

OSNOVE MEHATRONIKE

šifra predmeta: ETF EEI OMT 2460
digitalni računari kao kontroleri mehatroničkih sistema

Nastavnik: Vanr.prof.dr Mirsad KAPETANOVIĆ, dipl.el.ing
Elektrotehnički fakultet Univerziteta u Sarajevu

Digitalni računari

U posljednje tri dekade **digitalni računari** (*digital computers*) su totalno izmijenili svijet u kojem živimo. Duboke su promjene, kako u našem običnom životu kod kuće, tako i u našem svakodnevnom poslu.

Digitalne računare općenito možemo svrstati u dvije osnovne grupe:

- neintegrirani** računari (*non-embedded computers*)

Tipičan primjer:
personalni računari (*PC computers*)



- integrirani** računari (*embedded computers*)

To su računari koji čine dio mašine ili uređaja.

Fizički su veoma vrlo raznoliki: od jednostavnih kakve imamo u ručnim satovima, do složenih integriranih sistema koji upravljaju nuklearnim elektranama.



Neintegrirani personalni računari

Prisustvo i upotreba **neintegriranih personalnih desktop i laptop računara** (*non-embedded desktop and laptop PC computers*) svuda oko nas je nešto očigledno, nešto što se vidi na prvi pogled. Ove računare opšte namjene koristimo u gotovo svim našim aktivnostima: od održavanja kontakata sa prijateljima i rođacima u svijetu, pa sve do poslovnog nastupa na globalnom svjetskom tržištu. Personalni računari su jednostavno postali nezamjenjiva svakodnevna alatka, duboko ukorijenjena u sve pore naših socijalnih i poslovnih aktivnosti.

PC personalni računari (*PC personal computers*) su računarski sistemi za samo jednog korisnika. Optimiziraju se i prilagođavaju korisniku. Opremljeni su ulazno-izlaznim (U/I) uređajima (engleski termin: *I/O input-output*): tastatura, miš, monitor, printeri...

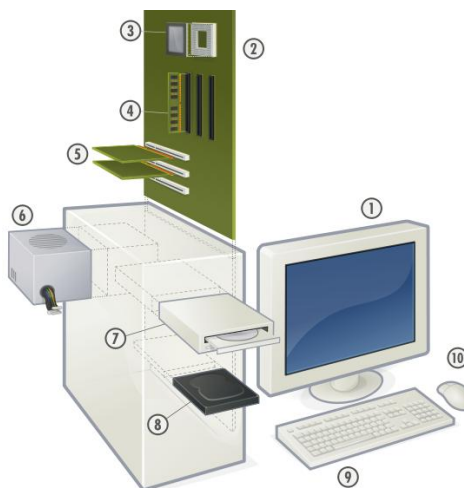


3

PC personalni desktop računari

Savremeni personalni (PC) **desktop računar** obično čine sljedeći elementi:

1. **monitor** (*display*)
2. **osnovna ploča** (*motherboard*), povezuje sve komponente u jednu cjelinu i usmjerava podatke
3. **procesor** (*CPU microprocessor*), "mozak" računara
4. **primarna memorija** (*RAM memory*), privremena, kratkotrajna memorija koja radi samo dok ima napajanje
5. **kartice proširenja** (*expansion cards*), grafička (kodira video izlaz i usmjerava ga na monitor), zvučna, (kodira zvučni izlaz i usmjerava ga na zvučnike), mrežna (povezuje računar sa drugim računarima) i itd.
6. **napajanje** (*power supply*)
7. **disk dražv** (*disc drive*) - jedan ili više njih, čitaju i pišu podatke sa optičkih diskova (CD, DVD, BD - blu-ray disk), floppy i zip diskova
8. **sekundarna memorija** (*hard disk, optical disks, floppy disk, flash memory,...*), memorija za trajno pohranjivanje podataka
9. **tastatura** (*keyboard*), služi za unos teksta i karaktera i za upravljanje računarom
10. **miš** (*mouse*), ulazni uređaj koji svoje kretanje pretvara u kretanje pointera na displeju



