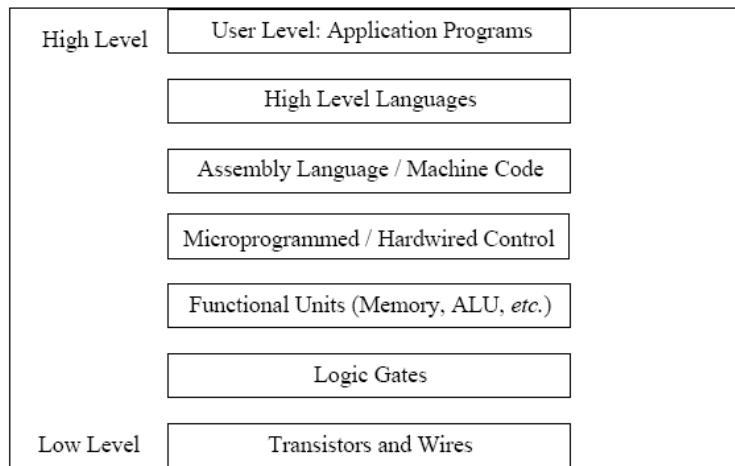


# Uvod u assembler - Računarski sistem

U sastav računarskog sistema ulaze:

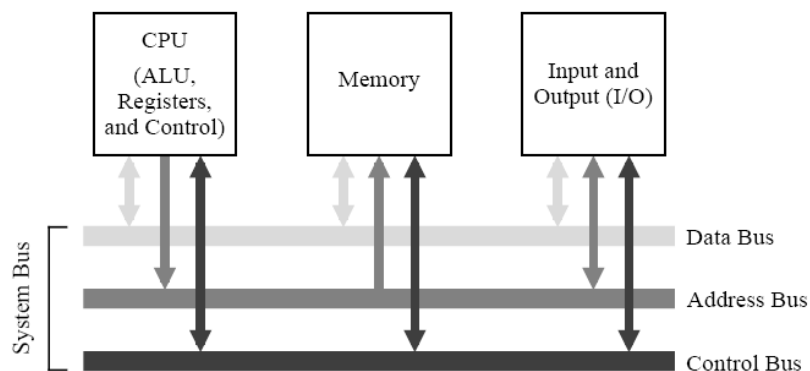
- **magistrale**
- **procesor**
- **memorija**
- **periferijski uređaji**

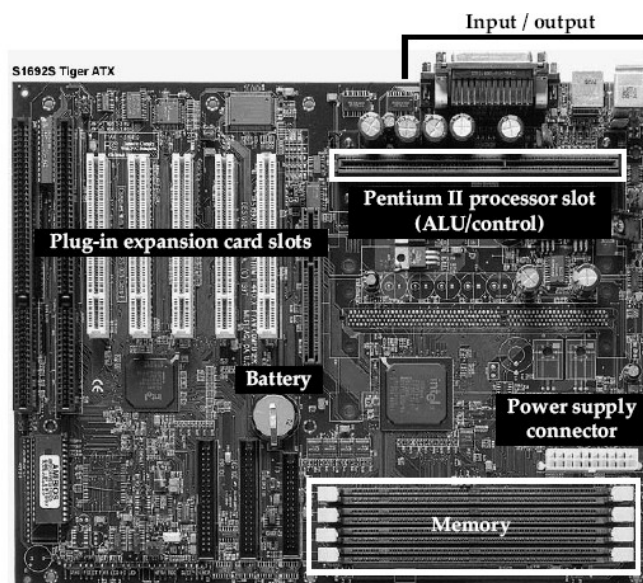


## Magistrale

Magistrala je skup linija preko kojih se prenose električni signali i ostvaruje veza između različitih delova računarskog sistema. Razlikujemo memorijske i ulazno-izlazne magistrale. U okviru memorijske magistrale funkcionalno su jasno razdvojene, mada fizički to ne moraju da budu:

- **adresna magistrala**, koja služi za prenošenje adresa memorijskih lokacija
- **magistrala podataka**, služi za prenos podataka koji se obrađuju
- **upravljačka magistrala**, služi za prenos upravljačkih signala





Ulazno-izlazne magistrale služe za komunikaciju sa različitim perifernim uređajima pa u zavisnosti od potreba imamo više vrsta magistrala:

