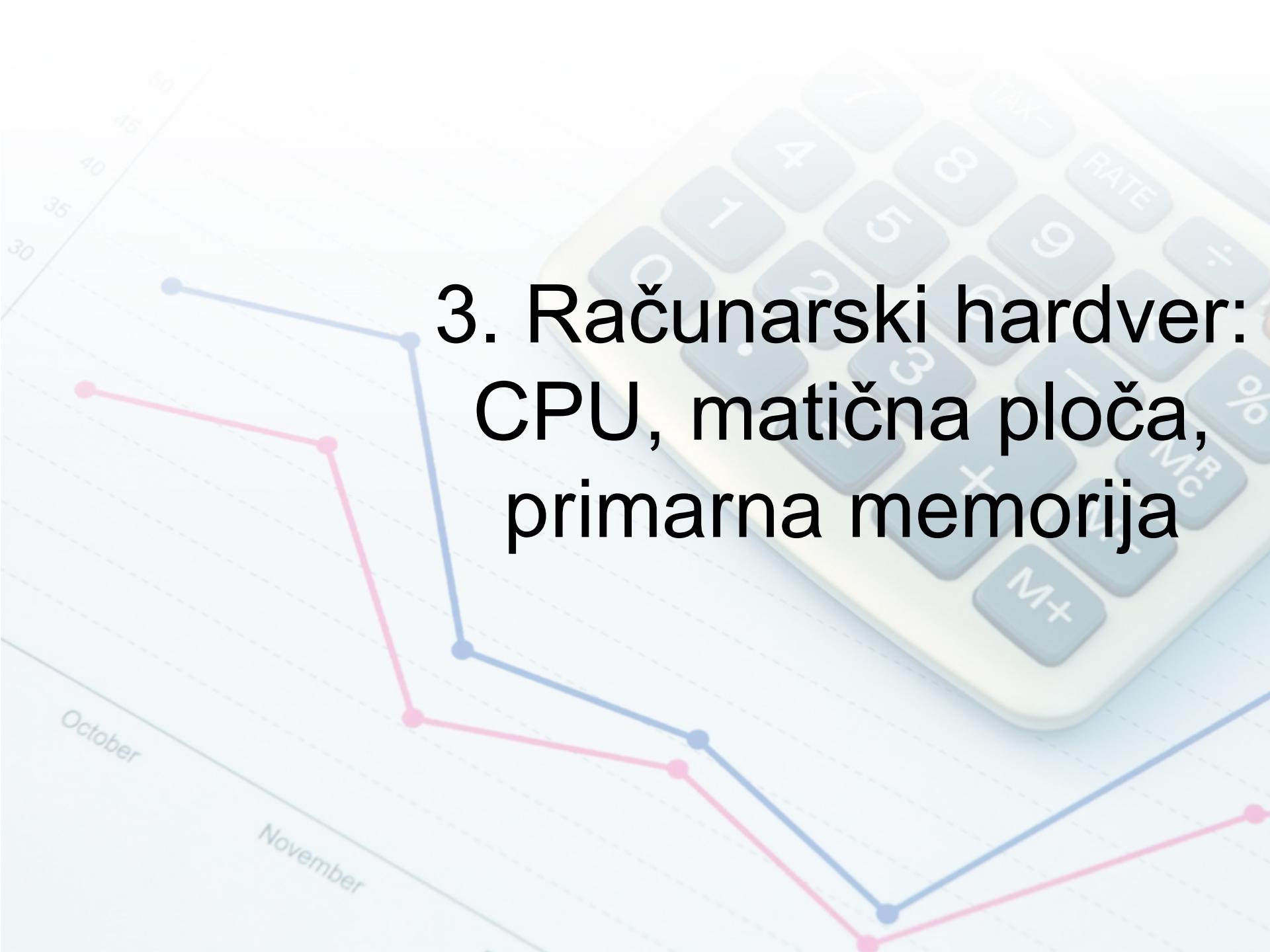


### 3. Računarski hardver: CPU, matična ploča, primarna memorija



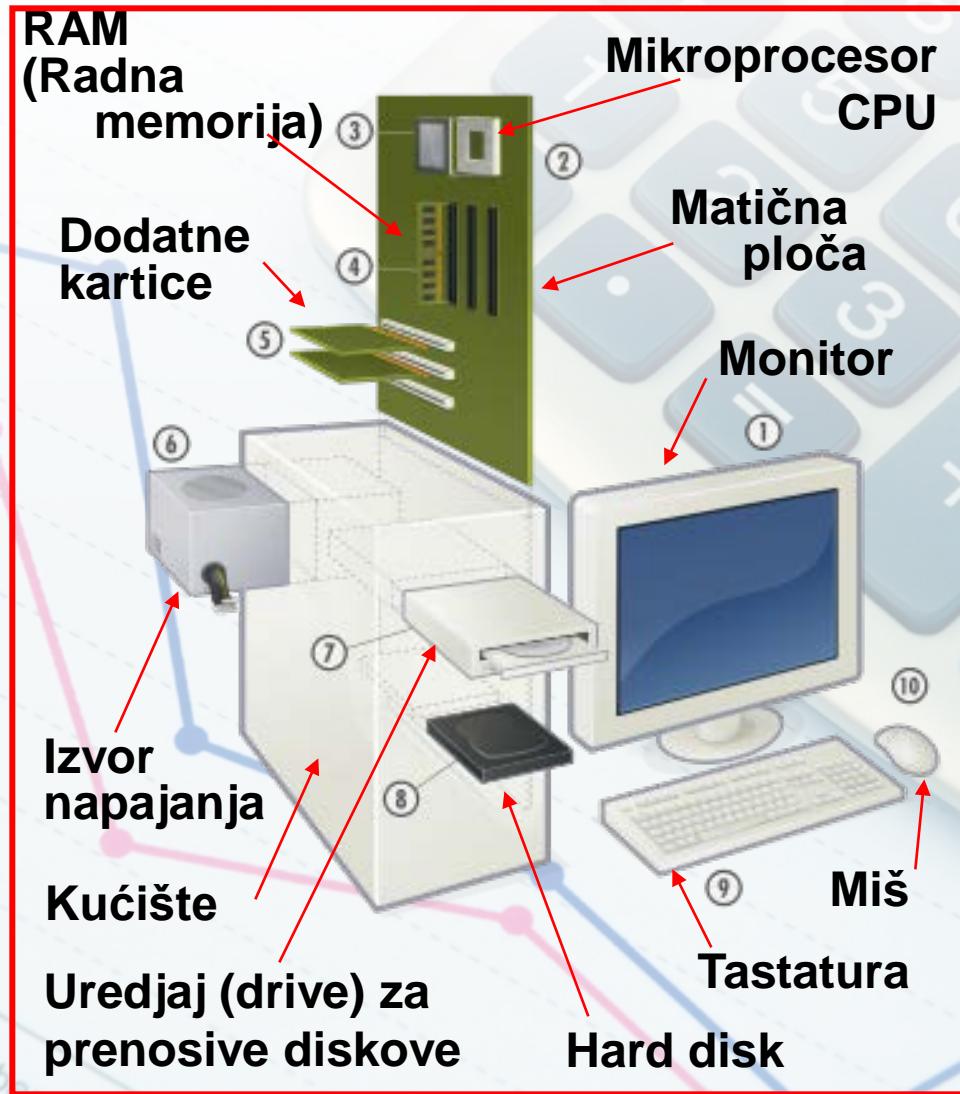
# Osnovne funkcije računara

- **Prihvatanje ulaza:**
  - prihvatanje podataka iz spoljašnjeg sveta
- **Obrada (procesiranje) podataka:**
  - obavljanje aritmetičkih ili logičkih operacija (donošenje odluka) nad podacima
- **Formiranje izlaza:**
  - dobijanje informacija i slanje informacija u spoljašnji svet
- **Memorisanje informacija:**
  - slanje i skladištenje informacija u memoriju računara

# Organizacija računara

- **Matična ploča (motherboard)**
- **Centralna procesna jedinica (CPU – Central Processing Unit) – procesor**
- **Primarna (unutrašnja) memorija**
  - Registri, keš (cache) - interna memorija procesora
  - **RAM (glavna ili radna memorija), ROM, CMOS**
- **Sekundarna (spoljna) memorija**
  - **hard disk, optički diskovi, poluprovodnička memorija...**
- **Ulagne i izlagne jedinice**
  - **Miš, tastatura, monitor,...**

# Globalna struktura računara

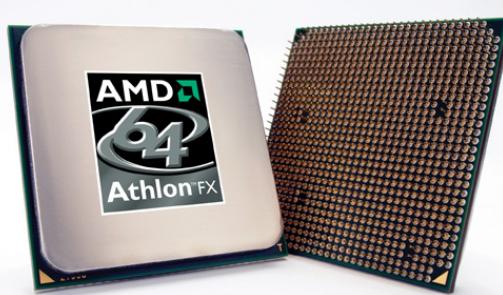


# Procesor



# Centralna procesna jedinica

- **Procesor- CPU (Central Processing Unit)**
- Predstavlja srce računarskog sistema, njegov najvažniji deo
- Funkcije procesora
  - Izvršava operacije obrade podataka definisane programom
  - Vrši upravljanje računarskim procesima i interakcijama izmedju pojedinih jedinica računara

