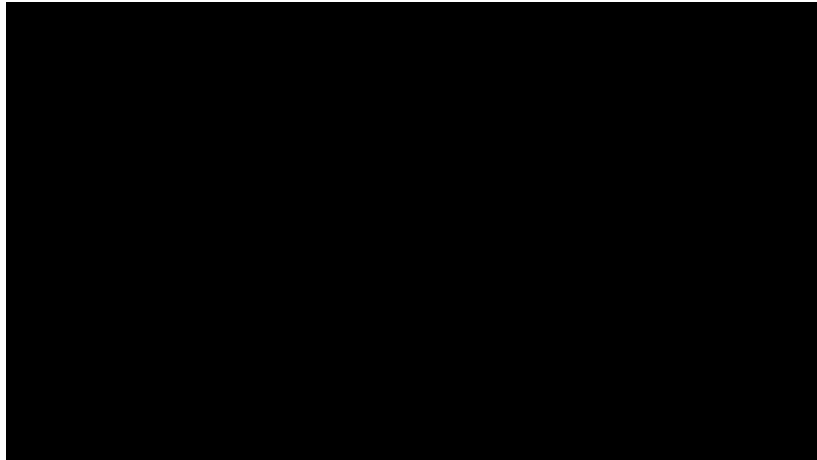


Istorija računarskih sistema

- Još jedan tip računarskih sistema su **multiprocesorski sistemi**.
- Ovde imamo više procesora na jednoj ploči koji dele memoriju i periferije.
- Ovakvi sistemi imaju veliku snagu.
- Na kraju imamo i **mrežne sisteme** gde se svi procesi odvijaju na posebnim računarima ali (pomoću adekvatnog OS) svaka mašina ima pristup jedna drugoj.
- Na ovaj način, lako se mogu deliti fajlovi i svake druge informacije.

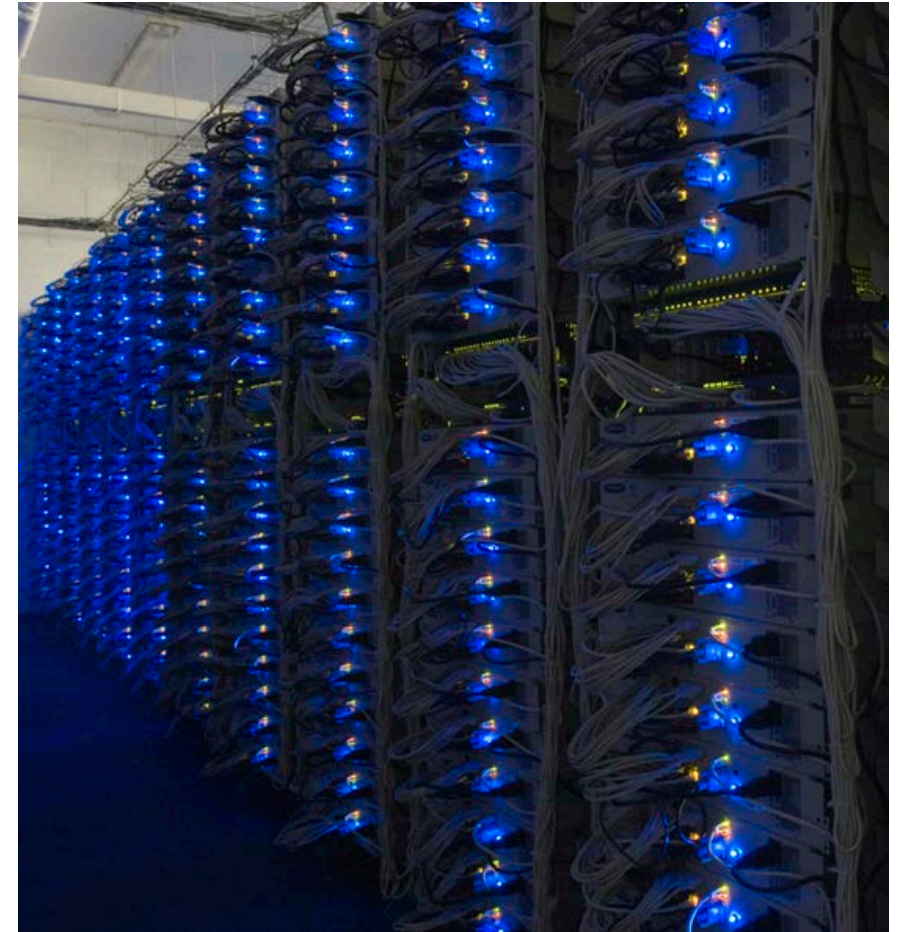


Online platforme - serveri



Online platforme

- Social networking (Facebook, Linked In, Google+).
- Microblogging (Twitter, Tumblr).
- Photo sharing (Instagram, Snapchat, Pinterest).
- Video sharing (YouTube, Facebook Live, Periscope, Vimeo).
- Gaming (Steam, Jump, GeForce, PS)

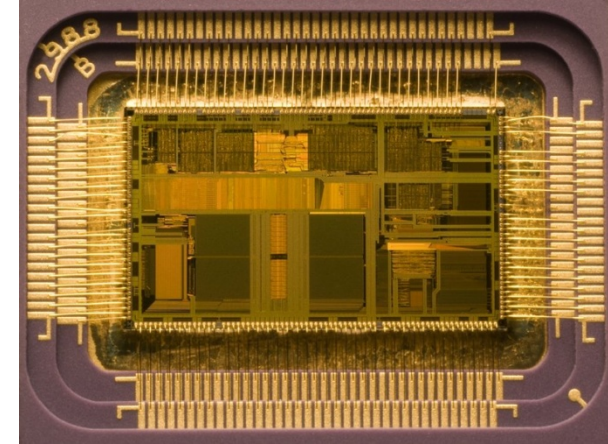


Prema broju instrukcija koje računar može da izvrši u jednom trenutku, računare delimo na one koji mogu izvršavati:

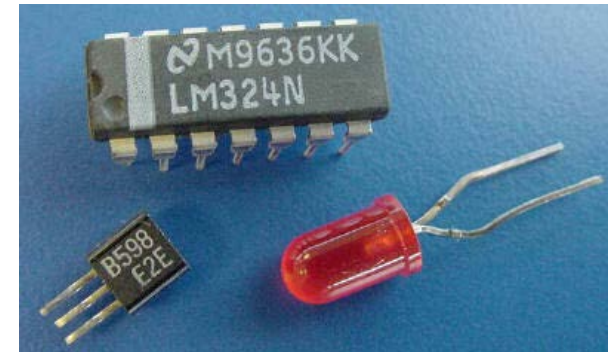
- 1) Jednostruke instrukcije sa jednostrukim podacima** (engl. Single Instruction, Single Data - SISD), koji podrazumeva računarske arhitekture u kojima jedan procesor u jednom trenutku može da izvrši jednu operaciju nad jednim podatkom koji se nalazi u jednoj memoriji (Fon Nojmanova arhitektura).
- 2) Jednostruke instrukcije sa višestrukim podacima** (engl. Single Instruction, Multiple Data - SIMD), koji podrazumeva računarske arhitekture gde više procesora u jednom trenutku mogu da vrše istu operaciju nad više podataka istovremeno.
- 3) Višestruke instrukcije sa jednostrukim podacima** (engl. Multiple Instruction, Single Data - MISD), koji podrazumeva arhitekturu paralelne obrade gde u jednom trenutku više procesora obavljaju različite operacije nad istim podacima.
- 4) Višestruke instrukcije sa višestrukim podacima** (engl. Multiple Instruction, Multiple Data - MIMD), je tip arhitekture gde više procesora, nezavisno funkcionišući, u jednom trenutku izvršavaju različite instrukcije nad različitim podacima.

Centralni procesor

- Aritmetičko-logičko-upravljačka jedinica koja se koristi za obradu podataka.
- CPU koji se pravi kao jedno integrisano kolo (**IC**) zove se **mikroprocesor**.
- Do sredine 90-tih mikroprocesori se prave od silicijumskih kristala (**poluprovodnika**) u koji se urezuju tranzistori (Si dolina).
- Tehnološko ograničenje: debljina krutih Si ploča.
- Danas se koriste novi materijali (fizikohemilčari).
- **Magistrala** predstavlja skup fizičkih veza (štampana kola i kablovi) pomoću kojih se ostvaruje komunikacija između komponenti hardvera.
- **Ostale hardverske komponente računara:** (napajanje, ventilatori, kućište, mat. ploča, GPU, audio kartica, mrežna kartica, ostale kartice)



Mikroprocesor



Čip, LED, tranzistor

Elektronske komponente računara - poluprovodnici

Imaju svojstva provodnika i izolatora u zavisnosti njihovog sastava kao i uslova u kojima se nalaze. Njihova vrednost specifičnog otpora reda je veličine od $10^3 \Omega\text{m}$ do $10^{-2} \Omega\text{m}$. Poluprovodnički elektronski elementi najčešće se prave od silicijuma (Si) i germanijuma (Ge), koji kao elementi IV grupe imaju 4 valentna elektrona.

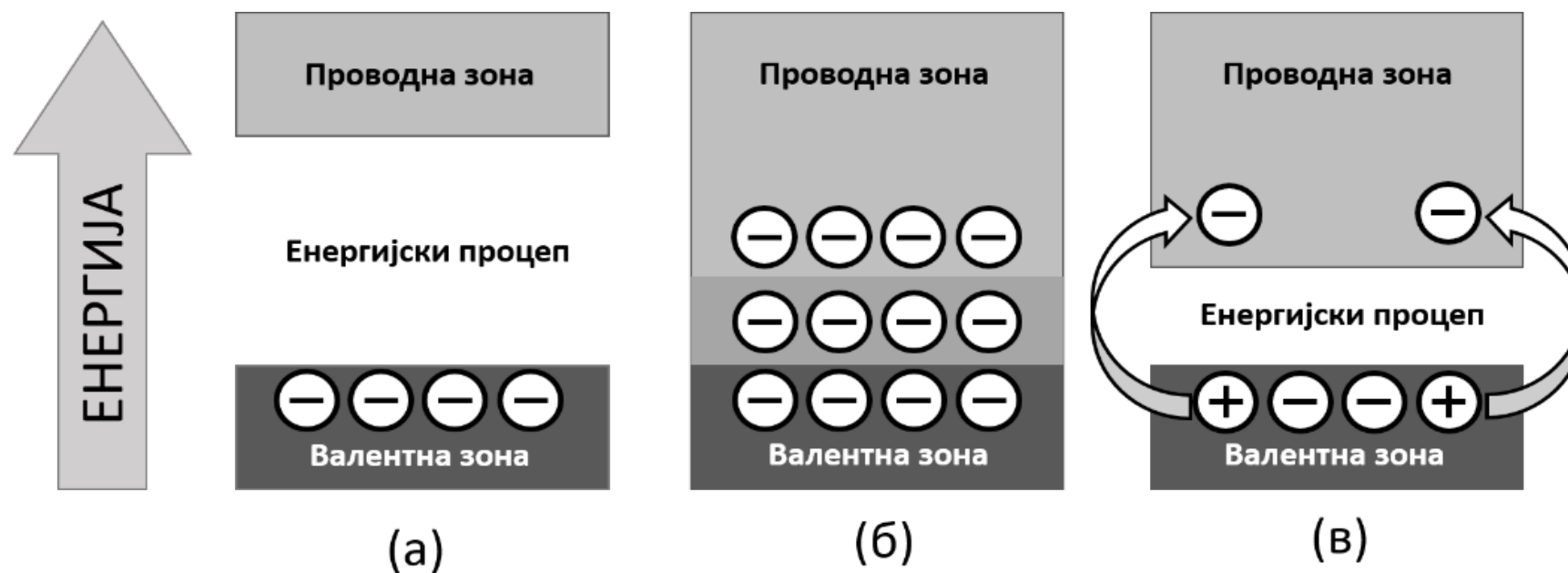


Tokom formiranja kristalne strukture, elektronski energijski nivoi, koji su bili isti u različitim pojedinačnim atomima, sada se cepaju u više veoma bliskih energijskih podnivoa koje nazivamo **energijske zone**.

Shematski prikaz energijskih zona i energijskih procepa

Energijske zone

Zone koje se nalaze na nižem energijskom stanju i koje sadrže "vezane" elektrone nazivamo **valentnim zonama**, a one koje se nalaze u višem energijskom stanju, gde se elektroni mogu slobodno kretati, nazivamo **provodnim zonama**. Između ovih energijskih zona nalaze se **energijski procepi** u kojima se elektroni ne mogu nalaziti.