- **ISA**<sup>1</sup>, radna magistrala za sve sisteme malih brzina, inače danas u odumiranju. Brzina prenosa oko 5MBps<sup>2</sup>, dovoljna je za rad modema, zvučnih kartica i ostale periferije nižeg propusnog opsega. Radi na 8 MHz i ima širinu od 16 bitova.
- **VL bus**, magistrala koja je pravljen za sisteme sa procesorom 486. 120 MBps.
- **MCA**<sup>3</sup>, IBM-ova magistrala za Plug and Play<sup>4</sup> dodatke, nikad prihvaćena na tržištu. 33 MBps.
- **EISA**, Industrijski odgovor na MCA magistralu, danas prisutna uglavnom na malom broju servera. 33 MBps.
- **PCI**<sup>5</sup>, vladajući standard na današnjim računarima. Radi na 33MHz i ima 32 bita širine. 132 MBps.
- **AGP**<sup>6</sup>, je vid povezivanja grafičkih kartica na novije računare. 264MBps / 528MBps.
- **PCI Express**, ista svrha kao AGP, na najnovijim sistemima.
- **SCSI**, standard za brze interne i eksterne veze, koje se koriste za skenere, hard diskove i ostale brze periferne jedinice. 5/10/20/40 Mbps
- **USB**<sup>7</sup>, magistrala koja osvaja svojom praktičnošću prethodi da zameni serijske i paralelne portove čije su brzine preko deset puta manje. Projektovana za uređaje kao što su miš, tastatura, skener i digitalni fotoaparati. 12 Mbps<sup>8</sup>
- **FireWire**, magistrala koja prethodi da postane sistemski magistrala opšte namene i potisne PCI. 100 / 200 / 400 / 800 Mbps
- **IrDA**<sup>9</sup>, povezivanje periferije infracrvenim zracima. 4 Mbps
- **PC Card** magistrala služi za povezivanje periferija na prenosive računare. 5 MBps

1 Industry Standard Association

2 MBps, MegaBytes per second, megabajta u sekundi

3 Microchannel Architecture, mikrokanalna arhitektura

4 Kombinacija BIOS-a, operativnog sistema i perifernih jedinica koja daje okruženje u kome se uređaji sami konfiguriraju.

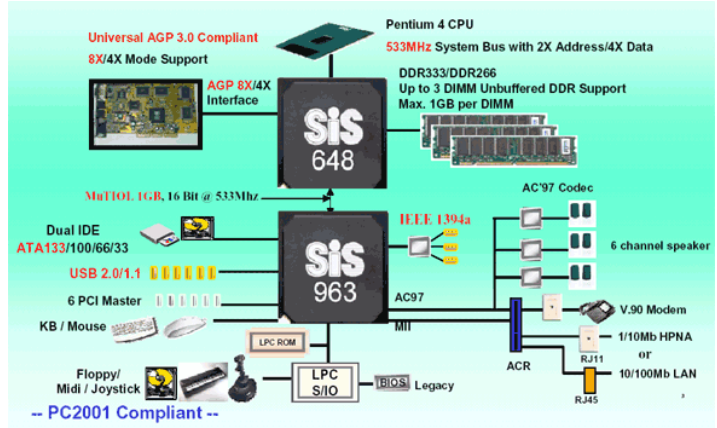
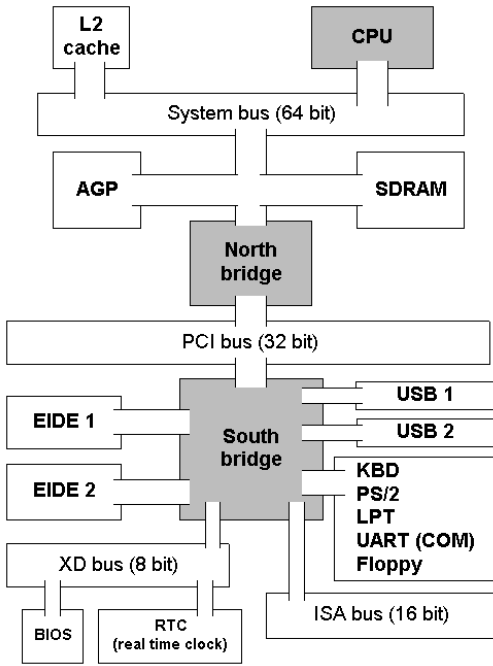
5 Peripheral Component Interconnection, veza sa perifernim jedinicama

6 Accelerated Graphics Port, ubrzani grafički port

7 Universal Serial Bus, univerzalna serijska magistrala

8 Mbps, MegaBits per second, megabita u sekundi

9 Infrared Device Association



## Procesor

Procesor je uređaj koji vrši obradu podataka i predstavlja centralni deo računarskog sistema. Svi podaci koji se obrađuju u računaru u toku obrade prolaze kroz procesor. Međutim to ponekada dovodi do nepotrebnog usporavanja rada sistema jer veliki broj podataka procesor ne treba da obrađuje već je dovoljno da se npr. podaci prenesu iz memorije na neki periferni uređaj ili obrnuto. Zato većina današnjih računarskih sistema poseduje veliki broj dodatnih čipova na modemima, zvučnim i grafičkim karticama, DMA<sup>10</sup> uređajima, kontrolerima diskova, pa čak i na tastaturama, sve u cilju rasterećivanja centralnog procesora i poboljšavanja performansi celokupnog sistema.

Jedna od osnovnih karakteristika procesora je dužina podatka kojeg obrađuje u jednom trenutku. Uobičajene dužine su 4,8,16,32 i 64 bita. Prema ovome procesori se mogu podeliti na četvorobitne, osmобitne, šesnaestobitne, tridesetdvobitne itd.

