

Universitatea “Dunarea de Jos” din Galati  
 Facultatea de Mecanica  
 Catedra Tehnologia Constructiilor de Masini  
 Proiectul ID 653-231/1.10.2007

## Sinteza lucrarilor realizate in etapa unica 2007

*Obiectiv planificat:*

Ob. 1 - Dezvoltarea conceptului de conducere prin modelare holarhic-atributiva si invatare online nesupervizata

*Activitati realizate:*

1.1 Elaborarea modelului holarhic-atributiv general pentru masinile tehnologice. Elaborarea unui algoritm de invatare online nesupervizata si aplicarea acestuia la conducerea unei masini tehnologice.

1.2 Integrarea modelului si a algoritmului in conceptul de conducere holarhic-atributiva prin invatare online nesupervizata.

*Rezultate obtinute:*

### 1. Elaborarea modelului holarhic-atributiv general

Conceperea holonica a sistemelor tehnice este o incercare de a le asigura, simultan, stabilitate la perturbatiile din mediu si adaptabilitate la evolutiile din mediu, prin mimarea unor structuri naturale, care au aceste proprietati si inca la un nivel remarcabil de inalt.

Mai intai, in cadrul proiectului a fost modelat un set de notiuni noi si anume:

- *Holon tehnologic*. In incercarea de a media intre atomism si holism, Arthur Koestler a plecat de la observatia ca, in sistemul natural, partea si intregul, in inteles absolut, nu exista. Intr-o structura naturala orice element structural este o parte a unui element de rang superior dar, in acelasi timp, un intreg, ale carui parti constitutive sunt elemente structurale de rang inferior si a capatat denumirea de holon, de la *holos* – intreg si *on* - parte( Fig. 1). Daca elementele componente ale unei masini tehnologice au drept relatie de ordine o relatie de apartenenta, atunci un element al acesteia se numeste *holon tehnologic*. Atributele caracterizante ale unui holon tehnologic sunt functionarea autonoma si acordarea autonoma la perturbatiile si evolutiile din mediu.

