

Identifikácia servosystému

Cvičenie č. 7

Spojité procesy

Filip Lobpreis
Matúš Machata
23. apríla 2023

Obsah

1	Zadanie	1
2	Teória	2
3	Úloha 1	3
4	Úloha 2	4
4.1	Prvá identifikácia	5
4.2	Druhá identifikácia	6
4.3	Tretia identifikácia	7
4.4	Štvrtá identifikácia	8
4.5	Piata identifikácia	9
5	Úloha 3	10
6	Záver	11

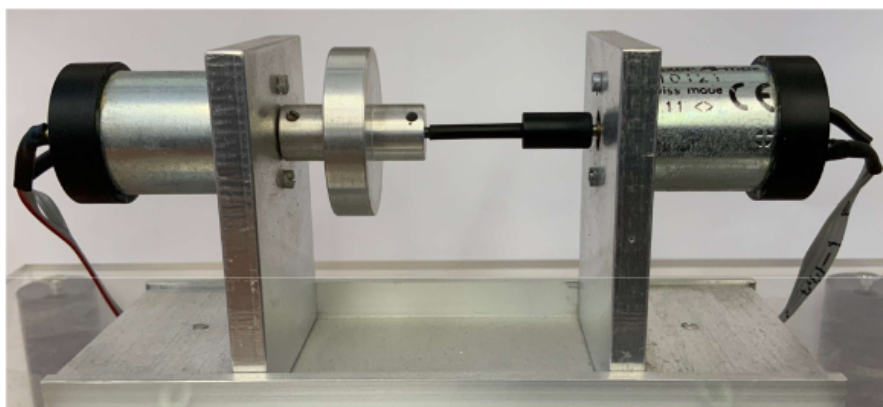
1 Zadanie

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

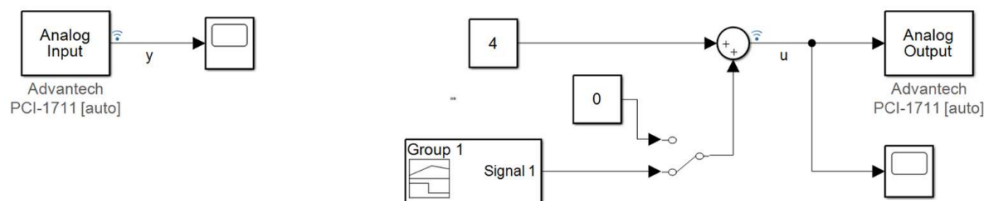
Úlohy:

1. Nájdite ustálenú hodnotu otáčok Y_0 [V] pri skoku vstupného napätia na hodnotu $U_0=4$ V (pracovný bod).
2. Identifikujte diskretnú prenosovú funkciu v okolí pracovného bodu $[U_0, Y_0]$ 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.

Obr. 1: Zadaná z cvičenia č. 7 z predmetu spojené procesy.

2 Teória

Zadanie č. 7 sa zaoberá identifikáciou servosystému v predurčenom pracovnom bode U_0 .



