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

STAND EXPERIMENTAL PENTRU CERCETAREA COMPORTĂRII DINAMICE A SERVOMOTOARELOR HIDRAULICE LINIARE ÎN DOMENIUL FRECVENŢIAL

Corneliu CRISTESCU, Petrin DRUMEA, Dragoş ION-GUŢĂ,
Petrică KREVEY, Ioana ILIE, Constanţa CRISTESCU

EXPERIMENTAL STAND REGARDING THE DYNAMIC BEHAVIOUR OF LINEAR HYDRAULIC SERVOMOTORS IN FREQUENCY DOMAIN

The paper presents the experimental stand used for experimental research regarding the dynamic behaviour of linear hydraulic servo-motors in the frequency domain, developed in INOE 2000-IHP, in the framework of the NUCLEU Program, which allows obtaining of the graphical variation of the dynamic parameters of servo system.

Cuvinte cheie: servomotoare hidraulice liniare, comportare dinamocă, domeniul frecvenţial, stand testare, senzori şi traductoare
Keywords: linear hydraulic servomotors, dynamic behaviour, frequency domain, test stand, sensors and transducers

1. Introducere

Servomotoarele hidraulice liniare sunt elemente hidraulice operaţionale care efectuează o mişcare liniară la mecanismele de lucru ale echipamentelor și utilajelor. Aceste elemente operaţionale au drept caracteristică mişcarea rectilinie şi sunt, de regulă, cunoscute sub numele de cilindri hidraulici, servomotoare, sau servosisteme hidraulice liniare de acţionare [1].

Cercetările privind comportamentul dinamic al acestor sisteme hidraulice, se face cu multă atenţie, în conformitate cu procedurile specifice existente, comportarea lor având o influenţă decisivă asupra funcţionării utilajelor şi echipamentelor de care aparţin.

Analiza în ***domeniul frecvenţial*** are mai multe avantaje faţă de analiza în domeniul timp, în special pentru activităţi de urmărire şi de precizie a poziţionării. Datele colectate în domeniul timp, prin semnale treaptă, rampă, sau de tip impuls, sunt sensibile la variaţiile uşoare ale formei semnalului de intrare sau de control. Pe de altă parte, analiza în domeniul frecvenţial este relativ insensibilă la modelarea intrărilor şi, mai ales, la frecvenţele mai mari, de la sfârşit. Un alt avantaj al analizei în domeniul de frecvenţă este faptul că este potrivită pentru cercetarea stabilităţii sistemelor.

În plus faţă de cercetarea teoretică a comportamentului dinamic, un rol important este jucat de cercetarea experimentală, concepută pentru a confirma şi valida, pe baza măsurătorilor experimentale, performanţa reală a comportamentului dinamic al elementelor hidraulice operaţionale. Pentru testarea experimentală a motoarelor hidraulice liniare, în scopul investigării factorilor care influenţează comportamentul dinamic liniar al motoarelor hidraulice (MHL), a fost necesar a se proiecta şi construi un stand de testare experimental, care a permis efectuarea de cercetare experimentală în condiţii bune. Standul de testare a fost dezvoltat în interiorul ***Laboratorului de Echipamente de servo-control*** *din* INOE 2000-IHP, aceasta având la dispoziţie metodologii moderne de cercetare pentru comportamentul dinamic [2], [3], [5], [6], pe baza folosirii unor software-uri performante experimentale pentru sisteme dinamice, LabVIEW şi TEST POINT, în scopul de a găsi răspunsurile dinamice ale acestor moderne servo-sisteme.

2. Prezentarea standului experimental

Pentru realizarea cercetărilor experimentale asupra comportării dinamice a motoarelor hidraulice liniare, ***în domeniul frecvenţial***, s-a ales ca obiect de cercetare un motor hidraulic liniar cu tijă bilaterală, comandat printr-o servovalvă**,** amplasat orizontal, şi încărcat cu mase inerţiale diferite, urmărindu-se măsurarea şi înregistrarea răspunsului dinamic în domeniul frecvenţial, al sistemului electrohidraulic de acţionare astfel realizat, încărcat cu diferite sarcini de lucru.

