

SISTEM DE POZIȚIONARE ÎN STARE DE LEVITAȚIE A UNUI OBIECT

Dumitru MORARU, Ion FIODOROV, Irina COJUHARI, Nadejda POPOVICI, Vladislav TIMOFTICA

Universitatea Tehnică a Moldovei

Abstract: În această lucrare este descris sistemul de poziționare în stare de levitație a unui obiect. Pentru conducerea sistemului a fost propus de a utiliza microcontroler Arduino UNO. A fost făcută identificarea experimentală a obiectului de reglare utilizând blocul System Identification Toolbox din pachetul de programe MATLAB.

Cuvinte cheie: sistem de poziționare, levitație, Arduino UNO, identificare, model matematic.

1. Introducere

Levitație este însușirea corpurilor de a pluti în aer, în anumite condiții ce par a contraveni legilor fizicii. Există următoarele tipuri de levitație: levitație magnetică; levitație electrostatică, levitație aerodinamică, levitație acustică, levitație optică [3].

Poziționare - așezare a unui obiect sau a unei scule într-o anumită poziție, direct sau prin intermediul unui sistem suport.

Pentru a efectua controlul unui proces deseori este nevoie de modelarea matematică, care presupune identificarea modelului matematic al procesului fizic. Prin determinarea modelului matematic al procesului fizic se urmărește obținerea unei caracterizări cantitative a funcționării procesului cât mai aproape de realitate [1,2]. În decursul procedurii de identificare, procesul fizic este privit ca o entitate, văzută ca o cutie neagră, despre structura internă a cărei nu sunt cunoscute detalii. Există două tehnici de identificare a modelului matematic al procesului:

3. *Identificarea analitică.* În acest caz modelul de identificare se obține pe baza legilor fizico-chimice, care generează dinamica procesului.

4. *Identificarea experimentală,* care presupune obținerea modelului de identificare pe baza prelucrărilor variabilelor de intrare și ieșire asociate procesului.

În lucrare se propune de a efectua identificarea experimentală în baza pachetului de programe MATLAB al procesului de menținere în levitație a unei bile.

2. Descrierea sistemului

Sistemul este destinat menținerii în aer și anume în echilibru a unui corp (bilă). Schema bloc structurală a sistemului este prezentată în figura 1, iar sistemul de poziționare prin menținere în stare de levitație a un unui obiect, este prezentat în figura 2.

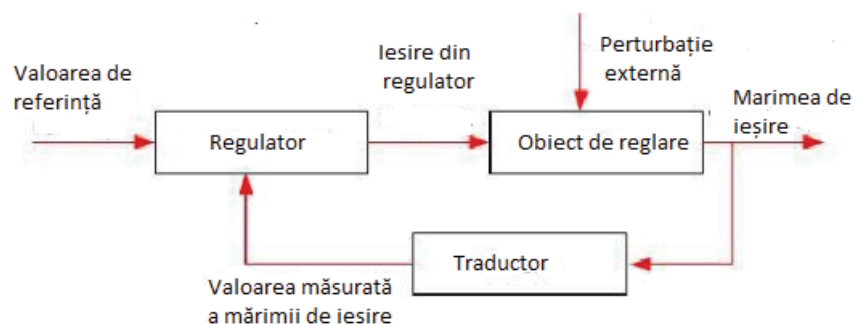


Fig. 1. Schema bloc structurală a sistemului.

Sistemul este format din următoarele componente:

- 1) Tub din sticlă acrilică.

- 2) Obiect de reglare - bilă.
- 3) Regulator - Microcontroler ATMEGA-328.
- 4) Senzor cu ultrasunet.



Fig. 2. Sistem de poziționare prin menținere în stare de levitație a unui obiect.

Din punct de vedere al controlului stabilității, un astfel de sistem este destul de complicat în realizare, deoarece, este neliniar și cea mai simplă soluție constă în a controla sistemul în jurul unui punct de funcționare.

3. Identificarea modelului matematic

Pentru obținerea modelului matematic al procesului de menținere în stare de levitație a unui obiect s-a ridicat curba experimentală prezentată în figura 3. Drept valoare de referință a fost aplicat semnalul treaptă unitate.

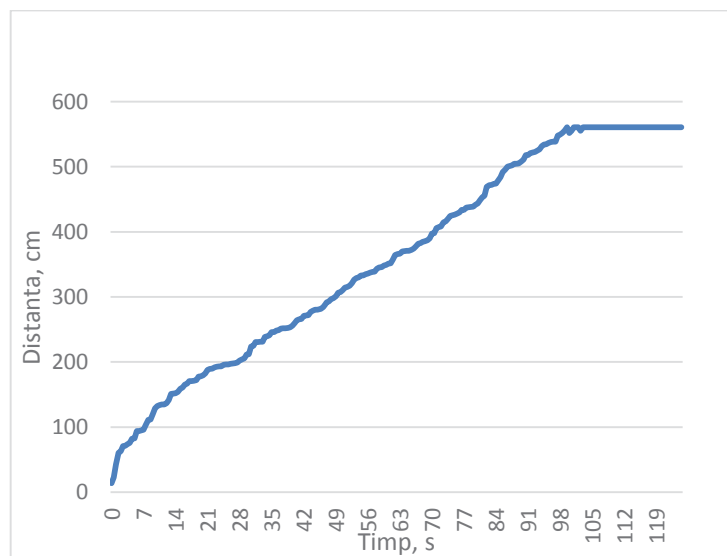


Fig. 3. Curba experimentală de poziționare a bilei.