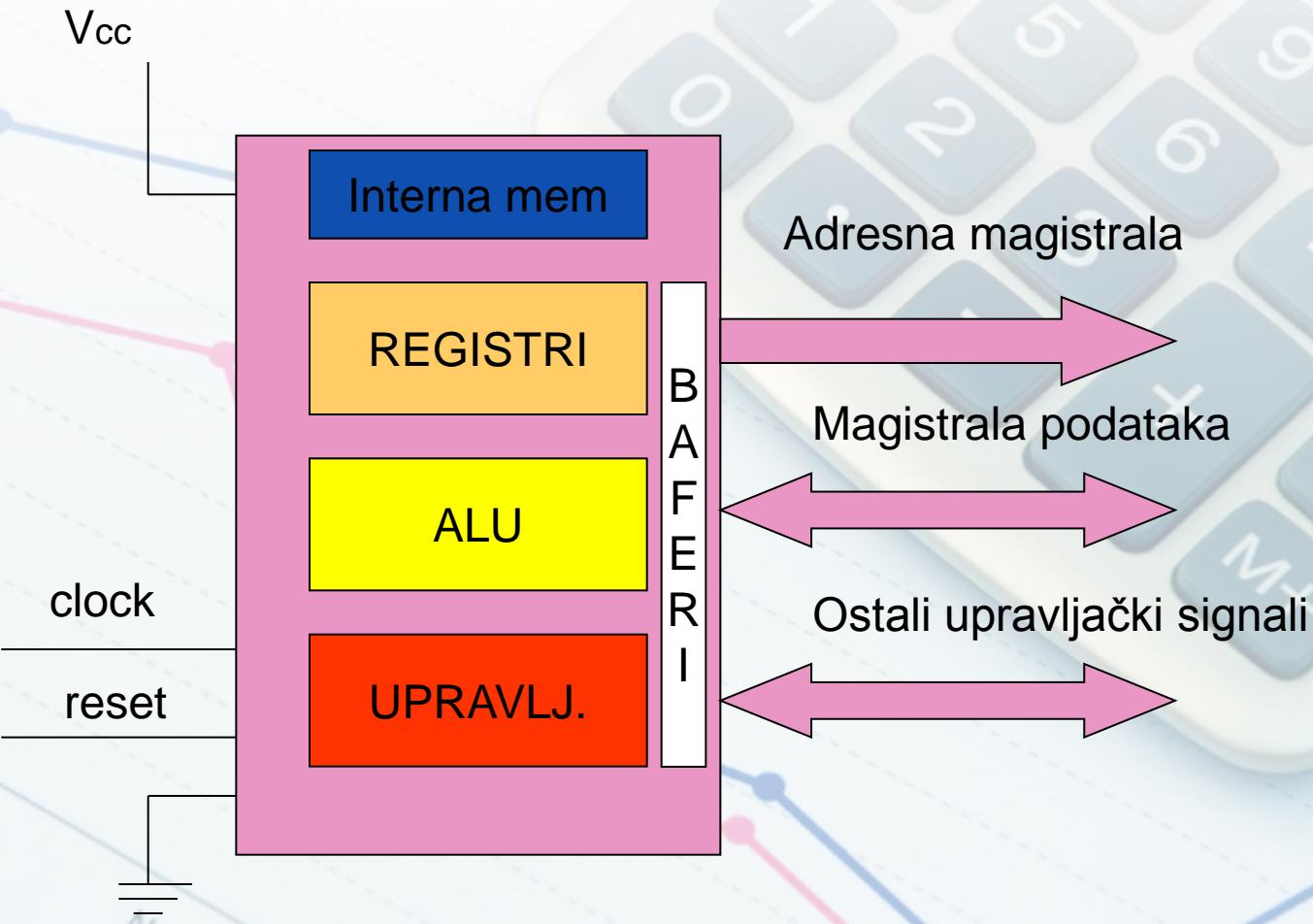


Primena računara u hemiji

# Osnovni delovi procesora

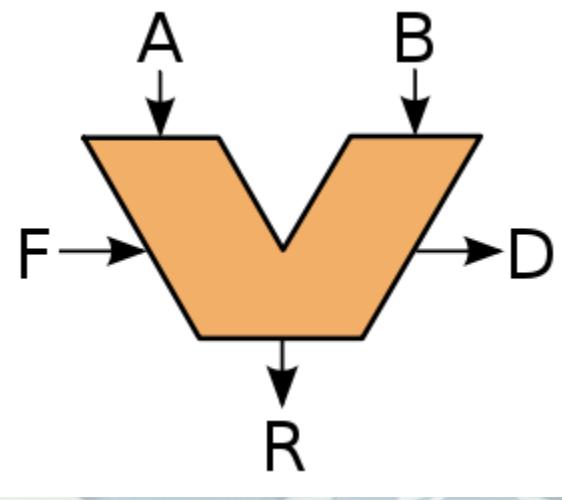
- Osnovne komponente procesora
  - Aritmetičko logička jedinica (ALU – Arithmetic Logic Unit)
  - Upravljačka jedinica
  - Registri
  - Keš (cache) memorija

# Organizacija CPU



# Aritmetičko-logička jedinica

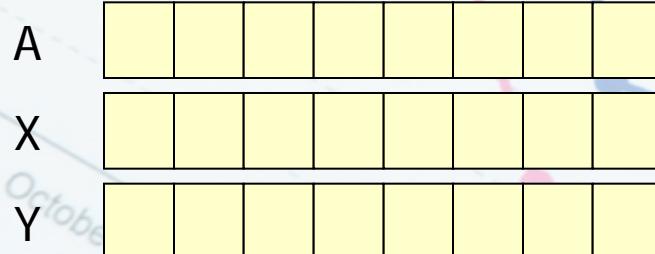
- Izvršava sve aritmetičke operacije (sabiranje, oduzimanje,...), logičke operacije (konjukcija, disjunkcija, negacija, ...), pomeranje bitova, itd.
- Elementi:
  - kombinacione mreže (sabirači-digitalna logička kola),
  - registri u kojima se čuvaju operandi, međurezultati i rezultati operacija (registri opšte namene),
  - pomoćni registri (statusni registri i dr.)



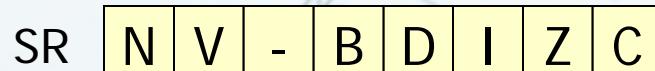
# Registri

- Mali memorijski elementi koji su znatno brži od bilo koje druge memorije.
- Širine su jedne procesorske reči-broj bitova koje CPU koristi za predstavljanje celih brojeva
- Koriste se za privremeno skladištenje podataka pri izvršavanju programa (registri opšte namene) kao i za čuvanje informacija o trenutnom stanju programa koji se izvršava (statusni registri).
- Podaci se *najčešće najpre dopreme u registre*, rezultat operacije takođe smesti u registar, a zatim se kopira iz registra u memoriju (keš ili RAM). (**Load-Store arhitekture**)
- Vrsta, broj i namena registara se razlikuju od procesora do procesora.
- Na slici su prikazani registri jednog osmobitnog procesora.

Registri opšte namene (Accumulator, X, Y)



Statusni registar (Status register)



Aleksandar  
Stamenković

8-bitni registri (akumulator, x, y)  
za prihvatanje i obradu podataka

Registrar koji beleži razna stanja  
(prekide, prekoračenja, prenose, ...)

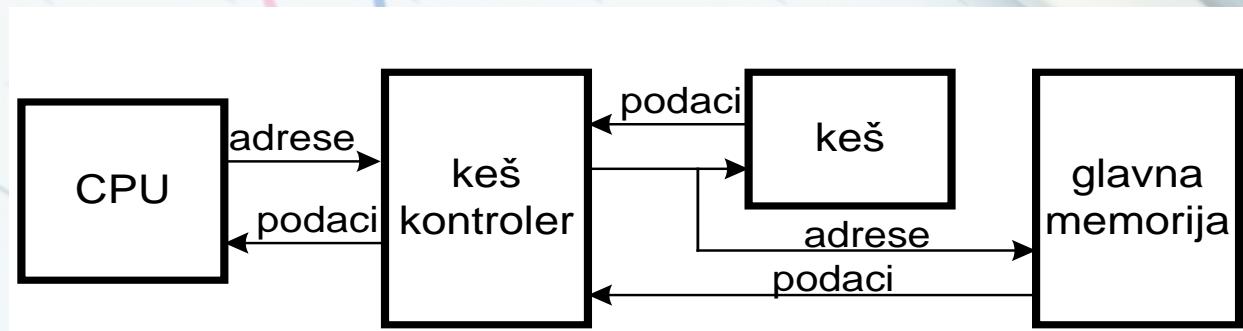
Primena registara u nemiji

# Upravljačka jedinica

- **Upravlja radom ostalih delova procesora (ALU i memorija) na osnovu instrukcija iz programa koje CPU dobija zajedno sa podacima za obradu.**
- **Sinhronizuje U/I jedinice, memoriju i aritmetičko-logičku jedinicu**
- **Upravlja sopstvenim radom**
- **Dva principa rada:**
  - direktan (hardverski) – RISC procesori
  - mikroprogramske – CISC procesori.

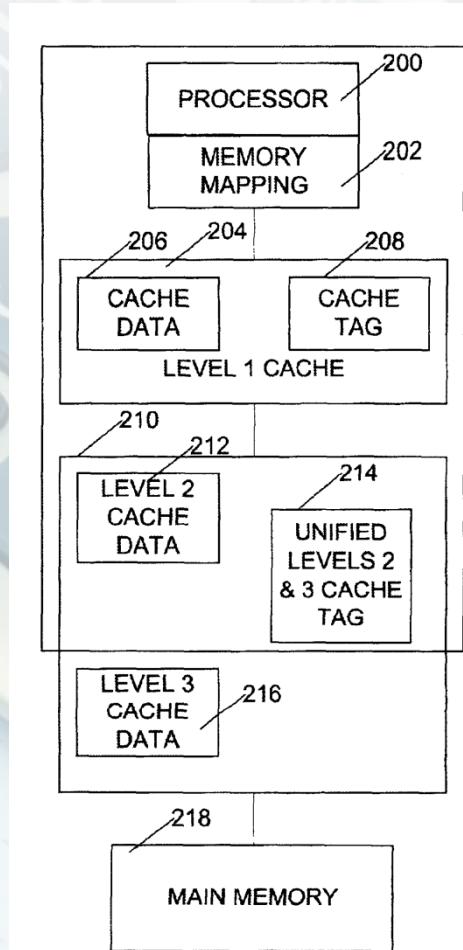
# Keš (cache) memorija

- Vrlo brza memorija koja se nalazi u samom procesoru (L1) ili uz njega (L2,L3).
- Malog kapaciteta, brza memorija u kojoj se smeštaju kopije podataka iz glavne memorije koji se najčešće koriste.
- Ukoliko se podatak kome procesor želi da pristupi nalazi u kešu (keš pogodak), vreme pristupa je drastično manje (više od **10 puta**) od vremena potrebnog da se traženi podatak iz glavne memorije kopira u keš.
- Ukoliko se željeni podatak ne nalazi u kešu (keš promašaj), keš oslobađa memorijski prostor potreban za smeštaj tog podatka, a zatim ga učitava sa RAM-a.



# Keš u više nivoa (multilevel cache)

- Nekoliko keš memorija različitih kapaciteta i brzine.
- Najčešće **2 (L1, L2 keš) ili 3 nivoa – (L1,L2 i L3 keš)**
- Način pristupa (L1 i L2 keš)
  - Procesor najpre pristupa najbržem (ujedno i najmanjem) L1 kešu.
  - Ako L1 keš ne sadrži podatak, procesor proverava L2.
  - Ako podatak nije ni u L2, procesor pristupa glavnoj memoriji.
- U toku rada programa podaci se premeštaju iz jednog keša u drugi, kao i iz glavne memorije.
- Svi moderni procesori sadrže **bar 2 nivoa keša**.
- Primer: Intel i7- 980x šestojezgralni procesori imaju tri nivoa keša za svako jezgro, L1 od 64kB i L2 od 256kB po jezgru, kao i jedan zajednički L3 keš za sva jezgra od 12MB.



# L2 keš



# Glavne generacije procesora

Tip procesora	Godina
8086, 8088	1978-81
80286	1984
80386	1978-1988
80486	1990-92
Pentium, Cyrix 6x86, AMD K5	1993-95
Pentium II, AMD K6	1997
Pentium III, AMD Duron, Thunderbird	1999
Pentium IV, AMD Athlon XP	2001
AMD X2	2005
Intel Core	2006
Intel Core 2 (Duo, Quad), AMD Phenom	2007
Intel i7, AMD Phenom II	2008
Intel i7-980X Extreme edition, AMD Phenom II X6-1090T Black Edition	2010 i 2011

# Radni takt procesora

CPU je sačinjen od sinhronizovanih elektronskih kola.

- **Oscilator (clock)** – posebno elektronsko kolo koje generiše **taktni signal** procesora.
- **Taktni signal (clock signal)** je pravougaoni elektronski signal koji inicira rad različitih elektronskih kola CPU-a.
- **Taktni ciklus (clock cycle)** je vreme trajanja taktnog signala. Tokom jednog taktnog ciklusa se sinhronizuje rad elektronskih kola CPU-a kako bi se izvršila jadnu njegova **osnovna operacija**.
- **Radni takt** procesora učestalost taktnog signala, t.j. broj taktnih signala u sekundi. Izražava se gigahercima (1GHz = milijarda taktnih ciklusa u sekundi).