Standul experimental s-a realizat pe structura unui stand existent pentru testarea servocomenzilor hidraulice**.** Acesta are în

dotare un servoacuator produs de firma **MOOG** (seria A085), compus dintr-un *cilindru hidraulic* cu tijă bilaterală, montat în poziţie orizontală şi care este comandat/alimentat prin intermediul unei *servovalve,* împreună constituind un *servosistem hidraulic* de execuţie cu mişcare liniară, figura 1. Alimentarea cu ulei sub presiune se face de la un grup hidraulic de presiune, cu debit reglabil manual şi cu posibilitatea de măsurare a debitului. Sistemul hidraulic de execuţie cu mişcare liniară, compus din motorul hidraulic liniar şi servovalvă, este, de fapt, obiectul supus testării, în scopul cunoaşterii comportării dinamice a motoarelor hidraulice liniare ***în domeniul frecvenţial.***

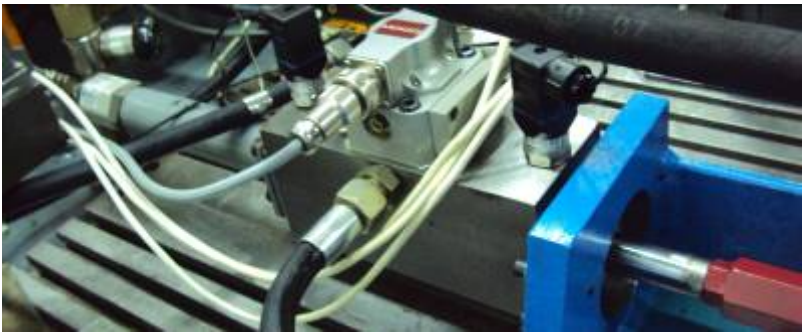

Fig. 1 Servomotorul liniar supus testării

Pentru încărcarea cu sarcină a servomotorului hidraulic liniar, s-a utilizat un ***dispozitiv de sarcină,*** care este un mecanism oscilant montat articulat pe tija motorului hidraulic, prezentat în figurile 2 şi 3, şi care execută o mişcare oscilantă la extinderea şi la retragerea tijei motorului hidraulic, care realizează forţa de împingere şi de tragere.

Fig. 2 Mecanismul fără sarcină

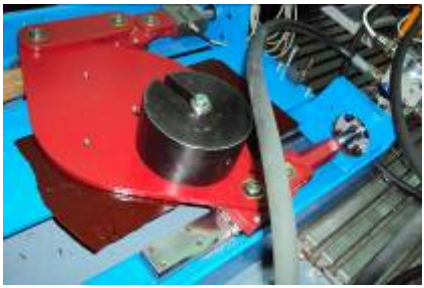

Fig. 3 Mecanismul cu sarcină

2.1. Schema principială a ansamblului experimental

Schema de testare dinamică a motorului hidraulic liniar este prezentată în figura 4 şi este realizată în AUTOCAD 2007.

