



Ардуино радионица

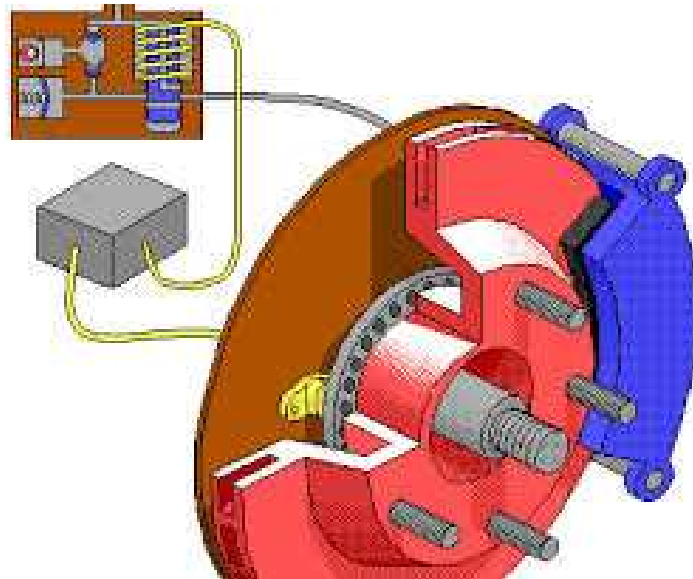
ARDUINO RADIONICA



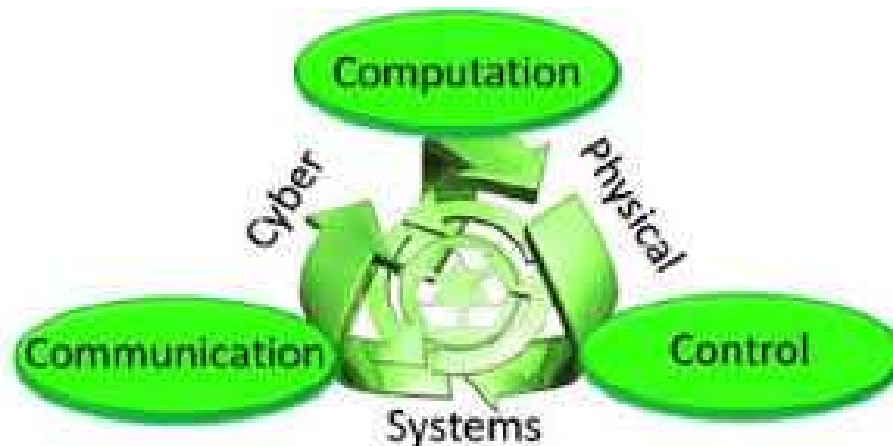
- **Sistem** je način rada, organizovanja ili obavljanja jednog ili više zadataka u skladu sa fiksnim skupom pravila, programa ili plana. Drugim rečima, aranžman u kome su sve jedinice povezane i rade zajedno prema programu ili planu.
- **Ugrađeni sistem** (engl. embedded system) je specijalizovani sistem koji je deo većeg sistema ili mašine. Ugrađeni sistem je obično smešten na mikroprocesorsku pločicu sa programima koji su uskladišteni u stalnu memoriju (ROM). On obrađuje fiksni skup unapred programiranih instrukcija za kontrolu elektromehaničke opreme koja može biti deo nekog većeg sistema. Praktično svi uređaji koji imaju digitalni interfejs - satovi, mobilni telefoni, mikrotalasne pećnice, plejeri, automobili - koriste ugrađene sisteme.



- **Sistem za rad u realnom vremenu** (engl. real-time system) je onaj koji mora da obradi podatke i proizvede odgovor/reakciju u određenom roku, inače se mogu pojaviti ozbiljne posledice uključujući i otkaz sistema. Kod ovih sistema važi pravilo da su korisni samo ako daju odgovor u određenom roku, u suprotnom su beskorisni. Primeri ove vrste sistema su ABS kod automobila, sistem za rezervaciju karata na aerodromu itd.



- **Sajber-fizički sistem** (engl. Cyber-physical system - CPS) je sistem koji poseduje čvrstu spregu između svojih računarskih i fizičkih elemenata. Ne može se govoriti o računarskoj strani bez razumevanja kako se ponaša fizička strana a kako se ona ponaša zavisi od računanja koje se izvodi. Većina modernih aviona, automobila, senzorskih mreža, pa čak i energetske mreže spadaju u ovu kategoriju sistema. Po samoj definiciji, ovo polje je interdisciplinarno i ljudi različitih stručnih znanja, koji inače nikada nisu radili jedni sa drugima, primorani su danas da rade na rešavanju složenih problema koje postavlja ova oblast.



- Jedna važna klasa ovih sistema zove se **Internet stvari** (engl. Internet of things), koji je mreža koja može da poveže izvorne fizičke objekte koristeći identifikovane njihove adrese na osnovu tradicionalnih nosača informacija, uključujući Internet i telekomunikacione mreže.



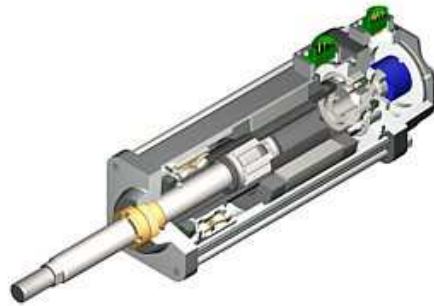
- Iako postoji značajno preklapanje između ugrađenih sistema, sistema za rad u realnom vremenu i sajber-fizičkih sistema, postoje razlike između njih.
- Sistemi za rad u realnom vremenu su važan podskup ugrađenih sistema.
- Glavna razlika između CPS i tradicionalnih ugrađenih sistema je u korišćenju komunikacije, koja dodaje rekonfigurabilnost i skalabilnost kao i kompleksnost i potencijalnu nestabilnost.
- CPS još uvek imaju znatno više inteligencije u senzorima i aktuatorima kao i znatno oštrija ograničenja po pitanju performansi

- **Senzor** (davač, osetilo, detektor) je uređaj koji meri fizičke veličine i konvertuje ih u signal čitljiv posmatraču i/ili instrumentu. Na primer, živin termometar konvertuje izmerenu temperaturu u širenje živine tečnosti, koja se može očitati na cevi sa podeocima.

