

MODELAREA PROCESULUI DE TRANSFER DE CĂLDURĂ

Stanislav CRUȘNEVSCHI*,
Dumitru MORARU

Universitatea Tehnică a Moldovei, Ingineria software și automatică, AI-171, Chișinău, Republica Moldova

*Autorul corespondent: Stanislav Crușnevschi, stanislav.crusnevschi@ati.utm.md

Rezumat: În lucrare este propus de a efectua identificarea modului matematic al procesului termic. Datele achiziționate experimental sunt utilizate pentru crearea modelului matematic pe baza căruia se identifică modelul optim de descriere a procesului studiat. Astfel este descris sistemul și procesul, sunt redată metodele de analiză a datelor de ieșire a sistemului cu ajutorul Matlab, în baza cărora a fost ales modelul matematic optim.

Cuvinte cheie: Modelare, identificare, proces industrial, transfer de căldură, modelul optim, stabilizare, performanțele sistemului.

Introducere

Prin noțiunea de proces industrial se subînțelege un proces în care se produc anumite transformări fizice, chimice, electrice, mecanice, electro-energetice ale materiei prime prelucrate astfel, încât starea produsului finit să corespundă unor indicatori prestabiliți și care este caracterizat prin mărimi de intrare ce sunt cauza și mărimi de ieșire ce reprezintă efectul. Procesul industrial poate fi reprezentat schematic ca și în figura 1 asupra căruia acționează următoarele mărimi:

U – vectorul de intrare (semnal de referință prescris);

Y – vectorul de ieșire;

P – vectorul perturbațiilor controlabile;

V – vectorul perturbațiilor necontrolabile. [1]

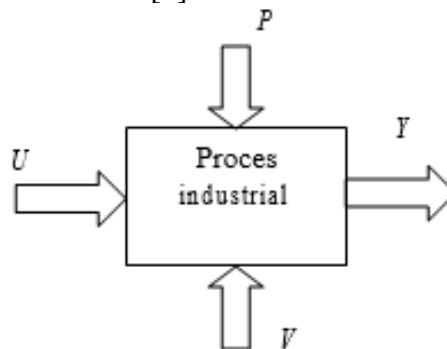


Figura 1. Proces industrial

În articolul dat s-a propus de a obține modelul matematic al procesului de variație a temperaturii într-un spațiu de dimensiuni de 12 cm³. Schema bloc structurală a sistemului de reglare a temperaturii este prezentată în figura 2.

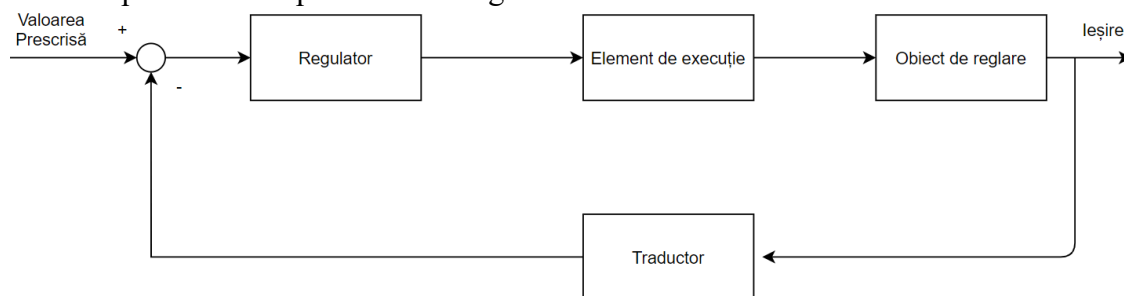


Figura 2. Schema bloc sistemului de reglare a temperaturii

Regulator - în rol de regulator sa utilizat microcontrolerul Arduino Uno, cu ajutorul căruia se comanda elementul de execuție. Pe baza datelor de la senzor, Arduino modifica tensiunea de intrare la elementul de execuție. Conexiunea regulatorului cu elementul de execuție a fost efectuată cu ajutorul unui tranzistor dirijat de Arduino care la rândul său dirija tensiunea de alimentare al obiectului de reglare.

