

## CLASIFICAREA ȘI ALEGEREA ACTUATORILOR PROGRAMABILI PENTRU ACȚIONAREA UNUI MECANISM DE PREHENSIUNE MULTIFUNCȚIONAL DE LA ROBOȚII MONORAIL.

Marius NICA<sup>1</sup>, Ioan V. MIHĂILĂ<sup>2</sup>, Macedon GANEA<sup>3</sup>, Dorin HIRTE<sup>4</sup>, Gheorghe DONCA<sup>5</sup>

1. eng., drd., University of Oradea, e-mail: [mariusnica@yahoo.com](mailto:mariusnica@yahoo.com), 2. prof., PhD., eng., University of Oradea, 3. prof., PhD., eng., University of Oradea, 4. eng., drd., University of Oradea, 5., eng., drd., University of Oradea.

Keywords: actuator, design, selection, optimization

**Abstract.** This paper presents a method for quick comparison of vastly different actuators based on specified performance criteria for a given application. The research grew out of the need for a technique to select actuators for monorail robots, where stringent size constraints, expensive weight considerations, and a wide selection of potential actuator types made it very difficult to compare one actuator to another without extensive analysis of each system.

### 1. INTRODUCERE

Automatizarea avansată și miniaturizarea, întâlnite azi în toate domeniile ingineriei, impun dezvoltarea continuă a unor varietăți de acționări sigure și compacte în componența sistemelor moderne. Viteza și precizia, cu care un proces sau un sistem mecanic poate fi controlat, reprezintă parametrii de o importanță deosebită. Actuatorii au devenit rapid elementele cheie pentru îmbunătățirea performanțelor generale ale produselor existente, adăugarea unor caracteristici suplimentare ale acestora, sau chiar pentru apariția unor produse noi ce nu se puteau realiza anterior.

Diversitatea fenomenelor fizice care stau la baza materializării constructive a actuatorilor deschide noi orizonturi în cercetările privind proiectarea, realizarea și utilizarea acestora, stimulează luarea în considerare a unor noi principii fizice și căutarea a noi materiale cu proprietăți deosebite prin intermediul cărora să se răspundă cerințelor de acționare din domeniul ingineriei mecanice.

Actuatorii sunt elemente de execuție controlabile care transformă energia de intrare (electrică, magnetică, termică, optică sau chimică) în lucru mecanic. Conversia energiei de intrare în energie utilă de ieșire se realizează prin intermediul câmpurilor electrice, magnetice, ca urmare a unor fenomene fizice: fenomenul piezoelectric, fenomenul magnetostrictiv, fenomenul de memorare a formei, ca urmare a dilatării corpurilor la creșterea temperaturii, a schimbărilor de fază, a efectului electro-reologic, electro-hidrodinamic, de diamagnetism. Mecanismul actuatorului transformă, amplifică și transmite mișcarea făcând acordul cu parametrii specifici scopului tehnologic.

Alegerea actuatorilor pentru o temă dată poate să constituie o activitate complexă. Adesea, opțiunile se bazează pur și simplu pe familiarizarea proiectantului cu anumite sisteme. În multe situații se duce lipsă de resursele sau timpul necesar pentru a efectua o analiză detaliată a fiecărei alternative de acționare posibilă.

### 2. CLASIFICAREA ACTUATORILOR

Există o mare varietate de actuatori care utilizează diverse surse de energie cum ar fi: electrică, mecanică, hidraulică, chimică sau radiații solare. Aceștia diferă mult din punct de vedere a performanțelor; în timp ce unii sunt capabili de curse și forțe mari alții au dimensiuni foarte reduse. Chiar și cei cu dimensiuni foarte reduse pot dezvolta puteri

ridicate dacă aceștia sunt utilizați la frecvențe ridicate. Pentru a putea fi clasificați actuatorii, este necesară identificarea caracteristicilor de performanță ale acestora.

Actuatorii reprezintă partea activă a sistemului, care în plus față de aceștia conține și sursa de energie necesară, la care se adaugă uneori și dispozitivul de conversie a energiei în forma acceptată. Pentru actuatorii electrice din componența sistemelor flexibile de fabricație sursa de energie o constituie de obicei rețeaua națională de electricitate, în timp ce pentru un actuator hidraulic destinat să lucreze în spațiul cosmic, situația este diferită: la greutatea actuatorului se adaugă și cea a pompei hidraulice precum și cea a sursei de energie necesară acționării pompei hidraulice.

