

ACTUATOARE

1. Introducere

Integrarea actuatorilor constituie o altă formă de integrare hardware (componente) în sistemele mecatronice.

Modul de definire a actuatorului, ca și componentă indispensabilă sistemului mecatronic, este extrem de larg cu unele aspecte comune. O reprezentare schematică a funcției unui actuator este dată în figura 14.1.

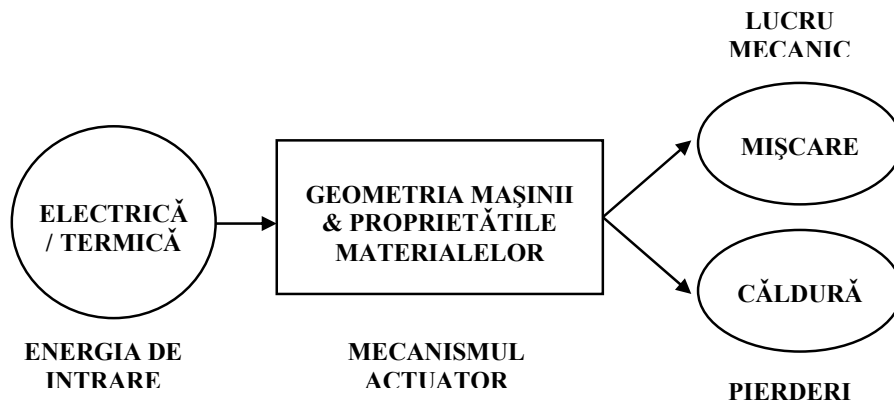


Fig.14.1 Reprezentarea schematică a funcției unui actuator

O primă clasificare a actuatorilor poate lua în considerare două clase, pornind de la principiul de funcționare:

- Actuatore clasice / convenționale
- Actuatore speciale.

Într-o sistematizare a actuatorilor se consideră ca un prim criteriu cel referitor la principiul de interacțiune și crearea a mișcării (fig.14.2).

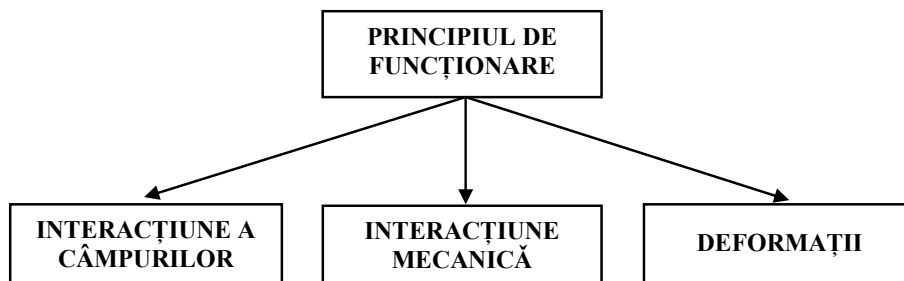


Fig.14.2 Sistematizare a actuatorilor

Valer DOLGA

Actuatoarele a căror funcționare se bazează pe deformații liniare sau unghiulare au în componența structurală materiale inteligente (*smart materials*): materiale piezoelectrice, materiale electrostrictive și magnetostrictive, materiale reologice, materiale cu memoria formei (sensibile termic), materiale sensibile pH, materiale electrocromice (își modifică proprietățile optice funcție de tensiunea aplicată pe materialul electrod) etc.

Componenta fundamentală a actuatorului este traductorul. Traductorul a fost definit ca un dispozitiv care transformă energia neelectrică în energie electrică sau invers. Traductorul a fost definit și ca un dispozitiv care transformă o formă de energie în alta: energia cinetică de translație în energie cinetică de rotație sau invers.

În baza celor prezentate anterior și utilizând noțiunea de port \equiv bornă de intrare și respectiv de ieșire, un actuator poate fi asimilat cu o înseriere de două traductoare cu două porturi: portul de intrare electric și portul de ieșire mecanic (fig.14.3).