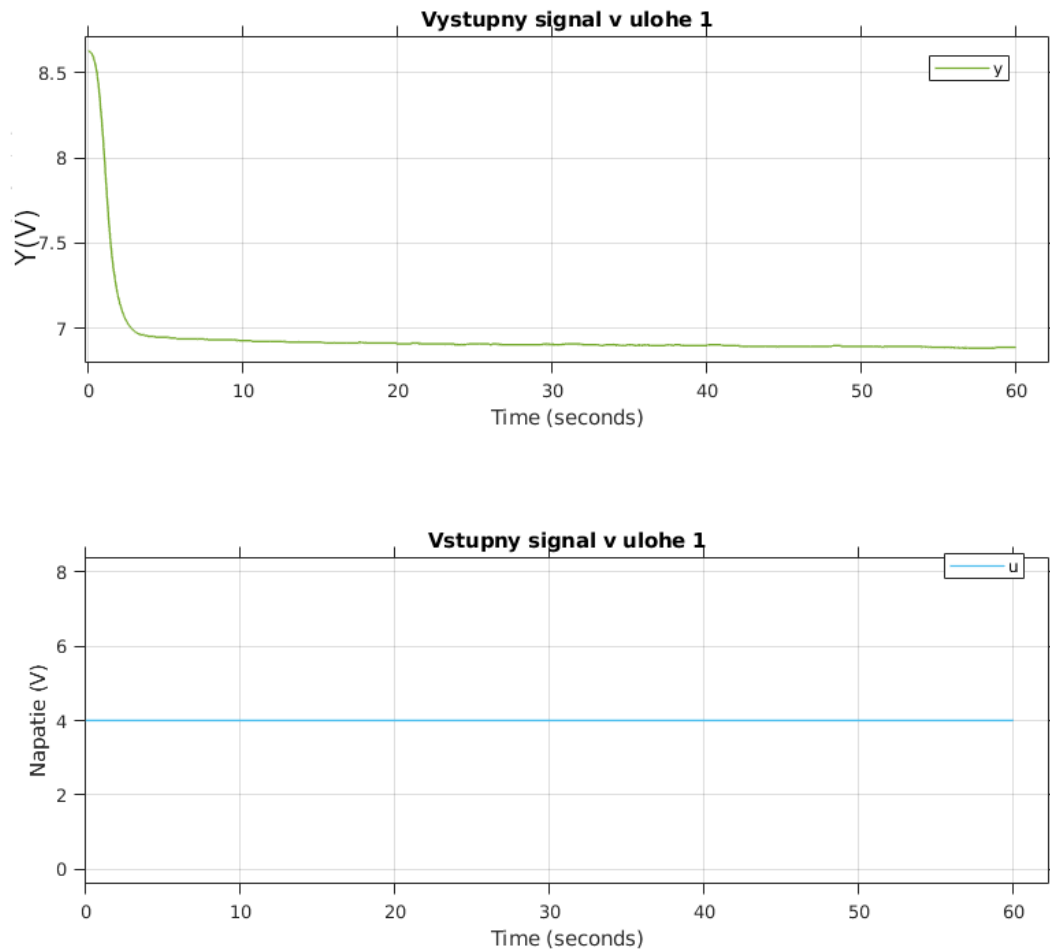
Obr. 2: Schéma zapojenia vstupu servosystému.

Ako prvú vec si potrebujeme určiť hodnotu otáčok v pracovnom bode. Ten máme preddefinovaný na 4V. Ako druhú vec budeme zisťovať prenosovú funkciu, ktorá čo najpresnejšie opisuje nameraný graf. Vstupný signál pre druhú úlohu vidíme na obrázku.

3 Úloha 1

Našou prvou úlohou ako už bolo spomenuté v 2 je nájsť pracovný bod. Predpísanú vstupnú hodnotu máme $U_0 = 4V$. Tuto hodnotu sme mali už prednastavenú v simulácii 2. Simuláciu sme preto spustili a odčítali sme ustálenú hodnotu z grafu. Vstupný a výstupný signál je zaznamenávaný s periódou vzorkovania 0.01s.