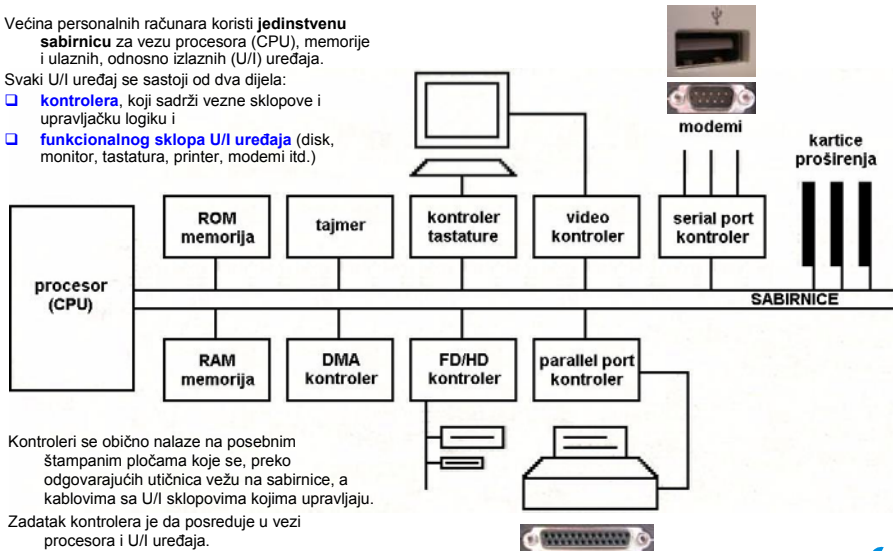
4

Logička struktura personalnog računara

Većina personalnih računara koristi **jedinstvenu sabirnicu** za vezu procesora (CPU), memorije i ulaznih, odnosno izlaznih (U/I) uređaja.

Svaki U/I uređaj se sastoji od dva dijela:

- **kontrolera**, koji sadrži vezne sklopove i upravljačku logiku i
- **funkcionalnog sklopa U/I uređaja** (disk, monitor, tastatura, printer, modemi itd.)



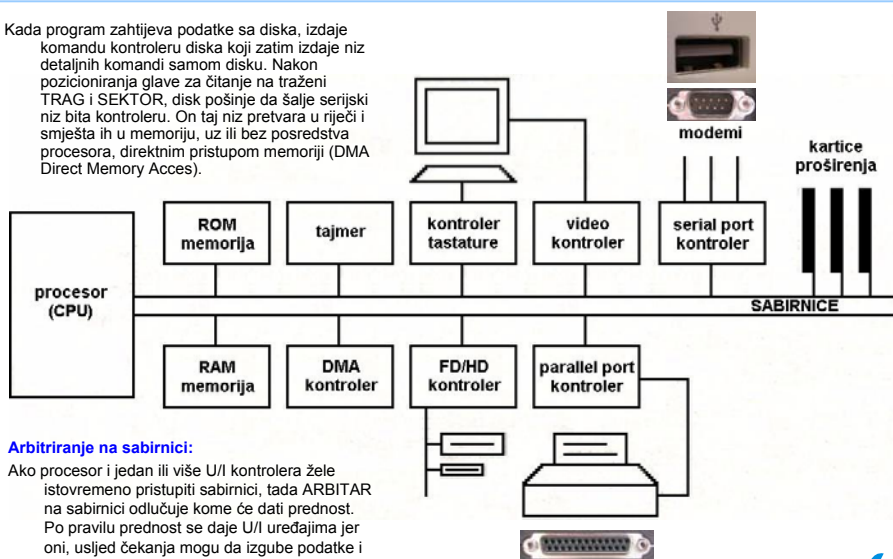
Kontroleri se obično nalaze na posebnim štampanim pločama koje se, preko odgovarajućih utičnica vežu na sabirnice, a kablovima sa U/I sklopovima kojima upravljaju.

Zadatak kontrolera je da posreduje u vezi procesora i U/I uređaja.

5

Logička struktura personalnog računara

Kada program zahtijeva podatke sa diska, izdaje komandu kontroleru diska koji zatim izdaje niz detaljnih komandi samom disku. Nakon pozicioniranja glave za čitanje na traženi TRAG i SEKTOR, disk pošinje da šalje serijski niz bita kontroleru. On taj niz pretvara u riječi i smješta ih u memoriju, uz ili bez posredstva procesora, direktnim pristupom memoriji (DMA Direct Memory Acces).



Arbitriranje na sabirnici:

Ako procesor i jedan ili više U/I kontrolera žele istovremeno pristupiti sabirnici, tada ARBITAR na sabirnici odlučuje kome će dati prednost. Po pravilu prednost se daje U/I uređajima jer oni, usljed čekanja mogu da izgube podatke i značajno uspore komunikaciju.

6

Integrirani računari

Manje vidljiva, ali zato još mnogo značajnija revolucija dešava se u oblasti **integriranih računara** (*embedded computers*), gdje se računari integriraju u sve vrste uređaja i sistema. Integrirani računari se koriste za povećanje njihove funkcionalnosti, efikasnosti, fleksibilnosti i ekonomičnosti.

Zaista, **u gotovo svim savremenim tehničkim uređajima**, od jednostavnih kućanskih aparata za svakodnevnu upotrebu, preko instalacija za grijanje i klimatizaciju, liftova, pokretnih stepenica, pa sve do složenih mašina za industrijsku proizvodnju, robota i raznih sistema automatskog upravljanja, **nalaze se integrirani računari**. Takođe se široko primjenjuju u medicini, posebno u opremi za dijagnostiku i u raznovrsnim inteligentnim uređajima implantiranim u ljudsko tijelo. Saobraćaj, bilo da se radi o automobilskom, kamionskom, željezničkom, brodskom ili avionskom, još je jedna oblast na koju se rapidno širi primjena integriranih računara.