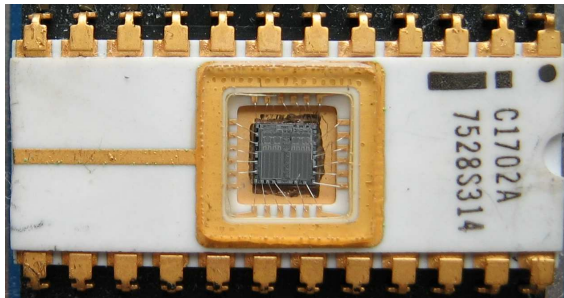


- **Signal** u elektrotehnici - fizička veličina koja sadrži informacije. Može biti digitalni ili analogni.
- **Informacija** je značenje koje čovek pripisuje podacima u skladu sa opštim dogovorima.
- **Podatak** je jednostavna neobrađena izolovana misaona činjenica koja ima neko značenje.

- **Aktuator** (pokretač, izvršni uređaj, aktivator) je uređaj koji kontrolisano pretvara električnu energiju (ili neku drugu) u mehaničku energiju.



- **Integrисano kolo** (engl. integrated circuit - IC) je složeno elektronsko kolo sastavljeno iz mnoštva elemenata i elektronskih kola objeđinjeno na jedinstvenoj podlozi i spremno za ugradnju u složeniје sisteme ali kao jedinstvena komponenta. Uobičajeno je da je celo-kupna mreža komponenti realizovana na jedinstvenom komadu poluprovodnika, koji se nalazi u središtu integrisanog kola i koji se obično zove čip (engl. Chip).



- **Interfejs** - Komponentne veze između dva ili više odvojenih podsistema; interfejs može biti: ili hardverska komponenta (posrednik, međusklop) koja povezuje dva uređaja ili deo memorije, ili registri koje koriste dva ili više računarskih programa.

Veza između računara i osobe koja pokušava da radi sa njim (korisnički interfejs). Tastatura je interfejs, monitor takođe.



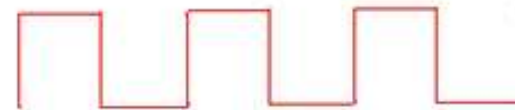
- Većina novajlija zainteresovanih za oblast mikrokontrolera/mikroprocesora se suočava sa mnoštvom novih termina iz ove oblasti i ima problema sa razumevanjem nekih funkcionalnih sklopova. **Uvek je lako nešto razumeti pravljenjem analogije sa poznatim stvarima.** To je princip koji će i u ovom slučaju biti primenjen. Naime, uspostaviće se relacija između čovekovog tela i mikrokontrolera.
- Često u svakodnevnom govoru se kaže da mašine rade skoro kao čovek - samo sa donekle smanjenom interakcijom. One imaju svoje srce i mozak. Naravno, one su kontrolisane od strane samog čoveka, ali čine se pokušaji da se naprave mašine koje same misle - koncept veštačke (mašinske) inteligencije.

- **Ljudsko srce - procesorsko srce:** Osnovna funkcija ljudskog srca je da pumpa krv u sve delove ljudskog tela i da ih aktivira i usklađuje.

Human Heart

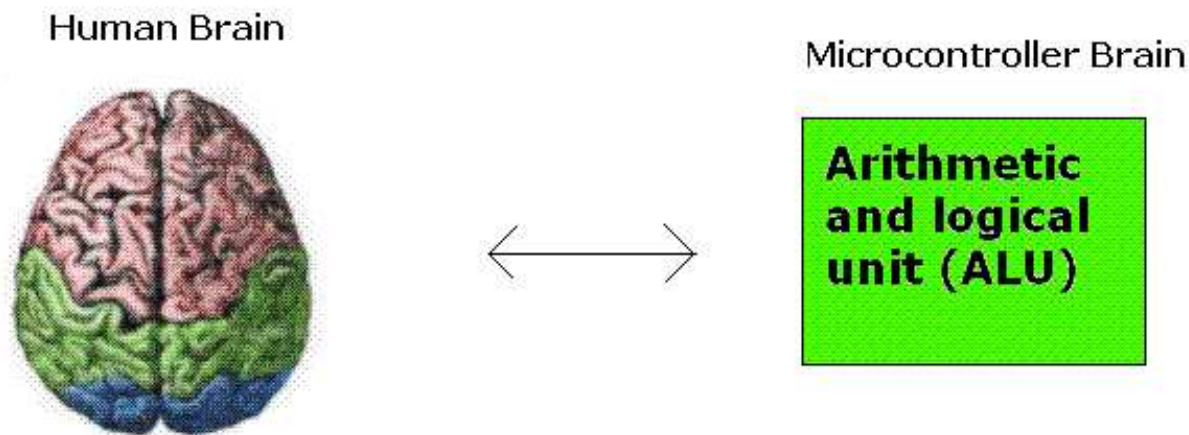


Microcontroller heart



Isto tako **sistemski sat** (clock system) mikrokontrolera „pumpa” impulse ka svim unutrašnjim sklopovima mikrokontrolera/mikroprocesora i sinhronizuje ih. Dakle, može se reći da je srce mikrokontrolera/mikroprocesora sistemski sat (sistemsko kolo).

