

## PRINCIPI SISTEMA

### SISTEM

**Sistem** je skup delova koji funkcionišu zajedno radi ostvarenja zajedničkog cilja ili svrhe.

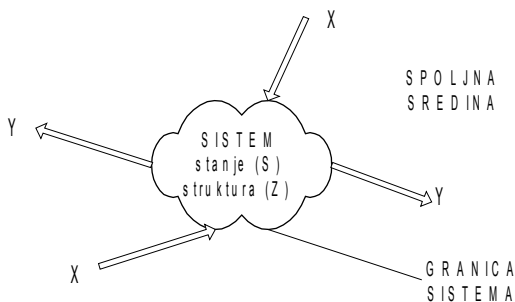
**Sistem** - skup objekata ili elemenata povezanih relacijama na taj način da formiraju celinu. Objekti čine celinu radi zajedničkog cilja ili svrhe.

**Kontrolni sistem** – skup fizičkih komponenti povezanih relacijama na taj način da komanduju, usmeravaju ili regulišu sebe ili neke druge sisteme.

Svaki sistem karakteriše se **svojstvima objekata** koji čine taj sistem i **vezama** koje odražavaju uzajamnu zavisnost datog sistema i spoljašnje sredine.

Ostatak realnog sveta naziva se **spoljašna sredina** (okruženje) sistema.

Veze sistema sa sredinom – **ulazi i izlazi sistema**. U najopštijem smislu oni su nosioci materije energije i informacija koje se razmenjuju između posmatranog sistema i spoljašnje sredine.



**Ulaz** se nalazi na nekom toku i predstavlja pobudu spoljne sredine ili neophodnu razmenu sa spoljnom sredinom. Ulaz može ali ne mora biti iniciran ili pod kontrolom sistema.

**Izlazi** su stvarna reakcija sistema. Oni mogu ali ne moraju biti jednaki pobudi spoljne sredine preko ulaza. Izlaz zavisi od ulaza i stanja sistema. U opštem slučaju izlaz je različit od stanja sistema. On se ostvaruje na istom toku iza stanja sistema i njegova je funkcija.

**Stanje sistema** – skup podataka koji daju potpunu informaciju o predistoriji i sadašnjem stanju atributa objekata sistema. Ako je moguće te informacije kvantifikovati dobija se skup svih veličina  $S_1, S_2, \dots, S_n$ , koji određuje stanje sistema kao vektorka veličina Euklidov-og n-dimenzionog prostora.

Prostor u kome se svako stanje prikazuje određenom tačkom naziva se **prostor stanja sistema**. Broj dimenzija prostora stanja je jednak broju atributa objekata sistema koje određuje njegovo stanje. U svakom vremenskom trenutku stanje sistema se može prikazati tačkom u prostoru stanja sistema.

Oblast prostora stanja u kojoj se može naći tačka stanja – **oblast dopuštenih stanja**.

Objekti sistema mogu se svrstati u dve osnovne grupe promenljivih. Jedna grupa odnosi se na promenljive attribute objekata ili elemenata koji opisuju stanje sistema u jednom određenom vremenskom momentu. Ti elementi nazivaju se **elementi stanja sistema**. Druga grupa se odnosi na

promenljive koje menjaju vrednosti elemenata stanja sistema. To su **elementi promene stanja sistema**. Oni predstavljaju promenu stanja sistema u nekom vremenskom intervalu.

