

Curs 3

1.2 Organizarea activității de cercetare

A. Echipa. Activitatea de cercetare se desfășoară într-o **echipă**
Structura echipei (în cazul unui proiect de cercetare de amploare medie)

1. **Director**
2. **Director economic**
3. **1-3 cercetători cu experiență (eventual – post-doc)**
4. **1- 3 doctoranzi**
5. **2- 6 masteranzi**

Rolul fiecărui nivel din structură:

Director – coordonarea activității științifice și a celor de natură managerială

Directorul economic – are ca atribuții:

- urmărirea respectării alocării fondurilor pe tipuri de activități prevăzute în planul de desfășurare a proiectului;
- realizarea formelor pentru cheltuielile salariale;
- urmărirea planului de achiziții de echipamente, materiale etc. ; realizarea documentației pentru licitații;
- realizarea demersurilor pentru actualizarea devizului pe anul curent, în conformitate cu necesitățile cercetării etc

De regulă, directorul economic este un specialist din echipă, care participă și la activitatea științifică propriu-zisă.

Cercetătorii cu experiență preiau principalele aspecte care sunt implicate în cercetare.

Doctoranzii trebuie să-și fructifice cercetarea în teza de doctorat.

Masteranzii se inițiază în tema de cercetare și realizează activitățile curente solicitate de doctoranzi și de cercetătorii cu experiență.

Avantajele structurii piramidale a echipei:

- antrenarea motivată a tuturor membrilor
- asigurarea continuității cercetării într-un domeniu dat (în temele următoare din același domeniu, doctoranzii pot lucra ca post-doc, iar masteranzii – ca doctoranzi).

Observații privind activitatea doctoranzilor și masteranzilor

1. Lucrul în echipă (avantaje)
- 2 Dezavantaje

B. Programarea lucrărilor de cercetare

La o lucrare de cercetare sunt prevăzute mai multe **obiective parțiale**, a căror succesiune determină, în final, realizarea **obiectivului propus la nivelul întregului proiect**

Fiecare obiectiv parțial necesită realizarea unui număr de **activități**

Atenție, adesea se confundă obiectivele cu activitățile: obiectivele reprezintă ținte (parțiale sau finale), activitățile – ceea ce trebuie făcut pentru obținerea țintelor.

Programarea lucrărilor de cercetare implică:

- stabilirea obiectivelor (parțiale) din cadrul proiectului,
- stabilirea activităților aferente fiecărui obiectiv,
- stabilirea cheltuielilor prevăzute pentru fiecare activitate (manoperă, echipamente, materiale și consumabile, software, mobilități, documentare),
- stabilirea intervalului de timp prevăzut pentru fiecare activitate,
- stabilirea nominală a personalului din echipă, care răspunde de realizarea fiecărei activități.

Adesea, toate aceste 5 categorii de informații se realizează sub forma unor diagrame de programare temporală, denumite **diagrame Gantt**.

C. Raportările periodice

Urmărirea realizării lucrărilor programate se face prin **raportări periodice efectuate la nivelul echipei de cercetare**. În practică, se realizează, cu o anumită periodicitate, dar și în funcție de necesitățile curente, reuniuni de lucru ale colectivului, în care se analizează evoluția realizării activităților și modul de atingere a obiectivelor prevăzute.

O raportare finală trebuie realizată la **Comisia de avizare internă**, înainte de predarea lucrării.

De regulă, **activitatea contractantă** (de ex. CNCS) impune 1-2 raportări la nivel central, în fața unei comisii de experți, de regulă – comisia care a evaluat proiectul de cercetare și a avizat finanțarea acestuia

Observație. Metodologia prezentată se poate adapta în funcție de amploarea proiectului. Putem avea următoarele situații diferite:

1. **Proiecte de amploare mai redusă**, de exemplu: proiecte doctorale sau proiecte post-doc. Acestea se desfășoară la nivel individual, însă cu un tutore (științific),
2. **Proiecte de amploare mai mare**, de exemplu – parteneriate formate din diferite unități de cercetare distincte. În acest caz există un director de proiect și un responsabil pentru fiecare instituție parteneră. Principiile de organizare sunt similare celor prezentate. În acest caz, există în mod obligatoriu raportări intermediare la nivelul Autorității pentru cercetare (autotitatea contractantă).
3. **Cele mai ample proiecte de cercetare sunt cele internaționale**, iar dintre acestea, cele mai importante sunt proiectele europene din cadrul **Programelor Cadru** 7,...

