



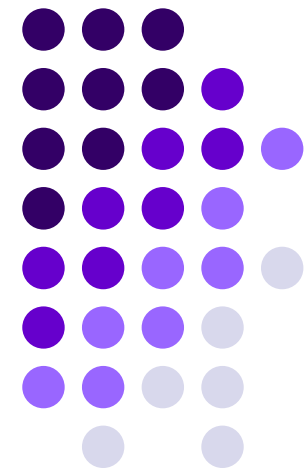
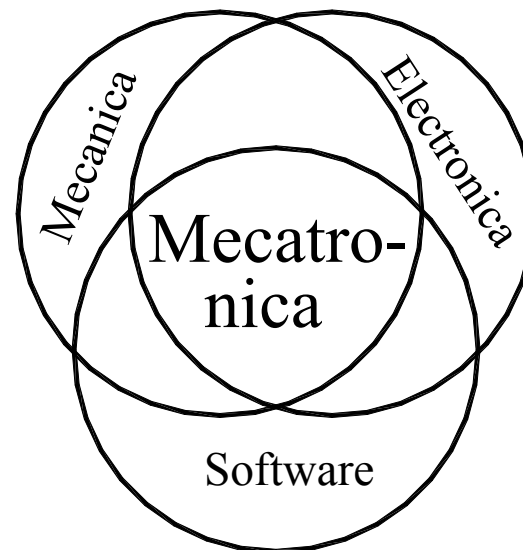
Departamentul
de
MECATRONICĂ

Facultatea
de
MECANICĂ

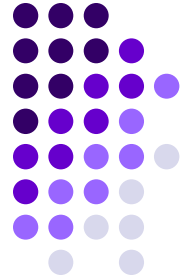


UNIVERSITATEA POLITEHNICA
TIMIȘOARA

PROIECTAREA SISTEMELOR MECATRONICE

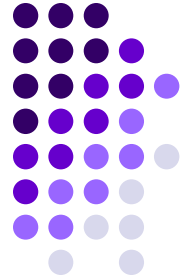


Prof. dr. ing. Valer DOLGA,



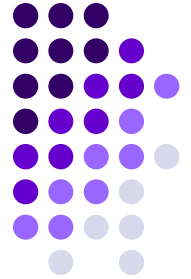
Cuprins

- Informatii generale pentru curs
- Obiectul cursului. Introducere
- Evolutia sistemelor
- Ce este mecatronica ?
- Structura sistemului mecatronic
- Exemple pentru sistemele mecatronice



PSM - Informatii generale

- CURS – 2h / saptamina
- LABORATOR – 1h / saptamina
- PROIECT – 2h /saptamina
- NOTA_PARCOURS = $NOTA_LAB \times PREZ_CURS / 14$
- EXAMEN10 subiecte (5 subiecte teoretice + 5 probleme)
- NOTA_EXAMEN = $\Sigma(\text{note_subicte})/10$
- NOTA_PSM = $0.36 \times NOTA_PARCOURS + 0.64 \times NOTA_EXAMEN$

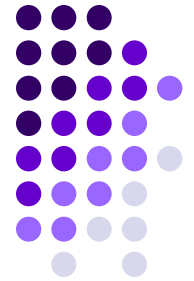


Introducere

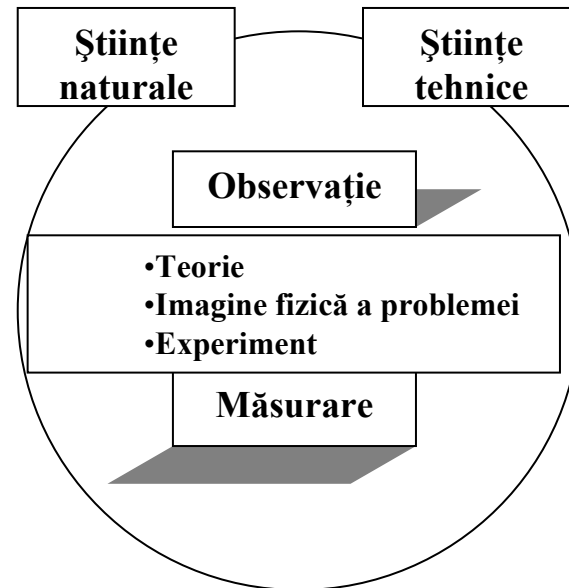
Obiectul cursului:

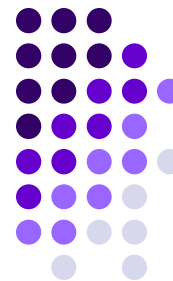
- prezentarea structurii sistemului mecatronic
- prezentarea **filozofiei mecatronice** pentru realizarea de produse noi competitive
- prezentarea uneltelor de lucru pentru modelarea / simularea sistemelor mecatronice si experimentarea acestora

Structura cursului: Obiectul cursului, sistemele mecatronice, componenta, exemple; Conceptul de proiectare, produs si proces de productie, inginerie integrata; Relatia proiectare – intuitie, proiectarea ca stiinta, clase ale stiintei proiectarii; Hazard, fiabilitate si proiectare; Proiectarea 6 sigma; Design for X; Proiectarea CAD; Sinteza sistemelor mecatronice, cauzalitate si necesitate, module si principii; Interfatarea componentelor sistemului mecatronic; Comunicarea PC – senzor / actuator; Integrarea de componente, senzori inteligenti; LabVIEW si instrumentatie virtuala; Analogie electromecanica in sistemele mecatronice, modelare / simulare



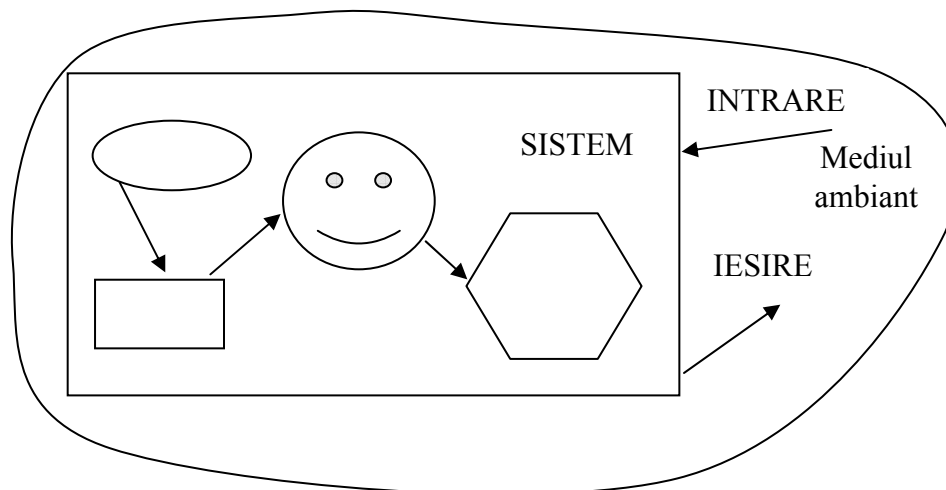
În centrul științelor naturale și tehnice - noțiunile de observație și măsurare



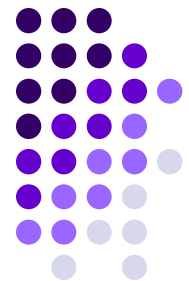


Ce este primordial, construirea unei complexități sau funcțiile complexității ?

