

CAPITOLUL II

Concepte de bază ale analizei sistemelor

În analiza sistemelor se folosesc o serie de concepte de bază cum ar fi: sistem/subsistem, stare, traiectorie, structură, conexiuni, obiective, mediu, procese, resurse, comportament, funcționalitate, arhitectură etc., cu ajutorul cărora analiștii de sistem investighează modul de funcționare a unor sisteme în vederea proiectării sau a reproiectării unor sisteme mai performante.

2.1. Concepte sistemice utilizate în analiza și proiectarea sistemelor

Conceptul de bază al analizei sistemelor îl constituie noțiunea de **sistem**. Acest concept este folosit în mod frecvent în diferite domenii de activitate existând astfel: sisteme de afaceri, sisteme politice, sisteme informatice, sisteme de producție, sisteme biologice, sisteme educaționale etc. Toate sistemele au în comun faptul că sunt alcătuite dintr-un număr de elemente ce interacționează atât între ele cât și cu mediul înconjurător în vederea realizării unui obiectiv.

Prima definiție riguroasă a conceptului de sistem aparține fondatorului TGS, Ludwig von Bertalanffy, care considera că sistemul este o **mulțime de elemente** între care există **relații** sau **raporturi neîntâmplătoare** care interacționează în vederea realizării unui **obiectiv comun**, care poate fi o lege a naturii sau un obiectiv stabilit de către om.

Astfel, în domeniul economiei, întreprinderea poate fi definită ca un sistem alcătuit dintr-o mulțime de elemente (oameni, mașini, materii prime, instalații, energie, informații etc.), între care există o serie de relații tehnologice, economice, sociale, informațional-decizionale, interumane etc. și care au ca obiectiv predeterminat realizarea unor produse și/sau servicii a căror desfacere trebuie să asigure obținerea unui profit ce trebuie maximizat.

În general, pentru a putea defini un sistem din orice domeniu de activitate trebuie stabilite **elementele componente și conexiunile** existente între elementele sistemului pe de o parte și între sistem și mediu pe de altă parte, precum și **obiectivele** sistemului.

Un sistem, în absența obiectivului său reprezintă doar o mulțime de elemente interconectate. La rândul ei, o mulțime de elemente neconectate nu va avea relevanță pentru analiza sistemelor.

Relațiile dintre elemente includ și comunicațiile dintre ele și limitează comportamentul acestora în cadrul sistemului. În acest sens, sistemul trebuie izolat pentru a putea scoate în evidență restricțiile care există și care acționează și influențează comportamentul elementelor din sistem. Identificarea acestora este dificil de realizat și depinde de observatorul sistemului, care introduce un anumit grad de subiectivism numit **principiul incertitudinii**. Conform acestui principiu, un același sistem poate fi descris în mod diferit de doi observatori diferiți. Astfel, dacă un sistem tehnic poate fi descris la fel de către observatori cu nivele de pregătire apropiate, nu același lucru se întâmplă atunci când ei sunt diferiți din punct de vedere obiectiv sau subiectiv în ceea ce privește viziunea pe care o au asupra sistemului.

În cazul sistemelor economice, mult mai complexe decât cele tehnice, gradul de incertitudine cu care sunt percepute este mai ridicat și de aceea este necesară introducerea unui **factor al percepției multiple** a sistemului, care reprezintă viziunea proprie analistului asupra sistemului. În acest sens, în modelarea conceptuală se introduce o definiție de bază a sistemului, care, pe lângă reformularea obiectivului sistemului include și viziunea analistului în raport cu care se face descrierea sistemului și care evidențiază caracteristicile esențiale ale acestuia.

Cum orice sistem poate fi descris din mai multe puncte de vedere (tehnic, economic, informațional-decizional etc.), rezultă că este posibilă existența mai multor definiții-rădăcină pentru unul și același sistem. Analistul de sistem trebuie să aleagă o anumită viziune asupra sistemului, proprie percepției sale, a sistemului său de valori și să exploreze implicațiile viziunii alese asupra sistemului privit ca obiect al analizei în cadrul unui proces complex de modelare.

Elementele unui sistem sunt entități de diferite tipuri și cu caracteristici diferite, cum ar fi oameni, echipamente, procese de producție, tehnologii, organizare etc., implicate într-o mulțime de activități specifice sistemului. Entitatea este un element de abstractizare a realității caracterizată prin atribute care o descriu și o definesc funcțional. Elementele sistemului pot fi ele însele considerate ca sisteme în sensul definirii acestui concept.

În TGS există o legitate, formulată de Churchmann, conform căreia orice **sistem** poate fi considerat în alte condiții ca **subsistem**, fapt ce evidențiază caracterul relativ al acestor două concepte de bază în analiza sistemelor. Un sistem alcătuit din unul sau mai multe elemente îl putem considera ca **subsistem** al unui sistem mai complex (hipersistem). Apare astfel problema definirii unor elemente primare despre care să nu mai putem afirma că sunt sisteme sau subsisteme, ci doar elemente componente ale unui sistem, iar în celălalt sens, apare problema definirii unui hipersistem care să includă toate sistemele existente, iar el să nu fie inclus într-un alt sistem de ordin superior. Este clar că răspunsul la cele două probleme este negativ și că numai în mod abstract, din necesități practice de cercetare, vom considera existența acestor cazuri - limită de sisteme.

În analiza sistemelor, descompunerea unui sistem în subsisteme se face până la un nivel de la care mai departe acest lucru nu mai este posibil sau faptul în sine nu mai este relevant și nici util scopului analizei. Elementele la care ne oprim cu descompunerea sunt esențiale în analiza de sistem și sunt numite **sisteme-atomi**, sau, utilizând concepte TGS, **black-boxes** (cutii negre).

Astfel, o întreprindere productivă, considerată ca sistem în cadrul analizei, poate fi descompusă din punct de vedere structural în subsisteme care să reprezinte secții, ateliere, locuri de muncă, procese, activități, operații, iar din punct de vedere funcțional, în subsisteme care să reprezinte funcțiile de bază ale acestora cum ar fi: studiul pieței, aprovizionare, producție, desfacere, financiar-contabil, gestiunea calității, revizii-reparații etc.

Tehnica de descompunere a sistemelor în elementele lor componente, este numită **decompoziție funcțională/structurală** și reprezintă un instrument fundamental ce vizează îndeosebi aspectele analitice din cadrul analizei de sistem. Descompunerea sistemului în subsisteme se poate realiza cu ajutorul unor proceduri, în funcție de obiectivul sistemului (*Goal Analysis*), sau de comportamentul acestuia (*Behavioral Analysis*).

Elementele-atomi ale unui sistem sunt conectate între ele în timp și spațiu, prin intermediul unor fluxuri informațional-decizionale și a unor fluxuri de resurse materiale, umane, tehnologice etc., într-o varietate de moduri, realizând așa numitele **relații/conexiuni** care pot fi fizice, logice, temporale, cauzale, continue, tranzacționale, interne, externe etc. Legătura (conexiunea) reprezintă interacțiunea dintre două componente, evoluția uneia depinzând de stările celeilalte. Observarea acestor conexiuni este în mod evident supusă principiului incertitudinii și depinde de nivelul și tipul de specializare al observatorului. Astfel, în timp ce economistul va evidenția în special conexiunile financiar-contabile, informaticianul pe cele referitoare la fluxurile informaționale, tehnicianul pe cele privind fluxurile tehnologice, analistul de sistem are sarcina de a reliefa și analiza aspectele relevante ale tuturor tipurilor de conexiuni existente în sistem.

În cadrul unui sistem pot să existe atât conexiuni cu caracter intern între subsisteme, care să reliefeze aspecte tehnologice, informațional-decizionale, financiar-contabile etc., cât și conexiuni cu caracter extern care se manifestă între subsisteme și mediul sistemului.

Un exemplu îl constituie legăturile interne dintre subsistemul de desfacere cu cel de producție, precum și legăturile externe ale subsistemului de desfacere cu beneficiarii sistemului.

Pentru un sistem productiv conexiunile între subsisteme trebuie analizate în funcție de:

- modul de interconectare a compartimentelor/subsistemelor;
- perioadele în care au loc schimburile de informații între subsisteme;
- gradul de subordonare și modul de coordonare a subsistemelor;
- existența unor decizii flexibile în conducerea și funcționarea sistemului.

Conexiunea sistemului cu mediul său este reliefată de mulțimea elementelor care alcătuiesc vectorul de intrare (input-uri) și vectorul de ieșire (output-uri). Complexitatea conexiunilor la nivel de sistem este dată de complexitatea rezultatului compunerii conexiunilor interne, existente între elementele sistemului și între subsistemele acestuia, cu conexiunile externe existente între subsisteme și mediu și respectiv, între sistem și mediul acestuia.

Conexiunile externe, esențiale pentru desfășurarea normală a activităților unei firme, sunt materializate în special prin fluxurile de resurse materiale achiziționate de la furnizori, prin fluxurile de produse și servicii livrate beneficiarilor, precum și prin fluxurile informaționale recepționate din mediu sau transmise în mediu (piață, instituții guvernamentale, competitori).

Orice sistem este supus unor schimbări permanente în cadrul ciclului de viață, care pun în evidență conceptul de **sistem dinamic**. Această caracteristică provine din influența schimbărilor asupra interacțiunilor dintre elementele componente și a conexiunilor dintre sistem și mediu, în vederea atingerii obiectivelor sale. Sistemul interacționează cu mediul său, care este alcătuit din elemente ce nu fac parte din sistem, dar care îl pot influența. Distanța dintre sistem și mediu este realizată de conceptul de **graniță/frontieră**, care la rândul ei poate fi considerată un sistem format dintr-o mulțime de elemente al căror comportament este exclusiv determinat atât de obiectivele sistemului cât și de comportamentul unor elemente vecine din mediu sau din interiorul sistemului.

În timp ce granița unui sistem poate fi de natură fizică, este mai bine să se determine o graniță de tip **cauză-efect**. Dacă un aspect al unui sistem este complet determinat de influențe din afara sistemului, atunci acel aspect este în afara granițelor sistemului. În terminologia sistemică, tot ceea ce este în afara granițelor sistemului, dar care îl poate influența, constituie **mediul** sistemului.

Frontiera are un caracter *relativ*, deoarece poate fi definită în funcție de obiectivele analizei de sistem, și unul *subiectiv* deoarece reflectă punctul de vedere al analistului. Delimitarea incorectă sau prea restrictivă a frontierei poate să conducă la plasarea unor elemente relevante ale sistemului în mediul acestuia și prin urmare, o serie de cauze, fenomene și procese fiind excluse din domeniul analizei se poate ajunge la concluzii eronate.

De exemplu, să presupunem că firma **A** realizează anumite produse pe care firma **B** le cumpără pentru a fi încorporate în produsele sale pe care le va vinde pe piață. Fixarea frontierei firmei **A** la nivelul ieșirilor acesteia este eronată, deoarece, atunci când firma **B** se confruntă cu dificultăți privind desfacerea producției pe piață, va solicita produsele firmei **A** în mod neritmic, perturbând activitatea acesteia. Conexiunea dintre cele două firme este ilustrată în figura 2.1.

Elementele situate de-a lungul frontierei au memorie și inteligență proprie și sunt capabile să reacționeze la influențele mediului asupra sistemului. Elementele aflate în apropierea frontierei sunt mai predispuse de a fi influențate de mediu, în timp ce celelalte elemente rămân mai mult sau mai puțin neafectate, referitor la ceea ce sistemul realizează într-o anumită perioadă. Rolul elementelor de pe granița sistemului este de a facilita ca sistemul să facă față cu ușurință influențelor din mediul său, care se manifestă cu predilecție la nivelul frontierei sale.

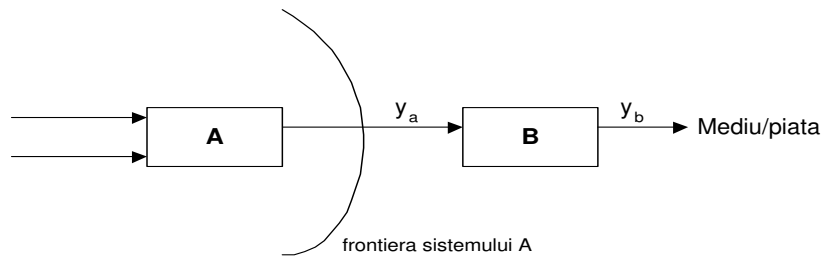


Fig.2.1 - O delimitare restrictivă a frontierei

Gradul de cuplare/conectare al unui element este diferit de la element la element și reflectă modul în care comportamentul acestuia depinde de comportamentul celorlalte elemente situate pe frontieră sau în interiorul sistemului (fig. 2.2).

