



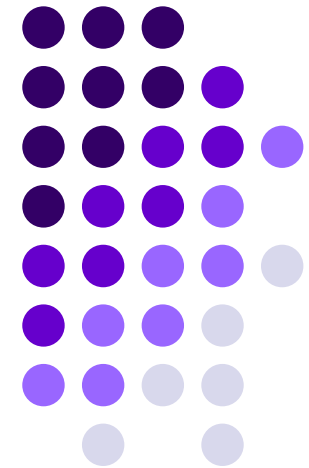
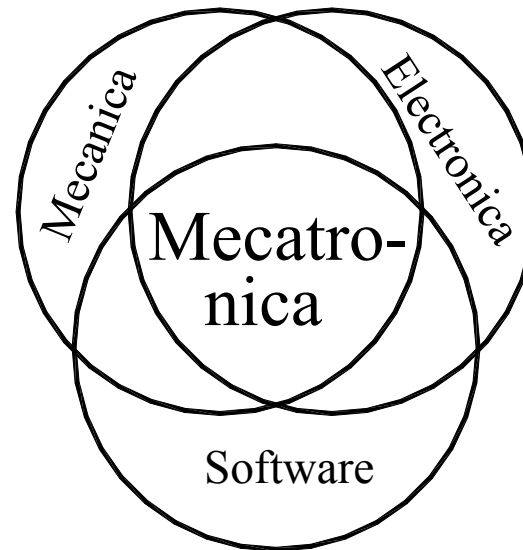
Departamentul
de
MECATRONICĂ

Facultatea
de
MECANICĂ

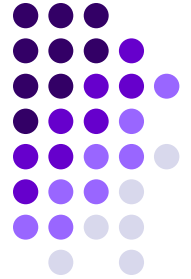


UNIVERSITATEA POLITEHNICA
TIMIȘOARA

PROIECTAREA SISTEMELOR MECATRONICE



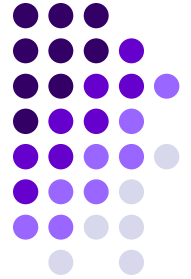
Prof. dr. ing. Valer DOLGA,



Cuprins

- Proiectarea mecatronica – cauzalitate si necesitate
- Metodologia domeniilor
- Topicul sistemelor mecatronice
- Modele, metode si principii
- Interfata. Interfata operator - masina

Proiectarea mecatronica – cauzalitate si necesitate



Activitatea proiectantului poate fi structurată pe trei nivele:

- Proiectantul trebuie să aibă capabilități de a rezolva probleme în general: specificații, idei creatoare, evaluări;
- Proiectantul poate fi solicitat pentru sinteză de sisteme tehnice: funcții tehnologice, principii de lucru, forme de componente;
- Proiectantul execută o activitate complexă pentru dezvoltarea unui produs în companie – relații dintre proiectanți, producție și marketing.

Proiectarea în mecatronică este definită ca ***o metodă specială, ca o nouă filozofie în proiectare. Este necesară această nouă filozofie ? De ce ?***

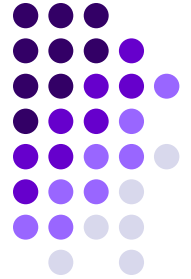
Cateva argumente:

- metodele prezentate sunt greu aplicabile pentru sistemele mecatronice;

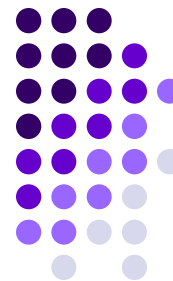
Argumente pentru proiectarea mecatronica

- este dificil de a diviza activitatea de proiectare într-o parte mecanică, electronică și software, a stabili o interfață între cele trei domenii și a realiza un sistem optim în termen;
- termenul “control” al sistemelor mecanice este prezent sub diverse forme. Teoria controlului sistemelor este dependentă de tehnologie iar tehnologia este multidisciplinară.

Prin ce diferă proiectarea din cele trei sfere de definire ale sale ?



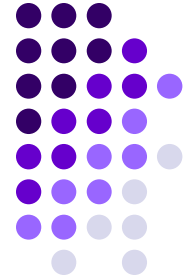
Diferențe în proiectare pentru domeniul mecanic, electric, informatic



	DOMENIUL MECANIC	DOMENIUL ELECTRONIC	DOMENIUL SOFTWARE
Funcții	<ul style="list-style-type: none"> - transformare de material, energie, informație - există un scop care definește un efect 	transformări de informație atașate energiei (semnale electrice)	transformări de informație; funcții logice
Proiectare conceptuală	<ul style="list-style-type: none"> -funcții principale -structură organică: probleme noi, se pot găsi soluții noi 	<ul style="list-style-type: none"> - structură modulară - proiect de circuit: sunt disponibile soluții de circuit standard, sunt disponibile componente standard 	structuri de program, algoritmi: există un set de operații de bază, reciclarea algoritmilor neobișnuiți
Conceptul de rezolvare	proiectarea fizică și a formei elementelor: sunt posibile tehnologii diverse de producție, toate elementele trebuie specificate prin referiri la formă, dimensiuni, material.	Proiectare de asamblare electronică: număr limitat de tehnologii de circuit: PCB, IC etc., în majoritatea cazurilor există subfurnizori de componente	programe codificate, asamblare de module: nu există o fază de producție veritabilă;

Diferențe

Proiectare de model	<ul style="list-style-type: none"> - realizarea unor elemente necesită modele - modelele sunt ușor de înțeles pentru nespecialiști (schițe, machete) 	<ul style="list-style-type: none"> - grafică standard pentru simbol - acces ușor pentru modelarea funcționării prin componente - simulare fiabilă prin software 	<ul style="list-style-type: none"> - până la faza de codificare există numai modele grafice (diagrame); - acces ușor pentru modelarea funcțională (posibil pe orice sistem de calcul disponibil) - dificultăți de a fi explicată și înțeleasă de nespecialiști
Metode de proiectare	<ul style="list-style-type: none"> - există metode disponibile - metodele nu sunt pur generale, existând și zone de neacceptare în industrie 	<ul style="list-style-type: none"> - există puține metode de proiectare a circuitelor “noi” - puține metode de proiectare de tip packging 	<ul style="list-style-type: none"> - metode disponibile - interes crescând pentru industrie
CAD	<ul style="list-style-type: none"> - sunt disponibile modele 2D,3D - proiectare parametrică, proiectarea prin caracteristici 	<ul style="list-style-type: none"> - sinteză asistată pentru circuite, proiectare logică - PCB, IC layout și simulare - simulare prototip 	<ul style="list-style-type: none"> - “unelte “ matematice - programare de nivel înalt - este disponibilă documentare grafică



Metode standard

Metode standard pentru cele trei domenii clasice participante la integrarea mecatronică:

	Domeniul mecanic (VDI 2221)	Domeniul electronic	Domeniul software
1	Specificarea problemei	Caiet de sarcini, specificații	Definirea problemei
2	Definirea funcțiilor și a structurilor	Descrierea sistemului	Analizarea problemei
3	Găsirea soluțiilor și principiilor	Descriere algoritmică	Analiza cerințelor
4	Structurarea modulelor fezabile	Descriere regiștrii – interfețe	Descriere
5	Modelarea modulelor importante	Descriere logică	Proiectare
6	Modelarea întregului produsului	Descriere tranzistoare	Implementare și testare componente
7	Întocmirea planului de execuție și a instrucțiunilor de utilizare	Layout	Integrare și testul - α
8		Fabricație	Testul β
9			Utilizare