D. Metodologia propriu-zisă de cercetare

Problemele care se pun în acest caz se referă la:

- metodologia cercetării cu caracter fundamental-teoretic; încadrarea teoretică a problemelor; principii de obținere a rezultatelor prin dezvoltarea/adaptarea suportul teoretic al domeniului;
- metode de validare preliminară a rezultatelor (prin simulare numerică);
- metode experimentale bazate pe tehnici Hardware-In-the-Loop (HIL);
- validarea industrială a rezultatelor.

Aceste probleme vor face obiectul unor prelegeri distincte.

E. Evaluarea cercetării

Evaluarea cercetării se face pe baza criteriilor unor criterii, după cum urmează:

1. **În cazul granturilor**, criteriile se referă la angajamentele realizate prin contract:
 - privind **contribuția potențială** (în momentul semnării grantului) și – mai ales
 - **angajamentele de diseminare** (publicații în reviste ISI) care să valideze realizarea contribuțiilor propuse, eventual,
 - **brevete și realizarea de transfer tehnologic.**

Ce înseamnă **transferul tehnologic**? Transformarea rezultatelor cercetării de frontieră într-o activitate de **cercetare-dezvoltare**, care are ca obiectiv realizarea unui produs sau a unei tehnologii cu valoare de piață.

Obs. În țările avansate, pe lângă centrele cu performanțe ridicate de cercetare de frontieră, funcționează centre (institute) de transfer tehnologic (unități private), care preiau în mod gratuit rezultatele cercetării bugetare și dezvoltă activități de cercetare-dezvoltare, pentru fructificarea pe piață a unor rezultate;

2. **În cazul tezelor de doctorat**, criteriile sunt incluse în normativele Ministerului Educației și Cercetării
3. **În cazul lucrărilor de masterat,...**

Observație. Este important ca **autoevaluarea** să fie similară unei evaluări externe (să se aplice aceleași criterii), pentru a se asigura succesul unei cariere în cercetare.

MODUL DE REALIZARE A UNUI PROIECT DE CERCETARE

1. Date personale ale directorului de proiect:

1.1. Nume:	
1.2. Prenume:	
1.3. An nastere:	
1.4. Titlu didactic si/sau stiintific:	(selectati)
1.5. Doctor din anul:	
1.6 Conducator doctorat:	(selectati)
1.7 Numar doctoranzi:	

2. Locul de munca:

2.1. Cod CNCIS al Institutiei:	[A se vedea ANEXA 1]
2.2. Denumire institutie:	[completati denumirea institutiei]
2.3. Facultate/ departament:	
2.4. Functie:	
2.5. Adresa:	
2.6. Telefon:	
2.7. Fax:	
2.8. E-Mail:	

3. Titlul proiectului:

(Max 200

caractere)

--

4. Termeni cheie (max 5 termeni):

Introduceti un singur termen

1	
2	
3	
4	
5	

pe camp.

5. Incadrarea proiectului in comisiile de specialitate:

	COD COMISIE	COD SUBCOMISIE	COD DOMENIU
--	-------------	----------------	-------------

EXPERT 1 *	(selectati)		
EXPERT 2 *	(selectati)		
EXPERT 3	(selectati)		

[Pentru cod: Comisie / Subcomisie / Domeniu- **A se vedea ANEXA 2**]

*** Expertul 1 si Expertul 2 trebuie sa fie din comisia la care se incadreaza proiectul.**
 Expertul 3 poate sa fie din aceeasi comisie sau pentru proiectele interdisciplinare din alta comisie de specialitate.

Va rugam sa completati cele trei incadrari ale proiectului.

6. Durata proiectului (1–3 ani):

(selectati)

7. Rezumatul proiectului:

(Max. 2000 caractere)

8. Rezumatul proiectului (in limba engleza

(Max. 2000 caractere)

9. Prezentarea proiectului:

[Va rugam sa completati max. 10 pag. in ANEXA 3]

10. Prezentarea proiectului de cercetare (in limba engleza):

[Va rugam sa completati max. 10 pag. in ANEXA 4]

