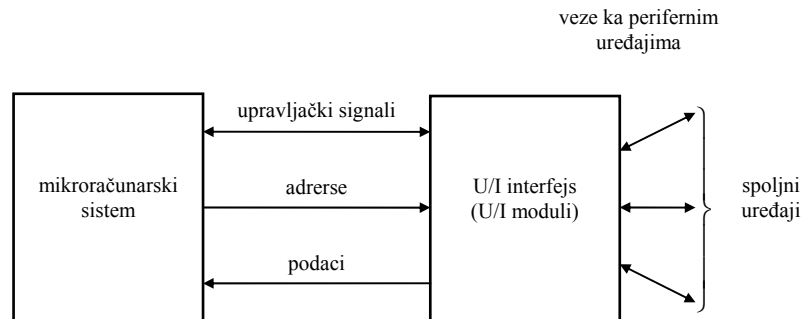


## 5. ORGANIZACIJA ULAZA/IZLAZA

Pored CPU-a i memorije, U/I podsistem je treći ključni element svakog računarskog sistema. U/I podsistem čini skup U/I interfejsa. Svaki U/I interfejs (modul) predstavlja stepen za spregu između systemske magistrale sa jedne strane, i jednog ili većeg broja uređaja sa druge strane. Drugim rečima, U/I interfejs ne predstavlja samo skup veza i mehanički konektor, nego sadrži i određeni stepen inteligencije, tj. sadrži neku logiku koja obavlja određenu komunikacionu funkciju između uređaja i magistrale.

Detalji organizacije U/I-a razlikuju se kod raznih tipova računara a zavise i od specifičnosti procesa koga treba kontrolisati, ali se jedan opšti model može videti na slici 5.1.



Sl. 5.1. Opšti model povezivanja mikroračunara sa U/I interfejsom.

Spoljni uređaji povezuju se na računarski sistem preko veza (kanala) na U/I interfejs. veze se koriste za razmenu podataka, statusa i upravljačkih signala između U/I interfejsa i spoljnih uređaja.

Spoljni uređaj povezan na U/I interfejs često se zove *periferni uređaj* ili *periferal*. Spoljne uređaje možemo svrstati u tri kategorije:

1. **čitljivi od strane čoveka** - pogodni za komunikaciju sa korisnikom računara (video displej terminali, štampači i dr.);
2. **čitljivi od strane mašine** - pogodni su za komunikaciju sa opremom (magnetne trake, diskovi itd.)
3. **komunikacioni** - pogodni su za komunikaciju sa udaljenim uređajima.

Postoje dva problema kod projektovanja U/I sekcija:

1. prvi se odnosi na način sprezanja periferala sa računarom i ostvarivanja prenosa podataka, statusa i upravljačkih signala;
2. drugi se odnosi na ostvarivanje načina adresiranja U/I uređaja sa ciljem da ih CPU selektuje i ostvaruje prenos podataka.

Teoretski, prenos podataka ka/iz U/I uređaja sličan je prenosu podataka ka/iz memorije. Ustvari treba razmatrati memoriju kao jedan U/I uređaj. Memorija je ipak specifična iz sledećih razloga:

- a) Radi skoro istom brzinom kao i procesor.
- b) Koristi iste tipove signala kao i CPU; jedina kola koja su obično potrebna kod sprege CPU-a sa memorijom su drajveri, prijemnici i translatore napona.
- c) Ne zahteva specijalne oblike ili bilo kakve upravljačke signale sa izuzetkom  $R/\bar{W}$  i  $\bar{CS}$  impulsa.
- d) Automatski lečuje podatak koji se šalje ka njoj.
- e) Njena širina reči je ista kao i ona koja priprada računaru.

Najveći broj U/I uređaja nemaju ovakve karakteristike. Oni pre svega rade brzinama koje su mnogo manje od CPU-ove. Na primer, na tastaturi se može otkucati najviše 10 znakova u sekundi, dok i najsporiji procesor može da prenosi podatke brzinom od 1000 znakova u sekundi. Sa druge strane, raspon u brzini rada ovih jedinica je

veoma veliki. Na primer, sa senzorom za temperaturu, CH<sub>4</sub>, CO<sub>2</sub> i dr. dovoljno je efikasno uzimati podatke svake minute, dok je recimo brzina prenosa podataka ka CRT video pokazivaču, ili ka/iz flopi disk drajvera oko 250000 bitova/s. Takođe, U/I uređaje karakterišu kontinualni signali (termometri, monitori); izlazi su u najvećem broju slučajeva strujni a ne naponski, ili naponski sa veoma različitim nivoima od onih koji su karakteristični za procesor (displeji sa gasnim pražnjenjem). U/I uređaji često zahtevaju specijalne forme podataka, protokole ili upravljačke signale. Dužina reči je u većini slučajeva veća ili manja od one sa kojom radi računar.