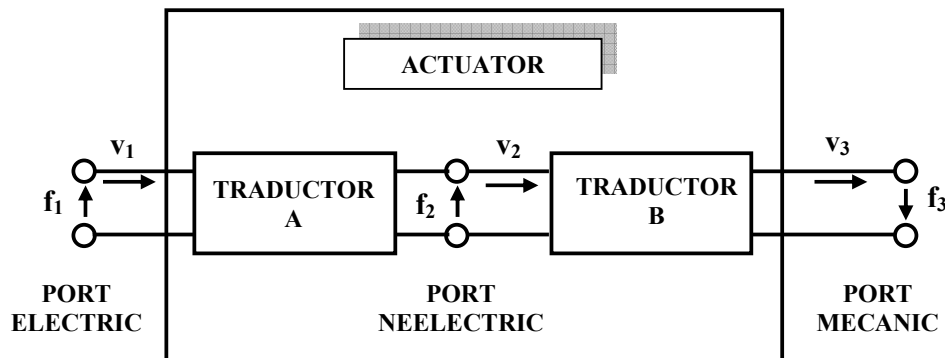


Fig.14.3 Mod de definire a unui actuator

Într-o abordare asemănătoare, pornind de la noțiunea de traductor, se poate realiza o nouă interpretare a noțiunii de actuator. Astfel, se poate considera că două tipuri de traductoare pot fi luate în considerare:

- **Traductoare pe bază de caracteristici geometrice** în care efectul de cuplaj între cele două forme de energie – intrare și de ieșire – se bazează pe formele geometrice ale elementelor componente. Actuatoarele rezultate din această categorie de traductoare sunt denumite actuatoare geometrice. Este cazul tuturor actuatorilor rotative.

- **Traductoare pe bază de caracteristici de material** în care fenomenul de conversie între formele de energie este direct utilizat pentru dezvoltarea actuatorilor. Exemple caracteristice: actuatoarele piezoelectrice, actuatoare cu memoria formei etc.

În funcție de forma energiei de intrare folosite pentru concretizarea funcției actuatorului și implicit pe baza principiului de conversie energetică, se pot distinge categoriile:

- **Conversia termomecanică.** În acest caz energia de intrare este din domeniul termic iar cea de ieșire este energie mecanică.
 - **Actuatoarele pe bază de materiale cu memoria formei (AMMS)** (pe bază de transformare de fază) asigură controlul forței într-o plajă largă, comparabilă cu alte variante de actuatoare. În plus, proiectarea simplă a schemei de control asigură posibilitatea de miniaturizare, consum energetic redus, etc. Clasa de aplicații a acestor actuatoare este extrem de largă: microroboți, echipamente medicale, sisteme de siguranță termice etc. În figura 14.4 se prezintă o aplicație a acestor actuatoare pentru construcția unui efector final.

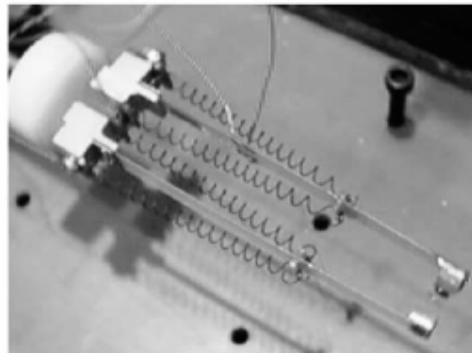
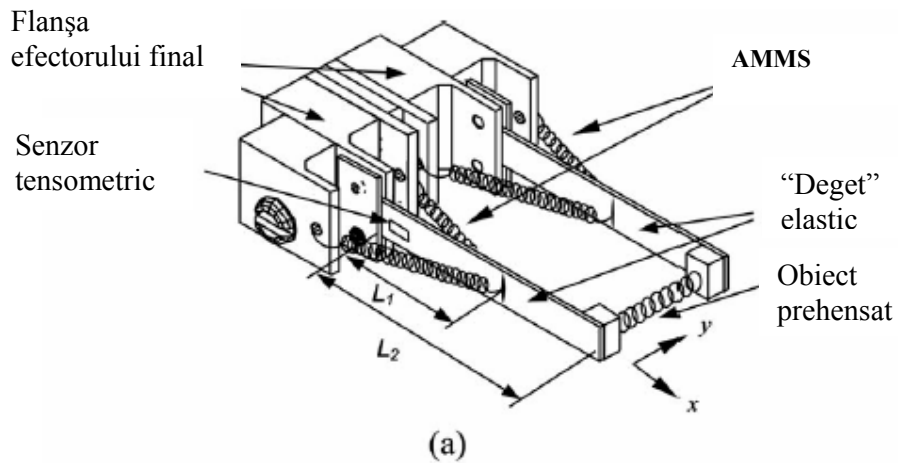


