



Proiect
Identificarea Sistemelor

15.Noieembrie.2019

-IDENTIFICAREA UNUI CIRCUIT-
-ELECTRIC-

Coordonator:

Prof.univ.dr.ing. Petru Dobra

Student:

Gheorghita-Seceanu Vlad

Gr: 30133

OBTINEREA DATELOR EXPERIMENTALE

Introducere:

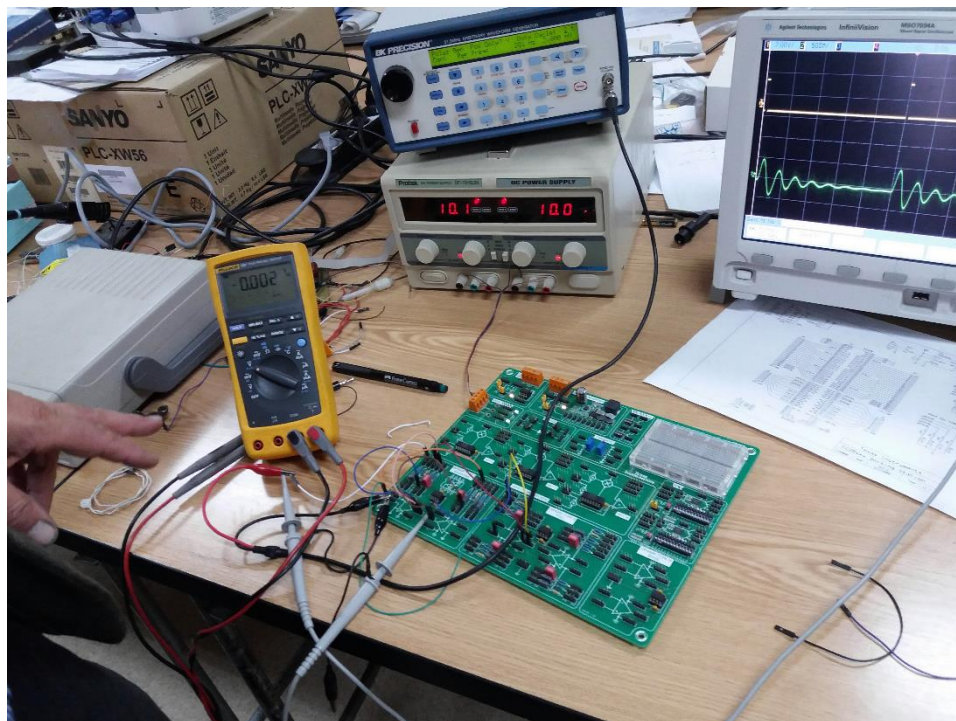
Se considera circuitul electric din figura alaturata, avand urmatoarele caracteristici electrice:

- $U_a = \pm 10$ [V];
- $U_{in} \in [-U_a, U_a]$;
- $U_{out} \in [-U_a, U_a]$;



Aparatura utilizata (conform figurii de mai jos):

- Sursa de alimentare
- Multimetru
- Generator de semnal
- Osciloscop



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.

Desfasurarea experimentelor:

- Se alimenteaza circuitul
- Se efectueaza urmatoarele experimente:

Experiment A

- A.1 Se genereaza un semnal de tip impuls 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, obtinand datele experimentale: $[t_k, u_k, y_k]$ $k=1,2,\dots$.

Experiment B

- B.1 Se genereaza un semnal de tip treapta 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, obtinand datele experimentale: $[t_k, u_k, y_k]$ $k=1,2,\dots$.

PROCESAREA DATELOR EXPERIMENTALE

Experiment A:

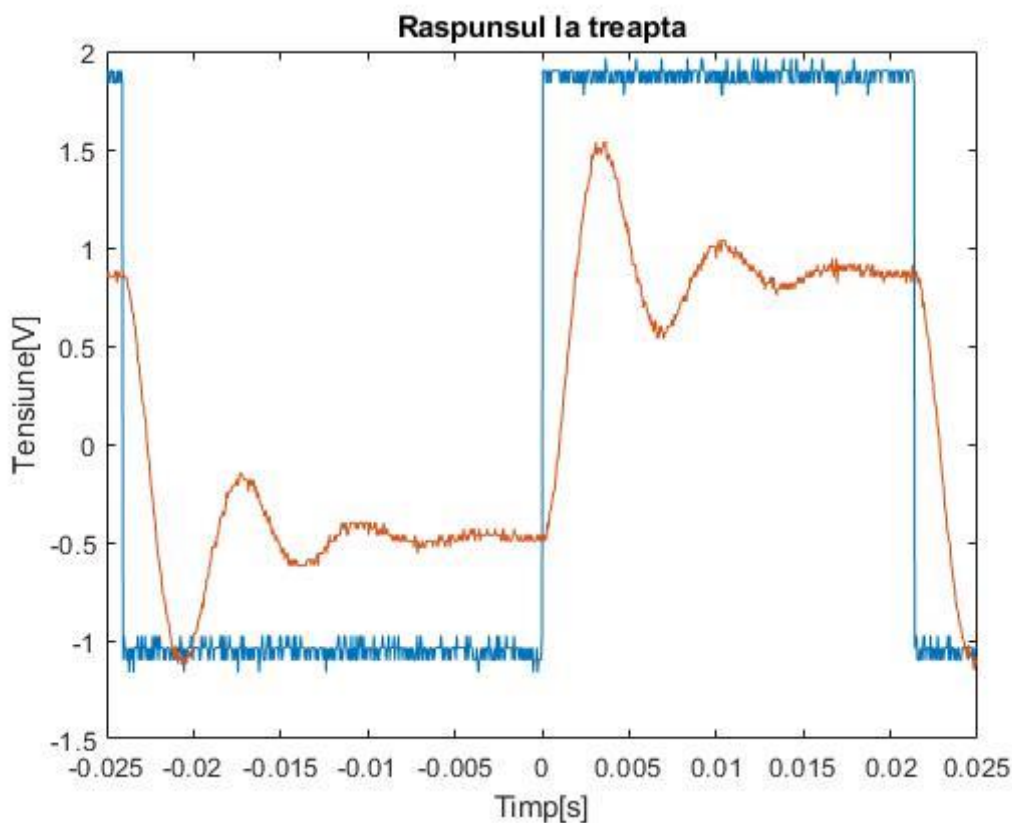
Vizualizarea datelor experimentale se realizeaza cu ajutorul programului “Matlab” prin importarea fisierului “scope13.csv”.

Am atribuit variabilelor t, u si y valorile din tabelul din fisierul “scope13.csv” (t - timpul de simulare, u – intrarea masurata a sistemului iar y- iesirea masurata a sistemului)

Pentru a putea face identificarea sistemului trebuie sa determinam urmatoarele marimi: factorul de amplificare “k”, factorul de amortizare “ ζ ” si pulsatia naturala “ ω_n ”.

