

# Organizácia predmetu

Modelovanie a riadenie systémov (ZS, ak.r. 2023/2024)

Anotácia predmetu:

Kybernetika a jej význam. Statické a dynamické vlastnosti procesov. Kybernetický model procesu. Prenosová funkcia. Prechodové charakteristiky. Frekvenčné modely procesov. Stavové modely procesov. Stabilita systémov. Riadenie procesov - základný princíp kybernetiky. Základná štruktúra regulátorov PID štruktúra. Návrh optimálnych parametrov PID regulátorov. Problémy pri implementácii PID algoritmov. Korekčné členy s fázovým predstihom a zaostávaním. Návrh parametrov korekčných členov. Vlastnosti regulačných obvodov s korekčnými členmi.

Zodpovedný za predmet: Ing. Marián Tárník, PhD.

Výsledky vzdelávania (ECTS):

Študent po absolvovaní predmetu disponuje základnými vedomosťami o modelovaní a riadení dynamických systémov z hľadiska Kybernetiky ako vednej disciplíny. Pozná lineárne dynamické systémy a nástroje na ich modelovanie a analýzu. Je schopný analyzovať základné regulačné obvody a navrhovať parametre regulátorov. Získané vedomosti a zručnosti sú nevyhnutným základom pre ďalšiu prácu v oblastiach ako teória systémov a teória riadenia.

Predmet patrí medzi povinné predmety a študent po absolvovaní získa 6 kreditov. Týždenný rozsah predmetu: prednášky: 2 h, cvičenia: 2 h

## Predmet zabezpečujú:

Ing. Marián Tárník, PhD. (prednášky, cvičenia)

## Oficiálne odkazy:

AIS: <https://is.stuba.sk/katalog/syllabus.pl?predmet=399289>

Štud. program: [https://www.fei.stuba.sk/sk/aktuality-a-informacie/studijne-programy.html?page\\_id=2570](https://www.fei.stuba.sk/sk/aktuality-a-informacie/studijne-programy.html?page_id=2570)

GitHub: <https://github.com/PracovnyBod/MRS>

## Podmienky absolvovania predmetu:

1. Aktívna účasť na vyučovacom procese.
2. Počas semestra je možné získať max. 60 bodov, pričom pre splnenie podmienok pre vykonanie skúšky je potrebných 16 bodov.
3. Je potrebná účasť na záverečnej skúške, je možné získať max. 40 bodov.

## Priebežné hodnotenie študentov počas semestra:

- Priebežná práca/účasť na cvičeniach: 12 bodov
- Vypracovanie semestrálneho referátu (zadania): 18 bodov
- Semestrálna písomka: 30 bodov, pričom:
  - Bude vopred stanovená možnosť dvoch termínov semestrálnej písomky (možnosť odmietnuť hodnotenie prvého termínu). Riadny termín semestrálnej písomky v 8. týždni, opravný termín semestrálnej písomky v 12. týždni.

### Harmonogram semestra

| Týždeň | Prednáška   | Cvičenie  |
|--------|---|---|
| 1.     | Úvodné pojmy, prvý pohľad na regulačný obvod, systémy statické a dynamické, diferenciálna rovnica - jednoduché analytické a jednoduché numerické riešenie.            | Pojem statický (odporový delič) a dynamický systém (RC filter), algebraická rovnica, diferenciálna rovnica (intuitívne), kreslenie grafov/časových závislostí vo všeobecnosti. <span style="float: right;">[1b]</span>  |
| 2.     | Dynamický systém - prevod diferenciálnej rovnice vyššieho rádu na sústavu rovníc prvého rádu, stavové veličiny. Analytické riešenie LDR - klasický postup (CHR).      | ODE solver - intuitívne vysvetlenie, realizácia vzorovej simulácie (JS motor) <span style="float: right;">[2b]</span>   |
| 3.     | Laplaceova transformácia - definícia a obrazy signálov, lineárny, časovo invariantný dynamický systém (podnety k samostatnému štúdiu).                                | Kyvadlo - zostavenie numerickej simulácie (práca v Simulinku), komentár k simulácii kyvadla, ručné kreslenie sim. schémy (kyvadlo). Riešenie LDR - klasický postup (CHR). <span style="float: right;">[2b]</span>   |
| 4.     | Stabilita dyn. sys. (fázový portrét a stabilita podľa Lyapunova). Statické vlastnosti dyn. sys. - prevodová charakteristika.  | Softvérové nástroje (doplnenie tém z predchádzajúceho): MATLAB – control toolbox, Simulink, ODE solver, Python. Semestrálny referát (konkrétne znenie zadania, odovzdanie do ... <i>presný termín bude včas určený, ale bude to cca do 11. týždňa</i> [18b]). |
| 5.     | Prenosové funkcie (opisujúce dyn. sys.) - „typy“ a vlastnosti (stupne polynómov, póly, nuly, stabilita, astatizmus, statické zosilnenie, prechodová charakteristika). | Študijné voľno 19.10.2023   |
| 6.     | <a href="#">Prenosové funkcie a vlastnosti lineárnych dynamických systémov (pokračovanie predch. prednášky), poznámky k práci na semestrálnom referáte.</a>           | Práca na zadaní (na semestrálnom referáte): Meranie prevodovej charakteristiky. <span style="float: right;">[1b]</span>   |
| 7.     | Opakovanie pred semestrálnou písomkou (časová rezerva pre dokončenie tém).  | Práca na zadaní: Meranie prevodovej charakteristiky, voľba pracovných bodov. <span style="float: right;">[1b]</span>  |

|     |   |  |      |
|-----|---|--|------|
| 8.  | Semestrálna písomka 07.11.2023<br><b>Plánuje sa:</b><br>• Rozdelenie na 2 skupiny, trvanie písomky cca 1h (jedna skupina prvú hodinu prednášky, druhá druhú). | Práca na zadaní: prechodové charakteristiky. | [1b] |
| 9.  | Pripravuje sa. . .  | Práca na zadaní: prechodové charakteristiky. | [1b] |
| 10. | Pripravuje sa. . .  | PID regulátor                                | [1b] |
| 11. | Pripravuje sa. . .  | Pripravuje sa. . .                           | [1b] |
| 12. | Opravný termín semestrálnej písomky (v druhej polovici času určeného pre prednášku) 05.12.2023.   | Pripravuje sa. . .                           | [1b] |
| 13. | Prednáška nie je v rozvrhu.   | Časová rezerva, priestor pre konzultácie.    |      |

