



# *Proiect la Identificarea Sistemelor*

## **IDENTIFICAREA MODELULUI DINAMIC AL PROCESELOR DE ORDINUL II**

Coordonator

Prof.univ.dr.ing. Petru Dobra

Student

Tamas Bogdan

Grupa 30144, AN 4, Automatica Romana

# *Cuprins*

<b>1 Identicarea unui circuit electric .....</b>	<b>2</b>
1.1 Obținerea datelor experimentale .....	2
1.1.1 Introducere.....	2
1.1.2 Achiziția datelor intrare-iesire .....	3
1.1.3 Desfasurarea experimentelor .....	3
Experiment I (Treapta) .....	4
Experiment II (Impulsul) .....	8
1.2 Procesarea datelor experimentale .....	12
1.2.1 Validarea modelului .....	12

# Capitolul 1

## *Identificarea unui circuit electric*

### 1.1 Obținerea datelor experimentale

#### 1.1.1 Introducere:

Se considera circuitul electric din fig. 1.1, având următoarele caracteristici electrice:

- a.  $U_a = \pm 10$  [V];
- b.  $U_{in} \in [-U_a; U_a]$ ;
- c.  $U_{out} \in [-U_a; U_a]$ ;



Aparatura utilizată: sursa de alimentare, multimetru, generator de semnal, osciloscop (vezi figura 1.2).

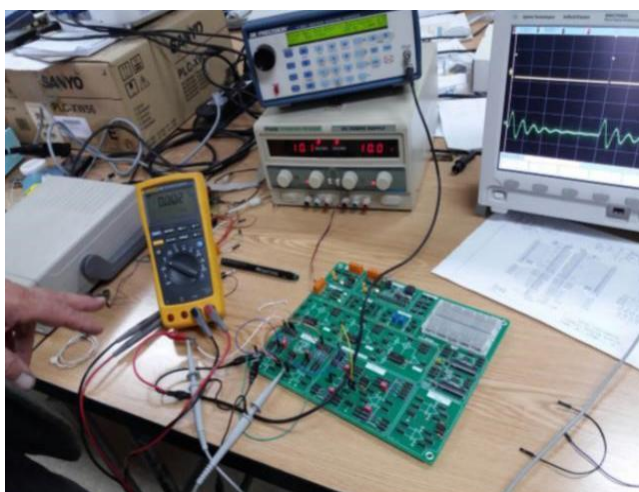


fig. 1.2: Aparatura utilizată

## **1.1.2 Achizitia datelor intrare-iesire**

Utilizand aparatura din dotare se vor genera semnalele necesare identificarii experimentale a circuitului electric, si se vor achizitiona datele intrare-iesire in vederea procesarii ulterioare.

## **1.1.3 Desfasurarea experimentelor**

1. Se alimenteaza circuitul.
2. Se efectueaza urmatoarele experimente:

### **Experiment I**

A.1 Se genereaza un semnal de tip treapta avand caracteristicile corelate cu dinamica circuitului electric, si tensiunea de alimentare a acestuia;

A.2 Se vizualizeaza, si se masoara sincron intrarea, si iesirea circuitului, obtinnd datele experimentale:  $[t_k; u_k; y_k]$ ,  $k = 1; 2; \dots$