Se va determina functia de transfer in “s” a unui model de ordin 2 pe baza raspunsului la un semnal de tip treapta (conform figurii de mai jos):

$$H_{des}(s) = \frac{k\omega_n^2}{s^2 + 2\zeta\omega_n s + \omega_n^2}$$

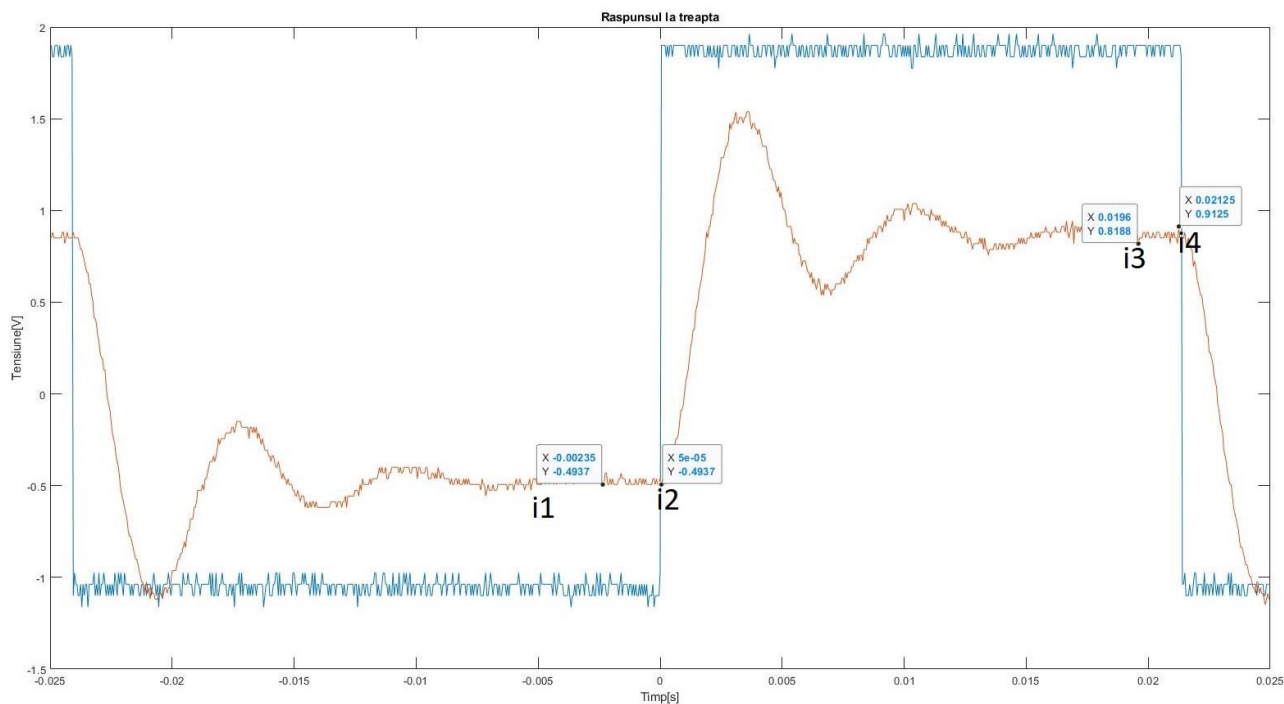


Calculul factorului de proportionalitate “K”

Este dat de raportul dintre iesirea si intrarea in regim stationar, in conditii initiale nenule. Deoarece treapta nu este ideala, definitia se extinde la raportul dintre variatia iesirii si variatia intrarii, tinand cont de prezenta zgomotului:

$$K = \frac{\overline{y_{st}} - \overline{y_o}}{\overline{u_{st}} - \overline{u_o}} = 0.46$$

Pentru calculul lui $\overline{y_{st}}$, $\overline{u_{st}}$, $\overline{y_o}$ si $\overline{u_o}$ trebuie sa extragem 4 valori de pe grafic (figura de mai jos):



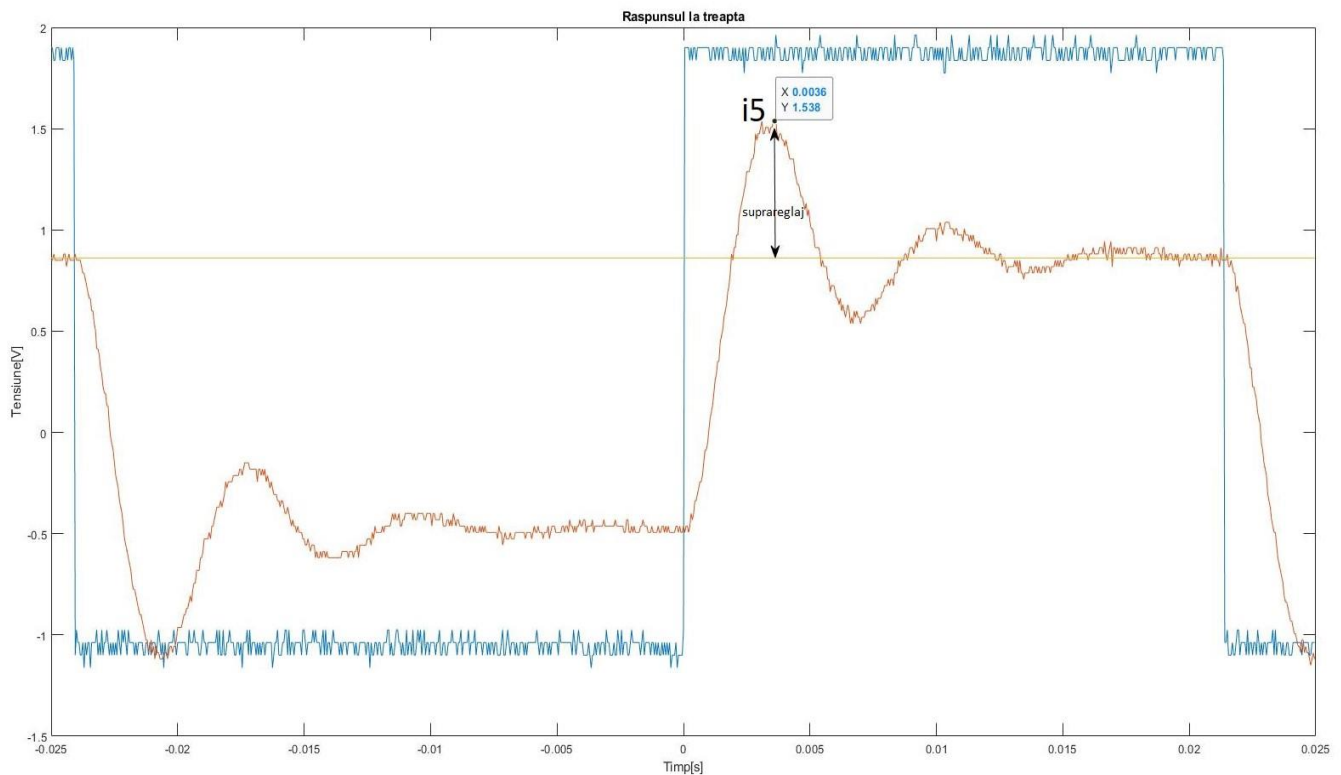
Formule folosite:

- $\overline{y_{st}}$ = media valorilor lui y de la y(i3) la y(i4) = 0.86 [V];
- $\overline{u_{st}}$ = media valorilor lui u de la u(i3) la u(i4) = 1.88 [V];
- $\overline{y_o}$ = media valorilor lui y de la y(i1) la y(i2) = -0.47 [V];
- $\overline{u_o}$ = media valorilor lui u de la u(i1) la u(i2) = -1 [V];

Calculul factorului de amortizare “ ζ ”

Pentru calculul factorului de amortizare trebuie sa calculam suprareglajul “ σ ”. Acesta este defenit ca diferenta dintre valoarea maxima a semnalului de iesire masurat si valoarea stationara a acestuia in raport cu diferenta dintre valoarea stationara a acestuia si valoarea initiala.