Za integrirane računare kažemo da imaju **ugrađeno okruženje**. Ne postoji tastatura, monitor ili disk. Ulazne informacije prima preko senzora, a izlazne daje preko LED dioda ili na malom displeju. Ugrađeno okruženje je tipično za sisteme koji rade u realnom vremenu (*real-time systems*).

7

Real-time sistemi

Real-time sistemi su **sistemi koji rade u realnom vremenu** zbog čega imaju precizne zahtjeve na operacije procesora ili tok podataka. Sistemi u realnom vremenu funkcionišu korektno ako se postigne **korektan rezultat u okviru bilo kog zadanog vremena**.

Real-time sistemi su **sistemi kod kojih je vremensko izvršenje bitno isto onoliko koliko i korektnost izlaza**.

Real-time sistemi **ne moraju biti brzi** sistemi, ali najčešće jesu.

Vrijeme između prezentacije seta ulaza softverskom sistemu i pojave asociраних излаза naziva se **vrijeme odgovora softverskog sistema**.

Karakteristika real-time sistema je u tome što je **vrijeme značajan parametar** prilikom dodjele resursa. Kod mašinske obrade, naprimjer, ili kod nadgledanja i rada na traci moramo koristiti *real-time* sisteme. Na osnovu podataka koje dobijaju, ovi sistemi upravljaju mašinama u realnom vremenu.

Razlikujemo dvije osnovne vrste *real-time* sistema:

- **Tvrđi** (*hard*) *real-time* sistemi. Tvrđi *real-time* sistemi garantuju izvršenje zadatka u tačno određenom vremenu. Ovo su sistemi kod kojih greška tipa zadovoljenja ograničenja realnog vremena vodi ka greški sistema.
- **Meki** (*soft*) *real-time* sistemi. Meki *real-time* sistemi su nešto manje restriktivni i kod njih je dozvoljeno određeno vremensko odstupanje. Ovo su sistemi čije se performanse degradiraju (ali ne uništavaju) uslijed greški tipa zadovoljenja ograničenja vremena odgovora. Kod njih kritični zadaci dobivaju prioritet nad drugim zadacima i zadržavaju ga do završetka zadatka. Primjer takvog sistema je digitalni audio sistem.

Napomena: Postoje i tzv. **firm real-time sistemi** kod kojih mala vjerovatnoća neslaganja s vremenskim ograničenjem može biti tolerantna.

8

Digitalni računari kao kontroleri

Svaki digitalni računar kada obavlja upravljačku funkciju u nekom sistemu predstavlja njegov **kontroler** (*controller*).

Svaki **personalni računar** (*desktop ili laptop PC*) **opremljen sa** adekvatnim digitalnim i analognim ulaznim i izlaznim **interfejsom** (*digital and analog I/O interface*) i odgovarajućim upravljačkim **softverom** (*software*), može se koristiti kao kontroler. Jasno je da su u tom slučaju mnoge hardverske komponente nepotrebne za obavljanje upravljačke funkcije. Za takav računar kaže se da nije integriran u sistem ili uređaj i naziva se **neintegrirani kontroler** (*non-embeded controller*).

Ako je **računar** opremljen samo **sa minimalno potrebnim hardverskim i softverskim komponentama**, dobiva se manji i jeftiniji kontroler koji se lakše može integrirati u sistem, odnosno uređaj. Takav računar, integriran u sistem ili uređaj, naziva se **integrirani kontroler** (*embeded controller*).

9

Mikrokontroleri

Mikrokontroler (*microcontroller or microprocessor-based controllers*) je minijaturni integrirani kontroler koji se sastoji od:

- mikroprocesora programiranog za obavljanje svoje upravljačke funkcije u sistemu
- memorije koja se nalazi na istom čipu
- ulaznog i izlaznog interfejsa i
- drugih perifernih jedinica (tajmer, bus kontrolerom i slično) ako su potrebne.

Mikrokontroleri danas masovno zamjenjuju mehaničke kontrolere i ostvaruju njihovu upravljačku funkciju. Njihova velika komparativna prednost je u tome što brojni i raznovrsni programi postaju jednostavno izvodljivi.