Element de execuție - în rol de element de execuție sa utilizat un bec halogen cu puterea de 50W și tensiunea de alimentare 12V. Conectarea încălzitorului cu microcontrolerul a fost efectuată cu ajutorul unor relee. Semnalul de control al becului este de la 0 la +15 V care se modifica proporțional în dependență de temperatura citită de la traductor.

Obiect de reglare – îl constituie procesul de variație a temperaturii.

Traductor – are ca scop conversia temperaturii (mărime fizică) în mărime electrică, ca în continuare aceasta să poată fi prelucrată de către regulator. Traductorul utilizat este DHT22.

Calculul și simularea modelului matematic

Pentru obținerea modelului matematic, conform datelor achiziționate de la ieșirea sistemului, s-a aplicat metoda **Küpfmüller**, cu ajutorul căreia s-au obținut și calculat parametrii funcției de transfer.

$$H_F(s) = \frac{k \cdot e^{-\tau \cdot s}}{Ts+1} = \frac{67,5 \cdot e^{-3 \cdot s}}{23s+1} . \quad (1)$$

În figura 3 este reprezentată curba experimentală al procesului de variație a temperaturii, iar în figura 4 poate fi observat procesul tranzitoriu obținut în cazul identificării.

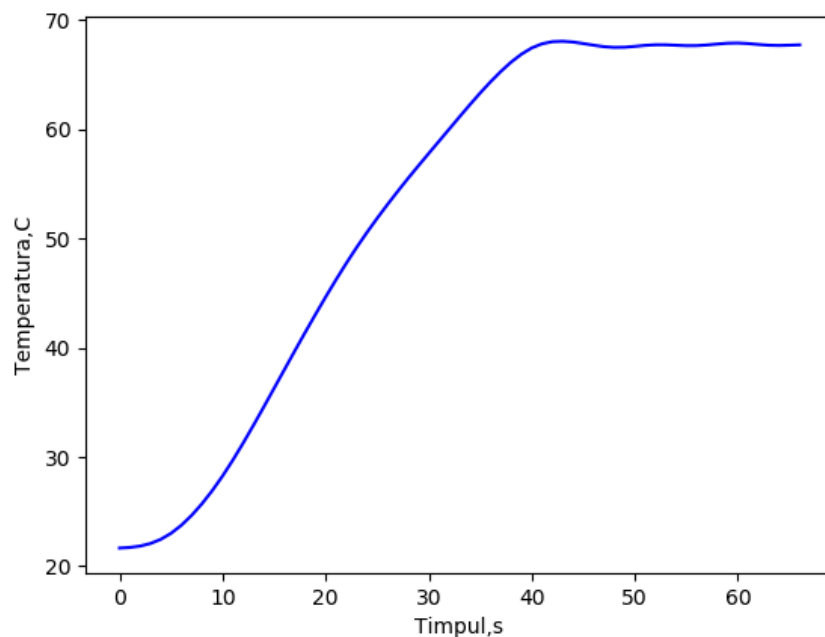


Figura 3. Graficul curbei experimentale a procesului