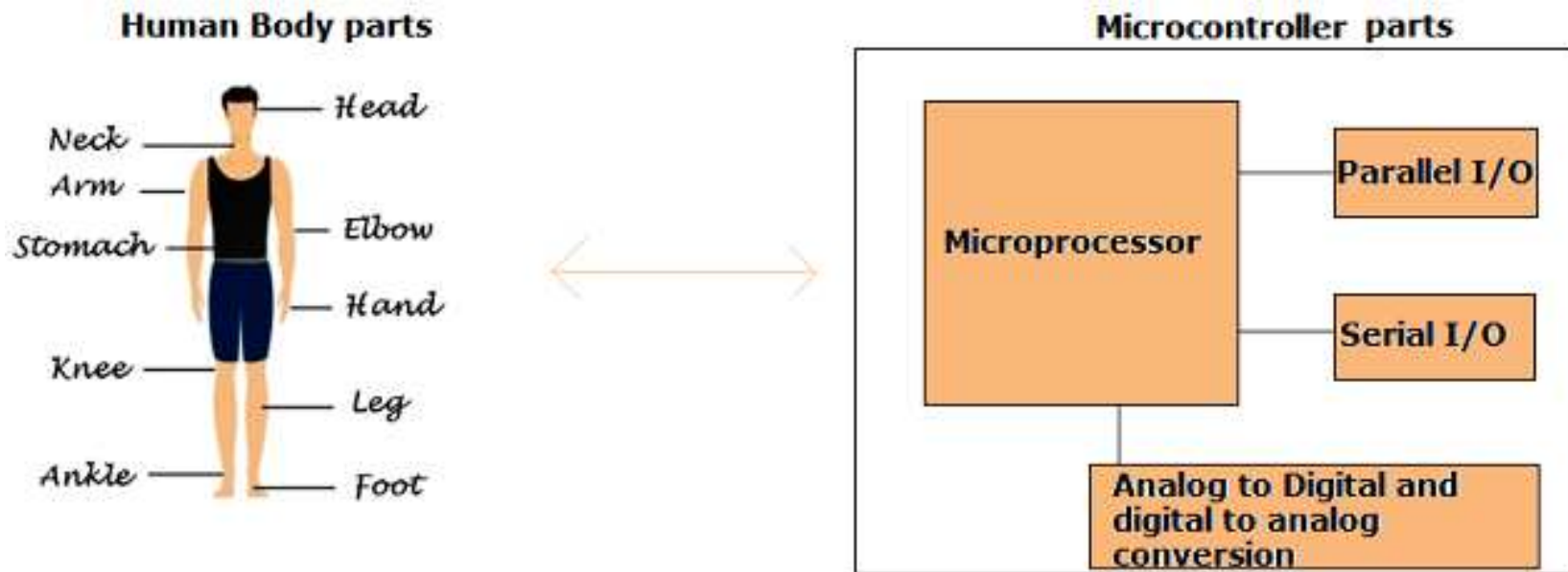
- **Ljudski mozak - procesorsko jezgro:** Ljudski mozak je veoma složena arhitektura. On obavlja računanja i mišljenje (logičko, aritmetičko, lateralno) o različitim stvarima. Aritmetičko-logička jedinica (Arithmetic-logical unit - ALU) mikrokontrolera je baš kao i ljudski mozak (u funkcionalnom smislu), ali ne toliko složena. Ona izvršava aritmetička računanja, logička računanja, bit-po-bit računanja itd. , pa stoga se može reći da je ALU mozak mikrokontrolera.



- **Ljudska memorija - procesorska memorija:** Sam mozak sadrži ogromnu memoriju i njen kapacitet je oko 2,5 petabajta (ili 1 milion gigabajta). Međutim, mikrokontroler nema tako veliku internu memoriju, tako da mora spolja da se priključe tzv. memorijski čipovi (kilo do megabajtova).
- **Mikrokontroler** raspolaže sa dve vrste memorije, **radnom i stalnom.**