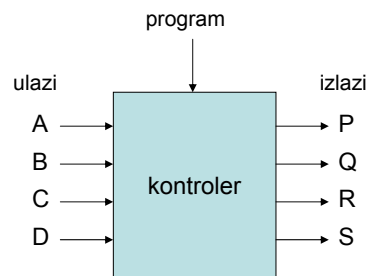
10

PLC kontroleri

Mnogo adaptabilniju varijantu mikrokontrolera predstavljaju takozvani **PLC kontroleri** (*Programmable Logic Controller*). To su mikrokontroleri koji koriste programabilnu memoriju (*programmable memory*) za pohranjivanje upravljačkih instrukcija koje obuhvataju upravljačke funkcije kao što su: logika, sekvenca, proračun vremena, značajni događaji, itd.

PLC kontroleri se mogu reprogramirati za obavljanje različitih zadataka.

Upravljačko dejstvo PLC kontrolera ilustrirano je na slici. Ulazne signale (zatvoren kontakt, naprimjer) obrađuje program i daje odgovarajuće signale na izlazu.



PLC kontroler

11

Mikroprocesor

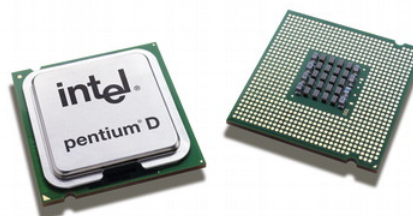
Mikroprocesor (*microprocesor*) se može posmatrati kao zbir logičkih i memorijskih elemenata koji nisu ožičeni kao individualne komponente, a čije se logičke funkcije implementiraju uz pomoć softvera.

Pod pojmom mikroprocesor podrazumjeva se integrisana centralna procesna jedinica digitalnog računara koja u sebi sadrži:

- radne registre
- logičku jedinicu
- upravljačku strukturu
- sistemsku sabirnicu
- razne funkcionalne sklopove



Izgled mikroprocesora I8088



Izgled mikroprocesora Pentium D

12

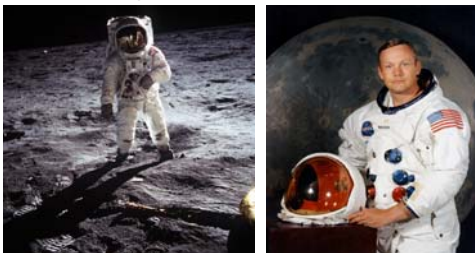
Integrirani računar za navođenje svemirskih brodova

Smatra se da je **prvi prepoznatljivi, moderni integrirani računar** bio korišten za navođenje komandnog i lunarnog modula (LEM) u misijama svemirskog programa Apollo čiji je cilj bio let čovjeka na Mjesec. Danas se čuva u Muzeju istorije računara (*Computer History Museum*), Mountain View, California, USA.

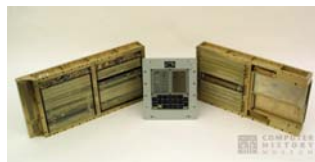
Omogućio je **prvi let čovjeka na Mjesec** sa uspješnim povratkom na Zemlju, koji je obavljen u julu 1969. godine u američkoj (NASA) misiji Apollo 11.

U to vrijeme smatrao se najriskantnijim elementom cijele misije.

Prvi astronaut koji je dotakao tlo Mjeseca bio je **Neil Armstrong**.



13



UNIVERZITET U SARAJEVU
ELEKTROTEHNIČKI
FAKULTET U SARAJEVU



Vanr.prof.dr Mirsad Kapetanović

Integrirani računar za navođenje balističkih raketa

Interkontinentalne balističke rakete (ICBM, intercontinental ballistic missile) su rakete veoma velikog dometa, preko 5500 km. Namijenjene su za lansiranje nuklearnih bojnih glava sa zemlje. Komplementarne su sa balističkim raketama koje se lansiraju sa mora i podmornica (*SLBM, sea-launched ballistic missile*).

Nakon ispaljivanja balističke rakete uglavnom slijede balističku trajektoriju. **Integrirani računar služi za navođenje balističke rakete** u slučaju eventualnih odstupanja od te putanje i tako dramatično povećava njihovu efikasnost i moć.



14



UNIVERZITET U SARAJEVU
ELEKTROTEHNIČKI
FAKULTET U SARAJEVU



Vanr.prof.dr Mirsad Kapetanović

Integrirani računar za navođenje krstarećih raketa

Krstareće rakete (*cruise missile*) su podzvučne rakete veoma velikog dometa, opremljene turbomlaznim motorima i zdepastim krilima. Namjenjene su za precizno gađanje ciljeva na zemlji (*land attack missile*).