SISTEM - o colecție de obiecte aranjate într-o formă ordonată, care într-un anumit sens este dirijată spre un scop sau o țintă



MODEL – construcția modelului extrem de importantă

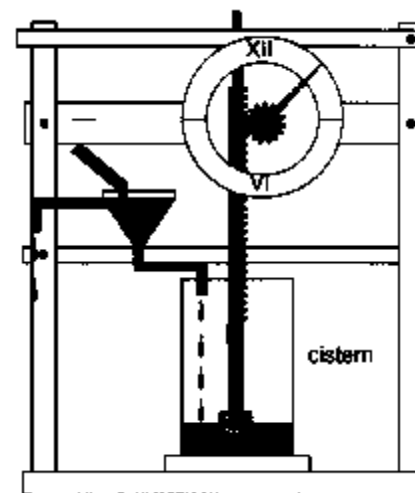
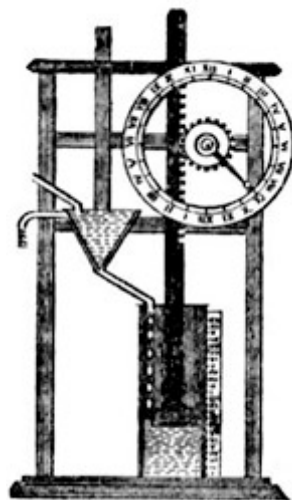


Evoluția sistemelor

4 elemente definitorii pentru dezvoltare în istorie:

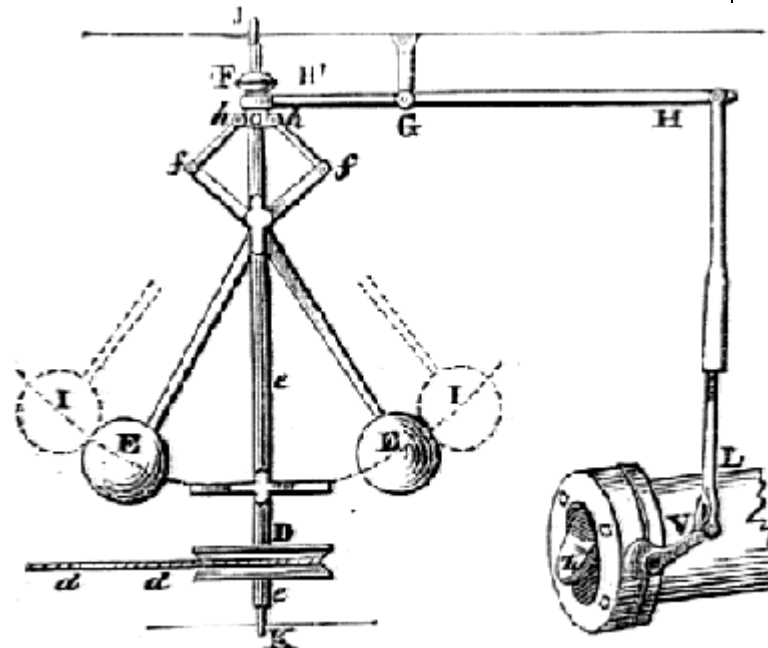
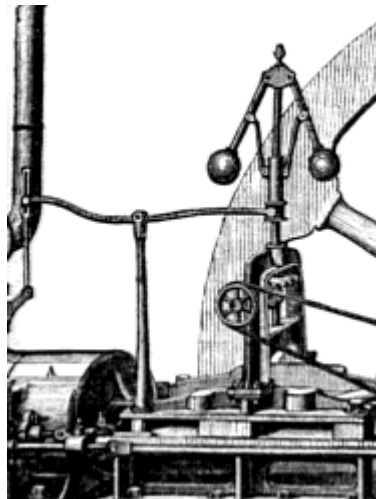
- preocupările grecilor și arabilor pentru urmărirea timpului;
- revoluția industrială din Europa (după mijlocul secolului al XVIII –lea);
- debutul comunicației de masă și primul și al doilea război mondial (1910 – 1945);
- debutul în spațiu și anul computerului (1957)

Ceasul cu apa

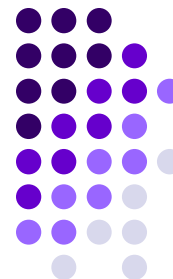


Evoluția sistemelor

- J. Watt - locomotiva cu abur în 1769
- debutul Revoluției industriale
- Regulatorul lui Watt realizat în 1787 – “governor”.



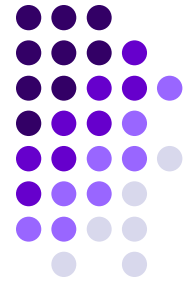
- 1681 D. Papin inventează o supapă de siguranță pentru un fierbător și utilizată în 1707 pentru reglarea presiunii la locomotiva cu abur.
- Regulatorul de presiune - 1799 - inventatori: R Delap și M. Murray.
- 1803 - Boulton și Watt combină regulatorul de presiune cu regulatorul de nivel pentru locomotiva cu aburi.



Evoluția sistemelor

- Războiul de țesut – Jacquard (sec.18) - contribuții la prima și la cea de-a doua revoluție industrială
- Sistemul cartei perforate (cartelă cu orificii pe linie și coloană detectabile pe cale mecanică) (***punch_card***) - utilizat și în pianul ambulant și alte automate – a contribuit la dezvoltarea viitoarelor calculatoare



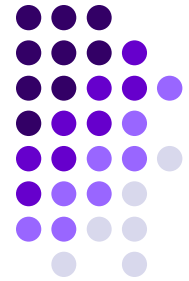


Evoluția sistemelor



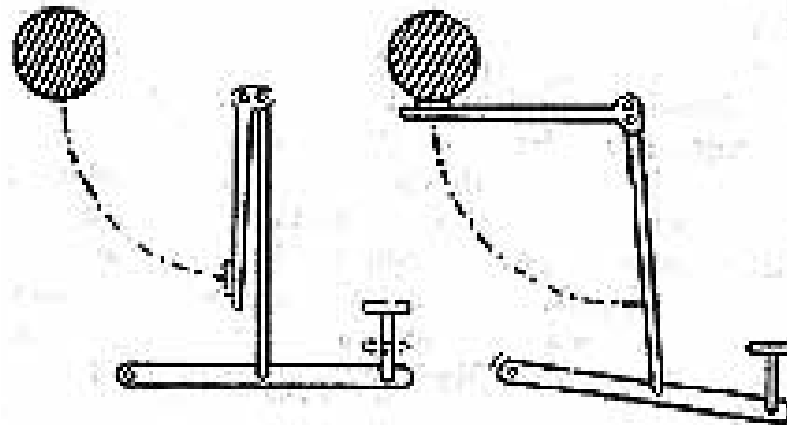
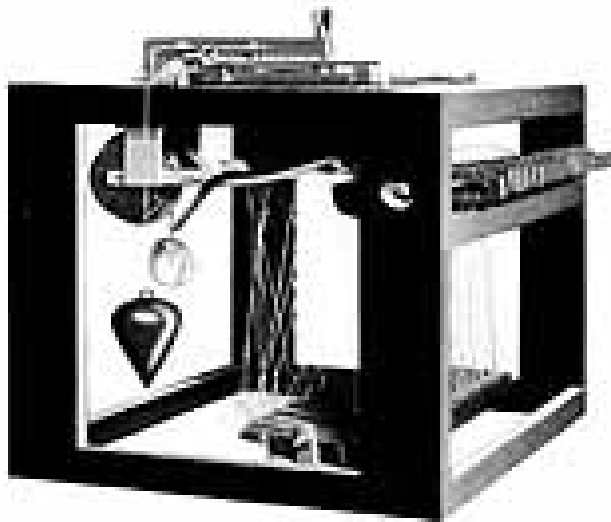
- Elias Howe - începutul anilor 1800 prima variantă a mașinii de cusut (patente datează din 1845 și 1854) - mecanizarea activității din industria textilă
- În scurt timp diverse variante ale mașinii au fost introduse pe piață: Fanton – 1860, Flora – 1870