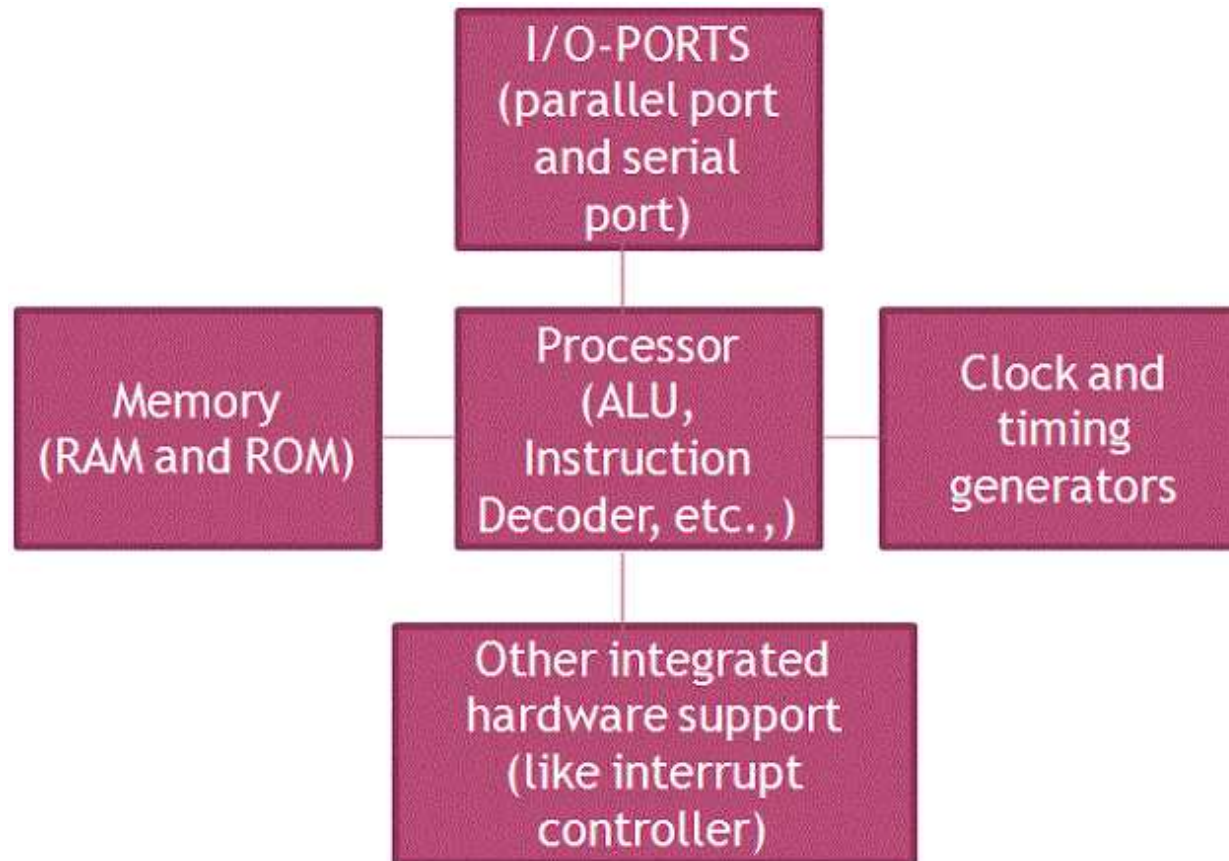
- **Radna memorija** (Random Access Memory - **RAM**) – čuva **privremene vrednosti promenljivih i rezultate**.
- **Stalna memorija** (Read Only Memory - **ROM**) – čuva **softverski program koji upravlja hardverskim uređajima** koji su priključeni na mikroprocesor/mikrokontroler. Osim toga čuva vrednosti stalnih promenljivih, tabele pretraživanja (lookup table), nizove i rezultate.
- Kod mikrokontrolera i RAM i ROM se pojavljuju kao interna memorija, što zavisi od konkretne realizacije mikrokontrolera.

- **Ljudski U/I portovi - procesorski U/I portovi:** Ljudsko telo se sastoji od ulazno/izlaznih „delova” kao što su oči, uši, ruke, noge, nos, usta itd. Korišćenjem ovih ulaza/izlaza čovek može da vidi, čuje, hoda, miriše, govori, jede itd. Svi oni su povezani na interni sistem nerava. Isto tako su svi ulazni/izlazni uređaji povezani sa U/I portovima mikrokontrolera.



Blok dijagram mikrokontrolera

- Na osnovu navedenog, može se nacrtati interni blok dijagram mikrokontrolera.



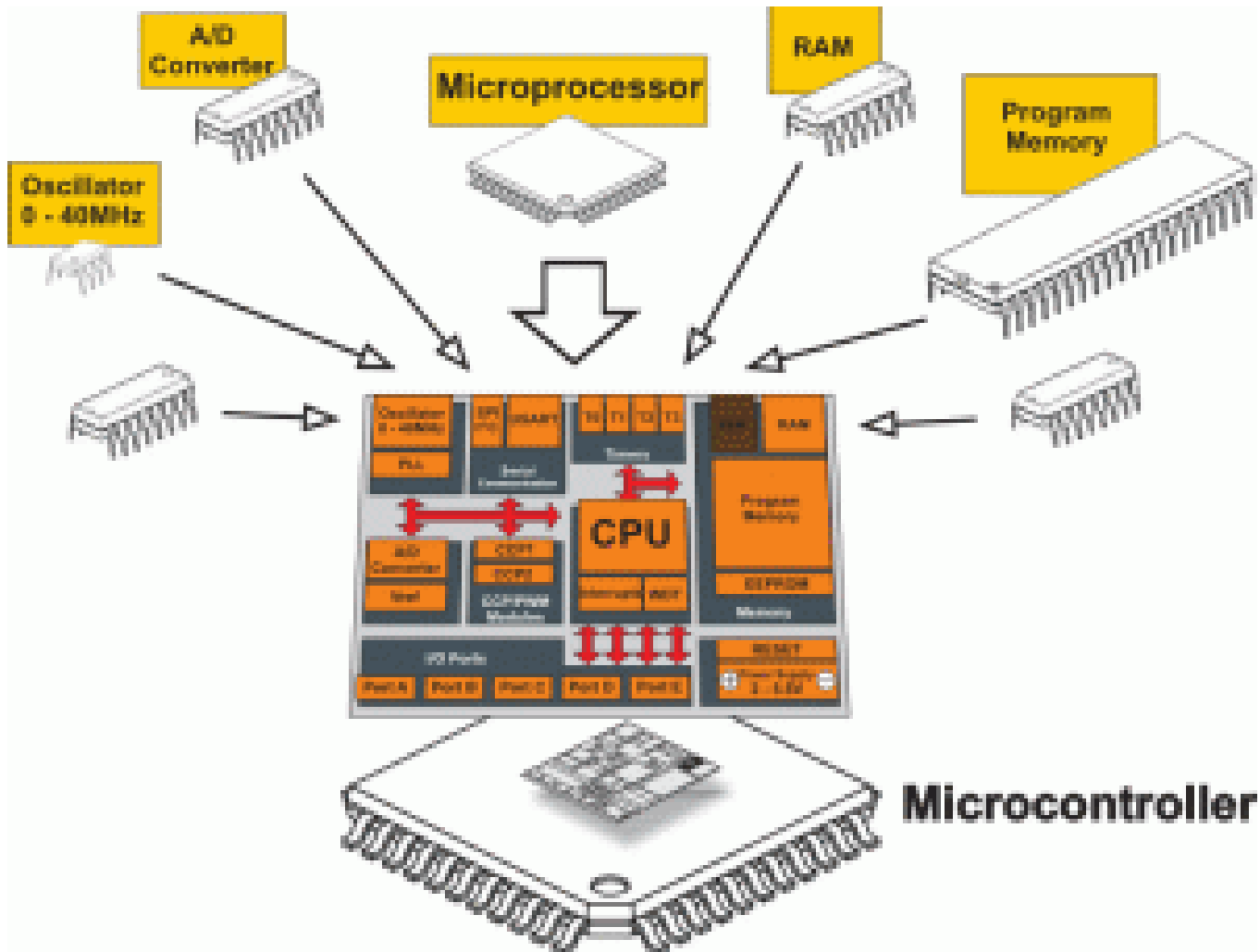
Mikrokontroler je ...