Pentru estimarea parametrilor modelului matematic a fost utilizat System Identification Toolbox din Matlab.

S-a folosit clasa ARMAX (Autoregressive Moving Average eXogenous), modele ARMAX, ARX și în urma identificării au fost obținute următoarele modele:

2. ARMAX $[n_a \ n_b \ n_c \ n_k]$

$$A(q)y(t) = B(q)u(t) + C(q)e(t), \quad (1)$$

unde

$$A(q) = 1 - 1.574q^{(-1)} - 0.5754q^{(-2)};$$

$$B(q) = 32.19q^{(-1)} + 30.69q^{(-2)};$$

$$C(q) = 1 - 0.6021q^{(-1)} + 0.098q^{(-2)}.$$

Funcția de transfer în transformata Laplace este:

$$H(s) = \frac{408.8s + 195.5}{s^2 + 5.551s}.$$

3. ARX[nanbnk]

$$A(q)y(t) = B(q)u(t) + e(t), \quad (2)$$

unde

$$A(q) = 1 - 0.9639q^{(-1)} - 0.1333q^{(-2)} + 0.06458q^{(-3)} - 0.03652q^{(-4)};$$

$$B(q) = 0.8027q^{(-1)} + 0.8027q^{(-2)} + 0.8027q^{(-3)} - 0.8027q^{(-4)}.$$

Funcția de transfer în transformata Laplace este:

$$H(s) = \frac{0.8027s^4 + 25.38s^3 + 1510s^2 + 9900s + 2.697 \cdot 10^5}{s^4 + 21.23s^3 + 1156s^2 + 349.3s + 7.675 \cdot 10^4}.$$

În figura 4 se prezintă compararea rezultatelor obținute. Se observă că cel mai bun rezultat a fost obținut pentru modelul ARMAX.

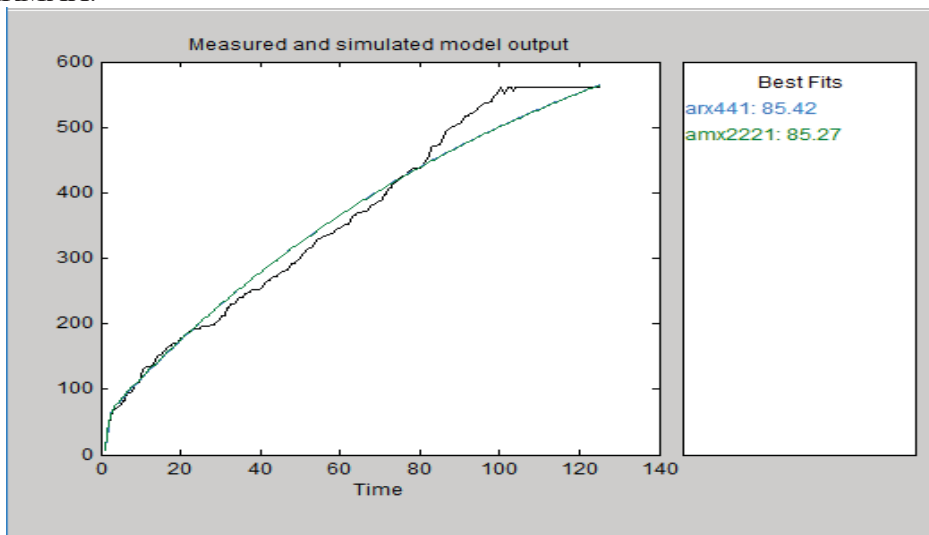


Fig. 4. Compararea proceselor tranzitorii.

Concluzie

Implementarea din punct de vedere hardware și software a unui sistem capabil să mențină în echilibru un obiect, reprezintă punctul de plecare către obținerea unor soluții tehnologice din ce în ce mai evoluate în funcționalitate, consum de energie și mai ales portabilitate în multe domenii ingineresti datorită multiplelor sale aplicații.

Sistemul descris în lucrare oferă cadrul general de cercetare asupra mai multor strategii de implementare ale unor procese controlate prin intermediul unui microcontroler.

S-a efectuat identificare obiectului de reglare în baza blocului System Identification Toolbox din Matlab. Pentru identificare s-au folosit modelele ARMAX, ARX și s-a observat că cele mai bune rezultate au fost obținute pentru modelul ARMAX.

Bibliografie

1. Cojuhari I., Izvoreanu B. *Ghid pentru proiectare de curs "Modelare și identificare"*. Chișinău: Tehnica-UTM, 2015, p. 120.
2. Dumitrache I. *Ingineria reglariei automate*. Bucuresti : Politehnica Press, 2005, p. 725.
3. Ch, D. & al. *Sliding mode and classical controllers in magnetic levitation systems*. IEEE Control Systems, Vol. B, No. 1, 1993, pp. 42-48.