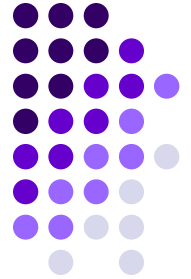


Evoluția sistemelor

- Primul patent pentru mașina de scris - 1713
- Prima realizare practică poate fi citată abia peste aproape un secol (1808) - Pellegrino Turri
- 1868 modelul patentat – și respectiv schema mecanismului de bază – publicist – filozof – politician Christopher Latham Sholes (Milwaukee, Wisconsin).

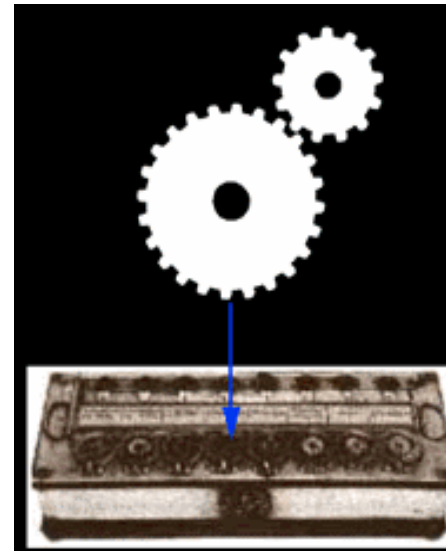


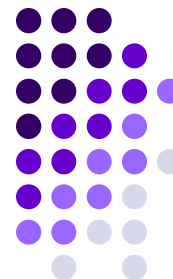
Evoluția sistemelor



Masina de scris cu pedala

Primul calculator mecanic -
Wilhelm Schickard - 1623





Evoluția sistemelor

1624	<i>Incubatorul, C. Drebbel</i>
1728	<i>Governorul cu bile, J. Watt</i>
1769	<i>Mașina cu abur, J. Watt – debutul revoluției industriale</i>
1840	<i>Dispozitiv de reacție pentru calibrarea telescopului, G.B. Airy</i>
1868	<i>Analiza stabilității mișcării guvernatorului Watt, J.C. Maxwell</i>
1877	<i>Criteriul de stabilitate, E. J. Routh</i>
1890	<i>Analiza stabilității neliniare, A.M. Lyapunov</i>
1920	<i>Giroscopul și pilotul automat, Sperry</i>
1927	<i>Amplificatorul electronic cu reacție, Black</i>
1932	<i>Criteriul de stabilitate Nyquist, Nyquist (Bell Telephone Lab.)</i>
1938	<i>Metoda răspunsului în frecvență, Bode (Bell Telephone Lab.)</i>
1942	<i>Regulatorul PID, Ziegler-Nichols</i>
1947	<i>Sisteme cu eșantionare (sursa sistemelor discrete / digitale, Hurewicz)</i>
1948	<i>Locul geometric al rădăcinilor, Evans</i>
1956	<i>Principiul de maxim (controlul optimal), Pontryagin</i>
1960	<i>Estimarea stărilor, teoria controlului modern, Kalman și alții</i>
1969	<i>Microprocesorul, Hoff</i>

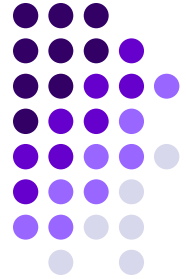
Evoluția sistemelor

- “explozie” în domeniul electronicii și în tehnologia informațiilor

1940: Russell S. Ohl demonstrează posibilitatea realizării joncțiunii “p-n” pe bază de siliciu

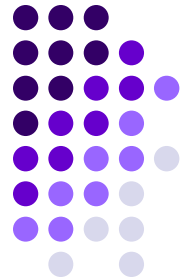


Evoluția sistemelor



- **1943:** start la proiectul de realizare a lui ENIAC, mașina de calcul construită de John Mauchly și Presper Eckert (finalizare în 1946), 5000 operații pe secundă
- **23 decembrie:** William **Shockley**, Walter **Brattain** și John **Bardeen** – amplificator într-un cristal de germaniu - bazele creării tranzistorului (AT&T Bell Laboratories)
- **1950:** National Bureau of Standards (USA) construiește la Washington SEAC-ul (Standards Eastern Automatic Computer) în laboratorul pentru testarea componentelor și a sistemelor pentru computerele standard. SEAC este primul computer cu logică pe bază de diode și program înmagazinat
- **1953:** John Backus aduce contribuții în domeniul softului pentru computerul IBM 701;
- **1956:** (luna necunoscută) Primul computer tranzistorizat – TX - la Massachusetts Institute of Technology. IBM introduce prima unitate de disc RAMAC 305 cu capacitatea de 5 MB;
- **1960:** (luna necunoscută) Digital Equipment introduce primul minicomputer PDP-1 – preț 120,000 \$ primul computer comercial echipat cu tastatură și monitor;

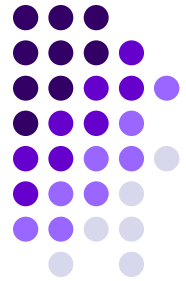
Evoluția sistemelor



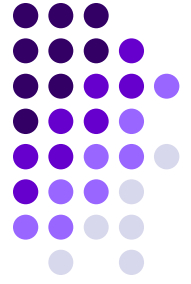
- **1969**: Intel anunță realizarea cip-ului de 1 kB memorie RAM
- **1971**: (iunie) Texas Instruments (TI) anunță obținerea un “CPU on a chip”
 - (luna necunoscută) Intel - cip-ul 1101 de 256 bit memorie programabilă și cip-ul 1701 de 256 – bit memorie EROM;
 - (noiembrie) Intel introduce oficial sistemul de calcul MCS-4 (Microcomputer System 4 – bit) avînd facilități de 60.000 operații / sec, microprocesor 4004, frecvență de sincronizare 108 kHz;
- **1974**: Intel 8080 – **cel mai important produs al secolului 20** – este pus în circulație
- **1986**: Firma Compaq este prima companie care produce un PC 386
- **1987**: Firma Zilog scoate pe piață microprocesorul Z280, versiunea pe 16-bit a lui Z80;
- **1989** (aprilie): Intel anunță microprocesorul 80486. Pe 32-bit, 1,2 milioane tranzistoare, coprocesor matematic;
- **1992**: Este anunțat PowerPC 601 (pe 32 bit, bus 64-bit) ca o acțiune comună a firmelor Motorola, IBM și Apple;
- **1993**: Intel introduce procesorul Pentium (3 milioane tranzistoare, 32-bit, bus 64-bit).

Produse noi ?