Conform [4] principalele caracteristici de performanță ale actuatorilor sunt:

- Cursa specifică: reprezintă raportul dintre cursa maximă și lungimea actuatorului măsurată pe direcția cursei.
- Forța specifică: reprezintă raportul dintre forța maximă generată și secțiunea transversală a actuatorului.
- Densitatea: reprezintă raportul dintre greutatea actuatorului și volumul acestuia în forma inițială; se neglijează masa sursei și a dispozitivelor periferice.
- Eficiența: lucrul mecanic produs în timpul unui ciclu complet, raportat la energia consumată în acel ciclu.
- Rezoluția: cea mai mică deplasare controlată posibilă.
- Puterea volumetrică: puterea la ieșire raportată la volumul minim al actuatorului.
- Coeficientul cursei de lucru: raportul dintre cursa specifică și forța specifică.
- Coeficientul de putere pe ciclu: puterea maximă dezvoltată pe parcursul unui ciclu.

Actuatorii utilizați cel mai frecvent pot fi concepuți ca și actuatori liniari sau rotativi, având cursă limitată sau teoretic nelimitată, cu un element activ sau cu mai multe elemente active în structură.

Acționarea propriu-zisă este obținută pe trei căi distincte, prezentate în figura 1.

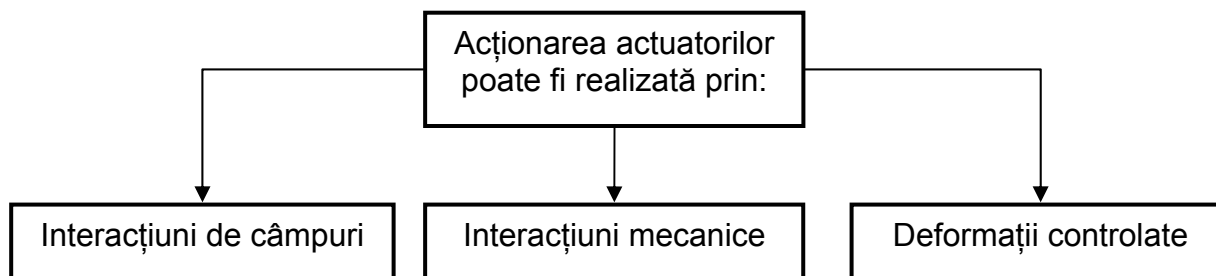


Fig. 1 Acționarea actuatorilor

Cele mai cunoscute tipuri de actuatori sunt cei care se bazează pe interacțiunea câmpurilor magnetice, a curentului electric cu câmpuri magnetice precum și pe interacțiunea sarcinilor electrice, care permit materializarea unor actuatori ce pot avea teoretic cursă nelimitată (micromotoare de curent continuu, micromotoare de curent alternativ asincrone și sincrone - în special cu rotor pe bază de magneți permanenți, micromotoare electrostatice), sau limitată (micromotoare liniare de curent continuu, microelectromagneți).

În funcție de semnalul de intrare folosit pentru deplasarea controlată a elementului activ, actuatorii din această categorie se împart, la rândul lor în:

- actuatori comandați termic (prin intermediul unui flux de căldură):
- actuatori pe bază de bimetale;
- actuatori pe bază de aliaje cu memoria formei;
- actuatori comandați electric (prin intermediul intensității câmpului electric):

- actuatori piezoelectrice, cu elemente active din piezocristale, piezoceramici sau piezopolimeri;
- actuatori electrorreologici;
- actuatori comandați magnetic (prin intermediul inducției câmpului magnetic);
- actuatori magnetostrictivi;
- actuatori pe bază de ferrofluide;
- actuatori comandați optic ( optoelectric sau optotermic );
- actuatori termo- / electro - fotostrictivi;
- actuatori piro - piezoelectrice;
- actuatori comandați chimic;
- mușchi artificiali;
- alte tipuri de actuatori, bazați pe alte fenomene fizice.

