UNIVERSITATEA TEHNICĂ
DIN CLUJ-NAPOCA

# Proiect la Identificarea Sistemelor


Coordonator:
Prof.univ.dr.ing. Petru Dobra

Student:
Demeter Reka
An 3, grupa 30131


2023-2024

# Cuprins

# Descriere

I. Avem de identificat:

- un sistem de ordin doi fără zerouri printr-o metodă neparametrică
- un sistem de ordin doi fără zerouri printr-o metodă parametrică de identificare validată prin autocorelație (ex. ARX, ARMAX)
- un sistem de ordin doi fără zerouri printr-o metodă parametrică de identificare validate prin intercorelație (ex. IV4, OE).

II. Avem de identificat:

- un sistem de ordin doi cu un zero printr-o metodă parametrică de identificare validate prin autocorelație (ex. ARX, ARMAX)
- un sistem de ordin doi cu un zero printr-o metodă parametrică de identificare validate prin intercorelație (ex. IV4, OE)

## I. A

### Identificarea unui sistem de ordin doi fără zerouri printr-o metodă neparametrică

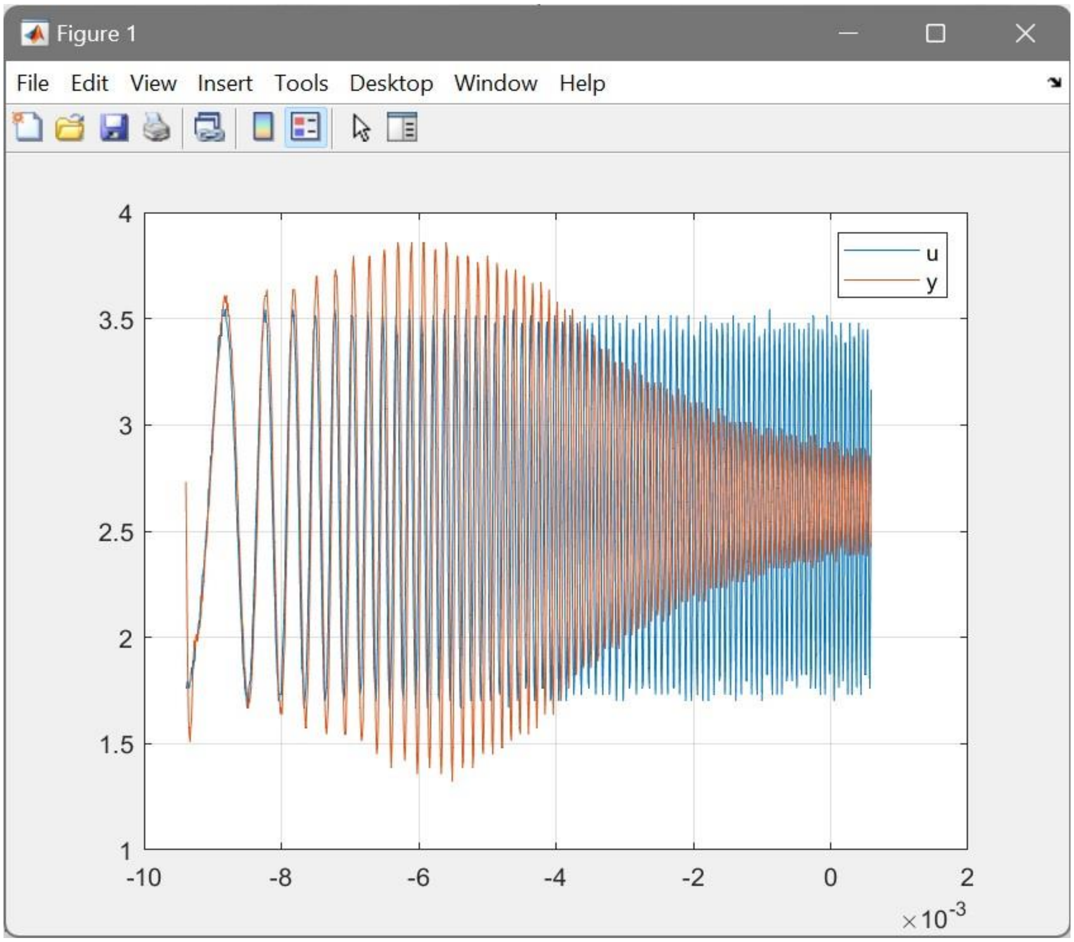



***Fig.1*** *Răspunsul unui circuit electric la o intrare de tip sinusoidală cu amplitudine constantă și frecvență variabilă*

Aplicăm fenomenul de rezonanță în vederea identificării modulului de rezonanță, perioadei de rezonanță, factorului de amortizare, pulsației de rezonanță, pulsației naturale și factorului de proporționalitate și extragem datele din Fig. 1.