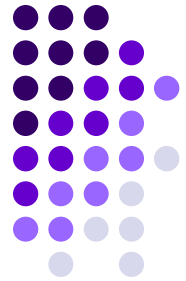
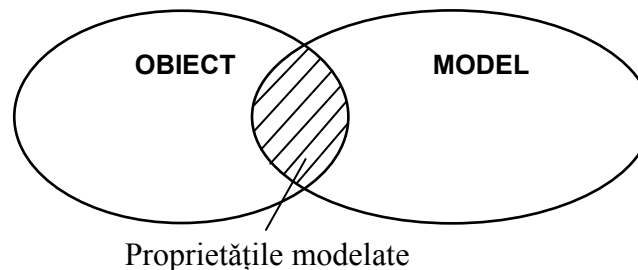
Aspecte teoretice / 1

Literatura de specialitate distinge patru termeni definitorii pentru metodologia de proiectare:

- **Metodă de proiectare** constă într-un set de instrucțiuni în scopul asigurării performanței și a uneia sau mai multe etape din procesul de proiectare. Metodele de proiectare sunt caracterizate prin (Andreasen 1980):

- *domeniu de valabilitate* (de ex. general sau tehnologic etc.);
- *nivel de lucru (operare)*: de ex. “dimensiunea” etapei de proiectare acoperă întregul proces de proiectare sau este doar o etapă elementară;
- *“aria” de proveniență* (de ex. raționament uman, teoria mașinilor, doctrina companiei).

- **Modelul de proiectare** reproduce un subset dintre proprietățile obiectului temă



Aspecte teoretice / 2

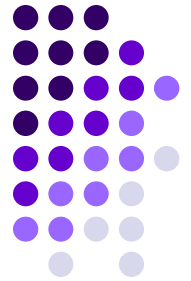
- **Principiul de proiectare** se definește ca o formulă, lege, regulă pentru activitatea de proiectare care asigură frecvent soluții acceptabile. De ex.: DFA, DFM, Design for six sigma, etc.
- **Procedură de proiectare** se definește ca o secvență recomandată pentru activitatea de proiectare în una sau mai multe faze de lucru.

OBSERVATIE

Teoria sistemelor și ingineria sistemelor - esențiale pentru înțelegerea și generalizarea conceptului de mecatronică;

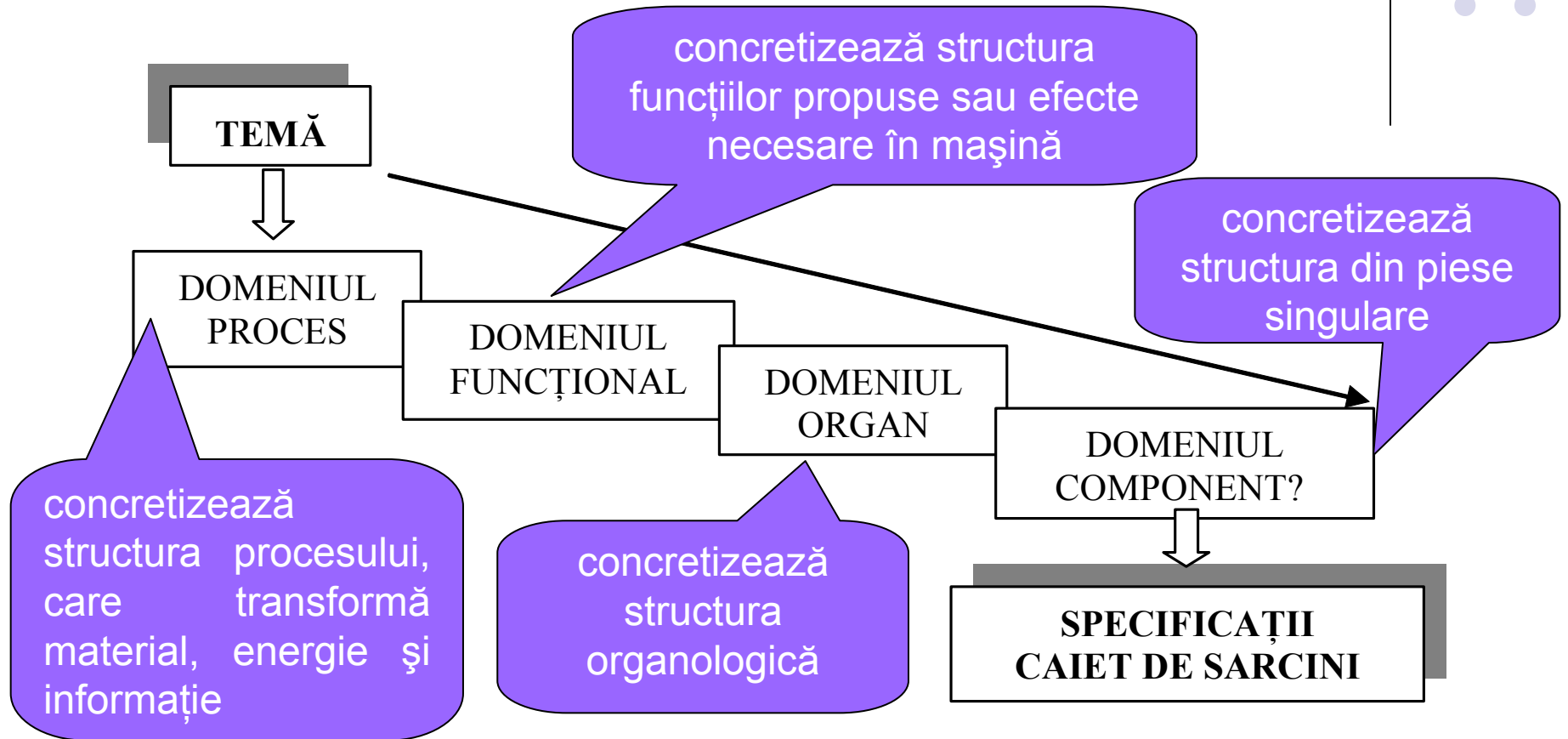
Teoria sistemelor asigură conceptul și setul de reguli pentru modelarea sistemelor fizice și descompunerea în subsisteme pe nivele ierarhice;

Ingineria sistemelor separă procesul de proiectare în faze care dispun de metode de predicție a costurilor de proiectare, pentru modelare, pentru evaluarea soluțiilor etc.