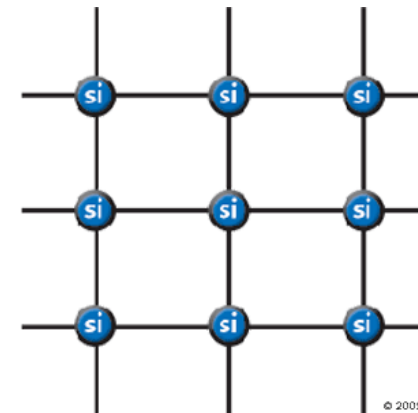
Shematski prikaz energijskih zona i procepa kod: (a) izolatora; (b) provodnika; (v) poluprovodnika

Poluprovodnici - dopiranje

- Osnovni element od koga su napravljeni poluprovodnici je **Si** (koji kao **Ge** i **C** ima $4e^-$ u valentnoj orbitali).
- U svojoj kristalnoj strukturi formira čvrste kovalentne veze ($4e^-$ sa $4e^-$ suseda).
- Zbog ovoga praktično nema slobodnih e^- te je Si zbog toga skoro potpuni izolator.
- Osobine Si mogu se menjati njegovim onečišćavanjem (tj.dopiranjem) nečistoćama **N**-tipa i **P**-tipa.
- **N** - (negative) tip nečistoća podrazumeva dodavanje **P** ili **As** koji imaju $5e^-$ u spoljašnjoj ljusci. Dodatni e^- nije vezan i čini sistem provodnikom struje.
- **P** - (positive) tip nečistoća podrazumeva dodavanje **B** ili **Ga** koji imaju samo $3e^-$ u spoljašnjoj ljusci. Sada postoji višak šupljina koje takođe dobro provode struju (prihvatanjem e^- i prenošenjem šupljina kroz provodnik).
- Malo dodavanje nečistoća čine Si dobrim (ne odličnim) provodnikom, tj. poluprovodnikom.

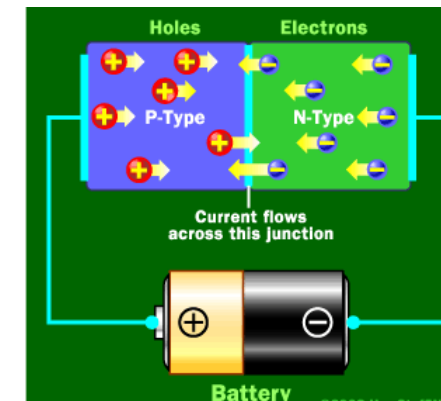
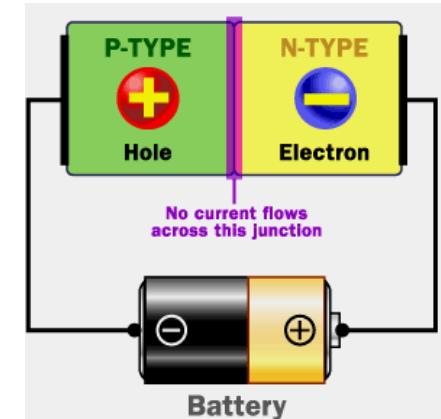
5 B Boron 2.34	6 C Carbon 2.62	7 N Nitrogen 1.251
13 Al Aluminum 2.70	14 Si Silicon 2.33	15 P Phosphorus 1.82
31 Ga Gallium 5.91	32 Ge Germanium 5.32	33 As Arsenic 5.72

©2001 HowStuffWorks



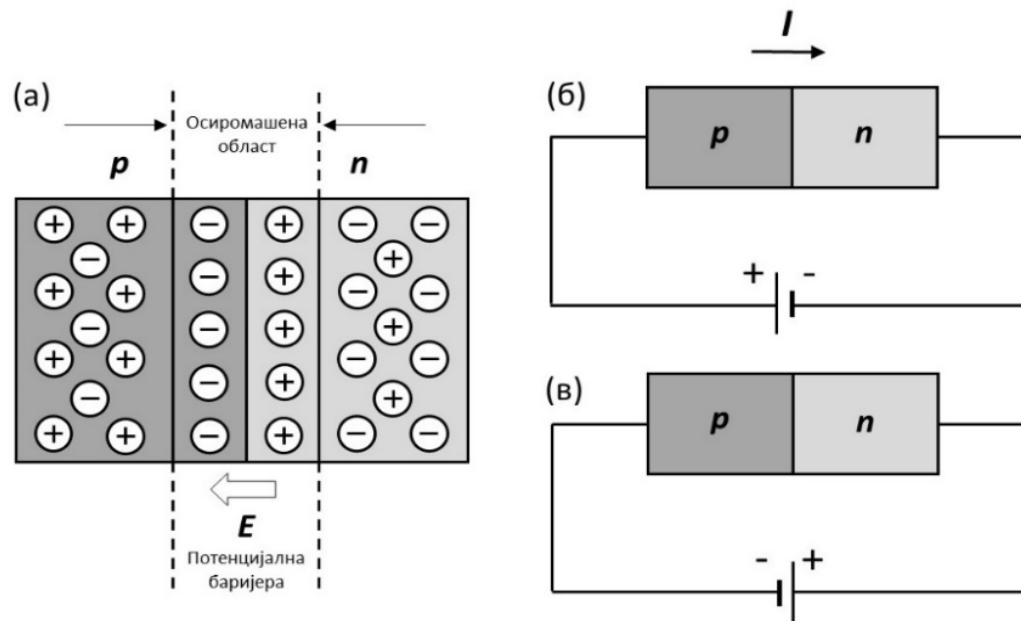
Dioda

- **Dioda** je najjednostavniji poluprovodnički uređaj. Ona dozvoljava struji da se kreće samo u jednom smeru.
- Dioda se dobija se kada se spoji jedan poluprovodnik N i P-tipa.
- Ukoliko se dioda sa izvorom struje spoji kao na slici - nema provođenja struje jer se e^- i šupljine kreću u suprotnom smeru (šupljine privlači "-" a e^- "+").
- Ako se baterija okrene dioda će provoditi struju. Na spoju između N i P, susreću se e^- i šupljine (e^- popunjavaju šupljine) te oba entiteta prestaju da postoje, a njihovo mesto zauzimaju novi e^- i šupljine... Ovo se zove - STRUJA !!!
- Znači dioda služi da dopusti tok struje u jednom a da zabrani njen tok u drugom smeru.
- Čemu to služi? Npr. uređaji koji koriste baterije imaju diodu da spreče kvar ako obrnuto ubacite bateriju. Ispravljači naizmjenične struje ...



Diode – potencijalna barijera

Na samom p-n spoju, dolazi do rekombinacije. Oko same granice spoja obrazuje jedan tanak sloj koji su sa jedne strane napustile šupljine a sa druge elektroni (tzv. osiromašena oblast), te je zbog toga u toj oblasti dolazi do formiranja električnog polja.

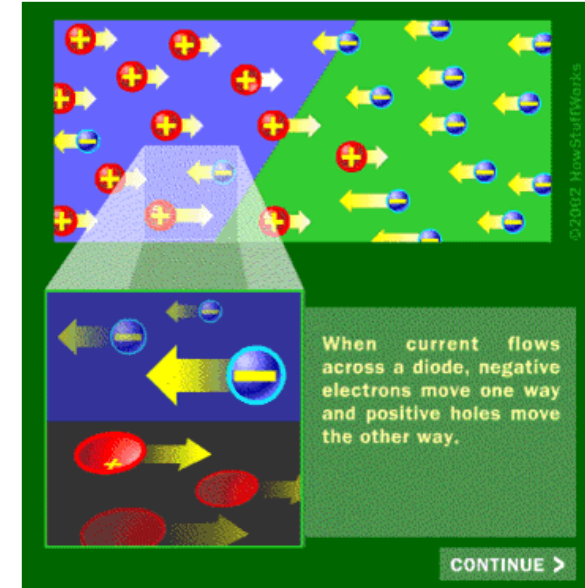


Razlika potencijala koji je ovom trenutku uspostavljen naziva se **potencijalna barijera**. Za silicijumske diode, iznosi oko 0.2 V, dok je za germanijumske diode nešto veća i iznosi oko 0.6 V.

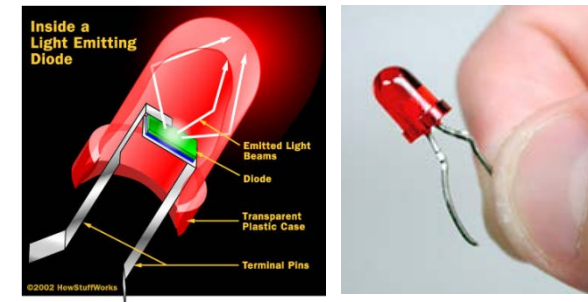
Shematski prikaz (a) potencijalne barijere; (b) direktno; (v) inverzno polarizovane diode

LED (Light Emitting Diode)

- Digitalni satovi, daljinski upravljači, jumbo TV ... LED ekrani!
- Ne pregorevaju, ne greju se puno jer svetle samo pomoću e^- prelaza u poluprovodniku.
- Za LED koristi se dopirani **AlGaAs** (alumunujum-galijum-arsenid) i dr.
- Prilikom rekombinacije elektrona iz provodne sa šupljinama iz valentine zone dolazi do oslobađanja energije u vidu EM zračenja.
- U zavisnosti od tipa poluprovodnika nastali fotoni mogu biti u IC oblasti (Si dioda), ili da svetle u VIS oblasti kao **VLED** (visible light emitting diode) čija boja zavisi od ΔE provodne trake i nižih orbitala.
- Imaju voma veliko iskorišćenje jer se ne greju i struja se troši samo na svetljenje.
- Zbog skupoće materijala i procesa pravljanja i dalje koristimo sijalice.

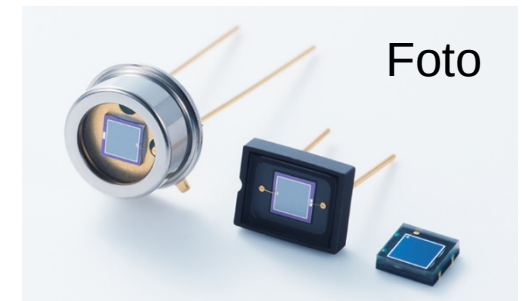
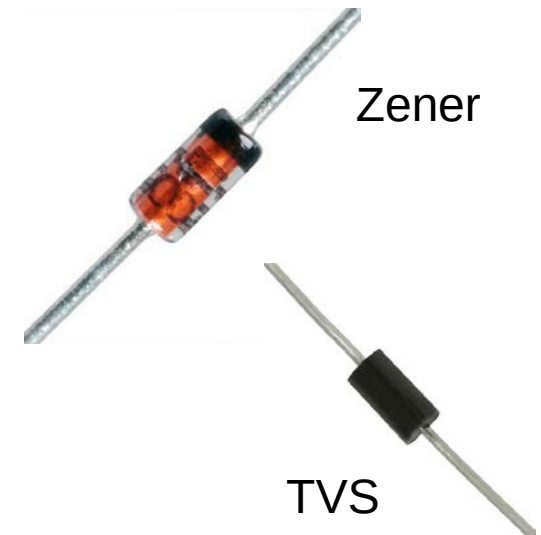


Princip rada LED



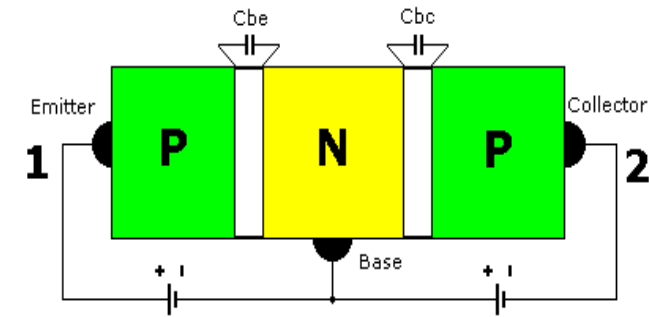
Vrste dioda

- **Ispravljačke diode** koriste se za pretvaranja naizmjenične struje u jednosmernu.
- **Prekidačke diode** su one koje u elektronskim kolima prelaze iz stanja provodnika u stanje neprovodnika (i obrnuto), najčešće pod dejstvom impulsne pobude.
- **Zener diode** su silicijumske diode koje su tako optimizovane da pri inverznoj polarizaciji rade u oblasti proboja. Proboj se događa kada se napon inverzne polarizacije toliko poveća da dolazi do raskidanja kovalentnih veza unutar kristalne rešetke u blizini inverzno-polarizovane oblasti.
- **Šotkijeve diode** su specifična prekidačka vrsta dioda koje sa stoje od spoja dopiranog poluprovodnika i metala.
- **TVS diode** (engl. Transient Voltage Suppression - TVS) su one diode koje se koriste kao zaštita elektronskih kola od viška struje dobijene pod uticajem indukovano napona ili elektrostatičkim pražnjenjem.
- **Verikap diode** rade u režimu inverzne polarizacije i zbog svoje specifične konstrukcije praktično predstavljaju kondenzatore promenljive kapacitivnosti koja se menja sa promenom napona inverzne polarizacije.
- **Fotodiode** su specifičan tip dioda kod kojih se vrednost inverzne struje zasićenja menja sa promenom intenziteta upadne svetlosti.



