

Technická univerzita v Košiciach
Fakulta elektrotechniky a informatiky
Katedra elektrotechniky a mechatroniky

FUZZY MODEL SYSTÉMU

Zadanie č. 2 z predmetu Nelineárne elektromechanické systémy

Košice, 2023
Bc. Ivan Zeman

Zadanie

Zadanie typ A

Zostavte a overte fuzzy model systému popísaného stavovým popisom maticami A,B,C pre časový interval $\langle 0, 20s \rangle$:

$$\mathbf{A} = \begin{array}{|c|c|} \hline 0 & a_{12} \\ \hline -a_{21} & -a_{22} \\ \hline \end{array}$$

$$\mathbf{B} = \begin{array}{|c|c|} \hline b_{11} & 0 \\ \hline -b_{21} & b_{22} \\ \hline \end{array}$$

$$\mathbf{C} = \begin{array}{|c|c|} \hline 1 & 1 \\ \hline 0 & 1 \\ \hline \end{array}$$

Parametre zadania A9:

$$\mathbf{A} = \begin{array}{|c|c|} \hline 0 & 9 \\ \hline -8 & -4 \\ \hline \end{array}$$

$$\mathbf{B} = \begin{array}{|c|c|} \hline 13 & 0 \\ \hline -17 & -6 \\ \hline \end{array}$$

$$\mathbf{C} = \begin{array}{|c|c|} \hline 1 & 1 \\ \hline 0 & 1 \\ \hline \end{array}$$

Vypracovanie

1. Bloková schéma zo stavového popisu

V prvom kroku zapíšeme zadané matice stavového popisu systému do všeobecného tvaru stavového popisu (1,2) a zároveň, v programe MATLAB Simulink, do bloku s názvom *State Space*.

$$\begin{bmatrix} \dot{x}_1 \\ \dot{x}_2 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0 & 9 \\ -8 & -4 \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} x_1 \\ x_2 \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} 13 & 0 \\ -17 & -6 \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} u_1 \\ u_2 \end{bmatrix} \quad (1)$$

$$\begin{bmatrix} y_1 \\ y_2 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1 & 1 \\ 0 & 1 \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} x_1 \\ x_2 \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} 0 & 0 \\ 0 & 0 \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} u_1 \\ u_2 \end{bmatrix} \quad (2)$$

Daný stavový popis systému vyjadríme rovnicami:

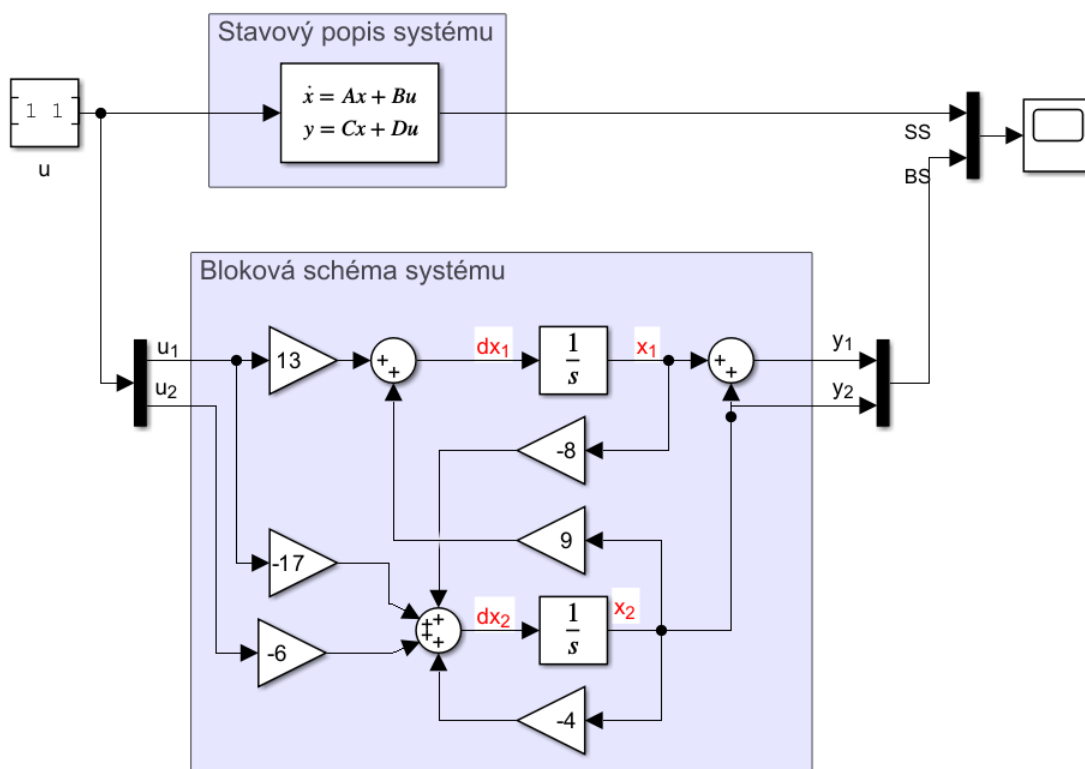
$$\dot{x}_1 = 9x_2 + 13u_1 \quad (3)$$

$$\dot{x}_2 = -8x_1 - 4x_2 - 17u_1 - 6u_2 \quad (4)$$

$$y_1 = x_1 + x_2 \quad (5)$$

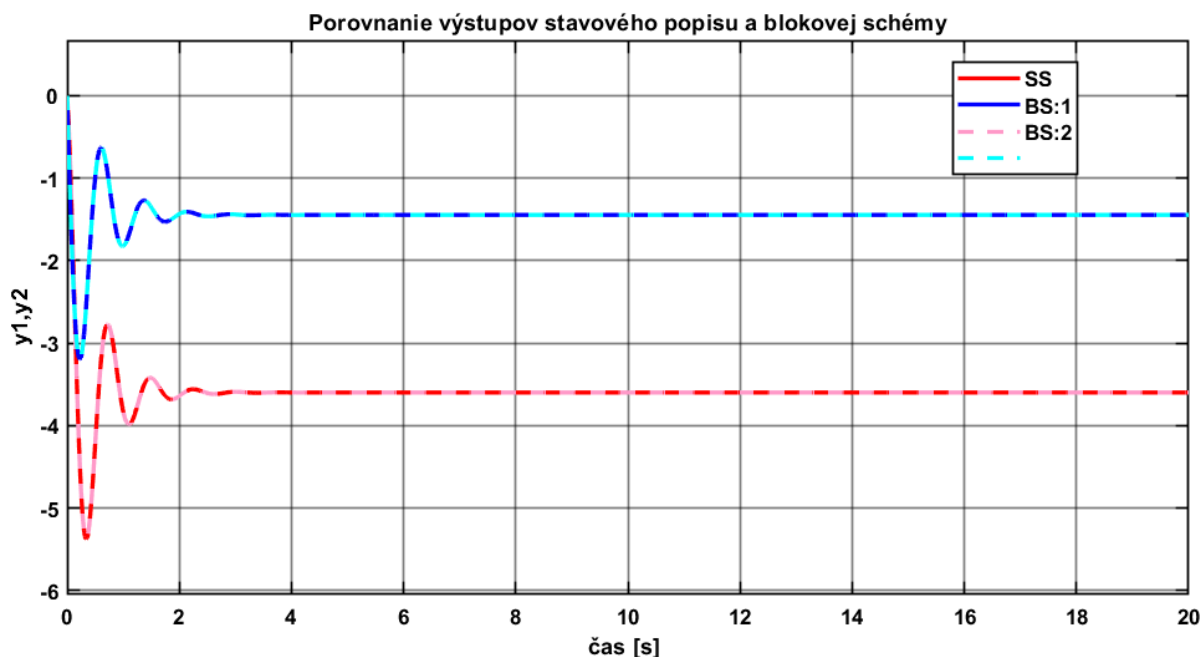
$$y_2 = x_2 \quad (6)$$

Na základe rovníc (3-6) zostavíme blokovú schému systému (obr.1).



Obr. 1 – Stavový popis systému a bloková schéma systému
(ZEMAN_Fuzzy_model_A9_NES_2.slx)

Na osciloskope kontrolujeme zhodnosť výstupov stavového popisu a blokovej schémy (obr.2).

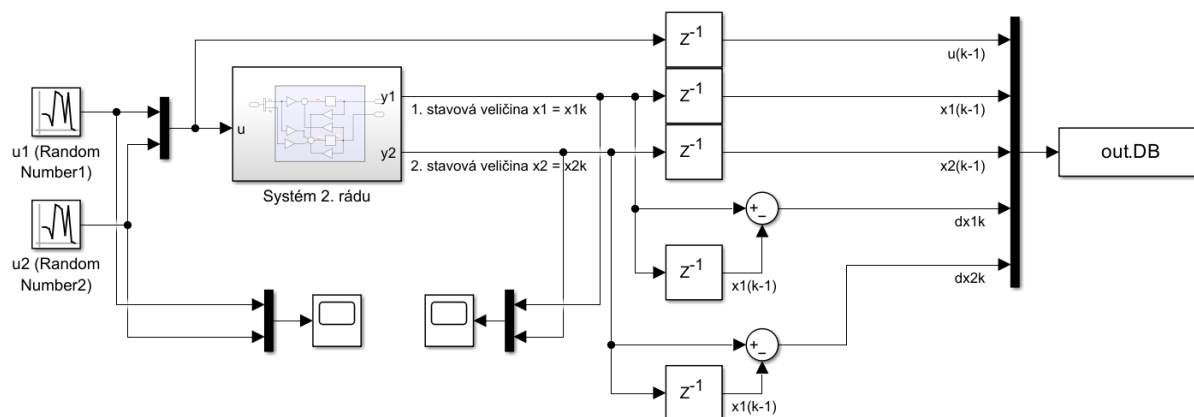


Obr. 2 Porovnanie výstupov stavového popisu a blokovej schémy systému (ZEMAN_Fuzzy_model_A9_NES_2.slx)

