

Organizácia predmetu

Modelovanie a riadenie systémov (ZS, ak.r. 2025/2026)

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 získá 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. Denis Vasko (cvičenia)

Oficiálne odkazy:

AIS: <https://is.stuba.sk/katalog/syllabus.pl?predmet=429324>

Štud. program: 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 podmienkou pre vykonanie záverečnej skúšky je zisk aspoň 16 bodov.
3. Účasť na záverečnej skúške je nevyhnutná. Bez účasti na skúške nie je možné ukončiť predmet. Na 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, náhradný termín semestrálnej písomky v 12. týždni.

Harmonogram semestra

Týždeň	Obsah
1. prednáška 17.09.2025	<ul style="list-style-type: none"> Úvod, podmienky absolvovania predmetu. [dokument MRSoo] Uzavretý regulačný obvod – motivácia. Pojmy: kybernetika, spätná väzba, dynamický systém, signál, parametre, diferenciálna rovnica (schéma, sústava rovníc) Schematické znázornenie dynamického systému [dokument MRSoo2]
	INTRO
	<ul style="list-style-type: none"> Cvičenie úvodné. [dokument MRSoo1]
	INTRO cv1 [1b]
2. prednáška 24.09.2025	<ul style="list-style-type: none"> Obyčajné diferenciálne rovnice. Analytické riešenie diferenciálnych rovníc – metóda charakteristickej rovnice. [MRSoo4, KUToo6]
	ODR
	<ul style="list-style-type: none"> Úlohy v dokumente MRSoo3 (cvičenie druhé): <ul style="list-style-type: none"> Schematické znázornenie dynamického systému. [KUToo7] Rozklad na sústavu dif. rovníc prvého rádu. [KUToo1] Numerické riešenie diferenciálnych rovníc – Simulink. Príklad s jednosmerným motorom. Numerické riešenie diferenciálnych rovníc – ODE solver (MATLAB).
	ODR cv2 [1b]
3. prednáška 01.10.2025	<ul style="list-style-type: none"> Názorné poznámky k téme numerické riešenie dif. rovníc (numerické simulácie). [MRSoo5] Prevodová a prechodová charakteristika systému (statické a dynamické vlastnosti systému). [MRSoo6]
	NUMr, SCHPCH
	<ul style="list-style-type: none"> Úlohy v dokumente MRSoo3 (cvičenie tretie): <ul style="list-style-type: none"> Dokončenie úloh z predchádzajúceho cvičenia (ak treba). Analytické riešenie dif. rovníc – metóda charakteristickej rovnice [MRSoo4, KUToo10] Numerické riešenie dif. rovníc (Simulink alebo ODE solver v skripte). Príklad s kyvadlom.
	ODR cv3 [2b]
4. prednáška 08.10.2025	<ul style="list-style-type: none"> Prevodová a prechodová charakteristika systému (poznámky vzhľadom na semestrálne zadanie). [MRSoo6] Laplaceova transformácia, riešenie dif. rovníc s využitím LT. [MRSoo7]
	SCHPCH, LTaTF

	cvičenie		REF1:prevod1
		<ul style="list-style-type: none"> Semestrálny referát – konkrétnie znenie zadania. [MRS08] <p>Odozvanie do: (bude upresnené, cca koniec 11. týždňa) [18b]</p> <ul style="list-style-type: none"> Práca na zadaní (na semestrálnom referáte): Meranie prevodovej charakteristiky. [1b] 	
5.	prednáška 15.10.2025		LTaTF
	cvičenie	<ul style="list-style-type: none"> Riešenie diferenciálnych rovníc s využitím Laplaceovej transformácie - príklady. Prenosová funkcia. 	
	ut., str.	<ul style="list-style-type: none"> Práca na zadaní: Meranie prevodovej charakteristiky, volba pracovného bodu. [MRS08] 	REF2:prevod2 [1b]
	cvičenie	Študijné voľno 16.10.2025.	
6.	prednáška 22.10.2025		LTaTF
	cvičenie	<ul style="list-style-type: none"> Prenosová funkcia. Modelovanie systémov – vlastnosti a charakteristiky systémov 1. rádu, o. rádu a 2. rádu. 	
	ut., str.	<ul style="list-style-type: none"> Analytické riešenie dif. rovníc – využitie Laplaceovej transformácie (prípadne aj metóda charakteristickej rovnice). [MRS09, MRS07, MRS04, KUT010] MATLAB Control System Toolbox – tf, impulse, step (ako riešenie špecifických nehomogénnych dif. rovníc s využitím LT), Možné príavky: príkazy pole, zero, pzmap a generovanie signálov v Simulinku (subknižnica sources) 	ANAr via LT, DRtoLT cv6 [2b]
	cvičenie		REF2:prevod2
	št.v.	<ul style="list-style-type: none"> Práca na zadaní: Meranie prevodovej charakteristiky, volba pracovného bodu. [MRS08] 	[1b]
7.	prednáška 29.10.2025	<ul style="list-style-type: none"> Dokončenie predchádzajúcich tém a opakovanie pred semestrálnou písomkou. Úvod k tématam URO a PID regulátor. [MRS10] 	
	cvičenie		REF3:pch1
	ut., str.	<ul style="list-style-type: none"> Práca na zadaní: Meranie prechodovej charakteristiky. [MRS08] 	[1b]