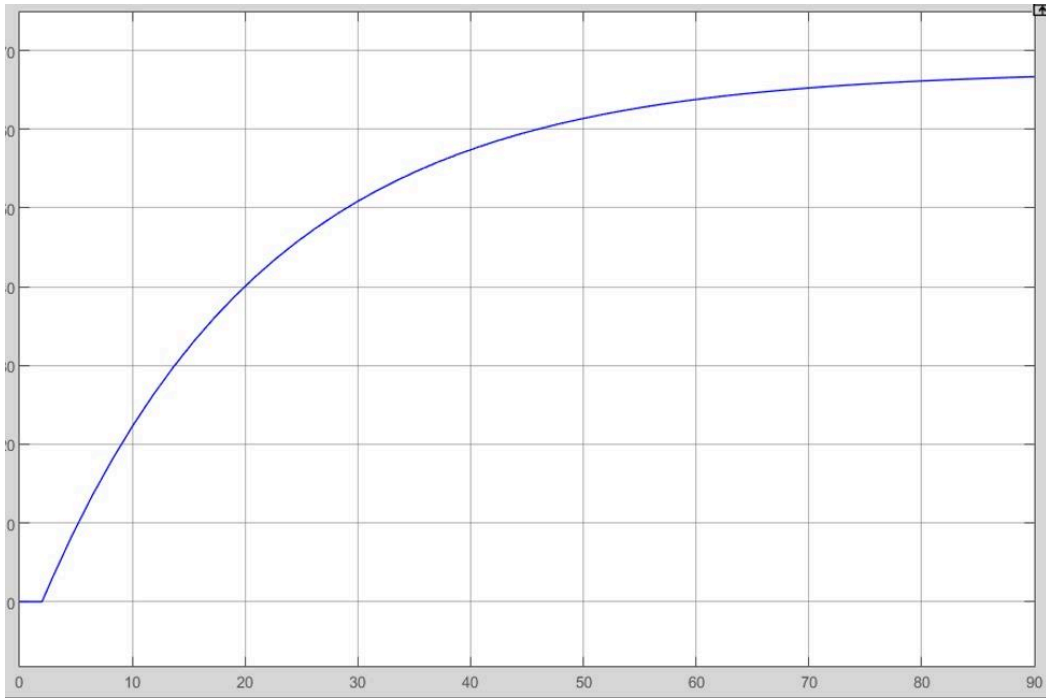


Figura 4. Graficul procesului tranzitoriu al modelului identificat

Identificarea parametrică și alegerea modelului identificat adecvat.

Pentru identificarea parametrică a procesului industrial s-a folosit pachetul de programe Matlab, Simulink și anume blocul System Identification Toolbox în care au fost încărcate datele experimentale. MATLAB este un software performant destinat calculului tehnic, având o interfață comodă cu utilizatorul. System Identification Tool (prezentat în figura 5) asigură utilizatorilor proceduri de prelucrare a datelor, de estimare parametrică, de analiză și validare a modelului simultan, pentru toate seturile de date și de structurile de modelare necesare într-o sesiune de lucru [1].

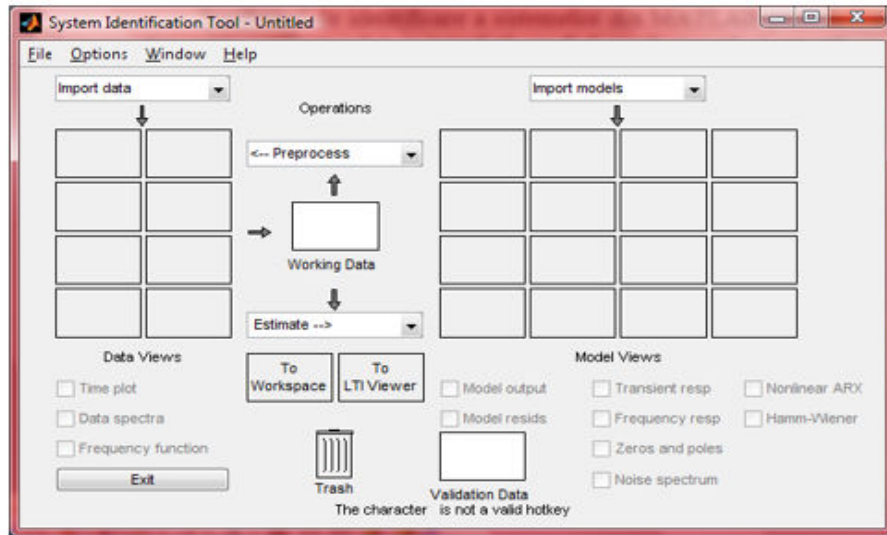


Figura 5. Interfața grafică System Identification

Datele și modele sunt reprezentate ca icoane poziționate în tabele de dimensiuni diferite. În baza datelor experimentale au fost obținute modele matematice din clasa ARMAX: ARX, OE, BJ. În figura 6 sunt prezentate procese tranzitorii obținute pentru fiecare model identificat. Astfel poate fi observat că modelul cu cea mai mică eroare este modelul BJ cu parametrii [2 2 2 1] prezentat în formula 2.