- Cercetările inițiate de McKinsey & Co au evidențiat faptul că o întârziere de 6 luni în dezvoltarea unui produs tehnologic va reduce câștigul total cu până la 30 %
- O creștere a costurilor cu 50 % are o influență nesemnificativă în câștigul financiar.
- Dezvoltarea rapidă cu asigurarea calității produselor este strict necesară
- Ascensiunea microelectronicii - dezvoltarea rapidă de noi produse
- *Circuite electronice* ieftine și de serie pot înlocui dacă este cazul sarcini, acțiuni mecanice prin *electronică și software*
- *Circuite integrate* permit controlul mișcării mecanice și a proceselor în mod ușor, precis și economic
- Robustețea componentelor electronice și a circuitelor - rezistență bună la vibrațiile mecanice sau alte solicitări specifice sistemelor mecanice
- Fiabilitatea crește sau cel puțin rămâne în limitele corespunzătoare sistemelor mecanice.

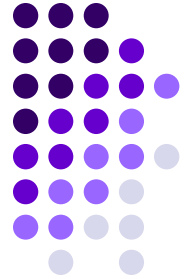


Ce este mecatronica ?



- 1969 - firma Yasukawa Electric Company - noțiunea de **mechatronics** = abreviere : mecha – “**mechanism**” + tronics – “**electronics**”
- Realizarea de noi funcții imposibile înainte (de ex. programarea video player-ului)
- Ameliorarea (perfecționarea) unor operații și a unor sarcini viitoare (funcții “inteligente”)
- Ameliorarea flexibilității în proiectarea produselor (prin utilizarea flexibilității softului)
- Ameliorarea flexibilității în utilizarea produselor (utilizând flexibilitatea softului)
- Compensarea frecării sau amortizarea vibrațiilor din structura sistemelor mecanice
- Cumularea acțiunilor mecanice și electronice în scopul reducerii dimensiunilor și costurilor produselor (senzori inteligenți sau servovalve electro-hidraulice).

Ce este mecatronica ?



Trei faze specifice:

- **faza de concepție**
- **faza de proiectare**
- **faza de implementare**

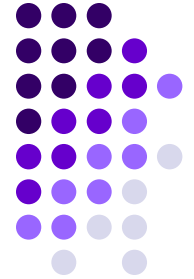
70 % din costurile totale și calitate sunt determinate în faza de construcție

Greșelile din timpul fazelor de început – generează pierderi

Sume mari - pentru asigurarea calității și testarea acestor produse

Este mult mai ușor a proiecta produse, pe care variațiile normale din producție nu le conduc la erori

Utilizând conceptul de mecatronică, în faze de dezvoltare de început, se pot obține produse de calitate la preț de cost mai redus.

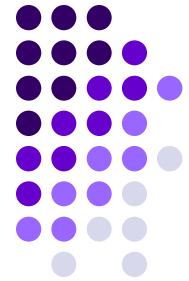


Ce este mecatronica ? Evoluție și definiții ale sistemelor mecatronice

- Conceptul de “mecatronică” - brevetat în anii 1971-1972
- în anul 1982 firma Yasukawa renunță la drepturile de autor asupra acestuia pentru a putea fi utilizat pe scară largă
- În anul 1986 conceptul este citat și în literatura de specialitate din România pentru roboți industriali
- Conceptul de mecatronică - legitimitate academică în anul 1996 prin **IEEE / ASME Transactions on Mechatronics**

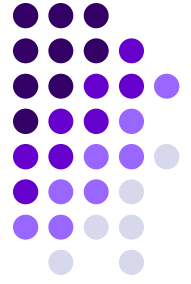
CONTROVERSE:

- este un domeniu nou sau o combinație a unor domenii existente?
- este vorba despre controlul sistemelor mecanice cu calculatorul ?
- definește mecanismele inteligente ?
- este vorba de mașini computerizate ?
- este vorba despre sisteme mecanice informatizate ?



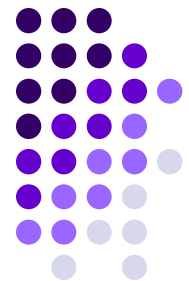
Ce este mecatronica ? Evoluție și definiții ale sistemelor mecatronice

- integrarea sistemelor mecanice, electronice și informatice pentru realizarea produselor și sistemelor tehnologice “inteligente” (Japonia 1983)
- mecanică fină, control, știința calculatoarelor și electronică în proiectarea proceselor de realizare a unor produse mai *funcționale* și mai *adaptabile* (San Jose State University - USA)
- câmp de studiu combinative al fundamentelor de inginerie mecanică, electrică și calculatoare (Chico State University - USA)
- combinație de software și hardware pentru proiectarea și analiza tehnicilor de control avansate (Clemson University- USA)
- nouă filozofie de proiectare prin integrarea tehnologiilor mecanice, electronice și informatice în scopul producerii de produse, procese și sisteme performante (Loughborough University –Anglia)
- combinație de tehnologie mecanică, electronică și informațională pentru a forma o interacțiune funcțională și o integrare spațială în componente, module, produse și sisteme (Univesity of Twente – Olanda)



Ce este mecatronica ? Evoluție și definiții ale sistemelor mecatronice

- modalitate flexibilă, multitehnologică de integrare a ingineriei mecanice, electronice, știința calculatoarelor și informatică (Berkeley University - USA)
- controlul sistemelor mecanice
- integrare sinergică a ingineriei de mecanică fină, control electronic și sistemele logice în proiectarea produselor și proceselor inteligente (Nort Carolina State University - USA)
- aplicație a conceptului de inginerie concurentă pentru proiectarea sistemelor electromecanice. Această filozofie de proiectare este un exemplu în proiectarea interdisciplinară și integrată acolo unde subsistemele electrice, electronice, computere și mecanice sunt proiectate simultan pentru a funcționa și a se integra într-un singur sistem (Georgia Tech. University - USA)
- știința care integrează dispozitivele mecanice și controlul electronic (în *“Design with Microprocessors for Mechanical Engineers”*)