Tranzistori:

- Tranzistor se sastoji iz tri sloja (za razliku od diode koja ima samo 2).
- Mogu se formirati ili **NPN** ili **PNP** sendviči.
- Tranzistor može izigravati prekidač ili pojačavač. Kroz tranzistor ne bi zato trebala da teče struja (dioda blokiraju struju u oba smera).
- Ipak, ako se pored spoljašnje struje, na središnji sloj dovede mala struja, kroz tranzistor može teći mnogo jača struja.
- Ovo od tranzistora čini pojačavač jer mala struja (u zavisnosti od struje koja se dovodi na bazu) može dati nekoliko stotina puta jaču struju.



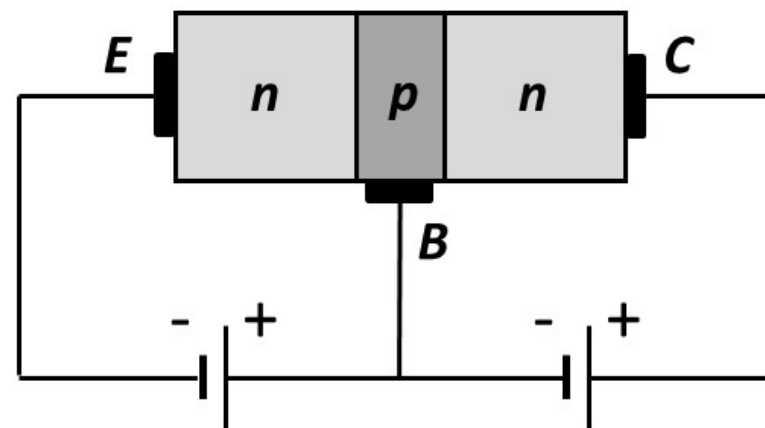
Bipolarni tranzistori



Tipovi tranzistora

Tranzistori se prema načinu rada dele u dve glavne grupe: **bipolarne tranzistore** kod kojih provodljivost zavisi od manjinskih nosilaca (elektrona u n-p-n, ili šupljina u p-n-p tipu) i **unipolarne tranzistore** (engl. Field Effect Transistor- FET), kod kojih provodljivost zavisi samo od većinskih nosilaca (elektrona u n-kanalnom ili šupljina u p-kanalnom tipu).

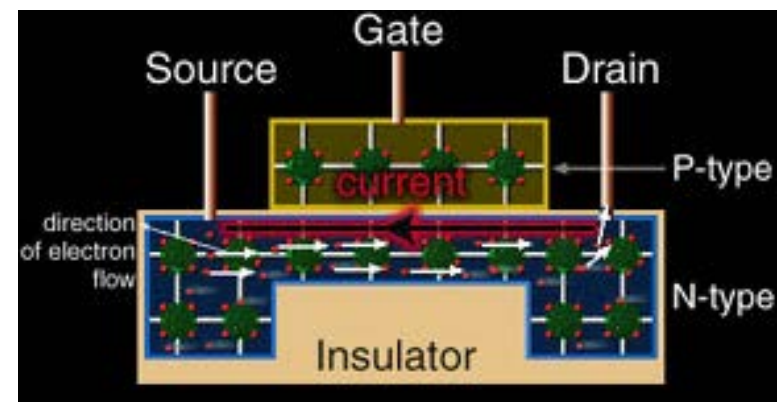
Bipolarni tranzistori se sastoje od dva p-n spoja, kod kojih je jedna oblast zajednička za oba spoja. Ta zajednička oblast naziva se baza (engl. Base - B). Oblasti sa jedne i druge strane baze, iako su od istog tipa poluprovodnika, nisu identične. Naime, jedna strana je jače dopirana od druge i ona se naziva emiter (engl. Emitter - E). Slabije dopiranu stranu nazivamo kolektor (engl. Collector - C).



Tipovi tranzistora

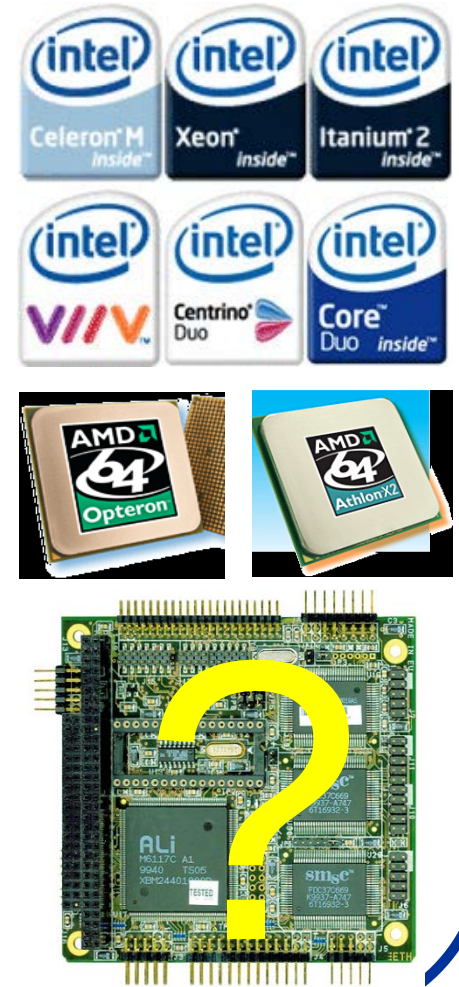
FET tranzistori tj. tranzistori sa efektom polja se sastoje od po dve oblasti p ili n - tipa poluprovodnika između kojih se nalazi jače dopirana oblast (kanal) suprotnog tipa. Svi FET tranzistori imaju elemente koji se nazivaju: sors (engl. source), drejn (engl. drain) i gejt (engl. gate), koji odgovaraju emiteru, kolektoru i bazi kod bipolarnih tranzistora.

- Provodljivost kanala moduliše kontakt gate.
- U zavisnosti od toga da li je kanal n ili p - tipa, razlikujemo n - kanalne i p - kanalne FET tranzistore.
- Postoji veliki broj različitih tipova FET tranzistora: MOSFET, DGMOSFET, JFET, DEPFET, FREDFET, MODFET i dr.



Integrisana kola

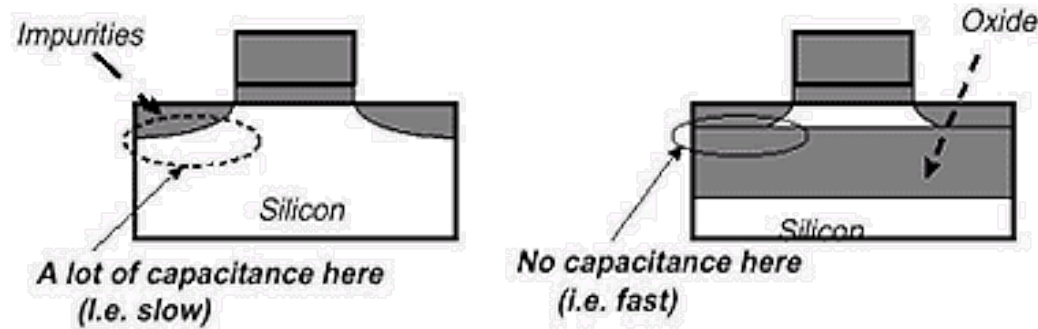
- Ukoliko imamo elektronsku komponentu na kojoj je na jednom kristalu integrisano više tranzistora, dioda i drugih elektronskih elemenata koji su međusobno povezani, nju nazivamo **integrisano kolo ili čip (engl. chip)**.
- Silicijumski čip je pločica silicijuma koja sadrži hiljade ili milione međusobno spojenih tranzistora.
- Brzina rada čipa zavisi od broja tranzistora na njemu, brzine svakog od tranzistora i kašnjenja pri prenosu električnih impulsa kroz provodnik između dva tranzistora.
- Tipovi čipova su:
 - (1) mikroprocesorski - čip koji sadrži CPU i malu količinu memorije za specijalne namene tj. keš,
 - (2) memorijski - za pamćenje podataka i
 - (3) logički - za kontrolu rada magistrala i diskova.
- Dokle mogu procesori da se ubrzavaju?
- Tipovi čipova:
 - **Mikroprocesorski** (čip koji sadrži CPU i malu količinu memorije za specijalne namene tj. KEŠ). Arhitekture: Intel 80x86; (x=2,3,4); Pentium MMX, Celeron, Pentium Xeon, Pentium III, Pentium IV, Pentium V, Pentium iX, AMD... Do sada, u glavnom, 32-bitna arhitektura (po 32-bitnoj reči koju procesori obrađuju). Danas, 64-bitna kao i spajanje procesora sa 2, 4, 8 ili više jezgara.
 - **Memorijski** (za pamćenje)
 - **Logički** (za kontrolu rada magistrala, diskova...)



Čipovi – sastav i proizvodnja

1) Silicijum na izolatoru (SOI)

- SOI je način proizvodnje gde se sloj izolatora pravi na silicijumskoj osnovi izolujući gornji sloj silicijuma. Na taj način se aktivni tranzistori prave od ostatka silicijumske ploče (matrice).

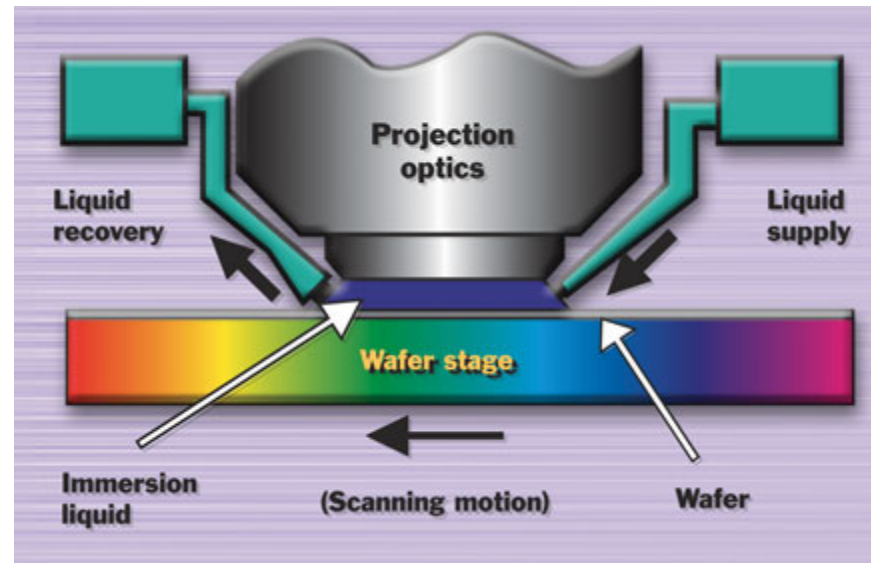


- Sloj oksida igra ulogu barijere koja sprečava „curenje“ struje iz tranzistora taklo da se na ovaj način dobijaju poluprovodnički uređaji koji su mali potrošači struje.
- Ovi čipovi se koriste za servere, radne stanice, laptop i desktop kompjutere, uređaje za bežičnu komunikaciju, integrisane optičke komponente itd.

Čipovi – sastav i proizvodnja

2) Imerziona litografija

- To je princip proizvodnje gde se stavlja sloj tečnosti između sočiva i osnove. To se radi zato da bi se postiglo dodatno prelamanje svetlosti dok prolazi kroz sloj tečnosti. Na ovaj način se povećava rezolucija „štampanja“ procesorske sheme.
- Prema podacima koje daje IBM, imerzioni lito-proces može postići da se npr. pomoću svetlosti od 193 nm postiže kreiranje silicijumskih komponenti od 45 nm ili čak manje.



Čipovi – sastav i proizvodnja

3) Bakar

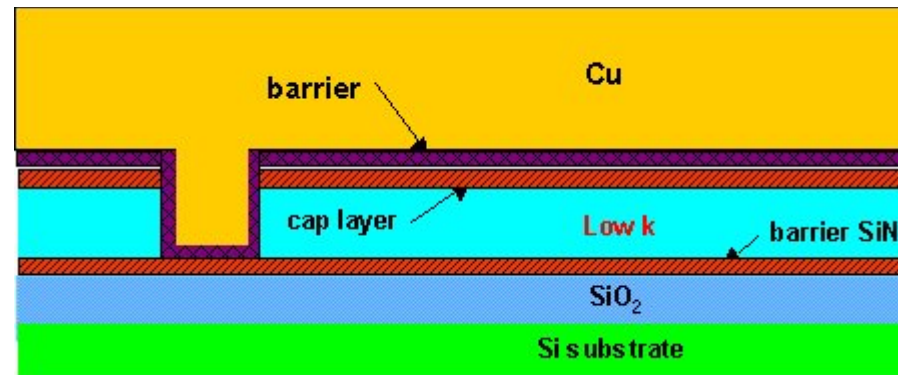
- Bakar je kao materijal danas u širokoj upotrebi za kreiranje interkonektora. Ranije se koristio aluminijum.
- Naime, čipovi se na neki način moraju snabdeti strujom i to se radi putem bakarnih provodnika. S obzirom da je bakar dobar provodnik on dozvoljava snabdevanje procesora uz malu potrošnju struje.
- Bakar se nanosi elektrodepozicijom iz rastvora CuSO_4 a uvek su u igri novi materijali koji bi bili jeftiniji ali i bolji provodnici.



