

# INGINERIA ADAPTRONICĂ – ÎN SPRIJINUL DEZVOLTĂRII COMPETITIVE A INDUSTRIEI INTELIGENTE

Prof. univ. dr. ing. Gh. Ion GHEORGHE

Institutul Național de Cercetare-Dezvoltare pentru Mecatronică  
și Tehnica Măsurării – București

**REZUMAT.** Lucrarea științifică prezintă „Ingineria adaptronică” în sprijinul dezvoltării competitive a industriei inteligente, având la bază noul cunoștințe tehnice și tehnologice avansate, integrate în structuri de sisteme și sisteme de sisteme inteligente și hiperinteligente.

**Cuvinte cheie:** adaptronică, sisteme inteligente, tehnologii avansate.

**ABSTRACT.** The scientific paper presents “adaptronic engineering” aimed at aiding the competitive development of the intelligent industry based on the new advanced technical and technological know-how, integrated in structures of systems and systems of intelligent and hyper-intelligent systems.

**Keywords:** adaptronic, intelligent systems, advanced technologies.

## 1. INTRODUCERE

**ADAPTRONICA** descrie în esență domeniile tehnice și tehnologice cunoscute la nivel internațional sub denumirea de sisteme inteligente, structuri inteligente, materiale inteligente, și procese inteligente, descrie modalitatea ușoară de a construi sisteme și structuri adaptative și adaptive, cu obiectiv de reducere a resurselor materiale, tehnologice și energetice, pentru implementare și operare la un minim absolut, descrie diferite scenarii aplicative concentrate pe modele din natură, încercând să simuleze „funcțiile vitale”, și capacitatea sistemelor biologice de a recunoaște și a corecta în mod automat disfuncțiile din propria lor structură, caracteristică dorită pentru sistemele și structurile tehnice, mai ales în domeniile în care siguranța este esențială (ex.: avioane, structuri civile etc.), descrie „pilonii științifici” ai disciplinelor implicate și componentele importante ale structurilor și sistemelor de viitor etc.

Astfel, „un sistem adaptronic” este caracterizat în esență de adaptabilitate și multifuncționalitate, cu scopul de a combina cel mai mare număr posibil de aplicații și funcții specifice „într-un singur element și într-un singur material specific”.

### **ADAPTRONICA:**

➤ este **ingineria tehnologică inovatoare și multi-interdisciplinară** care reunește și integrează cunoștințele noi fundamentale din mecatronica struc-

turală, integronica generativă, știința și ingineria materialelor, arhitectura actuatorică și senzorică, precum și din tehnologia măsurării și controlului automat și ingineria informatică.

➤ este **știința avansată** care facilitează performanța înaltă a sistemelor mecatronice, integronice și high-tech dar și dezvoltarea competitivă de produse noi, inovative, regăsind relevanța celor mai multe domenii de afaceri eficiente,

➤ este **domeniul hiperavansat** care completează dezvoltările inovative și potențialele necesare pentru modernizările și îmbunătățirile semnificative ale tehnologiilor inteligente potrivite și necesare piețelor naționale și internaționale ale industriilor informatizate și cibernetizate.

➤ este **vectorul integrator high-tech** pentru industriile strategice precum industria mecatronică, industria aerospațială, industria automobilelor, tehnologiei medicale, tehnologiei de măsură și control, ingineriei măsurării inteligente, ingineriei mecanice și de proces, ingineriei manipulării și automatizării producției.

➤ este **tehnologia cheie pentru viitor** devenind tot mai mult o platformă internațională a cunoașterii și a cunoștințelor noi și asigurând dezvoltării și utilizării de integrarea tehnico-economică a rezultatelor de cercetare, dezvoltare și inovare.

➤ este **mix-ul de structuri și produse noi** ce pot fi utilizate pentru a schimba modul de operare și cerințele mediului înconjurător.

## 2. OBIECTIVELE INGINERIEI ADAPTRONICE

Adoptând Adaptronica drept o nouă știință inteligentă complex integratoare și ca o nouă inginerie high-tech avansată, aceasta se bazează în primul rând pe Mecatronică și Integronică și în viitorul apropiat pe MicroNanoMecatronică și MicroNanoIntegronică, ca noi domenii inteligente cu rol determinant, în a extinde funcționalitatea structurilor unui sistem inteligent și hiperinteligent chiar referitor la cinematica și dinamica unui punct în spațiu, utilizându-se înlocuirea sau adăugarea de noi componente și subsisteme multistructurale și multifuncționale.

