

# Organizácia predmetu

Modelovanie a riadenie systémov (ZS, ak.r. 2024/2025)

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)

doc. Ing. Miroslav Halás, PhD. (cvičenia)

Ing. Róbert Málík (cvičenia)

Ing. Alena Hupcejová (cvičenia)

## Oficiálne odkazy:

AIS: <https://is.stuba.sk/katalog/syllabus.pl?predmet=410421>

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	Obsah
1.	
prednáška 18.09.2024	<ul style="list-style-type: none"> <li>Úvod, podmienky absolvovania predmetu. [MRS00]</li> <li>Uzavretý regulačný obvod – motivácia.</li> <li>Pojmy: kybernetika, spätná väzba, dynamický systém, signál, parametre, diferenciálna rovnica (schéma, sústava rovníc) [MRS02]</li> </ul>
cvičenie	<ul style="list-style-type: none"> <li>Cvičenie úvodné. [MRS01] <span style="float: right;">[1b]</span></li> </ul>
2.	
prednáška 25.09.2024	<ul style="list-style-type: none"> <li>Obyčajné diferenciálne rovnice.</li> <li>Analytické riešenie diferenciálnych rovníc – metóda charakteristickej rovnice. [MRS04, KUT006]</li> </ul>
cvičenie	<ul style="list-style-type: none"> <li>Úlohy v dokumente MRS03 (cvičenie druhé): <span style="float: right;">[1b]</span> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Schematické znázornenie dynamického systému. [KUT007]</li> <li>– Rozklad na sústavu dif. rovníc prvého rádu. [KUT001]</li> <li>– Numerické riešenie diferenciálnych rovníc – Simulink. Príklad s jednosmerným motorom.</li> <li>– Numerické riešenie diferenciálnych rovníc – ODE solver (MATLAB).</li> </ul> </li> </ul>
3.	
prednáška 02.10.2024	<ul style="list-style-type: none"> <li>Laplaceova transformácia. [MRS06, KUT008, KUT009]</li> <li>Analytické riešenie diferenciálnych rovníc – využitie Laplaceovej transformácie.</li> <li>Špeciálne prípady vstup. signálu: impulzná charakteristika a prechodová charakteristika.</li> </ul>
cvičenie	<ul style="list-style-type: none"> <li>Úlohy v dokumente MRS03 (cvičenie tretie): <span style="float: right;">[2b]</span> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Analytické riešenie dif. rovníc – metóda charakteristickej rovnice (prípadne aj využitie Laplaceovej transformácie). [MRS04, KUT010]</li> <li>– Numerické riešenie dif. rovníc (Simulink alebo ODE solver v skripte). Príklad s kyvadlom. [MRS05]</li> </ul> </li> </ul>
4.	
prednáška 09.10.2024	<ul style="list-style-type: none"> <li>Prenosové funkcie. [MRS06]</li> <li>Vlastnosti systémov [MRS09] <ul style="list-style-type: none"> <li>– Prevodová charakteristika</li> <li>– Rád systému, póly a nuly</li> <li>– Stabilita</li> <li>– Astatizmus</li> <li>– Impulzná charakteristika</li> <li>– Prechodová charakteristika</li> </ul> </li> </ul>