Čipovi – sastav i proizvodnja

4) Dielektrici sa niskom konstantom k

- Dielektrici koji imaju malu dielektričnu konstantu (k) u odnosu na silicijum-dioksid se koriste da bi formirali izolaciju između interkonektora u integrisanim kolima.
- Što je manja vrednost konstante „ k “ to je izolacija bolja. Idealni izolator je vazduh koji ima konstantu $k=1$. Međutim, još uvek se ne prave kompleksna integrisana kola samo sa vazduhom između žica (tehnika koja se zove SON - „Silicon On Nothing“) jer je tehnika isuviše komplikovana za širu proizvodnju.
- Danas se istraživanja odvijaju u pravcu pronalaženja dielektričnih materijala koji su što porozniji (da sadrže maksimalnu količinu vazduha) ali da su dovoljno izdrživi da bi podneli proces proizvodnje čipova.
- Većina dielektričnih materijala se postavljaju na čipove ili „spin-on“ procesom ili procesom naparavanja (CVD - „Chemical Vapor Deposition“).



Čipovi – sastav i proizvodnja

5) Napregnut (usmeren) germanijum

- Germanijum se kao dopant koristi u procesu proizvodnje čipova već duže vreme. Naime, ova tehnika koja se zove „prednapregnut silicijum“ (Strained Silicon). U ovoj tehnici mešavina silicijuma i germanijuma se stavlja na sloj čistog silicijuma pri čemu se silicijumovi atomi „rastežu“ tj. preuređuju duž kristalne rešetke germanijuma.
- Na ovaj način se prave „putevi“ u kristalnoj rešetki kroz koje je omogućen protok većeg broja elektrona kroz integrisano kolo.
- Dugo je već poznato da je germanijum bolji provodnik od silicijuma ali još uvek nije pronađen metod kako „ugraditi“ veću količinu germanijuma u čipove pomoću postojećih konvencionalnih tehnika.
- IBM puno ulaže na usavršavanju ove tehnike i već imaju dobrih rezultata u kreiranju „usmerenog germanijuma“ (Strained Germanium) i povećavanju performansi čipova.
- Germanijum, koji se inače dobija kao nus-proizvod u procesu proizvodnje u preradi rude cinka, je element koji ima istu kristalnu strukturu kao dijamant. On je po svojoj prirodi poluprovodnik.



Čipovi – sastav i proizvodnja

6) EUV tehnika (Extreme Ultra Violet)

- To je jednostavno tehnika gde se za litografiju koristi svetlost male talasne dužine (13nm). Ukoliko se naprave adekvatne „maske“ mogu se napraviti male komponente na čipu. Danas se radi na tzv. X-ray litografiji gde bi se koristile još manje talasne dužine.

7) Separacija implantiranjem kiseonika (SIMOX)

- *Separation by Implantation of Oxygen* (SIMOX) je radikalno nova tehnika proizvodnje čipova.
- Ova tehnika se zasniva na pravljenju savršeno glatkog sloja silicijum-oksida (debljine 0.15 mikrona). Ovaj tanki sloj silicijuma praktično nema nesavršenosti ili nečistoća.
- SIMOX proces proizvodnje uključuje direktno ubrizgavanje prečišćenog kiseonika u silicijumski matriks na ekstremno visokim temperaturama na kojima se se kiseonik vezuje za silicijum praveći tanak sloj (film) silicijum-oksida. Ovaj novoformirani sloj je idealno vezan za podlogu od čistog silicijuma.

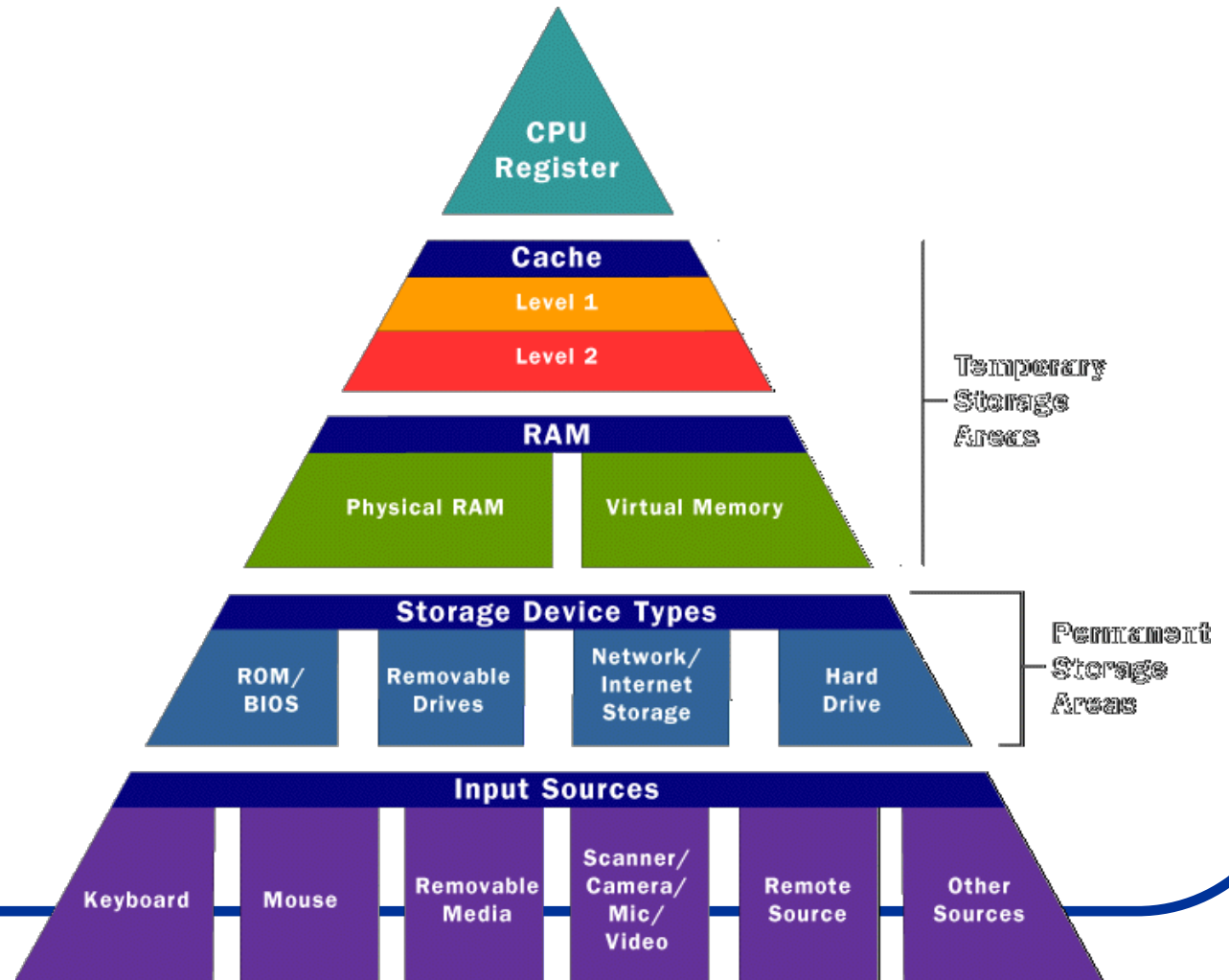
Memorija računara:

- Deli se na spoljašnju i unutrašnju memoriju.
- **Unutrašnja** memorija sastoji se iz:
 - *glavne* memorije
 - *registra* u procesoru
 - *keš* memorije procesora
- **Spoljašnja** memorija nalazi se na različitim memorijskim uređajima: diskovi, trake, magnetno-optički diskovi, itd.
- Memorijske možemo podeliti i prema stalnosti zapisa informacija koje čuvaju:
 - memorije sa **privremenim** zapisom (gube informacije po prestanku napajanja)
 - memorije sa **stalnim** zapisom (ne gube informaciju po nestanku struje)
- Memorijske takođe možemo podeliti i prema tehnologiji zapisa (poluprovodnička, optička, magnetna).
- Memorijske delimo i prema kapacitetu (količini informacija koju memorija može da sadrži). Izražava se u **bajtovima** ili rečima. Dužina reči zavisi od tipa procesora (najčešće dužine reči su 8,16,32 ili 64 **bita** tj. 1,2,4 ili 8 **bajta**).
- **1bajt=8 bitova** (binarnih cifara)



Hijerarhija memorija:

- Memorije u računarskom sistemu mogu se prikazati u obliku hijerarhije (cena i brzina pristupa).
- Od vrha ka dnu piramide smanjuje se cena bita memorije, povećava kapacitet i vreme pristupa i opada učestalost pristupa memoriji od strane CPU.
- **ROM** (Read Only Memory) je memorija koja se samo može čitati za razliku od **RAM** (Random Access Memory).
- Danas se ta razlika sve više gubi.



ROM memorija:

- **Glavna memorija** - pravi se od poluprovodnika i sastoji se iz *memorijskih ćelija* koje poseduju 2 stabilna stanja koja predstavljaju binarnu **0** i **1**.
- **Memorijske ćelije** - pakuju se u **čip** veličine 1, 4, 16, 32, 64, 128, 256, 512, 1G, 2G, 4G, 8G, 16G ... ćelija.
- Tipovi memorija:
 - **ROM (Read Only Memory)** je memorija čiji je sadržaj stalan i ne može da se menja (koristi se za čuvanje sistemskih programa).

Prednosti: Brz pristup podacima

Mane: Greška (kvar) traži zamenu celog čipa

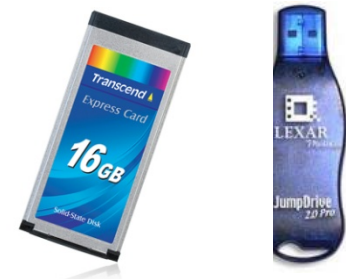
Verzije ROM:

PROM (Progammable ROM) - ROM koji se isporučuje prazan (može se upisati samo jednom)

EPROM (Erasable PROM) - to je PROM koji se može brisati pomoću **UV** zraka (sporo i glupavo)

EEPROM (Electrically EPROM) - to je EPROM koji se može brisati strujom (brzo i skupo)

FLASH memorija - slična je EEPROM memoriji, ali brisanje je duže (par sekundi, ali jeftino)



RAM memorija:

- **RAM (Random Access Memory)** je memorija koja se može proizvoljni broj puta upisivati i brisati.
 - pisanje i brisanje se vrši pomoću električnih signala
 - RAM je nestalna memorija (gubi svoj sadržaj po prestanku napajanja)
- Postoje 2 vrste RAM-a
 1. **S-RAM (Statički RAM)** - koristi se za čuvanje podataka putem flip-flop kombinatorne mreže i ne mora se osvežavati u toku vremena (brža memorija ali ne preterano velika)
 2. **D-RAM (Dinamički RAM)** - čuva podatke kao naelektrisanja u kondenzatorima koji se vremenom prazne te se mora periodično izvršiti osvežavanje zapisa (sporija od SRAM ali gušći zapis dozvoljava veliku količinu memorije).

Postoje podvrste **DRAM** memorije u zavisnosti od tehnologija pravljenja:

FPM (Fast Page Mode); **EDO** (Enhanced Data Out), **BEDO** (Burst EDO), **CDRAM** (Cache DRAM), **SDRAM** (najčešće se koristi u PC-računarima kao PC-66, PC-100, PC-133), **ESDRAM** (Enhanced SDRAM), **DDR SDRAM** (Double Data Rate SDRAM - 2x brža od SDRAM: **DDR1, DDR2, DDR3, DDR4**), **SGRAM** (Synchronous Graphics RAM, za grafiku), **RDRAM** (Rambus DRAM), **SLDRAM** (Synchronous Link DRAM).



Keš memorija:

Keš memorija

- **Osnovna funkcija:** Povećanje performansi računarskog sistema.
- **Svrha:** Da premosti razlike u brzini između procesora i glavne memorije.
- **Kako to sve radi?** Keš memorija je znatno brža od glavne memorije. Ako procesor često zahteva neki podatak iz memorije, a on je privremeno smešten u keš, tada će brzina prenosa podataka biti znatno veća.
- **I zato u praksi ...** kupovati računare sa procesorom koji ima što više keša.
- Danas se keš memorija ne nalazi samo uz procesor već sa stavlja svuda (disk uređaji, razni kontroleri, grafičke kartice ...)