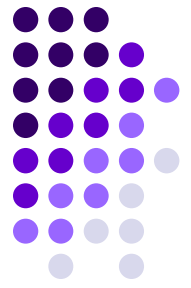
Metodologia domeniilor

Andreasen (1980) a formulat principiile științifice pentru proiectarea mașinilor dezvoltând *metologia (teoria) domeniilor*



Domeniul proces

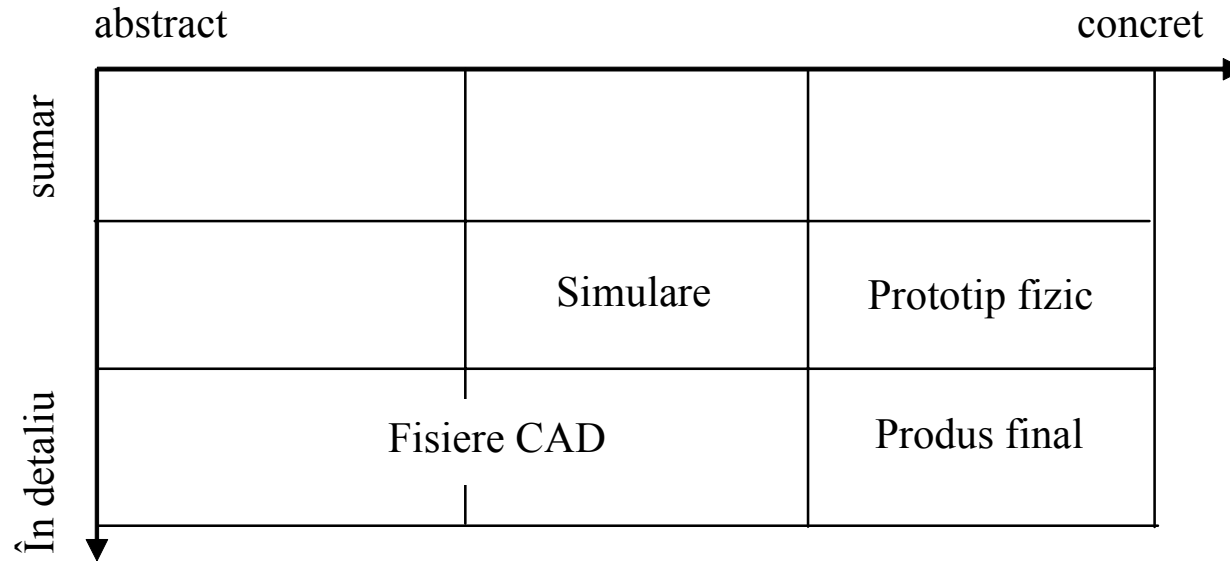
	abstract		concret
sumar	Descrierea funcției		
În detaliu	Diagrama bloc	Model matematic	
	Schema		Experiment



Domeniul functional

	abstract		concret
sumar			
În detaliu		Diagrama grafica (icon)	
		Schema circuitului	

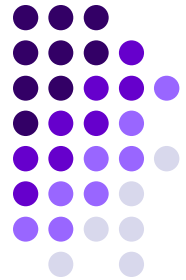
Domeniul componenta



OBS.:

Metologia domeniilor se constituie într-un punct de plecare logic pentru proiectarea mecatronica.

Topicul sistemelor mecatronice. Funcții



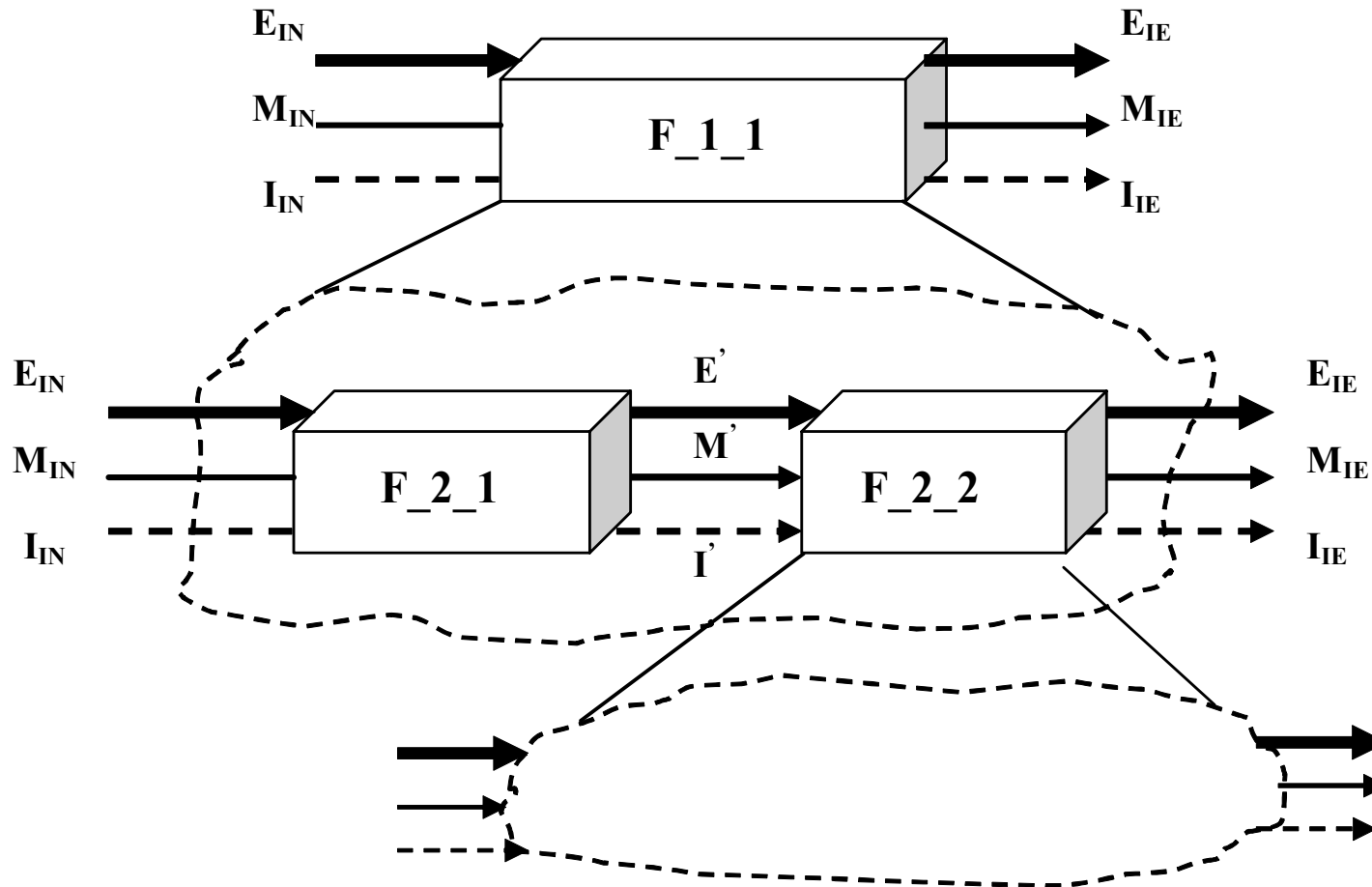
Topicul naturii sistemelor mecatronice:

- **Un nivel funcțional:** sistemele tehnologice independente de transformare și funcții scop;
- **Un nivel organic:** sistemele de principii tehnice alese să îndeplinească funcțiile cerute.

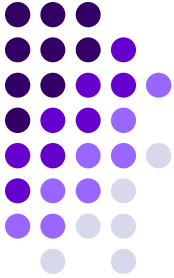
Pe lângă **funcția primară (principală)** trebuie să mai existe un set de funcții auxiliare care o să susțină:

- **funcția de comunicare** pentru controlul schimbului de informații între sistemul mecatronic și utilizator sau alte sisteme;
- **funcția de protecție** pentru protejarea funcției principale împotriva unor intrări parazite și pentru protejarea mediului împotriva unor ieșiri nedorite;
- **funcția de control** pentru controlarea funcției principale și pentru ajustarea interfeței dintre funcția principală și funcția de comunicare;
- **funcția putere** care presupune asigurarea energiei necesare pentru îndeplinirea funcției principale;
- **funcția structurală** care definește modul de fixare a componentelor în sistem într-o relație spațială.

