

IDENTIFICAREA MODELULUI MATEMATIC AL SISTEMULUI DE POZIȚIONARE AUTOMATĂ A BRAȚULUI MECANIC LA UNGHIUL SETAT

Dumitru MORARU, Ion FIODOROV, Victor GRIGOREȚ, Vadim TIMOFTICA

Universitatea Tehnică a Moldovei

Abstract: În lucrare s-a efectuat identificarea experimentală a modelului matematic al sistemului de poziționare automată a brațului mecanic la unghiul setat. Pentru identificarea modelului matematic a fost ridicată curba experimentală, și aproximată cu modelul elementului oscilant amortizat.

Cuvinte cheie: sistem de poziționare automată, braț mecanic, senzor, accelerometru, identificare, model matematic, funcție de transfer.

Introducere

Proiectarea unui sistem automat presupune cunoașterea caracteristicilor funcționale, statice și dinamice ale elementelor componente, în primul rând ale procesului și apoi ale traductoarelor și elementelor de execuție. Determinarea acestor caracteristici se realizează prin operația numită de "identificare" care poate fi teoretică și/sau experimentală. Uzual rezultatul identificării se finalizează prin precizarea modelului matematic al obiectului identificat [1].

Identificarea **teoretică** are ca scop elaborarea modelelor matematice ale proceselor pe baza legilor care guvernează fenomenele din procesele respective. Această identificare presupune cunoașterea cu exactitate a fenomenelor dintr-un proces. În caz contrar se poate obține doar un model matematic aproximativ al procesului. În general se pleacă de la ecuațiile ce caracterizează fenomenele elementare din aceste procese și apoi pe baza ecuațiilor de bilanț de masă, de energie, de cantitate de mișcare, se obține modelul matematic sub forma ecuațiilor diferențiale liniare cu coeficienți constanți, cu coeficienți variabili, cu derivate parțiale, ecuații diferențiale de stare, ecuații intrare stare-ieșire.

Identificarea **experimentală** are ca scop deducerea unui model matematic cât mai reprezentativ prin prelucrarea unor rezultate experimentale obținute în condiții care să asigure caracterizarea cât mai exactă a procesului identificat. Această identificare este deosebit de utilă pentru verificarea valabilității unor ipoteze teoretice, cât și pentru elaborarea modelului matematic al unor procese despre care informația apriorică este foarte săracă [1, 3].

1. Descrierea sistemului de poziționare automată a brațului mecanic la unghiul setat

Schema bloc structurală a sistemului de poziționare automată a brațului mecanic la unghiul setat se prezintă în figura 1, iar brațul mecanic propriu-zis în figura 2.

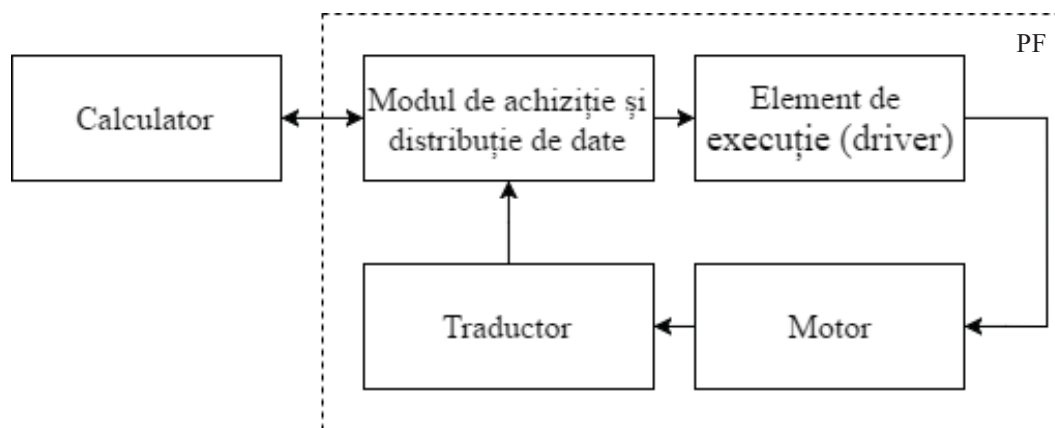


Fig. 1. Schema bloc structurală a sistemului automat (PF – partea fixată).