### **Experiment II**

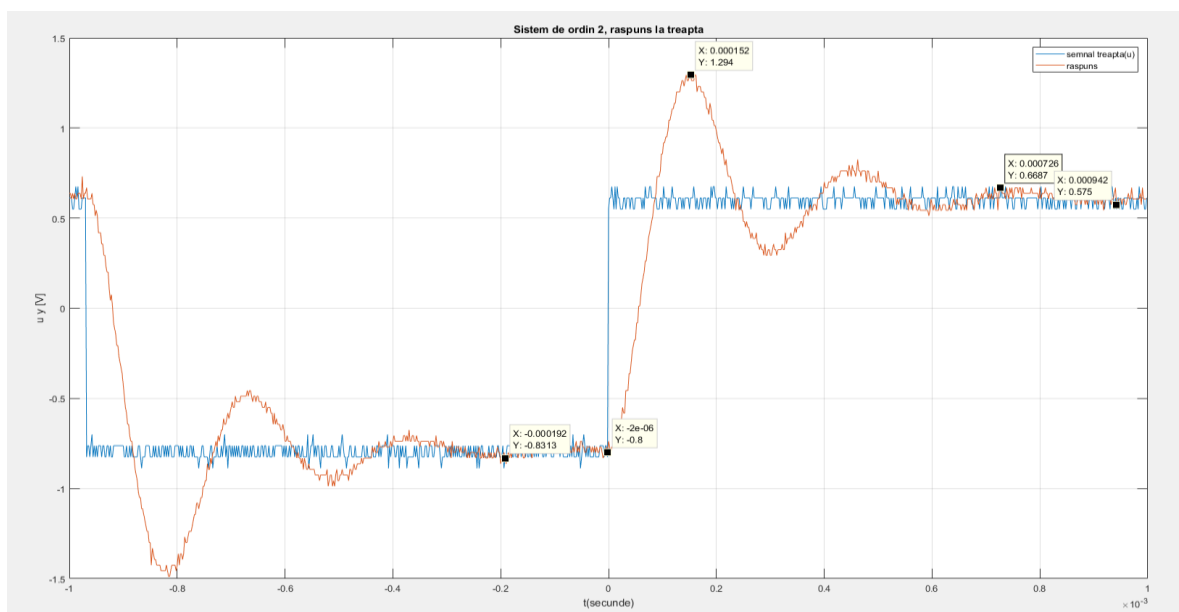
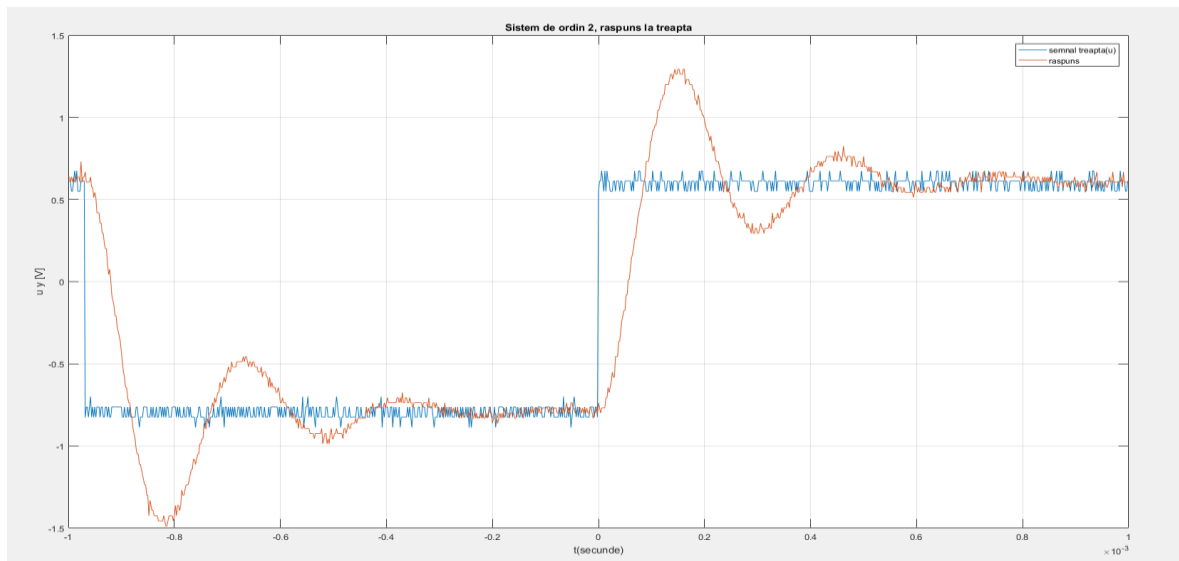
B.1 Se genereaza un semnal de tip impuls avand caracteristicile corelate cu dinamica circuitului electric, si tensiunea de alimentare a acestuia; B.2 Se vizualizeaza, si se masoara sincron intrarea, si iesirea circuitului, obtinnd datele experimentale:  $[t_k; u_k; y_k]$ ,  $k = 1; 2; \dots$

## **1.2 Procesarea datelor experimentale**

Vizualizarea datelor experimentale utilizand : MS Excel, Matlab, etc. In functie de datele experimentale obtinute ( $[t_k, u_k, y_k]$ ,  $k=1,2,\dots$ ) se pot efectua urmatoarele operatii: filtrare antidistorsiune de tip medie alunecatoare, eliminarea componentelor continue stationare sau cvasistationare, scalarea intrarilor si iesirilor. Se va determina functia de transfer a unui model de ordinul doi pe baza raspunsului la semnal de tip impuls real si semnal de tip treapta.

