

Zadanie číslo 2

Spojité procesy

Úloha 7

Identifikácia servosystému

Dátum vypracovania

7.4.2023

3.roč. Bc.

Timotej Polc a Samuel Páleník

Obsah

Obsah.....	1
Znenie zadania.....	2
1. Úloha.....	3
1.1 Získanie pracovného bodu.....	3
2. Úloha.....	3
2.1 Identifikácia neznámeho systému.....	3
Graf 2.1: Vstupný signál.....	3
2.2 Získanie diskkrétnej prenosovej funkcie.....	4
2.3 Pokusy.....	5
2.3.1 Prvá identifikácia.....	6
Graf 2.2: Graf odozvy modelu neznámeho systému a nameraného výstupu systému pre pokus č. 1, kde y je pôvodný výstup systému a y_s je výstupom simulácie modelu.....	6
2.3.2 Druhá identifikácia.....	7
Graf 2.3: Graf odozvy modelu neznámeho systému a nameraného výstupu systému pre pokus č. 2, kde y je pôvodný výstup systému a y_s je výstupom simulácie modelu.....	7
2.3.3 Tretia identifikácia.....	8
Graf 2.4: Graf odozvy modelu neznámeho systému a nameraného výstupu systému pre pokus č. 3, kde y je pôvodný výstup systému a y_s je výstupom simulácie modelu.....	8
2.3.4 Štvrtá identifikácia.....	9
Graf 2.3: Graf odozvy modelu neznámeho systému a nameraného výstupu systému pre pokus č. 4, kde y je pôvodný výstup systému a y_s je výstupom simulácie modelu.....	9
2.3.5 Piata identifikácia.....	10
Graf 2.5: Graf odozvy modelu neznámeho systému a nameraného výstupu systému pre pokus č. 5, kde y je pôvodný výstup systému a y_s je výstupom simulácie modelu.....	10
2.4 Vyhodnotenie.....	11
3. Preverenie najlepšieho modelu.....	11
Graf 3.1: Graf odozvy najlepšieho modelu neznámeho systému a nameraného výstupu systému, kde y je pôvodný výstup systému a y_s je výstupom simulácie modelu.....	11
Záver.....	12

Znenie zadania

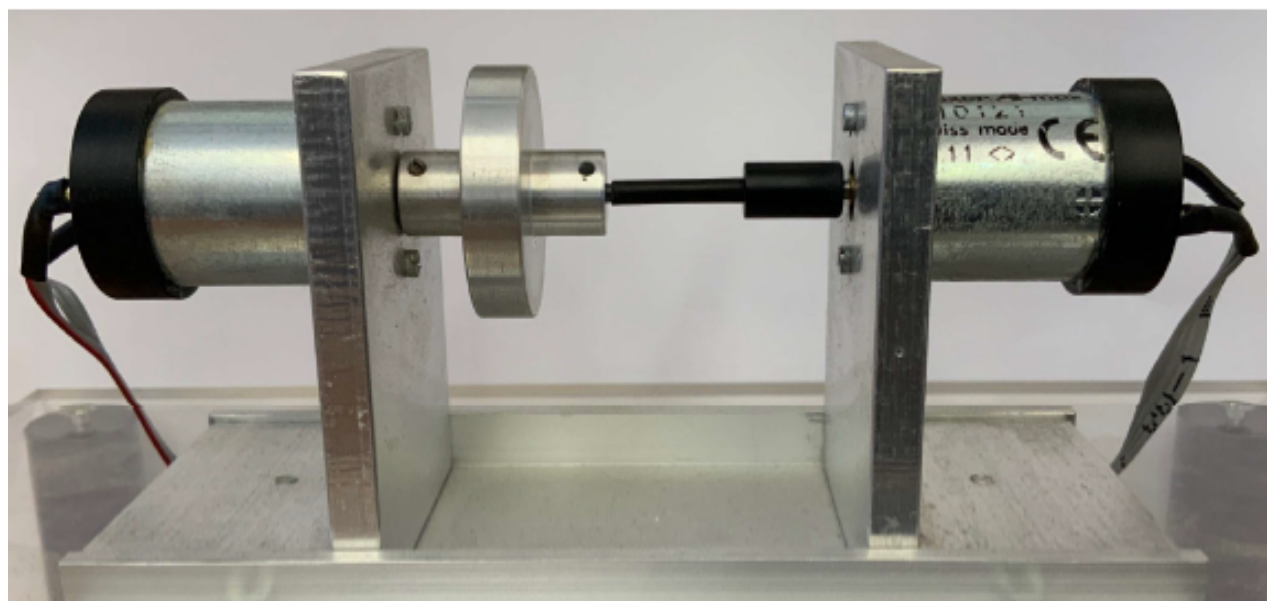
Identifikácia servosystému

Cieľom zadania je osvojiť si postup identifikácie reálneho systému v okolí daného pracovného bodu, vybrať najvhodnejšiu štruktúru modelu a uskutočniť validáciu výsledného modelu.

