

Osnovi teorije sistema i upravljanja

I Prezentacija

Sistem je skup elemenata povezanih u cjelinu s ciljem da obavi unaprijed zadanu funkciju.

Četiri generacije razvoja teorije sistema:

- *I generacija* – diferencijalne jednačine, integralni račun, Furijeove i Laplasove transformacije, ...
- *II generacija* – promjenjiva stanja i teorije linearnih sistema
- *III generacija* – kombinacija transformacionih metoda i metoda promjenjivih stanja, vremenski indiskretni i diskretni sistemi
- *IV generacija* – teorijske osnove proučavanja sistema

Teorija sistema – izučava sistem kao cjelinu, teži formalizaciji i matematičko-logičkoj apstrakciji relanog svijeta.

Kibernetika – izučava kompoziciju, funkcionisanje i posljedice sistema upravljanja.

Osnovni ciljevi kibernetike:

- Ustanoviti opšte principe funkcionisanja
- Ustanoviti apstraktne granice i zakone funkcionisanja
- Korištenje činjenica i modela radi praktičnosti teorije

Funkcija svakog sistema - transformacija ulaza u izlaze uz održavanje ravnoteže na putu do cilja.

Opšta teorija sistema je:

- *Apstraktna* - univerzalnost termina i pojava
- *Naučna* – jednoznačnost korištenog jezika i kategorija
- *Pragmatična* – otkriva zakonitosti ponašanja realnih pojava

Funkcionisanje sistema - davanje i primanje.

Koncept sistemskog mišljenja:

- *Sve je sistem i sve je podsistem*
- *Ništa nije sigurno, ali je sve moguće – probabilističko shvatanje*
- *Apsolutni determinizam ne postoji*

Grafikon - prave ili krive linije kojima se prikazuju veze dva ili više elemenata i time grade strukturu sastavljenu od binarnih relacija.

Vrste grafikona:

- *Simetrični*
- *Lančani*
- *Kružni*
- *Asimetrični*
- *Ciklični*
- *Vezani*

- *Dualni graf*, itd

U praksi se koriste elementarne radnje s grafikonima kao što su sabiranje, množenje i slično, a u zavisnosti od njihovih vektorskih karakteristika kao što su:

- *Simetričnost*
- *Refleksivnost*
- *Tranzitivnost*
- *Otvorenost*
- *Zatvorenost*, itd.

Faze razvoja savremenih sistema:

- Analiza osobina sistema (sa aspekta strukture i parametara)
- Sinteza (strukture i parametara) sistema metodom eksperimentisanja ili metodom modeliranja
- Svaki sistem nastaje radi nekog cilja
- Neophodan uslov održavanja sistema procesom upravljanja promjenama stanja sistema.

Sistem je nemoguće potpuno opisati zbog kompleksnosti

Sinergija – efekat zajedničkog djelovanja elemenata

Dinamičko posmatranje – jedinstvo vremena i prostora

Holističko posmatranje – sistem kao ukupnost

Relativnost sistema - proizilazi iz prirodnih zakona

Sistemske pristup integriše:

- *Opštu teoriju sistema,*
- *Kibernetiku,*
- *Teoriju informacija,*
- *Semiotiku*
- *Informatiku i*
- *Matematičku teoriju sistema*

Osobine sistema:

- **Uređenost** (održanje reda pri funkcionisanju)
- **Organizovanost** (usaglašenost uloga u zajedničkom cilju)
- **Struktura** (uopštenost elemenata i relacija)
- Promjena bilo kog elementa utiče na ostale iz cjeline.

Modeliranje sistema

- **Izomorfno** – uzajamna jednoznačna veza između elemenata, osobina i ponašanja originala i modela
- **Homomorfno** (pojednostavljeno): veći broj elemenata i karakteristika originala svodi se na manji broj komponenti i osobina modela.

Ulazne veličine - materijalne, energetske i signalne veličine određene sadržajem informacija.

Izlazi – reagovanje sistema na određeni intenzitet pobude, rezultat – količina novostvorenog kvaliteta iz datih sastojaka (ulaza)

Tehnologija – način transformisanja ulaza u izlaz

II Prezentacija

Sistemi se dijele na prirodne i organizacione.

Prirodni sistemi su oni kod kojih su relacije između njihovih dijelova zasnovane na prirodnim zakonima, dok su organizacioni izgrađeni na određenim principima od strane čovjeka.

Osnovne grupe sistema

- *Sistemi ideja* (formalizam, materijalizam)
- *Sistemi funkcija* (poslovni, naučni, organizacioni, informacioni i dr.)
- *Materijalno-tehnički sistemi* (mašine, konstrukcije, instalacije)

Osnovni principi sistemskog pristupa:

- Sistem je više od sume dijelova koji ga čine,
- Sistem zahtijeva istragu sa više aspekata,
- Sistem mora imati sposobnost predviđanja i učenja,
- Podsystem je uvijek dio nekog šireg i višeg reda,
- Parcijalni ciljevi se uvijek žrtvuju radi višeg cilja,
- Svaki sistem je informacioni – korištenje odgovarajućih simbola,

Otvoreni sistem je usko povezan sa okolinom. **Zatvoreni sistem** je izolovan od okoline, egzistira sam sa sebe, nema ni ulaza ni izlaza.