## Odporúčaná literatúra

K. J. Åström and R. M. Murray. *Feedback Systems: An Introduction for Scientists and Engineers, Second Edition*. Princeton University Press, 2008. URL [https://fbswiki.org/wiki/index.php/Main\\_Page](https://fbswiki.org/wiki/index.php/Main_Page).

F. Golnaraghi and B. C. Kuo. *Automatic Control Systems*. John Wiley & sons, inc., 2010. URL <https://controltheorymaster.files.wordpress.com/2017/11/farid-golnaraghi-benjamin-c-kuo-automatic-control-systems.pdf>.

G.F. Franklin, J.D. Powell, and A. Emami-Naeini. *Feedback Control of Dynamic Systems*. Pearson Higher Education, Inc., 2010. URL <https://www.daslab.org/unlv/courses/00coursesUsb/labviewCourseDevelopment/labview-0X-LeadLag/Franklin%20PE%206th%20-%20textbook%20but%20perhaps%20too%20much%20-%20no%20simple%20Lag%20control%20example.pdf>.

R.C. Dorf and R.H. Bishop. *Modern Control Systems*. Pearson, 2010.

M. Garan. *Modelovanie a simulácia mechatronických systémov 2*. SPEKTRUM STU, 2020. ISBN 978-80-227-5034-9.

Pozn.: Publikáciu Garan [2020] je možné nájsť v AIS na dokumentovom serveri v priechinku:

DS / Slovenská technická univerzita v Bratislave / Študijná literatúra

## Ďalšie zdroje

- Matematika:

- <https://math.libretexts.org/Bookshelves>
- <https://www.youtube.com/playlist?list=PLZHQObOWTQDNPOjrT6KVlfJuKtYTftqH6>
- <https://web.stanford.edu/~boyd/books.html>
- <https://bvanderlei.github.io/jupyter-guide-to-linear-algebra/intro.html>
- [https://cs.wikipedia.org/wiki/Charakteristick%C3%A1\\_rovnice](https://cs.wikipedia.org/wiki/Charakteristick%C3%A1_rovnice)
- <https://www.math.sk/skripta2/node88.html>
- <http://thales.doa.fmph.uniba.sk/sleziak/texty/gyurki/diferaky/dif.pdf>
- [https://math.libretexts.org/Courses/Monroe\\_Community\\_College/MTH\\_225\\_Differential\\_Equations/9%3A\\_Linear\\_Higher\\_Order\\_Differential\\_Equations/9.2%3A\\_Higher\\_Order\\_Constant\\_Coefficient\\_Homogeneous\\_Equations](https://math.libretexts.org/Courses/Monroe_Community_College/MTH_225_Differential_Equations/9%3A_Linear_Higher_Order_Differential_Equations/9.2%3A_Higher_Order_Constant_Coefficient_Homogeneous_Equations)
- [https://www.youtube.com/watch?v=0850WBJ2ayo&ab\\_channel=3Blue1Brown](https://www.youtube.com/watch?v=0850WBJ2ayo&ab_channel=3Blue1Brown)
- [https://www.youtube.com/watch?v=7UvtU75NXTg&ab\\_channel=SteveBrunton](https://www.youtube.com/watch?v=7UvtU75NXTg&ab_channel=SteveBrunton)
- [https://www.youtube.com/watch?v=5hPD7CF0\\_54&ab\\_channel=SteveBrunton](https://www.youtube.com/watch?v=5hPD7CF0_54&ab_channel=SteveBrunton)
- [https://www.youtube.com/watch?v=iBde8qQW0h0&ab\\_channel=SteveBrunton](https://www.youtube.com/watch?v=iBde8qQW0h0&ab_channel=SteveBrunton)
- <https://ocw.mit.edu/resources/res-18-008-calculus-revisited-complex-variables-differential-equations-and-linear-algebra-fall-2011/>
- <https://ocw.mit.edu/courses/mathematics/18-03sc-differential-equations-fall-2011/index.htm>

- Softvér:

- <https://stuba.sk/matlab>
- <http://www.cds.caltech.edu/~murray/amwiki/index.php?title=Software>
- <https://scipy.org/>
- <https://jupyter.org/>
- <https://www.anaconda.com/products/distribution>
- <https://python-programming.quantecon.org/intro.html>

- MATLAB (onramp kurz):

- <https://matlabacademy.mathworks.com/details/matlab-onramp/gettingstarted>
- Control Engineering:
  - <https://www.youtube.com/user/ControlLectures/playlists>
  - <https://engineeringmedia.com/>
  - [https://www.analog.com/en/education/education-library/scientist\\_engineers\\_guide.html](https://www.analog.com/en/education/education-library/scientist_engineers_guide.html)
  - [http://matlab.fei.tuke.sk/zar/subory/literatura/Dorcak\\_TAR.pdf](http://matlab.fei.tuke.sk/zar/subory/literatura/Dorcak_TAR.pdf)
  - <https://github.com/dodekm/TeamProjektKybernetika/tree/master/Nove%20prednasky>