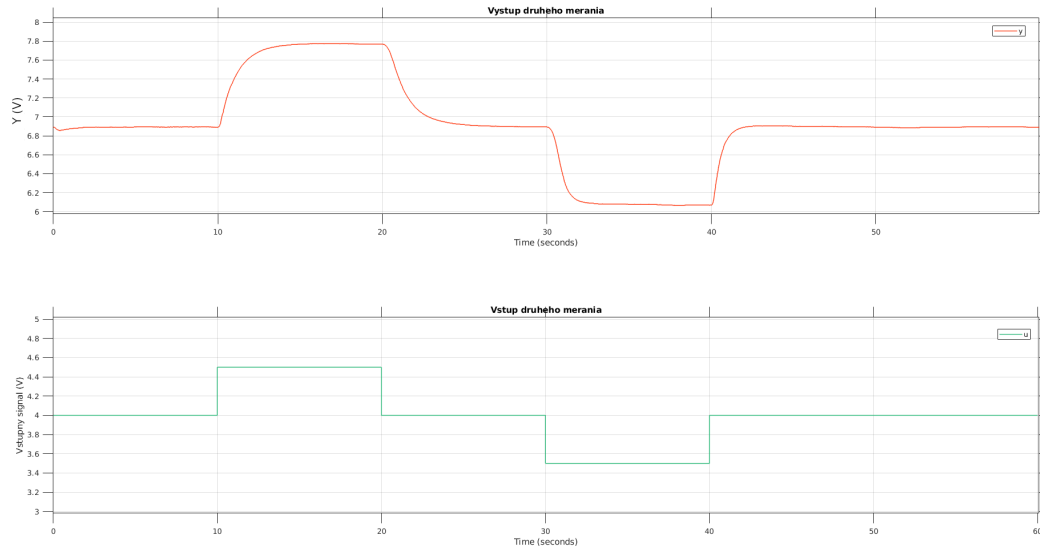
Pri vstupe $U_0 = 4V$ sme dostali na výstupe rýchlosť otáčok $Y_0 = 6,8986$. Vstupný signál vidíme na obrázku Obr. 3



Obr. 3: Vstupný a výstupný signál prvej úlohy.

4 Úloha 2

Na začiatku druhej úlohy sme museli v schéme prepnúť prepínač vstupného konštantného signálu na obdĺžnikový signál, ktorý sa pohybuje v okolí pracovného bodu 4V s amplitúdou 0.5V (Obr. 4). Perióda zmeny signálu je 10s. Podobne ako v prvej úlohe, perióda vzorkovania vstupného a výstupného signálu je 0.01s.



Obr. 4: Graf vstupného signálu do servosystému v úlohe 2.

Identifikácia sa v simulačnom prostredí MATLAB vykonáva pomocou funkcie **arx**. Vstupne parametre tejto funkcie sú:

- matica vzorkovaných vstupno výstupných údajov
- vektor rádov
 - čitateľa n_a
 - menovateľa n_b
 - dopravného oneskorenia n_k

Aby sme zistili, ktorá identifikácia vychádza najlepšie. Počítame si sumu kvadrátu odchýliek medzi nameranou hodnotou a simulovanou hodnotou. Na výpočet používame nasledovný vzťah:

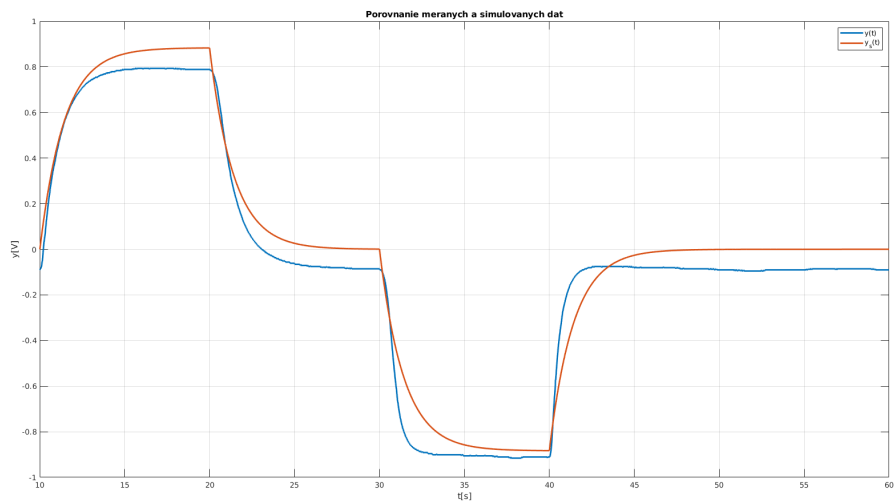
$$e = \sum_{i=0}^{i=N} (y_i - y_{si})^2 \quad (1)$$

kde N je počet nameraných dát, y sú merané dáta a y_s sú simulované dáta.

