A XII-a Conferinţă Naţională multidisciplinară – cu participare internaţională
"Profesorul Dorin PAVEL – fondatorul hidroenergeticii româneşti",
SEBEŞ, 2012

DISPOZITIV MECATRONIC DE DEPLASARE LINIARĂ CU CONTROLUL OPTOELECTRONIC AL MIŞCĂRII

Corneliu CRISTESCU, Iulian DUŢU, Petrică KREVEY, Magdalena NEACŞU, Constanţa CRISTESCU, Genoveva VRÂNCEANU

MECHATRONIC LINEAR DISPLACEMENT DEVICE WITH PHOTOELECTRIC CONTROL OF MOVEMENT

In the paper is presented an experimental mechatronic device with an optoelectronic control of movement, which was designed and manufactured in INOE 2000-IHP Bucharest and which will be subjected on an experimental program, in order to demonstrate its functionality and its performances and, also, to validate the elected technical solution ..

Cuvinte cheie: mecatronica, motor hidraulic liniar, control optoelectronic, dispozitiv experimental
Keywords**:** Mechatronic, linear hydraulic motor, optoelectronic control, experimental device

1. Introducere

Informatizarea produselor şi sistemelor mecanice a produs depăşirea limitărilor ce au caracterizat abordările clasice. Pe de altă parte, **mecanica**, prin acţionările hidraulice şi pneumatice, oferă **electronicii** şi **informaticii** un câmp vast de aplicaţii, fiind, deja, o realitate puternică întrepătrunderea celor trei domenii, ce se stimulează reciproc spre noi trepte şi nivele de calitate. Astfel, au fost promovate şi dezvoltate ***conceptul şi tehnologiile mecatronice***, care reprezintă, de fapt, i**ntegrarea sinergetică** a mecanicii, cu electronica şi informatica.

Dispozitivele şi sistemele hidraulice de deplasare şi poziţionare sunt sisteme deosebit de complexe, deoarece în cadrul lor intervin atât fenomene asociate curgerii lichidelor din domeniul transmisiilor hidraulice volumice, cât și fenomene specifice **proceselor de reglare** automată. Datorită complexităţii acestor fenomene, stabilirea soluţiilor optime **în proiectarea şi realizarea fizică** a acestora se face **iterativ**, dar realizarea performanţelor impuse implică utilizarea procedeelor moderne, inclusiv **controlul vizual** al deplasării.

În general, **determinarea parametrilor constructivi** ai echipamentelor de **comandă şi control,** implică rezolvarea unor sisteme de ecuaţii diferenţiale şi algebrice complicate, care descriu comportarea dinamică a sistemelor respective. Aceste sisteme sunt, de regulă, **neliniare,** iar rezolvarea lor se face apelând la **sisteme de calcul** numerice. Datorită diferenţelor dintre modul de funcţionare real şi cel simulat al acestor sisteme, sunt necesare mai multe iteraţii pentru stabilirea parametrilor. De aceea, realizarea unui dispozitiv sau sistem experimental este necesară pentru reducerea numărului de iteraţii.

În urma documentării şi analizării soluţiilor practicate, în plan naţional şi internaţional, s-a stabilit că, pentru realizarea unui model experimental de ***dispozitiv mecatronic*** cu comandă şi control optoelectronic vizual, să se adopte o soluţie constructivă care să aibă la bază un ***servo-cilindru hidraulic de deplasare liniară***, cuplat cu un ***traductor optoelectronic cu dispozitiv-laser*** pentru monitorizarea deplasării, care va fi prezentat în cele ce urmează.