Ținând cont de cele enunțate, Adaptronica poate fi înțeleasă ca o consecință logică a Mecatronicii și Integronicii, care încă nu își pierd importanța lor.

Scopul Adaptronicii, este acela de a influența structurile sistemelor inteligente, pentru a se adapta o nouă tehnologie posibilă pentru utilizatorii sistemelor adaptronice în vederea optimizării acestora și a reducerii costurilor de fabricație la minim. Adaptronica, ca tehnologie a schimbării, este implicată în domenii de cercetare definite și complementare, în proiecte de cercetare științifică și de cercetare industrială, în funcție de cerere, cu multe competențe de excelență, de analiză și experimentare și de evaluare și aplicații.

**Obiectivul principal** al Adaptronicii, **ca preocupare**, este introducerea soluțiilor mecatronice și integronice adaptative și adaptate în domeniile ingineriei pentru optimizarea și dezvoltarea de noi produse, sisteme și procese inteligente, ca **vector comercial**, este potențialul de creare a valorii partenerului și stimularea construirii de viitoare piețe, iar **ca scop principal** este realizarea de noi concepte inovatoare adaptronice, cu preponderență pentru reducerea proprie și substanțială a vibrațiilor active și a zgomotului din sistemele adaptronice.

Alte obiective, principale sau specifice, ale Adaptronicii, sunt sintetizate astfel:

- dezvoltarea de noi materiale, structuri și sisteme inteligente;
- generarea unui nou comportament adaptativ și adaptiv la diferite condiții de operare și de mediu;
- reducerea resurselor materiale și energetice pentru implementări și operări la un minim absolut;
- dezvoltarea de scenarii aplicative bazate pe natură și simularea funcțiilor vitale;
- corectarea în mod automat a disfuncțiilor din propria structură a sistemelor adaptronice;
- facilitarea siguranței și adaptabilității;
- dezvoltarea unei game variate a aplicațiilor Adaptronicii în domeniile tehnologice, biologice și medicale.

Adaptronica este definită în sinteză ca inginerie tehnologică inovatoare și multi-interdisciplinară ce

reunește și fuzionează cunoștințele noi din mecatronica structurală, integronica generativă, ingineria materialelor, arhitectura senzorică și actuatorică, tehnologia măsurării și controlului inteligent și ingineria informatică.

În prezent, „Adaptronica / Adaptronica Aplicată” (fig. 1) – **ca nou concept pentru viitor**, este cea mai potrivită știință și cel mai potrivit domeniu, pentru piețele naționale și internaționale ale industriilor și în special ale industriei aerospațiale, industriei automobilului inteligent, industriei tehnologiei feroviare, industriei navale, industriei tehnologiei medicale, industriei acustice, industriei tehnologiei de măsurare și control inteligent automat integrat, industriei măsurării mecatronice și integronice, industriei mecanice, industriei de proces, industriei ingineriei manipularii și automatizării fabricației.

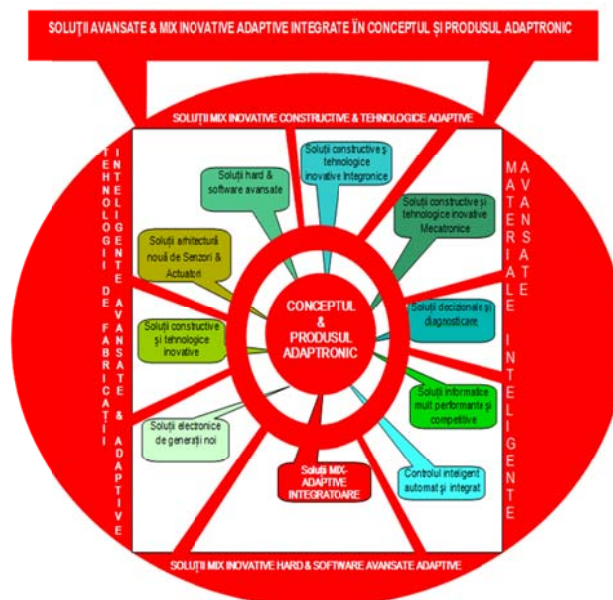


Fig. 1

În dezvoltarea științifică a descriptorului „Adaptronica / Adaptronica Aplicată” se adaugă și **vectorul tehnologic activ structural și adaptabil** în toate ramurile industriei și **vectorul de sistem inovator** al produselor, materialelor inteligente, funcțiilor de senzori și componente actuatorice și funcțiilor de măsurare, control și reglare, toate în scopuri tehnologice de modificare, de îmbunătățire și de dezvoltare evolutivă și generativă.