Rotačný servosystém (Obr. 1) pozostáva z jednosmerného motora a tachodynamu, ktoré sa nachádzajú na hliníkovom ráme. Tachodynamo slúži na meranie uhlovej rýchlosti.

Na nameranie údajov potrebných na identifikáciu budeme používať simulačnú schému *cv7_ident.slx*, ktorá je zobrazená na Obr. 2.

Vstupným signálom je riadiace napätie motora, ktoré nastavujeme cez blok *Analog Output* a výstupom je signál zodpovedajúci uhlovej rýchlosti (otáčkam), ktoré čítame z bloku *Analog Input*.



Obr. 1. Rotačný servosystém

Úlohy:

1. Nájdite ustálenú hodnotu otáčok $Y0$ [V] pri skoku vstupného napätia na hodnotu $U0=4$ V (pracovný bod).
2. Identifikujte diskretnú prenosovú funkciu v okolí pracovného bodu $[U0, Y0]$ s periódou vzorkovania 0,01 s. Venujte pozornosť voľbe štruktúry (t.j. rádu) identifikovaného modelu.
3. Získaný model simulačne preverte aj pre iný tvar vstupného signálu. Urobte diskusiu dosiahnutých výsledkov.
4. Vypracovaný dokument pre laboratórne cvičenie uložte vo formáte pdf pod názvom *proces1_Priezvisko1_Priezvisko2* do miesta odovzdania v AIS.

1. Úloha

1.1 Získanie pracovného bodu

Na začiatku experimentu bolo našou úlohou nájsť ustálenú hodnotu otáčok systému v pracovnom bode. Ustálenú hodnotu otáčok systému Y_0 sme odčítali z grafu priebehu odozvy systému na skokovú zmenu vstupného napätia. Ide o pracovný bod, v ktorom bude prebiehať samotná identifikácia neznámeho nelineárneho systému.

Ustálené hodnoty veličín v pracovnom bode:

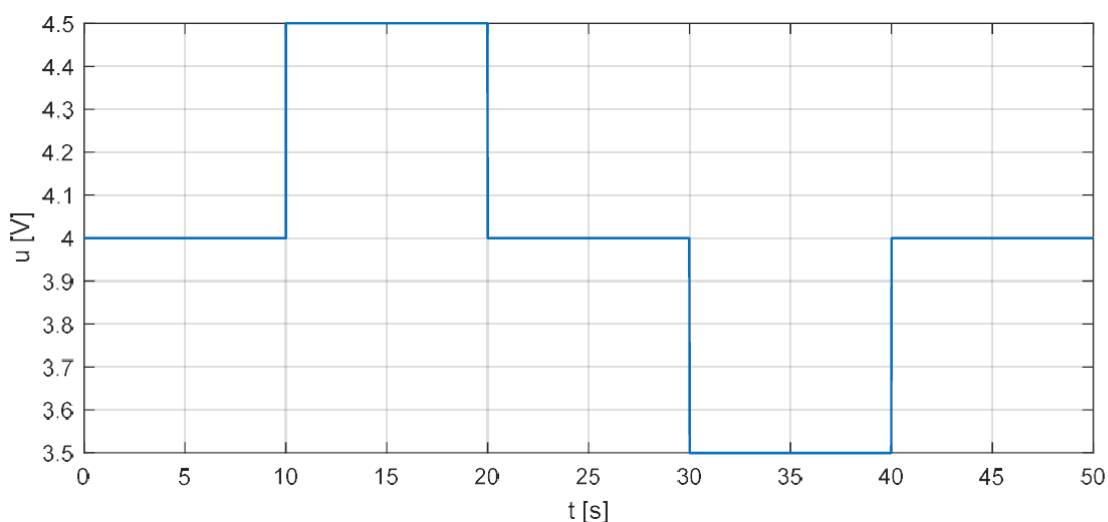
- $U_0 = 4 \text{ [V]}$
- $Y_0 = 6.953 \text{ [V]}$

2. Úloha

2.1 Identifikácia neznámeho systému

Identifikáciu neznámeho systému uskutočňujeme v okolí získaného pracovného bodu formou obdĺžnikového signálu s amplitúdou 0.5 [V] . Výsledkom sú informácie o dynamických vlastnostiach systému pre daný pracovný bod. Vstupný a výstupný signál je zaznamenaný s periódou vzorkovania $T_{vz} = 0.01 \text{ [s]}$.