Pentru calculul suprareglajului este nevoie sa aflam valoarea maxima (figura de mai jos):



Formule folosite:

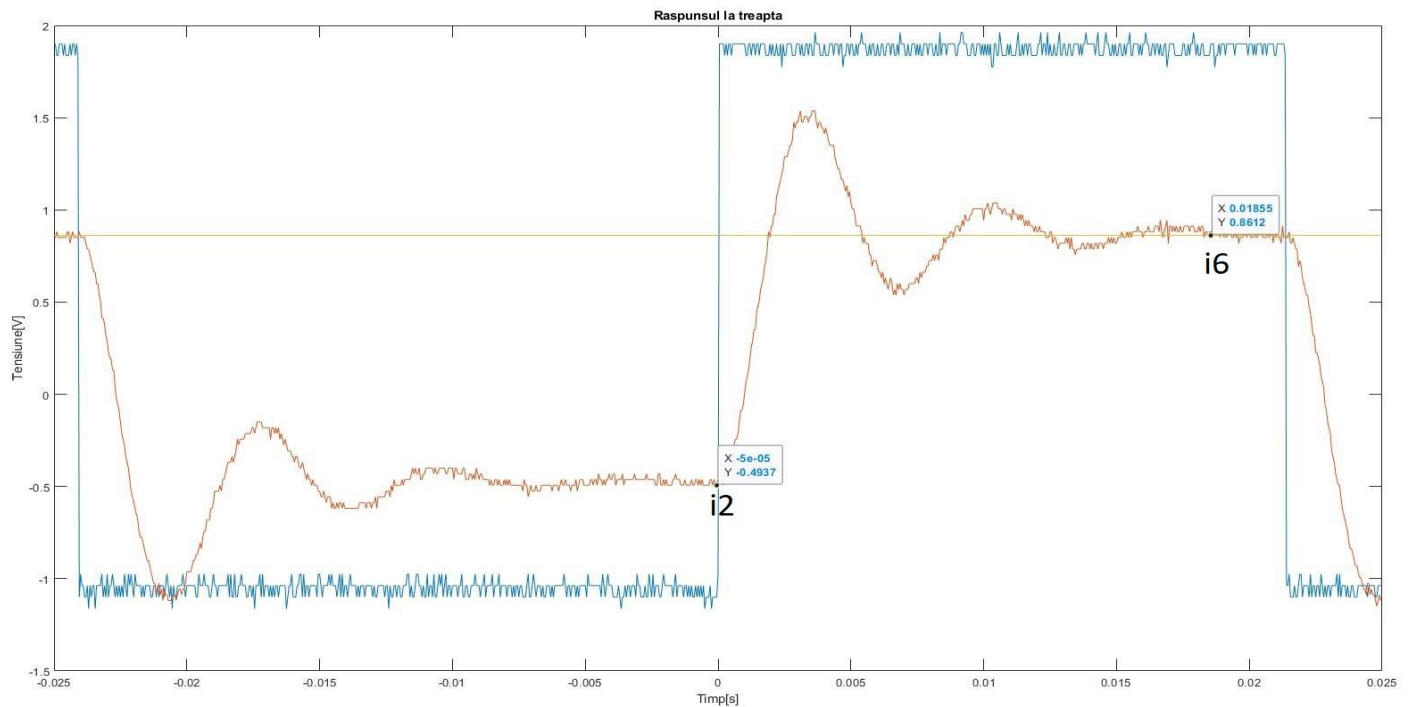
$$y_{max} = y(i5) = 1.5 \text{ [V]}$$

$$\sigma = \frac{y_{max} - \overline{y_{st}}}{\overline{y_{st}} - \overline{y_0}} = 0.48 \text{ (48\%)}$$

$$\zeta = \frac{-\ln(\sigma)}{\sqrt{\pi^2 - \ln^2(\sigma)}} = 0.22 \left[\frac{1}{rad} \right]$$

Calculul pulsatiei natural de oscilatie “ ω_n ”

Pentru a identifica pulsatia naturala de oscilatie se poate utiliza timpul de raspuns a sistemului “ t_r ”. Timpul de raspuns se afla prin calculul diferentei dintre momentul in care sistemul se stabilizeaza si momentul in care sistemul primeste un semnal de treapta (figura de mai jos).



Formule folosite:

- $t_r = t(i6) - t(i2) = 0.018 \text{ [s]}$
- $\omega_n = \frac{4}{\zeta t_r} = 954.06 \text{ [rad/s]}$

Raspunsul sistemului simulat:

Dupa valorile optinute pentru K , ζ si ω_n putem scrie functia de transfer a sistemului:

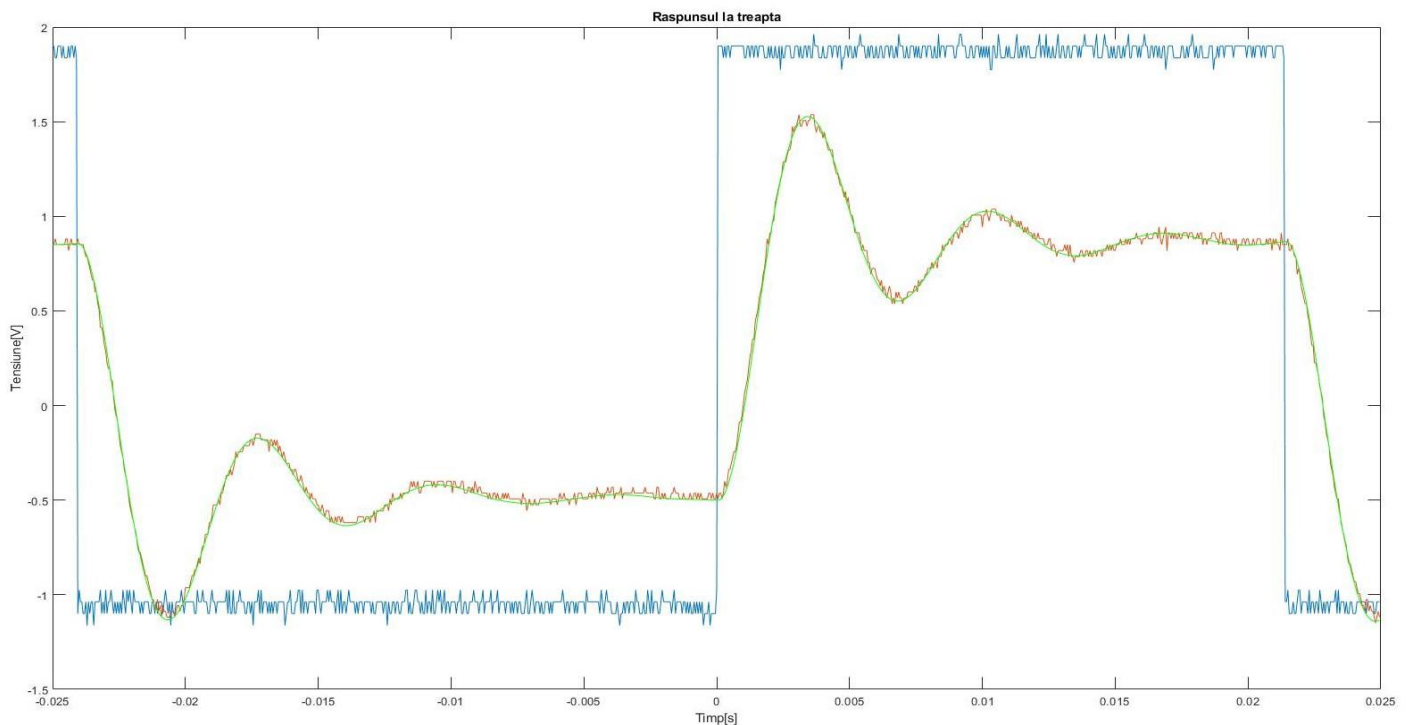
$$H_{des}(s) = \frac{4.222 * 10^5}{s^2 + 432.4s + 9.102 * 10^5}$$

Pentru a genera un semnal cu conditii initiale nenule trebuie sa aflam spatiul starilor a sistemului:

$$A = \begin{bmatrix} 0 & 1 \\ -\omega_n^2 & -2\zeta\omega_n \end{bmatrix} = 10^5 * \begin{bmatrix} 0 & 10^{-5} \\ -9.1023 & -0.0043 \end{bmatrix}; \quad B = \begin{bmatrix} 0 \\ K\omega_n^2 \end{bmatrix} = 10^5 * \begin{bmatrix} 0 \\ 4.2218 \end{bmatrix};$$

$$C = [1 \ 0]; \quad D = [0];$$

Dupa aflarea spatiul starilor putem genera raspunsul sistemului in conditii initiale nenule (figura de mai jos):



Ca sa aflam calitatea identificarii vom calcula eroarea medie patratica normalizata:

$$E_{MPN} = \frac{\|y - y^M\|}{\|y - \bar{y}\|} = 0.0355 = 3.5\%$$

Unde: y - vectorul masuratorilor, y^M – raspunsul modelului si \bar{y} – valoarea medie a vectorului masuratorilor.