Fig.14.4 Actuador pentru efector final

- **Actuatoare termice** pe bază de structură compozită bimetalică.

Valer DOLGA

- *Actuatoare termice* pe bază de geluri polimerice
- *Actuatoare termice* pe bază efectului de dilatare / comprimare.
- **Conversia magnetomecanică.** În acest caz actuatoarele stabilesc o conversie energetică din domeniul magnetic în domeniul mecanic și invers.
 - *Actuatoare magnetostrictive* care au la bază efectul magnetostrictiv prin care un material feromagnetic își modifică dimensiunile sub acțiunea unui câmp magnetic exterior (fig.14.5). Parametrul geometric “x” și respectiv forța “F” este ca rezultat a câmpului magnetic exterior în care se află epruveta 1.

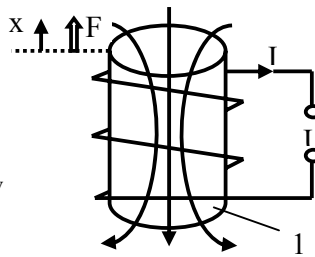


Fig.14.5 Efectul magnetostrictiv

În figura 14.6 se prezintă realizarea fizică a unui actuator magnetostrictiv.

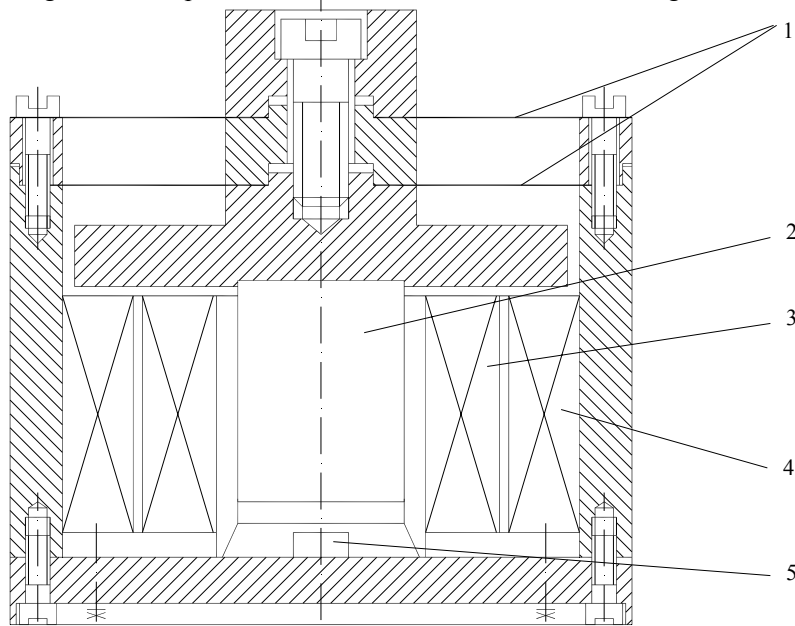


Fig.14.6 Actuator magnetostrictiv

Valer DOLGA

Mișcarea de translație este ghidată printr-un mecanism cu elemente elastice (1- elemente elastice; 2 - tijă din material cu proprietăți magnetostrictive; 3- bobină alimentată în c.c; 4 – bobină alimentată în c.a.; 5 – traductor Hall)

- *Actuatoare meagnetoreologice.* Actuatoarele magnetoreologice au ca element de bază în structură fluidul magnetoreologic sau ferrofluidul (lichid magnetic). Ferrofluidele sunt dispersii de particule magnetice într-un lichid de bază. Ferrofluidele răspund parctic instantaneu la aplicarea unui câmp magnetic exterior modificându-și vâscozitatea.

