

Teória automatického riadenia III.

Cvičenie I, Úvod

G. Takács, G. Batista, E. Mikuláš

Ústav automatizácie, merania a aplikovanej informatiky
Strojnícka fakulta, Slovenská technická univerzita

Základné informácie

Prednášajúci:

doc. Ing. Gergely Takács PhD.
(Mýtna ul. 36, č. d. 316)
Konzultácie: Pondelok 10:00

Cvičiaci:

Ing. Erik Mikuláš
(Mýtna ul. 36, č. d. 319)

Kontakty:

gergely.takacs@stuba.sk
erik.mikulas@stuba.sk

Odporúčaná literatúra

- G. Takács and B. Rohaľ-Il'kiv. Model Predictive Vibration Control. London : Springer Verlag London, 2012. - 512 s. -ISBN 978-1-4471-2332-3
- M. Cannon. C4A Model Predictive Control. University of Oxford, 2005
- Modern Control Engineering, 5th edition, K. Ogata, Pearson 2010
- J. Maciejowski. Predictive control: with constraints. Prentice Hall, 2002
- Rossiter. Model-based predictive control: a practical approach. CRC Press, 2003
- Mathworks Inc., The Matlab Help. 1984-2013

Zadania a vedlajcie písomné previerky

- Cvičenia budú obsahova» zadania a vedlajcie písomné previerky, ktoré sú vyťažované a hodnotené
- Väčšiny zadania, t.j. 10 zadanií, majú spolu hodnotu 20 bodov
- Väčšiny vedlajcie písomné previerky, t.j. 6 previerok, majú spolu hodnotu 12 bodov
- Odovzdanie zadania je vľasy do začiatku nasledujúceho cvičenia
- Zadanie odovzdané po tomto termíne bude penalizované odpočítaním 1 bodov za každý omeškaný týždeň
- Zadanie sa odovzdáva na samostatnom papieri. Zadanie je možné odovzda» aj v elektronickej podobe (pdf)
- Na základe týchto vedlajiacich hodnotení sa bude skúqajúci predmetu rozhodova» v prípade nejednoznačného výsledku skúšky

Podmienky na absolvovanie predmetu

- Podmienkou absolvovania predmetu je 100% účasť na cvičeniach (max. 2 ospravedlnenia od lekára)
- Hodnotenie je založené na kombinácii písomných previerok a skúšky
- V priebehu semestra budú tri hlavné písomné previerky po 20 bodoch
- Termín písomných previerok je cca. v 4., 8. a zápočtovom týždni semestra
- Predmet končí skúškou, ktorá pozostáva z písomnej a ústnej skúšky s celkovým počtom bodov 30
- Výsledné hodnotenie predmetu je 0,5 krát súčet bodov z písomných previerok + počet bodov zo skúšky
- Kredity nebudú udelené študentovi, ktorého súčet bodov z písomných previerok počas semestra je menší ako 25
- Mimoriadna aktivita študenta môže byť vzatá do úvahy pri jeho bodovom hodnotení, t.j. na každom cvičení môže získať max. 1 bod za aktivitu a iniciatívu

Akademická čestnos»

- Akademická čestnos» je podmienkou cvičení
- Väetky domáce úlohy a zadania musia by» vaqou vlastnou nezávislou prácou
- Ak sa vyskytnú dve alebo viac rovnakých domáčich úloh, cvičiaci bude akceptova» iba prvú v poradí
- Cvičiaci určí podľa vlastného úsudku ktoré práce sú rovnaké
- Čo je plagiátorstvo? Plagiátorstvo je prezentovanie práce, ktorá nie je vaqa
- Môľete a ste podporovaní k diskutovaniu o stratégii rieäenia úloh, ale vaqa práca musí by» vaqa vlastná
- Kopírovanie a umoľnenie kopírovania je neakceptovateľné!

Úvod - ľahko tlmené sústavy



Krídla a rotory



Manipulátory, ramená...



Solárne panely satelitov



Vysielače, stožiare...