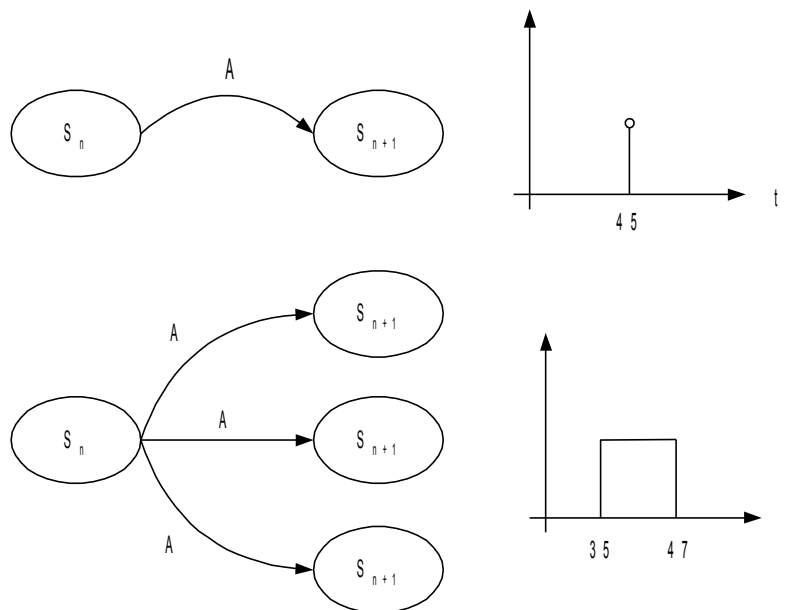
Svakom elementu stanja sistema pridružen je bar jedan element promene stanja, a najčešće su pridružena dva. Oba se nalaze n/a nekom toku i predstavljaju **ulaznu** odnosno **izlaznu promenu stanja**.



Stanje sistema direktno zavisi od elemenata promene stanja, dok oni mogu, ali ne moraju, zavisiti od samog stanja sistema. Ako ulazni element promene stanja zavisi od samog stanja, stvara se kolo povratnog dejstva.

**Elementi stanja** sistema su **akumulacija** u sistemu. U njima se akumulira razlika između ulaznih i izlaznih promena (primer: zalihe materijala). Element stanja sistema je takve prirode da njegova vrednost zavisi od akumulacija stvorenih elementima promene stanja u prošlosti. Sadašnje promene ne utiču na sadašnja već na buduća stanja. Elementi stanja sistema potpuno opisuju stanje sistema.

Odnosi i veze između elemenata mogu biti determinističke ili stohastičke. Kod determinističkih veza svaka relacija dva ili više elemenata se može iskazati jedznačno, dok kod stohastičkih poznato stanje jednog ili više elemenata može usloviti da zavisni element pređe u jedno iz skupa mogućih stanja. Skup mogućih stanja karakteriše funkcija raspodele.



## CILJEVI SISTEMA

Kod najvećeg broja sistema poznati su ciljevi. Za veliki broj sistema ciljevi su vezani za **opstanak**, **rast** i **razvoj**.

**Opstanak** – svaka jedinka se bori za svoj opstanak, samostalno ili uključena u neki drugi sistem. Opstanak kod preduzeća znači obezbediti i održavati unutrašnje odnose i odnose sa spoljnom sredinom tako da preduzeće može da postoji.

**Rast** – je povezan sa integracijom više jedinki u nov sistem koji lakše obezbeđuje pre svega opstanak, ali i druge prednosti. Rast kod preduzeća opet znači povećanje njegovih potencijala i stepena efikasnosti u korišćenju tog potencijala.

**Razvoj** je ono što se uočava kroz evoluciju i što obezbeđuje nove kvalitete.

**Cilj** je uopšte uzevši, određen željenim stanjima i izlazima sistema u određenom trenutku ili intervalu vremena. Cilj je bliže određivanje ostvarenja svrhe preko potrebnih stanja i izlaza sistema.

## POVRATNO DEJSTVO I KOLO POVRATNOG DEJSTVA

**Povratno dejstvo** – relacije između elemenata mogu biti takve da jedan element posredno, preko drugih elemenata, utiče sam na sebe. Za sisteme kod kojih je to slučaj kažemo da poseduju povratno dejstvo.

**Sistem bez povratnog dejstva** – izlaz zavisi od ulaza, ali ulaz ne zavisi od izlaza. Prošli događaji ne utiču na buduće i sam sistem ne kontroliše svoje ponašanje.

Dve važne osobine sistema bez povratnog dejstva su:

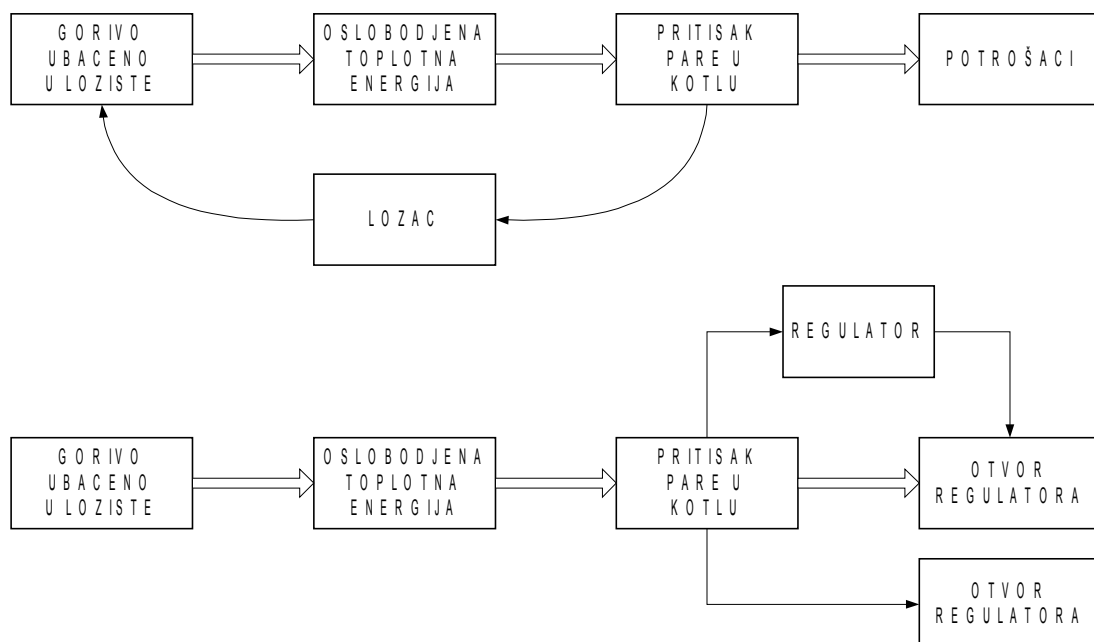
- sposobnost da funkcionišu tačno određena je samo kvalitetom međusobne zavisnosti elemenata,
- nemaju problema nestabilnosti sa kojima se susreću sistemi sa povratnim dejstvom

**Sistem sa povratnim dejstvom** – onaj čiji ulaz zavisi ili je kontrolisan ranijim događajima u njemu (zavisi od izlaza ili nekog elementa koji se kontroliše). Sistem sa povratnim dejstvom ima strukturu sastavljenu od **kola povratnog dejstva** kroz koje prošle aktivnosti kontrolišu buduće.

Važne osobine sistema sa povratnim dejstvom su:

- povećanje tačnosti, tačno reprodukovanje ulaza,
- smanjenje efekata nelinearnosti i poremećaja,
- povećanje opsega fluktuacije ulaza na koji sistem reaguje zadovoljavajuće,
- tendencija ka oscilovanju i nestabilnosti

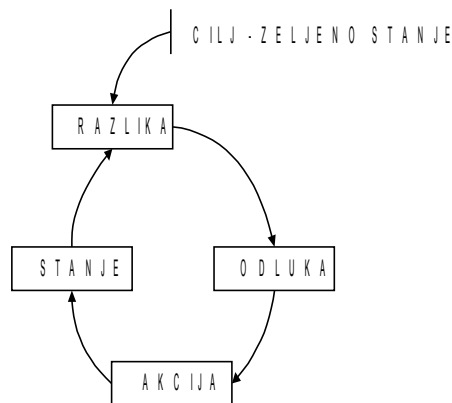
Sistem bez povratnog dejstva funkcioniše bez saznanja o preciznosti koju ostvaruje, dok sistem sa povratnim dejstvom funkcioniše pod uticajem greške i teži da je smanji. On kontroliše efikasnost razmene materije, energije i informacija.



Povratno dejstvo koje povećava uticaj poremećaja na ulaz zove se **pozitivno**, a ono koje smanjuje zove se **negativno**.

**Upravljačko kolo povratnog dejstva** je zatvoreni niz uzročno-povezanih elemenata kod kojih se bar jedan mora odnositi na upravljački proces (posmatranje i odlučivanje), jedan na akcije realizacije odluke, a jedan na stanje sistema kojim se upravlja (izlaz ili potencijal sistema). Ono ima sledeći raspored elemenata u sistemu:

- odluka koja kontroliše akciju,
- akcija,
- stanje sistema koje se menja akcijom,
- odluka



Odluka i akcija predstavljaju element promene stanja sistema.