11. Resursa umana:

11.1. DIRECTORUL DE PROIECT	
ACTIVITATEA STIINTIFICA; GRANTURI OBTINUTE DE DIRECTORUL DE PROIECT DIN DIVERSE SURSE DE FINANTARE	[Va rugam sa completati ANEXA 5]
11.2. ECHIPA DE CERCETARE	
11.2.1. NUMARUL MEMBRILOR ECHIPEI [Exclusiv directorul de proiect]	
11.2.2. NUMARUL DOCTORANZILOR IMPLICATI IN PROIECT	
11.2.3. NUMARUL STUDENTILOR LA MASTER IMPLICATI IN PROIECT	
11.2.4. LISTA MEMBRILOR ECHIPEI DE CERCETARE:	[Va rugam sa completati ANEXA 6]
11.2.5. EXPERIENTA ANTERIOARA A MEMBRILOR ECHIPEI IN DOMENIUL TEMEI PROPUSE– contributii si finalizare	[Va rugam sa completati ANEXA 7]

12. Infrastructura de cercetare:

(Echipamente si facilitati pentru experimentare, proprii sau disponibile prin relatii de cooperare cu alte institutii. Adecvanta echipamentelor si facilitatilor pentru experimentare la obiectivele proiectului, precum si gradul de acoperire a necesitatilor proiectului cu echipamentele si facilitatile existente)

[Va rugam sa completati ANEXA 8]

13. Bugetul proiectului

13.1 Structura bugetului pe durata de desfasurare a proiectului:

NR. CRT	DENUMIRE CAPITOL BUGET	ANUL I VALOARE (RON)	ANUL II VALOARE (RON)	TOTAL VALOARE (RON)
1.	CHELTUIELI DE PERSONAL * [salarii, CAS, Șomaj, Contribuția pentru asigurările sociale de sănătate, colaborări, diurna-deplasari interne/externe]			
2.	CHELTUIELI INDIRECTE (regie)			
3.	CHELTUIELI DE INFORMARE DOCUMENTARE			
3.1	Cheltuieli materiale			
3.2	Mobilitati [vizite de studiu, participări la manifestări științifice interne și internaționale în concordanță cu tematica grantului, taxe de acces, cheltuieli de transport și cazare) – max. 15% din valoarea grantului]			
4.	MATERIALE, OBIECTE DE INVENTAR [materiale consumabile inclusiv reactivi, componente, costuri pentru acces la infrastructura de cercetare a terților]			
5.	COSTURI DE VALORIFICARE A REZULTATELOR CERCETARII [cheltuieli de editare – publicare, acțiuni în vederea realizării temei de cercetare sau valorificării rezultatelor]			
6.	CHELTUIELI DE CAPITAL [echipamente, software/upgrading în proporție de max. 50% din valoarea grantului]			
7.	TOTAL			

*Se calculeaza in functie de numarul de persoane care participa la executia proiectului si de salariul corespunzator functiei de cercetare

13.2 Cheltuieli de capital:

Detaliați cheltuielile de la capitolul "cheltuieli de capital" din structura bugetului

[Va rugam sa completati ANEXA 9]

14. Declaratia pe propria raspundere a directorului de proiect:

Tema propusa face obiectul finantarii bugetare in cadrul altui program national de cercetare in ultimii patru ani.

[In cazul in care raspunsul este DA, se va completa declaratia pe proprie raspundere potrivit precizarilor din ANEXA 10]

(selectati)

15. Directorul de proiect are activitatea profesionala de baza (Cartea de Munca)

in institutia care propune proiectul – conditie de eligibilitate:

(selectati)

**PRIN ACEASTA SE CERTIFICA LEGALITATEA SI CORECTITUDINEA
DATELOR CUPRINSE IN PREZENTA CERERE DE FINANTARE**

DATA:

RECTOR/DIRECTOR,

Nume, prenume:
Semnatura:
EC./CONTABIL SEF,
Stampila

DIRECTOR

Nume, prenume:
Semnatura:

SEF COMPARTIMENT

Nume, prenume:
Semnatura:

DIRECTOR DE PROIECT,
Nume, prenume:
Semnatura:

ANEXE

ANEXA 1
ANEXA 3

9. Prezentarea proiectului: (Max. 10 pagini)

9.1 Importanta stiintifica a temei propuse

9.1.1. Relevanta ariei tematice in care se incadreaza tema propusa, in raport cu dinamica cercetarii stiintifice la nivel international

9.1.2. Importanta stiintifica a temei propuse si caracterul de cercetare fundamentala (cercetare de frontieră)

9.2 Stadiul actual al cunoasterii in aria in care se incadreaza tema

9.2.1. Descrierea stadiul actual al cunoasterii in aria aferenta temei propuse, bazata pe referiri concrete la publicatii din ultimii 5 ani (reviste cotate ISI, alte reviste internationale de larga circulatie, volumele conferintelor internationale, reviste recunoscute CNCSIS etc) si cu specificarea bibliografiei de referinta.