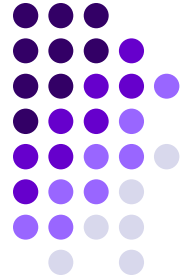


Ce este mecatronica ? Evoluție și definiții ale sistemelor mecatronice

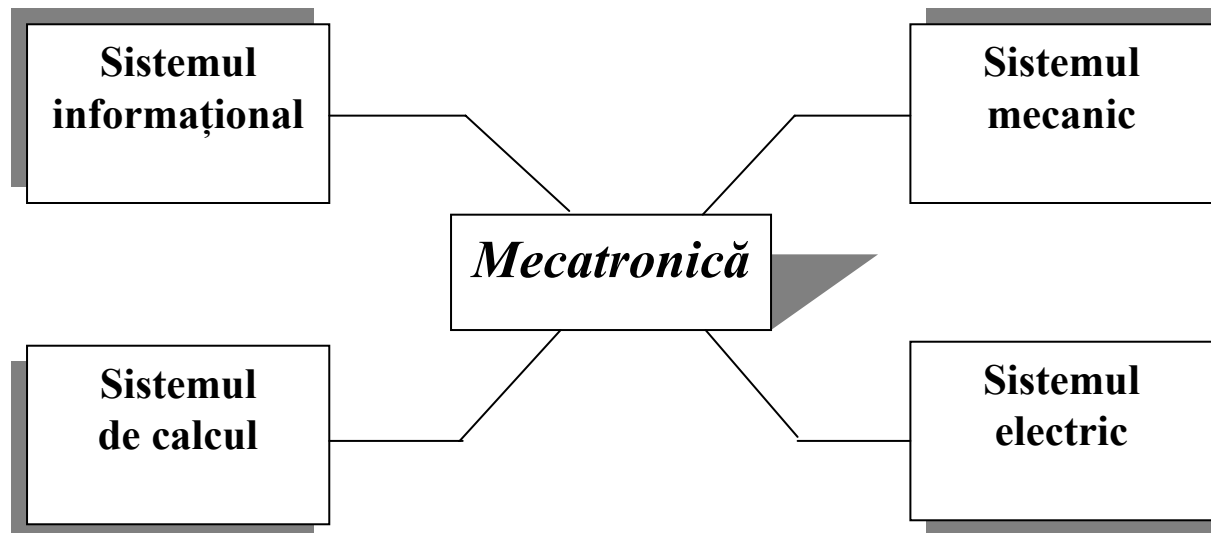
- integrare sinergică a ingineriei mecanice cu electronica și controlul inteligent computerizat în proiectarea și realizarea produselor industriale și a proceselor” (*ASME Trans. on Mecha., nr.1, 1996*)
- metologie – colecție de practici, proceduri, reguli - utilizată pentru proiectarea optimală a produselor electromecanice”(*Mechatronics System Design– D.Shetty, 1997*).

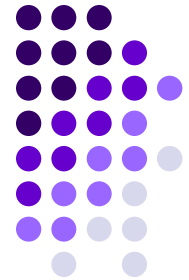
10 domenii de interes pentru noul concept

modelare, simulare	controlul mișcării
sisteme integrate	controlul vibrațiilor
actuatoare și senzori	microsisteme optoelectronice
control inteligent	subsisteme ale automobilului
robotică
tehnologie	