## Struktura procesora

U okviru procesora mogu se razlikovati sledeće komponente:

- komandna jedinica
- aritmetičko-logička jedinica
- skup registara
- unutrašnje magistrale

Komandna jedinica služi za prepoznavanje instrukcija koje treba da se izvrše. Registri imaju višestruku namenu. Kao primer izdvajamo akumulator koji predstavlja pomoćni registar za izvođenje većine operacija, zatim tu su i brojač naredbi, pokazivač steka, statusni registar, kao i brojni drugi adresni, indeksni i drugi registri. Unutrašnje magistrale povezuju sve komponente procesora u jednu celinu, dok se u aritmetičko-logičkoj jedinici obavljaju aritmetičke i logičke operacije i ona je najčešće povezana sa akumulatorom.

Kod svih mikroprocesora postoji sistem prekida (ili interapta<sup>11</sup>), sredstva pomoću koga periferni uređaji zahtevaju od procesora da izvrši obradu nekih podataka. Interapte ne moraju uvek da izazovu periferni uređaji, već oni nastaju i kada dođe do nekih nedopustivih situacija, kao što je npr. deljenje nulom. Obrada interapta najčešće se obavlja tako što se prvo:

- briše signal kojim se zahtevao interapt.
- sadržaj brojača naredbi i statusnog registra se upisuje u stek.
- u brojač naredbi se upisuje adresa od koje počinje procedura za obradu interapta.

Nakon izvršenja procedura, sadržaj iz steka se vraća u statusni registar i brojač naredbi, tako da mikroprocesor može da nastavi sa radom tamo gde je stao.

## Mašinski jezik procesora

Programski jezici služe za komunikaciju čoveka sa računarom. S obzirom na stepen zavisnosti od računara možemo podeliti na mašinski zavisne i mašinski nezavisne jezike. Mašinski nezavisni jezici, kao što su C, Pascal, Java i dr. bliski su govornom jeziku čoveka, pa su samim tim i udobniji za rad. Međutim kada nam je neophodna maksimalna iskorišćenost resursa i maksimalna brzina rada programa opredelićemo se za mašinski zavisne jezike. Mašinski jezik mikroprocesora je izgrađen nad binarnom azbukom i propisan je od strane proizvođača. Za svaku operaciju koju procesor može da obavi postoji naredba odnosno instrukcija. Većina instrukcija ima dva dela: operacioni kod i adresni deo. Kod većine procesora postoji više načina adresacije. Ako je adresacija

<sup>10</sup> uređaj DMA (Direct Memory Access) služi za omogućavanje direktnog pristupa memoriji, bez posredništva procesora.

<sup>11</sup> IRQ, Interrupt Request, zahtev za interapt. Starije PC mašine su imale 8 linija za interapt, dok novije imaju 16 od kojih samo desetak može biti iskorišćeno jer je izvestan broj rezervisan za interne potrebe. Zbog toga ponekad više uređaja deli istu interapt liniju što može dovesti do IRQ konflikata.

neposredna onda se u adresnom delu nalazi vrednost drugog operanda. Kod direktne adresacije u adresnom delu je adresa na kojoj se nalazi drugi operand, a ako je u pitanju indirektna adresacija tada je u adresnom delu adresa na kojoj se nalazi adresa operanda.

Komande se realizuju preko aritmetičko logičke jedinice. Pri tome se jedan operand obično nalazi u akumulatoru, a drugi se uzima iz memorije ili iz nekog opšteg registra. Rezultat se najčešće upisuje u akumulator. Zato je u instrukciji potrebno ukazati samo na jednu adresu pa su instrukcije obično jednoadresne. Sve instrukcije, kojih obično ima i preko stotinu, možemo svrstati u nekoliko grupa:

- instrukcije za prenos podataka
- aritmetičko-logičke instrukcije
- instrukcije pomeranja i rotacije
- instrukcije grananja
- specijalne instrukcije

Mašinski jezik je jako neudoban za čoveka i danas skoro niko ne programira na jeziku izgrađenim nad binarnom azbukom. Stoga kada se govori o programiranju na mašinskom jeziku, obično se misli na mašinski zavisne jezike, asemblerske i makro-assembly jezike.

Asemblerski jezici su bliski mašinskim i nastali su zamenom operacionih kodova i adresa, koje su predstavljene nizovima nula i jedinica, skraćenicama i simboličkim imenima. Kako je mašinski jezik jedini jezik koji procesor razume, sve što je izraženo asemblerskim jezikom mora biti prevedeno na jezik nad binarnom azbukom.

Ovo prevođenje obavlja računar preko programa prevodioca koji se naziva assembler. Makro jezici nastaju od asemblerskih zamenom pojedinih skupova naredbi asemblerskog jezika jednom tzv. makro naredbom.

## Razvoj mikroprocesora

Prvi mikroprocesor bio je četvorobitni, zvao se **Intel-4004** i pojavio se 1971 god. Nakon njega pojavljuju se brojni osmобitni mikroprocesori kao što su Motorola-ina serija 6800, familija 6502 firme Mos Technology<sup>12</sup>, Z80 firme Zilog, kao i Intel-ovi mikroprocesori iz serije 8080. Zajednička karakteristika svih osmобitnih mikroprocesora, pored zajedničke dužine reči od 8 bitova, je i da su svi imali adresni prostor od 64K, odnosno njihova magistrala podataka bila je široka 8 bitova, a adresna magistrala 16 bitova.