Ako identifikačnú metódu sme použili metódu najmenších štvorcov na identifikovanie parametrov modelu, ktorý je rovný diskretnej prenosovej funkcii.



Graf 2.1: Vstupný signál

2.2 Získanie diskkrétnej prenosovej funkcie

Identifikáciu parametrov modelu systému **sme uskutočnili pomocou matlab funkcie arx**. **Vstupné parametre** funkcie arx sú, **matica** vzorkovaných **vstupno-výstupných údajov**, vektor rádov **čitateľa** n_a , **menovateľa** n_b a **dopravného oneskorenia** n_k . Rád čitateľa, menovateľa a dopravného oneskorenia výsledného diskrétného prenosu **sme si ľubovoľne zvolili**, pričom sme sa snažili o nájdenie **kompromisu** medzi **zložitou** výslednej prenosovej funkcie a **presnosťou** identifikácie.

Zo získaného modelu systému sme **pomocou funkcie polyform získali čitateľa a menovateľa prenosovej funkcie**. Výslednú diskrétnu **prenosovú funkciu sme získali pomocou funkcie tf**, ktorej vstupnými parametrami sú čitateľ a menovateľ prenosovej funkcie a perióda vzorkovania T_{vz} .

```
na = 1;           %Rád čitateľa
nb = 1;           %Rád menovateľa
nk = 1;           %Dopravné oneskorenie

n = [na,nb,nk]

m = arx(z,n)

[a,b] = polyform(m)      %Získanie polynómov čitateľa a menovateľa

sysdis = tf(b,a,0.01)    %Získanie prenosovej funkcie z m = arx(z,n)
```

2.3 Pokusy

Identifikáciu neznámeho systému sme **opakovali päťkrát**, pri **rozličných rádoch** čitateľa a menovateľa prenosovej funkcie. **Rád dopravného oneskorenia** n_k sme ponechali rovný jednej. Ďalej bolo potrebné zistiť, či **identifikované modely správne modelujú dynamiku systému** v danom **pracovnom bode**.

Túto **vlastnosť sme overili** graficky, **porovnaním odoziev** identifikovaných modelov a reálneho systému na ten istý vstupný signál.

Na výsledných grafov odoziev identifikovaných modelov a reálneho systému, na rovnaký vstupný signál vidíme, že **graf prislúchajúci identifikovanému modelu je posunutý na osi y**. Dôvodom tejto chyby môže byť **nesprávne odčítanie ustálenej hodnoty** otáčok systému Y_0 [V].

2.3.1 Prvá identifikácia

Zvolené hodnoty rádov prenosu neznámeho systému:

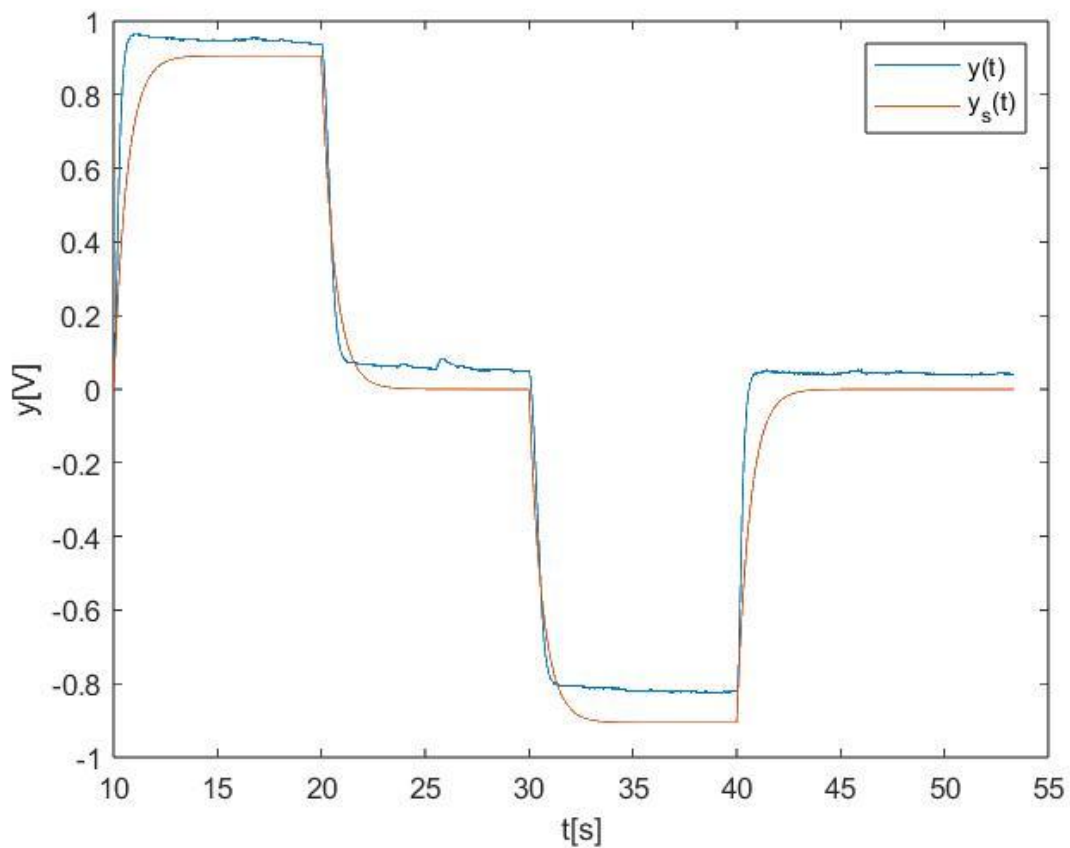
$n_a = 1;$

$n_b = 1;$

$n_k = 1;$

Potom tvar výslednej diskkrétnej prenosovej funkcie:

$$G_1(z) = \frac{0.02872}{z - 0.9842}$$



Graf 2.2: Graf odozvy modelu neznámeho systému a nameraného výstupu systému pre pokus č. 1, kde y je pôvodný výstup systému a y_s je výstupom simulácie modelu.