- Složeni sistem se može podijeliti na podsisteme radi lakše analize i shvatanja,
- Sistem se sastoji od niza ciljeva i njihovih uzajamnih odnosa,
- Sistem je dinamična mreža međusobnih odnosa, tj. promjene na jednom elementu uzrokuju promjene i na ostalim,
- Sistemi teže ravnoteži koja je rezultat izjednačenosti sila unutar i van sistema
- Ako su podsistemi povezani u seriju, onda izlazna vrijednost jednog predstavlja ulaznu vrijednost drugog,
- Granice sistema se kreću od nedjeljivosti do beskonačnosti
- Održiv sistem mora biti okrenut cilju, vođen povratnom informacijom i sposoban adaptiranju na promjene.

Dodatni principi sistemskog pristupa:

- Princip složene stvarnosti
- Princip povezanosti i međusobnog djelovanja
- Princip neprekidnih promjena
- Princip poimanja funkcionalnog sklada
- Princip uticaja okoline na promjene oblika postojanja
- Princip strukturne analize složenosti
- Princip internog uticaja u prostoru i vremenu

Međusobne veze podsistema:

- postojane/nepostojane
- unutrašnje/spoljne
- stacionarne
- jednostavne/složene
- obostrane i dr.

Zakoni opšte teorije sistema

Opšta teorija sistema, kao baza svih nauka za rješavanje konkretnih problema, proizilazi iz tri činjenice:

- opšta teorija sistema je *apstraktna* u određenoj mjeri,
- ima *naučni karakter*, i
- *pragmatična* je u smislu otkrivanja zakonitosti ponašanja realnih pojava.

Zakoni opšte teorije sistema:

- ***Zakon zavisnosti***
 - ✓ Simetrična zavisnost
 - ✓ Asimetrična zavisnost
 - ✓ Kruta i elastična zavisnost
- ***Zakon razlike/jednakosti***
 - ✓ Raspodjela razlika
 - ✓ Opšti zakon $\alpha=f(Qa)$ i $\beta=f(Qb)$ važi $\alpha \neq \beta$, gdje su Qa i Qb sistemi
- ***Zakon promjene/stalnosti***
 - ✓ Kvantitativne
 - ✓ Kvalitativne
 - ✓ Strukturalne
 - ✓ Pozicione
- ***Zakon neprekidnih promjena***
 - ✓ Spore i postepene
 - ✓ Brze i nagle

Relacije koje se ne mijenjaju u toku vremena su ***statične*** dok one koje se mijenjaju čine kategoriju ***dinamičnih*** relacija.

Ako neka statična ili dinamična relacija pretrpi promjenu tada govorimo o ***strukturalnim promjenama*** koje mogu biti:

- k-quantitativne promjene
- q-kvalitativne promjene
- s-strukturalne promjene
- p-pozicione promjene

Osnovna sistemska svojstva

- **funkcija** (funkcionalna struktura i elementarne funkcije)
- **ponašanje** (struktura ponašanja i elementarne transformacije)
- **grada** (struktura građe i elementarni nosioci)

Određivanje granica sistema vrši se na osnovu utvrđivanja međusobnog uticaja elemenata.

Karakteristike sistema prema S. Marjanoviću:

- Skup funkcionalno međuzavisnih jedinica
- Eksterna povezanost sa okolinom i drugim sistemima
- Mogućnost optimizacije, tj. najefikasnije kombinovanje parcijalnih ciljeva radi ostvarivanja globalnog cilja
- Posmatrani sistem je uvijek dio sistema višeg reda

Osnovne radne karakteristike sistema:

- brzina toka resursa,
- intenzitet rada i usluživanja,
- kapacitet (potencijalni, efektivni, raspoloživi i operativni),
- pouzdanost i vjerovatnoća uspješnosti vršenja funkcija,
- fleksibilnost i adaptivnost strukture i procesa sistemaž

Ključne karakteristike sistema:

- izolovanost
 - stabilnost
 - ravnoteža
 - samoudesivost
 - određenost
 - adaptivnost.
-
- Izolovanost je stanje minimalne entropije.