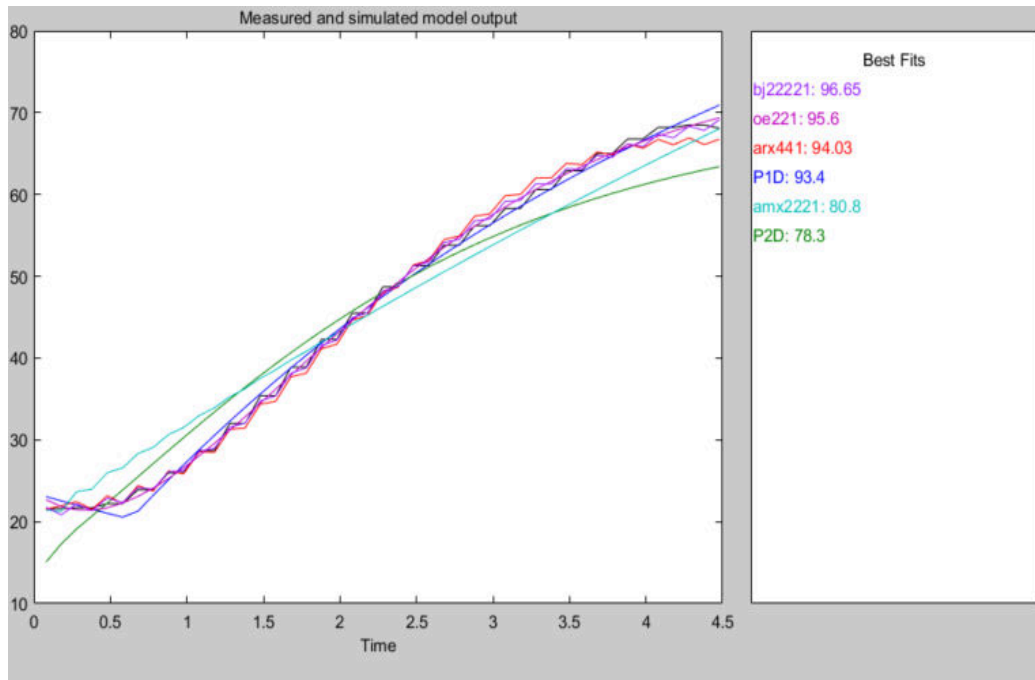


Figura 6. Performanțele modelelor

$$y(t) = \frac{B(z)}{F(z)} * u(t) + \frac{C(z)}{D(z)} * e(t), \quad (2)$$

unde:

$$\begin{aligned} B(z) &= -0.6528 z^{-1} + 0.7461 z^{-2} \\ C(z) &= 1 + 0.4504 z^{-1} + 0.7824 z^{-2} \\ D(z) &= 1 + 0.2721 z^{-1} - 0.7207 z^{-2} \\ F(z) &= 1 - 1.876 z^{-1} + 0.8825 z^{-2} \end{aligned}$$

Performanțele sistemului:

- Suprareglajul 0,74%
- Durata regimului tranzitoriu 36,5 s
- Timpul de creștere 36,5

Concluzii

După studierea și descrierea procesului industrial, a fost achiziționată curba experimentală de variație a temperaturii pe baza căruia au fost obținute modele continue și discrete de aproximare a procesului. În mediul de simulare MATLAB sa efectuat identificarea parametrică a procesului industrial în urma căruia sa analizat precizia modelului identificat, s-a observat că cea mai mare precizie o are modelul parametric BJ, cu o precizie de 96,65 %.

Bibliografie

1. COJUHARI, I., IZVOREANU, B., *MODELARE ȘI IDENTIFICARE Ghid pentru proiectarea de curs*. Chișinău: Editura „, Tehnica-UTM” 2015. -121p.