

UČNI NAČRT PREDMETA / COURSE SYLLABUS**Predmet:** Osnove krmilnih sistemov**Course title:** Basics of control systems

Študijski program in stopnja Study programme and level	Študijska smer Study field	Letnik Academic year	Semester Semester
Tehnologije in sistemi – prva stopnja	Tehnologije in sistemi	drugi ali tretji	peti ali šesti
Technologies and systems – 1st cycle	Technologies and systems	second or third	fifth or sixth

Vrsta predmeta / Course type

izbirni/elective

Univerzitetna koda predmeta / University course code:

00311

Predavanja Lectures	Seminar Seminar	Vaje Tutorial	Klinične vaje work	Druge oblike študija	Samost. delo Individ. work	ECTS
45		30		30	70	6

Nosilec predmeta / Lecturer:

doc. dr. Tomaž Perme

Jeziki /**Languages:****Predavanja /****Lectures:**

slovenski/slovenian

angleški/english

nemški/german

Vaje / Tutorial:

slovenski/slovenian

angleški/english

nemški/german

Pogoji za vključitev v delo oz. za opravljanje študijskih obveznosti:

- vpis v tretji letnik študija,
- znanje vsaj enega tujega jezika (angleščina, nemščina),
- samostojni skupinski projekt in uspešna predstavitev.

Prerequisites:

Vsebina:

- *Uvod.* Definicije. Zgodovinski mejnik. Pomen povratne zveze. Primeri krmilnih sistemov. Koncept načrtovanja krmilnih sistemov.
- *Matematični modeli sistemov.* Diferencialne enačbe sistemov. Vrste sistemov, gradniki, analogije. Linearizacija. Laplaceova transformacija. Transferna funkcija. Nekateri pomembni primeri. Blokovni diagrami. Grafi toka signalov.
- *Modeli s spremenljivkami stanja.* Spremenljivke stanja dinamičnega sistema. Diferencialna enačba stanja. Grafi toka signala z modeli stanja. Transferna funkcija iz enačbe stanja. Primeri.
- *Značilnosti krmilnih sistemov s povratno zvezo.* Odprtozančni in zaprtozančni sistemi. Senzitivnost na variacije parametrov. Nadzor prehodnega pojava. Motilni signali. Napaka v stacionarnem stanju.
- *Učinkovitost krmilnih sistemov.* Vhodnimi signali za ugotavljanje kvalitete krmilnega sistema. Sistem drugega reda. Ocena koeficienta dušenja. Vpliv lege korenov s-ravnine na prehodni pojav. Napaka v stacionarnem stanju. Performančni indeksi.
- *Stabilnost.* Koncept stabilnosti. Routh-ov in Hurwitzov kriterij. Relativna stabilnost.
- *Metoda korenskih krivulj.* Koncept. Pravila konstruiranja korenske krivulje. Načrtovanje parametrov z metodo korenskih krivulj.
- *Frekvenčne metode.* Nyquistov diagram. Bodejev diagram. Konstruiranje frekvenčnih diagramov. Nicholsov diagram.
- *Stabilnost v frekvenčni domeni.* Princip argumenta. Nyquistov kriterij. Konstruiranje Nyquistovega diagrama. Stabilnost v Bodejevem diagramu. Zveza med časovno in frekvenčno domeno. Frekvenčni pas sistema. Stabilnost sistemov s časovno zakasnitvijo.
- *Nekateri postopki načrtovanja krmilnih sistemov.* Različni pristopi: Kaskadna (serijska) kompenzacija. Postopek s

Content (Syllabus outline):

--

prehitevanjem faze. Bodejev diagram. Korenska krivulja. Postopek z zamujanjem faze. Bodejev diagram. Korenska krivulja.

- *Zanesljivi krmilni sistemi.* Definicija. Robustnost in senzitivnost. Analiza robustnosti. Negotovost parametrov karakteristične enačbe. Načrtovanje robustnih krmilnih sistemov: PID krmilniki.
- *Digitalni krmilni sistemi.* Sistemi z vzorčenjem: z-transformacija, zaprtozančni sistemi, stabilnost v z-ravnini, značilnosti sistemov drugega reda, načrtovanje krmiljenja gibanja delovne mize.