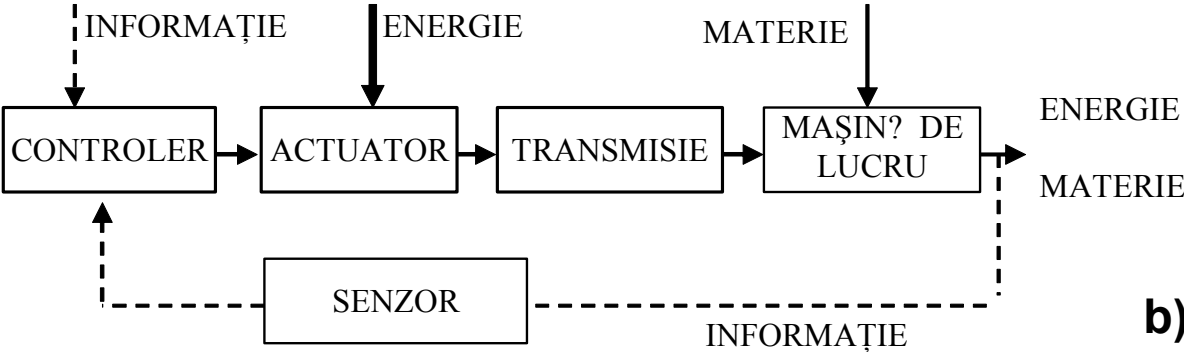
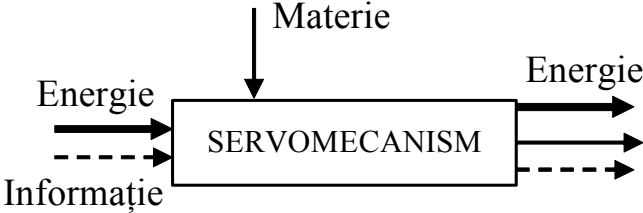
Descompunere pe baza funcției sistemului



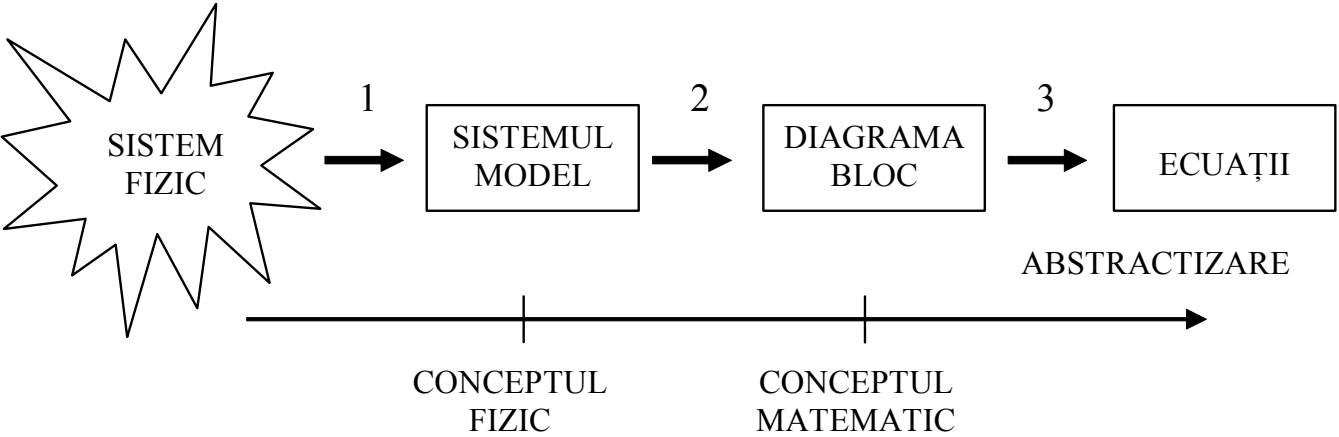
De la abstract la concret



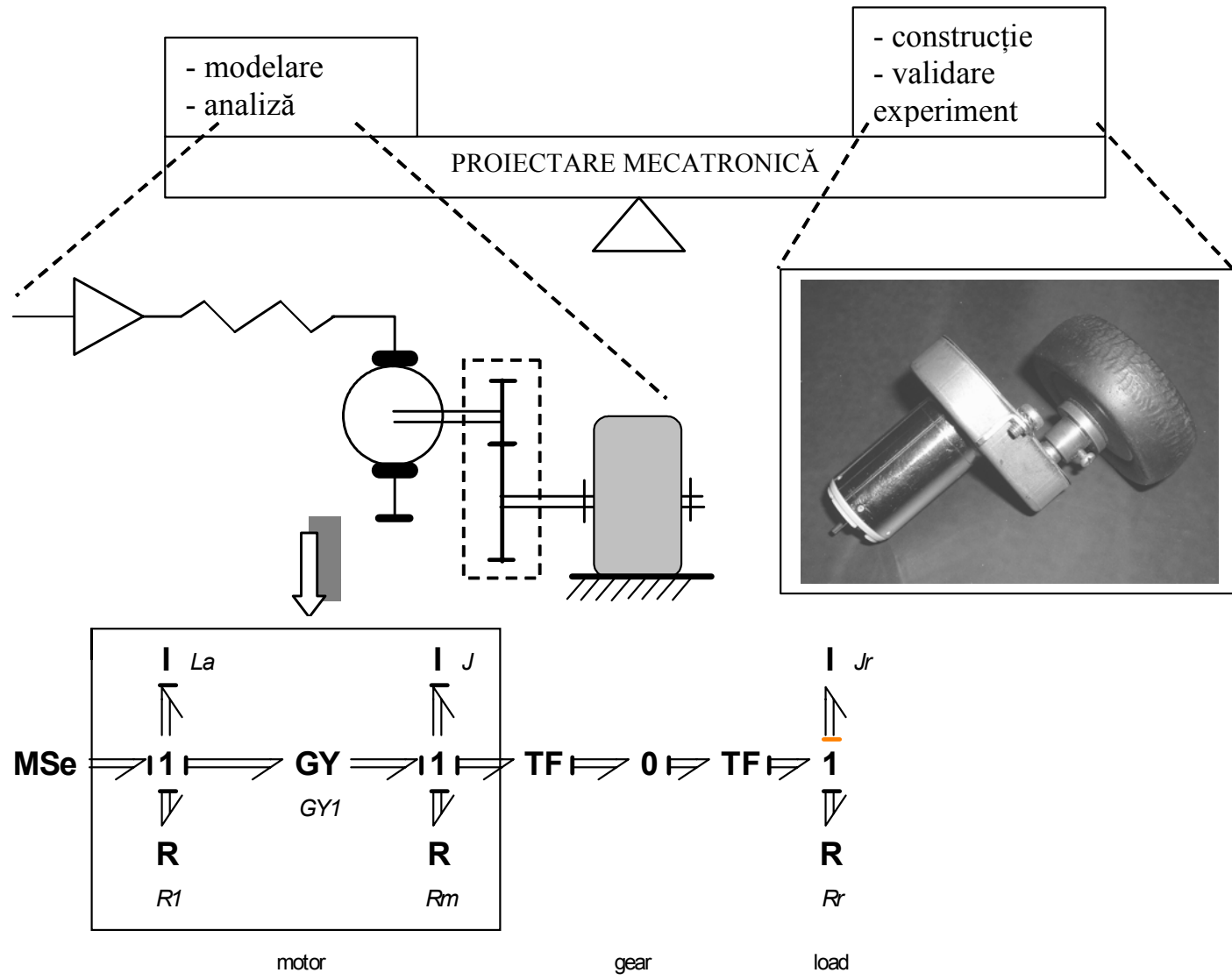
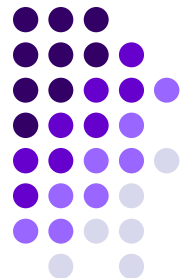
a) abstract