### 3. ALEGEREA ACTUATORULUI

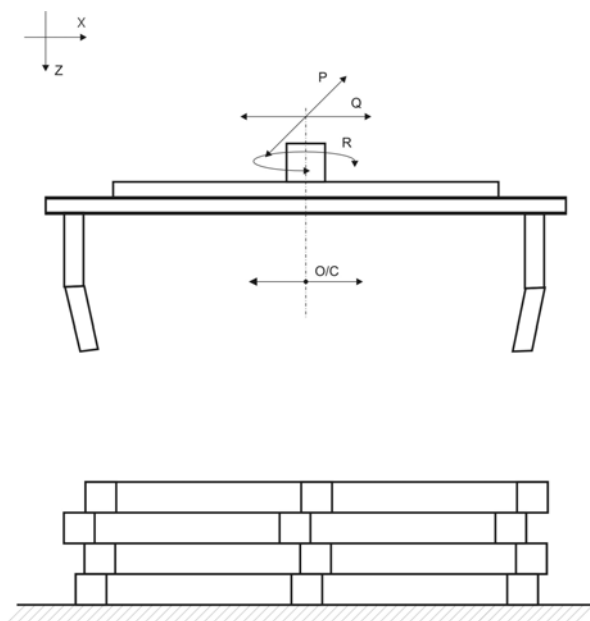


Fig.3 Gripper multifuncțional

S-a urmărit alegerea unui set de actuatori pentru deplasarea mecanismului de prehensiune multifuncțional (figura 3), al unui robot monorail, ce urmează să deservescă o hală industrială. Robotul monorail trebuie să transporte diferite repere dintre care se menționează: palete de transport din lemn în stive de câte 4 buc, stive de foi de carton, cutii de carton în grupaj. Sarcina maximă de transport este de cca 120 kg, cu dimensiuni maxime de 1200x800x540 mm.

Paleții sunt amplasați în stive alcătuite din 4 bucăți. Este probabil ca paleții să nu fie corect suprapuși în cadrul stivei, de asemenea există posibilitatea ca întreaga stivă să nu fie corect amplasată. Pentru ca mecanismul de prehensiune să poată prelua corect reperele, bucată cu bucată, (în vederea ordonării și

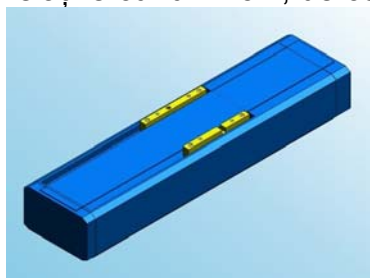
transportului acestora), este necesar să se cunoască poziția centrului paletului după 2 axe de coordonate orizontale, unghiul de rotație în plan orizontal al acestuia precum și amplasarea pe înălțime, care diferă în funcție de numărul de paleți rămași în stivă. După stabilirea parametrilor de corecție privind situarea reperelor de preluat cu ajutorul unui echipament de recunoaștere a imaginilor, s mecanismului de prehensiune se deplasează în dreptul reperului cu scopul preluării acestuia. În continuare se va prezenta modul în care au fost selectați actuatorii pentru deplasarea mecanismului de prehensiune după axele de coordonate P și Q.

Metoda de selectare pas cu pas utilizată [1], este prezentată în figura 6. S-a început cu o analiză cinematică a mecanismului după care s-au stabilit deplasările și sarcinile, valori care împreună cu alți parametri cum ar fi vitezele de deplasare, timpii maximi acceptabili pentru realizarea deplasărilor, (valorile accelerațiilor), dimensiunile maxime de gabarit, s-au constituit într-un set de cerințe primare impuse. După compararea setului de parametri inițiali identificați cu cei ai actuatorilor din baza de date, s-a obținut o mulțime oarecare de actuatori electrice, pneumatici și hidraulici ce îndeplinesc cerințele inițiale

stabile. În această etapă a procesului a fost efectuată numai o selectare de tip „da sau nu”, fără a fi necesară o analiză detaliată (aceasta având loc în etapele ulterioare).

