A XII-a Conferință Națională multidisciplinară – cu participare internațională
"Profesorul Dorin PAVEL – fondatorul hidroenergeticii românești",
SEBEȘ, 2012

NOTE ASUPRA COMPORTĂRII UNEI AXE HIDRAULICE

Eugen DOBÂNDĂ

NOTES ON THE BEHAVIOR OF A HYDRAULIC AXE

The paper presents the components and the behavior of a hydraulic axe, used to simulate the yaw mechanism of a wind turbine. Are presented, synthetic calculations for sizing stand and the main experimental results obtained. Has been carried out static and dynamic control and record the results being achieved with the computer attached to the stand.

Cuvinte cheie: turbine de vânt, reglare, model matematic, încercări statice, încercări dinamice
Keywords: wind turbine, control, mathematical model, static testing, dynamic testing

1. Descrierea standului experimental

Standul experimental care constituie axa hidraulică este conceput să modeleze structura şi funcţionarea unui sistem de reglare a paletelor unei turbine de vânt cu ax orizontal.

Conform schemei din figura 1, standul se compune din următoarele elemente principale: două pompe volumice de debit constant, P1 şi P2, o servovalvă SV, supapa pilotată de reglare a servovalvei, patru supape de sens, Ssei (i = 1 … 4) şi o supapă de reglare a sarcinii, SR, două motoare hidraulice liniare, MH1 şi MH2; ca aparate de măsu-ră şi control, standul are, manometre, traductoare de

presiune, debitmetru (FM), traductor de forţă (FT), traductor de deplasare (DT). Con-trolul standului este realizată de un controler PID.

Comanda standului şi achiziţia mărimilor măsurate este realizată de un calculator.

Motorul MH2 simulează sarcina, iar motorul MH1 simulează mecanismul de reglare a paletelor.

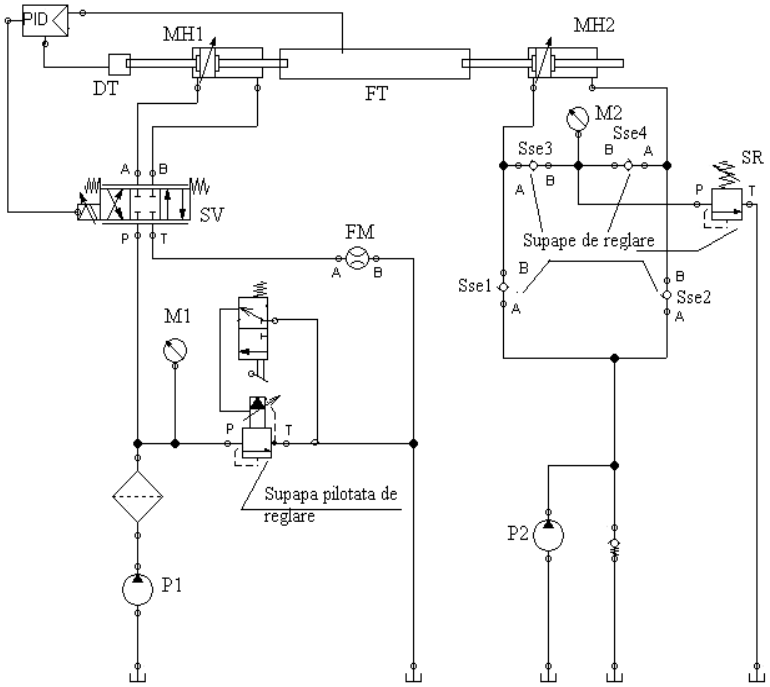

Fig. 1 Schema standului experimental

În figura 2 sunt prezentate rezultatele calculelor de dimensionare a motoarelor hidraulice. Aşa cum rezultă din figură, motoarele au fost astfel dimensionate încât să simuleze mecanismul de reglare pentru o turbină de vânt de 10 kW.

2. Încercări efectuate

Standul permite efectuarea de încercări statice şi dinamice.