# Radni takt procesora

Brzina procesora zavisi od više faktora:

- Radnog takta (frekvencije procesora)
- Dužine procesorske reči (binarna reč koja se prenosi i obrađuje unutar procesora)
- Širine magistrala
- Veličine keš memorije

Procesor, kao najbrža komponenta, ima najveći radni takt – 1 do 5 puta veći od takta matične ploče

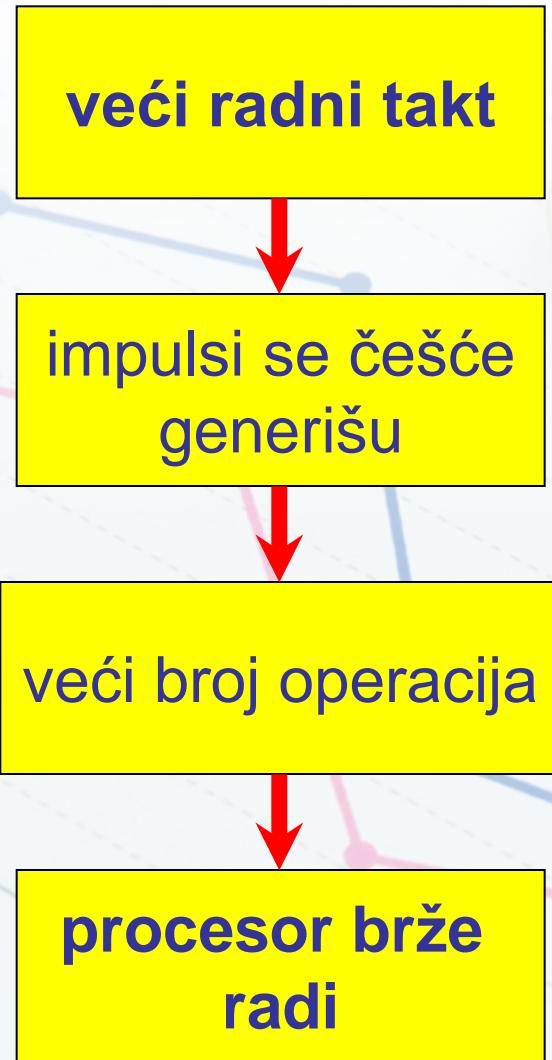
**Overklokovanje (overclock)** – povećanje radnog takta procesora iznad vrednosti koje je propisao proizvodjač. Procesor se više zagreva a može i da radi nekorektno.

# Rekord...

- Tom's Hardware
- [www.tomshardware.com](http://www.tomshardware.com)
- Intel P4, 3.46GHz.
- Overklokovan na rekordnih 6.22GHz.
- Hladnjene procesora pomoću tečnog azota.
- Hladnjene chipseta pomoću kompresora.



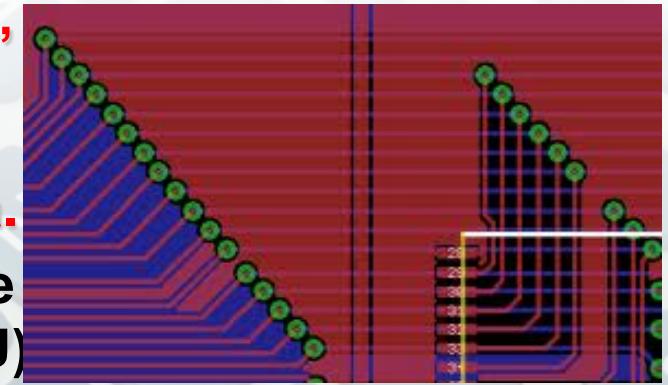
# Kako frekvencija oscilatora utiče na brzinu računara?



- Ukupna brzina računara ne zavisi linearno od radnog takta, ali viši radni takt uvek znači brži rad računara.

# Magistrale

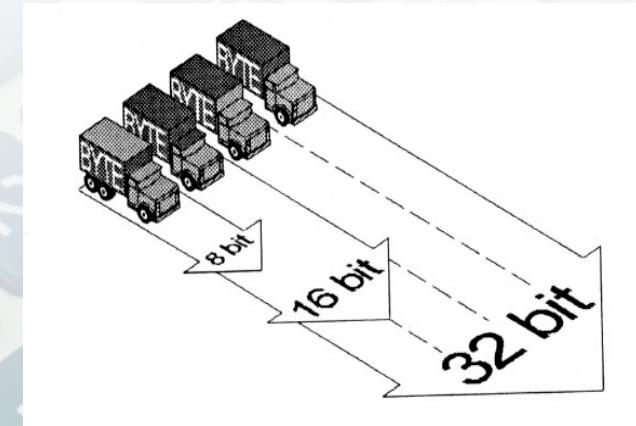
- **Magistrala je skup fizičkih veza (kablova, štampanih kola, itd.) pomoću kojih se ostvaruje komunikacija (prenos podataka) izmedju komponenti hardvera.**
- Magistrala koja povezuje dve hardverske komponente (najčešće periferalna sa CPU) je **port**.
- Svaku magistralu čine tri funkcionalne celine (Von Neumann):
  - **Adresna magistrala**, služi za prenos adresa memorijskih lokacija u koje se upisuju ili sa kojih se čitaju podaci. Adrese se kreću od CPU ka hardverskim komponentama.
  - **Magistrala podataka**, prenosi podatke koji se upisuju ili iščitavaju. Dvosmerna je.
  - **Kontrolna magistrala**, dvosmerna magistrala koja prenosi komande iz CPU-a, a vraća statusni signal (signal stanja) hardverskog uređaja.



Adresna magistrala-štampana kola

# Svojstva magistrale

- **Širina magistrale** je broj bitova koji se mogu preneti u jednom radnom (taktnom) ciklusu. Magistrale mogu biti širine
  - 4b, 8b, 16b, 32b, 64b
- Magistrala ima svoj radni takt od koga zavisi brzina prenosa podataka.
- Razlikujemo
  - **Sistemsku magistralu (FSB tj. front-side bus)**, koja spaja CPU sa RAM-om
  - **Ulagno-izlagnu magistralu** koja spaja CPU sa drugim komponentama.
- Radni takt sistemske magistrale je **brzina rada matične ploče**.
- **Propusna moć** je ukupna količina informacija koja može biti prenesena na celoj magistrali u jedinici vremena.



# Podela procesora 1

- **Prema tome koliko instrukcija i sa koliko podataka rade u jednom koraku (Flynn-ova klasifikacija)**
  - **SISD** (Single Instruction Single Data)
  - **SIMD** (Single Instruction Multiple Data) jednu instrukciju izvršavaju na više podataka odjednom
  - **MISD** (Multiple Instruction Single Data) - izvršavaju više nezavisnih instrukcija na zajedničkom podatku
  - **MIMD** (Multiple Instruction Multiple Data) - izvršavaju više nezavisnih instrukcija, svaku na svojim podacima
- Procesori opšte namene su do 2000 bili mahom SISD. Potreba za obradom multimedijalnih podataka naterala je proizvodjače da ubace SIMD instrukcije
- **Danas je Flynn-ova klasifikacija izgubila značaj jer moderni računarski sistemi često potпадaju u nekoliko kategorija (pa čak i u sve četiri).**

# Podjela procesora 2

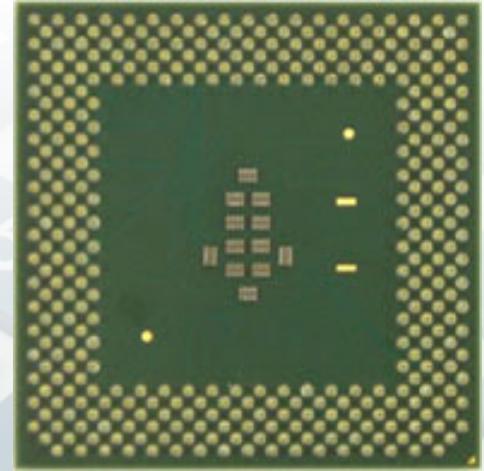
- Po arhitekturi i skupu instrukcija dele se na
  - **CISC (Complex Instruction Set Computer)**
    - ALU ovog tipa procesora izvršava veliki broj kompleksnih instrukcija. Svaka instrukcija se razlaže u niz mikrokod instrukcija (osnovnih operacija) i izvršava.
    - Veliki broj instrukcija različite namene i različitih dužina. Veliki broj tranzistora, mali broj registara.
    - Ovakav skup instrukcija je obično lakši za programiranje ali rezultuje manjom brzinom izvršavanja programa.
    - Primer CISC arhitektura : 80x86 (Intel i AMD), Motorola 68000,...
  - **RISC (Reduced Instruction Set Computer)**
    - Instrukcije se ne prevode na mikrokod već se direktno izvršavaju.
    - Instrukcije jednostavne i fiksne dužine. Manji broj tranzistora, a veći broj registara
    - Skup instrukcija nezgodniji za programiranje, ali generalno rezultuje bržim izvršavanjem programa.
    - **Dominantni dizajn kod novih procesora.**

# Ostale podele

- Po širini magistrale podataka, adresne magistrale,...
  - 4-bitni (Intel 4004)
  - 8-bitni (Z80, 8086)
  - 16-bitni (80286)
  - **32-bitni** (svi procesori bazirani na 80x86 arhitekturi počev od 80386)
  - **64-bitni** (procesori bazirani na x64 arhitekturi)
- Po tehnologiji izrade, stepenu integracije
  - 90nm, 65nm, 55nm, 45nm, 35nm
- Prema tome da li imaju zasebne magistrale za programsку memoriju i memoriju za podatke ili koriste jednu
  - **Harvard aritektura** (zasebne magistrale)
  - **Von Neumannova aritektura** (koriste jednu magistralu)