În figura 14.7 este prezentată soluția constructivă a unui actuator magnetoreologic destinat eliminării influențelor negative ale vibrațiilor dintr-un sistem. În construcția actuatorului este montat, pe structura pistonului, un circuit magnetic. La baza cilindrului hidraulic este încorporat un acumulator cu nitrogen cu rolul de a preveni cavitația (metoda standard) la presiunile joase dezvoltate asupra pistonului în mișcare. Fluidul magnetoreologic curge printr-un orificiu circular practicat în piston și unde este activat circuitul magnetic. Caracteristicile avantajoase ale actuatorului sunt: posibilitatea de control electric printr-o metodă fără contact; nu există părți mecanice care să influențeze calitatea funcționării; nu există posibilitatea pierderii de lichid.

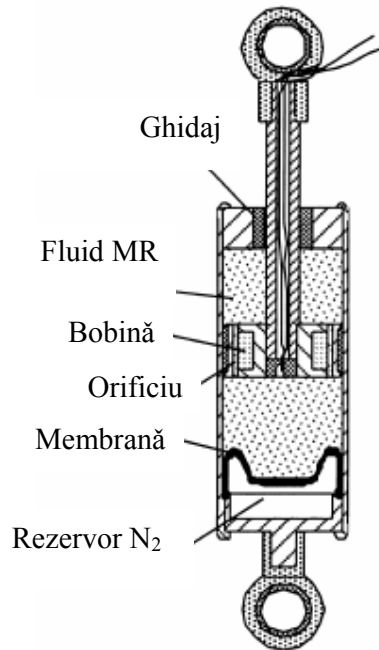


Fig.14.7 Actuator magnetoreologic

Utilizarea unor actuatoare reologice este analizată pentru acționarea unui robot paralel destinat operațiilor de montaj. Aceste actuatoare au la bază lichidele reologice care își modifică parametrii (vâscozitatea) în prezența unui câmp electric sau câmp magnet (lichide magnetoreologice). Principiul de funcționare în cazul actuatorilor electroreologice este prezentat în figura 14.8, vâscozitatea fluidului fiind dependentă de tensiunea U aplicată. În acest mod se poate controla debitul de fluid din dispozitivul realizat. În figura 14.9 se prezintă principiul de realizare a unui microdispozitiv pe baza lichidului magnetoreologic.

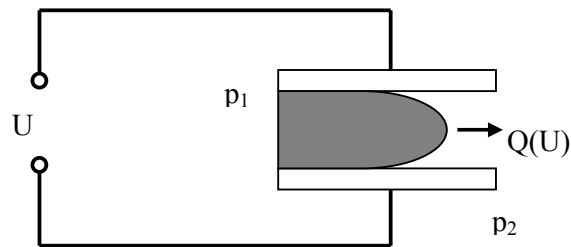


Fig.14.8 Principiul de funcționare a actuatorilor reologice

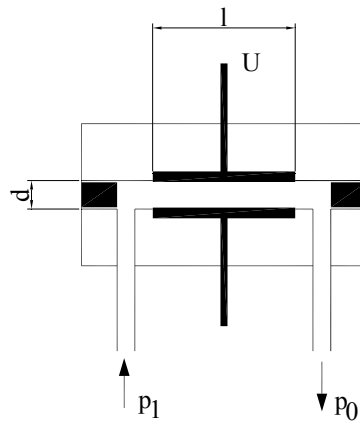


Fig.14.9 Principiul de realizare a unui dispozitiv magnetoreologic

Vâscozitatea fluidului este dependentă de diferența de potențial U dintre cei doi electrozi, parametrii geometrici ai dispozitivului (d – distanța dintre electrozi; l – lungimea de suprapunere a electrozilor; b – lățimea canalului) și diferența de presiune:

$$\eta(U) = \frac{1}{12} \cdot \frac{d^3 \cdot b}{l} \cdot \frac{p_1 - p_2}{Q(U)} \quad (14.1)$$

Valer DOLGA

Modul de constituire a unui microactuatoer pe baza a două dispozitive din categoria celor prezentate anterior este ilustrat în figura 14.10. Microactuatoerul realizat este cu un singur port de control (cu presiunea p_c).