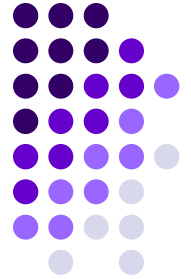
b) concret



Concret, abstract, proiectare

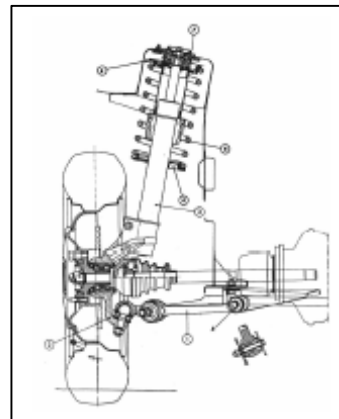
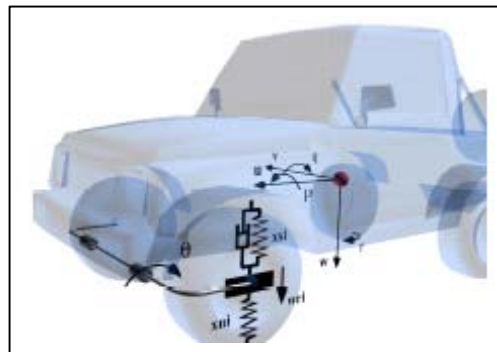


Structura sistemelor mecatronice

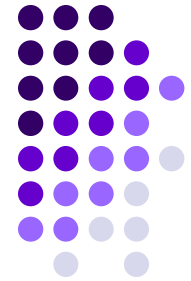
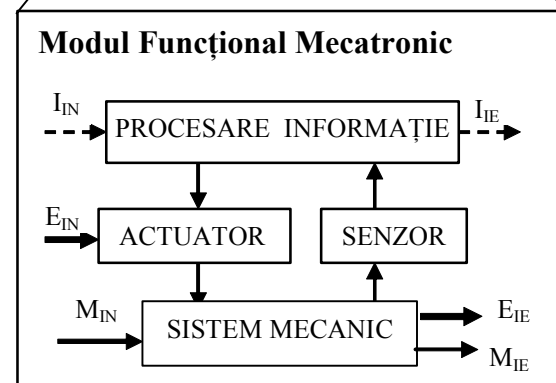
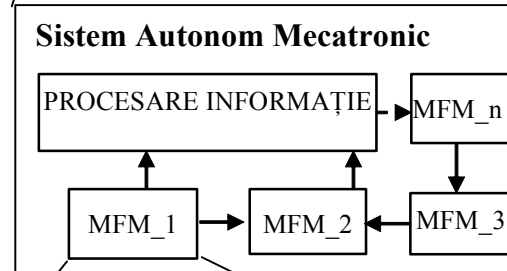
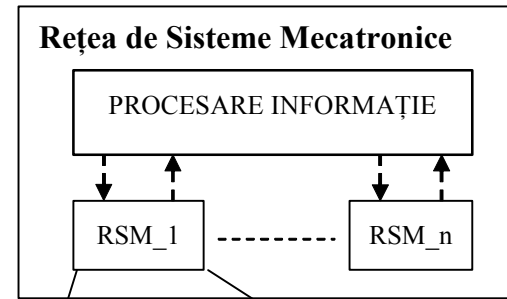


Structura sistemelor mecatronice:

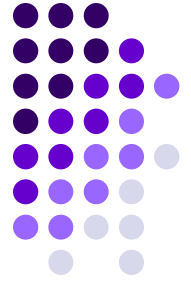
- *modul funcțional mecatronic* (MFM) (mechatronic function modules); de ex. suspensia inteligenta etc.
- *sistem mecatronic autonom* (SMA) (Autonomous Mechatronic systems); Sistemul autonom mecatronic considerat este compus dintr-o serie de module mecatronice:ABS, TCS (Traction Control Systems), VDC (Vehicle Dynamics Control) etc.
- *rețea de sisteme mecatronice* (RSM) (Networked Mechatronic Systems)



Exemplu de structura mecatronica



Modele, metode si principii



Stabilirea structurii sistemului mecatronic se bazează pe două principii dezvoltate din teoria mașinilor:

- *Cauzalitatea verticală (cauză – efect)*;
- *Principiul funcțiilor secundare* - în jurul funcției principale se găsesc un set de funcții secundare.

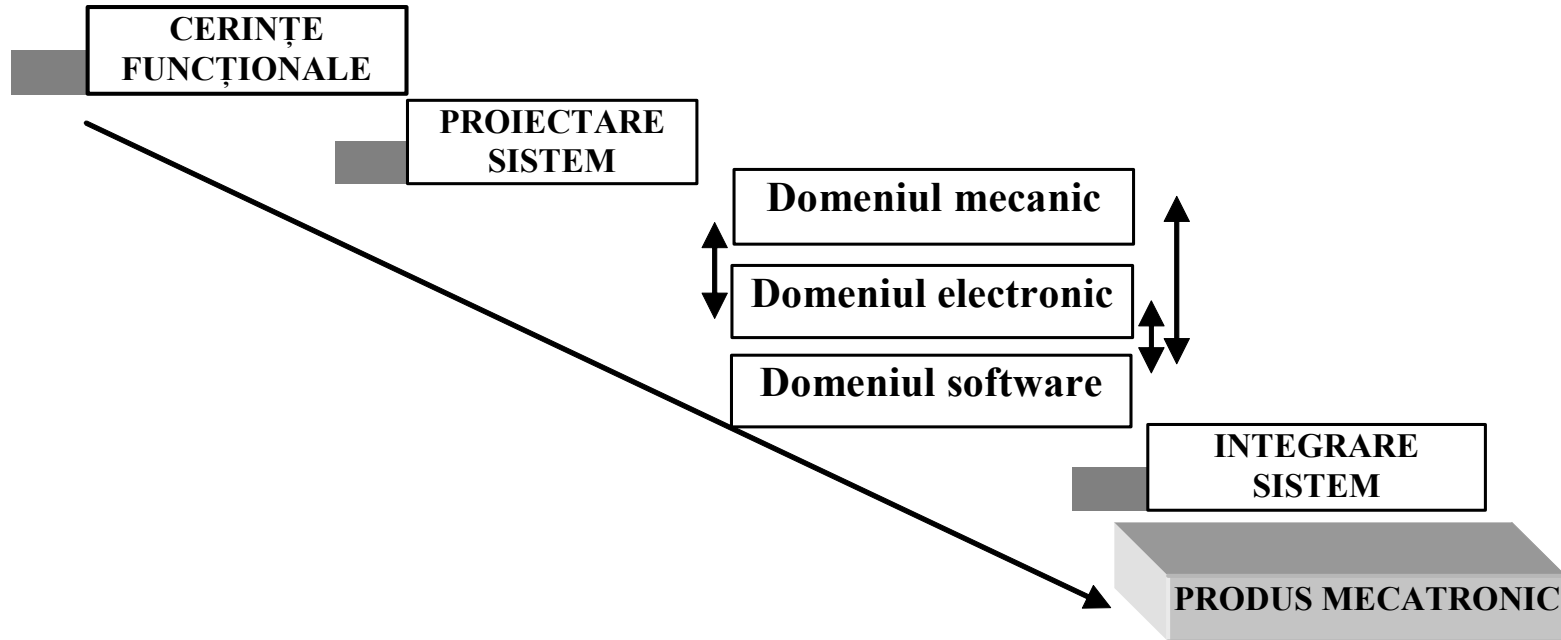
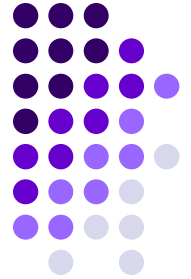
Generarea structurii - proces cu stări de tranziție cu diverse stări logice dependente, posibile a fi descriese prin:

- Diagrama stărilor de tranziție, rețele Petri, matricea de decizie;
- Proceduri secvențiale: organigrama, structogramă;
- Modelare ierarhică: diagrama Jackson;
- Condiționare în timp: diagrame de timp.

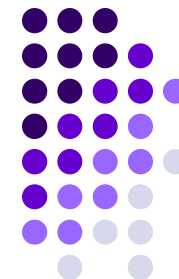
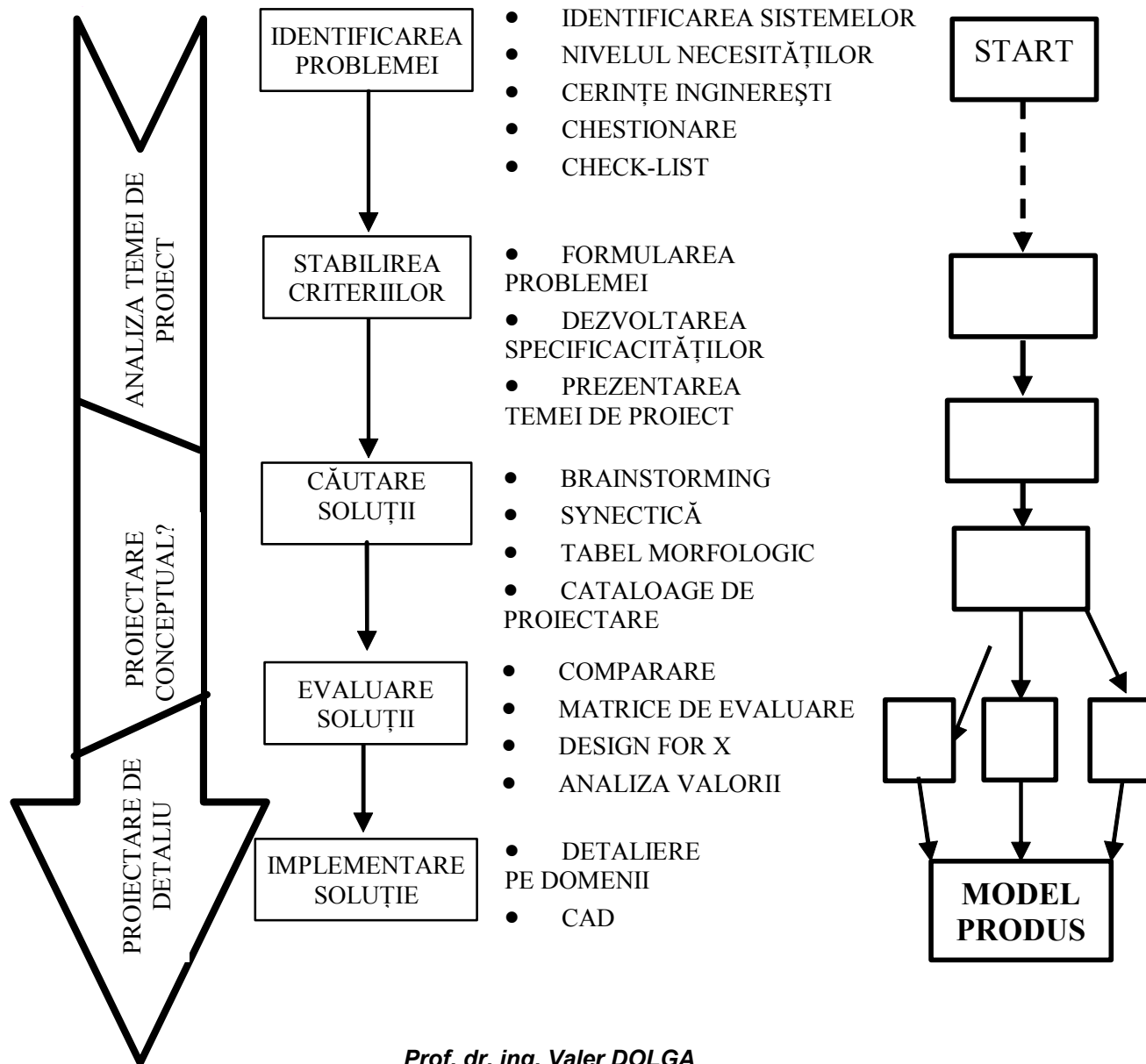
VDI 2206 – standard pentru proiectarea mecatronica