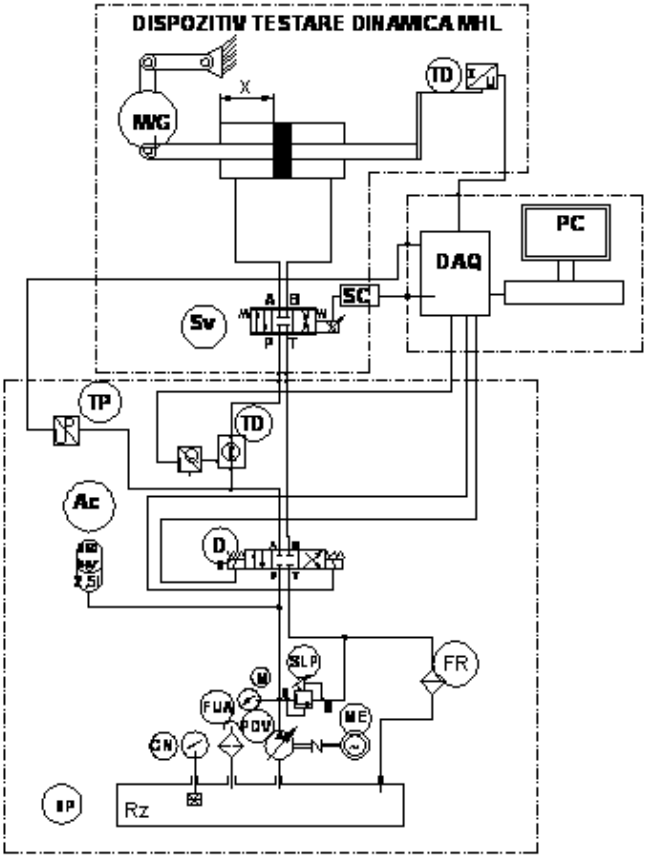

Fig. 4 Schema de testare a sistemului hidraulic liniar în domeniul frecvenţial

Principalele componenete ale ansamblului de testare dinamică, în *domeniul frecvenţial*, în figura 4, sunt următoarele:

- **sistemul/dispozitivul de testare dinamică**, compus dintr-un motorul hidraulic liniar (MHL) şi o servovalvă Sv, comandată de servocontrolerul SC;
- traductorul de cursă/deplasare TD, care converteşte deplasarea x în tensiune U;

- masa/greutatea piesei-sarcină, M/G;
- traductoare de presiune, TP, care convertesc presiunea fluidului în tensiune U;
- acumulator hidropneumatic, AC;
- staţia de presiune SP, compusă din elementele tipice, montate pe un rezervor de ulei Rz;
- filtru de umplere-aerisire, FUA;
- pompă cu debit variabil, PDV;
- motor electric, ME;
- controlor nivel, CN;
- supapă de limitare a presiunii, SLP;
- filtru de retur, FR;
- distribuitor cu comandă electrică, D;
- traductor de debit, TQ, ce converteşte debitul în curentul I;
- sistemul de achiziţie şi prelucrare date SAD, compus din placa de achiziţie date PAD şi computerul PC.

2.2. Realizarea fizică a ansamblului de testare

Realizarea fizică a standului de testare este prezentată în figurile 5-12, după cum urmează: în figura 5 este prezentată staţia de presiune şi panoul de afisaj, iar în figura 6 sunt prezentate panoul de comandă şi afişare, precum şi sistemul de achiziţie de date.

Fig. 5 Vedere generală a standului - staţie de presiune şi panou de afişare

Fig. 6 Vedere generală a standului-sistem de achiziţie şi prelucrare date

În figura 7 este prezentat dispozitivul de testare, iar în figura 8 servosistemul hidraulic liniar. În figura 9 este redată servovalva şi motorul hidraulic liniar, iar în figura 10 traductorul de deplasare incorporat. În figura 11 se prezintă modul cum se comandă reglarea presiunii şi a debitului de lucru, iar în figura 12 valorile reglate: presiunea de 65 bar, iar debitul de circa 20 l/min.

Fig. 7 Dispozitivul de testare

Fig. 8 Servosistemul hidraulic liniar

Fig. 9 Servovalva şi motorul hidraulic liniar

Fig. 10 Traductorul de deplasare incorporat

Fig. 11 Reglarea debitului şi presiunii de lucru

Fig. 12 Reglare presiune 65 bar şi debitul 19,4 l/min

3. Rezultatele experimentale obţinute

Prin testarea servosistemului hidraulic de execuţie cu mişcare liniară, s-a urmărit ***cunoaşterea răspunsului dinamic al sistemului, în domeniul frecvenţial.*** În acest sens, s-au realizat **o serie de încercări** care au constat în transmiterea unor *comenzi de amplitudine constantă şi* ***frecvenţă variabilă*** şi s-a urmărit răspunsul dinamic al sistemului hidraulic de execuţie cu mişcare liniară în domeniul frcvenţial. Încercările s-au făcut în condiţiile unor *debite constante* şi *presiuni constante* la servovalvă, cu sau fără sarcină (masă/greutate) la mecanismul de lucru, iar comenzile au fost date în trepte procentuale din amplitudinea maximă (100 %, 50 %, 25 %) şi s-a urmărit evoluţia răspunsului dinamic prin compararea cu mărimea de comandă.

