IDENTIFICAREA PROCESELOR ŞI SISTEMELOR

1. OBIECTIVELE LUCRARII

Lucrarea are ca obiectiv cunoaşterea şi aplicarea metodelor de identificare experimentală a proceselor şi sistemelor biotehnologice.

2. PREZENTARE LUCRARE

2.1 Aspecte generale

Identificarea este un ansamblu de metode prin care se urmăreşte obţinerea unor modele cât mai reprezentative pentru procesele prezentate. Având în vedere faptul că performanţele sistemelor automate trebuie satisfăcute atât în regim staţionar cât şi în regim tranzitoriu, este necesar ca prin identificare să se determine atât caracteristicile statice, cât şi cele dinamice ale procesului investigat.

Caracteristicile statice reprezintă dependenţa mărimilor de ieşire ale proceselor de mărimile care acţionează la intrarea acestora în regim staţionar, adică în regimul în care derivatele în raport cu timpul ale acestor mărimi sunt nule.

Caracteristicile dinamice ale proceselor automatizate reprezintă dependenţa mărimilor de ieşire în raport cu timpul şi cu mărimile de intrare. În funcţie de diversitatea proceselor tehnologice supuse automatizării, de tipul identificării şi de gradul de precizie impus modelului, sunt cunoscute mai multe tipuri de metode de identificare experimentale. Metodele experimentale reprezintă partea de bază a identificării proceselor. Ele permit, prin măsurători asupra mărimilor de intrare şi de ieşire ale proceselor (figura 1.1), obţinerea unor modele matematice care descriu cât mai aproape de realitate comportarea proceselor investigate. În lucrare se va utiliza pentru modelele matematice ale proceselor funcţii de transfer H(s).

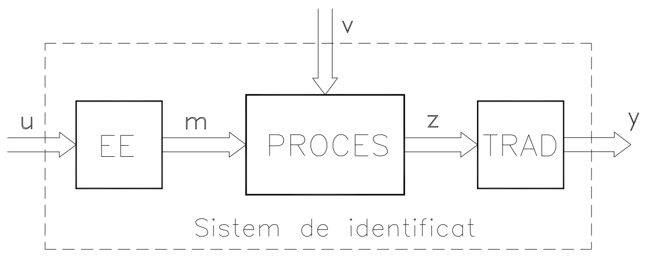

Fig. 1.1 Structura sistemului de identificat

Astfel, pentru a se putea estima care este cea mai potrivită formă a funcţiei de transfer se prezintă tipuri de răspunsuri indiciale (la un semnal de intrare treaptă) ale principalelor tipuri de procese automatizate, precum şi relaţiile de calcul pentru determinarea coeficienţilor modelelor matematice.

2.2 Identificarea sistemelor dinamice de ordinul I

Pentru sistemele dinamice de ordinul I se utilizează ca model o funcţie de transfer de forma:

$$H(s) = \frac{Y(s)}{U(s)} = \frac{K_f}{T_f \cdot s + 1} \tag{1.1}$$

unde: K_f - factorul de transfer al procesului (U.M. ieşire/U.M. intrare);
T_f - constanta de timp (s);

Răspunsul la un semnal treaptă la intrare, numit şi funcţie indiceală, al unui sistem dinamic de ordinul I, ideal, este prezentat în figura 1.2. Caracteristic este faptul că la aplicarea semnalului treaptă panta răspunsului dy/dt > 0, aspect specific doar pentru elementele dinamice de ordinul I.

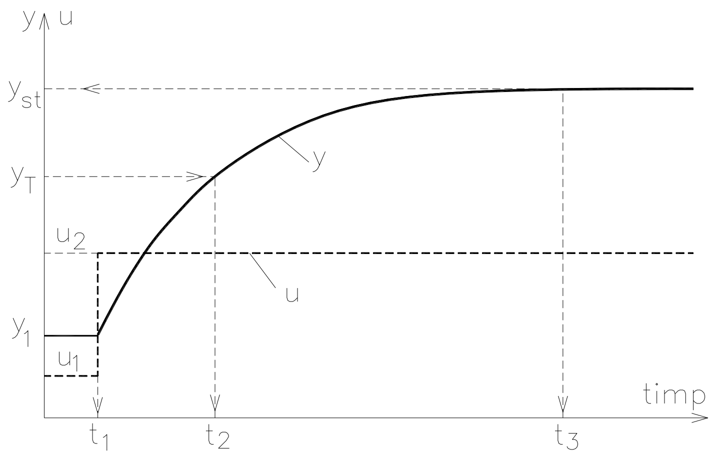

Fig 1.2. Răspunsul indiceal al unui sistem dinamic de ordinul I

Pentru determinarea valorilor coeficienţilor K_f şi T_f se poate aplica o metodă simplă exemplificată în fig 1.2.