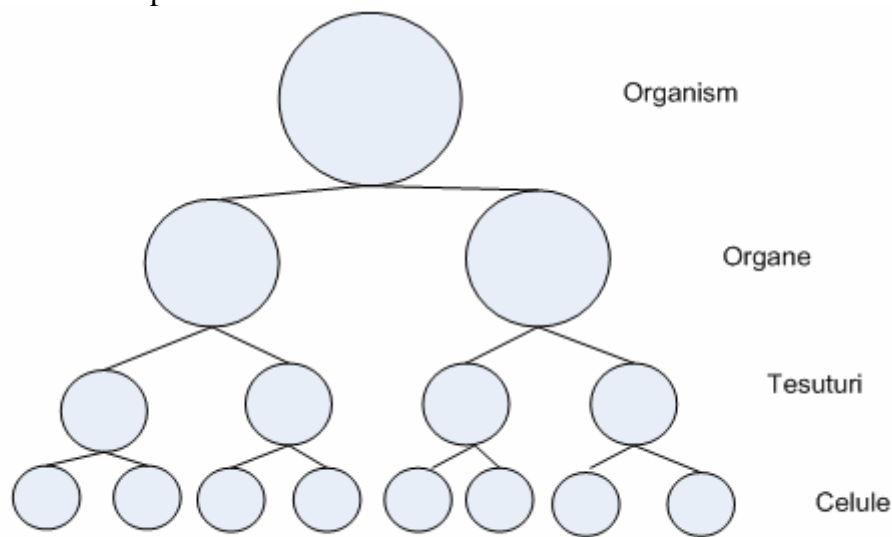


Fig.1. Structura holonica naturala

- Structura holonica. Daca intreaga arhitectura hardware sau software a unei masini tehnologice poate fi descompusa in holoni, atunci vom spune ca masina are o structura holonica. Din punct de vedere structural, caracteristicile cele mai importante ale unei structuri holonice sunt disectabilitatea si reconfigurabilitatea.
- Arbore holonic. Sub aspectul apartenentei, structurile holonice pot fi reprezentate de un arbore, avand ca radacina structura in ansamblul ei (holonul de cel mai inalt rang) iar ca frunze holonii care numai pot fi divizati fara a se pierde atributele caracterizante ale unui holon tehnologic. Aceasta reprezentare a fost numita *arbore holonic*.
  - Canonul structurii holonice. Pe langa relatiile de apartenenta, intre holoni exista si relatii de interdependenta, care reglementeaza modul intern de relationare a structurii holonice, precum si comportarea acesteia in relatia cu mediul in care functioneaza. Totalitatea legatilor pe care se bazeaza relatiile de interdependenta dintre holoni a fost numita *canonul structurii holonice*.
  - Functionalul structurii holonice. Intre holoni exista relatii de conlucrare, care asigura functionarea structurii holonice in ansamblu, atunci cand indeplineste sarcina primita. Baza de conlucrare este data de atributele functionale cu care este inzestrat fiecare holon constituent al structurii. Functie de scopul pentru care este creata structura holonica, atributele functionale pot fi mai sintetice sau mai specifice. Atribute functionale mai sintetice sunt de exemplu autonomia, cooperativitatea sau optimalitatea. Atribute functionale mai specifice sunt de exemplu miscarea dupa o anumita directie sau calculul numeric dupa un anumit algoritm. Ansamblul atributelor functionale ale holonilor constitutivi a fost numit *functionalul structurii holonice*. Complexitatea lucrarilor pe care o masina tehnologice o poate executa si capacitatea acesteia de a se adapta la mediu depind esential de functionalul structurii holonice a respectivei masini.
  - Holarhie. Ansamblul format din arbore holonic, canon si functional a fost numit *holarhie*. Holarhia poate fi considerata ca model descriptiv al unei structuri holonice.

Notiunile noi, modelate in cadrul proiectului au stat la baza abordarii noului concept de conducere, impreuna cu cateva notiuni consacrate, ale caror definitii au fost precizate dupa cum urmeaza:

- *Masini tehnologice*, prin care vom intelege masinile utilizate pentru transformarea materialelor in componente mecanice;
- *Conducere*, prin care vom intelege actiunea in urma careia marimile de stare ale masinii capata o evolutie, in timp si spatiu, impusa;
- *Control*, prin care vom intelege actiunea in urma careia marimile de stare ale masinii tehnologice sunt mentinute la valori impuse;
- *Comanda*, prin care vom intelege actiunea prin care o marime de stare trece de la valoarea actuala la o valoare data.

In cadrul prezentului proiect masina tehnologica a fost conceputa ca o holarhie, disectabila si reconfigurabila, la care holonii sunt inzestrati cu autonomie, cooperativitate si optimalitate, iar canonul este compus din legi, comportamentale, care pot fi naturale (fizice, economice, etc) sau conventionale (concretizate prin reguli manageriale/administrative).

Intreaga conceptie holarhica este orientata spre atingerea obiectivului fundamental si anume obtinerea unei cat mai bune adaptabilitati a masinii tehnologice la actualul mediu concurential global.

Asigurarea acestei adaptabilitati se bazeaza pe:

- a) *conducere prin modelare holarhic-atributiva*, caracterizata de faptul ca acordarea la exigentele si evolutiile mediului are ca actiune initiala evaluarea valorilor curente ale atributelor ce caracterizeaza performanta in functionare a holarhiei, iar ca actiune finala

modificarea in consecinta a canonului holarhiei, tinta fiind atingerea, in conditiile date, a nivelului maxim posibil de performanta;

b) *invatare online nesupervizata* ale carei rezultate sunt utilizate pentru sustinerea conducerii holarhic atributive, astfel incat sa se asigure autonomia holonica a masinii tehnologice, in ansamblul ei, si de aici capacitatea acesteia de a se integra in structuri holonice superioare.