2.1. Încercări statice efectuate

Caracteristica statică a axei hidraulice - are ca rezultat variaţia cursei servomotorului în funcţie de valoarea curentului de comandă a servovalvei.

Ca parametru, s-a luat în considerare presiunea de frânare a cilindrului – sarcină.

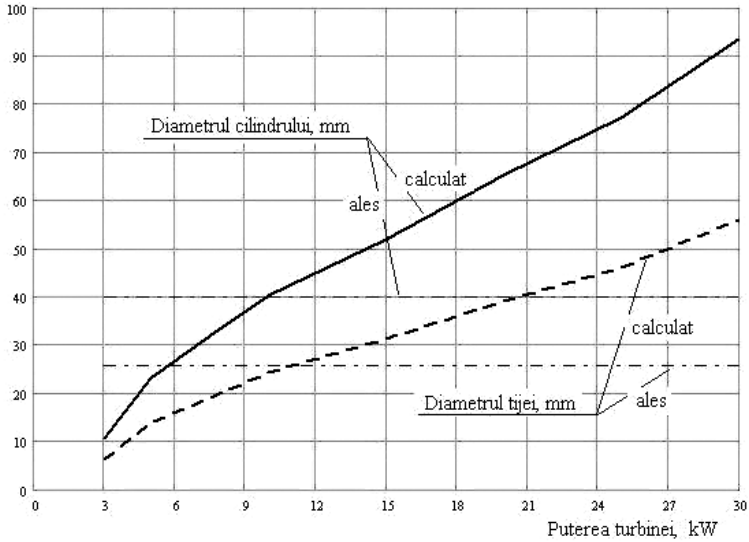

Fig. 2 Dimensionarea motoarelor hidraulice liniare

Ca urmare a prelucrării datelor experimentale ale regimurilor statice, se vor obţine următorii parametri:

- amplificarea de cursă, A [mm/V], definită drept panta dreptei teoretice care aproximează cel mai bine caracteristica de cursă a sistemului automat analizat. Se calculează ca raport între semnalul de ieşire (cursa cilindrului) şi semnalul de intrare (curentul de comandă);

- histerezisul, H [%], definit drept diferenţa dintre semnalele de intrare (tensiunile de comandă) necesare obţinerii aceluiaşi semnal de intrare (cursa) la creşterea sau descreşterea semnalului de intrare; se va lua în considerare valoarea maximă pe întreg domeniul explorat experimental;

- liniaritatea, L [%], definită drept abaterea maximă a semnalului de ieşire (cursa) – semnal de intrare (curent) faţă de curba

teoretică (linia de pantă egală cu coeficientul de amplificare în semnalul de ieşire, care taie axa semnalului de intrare la jumătatea distanţei dintre punctele în care caracteristica reală taie axa semnalului de intrare;

- simetria, S [%], definită drept diferenţa maximă între valorile absolute ale semnalului de intrare necesare obţinerii aceluiaşi semnal de ieşire în cele două sensuri de deplasare a axei semnalului de ieşire; se va lua în considerare valoarea maximă pe întreg domeniul explorat experimental.

În conformitate cu definiţiile de mai sus şi cu rezultatele măsurătorilor, prezentate în figurile de mai sus, în urma calculelor s-au obţinut rezultatele prezentate în tabelul 1, iar în figura 3 este prezentat rezultatul încercării statice, la o presiune de lucru/frânare de 20 bar, obţinută din programul de control.

