KOMPLEKSNI MEHATRONSKI SISTEMI

UČNI NAČRT PREDMETA/COURSE SYLLABUS

Predmet:	KOMPLEKSNI MEHATRONSKI SISTEMI
Course title:	COMPLEX MECHATRONIC SYSTEMS
Članica nosilka/UL Member:	UL FS

Študijski programi in stopnja	Študijska smer	Letnik	Semestri	Izbirnost
Strojništvo, tretja stopnja, doktorski	Proizvodno inženirske znanosti, kibernetika in mehatronika (smer)	1. letnik, 2. letnik	Celoletni	izbirni

Univerzitetna koda predmeta/University course code:	0033458
Koda učne enote na članici/UL Member course code:	7303

Predavanja /Lectures	Seminar /Seminar	Vaje /Tutorials	Klinične vaje /Clinical tutorials	Druge oblike študija /Other forms of study	Samostojno delo /Individual student work	ECTS
90					160	10

Nosilec predmeta/Lecturer:	Dominik Kozjek

Izvajalci predavanj:	Dominik Kozjek
Izvajalci seminarjev:	
Izvajalci vaj:	
Izvajalci kliničnih vaj:	
Izvajalci drugih oblik:	
Izvajalci praktičnega usposabljanja:	

Vrsta predmeta/Course type:	Izbirni predmet /Elective course

Jeziki/Languages:	Predavanja/Lectures:	Angleščina, Slovenščina
	Vaje/Tutorial:	Angleščina, Slovenščina

Pogoji za vključitev v delo oz. za opravljanje študijskih obveznosti:	**Prerequisites:**
Veljajo splošni pogoji za doktorski študij.	General prerequisites for the third level studies.

Vsebina:	**Content (Syllabus outline):**
Sodobne tehnologije procesiranja podatkov v KMS.	Advanced data-processing technologies for CMS
Strojna oprema za vgradne računalnike: procesorji, sestavne komponente, vmesniške komponente, pretvorniki, prikazovalniki, povezave med računalniki in drugimi enotami, omrežja, mikrokrmilniki. Programirljiva logična vezja visoke stopnje integracije kot strojna oprema v KMS.	Embedded system hardware: processors, chip-sets, interfaces, converters, displays, communication interfaces, networks, microcontrollers. Field-programmable gate arrays as platforms for high-performance data processing in CMS.
Programska oprema za vgradne računalnike: jeziki in metode programiranja, operacijski sistemi, delo v realnem času in hkratne dejavnosti.	Embedded system software: programming languages and methods, operation systems, real-time operation, simultaneous tasks.
Metodologije načrtovanja in izvedb vgradnih računalniških sistemov za KMS: strojna in programska oprema.	Design and implementation methodologies for embedded systems in CMS: hardware and software.
Izbrana poglavja iz algoritmov obdelave signalov, slik in 3D izmerkov oblike teles. Analiza 3D izmerkov in metode ekstrakcije karakterističnih dimenzij - značilk. Algoritmi združevanja podatkov iz večsenzorskih sistemov.	Selected topics in agorithms for signal and image processing. Processing of 3D data sets (clouds of points acquired during 3D shape measurements); analysis of 3D data sets and extraction of characteristic dimensions / features. Multi-sensor data fusion algorithms.
Izbrana poglavja iz modeliranja in simulacije KMS.	Selected topics in modeling and simulation of CMS.
Opto-mehatronski sistemi.	Opto-mechatronic systems.
Opto-mehatronske tehnologije. Komponente: optične, opto-elektronske in elektro-optične, mehatronske. Optomehatronska integracija. Osnovne opto-mehatronske funkcionalne enote. Metodologije načrtovanja in izvedbe. Mikro izvedbe: mikro-opto-mehatronski	Opto-mechatronic technologies. Components: optical, opto-electronic in electro-optic, mechatronic. Optomehatronic integration. Basic optomechatronic functional units. Design and implementation methodologies. Micro-scale

sistemi. Izbrani primeri opto-mehatronskih sistemov.	implementations: micro-opto-mechatronic syistems. Selected examples of opto-mechatronic systems.