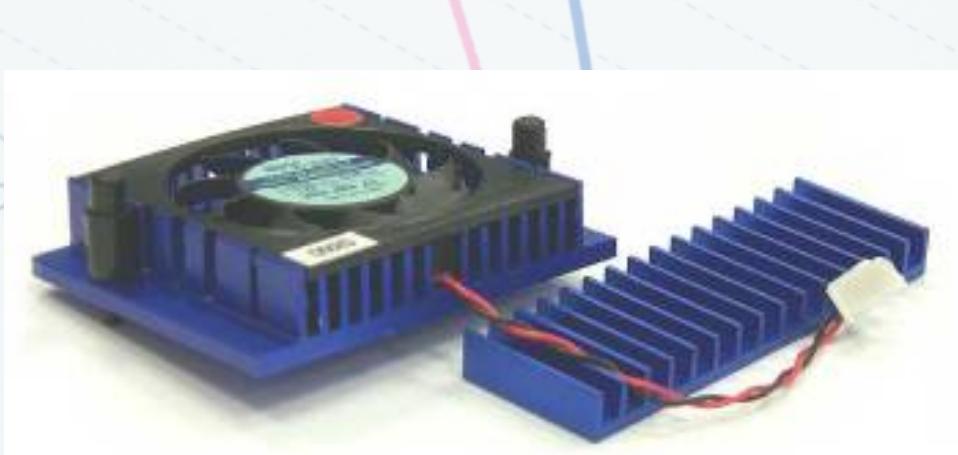
procesor,  
gledan odozgo



procesor,  
gledan odozgo



procesor,  
gledan sa strane

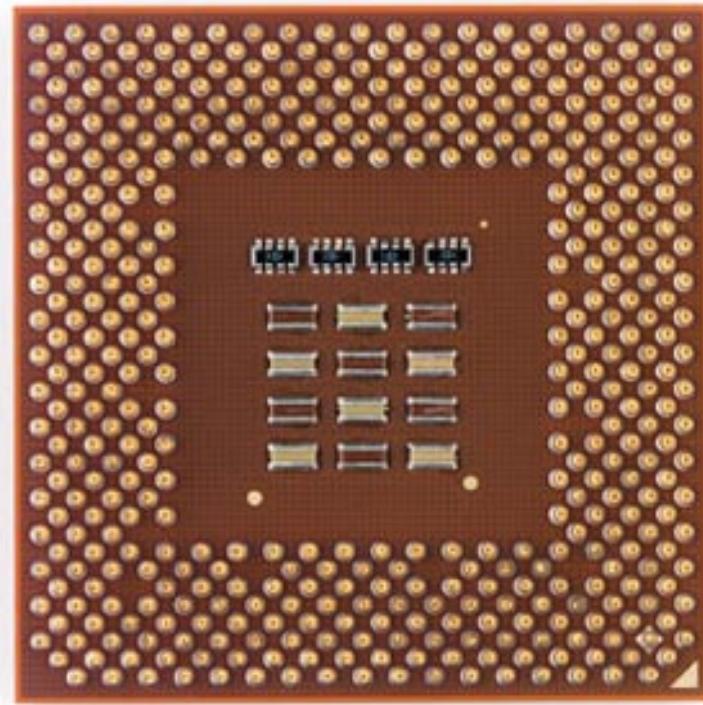


kuler (cooler)

lepi se na gornju  
površinu procesora



pogled odozgo



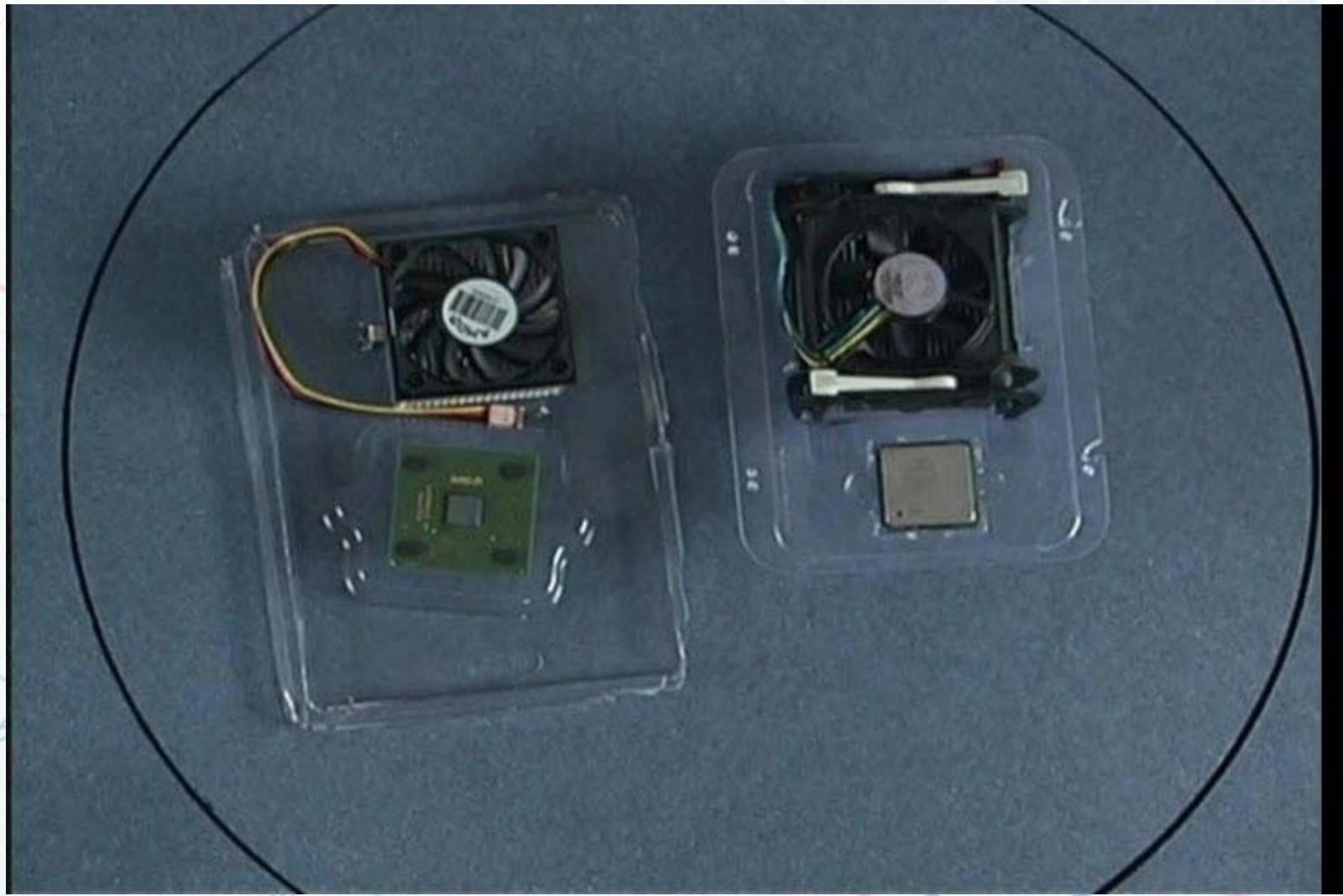
pogled odozdo

## The AMD Athlon™ XP Processor

# Komercijalna pakovanja procesora



# Komercijalna pakovanja procesora



# Neki današnji procesori

- **AMD Phenom-II X6-1090T**
  - Šestojezgralni 64bitni procesor
  - Socket AM3
  - Radni takt : 3.2 GHz
  - Magistrala (FSB) : 2000 MHz
  - L1 keš : 128KB po jezgru  
(ukupno 768KB)
  - L2 keš : 512 KB po jezgru-  
3072KB
  - L3 keš : 8 MB
  - Tehnologija izrade : 45 nm
  - Okvirna cena : 21000 din



# Neki današnji procesori

- **Intel i7-928 x6 extreme**
  - Šestojezgralni 64bitni procesor
  - Socket 1366
  - Radni takt : 3.33 GHz
  - Magistrala (FSB) : 1333 MHz ,
  - L1 keš : 64 KB po jezgru
  - L2 keš : 256 KB po jezgru
  - L3 keš : 12 MB
  - Tehnologija izrade : 35 nm
  - Okvirna cena : oko 70000 din

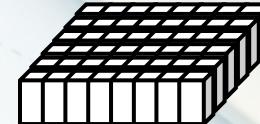


# Kuler (cooler)

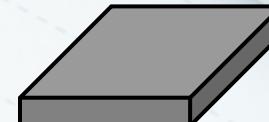
- **Sistem za hladjenje procesora.**
- **Tipične radne temperature procesora kreću se u rasponu od  $50\text{--}100^{\circ}\text{C}$ .**
- Ukoliko se pregreje, procesor najpre počinje da radi sporije a zatim blokira i/ili restartuje sistem.
- Može doći i do trajnog oštećenja procesora.
- Ukoliko se računar često restartuje sam od sebe, vrlo verovatno je u pitanju loše hladjenje.
- Kuler se najčešće sastoji od **hladnjaka** i **ventilatora**.
- **Hladnjak** je metalni deo sa rebrima kao kod radijatora i ima ulogu da poveća površinu sa koje se izračuje toplota.
- Uloga **ventilatora** je da omogući bolje strujanje vazduha oko hladnjaka a time i bolje hladjenje.



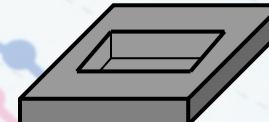
Ventilator



Rebrasti hladnjak



Procesor

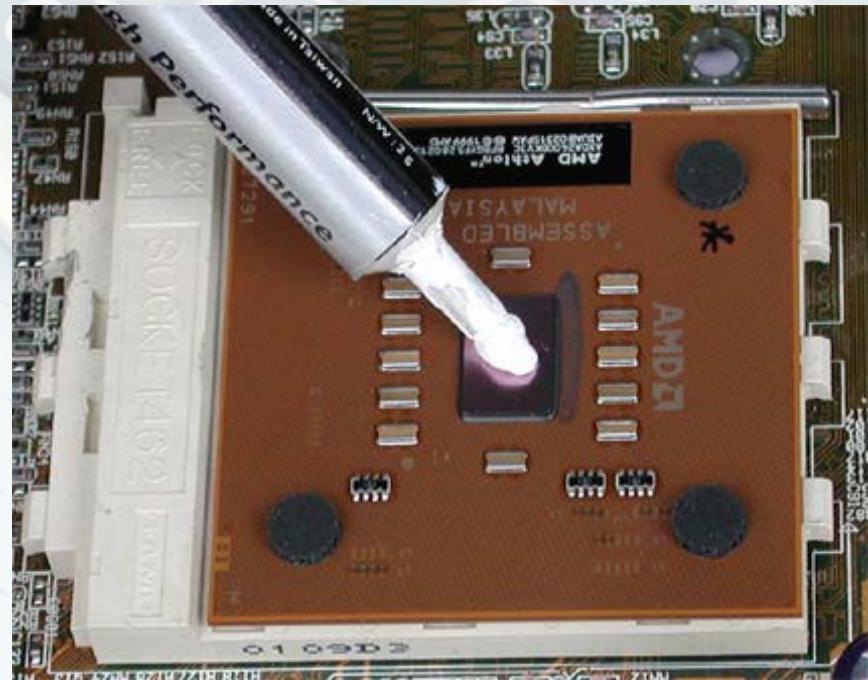
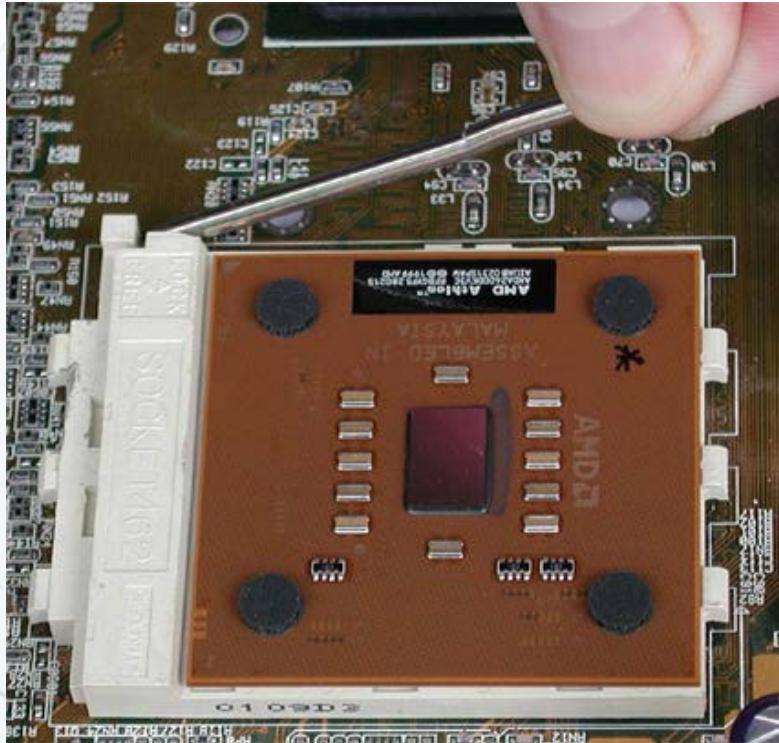