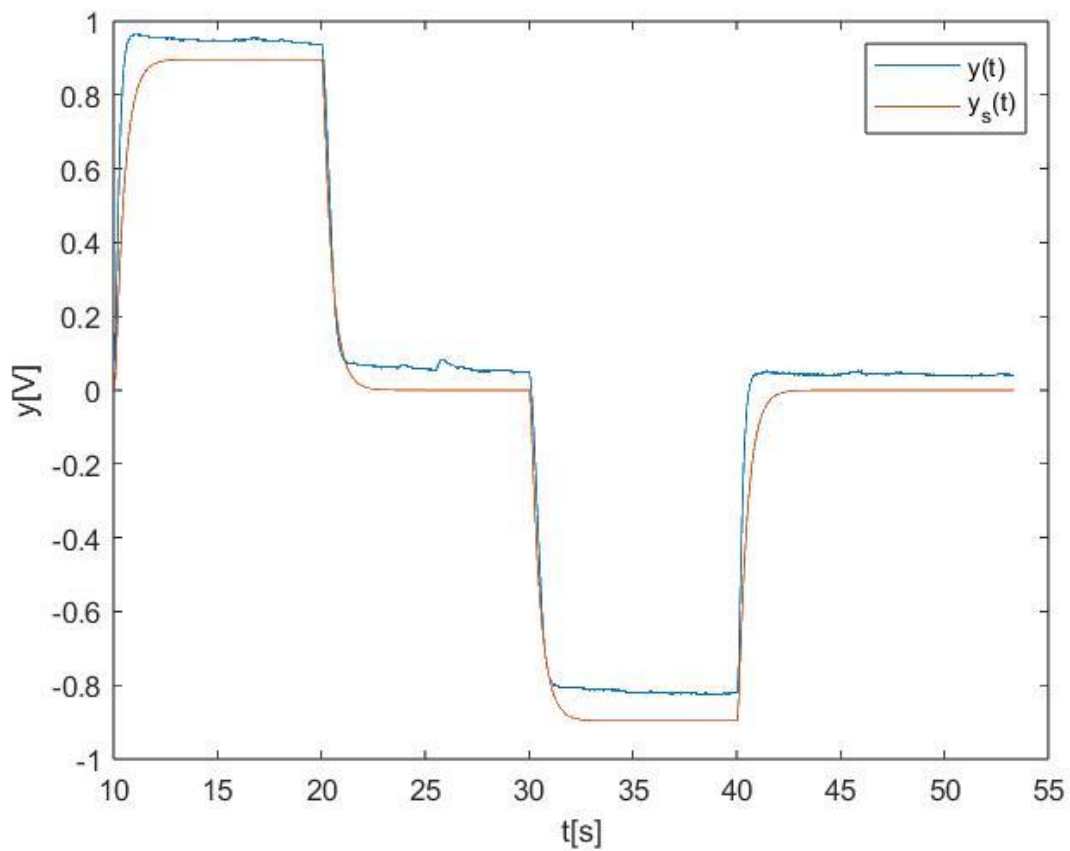
2.3.2 Druhá identifikácia

Zvolené hodnoty rádov prenosu neznámeho systému:

$na = 3;$
 $nb = 3;$
 $nk = 1;$

Potom tvar výslednej diskkrétnej prenosovej funkcie:

$$G_2(z) = \frac{-4.757 \cdot 10^{-5} z^2 - 1.529 \cdot 10^{-17} z + 0.0842}{z^3 - 1.11z^2 - 0.5087z + 0.6239}$$



Graf 2.3: Graf odozvy modelu neznámeho systému a nameraného výstupu systému pre pokus č. 2, kde y je pôvodný výstup systému a y_s je výstupom simulácie modelu.

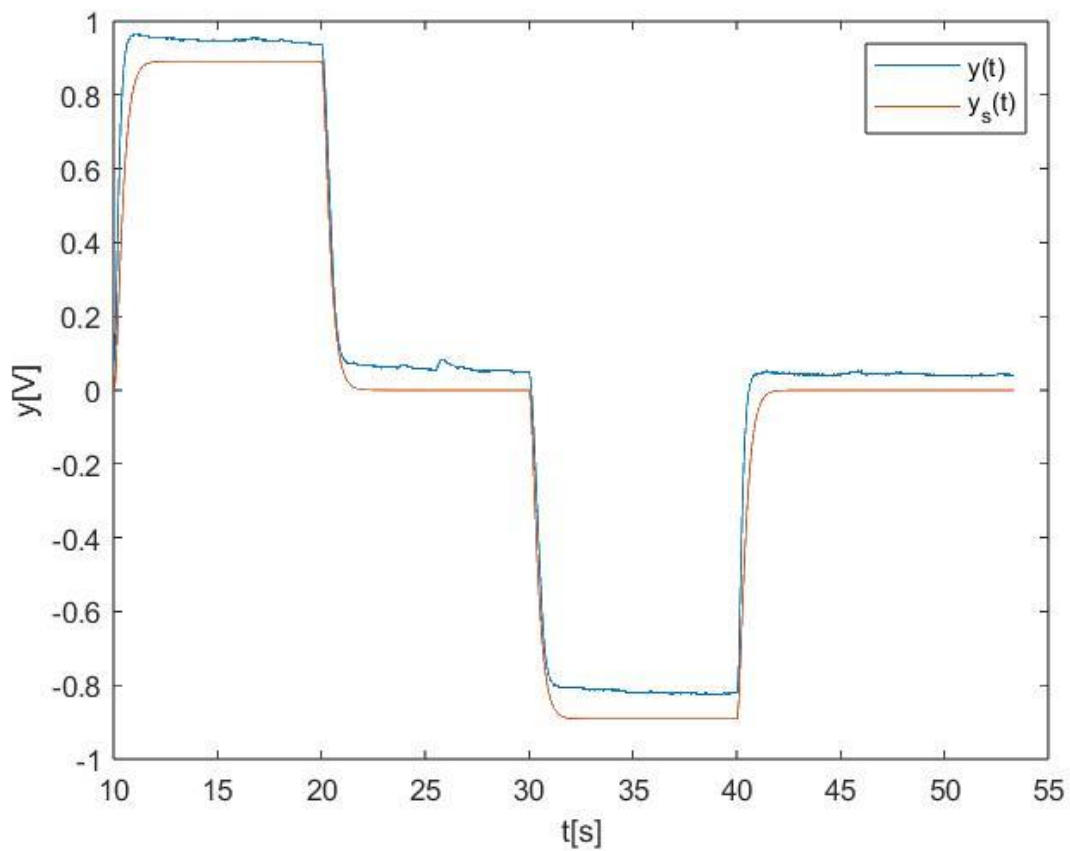
2.3.3 Tretia identifikácia

Zvolené hodnoty rádov prenosu neznámeho systému:

$n_a = 4;$
 $n_b = 4;$
 $n_k = 1;$

Potom tvar výslednej diskkrétnej prenosovej funkcie:

$$G_3(z) = \frac{-7.25 \cdot 10^{-5} z^3 + 1.528 \cdot 10^{-18} z^2 + 0.009766z - 0.001462}{z^4 - 0.8835z^3 - 0.6779z^2 + 0.2252z + 0.3408}$$



Graf 2.4: Graf odozvy modelu neznámeho systému a nameraného výstupu systému pre pokus č. 3, kde y je pôvodný výstup systému a y_s je výstupom simulácie modelu.

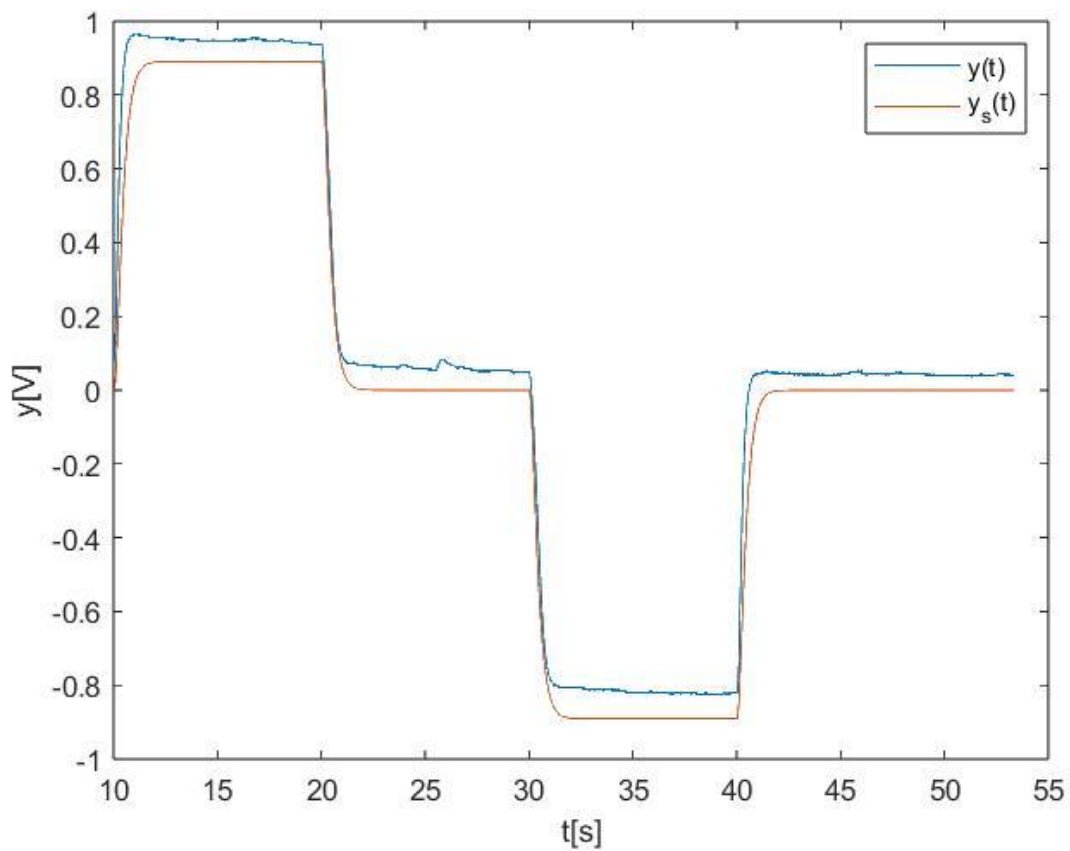
2.3.4 Štvrtá identifikácia

Zvolené hodnoty rádov prenosu neznámeho systému:

na = 4;
nb = 6;
nk = 1;

Potom tvar výslednej diskkrétnej prenosovej funkcie:

$$G_4(z) = \frac{-7.25 \cdot 10^{-5} z^5 - 5.151 \cdot 10^{-17} z^4 + 0.009766 z^3 - 0.00535 z^2 + 0.00025 z + 0.00371}{z^4 - 0.881 z^3 - 0.6804 z^2 + 0.2241 z + 0.342}$$



Graf 2.5: Graf odozvy modelu neznámeho systému a nameraného výstupu systému pre pokus č. 4, kde y je pôvodný výstup systému a y_s je výstupom simulácie modelu.

