

# Domácí úkol ARI 03

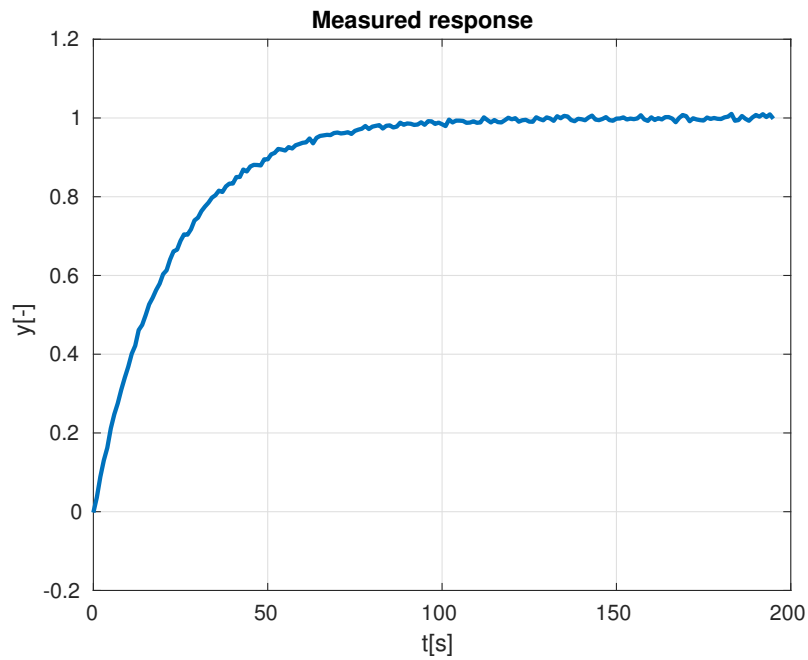
Ladislav Štefka

8. března 2018

## Úkol 1 Systém prvního řádu

Nejdříve vygeneruji vlastní zadání podle data narození.

```
y= hw_3a_std(02, 02, 97)
```



Obrázek 1: Vygenerovaná odezva mé funkce

Pro model systému hledám přenosovou funkci ve tvaru

$$F(s) = \frac{k}{1 + Ts}. \quad (1)$$

Jedná se o systém prvního řádu, pro jehož odezvu na skok platí

$$y(t) = k(1 - e^{-\frac{t}{T}}). \quad (2)$$

Konstantu zesílení  $k$  poté mohu pro jednotkový skok jednoduše určit jako

$$k = y(t \rightarrow \infty) \quad (3)$$

a časovou konstantu mohu určit z rovnice

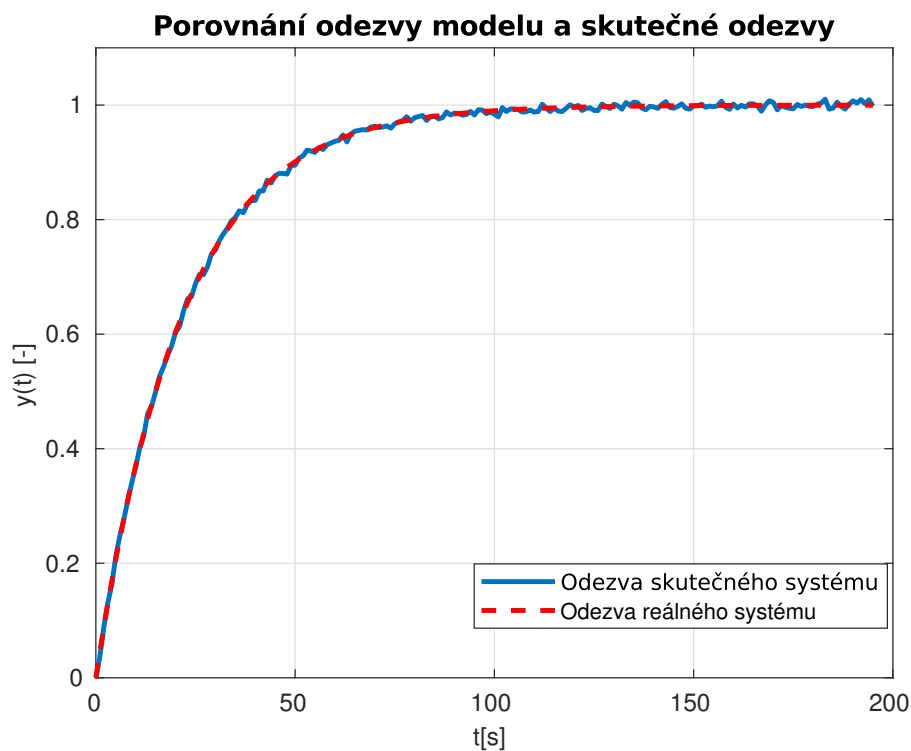
$$y(T) = \mathcal{L}^{-1} \left\{ F(s) \frac{1}{s} \right\} = k(1 - e^{-\frac{T}{T}}) = 0.63k. \quad (4)$$