Bafer memorija

- Slična kešu. Koristi se za sprečavanje gomilanja podataka sa dolaznog na izlazni port U/I uređaja. U kešu se nalaze bukvalno kopije podataka koji se nalaze u glavnoj memoriji dok su baferu podaci originalno smešteni.



Spoljašnja memorija

Spoljašnja memorija:

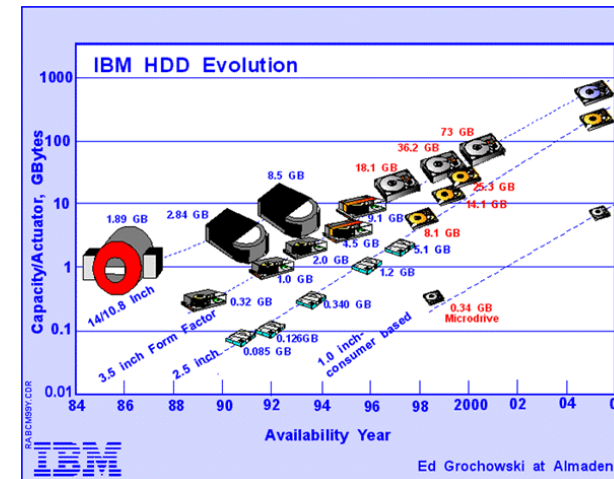
Šta je spoljašnja memorija ?

- Sadrži podatke i programe koji se ne koriste aktivno u određenom trenutku.
- Sadržaj spoljašnje memorije je stalan i ne nestaje sa prestakom napajanja.
- Sporija je od unutrašnje memorije ali zato ima veći kapacitet.
- Tipovi spoljašnje memorije:
 - Magnetni diskovi (hard-diskovi)
 - Optički diskovi (CD-R, CD-RW, DVD-R, DVD-RW, HD-DVD, Blue-Ray...)
 - USB flash memorije, diskete, magnetne trake ...

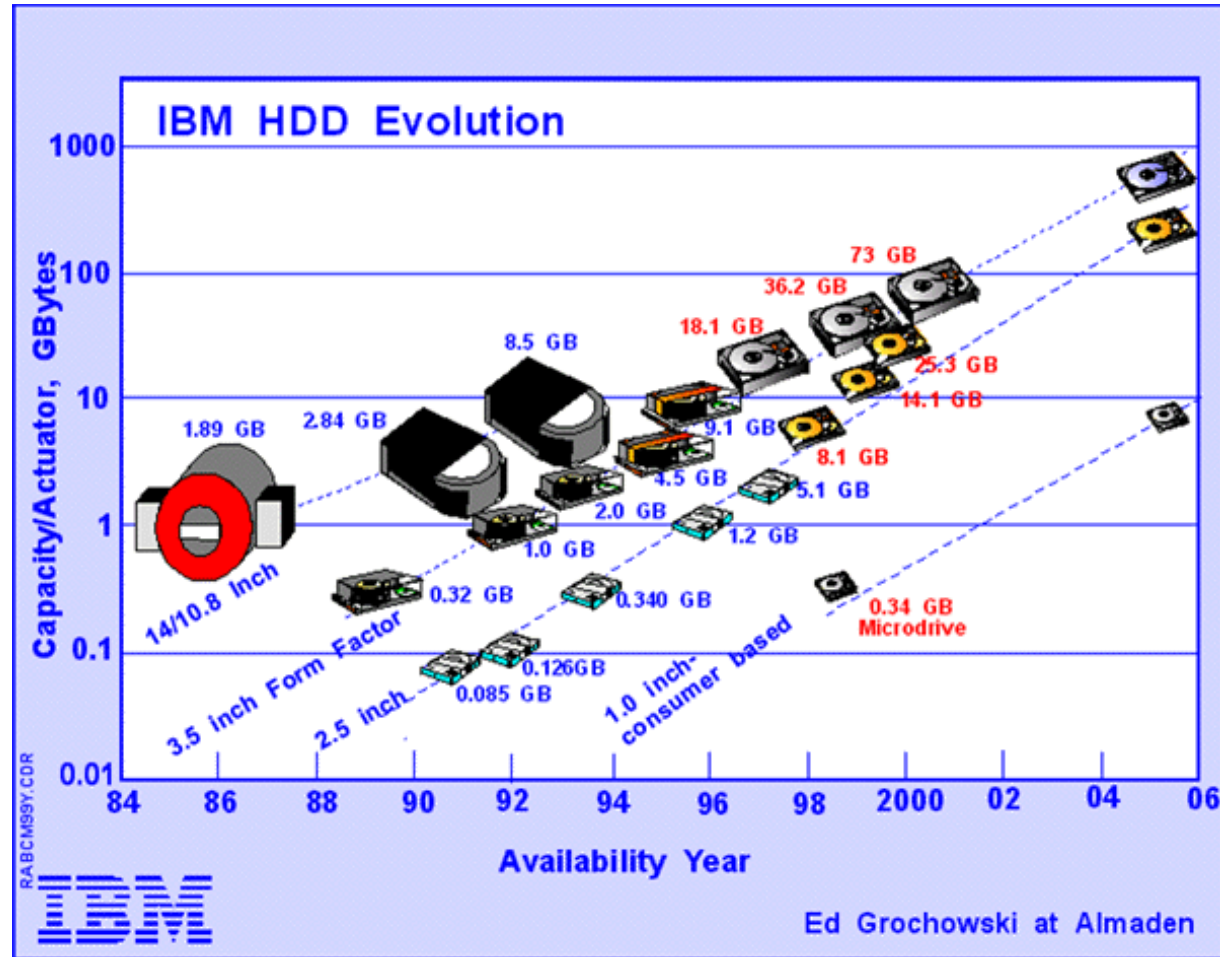


Magnetni disk (hard-disk):

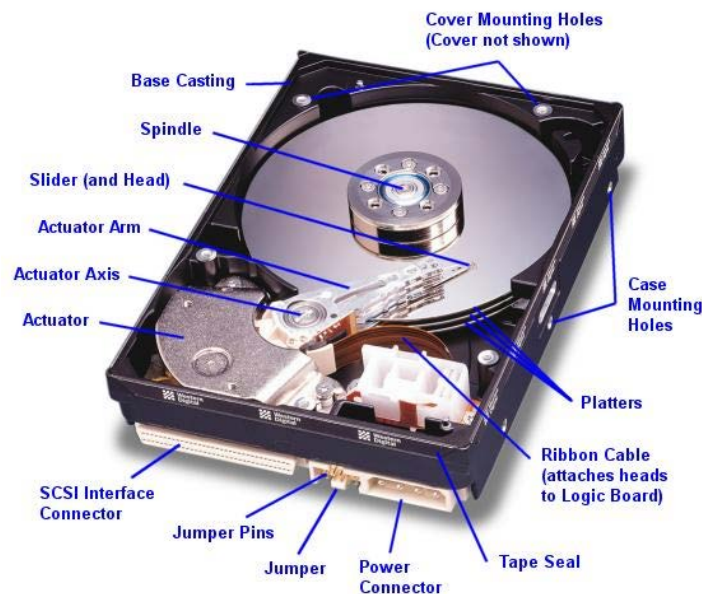
- Hard-disk se sastoji iz kružnih ploča veličina između 1.8 i 5.25 inča koje se prave od metala ili plastike i prevlače materijalom koji ima magnetna svojstva.
- Podaci se zapisuju i čitaju pomoću posebnog provodnika sa kalemom (upisno-čitajuća glava).
- Za vreme upisa glava je nepomična a rotira ploča ispod nje.
- Trend razvoja hard-diskova do danas.



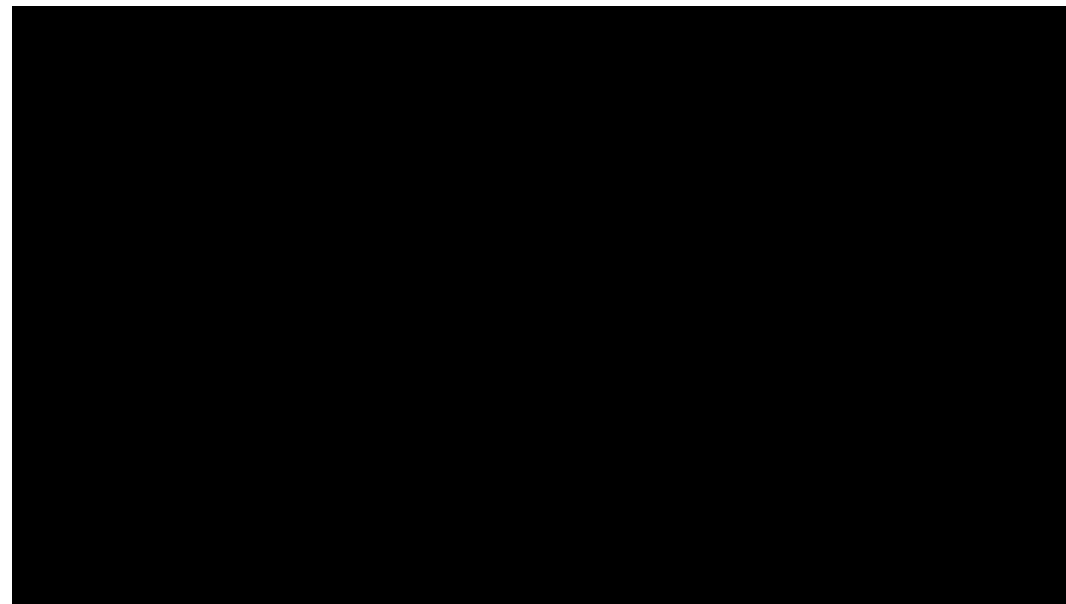
Magnetni disk (hard-disk):



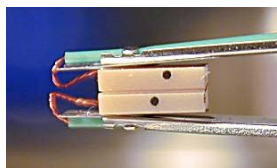
Osnovni delovi hard-diska:



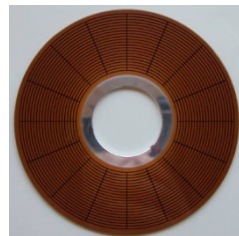
- Kućište diska
- Ploče (jedna ili više)
- Ruka čitača
- Upisno-čitajuća glava
- Osovina diska
- Mehanizam za pozicioniranje sa elektromotorom
- Konektori



- Ovo su osnovni delovi svakog hard-diska bez obzira kojih je dimenzija



Upisno-čitajuća glava



Ploča



Stari IBM HDD

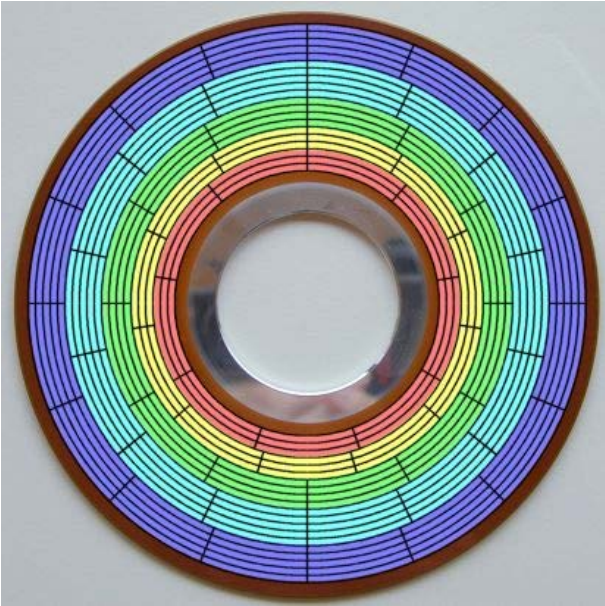


HDD za notebook



Micro HDD za iPod i DVD kamere

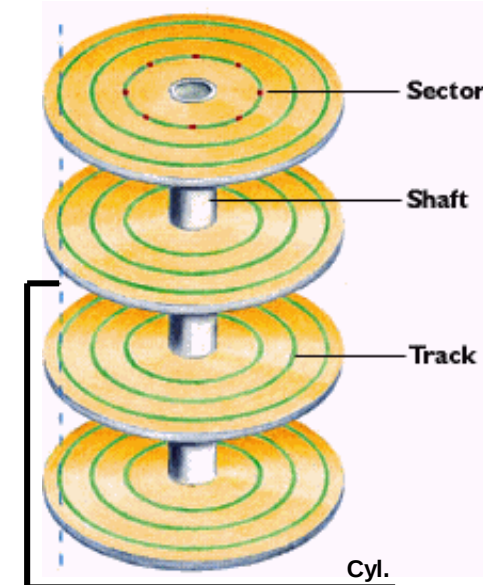
Struktura hard-diska:



U strukturi HDD ploče možemo razlikovati:

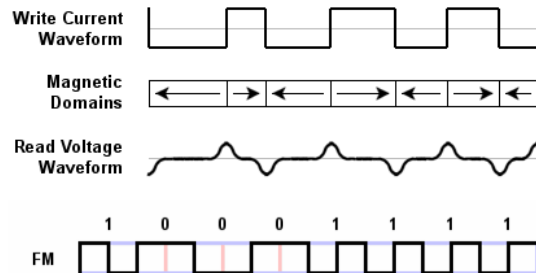
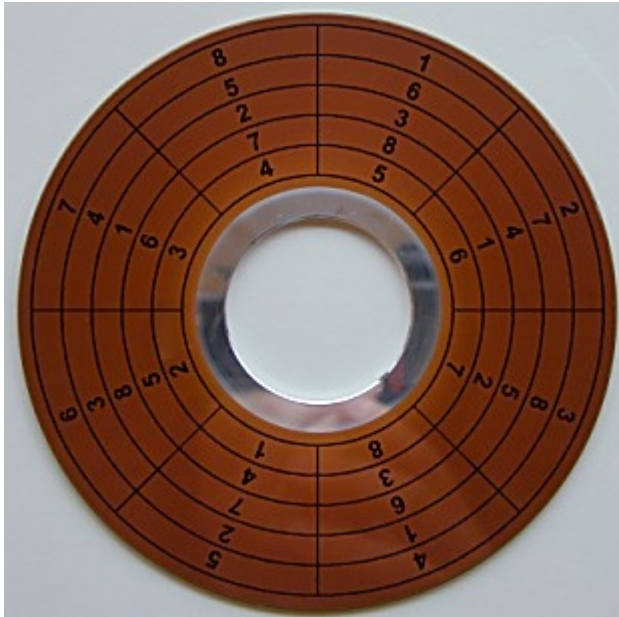
- sektore
- staze (trake)
- cilindre

- Ovaj model diska ima 20 **traka**.
- Trake su podeljene na 5 zona različitih boja.
- Plava zona npr. ima 5 traka od kojih svaka ima 16 **sektora**, cian zona ima 5 traka sa 14 sektora
- Sektori mogu biti fiksne ili promenljive dužine.



- Dijagram desno ilustruje šta su to "**cilindri**".
- Označeni cilindar se sastoji npr. iz 8 traka (2 trake po jednoj ploči).
- Između staza je prazan prostor koji spečava interferenciju između magnetnih polja.
- Susedni sektori su razdvojeni prazninama koje se koriste kao oznake za početak i kraj sektora.

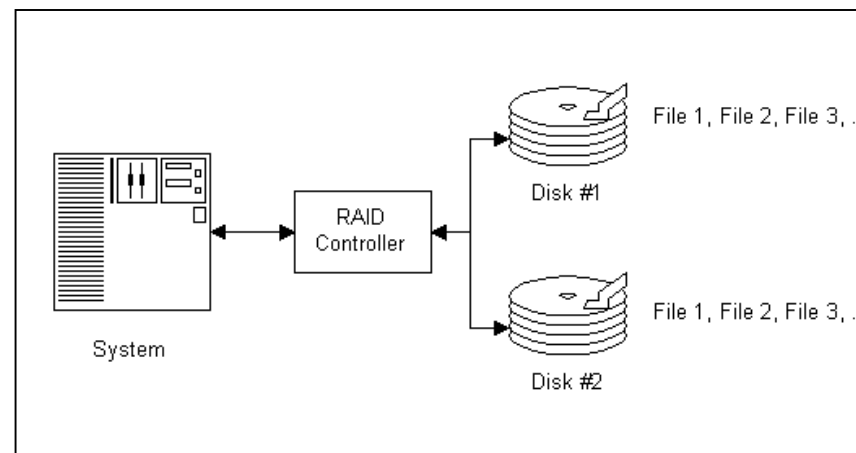
Način zapisivanja podataka:



- Podaci se upisuju u sektore u okviru staza (**sektorski metod**) ili po vertikali u okviru cilindra (**cilindrični metod**) pošto su čitači istovremeno iznad paralelnih sektora.
- Pre čuvanja podataka, ploča presvučena magnetnim materijalom mora biti podeljena u sektore procesom **formatiranja** niskog nivoa (low level formatting).
- Disk se može i **particionisati**, što znači da se odvajaju pojedine grupe cilindara koje operativni sistem može da posmatra kao pojedinačne diskove.
- Upis podataka na disk se vrši pomoću magnetnog polja koja formira struja u pisaču. Podaci se čitaju indukovanjem struje magnetnim poljem koje se pomera ispod čitača.

RAID tehnologija:

- **RAID (Redundant Array of Independent Disks)** tehnologija napravljena je da podržava veliki broj diskova sa kontrolerskim čipom i ugrađenim specijalizovanim softverom.
- Koji je princip RAID tehnologije ? Umesto da smešta podatke na jedinicu diska jednim putem, RAID istovremeno razmešta podatke preko više paralelnih puteva i na taj način se postiže kraće vreme odziva.
- Neki računarski sistemi (npr. serveri) traže mnogo brži transfer podataka koji im današnji drajvovi mogu da pruže i to im obezbeđuje RAID-0 tehnologija komadanja podataka na više različitih diskova.
- Neki korisnici traže zaštitu podataka i to obezbeđuje RAID-1 tehnologija istovremenog zapisa podataka na dva diska (data mirroring).
- RAID-(2,3,4,5,6,7,10,53,1+0).



Blok dijagram RAID konfiguracije. RAID kontroler duplira istu informaciju na svaki od hard-diskova.

Solid-state hard diskovi:

- Korste flash memoriju (ROM) ili DRAM tj. SRAM memoriju (RAM).
- Prednosti:
Nemaju pokretnih delova, brži, tiši, manje podložni kvaru, manje troše struju, manje se greju, podnose udarce.
- Mane:
Visoka cena (10-15 \$ po GB u odnosu na ispod 1 \$ za mehaničke HD), za sada manji kapacitet - standardno 1.6 TB na 3,5" SSD, osetljiviji na nestanak struje i uticaj spoljašnjeg magnetnog polja.



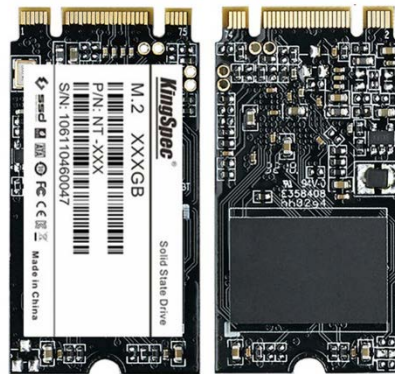
Tradicionalni 2.5" HD

V.S.



Solid-state HD (SSD)

V.S.



M2 SATA SSD



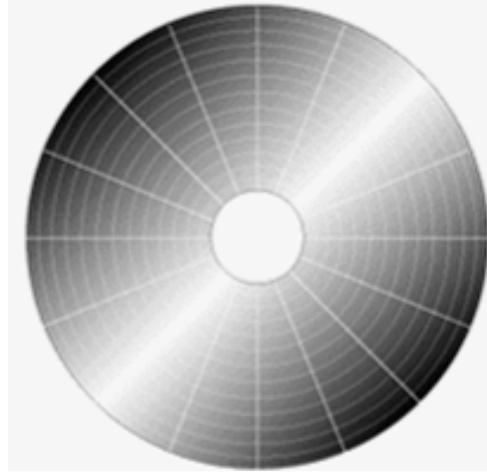
Optički diskovi:

- Jedan od najviše korišćenih medijuma za arhiviranje podataka.
- Najviše koristi od tehnologije optičkih diskova imaju memorijski-zahtevne aplikacije (multimedija i obrada slika).
- Prvi **CD** (**C**ompact **D**isc) 1983.god (naravno, muzički :)
- Slično kao i kod magnetnih diskova, kod optičkih diskova podaci se čitaju tako što ploča diska rotira ispod mehanizma za čitanje.
- Danas razni tipovi: CD/R/RW DVD+/-R/RW; DVD/DL; BlueRay; HD...

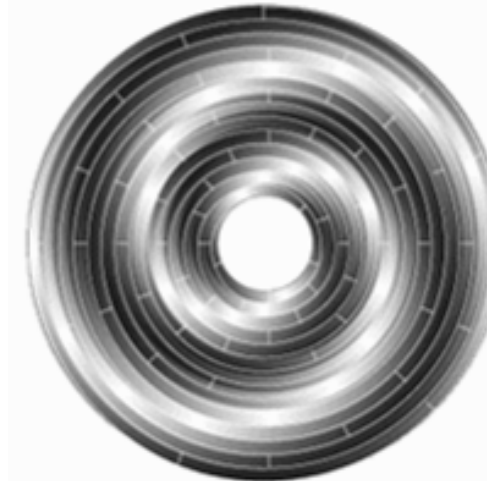


Mehanizmi zapisa:

- Postoje 2 osnovna mehanizma za pisanje i čitanje podataka:
 - CAV** (**C**onstant **A**ngular **V**elocity) - disk se obrće konstantnom brzinom pa podaci po obodu diska prolaze većom brzinom nego podaci koji su bliže centru. Ova razlika se nadoknađuje povećanjem prostora među bitovima na delovima diska bližem obodu (nedostatak: neekonomično korišćenje prostora)
 - CLV** (**C**onstant **L**inear **V**elocity) - podaci se zapisuju na celom disku u segmente jednake veličine. Zbog toga, disk se rotira sporije kada se čitaju podaci bliže obodu a brže kada čita podatke koji su bliže centru diska. Ovako se čitanje obavlja konstantnom linearnom brzinom (često se umesto više koncentričnih, postavlja jedna spiralna staza).



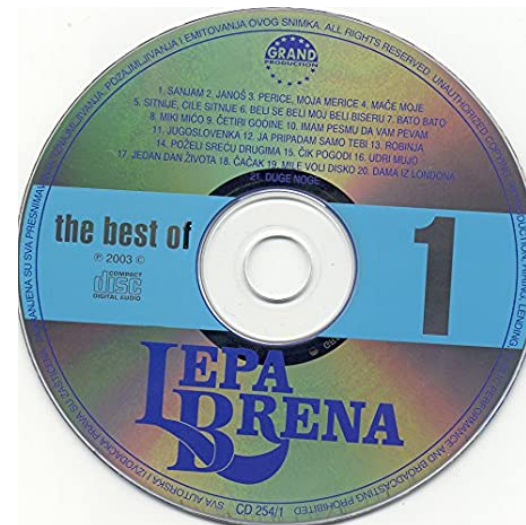
CAV



CLV

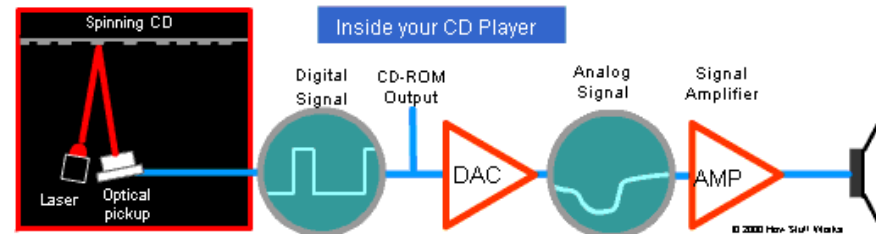
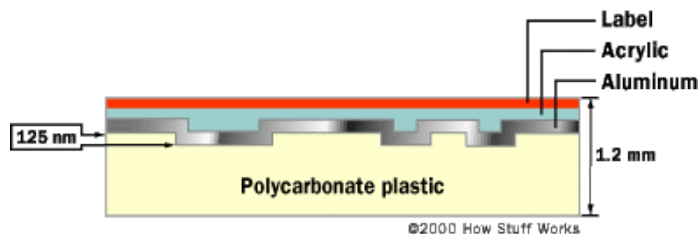
CD-ROM:

- **CD-ROM (Compact Disc-Read Only Memory)**
- Obuhvataju **CD-R (CD-Recordable)**; **CD-RW (CD-ReWritable)** ... diskove
- Postoje 2 načina zapisa:
 - za računarske podatke
 - za druge tipove podataka (audio, video ...)
- Osnovni formati za zapisivanje sistema datoteka su:
 - **ISO 9660** (malo zastareo, ograničen imenom datoteke do 31 karaktera)
 - **Joliet** (podržava dugačka imena datoteka za Win 95,98,NT,2000,XP,Vista,7)
 - **Rock Ridge** (poboljšani ISO 9660)
 - **UDF (Universal Digital Format)** – rešen problem veličine fajlova
- Prečnik normalnog diska je standardno 120 mm a debljina 1.2 mm), ima manji
- Podaci se smeštaju sekvencijalno u sektroma veličine 2KB.
- Za zapis i čitanje podataka koristi se infracrveni laser od 780 nm.
- Kapacitet - 700 MB.
- Postoje i CD-DA (CD-DigitalAudio), CD-WO (CD-WriteOnly) ...