Jedna od najpoznatijih je **Tomahawk** (na slici). Opremljena je raznim sensorima koji joj pomažu u pronalaženju ciljeva. Oni mogu primiti podatke sa aviona, bespilotnih letjelica, satelita, tenkova, brodova, pješadije, ... **Integrirani računari koriste tri sistema za navođenje:**

1. TERCOM (*Terrain Contour Matching*)
2. DSMAC (*Digital Scene Matching Area Correlator*)
3. GPS (*Global Positioning System*)



15

Sistemi za navođenje krstarećih raketa

1. Praćenje konture terena, TERCOM (*Terrain Contour Matching*)

Integrirani računar ima zadatak da navodi krstareću raketu tako da leti na unaprijed zadatoj visini prateći konturu terena ispod sebe. Visinomjer (altimetar) stalno prati visinu na kojoj raketa leti i u slučaju odstupanja vrši se odgovarajuća korekcija putanje sve do pogađanja mete.

2. Korelacija digitalne scene i stvarne konfiguracije terena, DSMAC (*Digital Scene Matching Area Correlation*)

Integrirani računar ima zadatak da uspostavi korelaciju između zadate digitalne scene i stvarne konfiguracije terena koju raketa "vidi" ispod sebe tokom leta. U slučaju odstupanja vrši se odgovarajuća korekcija putanje sve do pogađanja mete. Meta može biti i pokretna jer se koristi nišanski sistem za gađanje i navođenje u realnom vremenu (real-time targeting).

3. GPS (*Global Positioning System*)

Za veoma precizno gađanje savremene krstareće rakete koriste GPS sistem. Na osnovu svoje trenutne pozicije koju primaju GPS senzori, integrirani računari vrlo precizno navode raketu na koordinate zadate mete. Meta se može promijeniti i u toku leta (krstarenja) rakete.

Krstareće rakete su opremljene i TV kamerama koje do same eksplozije šalju snimke u bazu i tako potvrđuju pogađanja mete i omogućavaju procjenu vlastitog učinka.



16

Bezpilotne letilice



Bezpilotne letilice (UAV - *Unmanned Aerial Vehicle*) su letilice bez pilota u kabini.

Mogu se **daljinski upravljati** (letiti uz pomoć pilota koji se nalazi na zemlji) ili **letiti autonomno** na bazi prethodno programiranog plana leta ili još kompleksnijih automatskih sistema upravljanja uz pomoć integriranih računara .

Imaju brojne namjene:

- osmatranje i izviđanje iz zraka
- lažni leteći objekat tokom vježbi gađanja
- borbene letilice za napade u visoko rizičnim akcijama (npr. popularni predator prikazan na slici)
- letilice namjenjene za istraživanje i razvoj
- civilne i komercijalne bezpilotne letilice:
 - Otkrivanje šumskih požara
 - nadgledanje granica
 - nadgledanje saobraćaja
 - inspekcija dalekovoda i željezničkih pruga
 - aero snimanje terena
 - daljinsko postavljanje senzora
 - itd...

Napomena: Krstareće rakete mogu se posmatrati i kao bezpilotne letilice.



17

UNIVERZITET U SARAJEVU
ELEKTROTEHNIČKI
FAKULTET U SARAJEVU



Vanr.prof.dr Mirsad Kapetanović

GPS (Global Positioning System)

GPS je satelitski navigacioni sistem koji omogućava malim elektronskim uređajima na Zemlji **vrlo precizno određivanje svoje lokacije**: geografske širine, dužine i nadmorske visine (*Longitude, Latitude, and Altitude*). Preciznost kojom uređaji koji se koriste u civilne svrhe određuju svoju lokaciju iznosi svega nekoliko metara, dok uređaji koji se koriste u naučne i vojne svrhe mogu imati i veću preciznost.

GPS takođe omogućava fiksnim prijemnicima na Zemlji **vrlo precizno određivanje vremena**, što je bitno u nekim naučnim eksperimentima.

GPS sistem se sastoji od najmanje 24 satelita koji se nalaze u Zemljinj orbiti u 6 različitih ravni, međusobno pozicioniranih pod određenim uglovima na visini od oko 20000 km, tako da se sa svake tačke na Zemlji, u svakom trenutku vide najmanje 4 satelita iznad horizonta.

Svaki satelit sadrži jednostavan računar, atomski sat i nekoliko radio predajnika. Atomski sat je veoma bitan zbog potrebe održavanja preciznog vremena. Ostala oprema je relativno jednostavna u poređenju sa drugim satelitima.

Sateliti se neprestano prate sa Zemlje uz pomoć zemaljske mreže **monitoring stanica**, provjerava se njihov položaj i vrijeme i po potrebi koriguje uz pomoć antena lociranih na Zemlji.



18

UNIVERZITET U SARAJEVU
ELEKTROTEHNIČKI
FAKULTET U SARAJEVU



Vanr.prof.dr Mirsad Kapetanović

GPS prijemnici

GPS prijemnik (*GPS receiver*) na Zemlji, uz pomoć radio signala koje šalje nekoliko satelita, vrlo precizno određuje svoju lokaciju po bilo kojim vremenskim uslovima, u svako doba dana i noći, na bilo kom dijelu zemaljske kugle.