Ubrzo nakon ovih serija firme izbacuju na tržište i svoje šesnaestobitne mikroprocesore među kojima je i **Intel-ov 8086**. Nakon povezivanja sa IBM-om, ugradnjom njegovih procesora u prve PC računare Intel postaje najpopularniji proizvođač mikroprocesora na svetu i tu titulu je zadržao sve do danas. Ipak teško je reći da su prvi Intel-ovi procesori zaslužili ovu titulu. Najveći nedostaci Intel-ovih šesnaestobitnih mikroprocesora 8086 i 80286 su adresiranje memorije po segmentima i korišćenje istih linija za adresnu magistralu i magistralu podataka. Naime adresna magistrala je imala četiri odnosno osam dodatnih linija tako da su ovi procesori mogli da adresiraju 1Mb odnosno 16Mb unutrašnje memorije i to sve po segmentima od po 64K. Od poboljšanja u odnosu na osmобitne procesore šesnaestobitni donose:

- rad sa virtuelnom memorijom<sup>13</sup>
- multiprogramski režim rada<sup>14</sup>
- rad tekućih linija (pipeline)<sup>15</sup>

**Tridesetdvo-bitni mikroprocesori** su izgrađeni u minijaturnijoj tehnologiji sa većim stepenom integracije<sup>16</sup> tranzistora na čipu. U cilju povećanja brzine rada osnovne memorije ugrađuju se

<sup>12</sup> Ovaj mikroprocesor je ugrađivan u mnoge poznate osmобitne računare kao što su Apple, Atari, Acorn, Commodore 64 (Verzija MOS6510)

<sup>13</sup> Virtuelna memorija je način organizovanja unutrašnje memorije uz povećanje njenog kapaciteta na račun spoljašnje memorije, najčešće hard diska, čiji bajtovi su znatno jeftiniji ali i sporiji.

<sup>14</sup> Multiprogramski režim rada se ostvaruje deljenjem vremena procesora.

<sup>15</sup> Termin tekuća linija je pozajmljen iz industrijske proizvodnje gde svi radnici rade istovremeno na zajedničkom poslu u jednoj proizvodnoj liniji. Ova ideja je iskorišćena i za ubrzanje rada procesora, gde dok se jedna instrukcija donosi druga se izvršava itd.

<sup>16</sup> VLSI, Very Large Scale Intergration, preko 100 000 tranzistora na čipu.

specijalno brze memorije malog kapaciteta, tzv. keš-memorije. Ova memorija služi kao posrednik između mikroprocesora i osnovne memorije. Frekvencija rada procesora se povećava sa nekoliko MHz na 16, 20, 33 i više MHz. Intel otklanja nedostatke svojih prethodnih modela tako da i80836 više ne mora da radi sa segmentima od po 64Kb već može odjednom da koristi memoriju od 4Gb. Takođe razdvojene su i magistrale za rad sa podacima i adresama, a pojednostavljuje se i rad u multiprogramskom režimu.

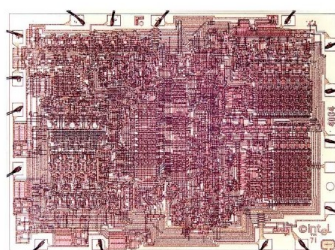
**Procesor 486** je koristio interni (L1<sup>17</sup>) keš od 8Kb jedinstven za instrukcije i podatke, a on je bio i prvi procesor u koji je ugrađivan numerički koprocessor<sup>18</sup>.

**Pentium** procesor koji se pojavio 1993 godine je prvi Intelov procesor koji je koristio superskalarni dizajn<sup>19</sup>, koristeći dve linije za instrukcije, za istovremeni rad sa više instrukcija. Pored povećanja frekvencije časovnika koja sada iznosi i preko 150 MHz-a, ovaj procesor donosi 64-bitnu eksternu magistralu podataka, dva efikasnija L1 keša od 8Kb, po jedan za podatke i instrukcije, a jedinica za rad sa pokretnim zarezom je znatno unapređena. Varijante Pentiuma koje rade na frekvenciji od 200 MHz-a i više imaju dodatni set tzv. MMX<sup>20</sup> instrukcija **Intel Pentium MMX** ima podršku i za SIMD<sup>21</sup> princip, koji je izuzetno koristan pri operacijama obrade slika kao što je npr. filtriranje, gde se velike količine informacija obnavljaju primenom jedne naredbe. Veličina internog keša je povećana sa 16 na 32 Kb.