Temeljna literatura in viri/Readings:

[1] T. Scheurer: Foundations of computing: system development with set theory and logic, Addison-Wesley, 1994. [COBISS.SI-ID 1269787]
[2] K. Edwards: Real-time structured methods: systems analysis, Wiley, 1993. [COBISS.SI-ID 14282245]
[3] A. Burns, G. Davies: Concurrent programming, Addison-Wesley, 1993. [COBISS.SI-ID 757275]
[4] C.A.R. Hoare: Communicating sequential processes, Prentice-Hall, 1985. [COBISS.SI-ID 388379]
[5] R. Zurawski, Embedded Systems Handbook, CRC, 2005. – izbrana poglavja. [COBISS.SI-ID 5044820]
[6] H. Mitchell, Multi-Sensor Data Fusion: An Introduction, Springer, 2007. [COBISS.SI-ID 7900244]

Cilji in kompetence:	**Objectives and competences:**
Cilji: Študentu podati metodološko osnovo, nabor specialnih znanj in zahtevnih eksperimentalnih tehnik, potrebnih za samostojno raziskovalno delo na področju mehatronskih sistemov višje stopnje kompleksnosti. **Kompetence:** • sposobnost razumevanja in analize zahtevnih znanstvenih publikacij z ožjega področja študentovega doktorskega študija in s širšega področja kompleksnih mehatronskih sistemov (KMS), • sposobnost uporabe rezultatov iz teh publikacij pri reševanju lastnih raziskovalnih nalog v okviru doktorskega študija; • sposobnost prepoznavanja smeri razvoja na tem področju in usmerjanje lastnega raziskovalnega dela na tej osnovi; • sposonost uporabe sodobnih metodologij za načrtovanje, razvoj in verifikacijo KMS, • sposobnost snovanja, razvoja, izvedbe in integracije programske opreme za krmiljenje KMS,	**Goals:** The principal goal is to give the student the methodology basis, specialist knowledge and advanced experimental techniques required for conducting individual reseach in the field of complex mechatronic systems. **Competences:** The student acquires the following core competences: • the ability to understand and analyze elaborate scientific/reseach publications from the narrower field of the student's PhD thesis as well as from the wider field of complex mechatronic systems, • the ability to apply the published results to solve research task within the framework of the student's PhD thesis, • the ablity to recognize research and development trends in this field and use this as a basis for directing student's own research work, • the ability to employ advanced methodologies for the design, implementation and verification of complex mechatronics systems

• sposobnost uporabe najnovejših rešitev na področju strojne in programske opreme za snovanje in razvoj novih rešitev na področju KMS, • osvojena znanja in veščine, potrebna za načrtovanje in izvedbo zahtevnih nalog v okviru eksperimentalnega razvoja na področju KMS.	(CMS), • the ability to conceive, design, implement and integrate software solutions for the control of CMS, • the ability to use existing state-of-the-art hardware and software solutions for conception of novel CMS solutions, • the know-how required for conducting demanding tasks of experimental development in the field of CMS.

Predvideni študijski rezultati:	**Intended learning outcomes:**
• sposobnost razumevanja in analize zahtevnih znanstvenih publikacij z ožjega področja študentovega doktorskega študija in s širšega področja kompleksnih mehatronskih sistemov (KMS), • sposobnost uporabe rezultatov iz teh publikacij pri reševanju lastnih raziskovalnih nalog v okviru doktorskega študija; • sposobnost prepoznavanja smeri razvoja na tem področju in usmerjanje lastnega raziskovalnega dela na tej osnovi; • sposonost uporabe sodobnih metodologij za načrtovanje, razvoj in verifikacijo KMS, • sposobnost snovanja, razvoja, izvedbe in integracije programske opreme za krmiljenje KMS, • sposobnost uporabe najnovejših rešitev na področju strojne in programske opreme za snovanje in razvoj novih rešitev na področju KMS, • osvojena znanja in veščine, potrebna za načrtovanje in izvedbo zahtevnih nalog v okviru eksperimentalnega razvoja na področju KMS.	The student acquires the following core competences: • the ability to understand and analyze elaborate scientific/reseach publications from the narrower field of the student's PhD thesis as well as from the wider field of complex mechatronic systems, • the ability to apply the published results to solve research task within the framework of the student's PhD thesis, • the ablity to recognize research and development trends in this field and use this as a basis for directing student's own research work, • the ability to employ advanced methodologies for the design, implementation and verification of complex mechatronics systems (CMS), • the ability to conceive, design, implement and integrate software solutions for the control of CMS, • the ability to use existing state-of-the-art hardware and software solutions for conception of novel CMS solutions, • the know-how required for conducting demanding tasks of experimental development in the field of CMS.