4.1 Prvá identifikácia

Vstupné parametre rádoŧ navrhovanej prenosovej funkcie sú:

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



Obr. 5: Prvá identifikácia v úlohe 2.

Výsledná prenosová funkcia je:

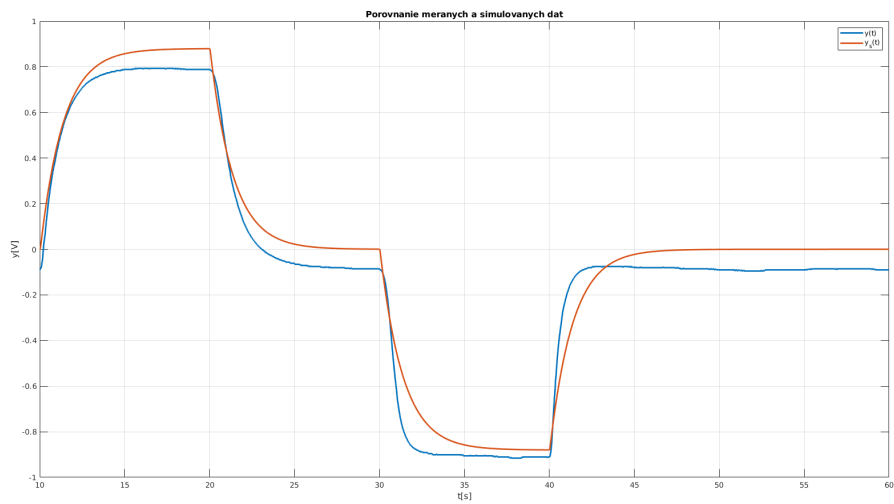
$$G_1(z) = \frac{0.01239}{z - 0.993} \quad (2)$$

Odchýlka nám vyšla $e = 40,0690$

4.2 Druhá identifikácia

Vstupné parametre rádoov navrhovanej prenosovej funkcie sú:

$$\begin{aligned}n_a &= 3; \\n_b &= 3; \\n_k &= 1;\end{aligned}$$



Obr. 6: Druhá identifikácia v úlohe 2.

Výsledná prenosová funkcia je:

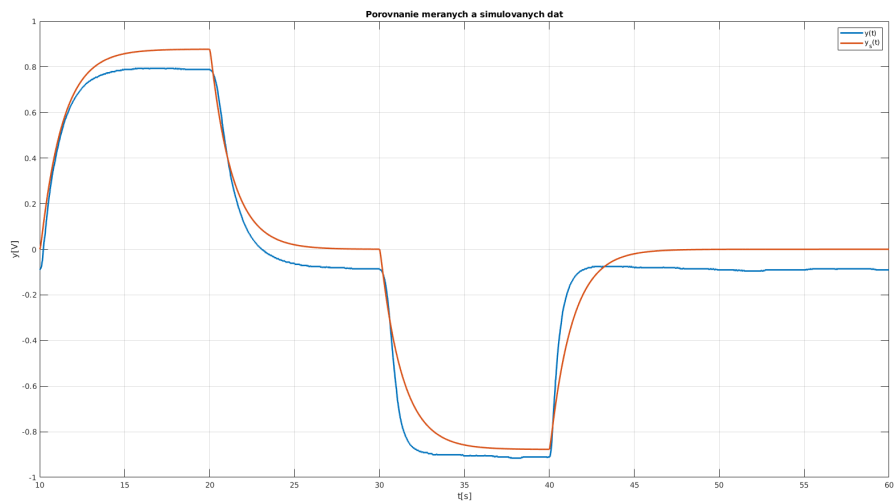
$$G_2(z) = \frac{0.0004583z^2 + 0.003255z + 0.004532}{z^3 - 1.026z^2 - 0.2949z + 0.3258} \quad (3)$$