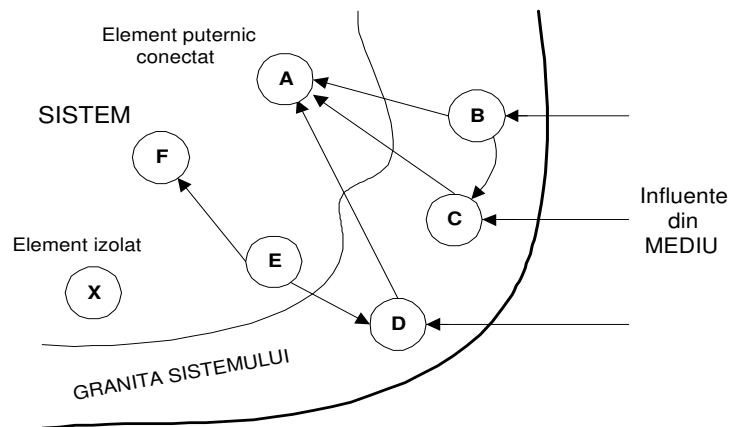


Fig.2.2 Conceptul de conectare a elementelor sistemului

Elementul **A** este **puternic conectat** iar comportamentul său este în totalitate determinat și poate fi previzionat pe baza informațiilor referitoare la elementele **B**, **C** și **D** cu care este conectat. Elementul **C** este **liber-conectat** deoarece este influențat de mediul și de comportamentul elementului **B**, care la rândul lui este **conectat** doar cu mediul. Elementul **X**, care nu este conectat cu nici-un alt element sau cu mediul, este un element **izolat**. Un element puternic conectat nu va aparține graniței, după cum elementele liber-conectate se află numai pe granița sistemului. Stabilirea gradului de conectare depinde de modul în care observatorul poate să facă predicții asupra comportamentului fiecărui element. Un sistem este puternic conectat, dacă majoritatea elementelor sale sunt puternic conectate (depind de multe alte elemente din sistem) și este slab conectat, dacă conține mai multe elemente izolate, iar influențele reciproce se manifestă între câteva elemente care au un grad redus de cuplare. Predictibilitatea comportamentului elementelor unui sistem și a conexiunilor dintre acestea este direct proporțională cu gradul de conectare a sistemului.

Astfel, pentru investigarea unui sistem puternic conectat este suficientă cunoașterea unui număr mic de elemente, în timp ce pentru stabilirea conexiunilor specifice care se manifestă în

cadrul unui sistem slab conectat este necesară cercetarea detaliată a fiecărui element component. Elementele aflate pe frontieră sunt de asemenea predictibile, comportamentul acestora fiind determinat pe baza investigării legăturilor existente între elementele respective cu alte elemente din sistem și cu mediul.

Relațiile dintre elemente influențează scopurile sistemului și restricționează comportamentul lor în realizarea obiectivului, precum și comportamentul sistemului în raport cu mediul. Astfel, în interiorul unei societăți comerciale și între aceasta și mediu, anumite relații și comportamente sunt permise, iar altele interzise, acestea fiind precizate în mod expres prin legislație, regulamente de organizare și funcționare, regulamente de ordine interioară, norme metodologice, normative, decrete etc., sau presupuse în mod implicit prin respectarea unor legi nescrise, cum ar fi modul de prezentare și acțiune al unui funcționar care lucrează cu publicul.

În privința obiectivelor sistemului, principiul incertitudinii acționează în sens invers celui descris anterior. Este practic imposibil de a determina obiectivele sistemului doar din interiorul lui fără a observa interacțiunea cu mediul și comportamentul lui în acest caz. Scopurile sistemului pot fi cunoscute numai din afara acestuia. De aici poate fi observată interacțiunea sistemului cu mediul și poate fi înțeles comportamentul elementelor sale. Aici este esențial rolul analistului de sistem de a evidenția din exterior obiectivele generale ale sistemului, el având experiența și instruirea necesară, precum și un punct de vedere neutru.

Deoarece scopurile nu sunt direct cunoscute de către elementele sistemului, afirmații ale unor elemente din sistem de tipul "scopul elementului E este x", sunt tratate doar ca ipoteze de lucru în analiza de sistem. Obiectivele locale ale elementelor nu se însumează pur și simplu pentru a furniza obiectivul global. Atunci când managerul unei firme spune: "*vom crește vânzările cu 10% în anul următor*", această afirmație reprezintă doar o translată a obiectivului sistemului într-o directivă orientată spre nivelele inferioare ale sistemului.

Analistul de sistem are menirea de a evidenția în mod obiectiv scopul sistemului, pe baza relațiilor din interiorul sistemului și a celor stabilite între sistem și mediu. Cunoașterea și perfecționarea conexiunilor interne și externe ale sistemului constituie un obiectiv principal al analizei de sistem în vederea îmbunătățirii performanțelor sistemului analizat.

Performanța reflectă gradul de îndeplinire a obiectivelor sistemului și servește totodată mecanismului de control prin care acesta aduce corecțiile necesare pentru luarea deciziilor.

Orice sistem pentru a funcționa în sensul atingerii obiectivelor sale are nevoie de anumite resurse. Distribuția acestor resurse în cadrul sistemelor, în general nepredictibilă, poate fi unificată sau neunificată, iar resursele pot fi proprii sau atrase, completabile sau necompletabile din afara sistemului. Distribuția lor poate îmbrăca forma unor puncte de concentrare a acestora numite servere. Buna funcționare a sistemelor, creșterea și dezvoltarea acestora sunt determinate în mare măsură de distribuția resurselor, de disponibilitatea lor în spațiu și timp. Modul în care sunt distribuite și utilizate aceste resurse influențează direct realizarea scopului sistemului.

De exemplu, într-un sistem productiv existența unui stoc de materii prime asigură continuitatea procesului de producție și contribuie la atingerea scopului acestuia. Cum orice produs necesită cheltuieli de stocare, supradimensionarea stocului poate conduce la diminuarea profitului; de asemenea și în cazul lipsei de stoc pentru unul sau mai multe produse se aduc atât prejudicii financiare firmei cât și în ceea ce privește prestigiul/imaginea acesteia.

Managementul eficient al resurselor unui sistem reprezintă un obiectiv important pe care analiza de sistem își propune să-l evidențieze în proiectarea unor sisteme performante.

2.2. Activități specifice sistemelor în raport cu tipurile de medii

Cunoașterea mediului ambiant, a factorilor de influență din mediu, a interdependențelor dintre aceștia și firmă, are o importanță deosebită pentru atingerea obiectivelor, în contextul mutațiilor economice survenite în mediul firmelor în procesul tranziției spre economia de piață.

O categorie importantă de factori cu impact semnificativ asupra firmei o reprezintă **factorii economici**, concretizați în principal prin *pârghiile economico-financiare, piața internă și piața externă*. Studiul pieței furnizează informații relevante despre nivelul și structura cererii, nivelul prețurilor, concurență etc., pe baza cărora conducerea firmei își poate fundamenta deciziile referitoare la aprovizionare, producție și desfacere, precum și unele aspecte ale strategiei generale. În cadrul pârghiilor economico-financiare, cointeresarea materială are un rol important și se realizează în principal prin intermediul sistemului de salarizare și a profitului, firmele fiind condiționate să se încadreze în anumite limite cantitative controlate de instituțiile bancare și trebuind să respecte anumite modalități de repartizare a profitului.

Din categoria **factorilor de management exogeni**, care influențează funcționalitatea și eficiența firmei, fac parte *mecanismul de planificare macroeconomică, sistemul de organizare a economiei, modalitățile de coordonare, mecanismele motivaționale și de control, calitatea metodelor și tehnicilor manageriale* etc. Planificarea macroeconomică are un pronunțat caracter orientativ, de previziune și corectare a unor eventuale disproporții, numărul de indicatori și balanțe reducându-se substanțial față de cel necesar în economia centralizată, ceea ce conduce la creșterea competiției între firme într-un mediu dinamic care devine din ce în ce mai concurențial. Sistemul de organizare, prin volumul și structura atribuțiilor, responsabilităților și a deciziilor adoptate, precum și prin umărul relativ mare al verigilor ierarhice superioare întreprinderii, se pot constitui într-un factor blocant în calea descentralizării manageriale specifice economiei de piață.

Factorii tehnici și tehnologici au o influență directă asupra gradului de înzestrare tehnică și a ritmului de modernizare a tehnologiilor de fabricație și a produselor, cu implicații sensibile în managementul întreprinderii.

Importanța **factorilor demografici** este dată de poziția prioritară pe care o au resursele umane, de calitatea și competența lor depinzând succesul activităților desfășurate de întreprindere.

Un **factor socio-cultural** îl constituie învățământul, care contribuie atât la îmbunătățirea structurii socio-profesionale cât și la formarea unei mentalități specifice economiei de piață.

Managementul microeconomic este influențat și de **factorii politici**, prin impactul acestora asupra fundamentării strategiilor, politicilor și a deciziilor de realizare a obiectivelor stabilite.

În condițiile accentuării crizei de materii prime și de resurse energetice, are loc o diversificare și o creștere a complexității interdependențelor dintre **factorii naturali/ecologici** și unitățile economice, fapt ce necesită utilizarea unor tehnici moderne de investigare și de analiză pentru cunoașterea și valorificarea acestor interdependențe de către managementul microeconomic.

Cei mai semnificativi **factori juridici** sunt legile, decretele, hotărârile de guvern, ordinele miniștrilor etc. Trebuie remarcat faptul că ceilalți factori ai mediului își exercită influența prin intermediul unor acte normative sau reglementări, factorii juridici putând fi abordați ca un corolar al acestora, facilitând sau împiedicând acțiunea lor.

Expresia amplificării interdependențelor cu mediul, o reprezintă accentuarea caracterului deschis al întreprinderii privită ca sistem cibernetic, evidențiat prin fluxurile de intrare (materiale, informaționale, umane, energetice) și cele de ieșire (bunuri materiale, servicii etc.)

prin care se conectează cu mediul ambiant.

Cunoașterea și valorificarea mediului constituie un obiectiv important al analizei de sistem și totodată o premisă pe baza căreia se poate evalua și determina propriul comportament al unității economice, precum și modul în care aceasta își îndeplinește funcțiile sale economico-sociale. Cunoașterea în detaliu, de către organismele de conducere a firmelor, a caracteristicilor și a mutațiilor survenite în mediul ambiant este necesară, dacă avem în vedere următoarele aspecte:

- analiza evoluției mediului reprezintă o condiție fundamentală a satisfacerii unor nevoi sociale de către o unitate economică și în același timp o condiție necesară de supraviețuire a acesteia prin elaborarea de strategii și politici fundamentate științific prin valorificarea conexiunilor cu factorii din mediu;
- analiza factorilor din mediul specific unității economice permite asigurarea cu resursele necesare în vederea funcționării și dezvoltării eficiente a acesteia;
- cunoașterea evoluției factorilor din mediu constituie o premiză pentru conceperea și funcționarea eficientă a unor subsisteme organizatorice și informațional-decizionale care să satisfacă necesitățile și oportunitățile prezente și de perspectivă ale mediului.

Mediul unui sistem cuprinde toate elementele aflate în afara granițelor sale, dar care au influențe directe sau indirecte în stabilirea obiectivelor, obținerea resurselor necesare, adoptarea și aplicarea deciziilor etc., menite să favorizeze sau să perturbe desfășurarea normală a activităților sistemului considerat.

De exemplu, mediul unei firme productive este format din piață, bănci, instituții guvernamentale, alte firme etc., cu care aceasta se află în relații economico-financiare (fig.2.3).