În continuare, în conformitate cu figura menționată, „conceptul și produsul adaptronic” înglobează soluțiile avansate și mix-inovative adaptive integrate în ansamblul de produse și sisteme adaptronice, în structura acestora, sunt implementate, prin înlocuire sau adăugare, de componente și subsisteme inovatoare, prin integrarea de soluții constructive și tehnologice inovative integronice, soluții constructive și tehnologice inovative mecatronice, soluții de

arhitectură nouă de senzori și actuatori, soluții constructive și tehnologice inovative mecatronice, soluții de arhitectură nouă de senzori și actuatori, soluții constructive și tehnologice inovative mecanice, soluții electronice de generații noi, soluții control inteligent automat și integrat, soluții informatice înalt performante și competitive, soluții hard și software avansate și soluții control inteligent automat și integrat, soluții informatice înalt performante și competitive, soluții hard și software avansate și soluții decizionale și de diagnosticare; această adaptare și fuziune de soluții mix-adaptive integrate, constructive și tehnologice adaptive și hard și software avansate adaptive, în conceptul și produsul adaptronic, utilizează ca materiale – materialele inteligente avansate, iar ca tehnologii – tehnologiile de fabricație inteligentă avansate și adaptive.

### 3. CONCEPTUL SISTEMULUI FUNCȚIONAL ADAPTRONIC

În baza procesului de creare și construcție a produselor și sistemelor adaptronice trebuie să se proiecteze arhitectura și organizarea sistemului funcțional adaptronic (fig. 2).

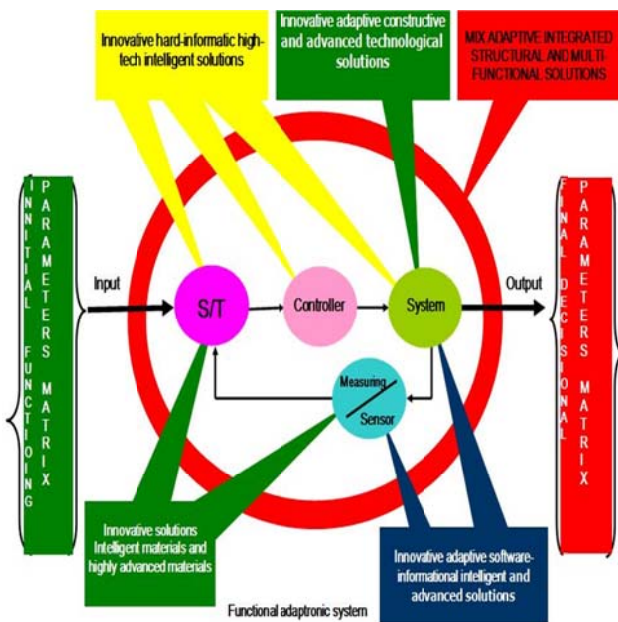


Fig. 2

Structura acestui sistem funcțional adaptronic cuprinde:

- matricea parametrilor inițiali de funcționare – mărimi de intrare;
- conceptul senzorului/actorului inteligent pentru captarea semnalelor procesului tehnic și / sau tehnologic (S/A);

Funcționarea și desfășurarea procesului în cadrul sistemului adaptronic sunt asigurate de integrarea și

fuziunea soluțiilor inovative pe nivelele structurale ale sistemului, în ordinea operațională de transmitere a fluxului informațional, a soluțiilor inovative hard-informatic high-tech inteligente la nivelul lanțului S/T, controller și respectiv la nivelul sistemului, a soluțiilor inovative adaptive constructive și tehnologice avansate la nivelul sistemului, a soluțiilor inovative de materiale inteligente și înalt avansate la nivelul lanțului S/T a subsistemului de feedback măsurare/senzor, a soluțiilor inovative adaptive software-informaționale inteligente și avansate la nivelul sistemului și al subsistemului de feedback măsurare/senzor și al soluțiilor mix-adaptive integrate structurale și multifuncționale la nivelul întregului lanț valoric și structural al sistemului de feedback măsurare/senzor și al soluțiilor mix-adaptive integrate structurale și multifuncționale la nivelul întregului lanț valoric și structural al sistemului funcțional adaptronic, prin asamblarea de sistem și adăugarea selectivă pe fiecare parte componentă, în funcție de necesități și alte condiții și efecte impuse.