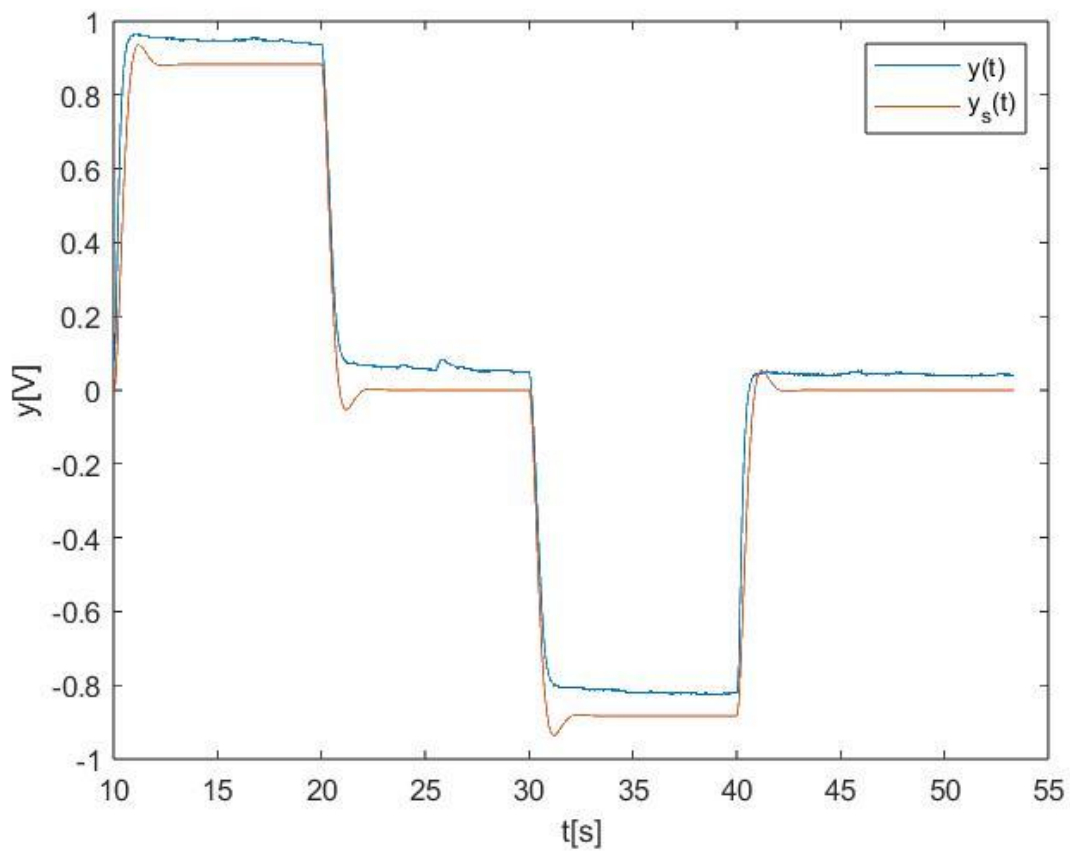
2.3.5 Piata identifikácia

Zvolené hodnoty rádov prenosu neznámeho systému:

$n_a = 6;$
 $n_b = 6;$
 $n_k = 1;$

Potom tvar výslednej diskkrétnej prenosovej funkcie:

$$G_5(z) = \frac{-0.000132z^5 - 1.305 \cdot 10^{-16}z^4 + 0.009766z^3 - 0.00331z^2 + 0.001919z + 0.000465}{z^6 - 0.6723z^5 - 0.5794z^4 - 0.04808z^3 - 0.1194z^2 + 0.2658z + 0.1583}$$



Graf 2.6: Graf odozvy modelu neznámeho systému a nameraného výstupu systému pre pokus č. 5, kde y je pôvodný výstup systému a y_s je výstupom simulácie modelu.

