Identificarea Sistemelor

Proiect II

Identificarea unei axe acționate cu motor BLDC

Stoleru Cristian-Andrei

Universitatea Tehnica din Cluj-Napoca

Facultatea de Automatica si Calculatoare

Grupa 30132/2

Cuprins

1. Obtinerea datelor experimentale

În Figura 1.1 este prezentat un CNC actionat cu motore BLDC.

Figura 1.1: CNC acționată cu un motor BLDC

Sistemul mecanic de pozitionare si sistemul de actionare cu motor BLCDC pentru o axa este prezentat in Figura 1.2.

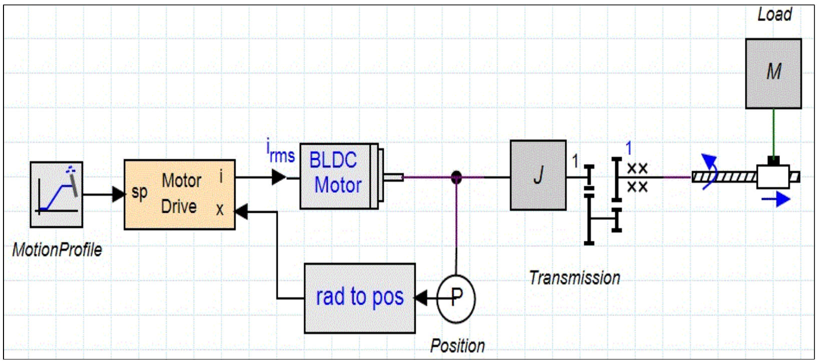

Figura 1.2: Modelul sistemului de actionare si pozitionare al unei axe

Motorul este comandat cu ajutorul unui driver de putere comandat in PWM. Viteza unghiulara si pozitia se masoara pe baza semnalelor provenite de la cei trei senzori Hall montati pe statorul motorului. Rotorul motorul BLDC are cinci perechi de poli magnetici, iar caracteristicile electro-mecanice ale motorului sunt prezentate in Figura 1.3.

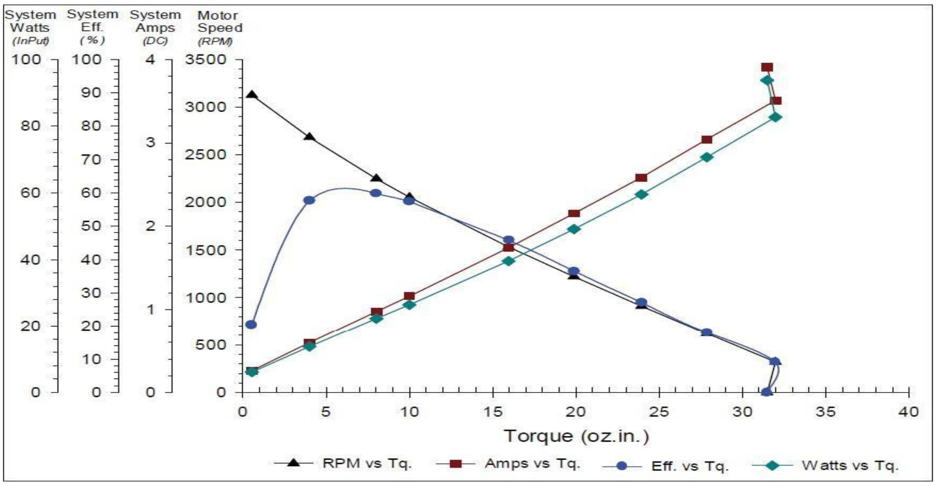

Figura 1.3: Caracteristicile electro-mecanice ale motorului BLDC

Aparatura utilizata: sursa de alimentare, multimetru, driver de putere, osciloscop, system numeric de comanda si achizitie a datelor.

2. Achizitia datelor de intrare-iesire

Utilizand un system numeric de comanda se genereaza semnalele de comanda pentru motorul BLDC (SAAP + SP) si se achizitoneaza datele intrare-iesire in vederea precesarii ulterioare (comanda (factor de umplere), curent (i), viteza unghiulara (ω) si pozitia unghiulara (θ)).

2.1. Desfasurarea experimentului

1. Se alimenteaza asamblu driver + motor BLDC cu Ua=24V;
2. Se efectueaza urmatorul experiment:
   2.1. Se genereaza un semnal de comanda sinuisodal peste care se suprapune SPAB avand caracteristicile corelate cu dinamica asamblului „motot BLDC + axa „;
   2.2. Se vizualizeaza si se masoara sincron intrarea si iesirele, obtinand datele experimentale: [tk, uk, ωk, θk], cu k=1, 2, 3, ...

3. Procesarea datelor experimentale

Vizualizarea setului de date experimentale se poate realiza folosind MATLAB. Acesta e ilustrat in Figura 3.1.