- Konstantu zesílení určím rovnou z grafu  $k = 1$ .
- Časovou konstantu určím za pomoci Matlabu, kde jsem převzal data z vykresleného grafu a pomocí funkce `interp1()` našel nejbližší hodnotu, která odpovídala 63%  $k$ .  $T = 21.61s$

```
graph = get(gca, 'Children');
x = get(graph, 'XData');
y = get(graph, 'YData');
t = 0.63 * 1
T = interp1(y, x, t)
```

Výsledná přenosová funkce systému:

$$F(s) = \frac{1}{1 + 21.61s} \quad (5)$$

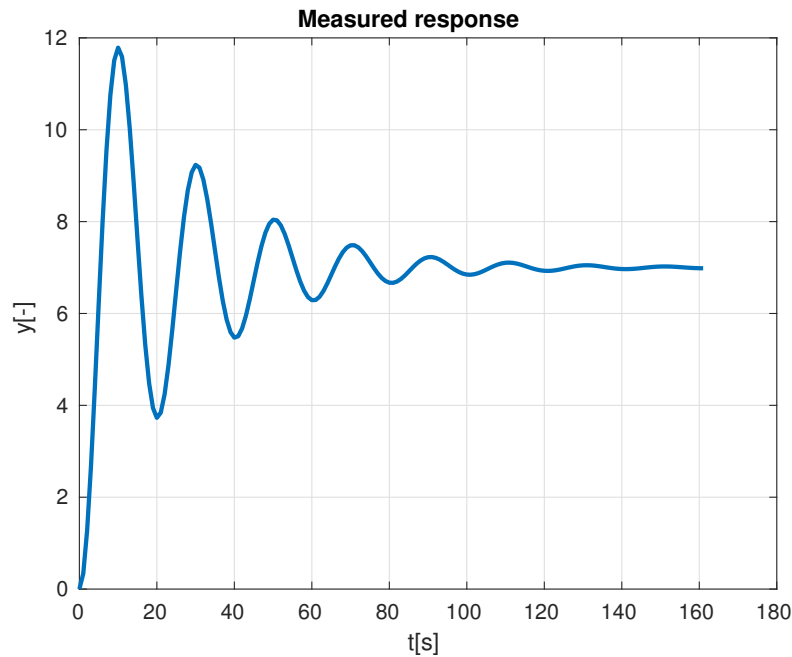


Obrázek 2: Porovnání odezvy modelu a skutečného systému

## Úkol 2 Systém druhého řádu

Vygeneruji vlastní zadání.

```
y= hw_3b_std(02, 02, 97)
```



Obrázek 3: Vygenerovaná odezva mé funkce

Pro model hledám přenosovou funkci ve tvaru

$$F(s) = k \frac{\omega_n^2}{s^2 + 2\zeta\omega_n s + \omega_n^2}. \quad (6)$$

Jedná se o systém druhého řádu, kmitavý případ bez nul.