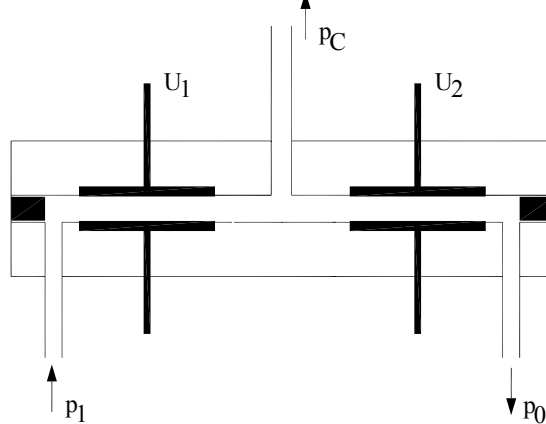


Fig.14.10 Microactuatoer magnetoreologic

- *Actuatoare pe bază de memoria magnetică a formei.* Actuatoarele realizate pe bază de elemente active din aliaje cu memorie au tot mai mult o largă aplicabilitate. Modul de realizare a unui astfel de actuatoer liniar cu posibilități de integrare diversă este prezentat în figura 14.11 pentru cursa maximă de acționare. Starea de extensie minimă este prezentată în figura 14.12.

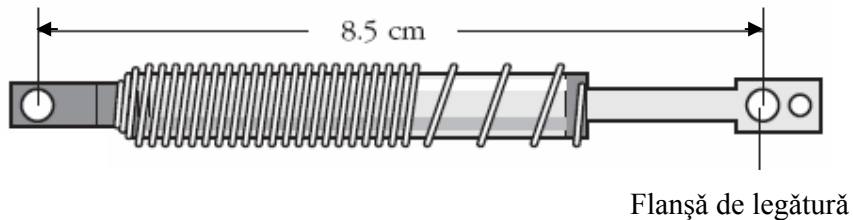


Fig.14.11 Actuatoer liniar la extensie maxim

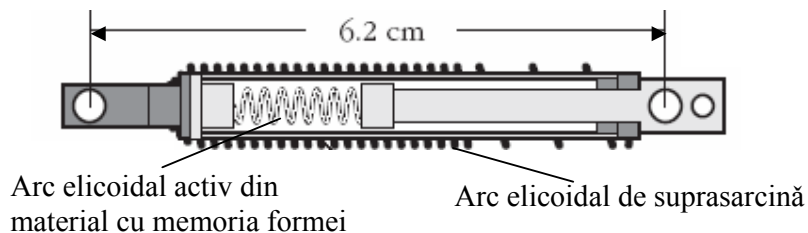


Fig.14.12 Actuatoerul liniar la extensie minimă

Valer DOLGA

- *Actuatoare piezoelectrice.* Un sistem de acționare având la bază actuatoare piezoceramice bimorfe destinat unui CD player este prezentat în figura 14.13.

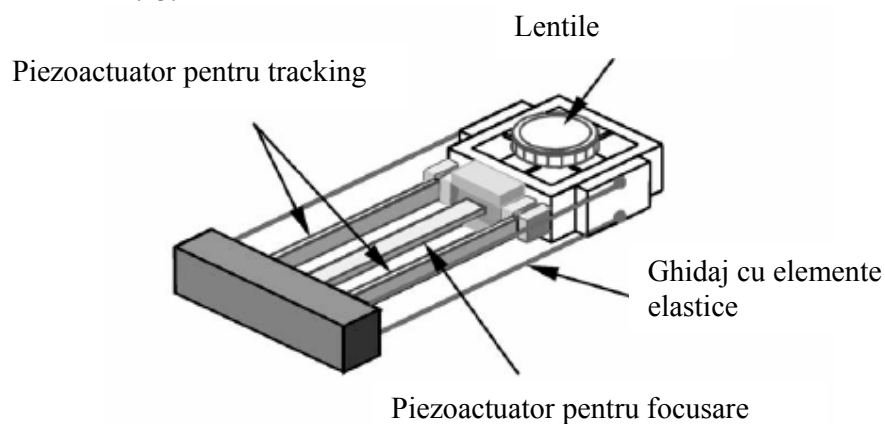


Fig.14.13 Actuador piezoelectric într-o aplicație

Utilizarea unor actuatoare piezoelectrice în construcția roboților industriali este prezentată în figura 14.14.