9.3. Contributiile anterioare (ultimii 5 ani) ale echipei de cercetare in ariile tematice convergente temei propuse si pozitionarea acestor contributii fata de stadiul actual al cunoasterii prezentat la punctul 9.2

Se vor mentiona contributiile si elementele care atesta finalizarea cercetarilor anterioare, valorificari prin publicare, pe categorii de publicatii: reviste cotate ISI (A), alte reviste internationale de larga circulatie inclusiv cele indexate in baze de date (B), reviste recunoscute CNCSIS necotate ISI (C), carti (D), volumele conferintelor internationale organizate de forurile stiintifice internationale recunoscute in domeniu (E), alte conferinte internationale (F) sau nationale (G)

--

9.4. Contribuția potențială la tematica științifică vizată în proiect, reflectată prin gradul de originalitate/inovatie (raportat la cele mai recente realizari citate in fluxul principal de publicatii)

Prezentarea va contine:

1. relevarea, prin analiza critica a stadiului actual, a faptului ca tema propusa poate avea un aport semnificativ la dezvoltarea cunoasterii in domeniu;
2. specificarea contributiilor propuse, raportate la analiza critica anterioara si la elementele prezentate la punctul 9.3;
3. prezentarea tipului de elemente originale vizate, prin incadrarea acestora in una din urmatoarele categorii:
 - **elaborarea de noi abordari si teorii in aria aferenta temei;**
 - **dezvoltarea unor abordari/teorii/metode existente;**
 - **adaptarea unor abordari/teorii/metode existente, pentru a fi utilizate in noi aplicatii;**
 - **elaborarea de noi metode experimentale.**
4. evaluarea impactului contributiilor vizate

--

9.5 Fezabilitatea contributiilor potentiale propuse

Realismul solutiilor propuse, din punctele de vedere: conceptual, al costurilor si al duratei cercetarii (iar acolo unde este cazul, autoevaluarea gradului de risc al cercetării, cu menționarea de soluții alternative)

--

9.6. Modul de organizare a proiectului

9.6.1. Obiectivele si activitatile din cadrul proiectului:

Tabelul 9.6.1

An *	1. Obiective (Denumirea obiectivului)	Activitati asociate * *	Valoarea solicitata pe activitati (RON) ***
2010	1.1.	1.	
		2.	
	1.2.	1.	
		2.	
2011	1.1.	1.	
		2.	
	1.2.	1.	
		2.	

* Se completeaza pentru toti anii financiari pentru care s-a solicitat finantarea;

* * Activitatile corespunzatoare obiectivelor delimiteaza fazele/etapele atingerii obiectivului.

Fiecarui obiectiv ii corespund mai multe activitati de realizare; fiecarei activitati ii corespunde o valoare (nu se admit proiecte cu un singur obiectiv si o singura activitate).

* * * Suma valorilor solicitate pentru ansamblul activitatilor unui an trebuie sa corespunda valoric si ca structura bugetului anului respectiv.

9.6.2. Managementul proiectului; rolul membrilor echipei.

Prezentarea va fi structurata pe urmatoarele aspecte:

1. Implicarea membrilor echipei -

tabelul 9.6.2

Membrul din echipa *	0	1	2		n
Activitati					
Activitatea 1 din obiectivul 1.1 (Anul I)					
Activitatea 2 din obiectivul 1.1 (Anul I)					
.					
.					

* Este specificata pozitia din Lista membrilor echipei de cercetare (Anexa 6).

Directorul de proiect se considera la pozitia 0.

** Se marcheaza prin "da" participarea membrului echipei la activitatea respectiva.

9.7. Modul de valorificare a rezultatelor

Prezentarea va avea in vedere urmatoarele posibilitati de valorificare:

I. **Publicatii**, la care se vor detalia:

- articole vizate pentru publicare, cu nominalizarea revistei unde se intentioneaza publicarea: reviste cotate ISI (A), alte reviste internationale de larga circulatie (B), reviste recunoscute CNCIS necotate ISI (C);
- lucrari vizate pentru comunicare si publicare in volumele conferintelor de specialitate, cu nominalizarea conferintei vizate si a nivelului acesteia (conferinte internationale organizate de forurile stiintifice internationale recunoscute in domeniu, alte conferinte internationale din strainatate, conferinte internationale sau cu participare internationala organizate in tara, conferinte nationale);
- carti vizate (monografi/tratate/alte carti) publicate in edituri recunoscute national / international;

II. **Brevete**;

III. **Transfer tehnologic.**

--

9.8. Masura in care proiectul contribuie la dezvoltarea resursei umane

Prezentarea va contine:

- responsabilitati si contributii efective vizate de doctoranzi, masteranzi: capitole din teze de doctorat, referate de doctorat, lucrari de dizertatie, etc.;
- alte lucrari individuale vizate de tinerii cercetatori din echipa.