Podnožje

# Hladnjak sa ventilatorom - Kuler

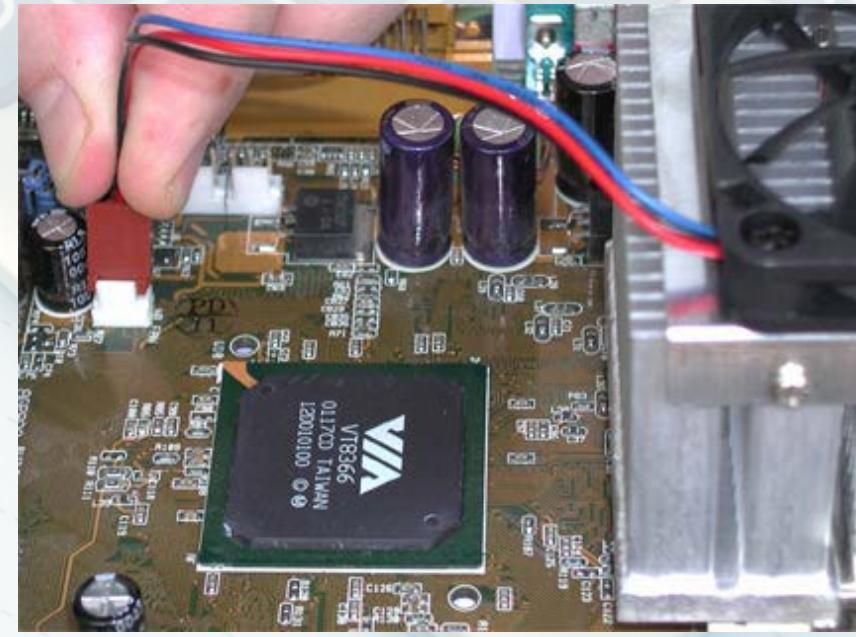
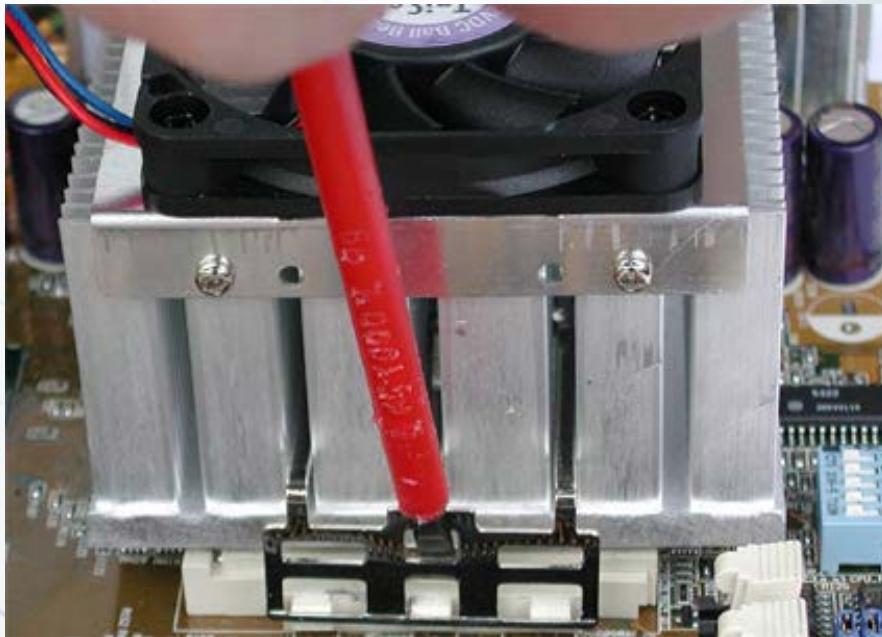


# Postavljanje procesora i kulera



Postavljanje procesora i termalne paste

# Postavljanje procesora i coolera



Postavljanje kulera i priključenje hladnjaka

# Razne vrste kulera

- U novije vreme kuleri se koriste i za hladnjenje grafičkih procesora (GPU) kao i za hladnjenje chipseta na matičnoj ploči (northbridge)



Kuler za northbridge



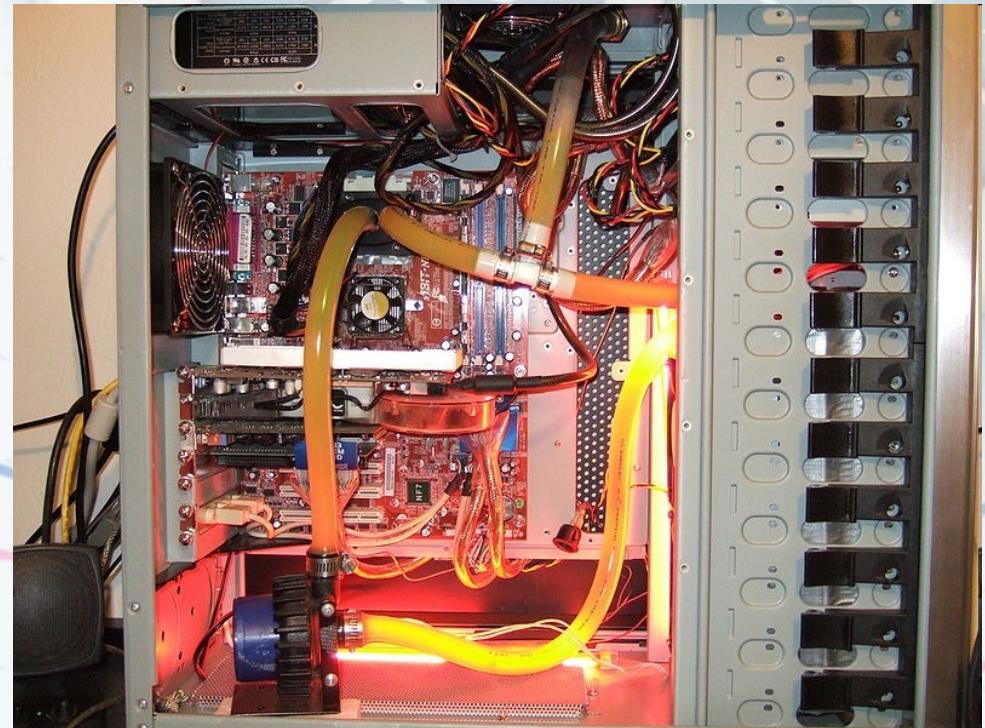
Kuleri i hladnjak za GPU



Primena računara u h

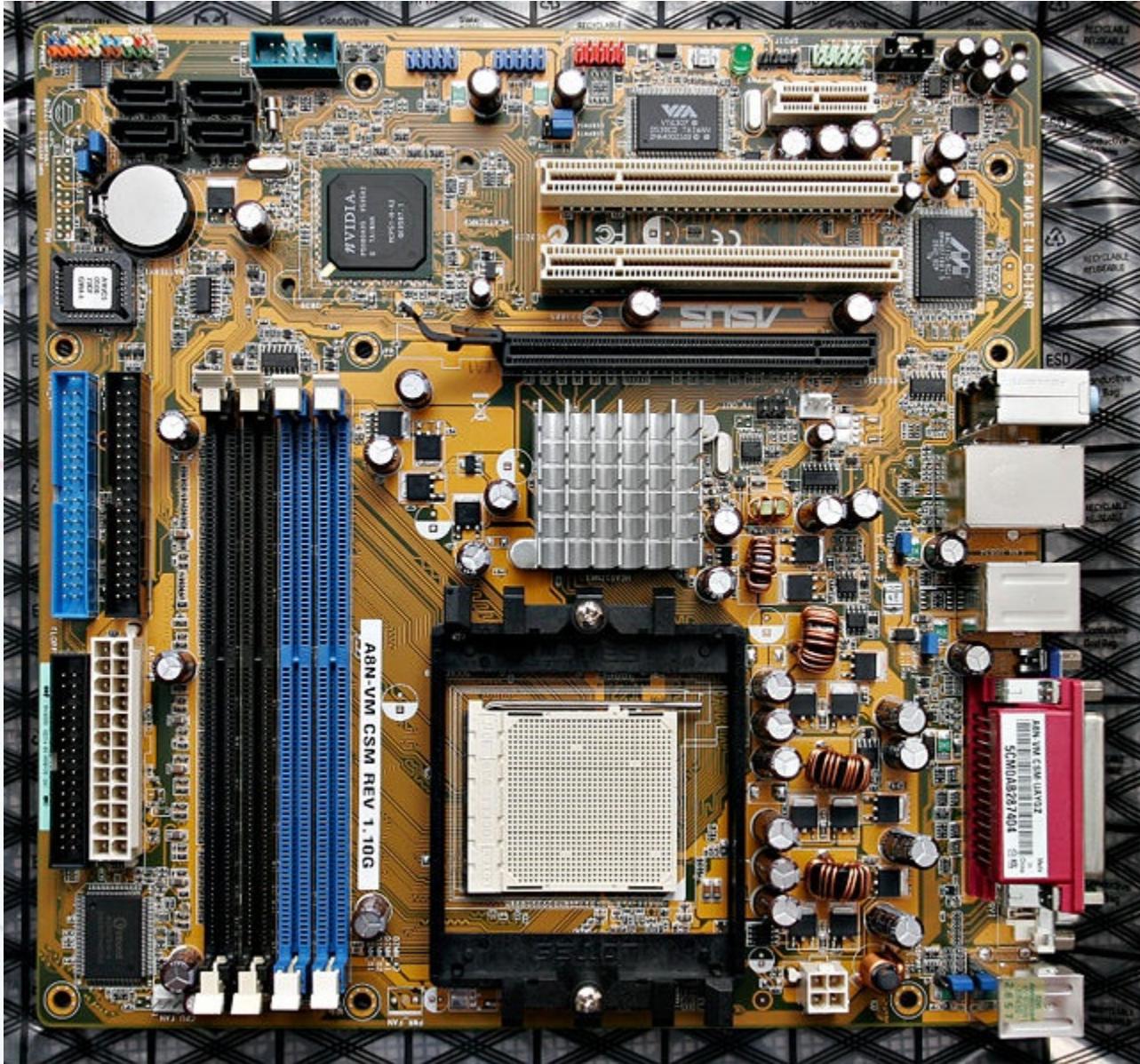
# Alternativni sistemi za hladjenje

- Hlađenje vodom
- Hlađenje tečnim azotom (za višestruko overklokovane procesore)