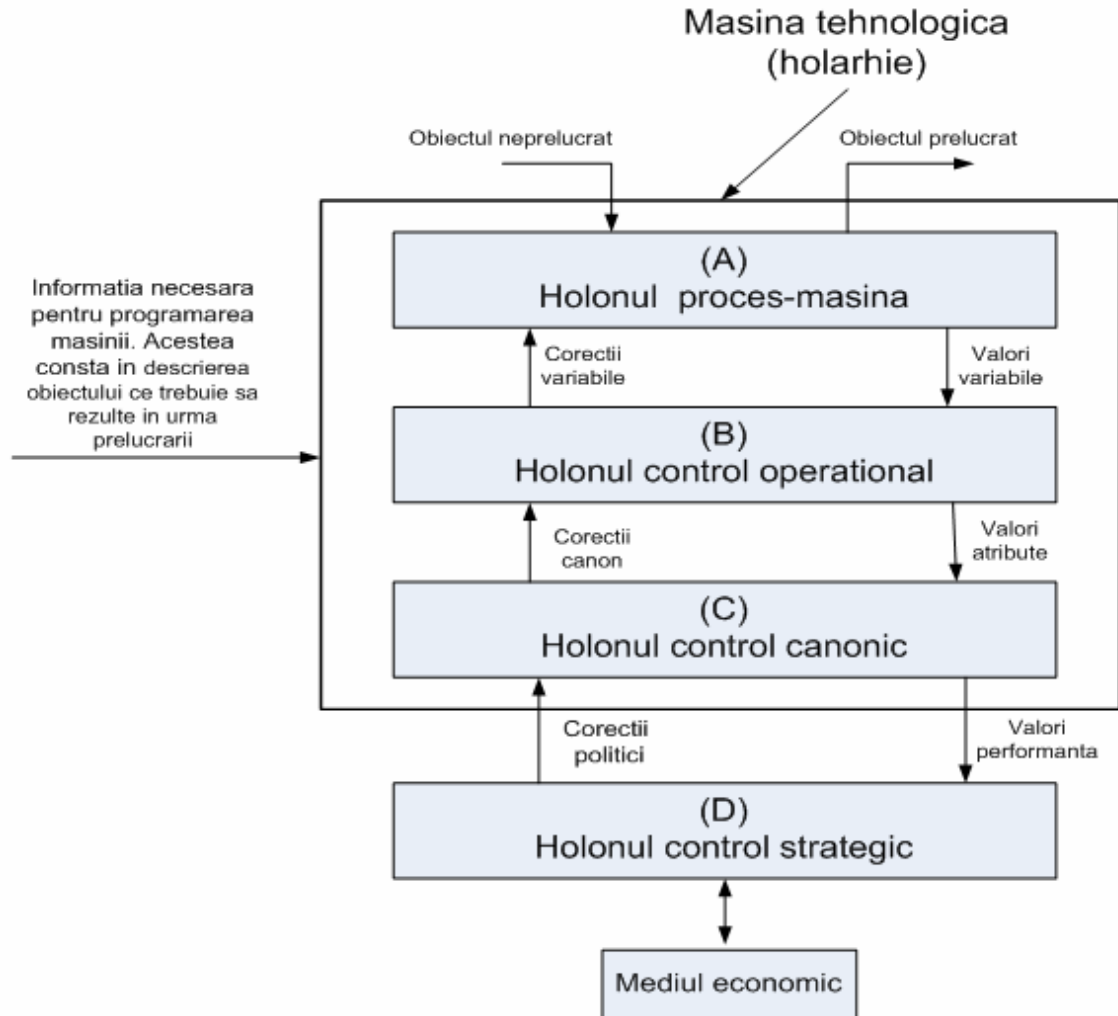


Fig 2. Modelul holarhic-atributiv general al unei masini tehnologice

In aceasta prima etapa a proiectului a fost elaborat modelul holarhic-atributiv general (Fig. 2), in care:

- *Holonul-proces-masina* este conceput ca avand modelul conceptual din figura 3 si structura din figura 4;
- *Holonul control operational* este conceput ca avand structura din figura 5;
- *Holonul control canonic* are la intrare valorile curente ale atributelor si ajustarile de politica impuse de strategie iar la iesire schimbarile de reguli conventionale necesare;
- *Holonul control strategic* are la intrare modificarile aparute in mediul economic si valorile curente ale indicatorilor de performanta, iar la iesire ajustarile de politici, necesare pentru adaptarea la mediu a masinii tehnologice.