### 4. SISTEME ADAPTRONICE REALIZATE ÎN INCDMTM ȘI APLICATE ÎN INDUSTRIA INTELIGENTĂ

**Conceptul adaptronic de fuziune tehnologică și constructivă, adaptat sistemelor mecatronice și integronice,** sintetizează întregul potențial tehnic, tehnologic, funcțional și decizional integrat în ansamble inteligente și mereu adaptive noilor condiții de lucru și de mediu, atât prin autoschimbare sau autoimplementare.

Aplicarea Adaptronicii – prin concepte și structuri adaptronice, a fost implementată pentru «modelul experimental de microsistem mecatronic/micronomecatronic sau integronic/ micro-nanointegronic-high-tech pentru poziționări și micro-nanopозиționări» pentru a fi integrat în următoarele aplicații: poziționare de precizie în vederea măsurării; caracterizarea suprafețelor în spațiu vectorial complex și temperatură; sistem mecatronic inteligent pentru determinarea măsurătorilor constantelor globale ale sistemelor optice cu algoritmi software complecși; sistem de calibrare a senzorilor inductivi de deplasare și a senzorilor pneumo-electrici etc.

Reprezentarea schematică a sistemului mecatronic adaptronic este arătată în figura 3.

#### Caracteristici tehnice:

- masa de lucru: 1250×780×750 (mm);
- cursa săniilor: 0-200 mm pe x și pe z;
- sarcina de transport: pe x 100-200 N, pe z este 25-50 N;
- precizia de poziționare: ± 0,00025 mm;
- gripper (electric sau pneumatic) cu posibilitatea prinderii și poziționării reperelor de până la 0,5 kg;

- alimentare electrică 220 V.c.a./50 Hz; (15V-CC motoare, 24V- gripper și controller);
- încărcare-descărcare automată a pieselor.

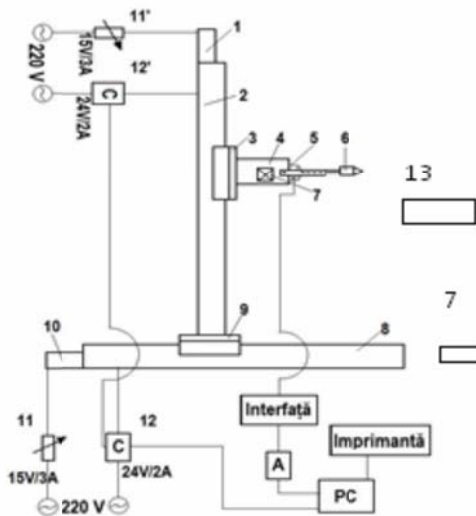


Fig. 3. Reprezentarea schematică a sistemului mecatronic adaptronic:

- 1, 10 – motoare de curent continuu; 2, 8 – axe liniare;  
 3, 9 – săniile axelor liniare; 4 – gripper electric; 5 – degete profilate;  
 6 – piesa; 7 – senzor de temperatură; 11 – alimentare;  
 12 – controlere; 13 – senzor prezență piesă.

În figura 4 este redată reprezentarea de ansamblu a sistemului micromecatronic adaptronic flexibil de poziționare / micropoziționare.

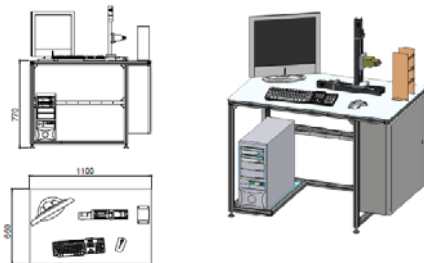


Fig. 4. Reprezentare de ansamblu a sistemului micromecatronic flexibil de poziționare

Un alt exemplu de sistem adaptronic, a fost realizat în INCDMTM la Departamentul Mecatronica Măsurării Inteligente: «Sistem adaptronic flexibil de măsurare inteligentă pentru etanșeitate reperi turnate, integrat în tehnologia de fabricație auto»:

a) **reper carter distribuție – uzinat:** H4Bt8°, H4DA49°, H4Bt49°, H4DAt8° (fig. 5);

**Caracteristici tehnice:**

- tensiunea de alimentare: 220 V.c.a. / 50 Hz;
- presiunea de alimentare: min. 6 bar;
- presiunea de lucru: 5 bar;
- presiunea de încercare de etanșeitate: 1 bar, la ambele cicluri;
- pierderea de aer admisibilă:
  - 3,6 cm<sup>3</sup> / min la ciclul de joasă presiune;
  - 12 cm<sup>3</sup> / min la ciclul de înaltă presiune;
- durata ciclului: ~ 40 s. / buc.