Experiment B:

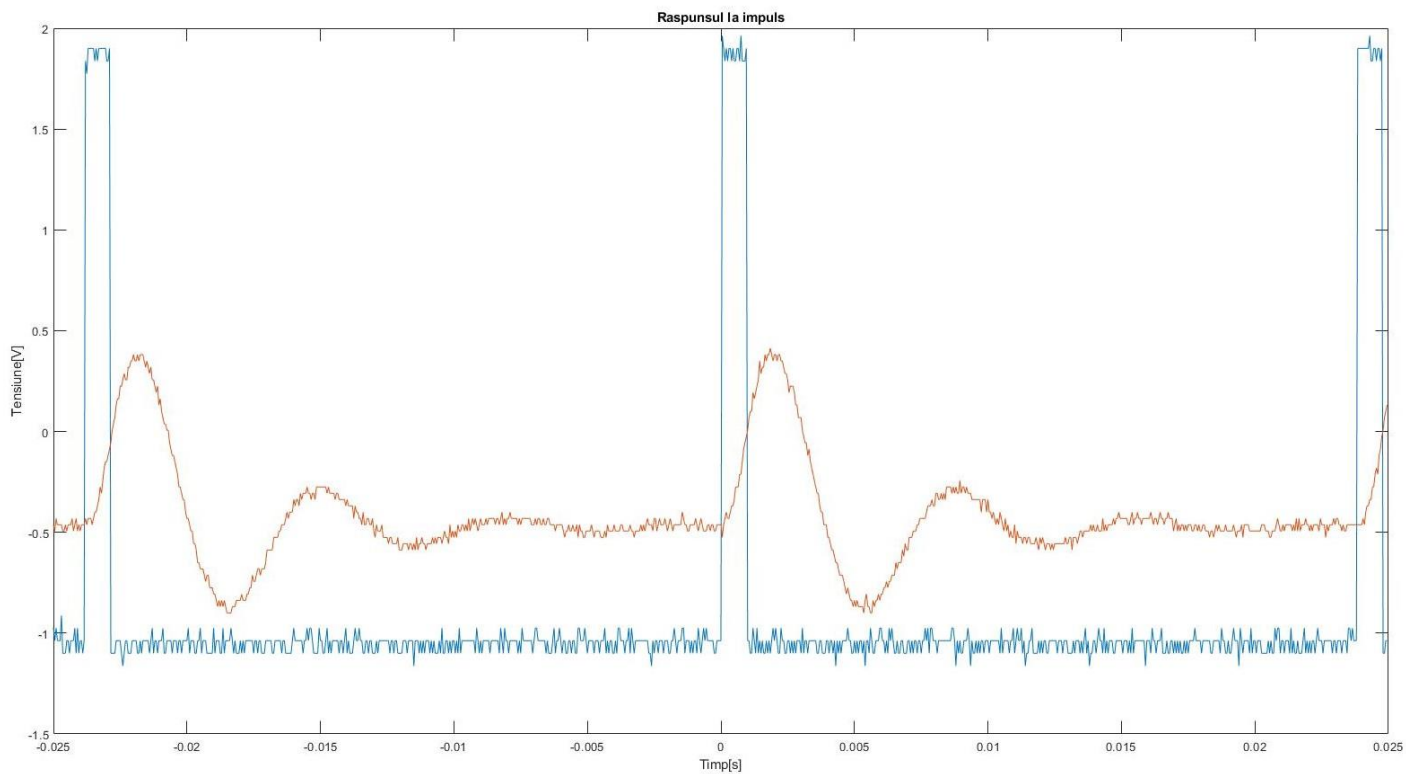
Vizualizarea datelor experimentale se realizeaza cu ajutorul programului “Matlab” prin importarea fisierului “scope12.csv”.

Am atribuit variabilelor t, u si y valorile din tabelul din fisierul “scope12.csv” (t - timpul de simulare, u – intrarea masurata a sistemului iar y- iesirea masurata a sistemului)

Pentru a putea face identificarea sistemului trebuie sa determinam urmatoarele marimi: factorul de amplificare “k”, factorul de amortizare “ ζ ” si pulsatia naturala “ ω_n ”.

Se va determina functia de transfer in “s” a unui model de ordin 2 pe baza raspunsului la un semnal de tip treapta (conform figurii de mai jos):

$$H_{des}(s) = \frac{k\omega_n^2}{s^2 + 2\zeta\omega_n s + \omega_n^2}$$

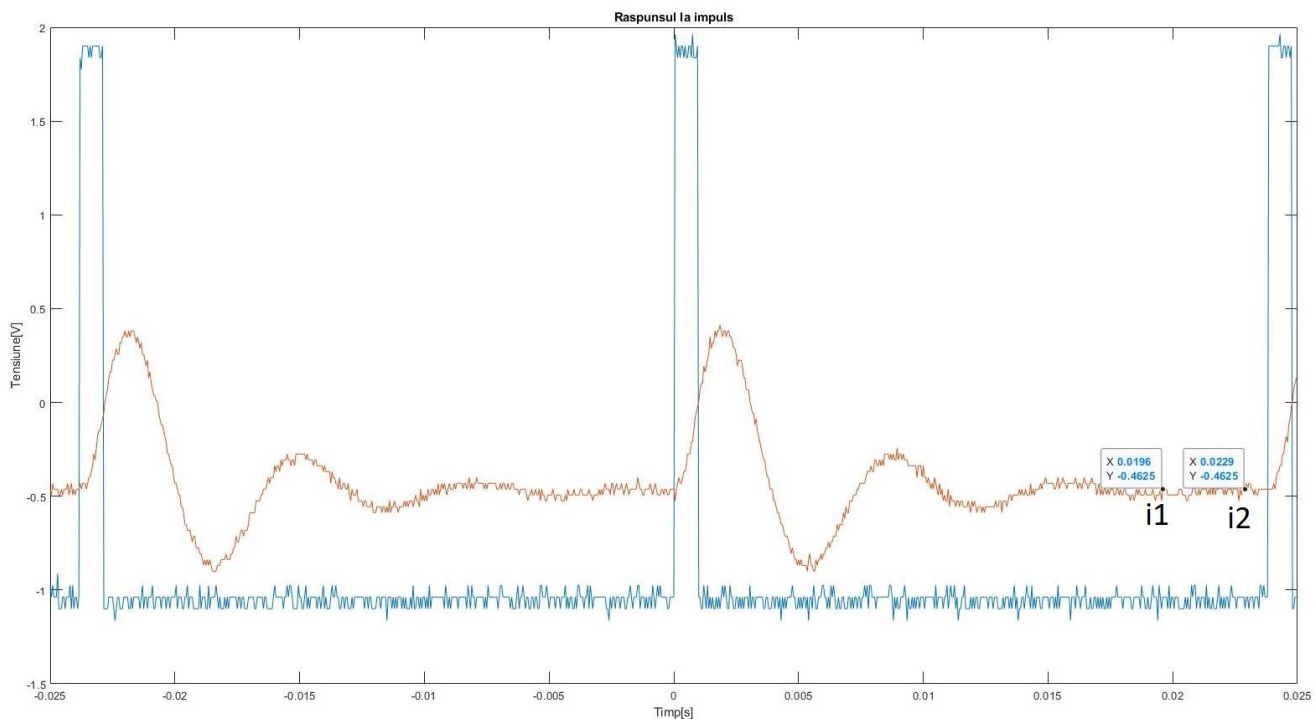


Calculul factorului de proportionalitate “K”

Este dat de raportul dintre iesirea si intrarea in regim stationar, in conditii initiale nenule. Deoarece treapta nu este ideala, definitia se extinde la raportul dintre variatia iesirii si variatia intrarii, tinand cont de prezenta zgomotului:

$$K = \frac{\overline{y_{st}}}{\overline{u_{st}}} = 0.44$$

Pentru calculul lui $\overline{y_{st}}$ si $\overline{u_{st}}$ trebuie sa extragem 4 valori de pe grafic (figura de mai jos):



Formule folosite:

- $\overline{y_{st}} = \text{media valorilor lui } y \text{ de la } y(i1) \text{ la } y(i2) = -0.46 \text{ [V];}$
- $\overline{u_{st}} = \text{media valorilor lui } u \text{ de la } u(i2) \text{ la } u(i2) = -1.05 \text{ [V];}$

Calculul factorului de amortizare “ ζ ”

Pentru a identifica valoarea factorului de amortizare este necesara calcularea suprareglajului.