Úvod - aktívne tlmenie kmitania



Boeing SMART rotor



Prototyp Sikorsky X2 s aktívnym tlmením kmitania

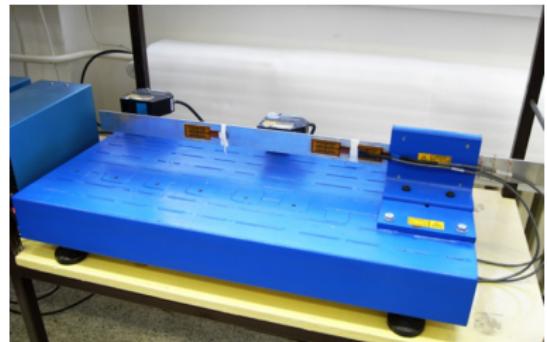


NASA F18 aktívne "aeroelastické" krídlo

Úvod - aktívne tlmenie kmitania



SMART rotor



Naše laboratórne zariadenie

Laboratórium

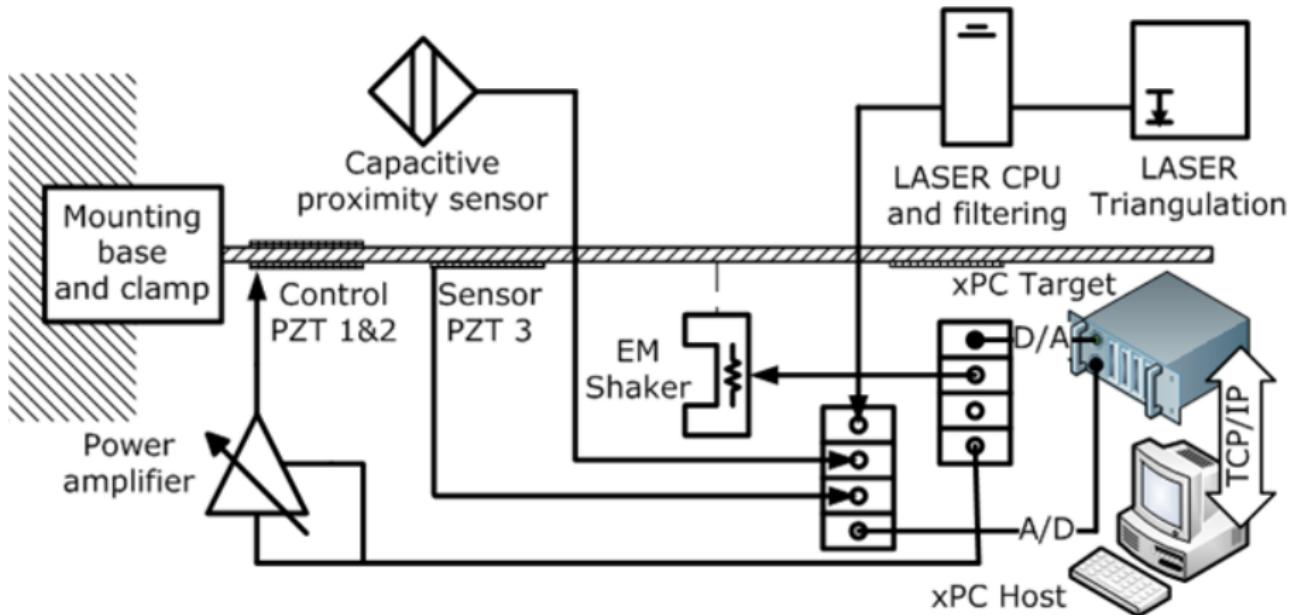
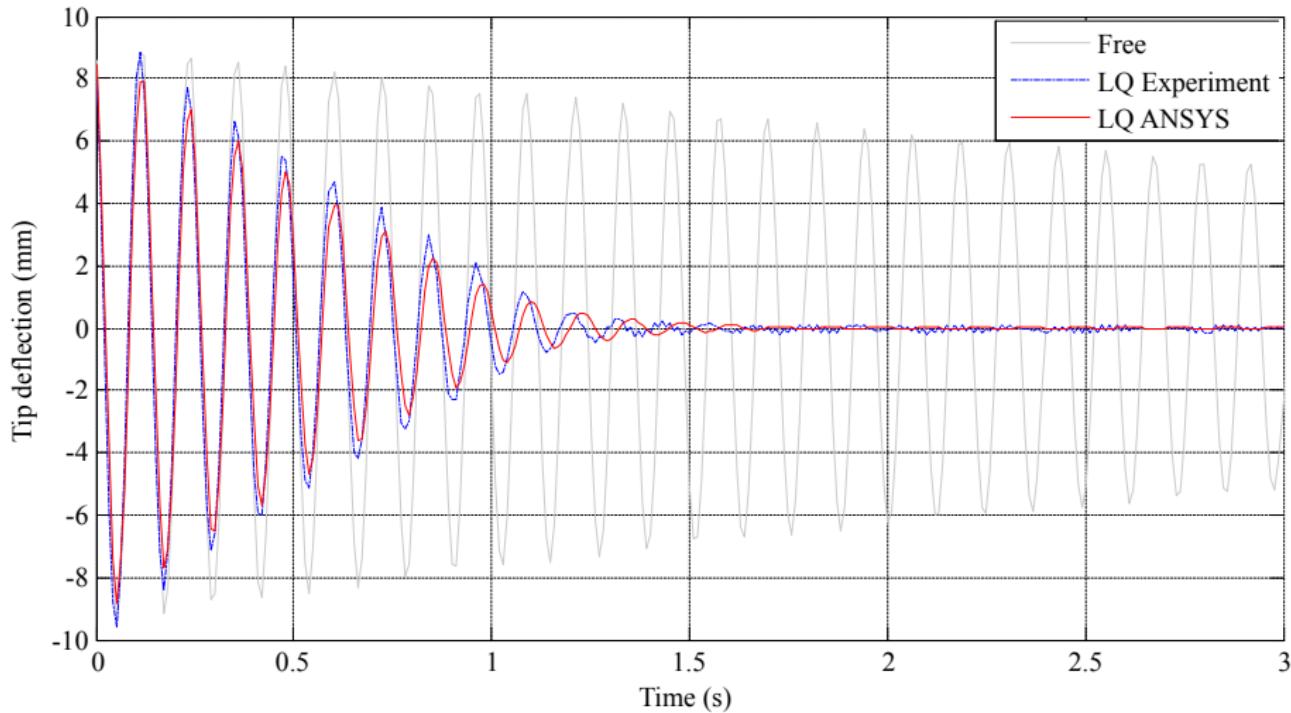
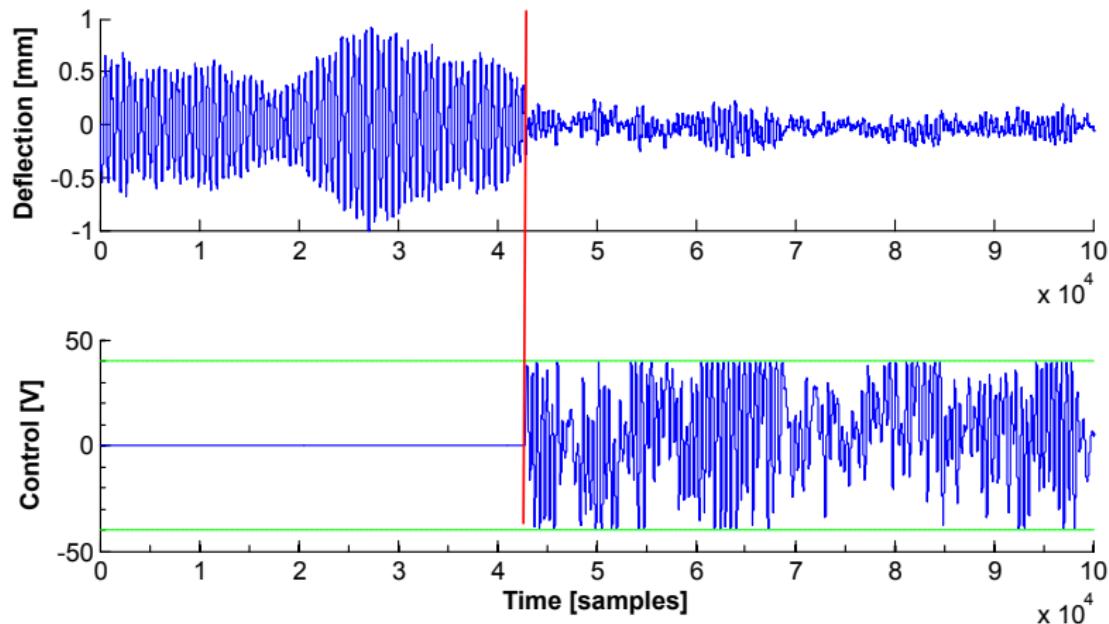