Tabelul 1

Presiunea de frânare, [bar]	Amplificarea, [mm/V]	Histerezisul, [%]	Liniaritatea, [%]	Simetria, [%]
10	14	2,49242	1,24621	2,49242
20	14	4,98483	2,49242	4,98483
40	14	4,99303	2,49652	4,99303
62	14	6,54259	3,2513	6,54259
80	14	9,34656	4,67328	9,34656

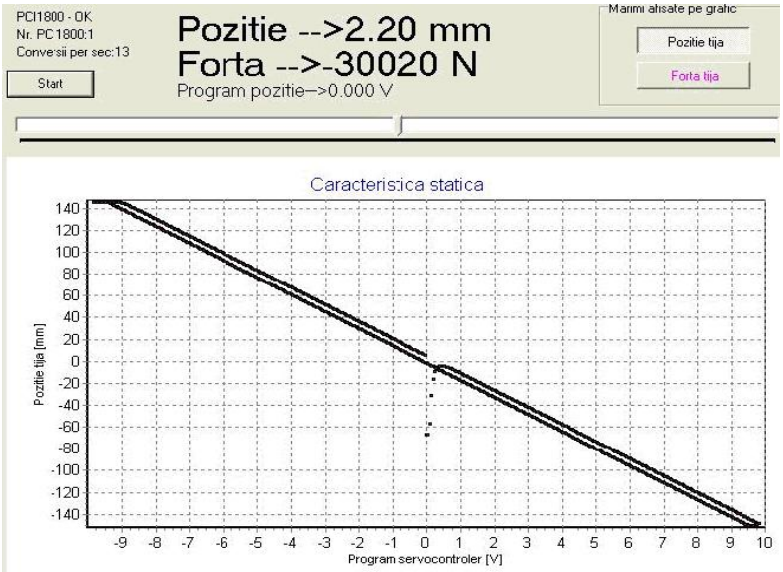

Fig. 3 Încercare statică, la presiunea de frânare de 20 bar

2.2. Încercări dinamice efectuate

Încercările în regimuri dinamice s-au desfăşurat considerând ca semnal de intrare curentul de comandă al servovalvei şi acesta având variaţie sinusoidală, realizată prin sistemul de comandă al standului.

În acest caz, ca parametri s-au luat în considerare presiunea de frânare a cilindrului – sarcină, amplitudinea (A) şi frecvenţa (f) semnalului de intrare.

Astfel, presiunea de frânare a fost între 0 şi 80 bar, amplitudinea de 1, respectiv 2 A, iar frecvenţa de 0,05 şi respectiv,01 Hz,

Un exemplu din rezultatele măsurătorilor sunt prezentate în figura 4.

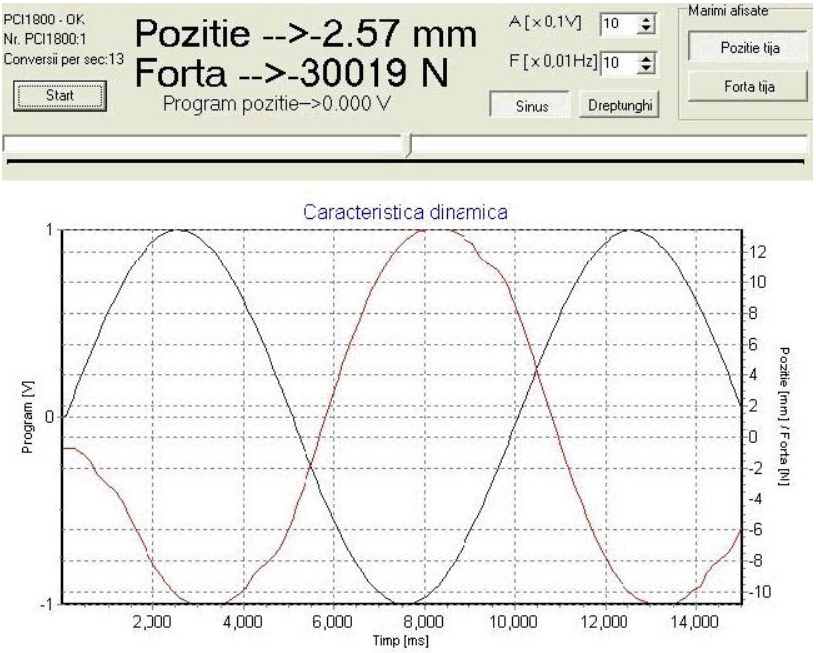

Fig. 4 Încercare dinamică, la presiunea de frânare de 80 bar, pentru semnal de intrare de tip sinus, la A=1 V, f=0,1 Hz