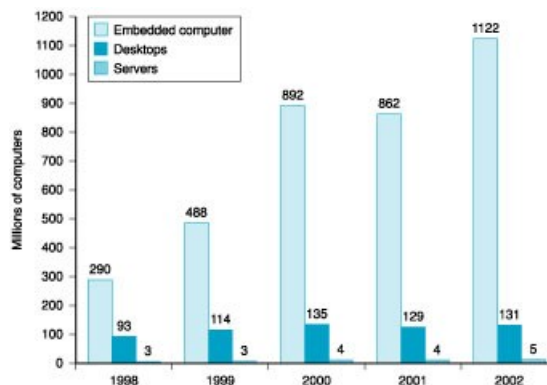
1997 godine Intel izbacuje procesor pod imenom **Pentium II** koji koristi principe RISC<sup>22</sup> koncepcije arhitekture mikroprocesora, omogućava još brže izvršavanje MMX instrukcija. Veličina L1 keša je ostala ista, ali eksterni L2<sup>23</sup> keš čiji kapacitet iznosi 512KB koristi posebnu keš magistralu koja radi mnogo brže od magistrale na matičnoj ploči. Adresna magistrala je široka 36 bita (adresni prostor je samim tim povećan na 64Gb), a dodata je i podrška za rad sa više procesora. Brzine se približavaju jednom GHz a tehnologija je sve minijaturnija: 0.35 i 0.25 mikrona.

U međuvremenu Intel izbacuje na tržište 64-bitne procesore iz serija **Pentium III** i **Pentium IV** izrađene u 0.18 i 0.15-mikronskoj tehnologiji čije adresne magistrale imaju širine od 64 bita, a brzine premašuju 1GHz.

Intel 4004, 1971



- 4-bit accumulator architecture
- 8µm pMOS
- 2,300 transistors
- 3 x 4 mm<sup>2</sup>
- 750kHz clock
- 8-16 cycles/inst.



## Primena procesora

Procesori se ne primenjuju samo za izgradnju računara. Oni se sve više koriste za kontrolu rada kućnih aparata, za kontrolu automatskih procesa u fabrikama, za kontrolu rada automobila itd. Broj oblasti u kojima se primenjuju se uvećava iz dana u dan, tako da je najsavremenije elektronske uređaje nemoguće zamisliti bez procesora ili mikrokontrolera<sup>24</sup>. Ovakvi uređaji su sve prisutniji i u

17 primarni keš, nalazi se u samim procesorima. Manji je i brži od sekundarnog L2 keša.

18 Floating Point Unit, jedinica za rad sa pokretnim zarezom je procesor namenjen radu sa složenim necelobrojnim vrednostima. Aplikacije koje se bave obradom slika ili 3D projektovanjem dosta zavise od FPU.

19 Superscalar pipelining, najnoviji procesori koriste više od jedne proizvodne linije. (Vidi 14)

20 Skup instrukcija namenjenih za ubrzavanje rada sa grafikom, video kompresijom i dekompresijom, 3D prikazom, zvukom i procesiranjem signala.

21 Single Instruction Multiple Data, jedna instrukcija više podataka

22 Reduced Instruction Set Computing, koncepcija arhitekture mikroprocesora, koja se nezavisno od Intel-a pojavila sredinom osamdesetih, ozbiljno ugrožavajući vladajuću Intel-ovu CISC (Complex Instruction Set Computer) arhitekturu.

23 Veoma brza memorija koja posreduje između "sporog" RAM-a i "brzog" procesora.

24 Microcontroller, popularni naziv za procesor koji se ugrađuje i kontroliše druge veće uređaje.

čovečijem organizmu.

U mnogim oblastima primene nisu neophodni najsavremeniji procesori. U dosta slučajeva osmobicni procesori zadovoljavaju sve potrebe.

## Memorija

Organizacija memorije zasniva se na Von Neumann-ovim principima<sup>25</sup>. Razlikujemo ROM<sup>26</sup> i RAM<sup>27</sup>. Oni čine osnovnu memoriju računara. Maksimalni kapacitet osnovne memorije zavisi od adresnih mogućnosti procesora. Npr. većina osmobicnih procesora može da adresira maksimalno 64K memorijskih registara, dok tridesetdvo-bitni procesori mogu da adresiraju preko 4 GB memorije. Raspodela između RAM-a i ROM-a je različita i zavisi od toga da li je procesor ugrađen u računar opšte namene ili u neki mikrokontroler. Kod računara opšte namene obično je kapacitet RAM-a znatno veći od kapaciteta ROM-a.

### RAM

RAM je naziv za memoriju u koju mogu da se upisuju i iz koje mogu da se čitaju podaci. Po isključenju napajanja računara svi podaci u RAM-u se brišu.

### ROM

Ponekad je potrebno trajno sačuvati podatke u osnovnoj memoriji računara. Nakon isključivanja računara podaci i dalje ostaju u ROM-u. Glavni deo ROM-a današnjih računara čini program BIOS<sup>28</sup>. On omogućava startovanje računara, testiranje komponenti i učitavanje operativnog sistema sa diska, dok tokom daljeg rada predstavlja vezu između softvera i hardvera računara. Program će mu se obraćati kada npr. treba upisati neki podatak na disk ili odštampati neki znak na štampaču. BIOS će obaviti potrebnu operaciju i o rezultatu izvestiti operativni sistem. Postoji više vrsta ROM memorija.