# Matična ploča



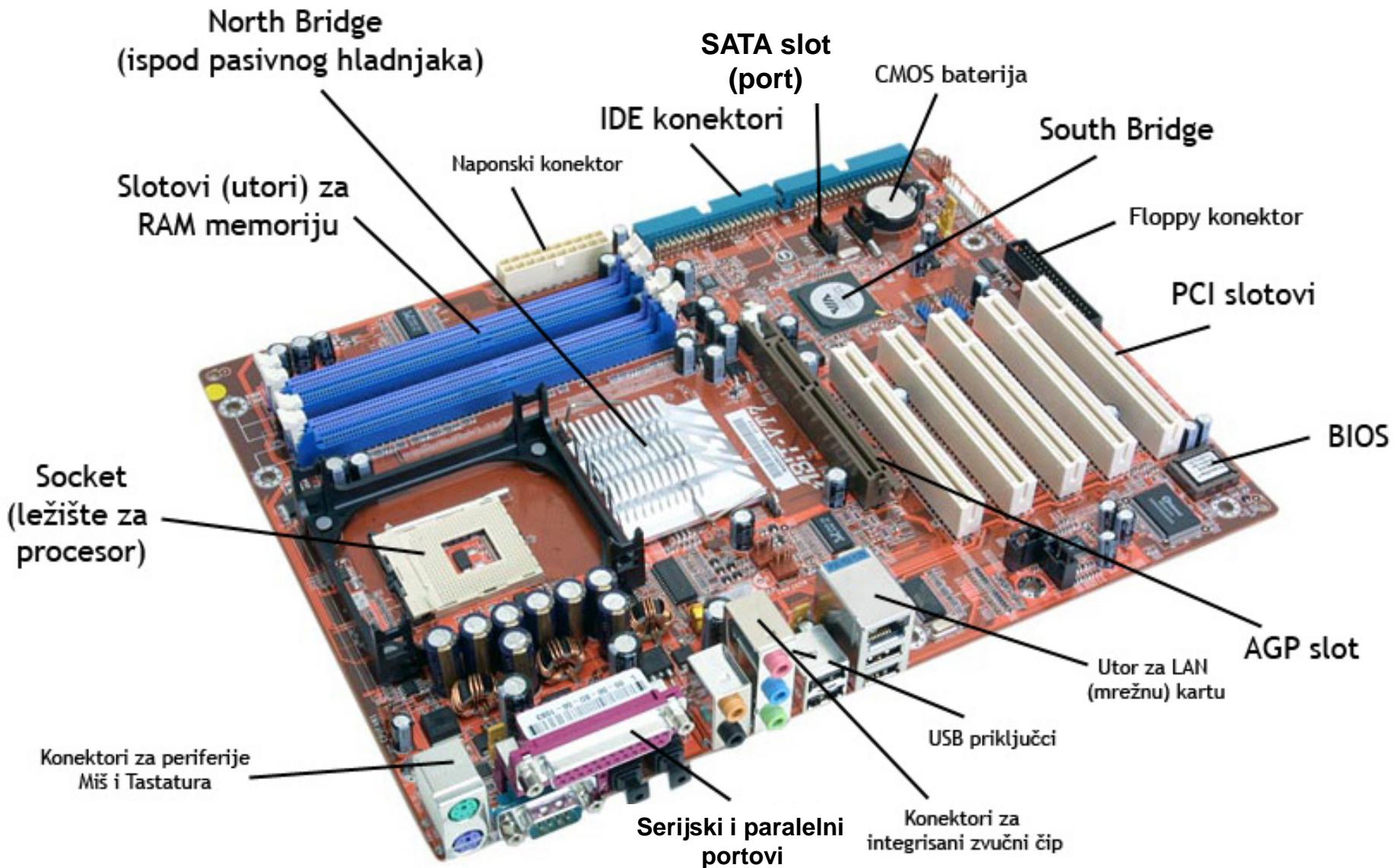


# Matična ploča (motherboard)

- **Matična ploča je osnova računarskog sistema koja objedinjuje sve ostale komponente.**
- **To je ploča na kojoj se nalaze mesta za povezivanje hardverskih uređaja: procesorom, disk jedinicama, video karticom, kao i memorijom.**
- **Na matičnoj ploči se nalazi i litijumska baterija (CMOS baterija) koja služi za obezbeđivanje električne energije memorijskom čipu koji vodi datumsku i vremensku evidenciju kada je računar isključen.**
- **Veoma važan je i čip koji u svojoj memoriji (ROM) ima BIOS (Basic Input Output System), program za čuvanje korisnikovih hardverskih podešavanja.**

# Komponente na matičnoj ploči

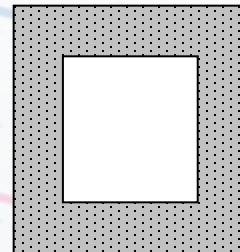
- Na matičnoj ploči se nalaze **slotovi** - mesta za povezivanje kartica (grafičkih, zvučnih, TV, mrežnih...) u računarski sistem.
- Nalaze se podnožja za procesor i memoriju.
- Eksterni uređaji kao što su monitor, tastatura, štampač, eksterni HD itd, povezani su sa pločom preko **portova (ATA i SATA za HD)**.
- Postoje dve vrste portova: **serijski i paralelni**.
  - Kod serijskih portova (asinhroni portovi) bitovi jednog bajta izlaze kroz port jedan za drugim.
  - Kod paralelnih portova svi bitovi jednog bajta izlaze istovremeno paralelnim putem.



Izgled matične ploče  
Primena računara u hemiji

# Podnožja za procesor

- Na savremene matične ploče ugrađuju se dva osnovna tipa podnožja za procesore:

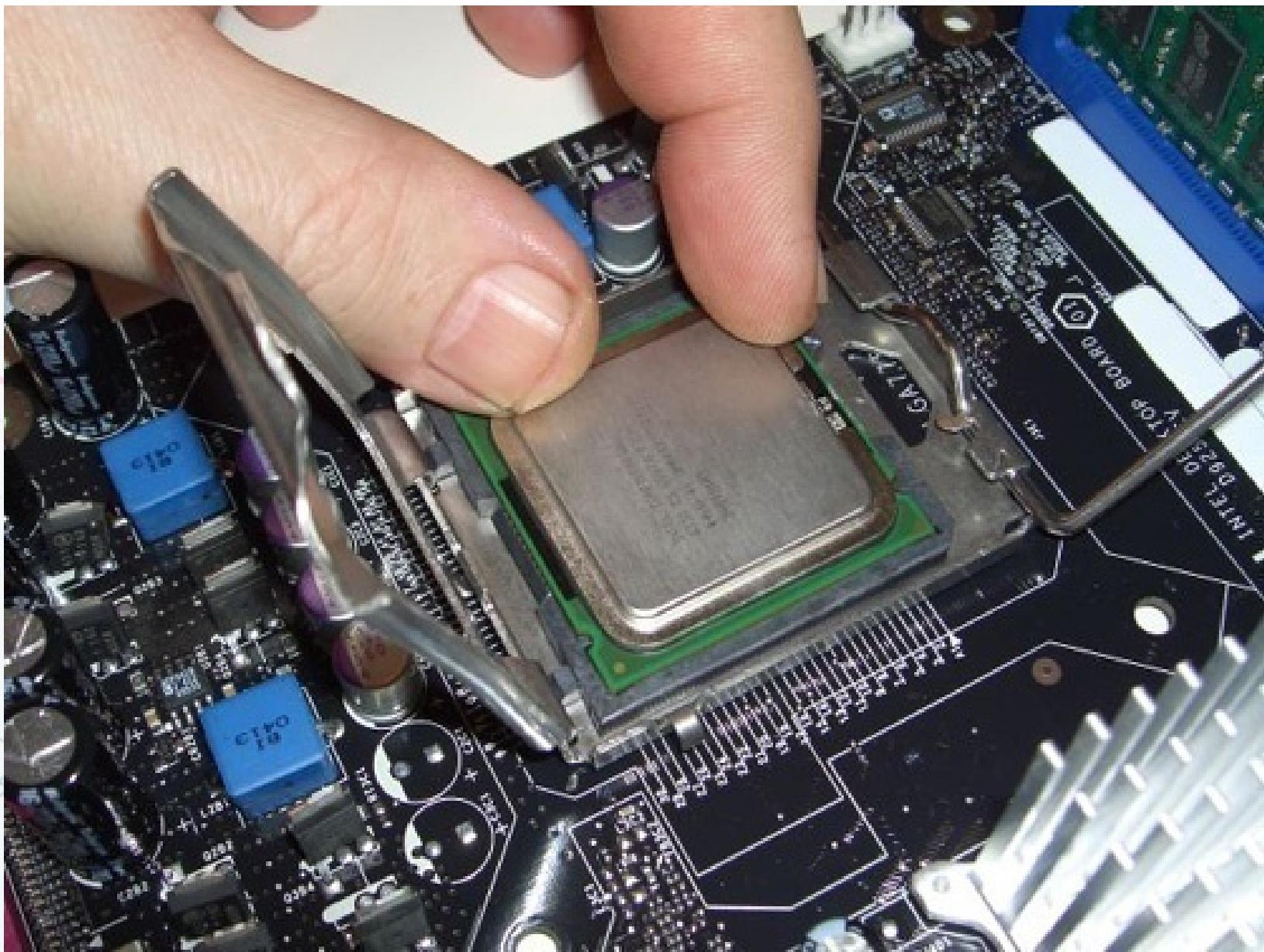


SOCKET



SLOT

- Najčešće je u upotrebi **Socket**.
- Međutim, odgovarajući priključci za Intelove i AMDove procesore nisu međusobno identični, tako da se na primer, ne može priključiti AMDov procesor u Socket za Intelove procesore.

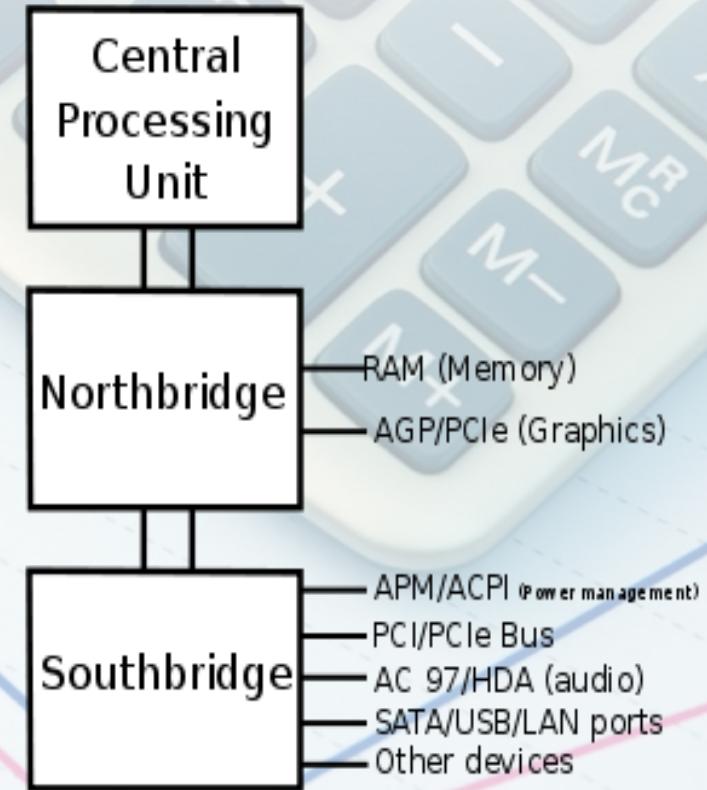


# Čipset (chipset)

- Čipset je najvažniji deo matične ploče
- To je skup čipova koji omogućavaju i usklađuju rad brzog procesora i sporih hardverskih uređaja
- Sastoje se od dva čipa

MCH (Memory Controller Hub) – poznatiji kao Northbridge (severni most)

PCH (Peripheral Controller Hub) – poznatiji kao Southbridge (južni most)