- **u** – un semnal sinusoidal de amplitudine constantă și frecvență variabilă
- **y** – este răspunsul sistemului

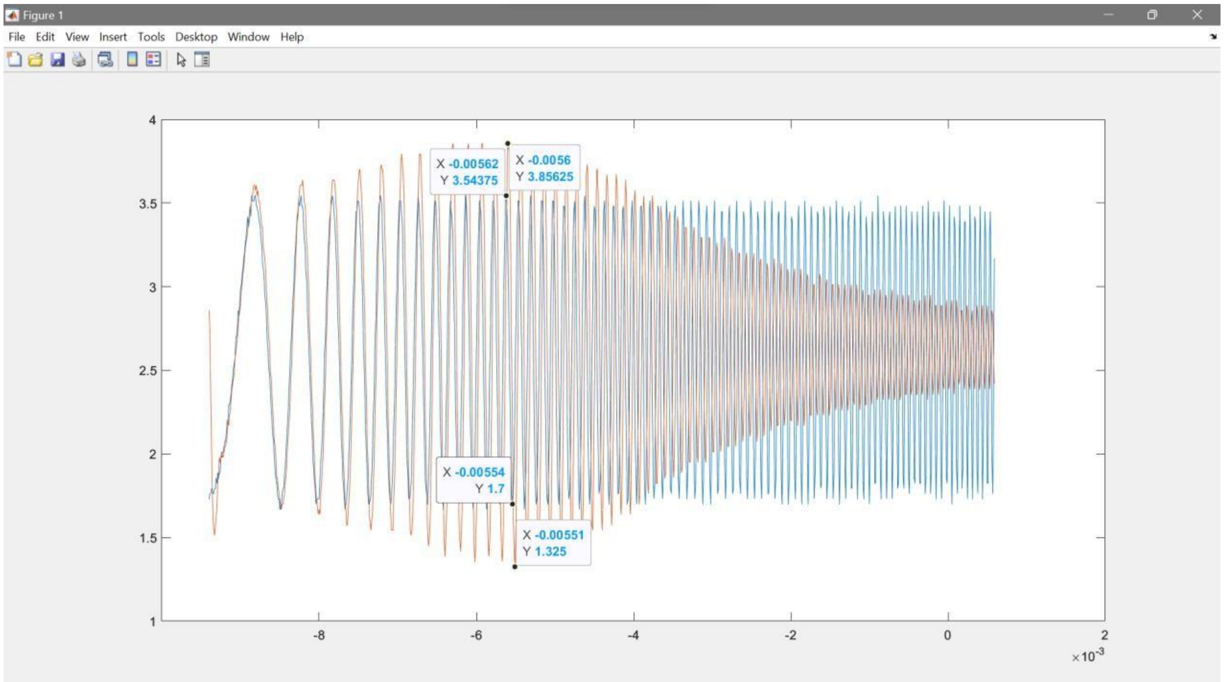



***Fig. 2***

Fig. 2 am selectat indiciile, o parte din semnalul de intrare și o parte de pe semnalul de ieșire
Pentru calcularea valorilor necesare am ales din Fig. 2 cele 4 puncte:

i1=379; i3=381;
i2=387; i4=390;

## *1. Factorul de proporționalitate:*

- *în regim staționar, la frecvențe joase*
- *raportul dintre valoarea medie de pe ieșire și valoarea medie de pe intrare*

K = 1.0106

**K = mean(y)/mean(u)**

## *2. Modulul de rezonanță:*

- *saltul pe ieșire raportat la saltul pe intrare la amplificarea maximă*

Mr = 1.3584

**Mr=((y(i4)-y(i3))/(u(i2)-u(i1)))/K**

## *3. Factorul de amortizare:*

tita = 0.4020

**tita = sqrt((Mr-sqrt(Mr^2-1))/(2*Mr))**

## *4. Perioada de rezonanță:*

- *reprezintă de 2 ori diferența de timp dintre momentul la care se produce maximul și momentul la care se produce minimul pe ieșire*

Tr = 1.6000e-04

**Tr = 2*(t(max)-t(min))**

## *5. Pulsația de rezonanță:*

- *folosim perioada de rezonanță*

wr = 3.9270e+04

**wr = 2*pi/Tr**

## 6. *Pulsația naturală:*

*-folosim factorul de amortizare și pulsația de rezonanță*

wn = 4.7733e+04 [rad/s]
**wn=wr/sqrt(1-2*tita^2)**

Am definit functia de transfer a sistemului de ordin II, cu parametrii calculați anterior:

$$H(s) = \frac{K\omega_n^2}{s^2+2\zeta\omega_n s+\omega_n^2}$$

$$\mathrm{H} = \frac{2.303e09}{s^2+3.837e04s+2.2782e09}$$

**H = tf(K*wn^2,[1 2*zeta*wn wn^2])**

Pentru a afla condițiile inițiale trebuie să trecem sistemul în spațiul stărilor.Obținem matricile:

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

**sys=ss(A,B,C,D);**
**ysim=lsim(sys,u,t,[y(1),(y(2)-y(1))/(t(2)-t(1))]);**

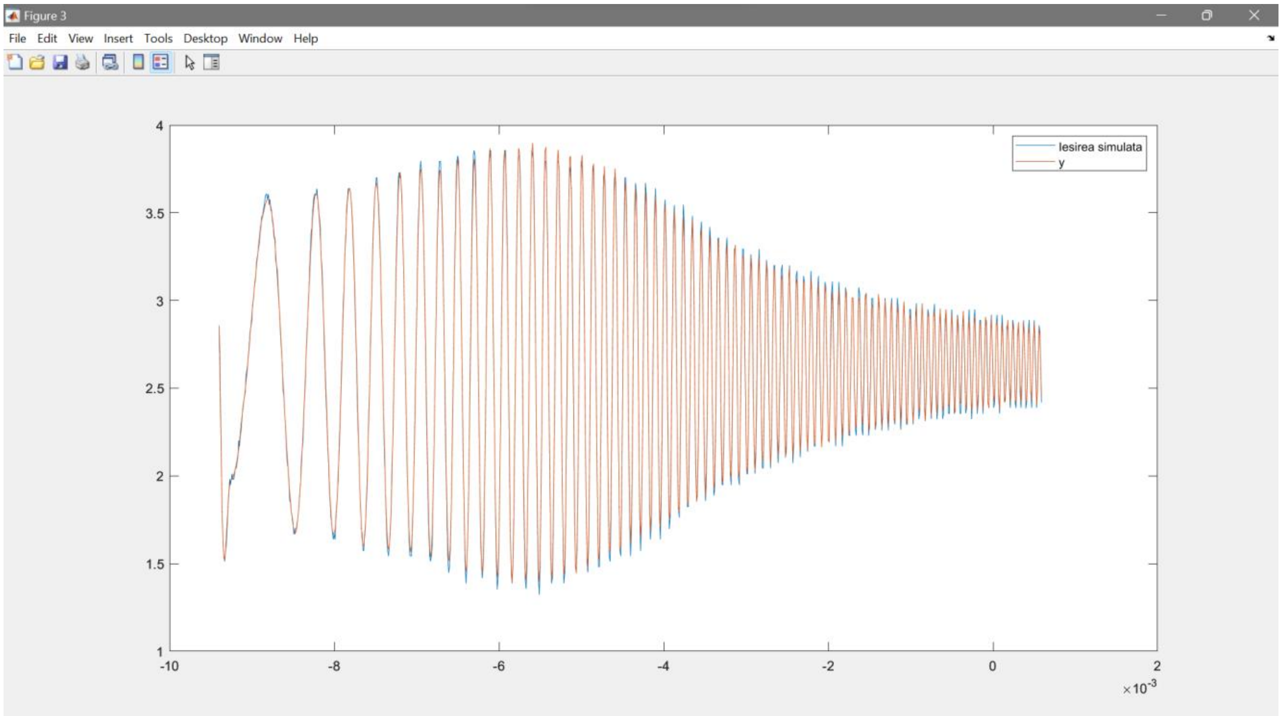



***Fig. 3*** *simularea răspunsului sistemului*

## *7.* Eroarea medie pătratică:

$$J = ||y - y_{sim}|| = 0.0319$$

**J=norm(y-ysim)/sqrt(length(y))**

## *8.* Eroarea medie pătratică normalizată:

$$\varepsilon_{MNP} = \frac{||y - y_{sim1}||}{||y - \bar{y}||} = 5.08\%$$

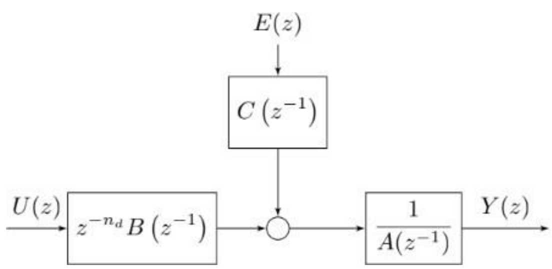
**Empn=norm(y-ysim)/norm(y-mean(y))*100**

# *I.B*

# *Identificarea unui sistem de ordin doi fără zerouri prin metoda parametrică*

## 1. Metoda celor mai mici pătrate extinsă (ARMAX)

Schema bloc al acestui model este:




Modelul discret de tip *proces* + *perturbație* este:

$$A(z^{-1})Y(z) = z^{-nd}B(z^{-1})U(z) + C(z^{-1})E(z),$$

unde:

$$A(z^{-1}) = 1 + a_1 z^{-1} + a_2 z^{-2} + \cdots + a_{n_A} z^{-nA}$$

$$B(z^{-1}) = b_1 + b_2 z^{-1} + \cdots + b_{n_B} z^{-nB+1}$$

$$C(z^{-1}) = 1 + c_1 z^{-1} + c_2 z^{-2} + \cdots + c_{n_C} z^{-nC}$$

Pentru identificarea modelului vom avea:

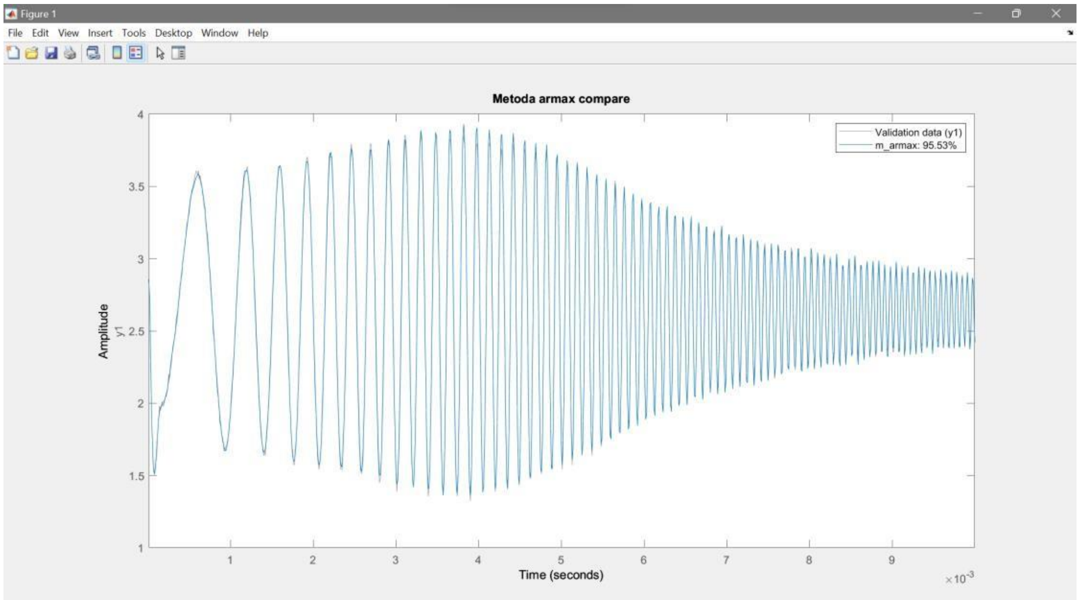
m_armax = armax(data_id,[2 1 7 1]);

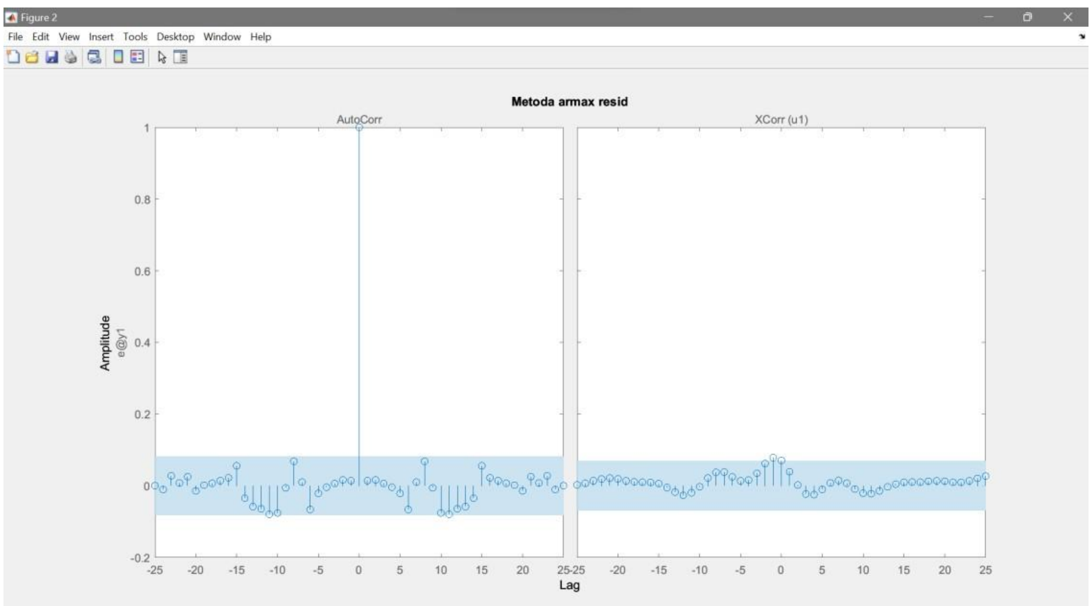
nA – numărul polilor
nB – numărul zerourilor + 1
nC – dimensiunea ferestrei alunecătoare
nD – numărul tacților de întârziere

Funcția de transfer obținută în discret este:

$$H_{armax}(z) = \frac{0.1868z^{-1}}{1 - \ 1.496\ z^{-1} + \ 0.6811\ z\hat{} - 2}$$

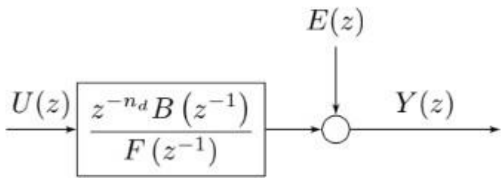
Folosind funcțiile RESID și COMPARE, putem observa că testul de validare este trecut.