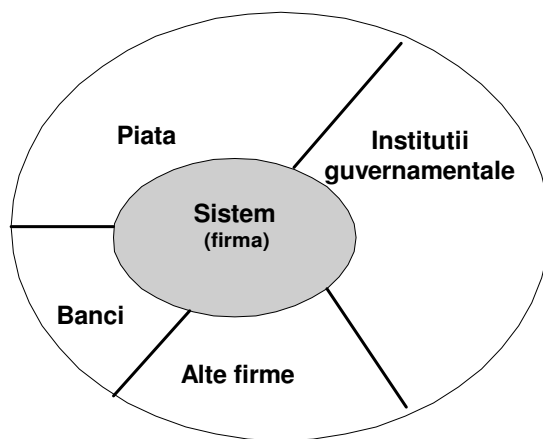


Fig. 2.3 - Mediul unei firme

În funcție de probabilitatea producerii evenimentelor putem considera:

- medii **deterministe/certe**, în care probabilitatea producerii evenimentelor A_i poate fi maximă (evenimente certe), $p(A_i) = 1$;
- medii cu **perturbații/riscante**, în care probabilitățile de realizare a evenimentelor sunt cunoscute, $p(A_i) = p_i$, $\sum p_i = 1$, $p_i \geq 0$;
- medii **turbulente/incerte**, în care probabilitățile de realizare a evenimentelor sunt necunoscute.

Majoritatea sistemelor economice reale au medii nedeterministe în care evenimentele se

produc cu probabilități care sunt foarte greu de estimat.

Spre exemplu, dacă pentru o firmă, mediul este format din piață, bănci, alte firme și instituții guvernamentale, atunci numai considerarea câtorva variabile specifice acestora, cum ar fi: cererea de produse și servicii manifestată pe piață, oferta de bunuri și servicii a firmei respective și a celorlalte firme, prețurile bunurilor și serviciilor practicate de firmă și de firmele concurente, politicile de împrumuturi și dobânzi practicate de bănci, legile și actele normative în vigoare etc, arată în mod elocvent caracterul incert al mediului considerat.

Supraviețuirea unui sistem în mediul său depinde de strategiile comportamentale adoptate și de natura mediului. Sistemul își dezvoltă strategii de cooperare cu unele elemente din mediul său care sunt dependente de abilitatea sa de a-și organiza și controla propriul comportament, precum și de calitatea estimării variabilelor ce caracterizează mediul perturbat. Cum fiecare sistem are elemente specializate în fundamentarea unor decizii de conducere, rezultă că elaborarea strategiilor de funcționare a sistemului în raport cu mediul său este în ultimă instanță o problemă decizională.

În mediile puternic perturbate, sistemele își definesc strategiile prin evaluarea posibilităților de acțiune (a alternativelor) pe bază de observații și analize complexe.

În cadrul sistemului decizional apare necesitatea estimării probabilităților pentru fiecare stare a naturii și a probabilităților de realizare a evenimentelor, precum și a adoptării unor decizii în condiții de risc și incertitudine. În acest sens, analiza de sistem va avea în vedere:

- identificarea variantelor din care managerul o va selecta pe cea optimă;
- evidențierea stărilor naturii și a probabilităților aferente;
- stabilirea strategiilor de acțiune conform unor criterii (economice, tehnice, sociale, ecologice) independente ca sens și cauzalitate, specifice sistemului;
- evidențierea consecințelor rezultate prin alegerea unei strategii din punct de vedere al unui criteriu și în condițiile realizării unei anumite stări ale naturii;
- stabilirea obiectivelor ca nivele ale consecințelor ce se urmăresc a fi realizate din punct de vedere al fiecărui criteriu în parte.

Sistemul își dezvoltă acele elemente capabile să acumuleze informații referitoare la natura mediului și printr-un proces continuu de învățare are loc adaptarea acestuia la mediul său. Monitorizarea mediului devine astfel una din atribuțiile de bază ale oricărui sistem. În general sistemele fac față cu greu mediilor nedeterminate dar și celor puternic perturbate în care pot fi distruse. Mediile puternic perturbate sunt accesibile sistemelor puternice, flexibile, bogate în resurse și cu disponibilități informaționale suficiente referitoare la mediu. Fiecare sistem are însă anumite limite de supraviețuire în raport cu mediul său, care este complex, nepredictibil sau foarte greu predictibil.

Activitățile sistemelor au loc în întregime în cadrul granițelor lor, iar în raport cu resursele utilizate și cu mediul său se disting activități de **mentenanță**, de **protecție**, și de **dezvoltare**.

a) Activitatea de **mentenanță** (menținere, întreținere) constă în asigurarea realizării de către elementele sistemului a funcțiilor adecvate scopurilor existente și implică:

- capacitatea sistemului de a recunoaște și de a sesiza situația în care apare o anumită problemă/disfuncționalitate;
- disponibilitatea informațiilor necesare și a tuturor resurselor (materiale, financiare, umane, timp etc.) necesare identificării unor anumite probleme specifice sistemului;
- utilizarea unor procese de restaurare a conexiunilor dintre elemente afectate de unele disfuncționalități interne sau externe cauzate de mediul sistemului etc.

În unele sisteme există subsisteme specializate care au caracter permanent în activitatea

de mentenanță (subsistemul de revizii-reparații, stațiile de tip service, gestiunea bazelor de date).

b) Activitatea de **protecție** derivă din faptul că obiectivele subsistemelor componente pot avea un caracter conflictual, competițional, cel puțin din punct de vedere al caracterului limitat al resurselor pe care și le dispută în vederea atingerii propriilor obiective. Un sistem poate reprezenta pentru un altul, mai dezvoltat, o simplă resursă, iar dacă aceasta îi este și necesară apare în mod evident necesitatea dezvoltării unei funcții de apărare. Activitatea de protecție are loc la nivelul frontierei sistemului, iar în mediile puternic perturbate, cu multe evenimente imprevizibile, efortul de protejare devine critic; dacă frontiera este distrusă, sistemul devine vulnerabil și poate fi anihilat sau asimilat de un alt sistem mai dezvoltat.

Sistemele puternic cuplate au cele mai critice frontiere și ele pot fi distruse atunci când anumite elemente-cheie ale activității de protejare sunt afectate. Sistemele cu un grad mai redus de cuplare, îndeplinesc mai bine funcția de apărare și sunt mai puțin vulnerabile. În general, sistemele se autoprotejează prin consolidarea elementelor de pe frontieră și prin dezvoltarea unor activități de protecție pentru fiecare subsistem supus influențelor din mediu sau unor sisteme vecine mai dezvoltate. Un sistem lipsit de această posibilitate de protecție devine practic un **sistem-resursă**.

Astfel, ca activități de protejare specifice unor subsisteme putem menționa:

- aprovizionarea ritmică cu resursele necesare, respectarea normelor de încărcare și utilizare a capacităților de producție, păstrarea secretului privind tehnologiile de fabricație, rețetele de fabricație, invențiile, inovațiile etc., pentru *subsistemul de producție*;
- programe de pregătire profesională, creșterea cointeresării materiale, măsuri privind respectarea normelor de securitate și protecția muncii etc., pentru *subsistemul resurselor umane*;
- urmărirea respectării termenelor de încasare și de plată a facturilor, a împrumuturilor de la bănci și a altor obligațiuni financiare etc., pentru *subsistemul financiar-contabil*;
- protecția datelor înregistrate, asigurarea securității datelor etc., pentru *subsistemul informațional-decizional* etc.

c) Activitățile de **creștere/dezvoltare** se manifestă în general la nivelul granițelor sistemului prin dezvoltarea unor elemente, sau prin adăugarea de noi elemente și/sau conexiuni atât în interiorul cât și în exteriorul sistemului, în mediul acestuia. Un sistem are propria sa organizare și se dezvoltă pe baza unui schimb permanent de resurse, energie și informații cu mediul, stabilind relații între elementele sale și cele din mediu. Creșterea și dezvoltarea, considerate ca activități specifice ale funcționării normale a oricărui sistem, conduc la modificări de natură organizatorică, la dezvoltarea unor strategii de cooperare și implică competiția și protejarea sa. Când resursele sunt insuficiente în raport cu nevoile sistemului, competiția este puternică, iar când ele prisosesc, ea este mai puțin acerbă. În mediile bine organizate toate resursele sunt structurate în sisteme și există un fenomen de cooperare între sisteme, în sensul că între ele au loc schimburi de resurse la echilibru numite **tranzacții**. Natura echilibrului depinde de natura tranzacțiilor, de influența mediului și de gradul de specializare a sistemului. Menținerea echilibrului rezultă din dezvoltarea și specializarea unor subsisteme pe diferite funcțiuni (aprovizionare, producție, desfacere, marketing). Specializarea acestor subsisteme este determinată pe de o parte, de obiectivele sistemului la realizarea cărora ele vor contribui, iar pe de altă parte, de legăturile sistemului cu mediul său.

Studierea mediului ambiant și a multiplelor conexiuni dintre mediu și unitatea economică facilitează cunoașterea dependențelor, a influențelor mediului asupra eficienței economico-sociale a unității economice respective, de care trebuie să se țină cont în procesul de management și de fundamentare a strategiilor sale. Abordarea duală a raportului mediu-unitate economică facilitează eforturile de proiectare a unor sisteme economice eficiente, competitive. Felul în care un sistem face față mediului său depinde de modul în care este organizat, de

relațiile dintre elementele componente, adică de arhitectura sa.

2.3. Tipuri de arhitecturi ale sistemelor

În general, conceptul de organizare, cunoscut sub numele de *arhitectura sistemului*, se referă la modul în care elementele unui sistem sunt interconectate pentru a face față influențelor din mediu în vederea atingerii obiectivului global. În funcție de complexitatea structural-funcțională a sistemelor și de modul în care reacționează la influența factorilor de mediu, se pot defini următoarele tipuri de arhitecturi: **simple, cibernetice, cu învățare, cu structuri stratificate.**

a) Sisteme cu arhitectură simplă (cu buclă primară)

Caracteristica principală a acestor sisteme o constituie structura lor simplă și faptul că între sistem și mediul în care își desfășoară activitatea au loc tranzacții elementare, în special sub formă de fluxuri de natură fizică (materiale, financiare, energetice). Bucla de acțiune-reacție implicată de tranzacția dintre sistem și mediu e numită **buclă primară** (fig. 2.4).

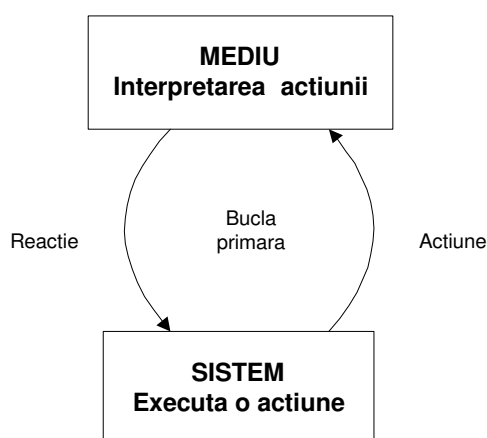


Fig. 2.4 - Sistem cu arhitectură simplă

De exemplu, bucla primară poate fi reprezentată de finalizarea unui proiect de sistem (acțiunea) de către un agent economic (sistem) și de avizarea proiectului și achitarea contravalorii prevăzute în contractul de colaborare (reacția) de către beneficiar (mediu). Pentru un astfel de sistem, starea de echilibru este atinsă în funcție de mărimea și puterea sa, ca potențial economico-financiar, precum și de natura mediului cu care este interconectat.

Specific acestor sisteme este faptul că funcționează după programe prestabilite, care nu se pot adapta rapid la schimbările de mediu. În general, sistemele slabe sub aspect organizațional supraviețuiesc numai în mediile deterministe și nu-și schimbă comportamentul la orice acțiune a factorilor din mediu, având un grad mare de inerție comportamentală. Pentru astfel de sisteme, schimbările bruște, puternice ale principalilor factori de mediu cu care sunt interconectate pot conduce la distrugerea lor.

Spre exemplu, o firmă de comerț de dimensiuni mici (ca cifră de afaceri, personal, spații de depozitare) care plătește chirie pentru suprafața ocupată și care nu reușește să mențină un stoc optim pentru vânzare, va fi grav afectată (ajungând chiar la faliment), în situația în care în mediu apar perturbații puternice cum ar fi: creșterea repetată a chiriilor, a prețurilor de achiziționare, a transportului, scăderea cererii pentru produsele respective și a puterii de cumpărare etc.

b) Sistemele cibernetice (cu buclă secundară)

Sistemele cu arhitectură cibernetică, conțin în afara buclei primare și o buclă secundară (de control) care realizează conexiunea inversă specifică funcționării acestor sisteme (fig. 2.5).