# Čipset (chipset)

- **MCH (Northbridge)**
  - Povezuje CPU sa RAM memorijom i slotom za grafičku karticu (AGP, PCI express)
  - Magistrala koja povezuje CPU, RAM i grafički adapter naziva se sistemska magistrala ili **FSB (Front Side Bus)**
  - Kod nekih ploča Northbridge sadrži integriranu grafičku karticu i tada se naziva **GMCH (Graphics Memory Controller Hub)**
- **PCH (Southbridge)**
  - Povezuje CPU sa ostalim periferijama (PCI, USB, SATA, ATA, (HD)…)

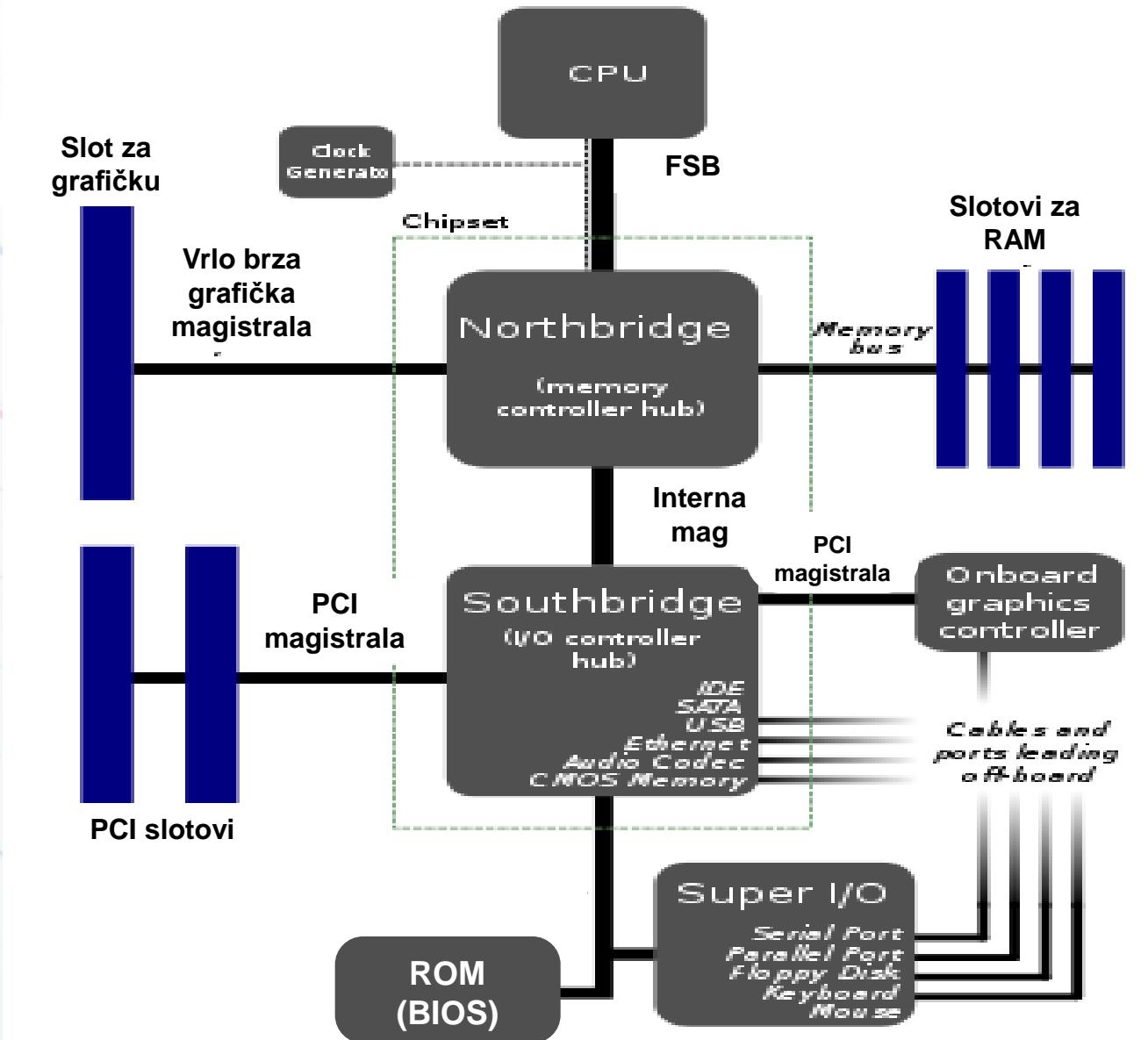


Intel i815EP  
northbridge



VIA VT8233A  
southbridge

# Blok šema matične ploče



# PCI slot

- **PCI (Peripheral Component Interconnect) slotovi. Služe za dodavanje:**
  - Mrežne, zvučne, TV kartice, disk kontrolera...
- **Svi PCI slotovi su ravnopravni**
  - Redosled postavljanja dodatnih kartica nije bitan
  - Može da se desi da neki slot ne radi, probati sa nekim drugim
- **AGP (Accelerated Graphics Port) i**
- **PCI express slotovi** - brži od AGP-a i PCI-a



# Neke aktuelne matične ploče (2008)

- **MSI S775 P45 NEO3-FR**

- Northbridge Intel P45
- Southbridge ICH10/ICH10R
- Socket 775 (Intel C2D, C2E, C2Q)
- Slotovi
  - 4 DDR2 slota
  - 1 PCI express
  - 4 PCI slota
  - 8 SATA II
  - 1 ATA 66/100/133

Okvirna cena : 10000 din



# Neke aktuelne matične ploče

- **MSI Big Bang-Xpower**
  - Čipset **Intel® X58**
  - Southbridge **ICH10R**
  - Socket **1366** (Intel i7)
  - Slotovi
    - 6 DDR3 slota (24 GB RAM)
    - 6 PCI express
    - 6 SATA III
  - Okvirna cena : do 22000 din



# Neke aktuelne matične ploče

- **MSI 890FXA-GD70**
  - Čipset **AMD® RD890**
  - Southbridge **SB850**
  - Socket **AM3** (Phenom II)
  - Slotovi
    - 4 DDR3 slota (16 GB RAM)
    - 5 PCI express
    - 6 SATA III
    - 1 SATA II
  - Okvirna cena : do 17000 din