Odchýlka nám vyšla $e = 38,2633$

4.3 Tretia identifikácia

Vstupné parametre rádov navrhovanej prenosovej funkcie sú:

$$\begin{aligned}n_a &= 4; \\n_b &= 1; \\n_k &= 1;\end{aligned}$$



Obr. 7: Tretia identifikácia v úlohe 2.

Výsledná prenosová funkcia je:

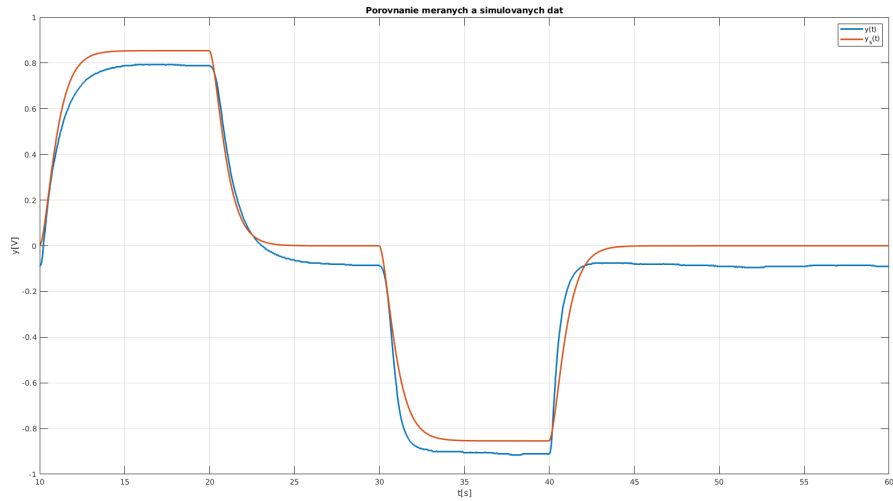
$$G_3(z) = \frac{0.005763}{z^4 - 0.9211z^3 - 0.387z^2 - 0.009722z + 0.3212} \quad (4)$$

Odchýlka nám vyšla $e = 36,7178$.

4.4 Štvrtá identifikácia

Vstupné parametre rádov navrhovanej prenosovej funkcie sú:

$$\begin{aligned} n_a &= 8; \\ n_b &= 1; \\ n_k &= 1; \end{aligned}$$



Obr. 8: Štvrtá identifikácia v úlohe 2.

Výsledná prenosová funkcia je:

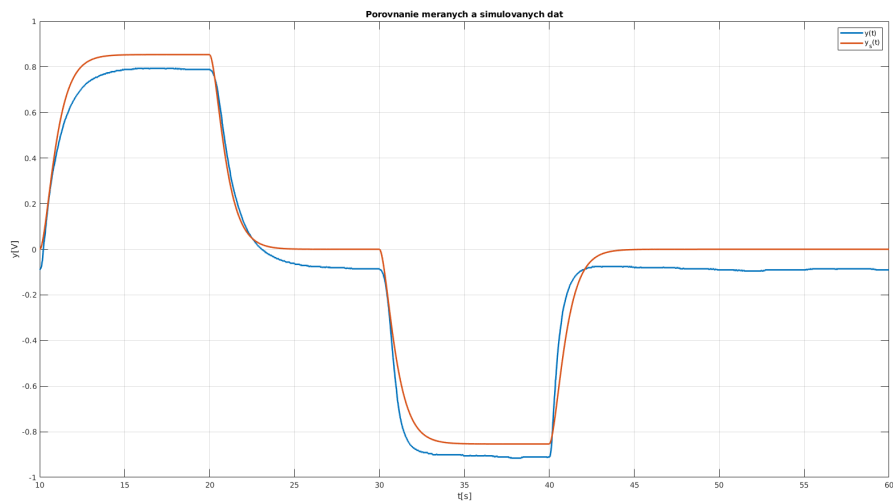
$$G_4(z) = \frac{0.003601}{z^8 - 0.6473z^7 - 0.3345z^6 - 0.1646z^5 - 0.1028z^4 - 0.05178z^3 + 0.04753z^2 + 0.07217z + 0.1834} \quad (5)$$