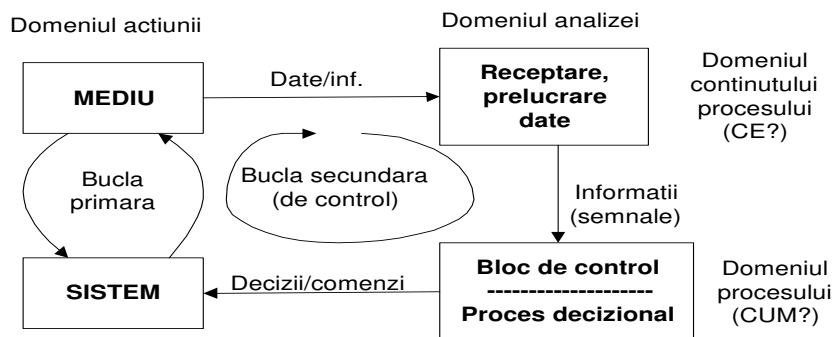


Fig. 2.5 - Sistem cu arhitectură cibernetică

Aceste sisteme se caracterizează prin faptul că ele conțin, în afara fluxurilor de natură fizică prezente în bucla primară, fluxuri informaționale și procese informațional-decisionale care se manifestă în bucla de control. Interacțiunile specifice buclei primare au loc în domeniul acțiunii sau al realității și pot fi caracterizate de volumul și tipul tranzacțiilor dintre sistem și mediu. Bucla de control arată cum poate fi coordonat comportamentul elementelor sistemului de către subsisteme (celule) specializate în acest sens, pentru a contracara influențele negative ale mediului asupra sistemului, prin adaptarea funcționării sistemului la condițiile mediului său. Celulele sesizează evenimentele produse în mediu, le analizează și declanșează o informație-semnal către elementele specializate în elaborarea deciziilor. Blocul de control analizează fiecare semnal pe baza unui program sau politici de acțiune și ca urmare a unui proces decizional, selectează acțiunea/decizia cea mai eficientă după criteriile utilizate. Rezultă că sesizarea evenimentelor are loc în domeniul conținutului procesului (*ce s-a întâmplat*), iar interpretarea evenimentelor și reacția inversă ulterioară au loc în domeniul procesului (*cum va reacționa sistemul*). Cele patru domenii (acțiune, analiză, conținut, proces/execuție), caracterizează orice sistem cibernetic și sunt puse în valoare atunci când sistemul trebuie să facă față mediului său, de cele mai multe ori puternic perturbat.

Chiar și un sistem cibernetic poate deveni vulnerabil și poate fi distrus în mediile puternic perturbate datorită unor cauze cum ar fi:

- nesesizarea la timp sau deloc, a unor evenimente din mediu, importante pentru realizarea obiectivelor sistemului;
- informațiile de tip semnal, culese din mediu și prelucrate, nu sunt orientate către subsistemele informațional-decisionale adecvate;
- acțiunea-decizia nu este corect selectată sau este inadecvată situației reale în care se află sistemul etc.

Un sistem cibernetic poate să "citească" mediul său, să identifice situația reală creată la un anumit moment și să aleagă cea mai potrivită variantă decizională, din cele care alcătuiesc programul decizional curent. Un sistem cibernetic nu-și poate schimba strategia, în timp ce

mediul său poate să-și schimbe tactica.

c) Sisteme cu învățare (cu buclă terțiară)

Aceste sisteme au o arhitectură mai complexă decât sistemele cibernetice și conțin în plus față de acestea, o buclă terțiară denumită și buclă a politicilor (fig. 2.6).

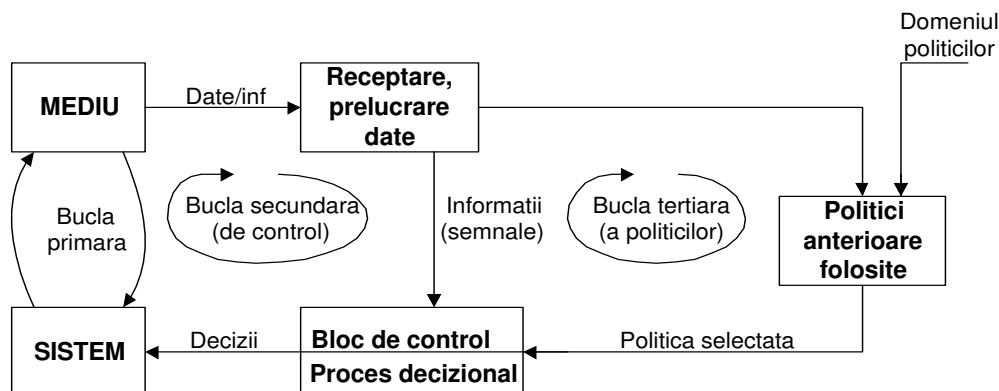


Fig. 2.6 - Sistem cu învățare

Bucla terțiară conține un bloc de memorare a politicilor folosite anterior, care sunt analizate și în funcție de succesul/insuccesul aplicării lor se dă sistemului posibilitatea să-și păstreze sau să-și schimbe programul de răspuns, respectiv politica folosită.

Schimbarea unei politici, folosite într-o anumită situație concretă, cu o alta din domeniul politicilor, se face pe baza îmbogățirii experienței decizionale și a acumulării de către sistem a noi cunoștințe și informații despre mediu, despre situații și procese decizionale asemănătoare (similare), printr-un proces de învățare iterativă.

Politica selectată va avea efecte pozitive asupra blocului de control al procesului decizional, în sensul că ea va conduce la alegerea rapidă a deciziei optime, din punct de vedere al cunoștințelor acumulate până la acel moment, pentru situația dată.

Bucla terțiară permite sistemului să se autoinstruiască și să se reorganizeze periodic, în special din punct de vedere informațional-decizional, pe baza celor mai recente cunoștințe acumulate referitoare la ultimele tranzacții.

Acest lucru este limitat de mai mulți factori restrictivi dintre care menționăm:

- perturbațiile din mediu și din sistem;
- disponibilul de memorie pentru acumularea experienței trecute;
- abilitatea și acuratețea factorilor de decizie în a schimba politicile;
- capacitatea de memorare și de explorare a unor politici noi etc.

În sistemele reale cele trei tipuri de bucle de reacție sunt asociate unor agenți economici sau unor persoane (grupuri) cu funcții concrete în cadrul unei organizații.

Astfel, pentru o întreprindere productivă, bucla primară (a acțiunii) este asociată muncitorilor direct implicați în activitatea de producție, bucla secundară (de control) este asociată managerilor, iar bucla terțiară (a politicilor) este asociată administrației (executivului).

d) Sisteme cu structuri stratificate

Pentru creșterea performanțelor unor sisteme cu învățare care funcționează în medii nedeterministe (riscante sau incerte) puternic perturbate, se pot adăuga nivele suplimentare de control, complicând arhitectura sistemului. Un astfel de sistem poate fi obținut prin adăugarea unei bucle de planificare și evaluare a rezultatelor sistemului (fig. 2.7).

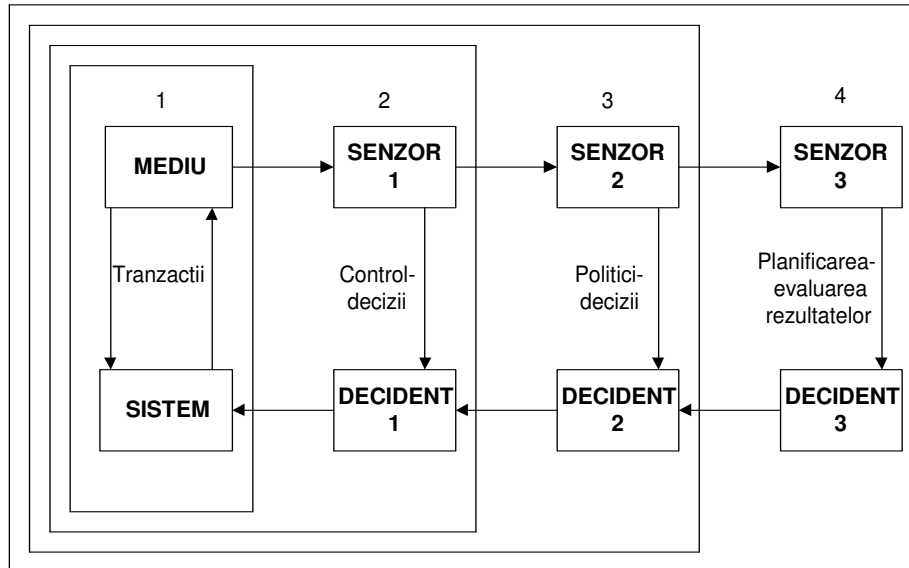


Fig. 2.7 - Sistem cu structură stratificată

Buclele multinivel, specifice sistemelor cu structuri stratificate, reflectă proprietatea de conexiune inversă în sensul că informațiile referitoare la activitățile realizate sunt folosite pentru selectarea acțiunilor și deciziilor viitoare.

Bucula primară (I), reprezintă interacțiunea sistemului cu mediul, prin care are loc schimbul de resurse. Intensitatea și eficiența tranzacțiilor determină calitatea acestei bucle.

Bucula de control (II), transmite informații despre activitățile curente sau din trecut, realizate în bucla I, prin intermediul blocului de control pentru a face posibile anumite îmbunătățiri în funcționarea buclei principale. Eficiența buclei de control depinde de abilitatea adaptării noilor decizii asupra acțiunii sistemului.

Bucula de politici (III), prin fenomenul de conexiune inversă, aduce informații referitoare la valoarea politicilor precedente către unitatea de control-decizii de pe nivelul doi, pentru a schimba o eventuală politică inadecvată. Scopul acestei bucle este de a corecta diferențele dintre stările realizate și cele așteptate, iar eficiența ei depinde de abilitatea decidentului de a schimba deciziile în funcție de informațiile și judecățile de valoare referitoare la politicile anterioare.

Bucula de nivel suplimentar (IV) are ca scop planificarea și evaluarea funcțiilor și a rezultatelor obținute, de la nivelul sistemului până la nivelele inferioare ale structurii organizaționale.

În general, sistemele reale au o organizare multinivel, eficiența acestei arhitecturi complexe depinzând de funcționarea corectă și de eficiența fiecărei bucle.

O clasă specială de arhitecturi cu buclă terțiară, care aparțin domeniului inteligenței artificiale și care soluționează probleme reale pentru care nu există rezolvări algoritmice, o constituie **sistemele expert**.

Cunoașterea obiectivelor și a arhitecturii unui sistem, evidențierea buclelor specifice sunt activități deosebit de utile în analiza și proiectarea sistemelor economice.

2.4. Problema controlului-reglării în analiza sistemelor

Orice sistem poate fi descompus în subsisteme până la un anumit nivel în care aceste subsisteme pot fi ușor manevrate și analizate. Acest lucru este important în special în analiza unor sisteme economice deosebit de complexe. Descompunerea în subsisteme conduce la problema **comunicării** între subsisteme.

Astfel, un sistem S format din patru subsisteme poate să conțină cel mult șase canale de comunicare/conexiuni (fig. 2.8).

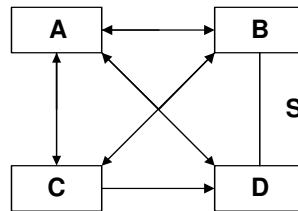


Fig.2.8 - Conexiunile unui sistem alcătuit din patru subsisteme

Se poate arăta că pentru "n" subsisteme, există din punct de vedere teoretic maxim C_n^2 conexiuni. Deoarece numărul de conexiuni este foarte mare și cum nu oricare două subsisteme comunică între ele, în proiectarea sistemelor se pune problema reducerii numărului de conexiuni pentru realizarea unei comunicări cât mai bune. Există două tehnici orientate în acest scop: **cluster analysis** și **decuplarea subsistemelor**.

a) Tehnica de **cluster analysis**, constă în stabilirea unor grupe de subsisteme după anumite proprietăți, păstrând legăturile dintre ele și de a defini un singur canal de comunicare, deci o singură conexiune între un grup și altul.