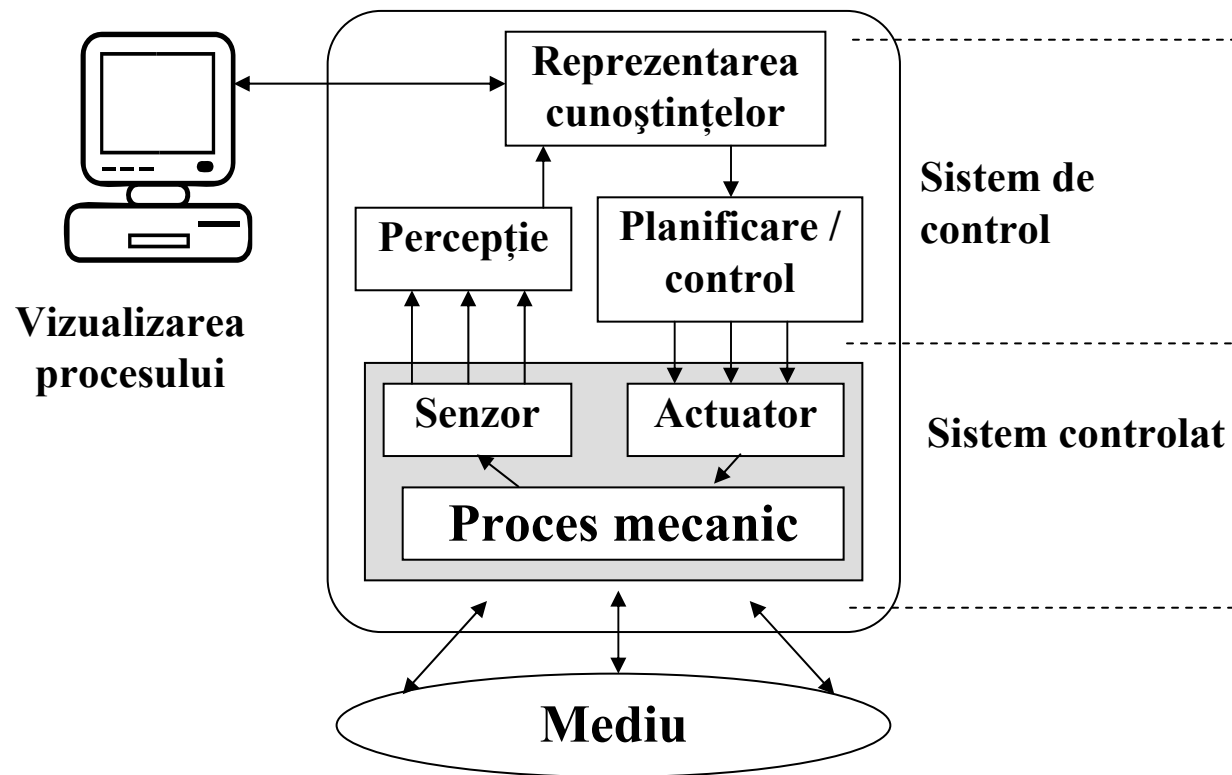


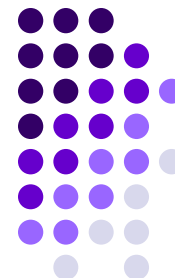
Structura sistemului mecatronic



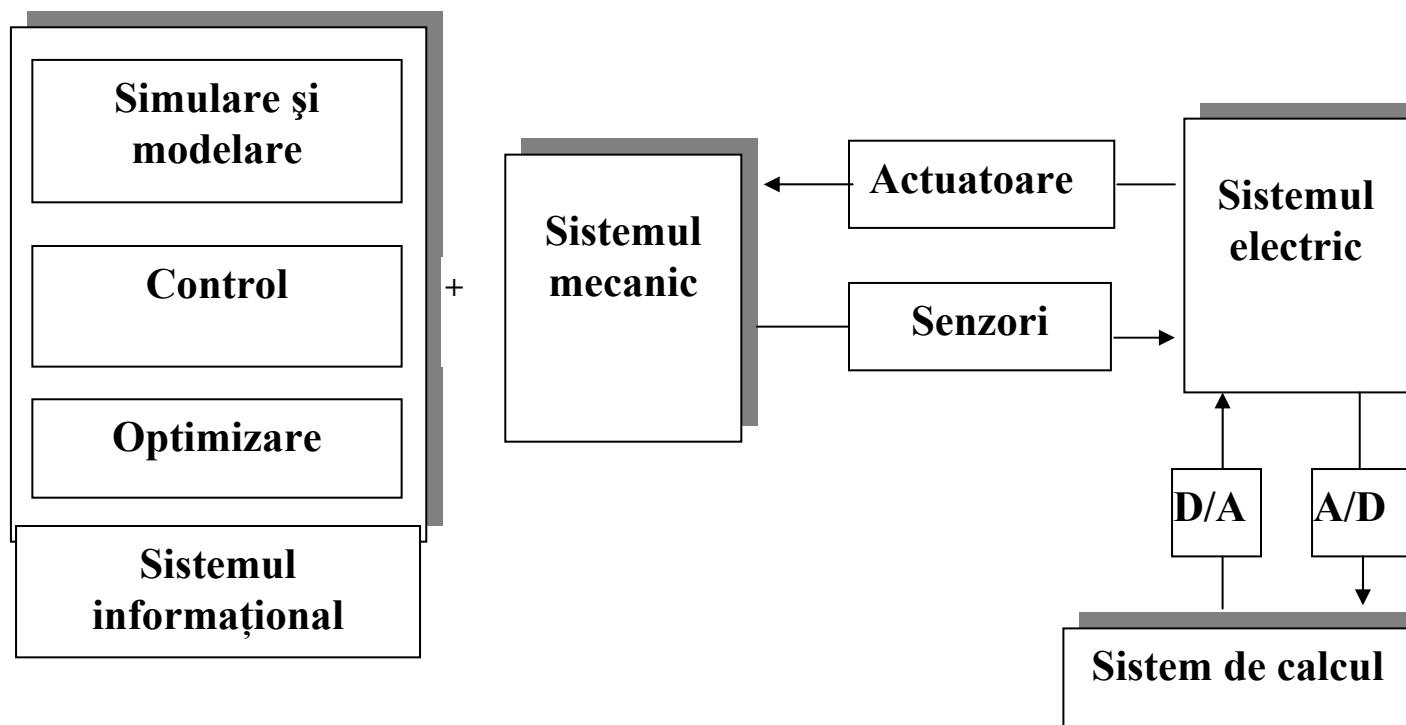


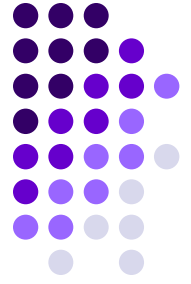
Structura sistemului mecatronic





Structura sistemului mecatronic





Exemple pentru sisteme mecatronice

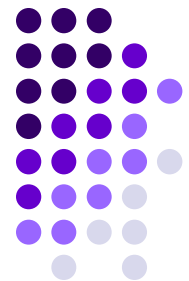
Fosta societate japoneză pentru promovarea industriei constructoare de mașini (JSPMI) clasifica produsele mecatronice în:

Clasa 1 – produse mecanice cu electronică încorporată pentru a mări capacitățile funcționale. Exemple tipice: **mașini unelte cu comandă numerică și acționările cu viteză variabilă pentru mașinile de producție de masă**

Clasa 2 – sisteme mecanice tradiționale cu o componentă electronică semnificativă modernizată dar cu interfață utilizator neschimbată. Ex: **mașini de țesut / cusut și sisteme de producție automate**

Clasa 3 – sisteme care mențin funcționalitatea sistemelor mecanice tradiționale dar mecanismele interne sunt înlocuite printr-un sistem electronic adecvat. Ex: **ceasul electronic**

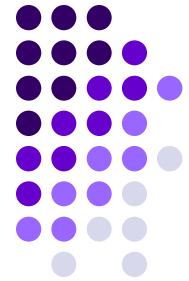
Clasa 4 – produse proiectate cu tehnologie mecanică și electronică printr-o integrare sinergică. Ex: **xerox, mașini de spălat și mașini de gătit automate..**



Exemple pentru sisteme mecatronice

Concluzii:

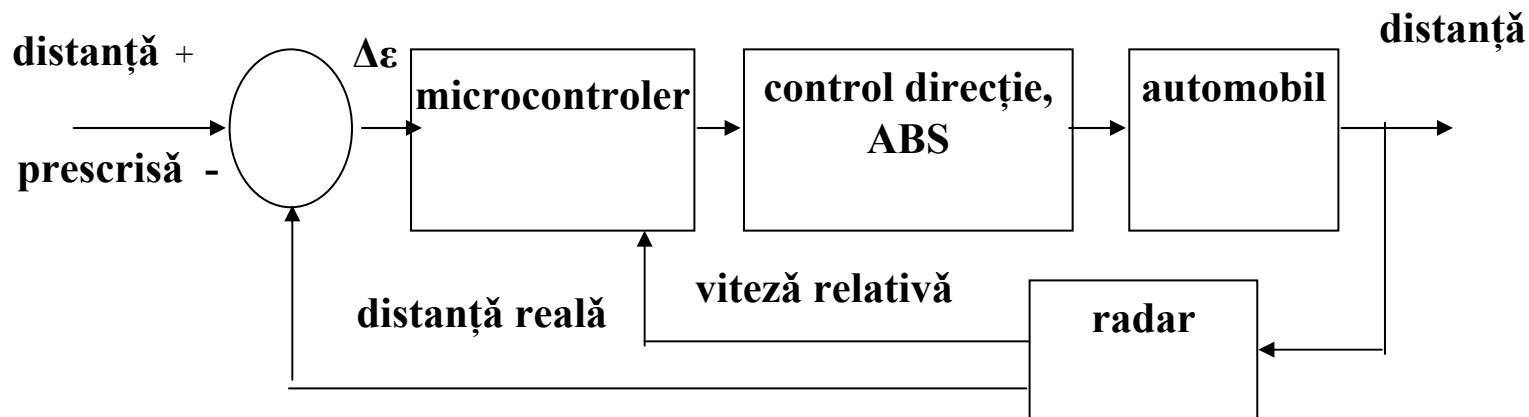
- *produsele clasei 1 este definită prin servo-tehnologie, electronică de putere și teoria controlului*
- *produsele din clasa 2 sunt remarcabile prin utilizarea componentelor de calcul și memorie și circuite cu capacități speciale*
- *produsele clasei 3 sunt caracterizate prin înlocuiri ale sistemelor mecanice de către circuite integrate și microprocesor*
- *produsele clasei 4 sunt practic produsele mecatronice prin integrarea sinergică a tehnologiilor.*

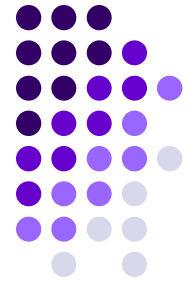


Exemple pentru sisteme mecatronice: industria automobilului

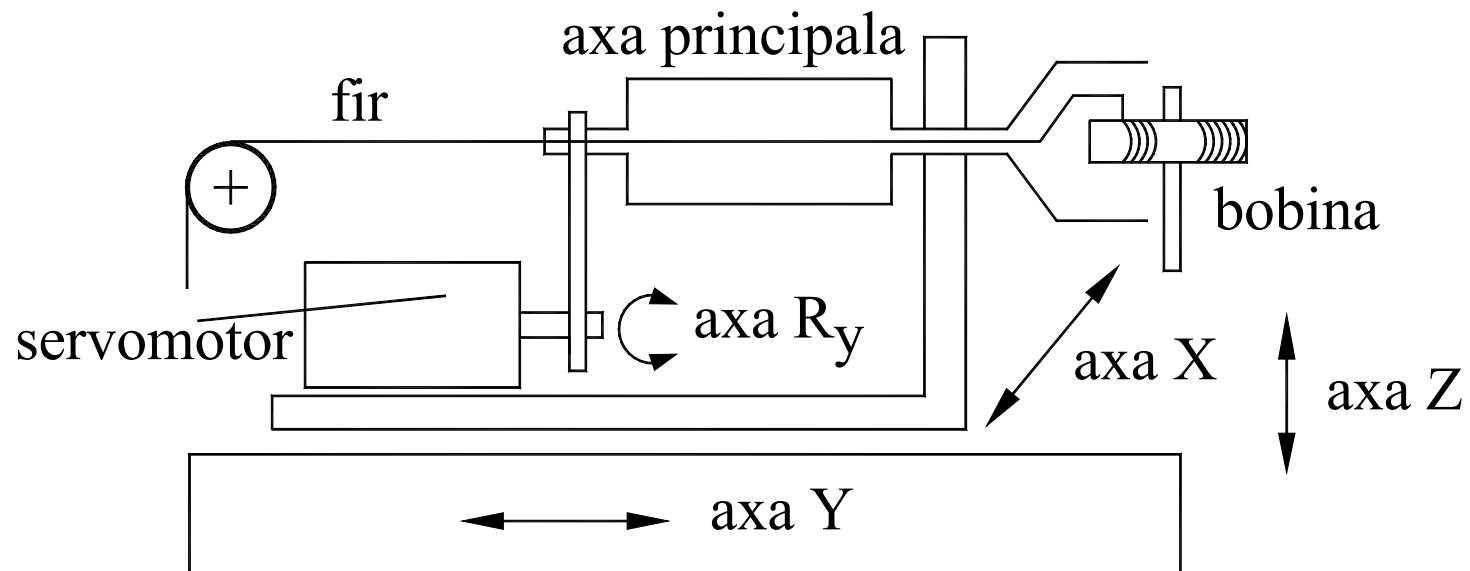
- sistemul antișoc ABS (**A**ntilock **B**rake **S**ystem) - anii 1970;
- sistemul de control al tracțiunii TCS (**T**raction **C**ontrol **S**ystem) la mijlocul anilor 1970;
- sistemul de control al dinamicii automobilului VDC (**V**ehicle **D**ynamics **C**ontrol) - anii 1990. Similar sistemului TCS + facilitățile oferite de un senzor de accelerație laterală pentru asigurarea direcției de rulare