Prema koncepciji S. Marjanovića, organizacija prima i daje

- radnu snagu , $E_f = f(S_i)$ Rs
- predmete rada, $E_f = f(S_i)$ Pr
- sredstva za rad, $E_f = f(S_i)$ Sr
- uslove rada, $E_f = f(S_i)$ Ur
- metode rada, $E_f = f(S_i)$ Mr
- potrebe rada, $E_f = f(S_i)$ Pr
- kapital , $E_f = f(S_i)$ Ka
- znanje (nauka), $E_f = f(S_i)$ Na

Stabilnost sistema

- *Stabilnost* stanja sistema je obrnuto proporcionalna stepenu izolacije.
- Sistem sa najvećom entropijom nalazi se u stanju najveće vjerovatnoće, pa time i najveće stabilnosti.
- Dezorganizacija sistema je stabilnija i otpornija na promjene, a organizacija sistema je nestabilnija i osjetljivija.

Ravnoteža sistema

Pod *ravnotežnim sistemom* Dising (Diesing) podrazumijeva rezistentan sistem koji u povoljnim okolnostima zadržava postojano stanje.

Ravnoteža stanja može u velikoj mjeri da oscilira oko stabilnosti ili tenzije, ali nikad nije statična

Samoudesivost sistema

Samoudesivost je karakteristika sistema koja znači sposobnost da isključuje spoljne uticaje koji u zoni stabilnosti izazivaju poremećaje funkcionisanja.

Osjetljivost sistema postaje preduslov za samoudesivost.

Samoudesivost predstavlja *mjerilo vitalnosti sistema*.

Klasifikacija sistema

Tradicionalni principi klasifikacije

Za izučavanje osobina sistema i njihove strukture treba poznavati klasifikacije sistema, razlike i sličnosti njihovih karakteristika.

Klasifikacija sistema predstavlja formiranje skupova po sličnosti kao zajedničku osobinu

Klasifikacija sistema prema broju veza sa okolinom

- *Monovarijabilni sistem* - jedna ulazna i jedna izlazna veza
- *Konjuktivno – disjunktivni sistem* - više ulaznih i jedna izlazna veza
- *Distributivni sistem* – jedna ulazna i više izlaznih veza
- *Multivarijabilni sistem* – više ulaznih i više izlaznih veza

Buldingova klasifikacija

Glavni kriterijum – *složenost ponašanja sistema*:

- Nivo statičkih sistema (željeznica)
- Nivo dinamičkih sistema (satni mehanizam)
- Nivo samoregulišućih sistema (roboti)
- Nivo samoodržavajućih sistema (živa ćelija)

Mogući kriterij klasifikacija:

- **Prema okruženju:**
 - prirodni (geološki, atmosferski, kosmički),
 - tehnički (mašine, aparati, i dr.),
 - organizacioni (moralni, instrumentalni, materijalni)
- **Prema karakteru relacija među elementima sistema:**
 - deterministički (matematički izrazi-predvidljivo ponašanje sistema),
 - stohastički (mozak-nepredvidljivo ponašanje sistema)
- **Prema interakciji sa okruženjem:**
 - otvoreni,
 - zatvoreni
- **Prema stepenu složenosti:**
 - prosti (mali broj elemenata i veza), i
 - složeni (veliki broj elemenata i veza)
- **Prema stepenu apstrakcije:**
 - apstraktni (misaone ideje, istraživačke konstrukcije, matematički sistemi),
 - realni - konkretni (realni fizički sistemi, materijalni sistemi, prirodni i vještački materijalni sistemi).
- **Prema potrebi upravljanja sistemom:**
 - statički (nema potrebe), i
 - dinamički (promjene kao rezultat procesa upravljanja)

Apstraktno orijentisani sistemi su istraživačke konstrukcije formalne, uopštene, misaone, idejne i matematičke prirode.

Svrha : opisati realne sisteme i bez mnogo troškova eliminisati nejasnoće i logičke greške kroz čisto formalne veze u okviru istraživačke apstrakcije.

Logika nastanka : opšti apstraktni sistem, kao univerzalni model za sve sisteme, objašnjava se upotrebom matematičke teorije, koja koristeći efektivnu proceduru identifikacije opisuje sistem.

Struktura apstraktnog sistema formira se uopštavanjem odnosa zamišljenog sistema određenog sintetičkim postupkom, kada nije određena konstanta sistema koja predstavlja skup koeficijenata odnosa hipotetičkog poretka.

Orijentisani apstraktni sistemi predstavljaju skup uređenih parova odsječaka funkcije vremena koji nisu kontradiktorni.

Svakom ulaznom dejstvu odgovara skup različitih izlaznih dejstava koji zadovoljava **uslov ravnoteže**.

Karakteristike apstraktnog sistema:

- ima logiku ponašanja,
- predstavlja skup uzajamno dejstvjućih elemenata,
- zahtjeva složenost funkcija za izvršavanje postavljenog cilja,
- posjeduje mogućnost dekompozicije na podsisteme,
- zahtjeva upravljanje pomoću informacione mreže,

- zahtjeva identifikaciju interakcije unutrašnjih faktora kao i rezistenciju na slučajnu komponentu,
- bazira se na zakonima organizacije,
- određen je koncepcijom i strukturom.