2. Proiectarea dispozitivului mecatronic de deplasare liniară cu controlul optoelectronic vizual al mişcării

Proiectarea echipamentelor de comandă şi control a sistemelor hidraulice de acţionare în buclă închisă, necesită înţelegerea intercorelaţiilor în circuitul de reglare în buclă închisă şi cunoaşterea unor aspecte fundamentale ale tehnicii de reglare şi a noţiunilor de bază, în mod special, pentru **echipamentele de comandă şi control optoelectronic vizual**. Aşa cum se vede în figura 1, structura unui sistem/dispozitiv mecatronic de deplasare liniară cu controlul/reglarea cursei/poziţiei cuprinde următoarele părţi principale:

● ***motor hidraulic liniar***, cilindru hidraulic diferenţial, bilateral sau plunjer cu arc;

● ***traductor de poziţie***, tip ***optoelectronic cu laser***;

● ***amplificator electrohidraulic proporţional***: ex. servovalvă;

● ***electronică de comandă***: comparatorul electronic, generatorul de curent al controlerului, convertoare și adaptoare;

● ***soft-ware-ul*** necesar funcţionării.

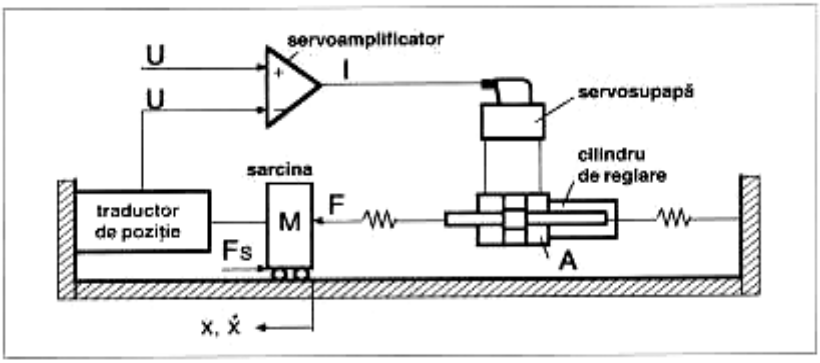

Fig. 1 Schema structurală a unui servo-sistem electro-hidraulic de reglare în buclă închisă

2.1. Bazele proiectării sistemului de reglare

Controlul mişcării dispozitivului hidraulic de deplasare liniară se realizează cu un echipament de comandă cu control optoelectronic vizual, bazat pe un **traductor cu laser**, gestionat de un sistem electro-informatic, care se proiectează **pe baza teoriei sistemelor automate**.

Controlul proporţional se bazează pe diferenţa dintre valoarea cerută şi **setată** (U_0) şi **valoarea măsurată** (U_1) ale variabilei controlate. ***Diferenţa*** *constituie o* ***eroare.*** Sistemul aplică o mărime de corectare proporţională cu eroarea măsurată, în curent, în ***sensul reducerii erorii***, pentru a evita o reacţie pozitivă. Pentru controlul deplasării, se utilizează un ***traductor de deplasare optoelectronic cu laser***, bazat pe ***tehnica interferometriei***, iar pentru ***măsurarea deplasărilor***, se aplică ***principiul metodei interferometrice***, care are la bază ***compararea distanţei de măsurat cu lungimea de undă*** emisă de o sursă de referinţă şi exprimarea acestei distanţe printr-un număr proporţional cu ***numărul de franje*** de interferenţă sesizate într-un anumit punct, adică cu produsul: **kλ,** unde **λ** este lungimea de undă a luminii utilizate, iar **k** este un factor de amplificare. Comparatorul calculează şi prelucrează diferenţa dintre semnalul de referinţă U_0 şi semnalul furnizat de traductorul de deplasare U_T şi calculează eroarea de reglare ε , făcând diferenţa dintre cele două valori:

$$\varepsilon = U_0 - U_T$$

Servocontrolerele *analogice* uzuale includ ***formatoare de rampă***, amplificatoare de eroare de **tip PID** şi limitatoare de semnale, utilizabile proceselor de reglare în care este implicată servovalva.

Un controler proporţional-integrativ-derivativ **(PID),** figura 2, încearcă să corecteze eroarea dintre variabila de proces măsurată şi cea setată dorită, prin calcularea erorii ca diferenţă dintre ele. Controlerul încearcă să ***minimizeze eroarea de adaptare*** a mărimilor de intrare de control a procesului, prin ***emiterea unei acţiuni de corectare*** care poate regla procesul în acord cu cerinţele procesului.