- **obični ROM** u koji se sadržaj upisuje prilikom fabrikacije.
- **PROM** (programabilni ROM) u koji sadržaj upisuje korisnik i to samo jedanput.
- **EPROM** je ROM kome se pomoću posebnih uređaja (EPROM programatora) može više puta obrisati i upisati sadržaj.

---

<sup>25</sup> Ukratko to znači da se ista memorija koristi za zapis i programa i podataka

<sup>26</sup> Read Only Memory, memorija iz koje se može samo čitati.

<sup>27</sup> Random Access Memory, memorija sa slučajnim pristupom.

<sup>28</sup> Basic Input Output System



## Periferijski uređaji

Pod periferijskim uređajima podrazumevaju se sve vrste ulazno izlaznih uređaja koje se mogu uklopiti u računarski sistem. Uređaji koje danas srećemo u sklopu računara, pored procesora i memorije su:

- **matična ploča** na kojoj se nalaze magistrale, serijski i paralelni portovi, kao i brojni kontrolni čipovi. Svi uređaji se priključuju na nju i preko nje međusobno komuniciraju.
- kućište sadrži sve vitalne delove PC računara, omogućava povezivanje eksternih uređaja preko portova sa prednje i zadnje strane, štiti od elektromagnetnog zračenja, napaja sve komponente električnom energijom i obezbeđuje njihovo vazdušno hlađenje.
- **miš i tastatura** su (pored kontrolera za igre) glavni ulazni uređaji današnjih računara. Danas im preti jedino softver za prepoznavanje govora.
- **hard disk** je uređaj za trajno skladištenje podataka. Programi i podaci zapamćeni na hard disku prebacuju se u sistemski RAM, radi daljeg korišćenja. Kapaciteti današnjih hard diskova prelaze 20GB.
- **flopi disk** je magnetni disk koji služi za skladištenje i prenos manjih količina informacija. Pored standardnog diska od 1.44MB postoje i brojni pokušaji zavodačenja novog standarda koji bi služio i za bekap<sup>29</sup> podataka.
- **CD ROM** uređaji su prenosivi, optički uređaji kapaciteta 650 MB. Na reflektivnom materijalu se nalaze udubljena (pits) i ravnine (nonpits) koje se pomoću laserskog snopa i foto-električnih ćelija prevode u digitalni niz nula i jedinica.
- **DVD**<sup>30</sup> je optički disk kapaciteta i do 17GB.
- monitor je izlazni uređaj računara, najčešće baziran na CRT<sup>31</sup> ili LCD<sup>32</sup> tehnologijama. Klasifikuju se i po veličini dijagonale (15", 17", 19", 21" i veće) u inčima.
- **grafički adapter** posreduje između računara i monitora. Sve što se može videti na ekranu prolazi kroz njega. Pored dvodimenzionalne grafike i video reprodukcije noviji sistemi uključuju protokole za brzo prikazivanje 3D slika.
- **modem**<sup>33</sup> omogućava komunikaciju PC računara preko telefonske linije. Može biti interni (u kućištu) ili eksterni, može da služi i kao faks, a najčešće služi za povezivanje na Internet. Brzine današnjih modema su 56 Kbps.
- **mrežna karta**<sup>34</sup> služi za povezivanje računara u lokalnu mrežu<sup>35</sup>.
- **kontroleri** predstavljaju interfejs između perifernih uređaja kao što su hard diskovi i CD ROM-ovi i samog PC sistema. Dva osnovna tipa kontrolera danas su SCSI i IDE<sup>36</sup>.
- **šampači** koje danas srećemo su ili laserski, koji troše fini crni toner<sup>37</sup>, ili ink-jet koji troše mastilo i imaju mogućnost i štampanja u boji po veoma niskoj ceni.
- **skener** je analogno digitalni konvertor koji od vizuelnih objekata prave digitalizovane bitmap slike. Prateći element savremenih skenera je i softver za optičko prepoznavanje slova.
- **neprekidno napajanje**<sup>38</sup> sprečava gubitak podataka u slučaju nestanka struje, a ima i zaštitnu ulogu u slučajevima nedozvoljenog napona.

---

29 Backup, Pravljenje kopija podataka

30 Digital Versatile Disc, digitalni promenljivi disk

31 Cathode Ray Tube, katodna cev

32 Liquid Crystal Display, ravni displeji koji sliku prikazuju dovodeći pod napon tečne kristale postavljene između staklenih površina.

33 MOdulator/DEModulator

34 NIC, Network Interface Card

35 LAN, Local Area Network

36 Integrated Device Electronic

37 proizvodi se od magnetne smeše gvožđa, plastike i pigmenta koja dozvoljava da bude oblikovana, nanesena i rastopljena na stranici.