Formiranje i koncepcija funkcionisanja apstraktnog sistema:

- Odrediti zahtjeve od strane višeg sistema ili okruženja
- Odrediti unutrašnje zahtjeve sagledavajući mogućnosti ispunjavanja spoljnih zahtjeva
- Izvršiti usklađivanje spoljnih i unutrašnjih zahtjeva
- Osobina koncepcija : imaju svoj vek, svoje odstupanje, svoju dinamiku promjena, elastičnost u prostoru i vremenu, reformulaciju itd.
- Konepcija predstavlja sistem povezanih ideja
- Koncepcija funkcionisanja preduzeća predstavljena je njenim statutom, pravilnicima i ostalim dokumentima

Pozicija, ciljevi i zadaci

Funkcionisanje sistema uslovljeno je primatom elementa sistema koji ima veći broj veza, koji je dugoročniji i koji diktira stopu promena.

Hijerarhijski primat u vezama i relacijama u sistemu uslovljen je:

- međuzavisnošću ciljeva,
- logikom i organizacijom funkcionisanja,
- vertikalnim i horizontalnim odnosima i
- zahtevima dinamičkog optimuma

Relacije

- ***prema nivou ispoljavanja:***

-pojedinačne

-ukupne

-globalne

-parcijalne

-institucionalne

- ***prema stepenu vidljivosti:***

-latentne

-manifestne

- ***prema značaju:***

-primarne

Sekundarne

- ***prema sadržini:***

-duhovne

-materijalne

- ***prema intenzitetu:***

-povremene

-konstantne

Cilj - Osigurati funkcionisanje sistema sa što manje konflikata i obezbediti upravljanje sa svrhom postizanja novog kvaliteta i kvantiteta

Podjela ciljeva:

- prema vremenu (dugo, srednje i kratkoročni)
- prema nosiocima (zajednički i pojedinačni)
- prema hijerarhiji (strateški, taktički i operativni)

Ciljevi su:

- motiv postojanja poslovnog sistema koji se vremenom usklađuju,
- motiv postizanja željenog stanja sistema
- inspiratori stvaranja kvaliteta
- određen izlazom u određenom vremenu i okolnostima

Ispunjen motiv uslovljava stvaranje novog cilja

Cilj ne predstavlja isključivu vodilju za koncepciju i upravljanje

Mjerenje efikasnosti ciljeva – ekonomska opravdanost sistema

III Prezentacija

Struktura apstraktnog sistema

Struktura sistema predstavlja :

- način spajanja djelova u sistem
 - organizacija povezivanja elemenata u određenu cjelinu,
 - logički red elemenata (preglednost, fleksibilnost, funkcionalni sklad, razvoj odbrambenog mehanizma i dr.)
-

- skup i poredak svih veza,
- stabilan raspored uloga elemenata unutar kojih postoje određene zakonitosti svojstvene datom sistemu kao integralnoj cjelini.

Model osnovne strukture sistema je sastavljen od elemenata i struktura hijerarhijskih relacija.

Model grupiše određene aktivnosti, a čine ga:

- podsistemi,
- subsistemi,
- stanja sistema,
- mikrosistemi,
- elementi promjena stanja itd.

Anatomija veza (struktura sistema) – oblik povezivanja elemenata u cjelinu čime se određuje svrha i cilj sistema.

Sistemi sa istim elementima i vezama mogu biti povezani u različite strukture:

- linijski
- prstenasti
- mrežasti
- potpuni
- točak
- hijerarhijski
- centralizovani
- povratna veza sa povratnom spregom

Sistem nije numerički zbir elemenata i podsistema već njihov funkcionalni zbir:

$$f(a,b,c) > f(a) + f(b) + f(c)$$

$\Sigma P + \Sigma S > \Sigma D + \Sigma T$ – sistem čuva rezerve a eksploatiše okruženje

$\Sigma P + \Sigma S = \Sigma D + \Sigma T$ – sistem stagnira

$\Sigma P + \Sigma S < \Sigma D + \Sigma T$ – sistem troši iz rezerve dio svog stvaranja

$\Sigma P = 0; \Sigma S = \Sigma D + \Sigma T$ – sistem je u izgradnji

$\Sigma D = 0; \Sigma T = \Sigma P + \Sigma S$ – sistem je parazit za okruženje

$\Sigma T = 0; \Sigma D = \Sigma P + \Sigma S$ – ne postoji sistem koji ne troši materiju, energiju ili ne upotrebljava informacije gdje je

suma svih primanja- $\sum P$

suma svih stvaranja- $\sum S$

sumom svih davanja- $\sum D$
sumom svih trošenja- $\sum T$

Razvijenost podsistema u strukturi sistema ima svoj optimum koji sistem nastoji da održava.