--

9.9. Masurile prevazute pentru respectarea normelor deontologice ale cercetarii

--

ANEXA 4

10. Prezentarea proiectului de cercetare in limba engleza: (Max. 10 pagini)

Se transcrie in limba engleza continutul *Anexei 3*, cu pastrarea integrala a structurii textului.

ANEXA 5

11.1. Activitatea stiintifica a directorului de proiect:

11.1.1. Domenii de competenta si rezultate semnificative.

Domeniile de competenta vor fi documentate atat prin rezultatele teoretice cat si prin rezultate practice.

--

11.1.2. Lucrari semnificative publicate (max.5 lucrari)

--

11.1.3. Alte modalitati de valorificare/diseminare a rezultatelor din domeniile de competenta declarate

--

[Publicatii, brevete, expozitii, organizare de conferinte in ultimii 5 ani]

11.1.4. Premii si distinctii academice obtinute

--

Granturi de cercetare obtinute de directorul de proiect din diverse

surse de finantare nationale si internationale (in ultimii 5 ani)

11.1.5. Date privind identificarea proiectului (anul, sursa de finantare, nivel de finantare, titlul, institutiile participante, numarul de participanti).

--

11.1.6. Situatia actuala a proiectului.

--

11.1.7. Rezultate obtinute.

Se va face referire atat la rezultatele teoretice cat si la rezultatele practice.

Se vor puncta si eventualele aspecte de cooperare intre institutii.

--

ANEXA 6

11.2. Echipa de cercetare

Idem

ANEXA 8

13. Infrastructura de cercetare

13.1 Echipamente si facilitati pentru experimentare, proprii sau disponibile prin relatii de cooperare cu alte institutii. Adecvanta echipamentelor si facilitatilor pentru experimentare la obiectivele proiectului, precum si gradul de acoperire a necesitatilor proiectului cu echipamentele si facilitatile existente

Se va face distinctie intre infrastructura de tehnica de calcul si restul infrastructurii de cercetare

--

ANEXA 9

13.2 Detalierea cheltuielilor de la capitolul "cheltuieli de capital" din structura bugetului

Nr. crt.	Denumire echipament	Caracteristici	Valoare estimata (RON)	Obiectivul (poz.din tabelul 9.6.1)

14. Declaratia pe propria raspundere a directorului de proiect ca tema propusa nu a mai fost finantata in diverse programe de cercetare

PENTRU TINERI DOCTORANZI

10. Prezentarea programului de cercetare:

(max. 10 pagini)

10.1. STADIUL ACTUAL AL CUNOASTERII IN DOMENIU PE PLAN NATIONAL SI INTERNATIONAL, RAPORTAT LA CELE MAI RECENTE REFERINTE DIN LITERATURA DE SPECIALITATE.

--

10.2. CONTRIBUTIILE POTENTIALE RAPORTATE LA CELE MAI RECENTE REALIZARI EXISTENTE IN FLUXUL PRINCIPAL DE PUBLICATII.

--

10.3. OBIECTIVELE SI ACTIVITATILE DE CERCETARE DIN CADRUL PROGRAMULUI:

An *	1. Obiective stiintifice (Denumirea obiectivului)	Activitati asociate * *	Valoarea solicitata pe activitati (mii lei) ***
2011	1.	1.	
		2.	
	2.	1.	
		2.	
2012			

* Se completeaza pentru toti anii financiari pentru care s-a solicitat finantarea;

* * Activitatile de cercetare, corespunzatoare obiectivelor stiintifice, delimiteaza fazele/etapele atingerii obiectivului.

Fiecarui obiectiv ii corespund mai multe activitati de realizare; fiecarei activitati ii corespunde o valoare (nu se admit

proiecte cu un singur obiectiv si o singura activitate).

Activitatile manageriale si administrative delimiteaza fazele/etapele atingerii obiectivului. Fiecarui obiectiv ii corespunde o valoare;

* * * Suma valorilor solicitate pentru ansamblul activitatilor unui an trebuie sa corespunda valoric si ca structura bugetului anului respectiv.