# Experiment I

## Intrarea si iesirea unui sistem de ordinul II (TREAPTA)



In vederea stabilirii conditiilor initiale nenule, valorilor de regim stationar, factorului de proportionalitate, valoarea suprareglajului, valoarea factorului de amortizate si a pulsatiei naturale, citesc de pe figura 1.4 urmatoarele date:

$t_1=882; t_2=982; t_{i1}=405; t_{i2}=503; t_{i3}=577;$

Utilizand valorile extrase din grafic, calculam:

1. Valoarea intrari si iesire regim stationar:

$ust = \text{mean}(u(t_1:t_2));$        $ust = 0.598886090613862V$

$yst = \text{mean}(y(t_1:t_2));$        $yst = 0.614913354336634V$

2. Factor de proportionalitate:

$$k = \frac{y_{st} - y_0}{u_{st} - u_0}$$

$$k = 1.026761789886195;$$

3. Suprareglaj:

$$\sigma = \frac{y_{\max} - y_{st}}{y_{st} - y_0}$$

$$\sigma = 0.461010118518835;$$

4. Factor de amortizare:

$$\zeta = \frac{-\ln(\sigma)}{\sqrt{\pi^2 + (\ln(\sigma))^2}}$$

$$\zeta = 0.239316317920612;$$

5. Perioada oscilatie:

$$T_{osc} = 2(T_{\max} - T_0)$$

$$T_{osc} = 1.5200000000000000e-04$$

6. Pulsatia naturala:

$$\omega_n = \frac{\pi}{T_{osc} \cdot \sqrt{1 - \zeta^2}}$$

$$\omega_n = 2.128693581788111e+04;$$

7. Functia de transfer:

$$H = k \frac{\omega_n^2}{s^2 + 2\zeta\omega_n s + \omega_n^2}$$

$$H = \frac{4.653e08}{s^2 + 1.019e04 s + 4.531e08}$$

8. Spatiu starilor:

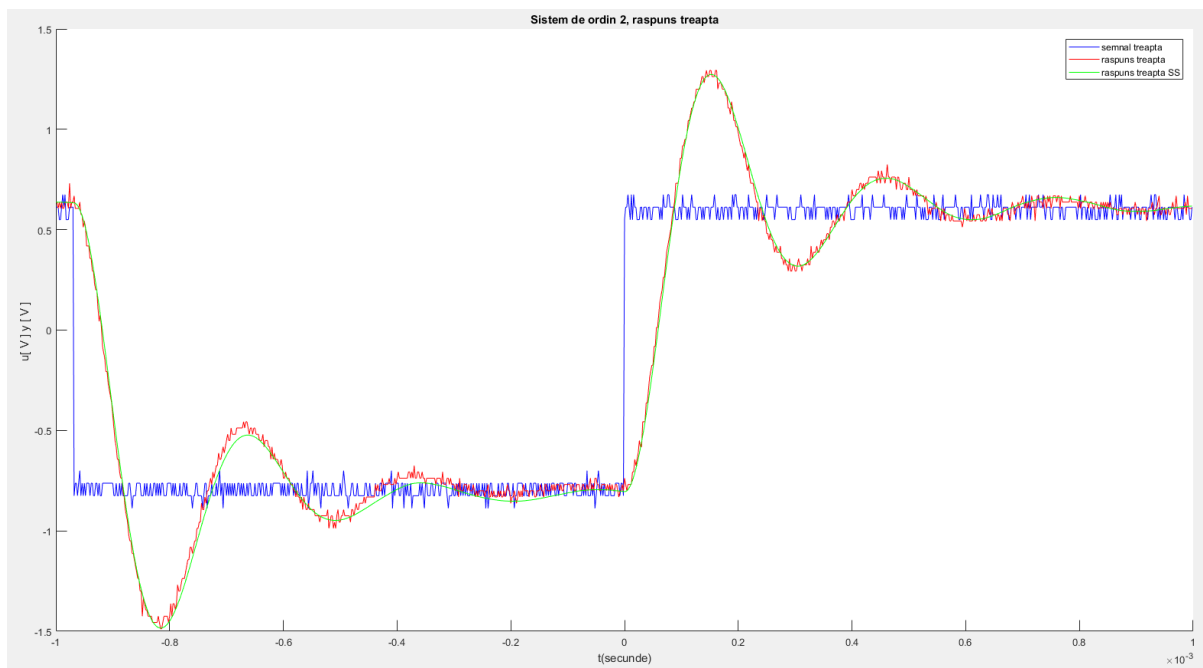
$$A = \begin{pmatrix} 0 & 1 \\ -\omega_n^2 & -2\zeta\omega_n \end{pmatrix}$$

$$C = \begin{pmatrix} 1 & 0 \end{pmatrix}$$

$$B = \begin{pmatrix} 0 \\ k \end{pmatrix}$$

$$D = 0$$

Raspunsul sistemului folosind spatiul starilor:



9. Eroarea medie patratica la treapta:

$$J = \sqrt{1/1000 * (\sum (y - y_c)^2)}$$

$$J = 0.035526630838636;$$

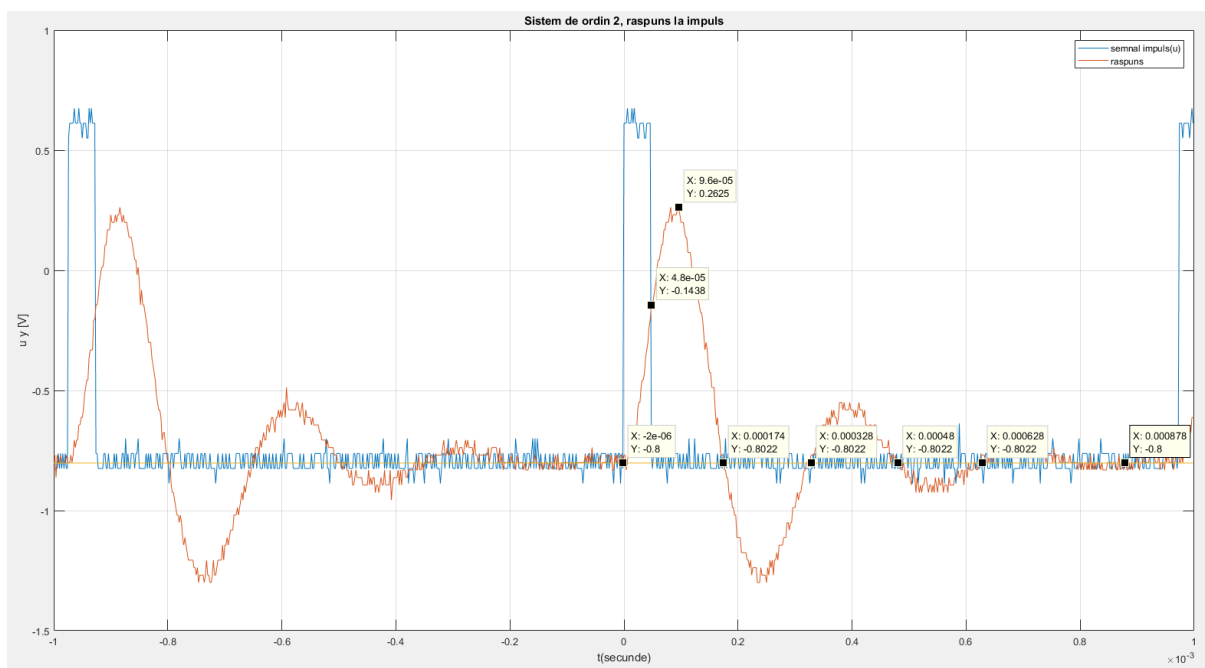
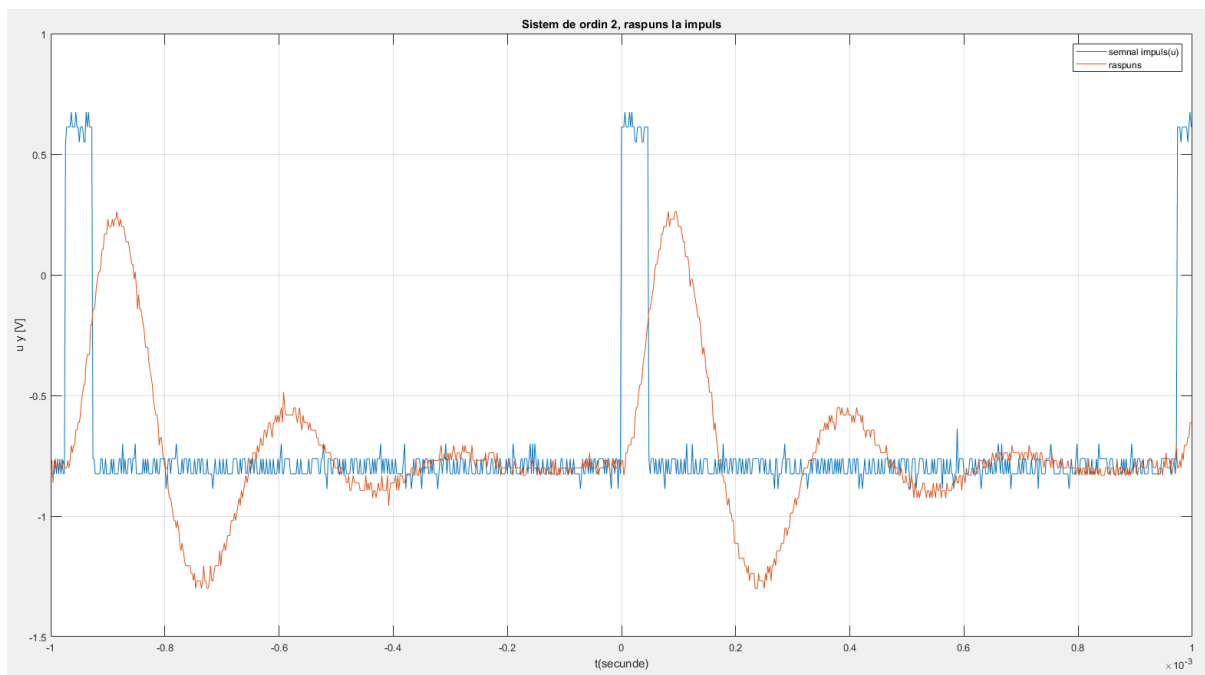
10. Eroare medie patratica normalizata:

$$\text{Empn} = \text{norm}(y - y_{\text{calculat}}) / \text{norm}(y - y_m)$$

$$\text{Empn} = 0.114855186678711;$$

## Experiment II

### Intrarea si iesirea unui sistem de ordinul II (Impuls)



Utilizand valorile extrase din grafic, calculam:

1.Valoarea intrari si iesire regim stationar:

$$ust = \text{mean}(u(882:992)); \quad ust = -0.794059453940595 \text{ V}$$

$$yst = \text{mean}(y(882:992)); \quad yst = -0.802165853584158 \text{ V}$$

2.Factor de proportionalitate:

$$k = \frac{yst - y_0}{ust - u_0} \quad k = 1.010208806914059;$$

3.Suprareglaj:

$$A1 = \text{sum}(y(623:694) - yst) * (t(2) - t(1));$$

$$A2 = \text{sum}(y(694:788) - yst) * (t(2) - t(1));$$

$$\sigma = -A2/A1 \quad \sigma = 0.486025580293688;$$

4.Factor de amortizare:

$$\zeta = \frac{-\ln(\sigma)}{\sqrt{\pi^2 + (\ln(\sigma))^2}} \quad \zeta = 0.223831734802742;$$

5.Pulsatia naturala:

$$\omega_n = \frac{\pi}{t_{osc} * \sqrt{1 - \zeta^2}} \quad \omega_n = 2.120642634667262e+04;$$

6.Functia de transfer:

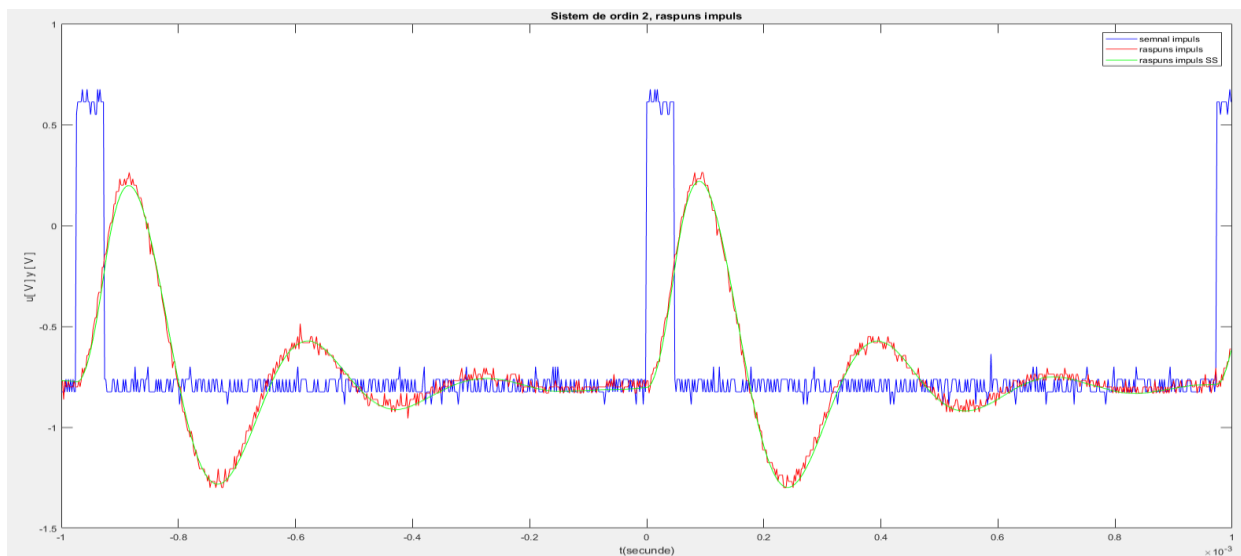
$$H = k \frac{\omega_n^2}{s^2 + 2 * \zeta * \omega_n * s + \omega_n^2} \quad H = \frac{4.543e08}{s^2 + 9493 s + 4.497e08}$$