Podsistem koji se ne razvija paralelno sa cjelinom, svojim brzim razvojem izaziva dezorganizaciju sistema (narušavanje povezanosti posistema i sistema) tj. rast entropije.

Ukoliko se dio sistema razvija do te mjere da ugrožava sistem često taj dio prekida vezu sa tom cjelinom i uključuje se u neku novu cjelinu.

Veze u sistemu mogu biti: serijske, paralelne, neposredne, povratne, posredne i dr.

Razvoj tehnologije, nauke i tehnike često rezultira razvojem cjeline na račun djela.

Sistemi se mogu zaustavljati, obnavljati i nastavljati funkcionisati bez opasnosti ugrožavanja i narušavanja kontinuiteta.

OSNOVNI PRINCIPI STRUKTURE SISTEMA:

- **Svojstvo autoregulacije** – integralni sistem (posmatrana struktura može biti umetnuta u svojstvu podstrukture)
- **Svojstvo transformacije** - omogućava strukturama da se razlikuju od statičkih formi
- **Svojstvo totaliteta strukture** – asocijacija elemenata je nezavisna od cjeline

TRI BITNA PRINCIPA KOJA VAŽE ZA SVAKU STRUKTURU :

- **Princip očuvanja autonomnosti** (trajnošću neutralnog elementa osigurava identitet)
- **Princip nekontradiktornosti** (mogućnost povratka na početno stanje)
- **Princip slobode kretanja** (mogućnost kretanja elemenata strukture)

Funkcionisanje apstraktnih sistema

Intezitet međusobnog uticaja elemenata sistema:

- promjenljiv je u vremenu i prostoru,
- zavisi od funkcionisanja uticajnih sistema i kompatibilnosti njihovih ciljeva (kolaboracija interakcija).

Ometanja i onemogućavanja funkcionisanja jednog ili više podsistema manifestuju se međusobnim isključenjem interakcija (konfliktima).

Konflikti – direktno proporcionalni nedovoljnim kapacitetima zajedničkih izvora upravljačke energije.

Broj faktora koji utiču na funkcionisanje sistema – neograničen.

Na funkcionisanje sistema istovremeno utiču faktori iz svih naučnih disciplina (po Teoriji sistema),

Promjene u određenom sistemu proučavati kibernetiskim pristupom (polazi od funkcionisanja samog sistema).

Koncept funkcionisanja sistema – sistem ideja koje moraju zadovoljiti određene uslove i standarde.

Funkcionisanje sistema treba da osiguran njegov opstanak i razvoj.

Entropija – mjera dezorganizacije (manja potencijalna razlika \Rightarrow entropija se povećava).

Za funkcionisanje sistema važi: *Drugi zakon termodinamike* (uz odgovarajuću analogiju) tj. entropija sistema se može smanjivati samo ako se u sistem ulaže energija potrebna za to smanjivanje.

Složenost funkcionisanja i kompleksnost ponašanja sistema

Složenost sistema je određena:

- brojem ponašanja,
- brojem povezivanja pojedinih elemenata,
- nizom procesa koji se odigravaju.

Postoje relacije između:

- broja elemenata (n),
- broj veza (v) i
- broja struktura (S).

Broj struktura: $S = 2^v = 2^{n \cdot (n-1)}$

Broj veza: $v = n \cdot (n - 1)$

Ponašanje sistema, sa aspekta složenosti:

- jednosložno determinističko ponašanje (prosti),
- složeno determinističko ponašanje (složeni),
- deterministička struktura i stohatičko ponašanje (veoma složeni),
- stohatička struktura i stohatičko ponašanje (kompleksna).

Funkcionisanje sistema:

- dinamičnost funkcionisanja,
- način ispoljavanja (funkcionalne manifestacije),
- trajanje,
- izvjesnost,
- stabilnost funkcionisanja itd.

- Dinamičnost:

- nulta,
- mala konstanta,

- mala promjenljivost,
- velika konstanta
- velika promjenljivost.
- Izvršnost:
- sistemi sa determinističkim funkcionisanjem
- stohastičkim funkcionisanjem i
- neizvršnim funkcionisanjem.
- Način ispoljavanja:
- pasivni,
- aktivni.
- Trajanje:
- konačno funkcionisanje,
- beskonačno funkcionisa

Razvrstavanje *prema stepenu i nivou razvijenosti upravljanja*:

- samoregulišući,
- adaptivni,
- samoobučavajući,
- samorazvojni.

Primjeri *industrijskih sistema*:

- tehnološki,
- proizvodni,
- poslovni.

Dinamika, principi i kvalitet funkcionisanja sistema

Funkcionisanje sistema predstavlja funkcionalni zbir svih njegovih elemenata čija se suština sastoji u dinamičkim promjenama koje se dešavaju kako u elementima tako i u međusobnim odnosima – bez promjena nema funkcionisanja .