Modelul în V - abordare a școlii germane

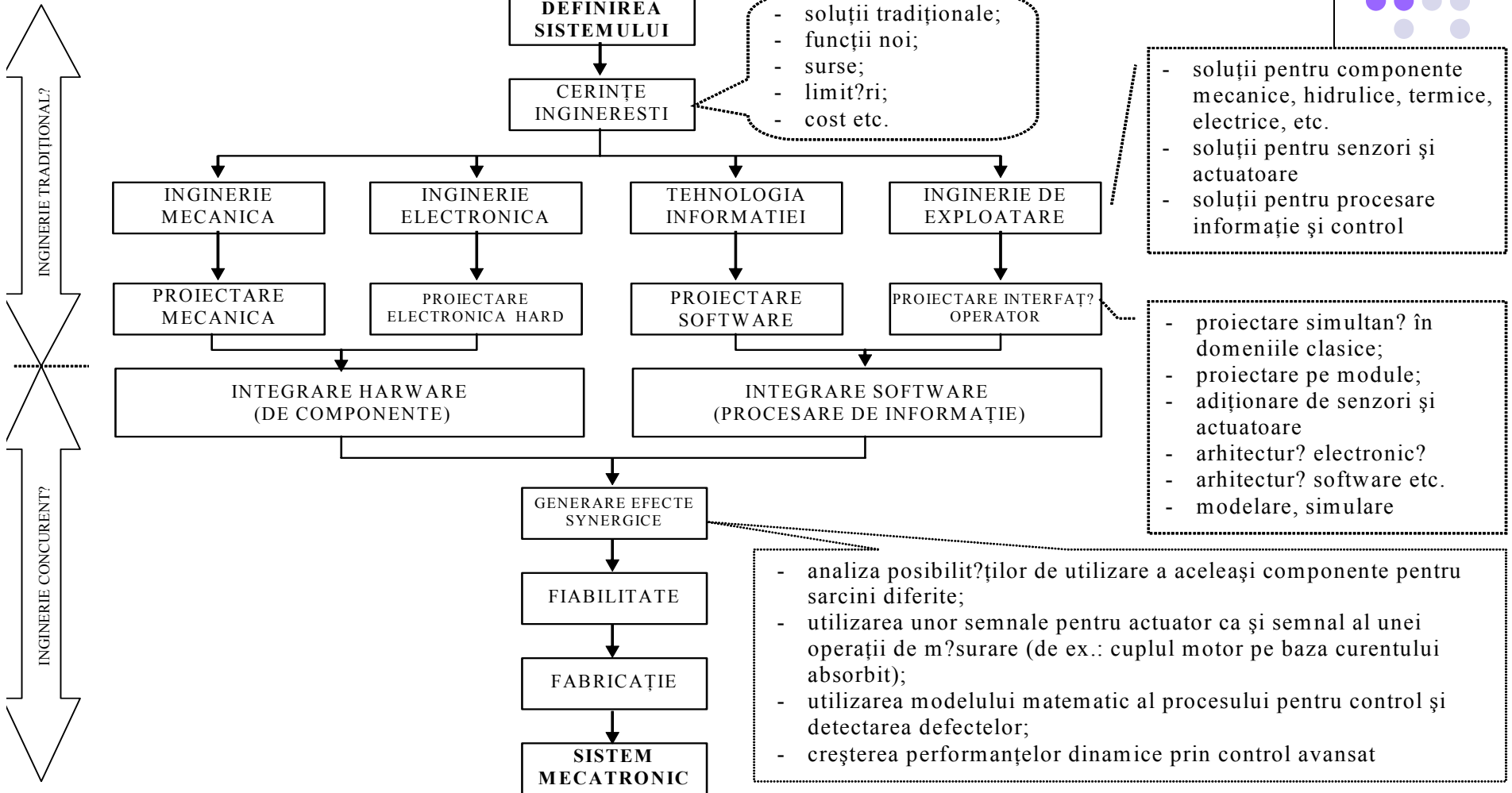
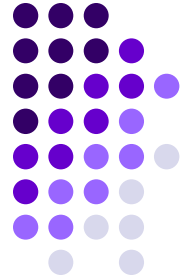
Proiectarea la nivel macro



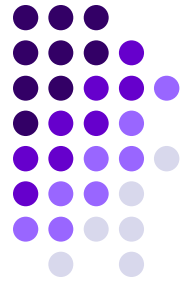
Modul de lucru



Procedura de proiectare



Utilizarea tabelii morfologice



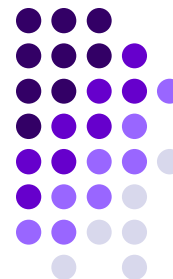
Tabelă morfologică pentru examinarea sistematică a problemei de încălzire într-un spațiu de locuit. Analiza temei a condus la următoarele funcții definitorii:

- *modul de încălzire a aerului*: rapid, în siguranță, cu reglaj funcție de locatar;
- *modul de distribuire a aerului*: uniform în tot spațiul (vertical și orizontal);
- *umidificarea aerului*: funcție de dorința locatarului.

FUNCTII	SUBSOLUȚII			
	1	2	3	4
A: MODUL DE ÎNCĂLZIRE A AERULUI	Aer încălzit de la o sursă centrală	Sursă locală prin convecție	Radiator local	Secundar prin radiație
B: MODUL DE DISTRIBUIRE A AERULUI	Natural	Forțat	Convecție naturală	Convecție forțată
C: UMIDIFICAREA AERULUI	Fără	Evaporator		

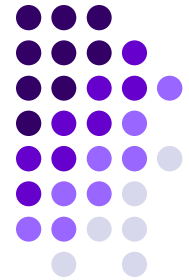
Utilizarea tabelii morfologice

Problema analizată: închiderea / deschiderea circuitului de aer condiționat a unei structuri de spații de locuit



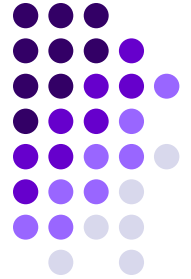
	VAR. - 1	VAR. - 2	VAR. - 3	VAR. - 4	VAR. - 5
ALEGERE VENTIL	De la distanță din tablou de comandă	De la distanță prin dispozitiv de comandă	Buton închis / deschis (în cameră)	Buton închis, buton deschis (în cameră)	Buton de reglaj
TRANSFER SEMNAL	Prin fir	Prin antenă	Fără, deplasare locală	Prin fir / cablu	Prin conductă / tub (pneumo / hidraulic)
RECEȚIE SEMNAL	Prin antenă (semnal radio)	Rețea electrică	Manetă conectată la fire	Manetă manuală	Piston (P/ H)
ACTUATOR	Pneumatic	Motor hidraulic	Motor electric	Electromagnet	Fără, manual
TRANSMISIE	Roți dințate	Curea	Câmp electromag	Cablu	Impact

Generare de idei si tabela morfologica



Generarea unor idei referitoare la îndeplinirea unor specificități ale unui telefon mobil

	<i>SUBSOLUȚII</i>				
<i>FUNCȚII</i>	1	2	3	4	5
PĂSTRARE	Suport	Pe mână	La curea	În buzunar	altele
INRODUCEREA NUMĂRULUI	Tabel cu coduri	Prin voce	Cod de bare		
DISPLAY	LED-uri	LCD	Fără		
SURSA DE ALIMENTARE	Numai rețea	Baterie	Baterie solară		
RECEPȚIE SEMNAL	Antenă internă	Antenă externă	Cablu aerian		
SEMNAL SONOR IEȘIRE	Difuzor	Cască			
SEMNAL SONOR INTRARE	Microfon intrare	Microfon extern			



Interfața - o frontieră între două subsisteme;

Un schimb de informație între două componente (două subsisteme) - este posibil dacă există un concept comun și un sistem de codificare comun.