7.Spatiu starilor:

$$A = \begin{pmatrix} 0 & 1 \\ -\omega_n^2 & -2 * \zeta * \omega_n \end{pmatrix} \quad C = (1 \quad 0)$$

$$B = \begin{pmatrix} 0 \\ k * \omega_n^2 \end{pmatrix} \quad D = 0$$

Raspunsul sistemului folosind spatiul starilor:





9. Eroarea medie patratica la treapta:

$$J = \sqrt{1/1000 * (\sum(y - y_c)^2)}$$

$$J = 0.031311421395378;$$

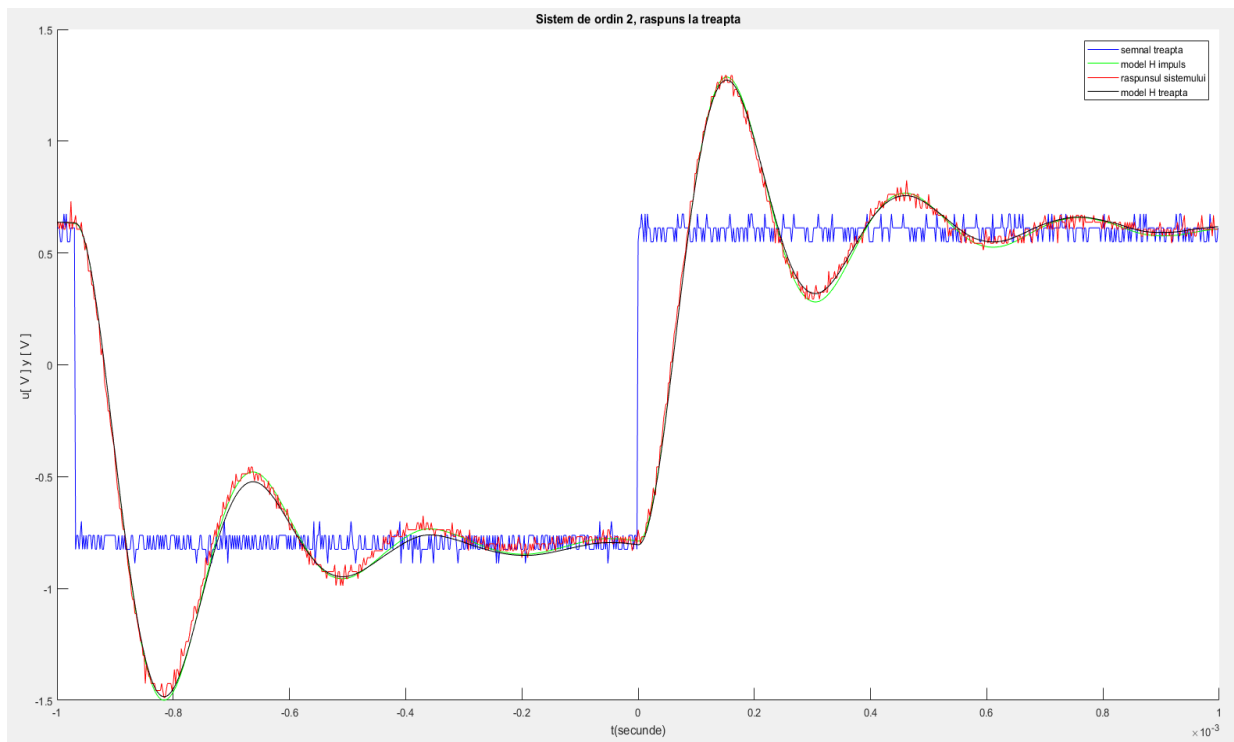
10. Eroare medie patratica normalizata:

$$\text{Empn} = \text{norm}(y - y_{\text{calculat}}) / \text{norm}(y - y_m)$$

$$\text{Empn} = 0.041344094126011;$$

### 1.2.1. Validarea modelului

a) Folosind functia de transfer identificata la impuls am simulat raspunsul sistemului la treapta.