10.4. MODUL DE VALORIFICARE/DISEMINARE A REZULTATELOR CERCETARII (PUBLICAREA DE ARTICOLE, PARTICIPAREA LA CONFERINTE, FINALIZAREA LUCRARI DE DOCTORAT)

--

ANEXA 7

12. Activitatea stiintifica a titularului de program:

12.1. PREMII OBTINUTE LA MANIFESTARI STIINTIFICE

--

12.2. PARTICIPAREA CU LUCRARI LA SESIUNI DE COMUNICARI STIINTIFICE/ARTISTICE.

--

12.3. PUBLICATII.

[se va atasa copie a articolului considerat cel mai semnificativ - tiparit si in forma electronica (scanat)]
--

12.4. PARTICIPAREA IN PROGRAME DE CERCETARE-DEZVOLTARE NATIONALE SI INTERNATIONALE

(nume proiect/program/institutia care a finantat/legaturile cu programul prezent)

--

12.5. BURSE OBTINUTE.

- FINANTATORUL;
- PERIOADA SI LOCUL;
- PRINCIPALELE REZULTATE SI VALORIFICAREA LOR;
- VALOAREA FINANTARII (MII LEI, USD sau EURO, DUPA CAZ).

--

Metodologia cercetării cu caracter fundamental-teoretic

Presupunem că:

1. **obiectul cercetării** este precis formulat: se referă fie la un proces fizic, fie la un sistem tehnic, pentru care **scopul urmărit** este bine conturat;
2. **cercetarea cu caracter fenomenologic** este finalizată și se cunosc toate detaliile constructive și fenomenologice implicate.

Scopul urmărit în cercetarea fundamental-teoretică este **obținerea unui model matematic** al obiectului/procesului investigat, care să permită:

- a. **analiza previzională a comportării dinamice** a obiectului/procesului investigat,
- b. **proiectarea obiectului/procesului investigat**, astfel încât acesta să aibă proprietăți impuse.

Observație Presupunem că obiectul/procesul investigat este sub formă de concept (proiect), urmând a se realiza ulterior într-o formă fizică.

Sub aspect metodologic, **competența specifică** în problema modelării analitice a sistemelor fizice, implică două **elementele/piese de cunoaștere**, care susțin această competență specifică se clasifică în două clase:

- a. **elemente/piese de cunoaștere** (cunoștiințe) **din domeniul procesului studiat**. Ele formează “cărămizile” cu care se poate construi modelul. Acestea sunt comune tuturor abordărilor din modelare;
- b. **cunoștiințe metodologice** pentru construcția sistemelor dinamice. Acestea se referă la “tehnologia de asamblare” a elementelor/pieselor de cunoaștere, pentru obținerea unui sistem dinamic cauzal, având în plus:
 - proprietăți structurale de tip controlabilitate și observabilitate ;
 - structura și ordinul adecvate obiectivului de proiectare.

Actualmente, modelarea matematică a proceselor are la bază următoarele abordări și instrumente:

- metodologia bazată pe ecuațiile de bilanț;
- metodologia “bond-graph”, care permite abordarea sistematică și unitară a proceselor heterogene (sub aspectul suportului fizic al acestora);
- abordări “obiectuale” în structurarea modelelor și în dezvoltarea acestora; limbaje dedicate de tip UML, MODELICA etc;
- formalizarea procedurii de modelare prin tehnici de metamodelare.

Cu toate dezvoltările menționate, modelele care se obțin într-o aplicație cu un nivel de complexitate mediu/ridicat, pe baza abordărilor și instrumentelor menționate, nu asigură în mod sistematic cerințe precum:

1- compatibilitatea cu mediile de simulare uzuale, care reclamă respectarea cerințelor de cauzalitate la nivelul fiecărui subsistem, pentru evitarea “buclelor algebrice”. Faptul că aceste medii de simulare (precum Simulink) semnalează prezența incoerențelor de tip cauzal, dar realizează efectiv simularea prin “artificii” numerice, **reprezintă un factor de risc**, nicidecum o rezolvare corectă a problemelor de modelare-simulare;

2- îndeplinirea proprietăților structurale de tip controlabilitate/observabilitate, **în acord cu natura reală a proceselor modelate**. Nerespectarea acestor proprietăți înseamnă, de fapt, erori de modelare, pentru că procesele fizice sunt proiectate astfel încât ele să fie efectiv controlabile;

3- adecvarea modelului la domeniul spectral al mărimilor de intrare. Procedura uzuală este de a dezvolta un model de stare cu o dimensiune “acoperitoare”, admitându-se toate acumulările de la nivelul subsistemelor componente, după care se procedează la reducerea ordinului modelului prin „metoda perturbațiilor singulare”.