	cvičenie	<ul style="list-style-type: none"> <li>Analytické riešenie dif. rovníc – využitie Laplaceovej transformácie (prípadne aj metóda charakteristickej rovnice). [2b] [MRS07, KUT010]</li> <li>MATLAB Control System Toolbox – tf, impulse, step (ako riešenie špecifických nehomogénnych dif. rovníc s využitím LT),</li> <li>Možné prídavky: príkazy pole, zero, pzmap a generovanie signálov v Simulinku (subknížnica sources)</li> </ul>
5.	prednáška 16.10.2024	<ul style="list-style-type: none"> <li>Prednáška nie je v rozvrhu.</li> </ul>
	cvičenie str.	<ul style="list-style-type: none"> <li>Cvičenie nie je v rozvrhu.</li> </ul>
	cvičenie ut., pia.	<ul style="list-style-type: none"> <li>Semestrálny referát – konkrétne znenie zadania [MRS08]. Odovzdanie do: (bude upresnené, cca koniec 11. týždňa) [18b]</li> <li>Práca na zadaní (na semestrálnom referáte): Meranie prevodovej charakteristiky. [1b]</li> </ul>
6.	prednáška 23.10.2024	<ul style="list-style-type: none"> <li>Prenosové funkcie a vlastnosti systémov. [MRS10]</li> </ul>
	cvičenie str.	<ul style="list-style-type: none"> <li>Semestrálny referát – konkrétne znenie zadania [MRS08]. Odovzdanie do: (bude upresnené, cca koniec 11. týždňa) [18b]</li> <li>Práca na zadaní (na semestrálnom referáte): Meranie prevodovej charakteristiky. [1b]</li> </ul>
	cvičenie ut., pia.	<ul style="list-style-type: none"> <li>Práca na zadaní: Meranie prevodovej charakteristiky, voľba pracovného bodu. [1b]</li> </ul>
7.	prednáška 30.10.2024	<ul style="list-style-type: none"> <li>Opakovanie pred semestrálnou písomkou (časová rezerva pre dokončenie tém)</li> <li>PID regulátor (úvod).</li> </ul>
	cvičenie ut.	<ul style="list-style-type: none"> <li>Práca na zadaní: Meranie prechodovej charakteristiky. [1b]</li> </ul>
	cvičenie str.	<ul style="list-style-type: none"> <li>Práca na zadaní: Meranie prevodovej charakteristiky, voľba pracovného bodu. [1b]</li> </ul>

	cvičenie pia.	sviatok	
8.	prednáška 06.11.2024	<ul style="list-style-type: none"> <li>Semestrálna písomka</li> <li><b>Plánuje sa:</b></li> <li>– Rozdelenie na 2 skupiny, trvanie písomky cca 1h (jedna skupina prvú hodinu prednášky, druhá druhú).</li> </ul>	
	cvičenie ut.	<ul style="list-style-type: none"> <li>Práca na zadaní: Meranie prechodovej charakteristiky. Určenie hodnôt parametrov systému prvého rádu.</li> </ul>	[1b]
	cvičenie str., pia.	<ul style="list-style-type: none"> <li>Práca na zadaní: Meranie prechodovej charakteristiky.</li> </ul>	[1b]
9.	prednáška 13.11.2024	<ul style="list-style-type: none"> <li>PID regulátor.</li> <li>Pripravuje sa...</li> </ul>	
	cvičenie ut.	<ul style="list-style-type: none"> <li>PID regulátor – súhrn teoretických vedomostí.</li> <li>PID regulátor – praktická časť: intuícia, nastavenie skusmo. Simulovaný riadený systém (prenosová funkcia prípadne kyvadlo).</li> </ul>	[1b]
	cvičenie str., pia.	<ul style="list-style-type: none"> <li>Práca na zadaní: Meranie prechodovej charakteristiky. Určenie hodnôt parametrov systému prvého rádu.</li> </ul>	[1b]
10.	prednáška 20.11.2024	<ul style="list-style-type: none"> <li>Návrh parametrov PID regulátora.</li> <li>Pripravuje sa...</li> </ul>	
	cvičenie ut.	<ul style="list-style-type: none"> <li>PID regulátor – riadenie reálneho systému (zo semestrálneho referátu).</li> </ul>	[1b]
	cvičenie str., pia.	<ul style="list-style-type: none"> <li>PID regulátor – súhrn teoretických vedomostí.</li> <li>PID regulátor – praktická časť: intuícia, nastavenie skusmo. Simulovaný riadený systém (prenosová funkcia prípadne kyvadlo).</li> </ul>	[1b]
11.	prednáška 27.11.2024	<ul style="list-style-type: none"> <li>Pripravuje sa...</li> </ul>	

	cvičenie ut.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Pripravuje sa...</li> </ul>
	cvičenie str., pia.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• PID regulátor – riadenie reálneho systému (zo semestrálneho referátu).</li> </ul>
12.	prednáška 04.12.2024	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Pripravuje sa...</li> </ul>
	cvičenie ut.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Časová rezerva, priestor pre konzultácie...</li> </ul>
	cvičenie str., pia.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Pripravuje sa...</li> </ul>
13.	prednáška	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Priestor pre opravný termín semestrálnej písomky...</li> </ul>
	cvičenie ut.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Cvičenie nie je v rozvrhu...</li> </ul>
	cvičenie str., pia.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Časová rezerva, priestor pre konzultácie...</li> </ul>
<p>Odhad termínu skúšky: prvý týždeň skúškového obdobia (začína 16.12.2024)</p>		