În urma desfăşurării cercetărilor experimentale privind comportarea dinamică a motoarelor hidraulice liniare, ***în domeniul frecvenţial,*** s-au obţinut o serie de rezultate grafice şi tabelare privind variaţia în frecvenţă a principalilor parametri funcţionali ai sistemului testat, rezultate care privesc: variaţia cursei tijei servosistemului, x=x(t); variaţia semnalului de comandă, de amplitudine constantă şi frecvenţă variabilă; şi variaţia, în frecvenţă, a răspunsului dinamic al sistemului hidraulic testat, În figura 13, se prezintă un exemplu de grafic obţinut, care redă variaţia răspunsul dinamic în frecvenţă la comanda cu ampliudine 50 %

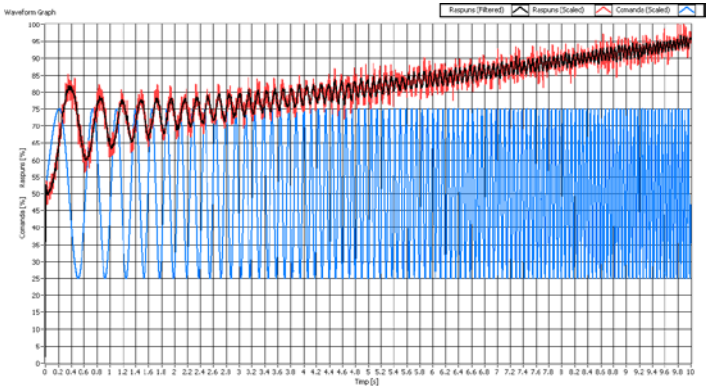

Fig. 12 Răspunsul dinamic în frecvenţă la comanda cu ampliudine 50 %

Toate încercările au fost înregistrate şi prezentate sub formă grafică şi prezentate, în detaliu, în lucrarea [6].

4. Concluzii

Cercetările experimentale efectuate au **validat soluţiile constructive** alese pentru standul de testare, în domeniul frecvenţial**,** a comportării dinamice a servomotoarelor hidraulice liniare, precum şi *metoda de testare* propusă pentru determinarea factorilor principali care influenţează această comportare. S-au realizat 4 serii de măsurători, 3 serii cu sarcină la mecanismul de lucru ale servosistemului şi 1 serie, fără sarcină la mecanismul de lucru.

Cercetarea experimentală privind comportarea dinamică a motoarelor hidraulice liniare, în domeniul frecvenţial, a permis determinarea cantitativă şi calitativă a răspunsului dinamic al sistemului testat, precum şi înregistrarea grafică a evoluţiei parametrilor dinamici**.**

BIBLIOGRAFIE

[1] Prodan, D., Cristescu**,** C., Popescu, D., *Mașini-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.
[5] Călinoiu, C., *Senzori și traductoare (*Sensors and transducers), volume I, Technical Printing House, Bucharest, 2009.
[6] Cristescu, C., Drumea, P., Ion Guță, I., Dumitrescu, C., Krevey, P., Experimental research regarding the dynamic behavior of linear hydraulic motors in frequency domain. În: *HIDRAULICA*, no. 3-4, pag. 35-46, ISSN 1453-7303. Romania, 2011.

Dr. Ing. Corneliu CRISTESCU, Cercetător Ştiinţific Principal gradul I,
membru AGIR, INOE 2000-IHP Bucureşti, e-mail: cristescu.ihp@fluidas.ro
Dr. Ing. Petrin DRUMEA, Cercetător Ştiinţific Principal gradul I,
Dr. Ing. Dragoş ION-GUŢĂ, Cercetător Ştiinţific gradul III,
Ing. Petrică KREVEY, IDT III, INOE 2000-IHP Bucureşti
Drd. Ing. Ioana ILIE, Cercetător Ştiinţific gradul III
Ing. Constanţa CRISTESCU, IDT, INOE 2000-IHP Bucureşti