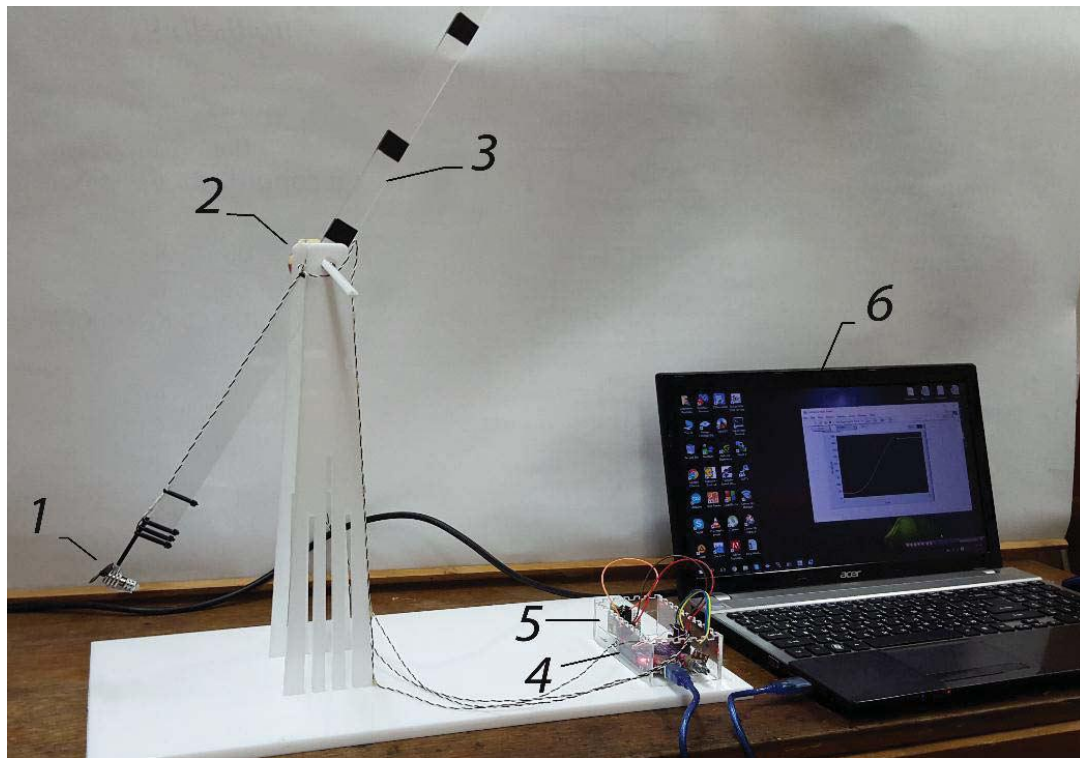


Fig. 2. Sistem de poziționare automată a brațului mecanic la unghiul setat.

În figura 2 sunt reprezentate părțile componente ale sistemului [4]:

- 1 – Motor cu elice;
- 2 – Traductor;
- 3 – Brațul mecanic;
- 4 – Modul de achiziție și distribuție de date;
- 5 – Element de execuție;
- 6 – Calculator.

2. Identificarea modelului matematic al obiectului reglat

Pentru a obține modelul matematic al sistemului de poziționare automată a brațului mecanic s-a ridicat curba experimentală (figura 3) a obiectului reglat, aplicând la intrare semnalul treaptă unitate.

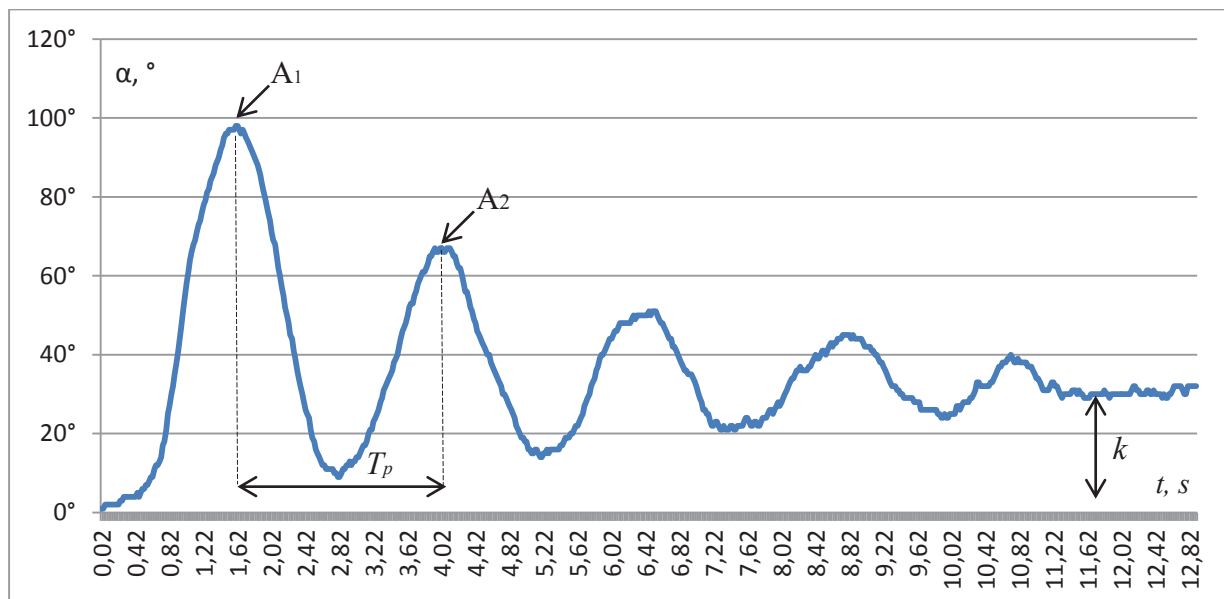


Fig. 3. Curba experimentală a procesului tranzitoriu al obiectului reglat.