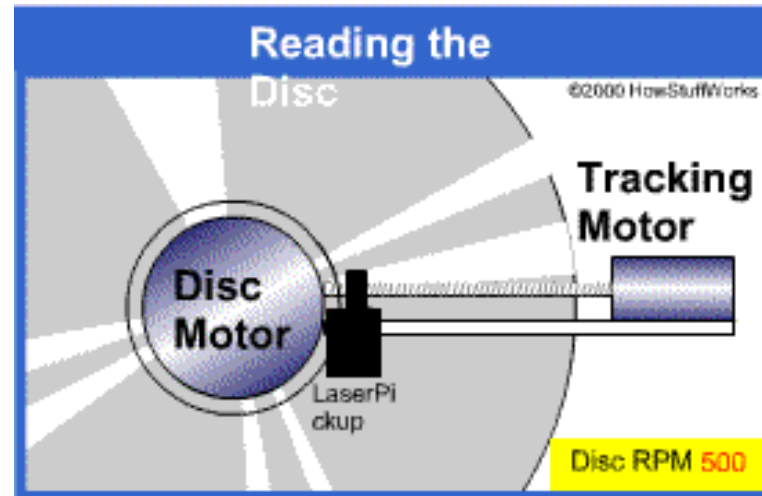
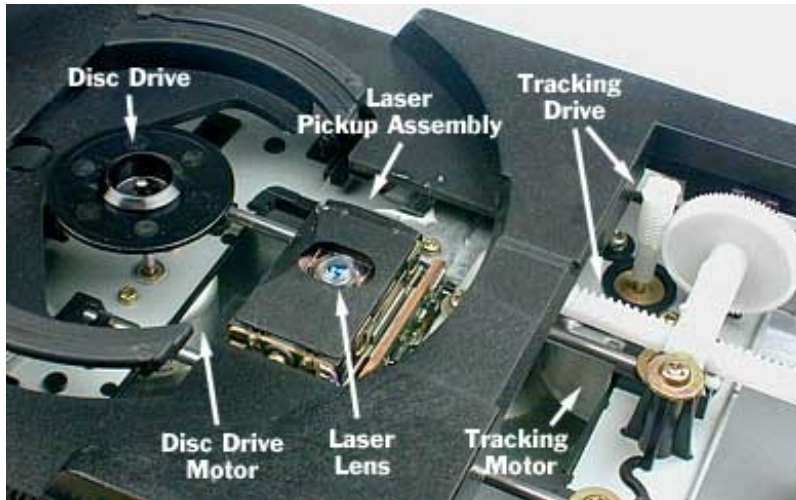
CD-ROM (tehnologija čitanja):

- Diskovi se prave od polikarbonata (plastika) u koji se u toku proizvodnje utiskuju rupice u obliku spirale od unutra ka spolja, zatim se preko stavlja tanka visoko-reflektivna površina (obično od aluminijuma) i zatim zaštitni sloj. Ovako se fabrički prave diskovi (npr. muzički).
- Podaci se čitaju na sledeći način: laser se normalno reflektuje o Al sloj, ali kada naiđe na brdašce (koja je dubine oko $1/4$ - $1/6$ talasne dužine lasera), optički senzor detektuje promenu refleksije...



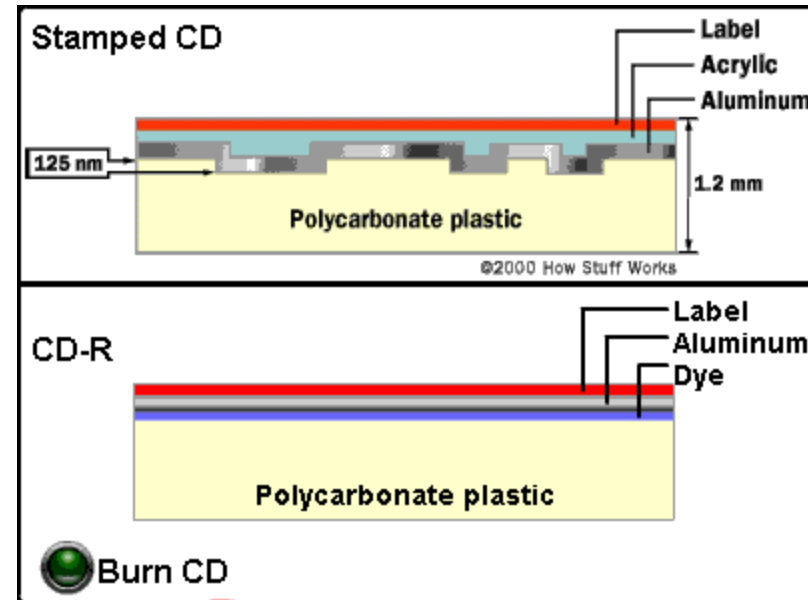
CD-ROM (tehnologija čitanja):

- Podaci se čitaju pomoću CD-drajva koji radi po sledećem principu:
 - 1 elektromotor vrti disk promenljivom brzinom
 - 2 elektromotor pomera laser od unutrašnjosti ka spolja
 - podaci se dekodiraju pomoću računara
- Motor CD-čitača usporava rotaciju diska kako laser ide ka obodu zbog pomenute konstantne brzine čitanja.



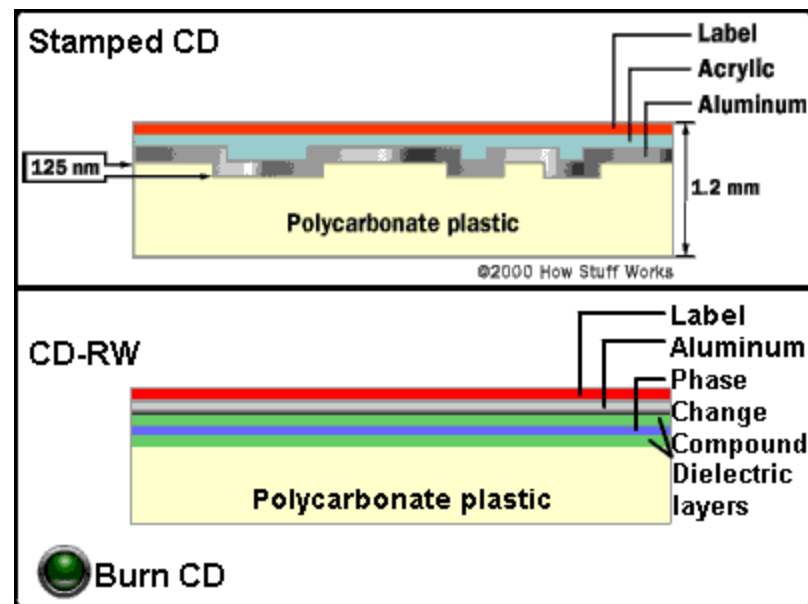
CD-R (tehnologija pisanja):

- Objašnjen princip upisivanja podataka nije praktičan za kućnu upotrebu, zato se koriste CD-R diskovi.
 - CD-R diskovi nemaju brdašca kao "štampani" CD-ovi već su ravni:
-
- Međutim, iznad sloja plastike postoji sloj boje iznad koga je sloj Al, pa sloj zaštite.
 - Kada se boja zagreje (u rezačima postoji pored slabijeg lasera za čitanje i "jači" laser koji služi za rezanje), ona potamni i svetlost ne može proći kroz nju.
 - Ovako se (i pored toga što nema rupica) na CD-R može čitati (tamno je 0, a svetlo 1).



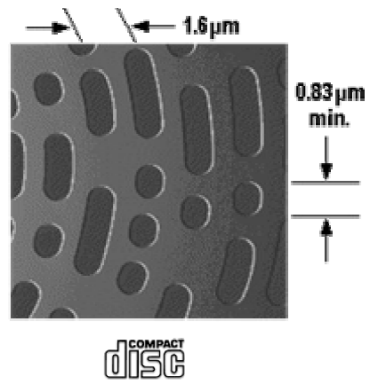
CD-RW (tehnologija pisanja):

- CD-RW diskovi se za razliku od CD-R diskova mogu brisati i na njih se podaci mogu upisivati više puta. Kako sad to radi ?
- Ovi diskovi bazirani su na tehnologiji promene faza. Element čija se faza menja je jedinjenje sastavljeno od srebra, antimona, telura i indijuma. Kada se ovo jedinjenje zagreje do 600°C postaje tečnost i ako se brzo ohladi ostaje amorfnog oblika (koji je netransparentan za svetlost čitajućeg lasera "0"). Ako se ovo jedinjenje zagreje samo do 200°C omekša, ali može potom brzo zauzeti kristalnu formu koja propušta svetlost "1".
- Ovde sada znači postoje 3 lasera:
 - jedan koji samo čita (read)
 - jedan koji topi do 600°C (write)
 - jedan koji topi do 200°C (format)
- CD-RW diskovi se isporučuju u kristalnoj formi, spremni za upis.
- Problem: CD-RW ne reflektuju dovoljno svetlosti, te ih stari CD-R čitači ne mogu prepoznati.

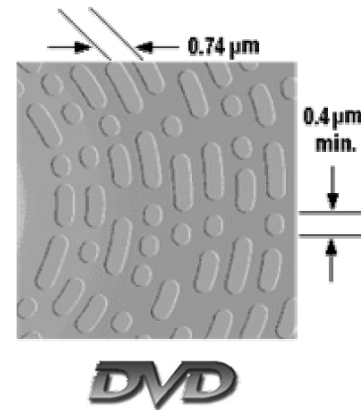


DVD-diskovi:

- **DVD** (**D**igital **V**ideo **D**isc, **D**igital **V**ersatile (svestran) **D**isc) su optički diskovi većeg kapaciteta, ali fizički iste veličine kao CD-ROM diskovi.
- Kapacitet 4.7 GB po jednom nivou zapisa na disku.
- Princip rada ovih diskova je isti kao kod CD-ROM diskova ali se ovde umesto lasera od 780 nm koristi laser od 650 nm.
- Zbog ovog, gustina zapisa je veća. Ali to nije sve...



(laser od 780 nm)

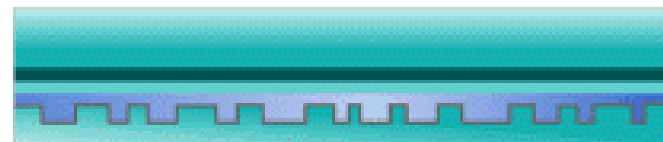


(laser od 650 nm)

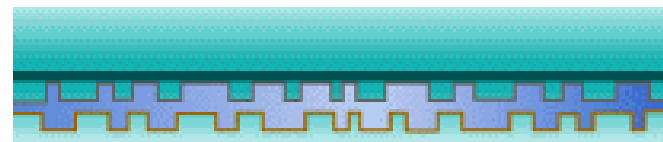
DVD-diskovi (princip rada):

- Sastav kao kod CD-ROM (plastika, rupice, Al).
- Međutim, postoje i višeslojni diskovi koji imaju unutrašnji refleksioni sloj od Al ali su spoljašnji slojevi od semi-transparentnog Au.
- Skupo.
- Isti je princip spiralnog čitanja od unutra ka spolja.
- Dužina trake je 12 km na single-layer DVD disku...
- Ništa novo, samo sitnije.