## 2. Metoda erorii de ieșire (OE)

Schema bloc a acestui model este:




Modelul discret de tip *proces* + *perturbație* este:

$$Y(z) = \frac{z^{-n_d}B(z^{-1})}{F(z^{-1})}U(z) + E(z),$$

unde:

$$F(z^{-1}) = 1 + f_1 z^{-1} + f_2 z^{-2} + \cdots + f_{n_F} z^{-nF}$$
$$B(z^{-1}) = b_1 + b_2 z^{-1} + \cdots + b_{n_B} z^{-nB+1}$$

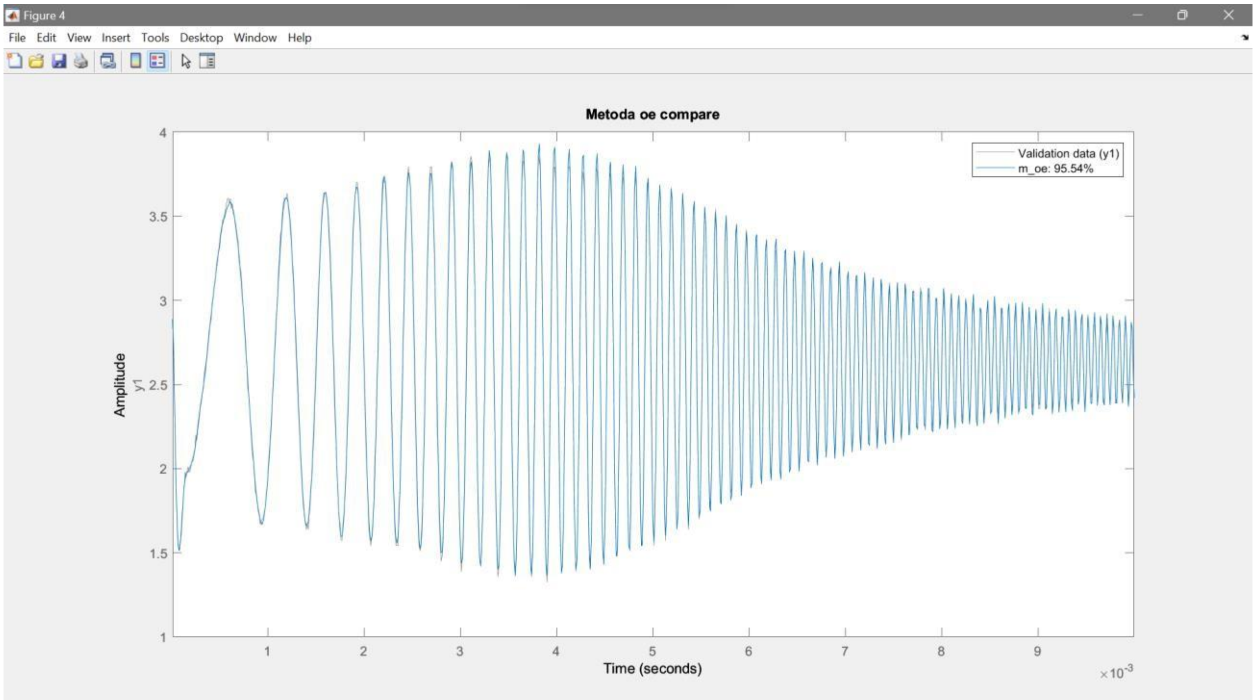
Pentru identificarea modelului vom avea:

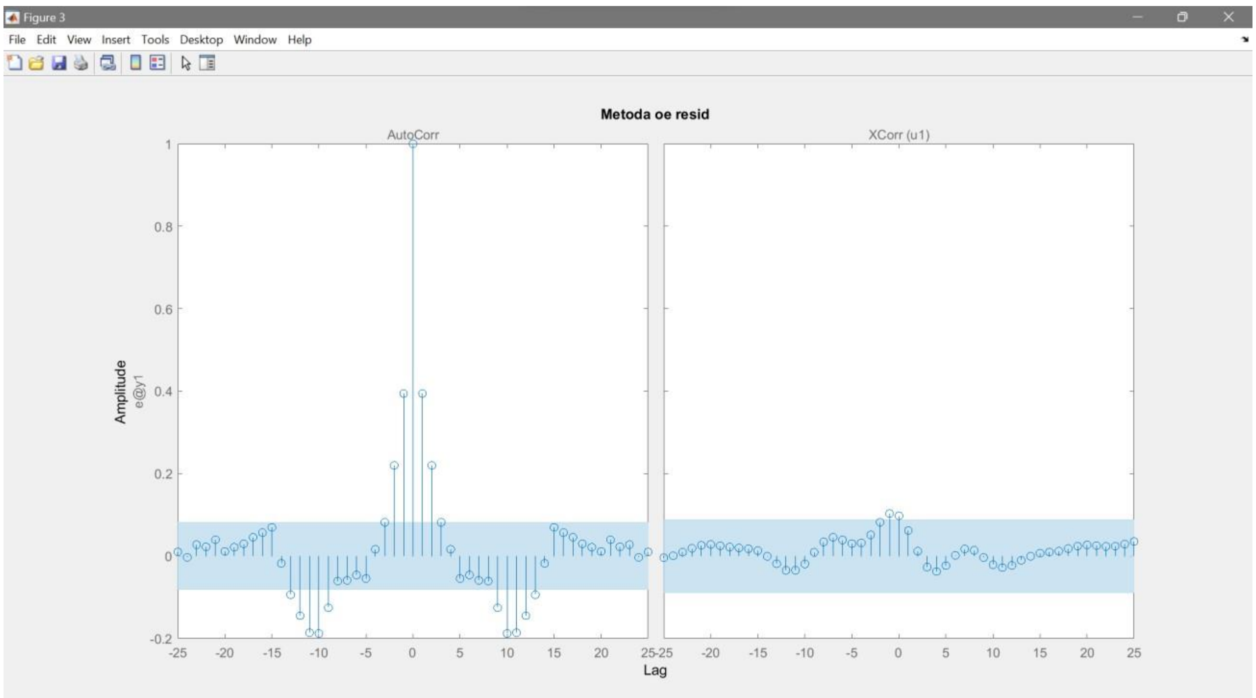
```
m_oe=oe(data_id,[2,1,1]);
```

nF – numărul polilor
nB – numărul zerourilor + 1
nD – numărul tacților de întârziere
Funcția de transfer obținută în discret este:

$$\mathrm{H}(z) = \frac{0.1875z^{-1}}{1 - 1.496z^{-1} + 0.6817z^{-2}}$$

Folosind funcțiile RESID și COMPARE, putem observa că testul de validare este trecut.



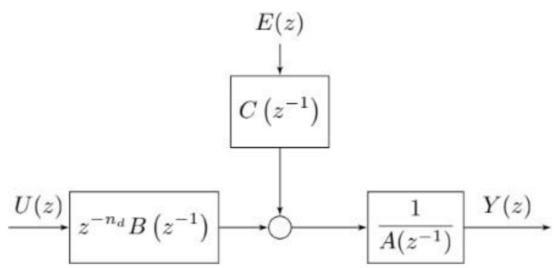



II.B

## *Identificarea unui sistem de ordin doi cu un zero prin metoda parametrica*

### 1. Metoda celor mai mici pătrate extinsă (ARMAX)

Schema bloc al acestui model este:




Modelul discret de tip *proces* + *perturbație* este:

$$A(z^{-1})Y(z) = z^{-nd}B(z^{-1})U(z) + C(z^{-1})E(z),$$

unde:

$$A(z^{-1}) = 1 + a_1 z^{-1} + a_2 z^{-2} + \cdots + a_{n_A} z^{-nA}$$

$$B(z^{-1}) = b_1 + b_2 z^{-1} + \cdots + b_{n_B} z^{-nB+1}$$

$$C(z^{-1}) = 1 + c_1 z^{-1} + c_2 z^{-2} + \cdots + c_{n_C} z^{-nC}$$

Pentru identificarea modelului vom avea:

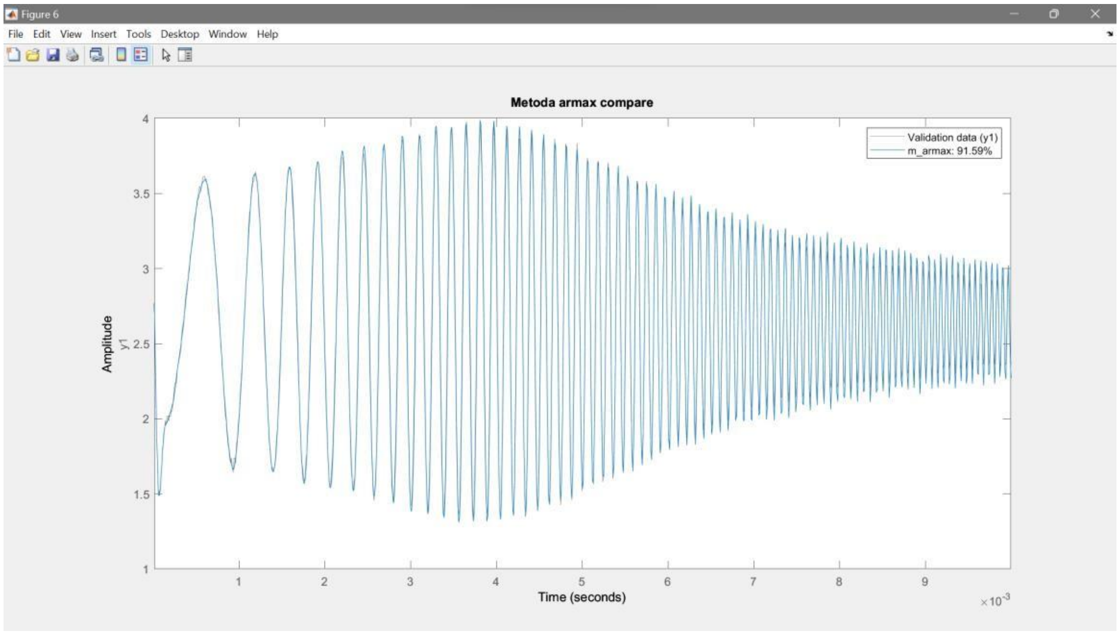
m_armax = armax(data_id,[2 2 7 1]);