Temeljni literatura in viri / Readings:

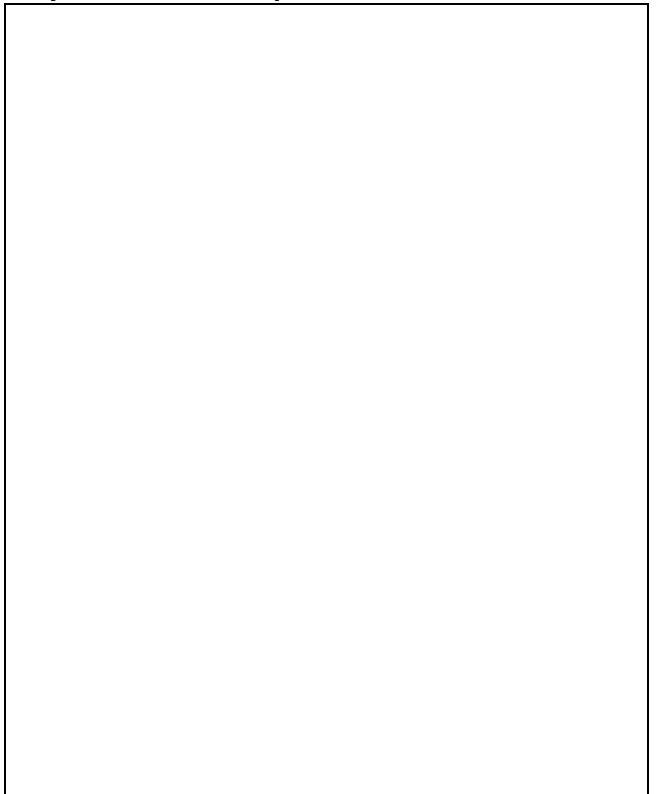
- Podržaj, P. (2015) *Linearna teorija krmiljenja sistemov.* Ljubljana: Fakulteta za strojništvo.
- Podržaj, P. (2014) *Zbirka rešenih nalog s področja linearne teorije krmiljenja sistemov.* Ljubljana: Fakulteta za strojništvo.
- Strmčnik, S. in drugi (1998). *Celostni pristop k računalniškemu vodenju procesov.* Ljubljana: Založba FE in FRI
- Ogata, K. (2008) *Modern control engineering, 5th Int. Ed.* Pearson.
- Dorf, R. C., Bishop, R. H. (2010) *Modern control systems, 15th. International Ed.* Pearson.

Cilji in kompetence:

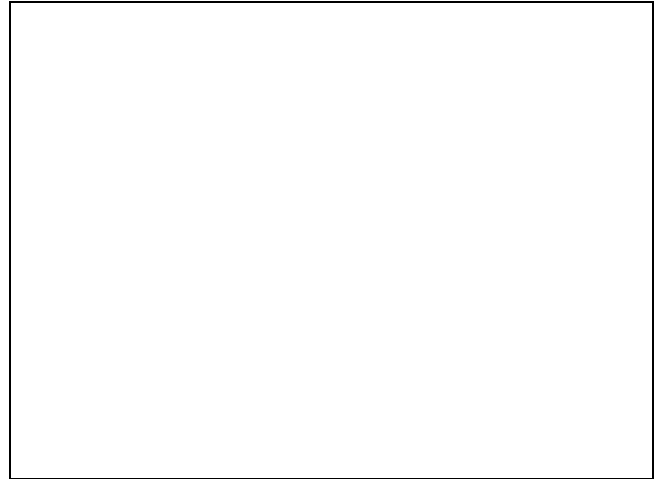
Učna enota prispeva predvsem k razvoju naslednjih splošnih in specifičnih kompetenc:

- sposobnost evidentiranja problema in njegove analize ter predvidevanja operativnih rešitev v tehnološkem smislu ali v procesu organizacije in vodenja,
- sposobnost obvladovanja standardnih razvojnih metod, postopkov in procesov,
- sposobnost uporabe pridobljenega teoretičnega znanja v praksi,
- sposobnost obvladovanja razvoja in napredka,
- avtonomnost v strokovnem delu s področja tehnologij in sistemov,
- sposobnost razumevanja in uporabe sodobnih teorij s področja tehniških, tehnoloških in naravoslovnih ved,
- sposobnost matematičnega razumevanja tehničnih problemov in uporaba matematike pri reševanju le-teh,