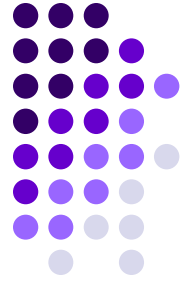
Controlul distantei dintre vehicule



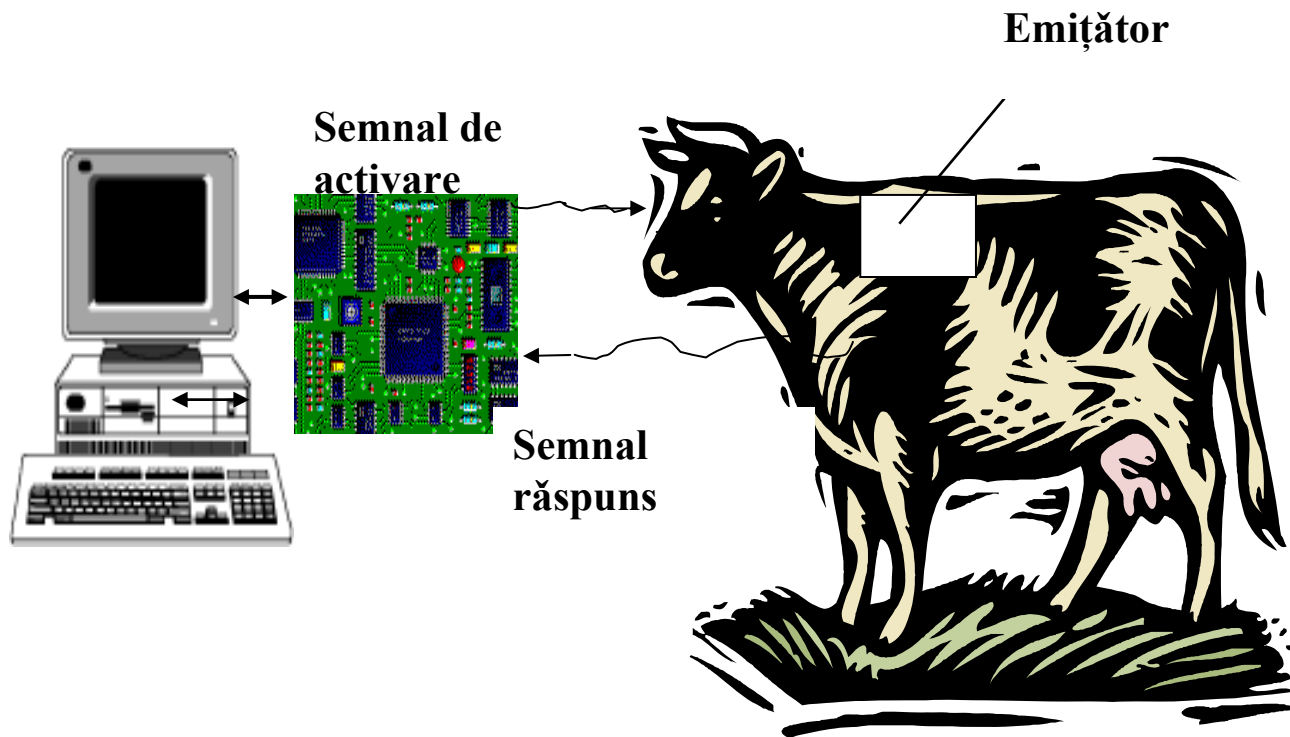


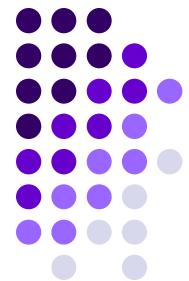
Exemple pentru sisteme mecatronice: Mașină de bobinat Yaskawa



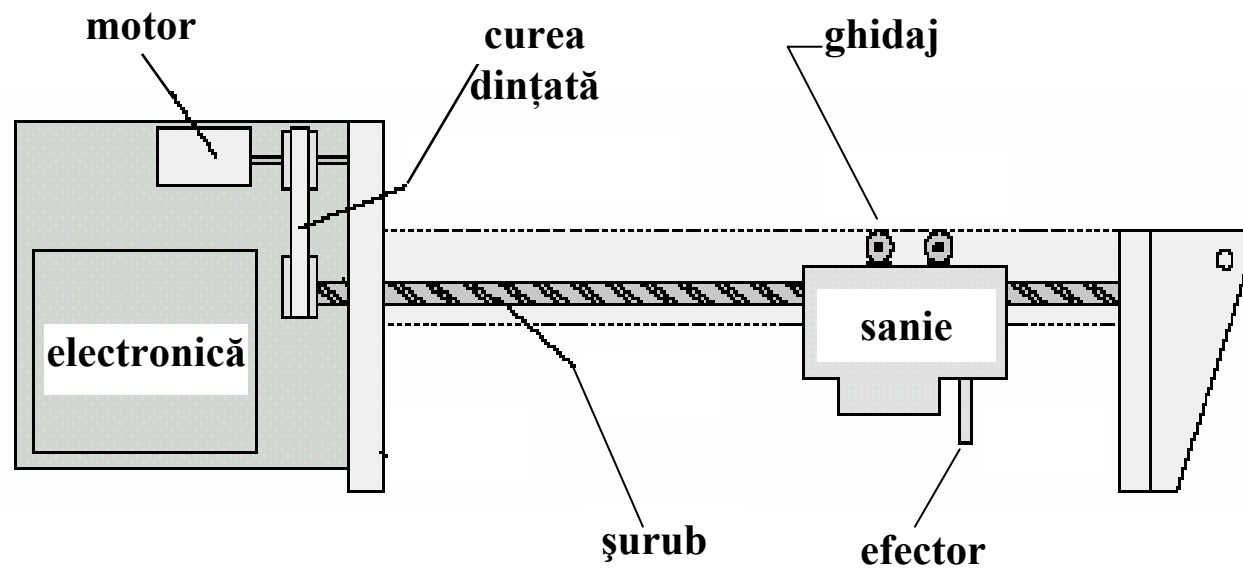


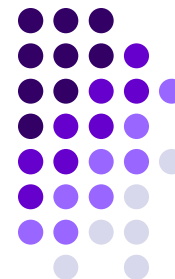
Exemple pentru sisteme mecatronice: productia de animale