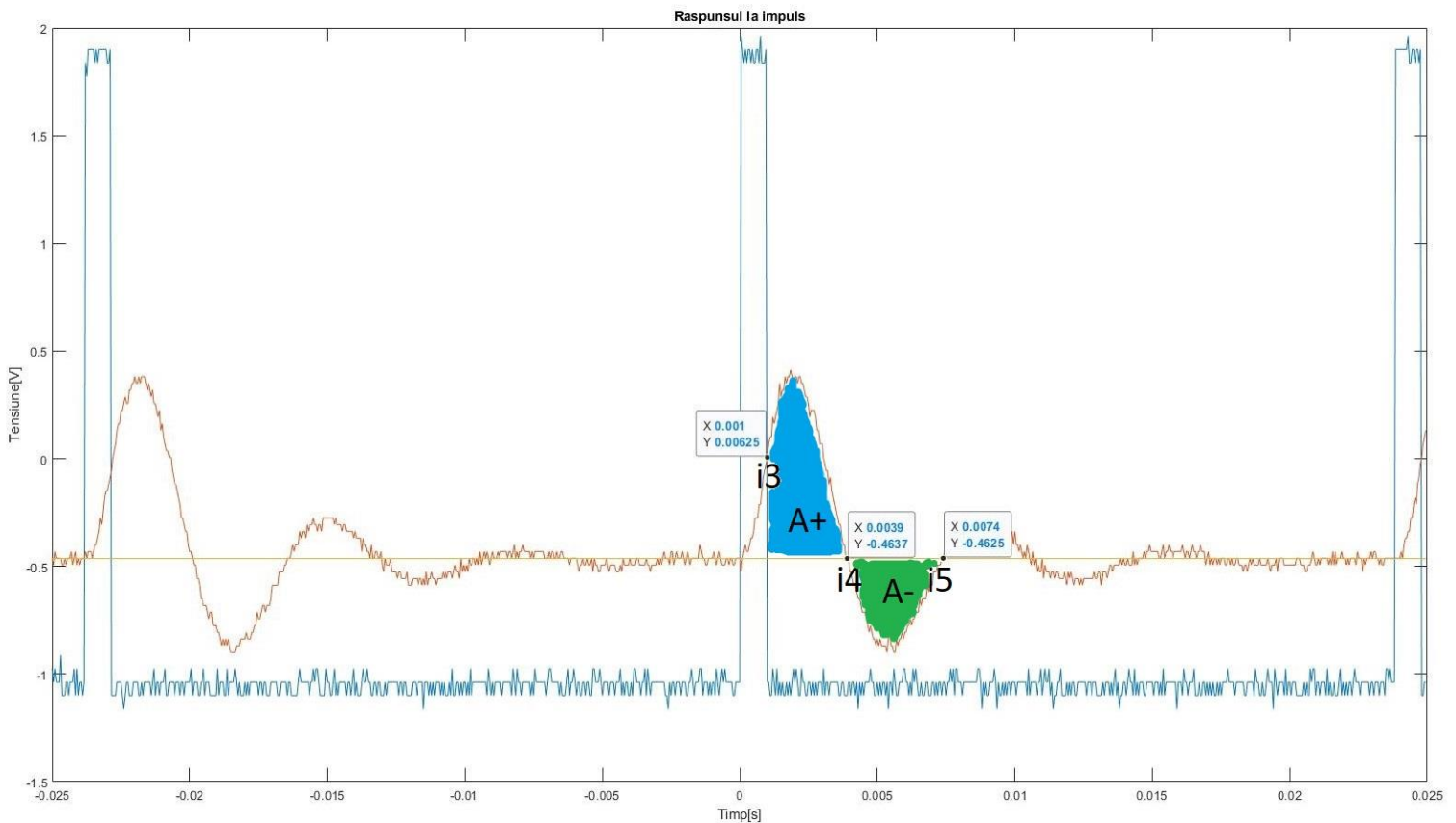
Datorita faptului ca raspunsul la impuls poate fi privit ca derivata raspunsului la intrarea de tip treapta, putem calcula suprareglajul cu urmatoarea relatie:

$$\sigma = \frac{A_-}{A_+} = 0.49 \text{ (49\%)}$$

$$\zeta = \frac{-\ln(\sigma)}{\sqrt{\pi^2 - \ln^2(\sigma)}} = 0.22 \left[\frac{1}{rad} \right]$$

Unde: A_- si A_+ sunt doua arii consecutive determinate de iesirea sistemului si dreapta de regim stationar “ y_{st} ”.

Pentru a calcula suprareglajul e nevoie sa alegem 3 valori (fiugra de jos):



Calculul pulsatiei natural de oscilatie “ ω_n ”

Pentru a identifica pulsatia naturala de oscilatie trebuie identificata pulsatia de oscilatie “ ω_{osc} ”.

Pulsatia de oscilatie se poate afla cu ajutorul perioada de oscilatie “ T_{osc} ”.