Na základe zobrazených priebehov môžeme konštatovať, že vytvorená bloková schéma je zhodná so stavovým popisom systému.

2. Vytvorenie databázy vstupných a výstupných údajov

V ďalšom kroku vytvoríme simulačnú schému pre získanie databázy vstupných a výstupných údajov na perióde $<0,20s>$ (obr.3), pričom dobu vzorkovania určíme v blokoch *Delay* na 10ms.



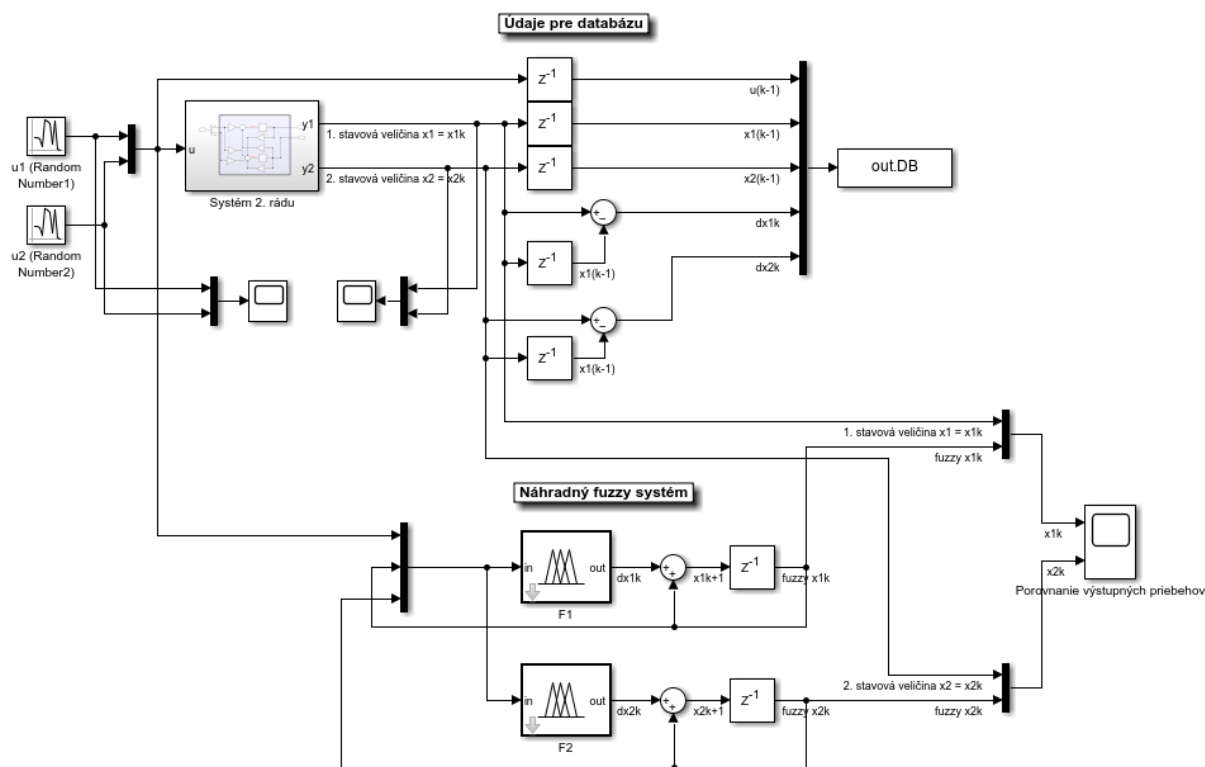
Obr. 3 Simulačná schéma pre získanie databázy vstupných a výstupných údajov (ZEMAN_Fuzzy_model_A9_NES_2.slx)

Ako zdroj vstupného signálu použijeme náhodne vygenerované signály v blokoch *Random Number* s frekvenciou zmeny signálu 4 sekundy.

Získané údaje použijeme pre natrénovanie náhradného fuzzy systému, prostredníctvom aplikácie *Neuro-fuzzy Designer*. Pre trénovanie nastavíme 4 funkcie príslušnosti typu *gaussmf* a 100 epoch.