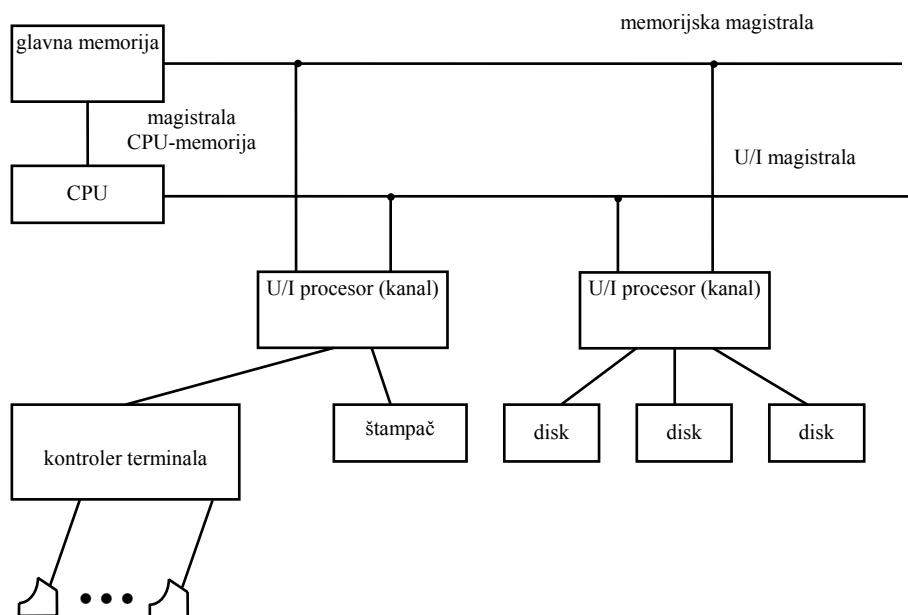
Nabrojane razlike čine projektovanje U/I podsistema teškim i ukazuju na to da svaka periferija karakteriše specifičan interfejs problem. Na osnovu nabrojanih razlika evidentno je sledeće:

1. Postoji širok izbor perifernih uređaja čiji je princip rada različit. Iz tog razloga nepraktično je ugraditi interfejs logiku u sam CPU-u da bi se obezbedilo direktno upravljanje velikog broja različitih periferala kao što je to slučaj sa memorijom. Naime, CPU bi u tom slučaju imala veliki broj izvoda (nožica) i verovatno ne bi bila univerzalna, tj. ne bi bila upravljački blok opšte namene.
2. Brzina prenosa kod perifernih uređaja je često mnogo manja od one koja je svojstvena CPU-u ili memoriji. Iz ovog razloga nepraktično je koristiti veoma brzu sistemsku magistralu za direktnu komunikaciju sa periferalima.
3. Periferali često koriste različite formate podataka kao i dužine blokova podataka u odnosu na računar na koji su povezani.

U grubim crtama, u zavisnosti od brzine sa kojom se vrši prenos podatka, U/I uređaje možemo podeliti na sledeće tri grupe:

- a) **Spori uređaji** - ne menjaju svoje stanje više od jedanput u sekundi. Promena njihovog stanja tipično zahteva period od nekoliko milisekundi ili duže. Ovakav tip uređaja su svetlosni elementi, prekidači, releji i drugi mehanički senzori i aktuatori.
- b) **Uređaji srednjih brzina** - karakteriše ih brzina prenosa od 1 do 10000 bitova/s. Ovakvi tipovi uređaja su tastature, štampači, čitači kartica, čitači papirnih traka, standardne kasete, standardne komunikacione linije i dr.
- c) **Uređaji većih brzina** - karakterišu se brzinom prenosa podatka koja je veća od 10000 bitova/s. Ovakvi tipovi uređaja su čitači magnetnih traka, magnetni diskovi, brzi štampači, brze komunikacione linije, CRT displeji i dr.

Dve U/I organizacije se najčešće koriste kod savremenih računara. Princip rada velikih računara prikazan je na slici 5.2.