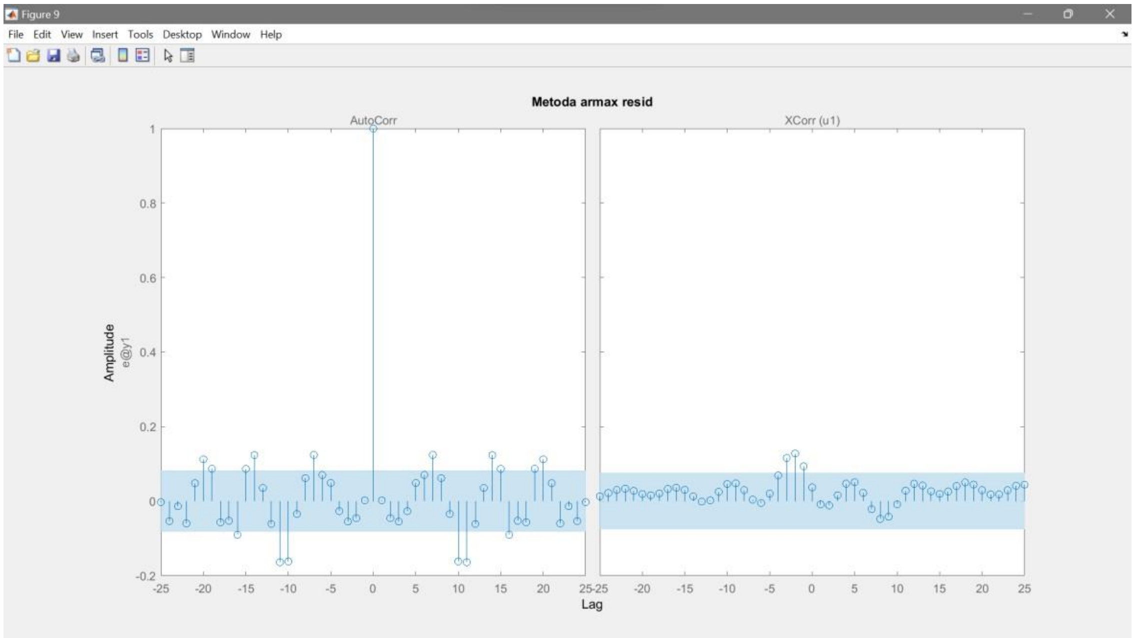
nA – numărul polilor
nB – numărul zerourilor + 1
nC – dimensiunea ferestrei alunecătoare
nD – reprezintă numărul tacților de întârziere

Funcția de transfer obținută în discret este:

$$H_{armax}(z) = \frac{0.3435z^{-1} - 0.1726\ z^{-2}}{1 - \ 1.497\ z^{-1} + \ 0.6657z^{-2}}$$

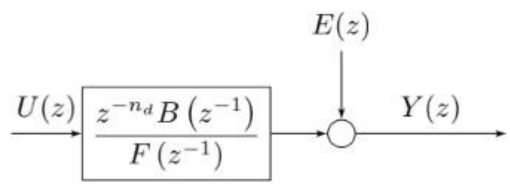
Folosind funcțiile RESID și COMPARE, putem observa că testul de validare este trecut.



## 2. Metoda erorii de ieșire (OE)

Schema bloc a acestui model este:




Modelul discret de tip *proces + perturbație* este:

$$Y(z) = \frac{z^{-n_d} B(z^{-1})}{F(z^{-1})} U(z) + E(z),$$

unde:

$$F(z^{-1}) = 1 + f_1 z^{-1} + f_2 z^{-2} + \cdots + f_{n_F} z^{-nF}$$
$$B(z^{-1}) = b_1 + b_2 z^{-1} + \cdots + b_{n_B} z^{-nB+1}$$

Pentru identificarea modelului vom avea:

```
m_oe=oe(data_id,[2,2,1]);
```

nF – numărul polilor
nB – numărul zerourilor + 1
nD – numărul tacților de întârziere

Funcția de transfer obținută în discret este:

$$\mathrm{H}(z) = \frac{0.3463z^{-1} - 0.1717z^{-2}}{1 - 1.487z^{-1} + 0.6597z^{-2}}$$