Plecând de la rezultatele măsurătorilor, prezentate în figura 4, în urma prelucrării acestora, s-au obţinut curbe de tipul celor din figura 5, ca urmare a aproximării:

- semnalului de intrare se aproximează cu o funcţie de tipul:

$$x_i = A \cdot \sin(\omega_A \cdot t)$$

- semnalului de ieşire se aproximează cu o funcţie de tipul:

$$x_e = B \cdot \sin(\omega_B \cdot t + \varphi)$$

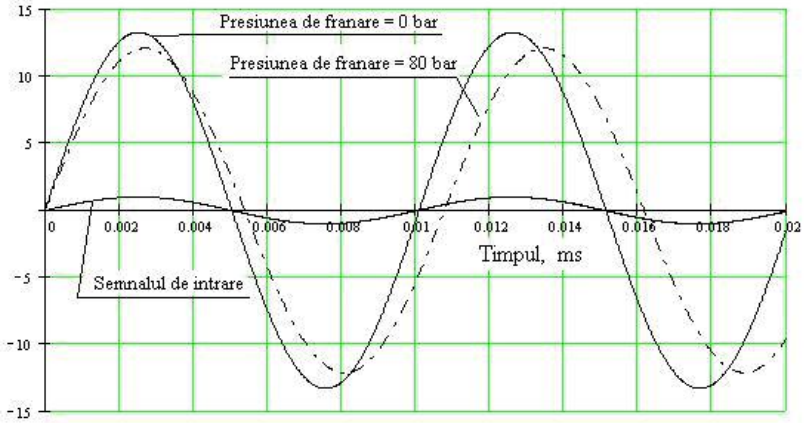

Fig. 5 Încercare dinamică, la presiunea de frânare de 80 bar, pentru semnal de intrare de tip sinus, la A=1 V, f=0,1 Hz, obţinute prin modelarea încercărilor

Mărimile din relaţii semnifică:

- A – amplitudinea semnalului de intrare, în V,
- ω_A – pulsaţia caracteristică a semnalului de intrare,
- B – amplitudinea semnalului de ieşire, în mm
- ω_B – pulsaţia caracteristică a semnalului de ieşire,
- φ – decalajul de fază dintre semnalul de intrare şi cel de ieşire.

Din datele obţinute experimental şi prelucrate, s-a putut obţine modelul matematic al axei hidraulice, aproximată cu un sistem proporţional cu inerţie de ordinul întâi, printr-o ecuaţie de forma:

$$T \cdot xe'(t) + xe(t) = kob \cdot xi(t) \quad ,$$

Aplicând transformata Fourier expresiei modelului matematic, se obţine funcţia de transfer al sistemului analizat, din care funcţie rezultă, apoi, funcţia de frecvenţă (diagrama Nyquist), prezentată în figura 6.

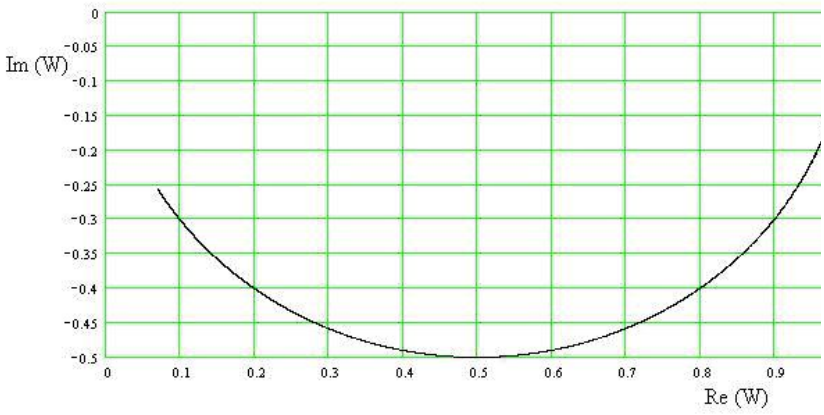

Fig. 6 Încercare dinamică, aproximare cu ecuaţie de gradul întâi

4. Concluzii

■ Lucrarea de faţă prezintă un stand experimental constituit din două motoare hidraulice liniare, conectate astfel încât să simuleze mecanismul de reglare a paletelor unei turbine de vânt cu ax orizontal.