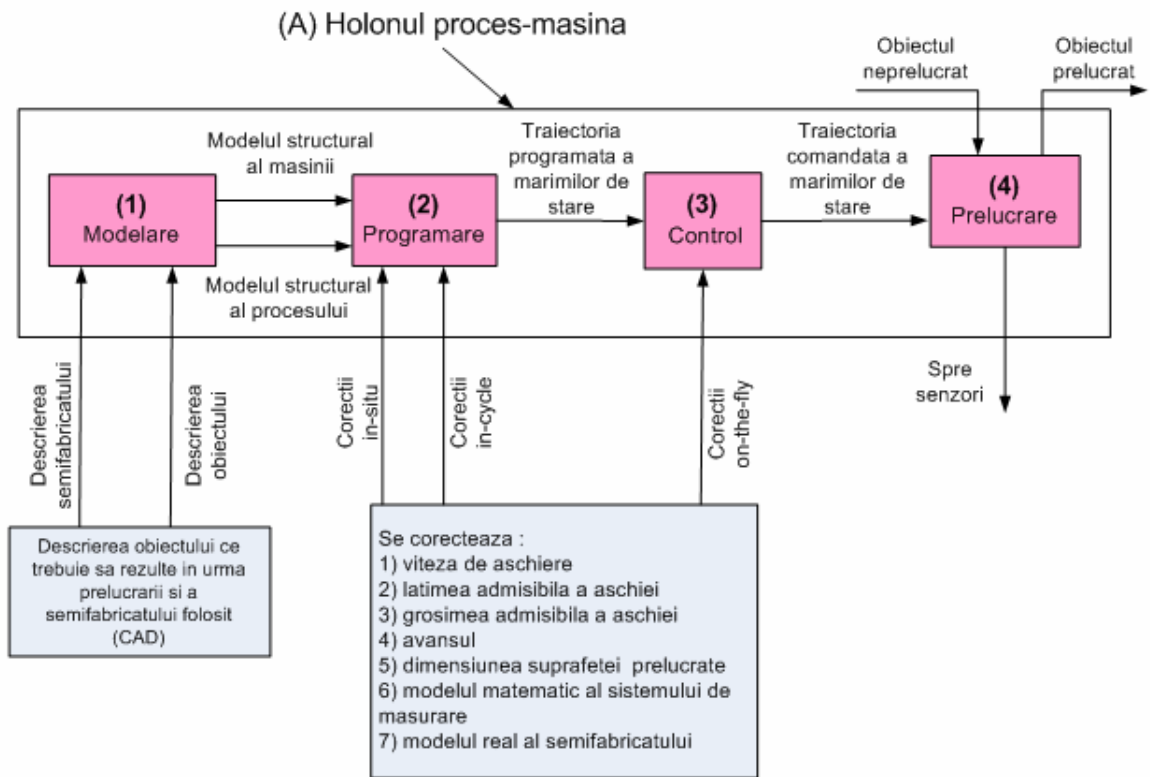


Fig. 3. Modelul conceptual al holonului proces-masina

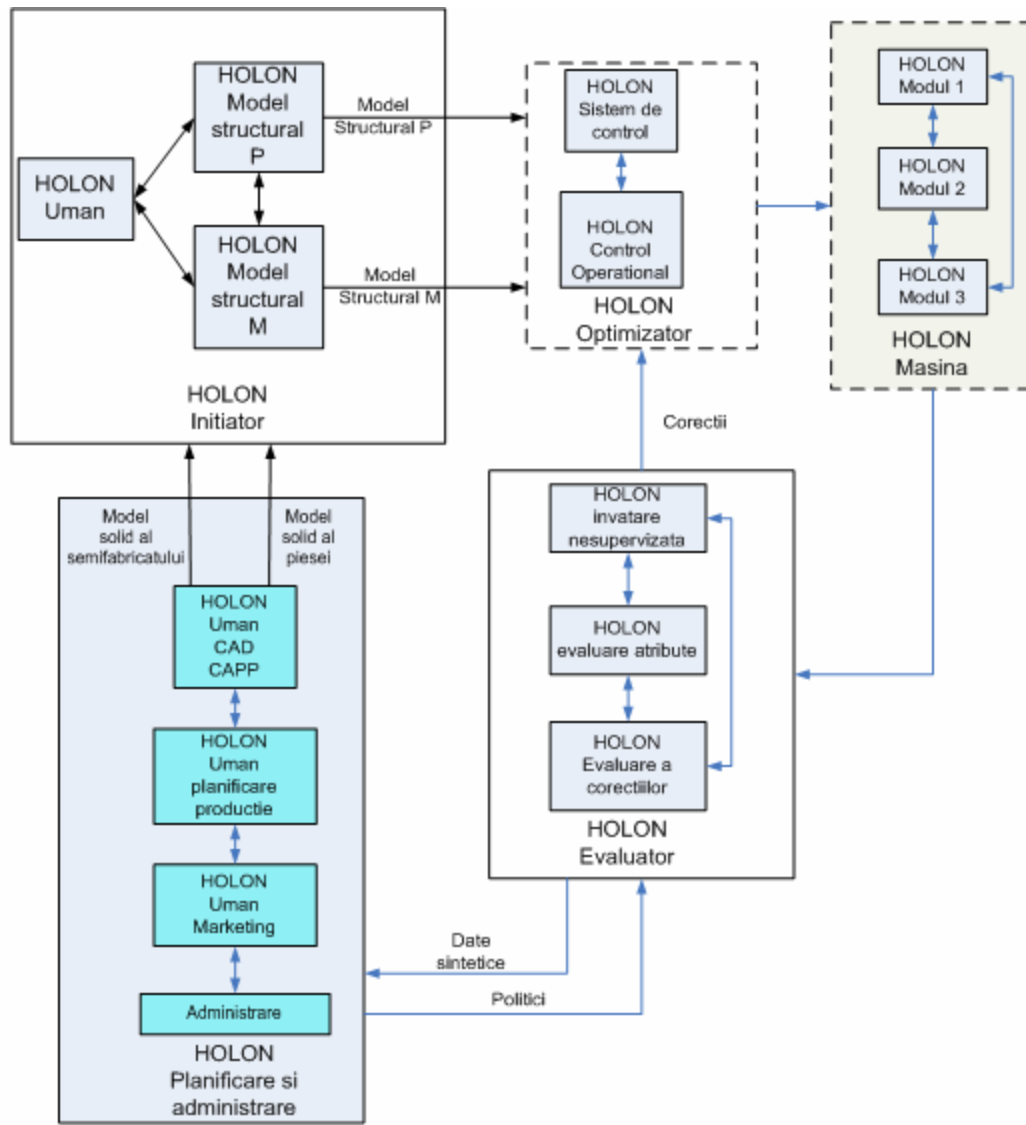


Fig.4 Structura holonului proces-masina

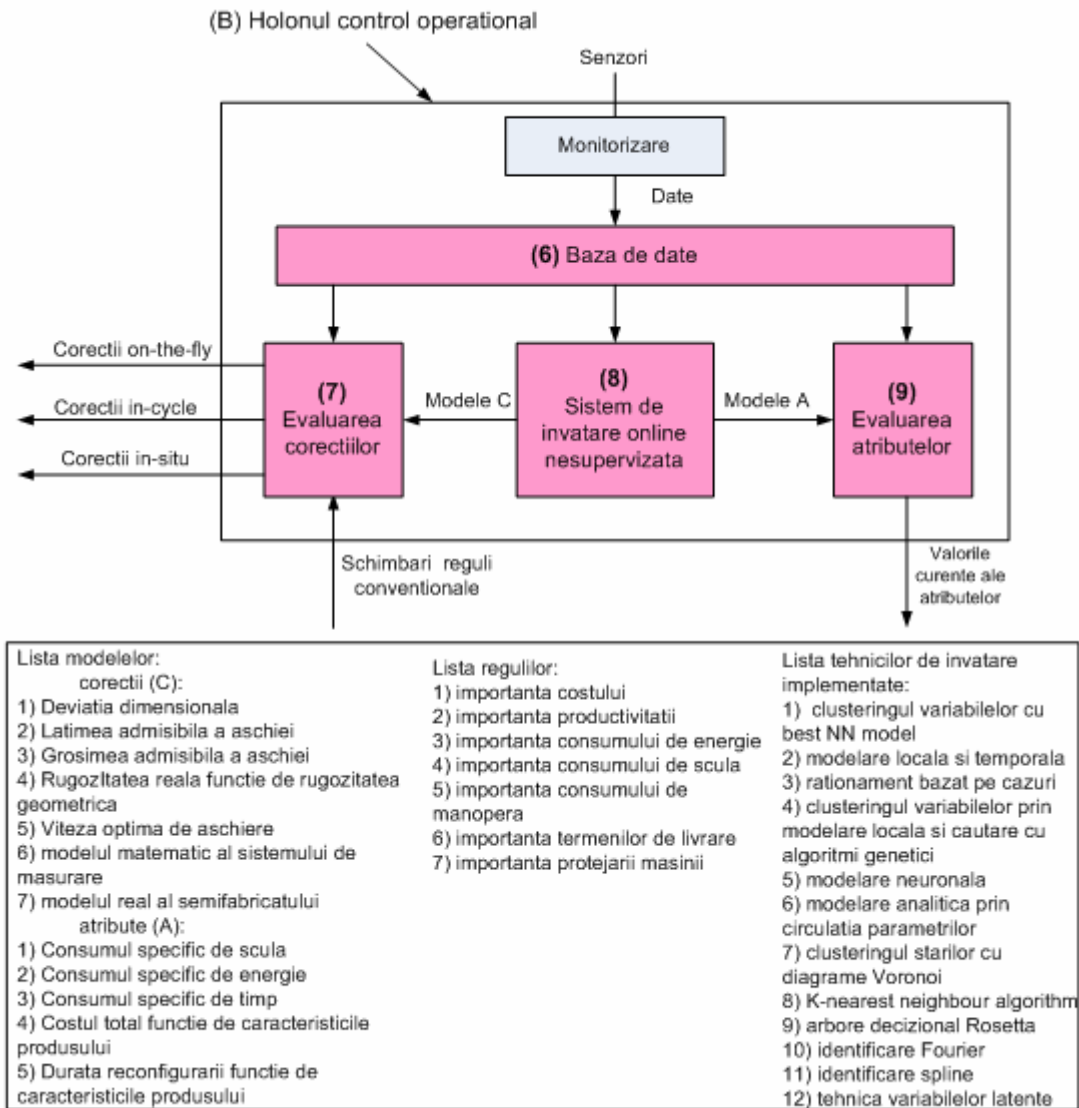


Fig.5. Modelul conceptual al holonului control operational

## 2. Elaborarea unui algoritm de invatare online nesupervizata si aplicarea acestuia la conducerea unei masini tehnologice.

Algoritmul de invatare online nesupervizata are ca scop studiul starilor si al tranzitiilor masinii tehnologice, in scopul determinarii ecuatiilor de stare si evaluarii corectiilor necesare pentru conducerea masinii tehnologice. Algoritmul presupune parcurgerea urmatoarelor pasi:

Pasul 1: *Clusteringul variabilelor*. Acesta este realizat pe baza identificarii relatiilor cauzale care, in conditiile invatarii nesupervizate, nu sunt cunoscute. Tehnicile aplicate sunt: NN best model, interogarea activa, analiza corelatiilor si analiza statistica a vecinatatilor.