Na priebehu grafu odozvy identifikovaného modelu na vstupný signál $U = 4$ [V] vidíme, že **pri vyšších rádoch čitateľa a menovateľa prenosovej funkcie, dochádza ku prekmitu výstupnej veličiny.**

2.4 Vyhodnotenie

Na základe výsledných grafov priebehov identifikovaných modelov neznámeho systému môžeme konštatovať, že **model**, ktorý bol výsledkom **štvrtého pokusu najlepšie modeluje dynamiku systému** v danom pracovnom bode

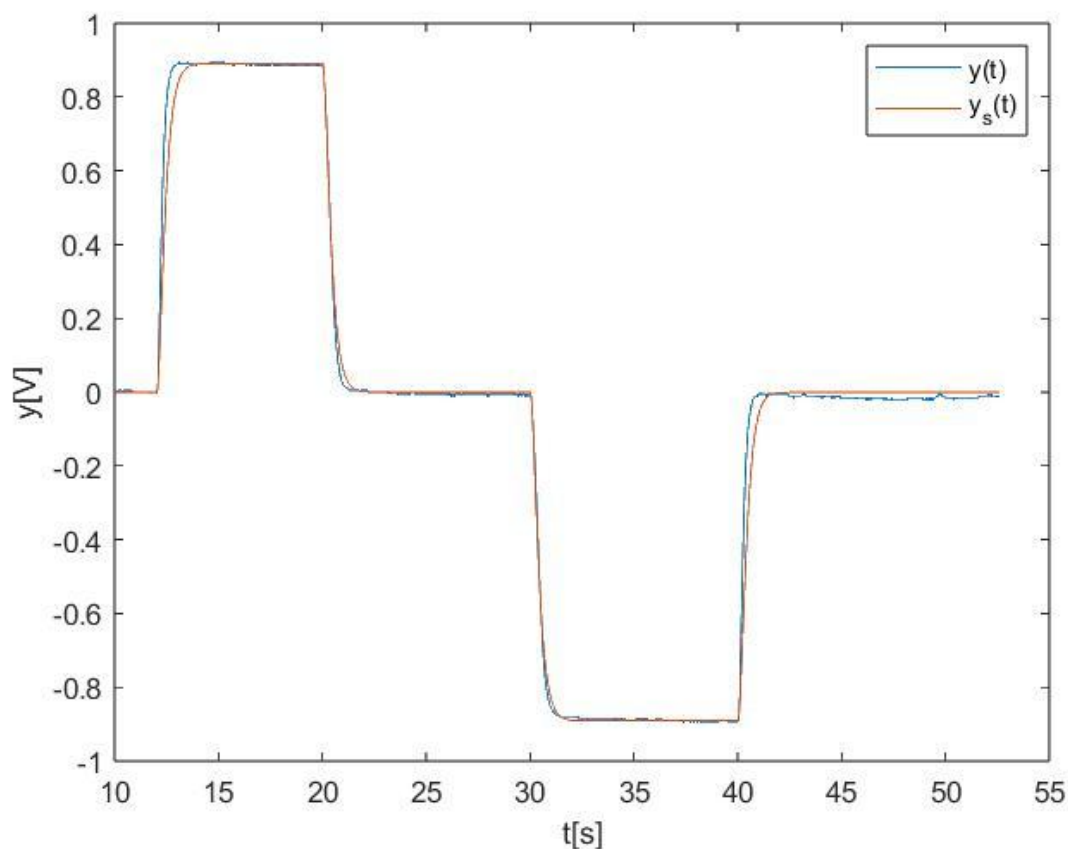
3. Preverenie najlepšieho modelu

Schopnosť najlepšieho identifikovaného modelu modelovať dynamický systém ešte **overíme pre odlišný pracovný bod**. Vyhodnotenie schopnosti výsledného identifikovaného modelu modelovať dynamiku systému taktiež vyhodnotíme graficky porovnaním s odozvou reálneho systému.

V tomto prípade sme **hodnotu vstupného napätia** systému skokovo **zmenili na 5 [V]**. Ustálenú hodnotu otáčok systému Y_0 [V] sme potom rovnako, ako v prvom kroku odčítali z grafu priebehu odozvy systému na skokovú zmenu vstupného napätia.

Ustálené hodnoty veličín v pracovnom bode:

- $U_0 = 5$ [V]
- $Y_0 = 8.7793$ [V]



Graf 3.1: Graf odozvy najlepšieho modelu neznámeho systému a nameraného výstupu systému, kde y je pôvodný výstup systému a y_s je výstupom simulácie modelu

Záver

Na základe výsledného grafu odozvy identifikovaného modelu v pracovnom bode pri $U_0 = 5 [V]$ vidíme, že **systém** v tomto pracovnom bode **oveľa lepšie modeluje dynamiku neznámeho systému**, ako modely zhotovené v pracovnom bode pri $U_0 = 4 [V]$.