În urma analizei curbei experimentale se observă că procesul este oscilant, de aceea obiectul reglat poate fi aproximat cu funcția de transfer a elementului oscilant amortizat [1, 2]

$$T^2 \frac{d^2 y(t)}{dt^2} + 2\xi T \frac{dy(t)}{dt} + y(t) = kx(t); \quad (1)$$

$$G(s) = \frac{k}{T^2 s^2 + 2\xi T s + 1}, \quad (2)$$

unde k este coeficientul de transfer; T – constanta de timp (dimensiunea secundă); ξ – coeficientul de amortizare, adimensional.

Elementul este oscilant amortizat dacă $0 < \xi < 1$, iar dacă $\xi = 0$, elementul este oscilant neamortizat. Când $\xi \geq 1$, este element cu inerție de ordinul doi, care poate fi reprezentat de două elemente cu inerție de ordinul unu înseriate.

Aplicând metoda grafo-analitică, pe baza caracteristicii tranzitorii, ridicate experimental, determinăm valorile numerice ale parametrilor funcției de transfer. Pentru elementul oscilant amortizat din caracteristica indicială (figura 3) se determină k, A_1, A_2, T_p și se calculează parametrii funcției de transfer, utilizând sistemul de ecuații [2]

$$\xi = \frac{T}{T_p} \ln \left(\frac{A_1}{A_2} \right), \quad (3)$$

$$T = \frac{T_p}{2\pi} \sqrt{1 - \xi^2}, \quad (4)$$

unde $T_p = 2\pi/\omega_p$ este perioada proprie a oscilației sinusoidale amortizate, iar ω_p – pulsația proprie.

În urma calculului am obținut următorii parametri ai funcției de transfer a obiectului reglat

$$k = 0,2,$$

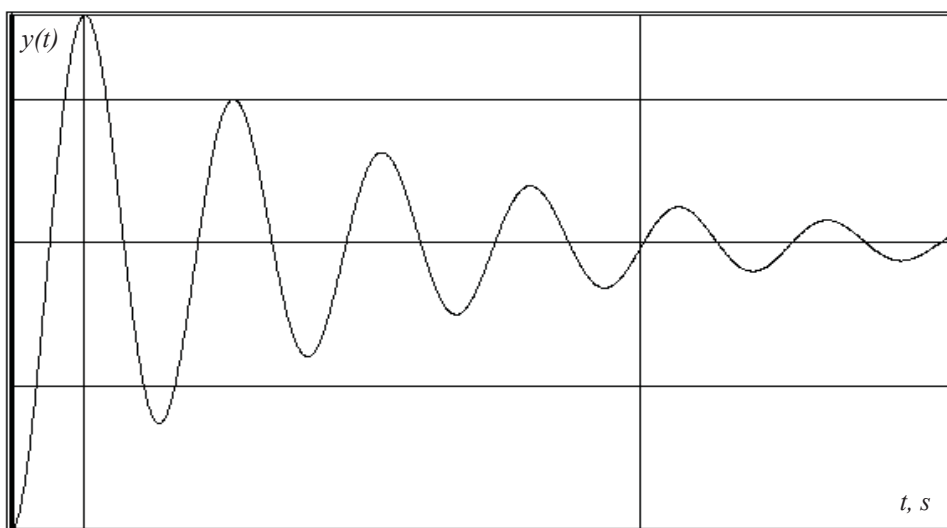
$$T = 0,374,$$

$$\xi = 0,06,$$

iar modelul matematic capătă următoarea formă

$$G(s) = \frac{k}{T^2 s^2 + 2\xi T s + 1} = \frac{0,2}{0,14^2 s^2 + 0,045 s + 1}. \quad (5)$$

Pentru a verifica exactitatea modelului matematic obținut, în pachetul de programe Kopras s-a efectuat simularea modelului și s-a ridicat curba procesului tranzitoriu (figura 4).



10

Fig. 4. Procesul tranzitoriu al modelului matematic al obiectului reglat.

Concluzii

În lucrare s-a efectuat identificarea experimentală a modelului matematic al sistemului de poziționare automată a brațului mecanic la ughiul setat. Obiectul reglat s-a aproximat cu modelul elementului oscilant amortizat, iar modelul matematic obținut a fost simulat și s-a ridicat curba procesului tranzitoriu. În rezultatul comparației, putem observa că curba procesului tranzitoriu al modelului matematic obținut (figura 4) și curba experimentală a obiectului real (figura 3) sunt aproximativ identice. Eroarea de aproximare depinde de exactitatea de măsurare a datelor experimentale și de exactitatea calculelor efectuate pentru determinarea parametrilor funcției de transfer a modelului matematic.

Bibliografie

1. Dumirache, I. și al. *Automatizări electronice*. București, Editura Didactică și Pedagogică, 1993, 440 p.
2. Izvoreanu B., Fiodorov I., Cojuhari Irina. *Teoria sistemelor. Îndrumar de laborator*. Partea I. Editura Tehnica-UTM, Chișinău, 2014, 65 p.
3. http://www.automation.ro/Invata_Automatice/pdf/NI_Labview.pdf (accesat la data de 10.11.16).
4. <http://www.electromatic.ro/> (accesat la data de 9.11.16).