Sl. 5.2. Princip U/I organizacije kod velikih računara.

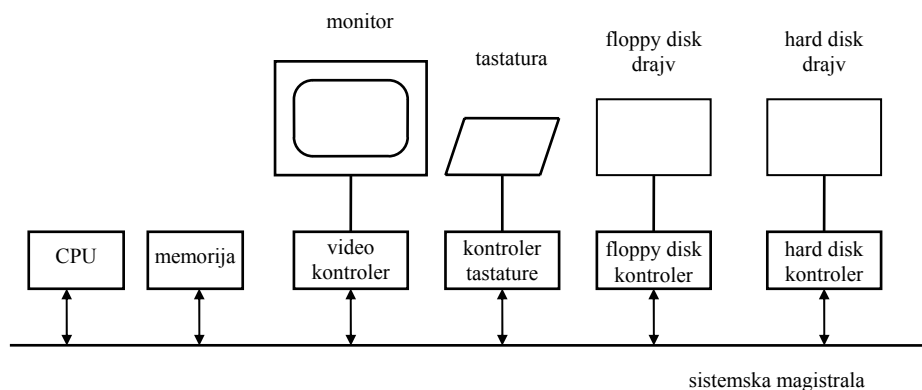
Računarski sistem čine jedan ili veći broj CPU-ova, memorija, i jedan ili veći broj specijalizovanih U/I procesora koji se zovu *kanali podataka*. Svi U/I uređaji su povezani na kanale. Kada CPU želi da obavi U/I aktivnost, on upisuje (puni) specijalni program u jedan od kanala i ukazuje kanalu šta treba da obavi. Kanal obavlja aktivnosti tipa:

- prijem/predaja podataka prema periferalu,
- prenos podataka glavna memorija↔U/I procesor↔periferal.

Na ovaj način CPU je "oslobođen briga" koje se odnose na prenos podataka ka/iz U/I uređaja, tako da on može da obavlja druge korisne aktivnosti koje su vezane za program. Kada kanal obavi posao on predaje CPU-u specijalni signal koji se zove *prekid (interrupt)*. Ovim signalom se zaustavlja tekući rad CPU-a, i prelazi na opsluživanje zahteva koji je izdao kanal. Prednost ovakvog pristupa je ta što se U/I aktivnosti i CPU-ove aktivnosti mogu odvijati istovremeno, tj. CPU prenosi sve U/I aktivnosti kanalu. Kao što se vidi sa slike 5.2, kod velikih računara postoji veći broj magistrala:

- memorijska magistrala - preko ove magistrale kanali čitaju podatke iz memorije ili ih upisuju u memoriju.
- U/I magistrala - preko ove magistrale CPU izdaje komande U/I kanalima i prenosi se signal zahteva za prekid.
- CPU-memorija - CPU direktno pristupa memoriji.

Princip rada manjih računarskih sistema (mikroračunara) prikazan je na slici 5.3.



Sl. 5.3. Princip U/I organizacije kod mikroračunara.

Ovakvi sistemi se standardno organizuju oko jedinstvene magistrale. Svaki U/I uređaj čine dva dela:

- Kontroler - sadrži najveći deo elektronike. Obično se priključuje na sistemska magistralu da bi se ostvarila veza sa CPU-om ili memorijom.
- Drajv - elektronika koja vrši upravljanje specifičnim uređajem. Prihvata komande od strane kontrolera i obavlja zahtevani tip aktivnosti. O uspešnosti izvršenja aktivnosti obaveštava kontroler preko statusnih signala. Stanje statusnih signala ukazuje da li je drajv spreman za prenos ili ne i dr.

Sistemska magistrala, kao što je prikazano na slici 5.3, ne koristi se samo od strane U/I kontrolera nego od strane CPU-a koji pribavlja iz memorije instrukcije i podatke. Šta se dešava kada CPU i U/I kontroler žele da koriste sistemska magistralu u isto vreme? Posebna elektronika koja se zove arbitar magistrale odlučuje kome će dodeliti pravo korišćenja magistrale, tj. ko postaje gospodar magistrale (*bus master*). U principu, U/I uređaji imaju veći prioritet u odnosu na CPU, jer se diskovi i drugi pokretni uređaji ne mogu zaustavljati. Kada je U/I aktivnost u toku, neki od U/I kontrolera je postao gospodar magistrale, CPU se prebacuje u stanje čekanja (*wait state*) i ostaje u tom stanju sve dok U/I kontroler ne oslobodi magistralu.