U prirodnim sistemima cirkuliše određeni vid prirodne energije , dok u društvenim sistemima cirkulišu materija, energija, informacije i ideje .

Izravnavanje potencijalnih razlika znači starenje i zamor sistema, a pretjerano visoke razlike izazivaju hipertrofiju sistema .

Osnovni principi funkcionisanja su :

- postojanje
-

- dostupnost
- definisanje elemenata i njihovi funkcija
- raspored funkcija po izvršiocima
- vremenski raspored funkcija
- sankcije za odstupanje i devijaciju
- hijerarhije odlučivanja
- informacije i definisane relacije

U svakom sistemu postoji konceptija funkcionisanja, te ako dolazi do nedopuštenog odstupanja moraju se predvidjeti sankcije kao instrument regulacije.

Kvalitet funkcionisanja (poslovnih) sistema ocjenjuje se stepenom efektivnosti i efikasnosti sistema , a zavisi od strukture sistema, vrijednosti parametara, tipa dejstava, spoljnih uticaja, projektovanih zadataka, i dr.

Mogući skup vrijednosti pokazatelja efektivnosti i efikasnosti predstavlja funkcionalu funkcionisanja sistema.

Ocjena vjerovatnoće se dobija pomoću funkcionala koja se zove pokazatelj vjerovatnoće sistema, a koja zavisi od strukture i parametara sistema, te karakteristika odstupanja u ponašanju elemenata sistema.

Kvalitet prosječnog pokazatelja sistema izražava se kao razlika prosječne vrijednosti karakteristika svih elemenata i pokazatelja efektivnosti odstupanja elemenata.

Sva zbivanja nastala pod dejstvom nekih sila , koje sistem upija ili im se odupire predstavljaju dinamiku sistema.

Ponašanje i stabilnost sistema

Ponašanje sistema,tj. usklađivanje ponašanja sa funkcijom prilagođavanja sistema okolini, određuje metod na koji sistem preslikava ulazne u izlazne veličine.

Određenost ponašanja sistema je stohastičke prirode, tako da se određenost smanjuje povećanjem broja veza sa okolinom, a smanjuje redukcijom veza.

Promjena strukture je u stvari promjena organizacije sistema kojom se on bori protiv raznih smetnji, putem njihove eliminacije, izolacije, kompenzacije itd.⁷

Složenost sistema je definisana brojem različitih stanja u kojima se sistem može naći.

Ako je ***n*** broj elemenata u sistemu, onda postoji broj $n(n-1)$ veza tih elemenata odnosno stanja sistema, dakle sistem sa **10** elemenata posjeduje **$10(10-1)=90$ veza**, odnosno stanja sistema.

Struktura sistema ukazuje na način koncentrisanja veza između pojedinih jedinica sistema, pa ako je mali broj informacija o tome, zaključak je da on ima djelimično nepoznatu strukturu i ulazi u grupu stohastičkih sistema.

Dovoljan broj informacija o elementima i njihovim vezama podrazumijeva poznatu strukturu sistema, što olakšava način predviđanja budućeg stanja, odnosno ponašanja sistema.

Optimalnost - svojstvo koje obezbjeđuje najbolje moguće stanje sistema u odnosu na okruženje i stepen pouzdanosti da će sistem ostvariti zahtjevane funkcije na način utvrđen osnovnim ciljem.

Ukupno ponašanje sistema sastoji se od

- ponašanja njegovog okruženja (T_o),
- ponašanja njegovih ulaza (T_x),
- ponašanja njegovih izlaza (T_y),
- pretvaranja ulaza u izlaze ($T_{x,y}$)
- načina promjene njegovih internih obilježja, odnosno stanja

Determinističko ponašanje imaju oni sistemi kojima je trajanje beskonačno, dok se za sisteme za koje je karakteristično nesigurnost, čiji je ishod neizvjestan imaju stohastičko ponašanje

Regulisanje funkcionisanja sistema

U sistem neprekidno ulaze jedni elementi, a drugi izlaze, pri čemu mijenjaju broj , raspored, intezitet međusobnog djelovanja, odnose, veze a time i strukturu , što dovodi do stalnom prelaženja sistema iz postojećeg u sljedeće (željeno) stanje.

Kontrolisani ulaz se transformiše u izlaz kao nov kvalitet.

Nekontrolisani ulaz unosi eroziju iz okruženja u sistem, koja dovodi do entropije sistema.

Neophodno je neprekidno podešavanje funkcionisanja sistema koje nazivamo regulacijom

Funkcionisanje sistema reguliše se putem regulatora, a omogućava kolo povratnog dejstva koji ima zadatak da minimizira korekciju predznaka odstupanja i time osigurava kontrolu izvršenja postavljenog cilja.