In cele ce urmează se prezintă metodologia generală privitoare la modelarea proceselor fizice tratate ca sisteme dinamice, utilizând ecuațiile de bilanț

Principalele etape ale metodologiei de modelare matematica a sistemelor fizice

Etapa 1 – Determinarea “conturului” sistemului fizic modelat.

Fie S_{F1} sistemul fizic care este *obiectul de interes initial*, asa cum se prezinta in figura 1.

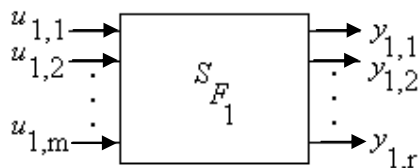


Fig.1 – Definirea intrarilor si iesirilor sistemului fizic

Trebuie examinate legăturile sistemului S_{F1} cu alte subsisteme. Se consideră iesirea $y_{1,i}$ ca marime de intrare pentru sistemul fizic S_{F2} si iesirea $y_{1,k}$ a sistemului fizic considerat ca fiind intrare pentru S_{F1} , asa cum se prezinta in figura 2.

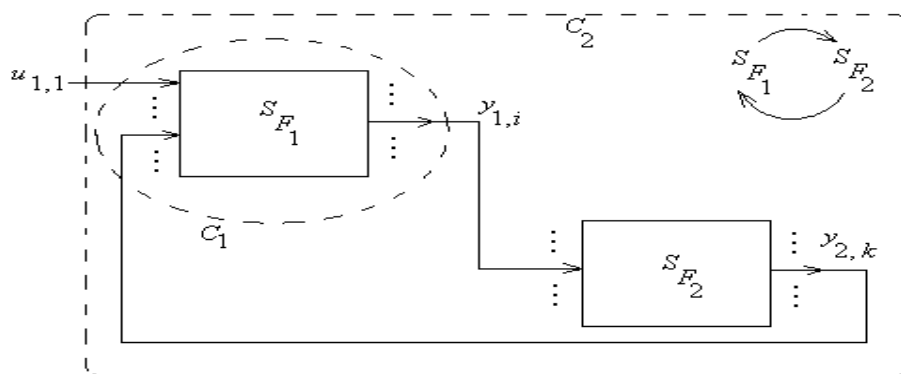


Fig. 2 – Evidentierea interactiunilor dintre sub-sisteme

Cele două subsisteme sunt într-o relație de interacțiune: conturul initial C_1 al sistemului modelat se extinde la conturul C_2 . *Procedura continuă în raport cu $S_{F1} \rightarrow S_{F2}$ și se termină când legăturile sistemului fizic cu mediul său devin de tip acțiune, fără interacțiune.* Este posibil sa se obtine interactiuni foarte complexe, de tipul celor din Fig. 3.

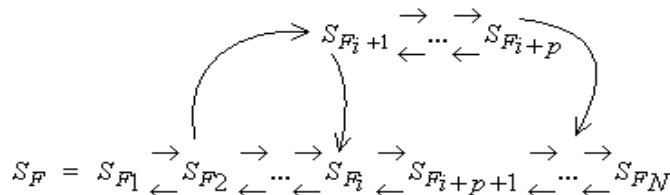


Fig. 3 Schema de interacțiuni complexe

Fie S_F sistemul obtinut. **El va reprezenta obiectul modelarii matematice.**

Observație. Firește, **gradul de detaliere** al modelelor, mare pentru subsistemul S_{F1} , scade pe măsura creșterii „distanței” față de obiectul interesului inițial.

Se vor ilustra cele prezentate prin 2 exemple care, în ciuda faptului că aparent sunt extrem de simple, ele pot provoca situații generatoare de erori importante în modelare (acestea vor fi prezentate în cele ce urmează).

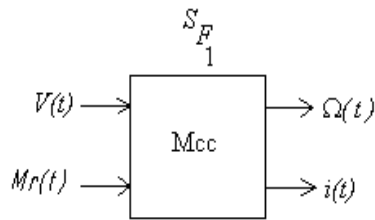


Fig.4 Sistemul initial

Exemplul 1: Obiectul interesului inițial este un motor de curent continuu, reprezentat ca în figura 4. Motorul se consideră alimentat de un convertizor static de rețea. Mărimile de intrare sunt: tensiunea pe indus $V(t)$ și cuplul rezistent $M_r(t)$. Mărimile de ieșire: viteza $\Omega(t)$ și curentul $i(t)$. Având în vedere că motorul funcționează pe o sarcină mecanică (generată de mașina de lucru), sistemul fizic de modelat, S_F , are structura dată în figura 5, unde: u_c este tensiunea de comanda la intrarea convertorului, U_r – tensiunea de rețea (interesează, de fapt, eventualele variații ale tensiunii de rețea), v_p este variabila care determină regimul de sarcină al utilajului antrenat (definește “intensitatea” procesului tehnologic).