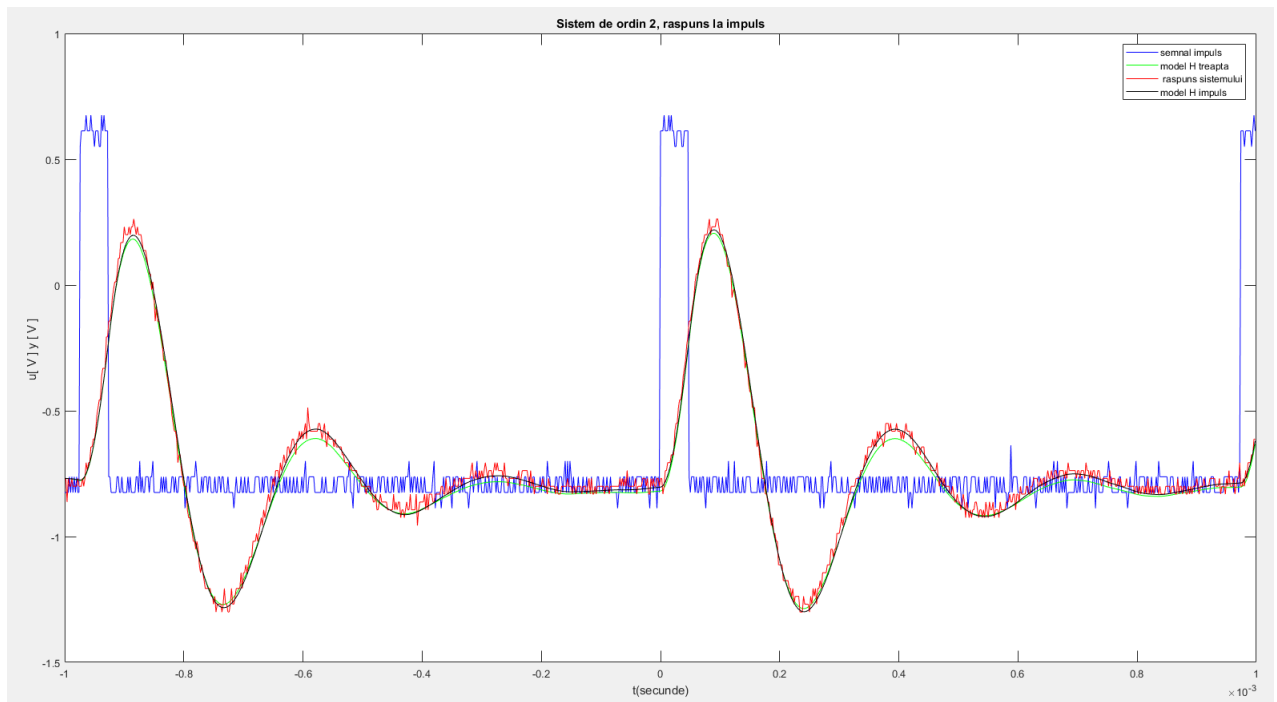
*Eroare medie patratica : 0.034307789244030*

*Eroare medie patratica la impuls : 0.031311421395378*

*Eroare medie normalizata : 0.045300545441540*

*Eroare medie normalizata la impuls : 0.041344094126011*

b) Folosind functia de transfer identificata la treapta am simulat raspunsul sistemului la impuls.



*Eroare medie patratica : 0.029112962280081*

*Eroare medie patratica la treapta : 0.035526630838636*

*Eroare medie normalizata : 0.094120231457821*

*Eroare medie normalizata la treapta : 0.114855186678711*

Concluzie : se alege semnalul **impuls**.