Factorul de transfer K_f se calculează cu relaţia:

$$K_f = \frac{\Delta y}{\Delta u} = \frac{y_{st} - y_1}{u_2 - u_1} \quad \left[\frac{\text{U.M.iesire}}{\text{U.M.intrare}}\right] \tag{1.2}$$

unde:
y_1 - valoarea mărimii de ieşire în regim staţionar iniţial;
y_{st} - valoarea mărimii de ieşire în regim staţionar final;
u_1 – valoarea mărimii de intrare iniţială;
u_2 – valoarea mărimii de intrare finală;

Constanta de timp T_f este egală cu perioada de timp în care mărimea de ieşire y creşte cu 63,2% din variaţia totală $y_{st} - y_1$, deci de la y_1 la y_T:

$$y_T = y(t_2) = y_1 + 0{,}632(y_{st} - y_1) \tag{1.3}$$

Se determină timpul t_1 la aplicarea treptei şi t_2 corespunzător valorii $y = y_T$, după care se calculează constanta de timp T_f cu relaţia:

$$T_f = t_2 - t_1 \tag{1.4}$$

2.3 **Identificarea sistemelor dinamice de ordinul II sau superior**

Răspunsul indiceal tipic pentru un sistem dinamic de ordinul II sau superior este prezentat în figura 1.3. Caracteristic este faptul că la aplicarea semnalului treaptă panta răspunsului dy/dt = 0, aspect specific pentru sistemele dinamice de ordinul II sau mai mari.

Pentru identificarea elementele dinamice de ordinul II sau mai mare se utilizează modele simplificate cu care se aproximează comportarea sistemelor dinamice complexe; modele compuse dintr-un element cu timp mort si un element dinamic de ordinul I sau de ordinul n. Modelele sunt funcţii de transfer de forma:

$$H(s) = \frac{K_f \cdot e^{-\tau \cdot s}}{T_f \cdot s + 1} \tag{1.5}$$

$$H(s) = \frac{K_f}{(T \cdot s + 1)^n} \tag{1.6}$$

$$H(s) = \frac{K_f \cdot e^{-\tau \cdot s}}{(T \cdot s + 1)^n} \tag{1.7}$$

unde: τ_f este timpul mort, T este o constantă de timp, n este ordinul sistemului.

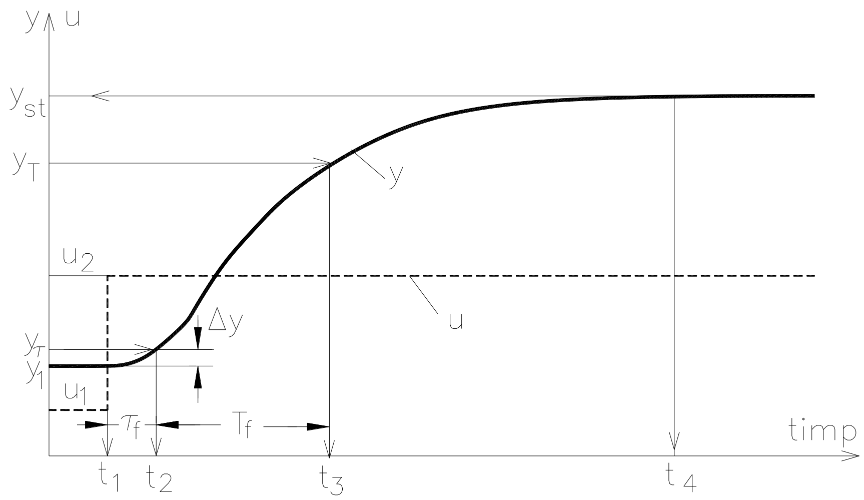

Fig. 1.3 Răspunsul indiceal a unui element dinamic de ordin superior.

În figura 1.3 este prezentat răspunsul indiceal unui sistem dinamic de ordin superior la aplicarea unui semnal treaptă la intrare şi valorile care trebuie determinate pentru calculul coeficienţilor modelului (1.5).

Calculul valorii factorului de transfer K_f se face cu relaţia :

$$K_f = \frac{y_{st} - y_1}{u_2 - u_1} \tag{1.8}$$

Pentru calculul valorii coeficienţilor T_f şi τ_f se pot utiliza mai multe metode care depind de forma modelului ales. În această lucrare se va utiliza modelul (1.5), denumit şi OUPTM (**O**rdin **U**nu **P**lus **T**imp **M**ort) în engleză FOPDT, care este modelul cel mai utilizat în practica automatizării proceselor lente specifice şi în domeniul proceselor biotehnologice.

a. Metoda 5%. Timpul mort τ_f este considerat a fi perioada în care răspunsul y se modifică cu mai puţin de 5% din variaţia totală ($y_{st} - y_1$). Se determină valoarea t_1 la care s-a aplicat semnalul treptă. Se calculează valoarea y_τ :

$$y_\tau = y(t_2) = y(t_1) + \Delta y_\tau = y_1 + 0{,}05(y_{st} - y_1) \tag{1.9}$$