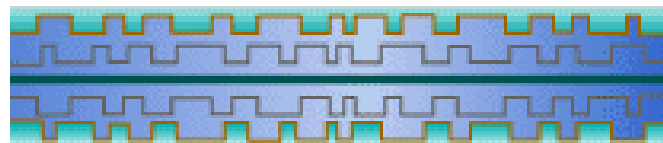
Single-sided, single layer (4.7GB)



Single-sided, double layer (8.5GB)

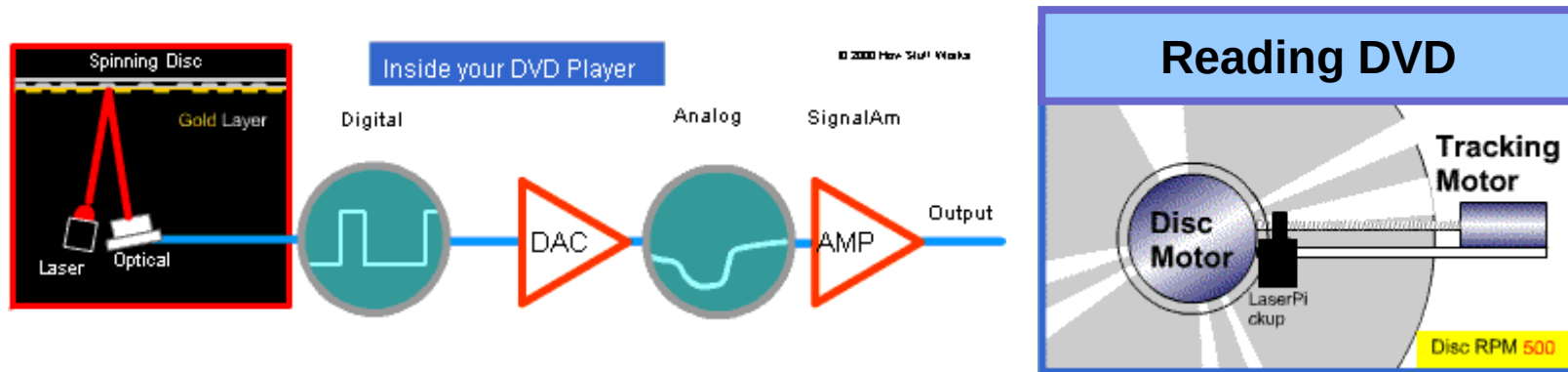


Double-sided, double layer (17GB)



DVD-diskovi (princip rada):

- Princip čitanja je kao kod CD-ROM diskova osim i slučaju kada se čitaju double-layer diskovi.
- Zapis na drugom sloju ne počinje sa unutrašnje već ide od spoljašnje strane ka unutra (laser samo na kraju prvog sloja promeni fokus i nastavi da čita). Na ovaj način skraćuje se vreme pristupa podacima.
- I ovde postoji optimizacija brzine rotacije diska zbog potrebe za konstantnom brzinom čitanja



DVD/R+ i DVD/R- diskovi:

- Koja je razlika između DVD+R/RW i DVD-R/RW diskova ?
- U tehničkom smislu, jedina je razlika što DVD + diskovi dozvoljavaju višeslojni zapis podataka dok DVD - dozvoljava samo jedan sloj (mada se danas redovno sreću DVD + diskovi sa jednoslojnim zapisom).
- Suština je u bivšem ratu između ova dva formata:
 - **DVD-R/RW** je razvijen od firme *Pioneer* i bazira se na CD-R tehnologiji (koristi heliksni zapis i kontrolu brzine rotacije diska). Ovaj format bio je podržavan od strane tzv. DVD-Foruma tj. određenih firmi za proizvodnju hardvera i softvera.
 - **DVD+R/RW** je također baziran na CD-R tehnologiji i podržavaju ga *Sony, Philips, HP, Dell, Yamaha i Microsoft*.
- Pošto su počeli da se komercijano prave CD-pisači i čitači koji podržavaju oba formata rat je utihnuo i sada je svejedno koji format se koristi. Drugačiji hemijski postupak i transparentnost svetlih i tamnih polja koji imaju ova dva formata danas nije problem za većinu drajvova.

HD (High Density) diskovi:

- Pojava novih diskova koji mogu čuvati velike količine podataka. To su: HD-DVD i Blue-ray (BD) diskovi.
- Trenutno na tržištu vidimo posledice rata između ova dva formata a potrošači su kolateralna šteta.
- **Blue-ray** koristi plavo-ljubičasti laser od 405 nm i single-layer diskovi imaju kapacitet od 25 GB (double-layer 50 GB).
- **HD-DVD** takođe koristi laser od 405 nm ali mu je kapacitet znatno manji (15 GB single-layer i 30 GB double-layer).
- Suština je zaštita od kopiranja HD filmova i igrice za konzole.
- Postoje i THD (Total Hi Def) diskovi koji su sa jedne strane Blue-ray a sa druge HD-DVD

 **SONY**



VS

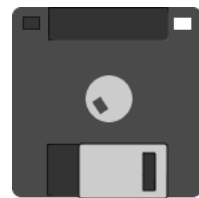


TOSHIBA

Diskete :)

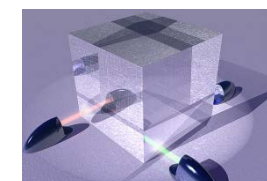
- Zastareo princip zapisivanja podataka koji se od 1970. do danas relativno uspešno koristi (diskete od 8", 5,25" pa sve do 3,5").
- **FD (Floppy Disc)** ili savitljiva disketa, koristi magnetni zapis podataka (plastika prekrivena magnetnim materijalom).
- Podaci se beleže pomoću sektorske metode zapisa. Na disketi postoji 40 do 80 staza koje se dele u sektore. Podela staza u sektore vrši se:
 - na IBM PC računarima tako da svaka staza ima isti broj sektora tako da su podaci gušće spakovani u stazama sa manjim poluprečnikom.
 - na Apple Macintosh računarima svaka staza ima konstantnu gustinu zapisa tako da staze sa većim poluprečnikom imaju veći broj sektora.
- Postoje **SS,DS (Single i Double Side)** kao i **SD,DD,HD i QD (Single, Double, High i Quad Density)** diskete.
- Postoje i **ZIP** diskete (kao disketa od 3,5" ali deblja i većeg kapaciteta od 100-750 MB). Sporo i nepouzđano.
- Kapaciteti različitih disketa:

	DS/DD	DS/HD	DS/QD
5.25"	360K	1.2MB	2.4MB
3.5"	720K	1.44MB	2.88MB



Ostali oblici spoljašnje memorije:

- **BM (Bubble Memory)** uređaji (za zapis podataka koriste se magnetne površine u obliku mehurova na poluprovodničkom čipu). Ima mehurić "1", nema ga "0". Za razliku od RAM čipova ne gubi sadržaj po prestanku struje. Otporna na T° , prljavštinu i udarce (koristi se u vojnoj industriji, za robote, skupa).
- **PCMCIA** kartični memorijski uređaji (**P**ersonal **C**omputer **M**emory **C**ard **I**nternational **A**ssociation). Koriste se u Notebook računarima za povezivanje sa različitim tipovima eksternih memorija.
- **SC** kartice (**S**mart **C**ards) - sadrže mikroprocesor i memorijski čip na površini veličine kreditne kartice. Kartica pamti do 100KB podataka. To su razne kreditne, telefonske ... kartice.
- **USB** fleš memorije (**U**niversal **S**erial **B**us). Princip rada je već objašnjen. Ovakav tip memorijskih uređaja sada se sve više koristi zbog jednostavnosti povezivanja sa računarom preko USB ulaza.
- **Memorijska dugmad** (liče na baterije za sat) - sadrže EEPROM mikročip (osnovna memorija u mobilnim telefonima).
- **Memorijske kocke** - liče na staklenu kocku i imaju 3D optički zapis (6.5 TB). Jedan laser piše a drugi briše. Eksp. faza.



Ulazno/izlazni uređaji:

- Predstavljaju "vezu" okoline sa računarom, bez njih bi računar bio beskoristan.
- Ovi uređaji prikupljaju informacije iz okoline i pretvaraju ih u oblik koji računar "razume". Takođe, preuzimaju podatka sa računara i prikazuju ih u obliku upotrebljivom za ljude.
- Primeri: tastatura, miš, modem, mikrofon, *touchpad*, mrežna kartica, muzička kartica, monitor, štampač, skener, ... razne A/D i D/A kartice ...
- Postoji veliki broj ovakvih uređaja i upoznavanje sa osnovnim principom rada svakog od njih znatno prevazilazi okvire ovog kursa.
- Svi oni se priključuju na računar pomoću **U/I** (**U**lazno/**I**zlaznog) modula tj. interfejsa koji komunicira direktno sa procesorom i obrnuto (procesor preko njega obavlja komunikaciju sa perifernim uređajima).

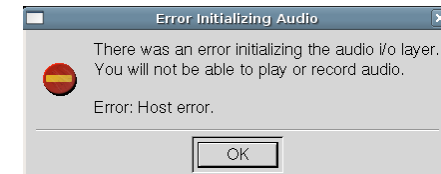
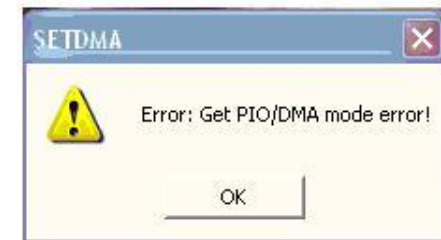


U/I moduli:

- Direktno su priključeni za sistemsku magistralu i obezbeđuju razmenu informacija sa **U/I** uređajima i kontrolu njihovog rada na način koji najmanje utiče na performanse rač. sistema (U/I uređaji su sporiji od procesora i memorije).
- Osnovne funkcije U/I modula su:
 - kontrola i usklađivanje saobraćaja (između periferija i računara)
 - komunikacija sa procesorom (slanje signala i podataka preko magistrala)
 - komunikacija sa uređajima (isto to samo sa uređajima)
 - prihvatanje i baferisanje podataka (procesor i memorija podatke preuzimaju isključivo iz U/I bafera).
 - otkrivanje grešaka (greške u prenosu podataka, stanju uređaja npr. nema papira u štampaču ...).
- Tačka priključenja perifernog uređaja sa računarom zove se **U/I** tj. **I/O** (Internal/Outernal) **port** koji se najčešće sastoji od 4 registra (status, kontrola, data-in i data-out).
- Da bi komunikacija sa procesorom bila moguća, potrebni su komunikacioni programi koji će procesor izvršavati. To se zovu **drajveri**.

DMA (Direct Memory Access):

- Problem sa izvršavanjem U/I operacija je što one zahtevaju intervenciju CPU pri prenosu podataka između memorije i U/I modula.
- Prilikom izvršavanja svake U/I operacije ostali programi (koji ne koriste U/I uređaje) moraju da čekaju što je poseban nedostatak kada dolazi do prenosa veće količine podataka (zantno se usporava rad računara).
- U ovim slučajevima efikasnije je primeniti tehniku prenosa podataka nazvanu **Direct Memory Access (DMA)**.
- DMA zahteva dodatni modul priključen na sistemsku magistralu koji se naziva DMA kontroler (to je u stvari specijalizovani procesor koji može da izvršava programe iz U/I modula).
- Nekad ima problema (korišćenje istih magistrala).



Kompresija fajlova:

- Ukoliko postoji potreba da nekome pošaljete neke fajlove mail-om, potrebno je obratiti pažnju na veličinu poslatog fajla. Brzina kojom korisnici mogu "skidati" podatke sa Interneta može biti veoma mala (naročito u slučaju modemskog pristupa) tako da velike fajlove (veće od 10 MB) nikada ne treba bez dogovora slati mail-om.
- Da bi veličinu fajlova (ili grupe fajlova) maksimalno smanjili i omogućili njihov prenos često se koristi njihova **kompresija** ili "pakovanje".
- Kompresija (ili source coding) je proces enkodiranja informacija u manji broj bitova nego original, korišćenjem specifičnih algoritama kodiranja.
- Postoje dva osnovna vida kompresije:
 - **koja ne gubi podatke** (lossless) kao što je ZIP, RAR, ARJ, TAR ...
 - **koja gubi podatke** (lossy compression) kao što je DIVX, MP3, JPG ...
- Kompresija koja ne gubi podatke (lossless) može se dekomprimovati u originalni fajl bez ikakvih gubitaka, što ne važi i za lossy jer se njen princip zasniva na namernoj eliminaciji podataka za koje se smatra da nisu od suštinske neophodnosti.
- Najbolji primer za razlikovanje ova dva vida kompresije je pisanje broja (stringa): 888883333333. U lossless vidu kompresije on će se pisati kao 8(5)3(7) dok će lossy posati isti broj samo kao 83. Osoba koja dekodira enkodirane fajlove mora imati identičan kompresioni alogoritam ili računar neće razumeti pakovanu arhivu.



Virusi i antivirusni programi:

- Pre nego što korisnik počne sa radom, neophodno je da se zaštiti od **kompjuterskih virusa**.
- Kompjuterski virus je kompjuterski program koji kopira samog sebe bez znanja korisnika računara. Kopije se mogu menjati (virus mutira) što značajno otežava izlečenje.
- Virus se može širiti sa zaraženog na nezaraženi računar ukoliko se uspostavi kontakt između njih (putem mreže ili kopiranjem fajlova).
- Viruse treba razlikovati od **crva** i **trojanskih konja**. Crvi se takođe samorepliciraju ali (za razliku od virusa) nemaju potrebu da se implementišu u neki određeni program i unište određene fajlove, već oštećuju isključivo mrežu. Sa druge strane, trojanski konji su programi koji za razliku od virusa i crva nemaju mogućnost sami da funkcionišu i zavise od postupaka korisnika (to su često nekada bili korisni programi koji su izmenjeni tako da komplikuju rad sa računarom i omogućavaju pristup podacima koji inače ne bi smeli da budu svima dostupni).
- Uspešna zaštita od ovih programa, u većini slučajeva, može biti instalacija različitih **antivirusnih programa** uz redovno ažuriranje baze podataka o novim virusima koji se svakodnevno pojavljuju.
- Drugi način na koji se korisnik može zaštititi od virusa je rad u drugim operativnim sistemima (kao što je npr. **Linux**).