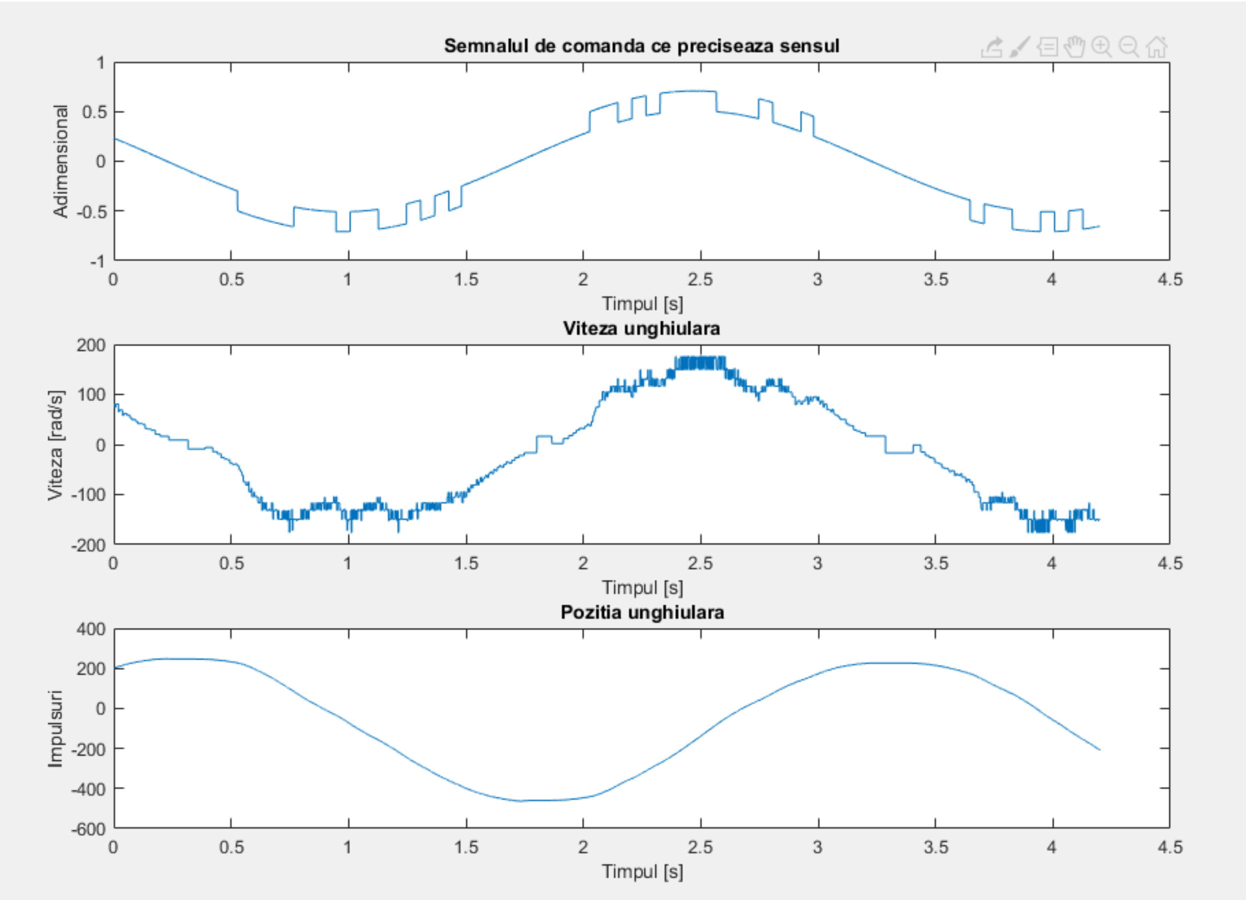

Figura 3.1: Datele experimentale

Se realizeaza interpolarea pentru a inlocui datele invalide, cauzate de lipsa masuratorilor la viteze unghiulare mici, atunci cand apar schimbari ale sensului de miscare. Astfel se realizeaza masuratori approximate in locul celor invalide. Aceasta operatie este ilustrata in Figura 3.2.

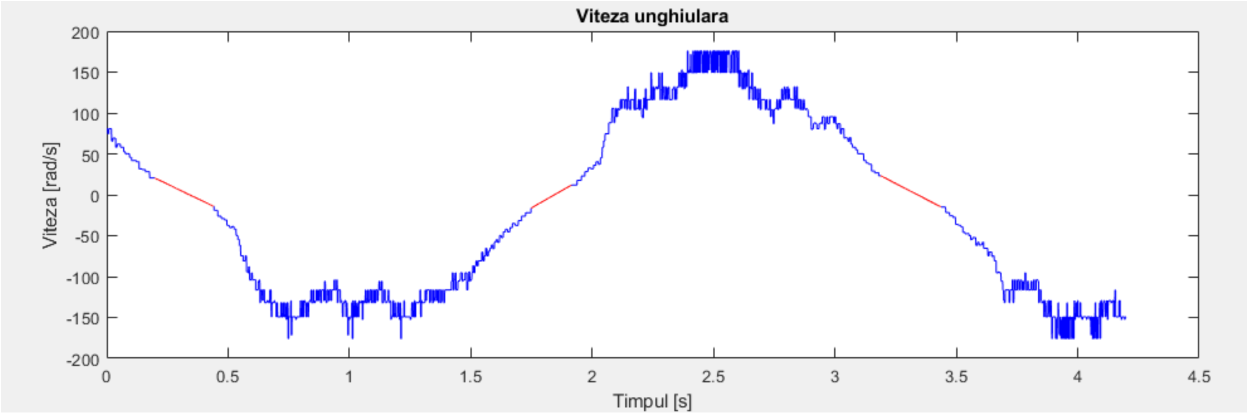

Figura 3.2: Viteza unghiulara dupa interpolare

Din aceste date trebuie extrase doua seturi de date, in vederea identificarii modelului sistemului, respectiv pentru validarea modelului obtinut. Acestea sunt extrase cu ajutorul cursorilor din MATLAB. In Figura 3.3 sunt ilustrate cu rosu datele de identificare si cu verde cele de validare.