De exemplu, un sistem format din 7 subsisteme poate avea maxim $C_7^2 = 21$ de conexiuni în timp ce prin clasificarea acestora în două grupe de câte 4 și respectiv 3 subsisteme sunt necesare doar $C_4^2 + C_3^2 + 1 = 10$ conexiuni (fig. 2.9).

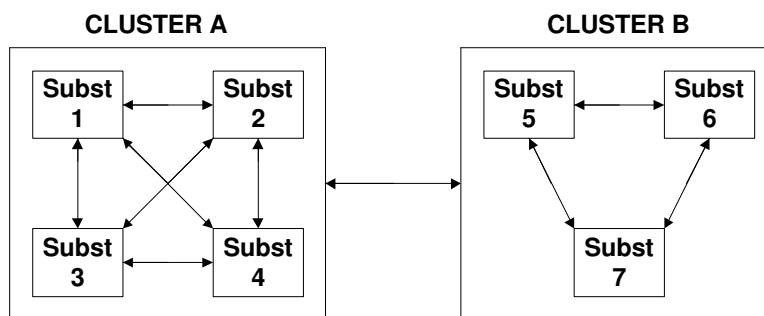


Fig.2.9 - Reducerea conexiunilor prin clasterizare

b) A doua tehnică constă în *reducerea gradului de coordonare* cerut între două subsisteme prin **decuplarea lor**, fapt care în sistemele reale conduce la *micșorarea dependenței funcționale* dintre subsisteme. Un sistem *puternic cuplat* necesită coordonare și sincronizare între subsistemele sale, deci un *cost ridicat*. Spre exemplu, decuplarea unui sistem productiv se poate realiza prin:

- crearea unor depozite de stocare;
- utilizarea unor resurse flexibile care permit subsistemelor să fie relativ independente și mai puțin sensibile atunci când output-ul unui subsistem este input pentru un alt subsistem;
- standarde (specificații sau costuri standard) care permit unui sistem să se planifice și să funcționeze având nevoi reduse de comunicare cu celelalte subsisteme.

În figura 2.10 este ilustrat un exemplu de reducere a gradului de cuplare între două subsisteme productive prin crearea unui depozit de stocare a materialelor prin care sunt legate funcțional cele două subsisteme.

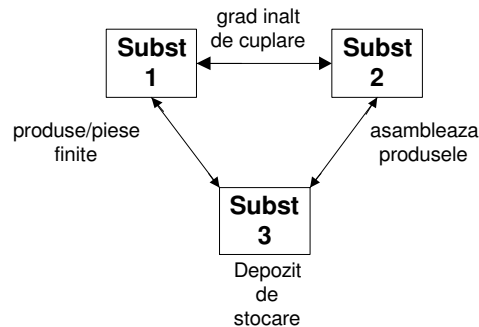


Fig.2.10 - Reducerea gradului de cuplare între două subsisteme

Procesul de decuplare conferă subsistemelor un *grad înalt de independență în conducerea lor*, însă la un *anumit cost* al mecanismului de decuplare.

Sistemele centralizate au o serie de *avantaje* (comunicare mai rapidă, posibilități mai bune de modelare și optimizare), dar și unele *dezavantaje* (cost ridicat al coordonării, posibilități reduse de a răspunde la perturbații mari, uneori putând chiar să se dezorganizeze).

Pentru ca un sistem economic să *funcționeze efectiv* trebuie să fie controlat, ceea ce necesită **comunicarea**. Informația furnizată trebuie să fie oportună, suficient detaliată și precisă și să poată fi transmisă între un subsistem și altul pentru a fi utilizată ca bază a deciziilor de control a stării sistemului. Mesajul transmis de la **sursă** este codificat și prin intermediul **canalului** de comunicație ajunge la **destinație**, fiind în prealabil recepționat și decodificat (fig.2.11). Canalul poate fi supus unor distorsiuni/interferențe aleatoare care alterează conținutul mesajului.

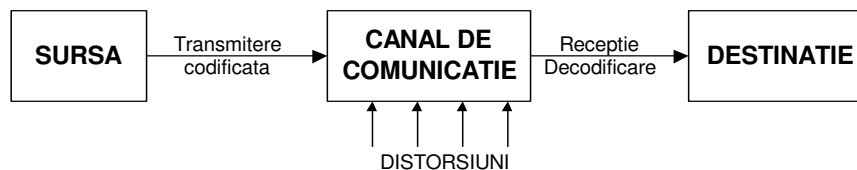


Fig.2.11 - Reprezentarea unui sistem de comunicare

În organizațiile cu structuri ierarhizate, mesajele transmise de la sursă sunt filtrate pentru ca doar cele importante să ajungă la nivelele superioare. Filtrarea prezintă riscul distorsionării informațiilor transmise, unele informații importante fiind omise, iar altele, mai puțin importante despre subsisteme și evenimente particulare, având prioritate față de cele efectiv necesare.

Un element important în *conducerea* sistemelor economice îl constituie *cunoașterea scopului urmărit* de sistem, acesta furnizând managerilor criteriile ce trebuie avute în vedere pentru atingerea scopurilor propuse.

Orice sistem real funcționează după un *plan de activitate* pe baza căruia se realizează coordonarea tuturor activităților subsistemelor componente și integrarea sistemului în mediul său.

Controlul sistemului este un proces care presupune următoarele acțiuni:

- stabilirea scopurilor specifice sistemului;
- realizarea planurilor detaliate și a bugetelor pentru atingerea performanțelor cerute;
- proiectarea și implementarea dispozitivelor de măsurare (senzori) și a echipamentelor de colectare a datelor în raport cu output-ul sistemului;
- comunicarea informației;
- evaluarea performanțelor actuale și compararea lor cu standardele;
- generarea unui semnal de intrare corector, necesar pentru reglarea sistemului.

Interacțiunea cu mediul poate să perturbe funcționarea normală a sistemului și în acest caz apar ca necesare o serie de acțiuni corective. **Abaterile de la plan** se datorează unor **cauze/factori** cum ar fi:

- schimbări neprevăzute în *mediul sistemului* (creșterea exagerată a prețurilor, schimbări neașteptate în fluxurile de materiale etc.);

- *planuri incorecte* datorate, spre exemplu, lipsei unor previziuni sau a unor previziuni eronate privind cererea pentru un nou produs;

- *ineficiență funcțională* în cadrul sistemului (instalații, utilaje și tehnologii învechite, calificare inferioară a forței de muncă etc.)

- *lipsa de motivare* a forței de muncă și/sau a managerilor/conducerii etc.

Sistemele au frecvent capacitatea de a se autoregla, proprietate explicată prin conceptul de feed-back. Există două tehnici de control/reglare a sistemelor: controlul prin *feed-back* și controlul de tip *feed-forward* (anticipativ).

a) Controlul sistemelor prin feed-back

Output-ul sistemului, privit ca informație, se compară cu mărimea de ieșire dorită (proiectată) prin intermediul blocului de control și în cazul existenței unor abateri semnificative, blocul de reglare generează un semnal de tip *input* și elaborează o decizie pentru corectarea intrărilor și a procesului, în vederea obținerii output-ului dorit. Acest proces informațional este numit **feed-back**, informația fiind reîntoarsă în sistem ca intrare. Modelul de bază al sistemului include o buclă feed-back pentru reglarea și controlul sistemului, un set de input-uri și o ieșire (agregată/dezagregată), precum și un ansamblu de norme, standarde, bugete, planuri de activitate pe baza căruia se realizează compararea ieșirii (fig. 2.12).

În conducerea sistemelor cibernetico-economice un rol important îl are cunoașterea tipului buclei de reglare, a modului în care modificarea nivelului unei variabile de stare (creștere sau scădere) influențează output-ul sistemului, în sensul amplificării sau a reducerii diferenței dintre mărimile realizate și cele așteptate.

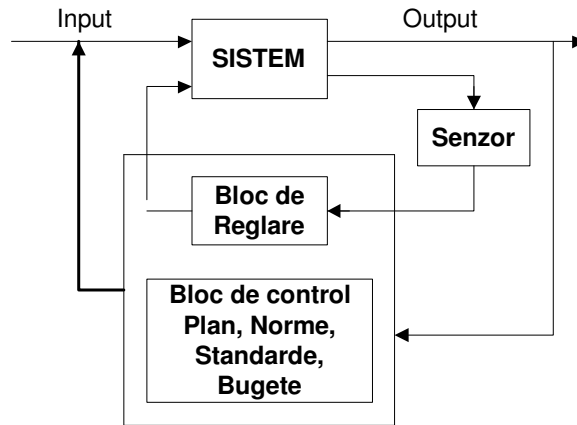


Fig.2.12 - Controlul sistemului prin *feed-back*

Atunci când pentru buclele inferioare se selectează o decizie, în raport cu un program fixat, în vederea reducerii diferențelor respective, modul de manifestare a conexiunii inverse formează un **feed-back negativ**. Specific pentru bucla de feed-back negativ este faptul că încearcă să deplaseze mărimea unei variabile de stare către un nivel dorit, generând acțiuni în direcția *opusă* față de diferența dintre valoarea dorită și cea reală.

Un exemplu îl constituie reglarea ritmului producției pentru menținerea unui anumit nivel al stocului de produse finite. Creșterea (descreșterea) nivelului stocului de produse finite va determina prin intermediul buclei de feed-back negativ, o diminuare (sporire) a volumului producției.

Un dezavantaj al feed-back-ului negativ este că în unele situații devine inoperant, deoarece monitorizând ieșirile sistemului percepe abaterile după producerea lor (nu le poate anticipa).

A doua categorie de conexiuni inverse o constituie **bucla feed-back pozitivă**, care acționează în sensul amplificării unei schimbări în nivelul unei variabile de stare a sistemului, a creșterii abaterii dintre mărimile realizate și cele așteptate, schimbarea producându-se în aceeași direcție ca și schimbarea inițială. Cu alte cuvinte, feed-back-ul pozitiv se manifestă atunci când efectul închiderii unei astfel de conexiuni este de același sens cu cel produs de factorul de decizie.

Un exemplu de feed-back pozitiv îl constituie creșterea capitalului social al unei firme prin reinvestirea periodică a unei părți din profitul obținut. Cum capitalul social nu poate să crească la nesfârșit, efectele buclei pozitive nu sunt întotdeauna benefice, deoarece se pot genera modificări necontrolabile asupra variabilelor de stare.

Dacă feed-back-ul negativ prin rolul lui stabilizator este caracteristic sistemelor care tind să facă mediul mai predictibil, feed-back-ul pozitiv este specific sistemelor mai puțin controlabile, care fac ca mediul să devină mai puțin predictibil și poate fi folosit în explorarea mediului. Astfel, când perturbațiile sunt sub control, este important pentru sistem să se cerceteze și să se cunoască ce se poate întâmpla atunci când se produc anumite procese/fenomene.

Este evident că nu se poate aștepta pentru a se vedea ce se va întâmpla în timp cu un sistem, finalul putând însemna chiar dispariția sa. Pentru sistemele complexe, investigațiile bazate pe simularea buclelor feed-back pozitive sau negative sunt deosebit de utile în studiul predictibilității sistemului, a evoluției acestuia, precum și în modelarea și proiectarea unor sisteme noi, mai stabile (adaptabile) la perturbațiile mediului și mai performante.

b) Controlul/reglarea anticipativă (feed-forward)

Există tehnici care filtrează datele irelevante transmise de la un sistem la altul, *reducând numărul intrărilor sau cantitatea de informații transmisă altui sistem*. De modul în care sunt controlate intrările unui sistem depinde varietatea comportamentală a ieșirilor. Controlul intrărilor trebuie realizat prin intermediul unor elemente specializate, cu atribuții și responsabilități bine precizate, care să nu afecteze alte intrări de natură diferită și care nu sunt necesare sistemului. Dacă un element din sistem iese în afara controlului, atunci trebuie să existe un mecanism care să răspundă de acest control particular de stare, în mod independent și fără a afecta alte elemente din cadrul sistemului sau alte subsisteme.

De exemplu, dacă nivelul stocului unui reper iese din limitele (de control) normale, atunci o persoană/mașină trebuie să fie capabilă să readucă nivelul în limitele normale fără a afecta celelalte repere. Acest lucru se poate realiza dacă sistemul a fost proiectat astfel încât să fie posibilă luarea unor decizii privind fluxul de materiale și să existe responsabilitatea luării unor astfel de decizii.