Objectives and competences:



- sposobnost interdisciplinarnega povezovanja znanja,
- sposobnost reševanja konkretnih delovnih problemov na področju tehnologij in sistemov z uporabo standardnih strokovnih metod in postopkov,
- poznavanje, načrtovanje, vpeljevanje in upravljanje avtomatizacije in robotizacije,
- sposobnost stalne uporabe informacijske in komunikacijske tehnologije na svojem strokovnem področju.



Predvideni študijski rezultati:

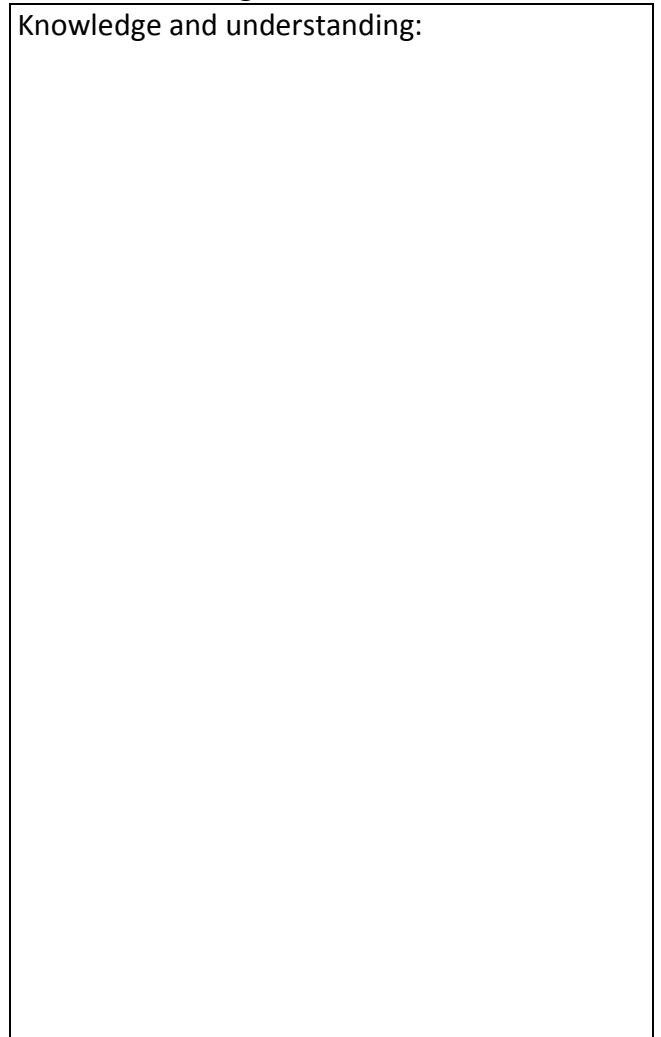
Znanje in razumevanje:

Študent/študentka:

- spozna temelje avtomatskega krmiljenja,
- spozna pomen avtomatskega krmiljenja v sodobni tehnologiji, izdelkih in tovarnah,
- usvoji temeljne gradnike krmilnih sistemov,
- aplicira usvojeno matematično znanje na krmilnih problemih in spozna nekatere nove matematične metode,
- seznaneni se z različnimi fizičnimi gradniki krmilnih sistemov in usvoji njihovo analogijo,
- seznaneni se s koncepti prehodnega pojava in stacionarnega stanja,
- usvoji koncept stabilnosti sistema,
- spozna različne metode analize krmilnih sistemov v časovni in frekvenčni domeni,
- seznaneni se s potrebo po načrtovanju krmilnih sistemov in z nekaterimi pomembnimi metodami,
- spozna različne modele prikazovanja krmilnih sistemov,
- razlikuje zvezne in diskretne krmilne sisteme,
- pozna osnove dela z diskretnimi sistemi.