Pro výpočet důležitých konstant, použiji vzorce, které byly uvedeny na přednášce.

$$k = y(t \leftarrow \infty) \quad (7)$$

$$\zeta = \frac{-\ln(\%OS/100)}{\sqrt{\pi^2 + \ln^2(\%OS/100)}} \quad (8)$$

$$\omega_n = \frac{4}{\zeta * T_s} \quad (9)$$

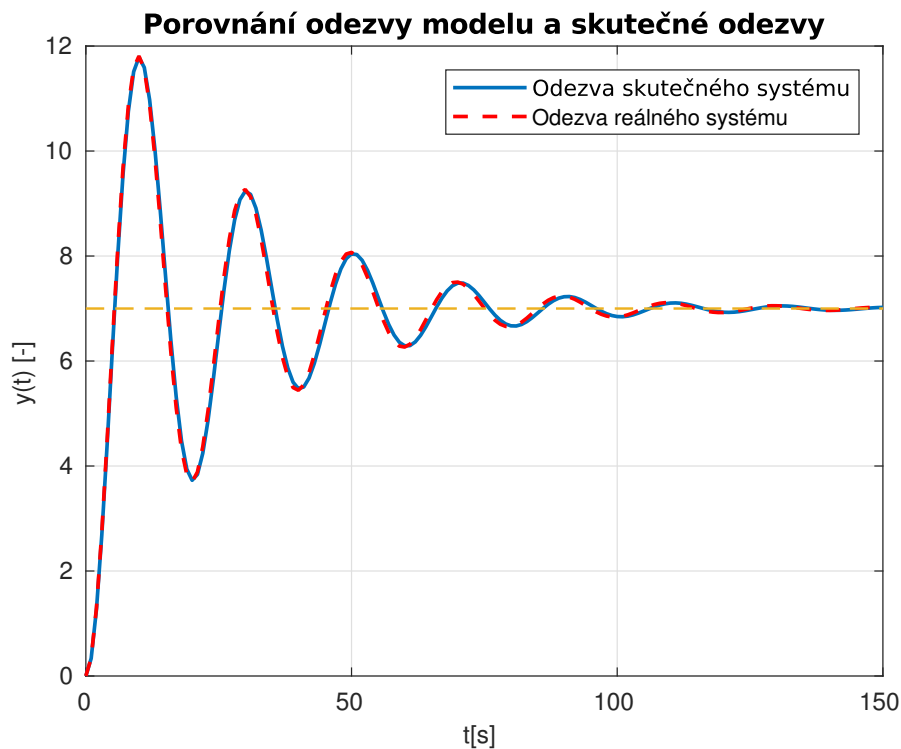
Kde  $k$  označuje konstantu zesílení,  $\zeta$  relativní tlumení,  $T_s$  dobu ustálení,  $\omega_n$  úhlovou frekvenci vlastních kmitů a  $\%OS$  překmit v procentech od ustálené hodnoty.

- Konstantu zesílení  $k$  a lze přímo odečíst z grafu  $k = 7$ .
- Pro překmit nejdříve určíme hodnotu prvního maxima, odečteme od ustálené hodnoty a vyjádříme v procentech vůči velikosti ustálené hodnoty  $\%OS = 68.5\%$ .
- Relativní tlumení dopočítáme ze vzorce (8)  $\zeta = 0.119$ .  
Výsledná hodnota leží v intervalu  $(0, 1)$ , který určuje podkritické tlumení, což koresponduje s obrázkem.
- Doba ustálení lze odečíst z grafu, kdy se hodnota výstupu pohybuje pouze v mezi tolerančního pásma  $\pm 2\%$  okolo ustálené hodnoty  $T_s = 106.2s$ .
- Úhlovou frekvenci vlastních kmitů dopočítáme ze vzorce (9)  $\omega_n = 0.317 \text{ rad/s}$ .

POZNÁMKA: Všechny určené hodnoty jsem odečítal přímo z grafu v Matlabu po několikanásobném přiblížení a použití vestavěných funkcionalit.

Výsledná přenosová funkce systému:

$$F(s) = \frac{0.707}{s^2 + 0.0754s + 0.101} \quad (10)$$



Obrázek 4: Porovnání odezvy modelu a skutečného systému

## Reference

- [1] Leslie Lamport, *LaTeX: A Document Preparation System*. Addison Wesley, Massachusetts, 2nd Edition, 1994.
- [2] LaTeXTutorials, <http://en.wikibooks.org/wiki/LaTeX/>
- [3] Studenti předmětu ARI 2011, *ARI song (videoklip)* <http://www.youtube.com/watch?v=5gDfQK7dD7c>