- **Mikrokontroler** (često se koriste skraćenice μC , uC ili MCU) je mali kompjuter na jednom integrisanom kolu koje sadrži procesorsko jezgro, memoriju i programabilne ulazno/izlazne periferije. Programska memorija je u obliku NOR fleš ili OTP ROM i često se nalazi na čipu kao i obično mala količina RAM-a.



- **Mikrokontroleri su projektovani za ugrađene aplikacije,**
za razliku od mikroprocesora koji se koriste u personalnim računarima ili drugim aplikacijama opšte namene. Zbog velike količine integracije periferije i niskih troškova proizvodnje, μC radi na niskim frekvencijama, obično nekoliko desetina ili stotina MHz. Međutim, mikrokontroleri su pogodni za širok spektar aplikacija, koje se koriste kako u industrijskim okruženjima tako i u proizvodima široke potrošnje.
- Za razliku od mikroprocesora, μC se koristi u situacijama gde je potrebna **jedna glavna funkcionalnost**, koja se realizuje u okviru programa koji je izvršava.

- Mikrokontroler versus Mikroprozessor



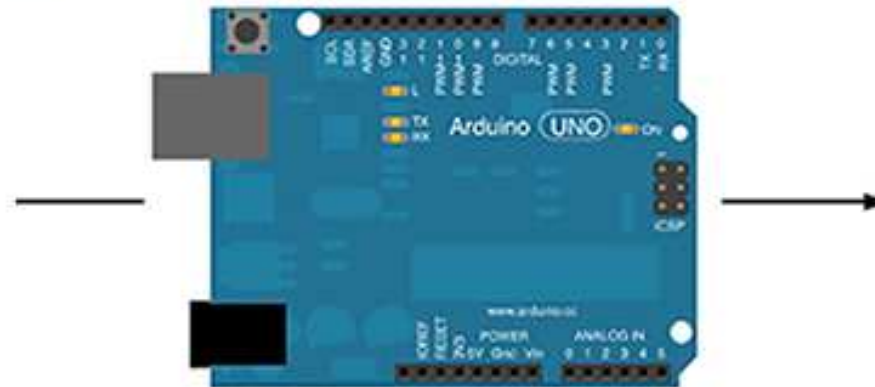
- Mikrokontroleri su korisni u tom smislu što mogu da komuniciraju sa drugim uređajima, kao što su senzori, motori, prekidači, tastature, monitori, memorije i čak drugi mikrokontroleri.
- U principu, mnogi **mikrokontroleri kombinuju metode povezivanja (interfejsa) sa eksternim svetom**. U uprošćenoj formi, **mikrokontrolerski sistem** može da se posmatra kao sistem koji **čita (prati) ulaze, vrši obradu i piše na (kontrolise) izlaze**.