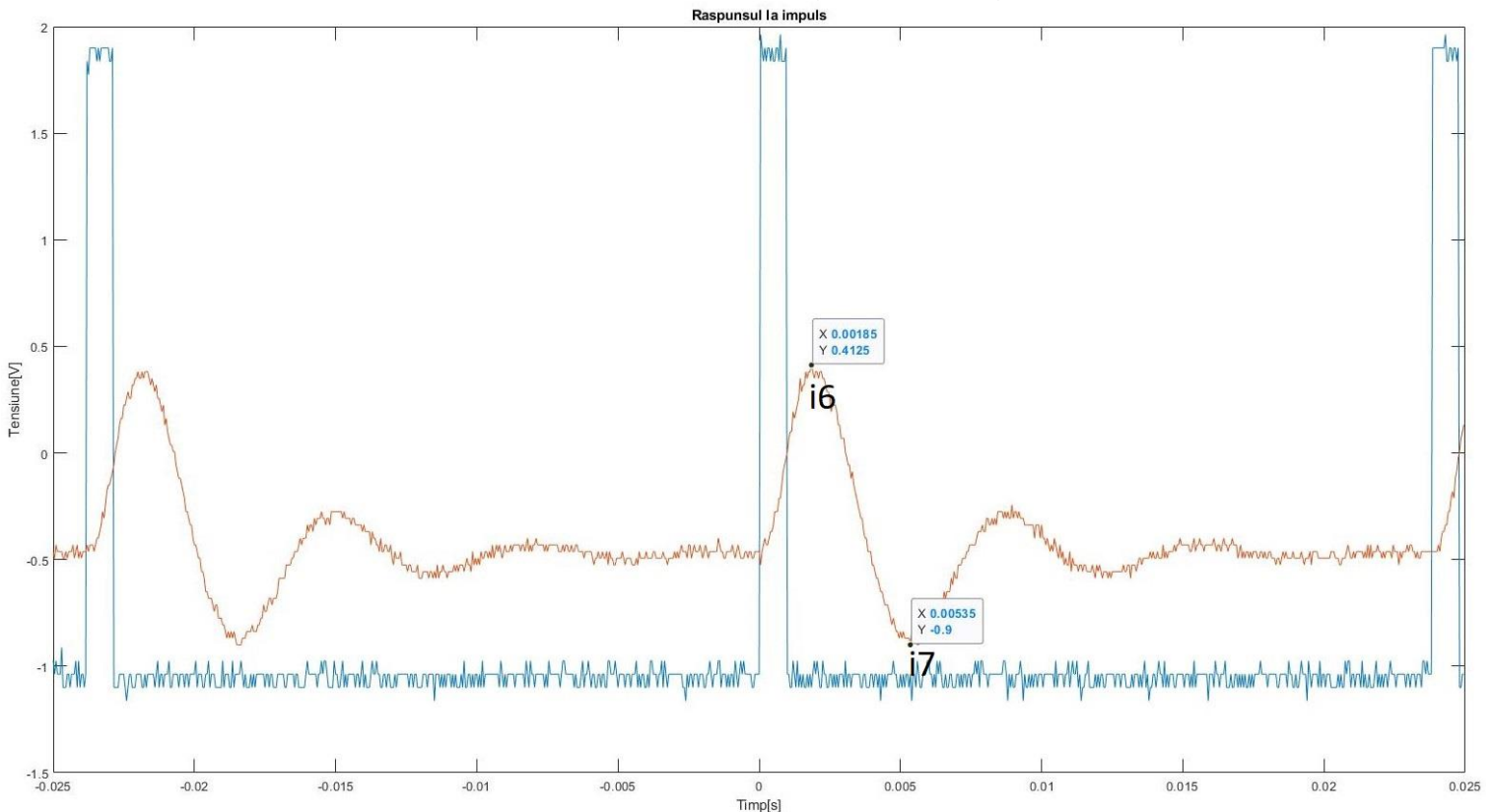
Perioada de oscilatie se calculeaza prin calculul diferentei dintre momentul cand oscilatia are valoarea maxima si momentul cand oscilatia are valoarea minima:

$$T_{osc} = 2 * (t(i6) - t(i7)) = 0.0068 \text{ [s]}$$

Prin calculul diferentei momentului $t(i6)$ si momentul $t(i7)$ obtinem jumătate din perioada de oscilatie, prin urmare rezultatul se va inmulti cu 2.

$$\omega_{osc} = \frac{2\pi}{T_{osc}} = 923.99 \text{ [rad/s]} \quad \omega_n = \frac{\omega_{osc}}{\sqrt{1-\zeta^2}} = 947.36 \text{ [rad/s]}$$

Pentru a calcula perioada de oscilatie se vor alege 2 valori (figura de mai jos):



Raspunsul sistemului simulat:

Dupa valorile obtinute pentru K , ζ si ω_n putem scrie functia de transfer a sistemului:

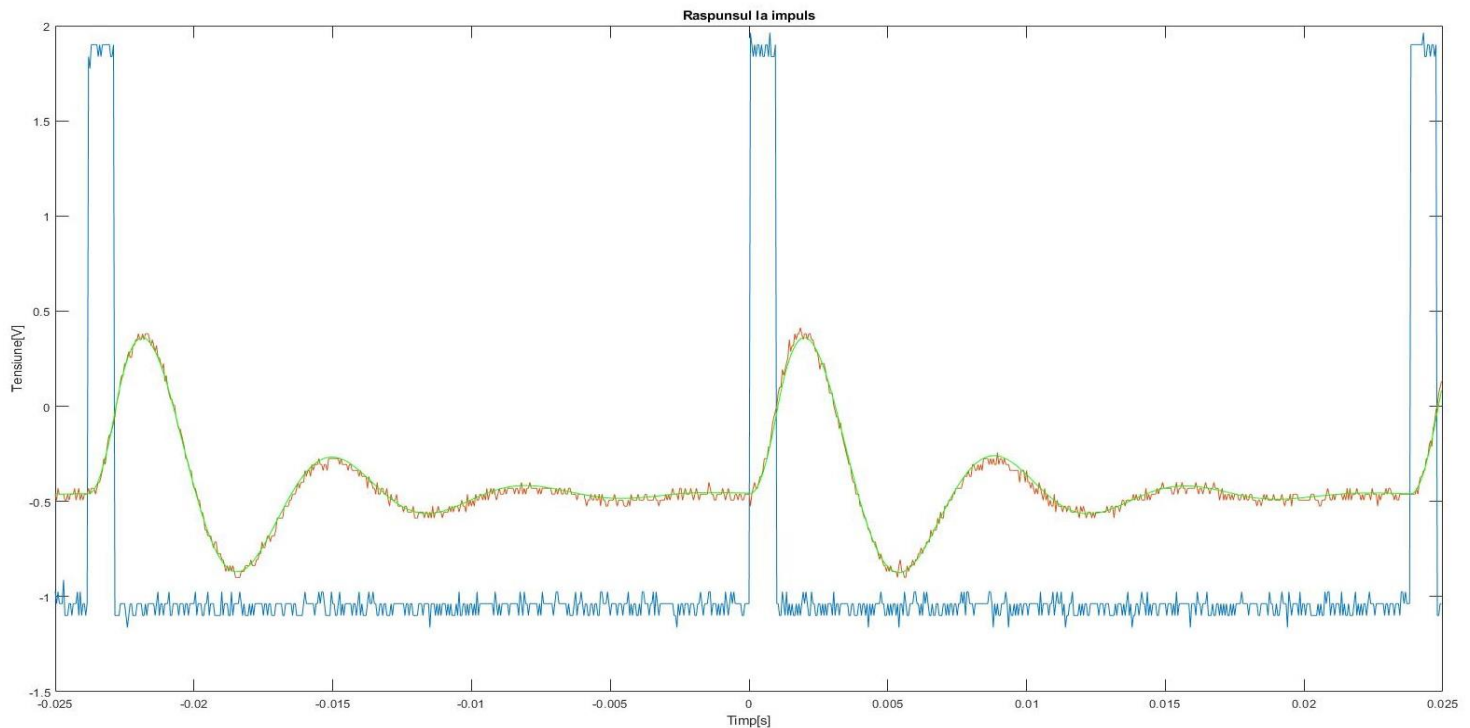
$$H_{des}(s) = \frac{3.961 * 10^5}{s^2 + 418.2s + 8.975 * 10^5}$$

Pentru a genera un semnal cu conditii initiale nenule trebuie sa aflam spatiul starilor a sistemului:

$$A = \begin{bmatrix} 0 & 1 \\ -\omega_n^2 & -2\zeta\omega_n \end{bmatrix} = 10^5 * \begin{bmatrix} 0 & 10^{-5} \\ -8.975 & -0.0042 \end{bmatrix}; B = \begin{bmatrix} 0 \\ K\omega_n^2 \end{bmatrix} = 10^5 * \begin{bmatrix} 0 \\ 3.9608 \end{bmatrix};$$

$$C = [1 \quad 0]; \quad D = [0];$$

Dupa aflarea spatiul starilor putem genera raspunsul sistemului in conditii initiale nenule (figura de mai jos):



Ca sa aflam calitatea identificarii vom calcula eroarea medie patratica normalizata:

$$E_{MPN} = \frac{\|y - y^M\|}{\|y - \bar{y}\|} = 0.0958 = 9.5\%$$

Unde: y - vectorul masuratorilor, y^M - raspunsul modelului si \bar{y} - valoarea medie a vectorului masuratorilor.