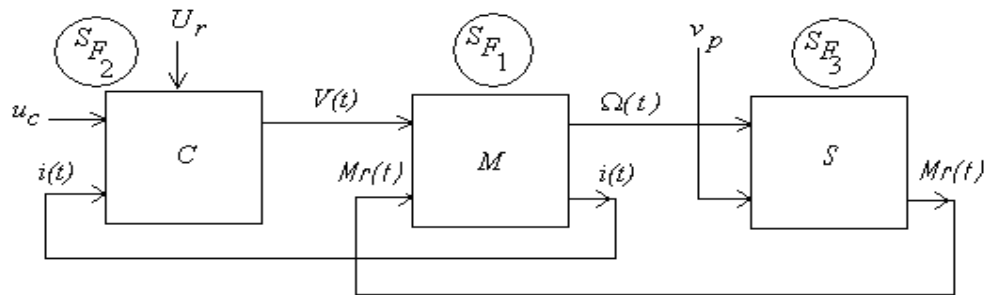


Fig. 5 - Evidențierea interacțiunilor

Interacțiunile sunt de tipul

$$S_F = S_{F3} \begin{matrix} \rightarrow \\ \leftarrow \end{matrix} S_{F1} \begin{matrix} \rightarrow \\ \leftarrow \end{matrix} S_{F2}$$

iar sistemul final (de modelat) S_F se poate reprezenta printr-o schemă bloc simplă, ca în figura 6.

Observații. 1. În automată, se includ în S_F toate elementele buclelor de reglare, cu excepția reguletoarelor, astfel încât S_F are structura din figura 7, unde Tr_Ω și Tr_i sunt traductoarele de viteză și, respectiv, de curent.

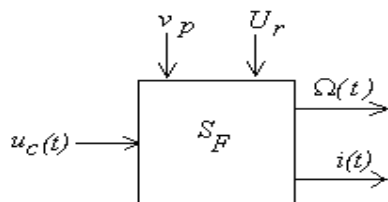


Fig. 6 Sistemul final

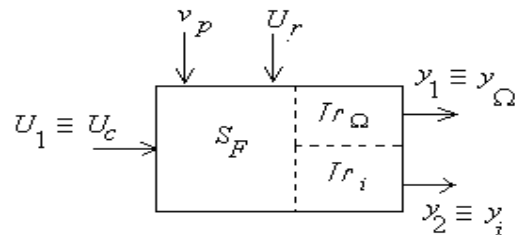


Fig. 7 – Sistemul definit ca proces condus

2. Obiectul interesului inițial este motorul M, iar subsistemele adiacente sunt convertorul C și sarcina mecanică S.

- Modelul dinamic al motorului de cc este bine cunoscut și se caracterizează de constantele de timp electrică și electromecanică, având mărimile de ordinul zecilor de ms (pot exista și motoare cu dinamică ultrarapidă, cu constante de timp de ordinul ms).
- Convertorul static poate fi modelat ca sistem dinamic, considerând și schemele echivalente ale ventilelor electronice. În acest caz, regimurile dinamice se situează la scara de timp de ordinul: zecimi de microsecunde – microsecunde. Ele detaliază funcționarea intimă a convertorului (de ex., apariția regimului de curent întrerupt, care modifică esențial proprietățile întregului sistem).
- Sarcina mecanică este dată de mașina de lucru. Modelarea ei presupune cunoașterea tehnologiei și utilajului implicate. De exemplu, dacă este vorba de motorul de cc de antrenare a unui laminor, trebuie analizat modelul cajei de laminare, pentru a se stabili legătura dinamică dintre viteza unghiulară $\Omega(t)$ (mărimea de intrare în subsistemul S) și cuplul rezistent $M_r(t)$ (mărimea de ieșire din subsistemul S).

Modul cum se aleg variantele de modelare a subsistemelor componente (gradul de detaliere a modelelor) va fi analizat în etapele următoare ale metodologiei de modelare.