GPS prijemnici računaju udaljenost od satelita koje "vide" iznad horizonta. Udaljenost se određuje tako što prijemnik mjeri vrijeme koje protekne između trenutka kada satelit pošalje radio signal i trenutka kada prijemnik primi taj signal. To vrijeme kašnjenja pomnoženo sa brzinom svjetlosti, predstavlja traženu udaljenost. Na osnovu poznate pozicije satelita (tu informaciju sateliti periodično šalju istim radio signalom) i izmjerene udaljenosti, računar u prijemniku izračunava svoju poziciju.

Mada održavanje GPS sistema košta oko 400 miliona USD godišnje, uključujući i zamjenu starih satelita savremenijim, GPS je, kao javno dobro, **besplatno dostupan svima** za civilnu upotrebu.

Zbog toga se GPS tehnologija već masovno, a sve više i više, koristi i u mnogim rutinskim, civilnim aktivnostima, kao što su:

- pomorska navigacija
- navigacija automobila u drumskom saobraćaju
- navigacija aviona
- praćenje putanje i leta aviona za potrebe putnika
- igre traženja lokacije skrivenih objekata
- lociranje mobilnih telefona
- upravljanje velikim mašinama u rudarstvu, poljoprivredi i sl.
- geodetska i topološka snimanja terena

19 praćenje seizmičkih pomjeranja tla, itd, itd, ...



UNIVERZITET U SARAJEVU
ELEKTROTEHNIČKI
FAKULTET U SARAJEVU



Vanr. prof. dr Mirsad Kapetanović

Integrirani i neintegrirani sistemi

Integrirani sistemi (*embedded systems*) su sistemi specijalne namjene u kojima je **računar potpuno ugrađen u uređaj** kojim upravlja. Za razliku od neintegriranih sistema (*non-embedded systems*) kojima se upravlja uz pomoć računara generalne namjene, kakvi su personalni računari, integrirani sistemi obavljaju jedan ili više prethodno određenih zadataka, koji su obično povezani sa vrlo specifičnim zahtjevima. Pošto integrirani sistemi imaju sasvim određen i specifičan zadatak, mogu se optimizirati, mogu se smanjiti po veličini, i tako snižavati cijenu uređaja. Ovakvi uređaji se obično proizvode u velikim, milionskim serijama, pa se tako postiže i dodatno sniženje cijena.

Primjena integriranih sistema proteže se u širokom dijapazonu od malih prenosnih uređaja kao što je **MP3 plejer** (*MP3 player*), do velikih nepokretnih sistema, kao što su **semafori** (*traffic lights*) i industrijska postrojenja.



20

UNIVERZITET U SARAJEVU
ELEKTROTEHNIČKI
FAKULTET U SARAJEVU



Vanr. prof. dr Mirsad Kapetanović

Ručni računarski sistemi – džepni računari

Ručni računarski sistemi za koje se često koristi naziv **džepni računari** (*Pocket Computer, Handheld Computer or Personal Digital Assistant - PDA*) predstavljaju **primjer integriranih sistema** koji imaju prilagodljivu namjenu. Mogu se koristiti kao kalkulator, sat, kalendar, adresar, zatim za kompjuterske igre, pristup internetu, GPS. Novije verzije imaju ekran u boji, zvučnike i mikrofone, te se mogu koristiti kao mobilni telefoni.

Odlikuje ih **ekran za dodir** (*touch screen*) koji služi za komunikaciju sa korisnikom. Unos teksta se obično vrši na jedan od sljedeća dva načina:

1. Uz pomoć **virtualne tastature** koja se pojavljuje na ekranu
2. Uz pomoć **raspoznavanja karaktera** koje korisnik ispisuje na ekranu

Osnovne karakteristike: mobilnost, slabi hardverski resursi, procesori skromnih mogućnosti, mali ekrani.



21

Memorije

Memorija je dio računara u kome se nalaze instrukcije (programi) i podaci koji su, u jednom trenutku, neophodni za njegov rad.

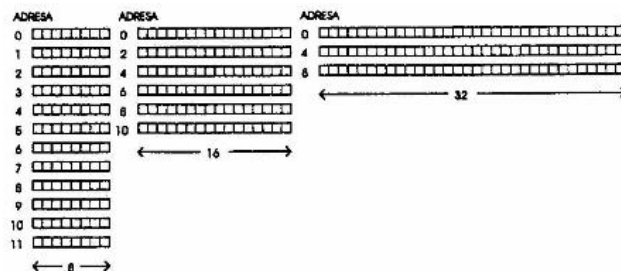
Može se posmatrati kao niz ćelija u koje se mogu smjestiti binarne informacije određene dužine. Svaka takva ćelija ima svoju **adresu**, pomoću koje joj se može pristupiti.