Interfejsi mikrokontrolera

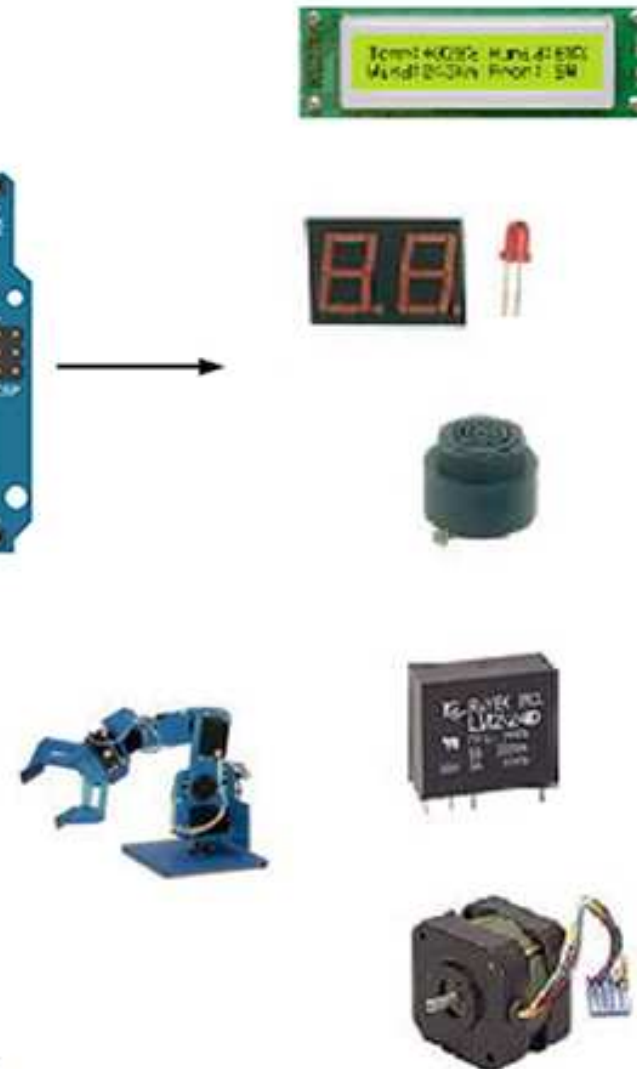
Input Devices



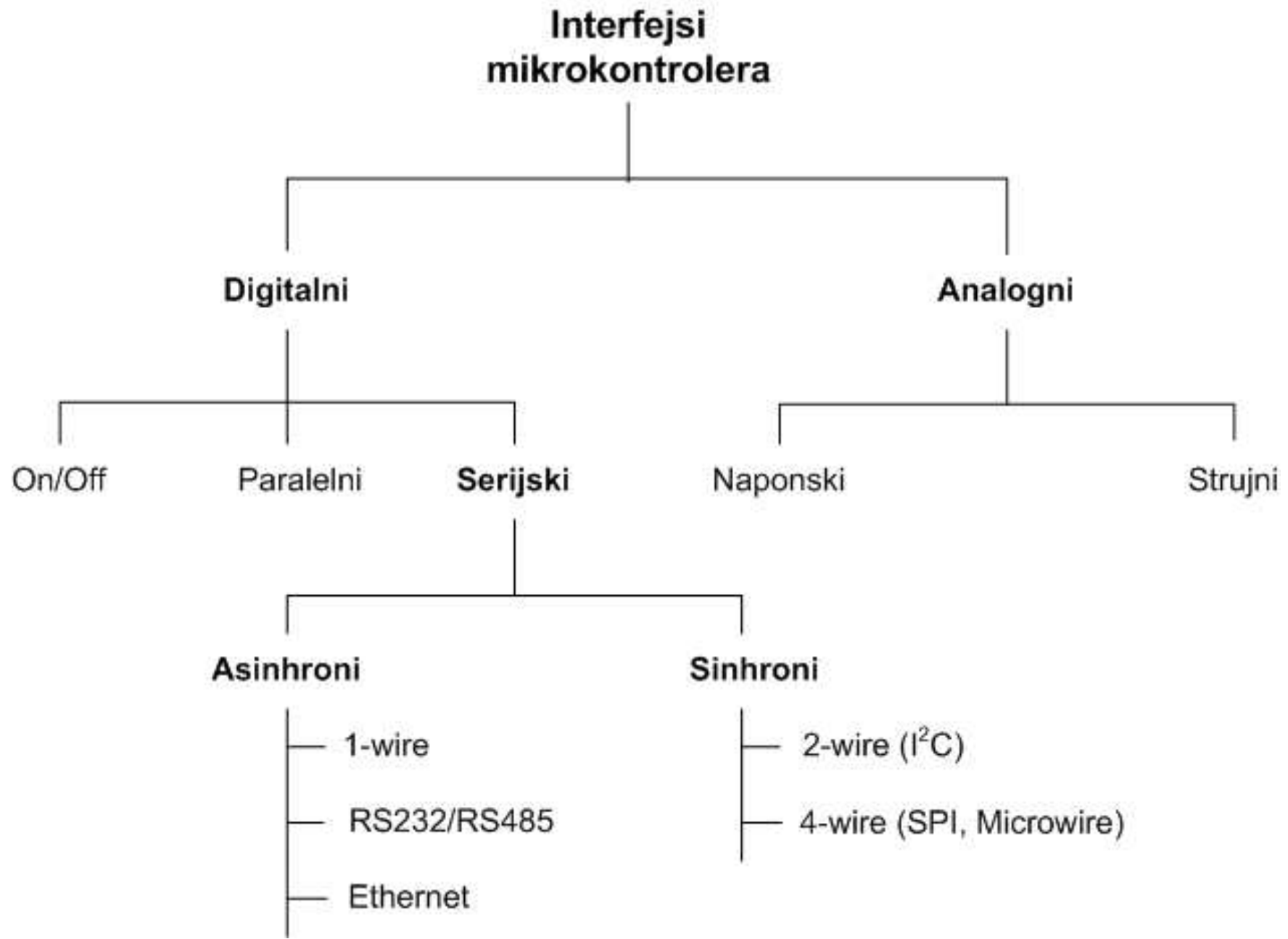
Microcontroller

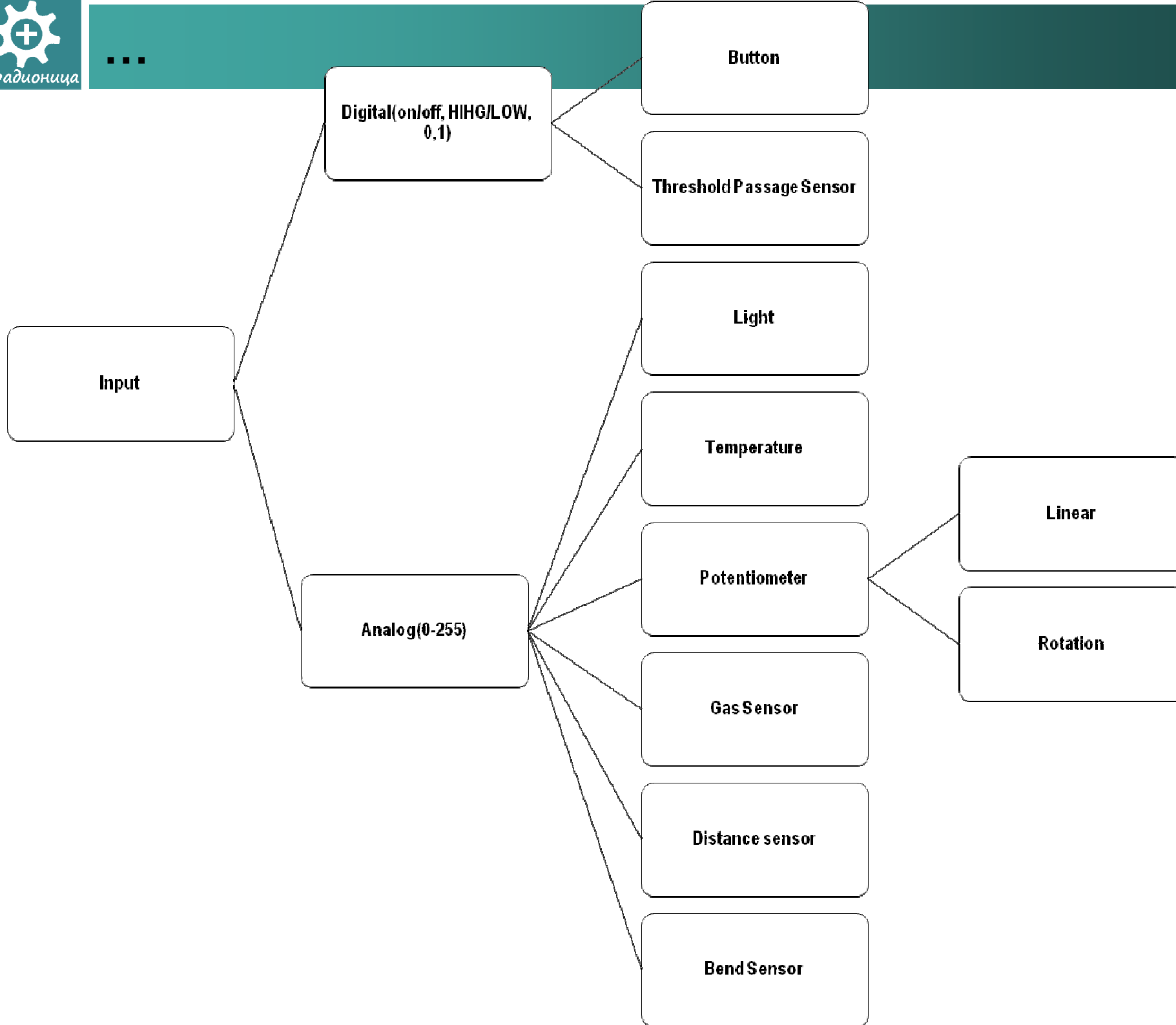


Output Devices



Microcontroller Interfaces



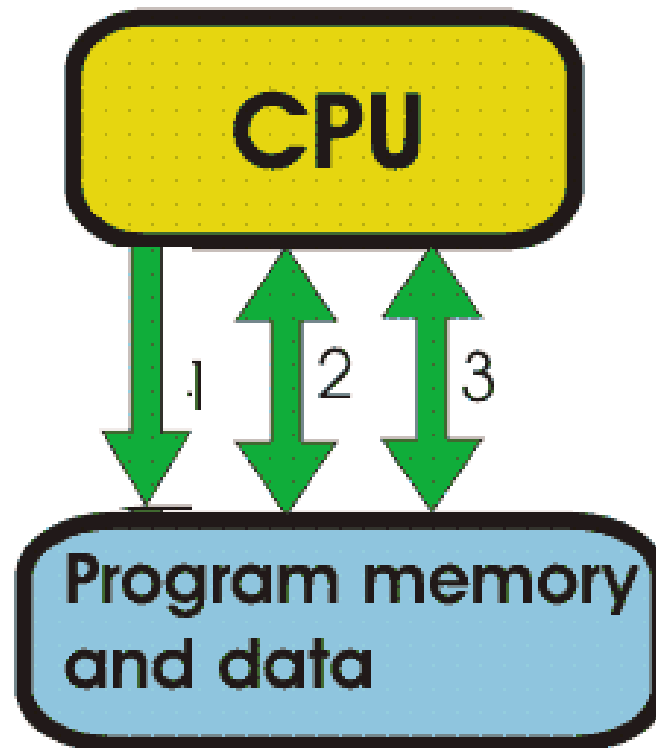


- Bez dobrog poznavanja teorije nema ni uspešne prakse. U udžbenicima se može pročitati da postoji više arhitektura mikrokontrolera. Pod arhitekturom se ovde misli na stil građenja mikrokontrolera. Mikrokontroleri se grade imajući u vidu i hardver i softver. Klasifikuju se prema hardverskim i softverskim modelima. Proizvođači se pridržavaju ovih modela prilikom proizvodnje mikrokontrolera.
- **Hardverski modeli mikrokontrolera**

U suštini postoje dve vrste hardverskih modela u arhitektonskom smislu. Generalno, u računaru postoje dva glavna dela, tj. centralna procesna jedinica (Central Processing Unit – CPU) i memorija. Memorija se sastoji od dva dela. To su memorija za čuvanje programa (ROM; programska memorija) i memorija za čuvanje podataka (RAM). Mikrokontroleri se arhitektonski klasifikuju prema organizaciji memorije u računaru.

- Ovaj tip arhitekture dobio je ime po svom pronalazaču, Fon Nojmanu. On je razvio ovu arhitekturu dok je gradio Electronic Numerical Integrator and Calculator(ENIAC) računar.
- **Prema ovoj arhitekturi, program (odnosno instrukcije) i podaci čuvaju se u istoj memoriji.**
- Da bi CPU pristupio memoriji potrebno je da ima tri magistrale. Magistrale su linije koje prenose signale ili podatke. Adresna magistrala se koristi da pošalje adresu memorijske lokacije, kontrolna , magistrala se koristi za slanje operacije koja treba da se obavi na memoriji, tj. čitanje, upisivanje ili brisanje. Magistrala podataka se koristi za slanje ili primanje podataka koji treba da budu upisani u memoriju ili se čitaju iz memorije. Adresna magistrala je jednosmerna (podaci mogu da teku samo od CPU ka memoriji) a ostale magistrale su dvosmerne (podaci mogu da teku u oba smera).

