

## Modelare și simulare

### Litera C

#### Continuous system = Sistem continuu

Sistem în care variabilele de stare se modifică în permanență, așa cum se întâmplă în cazul unui sistem aflat în mișcare (tren, avion etc.) a cărui poziție și viteză se modifică continuu.

### Litera D

#### Direct analysis = Analiză directă

Analiză efectuată asupra sistemului real

#### Discrete system = Sistem discret

Sistem în care variabilele de stare se modifică instantaneu, la momente de timp izolate. De exemplu, în cazul unui magazin, numărul de clienți se modifică numai la sosirea și, respectiv, plecarea unui client.

#### Dynamic model = Model dinamic

Model care permite determinarea evoluției în timp a sistemului modelat. Un model dinamic poate fi *continuu* sau *discret*, după cum prezintă evoluția în timp a stării. Nu se exclude însă posibilitatea unor modele combinate, care să conțină atât componente continue, cât și componente discrete. Un alt criteriu de clasificare a modelelor este cel al prezenței sau absenței elementelor cu caracter aleator, care împarte modelele în *stocastice*, respectiv *deterministe*.

### Litera E

#### Event driven system = Sistem controlat de evenimente

Sistem în care modificarea stării este determinată de *evenimente* care se produc la momente de timp izolate.

### Litera I

#### Indirect analysis = Analiză indirectă

Analiză efectuată asupra unui *model* al sistemului real. Analiza indirectă este necesară în foarte multe situații, cum ar fi cea în care sistemul analizat nu are existență materială concretă, fiind vorba de un sistem aflat în curs de proiectare sau reproiectare. Dar chiar în cazul unui sistem existent, analiza directă este imposibilă în multe cazuri, fie pentru că ar putea produce pagube deosebit de mari, prin deteriorarea sau distrugerea sistemului, fie pentru că sistemul nu poate fi pus la dispoziția analistului pentru experimentare directă. De asemenea, anumite sisteme au evoluție foarte lentă, care conduce la o durată inadmisibil de mare a analizei directe, iar pentru alte sisteme nu pot fi generate condițiile în care trebuie analizată comportarea lor. Astfel, în cazul unei clădiri pentru care se studiază comportarea în caz de cutremur este imposibil și inadmisibil să se genereze contextul analizei (cutremure de diferite magnitudini). Și chiar dacă, prin absurd, analiza directă ar fi posibilă, ea ar conduce la deteriorarea clădirii.

### Litera M

#### Mathematical model = Model matematic

Descriere matematică a unui sistem (sistem de ecuații algebrice sau diferențiale, relații de recurență etc.).

#### Model = model

Reprezentare (de cele mai multe ori simplificată) a unui sistem, care permite obținerea de informații despre comportarea sistemului analizat.

**Litera P****Physical model = Model fizic**

Reprezentare la scară redusă sau din alt material a unui sistem.

**Litera S****Simulation = Simulare**

În accepțiunea din domeniul informaticii, se referă la utilizarea calculatorului în procesul de analiză indirectă a unui sistem. Simularea unui sistem este, în marea majoritate a cazurilor, un proces iterativ, care impune deseori reluarea unor etape, până la obținerea unor rezultate concludente. Principalele etape ale acestui proces sunt următoarele:

- *Stabilirea cadrului simulării* - etapă esențială, în care trebuie definite clar atât sistemul analizat, cât și obiectivele urmărite: întrebările la care trebuie dat un răspuns, variantele care trebuie analizate, criteriile aplicate pentru compararea variantelor, modul de prezentare a rezultatelor ș.a.m.d. În definirea sistemului analizat este bine să intervină toate detaliile cunoscute, care pot contribui la o mai bună înțelegere a funcționării acestuia, chiar dacă ulterior unele dintre ele vor fi considerate nerelevante pentru obiectivul urmărit.
- *Elaborarea modelului conceptual*, folosind notații matematice sau grafice adecvate. În această etapă poate fi vorba fie de un model unic, fie de un prim model dintr-un grup, care să constituie punctul de pornire pentru modele elaborate ulterior, prin modificarea unor elemente sau prin includerea unor elemente noi. Modelul trebuie să reflecte esența sistemului real, fără a include detalii inutile.
- *Definirea experimentelor de simulare* care trebuie realizate pentru verificarea și validarea modelului de simulare și, respectiv, în scopul obținerii rezultatelor necesare pentru atingerea obiectivelor stabilite.
- *Colectarea și pregătirea datelor* care vor fi utilizate în experimentele de simulare este și ea o etapă importantă. Aceasta nu numai pentru că fără date nu este posibilă validarea modelului și obținerea rezultatelor dorite, ci și pentru că anumite particularități ale datelor se pot reflecta direct în modelul de simulare al sistemului.
- *Realizarea modelului de simulare*, ca rezultat al codificării modelului conceptual al sistemului sub formă de program sau folosind interfața oferită de un simulator specializat. Alegerea unei anumite soluții este condiționată de numeroși factori, dintre care menționăm numai disponibilitatea unuia sau altuia dintre pachetele de programe, experiența în utilizarea acestora, timpul necesar realizării modelului de simulare și ușurința cu care pot fi efectuate modificări asupra acestuia.
- *Verificarea și validarea modelului* prin execuția unor experimente de simulare care să confirme analogia dintre comportarea modelului și cea a sistemului modelat. Dacă acestea nu conduc la rezultatele dorite este necesară reexaminarea deciziilor luate în etapele anterioare, în vederea detectării și corectării erorilor comise.
- *Efectuarea experimentelor de simulare* generatoare de rezultate, conform obiectivelor urmărite. Este posibil ca rezultatele obținute după primele experimente de simulare să impună modificări ale modelului de simulare sau ale modului în care trebuie continuată simularea (adăugând noi experimente de simulare sau renunțând la unele dintre cele planificate inițial).
- *Analiza și interpretarea rezultatelor obținute*. Aceasta poate fi realizată manual sau cu ajutorul unor programe de prelucrare adecvate. Pentru ca rezultatele experimentelor de simulare să fie realmente utile, este obligatoriu ca modelul de simulare utilizat să reflecte cât mai fidel proprietățile și comportarea sistemului modelat. Numai în acest caz concluziile la care se ajunge analizând rezultatele simulării (care, evident, se referă la model) pot fi aplicate și în cazul sistemului.
- *Prezentarea și utilizarea rezultatelor analizei*. De regulă rezultatele analizei prin simulare sunt destinate luării unor decizii de către alte persoane decât cele care au realizat simularea. De aceea este absolut necesară prezentarea concluziilor într-o formă clară, sugestivă și convingătoare, folosind o exprimare accesibilă factorilor de decizie. Se creează astfel premisele înțelegerii corecte a rezultatelor obținute, care este determinantă pentru acceptarea și aplicarea lor în practică.

Simularea este o metodologie experimentală și aplicativă, care se concretizează prin efectuarea de experimente asupra modelelor sistemelor, pentru a nu perturba sau construi efectiv sistemele respective. Rezultatele obținute pe această cale permit factorilor de decizie să compare sisteme diferite sau variante ale aceluiași sistem, să tragă concluzii cu privire la performanțele unui sistem, la comportarea probabilă a acestuia și la eventualele abateri de la cea așteptată. Dar simularea are și limitări: nu permite obținerea unor soluții exacte sau optime, nu compensează erorile în specificarea datelor sau în luarea anumitor decizii și poate fi foarte costisitoare în cazul sistemelor de complexitate ridicată. De asemenea, nu trebuie uitat nici un moment un aspect esențial: modelul este o reprezentare simplificată a sistemului real. În consecință există întotdeauna riscul ca o eroare de apreciere în ceea ce privește importanța unui factor sau formularea unei interdependențe să conducă la

rezultate total diferite de cele care s-ar obține în realitate. De aceea modelul trebuie verificat și validat cu mare atenție înainte de a trece la folosirea sa efectivă.

**Simulation language = Limbaj de simulare**

Limbaj specializat, destinat definirii modelelor de simulare ale sistemelor dintr-o anumită categorie (de exemplu GPSS, SIMAN, SIMSCRIPT pentru sisteme discrete, controlate de evenimente, ACSL pentru sisteme continue etc.).

**Simulation model = Model de simulare**

Model implementat pe un sistem de calcul, pentru a realiza analiza indirectă a unui sistem.

**State variables = Variabile de stare**

Variabile necesare pentru a descrie un sistem la un anumit moment de timp.

**Statical model = Model static**

Ilustrează particularitățile sistemului modelat la un singur moment de timp.

**Symbolic model = Model simbolic**

Reprezentare abstractă a unui sistem, care prezintă acele aspecte ale sistemului analizat care sunt considerate esențiale din punctul de vedere al obiectivelor analizei.

**System = Sistem**

Colecție de elemente (componente) care interacționează pentru realizarea unui obiectiv (scop). Exemple: un circuit electronic, un aeroport, o bancă, o rețea de calculatoare, o comunitate umană, o navetă spațială, un sistem planetar. Componentele unui sistem pot fi privite ca entități de sine stătătoare sau ca subsisteme.

**System analysis = Analiza unui sistem**

Activitate desfășurată pentru a obține informații despre caracteristicile și comportarea sistemului studiat (care poate fi un sistem existent sau unul ipotetic, eventual în curs de proiectare). Informațiile obținute pot fi destinate evaluării performanțelor sistemului într-un anumit context, analizei sensibilității sale la diverși factori, optimizării funcționării, alegerii unei variante dintre mai multe posibile, etc. Cu alte cuvinte, pentru a răspunde la întrebări de tipul "Se conformează criteriilor impuse?", respectiv "Ce se întâmplă dacă ...?". Analiza implică efectuarea unuia sau mai multor experimente, care furnizează informații despre comportarea sistemului în condiții date.

**System state = Starea sistemului**

Mulțimea valorilor variabilelor de stare.