Schéma laboratórneho zariadenia

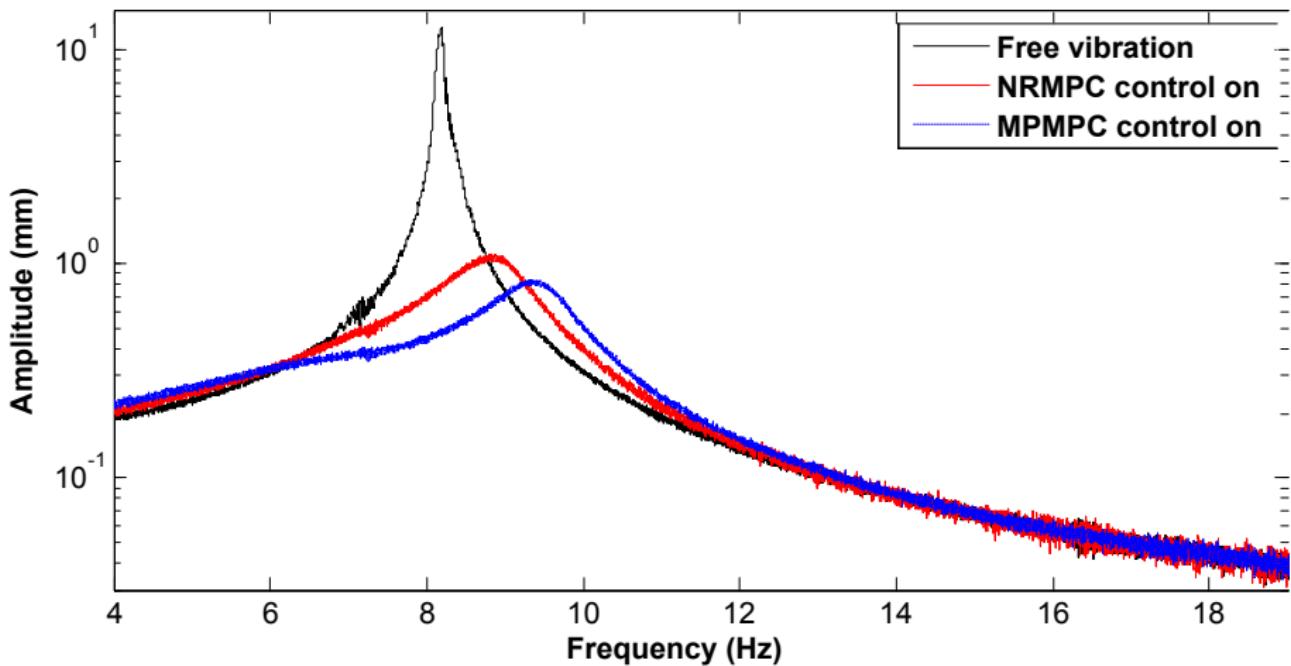
Voľné vs. riadené kmitanie



Volné vs. riadené kmitanie



Volné vs. riadené kmitanie

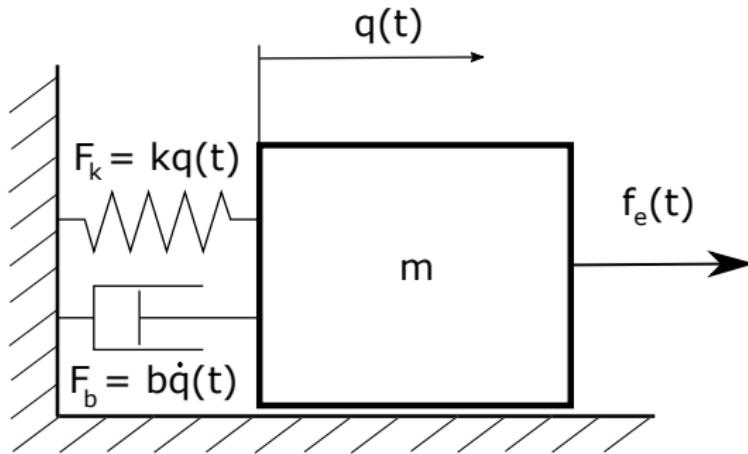


Zaujímavé videá

- Most Tacoma Narrows
- FEM simulácia
- Rezonancia vrtuľníka, MacGyver
- Rezonancia CH-47 Chinook
- Rezonancia Eurocopter

Stavový model kmitajúcej sústavy

- Aký je model dynamiky?