3. Náhradný fuzzy systém

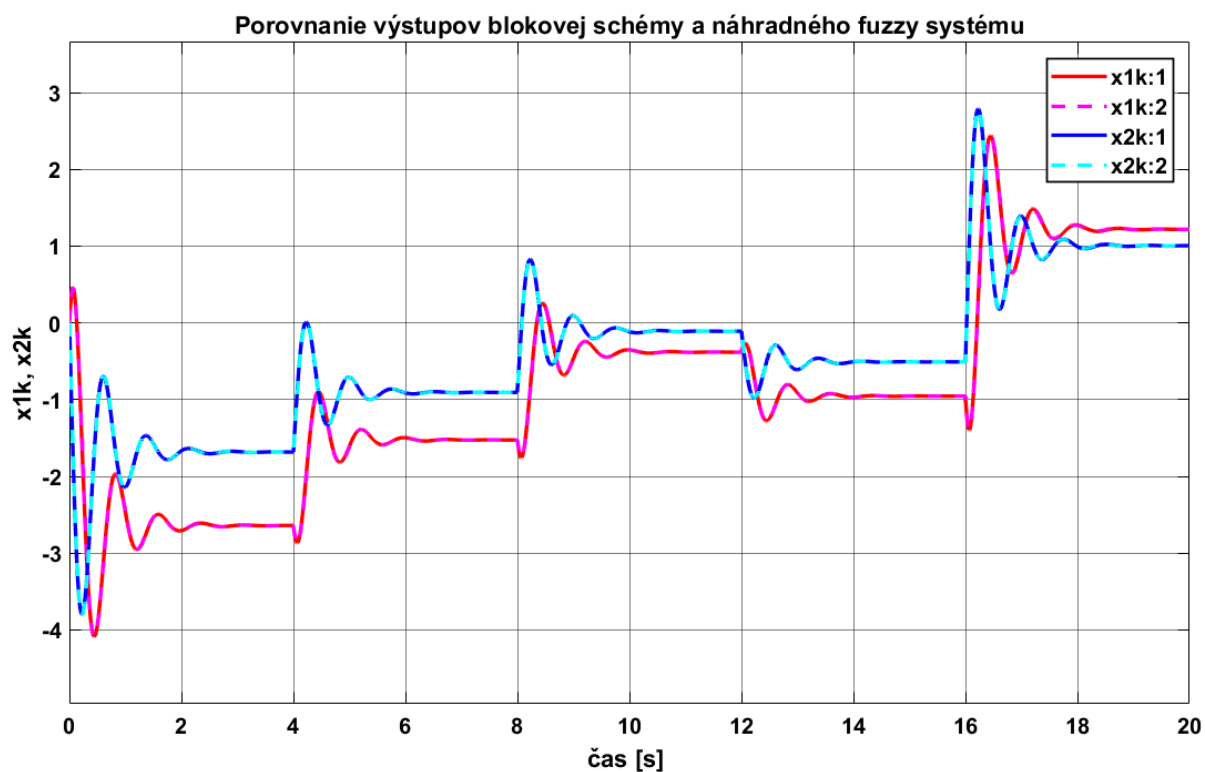
Podľa poznatkov z teórie doplníme predchádzajúcu simulačnú schému o náhradný fuzzy systém (obr. 4).



Obr. 4 Simulačná schéma s náhradným fuzzy systémom (ZEMAN_Fuzzy_model_A9_NES_2.slx)

V blokoch *Fuzzy Inference System* (F1, F2) použijeme dáta získané z aplikácie *Neuro-fuzzy Designer*.

Na osciloskope kontrolujeme zhodnosť výstupov systému vyjadreného blokovou schémou a náhradným fuzzy systémom (obr.5).



Obr. 5 Porovnanie výstupov blokovej schémy a náhradného fuzzy systému
(ZEMAN_Fuzzy_model_A9_NES_2.slx)

Na základe zobrazených priebehov môžeme konštatovať, že náhradný fuzzy systém je zhodný so zadaným systémom vyjadreným blokovou schémou.

Záver

Cieľom zadania bolo zostaviť a overiť náhradný fuzzy model systému vyjadreného maticami stavového popisu na intervale $\langle 0, 20 \text{s} \rangle$. Pre získanie databázy vstupných a výstupných údajov sme použili simulačnú schému s blokovou schémou daného systému. Získanú databázu údajov sme ďalej použili na natrénovanie náhradného fuzzy systému, prostredníctvom aplikácie *Neuro-fuzzy Designer*. Údaje získané z tejto aplikácie sme použili v náhradnom fuzzy systéme, v blokoch *Fuzzy Inference System*. Zhodnosť zadaného systému, vyjadreného blokovou schémou, s náhradným fuzzy systémom, sme skontrolovali na osciloskope, vďaka čomu sme usúdili, že obidva systémy sú zhodné.