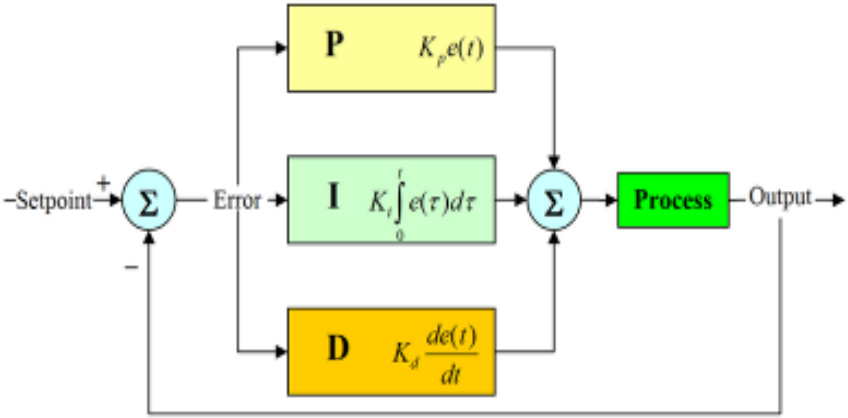

Fig. 2 Schema unui controler proporţional-integrativ-derivativ (PID

De notat că utilizarea unui controler PID nu garantează controlul optimal al sistemului şi stabilitatea acestuia.

2.2. Proiectarea dispozitivului hidraulic experimental de deplasare liniară cu controlul optoelectronic al mişcării

Pentru realizarea modelului experimental de echipament hidraulic cu controlul optoelectronic al deplasării, s-au ales. ca soluţie constructivă, un ***dispozitiv hidraulic de deplasare liniară,*** compus dintr-un motor/cilindru hidraulic liniar cu tijă unilaterală, comandat printr-un distribuitor proporţional sau o servovalvă, controlat electronic şi informatic prin intermediul unui ***traductor optoelectronic cu laser.***

Dispozitivul hidraulic de deplasare liniară proiectat se compune din 3 mari părţi, şi anume:

- 1. ***cilindrul hidraulic*** propriu-zis,
- 2. ***traductorul optoelectronic cu laser*****,** şi
- 3. ***sistemul electronic de comandă*** al dispozitivului.

În cele ce urmează, se vor prezenta documentaţiile tehnice care au stat la baza realizării acestora, componenţa lor şi funcţionarea sistemului de poziţionare.

Proiectarea s-a făcut în mediul grafic de proiectare AUTOCAD-2007. Dispozitivul hidraulic de deplasare liniară ***proiectat*** este prezentat în figura 3, iar ***realizarea fizică*** a acestuia, în figura 8.