- $m = 0.1782 \text{ [kg]}$
- $k = 470 \text{ [N/m]}$
- $b = 0.08344 \text{ [Ns/m]}$

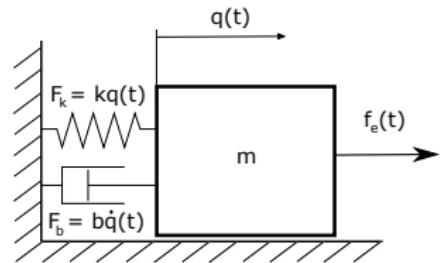
Stavový model kmitajúcej sústavy

- Aký je model dynamiky?

$$m\ddot{q}(t) + b\dot{q}(t) + kq(t) = f_e(t)$$

$$m\ddot{q}(t) = -b\dot{q}(t) - kq(t) + f_e(t)$$

$$\ddot{q}(t) = -\frac{b}{m}\dot{q}(t) - \frac{k}{m}q(t) + \frac{1}{m}f_e(t)$$



- $m = 0.1782 \text{ [kg]}$
- $k = 470 \text{ [N/m]}$
- $b = 0.08344 \text{ [Ns/m]}$

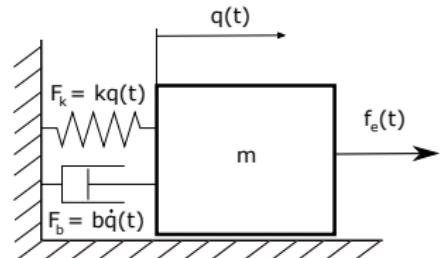
Stavový model kmitajúcej sústavy

- Aký je model dynamiky?

$$\mathbf{x}(t) = \begin{bmatrix} x_1(t) \\ x_2(t) \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} q(t) \\ \dot{q}(t) \end{bmatrix}$$

$$\dot{x}_1(t) = x_2(t)$$

$$\dot{x}_2(t) = -\frac{b}{m}x_2(t) - \frac{k}{m}x_1(t) - \frac{1}{m}f_e(t)$$



- $m = 0.1782 \text{ [kg]}$
- $k = 470 \text{ [N/m]}$
- $b = 0.08344 \text{ [Ns/m]}$

Stavový model kmitajúcej sústavy

$$\begin{bmatrix} \dot{x}_1(t) \\ \dot{x}_2(t) \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0 & 1 \\ -\frac{k}{m} & -\frac{b}{m} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} x_1(t) \\ x_2(t) \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} 0 \\ \frac{1}{m} \end{bmatrix} f_e$$

$$\dot{\mathbf{x}}(t) = \mathbf{A}\mathbf{x}(t) + \mathbf{B}\mathbf{u}(t)$$

$$\mathbf{y}(t) = \mathbf{C}\mathbf{x}(t)$$

Príklad

Nosník je votknutý na jednom konci a na druhom je voľný. Opíame tento systém ako hmotný bod na pružine a tlmiči ktorého parametre sú:

$$m = 0.1782 \text{ [kg]}$$

$$k = 470 \text{ [N/m]}$$

$$b = 0.08344 \text{ [Ns/m]}$$

- Aká je odozva systému (v otvorenej slučke) na počiatočnú výchylku 10mm, t.j. $q(0) = 0.01m$?
- Aká je odozva systému na skokovú zmenu zá»aľe o sile 1N?
- Aká je vlastná frekvencia systému?

Pomôcky

- Definujte známe parametre ($m=...$ $k=...$)
- Definujte model v stavovom priestore ($A=...$ $B=...$)
- Vytvorte objekt stavového modelu pomocou príkazu "**ss**"
- Definujte počiatočnú podmienku ($x_0=...$)
- Použite funkciu "**initial**" na vykreslenie odozvy na počiatočné podmienky
- Použite funkciu "**step**" na vykreslenie odozvy na skokovú zmenu sily
- Použite funkciu "**bode**" na vykreslenie frekvenčnej odozvy systému a nájdite na nej vlastnú frekvenciu systému

Pomôcky