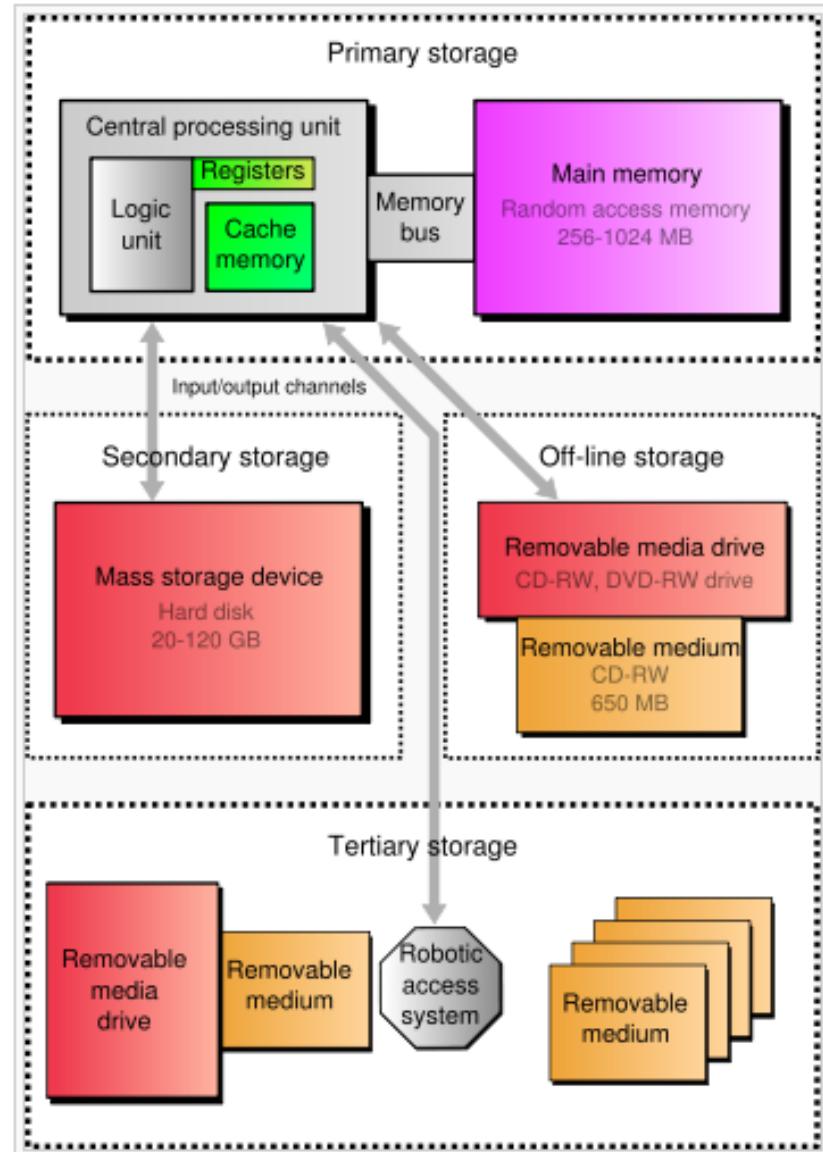


# Memorija

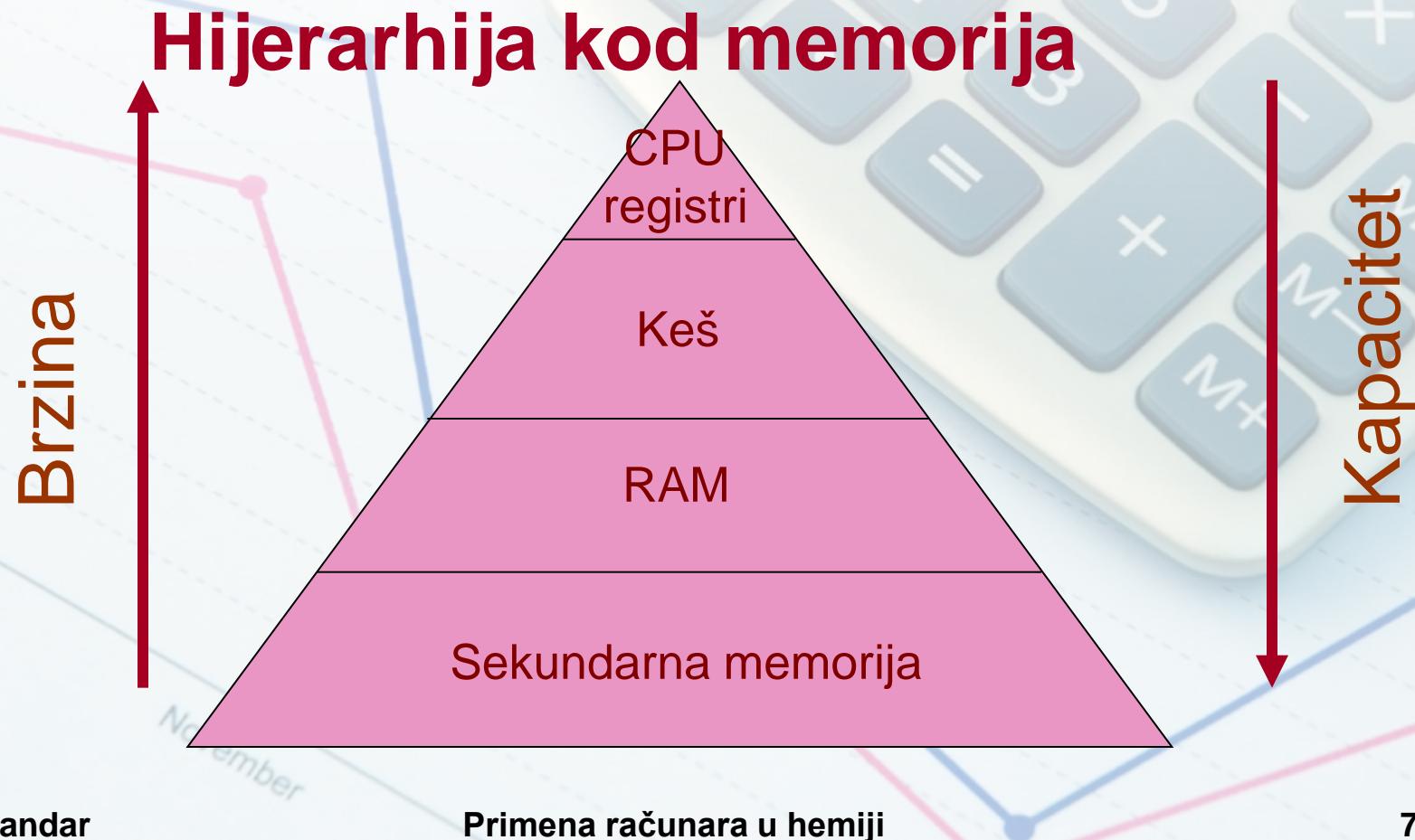


# Hierarhija memorija

- **Primarna memorija**
  - Registri
  - Keš
  - RAM, ROM, CMOS
- **Sekundarna memorija**
  - Magnetne memorije
    - Hard disk
  - Optičke memorije
    - CD, DVD, Blu-Ray
  - Poluprovodničke memorije
    - USB Flash memorije
    - Memorijske kartice



Od vrha ka dnu smanjuje se cena bajta memorije,  
povećava kapacitet, povećava vreme pristupa, opada  
učestalost pristupa memoriji od strane centralnog  
procesora



# RAM memorija

- **RAM (Random Access Memory) – memorija sa direktnim (slučajnim) pristupom**
  - Poluprovodnička memorija
  - Koristi se za privremeno memorisanje programskih instrukcija i podataka
  - Jedinstvene adrese, podaci se mogu smestiti u bilo koju lokaciju
  - Brz pristup (čitanje i upisivanje)
  - Informacije se gube kada se isključi napajanje

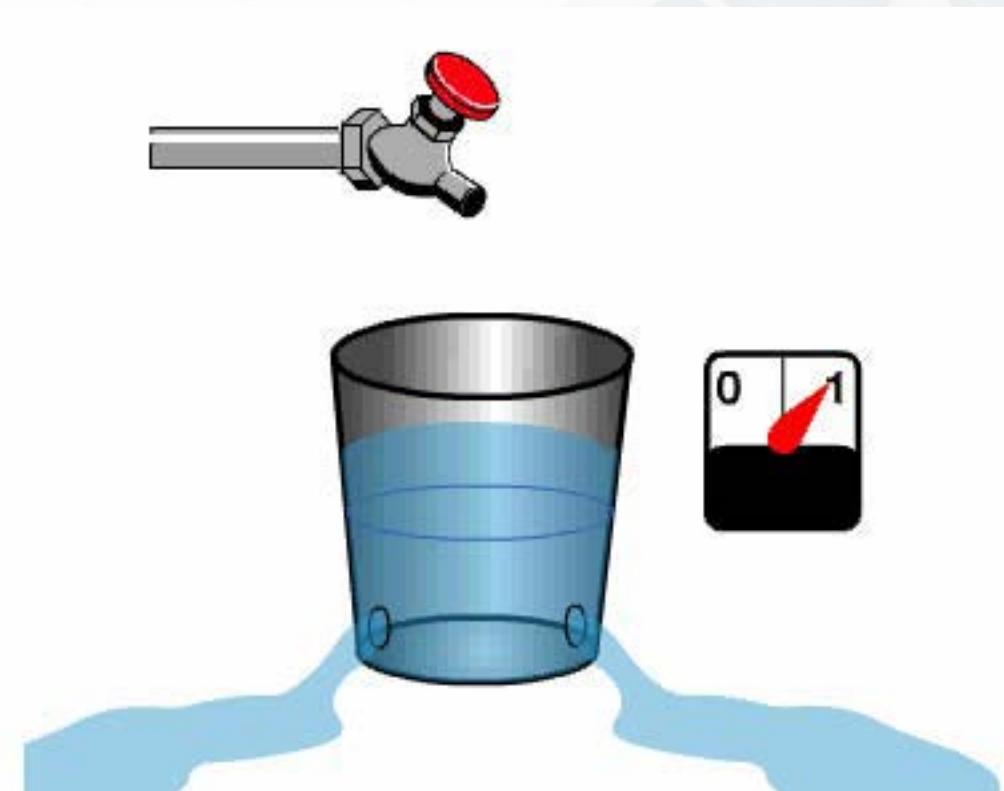


# Vrste RAM memorija

- **DRAM**
  - Dinamički (DRAM) koji svoj sadržaj pamti vrlo kratko vreme i potrebno mu je neprestano "osvežavanje" (nasuprot statičkom). Veće gustine ali zbog toga i manje brzine i cene.
  - Najčešće u upotrebi
  - Postoji sinhroni i asinhroni DRAM
- **SRAM**
  - Statički (SRAM) - klasičan RAM veće brzine ali manje gustine (i zbog toga najveće cene).

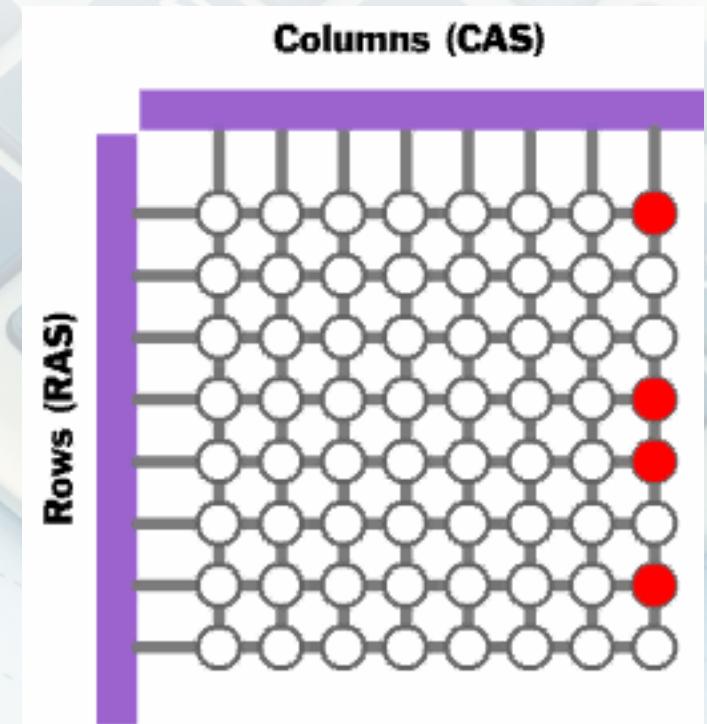
# DRAM

- Ime potiče od principa rada njegovih memorijskih čipova
- Podaci u DRAM-u se čuvaju punjenjem kondenzatora
- Kondenzatori vremenom gube svoje punjenje, pa memorijski čipovi gube smeštene informacije
- Zbog toga je podatke potrebno **povremeno osvežavati**, odnosno moraju se dopunjavati kondenzatori
- Analogija sa probušenom kantom za vodu
  - zamislite probušenu kantu sa vodom
  - vodu morate stalno da dopunjavate, da ne bi istekla
  - analogno tome, morate da (električno) dopunjujete kondenzatore koji predstavljaju jednu memorijsku ćeliju



# Struktura DRAM-a

- Osnovni element je matrica memorijskih ćelija
- Ćelije su organizovane u vrste i kolone
- Jedan bit jedna ćelija
- Primer - memorijski čip od 4 Mb ima 4194304 ćelije ( $2^{22}$ ) smeštenih u matricu sa 2048 vrsta i 2048 kolona ( $2^{11}$ )
- Ćelija se može jednoznačno identifikovati brojem vrste i kolone



# SDRAM

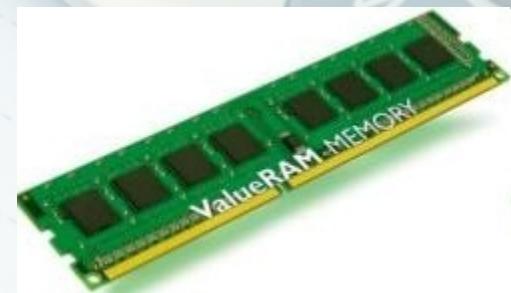
- **Sinhroni DRAM**
- Podaci se upisuju i čitaju iz SDRAM-a sinhrono, pod kontrolom sistemskog časovnika

## Tipovi SDRAM memorija

- Klasični SDRAM (PC-66, PC-100 i PC-133)
- DDR SDRAM (Double Data Rate SDRAM), DDR2 SDRAM, DDR3 SDRAM
  - DDR SDRAM je dvostuko brži od klasičnog SDRAM-a. Predstavlja evoluciju SDRAM-a
  - Mikro SD kartice

# Današnje RAM memorije

- **Kingston KHX 1GB 800MHz DDR2 CL5**
  - Kapacitet 1GB
  - Radni takt 800MHz
  - Latencija CL5 (5-5-5-15)
- **Kingston KVR 1GB 1333MHz DDR3 CL9**
  - Kapacitet 1GB
  - Radni takt 1333MHz
  - Latencija CL9



# SRAM

- **Statički RAM**
- Stanja memorijskih elemenata su stabilna – **nema osvežavanja kao kod DRAM-a.**
- SRAM ćelija je daleko složenija od DRAM-a ćelije
- Integracija SRAM-a je tehnički komplikovanija pa je i cena veća
- Kapacitet je manji i koristi se uglavnom za **keš memorije**
- Veća brzina u odnosu na DRAM, vreme pristupa je kraće

# ROM memorija

- **ROM (Read Only Memory)** – memorija iz koje samo mogu da se čitaju podaci.
- Kad se jednom programira njen sadržaj se **ne menja i ne gubi** čak i kad se isključi napajanje.
- Koristi se za čuvanje BIOS-a. (Basic Input/Output Sistem)-mali inicijalni program, kojim se testira hardver i vrši učitavanje većih programa operativnog sistema sa sekundarne memorije.



ROM memorija na ploči



CMOS baterija

# ROM memorija

- CMOS memorija je mala memorija (reda 100B) i zahteva malo energije za održavanje (CMOS baterija). Može se smatrati delom ROM memorije.



ROM memorija na ploči



CMOS baterija

# Programibilne ROM memorije

- **PROM (Programmable ROM memory)**
  - Memorija koja se programira primenom specijalnog uređaja koji korisi visoki napon da trajno uništi ili kreira veze unutar čipa čime se kodiraju informacije
- **EPROM (Erasable PROM)**
  - Mogu da se obrišu izlaganjem ultraljubičastom zračenju (flash-ovanje). Nakon toga mogu ponovo da se programiraju
- **EEPROM (Electrically Erasable PROM)**
  - Briše se električnim putem
  - Moguće je brisanje samo jednog dela memorije
  - Vreme upisa - 1ms po bitu (mnogo više od RAMa)