■ Sunt prezentate, sintetic, calculele de dimensionare a standului şi principalele rezultate experimentale obţinute.

■ Au fost efectuate încercări statice şi dinamice, comanda lor şi înregistrarea rezultatelor fiind realizate cu calculatorul ataşat standului.

■ Sunt prezentate câteva din rezultatele modelării standului, pe baza măsurătorilor efectuate.

BIBLIOGRAFIE

[1] Bălăşoiu, V., ş.a., *Echipamente şi sisteme hidraulice de acţionare şi automatizare. Aparatură hidraulică*, vol. 2, Editura Orizonturi Universitare, Timişoara, 2008.
[2] Dobândă, E., *Conducerea automată a centralelor electrice*, Universitatea "POLITEHNICA" din Timişoara, notiţe de curs, 2007 – 2012.
[3] Gyulai, Fr., *Turbine de vânt*, Universitatea "POLITEHNICA" din Timişoara, notiţe de curs.
[4] Oprean, A., ş.a., *Acţionări şi automatizări hidraulice. Modelare, simulare, încercare*, Editura tehnică, Bucureşti, 1989.
[5] Vasiliu, D., ş.a., *Proiectarea asistată de calculator a sistemelor de acţionare hidraulice şi pneumatice. Utilizarea programului SIMULINK – MATLAB*, vol. 2, Universitatea "POLITEHNICA" Bucureşti, 1998.
[6] * * * - FESTO *technical documentation.*

Şef de lucrări Dr. Ing. Eugen DOBÂNDĂ
membru AGIR
Universitatea "POLITEHNICA din Timişoara
Facultatea de Mecanică - Maşini Hidraulice
Bd. Mihai Viteazu nr. 1
300222 – Timişoara
E-mail: eugendobanda@yahoo.com

A XII-a Conferință Națională multidisciplinară – cu participare internațională
"Profesorul Dorin PAVEL – fondatorul hidroenergeticii românești",
SEBEȘ, 2012

UNELE PARTICULARITĂŢI PRIVIND MIŞCAREA FLUIDELOR PRIN EJECTOARE

Constantin AVĂDANEI

SOME PARTICULARS OF THE EJECTOR ASSEMBLY FLUID MOVEMENT

This paper presents some features of evolutionary parameters on fluid flow through the ejector gas dynamics. Ejectors are devices with wide applicability gas dynamical in the technical field and especially in the military.

Cuvinte cheie: ejector, camera de amestec, parametri gazodinamici, camera de amestec, coeficient de ejecţie, fluid antrenat, fluid de antrenare
Keywords: ejector, mixing chamber, gas dynamical parameters, the mixing chamber, ejection coefficient, fluid driven fluid drive

1. Introducere

Ejectoarele sunt dispozitive cu ajutorul cărora un fluid poate fi antrenat sau comprimat, folosind în acest scop un alt fluid având o presiune mai mare.

Construcţia ejectoarelor prezintă unele particularităţi care depind de natura fluidelor de lucru şi mai ales de regimul de viteze care evoluează în dispozitiv. Acest regim reprezintă criteriul de clasificare a ejectoarelor: subsonice şi supersonice.

Ejectorul supersonic se caracterizează prin regimuri de curgere cu viteză supersonică în ajutajele din componenţa sa. Curgerea fluidului fiind în regim variabil, o curgere turbulentă, straturile de fluid