Sistemele care funcționează pe baza unei conexiuni de tip feed-forward presupun o monitorizare și o cuantificare permanentă a intrărilor în sistem și a activității acestora. Pentru aceasta în arhitectura lor este inclus un bloc de monitorizare-predicție care are un rol predictiv în asistarea și funcționarea sistemului (fig. 2.13).

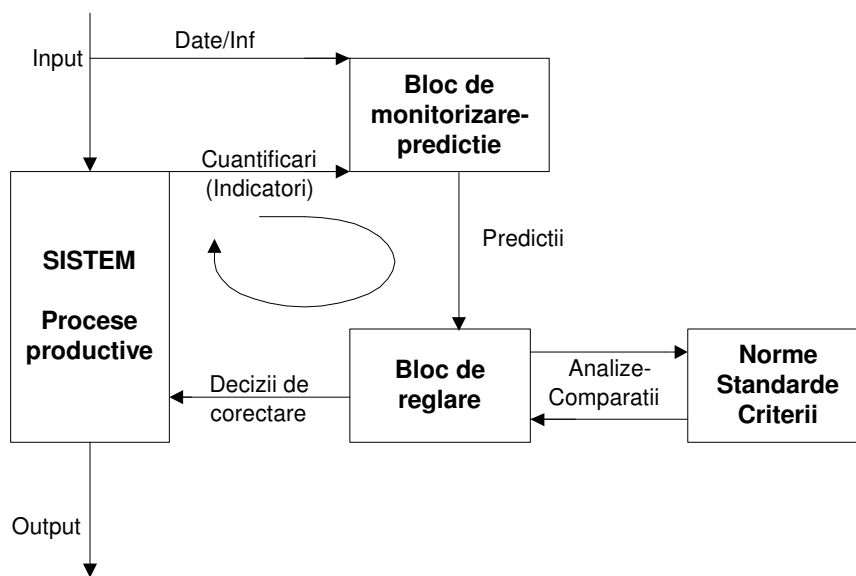


Fig. 2.13 - Schema de control anticipativ (feed-forward)

Informațiile despre intrările în sistem și datele obținute prin cuantificarea activității sistemului sunt recepționate de subsistemul de monitorizare-predicție care pe baza lor elaborează predicții referitoare la output-ul sistemului pe perioade viitoare. Predicțiile rezultate sunt preluate de blocul de reglare, care pe baza unor analize și comparații efectuate în raport cu unele norme, standarde, criterii specifice activității sistemului, elaborează decizii de corectare a parametrilor de funcționare a sistemului atunci când aceste comparații indică o *posibilă* abatere semnificativă. În felul acesta, prin punerea în valoare a posibilităților de control-reglare anticipativă a buclilor feed-forward se poate ajunge la îmbunătățirea sensibilă a performanțelor sistemului.

Ca exemple de subsisteme care funcționează folosind conexiuni de tip feed-forward pentru control-reglare putem menționa activitățile subsistemului de marketing și de prospectare a pieței în vederea planificării producției, subsistemul de aprovizionare-desfacere, subsistemul de gestiune a stocurilor etc.

2.5. Proprietăți generale și specifice ale sistemelor

Cunoașterea proprietăților generale și specifice ale sistemelor este deosebit de utilă în analiza sistemelor în fazele de investigare, analiză, modelare și proiectare a noului sistem. Următoarele proprietăți caracterizează majoritatea sistemelor, inclusiv sistemele cibernetice.

I. Proprietățile externe sunt generate de relațiile sistemului cu mediul având în vedere caracterul netrivial al intrărilor și ieșirilor.

1. Dinamicitatea sistemelor este o proprietate generală a sistemelor în care timpul reprezintă un parametru de bază care surprinde transformările ce au loc în *interiorul* sistemului precum și pe cele care au loc *între sistem și mediul său*. Fiecare sistem (subsistem) are un timp interior care îi este specific și care este privit ca un timp invariant (timpul tehnologic, timpul economic), în raport cu natura proceselor, fenomenelor și a conexiunilor interne și externe care îl caracterizează. După valorile pe care le ia variabila timp, se pot evidenția:

a) *Sisteme discrete* în care cunoașterea stării sistemului poate fi realizată la momente discrete în timp, precizate cu un pas dat. Modelele sistemelor discrete sunt utilizate pe calculator, în rezolvări numerice și pentru efectuarea unor analize periodice ale variabilelor de stare. Testarea variabilei de stare (starea utilajului, a stocului etc.) se face la anumite intervale (momente) de timp.

b) *Sisteme continue* a căror modele sunt mai apropiate de realitate și sunt folosite pentru diferite studii calitative. Majoritatea sistemelor tehnice sunt sisteme continue. Un sistem descris de modelul $y = F(K, L; t)$ nu este un model dinamic numai prin simpla atașare a variabilei "t", ci trebuie să aibă o ecuație de evoluție a variabilei de stare K_t a cărei semnificație poate să fie valoarea echipamentelor, utilajelor, existente într-un sistem productiv la momentul "t", ca de exemplu:

$$K_{t+1} = K_t - \eta \cdot K_t + PF_t,$$

unde:

η = coeficient de scoatere din funcție;

$PF_t = f(I_t, I_{t-1}, I_{t-2}, \dots)$ punerea în funcțiune la momentul "t" prin investiții anterioare.

2. Caracterul deschis/parțial deschis al sistemelor: un sistem care are legături cu mediul prin cel puțin o intrare și o ieșire este considerat un **sistem deschis**, în timp ce absența uneia din legături (de intrare sau de ieșire) determină caracterul **parțial-deschis** al acestuia. În absența ambelor legături cu mediul, sistemul este **izolat**. Această proprietate caracteristică face o distincție clară între *sistemele biologice* și cele *economice* care putându-se organiza își sporesc ordinea interioară și prin urmare își micșorează entropia pe baza schimbului permanent de substanță, energie, informații cu mediul lor. O cale de *reducere a entropiei* unui sistem economic este de a reduce entropia din fiecare subsistem și/sau entropia legăturilor dintre subsisteme.

De exemplu, reducerea entropiei de legătură într-un sistem productiv se poate realiza prin introducerea unor sisteme de lucru pe bandă sau în flux, iar în sistemele informatice prin plasarea unor terminale în puncte importante de producere și culegere a informațiilor.

Între gradul de organizare al unui sistem și nivelul entropiei există o legătură directă: sistemul economic este evolutiv și are tendința să-și crească entropia dacă nu este bine organizat. Creșterea stării entropice poate fi cauzată de introducerea progresului tehnic dacă personalul nu a fost instruit pentru a face față noilor tehnologii, sau dacă sistemul este complex și controlul nu este bine organizat. De asemenea, există o *legătură directă* între *calitatea deciziei* și *nivelul entropic* al sistemului. În cazul sistemelor cibernetice și a celor cu autoînvățare există posibilitatea adoptării unor decizii în funcție de *caracterul dinamic al sistemului* și de *entropia introdusă* de acestea. Este deci important și necesar ca informațiile care stau la baza fundamentării deciziilor să fie culese din punctele cu cea mai mică entropie. Astfel, în unitățile productive, terminalele trebuie amplasate în punctele în care au loc transformări importante ale procesului de producție și în același timp, în care entropia este minimă, iar în unitățile comerciale amplasarea acestora trebuie să se facă în punctele de desfacere și la personalul de conducere care administrează rețelele de magazine.

3. Complexitatea sistemelor este o proprietate generală care are un *caracter obiectiv* ce ține de specificitatea sistemului analizat și *unul subiectiv*, generat de raportarea observatorului la sistemul investigat, de felul în care analistul investighează acel sistem. *Complexitatea* poate fi definită în funcție de un *ansamblu de cauze și factori*, cum ar fi:

- numărul de elemente (subsisteme) componente;
- comportamentul nedeterminist al subsistemelor componente;
- posibilitatea de a răspunde unor perturbații nedeterministe (interne/din mediu);
- orientarea sistemelor spre realizarea unor multitudini de scopuri, concurente sau chiar contradictorii.

4. Caracterul aleator al sistemelor: această proprietate este determinată de modalitatea prin care un sistem își alege dintr-o mulțime de stări posibile, o anumită stare. Alegerea unei stări pentru evoluția sistemului depinde de structura sa internă, de obiectivele sale, de natura interacțiunilor interne și externe, de turbulența factorilor de mediu, de deciziile anterioare luate pentru conducerea sa etc. Caracterul aleator este specific sistemelor de stocare, de așteptare, de producție, de informare etc. în care intrările în sistem, procesele/prelucrările și ieșirile din sistem urmează diverse legi statistice (Poisson, exponențiale, normale etc.).

5. Autoreglarea, exprimă capacitatea unui sistem de a reacționa cu mijloace proprii la perturbațiile interne sau la cele din mediu. Această proprietate este caracteristică sistemelor cibernetice care au în componența lor un *sistem efector/activ* (de exemplu, un sistem productiv care transformă un set de resurse în produse finite) și un *bloc de reglare* care poate fi un subsistem al său (subsistemul de gestiune a calității, financiar-contabil) sau un subsistem din mediul său (piața).

Astfel, pentru o întreprindere, piața reprezintă blocul de reglare care asigură analiza informațiilor și compararea parametrilor privind activitatea de producție și desfacere a produselor, cu cei standard. Existența unor abateri semnificative conduce la generarea unor decizii de reglare care acționează asupra intrărilor sistemului, producând modificări de natură materială, energetică, informațional-decizională și care tind, în timp, la apropierea ieșirilor efective de cele standard.

6. O altă proprietate definitorie pentru sistemele cu autoreglare, o reprezintă **caracterul informațional-decizional al acestora**. Informația reprezintă elementul de bază al oricărui proces de conducere indiferent de arhitectura sistemului. Complexitatea și diversitatea mediului în care acționează agenții economici generează probleme a căror soluționare necesită elaborarea și luarea unor decizii adecvate. Procesul decizional este o succesiune de cicluri procedurale, fiecare având trei componente principale: *decizia, acțiunea și efectul (consecința)*. În cadrul procesului decizional se pot evidenția atât elemente raționale cât și elemente influențate de rutină, de intuiție, de hazard, precum și de comportamentul decizional individual sau colectiv.

Ca formă rafinată a informației, decizia reprezintă opțiunea pentru o anumită variantă de acțiune (strategii, politici) din mai multe alternative posibile, care corespunde cel mai bine obiectivului sistemului (scopului dorit).

În practica economică există o mare diversitate de procese decizionale fiecare conținând cinci tipuri de activități: *întâmplătoare* (bazate pe informații culese nesistematic și pe reacții spontane ale decidenților presați de timp sau supuși unui stres puternic), *pe bază de rutină* (în cazul repetării unor situații decizionale similare sau a existenței unor analogii puternice cu cele din trecut), *pe bază de intuiție*, *pe bază de paradigme* (prin utilizarea unor modele decizionale eficiente), precum și *pe bază de analiză sistemică, modelare și previziune* (cele mai evolute).

Analiza de sistem trebuie să pornească de la situația informațional-decizională a sistemului existent și prin metodologiile specifice să o îmbunătățească, acesta fiind de fapt un obiectiv important al proiectului de sistem ce trebuie elaborat.

7. Caracterul antientropic al sistemelor cu structură cibernetică este legat în special de posibilitatea perfecționării conducerii și a reducerii gradului de dezorganizare internă a sistemelor deschise prin ameliorarea proprietăților structurale și a celor informațional-decizionale precum și prin intensificarea schimbului de informații și a tranzacțiilor cu mediul.

II. Proprietăți structural-comportamentale și funcționale interne ale sistemelor

Aceste proprietăți depind atât de structura cât și de natura relațiilor, a interconstrucțiilor dintre subsistemele ce formează sistemul.

1. Accesibilitatea unei stări x_k presupune existența unei intrări $u_k(x_o, \tau)$ pe intervalul (t_o, τ) care conduce sistemul din starea x_o în starea x_k . *Detectabilitatea* unei ieșiri y_j din starea x_k este dualul acestui concept, și presupune obținerea unui output y_j pornind de la starea x_k .