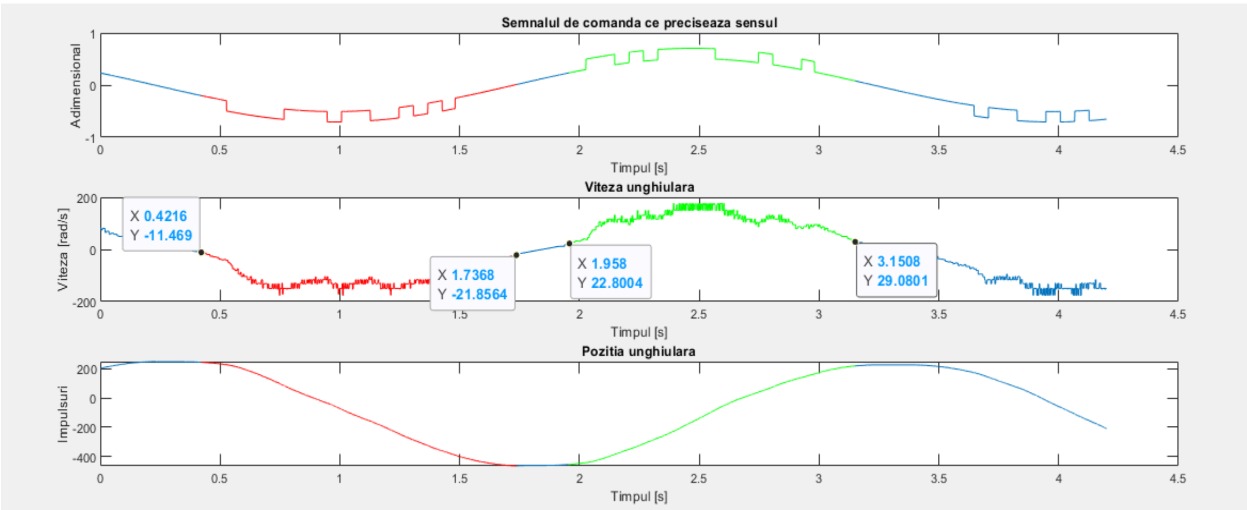

Figura 3.3: Datele de identificare si de validare

4. Identificarea modelului de la intrare la viteza unghiulara

4.1 Metoda validata prin testul de autocrelatie

Metoda celor mai mici patrate extinsa (ARMAX + decimare)

Aceasta metoda a fost dezvoltata pentru a se putea identifica fara deviatie modelele „proces + petrubatie” de forma :

$$A\left(q^{-1}\right) y\left(t\right) = q^{-d} B\left(q^{-1}\right) u(t) + C\left(q^{-1}\right) e\left(t\right),\ (\forall) t \in \mathbb{N}.$$

Schema bloc acestei metode este reprezentata in Figura 4.1:

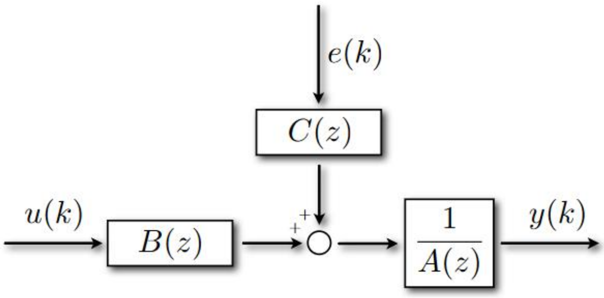

Figura4.1: Model ARX

Functia utilizata in MATLAB: model=armax(date_identificare_w,[na nb nc nk]);

Unde avem:

- na= ordinul polinomului A;
- nb= ordinul polinomului B +1;
- nc= ordinul polinomului C;
- nk= ordinul intarzierii.

Deoarece nu am reusit sa gasesc un model valid pentru autocorelatie pe datele initiale am decis sa decimez datele. Am luat valoarea maxima ce s-a masurat la viteza unghiulara , iar acolo unde datele experimentale se repetau , am lasat doar o singura valoare , facand diferenta dintre valori ca in Figura 4.2:

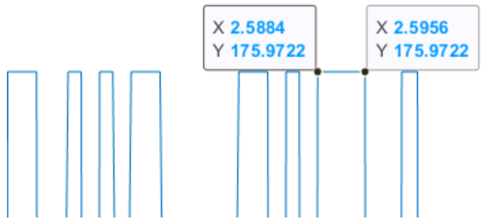

Figura 4.2: Alegera valorilor pentru decimare

Functia de transfer in domeniul discret obtinuta prin aceasta metoda este:

$$H = \frac{14.99z^{-1}}{1 - 0.9384z^{-1}}$$

Iar in continuu:

$$H = \frac{3222}{s + 13.25}$$

<u>Validarea modelului:</u>

Urmarirea iesirii se realizaeaza utilizand functia compare din MATLAB, aceasta foloseste ca parametrii modelul obtinut dupa realizarea functiei armax si datele generale. In Figura 4.3 se regaseste reprezentarea grafica acestei metode:

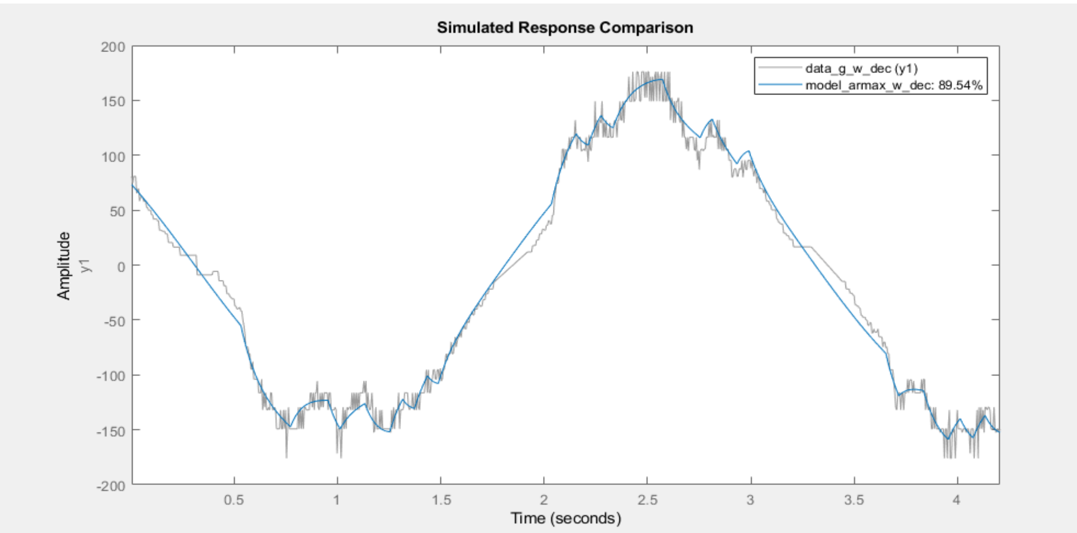

Figura 4.3: Urmarirea iesirii

$$FIT = 89.54\%$$

$$\varepsilon_{mpn} = 100\%\text{-}FIT = 10{,}46\%$$

Rezultatul testului de corelatie se realizeaza utilizand functia resid din MATLAB, aceasta foloseste ca parametrii modelul obtinut dupa realizarea functiei armax si datele de verificare. In Figura 4.4 se regaseste reprezentarea grafica acestei metode:

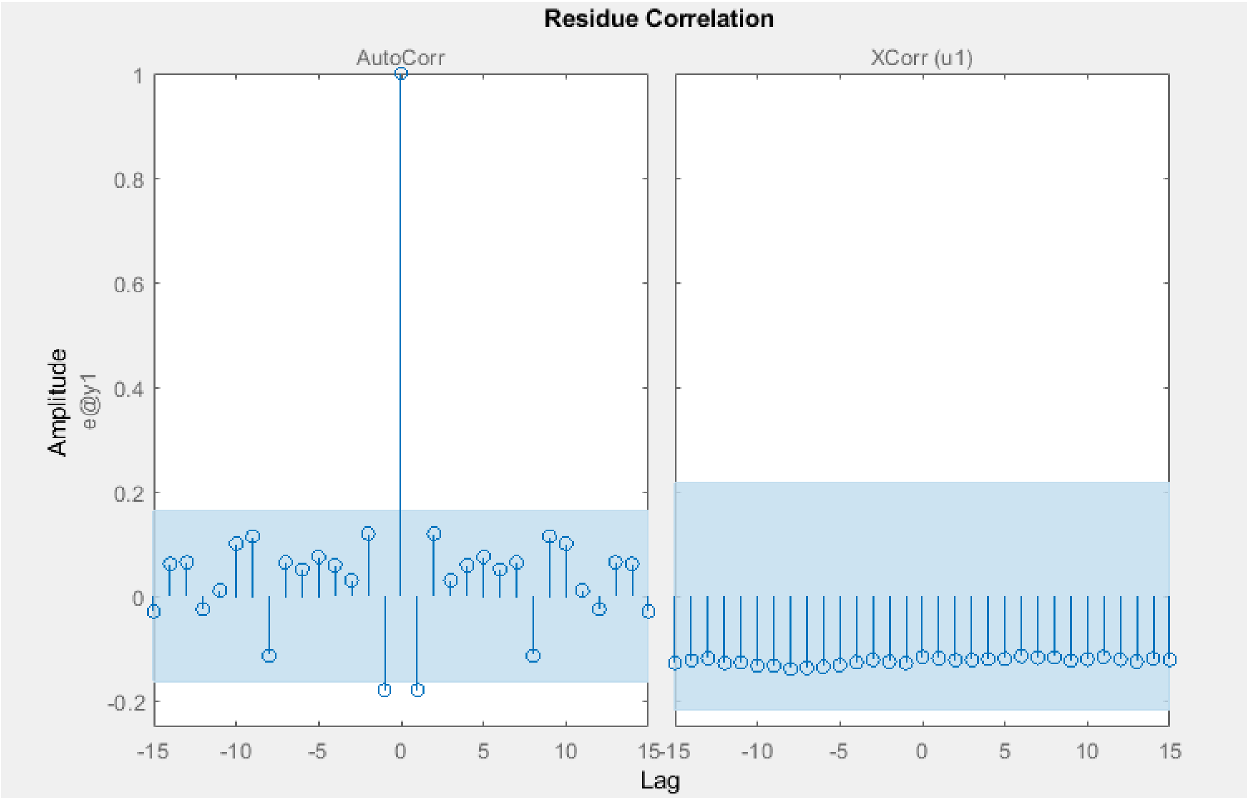

Figura 4.4: Rezultatul testului de corelatie

Observație: După un anumit număr de eșantioane, rezultatul autocorelației intră în banda de încredere.

4.2 Metoda validata prin testul de intercorelatie

Metoda Variabilelor Instrumentale (IV)

Ideea generala a Metodelor de Variabile Instrumentale consta in crearea unui nou vector al observatiilor care este puternic corelat cu variabile fara zgomot. Modelul este „ proces + peturbatie ”:

$$y(t+1) = -a_1 y(t) + b_1 u(t) + c_1 e(t) + e(t+1), \ (\forall) t \in \mathbb{N},$$

Schema bloc acestei metode este reprezentata in Figura 4.5:

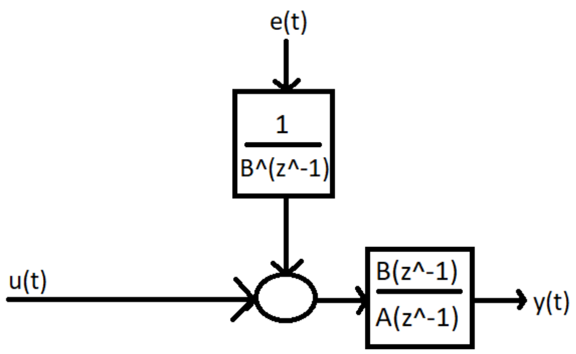

Figura4.5: Modelul IV

Functia utilizata in MATLAB: model=iv4(date_identificare_w,[na nb nk]);

Unde avem:

- na= ordinul polinomului A;
- nb= ordinul polinomului B +1;
- nk= ordinul intarzierii.

Functia de transfer in domeniul discret obtinuta prin aceasta metoda este:

$$H = \frac{1.223z^{-1}}{1 - 0.995z^{-1}}$$

Iar in continuu:

$$H = \frac{3065}{s + 12.62}$$

Validarea modelului:

Urmarirea iesirii se realizaeaza utilizand functia compare din MATLAB, aceasta foloseste ca parametrii modelul obtinut dupa realizarea functiei iv4 si datele generale. In Figura 4.6 se regaseste reprezentarea grafica acestei metode:

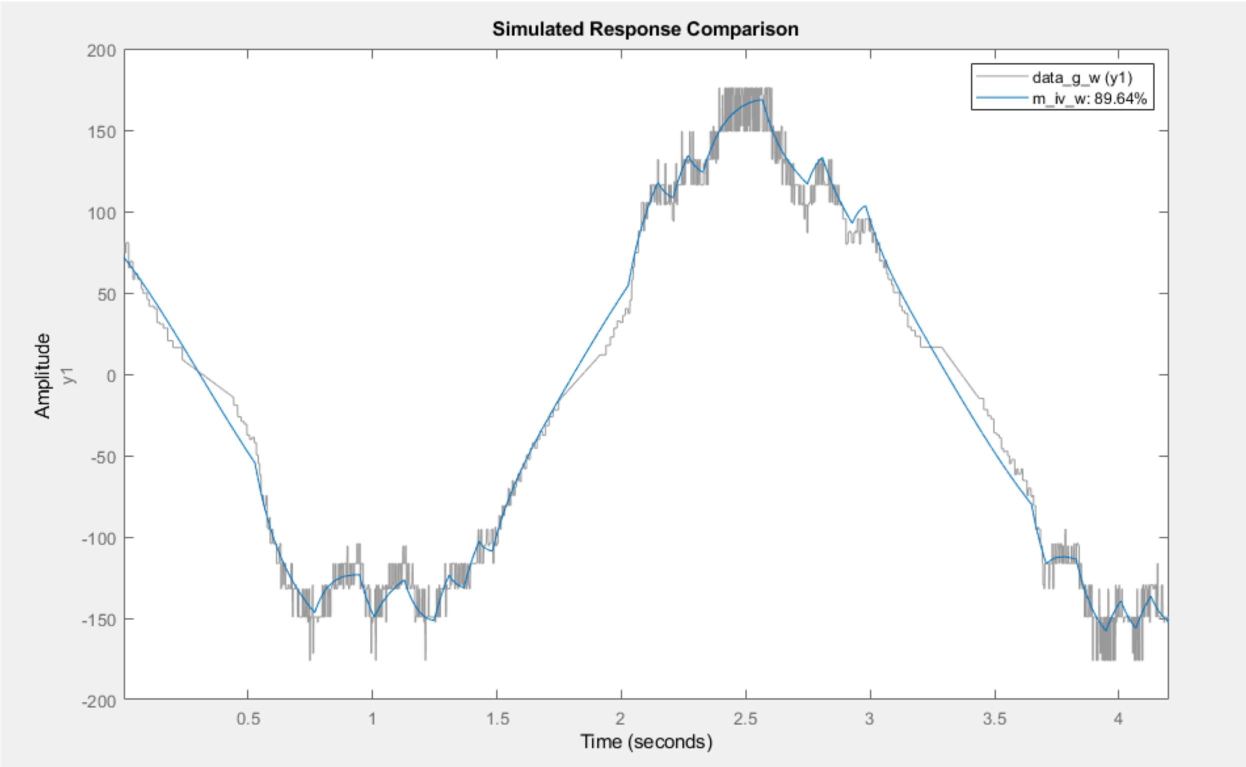

Figura 4.6: Urmarirea iesirii

$$FIT = 89.64\%$$

$$\varepsilon_{mpn} = 100\%\text{-}FIT = 10{,}36\%$$

Rezultatul testului de corelatie se realizeaza utilizand functia resid din MATLAB, aceasta foloseste ca parametrii modelul obtinut dupa realizarea functiei iv4 si datele de verificare. In Figura 4.7 se regaseste reprezentarea grafica acestei metode:

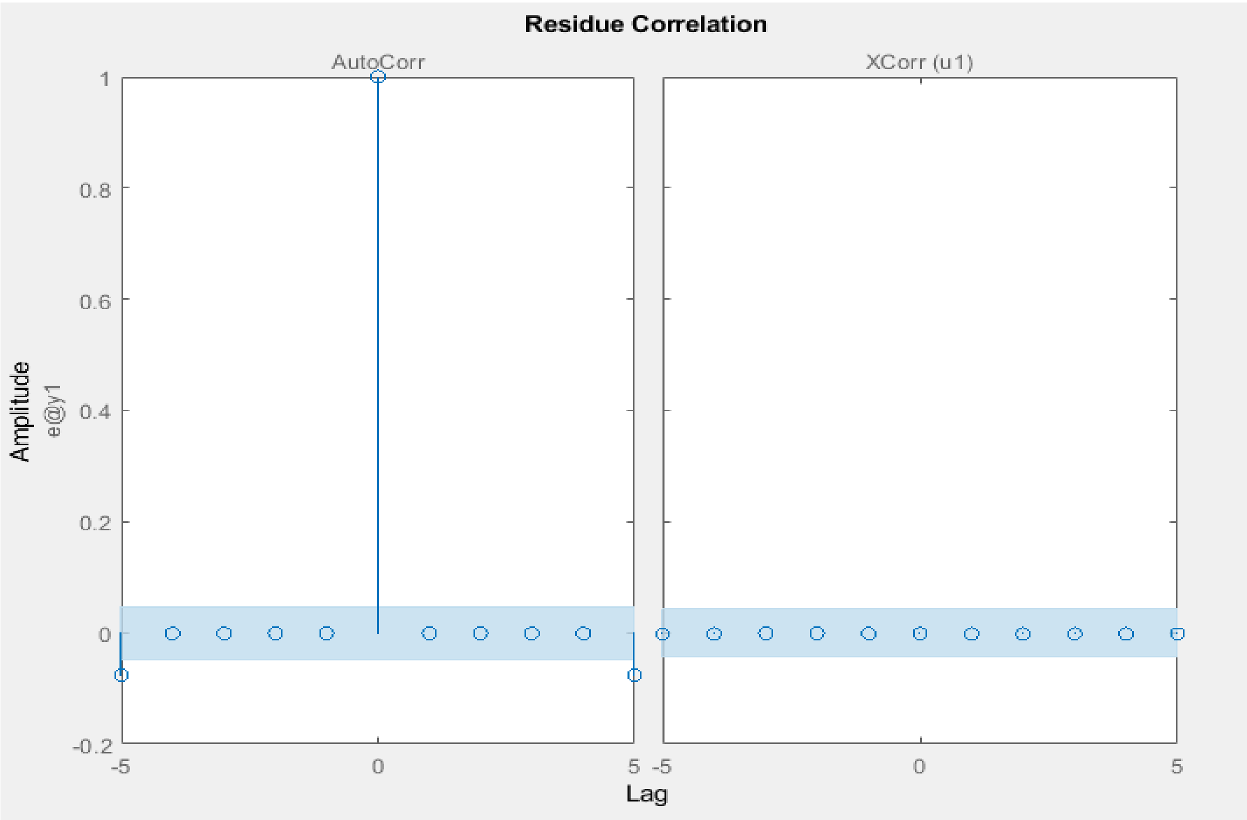

Figura 4.7: Rezultatul testului de corelatie

5. Identificarea modelului de la viteza unghiulara la pozitie

5.1 Metoda validate prin testul de autocorelatie

Metoda celor mai mici patrate (ARX + decimare)