Kod većine današnjih računara, minimalna količina informacija koja se može adresirati je **bajt** (*byte*) koji ima 8 bita.

Zato kod 16-bitnih, 32-bitnih (itd.) računara, adrese susjednih riječi u memoriji nisu susjedni prirodni brojevi.

Memorije se mogu podijeliti na:

- ROM memorije** iz kojih se može samo čitati i
- RAM memorije** u koje se može i pisati.



22

ROM memorija

ROM memorija (*Read-Only Memory*) ili **PROM memorija**, još poznata i kao **firmware**, predstavlja integrirano kolo programirano specifičnim podacima još u toku proizvodnje. ROM čipovi se koriste, ne samo u računarima, već takođe i u mnogim drugim elektronskim uređajima.

EPROM (*Erasable Programmable Read-Only Memory*) je vrsta kompjuterske memorije kod koje memorijski čip **trajno zadržava podatke i nakon prekida napajanja**. To je ustvari niz tranzistora (*floating gate transistors*) koji se pojedinačno programiraju elektronskim uređajem znatno višeg napona od onog koji se normalno koristi u elektronskim kolima. **EPROM čip se može reprogramirati više puta**. Njegovo brisanje zahtijeva specijalni dodatak (kvarcni prozor) kroz koji se može emitovati svjetlost određene frekvencije (*UV light* – ultravioletna svjetlost). **Brisanje nije selektivno**, pa se prvo brišu svi podaci, a zatim vrši reprogramiranje.

OTP (*One-Time Programmable*) memorijski čipovi se razlikuju od EPROM čipova samo po tome što su **upakovani u neprozirno kućište**. Razlog je velika cijena kvarcnog prozora.

EEPROM (*Electrically Erasable Programmable Read-Only Memory*) je memorijski čip koji se koristi u računarima i drugim uređajima za pohranjivanje manje količine promjenljivih, obično konfiguracionih, podataka. Umjesto svjetlosti, **za brisanje se koristi napon** (znatno viši od radnog).



memorijski čip tipa EPROM

RAM memorija

Naziv **RAM memorija** predstavlja akronim engleskog termina *Random Access Memory (RAM)*. To je najpoznatija vrsta kompjuterske memorije. Atribut "*random acces*", što znači "nasumičan pristup", ukazuje na mogućnost pristupa svakoj memorijskoj ćeliji ako znate koji se red i kolona sjeku na toj ćeliji. Dakle, **kod RAM memorije je moguć direktan pristup memorijskim ćelijama u bilo kom poretku**.

RAM memorija ustvari predstavlja integralno kolo koje omogućava da se pohranjenim podacima pristupa po bilo kojem redoslijedu, bez fizičkog pomjeranja medija na kojem su pohranjeni podaci, niti glave za čitanje.

Svakom podatku se pristupa brzo, u konstantnom vremenu, neovisno od fizičke lokacije i bez obzira da li postoji relacija sa prethodnim podatkom. To je osnovna razlika u odnosu na memorijske medije kao što su magnetne trake, magnetni diskovi, optički diskovi, čiji se princip rada bazira na fizičkom pomjeranju medija na kojem su pohranjeni podaci ili glave za čitanje. U ovakvim uređajima, potrebno je mnogo duže vrijeme za kretanje nego za prenos podataka, a vrijeme pristupa zavisi od fizičke lokacije narednog podatka.



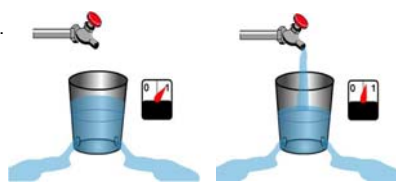
DRAM memorija

Naziv **DRAM memorija** predstavlja akronim engleskog termina *Dynamic Random Access Memory (RAM)*.

Dinamička memorija DRAM predstavlja vrstu RAM memorije kod koje se svaki bit podataka pohranjuje u posebnom kondenzatoru unutar integralnog kola. Pošto realni kondenzatori gube naboj, nakon određenog vremena bi došlo do nestajanja pohranjenih informacija ukoliko se naboj ne bi periodično obnavljao. Zbog potrebe obnavljanja naboja ova vrsta memorije se naziva dinamičkom, za razliku od **statičke memorije** (*SRAM Static Random Access Memory*).

Prednost u odnosu na statičku memoriju predstavlja **strukturalna jednostavnost** jer je potreban samo jedan tranzistor i jedan kondenzator po bitu memorije (kod statičke memorije potrebno 6 tranzistora). Par tranzistor-kondenzator čine jednu memorijsku ćeliju. Kondenzator sadrži informaciju 0 ili 1. Tranzistor omogućava čitanje stanja, odnosno informacije koju sadrži kondenzator.