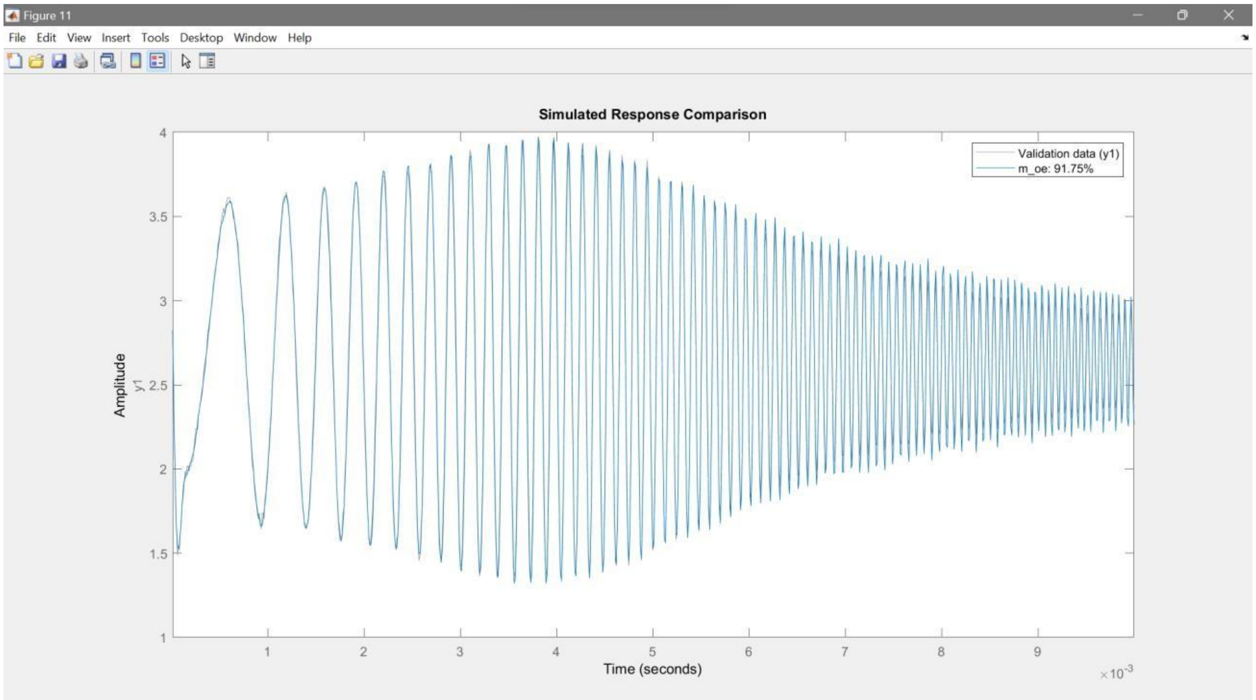


Figure 11
File Edit View Insert Tools Desktop Window Help
Simulated Response Comparison
Validation data (y1)
m_oe: 91.75%
Amplitude
y1
Time (seconds)
×10^-3

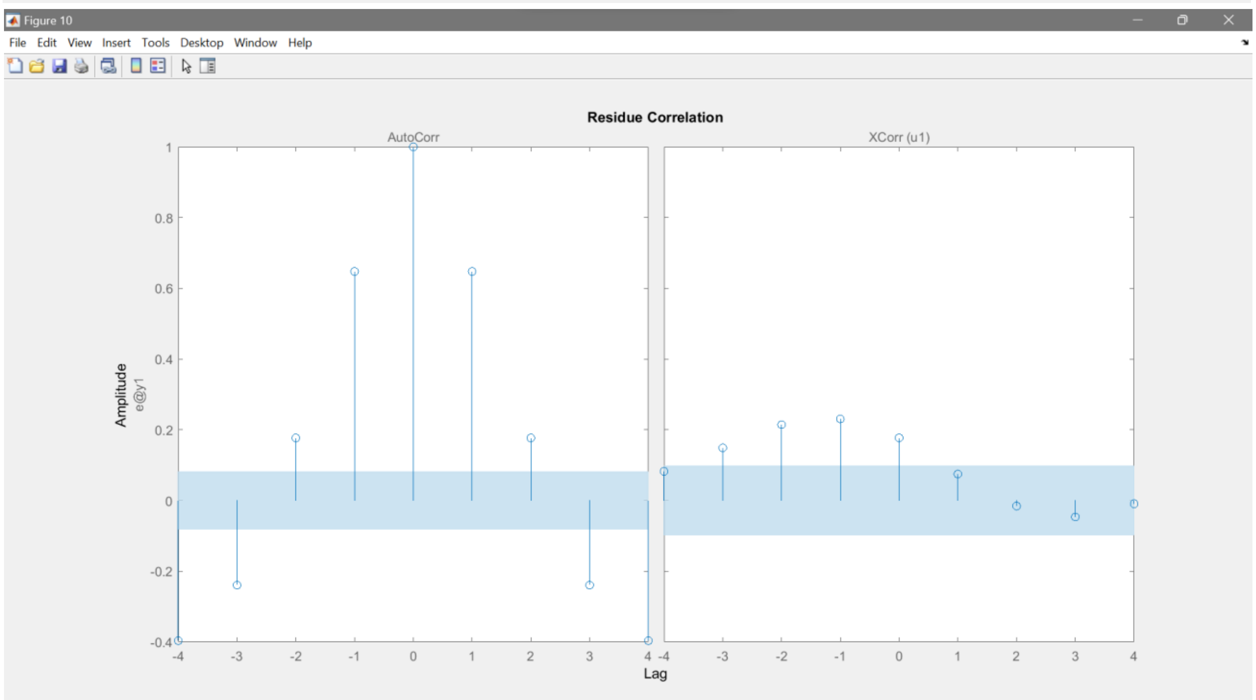


Figure 10
File Edit View Insert Tools Desktop Window Help
Residue Correlation
AutoCorr
XCorr (u1)
Amplitude
e@y1
Lag