			ANAr via LT, DRtoLT cv6
			<ul style="list-style-type: none"> Analytické riešenie dif. rovníc – využitie Laplaceovej transformácie (prípadne aj metóda charakteristickej rovnice). [2b] [MRS09, MRS07, MRS04, KUT010] MATLAB Control System Toolbox – tf, impulse, step (ako riešenie špecifických nehomogénnych dif. rovníc s využitím LT), Možné prídavky: príkazy pole, zero, pzmap a generovanie signálov v Simulinku (subknižnica sources)
8.	cvičenie štv. prednáška ut., str. 05.11.2025	<ul style="list-style-type: none"> Semestrálna písomka 	
	cvičenie štv. prednáška ut., str. 05.11.2025	<ul style="list-style-type: none"> Práca na zadaní: Meranie prechodovej charakteristiky. Určenie hodnôt parametrov systému prvého rádu. [1b] [MRS08] 	REF4:pch2
9.	cvičenie štv. prednáška ut., str. 12.11.2025	<ul style="list-style-type: none"> Práca na zadaní: Meranie prechodovej charakteristiky. [1b] [MRS08] 	REF3:pch1
10.	cvičenie štv. prednáška ut., str. 19.11.2025	<ul style="list-style-type: none"> URO a PID regulátor [MRS10] 	
	cvičenie štv. prednáška ut., str. 19.11.2025	<ul style="list-style-type: none"> Cvičenie deviate [MRS11] 	PID1 sim cvg [1b]
	cvičenie štv. prednáška ut., str. 19.11.2025	<ul style="list-style-type: none"> Práca na zadaní: Meranie prechodovej charakteristiky. Určenie hodnôt parametrov systému prvého rádu. [1b] [MRS08] 	REF4:pch2
	cvičenie štv. prednáška ut., str. 19.11.2025	<ul style="list-style-type: none"> URO a PID regulátor [MRS10] 	
	cvičenie štv. prednáška ut., str. 19.11.2025	18.11.2025 – vyučuje sa podľa rozvrhu na pondelok, cvičenie MRS nie je.	
	cvičenie štv. prednáška ut., str. 19.11.2025	<ul style="list-style-type: none"> Prepočítavam... 	PID2 sim/real cv10 [1b]
	cvičenie štv. prednáška ut., str. 19.11.2025	<ul style="list-style-type: none"> Cvičenie deviate [MRS11] 	PID1 sim cvg [1b]

11.	cvičenie prednáška str. 26.11.2025	<ul style="list-style-type: none"> Prepočítavam... 	PID ₃ real cv11
	cvičenie ut, štv. str.	<ul style="list-style-type: none"> Prepočítavam... 	PID ₂ sim/real cv10 [1b]
12.	cvičenie prednáška str. 03.12.2025	<ul style="list-style-type: none"> Priestor pre náhradný termín semestrálnej písomky... 	
	cvičenie ut, štv. str.	<ul style="list-style-type: none"> Časová rezerva, priestor pre konzultácie... 	
13.	cvičenie ut. str.	<ul style="list-style-type: none"> Časová rezerva, priestor pre konzultácie... <p>10.12.2025 – vyučuje sa podľa rozvrhu na štvrtok.</p> <ul style="list-style-type: none"> Časová rezerva, priestor pre konzultácie... 	PID ₃ real cv11

Odhad termínu skúšky: prvý týždeň skúškového obdobia
(začína 15.12.2025)

Odporučaná 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.
- [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.
- [3] Božena Mihalíková a Ivan Mojsej. *Diferenciálne rovnice*. 2012. URL: 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.

Krátke učebné texty

Repozitár KUT na GitHub: <https://github.com/OkoliePracovnehoBodu/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 Vandenberghe. *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 diferenciálne rovnice*. 1995.
- [11] Josef Diblík et al. *Diferenciálne rovnice a jejich použití v elektrotechnike*. 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=PLZHQB0b0WTQDNP0jrT6KV1fJuKtYTftqH6>
 - <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://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://www.youtube.com/watch?v=0850WBJ2ayo&ab_channel=3Blue1Brown
 - https://www.youtube.com/watch?v=v=7UvtU75NXTg&ab_channel=SteveBrunton
 - https://www.youtube.com/watch?v=5hPD7CF0_54&ab_channel=SteveBrunton
 - https://www.youtube.com/watch?v=iBde8q0W0h0&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
- http://matlab.fei.tuke.sk/zar/subory/literatura/Dorcak_TAR.pdf