## Cod sursa treapta

```
t=second2;
u=Volt2;
y=Volt3;
% plot(t,[u,y]);
% grid
% xlabel('t(secunde)');ylabel('u y [V]');
% legend('semnal treapta','raspuns');
% title('Raspuns la treapta, sistem de ordin 2');

% Regim stationar
ust=mean(u(882:982))
yst=mean(y(882:982))

% Factorul de proportionalitate
k=yst/ust;

% Suprareglaj
A1=sum(y(623:694)-yst)*(t(2)-t(1))
A2=sum(y(694:788)-yst)*(t(2)-t(1))
sigma = -A2/A1

%Amortizare
tita=-(log(sigma))/(sqrt(log(sigma)^2+pi^2))

%Oscilatie
Tosc=2*(t(538)-t(500))

%Pulsatie naturala
wn=pi/(Tosc*sqrt(1-tita^2))

% Functia de transfer
H = tf(k*wn^2, [1 2*tita*wn wn^2])
A=[0 1; -wn^2 -2*tita*wn]
B=[0 ; k*wn^2];
C=[1 0]; D=0;

% Y calculat
sys=ss(A,B,C,D);
hold on
yc=lsim(sys,u,t,[y(1) ;0]);
% plot(t,u,'b',t,y,'r',t,yc,'green' );
% legend('semnal treapta','raspuns treapta','raspuns treapta SS');
% xlabel('t(secunde)');ylabel('u y [V]');
% title('Raspuns la treapta, sistem de ordin 2');

%Eroare medie patratica
J=sqrt(1/1000*sum((y-yc).^2))
%Eroare medie normalizata
ym=mean(y);
Empn=norm(y-yc)/norm(y-ym)

%Functia de transfer identificata la impuls
wn_imp= 2.120642634667262e+04;
tita_imp= 0.223831734802742;
k_imp=1.010208806914059;
A_imp=[0 1; -wn_imp^2 -2*tita_imp*wn_imp];
B_imp=[0 ; k_imp*wn_imp^2];
C_imp=[1 0]; D_imp=0;
sys_imp=ss(A_imp,B_imp,C_imp,D_imp);
yc_imp=lsim(sys_imp,u,t,[y(1) ;0]);
plot(t,u,'b',t,yc_imp,'green',t,y,'r',t,yc,'black');
legend('semnal treapta','model H impuls','raspuns sistem ','model H treapta');
xlabel('t(secunde)');ylabel('u [ V ] y [ V ] ');
title('Raspuns la treapta, sistem de ordin 2');

%Eroare medie patratica la impuls
J_imp=sqrt(1/1000*sum((y-yc_imp).^2))
%Eroare medie normalizata
ym=mean(y);
Empn_imp=norm(y-yc_imp)/norm(y-ym)
```

## Cod sursa impuls

```
t=second1;
u=Volt;
y=Volt1;
% plot(t,[u,y yst*ones(size(t))]);
% grid
% xlabel('t(secunde)');ylabel('u y [V]');
% legend('semnal impuls','raspuns');
% title('Raspuns la impuls, sistem de ordin 2');

%Regim stationar
ust=mean(u(882:982))
yst=mean(y(882:982))

%Factorul de proportionalitate
k=yst/ust

%Suprareglajul
A1=sum(y(623:694)-yst)*(t(2)-t(1));
A2=sum(y(694:788)-yst)*(t(2)-t(1));
sigma=-A2/A1

%Factorul de amortizare
tita=-log(sigma)/sqrt(log(sigma)^2+pi^2)

%Perioada de oscilatie
tmax=t(538);
t0=t(500);
Tosc=2*(tmax-t0)

%Pulsatie naturala
wn=pi/(Tosc*(sqrt(1-tita^2)))

%Functia de transfer
H=tf(k*wn^2,[1 2*tita*wn wn^2])

%Spatiul starilor
A=[0 1;-wn^2 -2*tita*wn];
B=[0;k*wn^2];
C=[1 0]; D=0;
sys=ss(A,B,C,D);
yc=lsim(sys,u,t,[y(1);0]);
% plot(t,u,'b',t,y,'r',t,yc,'green');
% xlabel('t(secunde)');ylabel('u[ V ] y [ V ] ');
% legend('semnal impuls','raspuns impuls','raspuns impuls SS');
% title('Sistem de ordin 2, raspuns impuls');

%Eroare medie patratica
J=sqrt(1/1000*sum((y-yc).^2));
%Eroare medie patratica normalizata
ym=mean(y);
Empn=norm(y-yc)/norm(y-ym);

% %Functia de transfer identificata la treapta
wn_tr= 2.128693581788111e+04;
tita_tr= 0.239316317920612;
k_tr=1.026761789886195;
A_tr=[0 1; -wn_tr^2 -2*tita_tr*wn_tr];
B_tr=[0 ; k_tr*wn_tr^2];
C_tr=[1 0]; D_tr=0;
sys_tr=ss(A_tr,B_tr,C_tr,D_tr);
yc_tr=lsim(A_tr,B_tr,C_tr,D_tr,u,t,[y(1) ;0]);
plot(t,u,'b',t,yc_tr,'green',t,y,'r',t,yc,'black');
legend('semnal impuls','model H treapta ',' raspuns sistemului ','model H impuls');
xlabel('t(secunde)');ylabel('u[ V ] y [ V ] ');
title('Sistem de ordin 2, raspuns la impuls');

% eroare medie patratica la treapta
J_tr=sqrt(1/1000*(sum((y-yc_tr).^2)))
%eroare medie normalizata
ym=mean(y);
Empn_tr=norm(y-yc_tr)/norm(y-ym);
```