Odchýlka nám vyšla $e = 30,3087$.

4.5 Piata identifikácia

Vstupné parametre rádoov navrhovanej prenosovej funkcie sú:

na = 8;
nb = 5;
nk = 1;



Obr. 9: Piata identifikácia v úlohe 2.

Výsledná prenosová funkcia je:

$$G_5(z) = \frac{0.0001377z^4 + 0.003255z^3 - 0.002104z^2 + 0.002169z + 0.0003051}{z^8 - 0.6464z^7 - 0.3338z^6 - 0.1644z^5 - 0.103z^4 - 0.05215z^3 + 0.0471z^2 + 0.07177z + 0.1831} \quad (6)$$

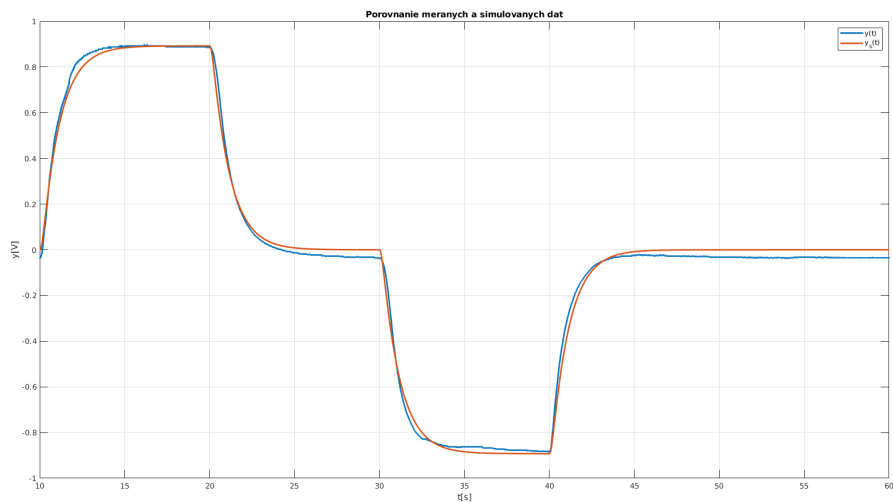
Odchýlka nám vyšla $e = 30,3875$.

5 Úloha 3

Našou tretou úlohou je zobrať prenosovú funkciu, ktorá najlepšie opisovala namerané dáta a zistiť, ako dobre opisuje iný tvar vstupného signálu. Ako je navrhované v zadaní, zmenili sme hodnotu, okolo ktorej sa pohybuje vstupný signál. Túto hodnotu sme zvýšili zo 4V na 5V.

Ustálené hodnoty vstupného signálu sú:

- $U_0 = 5V$
- $Y_0 = 8.6813$



Obr. 10: Identifikácia v úlohe 3 s iným tvarom vstupného signálu.

Ako môžeme vidieť na obrázku Obr. 10, identifikácia sa nám podarila presnejšie, ako pri samotných meraniach. Odchýlka nám vyšla $e = 4,3227$.

6 Záver

Na základe porovnania simulovaného a meraného systému vieme z grafov skonštatovať, že simulovaná prenosová funkcia lepšie opisuje výsledný graf vo vyššom pracovnom bode $U_0 = 5V$ ako v pracovnom bode $U_0 = 4V$, kde bola funkcia navrhnutá.