Se determină valoarea t_2 pentru care răspunsul sistemului este $y = y_\tau$ şi se calculează valoarea timpului mort τ_f cu relaţia:

$$\tau_f = t_2 - t_1 \tag{1.10}$$

Constanta de timp T_f a modelului este egală cu perioada de timp în care mărimea de ieşire y creşte cu 63,2% din variaţia totală $y_{st} - y_1$, deci de la y_1 la y_T:

$$y_T = y(t_3) = y_1 + 0{,}632(y_{st} - y_1) \tag{1.11}$$

Se determină valoarea t_3 corespunzătoare lui y_T, după care se calculează T_f cu relaţia:

$$T_f = t_3 - t_2 \tag{1.12}$$

b. **Metoda S&K** . Metoda este de tip empiric şi se bazează pe analiza a foarte multe răspunsuri indiciale.

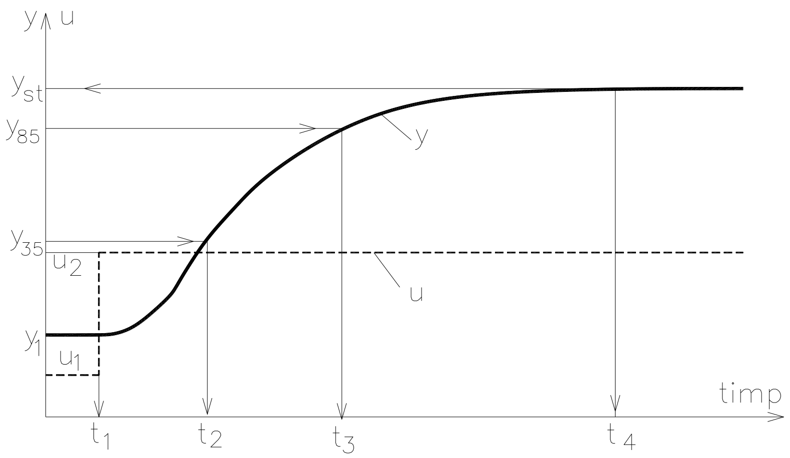

Fig. 1.4 Determinarea valorilor t_2 şi t_3 pentru metoda S&K

Iniţial se calculează două valori ale mărimii de ieşire, y_{35} şi y_{85}, pentru 35% şi 85% din variaţia y_{st} - y_1 cu relaţiile:

$$y_{35} = y(t_2) = y_1 + 0{,}35(y_{st} - y_1) \tag{1.13}$$

$$y_{85} = y(t_3) = y_1 + 0{,}85(y_{st} - y_1) \tag{1.14}$$

Din răspunsul indiceal se determină valorile t_2 şi t_3 cu care se calculează T_f şi τ_f cu relaţiile:

$$\tau_f = 1{,}30(t_2 - t_1) - 0{,}29(t_3 - t_1) \tag{1.15}$$

$$T_f = 0{,}67(t_3 - t_2) \tag{1.16}$$

2.4 Identificarea sistemelor cu caracteristică integratoare

Pentru sistemele dinamice cu caracteristica integratoare este utilizat ca model o funcţie de transfer de forma

$$H(s) = \frac{1}{T_i \cdot s} \tag{1.17}$$

Răspunsul, funcţia indiceală, al unui astfel de tip de sistem (exemple: cilindru hidraulic, motor electric) este prezentat în figura 1.5. Se observă că se ajunge la o stare de saturaţie $y = y_{sat}$ şi atunci $u = 0$.

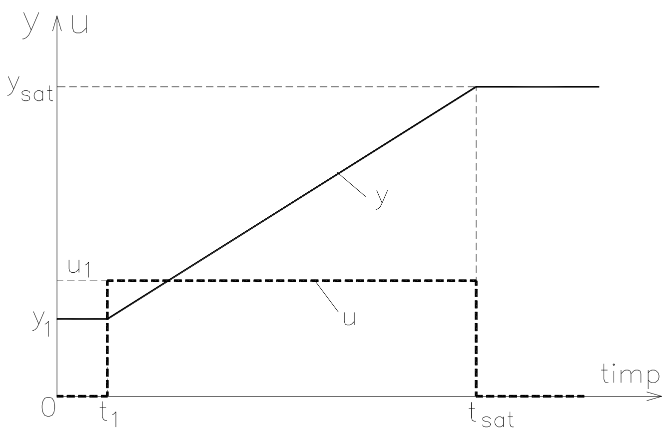

Fig. 1.5. Răspunsul indiceal a unui element integrator

Constanta de timp de integrare T_i se calculează cu relaţia :

$$T_i = \frac{u_1(t_{sat} - t_1)}{y_{sat} - y_1} \cdot K_f \tag{1.18}$$

Se consideră că $K_f = 1$ are dimensiunea: K_f = [U.M.$_{\text{ieşire}}$/U.M.$_{\text{intrare}}$]