Algoritmul de adaptare parametrica (AAP) a gradientului are ca obiectiv minimizarea unui criteriu patratic dependent de eroarea de predictie. Se considera modelul discret al unui sistem descris prin:

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

Schema bloc acestei metode este reprezentata in Figura 5.1:

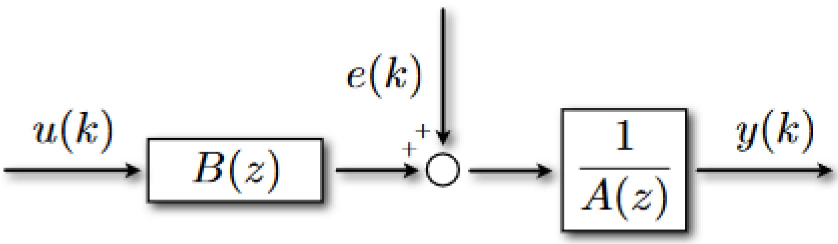

Figura 5.1: Modelul ARX

Functia utilizata in MATLAB: model=arx(date_identificare_w,[na nb nk]);

Unde avem:

- na= ordinul polinomului A;
- nb= ordinul polinomului B +1;
- nk= ordinul intarzierii.

Decimarea se realizeaza exact la fel ca la modelul ARMAX.

Functia de transfer in domeniul discret obtinuta prin aceasta metoda este:

$$H = \frac{0.02464z^{-1}}{1 - z^{-1}}$$

Iar in continuu:

$$H = \frac{5.134}{s}$$

<u>Validarea modelului:</u>

Urmarirea iesirii se realizaeaza utilizand functia compare din MATLAB, aceasta foloseste ca parametrii modelul obtinut dupa realizarea functiei arx si datele generale. In Figura 5.2 se regaseste reprezentarea grafica acestei metode:

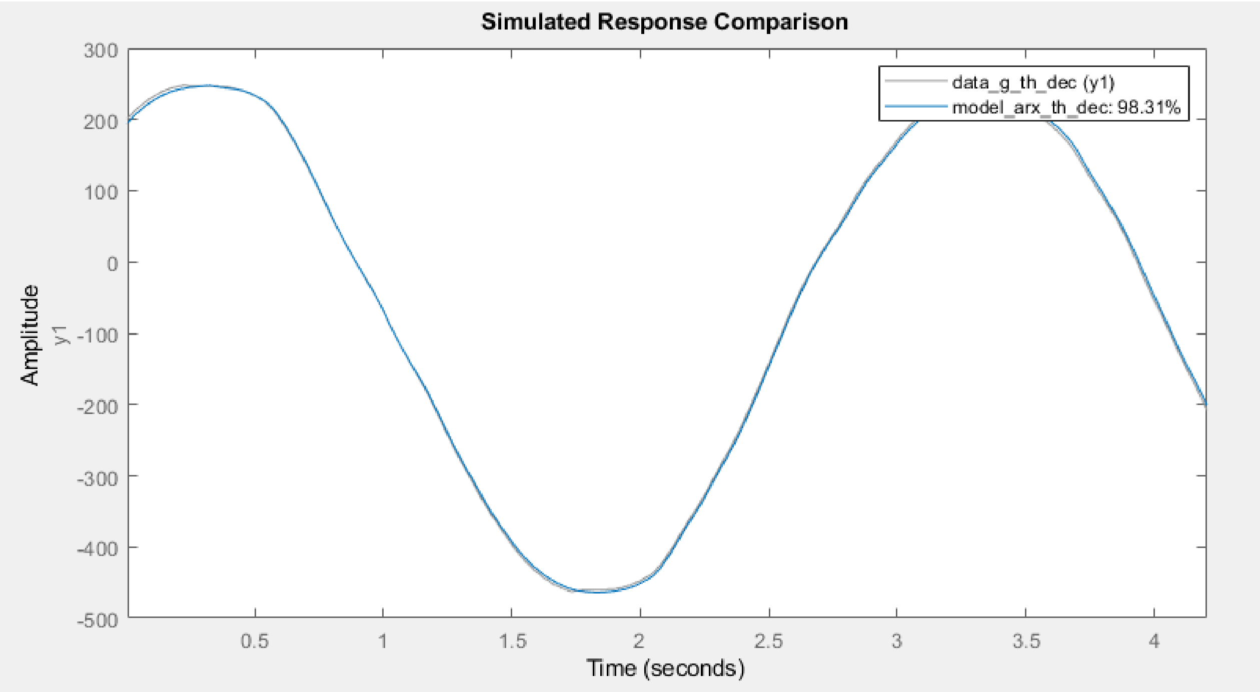

Figura 5.2: Urmarirea iesirii

FIT = 98.31%

ε_{mpn} = 100%-FIT=1.69%

Rezultatul testului de corelatie se realizeaza utilizand functia resid din MATLAB, aceasta foloseste ca parametrii modelul obtinut dupa realizarea functiei arx si datele de verificare. In Figura 5.3 se regaseste reprezentarea grafica acestei metode:

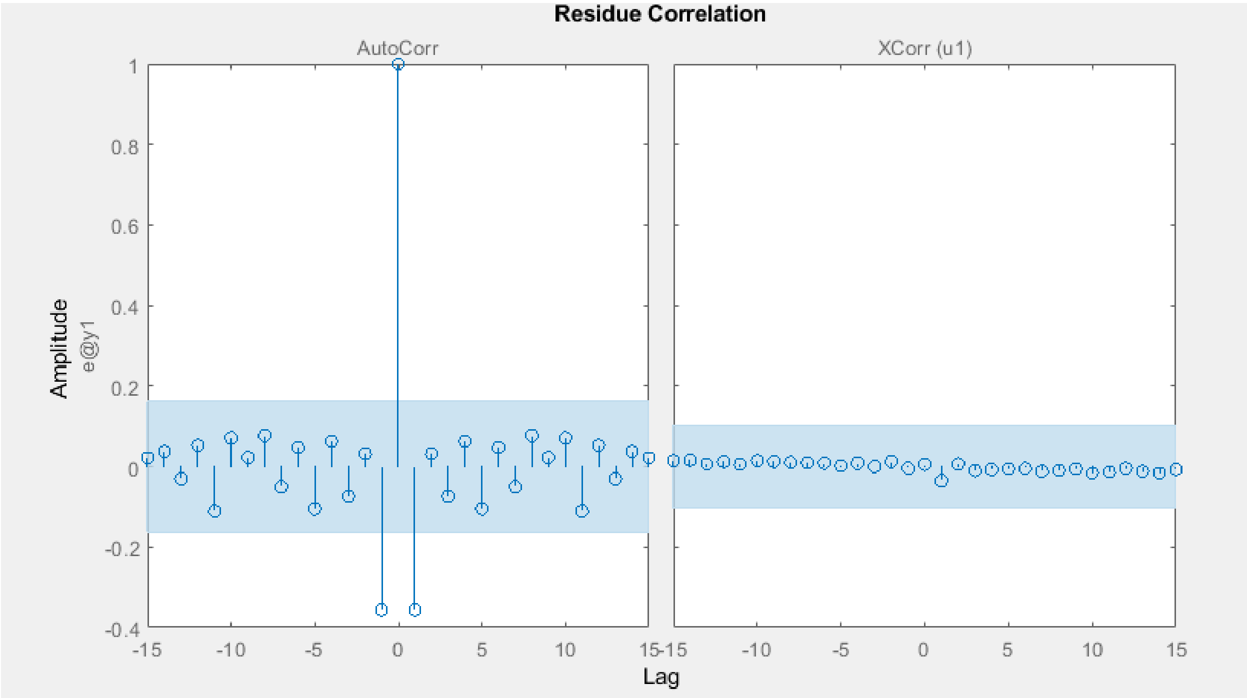

Figura 5.3 Rezultatul testului de corelatie

Observație: După un anumit număr de eșantioane, rezultatul autocorelației intră în banda de încredere.

5.2 Metoda validata prin testul de intercorelatie

Metoda erorii de iesire (OE)

Ideea de baza a acestei metode se bazeaza pe observatia ca, in absenta peturbatiilor, iesirea predictata prin predictorul CMMPR, $\hat{y}(t+1)$ tinde catre y(t+1). In aceste conditii, se poate inlocui y(t) in ecuatia predictorului cu , $\hat{y}(t)$ (predictive a posteriori).

Modelul de tip "process+peturbatie" este :

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

Schema bloc acestei metode este reprezentata in Figura 5.3:

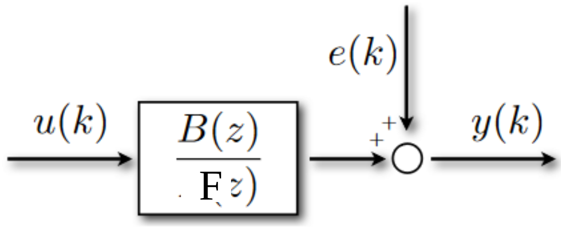

Figura 5.3: Modelul OE

Functia utilizata in MATLAB: model=oe(date_identificare_w,[na nb nk]);

Unde avem:

- nb= ordinul polinomului A;
- nf= ordinul polinomului B +1;
- nk= ordinul intarzierii.

Functia de transfer in domeniul discret obtinuta prin aceasta metoda este:

$$H = \frac{0.0020601z^{-1}}{1 - z^{-1}}$$

Iar in continuu:

$$H = \frac{5.152}{s}$$

<u>Validarea modelului:</u>

Urmarirea iesirii se realizaeaza utilizand functia compare din MATLAB, aceasta foloseste ca parametrii modelul obtinut dupa realizarea functiei oe si datele generale. In Figura 5.4 se regaseste reprezentarea grafica acestei metode:

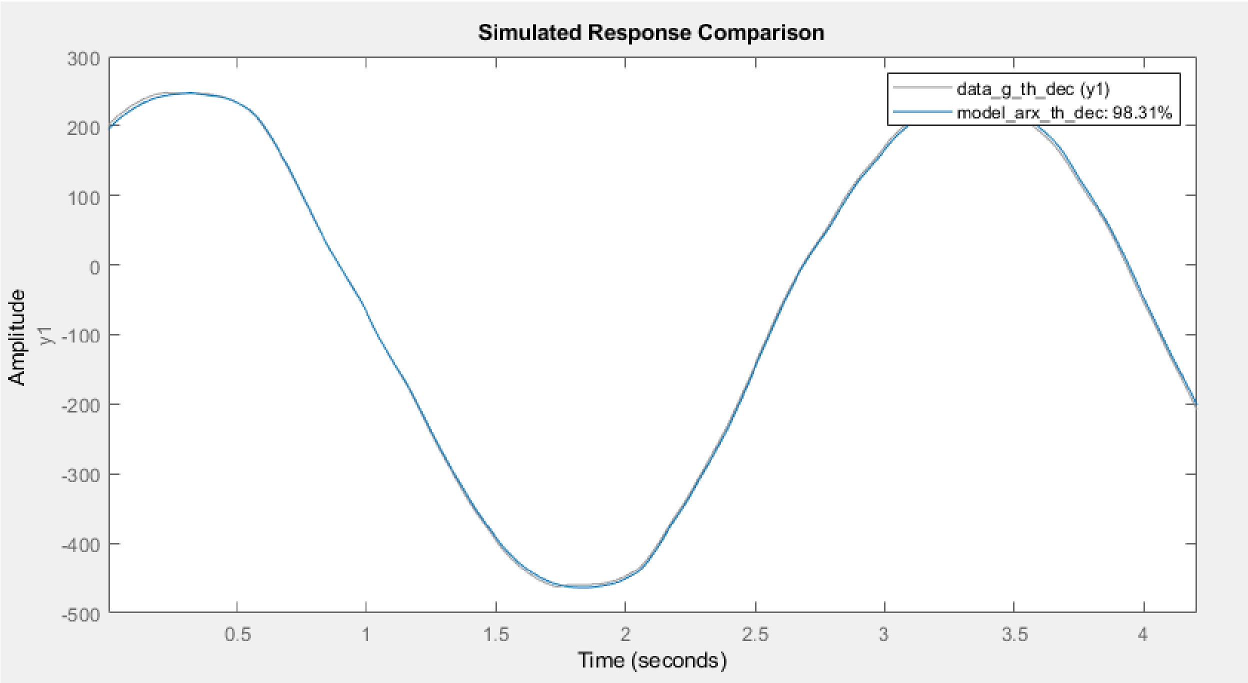

Figura 5.4: Urmarirea iesirii

FIT = 98.31%

ε_{mpn} = 100%-FIT=1.69%

Rezultatul testului de corelatie se realizeaza utilizand functia resid din MATLAB, aceasta foloseste ca parametrii modelul obtinut dupa realizarea functiei oe si datele de verificare. In Figura 5.4 se regaseste reprezentarea grafica acestei metode:

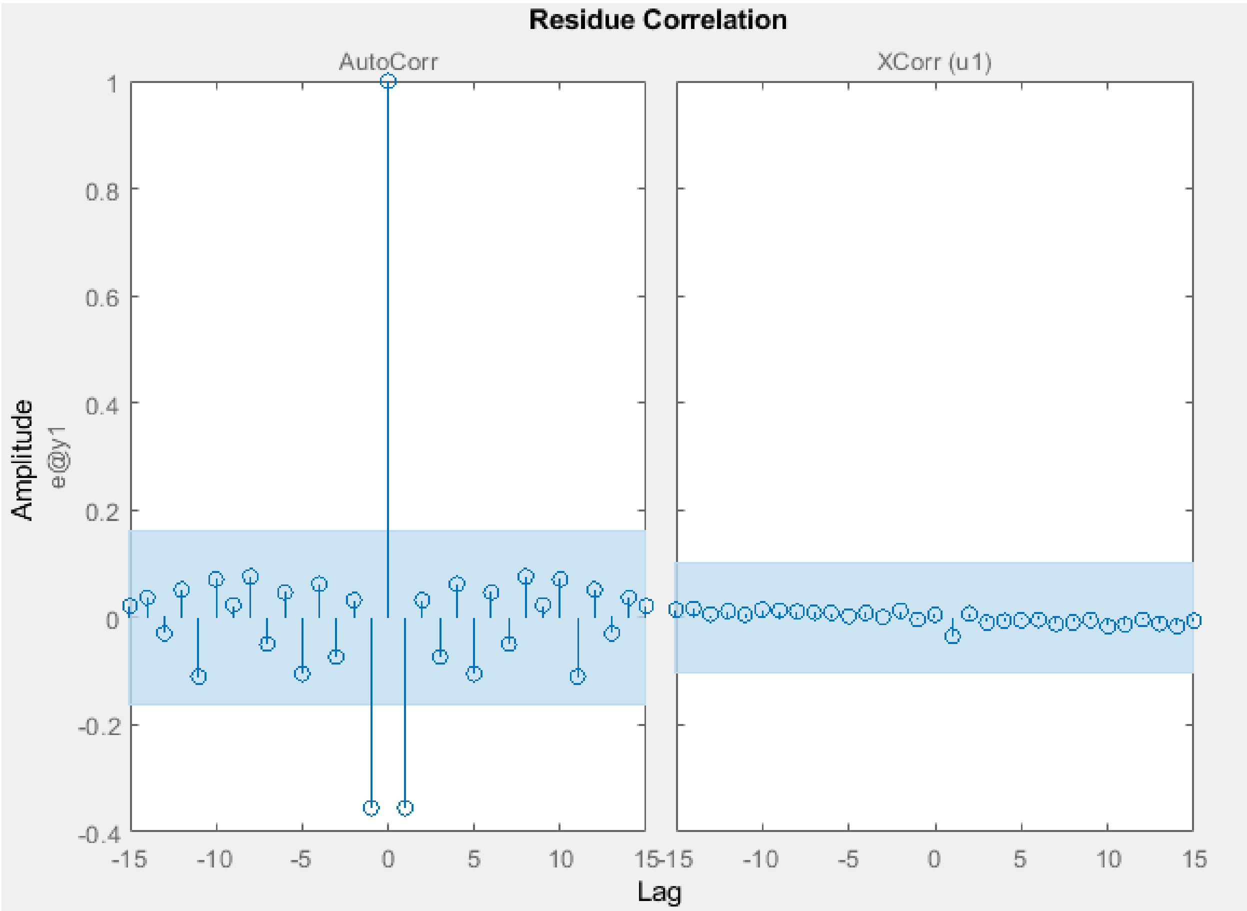

Figura 5.4: Rezultatul testului de corelatie

6. Concluzie

In urma rezultatelor obtinute la punctele anterioare obtinem doua functii de transfer ce are la intrare semnalul de comanda ce preciseaza sensul si la iesire pozitia conform tabelului T.1.

Vlaidata pe Autocrelatie	$\boldsymbol{H} = \frac{1.654\boldsymbol{e}4}{\boldsymbol{s}^2 + 13.25\boldsymbol{s}}$
Validata pe Intercorelatie	$H = \frac{1.579e4}{s^2 + 12.62s}$

Tabelul T.1: Functiile de transfer obtinute in urma conexiunii de tip serie intre cele doua modele.

Din prelucrarea datelor experimentale se observă ca modelele validate prin decorelare dau o urmărire mai bună a ieșirii, în cazul primului model. (diferenta find de 0.1 %)