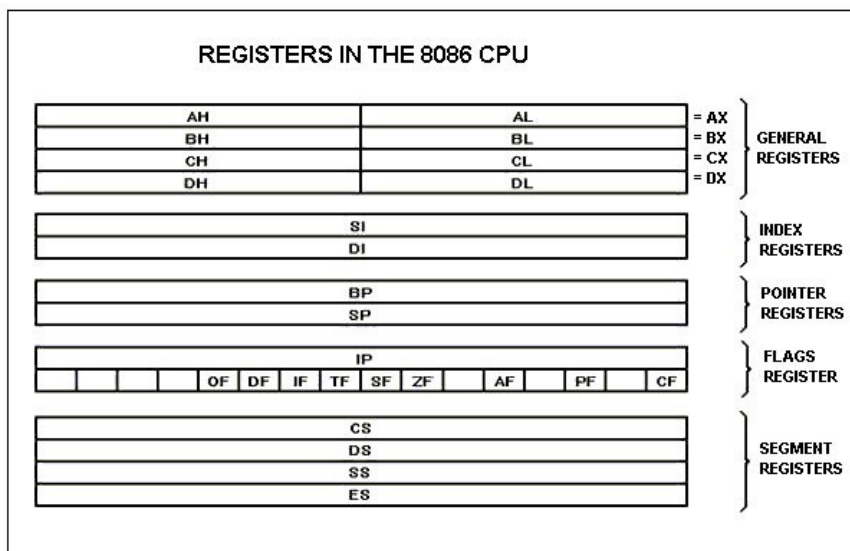
38 UPS, Uninterruptible Power Suply, neprekidni izvor napajanja

- **TBD**<sup>39</sup> je najjeftiniji i najsporiji način skladištenja i čuvanja podataka.
- **zvučna karta** omogućava digitalnu reprodukciju kao i snimanje zvukova u digitalnom formatu.
- mikrofon, TV karta, kamera, digitalni fotoaparat, slušalice, zvučnici i drugi multimedijalni uređaji

# Mikroprocesor Intel 8086

## Registri

Mikroprocesor i8086 ima 14 šesnaestobitnih registara, i to 12 registara za podatke i adrese, jedan pokazivač instrukcija, koji odgovara brojaču naredbi kod nekih drugih mikroprocesora, i jedan statusni registar.



## Segmentni registri

Kod ovog tipičnog predstavnika prvih Intel-ovih procesora za oformljenje memorijske adrese potrebna su dva broja: broj segmenta i dodatak. Razlog je već pomenuta podela memorije po segmentima. Jedan segment je veličine 64K. Mikroprocesor i8086 može u isto vreme da radi sa 4 segmenta od kojih svaki ima unapred propisanu ulogu. To su:

- **kodni segment (Code Segment)**, u kome se zapisuju instrukcije.
- **segment podataka (Data Segment)**, namenjen podacima.
- **stek segment (Stack Segment)**, koji se koristi prilikom rada sa stekom.
- **ekstra segment (Extra Segment)**, koji ima sličnu namenu kao i segment podataka.

Svakom segmentu je pridružen jedan registar, i u njemu se čuva početna adresa segmenta koja zajedno sa dodatkom koji se nalazi u pokazivaču instrukcija (Instruction Pointer) ako se traži sledeća instrukcija, ili u nekom od pokazivačkih i indeksnih registara ako se traži podatak, daje punu memorijsku adresu. **Puna adresa je dvadesetobitna i dobija se sabiranjem šesnaestobitnog dodatka i sadržaja segmentnog registra pomnoženog sa 16.** Na primer, CPU računa fizičku adresu tako što pomnoži segmentni registar sa 16 (heksa-dekadno 10h) , a zatim dodajući vrednost adrese unutar registra opšte namene:

$$(1230h * 10h + 45h = 12345h):$$

$$\begin{array}{r} 12300 \\ + 0045 \\ \hline 12345 \end{array}$$

## Registri podataka

Registri podataka se mogu tretirati kao 4 šesnaestobitna ili 8 osmобitnih registara zavisno od toga da li se operiše sa rečima ili bajtovima. Šesnaestobitni su označeni sa AX, BX, CX i DX i u svakom razlikujemo viši (High) i niži (Low) bajt.

- **AX**, akumulator se koristi prilikom množenja reči, deljenja, ulazno izlaznih operacija i nekih operacija sa azbučnim podacima. Sličnu ulogu imaju AL i AH registri kada se operiše sa bajtovima.
- **BX**, bazni registar se koristi u baznom modu adresiranja.
- **CX**, registar brojač služi kao brojač u instrukcijama za opis ciklusa, odnosno prilikom operacija sa azbučnim podacima.
- **DX**, registar podataka ima ulogu pomoćnog akumulatora prilikom množenja reči i prilikom deljenja. Često se koristi i za čuvanje adrese prihvatnog registra prilikom ulaza i izlaza podataka.

## Pokazivački i indeks registri

Pokazivački i indeksni registri se koriste za rad sa adresama. Da bi se pristupilo podacima u segmentu podataka, adresa segmenta se čuva u registru segmenta podataka, a dodatak u jednom od registara: BP (Base Pointer), SI (Source Index) ili DI (Destination Index).