În etapa a doua, de analiză, au fost evidențiați actuatorii ce răspund mai bine cerințelor impuse, ca urmare a raporturilor dintre parametri lor. S-au avut în vedere caracteristicile definite la paragraful 2, precum și alte criterii de optimizare, dintre care menționăm posibilitatea controller-ului actuatorului de a comunica direct cu un PC-ul care preia imaginile video și calculează valorile curselor de corecție ce urmează a fi efectuate. S-au avut în vedere și greutățile generate de asigurarea sursei de energie în cazul actuatorilor pneumatici sau hidraulici. De aceasta dată analiza a vizat o ordonare a actuatorilor reținuți în urma parcurgerii etapei precedente, după măsura în care îndeplinesc cerințele identificate în etapa curentă, de analiză. În această fază s-au impus hotărâtor actuatori electrici.

Etapa a treia este cea în care s-a ținut cont de timpii de aprovizionare, de relațiile cu furnizorii, de condițiile de garanție, prețuri, facilități de plată. În această etapă s-au evidențiat actuatorii electrici produși de firma SMC. În



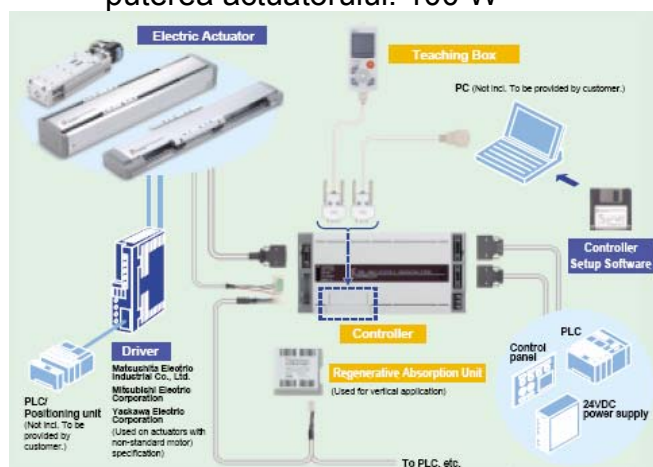
situația când această etapă nu ar fi reușit să evidențieze diferențe majore între variantele posibile stabilite în urma parcurgerii primelor două faze, se alegea actuatorul cel mai bine cotate în cadrul celei de a doua etape.

Utilizând metoda prezentată, s-a ales, pentru realizarea mișcărilor liniare P, Q din , un set de 2 actuatori electrici având codul: LJ1H20822PA-200-F2-Q fabricați de SMC, figura 4.

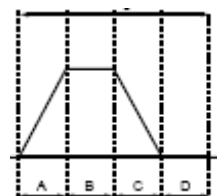
**Fig. 4 ACTUATORUL SMC:  
LJ1H20822PA-200-F2-Q**

Principalele caracteristici ale actuatorului sunt:

- modul de operare: orizontal
- motorul de acționare: motor SMC standard, curent alternativ, 100 w
- șurubul conducător: cu bile, pasul 10 mm
- cursa: 200 mm
- controller: seria LC 1, pentru motoare de curent alternativ, figura 4 , cu posibilitatea conectării acestuia direct la PC
- puterea actuatorului: 100 W



**Fig. 4: Controller-ul LC1**



**Fig. 5: Timpul de poziționare**

- timpul de poziționare la 100 mm: 0.8 secunde, conform diagramei din figura 5. (A=t accelerare, B=t deplasare la viteză constantă, C=t frânăre, D=pauză)