Von Neumann Architecture



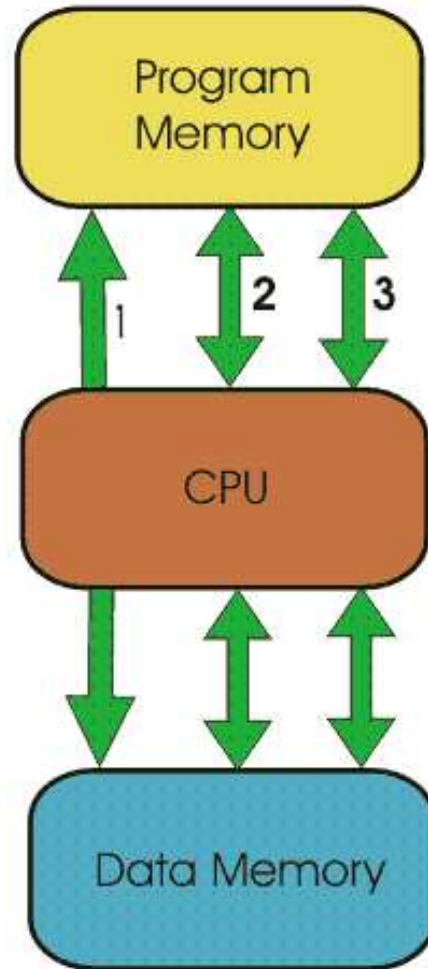
1. Address Bus
2. Data Bus
3. Control Bus

- Kod ovog tipa arhitekture mikrokontrolera,

programska memorija i memorija za podatke su odvojene.

- Svaki tip memorije ima svoju adresnu magistralu, kontrolnu magistralu i magistralu instrukcija. Ovaj tip arhitekture je brži od drugog tipa zato što programu i podacima može da se pristupa istovremeno, dok kod Von Neumanovske arhitekture samo jednoj memorijskoj lokaciji može jednovremeno da se pristupa. Dakle, **Harvard arhitektura izvršava instrukciju brže** od Von Neumanove.
- Uglavnom, **mikroprocesori se realizuju korišćenjem Von Neumanove arhitekture a mikrokontroleri koriste Harvard arhitekturu.**

Harvard Architecture



1. Address Bus
2. Control Bus
3. Data Bus

- Mikrokontroleri se takođe klasifikuju prema skupu instrukcija koje koriste.
- Skup instrukcija obuhvata instrukcije koje treba dati korisniku na raspolaganje da bi se izvršile aritmetičke, logičke i druge operacije. Te instrukcije treba da su razumljive za CPU. Kako je rasla popularnost mikroprocesora rastao je i broj operacija koje je mogao da obavi unutar jednog reda instrukcije. Međutim, uz ovo su se pojavili i neki problemi. Režimi adresiranja postajali su sve složeniji i različitim instrukcijama su trebali različiti ciklusi za izvršavanje (vremena izvršavanja). Shodno tome **razvila su se dva tipa arhitektura mikrokontrolera na osnovu skupa instrukcija.**

- **Računari sa redukovanim skupom instrukcija (Reduced instruction set computer - RISC).** Ovaj tip arhitekture ima veoma **jednostavne komande, ali zauzima mnogo memorije (RAM)** za izvršavanje. Svakoj instrukciji potrebno je isto vreme za izvršavanje. Uzmimo primer sabiranja dva broja, na primer a i b. Algoritam programa bi mogao da ima sledeći oblik:
 - Učitaj broj a u akumulator.
 - Učitaj broj b u akumulator.
 - Saberi dva broja.
 - Zbir sačuvaj u akumulatoru.
- Prema algoritmu trebalo bi da se napišu četiri reda komandi da bi se sabrala dva broja. Ovaj proces je pojednostavljen kao u slučaju računara sa skupom složenih instrukcija (Complex instruction set computer - CISC).
- Akumulator je vrsta registra (memorije) koji se koristi za skladištenje operanada i rezultata aritmetičkih operacija i korisnik mu može pristupiti.

- **Računar sa skupom složenih instrukcija (Complex instruction set computing).** Ovaj tip skupa instrukcija **ima za cilj da smanji broj potrebnih instrukcija potrebnih za izvršavanje neke operacije.** Na primer, za prethodno pomenuto sabiranje dva broja RISC-u su trebala četiri reda koda dok je CISC-u potreban samo jedan red koda. Međutim, u slučaju složenih operacija režimi adresiranja postali su veoma složeni i komplikovani za programiranje. **CISC se oslanja na hardver i više tranzistora je potrebno integrisati u CPU da bi ga podržao.** Međutim, u slučaju korišćenja programskih jezika visokog nivoa kao što su C i C++, kompajler treba da radi manje posla u poređenju sa RISC arhitekturom.
- Istorijski posmatrano, CISC se prvi pojavio a onda se u jednom trenutku pojavila potreba za jednostavnijim skupom instrukcija i RISC je stupio na scenu.

Ova prezentacija je nekomercijalna.

Slajdovi mogu da sadrže materijale preuzete sa Interneta, stručne i naučne građe, koji su zaštićeni Zakonom o autorskim i srodnim pravima. Ova prezentacija se može koristiti samo privremeno tokom usmenog izlaganja nastavnika u cilju informisanja i upućivanja studenata na dalji stručni, istraživački i naučni rad i u druge svrhe se ne sme koristiti –

Član 44 - Dozvoljeno je bez dozvole autora i bez plaćanja autorske naknade za nekomercijalne svrhe nastave: (1) javno izvođenje ili predstavljanje objavljenih dela u obliku neposrednog poučavanja na nastavi; - ZAKON O AUTORSKOM I SRODNIM PRAVIMA ("Sl. glasnik RS", br. 104/2009 i 99/2011)

Dragan S. Marković