Svaki skup ideja, funkcija, elemenata, energije, informacija itd, uređen po određenoj koncepciji, zaokružen u relativno nezavisnu funkcionalnu cjelinu, predstavlja sistem koji ima tri cilja :

- Kontinuitet funkcionisanja,
- Efikasnost funkcionisanja,
- Kontinuitet povećanja efikasnosti

Regulisanje funkcionisanja sistema je veoma složeno, a ključna mu je uloga razgraničavanje nadležnosti, te organizacijska i operativna regulacija, odnosno autoregulacija sa adaptacijom.

Autoregulacija reguliše funkcije koje osiguravaju operativnu regulaciju i organizacijski red, čime su podjeljena ovlaštenja i nadležnosti u okviru određenih odgovornosti i zadataka regulisanja.

Uslovi regulisanja vještačkih sistema su:

- da je rezultat funkcionisanja mjerljiv i u granicama odstupanja,
- da su pokretačke sile poznate i mjerljive,
- da je poznato i mjerljivo dejstvo i tendencija faktora (smetnji) ,

- da postoji mogućnost nezavisnog podešavanja faktora, i
- da se može ostvariti autoregulatorni sistem.

Modeli regulacije i programi reagovanja

Funkcionisanje sistema pokazuje različitu tromost pri korigovanju devijacija, tako da je npr. inverzija sistema veća pri korigovanju produktivnosti nego pri korigovanju kvaliteta.

Osjetljivost sistema regulacije zavisi od brzine reagovanja, tj. dužine vremena reakcije (mrtvo vrijeme) koje traje od trenutka promjene opterećenja do trenutka reagovanja rezultata na intervenciju.

Uloga detektora je da prima i registruje podatke o promjenama na posmatranoj pojavi, transformiše u izvještaj i dostavlja regulatoru u određenom vremenskom intervalu.

Zadatak regulatora je da svojim uticajem usklađuje pogonske sile i otpore i smetnje sa devijacijama rezultata funkcionisanja sistema.

U upravljanju kao procesu pretvaranja informacija u intervencije odvija se misaono povezivanje koje se sastoji od:

- faze pripremanja,
- faze donošenja, i
- faze izvršavanja odluka.

Dio informacija se pretpostavlja, čime se omogućava programiranje ishoda misaonog procesa, tj. zaključka koji se sljedećim postupkom pretvara u upravljačku odluku.

Model se postavlja kao koncepcija koja oponaša funkcionisanje sistema, tako da uz pomoć operacionog istraživanja utvrđujemo optimalne intervencije i moguće devijacije u rezultatima funkcionisanja.

Kompozicija misaonog procesa koristi se za revolucionisanje funkcije upravljanja organizacionog sistema, kako bi se obradom informacija dobila poruka o intervenciji.

Tako programiran model funkcionisanja sistema pokazuje kvantitativne odnose u koncepciji funkcionisanja.

Kad se pojavi informacija o poremećajima regulator, programiran matematičkim putem, reaguje prema programu reagovanja.

Matematički modeli se formiraju koristeći savremene matematičke metode kao što su linearno i nelinearno programiranje, dinamičko programiranje, teorija igara, mrežno planiranje, redovi čekanja itd. na osnovu kojih se mogu ostvariti optimalne programirane intervencije.

Prema Optneru:

- veze prvog reda koje predstavljaju simbiozu komponenata,
- veze drugog reda koje predstavljaju zajednički efekat i
- veze trećeg reda koje su opozicione.

Ako smanjivanje entropije podsistema povratno utiče na smanjivanje entropije sistema, onda se jačaju veze prvog reda kao uslov za jačanje stabilnosti sistema tj. održavanje dinamičke ravnoteže.

Porastom složenosti funkcionisanja sistema srazmjerno se pojavljuje i potreba za njegovom transformacijom.

Povratna sprega

Sistemi kod kojih relacije između elemenata mogu biti takve da jedan element posredno, preko drugih elemenata, utiče sam na sebe, posjeduje povratno dejstvo.

Sistemi sa povratnim dejstvom imaju tačno reprodukovane ulaze, smanjene efekte nelinearnosti i poremećaja, ispoljenu tendenciju ka oscilacijama i nestabilnosti, mogućnost ponovnog uspostavljanja ravnotežnog stanja itd.

Da bi se promjena izazvana na jednom elementu kola povratne sprege prenijela na drugi element potrebno je vrijeme označeno pojmom kašnjenje.

Veličina promjene i stepen kašnjenja na elementima zavisi od

- veličine prvobitne promjene ,
- kvaliteta međusobnih relacija elemenata i
- funkcionisanja kola

Ulazom se zapravo utiče na izlaz u jednoj zatvorenoj putanji koja povezuje odluku, akciju, stanje i informaciju.

Povratna sprega je relativno izolovan sistem čiji su elementi:

- devijacija,
 - informacija,
 - regulator i
 - intervencija.
-
- Regulator je ekvivalent upravljanja jer informacije pretvara u odluke.
 - Intervencije su postupci korigovanja devijacije, a prema uzrocima devijacije interveniše se u cilju otklanjanja smetnji i savladavanja otpora.
 - Devijacije su prosječna odstupanja od prosjeka
 - Informacije daju informaciju o devijacijama.