Fig. 5

b) **reper carter chiulasă – uzinat:** H4DA49°, H4Bt49°, H4DAt8°, H4Bt8° (fig. 6).

**Caracteristici tehnice:**

- tensiunea de alimentare 220 V.c.a. / 50 Hz;
- presiunea de alimentare: min. 6 bar;
- presiunea de lucru 5 bar;
- presiunea de încercare de etanșeitate: 1 bar;
- pierderea de aer admisibilă: 25 cm<sup>3</sup> / min;
- durata ciclului: ~ 40 s / buc.



Fig. 6

În conformitate cu figura menționată, conceptul adaptronic aplicat echipamentului / sistemului inteligent mecatronic integronic adaptronic, exprimă soluțiile complexe abordate în direcția utilizării Adaptronicii.

În acest context, structura complexă a echipamentelor / sistemelor adaptronice, cuprinde:

- structura mecanică de ansamblu;
- structura ghidajelor precise pentru deplasarea reperului de măsurat în „stația de măsurare”;
- structura „stației de preparare și alimentare cu aer instrumental”;
- structura „stației pneumatice de măsurare și etalonare”, pentru procesul complet de măsurare și de „verdit metrologic”;
- structura „stației complexe” de etanșare a tuturor alezajelor din reperul de măsurat;
- structura „stației de comandă” a procesului de măsurare ;
- structura „panoului de operare” a procesului de măsurare;

- structura „stației de siguranță” a spațiului de lucru, a echipamentului / sistemului adaptronic;

- structura „saniei mecanice mobile”, pentru bazarea, poziționarea și transportul piesei de măsurat;

- structura software a procesului de măsurare și marcarea a piesei de măsurat;

- structura „arhitecturii senzoriale” de evaluare și monitorizare a piesei de măsurat;

Această structură complexă a echipamentului / sistemului adaptronic, asigură și adaptarea lui la geometria piesei de măsurat, astfel, că se asigură selectarea „elementelor de etanșare” a alezajelor piesei de măsurat în funcție de „geometria reală” a piesei de măsurat, după care urmează procesul de măsurare propriu-zis.

După realizarea măsurării și marcării piesei măsurate, urmează evacuarea piesei și alimentarea cu cealaltă piesă de măsurat a cărei geometrie este diferită de piesa care a fost măsurată, pentru care se selectează „alte elemente de etanșare” a alezajelor piesei de măsurat și corespunzătoare noii geometrii a piesei, urmând procesul de măsurare și marcarea al acestei piese de măsurat.

Procesul de măsurare, continuă, pe același echipament / sistem adaptronic, cu altă piesă de măsurat cu altă geometrie de dispunere a alezajelor, care este măsurată și marcată.

Echipamentul / sistemul adaptronic menționat, poate realiza măsurări și marcări până la patru piese

de măsurat, (H4Bt8°, H4DA49°, H4Bt49°, H4DA8°), toate cu geometrii variabile ale alezajelor și care aparțin aceleiași familii de piese.

#### 4. CONCLUZII

În condițiile și criteriile ingineriei adaptronice, de abordare de soluții constructive inovative adaptive impuse de noile metode, tehnici și instrumente adaptronice și de noile cerințe ale proceselor de fabricație și de operare tehnologică, se pot concepe, realiza și implementa noi produse inovative adaptronice – echipamente și sisteme inteligente mecatronice integronice adaptronice, destinate industriilor high-tech, printre care industria automobilului inteligent, industria controlului inteligent integrat, industria militară, industria mecatronică, integronică și robotică, industria medicală etc.

#### BIBLIOGRAFIE SELECTATĂ

- [1] Bocking, F.; Sugg, B.: *Piezo Actuators: A Technology prevails with injection valves for combustion engines*. Proc. 10th Int. Conf. New Actuators, Bremen, Germany (14-16 June 2006), pp. 171-176
- [2] Gheorghe Ion Gheorghe; Simona Istrateanu, Veronica Despa, Alexandru Constantinescu, Adrian Voicu, *Mecatronics, Integronica si Adaptronica*, Ed. CEFIN, 2012.