2. Observabilitatea este proprietatea prin care, cunoscând mărimile de intrare și de ieșire, se poate deduce succesiunea de stări (sau o parte din ele) prin care a trecut sistemul. Cunoașterea stărilor prin care a trecut sistemul se poate face:

- cu ajutorul modelului, cunoscând structura sistemului și interconexiunile sale;
- cu ajutorul sistemului de urmărire, prin cunoașterea nivelului real al tuturor parametrilor. Sistemul de urmărire trebuie astfel proiectat și implementat încât să transmită atât stările semnificative cât și pe cele rezultate în urma unor perturbații. De aceea, intervalele și momentele de culegere și transmitere a datelor trebuie alese astfel încât să asigure compatibilitate între observabilitatea dată prin model și cea furnizată prin sistemul de urmărire. De asemenea, este necesară o corelare între momentele de actualizare a datelor modelului și procesele ce au loc în sistem.

3. Controlabilitatea sistemului și a stărilor: cunoscând intrările sau comenzile și starea la un moment dat, se poate genera starea sistemului la momentul următor (toate ieșirile sau o parte din acestea). Un sistem este global controlabil dacă există pentru fiecare ieșire o clasă de funcții de intrare ce generează această ieșire. Când anumite ieșiri nu pot fi determinate aplicând funcția de intrare sau comenzile admisibile, sistemul este parțial controlabil.

4. Sensibilitatea, se referă la posibilitatea pe care o au componentele vectorului de stare de a răspunde sau nu la anumite modificări ale intrărilor. Această proprietate este foarte importantă pentru sistemele de conducere, care vor avea performanțe superioare cu cât sensibilitatea lor este mai mare, existând posibilitatea influențării stărilor prin comenzi. Sensibilitatea poate fi mărită cu ajutorul unor tehnici de proiectare a sistemului de conducere.

5. Stabilitatea, reprezintă proprietatea unui sistem de a reveni la o stare de echilibru, având același set de valori ale vectorului de stare pe o perioadă de timp, după ce s-a înlăturat cauza internă (externă). Această proprietate face ca, la variații mari ale intrărilor să corespundă variații mici ale ieșirilor. Dacă un sistem, în evoluția sa, suferă o perturbație, el iese din starea de echilibru specifică momentului respectiv, trecând în timp la o altă stare, diferită de cea inițială.

Astfel, o investiție modifică starea de echilibru existentă, înscriind sistemul pe o traiectorie de creștere. După o perioadă de timp în care investiția este asimilată și pusă în funcțiune are loc un proces de refacere a stării de echilibru care va fi diferită de cea anterioară. De fapt, sistemul se află într-o stare de echilibru dinamic, care reprezintă succesiuni ale unor stări de echilibru statice.

6. Adaptabilitatea este proprietatea prin care sistemele răspund prin anumite ieșiri la anumite intrări date. Modificarea structurii interne a unor sisteme în contextul dat de această proprietate se numește *autoadaptabilitate*.

7. Compozabilitatea și decompozabilitatea se referă la proprietatea unui sistem de a se compune dintr-un număr finit de subsisteme și respectiv, de a se descompune în același mod. Decompozabilitatea stă la baza analizei de sistem, iar compozabilitatea la proiectarea noului sistem. Aceste două proprietăți sunt esențiale în analiza și sinteza sistemelor.

8. Structurabilitatea definește necesitatea ca orice sistem să aibă o mulțime de elemente componente intercorelate, deci o structură specifică. Un sistem își menține structura ca expresie a menținerii naturii calitative a sistemului (sisteme invariante structural). În cazul în care sistemele răspund diferit prin valorile luate de stările lor în raport cu intrările (comenzile) și își modifică structura în timp, avem *sisteme variante structural*.

9. Finitudinea este proprietatea sistemelor de a fi finite, în sensul că sistemele reale au spațiile intrărilor, ieșirilor și a stărilor finite.

Utilizarea acestor proprietăți în analiza de sistem permite definirea conceptuală a unor categorii de sisteme și alcătuirea pe această bază a unor tipologii structurale și funcționale a sistemelor.

2.6. Tipologii structurale și funcționale ale sistemelor

Un sistem ale cărui procese și subsisteme nu sunt definite deoarece obiectivul cercetării nu necesită acest lucru, este numit sistem black-box. Pentru majoritatea sistemelor este însă necesar să se identifice și să se definească procesele care au loc și semnificația caracteristicilor fiecăruia. Un sistem poate să fie analizat în raport cu mediul său, cu caracterul activităților desfășurate, cu natura conexiunilor, cu complexitatea sa, cu nivelul de predictibilitate etc.

a) Din punct de vedere al caracterului activităților desfășurate putem defini o primă tipologie a sistemelor: **sisteme deterministe și sisteme probabiliste (stochastice)**.

Un **sistem determinist** operează în conformitate cu un set de reguli bine precizate, comportamentul său viitor putând fi corect previzionat dacă starea sa curentă și caracteristicile operaționale sunt cunoscute cu precizie.

De exemplu, sistemele mecanice, utilajele, echipamentele, instalațiile, programele pe calculator etc. sunt sisteme deterministe al căror comportament se poate previziona.

Sistemele economice, inclusiv cele de afaceri, au un comportament nedeterminist, generat de probabilitatea producerii unor evenimente perturbatoare *interne* (aprovizionare neritmică, căderi ale utilajelor sau instalațiilor, revendicări ale salariaților etc.) sau a unora *externe* (reducerea unor segmente de piață, apariția unor noi competitori, fluctuații puternice ale cererii etc.).

Un **sistem probabilist** este controlat de șansa evenimentelor de a se produce, comportamentul său fiind dificil de previzionat datorită perturbațiilor aleatoare interne și din mediu, la care este supus. Când sunt investigate astfel de sisteme nu există certitudinea că anumite ieșiri vor putea fi obținute din intrări specifice și este dificil de precizat evenimentele care se vor produce precum și influența acestora asupra proceselor interne.

b) Din punct de vedere al structurii comportamentale a conexiunilor interne se pot evidenția **sisteme cu structură deschisă** și **sisteme cu structură închisă**. Sistemele cu structură deschisă pun în evidență dependența funcțională dintre intrări și ieșiri ($u \rightarrow y$), precum și influența perturbațiilor externe (π) asupra activităților de bază (figura 2.14).

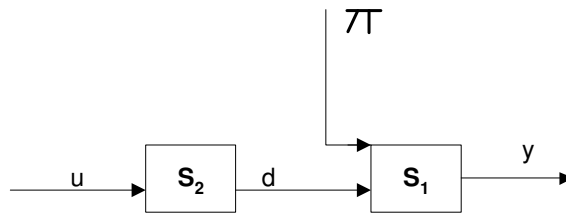


Fig. 2.14 - Sisteme cu structură deschisă

În astfel de sisteme există un subsistem informațional (S_2) care recepționează intrările generale (u) și produce o mărime informațională/decizie (d) cu care, împreună cu perturbațiile externe (π), influențează subsistemul principal (S_1), care produce ieșirea generală a sistemului (y).

Sistemele cu structură închisă pun în evidență, pe lângă dependența funcțională dintre variabilele de ieșire și cele de intrare ($u \rightarrow y$), conexiunea inversă prin care intrările sunt influențate de natura ieșirilor ($y \rightarrow u$). Dacă această conexiune este prelucrată de unul sau mai multe subsisteme înainte de a influența direct intrarea, suntem în cazul *sistemelor cu reacție*, a căror structură generală este ilustrată în figura 2.15.

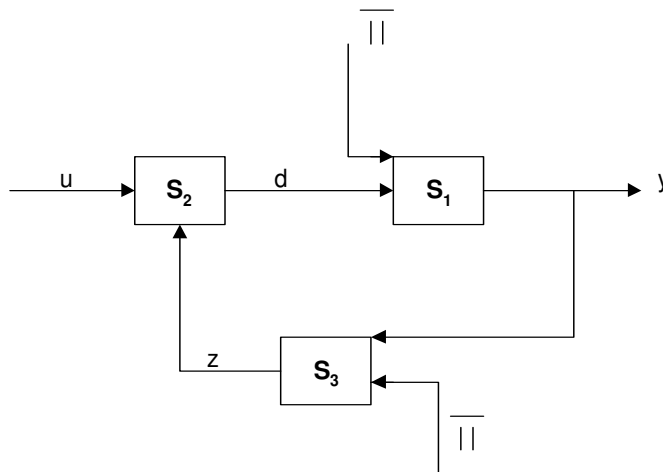


Fig. 2.15 - Sistem cu structură închisă (cu reacție)

În sistemele cu reacție există trei subsisteme distincte din punct de vedere funcțional:

- un subsistem de bază/activ (S_1), care generează ieșirea generală a sistemului (y) pe baza unor comenzi și decizii primite la intrare;
- un subsistem de comandă (S_2), care recepționează intrarea generală în sistem (u), primește intrarea de reacție (z) și pe baza unor proceduri decizionale elaborează decizia (d) destinată reglării activității subsistemului de bază;
- un subsistem de reacție (S_3), care colectează informațiile privind ieșirea sistemului (y), le prelucrează și le transmite, sub forma variabilei z , subsistemului de comandă. Când într-un sistem închis lipsește blocul S_3 , conectarea dintre ieșire și intrare devine directă și rezultă un *sistem automat*.

Fiecare din cele două tipuri de sisteme structurale (cu reacție, automat) poate avea, în funcție de modalitatea concretă în care subsistemul de comandă (S_2) compune conexiunea inversă cu intrarea în sistem, un comportament aditiv, multiplicativ (liniar, neliniar), un comportament strategic global etc.

Aceste clase de sisteme deduse pe baza proprietății de structurabilitate dau posibilitatea explicării modului de funcționare a majorității sistemelor din economie, tehnică, societate etc.

c) O altă tipologie poate fi obținută pe baza **existenței proprietății de adaptabilitate** a sistemelor la mediu, caz în care putem evidenția **sisteme neadaptive (convenționale)**, caracterizate prin lipsa acestei proprietăți, respectiv **sisteme adaptive** care la rândul lor pot avea **structură deschisă** sau **structură închisă**.

Sistemele adaptive au în componența lor un subsistem principal (S_1), care poate fi cu reacție, automat, cu structură închisă sau deschisă, precum și un sistem de adaptare (S_2), care poate fi o entitate (bloc) de natură informațională având ca intrare vectorul criteriilor de adaptare (C) și perturbațiile (π_2), iar ca ieșire un vector de adaptare (A). Pentru subsistemul activ S_1 , input-ul este format din compunerea vectorului de adaptare (A) cu vectorul de intrare (u), la care se adaugă influența perturbațiilor din mediu (π_1), iar output-ul său poate fi exprimat printr-o funcție de adaptare de forma,

$$y = f_a(u * A)$$

Un astfel de sistem adaptiv cu structură deschisă este specific sistemelor de conducere în care decizia pe care o ia subsistemul de bază depinde de o mulțime de criterii de decizie. Sistemele adaptive cu structură închisă se deosebesc de cele cu structură deschisă prin existența unei conexiuni inverse prin care funcția de adaptare impune subsistemului de adaptare, pe baza informațiilor asupra ieșirii subsistemului de bază, să producă la ieșire vectorul variabilelor de adaptare (A) ca input pentru S_1 (fig. 2.16).