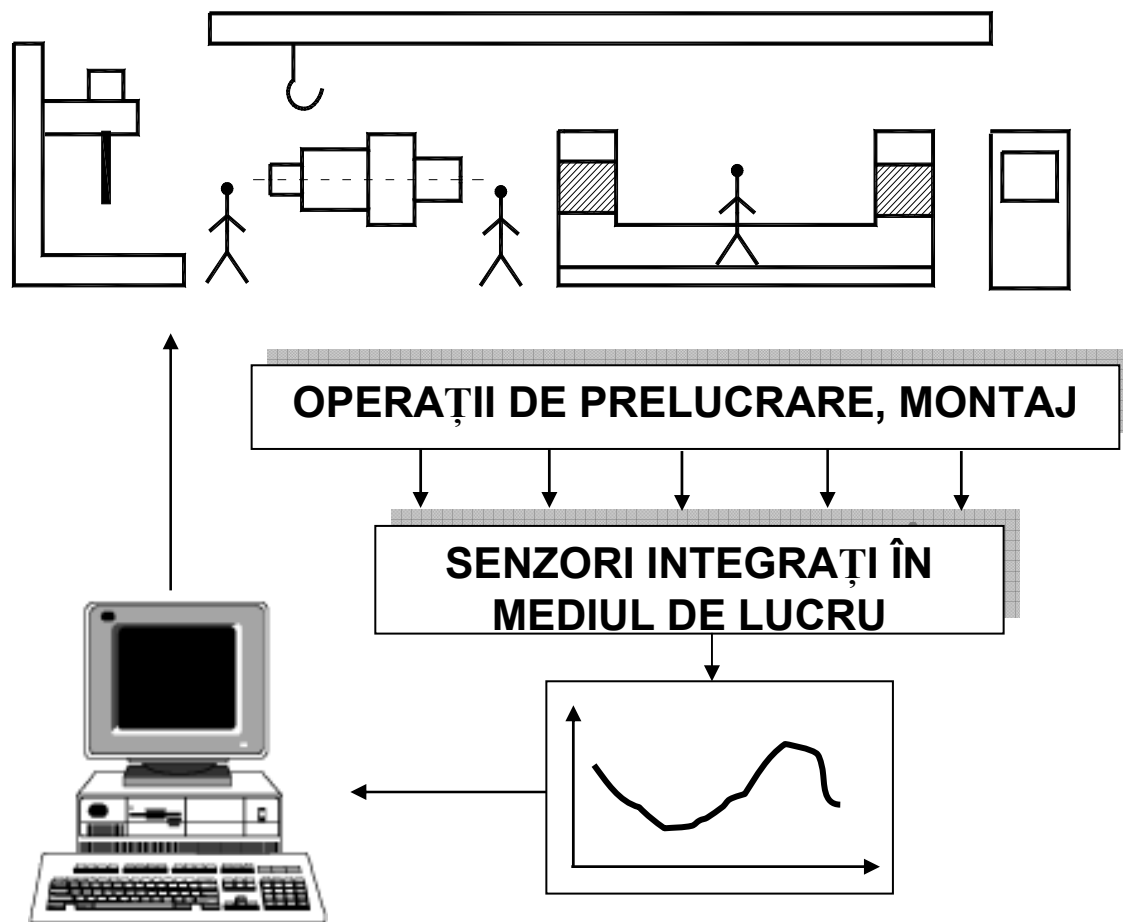


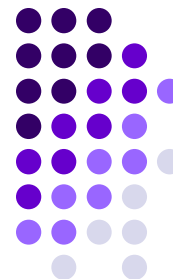
Exemple pentru sisteme mecatronice: Linie pentru montaj



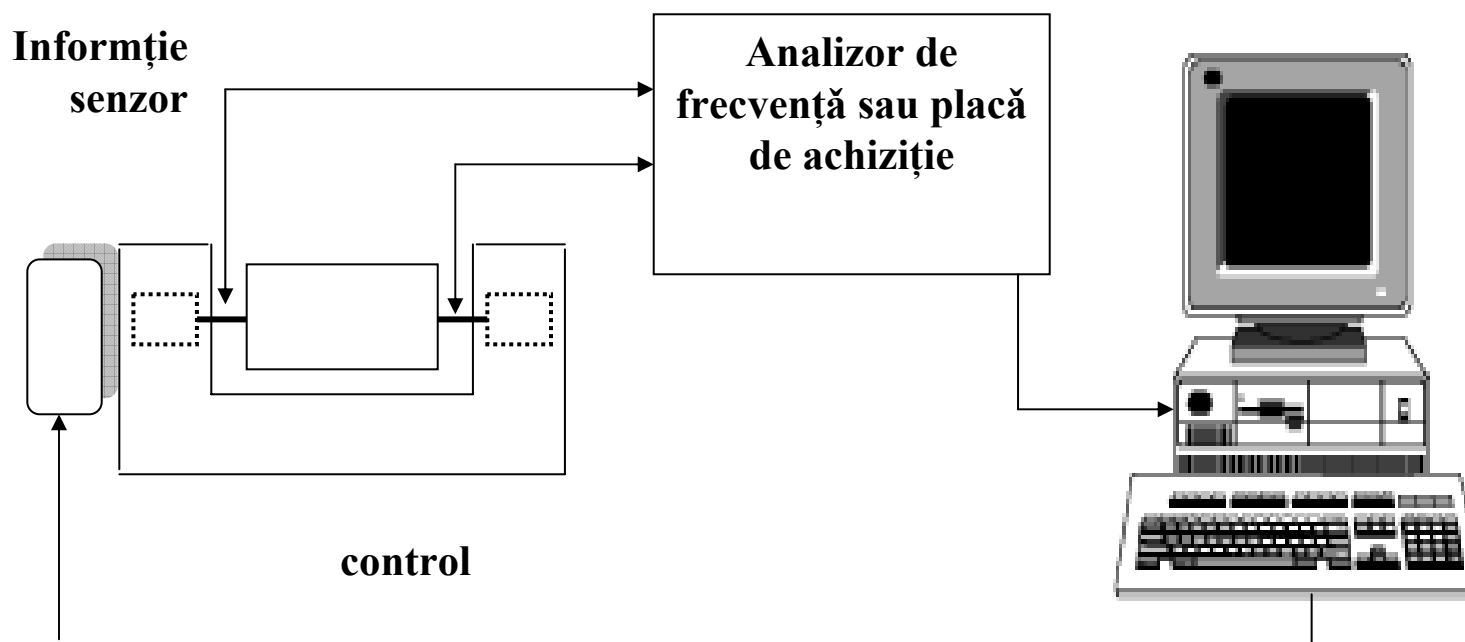


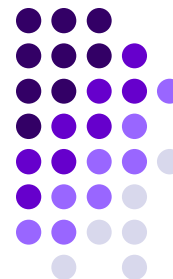
Exemple pentru sisteme mecatronice: Diagnosticare automata





Exemple pentru sisteme mecatronice: Diagnosticare automata





Exemple pentru sisteme mecatronice: Diagnosticare automata