Interfața = hardware + software;

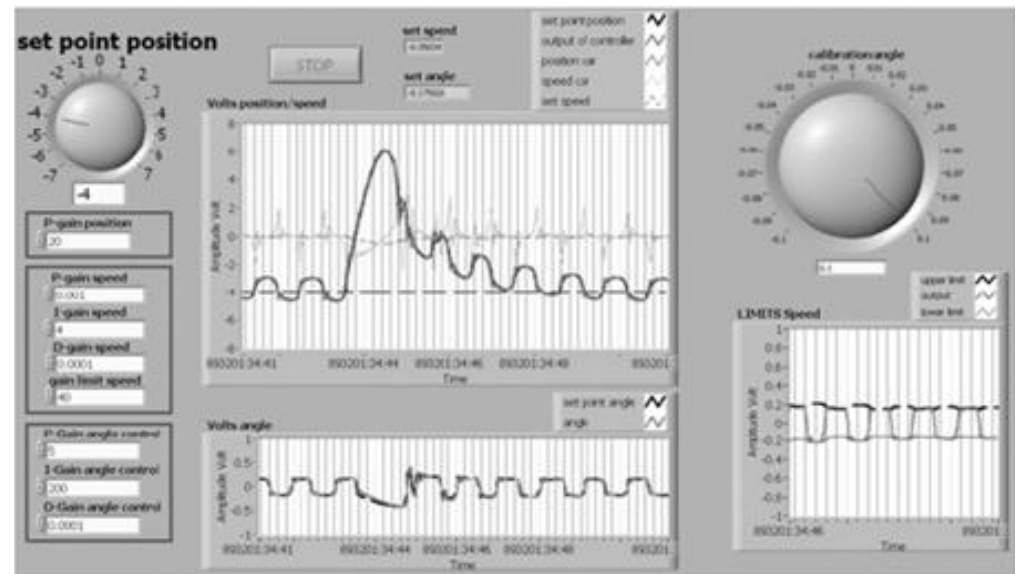
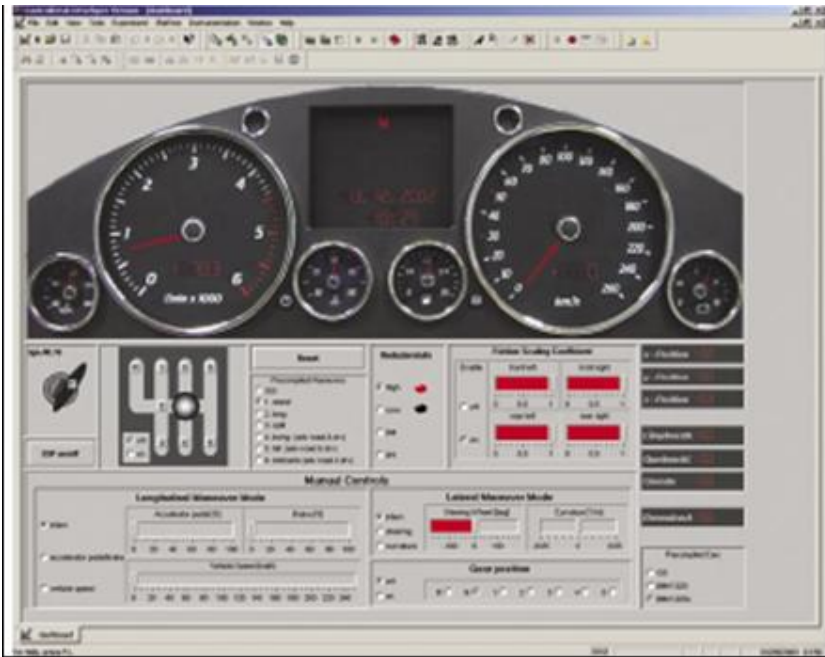
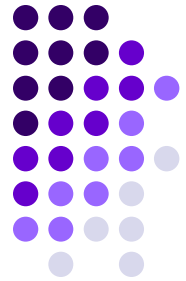
De ex.: butoane, pedale, display grafic, instrumente etc.- pentru supervizarea, asistarea proceselor dintr-un sistem

Interfața operator – mașină și respectiv **mașină – mașină** – definatorii pentru proiectarea mecatronica

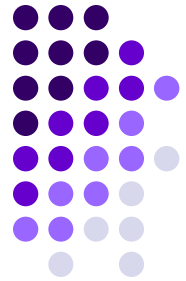
Proiectarea unei **interfețe utile** și **adecvate** este deseori dificilă:

- Care sunt informațiile utile ?
- Care sunt posibilitățile existente de oprire rapidă a procesului;
- Care sunt posibilitatile pentru conectarea cu butoanele de importanță majoră etc.;
- O *prezentare neadecvată* pentru operator a unei informații sau *lipsa altor informații* ridică probleme în înțelegerea proceselor și *diagnoza*.
- Specificația pentru proiect - construcție individuală sau de grup = listă de cerințe (**checklist**).

Interfata operator - masina



două scopuri principale pentru interfața operator – mașină



A – informație corectă în timp real: se promovează abilitatea de a obține orice informații despre proces în orice moment, de oriunde, instantaneu prin interogare (cu securitatea impusă). Acest scop poate fi divizat în subfuncțiile:

- *A1 – integrarea controlului auto-adaptiv;*
- *A2 – instrumente pentru managementul datelor;*
- *A3 – sisteme expert pentru alarmare, avizare;*
- *A4 – tehnici de reprezentare îmbunătățite la un preț convenabil.*

B – interacțiunea senzorială avansată: se promovează noi posibilități de interacțiune între proiectantul procesului / operator și proces;

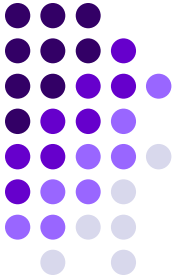
De ex.: Interfețele biomecanice integrate - comandă prin voce, biometrie, neorologice

Realitatea virtuală - interacțiune în timp real a unui utilizator cu o “lume” creată prin intermediul sistemului de calcul.

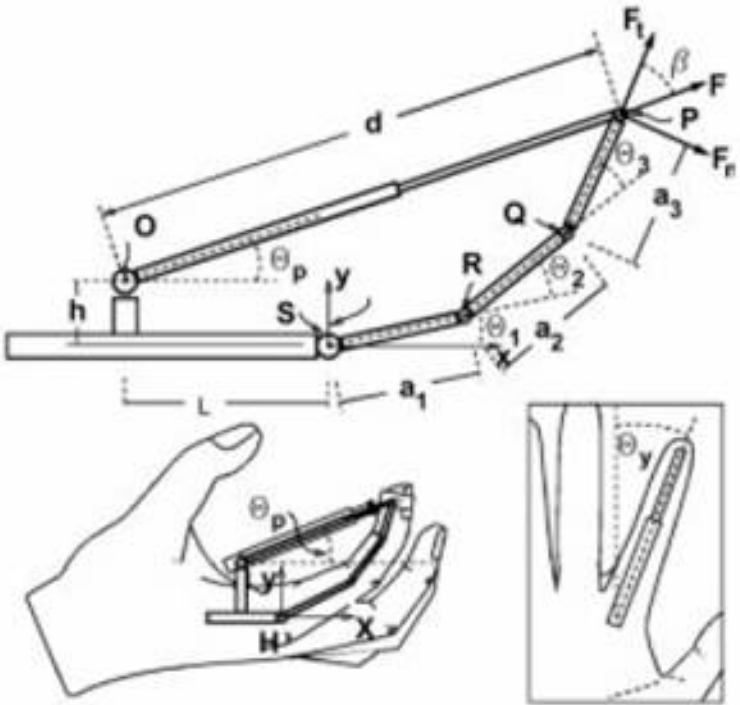
Componenta hardware - necesită preluarea semnalului de intrare de la utilizator și asigurarea căii de reacție de la sistemul de calcul - canale senzoriale - *interfețe haptice*.

Reacția haptică (feedback) - pentru realitatea virtuală include modalități de realizare *prin contact și respectiv forță*

Interfata haptica



Interfața Rudgers Master II



Senzori Hall și IR permit:

- determinarea parametrului mișcării flexie / extensie;
- deplasările din cuplele cinematice de translație

Obținerea informației despre forța de contact