VALIDAREA DATELOR

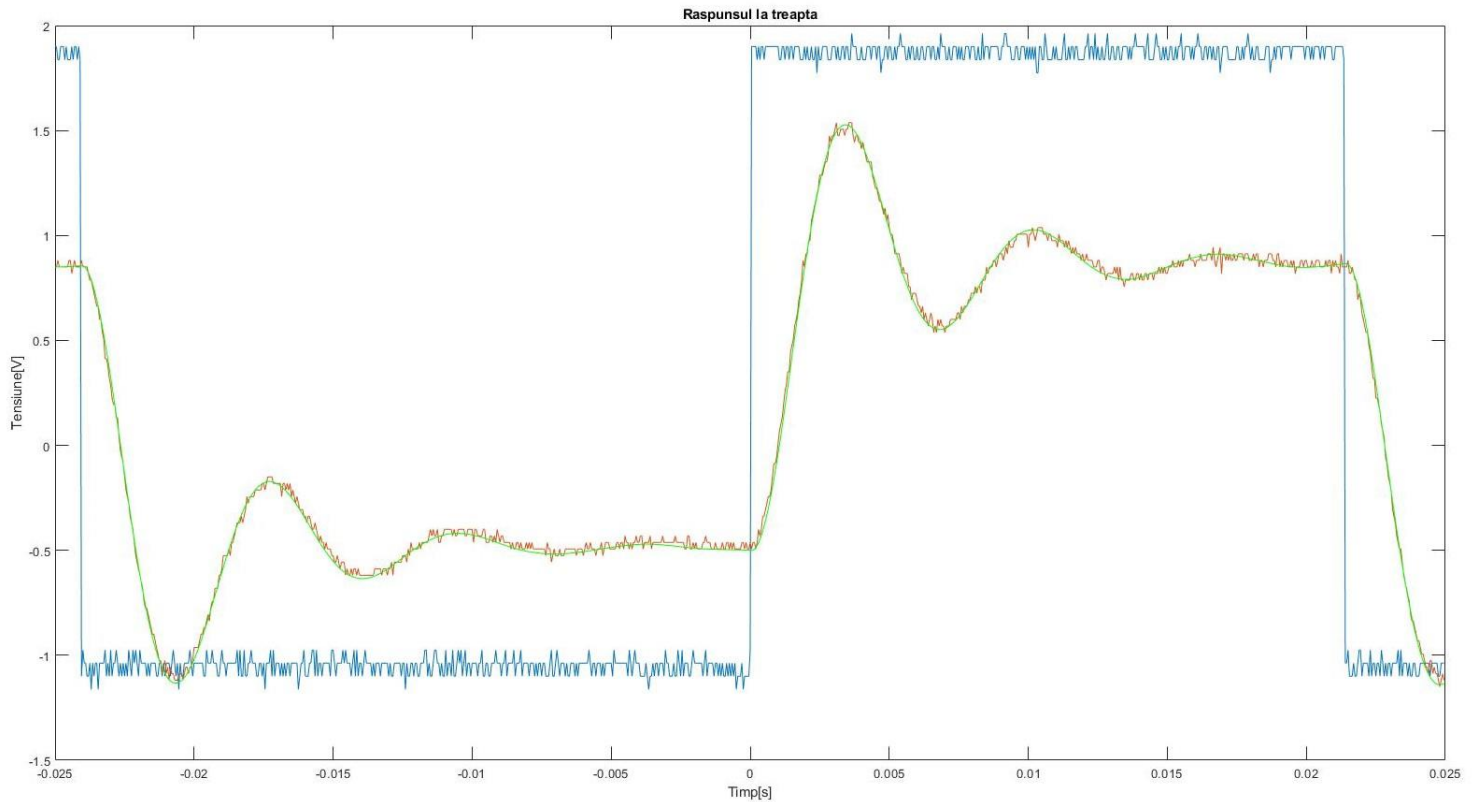
Semnal Intrare Spatiu Starilor experiment	Treapta		Impuls	
	Treapta		Impuls	
Experiment A (Generat din treapta)	3.5%		10.9%	
Experiment B (Generat din impuls)	5.3%		9.5%	

In concluzie: Voi alege sa utilizez spatiul starilor de la experimentul B (cu intrarea de tip impuls) deoarece genereaza erori mai mici decat cel de la experimentul A.

Spatiul starilor de la Experimentul A:

Intrare treapta:

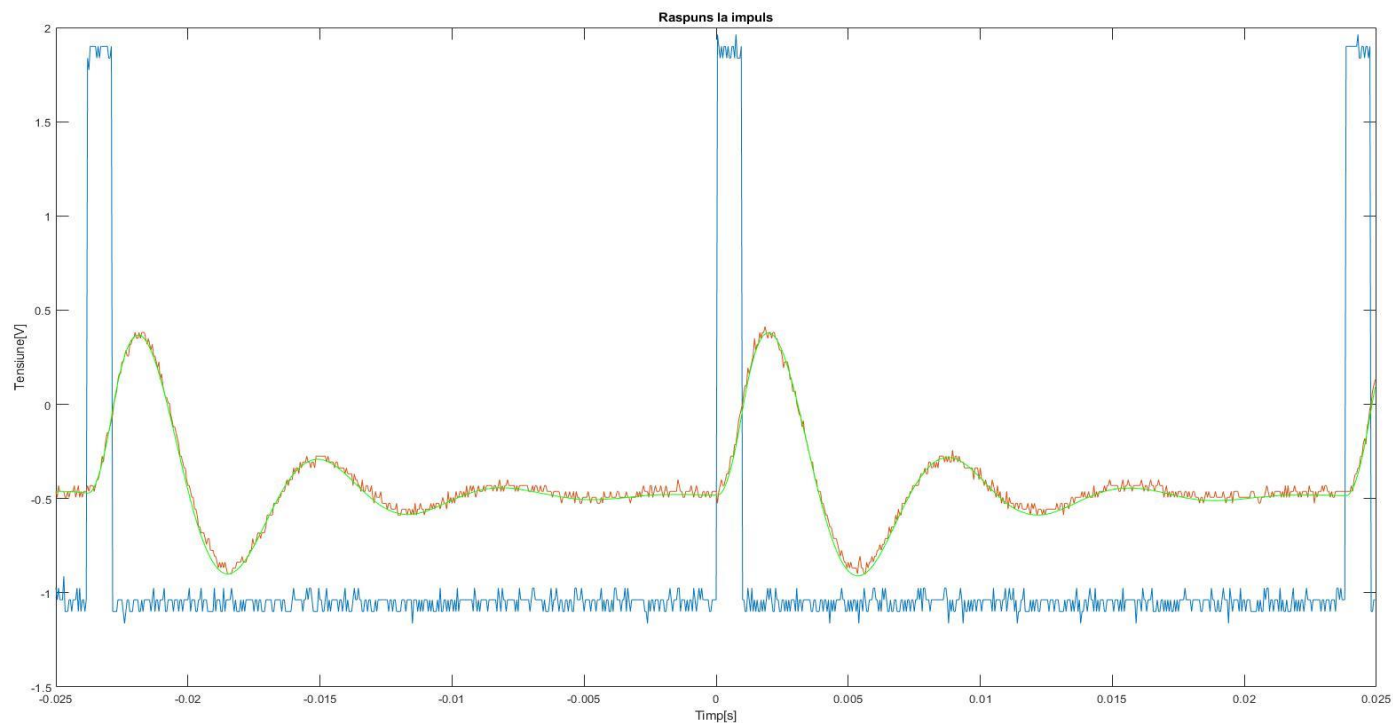
Simularea este prezentata in figura de mai jos, unde putem observa reprezentarea grafica a celor 3 semnale: intrarea treapta, raspunsul circuitului si raspunsul simulat.



$$E_{MPN} = 0.035 \text{ (3.5\%)}$$

Intrare impuls:

Simularea este prezentata in figura de mai jos, unde putem observa reprezentarea grafica a celor 3 semnale: intrarea treapta, raspunsul circuitului si raspunsul simulat.