**Prirodno kolo povratnog dejstva** – kolo koje je posledica prirode sistema. Ono ima sledeći raspored elemenata u sistemu:

- element sistema I
- element sistema II
- element sistema III
- element sistema I

Dejstvo jednog elementa na drugi dešava se u vremenu. Promena na bilo kom elementu kola povratnog dejstva usloviće sukcesivne promene povezanih elemenata na zatvorenoj putanji kola. Primer kola povratnog dejstva za sitem zaliha prvog i drugog reda.

### **KAŠNJENJE I PRIRAŠTAJ**

**Kašnjenje** - vreme potrebno da se promena izazvana na jednom elementu kola prenese na drugi element. Kod upravljačkih sistema kašnjenje je uvek prisutno kao i njegova posledica. Kašnjenja značajno utiču na ponašanje sistema sa povratnim dejstvom.

Svaka promena ulaza prouzrokujeće promenu izlaza. **Pirraštaj** koji nastaje opisuje relaciju između ulaza i izlaza. Veličina priraštaja se može meriti ako se izračuna pomoću odnosa veličina izlaza prema veličini ulaza:

$$\text{Priraštaj} = \text{veličina ulaza} / \text{veličina izlaza}$$

Za linearne sisteme priraštaj je dakle nezavisan od veličine ulaza, ali kod nelinearnih sistema on zavisi od ulaza.

Priraštaj se može odrediti:

- za sisteme sa više kola povratnog dejstva,
- za jedno kolo povratnog dejstva,
- za dva ili više elemenata sistema u lancu

### **POLARITET KOLA POVRATNOG DEJSTVA**

Kolo povratnog dejstva kod kog impuls uslovljava promenu veličine posmatranog elementa na taj način što se predznak priraštaja na njegovoj veličini menja iz jednog u drugi ciklus prolaza impulsa naziva se **negativnim**.

Kolo povratnog dejstva kod kog impuls uslovljava promenu veličine posmatranog elementa na taj način što se predznak priraštaja na njegovoj veličini neće menjati iz jednog u drugi ciklus prolaza impulsa naziva se **pozitivnim**.

Pojava pozitivnih kola povratnog dejstva je posledica prirode međusobnih zavisnosti elemenata sistema. Akcije unutar pozitivnog kola povećavaju razliku između stvarnog i željenog stanja sistema (primer: razmnožavanje bakterija).

U negativnom kolu povratnog dejstva kontrolnom odlukom se želi dovesti stanje sistema na vrednost datu ciljem koji se formira izvan samog kola. U ovim kolima nastaje smanjenje priraštaja ako se stanje približava željenoj veličini, odnosno povećava se ako se veličina stanja udaljava od željene veličine.

### **STRUKTURA SISTEMA**

**Struktura sistema** – opšti kvalitativno određen i relativno stabilan poredak unutrašnjih odnosa između elemenata sistema.

**Adaptivni sistemi** - oni koji imaju sposobnost prilagođavanja strukture prema okolini na način koji je povoljan za nastavljanje postojanja.

Strukturu sistema određuje njegova svrha, odnosno cilj, uzimajući u obzir sve prirodne i društvene važeće relacije između objekata.

### **DINAMIKA SISTEMA**

Pod dejstvom impulsa spoljne sredine ili iz samog sistema ulazne, izlazne veličine i stanja sistema se menjaju.

Te promene u sukcesivnim vremenima opisuju **ponašanje sistema**.

**Dinamika sistema** – sva zbivanja nastala pod dejstvom nekih sila – poremećaja koje menjaju ponašanje sistema.

**Ponašanje sistema prvog reda**

**Ponašanje sistema višeg reda**

**Grupisanje sistema prema obliku ponašanja:**

- Stabilni sistemi – oni koji teže da se posle nastanka poremećaja vrate u svoje prvobitno stanje.

- Nestabilni sistemi – oni koji posle nastalog poremećaja osciluju. Početni poremećaji se pretvaraju u stalni izvor unutrašnjih poremećaja.

**Stacionarno ponašanje** – oblik ponašanja se ponavlja iz jednog u drugi vremenski interval (sezonska tražnja).

**Prelazni oblik ponašanja** – onaj koji nastaje promenom karaktera sistema. On je neponovljiv (periodi rasta preduzeća, razvoj novog proizvoda itd.)