## Odporúčaná literatúra

- [1] Karl Johan Åström a Richard M. Murray. *Feedback Systems: An Introduction for Scientists and Engineers*. Princeton University Press, jan. 2020. ISBN: 978-0-691-13576-2. URL: [https://fbswiki.org/wiki/index.php/Main\\_Page](https://fbswiki.org/wiki/index.php/Main_Page).
- [2] Mikuláš Huba, Katarína Žáková a Peter Hubinský. *Teória systémov*. Dec. 2002. ISBN: SK- 80-227-1820-3. URL: [https://www.researchgate.net/profile/Mikulas-Huba-3/publication/336119804\\_Teoria\\_systemov\\_Systems'\\_Theory/links/5d8f64c092851c33e9437d34/Teoria-systemov-Systems'-Theory.pdf](https://www.researchgate.net/profile/Mikulas-Huba-3/publication/336119804_Teoria_systemov_Systems'_Theory/links/5d8f64c092851c33e9437d34/Teoria-systemov-Systems'-Theory.pdf).
- [3] Božena Mihalíková a Ivan Mojsej. *Diferenciálne rovnice*. 2012. URL: [https://umv.science.upjs.sk/analyza/texty/predmety/MAN2c/dif\\_rovnice.pdf](https://umv.science.upjs.sk/analyza/texty/predmety/MAN2c/dif_rovnice.pdf).
- [4] Farid Golnaraghi a Benjamin C. Kuo. *Automatic Control Systems*. 9th. Wiley, 2009. ISBN: 0470048964,9780470048962.

## Krátké učebné texty

Repozitár KUT na GitHub:

<https://github.com/PracovnyBod/KUT>

## Ďalšia literatúra

- [5] Shlomo Engelberg. *A mathematical introduction to control theory*. Series in electrical and computer engineering 2. Imperial College Press; Distributed by World Scientific, 2005. ISBN: 9781860945700,1-86094-570-8.
- [6] Robert H. Bishop; Richard C. Dorf. *Modern control systems*. 14. vyd. Pearson, 2022. ISBN: 9780137307258.
- [7] Abbas Emami-Naeini Gene Franklin J. Powell. *Feedback Control of Dynamic Systems (What's New in Engineering)*. 8. vyd. Pearson, 2018. ISBN: 9780134685717.
- [8] Ján Mikleš a Miroslav Fikar. *Process modelling, identification, and control*. 1. vyd. Springer, 2007. ISBN: 3540719695,9783540719694.
- [9] Stephen Boyd a Lieven Vandenbergh. *Introduction to Applied Linear Algebra: Vectors, Matrices, and Least Squares*. Cambridge University Press, 2018. ISBN: 1316518965,9781316518960. URL: <https://web.stanford.edu/~boyd/vmls/>.
- [10] Jaromír Kuben. *Obyčejné diferenciální rovnice*. 1995.
- [11] Josef Diblík et al. *Diferenciální rovnice a jejich použití v elektrotechnice*. 2010. URL: <https://www.umat.fekt.vut.cz/~svobodaz/MKC-DRE/>.
- [12] David E Edwards Charles Henry; Penney. *Elementary differential equations with boundary value problems*. 6. vyd. Pearson new international edition. Pearson Education, 2013. ISBN: 1292025336,9781292025339.

## Ďalšie zdroje

- Matematika:

- <https://math.libretexts.org/Bookshelves>
- <https://www.youtube.com/playlist?list=PLZHQB0WTQDNPOjrT6KV1fJuKtYTftqH6>
- <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=iBde8qOW0h0&ab\\_channel=SteveBrunton](https://www.youtube.com/watch?v=iBde8qOW0h0&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>