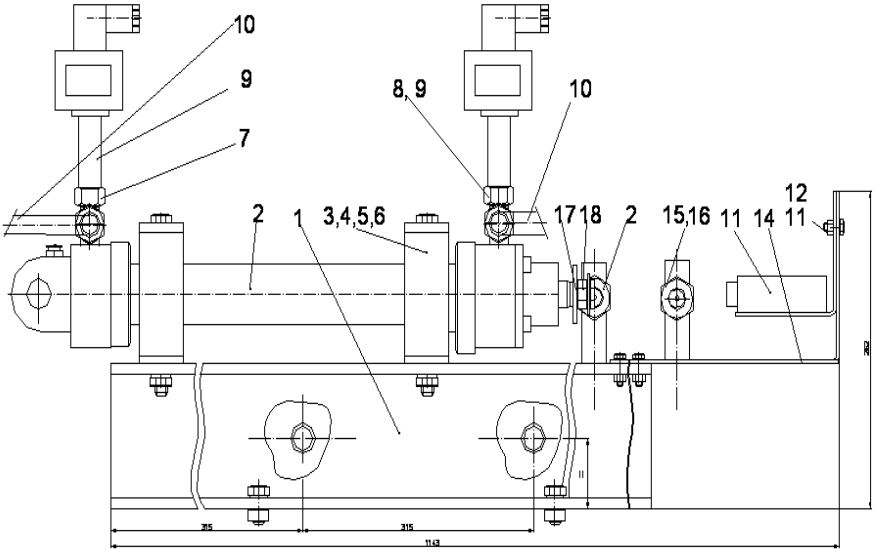

Fig. 3 Proiectul dispozitivului hidraulic de deplasare liniară cu traductor laser

Dispozitivul de deplasare liniară, conform figurii 3, se compune dintr-un şasiu 1, realizat din două profile U, pe care se montează un cilindru hidraulic 2, aşezat pe doi suporţi 3, prin şuruburile, şaibele şi piuliţele 4, 5 şi 6. Pe cilindrul hidraulic, prin intermediul unor teuri speciale 7 şi 8, se montează două traductoare de presiune 9, la care se racordează conductele flexibile 10, de alimentare a cilindrului,

Traductorul optoelectronic cu laser 11, care controlează evoluţia cursei de deplasare, se montează, cu şuruburile şi piuliţele 12

şi 13, pe suportul special 14. Capetele de cursă ale deplasării sunt confirmate de două traductoare de proximitate 15, montate pe suporţii 16. Lumina de la traductorul laser este reflectată de un element catadioptru 17, montat, prin intermediul camei 18, de tija cilindrului.

3. Realizarea fizică a modelului experimental de dispozitiv de deplasare liniară

Pentru realizarea fizică a modelului experimental pentru cercetarea comportării dinamice a echipamentelor hidraulice de deplasare liniară, cu controlul optoelectronic al mişcării, s-a urmărit, în mod expres, utilizarea la maximum a dotărilor existente, cu achiziţionarea minimală de aparate, componente şi dispozitive speciale, pentru a facilita realizarea cercetările în condiţii de criză. Modelul fizic este prezentat în figura 4.

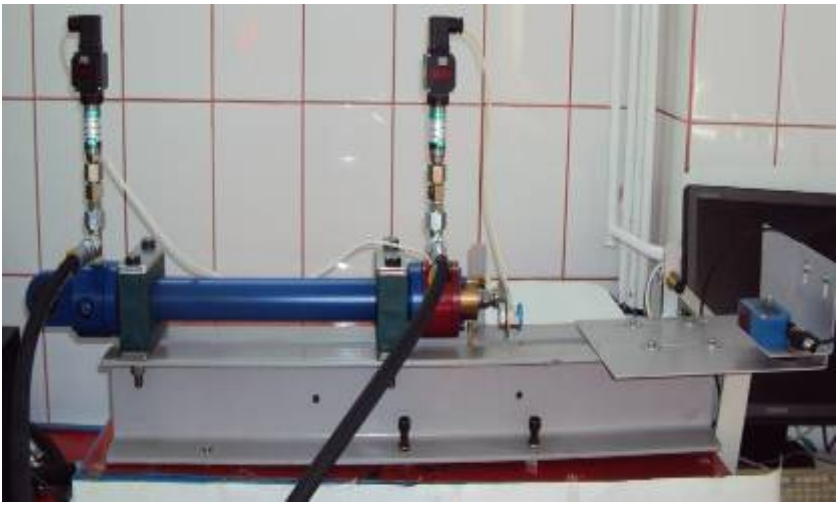

Fig. 4 Realizare fizică dispozitiv hidraulic de deplasare liniară cu traductor laser