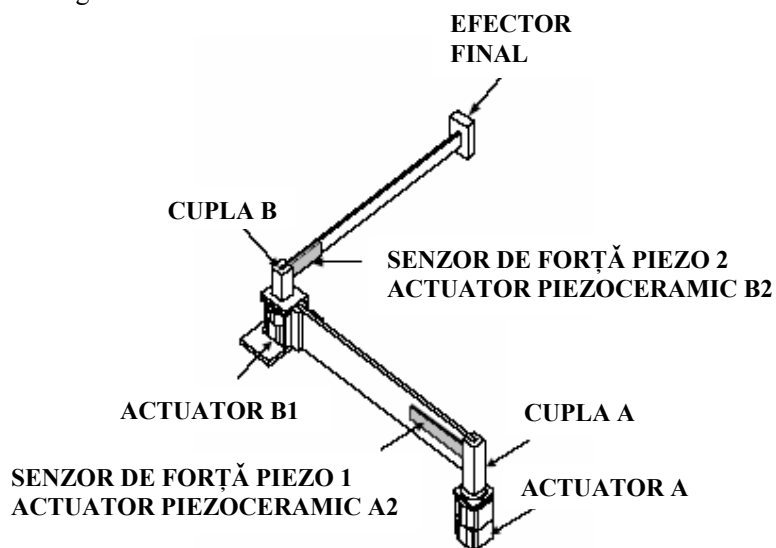


Fig.14.14 Actuatoare piezoelectrice în construcția unui robot industrial

Poziționarea efectorului final al unui robot industrial a fost analizată după integrarea suplimentară a două actuatoare piezoceramice în structura mecanică a robotului. Robotul are o structură din clasa SCARA (pentru eliminarea efectelor

Valer DOLGA

gravitaționale) cu două cuple cinematice A și B. Fiecare cuplă motoare are actuatorul aferent (A1 și respectiv B1), realizat pe principiile clasice (m.c.c.). În mod suplimentar pe elementele 1 și 2 s-au inserat actuatorile A2 și respectiv B2. Aceste actuatore au rolul de suprima vibrațiile elementelor 1 și 2 (fig.7.120).

O soluție originală a unui actuator este propusă și realizată practic la IPA Stuttgart (fig.14.15). Soluția se bazează pe o reuniune principială a unui reductor armonic și a unui motor liniar piezoelectric (simbolizat printr-un cilindru liniar). Piezomotoarele (3) (echivalentul generatorului de undă clasic din reductorul armonic) deformează roata dințată flexibilă (2) aflată în angrenare cu roata dințată rigidă (1). Deformarea roții flexibile se realizează prin comandă corespunzătoare a unui număr de piezomotoare. Numărul de axe de acționare (4) depinde de dimensiunea de gabarit și cerințele unei funcționări sigure.

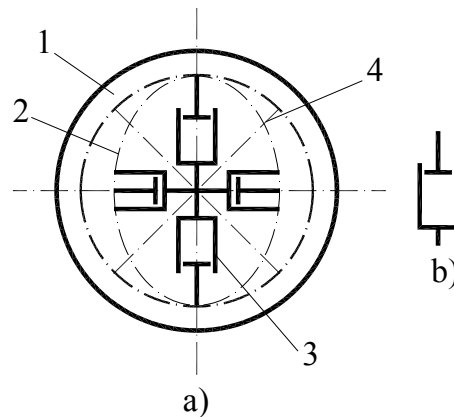


Fig.14.15 Reuniune motor liniar piezoelectric – reductor armonic

Aplicațiile prezentate pentru doar o parte din tipurile de actuatore existente în literatura de specialitate sunt sugestive pentru principiul de integrare hardware în etapa de proiectare.