Pasul 2: *Segmentarea domeniilor de variatie a variabilelor*. Scopul urmarit in acest pas al algoritmului este constructia unor modele simple, locale si temporale (efemere), prin care se evita dificultatile specifice modelelor generale si perene.

Pasul 3: *Structurarea spatiului de invatare*. Acest lucru se realizeaza pe baza clusteringului variabilelor si a segmentarii domeniilor lor de variatie.

Pasul 4: *Studiul spatiului starilor*. Pornind de la observatia ca, in procesul de prelucrare a unui lot de produse identice, starea sistemului evolueaza dupa o traiectorie inchisa, traiectorie descrisa de programul masinii, se poate accepta ideea ca traiectoriile succesive

nu sunt foarte diferite. Diferentele ce pot aparea sunt datorate faptului ca semifabricatele folosite nu sunt perfect identice sau faptului ca, in timp, comportarea sistemului evolueaza. Intrucat amploarea diferentelor sau a efectului evolutiei comportarii sistemului este mica, este de asteptat ca si abaterea de la traiectoria programata sa fie mica. De aceea, in fiecare punct al traiectoriei starilor masinii tehnologice, ecuatia de stare poate fi linearizata prin dezvoltare in serie Taylor si retinerea termenului de grad I. Pe aceasta baza se poate cu usurinta identifica online ecuatia de stare, in fiecare element structural al spatiului de invatare.

Passul 5: *Studiul spatiului tranzitiilor*. Definind tranzitia masinii tehnologice de la o stare la alta si stabilind o metrica adecvata, se poate defini un spatiu al tranzitiilor, iar in acesta, prin clustering, se pot stabili clase de echivalenta. In controlul predictiv al masinii tehnologice, analogia tranzitiilor poate servi ca baza pentru prognoza starilor. In acest scop, sistemul de invatare online nesupervizata include in algoritmul sau acest pas.