Posebno važne osobine sistema sa povratnim dejstvom su: povećanje tačnosti, precizne specifikacije ulaza, smanjenje efekta nelinearnosti, povećanja obima fluktuacije povoljnog ulaza itd.

Sistem sa povratnim dejstvom mijenja ulaz prema potrebi izlaza, tako da kontroliše efikasnost razmjene materije, energije i informacija sa okruženjem.

Kod upravljačkih sistema kašnjenje informacije nastaje zbog njihovog prikupljanja, analize i distribucije.

Entropija

Entropija predstavlja dezorganizaciju ili razbijanje sistema, kao prirodni tok evolucije.

Dok entropija raste, svemir i svi sistemi u njemu prirodno teže ka raspadu u gubitku svog entiteta, odnosno da iz stanja organizacije i diferencijacije pređu u stanje jednoznačnosti i haosa.

Haos je stanje najveće vjerovatnoće u organizacionom sistemu.

Entropija organizacionih sistema je prirodna težnja ka stanju najveće vjerovatnoće, tj. organizacionom haosu ili totalnom raspadu iz kojeg su i postali sistemi

Pri nastojanju da se smanji entropija i poveća stabilnost sistema treba imati u vidu sledeće:

- da se svaki sistem nalazi u stanju izvjesne nestabilnosti i dezorganizovanosti koja teži da se poveća i da je otud, neophodno funkcionisanje regulisati,
- da funkcionisanje sistema ima stabilnu dinamiku razvoja,
- da najstabilnije funkcioniše sistem kod koga je postignut najveći stepen razvoja, a to je automatsko funkcionisanje.

Efikasnost funkcionisanja organizacionog sistema se u principu povećava uvođenjem novih tehničkih i prirodnih podsistema.

Informacija je negativna entropija ili entropija je negativna informacija koja sistem dovodi u stabilnije stanje, tj. stanje veće vjerovatnoće.

Upravljački sistem kao podsistem organizacionog sistema, takođe funkcioniše kao organizacioni sistem, i po svojoj strukturi može biti :

- individualni,
- kolektivni.

Upravljački sistem takođe ima svoju entropiju koja je izražena prirodnom težnjom ka raspadu sistema. U stanju minimalne entropije, efikasnost i labilnost upravljačkog sistema je maksimalna, što se ispoljava kroz prilagođenost organizacionog sistema na upravljanje pomoću ciljeva.

Teorija devijacija

Potrebno je utvrditi zakonitost po kojoj se devijacije ponavljaju.

Sistematizacijom dobijenih rezultata formulišu se principi na kojima se temelji teorija devijacija.

Troškovi nikad nisu dovoljno niski i gubitak nikad dovoljno mali ako u praksi svaka akcija odstupa od koncepcije, a time i svaki rezultat od očekivanog.

Međutim, ako se preduzmu mjere za korigovanje ovih devijacija kao posljedice prirodne sile koja je neizostavna, sistem se reintegriše i nastavlja svoje ustaljeno funkcionisanje

Smanjivanje devijacije, tj. smanjivanje posljedica uticaja prirodnih sila, znači smanjivanje vjerovatnoće stanja sistema, čime se stvara denivelacija potencijala.

Vjerovatnoća stanja sistema između ekstremnih slučajeva devijacije se obilježava veličinom entropije. Posljedice povećanja devijacije, a time i entropije su dezorganizacija, dezintegracija i raspadanje sistema, tako da je njeno poznavanje gotovo nemoguće, ali i njeno korigovanje iziskuje stalni posao.

Iz gore navedenih činjenica dolazimo do zaključka da ne postoji savršena organizacija sistema, već samo može biti riječi o granici dopuštenosti i nedopuštenosti devijacija.

Zbog uticaja devijacija koji nije isti u različitim sistemima, kao ni u različitom vremenu i prostoru, potrebno je obratiti pažnju na kriterijume dopuštenosti devijacija koji se moraju elastično primjenjivati.

Ako se devijacija ne koriguje ona se regeneriše sve dok ne smanji efikasnost i ugrozi kontinuitet funkcionisanja, pa i opstanak sistema, ukoliko se ne ponude alternative.

U vezi sa nijansama dopuštenosti devijacije možemo posmatrati kao:

- mikrodevijacije.
- minorne.
- dopuštene.
- nedopuštene i
- razorne devijacije.

Devijacije mogu biti: *pozitivne, negativne, učestale, istovremene, loš kvalitet i visoki troškovi proizvodnje, kompenzacija devijacije, međusobna povezanost, dinamika, promjenljivost itd.*

Zlatan Goralija, Osnovi teorije sistema i upravljanja.