Metode poučevanja in učenja:	**Learning and teaching methods:**
Predavanja, laboratorijske vaje,	Lectures, laboratory practice & seminar

seminarsko delo, e-izobraževanje, konzultacije. Seminarsko delo v čim večji meri navezujoče se na področje doktorskega raziskovanja. Študij z uporabo priporočene literature.	work, e-education, consulting. The seminar work is related, as much as possible, to the student's doctoral research field. Study on a recommended literature basis.

Načini ocenjevanja:	**Delež/Weight**	**Assessment:**
Ustni izpit, poročilo o seminarskem delu. Pogoj za opravljanje ustnega izpita je uspešno izdelano in pozitivno ocenjeno seminarsko delo. Način (ustno izpraševanje, projekt): • projekt (seminarska naloga) (60%) • ustno izpraševanje (40%)		Oral exam, report on seminar work. The condition for admission to oral exam is successful completion of seminar work, rewarded with a passing grade. Method (oral examination, project) • project (seminar assignment) (60%) • oral examination (40%)

Ocenjevalna lestvica:	**Grading system:**

Reference nosilca/Lecturer's references:

Dominik Kozjek:

1. KOZJEK, Dominik, VRABIČ, Rok, KRALJ, David, BUTALA, Peter. Interpretative identification of the faulty conditions in a cyclic manufacturing process. Journal of manufacturing systems. Apr. 2017, vol. 43, part 2, str. 214-224, ilustr. ISSN 0278-6125. http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0278612517300304, https://repozitorij.uni-lj.si/IzpisGradiva.php?id=101583, DOI: 10.1016/j.jmsy.2017.03.001. [COBISS.SI-ID 15458075]
2. KOZJEK, Dominik, PAVLOVČIČ, Urban, KRYŽANOWSKI, Andrej, ŠUŠTERŠIČ, Jakob, JEZERŠEK, Matija. Three-dimensional characterization of concrete's abrasion resistance using laser profilometry. Strojniški vestnik. May 2015, vol. 61, no. 5, str. 311-318, si 58, ilustr. ISSN 0039-2480. http://www.dlib.si/details/URN:NBN:SI:doc-IRFB16O9, DOI: 10.5545/sv-jme.2015.2430. [COBISS.SI-ID 13986331]
3. PODRŽAJ, Primož, REZNICHENKO, Igor, POŽRL, Tomaž, JENKO, Marjan, BRAČUN, Drago, KOZJEK, Dominik. Matlab based synthesis of a PID controlled magnetic levitation system. V: ICMAME 2023 : International Conference on Mechanical, Automotive and Mechatronics Engineering : 29-30 April 2023, Dubai, UAE : proceedings. [Dubai: ICMAME, 2023]. Str. 316-321, ilustr. [COBISS.SI-ID 152866563]
4. VRABIČ, Rok, ŠKULJ, Gašper, MALUS, Andreja, KOZJEK, Dominik, SELAK, Luka, BRAČUN, Drago, PODRŽAJ, Primož. An architecture for sim-to-real and real-to-sim experimentation in robotic systems. V: MOURTZIS, Dimitris (ur.). Towards digitalized manufacturing 4.0 : 54th CIRP CMS 2021 : 22nd-24th September 2021,

University of Patras – Greece. [S. l.]: Elsevier, 2021. Vol. 104, str. 336-341, ilustr. Procedia CIRP, vol. 104. ISSN 2212-8271. https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2212827121009550, https://repozitorij.uni-lj.si/IzpisGradiva.php?id=134763, DOI: 10.1016/j.procir.2021.11.057. [COBISS.SI-ID 95688963]
5. KOZJEK, Dominik, VRABIČ, Rok, KRALJ, David, BUTALA, Peter, LAVRAČ, Nada. Data mining for fault diagnostics : a case for plastic injection molding. V: BUTALA, Peter (ur.), GOVEKAR, Edvard (ur.), VRABIČ, Rok (ur.). 52nd CIRP Conference on Manufacturing Systems (CMS), Ljubljana, Slovenia, June 12-14, 2019. Amsterdam: Elsevier, 2019. Vol. 81, f. 809-814, ilustr. Procedia CIRP, vol. 81. ISSN 2212-8271. https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2212827119305098, https://repozitorij.uni-lj.si/IzpisGradiva.php?id=108454, DOI: 10.1016/j.procir.2019.03.204. [COBISS.SI-ID 16687643]