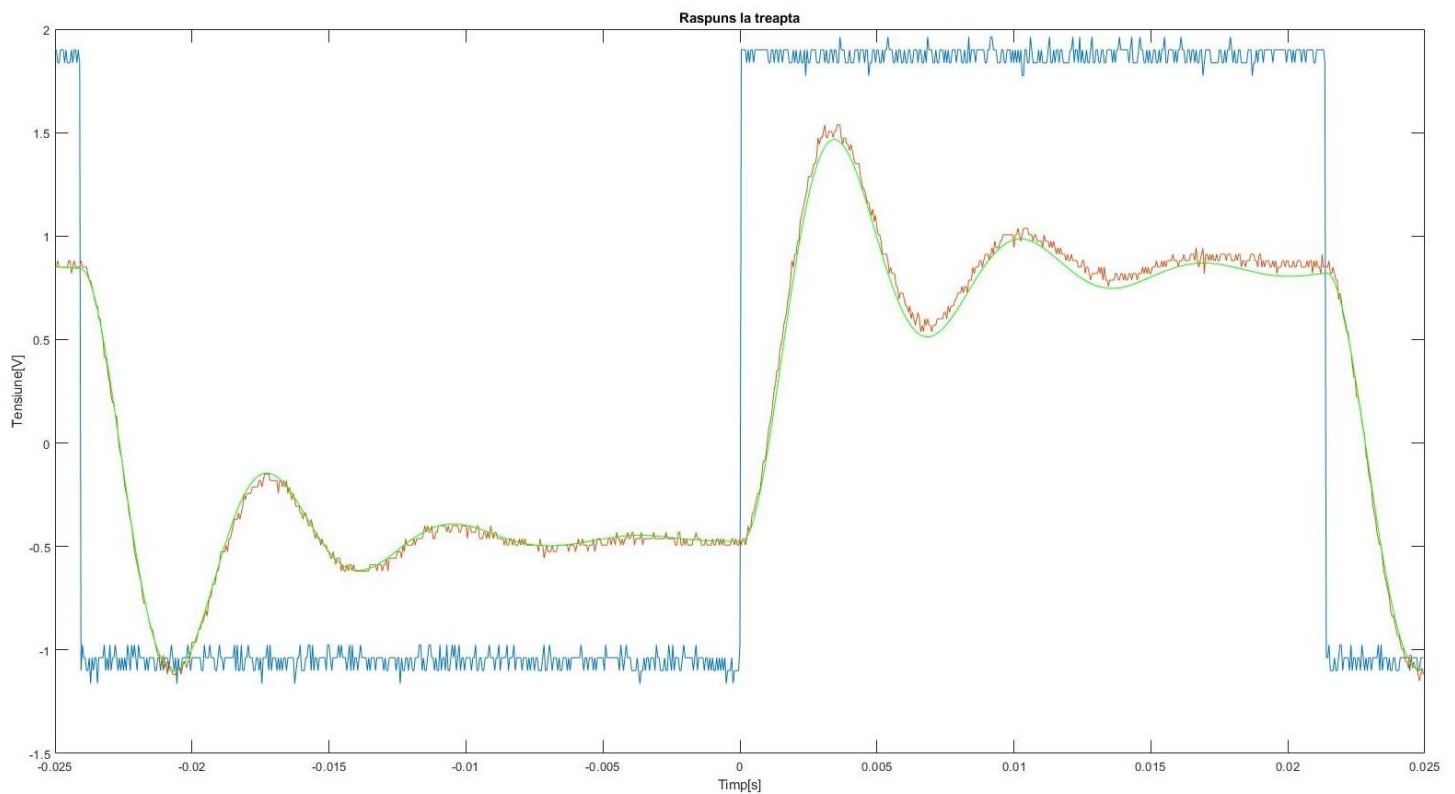


$$E_{MPN} = 0.108 \text{ (10.8\%)}$$

Spatiul starilor de la Experimentul B

Intrare Treapta

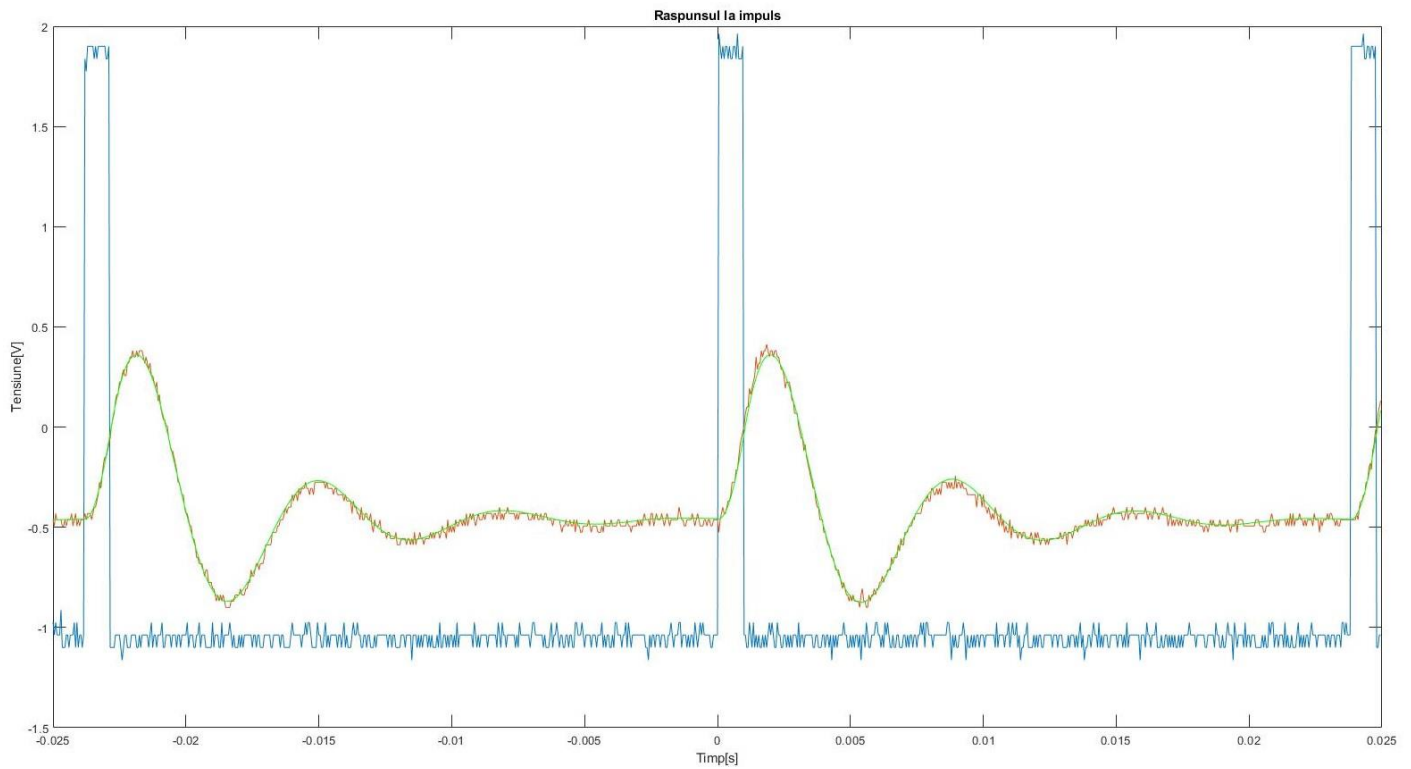
Simularea este prezentata in figura de mai jos, unde putem observa reprezentarea grafica a celor 3 semnale: intrarea treapta, raspunsul circuitului si raspunsul simulat



$$E_{MPN} = 0.053 \text{ (5.3\%)}$$

Intrare impuls:

Simularea este prezentata in figura de mai jos, unde putem observa reprezentarea grafica a celor 3 semnale: intrarea impuls, raspunsul circuitului si raspunsul simulat.



$$E_{MPN} = 0.095 \text{ (9.5\%)}$$