Realni kondenzator je poput posude u kojoj se nalaze elektroni. Stanje 1 odgovara punoj posudi, a stanje 0 praznoj. Problem se javlja ako posuda curi. U roku od nekoliko milisekundi kondenzator se isprazni. Zbog toga, da bi dinamička memorija uopšte mogla funkcionisati, memorijski kontroler mora neprestano dopunjavati kondenzator prije nego što se isprazni. To radi tako što ga učita, a odmah zatim ponovo zapiše u istu ćeliju. Ovaj proces se dešava automatski preko hiljadu puta u sekundi.



25

SAM memorija

Za razliku od RAM memorije kod koje je moguć direktan pristup memorijskim ćelijama u bilo kom poretku, **SAM memorija** (*Serial Access Memory*) ima podatke koji su sekvencijalno pohranjeni u niz memorijskih ćelija. Njima se može pristupiti samo sekvencijalno (kao što se pristupa podacima zapisanim na audio i video kasetama). Ako se podatak ne nalazi na trenutnoj lokaciji, svaka memorijska ćelija se provjerava sve dok se ne pronađe potrebni podatak.

SAM memorija je veoma pogodna kao tzv. "**buffer**" memorija, gdje su podaci pohranjeni u poretku kojim će biti i korišteni.

26

Fleš memorija

Fleš memorija (*Flash Memory*) predstavlja vrstu kompjuterske memorije (memorijski čip) koja se može brisati i reprogramirati i koja trajno zadržava podatke i nakon prestanka napajanja. Srodna je EEPROM (*Electrically Erasable Programmable Read-Only Memory*) memoriji, ali je karakteristična je po tome što se odjednom brišu cijeli blokovi. Kod ove vrste memorije promjena samo jednog bajta zahtijeva ponovno zapisivanje cijelog bloka. Ranije verzije fleš memorije morale su u tom slučaju prepisivati (odnosno brisati) cijeli čip odjednom.

USB fleš drajv (*USB flash drive*) je memorijski uređaj koji koristi fleš memoriju sa integriranim USB priključkom.



27

USB priključak

USB priključak (*Universal Serial Bus - USB*) predstavlja standardni univerzalni serijski priključak (*port, interface*) na računarima.

USB čvor (*USB hub*) je uređaj koji omogućava priključak više USB uređaja na jedan USB priključak koji se nalazi na računaru ili drugom USB čvoru.



Simbol USB priključka

28

Hard Disk Drive - HDD

Tvrđi disk drajv (*HDD - Hard Disk Drive*) je memorijski uređaj za permanentno pohranjivanje digitalnih podataka na magnetnoj površini kružnog diska napravljenog od tvrdog materijala (obično od aluminijuma ili stakla), po čemu je i dobio ime (za razliku od fleksibilnog materijala od kojih se prave *floppy* diskovi).

Razvijeni su da bi se koristili u računarima. Međutim, vremenom su se počeli koristiti i u drugim uređajima kao što su: video rekorderi, audio plejeri, digitalne kamere, mobilni telefoni, itd.

Glava hard drajva (*Hard Disk Head*) kreće se radijalno iznad površine diska koji se vrti i tako sa njega čita ili upisuje podatke.

Ekstremno ravna i glatka površina diska je neophodna da bi čitanje i pisanje bilo uspješno i pouzdano.



29

Razvoj integriranih računarskih sistema

Zapanjujući su sljedeći podaci koji se odnose na razvoj integriranih računarskih sistema u okviru sveukupnog razvoja **digitalnih informacionih tehnologija** (*digital information technology*):

- ❑ Procjenjuje se da **integrirani računari čine više od 90% ukupnog broja računara**. Manje od 10% ukupnog broja računara nalazi se u desktop ili laptop sistemima. Primjera radi, samo na automobilski sektor odnosi se oko 5% ukupne proizvodnje integriranih računara.
- ❑ **Frapantan je porast učešća integrirane računarske komponente u ukupnoj vrijednosti proizvoda**. Naprimjer, računa se da danas oko **20% prosječne cijene automobila otpada na integriranu računarsku komponentu** i da taj procenat raste po stopi od 18% godišnje. Sličan omjer i trend imamo kod većine tehničkih uređaja.
- ❑ Savremeni serijski proizvedeni **automobili posjeduju veću računarsku moć u poređenju sa onom koja je korištena da se svemirski brod Apollo 11 pošalje na Mjesec** 1969. godine.
- ❑ Samo u **2000. godini proizvedeno je 5 milijardi čipova** (4 milijarde 8-bitnih i 1 milijarda 16-bitnih i 32-bitnih čipova).
- ❑ Bilježi se prosječan **rast proizvodnje čipova od 10% godišnje**.
- ❑ Procjenjuje se da danas u raznim uređajima ima **ugrađeno preko 50 milijardi čipova**.

30