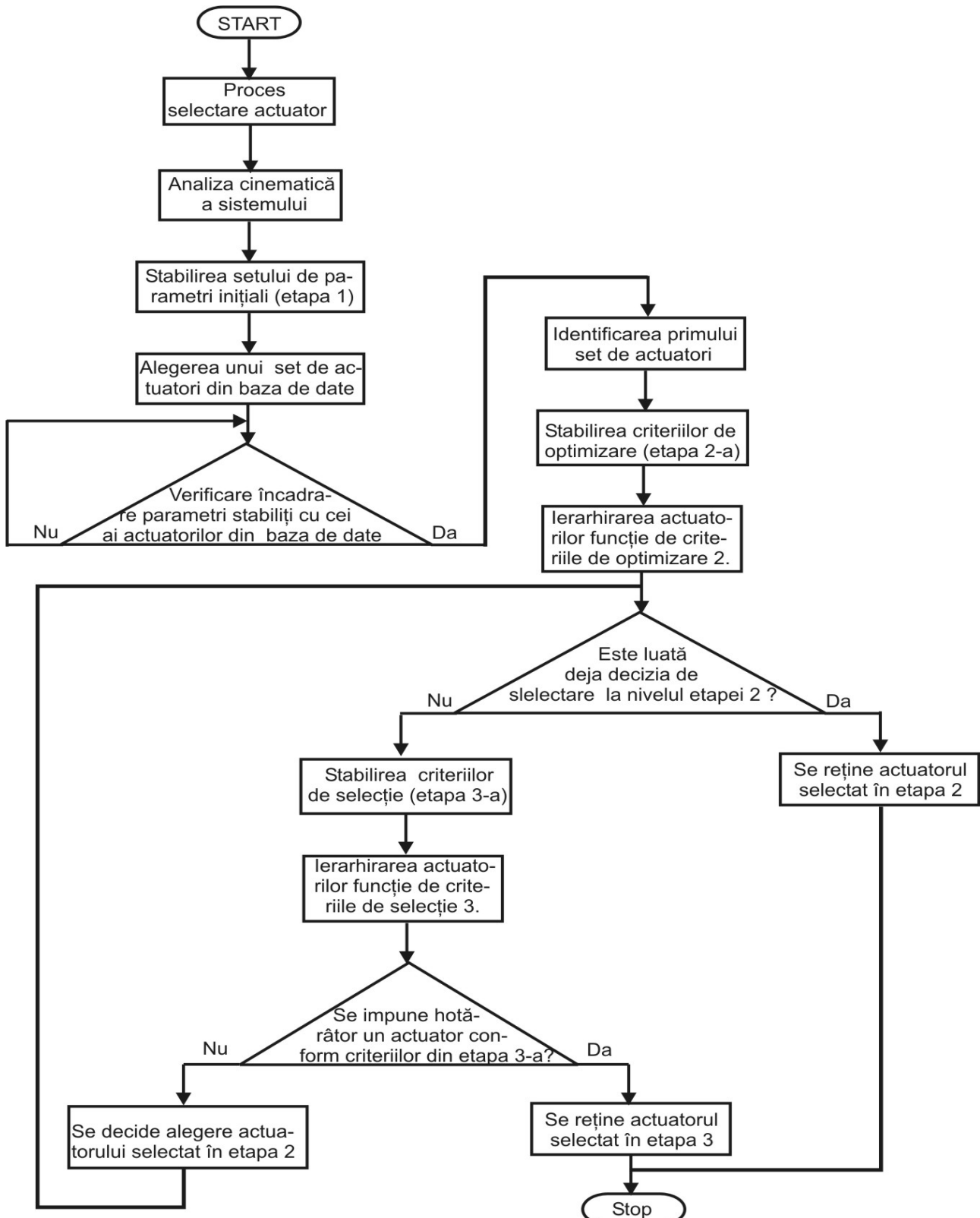


Fig. 6 Algoritm pentru selectarea actuatorilor

#### 4. CONCLUZII

Această metodă a fost utilizată cu succes, în scopul alegerii actuatorilor pentru un mecanism de prehensiune multifuncțional, din cadrul unui robot monorail, pentru manevrarea paleților, a cutiilor de carton în grupaj și a unor stive de carton având dimensiunea maximă de 1200x800x540 mm.

**BIBLIOGRAFIE**

1. J.F. Cuttino, D.D. Newman, J.K. GershensonY, and D.E. Schinstock., A Structured Method For The Classification And Selection Of Actuators For Space Deployment Mechanism, Journal of Engineering Design, Volume 11, Number 1, March, 2000
2. M. Ganea, T. Barabas, Sisteme Flexibile Roboți și linii flexibile, Editura Universității din Oradea, 2003, ISBN 973-8083-97-4
3. M. Ganea, Mașini Unelte și Sisteme Flexibile, Editura Universității din Oradea, 2001,ISBN 973-8219-74-4
4. Marc Zupan, Mike F.Ashby, and Norman A. Fleck., Actuator Classification and Selection-The Development of a Database, Advanced engineering Materials 2002, 04, No.12
5. Catalog produse SMC