3.1. Traductoarele dispozitivului hidraulic de deplasare

Realizarea fizică a dispozitivului hidraulic de deplasare liniară, cu controlul optoelectronic al deplasării, a fost realizat în cadrul ***Laboratorului de Tribologie şi Sisteme de Ungere***. În figura 4 este prezentat dispozitivul hidraulic de deplasare liniară, cu toate

componentele montate pe el, inclusiv cu racordurile flexibile (furtunurile) de alimentare. Montarea traductoarelor se prezintă în figurile 5 şi 6, unde sunt prezentate traductoarele de presiune, în figurile 6 şi 7 traductoarele de proximitate, iar în figurile 7 şi 8, butonul refelectorizant şi, respectiv, **traductorul optoelectronic cu laser.**

Fig. 5 Traductor de presiune stânga

Fig. 6 Traductor de presiune dreapta

Fig. 7 Traductor de proximitate stânga

Fig. 8 Traductor de proximitate dreapta

Fig. 9 Butonul reflectorizant al traductorului cu laser

Fig. 10 Traductor optoelectronic cu laser

Fig. 11 Placa de achiziţie date

Fig. 12 Calculatorul și convertoarele de semnale

3.2. Rezultate grafice prevăzute a fi obţinute

În urma desfăşurării experimentărilor privind comportarea dinamică şi tribologică a echipamentelor şi sistemelor de deplasare hidraulice liniare cu controlul optoelectronic al mişcării, prevăzută în etapa viitoare a cercetărilor, conform programului de încercări, se prevede a se obţine o serie de rezultate grafice şi tabelare privind:

- variaţia cursei tijei servosistemului, x=x(t);
- variaţia vitezei tijei servosistemului, v=v(t);
- variaţia acceleraţiei tijei servosistemului, a=a(t)
- variaţia presiunii p1, la intrarea în MHL, p1=p1(t);
- variaţia presiunii p2, la ieşirea din MHL, p1=p1(t).

Aceste grafice vor da indicaţii precise privind comportarea dinamică reală a sistemelor-dispozitive mecatronice de deplasare liniară cu controlul optoelectronic şi vor contribui la îmbunătăţirea şi, în final, la validarea modelelor matematice elaborate, utilizate pentru simularea comportării dinamice a acestor dispozitive mecatronice.

4. Concluzii

■ Din cele prezentate, se poate concluziona că, în cadrul *Institutului de Cercetări pentru Hidraulică și Pneumatică*, INOE 2000-IHP, a fost realizat un dispozitiv mecatronic pentru deplasarea liniară cu controlul optoelectronic, gata pentru a fi testat şi experimentat, în scopul cercetării comportării dinamice a acestuia.

■ Se prevede obţinerea unor diagrame privind evoluţia unor parametri dinamici care să permită validarea modelelor matematice elaborate pentru simularea pe calculator a comportării dinamice.

■ Există toate condiţiile pentru desfăşurarea unei activităţi de încercare a elementelor, sistemelor şi echipamentelor de ungere.

■ Cele 5 proceduri tehnice au fost elaborate sub coordonarea RENAR, iar de curând s-a primit *Certificatul de Acreditare*, care permite laboratorului să emită *Buletine de încercare* pentru cele 5 componente, la cererea operatorilor din domeniul echipamentelor de ungere.

BIBLIOGRAFIE

[1] Prodan, D., Cristescu**,** C., Popescu, D., *Maşini-unelte şi prese. Elemente hidrostatice* (Machine tools and presses. Hydrostatic elements). PRINTECH Printing House, Bucharest, 2001.
[2] Velescu, C., *Aparate și echipamente hidrostatice proporţionale*. MIRTON Printing House, Timişoara, 2003, ISBN 973-661-176-0.
[3] Marin, V., Marin, Alex., *Sisteme hidraulice automate–construcţie, reglare exploatare* (Automatic hydraulic systems-building control operation) –, Technical Printing House, Bucharest, 1987.
[4] Oprean, A., Ispas, C., Ciobanu, E., Dorin, Al., Medar, S., Olaru, A., Prodan D., *Acţionări şi automatizări hidraulice, Modelare, simulare, încercare (Hydraulic drive and automation. Modeling, simulation, testing)*, Technical Printing House, Bucharest, 1989.