Intended learning outcomes:

Knowledge and understanding:



Metode poučevanja in učenja:

- *predavanja z aktivno udeležbo študentov (razlaga, diskusija o problemih, razvijanje ustvarjalnosti),*
- *vaje s čim bolj ilustrativnimi in realnimi primeri s poudarkom na delu s programom MATLAB in LabVIEW,*
- *vodeni individualni študij za učinkovito uporabo metod krmilne tehnike ter programov MATLAB in LabVIEW,*
- *laboratorijsko delo s praktičnim ugotavljanjem lastnosti krmilnih sistemov, prehodnega pojava in sledenja sistema,*
- *uporaba spletnih virov in seznanjanje s široko strokovno literaturo in praktično uporabo dosegljive dokumentacije (knjig, revij, arhivov itd.),*
- *strokovne ekskurzije in ogledi.*

Learning and teaching methods:

--

Načini ocenjevanja:	Delež (v %) / Weight (in %)	Assessment:
Način (pisni izpit, ustno izpraševanje, naloge, projekt): <ul style="list-style-type: none"> • poročila laboratorijskih vaj • pisni izpit iz nalog • pisni izpit iz teorije Ocenjevalna lestvica: ECTS.	20% ocene 40% ocene 40% ocene	Type (examination, oral, coursework, project):

Reference nosilca / Lecturer's references:

- Perme, T. (2009) Translation of extended Petri net model into ladder diagram and simulation with PLC. *Strojniški vestnik*, ISSN 0039-2480, 2009, vol. 55, no. 10, str. 609-622.
- Perme, T. (2005) Oddaljeni sistemi za izobraževanje in urjenje na daljavo = Remote systems for the education on distance and remote training. *Ventil*, ISSN 1318-7279, 2005, letn. 11, št. 3, str. 166-170.
- Perme, T. (2003) Načrtovanje izdelovalnih sistemov, podprto s simulacijo = Simulation-aided planning of manufacturing systems. *Strojniški vestnik*, ISSN 0039-2480, 2003, letn. 49, št. 1, str. 28-40.
- Perme, T. (2009) Avtomatizacija v skladišču in distribucijskem centru. *IRT 3000*, ISSN 1854-3669, feb. 2009, letn. 4, št. 19, str. 100-104.
- Perme, T. (2009) Gradniki za modeliranje in simulacijo avtomatiziranih procesov ter sistemov za sestavljanje. *IRT 3000*, ISSN 1854-3669, 2009, letn. 4, št. 20, str. 72-76.
- Perme, T. (2009) Gradniki za modeliranje in simulacijo avtomatiziranih procesov ter sistemov za sestavljanje. *IRT 3000*, ISSN 1854-3669, 2009, letn. 4, št. 20, str. 72-76.

- Perme, T. (2008) Mehatronika in avtomatizacija v digitalnem okolju. *IRT 3000*, ISSN 1854-3669, 2008, letn. 3, št. 14, str. 94-96.
- Perme, T. (2008) Industrijski roboti v številkah. *IRT 3000*, ISSN 1854-3669, 2008, letn. 3, št. 18, str. 110-112.
- Perme, T., Noe, D. (2004) E-training remote assembly systems. V: *IFAC Multitrack Conference on Advanced Control Strategies for Social and Economic Systems, Vienna, Austria, September 2 to 4, 2004: ACS'04: preprints volume*. [Vienna: University of Technology], 2004, str. 6.
- Perme, T., Noe, D. (2004). Virtual assembly environment on the topic of precision assembly. V: Ratchev, S. (ur.), Delchambre, A. (ur.). *IPAS'2004 : proceedings of the international precision assembly seminar, Bad Hofgastein, Austria, 11-13 february 2004*. Nottingham: The Precision Manufacturing Group, School of Mechanical, Materials, Manufacturing Engineering and Management, The University of Nottingham, 2004, str. 35-40.
- Han, M. W., Perme, T. (1995) Human Oriented Applications in Robotics Using Neural Networks and Petri Nets. V: *IFAC Workshop on Human-Oriented Design of Advanced Robotics Systems, DARS '95, September 19-20, 1995, Vienna, Austria*. KOPACEK, Peter (ur.). *Human-oriented design of advanced robotics systems : preprints of the IFAC - Workshop DARS'95, September 19-20, 1995 / Vienna, Austria*. Vienna: Technical University, 1995, str. 83-88.