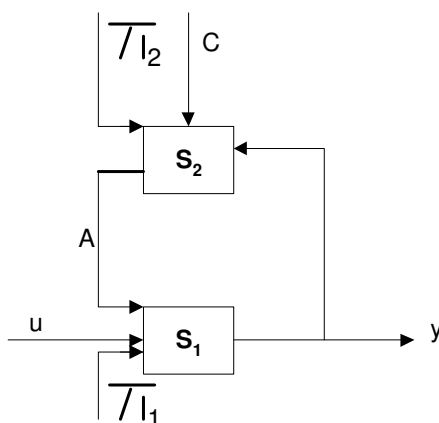


Fig. 2.16 - Sistem adaptiv cu structură închisă

În funcție de criteriile de adaptare utilizate, putem evidenția **sisteme adaptive convenționale**, în care criteriile au o valoare fixată și **sisteme optimale**, în care criteriile reprezintă un obiectiv de optimizat. Aceste sisteme pot fi **adaptive la intrări**, atunci când își pot realiza funcția de adaptare la mediu doar prin modificarea input-urilor, sau **adaptive prin structură**, atunci când adaptarea la mediu este realizabilă prin modificarea structurii organizatorice, tehnologice, informațional-decisionale, de management etc.

d) O altă tipologie poate fi stabilită **după funcționalitatea internă și externă a sistemelor**, care se referă la corelațiile necesare ce trebuie să existe între subsistemele componente și între acestea și mediul lor, în vederea atingerii obiectivelor stabilite. Din punct de vedere al funcționalității se pot evidenția **sisteme concentrate**, în care subsistemele componente pot avea funcționalități identice sau complementare în vederea atingerii unui scop unic și **sisteme distribuite**, alcătuite din subsisteme cu funcționalități distincte care urmăresc obiective proprii, precise, dar care alcătuiesc elemente (subobiective) ale unui obiectiv global (mai general).

e) O tipologie distinctă poate fi stabilită **în funcție de următoarele tipuri de conexiuni:**

- **conexiuni de interacțiune:** sunt cele mai frecvent întâlnite tipuri de legături și au proprietatea de a se menține relativ stabile o perioadă mai lungă de timp, păstrându-și direcționarea la apariția sau dispariția unor elemente componente fără ca să afecteze interacțiunile dintre celelalte componente. Aceste conexiuni pot fi de natură materială, energetică, financiară, informațională, umană etc și corespunzător felului lor, în sistemul respectiv coexistă structuri de același tip;
- **conexiuni de generare:** au un caracter temporar și apar în cazul în care două sau mai multe subsisteme interacționează în vederea realizării unui obiectiv comun sau a unui nou subsistem încorporat în structura sistemului de referință (de exemplu, cooperarea mai multor firme la realizarea unui proiect complex);
- **conexiunile de dezvoltare:** sunt un caz particular al conexiunilor de generare și ele implică schimbări esențiale, de ordin calitativ, în structura sistemului. Aceste conexiuni sunt mai stabile și acționează pe perioade mai lungi decât cele de generare și din acest motiv necesită metode și tehnici de investigare prospective ale sistemului;
- **conexiuni funcționale:** au caracter informațional și apar atunci când există o corelație între subsistemele care îndeplinesc funcțiile proprii și care la rândul lor reprezintă condițiile de realizare a funcției întregului sistem. *De exemplu*, subsistemele unei întreprinderi, prin funcțiile lor specifice contribuie la realizarea funcției întreprinderii (satisfacerea unei cereri pe piață). Corelarea subsistemelor se face prin planul de fabricație și regulamentul de organizare și funcționare care specifică coordonarea și subordonarea subsistemelor;
- **conexiuni de transformare:** sunt un caz particular al celor de funcționare și au în vedere aducerea unora din subsistemele componente dintr-o stare inițială într-o stare finală specifică, dată sau nu. În acest caz subsistemele nu mai au funcționalități diferite, ele urmărind atingerea aceluiși obiectiv. În procesul de transformare aceste conexiuni nu mai au un caracter stabil, ele depinzând de etapele procesului de transformare și de o serie de restricții specifice sistemului;
- **conexiuni decizionale:** au un caracter complex, fiind o combinație a conexiunilor de dezvoltare și a celor funcționale și se materializează pe baza unor principii, metode sau modele de conducere. Aceste conexiuni sunt stabile pe perioada în care se urmărește atingerea obiectivului și studierea lor este esențială pentru definirea structurii informațional-decizionale a sistemului.

Pe baza acestor conexiuni, în analiza și proiectarea sistemelor se pot evidenția, în raport cu structura lor, sisteme cu **structură informațional-decizională ierarhică, neierarhică și mixtă.**

Sistemele cu **structură ierarhică** sunt organizate din punct de vedere informațional-decisional pe mai multe nivele ierarhice, subsistemele componente alcătuind o arborescență. Conexiunile specifice acestei structuri vizează legăturile în ambele sensuri existente între subsistemele de pe nivelele superioare cu cele de pe nivelele inferioare. Între subsistemele de pe același nivel există doar legături de informare (fig. 2.17).

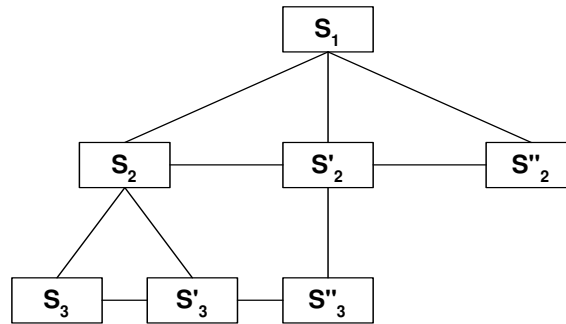


Fig. 2.17 - Sistem cu structură ierarhică

Sistemele cu **structură informațional-decisională neierarhică** nu pot fi reprezentate ca o arborescență, subsistemele componente fiind conectate direct sub formă de rețea (fig. 2.18).

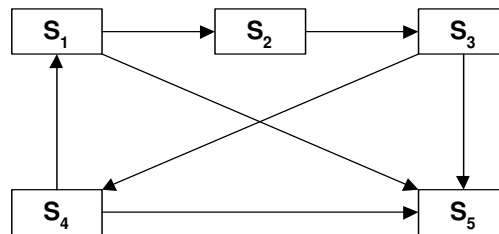


Fig. 2.18 - Sistem cu structură neierarhică

Sistemele cu **structură mixtă** sunt bazate pe reprezentarea arborescentă și sunt alcătuite din subsisteme organizate pe nivele ierarhice, iar subsistemele aferente fiecărui nivel pot fi formate din elemente aflate în structură neierarhică (fig. 2.19).

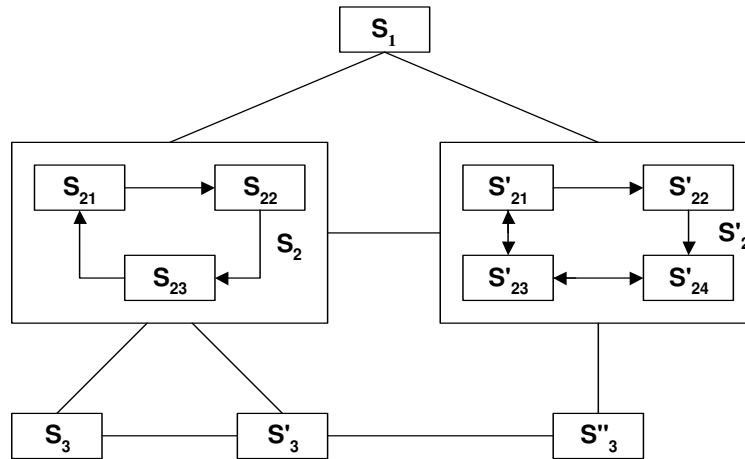


Fig. 2.19 - Sistem cu structură mixtă

Conceptele prezentate sunt deosebit de utile în analiza sistemelor și constituie elemente de bază ale limbajului specific utilizat de analist în procesul de investigare, modelare și proiectare a sistemelor economice.

2.7. Analiza structurală și analiza funcțională în proiectarea sistemelor economice

Sinteza sistemelor are ca scop realizarea unor sisteme care trebuie să îndeplinească o serie de proprietăți determinate aprioric. În timp ce analiza de sistem se referă la sisteme reale existente, sinteza sistemelor se ocupă de sisteme realizabile care pot fi transformate în sisteme reale într-un viitor apropiat. În funcție de tipologia sistemelor prezentată anterior se disting două grupe de metode ale analizei de sistem: **analiza structurală** și **analiza funcțională**.

a) **Analiza structurală** se bazează pe cercetarea detaliată a structurii sistemului, pe analiza elementelor componente și a conexiunilor interne, fără să aibă în vedere funcțiile sistemului analizat.

Analiza structurală urmărește realizarea următoarelor obiective:

- definirea în cadrul sistemului global a subsistemelor componente;
- stabilirea interacțiunilor dintre subsistemele identificate și a rolului acestora în cadrul structurii;
- determinarea relațiilor de dominanță și interdependență structurală;
- stabilirea factorilor care cauzează modificările structurale și determinarea efectelor acestora asupra diferitelor tipuri de structuri de sistem, precum și asupra obiectivelor urmărite.

Analiza structurală pornește de la o ordonare a structurii în raport cu o serie de criterii cum ar fi: natura conexiunilor, evoluția în timp a structurii (dinamica structurală), funcționalitatea și rolul structurii fiecărui subsistem în cadrul sistemului analizat.

b) Analiza funcțională se concentrează în special asupra funcționalității globale a sistemului analizat, evidențiind fiecare funcție în parte și făcând abstracție de structura internă a acestuia. În cadrul acestui tip de analiză se apelează la tehnici de descompunere a sistemului în subsisteme după funcțiile realizate, sau la gruparea lor după o anumită funcție utilizând tehnici de "cluster analysis" care permit reducerea numărului de interfețe (conexiuni) între subsisteme.

Analiza tipologică pe funcțiuni și departamente ale firmelor se poate realiza pe diferite nivele (organizația ca un întreg, investiții, producție, aprovizionare-desfacere, financiar, personal) și presupune efectuarea următoarei succesiuni de activități prioritare:

- elaborarea unei liste cu problemele prioritare ale nivelului analizat;
- stabilirea criteriilor de alegere a soluțiilor;
- selectarea soluțiilor posibile;
- adoptarea deciziei de restructurare la nivelul organizației generale.

Având în vedere obiectivele specifice urmărite în cadrul analizei, metodele analizei de sistem pot fi orientate către analiza structurală și, respectiv către analiza funcțională, analistului revenindu-i sarcina selectării tipului corespunzător de analiză.

2.8. Rolul analistului de sistem

Managerul și analistul de sistem sunt interesați în descompunerea organizației într-un număr de subsisteme, fiecare având frontiere proprii și interfețe distincte cu celelalte subsisteme. Fiecare subsistem poate să fie integrat într-un sistem mai larg în conformitate cu obiectivele globale ale sistemului. Analistul de sistem urmărește, pe baza unui studiu preliminar al sistemului respectiv, includerea sa într-un anumită clasă (tipologie) pentru a facilita investigarea proprietăților sale specifice. Este sarcina analistului de a identifica granițele sistemului în raport cu obiectivele sale și cu scopul analizei, de a evidenția subsistemele componente, conexiunile dintre ele, precum și interacțiunile dinamice ale sistemului cu mediul său.

Analistul trebuie să cuantifice conexiunile externe ale sistemului cu mediul său (intrări, ieșiri), să definească mecanismul de control și reglare a sistemului și să asigure o funcționalitate normală a sistemului în conformitate cu normele, standardele, programul de activități etc. În efectuarea analizei și în descrierea sistemului, analistul trebuie să țină cont de necesitatea creșterii eficienței și a performanțelor sistemului în atingerea obiectivelor, precum și de posibilitățile de adaptare și de autoînvățare ale modelului ce simulează sistemul.

În cadrul analizei de sistem, analistul trebuie să urmărească realizarea următoarelor obiective generale:

- descrierea structurii și funcționalității sistemului și a subsistemelor componente în corelație cu celelalte sisteme din mediul său în scopul cunoașterii proprietăților generale și specifice, a caracteristicilor și a obiectivelor prezente și de perspectivă ale acestora;
- stabilirea celor mai accesibile modalități practice, din punct de vedere al beneficiarului, de îmbunătățire a structurii și/sau funcționalității unor subsisteme astfel încât pe ansamblul sistemului, acestea să-și atingă obiectivele proprii mai eficient decât până atunci;
- proiectarea și realizarea unor subsisteme noi și includerea acestora în sistemul global existent (prin tehnici de sinteză a sistemelor) în scopul creșterii posibilităților acestuia de a-și atinge mai eficient obiectivele.

Analistul de sistem este preocupat și de comportamentul organizației care este deosebit de complex, acesta trebuind să rezolve atât conflictele de obiective care apar între subsisteme (deoarece obiectivele subsistemelor pot fi în competiție și chiar contradictorii), cât și conflictele de interese care apar între participanții la analiză și proiectare.

Un alt obiectiv important este de a face sistemul astfel încât să se poată adapta mediului său. Acest lucru se poate realiza cu ajutorul sistemelor feed-back și feed-forward. În anumite situații se pot folosi și sisteme cu control preventiv, care sunt o parte internă a procesului și cuprind politici și proceduri care constituie o componentă a sistemului de bază, în sensul că ele exercită o măsură a controlului intern (de exemplu, sistemul de control contabil).

Sistemele trebuie să fie proiectate astfel încât să fie flexibile și să le crească disponibilitatea și posibilitățile de a învăța și de a se adapta rapid la influențele factorilor perturbatori din mediu.