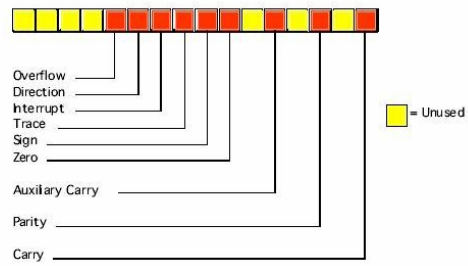
- **BP** se koristi za kod većine aritmetičkih operacija prilikom bazno indeksnog adresiranja, ali i kao dopunski pokazivač za rad sa podacima i stekovima.
- **SI** je indeks registar koji se koristi operacijama sa nizovima pri čemu ukazuje na lokacije iz koje treba uzeti izvorne podatke pa otud i naziv izvorni indeks registar.
- **DI** ima sličnu ulogu kao i SI s tom razlikom što on ukazuje na lokacije u koje treba upisati rezultat.
- **SP** (Stack Pointer) je klasični pokazivač steka. Prilikom rada sa stekom adresa stek-segmenta je u stek-segment registru.

## Statusni registar

Statusni registar sadrži zastavice (flags) koje mogu biti podignute ili spuštene. Ulogu jedne zastavice igra jedna ćelija, odnosno jedan bit. Ako je sadržaj ćelije 1, zastavica je podignuta, u suprotnom je spuštена. Flegovi se koriste u instrukcijama grananja. Naime, često tok programa zavisi od toga da li je dobijeni rezultat nula, pozitivan, ili ima paran broj binarnih jedinica itd:

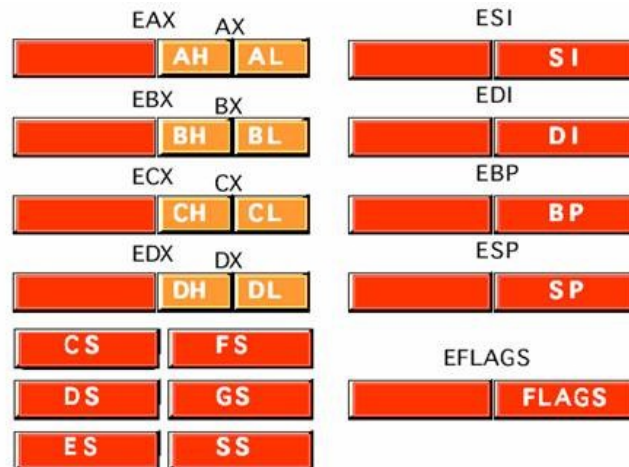
- **CF (Carry Flag)** - postavlja se na 1 ako postoji prenos kod sabiranja, odnosno pozajmica kod oduzimanja. Koristi se i kod operacije množenja, a čuva i šiftovani ili rotirani bit koji izlazi iz nekog registra kao i rezultat operacije upoređivanja.
- **PF (Parity Flag)** – fleg parnosti je 1 ako rezultat operacije sadrži paran broj jedinica.
- **AF (Auxiliary Flag)** – pomoćni fleg prenosa koristi se u radu sa pakovanim decimalnim brojevima.
- **ZF (Zero Flag)** – nula fleg dobija vrednost 1 ako je rezultat operacije nula.
- **SF (Sign Flag)** – fleg znaka je značajan kada se radi sa označenim brojevima. Ako je rezultat negativan SF se postavlja na 1. Ako se ima u vidu da su negativni brojevi zapisani u obliku potpunog komplementa, onda SF uvek sadrži bit najveće težine rezultata.
- **TF (Trap Flag)** – zamka fleg se koristi prilikom izvršavanja instrukcija korak po korak.
- **IF (Interrupt Enable Flag)** – fleg osposobljavanja prekida.
- **DF (Direction Flag)** – flag pravca se prvenstveno koristi prilikom rada sa nizovima. Ako je DF=1 smanjuje se sadržaj indeks registra.

- **OF (Overflow registar)** – fleg prekoračenja signalizira da je prilikom aritmetičke operacije došlo do prekoračenja.



## Mikroprocesor Intel 80386

Najveće ograničenje procesora i8086 bila je maksimalna dužina segmenta od 64KB, jer su svi registri bili 16-bitni, a  $2^{16}=65536=64KB$ , kao i relativno komplikovan način adresiranja opisan u gornjem tekstu. Intel 80386, kao prvi 32-bitni procesor uvodi novinu pod nazivom “32-bitni zaštićeni mod”, proširujući sve registre na 32 bita, što dozvoljava linearno adresiranje čak do  $2^{32}=4GB$  memorije. Svi aktuelni operativni sistemi koriste ovaj mod koji takođe omogućava i rad više programa istovremeno (*multitasking*) u posebnim, zaštićenim memorijskim particijama. Shema registara mikroprocesora 80386 data je na slici:



**32 bits:** EAX EBX ECX EDX

**16 bits:** AX BX CX DX

**8 bits:** AH AL BH BL CH CL DH DL

## Zašto assembler?

- Ponekad je kod napisan u assembleru brži i manji od koda koji generiše kompajler.
- Assembler dozvoljava direktan pristup hardveru sistema na kome se izvršava, što može biti teško ili čak nemoguće iz neklog drugog programskog jezika.
- Učenje assemblera pomaže u dubljem razumevanju funkcionisanja računara.
- Učenje assemblera utiče na bolje upoznavanje rada kompajlera i jezika višeg nivoa, kao što je jezik C.