Algoritmul a fost testat pe un set de date colectate de la o intreprindere al carei obiect de activitate este carosarea masinilor Dacia Pickup. Erorile de invatare constatate in cursul acestei simulari pot fi considerate acceptabile, intrucat efectul acestora asupra concluziilor este neglijabil.

### 3. Integrarea modelului si a algoritmului in conceptul de conducere prin modelare holarhic-atributiva si invatare online nesupervizata

In figura 6 se prezinta modul in care algoritmul de invatare online nesupervizata este alimentat cu date de intrare, precum si modul in care se obtin aceste date, pe de o parte, si pe de alta parte, structura iesirilor, precum si elementele catre care acestea sunt dirijate.

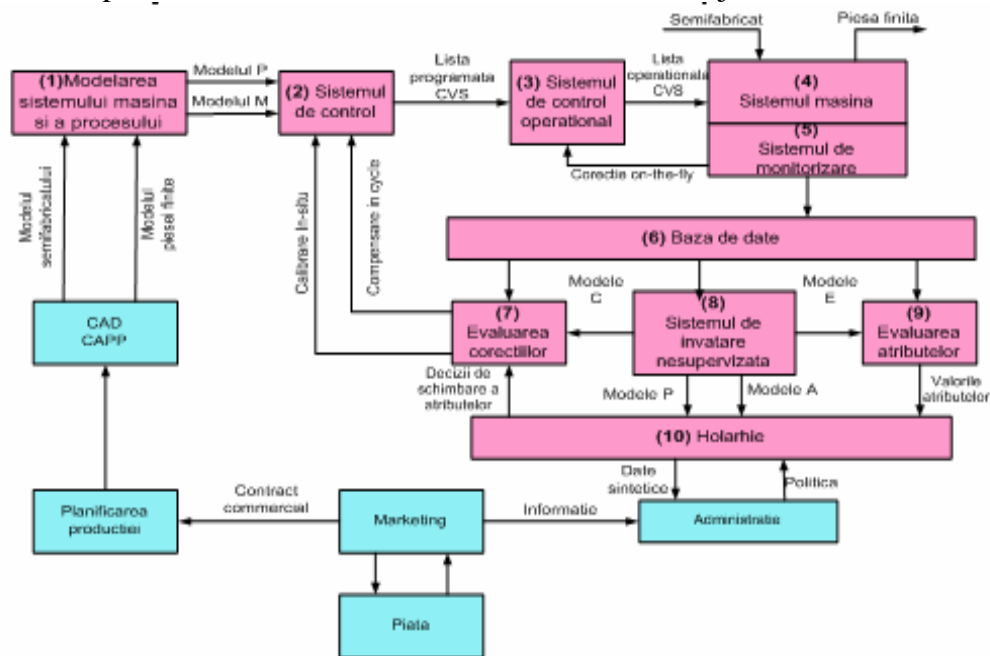


Fig 6. Integrarea modelului si a algoritmului in sistemul de conducere

## Bibliografie

- [1] Leitao P, Restivo F. A holonic approach to dynamic manufacturing scheduling. *Robot Comput Integr Manuf* (2007),doi:10.1016/j.rcim.2007.09.005
- [2] Verstraete, P., et al., Towards robust and efficient planning. *Engineering Applications of Artificial Intelligence* (2007),doi:10.1016/j.engappai.2007.09.002
- [3] V. Marčák, J. Lazánský, Industrial applications of agent technologies, *Control Engineering Practice* 15 (2007) 1364–1380
- [4] J. Jarvis et al. A team-based holonic approach to robotic assembly cell control, *Journal of Network and Computer Applications* 29 (2006) 160–176
- [5] Radu F. Babiceanu, F. Frank Chen – Development and applications of holonic manufacturing systems: a survey, in *Journal of Intelligent Manufacturing*, 17, (2006)111-131.
- [6] J.L. Martinez Lastra, A.W. Colombo, Engineering framework for agent-based manufacturing control, *Engineering Applications of Artificial Intelligence* 19 (2006) 625–640
- [7] S. Rodriguez et al. Towards a holonic multiple aspect analysis and modeling approach for complex systems: *Application to the simulation of industrial plants*, *Simulation Modelling Practice and Theory* 15 (2007) 521–543
- [8] P. Valckenaers and H. Van Brussel ,Holonic Manufacturing Execution Systems CIRP Annals - Manufacturing Technology, Volume 54, Issue 1, (2005), Pages 427-432